

**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΧΗΜΕΙΑΣ**

**ΓΕΩΧΗΜΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ
ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΑ ΥΠΟΓΕΙΑ
ΨΥΧΡΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΑ ΝΕΡΑ, ΤΟ ΕΛΑΦΟΣ ΚΑΙ ΤΑ ΦΥΤΑ
ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΤΟΥ Ν. ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ Β.
ΕΥΒΟΙΑΣ. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ.**

**Διδακτορική Διατριβή
του**

Χρήστου Κανελλόπουλου

**Αθήνα
2011**

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

**Συμβουλευτική
επιτροπή**

Καθηγητής - Δρ. Π. Μητρόπουλος (Επιβλέπων)
Επικ. Καθηγήτρια - Δρ. Α. Αργυράκη
Αν. Καθηγητής - Δρ. Σ. Κίλιας

Καθηγητής – Δρ. Ε. Γκάρτζος
Καθηγήτρια – Δρ. Μ. Οικονόμου
Καθηγητής – Δρ. Μ. Σταματάκης
Αν. Καθηγητής – Δρ. Α. Αλεξόπουλος

**Εξεταστική
επιτροπή**

Η έγκριση της παρούσας διδακτορικής διατριβής από την Εξεταστική Επιτροπή και το Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος της Σχολής Θετικών επιστημών του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, δεν προϋποθέτει και την αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Νόμος 5343/1932, Άρθρο 202).

*Αφιερωμένο στους γονείς μου, που
χάρης την ψυχική και οικονομική
τους υποστήριξη, μπόρεσε αυτή η
εργασία να πραγματοποιηθεί, αλλά
και σε όλους τους ``δικούς μου``
ανθρώπους...*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	13
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	15
ΑΓΓΛΙΚΗ ΠΕΡΙΛΗΨΗ (Abstract)	17
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ - ΟΡΟΛΟΓΙΑ	19

ΜΕΡΟΣ Α – ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α.1. ΓΕΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ</u>	21
A.1.1. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ	22
A.1.2. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	22
A.1.2.1. Στερεά Ελλάδα	22
A.1.2.2. Βόρεια Εύβοια	26
A.1.3. ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΟΜΗ	28
A.1.3.1. Αλπικοί Σχηματισμοί	28
A.1.3.1.1. Το ορογενετικό σύστημα των Ελληνίδων, σήμερα	28
A.1.3.1.2. Περιγραφή των λιθοστρωματογραφικών ενοτήτων των Ελληνίδων	28
A.1.3.1.3. Αλπικοί σχηματισμοί στην περιοχή μελέτης	29
A.1.3.1.4. Αλπικοί σχηματισμοί στην περιοχή της Κεντροανατολικής Στερεά Ελλάδα (Λοκρίδα)	30
A.1.3.1.5. Αλπικοί σχηματισμοί στην περιοχή της Β. Εύβοιας	34
A.1.3.2. ΜΕΤΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	36
A.1.3.2.1. Γενικά	36
A.1.3.2.2. Τεταρτογενές	36
A.1.3.2.3. Νεογενές	38
A.1.4. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ – ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ	41
A.1.4.1. Ενεργός τεκτονική	41
A.1.4.2. Ενεργείς Νεοτεκτονικές δομές της ΒΑ Στερεάς Ελλάδας	41
A.1.4.3. Ενεργείς Νεοτεκτονικές δομές της Βόρειας Εύβοιας	44

ΜΕΡΟΣ Β - ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ, ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ, ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ</u>	46
B.1.1. ΣΤΟΧΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ	46
B.1.2. ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	48
B.1.3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	50
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β.2 ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ</u>	53
B.2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	53
B.2.2. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	54
B.2.3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΝΑ ΥΛΙΚΟ	63
B.2.3.1. Εισαγωγή	63

B.2.3.2. Εδάφη	63
B.2.3.2.1. Προετοιμασία	63
B.2.3.2.2. Διαλυτοποίηση	64
B.2.3.2.3. Χημικές αναλύσεις	65
B.2.3.2.4. Προσδιορισμός του pH	65
B.2.3.2.5. Προσδιορισμός της ορυκτολογικής σύστασης	66
B.2.3.3. Μονοετή φυτά	69
B.2.3.3.1. Προετοιμασία	69
B.2.3.3.2. Διαλυτοποίηση	69
B.2.3.3.3. Χημικές αναλύσεις	69
B.2.3.4. Πολυετή φυτά – Ελιές	71
B.2.3.4.1. Προετοιμασία	71
B.2.3.4.2. Διαλυτοποίηση	71
B.2.3.4.3. Χημικές αναλύσεις	73
B.2.3.5. Νερά	73
B.2.3.5.1. Επιτόπιες αναλύσεις	73
B.2.3.5.2. Προετοιμασία	73
B.2.3.5.3. Χημικές αναλύσεις	74
B.2.3.6. Αποθέσεις θερμών πηγών	75
B.2.3.6.1. Προετοιμασία	75
B.2.3.6.2. Διαλυτοποίηση	76
B.2.3.6.3. Χημικές αναλύσεις	76
B.2.3.6.4. Προσδιορισμός της ορυκτολογικής σύστασης	77
B.2.4. ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ	78
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β.3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ</u>	95
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β.4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ</u>	96
B.4.1. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	96
B.4.1.1. Εισαγωγή	96
B.4.1.2. Γενικά περιγραφικά στατιστικά (descriptive statistics)	96
B.4.1.3. Ανάλυση συσχέτισης (correlation analysis)	96
B.4.1.4. Παραγοντική ανάλυση	98
B.4.2. ΕΔΑΦΗ	99
B.4.2.1. Ταξινόμηση των εδαφικών δειγμάτων, βάσει της World Reference Base (WRB)	99
B.4.2.2. Όρια καταλληλότητας των εδαφικών δειγμάτων	99
B.4.3. ΥΠΟΓΕΙΑ ΝΕΡΑ	
B.4.3.1. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	102
B.4.3.1.1. Σκληρότητα (Hardness)	102
B.4.3.1.2. Δείκτης Κορεσμού (Saturation Index)	103
B.4.3.2. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ	104
B.4.3.2.1. Τριγραμμικά διαγράμματα (Piper) & Υδροχημικός τύπος	104
B.4.3.2.2. Διάγραμμα Durov	105
B.4.3.3. Η ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ	105
B.4.3.3.1. Σταθερότυπα χρήσεων	105
B.4.3.3.2. Σταθερότυπα πόσιμου νερού	106
B.4.3.3.3. Σταθερότυπα αρδευτικού νερού	110

B.4.3.3.4. Διαγράμματα ταξινόμησης αρδευτικών νερών – (SAR-EC) – ESR – Magnesium Hazard	113
B.4.4. ΦΥΤΑ	114
B.4.4.1. Συντελεστής απορρόφησης	114

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β.5. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΑΡΤΩΝ **115**

ΜΕΡΟΣ Γ – ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ.1. ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ ΚΑΙ ΚΥΤΡΩΝΗΣ</u>	129
Γ.1.1. ΕΛΑΦΗ	129
Γ.1.1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	129
Γ.1.1.2. ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	130
Γ.1.1.3. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	135
Γ.1.1.4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	143
Γ.1.1.4.1. Γενικά περιγραφικά στατιστικά	143
Γ.1.1.4.2. Ανάλυση συσχέτισης	144
Γ.1.1.4.3. Παραγοντική ανάλυση	151
Γ.1.1.5. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ WORLD REFERENCE BASE (WRB)	154
Γ.1.1.6. ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ	155
Γ.1.1.7. ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ ΕΛΑΦΩΝ – ΧΑΡΤΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ	163
Γ.1.1.8. ΟΡΙΑ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ	188
Γ.1.2. ΥΠΟΓΕΙΑ ΨΥΧΡΑ ΝΕΡΑ	193
Γ.1.2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	193
Γ.1.2.2. ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	194
Γ.1.2.3. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	196
Γ.1.2.4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	198
Γ.1.2.4.1. Γενικά περιγραφικά στατιστικά	198
Γ.1.2.4.2. Ανάλυση συσχέτισης	199
Γ.1.2.5. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	200
Γ.1.2.5.1. Σκληρότητα (Hardness)	200
Γ.1.2.5.2. Δείκτης Κορεσμού (Saturation Index)	201
Γ.1.2.6. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ	201
Γ.1.2.6.1. Τριγραμμικά διαγράμματα (Piper) & Υδροχημικός τύπος	201
Γ.1.2.6.1. Διάγραμμα Durov	202
Γ.1.2.7. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΠΕΡΙΟΔΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΚΑΙ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ	205
Γ.1.2.8. ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ ΝΕΡΩΝ – ΧΑΡΤΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ	205
Γ.1.2.9. Η ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ	223
Γ.1.2.9.1. Σταθερότυπα πόσιμου νερού	223
Γ.1.2.9.2. Σταθερότυπα αρδευτικού νερού - Διαγράμματα ταξινόμησης αρδευτικών νερών – (SAR-EC)	223

Γ.1.3. ΦΥΤΑ	225
Γ.1.3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	225
Γ.1.3.2. ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	225
Γ.1.3.3. ΜΟΝΟΕΤΗ ΦΥΤΑ	227
Γ.1.3.3.1. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	227
Γ.1.3.3.2. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗΣ	229
Γ.1.3.3.3. ΑΞΙΟΛΟΓΙΣΗ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	230
Γ.1.3.4. ΠΟΛΥΕΤΗ ΦΥΤΑ	233
Γ.1.3.4.1 ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	233
Γ.1.3.4.2. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗΣ	234
Γ.1.3.4.3. ΑΞΙΟΛΟΓΙΣΗ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	235
Γ.1.4. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΥΡΤΩΝΗΣ	236
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ.2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΝ. ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΟΣ</u>	245
Γ.2.1. ΕΔΑΦΗ	245
Γ.2.1.1. ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	245
Γ.2.1.2. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	250
Γ.2.1.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	257
Γ.2.1.3.1. Γενικά περιγραφικά στατιστικά	257
Γ.2.1.3.2. Ανάλυση συσχέτισης	258
Γ.2.1.3.3. Παραγοντική ανάλυση	261
Γ.2.1.4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ WORLD REFERENCE BASE (WRB)	264
Γ.2.1.5. ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ	265
Γ.2.1.6. ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ ΕΔΑΦΩΝ – ΧΑΡΤΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ	274
Γ.2.1.7. ΟΡΙΑ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ	286
Γ.2.2. ΥΠΟΓΕΙΑ ΨΥΧΡΑ ΝΕΡΑ	292
Γ.2.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	292
Γ.2.2.2. ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	293
Γ.2.2.3. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	295
Γ.2.2.4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	297
Γ.2.2.4.1. Γενικά περιγραφικά στατιστικά	297
Γ.2.2.4.2. Ανάλυση συσχέτισης	298
Γ.2.2.5. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	299
Γ.2.2.5.1. Σκληρότητα (Hardness)	299
Γ.2.2.5.2. Δείκτης Κορεσμού (Saturation Index)	300
Γ.2.2.6. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ	301
Γ.2.2.6.1. Τριγραμμικά διαγράμματα (Piper) & Υδροχημικός τύπος	301
Γ.2.2.6.1. Διάγραμμα Durov	303
Γ.2.2.7. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΠΕΡΙΟΔΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΚΑΙ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ	304
Γ.2.2.8. ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ ΝΕΡΩΝ – ΧΑΡΤΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ	305
Γ.2.2.9. Η ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ	323
Γ.2.2.9.1. Σταθερότυπα πόσιμου νερού	323
Γ.2.2.9.2. Σταθερότυπα αρδευτικού νερού - Διαγράμματα	

ταξινόμησης αρδευτικών νερών – (SAR-EC)	323
Γ.2.3. ΦΥΤΑ	325
Γ.2.3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	325
Γ.2.3.2. ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	325
Γ.2.3.3. ΜΟΝΟΕΤΗ ΦΥΤΑ	327
Γ.2.3.3.1. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	327
Γ.2.3.3.2. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗΣ	330
Γ.2.3.3.3. ΑΞΙΟΛΟΓΙΣΗ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	331
Γ.2.3.4. ΠΟΛΥΕΤΗ ΦΥΤΑ	332
Γ.2.3.4.1. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	332
Γ.2.3.4.2. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗΣ	334
Γ.2.3.4.3. ΑΞΙΟΛΟΓΙΣΗ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	336
Γ.2.4. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ ΑΝ. ΣΤ. ΕΛΛΑΔΟΣ	337
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ.3 ΠΕΡΙΟΧΗ Β. ΕΥΒΟΙΑΣ</u>	345
Γ.3.1. ΕΛΑΦΗ	345
Γ.3.1.1. ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	345
Γ.3.1.2. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	350
Γ.3.1.3. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	358
Γ.3.1.3.1. Γενικά περιγραφικά στατιστικά	358
Γ.3.1.3.2. Ανάλυση συσχέτισης	362
Γ.3.1.3.3. Παραγοντική ανάλυση	365
Γ.3.1.4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ WORLD REFERENCE BASE (WRB)	365
Γ.3.1.5. ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ	366
Γ.3.1.6. ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ ΕΔΑΦΩΝ – ΧΑΡΤΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ	379
Γ.3.1.7. ΟΡΙΑ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ	399
Γ.3.2. ΥΠΟΓΕΙΑ ΨΥΧΡΑ ΝΕΡΑ	406
Γ.3.2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	406
Γ.3.2.2. ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	407
Γ.3.2.3. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	410
Γ.3.2.4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	413
Γ.3.2.4.1. Γενικά περιγραφικά στατιστικά	413
Γ.3.2.4.2. Ανάλυση συσχέτισης	414
Γ.3.2.5. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	415
Γ.3.2.5.1. Σκληρότητα (Hardness)	415
Γ.3.2.5.2. Δείκτης Κορεσμού (Saturation Index)	416
Γ.3.2.6. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ	417
Γ.3.2.6.1. Τριγραμμικά διαγράμματα (Piper) & Υδροχημικός τύπος	417
Γ.3.2.6.1. Διάγραμμα Durov	421
Γ.3.2.7. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΠΕΡΙΟΔΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΚΑΙ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ	422
Γ.3.2.8. ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ ΝΕΡΩΝ – ΧΑΡΤΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ	424
Γ.3.2.9. Η ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ	441
Γ.3.2.9.1. Σταθερότυπα πόσιμου νερού	441

Γ.3.2.9.2. Σταθερότυπα αρδευτικού νερού - Διαγράμματα ταξινόμησης αρδευτικών νερών – (SAR-EC)	442
Γ.3.3. ΦΥΤΑ	444
Γ.3.3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	444
Γ.3.3.2. ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	445
Γ.3.3.3. ΜΟΝΟΕΤΗ ΦΥΤΑ	447
Γ.3.3.3.1. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	447
Γ.3.3.3.2. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗΣ	449
Γ.3.3.3.3. ΑΞΙΟΛΟΓΙΣΗ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	450
Γ.3.3.4. ΠΟΛΥΕΤΗ ΦΥΤΑ	454
Γ.3.3.4.1. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	454
Γ.3.3.4.2. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗΣ	457
Γ.3.3.4.3. ΑΞΙΟΛΟΓΙΣΗ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	459
Γ.3.4. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ Β. ΕΥΒΟΙΑΣ	460

ΜΕΡΟΣ Δ – ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ Δ.1. ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΑ ΡΕΥΣΤΑ</u>	472
Δ.1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	472
Δ.1.2. ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	474
Δ.1.3. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	476
Δ.1.4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	482
Δ.1.4.1. Γενικά περιγραφικά στατιστικά	482
Δ.1.4.2. Ανάλυση συσχέτισης	483
Δ.1.5. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ	485
Δ.1.5.1. Τριγραμμικά διαγράμματα (Piper diagrams)	485
Δ.1.5.2. Διάγραμμα Durov	486
Δ.1.5.3. Διάγραμμα Giggenbach	486
Δ.1.6. ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ ΝΕΡΩΝ – ΧΑΡΤΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ	488
Δ.1.7. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΑΛΛΑ ΕΝΕΡΓΑ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	500

<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ Δ.2. ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ</u>	504
Δ.2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	504
Δ.2.2. ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	504
Δ.2.3. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	505
Δ.2.4. ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	509
Δ.2.5. ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ	517
Δ.2.5.1. Ακτινοσκοπική μελέτη	517
Δ.2.5.2. Ηλεκτρονική μικροσκοπία & Χημικές Μικροαναλύσεις	520
Δ.2.5.2.α. Ορυκτολογία αποθέσεων στην περιοχή των Θερμοπυλών	521
Δ.2.5.2.β. Ορυκτολογία αποθέσεων στην περιοχή των Λ. Αιδηψού	522
Δ.2.5.2.γ. Ορυκτολογία αποθέσεων στην περιοχή των Ήλιων	531
Δ.2.5.4. Στοιχειακός σίδηρος	544
Δ.2.5.5. Lamination και πιθανή συμμετοχή βιογενών διεργασιών	547

Δ.2.6. ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΤΡΑΒΕΡΤΙΝΙΚΩΝ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ ΤΩΝ ΘΕΡΜΩΝ ΠΗΓΩΝ	558
Δ.2.6.1. Χημικές αναλύσεις κύριων στοιχείων και ιχνοστοιχείων	558
Δ.2.5.2. Χημικές αναλύσεις σπανίων γαιών	562

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ Δ.3 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ
ΜΕ ΤΟ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ** **564**

**ΜΕΡΟΣ Ε – ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ε.1 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΖΗΤΗΣΗ** **575**

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ **617**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: Ποιοτικός Έλεγχος – BIAS

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: Διαγράμματα Συσχέτισης από τους δυο εδαφικούς ορίζοντες

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3: Ακτινογραφήματα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Κατά την διάρκεια εκπόνηση της Διδακτορικής μου Διατριβής, είχα την τύχη να βρω συμπαράσταση και ουσιαστική βοήθεια από παρά πολλούς ανθρώπους, τους οποίους αισθάνομαι επιτακτικά την ανάγκη να ευχαριστήσω.

Πρώτιστα, τον Καθηγητή μου, Δρ. Π. Μητρόπουλο, Επιβλέποντα της παρούσας Διδακτορικής Διατριβής, για την συμπαράσταση, κατανόηση και καταλυτική του βοήθειά του σε όλα τα στάδια αυτής της εργασίας, από την αναγνώριση στην ύπαιθρο μέχρι και την τελική συγγραφή και την παρουσίαση της.

Την Επικ. Καθηγήτρια Δρ. Α. Αργυράκη, μέλος της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής για την πολύτιμη βοήθεια της κυρίως κατά την εκτέλεση του πειραματικού μέρους, την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων, τον ποιοτικό έλεγχο των μετρήσεων, αλλά και για της πολύτιμες επισημάνσεις και συμβουλές της, για την πληρέστερη συγγραφή και παρουσίαση της παρούσας εργασίας. Αλλά και για την υποστήριξη της ακόμη και κατά την διάρκεια της παραμονής μου στην Αγγλία.

Τον Αν. Καθηγητή Δρ. Σ. Κίλια, μέλος της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής για τις παρατηρήσεις του σχετικά με το αντικείμενο του υδροθερμικού συστήματος.

Τον Καθηγητή Δρ. Ε. Γκάρτζο, την Καθηγήτρια Δρ. Μ. Οικονόμου, τον Καθηγητή Δρ. Μ. Σταματάκη και τον Αν. Καθηγητή Δρ. Α. Αλεξόπουλο μέλη της επταμελούς μου επιτροπής για τις επισημάνσεις και συμβουλές τους.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους συναδέλφους που είχα την τύχη να γνωρίσω και να συνεργαστώ μαζί τους, κατά την περίοδο της παραμονής μου, για την εκτέλεση πειραμάτων στο Natural History Museum του Λονδίνου. Πρώτιστα θα ήθελα να ευχαριστήσω την ερευνήτρια Dr. Eva Valsami-Jones, για την αμέριστη συμπαράσταση της, κατ' όλη την περίοδο της παραμονής μου στο Natural History Museum του Λονδίνου, αλλά και μετέπειτα για τις θερμές επιστημονικές συζητήσεις μας. Δεν πρέπει να παραλείψω να ευχαριστήσω τους Dr. Deborah Berhanu, Dr. Superb Misra, Dr. Agnieszka Dybowska για την βοήθεια τους κατά την μελέτη των δειγμάτων μου στα S.E.M.s του NHM. Και τέλος, τους τεχνικούς και συνάδελφους Catherine Unsworth και Dr. Stanislav Strekopytov, για την βοήθειά της κατά την ανάλυση των δειγμάτων με ICP-AES και ICP-MS.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους συναδέλφους που είχα την τύχη να γνωρίσω και να συνεργαστώ μαζί τους, κατά την περίοδο της παραμονής μου, για την εκτέλεση πειραμάτων στο University of Sussex της Αγγλίας. Αναλυτικότερα τον Prof. Mike Ramsey, για τις χρήσιμες συμβουλές του σχετικά με την στατιστική επεξεργασία και τον ποιοτικό έλεγχο των αποτελεσμάτων μου. Την ερευνήτρια Dr. Katy Boon και την Dr. Jacqueline Thomas, για την βοήθεια τους κατά την εκτέλεση των διαλυτοποιήσεων (σε

εδάφη και φυτά), αλλά και την γενικότερη βοήθεια και συμπαράσταση τους κατά την διάρκεια της παραμονής μου στο University of Sussex. Τέλος, τον τεχνικό Christopher Dadswell για την βοήθειά του κατά την ανάλυση των δειγμάτων με ICP-MS.

Την Επικ. Καθηγήτρια Δρ. Λ. Κουμπλή-Σοβαντζή, από το τμήμα Βιολογίας, Τομέα Οικολογίας & Ταξινομικής, του Παν/μιου Αθηνών, για την καταλυτική βοήθεια της κατά την αναγνώριση όλων των φυτών που συλλέχτηκαν.

Τον Λέκτορα Δρ. Ι. Μήτση για τη καταλυτική βοήθειά του κατά την ανάλυση των δειγμάτων με AAS, XRD, αλλά και για όλες τις χρήσιμες συμβουλές του κυρίως σε διαφορά θέματα σχετικά με την εκτέλεση του πειραματικού μέρους της εργασίας.

Τον Καθηγητή Δρ. Αθ. Κατερινόπουλο, τον Επικ. Καθηγητή Δρ. Π. Βουδούρη και τον συνάδερφο και φίλο Δρ. Π. Κουστοβίτη για την πάντα πρόθυμη βοήθεια τους σε θέματα ορυκτολογίας και κοιτασματολογίας.

Τους Δρ. Χ. Κράνη και Δρ. Ε. Λόγο, για την παραχώρηση ψηφιακών δεδομένων, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά την δημιουργία των ψηφιακών γεωλογικών χαρτών των περιοχών της Αν. Στ. Ελλάδος και Β. Εύβοιας (αντίστοιχα).

Αλλά και τους συνάδελφους Ελ. Μουστάκα, Χ. Σολωμό και τον Υποψήφιο Διδάκτορα Λ. Γουλιώτη για τις χρήσιμες συμβουλές τους σχετικά με την δημιουργία των ψηφιακών χαρτών.

Τον Ευάγγελο Μιχαηλίδη, για την σημαντική βοήθεια του κατά την εκτέλεση των αναλύσεων με SEM.

Τους παρασκευαστές Ιωάννα Μπίτσικα και Βασίλη Σκουνάκη, για την βοήθεια τους στην παρασκευή των μεταλλογραφικών παρασκευασμάτων και την παρασκευή των λεπτών στιλπνών τομών.

Και τελευταίους, αλλά όχι λιγότερο, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους και συνάδερφους την Δρ. Ιφ. Μεγρέμη και Ευσ. Βόρρη, για την βοήθεια τόσο στην εργασία υπαίθρου, όσο και για τις θερμές επιστημονικές συζητήσεις μας.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη παρούσα διδακτορική διατριβή εξετάζονται περιοχές από δύο Νομούς της Ελλάδος, του Νομού Φθιώτιδας και του Νομού Ευβοίας. Πιο αναλυτικά, από το Νομό Φθιώτιδας, μελετήθηκαν οι περιοχές Αταλάντης, Κολάκας, Αρκίτσας, Καμένων Βούρλων, Μόλου, Θερμοπυλών, Δαμάστας, Οίτης. Από το Νομό Ευβοίας (Βορειοδυτικό τμήμα), μελετήθηκαν οι περιοχές Ήλιων, Λουτρών Αιδηψού, Αιδηψού, Σχίνου, Γιάλτρων, Αγίου Γεωργίου, Λιχάδων, Κάβου, Πολυλόφου, Βαρβάρας, Άγιου, Αγιοκάμπου, Νησιώτισσας, Νέου Πύργου.

Τα κύρια αντικείμενα με τα οποία ασχολείται η παρούσα μελέτη είναι δύο. Το πρώτο αφορά τη μελέτη του περιβάλλοντος, καθώς εξετάστηκε κάθε τμήμα του κύκλου έδαφος – υπόγειο νερό – φυτά, με σκοπό την διαπίστωση του βαθμού αλληλεξάρτησης τους, αλλά και τον επηρεασμό τους από άλλους παράγοντες, όπως τη θάλασσα, το υδροθερμικό σύστημα που υπάρχει στην περιοχή, τις διαδικασίες διάβρωσης-απόπλυσης διάφορων γεωλογικών σχηματισμών, τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες κ.α. Το δεύτερο κύριο αντικείμενο, το οποίο πραγματεύεται η παρούσα διδακτορική διατριβή είναι η εξέταση των εκδηλώσεων θερμών πηγών στη υπό μελέτη περιοχή (Λ. Γιάλτρων, Λ. Αιδηψού, Ήλια, Καμένα Βούρλα, Θερμοπύλες) και οι αποθέσεις τους. Με στόχους α) την διαπίστωση της χημικής σύστασης των νερών, αναλύοντας εκτός από τα ανιόντα και μια μεγάλη σειρά κύριων στοιχείων και ιχνοστοιχείων, με πολύ χαμηλά όρια ανίχνευσης, β) σύγκριση των θερμών πηγών που εντοπίζονται εκατέρωθεν του Ευβοϊκού Κόλπου και διαπίστωση πιθανής χημικής συγγένειας των ρευστών και γ) μέσω της ανάλυσης των θερμών ρευστών, αλλά και των αποθέσεων που δημιουργούν, την διαπίστωση της δυναμικής σχηματισμού ορυκτών φάσεων (μεταλλικών και μη-μεταλλικών).

Για το σκοπό αυτό από συλλέχθηκαν και εξετάστηκαν συνολικά 365 δείγματα εδάφους (δύο οριζόντων, βάθος 0-25cm και 25-50cm), 89 δείγματα υπόγειων ψυχρών νερών, 36 δείγματα μονοετών και 22 δείγματα πολυετών φυτών και τέλος για την μελέτη του υδροθερμικού συστήματος συλλέχθηκαν και εξετάστηκαν 28 δείγματα υπόγειων θερμών νερών από πλήθος αποθέσεων.

Τα δείγματα που συλλέχθηκαν αναλύθηκαν σε 3 ιδρύματα. Πιο αναλυτικά:

A) Στο University of Sussex, στα εργαστήρια του τμήματος Βιολογίας και Περιβάλλοντος, αναλύθηκαν όλα τα δείγματα εδαφών και φυτών με ICP-MS (Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Ti, Tl, U, V, Zn).

B) Στο Natural History Museum of London αναλύθηκαν όλα τα δείγματα εδαφών και φυτών με ICP-MS (Be, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Ga, Ge, Li, Mo, Nb, Ni, Pb, Rb, Sb, Sn, Ta, Tl, U, V, Y, Zn, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) και με ICP-AES (Al, As, Ba, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Rb, S, Sc, Si, Sn, Sr, Ti, V, Y, Yb, Zn, Zr). Στα δείγματα νερών (ψυχρών και θερμών) πραγματοποιήθηκαν επίσης αναλύσεις με ICP-MS (Be, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Ga, Ge, Li, Mo, Nb, Ni, Pb, Rb, Sb, Sn, Ta, Tl, U, V, Y, Zn, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) και με ICP-AES (Al, As, Ba, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, S, Si, Sr, Ti). Οι αποθέσεις των θερμών πηγών αναλύθηκαν με ICP-MS (Be, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Ga, Ge, Li, Mo, Nb, Ni, Pb, Rb, Sb, Sn, Ta, Tl, U, V, Y, Zn, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy,

Ho, Er, Tm, Yb, Lu) και με ICP-AES (Ca, Na, P, S, Si). Συμπληρωματικά οι αποθέσεις των θερμών πηγών μελετήθηκαν χρησιμοποιώντας SEMs με τα οποία πραγματοποιήθηκαν μικροαναλύσεις, mapping (λήψη εικόνων συγκεκριμένων περιοχών στις οποίες έχει αποτυπωθεί χαρτογραφικά η συγκέντρωση κάθε στοιχείου), φωτογράφιση δομών σε πολύ μεγάλη μεγέθυνση και τέλος χρησιμοποιήθηκε XRD, χάρις στο οποίο πραγματοποιήθηκε σημειακή ανάλυση σε επιλεγμένες θέσεις.

Γ) Τέλος στο Πανεπιστήμιο Αθηνών, στο τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος χρησιμοποιώντας φορητό εξοπλισμό μετρήθηκαν σε όλα τα δείγματα νερών (ψυχρών και θερμών) στην ύπαιθρο το pH, η T(°C), το T.D.S και η C.N.D. Στο εργαστήριο αναλύθηκαν όλα τα δείγματα νερού με AAS είτε με εξαχνωτή θερμαινόμενου γραφίτη είτε/και με φλόγα (Cd, Co, Cr, Mn, Pb, Ni, Fe, Zn, Mg, Ca) με φασματοφωτομετρο (NO₃, SO₄, PO₄, Cl) με φλογοφωτόμετρο (Na, K) και με τιτλοδότη (HCO₃). Σε επιλεγμένα δείγματα εδάφους πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις pH, όπως και μελέτη της ορυκτολογικής σύστασης χρησιμοποιώντας SEM και XRD. Τέλος στις αποθέσεις των θερμών πηγών πραγματοποιήθηκε μελέτη της ορυκτολογικής τους σύστασης, μέσω οπτικής μικροσκοπίας, XRD και SEM. Με το SEM πραγματοποιήθηκαν μικροαναλύσεις, mapping (λήψη εικόνων συγκεκριμένων περιοχών στις οποίες έχει αποτυπωθεί χαρτογραφικά η συγκέντρωση κάθε στοιχείου), φωτογράφιση μικρο-δομών.

Η παρούσα διδακτορική διατριβή είναι χωρισμένη σε πέντε μέρη.

Αναλυτικότερα, το Α' μέρος περιλαμβάνει τις ιδιοσυνθήκες της περιοχής μελέτης (γεωμορφολογία, γεωτεκτονική δομή, μεταλλικοί σχηματισμοί, τεκτονική κ.τ.λ.).

Το Β' μέρος περιλαμβάνει, όλα τα στοιχεία που σχετίζονται με τον σχεδιασμό της παρούσας έρευνας όπως οι στόχοι, οι μέθοδοι δειγματοληψίας κ.α. Περιγράφονται ακόμη οι αναλυτικές τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν και πιο αναλυτικά αναφέρονται οι μέθοδοι προετοιμασίας και ανάλυσης των δειγμάτων, αλλά και οι τεχνικές ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν. Παρουσιάζεται ο ποιοτικός έλεγχος των αποτελεσμάτων, οι μέθοδοι επεξεργασίας τους, αλλά και στοιχεία σχετικά με την γεωπληροφορική επεξεργασία δεδομένων που πραγματοποιήθηκε.

Το Γ' μέρος περιλαμβάνει την παρουσίαση, την επεξεργασία και την ερμηνεία όλων των αποτελεσμάτων που σχετίζονται με τα εδάφη, τα υπόγεια ψυχρά νερά και τα φυτά που εξετάστηκαν.

Το Δ' μέρος περιλαμβάνει, την παρουσίαση, την επεξεργασία και την ερμηνεία όλων των αποτελεσμάτων που σχετίζονται με τις θερμές πηγές και της αποθέσεις τους (τραβερίνες).

Τέλος, στο Ε' μέρος γίνεται σύνθεση όλων των αποτελεσμάτων και η συζήτηση τους.

ABSTRACT

This thesis examines the areas of two Greek Prefectures, Fthiotida and Evia. More specifically, in the Prefecture of Fthiotida the including areas are Atalanti, Kolaka, Arkitsa, Kamena Vourla, Molos, Thermopylae, Damasta, Iti. In the Prefecture of Evia (Northwest Section) the including areas are Iliia, Aedipsos, Gialtra, St. George, Lihada, Kavos, Polylofo, Barbara Agios, Agiokampos, Nisiotissas, Neos Pyrgos.

This study consists of two main subjects. The first is purely environmental and examines every part of the soil - ground water - plants cycle, to determine its degree of interdependence, but also the influence on them by other factors such as the sea-water, hydrothermal system, processes of weathering and erosion of various geological formations, human activities e.t.c. Simultaneously through this study the definition of background values on those media (soil, underground water-cooled plants) is achieved. The second main subject of this thesis is the examination of hot springs (Gialtra Aedipsos, Iliia, Kamena Vourla and Thermopylae) and their deposits (travertine). The aims are

- a) the determination of the chemical composition of water at a large number of major and trace elements with very low detection limits,
- b) the comparison of hot springs found on both sides of the Evian Gulf, and in order to find a possible affinity of fluids
- c) the discovery of the dynamic of forming mineral phases (metallic and non-metallic) through the analysis of the fluids and their deposits,.

During this study 365 soil samples (of two horizons, depth 0-25cm and 25-50cm), 89 samples of cold groundwater, 36 samples of annual plants, 22 samples of multiannual plants were collected and examined. For the study of the hydrothermal system 28 samples of underground thermal water and numerous samples of deposits (travertines) were collected and examined.

The collected samples were analyzed in three institutions. More specifically:

A) At the University of Sussex, in the laboratories of the Department of Biology and Environment, all the soil and plant samples were analyzed by ICP-MS (Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Ti, Tl, U, V, Zn).

B) At the Natural History Museum of London all the soil and plant samples were analyzed by ICP-MS (Be, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Ga, Ge, Li, Mo, Nb, Ni, Pb, Rb, Sb, Sn, Ta, Tl, U, V, Y, Zn, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) and ICP-AES (Al, As, Ba, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Rb, S, Sc, Si, Sn, Sr, Ti, V, Y, Yb, Zn, Zr). In samples of water (cold and hot) were also analyzed by ICP-MS (Be, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Ga, Ge, Li, Mo, Nb, Ni, Pb, Rb, Sb, Sn, Ta, Tl, U, V, Y, Zn, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) and ICP-AES (Al, As, Ba, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, S, Si, Sr, Ti). The deposits of hot springs were analyzed by ICP-MS (Be, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Ga, Ge, Li, Mo, Nb, Ni, Pb, Rb, Sb, Sn, Ta, Tl, U, V, Y, Zn, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) and ICP-AES (Ca, Na, P, S, Si). Additionally the deposits of hot springs were studied using SEMs, by performing microanalysis, mapping, taking photographs of structures at very

high magnification. Additionally the deposits of hot springs were studied with XRD by performing spot analysis in selected locations.

C) At the University of Athens, Department of Geology and Geo-Environment using portable equipment in all the water samples (cold and hot) in-situ the pH, T (°C), TDS and COND were measured. At the laboratory all the water samples were analyzed with AAS using either heated graphite or/and flame (Cd, Co, Cr, Mn, Pb, Ni, Fe, Zn, Mg, Ca), with spectrometer (NO₃, SO₄, PO₄, Cl) with spectrophotometer (Na, K) with titrator (HCO₃). For selected soil samples, the pH was measured and their mineralogical composition was studied, using SEM and XRD. Finally, the hot spring deposits were studied in order to verify their mineralogical composition using optical microscopy, XRD and SEM. Using SEM microanalysis, mapping, photographs of micro-structures was made.

The Thesis is subdivided into five parts.

The first part (part A`) includes information about geomorphology, geotectonic structure, post-Alpine formations, tectonic-neotectonic, hydrogeology, e.t.c., that formulate the specific conditions of the area.

The second part (part B`) embraces all the information about the planning of this project, such as aims, methods of sampling e.t.c. In this part the analytical techniques used and in more detail the preparation procedures, the experimental procedures and the analytical methods are also described. Finally, the results quality control, the methods used for the data processing and information about the geoinforming process of data are presented.

The third part (part C`) includes the presentation, the processing and the interpretation of all data, from soil, cold groundwater and plant samples.

The fourth part (part D`) includes the presentation, the processing and the interpretation of all data, from hot springs and their solid deposits (travertine).

At the fifth part (part E`) includes the synthesis of the results and the final discussion.

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ - ΟΡΟΛΟΓΙΑ

σ.σ. = συντελεστής συσσώρευσης των φυτών από τα εδάφη (accumulator factor) (βλ. Wilson & Pyatt, 2007)

LDL (Lower Detection Limit) = Κατώτατο όριο ανίχνευσης

CRM (Certified Reference Material) = Πιστοποιημένο υλικό αναφοράς (εργαστηρίων)

HRM (House Reference Material) = Πιστοποιημένο υλικό αναφοράς (οργανισμών)

NHM (Natural History Museum) = Μουσείο Φυσικής Ιστορίας του Λονδίνου

batch = αναλυτική σειρά δειγμάτων

bias = απόλυτη ακρίβεια

internal standards = πρότυπα διαλύματα εσωτερικής βαθμονόμησης

lamination = λαμινοειδής μορφή

relative bias = σχετική απόκλιση της απόλυτης ακρίβειας

Συντομογραφίες Ορυκτών Φάσεων (Whitney & Evans, 2010, Siivola & Schmid, 2007)

Ab (Albite) = Αλβίτης

Act (Actinolite) = Ακτινόλιθος

Ang (Anglesite) = Αγγλεσίτης

Ank (Ankerite) = Ανκερίτης

Ap (Apatite) = Απατίτης

Apy (Arsenopyrite) = Αρσενοπυρίτης

Arg (Aragonite) = Αραγωνίτης

Cal (Calcite) = Ασβεστίτης

Cccp (Chalcopyrite) = Χαλκοπυρίτης

Cctl (Clinochrysoile) = Χρυσοτίλης

Chl (Chlorite) = Χλωρίτης

Chr (Chromite) = Χρωμίτης

Clc (Clinochlore) = Κλινόχλωρο

Cpx (Clinopyroxene) = Κλινοπυρόξενος

Dol (Dolomite) = Δολομίτης

Ep (Epidote) = Επίδοτο

Fe Ox = Οξειδία του Σιδήρου

Feh (Ferrihydrite) = Φεριϋδρίτης

Fl (Fluorite) = Φθορίτης

Fsp (Feldspar) = Άστριος

Gn (Galena) = Γαληνίτης

Hem (Hematite) = Αιματίτης

Hal (Halite) = Αλίτης

Ilm (Ilmenite) = Ιλμενίτης

Ill (Illite) = Ιλλίτης

Kfs (K-feldspar) = K-ούχος Άστριος

Lz (Lizardite) = Λιζαρδίτης

Mag (Magnetite) = Μαγνητίτης

Mc (Microcline) = Μικροκλινής

Mca Gr (Mica Group) = Ομάδα μαρμαρυγιών

Mgh (Maghemite) = Μαγγεμίτης
Octl (Orthochrysotile) = Ορθοχρυσοτίλης
Ox (Oxide) = Οξειδία
Py (Pyrite) = Σιδηροπυρίτης
Qzt (Quartz) = Χαλαζίας
Sap (Saponite) = Σαπωνίτης
Sd (Siderite) = Σιδηρίτης
Sem Gr (Smectice Group) = Ομάδα Σμεκτιτών
Ser (Sericite) = Σερικίτης
Sp (Sphalerite) = Σφαλερίτης
Spl (Spinel) = Σπινέλιος
Tlc (Talc) = Τάλκης
Tr (Tremolite) = Τρεμολίτης
Zrn (Zircon) = Ζιρκόνιο

Καταλήξεις κωδικών δειγμάτων

- E** = δείγματα εδάφους επιφάνειας (0-25cm)
- B** = δείγματα εδάφους βάθους (25-50cm)
- W** / -**WM** = δείγματα νερού
- R** = δείγματα πετρωμάτων
- P** = δείγματα φυτών
- U** = υπέργειο μέρος (σε δείγματα μονοετών φυτών)
- D** = ριζικό σύστημα (σε δείγματα μονοετών φυτών)
- K** = καρπός-ανθός (σε δείγματα μονοετών φυτών) / κουκούτσι (σε δείγματα ελιάς)
- L** = φύλλα (σε δείγματα ελιάς)
- F** = ψίχα (σε δείγματα ελιάς)

ΜΕΡΟΣ Α

ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α.1. ΓΕΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Α.1.1. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ

Η περιοχή μελέτης υπάγεται σε δυο διαφορετικούς Νομούς της χώρας, στον Νομό Ευβοίας και τον Νομό Φθιώτιδας.

Όσον αφορά τον Νομό Ευβοίας, εξετάσθηκε το ΒΔ τμήμα της νήσου. Το όριο της περιοχής που μελετήθηκε ορίζεται από μία νοητή ευθεία που σαν νότιο άκρο έχει τον οικισμό Ήλια και σαν βορειοανατολικό άκρο τον οικισμό των Ωρεών. Οι περιοχές που μελετήθηκαν είναι ουσιαστικά των Ήλιων, της Αιδηψού, των Γιάλτρων, του Αγίου Γεωργίου, του Κάβου, της Λιχάδας, του Άγιου, της Βαρβάρας, του Αγίοκαμπου, της Νησιώτισσας, του Νέου Πύργου κ.α.

Το υπόλοιπο τμήμα της υπό μελέτη περιοχής ανήκει στον Νομό Φθιώτιδας, που οριοθετείται ανατολικά από τις ακτές του Ευβοϊκού και δυτικά ορίζεται από τα όρη Χλωμό, Κνημίδα και Οίτη, περιλαμβάνοντας ουσιαστικά τις περιοχές της Αταλάντης, της Κολάκας, της Αρκίτσας, των Καμένων Βούρλων, των Θερμοπυλών, της Δαμάστας, της Οίτης κ.α.

Η περιοχή μελέτης καλύπτει μεγάλο μέρος των τοπογραφικών φύλλων της Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1:50.000 Ιστιαία, Πελασγία (Μύλοι), Αταλάντη (Λειβανάται), Στυλίσ, Λαμία, Άμφισσα.

Α.1.2. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Α.1.2.1. ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ

Στην περιοχή μελέτης που βρίσκεται στην Στερεά Ελλάδα, υπάρχει ποικιλία γεωμορφών και γενικότερα χαρακτηριστικών του γήινου ανάγλυφου που έχουν παρατηρηθεί, περιγραφεί και αναλυθεί από πολλούς μελετητές, όπως π.χ. Αγγελίδης (1992), Κράνης (1999), Παλυβός (2001).

Σύμφωνα με αυτές τις μελέτες η περιοχή ενδιαφέροντος χωρίζεται σε γεωμορφολογικές ενότητες, οι οποίες είναι:

- I. Ενότητα Κνημίδας
- II. Ενότητα Καλλίδρομου – Ελαφοβουνίου
- III. Ενότητα Οίτης
- IV. Λεκάνη Λοκρίδας
- V. Παραλιακή ζώνη Λιβανατών - Καμένων Βούρλων
- VI. Ενότητα Χλωμού – Ρόδων
- VII. Ενότητα ποταμού Άσσου

I. Ενότητα Κνημίδας

Η κύρια γεωμορφή είναι το όρος της Κνημίδας, το οποίο είναι μικρότερης τάξης, συγκρινόμενο με το Καλλίδρομο ή την Οίτη (Εικ. Α.1.1). Το μέγιστο υψόμετρο είναι 945 m και αναπτύσσεται στο δυτικό τμήμα του όρους. Η έκταση του είναι 60 km², αλλά εάν συμπεριληφθεί και η παρακείμενη προς τα ανατολικά ημιορεινή περιοχή (δηλαδή οι ορεινοί όγκοι της Ψηλής Ράχης και του Ξεροβουνίου), η συνολική έκταση φτάνει τα 105 km².

Ο κύριος ορεινός όγκος της Κνημίδας, έχει σχήμα ρομβοεδρικό, με μεγάλη διάμετρο στη διεύθυνση ΔΒΔ-ΑΝΑ μήκους 15 km και μικρή διάμετρο στη διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ και μήκος περί τα 6 km. Προς τα ανατολικά αναπτύσσεται ένας σύνθετος επιμήκης ημιορεινός όγκος, αποτελούμενος από μικρότερα υψώματα με μέγιστα υψόμετρα 724 m (Πρ. Ηλίας Γουλεμίου) και 600 m (Ξεροβούνι). Συνολικά, η Κνημίδα και τα παρακείμενά της υψώματα αποτελούν ένα μέτωπο κατά μήκος των νοτίων ακτών του Βόρειου Ευβοϊκού Κόλπου, από την περιοχή Αρκίτσα - Καλυψώ στα ανατολικά έως και λίγα χιλιόμετρα δυτικά των Καμένων Βούρλων. Τα βόρεια και βορειοανατολικά πρηνή του μετώπου είναι ιδιαίτερα απότομα, με κλίσεις που φτάνουν και το 100%, γεγονός που οφείλεται στην ταύτισή τους με σημαντικές ρηξιγενείς ζώνες της περιοχής.

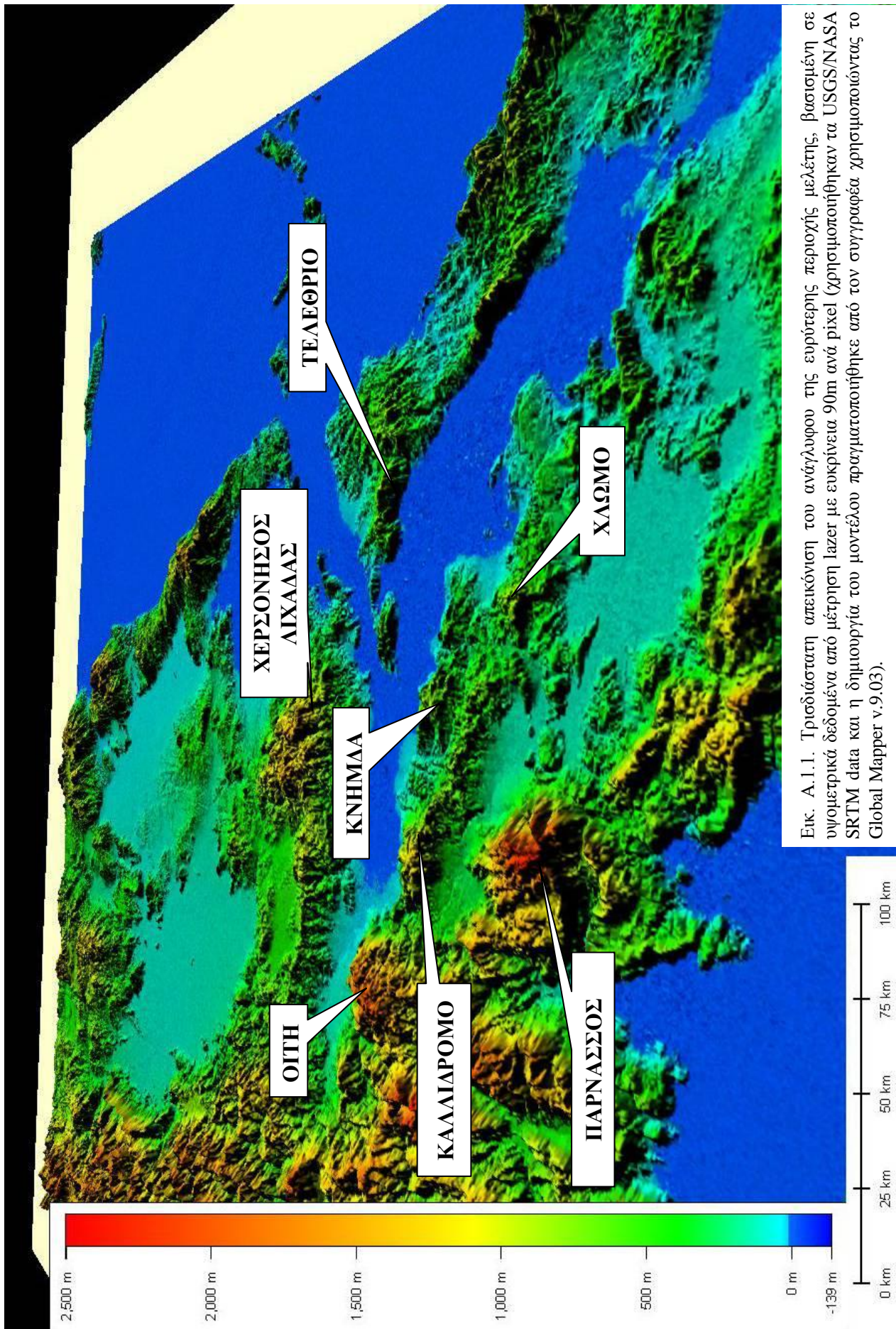
Η νότια όψη του ορεινού όγκου είναι λιγότερο απότομη, κύρια διότι οι ευδιάβρωτες μεταλλικές αποθέσεις φτάνουν σταδιακά σε αρκετά μεγάλα υψόμετρα (άλλωστε οι δύο ψηλότερες κορυφές της Κνημίδας, στα 945 m και 933 m καλύπτονται από μεταλλικά ιζήματα που κυριαρχούν στη νότια πλευρά της Κνημίδας, τα οποία καλύπτουν τα ανθρακικά πετρώματα και τους οφιόλιθους της που δομούν το όρος).

II. Ενότητα Καλλίδρομου – Ελαφοβουνίου

Το Καλλίδρομο αποτελεί έναν επιμήκη ορεινό όγκο μέσης διεύθυνσης ΔΒΔ - ΑΝΑ, με μήκος περί τα 30 Km. Το μέγιστο υψόμετρο είναι 1399m (κορυφή Σταυρός), κοντά στη δυτική άκρη του όρους.

Το βόρειο μέτωπο του Καλλίδρομου είναι ιδιαίτερα απότομο και το γεγονός αυτό αποδίδεται στη δραστηριότητα της ομώνυμης ρηξιγενούς ζώνης. Μια σειρά χειμάρρων που ρέουν προς τη Λεκάνη της Λοκρίδας τροφοδοτεί μια συστοιχία κώνων κορημάτων, η οποία αναπτύσσεται γραμμικά και σε συνδυασμό με τα πλευρικά κορήματα της ρηξιγενούς ζώνης του Καλλιδρόμου καλύπτει μεγάλο μέρος των υπωρειών του βόρειου μετώπου του Καλλίδρομου.

Γενικά, η γεωμορφολογική εικόνα που αποκομίζει κανείς βλέποντας το Καλλίδρομο είναι διττή. Πρώτον, το ορεινό μέτωπο στο κεντρικό τμήμα της βόρειας όψης του, με απότομα πρηνή, έντονη κατά βάθος διάβρωση των ρευμάτων και ανάπτυξη κώνων κορημάτων, όλα ενδεικτικά ενεργής τεκτονικής. Δεύτερον, μια εικόνα ηρεμίας σε όλο το υπόλοιπο, με ώριμο, αποστρογγυλωμένο ανάγλυφο, που κυριαρχεί όχι μόνο στο ανατολικό του μέρος όπου εμφανίζονται οι ευδιάβρωτοι οφιόλιθοι, αλλά και στο κεντρικό και δυτικό όπου επικρατούν τα ανθρακικά.



Εικ. Α.1.1. Τρισδιάστατη απεικόνιση του ανάγλυφου της ευρύτερης περιοχής μελέτης, βασισμένη σε υψομετρικά δεδομένα από μέτρηση laser με ευκρίνεια 90m ανά pixel (χρησιμοποιήθηκαν τα USGS/NASA SRTM data και η δημιουργία του μοντέλου πραγματοποιήθηκε από τον συγγραφέα χρησιμοποιώντας το Global Mapper v.9.03).

III. Ενότητα Οίτης

Με συνολική έκταση 310 km² και μέγιστο υψόμετρο τα 2152m (κορυφή Πύργος) αποτελεί έναν επιβλητικό ορεινό όγκο στην Ανατολική Στερεά Ελλάδα. Υψώνεται εντυπωσιακά νότια της κοιλάδας του Σπερχειού, όπου και αναπτύσσεται ένα επιβλητικό ορεινό μέτωπο. Συνορεύει από τα δυτικά με τα Βαρδούσια, από νότια με τη Γκιώνα και από τα ανατολικά με το Καλλίδρομο.

Δομείται από μια ποικιλία πετρωμάτων. Στο βόρειο και βορειοανατολικό τμήμα της κυριαρχούν οι σχηματισμοί της Υποπελαγονικής (ανθρακικά και κλαστικά του Ανώτερου Κρητιδικού), επωθημένοι στο φλύσχη της ενότητας Παρνασσού, οι οποίοι καταλαμβάνουν και το κεντρικό τμήμα του όρους, με τη μορφή καλύμματος. Το δυτικό τμήμα κυριαρχείται από το φλύσχη της ενότητας Πίνδου.

Στο κεντρικό της τμήμα το ανάγλυφο είναι σχετικά ομαλό, αλλά προχωρώντας προς τα περιθώρια του όρους υπάρχει σταδιακή αύξηση των τιμών κλίσεων του αναγλύφου, εμφάνιση της και κατά βάθος διάβρωσης. Οι δύο αυτές παράμετροι αποκτούν τις μέγιστές τους τιμές κύρια στο βόρειο και δυτικό όριο της Οίτης.

Η βόρεια όψη του όρους ταυτίζεται με το νότιο περιθώριο του βυθίσματος του Σπερχειού και αποτελεί την ομώνυμη μεγάλη ρηξιγενή ζώνη. Από τα ανατολικά χωρίζεται από το Καλλίδρομο με έναν αυχένα στην περιοχή Μπράλου - Σκαμνού - Ελευθεροχωρίου.

IV. Λεκάνη Λοκρίδας

Με τον όρο Λεκάνη Λοκρίδας προσδιορίζεται η περιοχή απόθεσης μεταλλικών ιζημάτων που οριοθετείται από τα όρη Καλλίδρομο και Χλωμό στα δυτικά, νότια και ανατολικά, ενώ από τα βόρεια εν μέρει ορίζεται από το όρος Κνημίδα και εν μέρει είναι ανοιχτή προς το Βόρειο Ευβοϊκό Κόλπο. Η συνολική της έκταση είναι περίπου 190 Km². Στην παρούσα κατάσταση, δεν αποτελεί από γεωμορφολογικής πλευράς ακριβώς λεκάνη, δεδομένου ότι μεγάλο μέρος της βρίσκεται σε αρκετά μεγάλα υψόμετρα σε σχέση με τους περιβάλλοντες ορεινούς όγκους, αλλά και το ανάγλυφο στην περιοχή δεν είναι πάντα ήπιο. Να επισημανθεί επίσης ότι για την ίδια περιοχή είχε δοθεί από τους Leeder & Jackson (1993) η ονομασία Λεκάνη Ρεγκινίου (Renginion basin), όρος που όμως δεν ανταποκρίνεται με σαφήνεια στη γεωγραφική της θέση.

Πολλοί μελετητές κρίνουν ότι είναι σκόπιμο να διαιρείται η λεκάνη σε δύο επιμέρους υπολεκάνες, ήτοι την ανατολική και τη δυτική. (Με κριτήρια για τον διαχωρισμό αυτό αφενός φυσικογεωγραφικά, και αφετέρου γεωλογικά-στρωματογραφικά).

V. Παραλιακή ζώνη Λιβανατών - Καμένων Βούρλων

Η περιοχή αυτή κυριαρχείται από την ύπαρξη των ρηξιγενών ζωνών που οριοθετούν την Κνημίδα από τα βόρεια και βορειοανατολικά η ρηξιγενής ζώνη Καμένων Βούρλων και η ρηξιγενής ζώνη Αγίου Κωνσταντίνου στο δυτικό της τμήμα και της ρηξιγενούς ζώνης Αρκίτσας - Λογγού στο ανατολικό. Τα υψόμετρά τους είναι μικρά και οι χαμηλότερες έχουν και τη μεγαλύτερη έκταση ενώ απουσιάζουν δυτικά του Αγ. Κωνσταντίνου. Χαρακτηριστική εκτεταμένη επιφάνεια ισοπέδωσης παρουσιάζεται στη θέση Ριχιάς στην Αρκίτσα. Επίσης, νότια του Αγ. Κωνσταντίνου (θέση Ισιώματα) αναπτύσσεται μια σχετικά εκτεταμένη δημιουργική επιφάνεια ισοπέδωσης. Η παρουσία μιας επιφάνειας ισοπέδωσης στους πρόποδες ουσιαστικά της Κνημίδας αποδόθηκε από τους Leeder & Jackson (1993) επειδή η περιοχή αποτελεί μια επικρεμάμενη λεκάνη (perched basin) στο άνω τέμαχος ενός ρήγματος.

VI. Ενότητα Χλωμού – Ρόδων

Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει τη μάζα του όρους Χλωμού (1079 m) και του όρους Ρόδα (663 m). Λιθολογικά συνίσταται από Τριαδικο-Ιουρασικά ανθρακικά πετρώματα της Υποπελαγονικής, συν τους ηφαιστειοϊζηματογενείς σχηματισμούς βάσης της ενότητας αυτής (αντίστοιχη εμφάνιση υπάρχει και στην περιοχή Γουλεμίου – Μελιδονίου στην Κνημίδα). Η γεωμετρία της ενότητας Χλωμού – Ρόδων ελέγχεται σαφέστατα προς ΒΑ και ΒΔ από νεοτεκτονικές ρηξιγενείς ζώνες (ρηξιγενείς ζώνες Αταλάντης και Υαμπόλεως). Τα ΝΔ περιθώριά της συμπίπτουν με σημαντική τεκτονική ασυνέχεια, η οποία συζητάται ως προς το εάν είναι αλπική η νεοτεκτονική, ενώ προς ΝΑ, υπάρχει μεν σαφές μορφολογικό όριο, όμως δεν είναι σαφές το εάν ελέγχεται τεκτονικά (Κράνης, 1999).

VII. Ενότητα ποταμού Άσσου

Η ενότητα του Άσσου οριοθετείται από τη μάζα του Χλωμού προς ΒΑ, προς ΒΔ από το ΝΔ τμήμα της ρηξιγενούς ζώνης Υαμπόλεως (πρφ. Ηλίας Σφάκας), Ν και ΝΑ από τη ρηξιγενή ζώνη Ασπληδώνας προς και προς Δ από τα πιθανά ρήγματα του Ηδυλείου. Το όνομα της ενότητας είναι η αρχική ονομασία του σημερινού ποταμού ``Μπόγδανου`` που την διαρρέει (ποταμός Άσσος).

Στην ενότητα του Άσσου έχουμε εκτεταμένη εμφάνιση των ανώτερων αλπικών λιθολογιών, δηλαδή σχιστο-κερατολιθική διάπλαση και οφιολίθους, με υπερκείμενους τους κρητιδικούς ασβεστολίθους και τον Ηωκαινικό φλύσχη της γεωτεκτονικής ενότητας της Αν. Ελλάδος. Το ανάγλυφο της ενότητας (με εξαίρεση τον προφήτη Ηλία Σφάκας), αναπτύσσεται σε σημαντικά χαμηλότερη στάθμη σε σχέση με την ενότητα Χλωμού, παρουσιάζονται σχετικά εξομαλυσμένης μορφολογίας υψώματα που φθάνουν μέχρι τα 550m περίπου.

Τα υψώματα στο εσωτερικό της ενότητας αντιστοιχούν αποκλειστικά σε υπολείμματα ασβεστολίθων, κατά πολύ ανθεκτικότερων της σχιστο-κερατολιθικής διάπλασης και των οφιολίθων, πετρώματα τα οποία πάντοτε σχετίζονται με τοπογραφικές ταπεινώσεις, ένδειξη επικράτησης των εξωγενών διεργασιών (ποτάμια διάβρωση και διεργασίες κλιτύων) στη διαμόρφωση του αναγλύφου κατά το Ανώτερο Τεταρτογενές.

A.1.2.2. ΒΟΡΕΙΑ ΕΥΒΟΙΑ

Η περιοχή μελέτης που βρίσκεται στην νήσο Εύβοια, παρουσιάζει πολύ πιο ομαλό ανάγλυφο σε σχέση με την περιοχή της Στερεάς Ελλάδος, εξαιρέσεις αποτελούν το Τελέθριο όρος και η χερσόνησος της Λιχάδας.

Σύμφωνα με τις μελέτες των Λέκκας et al. (2002), Γαλανάκης (1997) και για τις ερευνητικές ανάγκες της παρούσας μελέτης διακρίνουμε τρεις κύριες γεωμορφολογικές περιοχές:

- I. Περιοχή Τελέθριου όρους έως το ακρωτήριο Νησιώτισσα
- II. Πεδινές περιοχές ΒΔ Ευβοίας
- III. Ορεινή περιοχή Γιάλτρων

I. Περιοχή Τελέθριου όρους έως το ακρωτήριο Νησιώτισσα

Η πρώτη γεωμορφολογική περιοχή, είναι η περιοχή που υπάρχει το Τελέθριο όρος έως το ακρωτήριο Νησιώτισσα. Πρόκειται για ορεινή περιοχή, η οποία στο βόρειο τμήμα της καταλήγει λοφώδης.

Στο νότιο τμήμα της απαντώνται πολύ μεγάλες κλίσεις, πολύ μεγαλύτερες της τιμής 100%, καθώς και οι κορυφές με τα μεγαλύτερα υψόμετρα, π.χ. Βαλάντι 883 m, Ψηλή Ράχη 816 m, Γυμνό 747 m, Ξερή 781 m, Λόφος 657 m, Τρίδενδρο 626 m. Η γενική διεύθυνση της γεωμορφής είναι σχεδόν βορειοδυτική – νοτιοανατολική.

II. Πεδινές περιοχές ΒΔ Ευβοίας

Όπως προαναφέρθηκε στην περιοχή της Βόρειας Εύβοιας, το μεγαλύτερο μέρος της υπό μελέτη περιοχής χαρακτηρίζεται πεδινό έως λοφώδες, εξετάζοντας το πιο προσεκτικά διαπιστώνεται ότι υποδιαιρείται στις εξής γεωμορφολογικές περιοχές:

Την **περιοχή Αγιοκάμπου**, που οριοθετείται προς ανατολάς από την περιοχή του ακρωτήριου Νησιώτισσα, από νοτιοδυτικά και νότια από τη λοφοσειρά Κουμάρι – Καλογήρου ράχη, ενώ βόρεια και δυτικά είναι ανοικτή προς το διάυλο των Ωρεών.

Την **περιοχή λοφοσειράς Κουμάρι - Καλογήρου ράχη μέχρι το χωριό Άγιος**, που παρουσιάζει γενική διεύθυνση βορειοδυτικά – νοτιοανατολικά. Οι νοτιοδυτικές κλιτύες της έχουν μεγαλύτερες μορφολογικές κλίσεις από τις βορειοανατολικές.

Την **πεδινή περιοχή Πάντερμος – Λίμνη Αλμυρή – Λίμνη Αυλακιά – Αγ. Βαρβάρα – Άγιος**, με γενική διεύθυνση δυτική βορειοδυτική – ανατολική νοτιοανατολική. Εντός της περιοχής βρίσκονται οι λίμνες Αλμυρή και Αυλακιά και το έλος Πάντερμου που έχει επιχωματωθεί. Προς τα δυτικά βορειοδυτικά είναι ανοικτή προς το διάυλο των Ωρεών, προς τα βορειοανατολικά οριοθετείται από την προηγούμενη γεωμορφή, ενώ προς τα νοτιοδυτικά και νότια οριοθετείται από τη σημαντική λοφοσειρά των τοπογραφικών εξάρσεων Ψηλοράχη, Κορακόλιθος, Μονοδένδρι και Κουτρουλιές.

Την **λοφώδη περιοχή Κουτρουλιές – Μονοδένδρι – Κορακόλιθος - Ψηλοράχη** με διεύθυνση ανατολή – δύση με ψηλότερη κορυφή τον Κορακόλιθο (327 m). Οι νότιες κλιτύες παρουσιάζουν μεγαλύτερες τοπογραφικές κλίσεις από τις βόρειες. Στις νότιες απολήξεις της γεωμορφής παρουσιάζεται η περιοδική λίμνη Φλέβα.

Την **πεδινή περιοχή Λουτρών Αιδηψού – Αγ. Νικολάου**, που παρουσιάζει γενική διεύθυνση βορράς – νότος που είναι ανοικτή, νότια, προς τον βόρειο Ευβοϊκό. Βορειοδυτικά και βόρεια οριοθετείται από την λοφώδη περιοχή Κουτρουλιές-Μονοδένδρι-Κορακόλιθος-Ψηλοράχη και από τις λοφοσειρές της περιοχής Τελεθρίου όρους έως το ακρωτήριο Νησιώτισσα δυτικά και νοτιοανατολικά είναι ανοικτή προς τον κόλπο της Αιδηψού.

Τέλος την **λοφώδη περιοχή Μακρύκαμπου – Μαραθιά – Βελατοράχης**, με γενική διεύθυνση βορειοανατολικά – νοτιοδυτικά, όπου βορειοδυτικά απολήγει στο διάυλο των Ωρεών και νοτιοανατολικά στον όρμο των Γιάλτρων.

III. Ορεινή περιοχή Γιάλτρων

Πρόκειται για τμήμα της χερσονήσου της Λιχάδας γενικής διεύθυνσης ανατολή – δύση. Οι ψηλότερες κορυφές είναι η Ξεροσουβάλα (739 m) και η Κακή Πυκναριά (573 m). Στις νότιες και ανατολικές απολήξεις της στον βόρειο Ευβοϊκό κόλπο απαντώνται μικρά πεδινά τμήματα.

Για την συγγραφή του Κεφαλαίου Α.1.2, εκτός από τις αναφορές του κειμένου, χρησιμοποιήθηκαν και οι: Αγγελίδης (1992), Κράνης (1999), Παλυβός (2001), Λέκκας et al. (2002).

A.1.3. ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΟΜΗ

A.1.3.1. Αλπικοί Σχηματισμοί

A.1.3.1.1. Το ορογενετικό σύστημα των Ελληνίδων, σήμερα

Στη σημερινή κατάσταση, το ορογενετικό σύστημα των Ελληνίδων περιλαμβάνει την ενεργή ζώνη υποβύθισης κατά μήκος του Ελληνικού ορογενετικού τόξου και αποτελείται από (α) τη σχετικά βαθιά (~ 5km) προτάφρο στο δυτικό τμήμα της Ελληνικής Τάφρου, (β) το ανυψωμένο νησιωτικό τόξο, από την Πελοπόννησο έως την Κρήτη και τα Δωδεκάνησα, (γ) την οπισθοτάφρο του Κρητικού πελάγους και (δ) το σύγχρονο ηφαιστειακό τόξο του Αιγαίου (Paranikolaou et al., 2004).

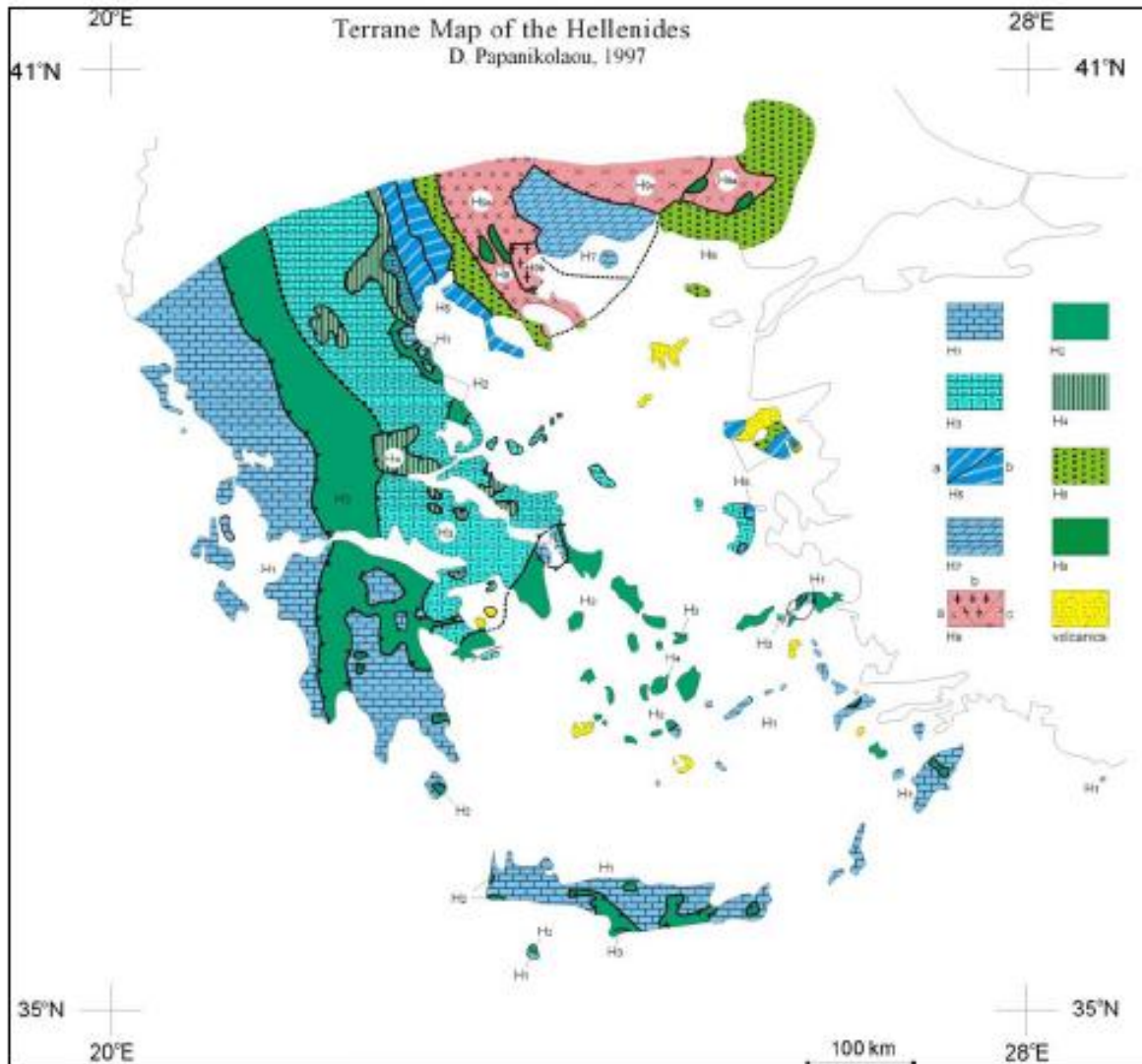
A.1.3.1.2. Περιγραφή των λιθοστρωματογραφικών ενοτήτων των Ελληνίδων

Η παλαιογεωγραφική οργάνωση των Ελληνίδων και η πιθανή σχέση μεταξύ του προαλπικού υποβάθρου και των αλπικών καλυμμάτων επέτρεψε την ανάλυση των Ελληνίδων σε τεκτονοστρωματογραφικά πεδία (Paranikolaou 1989a, 1997), τα οποία είναι τα ακόλουθα: H1: Πλατφόρμα Εξωτερικών Ελληνίδων, συμπεριλαμβανομένων προ-αλπικών πετρωμάτων υποβάθρου και αλπικών καλυμμάτων, H2: Ωκεανός Πίνδου - Κυκλάδων, H3: Πλατφόρμα Εσωτερικών Ελληνίδων, συμπεριλαμβανομένων προ-αλπικών πετρωμάτων υποβάθρου και αλπικών καλυμμάτων H4: Ωκεανός Vardar-Αξιού, H5: Πάικο και Αυτόχθονο Λέσβου, H6: Περιοδοπική ζώνη και αλλόχθονο Λέσβου, H7: Μάζα Ροδόπης (Ενότητα Παγγαίου – Αυτόχθονο Ροδόπης), H8: Οφιόλιθοι Βόλβης –Ανατολικής Ροδόπης και H9: Ενότητες Σιδηρόνερου, Κερδυλίων και Βερτίσκου (Αλλόχθονο Ροδόπης). Η γεωγραφική εξάπλωση των τεκτονο-στρωματογραφικών πεδίων δίνεται στην Εικ. A.1.2.

Τα πεδία H1, H3, H5, H7 και H9 αντιπροσωπεύουν ηπειρωτικά λιθοσφαιρικά θραύσματα Γκοντβανικής προέλευσης, εκτός πιθανόν από το H9, η προέλευση του οποίου παραμένει αβέβαιη. Τα τ. πεδία¹ H2, H4, H6 και H8 αντιστοιχούν σε τμήματα του ωκεανού της Τηθύος (ίσως και της παλαιο-Τηθύος). Το σημερινό νοτιότατο υπόλειμμα της Τηθύος στη λεκάνη της Ανατολικής Μεσογείου, το οποίο βρίσκεται σε καθεστώς υποβύθισης στο Ελληνικό Τόξο, θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως το μελλοντικό ωκεάνιο τ.πεδίο (H0).

Η συνολική δομή γίνεται πιο περίπλοκη εξαιτίας της ύπαρξης των τριών τεκτονομεταμορφικών ζωνών (της εσωτερικής, στη Ροδόπη, της ενδιάμεσης σε Πελαγονική-Κυκλάδες και της εξωτερικής, σε Πελοπόννησο και Κρήτη), στις οποίες περιλαμβάνονται διάφορα τμήματα των τ.πεδίων. Τα τ.πεδία H6, H7, H8 και H9 συμμετέχουν στη δομή της εσωτερικής τ.ζ., τα H1, H2 H3 και H4 στην ενδιάμεση και τα H1 και H2 στην εξωτερική.

¹ τ. πεδία = τεκτονοστρωματογραφικά πεδία



Εικόνα Α.1.2. Χάρτης των τ. πεδίων των Ελληνίδων (Papanikolaou 1997). (**H1**: Πλατφόρμα Εξωτερικών Ελληνίδων, **H2**: Ωκεανός Πίνδου – Κυκλάδων, **H3**: Πλατφόρμα Εσωτερικών Ελληνίδων, **H4**: Ωκεανός Αζιού, **H5**: Πάικο, **H5a**: Ενότητα Πάικου, Αυτόχθονο Λέσβου και Αλλόχθονο Χίου, **H5b**: Εν. Παιονίας, **H6**: Περιροδοπική Ζώνη και Οφιόλιθοι Λέσβου, **H7**: Αυτόχθονο Ροδόπης (Εν. Παγγαίου), **H8**: Οφιόλιθοι Βόλβης – Αν. Ροδόπης, **H9**: Αλλόχθονο Ροδόπης (+Σερβο-Μακεδονική). **H9a**: Εν. Βερτίσκου και Εν. Ανατολικής Ροδόπης, **H9b**: Εν. Κερδυλίων, **H9c**: Εν. Σιδηρόνερου).

A.1.3.1.3. Αλπικοί σχηματισμοί στην περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης όσον αφορά την αλπική γεωτεκτονική δομή της, υπάγεται στην ενότητα Ανατολικής Ελλάδος, που περιλαμβάνει τον παλαιογεωγραφικό χώρο της κενομάνιας (Ανω-Κρητιδικής) επίκλυσης. Η επίκλυση αυτή κάλυψε παλαιότερες ενότητες, τεκτονισμένες κατά την παλαιοαλπική ορογένεση του Ανωτ. Ιουρασικού Κατωτ. Κρητιδικού. Ο όρος δηλαδή ``Ανατολική Ελλάδα`` έχει νόημα μόνο για το διάστημα Ανωτ. Κρητιδικό - Ηώκαινο (ασβεστόλιθοι επίκλυσης και φλύσσης). Πιο πριν υπήρξαν ξεχωριστές τριαδικό-ιουρασικές ενότητες με ποικιλία χαρακτήρων

(πελαγικές ή νηρητικές, μεταμορφωμένες με/ή χωρίς επωθημένους οφιολίθους). Στην περιοχή ενδιαφέροντος, εμφανίζονται οι σχηματισμοί της **Υποπελαγονικής** και της **Πελαγονικής ενότητας (Αλμωπία)** και οι επωθημένοι σε αυτούς οφιολίθιοι, με σχηματισμούς της Αν. Ελλάδος από πάνω. Με βάση την υποδιαίρεση σε τεκτονο-στρωματογραφικά πεδία (Papanikolaou, 1993), **στην περιοχή μελέτης εντοπίζονται τμήματα του Η3, δηλαδή η Πλατφόρμα των Εσωτερικών Ελληνίδων και του Η4, δηλαδή του Ωκεανού του Αξιού (Vardar/Axios).**

A.1.3.1.4. Αλπικοί σχηματισμοί στην περιοχή της Κεντροανατολικής Στέρας Ελλάδος (Λοκρίδα)

Ηφαιστειοϊζηματογενής ακολουθία (? Περμιο - Κ. Τριαδικό)

Αυτή η ακολουθία εμφανίζεται στις ανατολικές παρυφές της οροσειράς του Χλωμού (όρος Ρόδα) με ορατό πάχος της τάξης των 600-1000 m.

Οι αρχαιότεροι σχηματισμοί (? Α. Παλαιοζωικό) εμφανίζονται στη περιοχή Γουλεμίου - Μελιδονίου (Μαράτος κ.α. 1967) και περιλαμβάνουν γραουβάκες, κροκαλοπαγή, χαλαζίτες, σχιστόλιθους, ψαμμίτες, μάργες, κερατοφυρικούς τόφφους, με αραιές ενδιαστρώσεις ασβεστόλιθων. Όλος ο σχηματισμός κατά τους ίδιους ερευνητές, αλλά και κατά Μαρίνο & Reichel (1958) είναι ηλικίας Λιθανθρακοφόρου - Περμίου, με χαρακτηριστικά απολιθώματα στους ασβεστόλιθους. Οι Μαράτος κ.α. (1967) υποστήριξαν ότι ο συγκεκριμένος σχηματισμός αποτελεί το υπόβαθρο της Υποπελαγονικής ενότητας, με τα Τριαδικά ανθρακικά ιζήματα να επίκεινται επικλυσίγενώς αυτού. Ο Σιδέρης (1981, 1986) απέκρουσε αυτό τον ισχυρισμό, για την περιοχή της Αταλάντης, αποδεικνύοντας τεκτονική σχέση των πετρωμάτων της ακολουθίας της Αταλάντης με τους Ανωτριαδικούς δολομίτες. Συνολικά, οι τριαδικοί δολομίτες υπέρκεινται του συμπλέγματος, ερχόμενοι σε επαφή με αυτό με μια επιφάνεια η οποία ερμηνεύεται σαν δευτερογενώς τεκτονική (decollement).

Τριαδικό - Ιουρασικό

Υπερκείμενα της ηφαιστειοϊζηματογενούς ακολουθίας είναι τα ανθρακικά ιζήματα του Τριαδικού, αποτελούμενα από λευκούς - λευκότεφρους δολομίτες με χαρακτηριστικά απολιθώματα του Μέσου-Ανω Τριαδικού (Μαράτος κ.α. 1967). Το Τριαδικό μέρος της Υπελαγονικής έχει σημαντική εξάπλωση στην περιοχή μελέτης, κυρίως στον ορεινό όγκο της Κνημίδας και στη βόρεια πλευρά του Καλλίδρομου, το δε πάχος του στην περιοχή εκτιμήθηκε από τον Αλμπαντάκη (1984) ότι υπερβαίνει τα 500m. Μια από τις μεγαλύτερες εμφανίσεις είναι η μάζα του Χλωμού, τα προς ΝΔ αυτής χαμηλότερα υψώματα και η Α. απόληξη του Καλλίδρομου και τα υψώματα Ν. του Μαρτίνου και Ν/ΝΑ της Λάρυμνας.

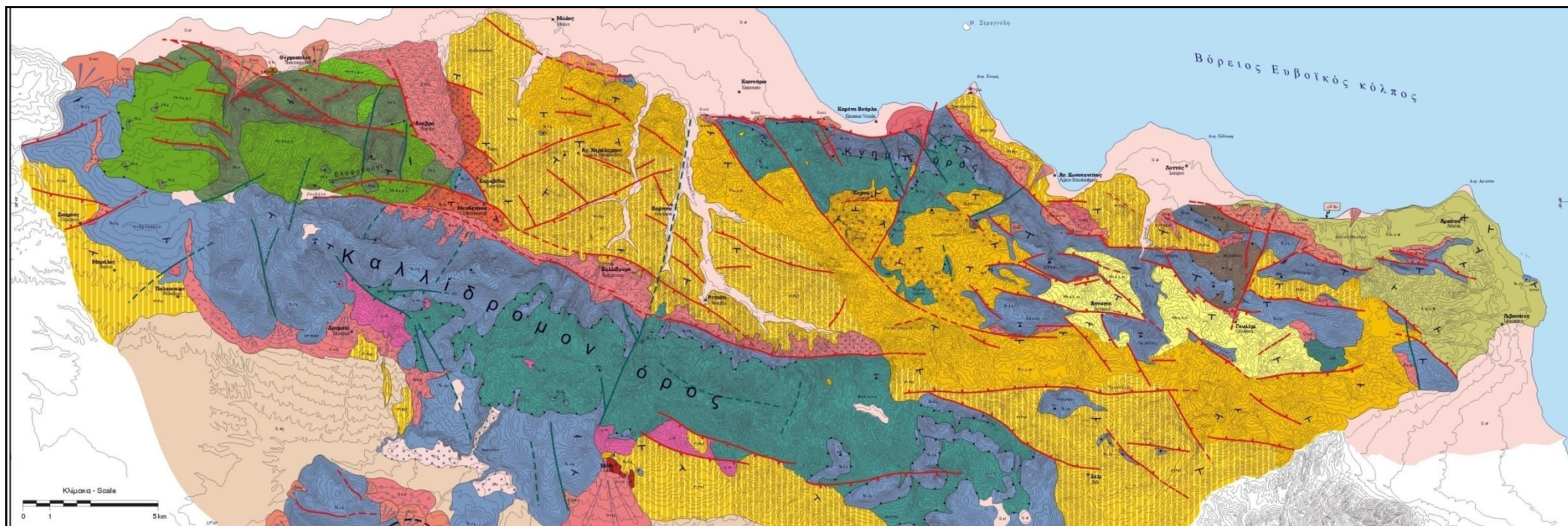
Ανωκρητιδική Ακολουθία

Η τυπική στρωματογραφική στήλη της Υποπελαγονικής στο χώρο της ενότητας της Ανατολικής Ελλάδας χαρακτηρίζεται από την παλαιοαλπική ορογένεση, ακολουθούμενη από την επίκλυση του Κενομανίου, με νηριτική ως επί το πλείστον ιζηματογένεση στο Α. Κρητιδικό - Ηώκαινο και φλύσχη στο Δάνιο. Εμφάνιση της ανωκρητιδικής ακολουθίας στην περιοχή μελέτης υπάρχει στη δυτική -βορειοδυτική απόληξη του Καλλίδρομου (Ελαφοβούνι) σε μία έκταση περί τα 40 km². Συνίσταται από γκρίζους, λευκούς, ροδόχρους ρουδιστοφόρους, συχνά μαργαϊκούς ασβεστόλιθους και κλαστικά ιζήματα, κυρίως πηλίτες και ψαμμίτες. Όλη η ακολουθία είναι εντονότατα τεκτονισμένη, με ισοκλινείς πτυχώσεις και λεπιώσεις στα κατώτερα στρώματα (κλαστικό - μεταβατικά - ανθρακικά), ενώ υπάρχουν ενδείξεις και για λεπιώσεις εντός της ανθρακικής μάζας, και/είτε στα ανώτερα τμήματα, με πιθανή συμμετοχή του φλύσχη. Η γενική εικόνα πάντως που κανείς αποκομίζει από την εμφάνιση της Ανωκρητιδικής ακολουθίας απέχει από αυτή μιας ήρεμης νηριτικής πλατφόρμας, υποκείμενης κυρίως σε ασθενείς (παρα)κατακόρυφες μετακινήσεις και ελαφριά θραυσίγενή παραμόρφωση, υποκείμενη ενός φλυσχικού σχηματισμού (Κράνης, 1999). Άλλωστε, έντονος τεκτονισμός στο χώρο της Ανατολικής Ελλάδας αναφέρθηκε από τους Mariolacos & Papanikolaou (1982), με ρηξιγενή τεκτονισμό, επιπεύσεις και ολισθήσεις του ανωκρητιδικού καλύμματος (Παπανικολάου 1986).

Οφιολιθικό σύμπλεγμα ή σχιστοψαμμιτοκερατολιθική διάπλαση (H3 ή H4)

Στην περιοχή έρευνας απαντά ένα σύστημα πετρωμάτων, τεκτονικά υπερκείμενο των ανθρακικών ιζημάτων ηλικίας Α. Τριαδικού - Κ.-Μ. Ιουρασικού το οποίο αποτελείται, σύμφωνα με τον Τάταρη, από κόκκινους κερατόλιθους - ραδιολαρίτες και άλλα κλαστικά ιζήματα και συνδέεται με οφιόλιθους. Πρόκειται για τη "σχιστοψαμμιτοκερατολιθική διάπλαση", χαρακτηριστική του χώρου της Υποπελαγονικής. Υπήρξαν κατά καιρούς αρκετές διαφωνίες και διαφορετικές ερμηνείες από τους ερευνητές για το εάν υφίσταται μία και μοναδική διάπλαση, ή δύο, για το εάν έχουν σχέση με τον ονομαζόμενο Βοιωτικό φλύσχη και γενικότερα για τη γεωτεκτονική σημασία του συστήματος αυτού (Τατάρης & Κούνης 1969, Αλμπαντάκης 1974, Clement 1971, Παπανικολάου 1986).

Το πρώτο και κυριότερο είναι ότι οι εμφανίσεις πετρωμάτων της οφιολιθικής ακολουθίας αποτελούν πάνω από το 80% της συνολικής εμφάνισης της αποκαλούμενης "σχιστοψαμμιτοκερατολιθικής διάπλασης με οφιόλιθους". Τέτοια ακολουθία/σύστημα απουσιάζει παντελώς από την Κνημίδα, όπου απαντούν σχεδόν αποκλειστικά πετρώματα που ανήκουν στο οφιολιθικό σύμπλεγμα. Πρόκειται, σύμφωνα με τους Μαρίνο et al. (1958) για διαβάσεις, δολερίτες, τόφους βασικών εκρηξιγενών, ηφαιστειακά λατυποπαγή, διαβασικούς πορφυρίτες, κεροστιλβίτες και διορίτες, περιδοτίτες, δουνίτες, γάββρους και σερπεντινίτες. Στο Καλλίδρομο, πάλι οι οφιόλιθοι κυριαρχούν, όχι όμως κατ' αποκλειστικότητα. Πιο συγκεκριμένα, πετρώματα της οφιολιθικής ακολουθίας απαντούν στην ευρύτερη περιοχή ανάμεσα στα χωριά Δρυμαία και Τιθρόνιο (δυτικό άκρο εμφάνισης στο Καλλίδρομο), έως και την περιοχή Βασιλικά, κοντά στην Ελάτεια. Ανατολικότερα αυτής της περιοχής απαντούν και ιζηματογενείς σχηματισμοί, πάντα όμως συνοδευόμενοι από οφιολιθικά πετρώματα. Μπορούν δηλαδή να διακριθούν στο Καλλίδρομο δύο περιοχές, μία (και μεγαλύτερη) αποτελούμενη (σχεδόν?) από οφιόλιθους, και μία (μικρότερη) στο ανατολικό άκρο του Καλλίδρομο (Σφίγγιον όρος) όπου συνυπάρχουν σχιστοψαμμιτοκερατόλιθοι και οφιόλιθοι.









Εικόνα Α.1.3. Γεωλογικός χάρτης, περιοχής Κεντροανατολικής Στερεάς Ελλάδας (Λοκρίδα), από Κράνη (1999).

ΜΕΤΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Σύγχρονες αποθέσεις Άλλουβιακές και παρακτικές αποθέσεις, προσχωσεις και αποθέσεις αποσταθμεμένου μαύδνα.	
Τραβερτίνης	
Αποθέσεις Λεκανής Βοιωτικού Κιφισού Άργιλοι, ιλύες, κροκαλιές.	
Αποθέσεις τύπου Beach rock Ψηφιδωπαγή πολυμεκτα	
Κροκαλοπαγή Λιλαίας Ήμισυνεκτικά ανθρακικά κροκαλοπαγή αναβ. αμίδας του Βοιωτικού Κιφισού	
Προσφατα κορμήματα και κόνιοι κορημάτων Χαλαρά υλικά με γωνιοειδείς κλάστες. Το χρώμα του συμβολισμού δηλώνει το σχηματισμό τροφοδοσίας	
Παλιότερα κορμήματα και κόνιοι κορημάτων Χαλαρά, ενίοτε ημισυνεκτικά υλικά με υπογωνιοειδείς, και σε περιπτώσεις αποστρωγγλυμένους κλάστες. Το χρώμα του συμβολισμού δηλώνει το σχηματισμό τροφοδοσίας	
Σχηματισμός Μενθενίσις Χερσονησικές αποθέσεις κορηματικού τύπου. Εναλλαγές συνεκτικών ανθρακικών λατιποπαγών, αργίλων, ιλυοίλων, χρώματος ερυθρούπου έως υπόλευκου. Πάχος: περί τα 120 μ. Ηλικία: Μ-Α. Πλειστόκαινο	
Παλαιοί κόνιοι κορημάτων και κορήματα Πολύ συνεκτικά λατιποπαγή	
Ηφαιστειακά Αγ. Κωνσταντίνου. Βασάλτικοι ανθεοίτες. Ηλικία 1.7 Μα. BP	
Αποθέσεις Παραλιακής Ζώνης Ποταμιολιμνικές και χειμάρριες αποθέσεις. Ήτρινες μάργες και αμμοί, ψαμίτες μεσταιρωτή στρώση. Παρεμβόλες πολυμεκτων μικροκροκαλοπαγών. Πάχος: 100-150 μ. Ηλικία Κ-Μ. Πλειστόκαινο.	
Πλειοπλειστοκαινικός (Ανώτερος) Σχηματισμός Άργιλοι, ιλύες, αμμοί, μάργες, πολυμεκτα κροκαλοπαγή και ενδιάστρωσεις λιγνίτη. Συνεκτικοί μαργακικοί ασβεστολίθοι (Μόδι). Χρώμα: φαιό, υποκίτρινο, λαδί, ενίοτε ερυθρόπο. Πάχος: 300-400 μ.	
Κατώτερος Σχηματισμός Χαλαρά πολυμεκτα και μονόμεκτα (ανθρακικά) κροκαλοπαγή, ιλύες, αμμοί και μάργες. Πάχος: αρκετές εκατοστάδες μέτρα. Ηλικία: Πλειόκαινο.	
Σχηματισμός Καρυές Πολυμεκτα ερυθρόπα κροκαλοπαγή, με ενδιάστρωσεις σιμαπαγών αργίλων και ιλύων και πολυμεκτο συνεκτικό λατιποπαγές σιμαπαγή. Πάχος: περί τα 150 μ.	
Ανωμειοκαινικός Σχηματισμός Μάργες, μαργακί ασβεστολίθοι και κροκαλοπαγή, με λιγνιτικές ενδιάστρωσεις. Χρώμα: υποκίτρινο έως υπόλευκο	
Ερυθροπά Κροκαλοπαγή Πολυμεκτα ημισυνεκτικά κροκαλοπαγή και μάργες χρώματος ροδοχρικού και ερυθρού. Οι κλάστες είναι πολύ καλά αποστρωγγλυμένοι και σε μεγάλο ποσοστό εξαλλοκομένοι. Πάχος: 80-80 μ.	














ΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Υποελληνική Ενότητα Sub-Pelagionian Unit	Κλασικά ιζημάτα Ψαμίτες, πηλίτες και κροκαλοπαγή	
	Ανθρακικά Μεσοπλακώδεις και πααπλακώδεις ασβεστολίθοι λευκοί κρυσταλλικοί, ροδοχρόοι και τεφροί, λεπτοπλακώδεις μαργακί ασβεστολίθοι	
	Τριαδικά-Άνωουρασιακά Ανθρακικά Ήφαιστιακοί τεφροί, υπόλευκοι δολομίτες και σκουροί ασβεστολίθοι, δολομιτικοί ασβεστολίθοι.	
Ενότητα Παρνασσού Parnassos Unit	Ηφαιστειοίζηματα γενής Ακολουθία Γραουβ. αίες, οξαστολίθοι, φυλλίτες, μάρμαρα, ασβεστολίθοι, ψαμίτες	
	Φλίσεως	
	Ανθρακικά	
	Οφιολιθικά πετρώματα Περιδοίτες, γαββροί, οερπενίτες. Ενίοτε συνδεδεμένα	

Ανωκρητιδική Ακολουθία
Upper Cretaceous sequence

ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

STRUCTURAL DATA

	Ενεργό & πιθανά ενεργό Active and probably active	Probably inactive Πιθανά ανενεργό
Κανονικό ρήγμα (οδόντωση στο κατερχόμενο τέμαχος) Normal fault (hachure on downthrown block)		
Πλαγιοκωνικό ρήγμα (ολίσθηση κατά παράταξη > 15%) Oblique-slip fault (>15% s.s. component)		
Ρήγμα οριζόντιας ολίσθησης Strike-slip fault		
Ανάστροφο ρήγμα (οδόντωση στο ανερχόμενο τέμαχος) Reverse fault (triangle on hanging wall)		
Πλαγιοανάστροφο ρήγμα (ολίσθηση κατά παράταξη > 15%) Oblique-slip reverse fault (>15% s.s. component)		
Τεκτονικά αποκόλληση Detachment		
Επώθηση, επώθηση Thrust, overthrust		
Διέθυνση & κλίση στρωμάτων Bedding strike and dip	 0-5° + 5-25° T 25-45° T >45° T ~90° T	

A.1.3.1.5. Αλπικοί σχηματισμοί στην περιοχή της Β. Εύβοιας

Στην περιοχή μελέτης απαντώνται γεωλογικοί σχηματισμοί οι οποίοι ανήκουν στις γεωτεκτονικές ενότητες της **Υποπελαγονικής** και της **Πελαγονικής**.

Ενότητα Υποπελαγονικής

Μη μεταμορφωμένη αλπική γεωτεκτονική ενότητα η οποία αποτελείται κύρια από νηριτικού τύπου πετρώματα, κυρίως ασβεστόλιθους, Ανωτριάδικης – Κάτω Ιουρασικής ηλικίας. Κατά θέσεις και κατά περιόδους η νηριτική πλατφόρμα διακόπτεται από τις σχιστοψαμμιτοκερατολιθικές διαπλάσεις. Ιδιαίτερα στην οροφή η ανώτερη σχιστοψαμμιτοκερατολιθική διάπλαση λαμβάνει μορφή τεκτονικού μίγματος. Σε πολλές θέσεις παρατηρούνται ένας ή και δύο βωξιτοφόροι ορίζοντες κυρίως στο Κιμμερίδιο. Είναι η ανώτερη τεκτονικά ενότητα της περιοχής ενδιαφέροντος και είναι επωθημένη στην μεταμορφωμένη αλπική ενότητα της Πελαγονικής.

Στην περιοχή μελέτης όπως διαπιστώνουν και οι Σίδερης 1986, Vavasis 2001, απαντώνται οι παρακάτω γεωλογικοί σχηματισμοί:

Ψαμμιτοκερατολιθική διάπλαση ηλικίας Αν. Τριαδικού – Ιουρασικού

Κλαστική ακολουθία που αποτελείται από εναλλαγές αργιλικών σχιστών, κερατόλιθων, μαργαϊκών ασβεστόλιθων, πλακωδών ασβεστόλιθων και σπάνια κροκαλοπαγών. Εντός της διάπλασης παρατηρούνται εκρηξιγενή πετρώματα, διαφόρων τύπων οφιόλιθοι, τόφοι και σερπεντινίτες. Χαρακτηριστικές εμφανίσεις της διάπλασης με διαβάσεις, δολερίτες, τόφους βασικών εκρηξιγενών πετρωμάτων, ηφαιστειακά λατυποπαγή, διορίτες, διαβασικούς πορφυρίτες και κεροστιλβίτες. Απαντώνται στην ευρύτερη περιοχή της χερσονήσου των Γιάλτρων. Έχουν αποτεθεί ασύμφωνα στην υποκείμενη ανθρακική ακολουθία.

Ανθρακική ακολουθία ηλικίας Τριαδικού – Ιουρασικού

Συνίσταται από λευκούς – ερυθρίζοντες νηριτικούς ασβεστόλιθους, δολομιτικούς ασβεστόλιθους, παχυστρωματώδεις έως άστρωτους. Οι ερυθρίζουσες αποχρώσεις είναι στη βάση της και είναι υπολείμματα της φάσης ammonitico rosso που συνδέεται με την ηφαιστειότητα του μέσου Τριαδικού. Στην περιοχή ενδιαφέροντος η σχέση της ανθρακικής ακολουθίας με την υποκείμενη περμοτριάδικη κλαστική ακολουθία είναι τεκτονική.

Περμοτριάδικη κλαστική σειρά

Κλαστική ακολουθία αποτελούμενη από εναλλαγή χαλαζιτών, πηλιτών, ψαμμιτών, πλακωδών ασβεστόλιθων και κροκαλοπαγών. Εντός της απαντώνται ολισθόλιθοι διαφόρων μεγεθών ηφαιστιτών, που δηλώνει έμμεσα αλλά και σαφέστατα μια ανωπαλαιοζωική ηφαιστειότητα. Στην περιοχή ενδιαφέροντος απαντώνται κερατοφυρικοί πράσινοι τόφοι και οφιόλιθοι.

Ενότητα Πελαγονικής

Μεταμορφωμένη αλπική ενότητα η οποία είναι η κατώτερη τεκτονικά ενότητα της στενής αλλά και της ευρύτερης περιοχής ενδιαφέροντος, στην οποία απαντώνται οι παρακάτω γεωλογικοί σχηματισμοί.

Πρασινίτες – Πρασινόλιθοι και κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι ηλικίας Μ. Τριαδικού

Μεταμορφωμένα επιζωνικά βασικά εκρηξιγενή πετρώματα χρώματος πράσινου και ιώδους με παρεμβολές σχιστόλιθων και φυλλιτών, με ενστρώσεις κρυσταλλικών ασβεστόλιθων χρώματος λευκότεφρου μέχρι τεφρού, με πάχος από 5 – 150 μέτρα. Στην μεταμόρφωση των πρασινιτών – πρασινόλιθων τα κύρια ορυκτολογικά συστατικά που απαντούν είναι επίδοτα, άστριοι, γλωρίτης και σε μικρότερη αναλογία χαλαζίας, ασβεστίτης και υδροβιοτίτης. Το μέγιστο ορατό πάχος του σχηματισμού είναι περίπου 600 μέτρα.

Κλαστική μεταμορφωμένη σειρά ηλικίας Μ. Τριαδικού

Ελαφρά μεταμορφωμένα πετρώματα που αποτελούνται από εναλλαγές αρκοζών, γραουβάκων, αργλικών σχιστόλιθων με παρεμβολές μικρονηφιδοπαγών. Ο σχηματισμός υπέρκειται τεκτονικά του γνευσιακού υποβάθρου. Κατά θέσεις ο σχηματισμός διασχίζεται από φλέβες, ποικίλων διευθύνσεων, βασικών εκρηξιγενών πετρωμάτων μη μεταμορφωμένων. Το πάχος του σχηματισμού δεν υπερβαίνει τα 300 μέτρα.

Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι και δολομίτες

Ενστρώσεις στον προηγούμενο σχηματισμό ηλικίας Ανίσιου. Το χρώμα τους είναι υπόλευκο, λευκότεφρο έως τεφρό. Είναι μεσοστρωματώδεις έως παχυστρωματώδεις και μικροκρυσταλλικοί. Υπέρκειται τεκτονικά των υποκείμενων γεωλογικών σχηματισμών. Το πάχος τους δεν υπερβαίνει τα 200 μέτρα.

Περμική σειρά εναλλασσόμενων κλαστικών πετρωμάτων και μικροκρυσταλλικών ασβεστόλιθων

Αποτελούνται από χονδρόκοκκες έως λεπτόκοκκες αρκόζες, γραουβάκες, φυλλίτες και μικροκρυσταλλικούς ασβεστόλιθους χρώματος τεφρού ή τεφρόμαυρου. Το πάχος τους φτάνει τα 400 μέτρα. Υπέρκειται τεκτονικά στο υποκείμενο κρυσταλλικό υπόβαθρο της Πελαγονικής ενότητας.

Κρυσταλλικό υπόβαθρο

Αποτελείται κύρια από ορθο-γνεύσιους και σε μικρότερο ποσοστό από παρα-γνεύσιους, όπως γνευσιακούς σχιστόλιθους και χαλαζιακούς – σερικιτικούς σχιστόλιθους. Οι άστριοι είναι κυρίως πλαγιόκλαστα όξινα έως μέσης βασικότητας και απαντώνται σε μεγάλους κρυστάλλους που είναι έντονα σερικιτωμένοι, ασβεστιτωμένοι και σωσσυριτωμένοι. Κατά θέσεις παρατηρούνται αμφιβολίτες και αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι. Συχνά ο σχηματισμός διασχίζεται από βασικά εκρηξιγενή πετρώματα μη μεταμορφωμένα. Η ηλικία του θεωρείται προλιθανθρακοφόρος. Το μέγιστο ορατό πάχος είναι περίπου 800m.

A.1.3.2. ΜΕΤΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

A.1.3.2.1. Γενικά

Μεγάλο μέρος της επιφάνειας της ευρύτερης περιοχής του Αιγαιακού χώρου καταλαμβάνουν Νεογενείς λεκάνες, που δημιουργήθηκαν κατά κύριο λόγο από νεοτεκτονική δράση. Συνήθως είναι τεκτονικά βυθίσματα, που οριοθετούνται από μεγάλες ζώνες κανονικών ρηγμάτων. Κάποια από τα τεκτονικά βυθίσματα αυτά κατελήφθησαν από τη θάλασσα (π.χ. Κορινθιακός), ενώ άλλα λειτούργησαν ως χερσαίες λεκάνες, λιμναίας και ποταμοχειμάρριας φάσης (π.χ. Λοκρίς - Β. Εύβοια). Οι νεογενείς λεκάνες της Λοκρίδος και Βόρειας Εύβοιας (λεκάνη Λίμνης - Ιστιαίας και λεκάνη Γιδών) άρχισαν να διανοίγονται κατά το Ανώτερο και Κατώτερο Μειόκαινο αντίστοιχα και οριοθετούνται από μεγάλα κανονικά ρήγματα [ΒΔ-ΝΑ και Α-Δ διευθύνσεων κυρίως - Rondogianni (1984), Mettos et al. (1992)].

Οι μεταλλικοί σχηματισμοί που απαντώνται στην περιοχή μελέτης είναι πολλοί, για αυτό θεωρείται σκόπιμο, να αναφερθούν οι κυριότερες κατηγορίες αυτών, με τα γενικά τους χαρακτηριστικά και κάποια παραδείγματα εμφανίσεων τους από την περιοχή μελέτης.

A.1.3.2.2. Τεταρτογενές

Στην ευρύτερη περιοχή μελέτης, απαντώνται αποθέσεις της λεκάνης του Μαρτίνου (Rondogianni 1984), της (Ανατολικής) λεκάνης της Λοκρίδος (κατά Κράνη 1999, λεκάνη Αταλάντης - Ζελίου κατά Rondogianni 1984, λεκάνη Ρεγκινίου κατά Philip 1974, ή λεκάνη Καλλιδρόμου-Κνημίδος κατά Mettos et al. 1992) και άλλες (ιδιαίτερη αναφορά γίνεται για τα ηφαιστειακά του Αγίου Κωνσταντίνου – Λιχάδων).

Αλλουβιακές αποθέσεις

Κυρίως χερσαίες Ολοκαινικές αποθέσεις μεταβαλλόμενου πάχους, οι οποίες έχουν αποτεθεί ασύμφωνα στους υποκείμενους αλπικούς και μεταλλικούς σχηματισμούς (προέρχονται από την διάβρωση και μεταφορά των διαφόρων γεωλογικών σχηματισμών). Αποτελούνται από κροκαλολατύπες (στις κοίτες των χειμάρρων), άμμους, αργίλους, ερυθρογή, κατά το πλείστον ασύνδετα μεταξύ τους. Το πάχος τους κυμαίνεται από μερικά εκατοστά έως λίγα μέτρα. Απαντώνται κύρια στα πεδινά τμήματα της περιοχής ενδιαφέροντος καθώς και σε τμήματα των ακτών.

Θίνες και ιλύς τεναγών

Χερσαίες Ολοκαινικές αποθέσεις ακτών και αποθέσεις περιοδικών λιμνών κοντά στη θάλασσα. Έχουν αποτεθεί ασύμφωνα στους υποκείμενους αλπικούς και μεταλλικούς σχηματισμούς. Το πάχος τους μεταβάλλεται και κυμαίνεται από λίγες δεκάδες εκατοστά έως μερικά μέτρα. Παραδείγματα τέτοιων εμφανίσεων συναντάμε στις Βόρειες ακτές της Εύβοιας και σε τμήμα των ακτών του όρμου των Γιάλτρων.

Ακτόλιθος – ψηφιδωπαγείς αιγιαλός (beach-rocks)

Ολοκαινικοί συνήθως σχηματισμοί που δημιουργούνται στην άνω-μέσο παλιρροιακή ζώνη και η θέση τους στο χώρο είναι δείκτης της σύγχρονης κινηματικής των τεκτονικών ρηξιτεμαχών. Συνήθως αποτίθενται ασύμφωνα στους υποκείμενους γεωλογικούς σχηματισμούς. Απαντώνται σε

τμήματα των ακτών του όρμου των Γιάλτρων και του κόλπου Αιδηψού και προς την μεριά του Βόρειου Ευβοϊκού κοντά στα Λουτρά των Γιάλτρων.

Κώνιοι κορημάτων και πλευρικά κορήματα Ολοκαινικής ηλικίας

Ασύνδετοι σχηματισμοί που αποτελούνται από κροκαλολατύπες και άμμους στις εξόδους κοιλάδων και όπου παρατηρούνται κυρίως μεγάλες τοπογραφικές κλίσεις. Οι κροκαλολατύπες και οι άμμοι προέρχονται από αλπικούς και μεταλπικούς γεωλογικούς σχηματισμούς. Το πάχος τους κυμαίνεται από μερικές δεκάδες εκατοστά έως μερικά μέτρα. Έχουν αποθεθεί ασύμφωνα στους υποκείμενους γεωλογικούς σχηματισμούς.

Τραβερτίνης

Απαντάται στις περιοχές των Λουτρών Αιδηψού, στα Ήλια και στις Θερμοπύλες. Πάντοτε εντοπίζεται κοντά στις θέσεις ανάβλυσης των θερμών πηγών, οι οποίες είναι η αιτία του σχηματισμού του. Παρουσιάζει στρωσιγενή απόθεση. Στην περιοχή των Λουτρών Αιδηψού το ορατό του πάχος κατά θέσεις υπερβαίνει τα 20 μέτρα. Έχει αποθεθεί ασύμφωνα στους υποκείμενους γεωλογικούς σχηματισμούς.

Παλαιοί κώνιοι κορημάτων και πλευρικά κορήματα Πλειστοκαινικής ηλικίας

Αποθέσεις από κροκαλολατύπες και άμμους οι οποίες στα ανώτερα μέλη παρουσιάζουν μικρή συνεκτικότητα, η οποία αυξάνει στα κατώτερα. Το συνδετικό υλικό είναι κύρια ασβεστομαργαϊκό. Απαντώνται λατύπες ογκόλιθοι, των οποίων ο όγκος ξεπερνά τα 1000 m³, όπως στην περιοχή Βαλαντίου. Οι κροκαλολατύπες στο μεγαλύτερο ποσοστό προέρχονται από ασβεστόλιθους και δολομίτες και το μικρότερο ποσοστό από τους μεταμορφωμένους σχηματισμούς, σχιστόλιθους, γνευσίους, μετα-εκρηξιγενή πετρώματα και μάρμαρα. Έχουν αποθεθεί ασύμφωνα στους υποκείμενους σχηματισμούς. Το πάχος τους μεταβάλλεται από μερικές δεκάδες εκατοστά έως μερικές δεκάδες μέτρα.

Ηφαιστειακά πετρώματα Αγίου Κωνσταντίνου – Λιχάδων

Ιδιαίτερη μνεία πιστεύουμε ότι πρέπει να γίνει για τις εκδηλώσεις Τεταρτογενούς ηφαιστειότητας και συγκεκριμένα για βασαλτικούς ανδεσίτες (Μαρίνος et al. 1957) που απαντούν στα νησιά Λιχάδες και στη θέση Βρωμολίμνη Αγ. Κωνσταντίνου (Εικ. Α.1.4). Η ηλικία των πετρωμάτων που δομούν τα Λιχαδονήσια είναι 0,5 Μ.α., ενώ για την εμφάνιση στη Λοκρίδα η ηλικία είναι 1,7 Μ.α. (Fytikas et al. 1985). Σύμφωνα με τους τελευταίους, η ηφαιστειακή δράση που προκάλεσε τις εκχύσεις αυτές διήρκεσε από 3,4 - 0,5Μ.α..

Οι Πανάγος (1976) και Pe-Piper & Piper (1989), θεωρούν ότι οι εμφανίσεις αυτές αντιστοιχούν στο Δυτικό άκρο του Ελληνικού ηφαιστειακού τόξου. Αντίθετα, οι Fytikas et al. (1985), θεωρούν ότι προέρχονται από βαθιά πηγή, ανεξάρτητη της υποβύθισης και η οποία μπορεί να συνδέεται με την νοτιοδυτική προέκταση του ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας.

Η εμφάνιση των ηφαιστειακών αναμφίβολα συνδέεται με γεωδυναμικές διεργασίες στην ευρύτερη περιοχή. Αυτό έγινε εμφανές όταν έγινε κατανοητή η ύπαρξη και σπουδαιότητα μιας ρηξιγενούς ζώνης εγκάρσιας στην τωρινή δομή, της ρηξιγενούς ζώνης των Λιχαδονήσιων, διότι τα ηφαιστειακά πετρώματα απατούνται κατά μήκος αυτής της ρηξιγενούς ζώνης (Κράνης, 1999).



Εικ. Α.1.4. Πανοραμική εικόνα του θαλάσσιου δίαυλου Κνημίδας, μεταξύ του Βόρειου Ευβοϊκού κόλπου και του Μαλιακού. Διακρίνονται οι Λιχάδες και η θέση Βρωμολίμνη στο ακρωτήριο Κνημίδας, όπου εντοπίζονται εμφανίσεις των ηφαιστειακών (από Κράνη, 1999).

A.1.3.2.3. Νεογενές

Στην ευρύτερη περιοχή ενδιαφέροντος υπάρχουν: Κάτω Τεταρτογενείς ποταμο-λιμναίες αποθέσεις εντός της Ανατολικής υπολεκάνης της Λοκρίδας (σειρά Ζελίου, Rondogianni 1984), Κάτω-Μέσο Πλειστοκαινικές αποθέσεις υφάλμυρης φάσης στα περιθώρια του Ευβοϊκού (Philip 1974, Lemeille 1977, Rondogianni 1984), ποταμοχειμάρριες αποθέσεις του Μ. και Α. Πλειστοκαινού (ριπίδια, αλλουβιακοί κώνοι) και Ολοκαινικές ποτάμιες και θαλάσσιες αποθέσεις (παράκτια πεδιάδα Αταλάντης).

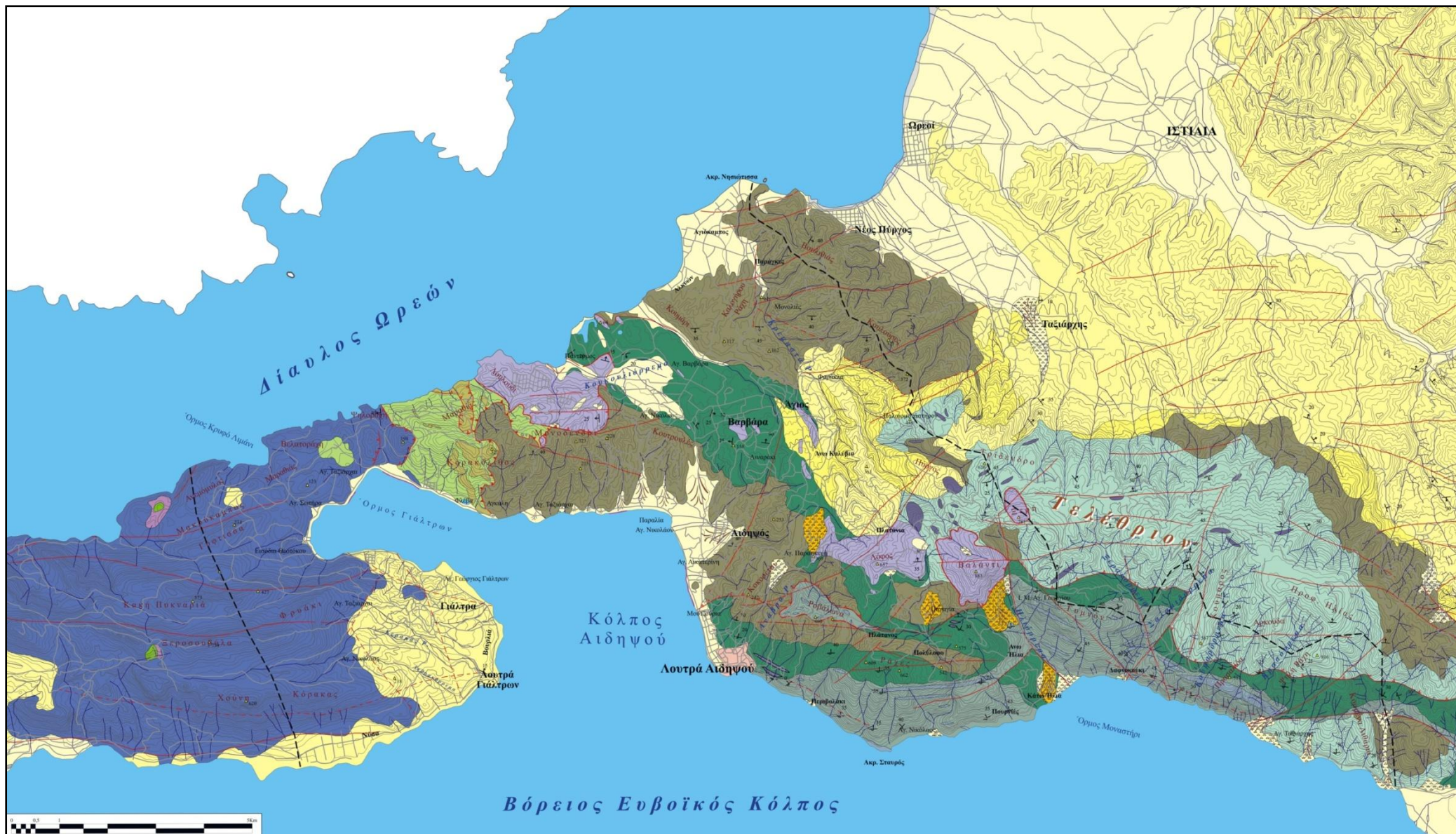
Νεογενείς αποθέσεις λιμναίας και ποταμολιμναίας φάσης

Αποτελούνται από μάργες, ψαμμίτες, άμμους, αμμούχες μάργες, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους και κροκαλοπαγή. Το χρώμα τους είναι τεφρό ή υποκίτρινο και κατά θέσεις καστανέρυθρο. Μέσα στις μάργες απαντώνται μικρά κοιτάσματα λιγνίτου. Έχουν αποτεθεί ασύμφωνα στους υποκείμενους σχηματισμούς.

Χερσαίες Νεογενείς αποθέσεις

Αποτελούν τη βάση των νεογενών αποθέσεων. Συνίστανται από αργιλοαμμώδη υλικά με λατύπες ποικίλων μεγεθών. Οι λατύπες προέρχονται από ψαμμίτες, της Περιοτριάδικης κλαστικής ακολουθίας και ασβεστόλιθους. Όπου εμφανίζονται λατύπες, από ψαμμίτες, η συνεκτικότητα του σχηματισμού είναι μικρή, ενώ όπου απαντώνται οι ανθρακικές λατύπες, η συνεκτικότητα είναι μεγάλη. Θα πρέπει να τονιστεί ότι κατά θέσεις απαντώνται μεγάλοι ολισθόλιθοι, οι οποίοι προέρχονται από ασβεστόλιθους, δολομίτες και πρασινοπετρώματα μεγάλων διαστάσεων. Έχουν αποτεθεί ασύμφωνα στους αλπικούς σχηματισμούς.

Για την συγγραφή του Κεφαλαίου Α.1.3, εκτός από τις αναφορές του κειμένου, χρησιμοποιήθηκαν και οι: Κράνης (1999), Παλυβός (2001), Λέκκας et al. (2002), Ραπανικόλαου (2004).



Εικόνα Α.1.5. Γεωλογικός χάρτης, περιοχής Βόρειας Εύβοιας, από Λέκκα et al. (2002).

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

ΕΝΟΤΗΤΑ ΥΠΟΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗΣ

-  Σχίστοψαμμιτοκερατολιθική διάπλαση
-  Ανθρακική ακολουθία
-  Περιοτριάδικη κλαστική σειρά

ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗΣ

-  Πρασινίτες - πρασινόλιθοι και κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι
-  Κλαστική μεταμορφωμένη σειρά
-  Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι και δολομίτες
-  Περμική σειρά εναλλασσόμενων κλαστικών πετρωμάτων και μικροκρυσταλλικών ασβεστόλιθων
-  Κρυσταλλικό υπόβαθρο
-  Κλίση στρωμάτων ή σχιστότητας
-  Άξονας πτυχών

ΜΕΤΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Τεταρογενές

-  Αλλουβιακές αποθέσεις
 -  Θίνες και ιλύς τεναγών
 -  Ακτόλιθος - ψηφιδοπαγείς αιγιαλός (Beach-rocks)
 -  Κώνοι κορημάτων και πλευρικά κορήματα Ολοκαινική ηλικίας
 -  Ταβερτίνης
 -  Παλαιοί κώνοι κορημάτων και πλευρικά κορήματα Πλειστοκαινικής ηλικίας
- ### Νεογενές
-  Νεογενείς αποθέσεις λιμναίας Και ποταμολιμναίας φάσης
 -  Χερσαίες νεογενείς αποθέσεις
 -  Ρήγμα και πιθανή προέκτασή του
 -  Επώθηση
 -  Εφίπτευση
 -  Τεκτονική επαφή
 -  Όρια γεωλογικών σχηματισμών

1.4. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ - ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

A.1.4.1. Ενεργός τεκτονική

Η Ανατολική Στερεά αποτελεί τμήμα του χώρου που στη βιβλιογραφία αποκαλείται ``Κεντρική Ελλάδα``, όρος που χρησιμοποιείται συνήθως για την ευρύτερη περιοχή των μεγάλων νεοτεκτονικών βυθισμάτων του Κορινθιακού, των βυθισμάτων Φωκίδος-Βοιωτίας (λεκάνη Βοιωτικού Κηφισσού - Κωπαΐδα) και του Β. Ευβοϊκού. Η βιβλιογραφία για την ``Κεντρική Ελλάδα`` είναι αξιοσημείωτα ογκώδης (ειδικά για το βύθισμα του Κορινθιακού), δεδομένου ότι πρόκειται για μια περιοχή με ρυθμούς εφελκυστικής διάνοιξης, από τους μεγαλύτερους παγκοσμίως. Η εντονότατη ενεργός παραμόρφωση αναγνωρίζεται από τις γεωλογικές (τεκτονικές – γεωμορφολογικές) μελέτες που καταδεικνύουν την τεκτονική δραστηριότητα του άμεσου γεωλογικού παρελθόντος, καθώς και από την υψηλή σεισμικότητα (ενόργανες καταγραφές, ιστορικοί σεισμοί). Η διάνοιξη πραγματοποιείται σε διεύθυνση περίπου B-N, με ρυθμούς μεγαλύτερους από 10 mm/y (για τα τελευταία 100 χρόνια) - μέρος της οποίας επιτυγχάνεται με σεισμικές και μέρος με ασεισμικές κινήσεις.

Παρακάτω ακολουθεί περιορισμένη συζήτηση για το ευρύτερο γεωδυναμικό καθεστώς, μέσα στο οποίο εντάσσεται ο εφελκυσμός της ``Κεντρικής Ελλάδας`` και της Εύβοιας.

A.1.4.2. Ενεργείς Νεοτεκτονικές δομές της ΒΑ Στερεάς Ελλάδας

Η σημερινή (κατά τα τελευταία 2-3 εκ. χρόνια) κίνηση στην περιοχή της Β/ΒΑ Πελοποννήσου, Ανατολικής Στερεάς και Β. Ευβοίας έχει γενική διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ με περίπου ίσα μέρη διάνοιξης κατά την διεύθυνση B-N και δεξιόστροφης διάτμησης (Roberts & Jackson 1991). Αυτό αντικατοπτρίζεται στον ενεργό τεκτονικό ιστό, που χαρακτηρίζεται από την παρουσία μιας σειράς μεγάλων ρηξιγενών ζωνών, διεύθυνσης ΔΒΔ-ΑΝΑ έως ΒΔ-ΝΑ, που έχουν δημιουργήσει την γνωστή σειρά διαδοχικών τεκτονικών βυθισμάτων της περιοχής, Πλεισ.-Τεταρτογενούς ηλικίας : Κορινθιακός κόλπος, λεκάνη Βοιωτικού Κηφισσού – Κωπαΐδα, λεκάνη Λοκρίδας (Ρεγκινίου), Β. Ευβοϊκός κόλπος, υποθαλάσσιο βύθισμα ΒΑ της Β. Ευβοίας. Τα βυθίσματα αυτά δεν παρουσιάζουν ίδιους ρυθμούς τεκτονικής δραστηριότητας (το πιο ``δραστήριο`` είναι ο Κορινθιακός, με δεύτερο τον Β. Ευβοϊκό, ενώ το ενδιάμεσό τους βύθισμα Β. Κηφισσού – Κωπαΐδας δίνει την εντύπωση παρατεταμένης ηρεμίας κατά το πρόσφατο παρελθόν). Στα ρήγματα της Αν. Στερεάς (ευρύτερη περιοχή Λοκρίδος) κατά κανόνα, τα ανύσματα ολίσθησης έχουν διεύθυνση B-N (π.χ. Ganas & White 1996, Roberts & Jackson 1991, κ.α.), παρατήρηση που είναι σε συμφωνία με μηχανισμούς γένεσης σεισμών της περιοχής. Πρόκειται δηλαδή γενικά για αριστερόστροφα πλαγιοκανονικά ρήγματα (όχι πάντα όμως, π.χ. η ζώνη Καλλιδρόμου είναι γενικά δεξιόστροφη πλαγιοκανονική – Κράνης 1999). Το γεγονός αυτό, δεδομένου του προσανατολισμού των ρηξιγενών ζωνών και του ότι η συνισταμένη κίνηση της περιοχής είναι γενικής διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ, οδήγησε τους McKenzie & Jackson (1983, 1986) στην υπόθεση πως οι ζώνες αυτές οριοθετούν τεμάχια (blocks) που υφίστανται δεξιόστροφη περιστροφή γύρω από κατακόρυφο άξονα, πράγμα που φαίνεται να βρίσκει επιβεβαίωση από μελέτες παλαιομαγνητισμού (Kissel & Laj 1988 - μετρήσεις στην Β. Εύβοια).

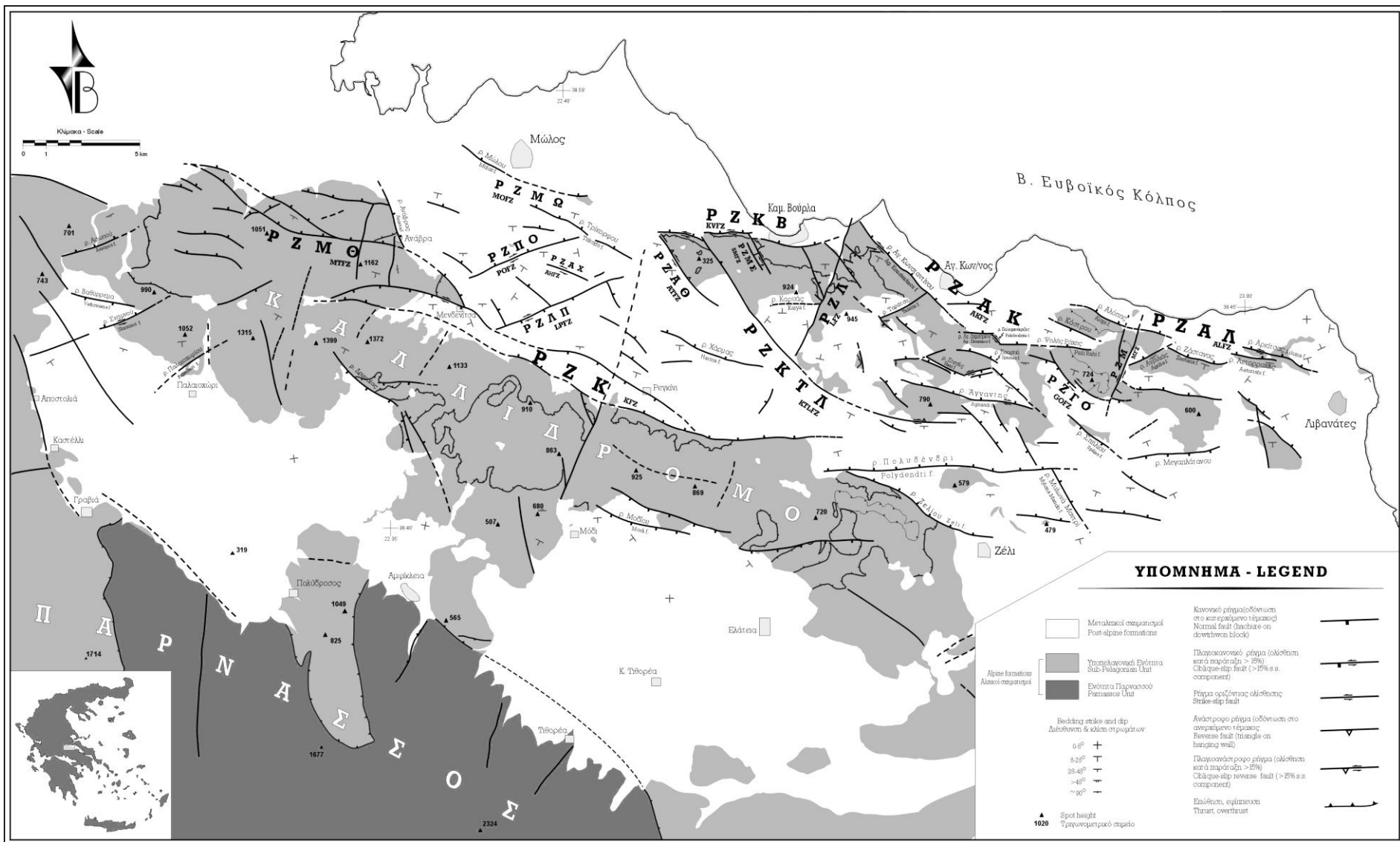
Στην πολύ χρήσιμη επισκόπηση των Roberts & Jackson (1991) και σε πολλές άλλες εργασίες που βασίζονται σε αυτήν, τα βυθίσματα της Κεντρικής Ελλάδας περιγράφονται ως μια σειρά ασύμμετρων τεκτονικών τάφρων, με τα κύρια ρήγματα στην ΝΔ πλευρά του κάθε βυθίσματος -πλήν του Β. Ευβοϊκού. Η ασυμμετρία επιδεικνύεται από μορφολογικές διαφορές των πλευρών τους, τη στρέψη (tilting) γενικά των αποθέσεων που πληρούν τις λεκάνες προς ΝΔ, τη βυθομετρία και διαφορικές κατακόρυφες κινήσεις ακτογραμμών - στα βυθίσματα που έχει εισβάλλει η θάλασσα. Με βάση το μοντέλο αυτό, στις ΒΑ πλευρές των τάφρων της Κεντρικής Ελλάδας υπάρχουν ενεργά αντιθετικά ρήγματα (antithetic faults), δεν πρόκειται δηλαδή για απλές ημι-τάφρους (half-graben) τύπου domino. Κάποια δε από αυτά τα αντιθετικά ρήγματα είναι μεγάλα με την έννοια ότι μπορούν να δώσουν σεισμούς της τάξεως του 6.0 (π.χ. το ρήγμα του Καπαρελλίου, που έδρασε το 1981). Όμως, στο παραπάνω μοντέλο θεωρούνται δευτερεύοντα, ως σχετιζόμενα με σημαντικά μικρότερες συνολικές κατακόρυφες μετακινήσεις σε σύγκριση με τα κύρια ρήγματα.

Το βύθισμα του Β. Ευβοϊκού, παρουσιάζει σημαντική απόκλιση από την κανονικότητα του παραπάνω μοντέλου των ασύμμετρων τεκτονικών τάφρων. Στο μεν δυτικό άκρο του, πάντα σύμφωνα με τους Roberts & Jackson (1991), η κύρια δομή είναι η ρηξιγενής ζώνη Αρκίτσας – Καμένων Βούρλων, με δευτερεύοντα αντιθετικά ρήγματα από την πλευρά της Εύβοιας, αλλά από την Αρκίτσα προς ΝΑ παρατηρείται αλλαγή πολικότητας της ημι-τάφρου και κύρια ρηξιγενής ζώνη γίνεται αυτή της Αιδηψού – Κανδηλίου. Αυτό υποτίθεται πως αποδεικνύεται από το γεγονός πως στο κεντρικό τμήμα του κόλπου απαντούν τα μεγαλύτερα βάθη, ακριβώς μπροστά στη ζώνη. Η ρηξιγενής ζώνη της Αταλάντης (PZA), είναι μία από τις βασικές δομές που οριοθετούν προς Ν/ΝΔ το βύθισμα του Ευβοϊκού. Πρόκειται για ενεργό ζώνη και μάλιστα σεισμική (έδρασε το 1894, οι σεισμοί δε συνοδεύθηκαν και από επιφανειακές τεκτονικές διαρρήξεις.

Σύμφωνα με τον Ganas (1997), η ηλικία του βυθίσματος του Β. Ευβοϊκού εκτιμάται γύρω στα 2-3 εκ. χρόνια. Η Rondogianni (1984) τοποθετεί την είσοδο της θάλασσας σε αυτόν μετά το Ρίσσιο (θεωρώντας πως οι υφάλμυρες αποθέσεις του Θεολόγου και της Δροσιάς είναι το τελευταίο στάδιο πριν την είσοδο της), σε αντίθεση με τον Gana (1997) που θεωρεί πιθανότερο να αντιστοιχούν αυτές σε υψηλή στάθμη θάλασσας κατά τη διάρκεια μεσοπαγετώδους περιόδου. Βάσει του συνολικού εκτιμώμενου άλματος στα ρήγματα που συνδέονται με τη διάνοιξη του Β. Ευβοϊκού, ο Philip (1974) εκτίμησε βύθιση της τάξης των 800 m στα τελευταία 300.000 χρόνια, δηλαδή ρυθμό βύθισης 2,7 mm/y (Stiros & Rondogianni 1985).

Όσον αφορά τη βαθύτερη δομή της περιοχής, έχει προταθεί (Jolivet et al. 1994) πως τα κύρια κανονικά ρήγματα της Κεντρικής Ελλάδας - μεγάλης κλίσης στην επιφάνεια ή πλησίον αυτής - ενδεχομένως έχουν ``ρίζα`` σε μικρής κλίσης ζώνες διάτμησης σε βάθος. Ο Κράνης (1999) έδωσε ένα πολύ ενδιαφέρον μοντέλο για την περιοχή των ζωνών Καλλιδρόμου και Αρκίτσας – Καμμένων Βούρλων, στο οποίο η επώθηση της Υποπελαγονικής στην ενότητα Παρνασσού λειτουργεί ως επιφάνεια αποκόλλησης -σε μικρό βάθος-, στην οποία και ριζώνουν τα ρήγματα. Σημειωτέον, ο ίδιος συγγραφέας αμφισβητεί την ύπαρξη των ρηγμάτων στην ΒΑ πλευρά του Παρνασσού (ρ. Τιθορέας και Γραβιάς) που προτείνονται από τους Ganas (1997) και Ganas & White (1996), θεωρώντας πως πρόκειται ακριβώς για την προαναφερθείσα επώθηση.

Πολύ ενδιαφέρουσα είναι ακόμη η εισήγηση του Κράνη (1999), σχετικά με την ύπαρξη δύο οριζοντιολισθητικών mega-δομών (διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ, προεκτάσεις των ρηγμάτων του Β. Αιγαίου, που ανήκουν στην ουσία στην ζώνη της Β. Ανατολίας), που τέμνουν εγκάρσια τον ιστό των ενεργών ρηγμάτων της Λοκρίδας και οριοθετούν τα μπλόκ του Καλλιδρόμου και της Κνημίδας.



PZAK = Ρηξιγενής ζώνη Αγ. Κωνσταντίνου, **PZAL** = Ρηξιγενής ζώνη Αρκίτας- Λογγού, **PZM** = Ρηξιγενής ζώνη Μελιδονίου, **PZKB** = Ρηξιγενής ζώνη Καμένων Βούρλων, **PZA** = Ρηξιγενής ζώνη Λιχάδων, **PZMΣ** = Ρηξιγενής ζώνη Μονής Σοτήρα (Κ. Βούρλων), **PZAΘ** = Ρηξιγενής ζώνη Αρχαίου Θρονίου, **PZMΩ** = Ρηξιγενής ζώνη Μώλου, **PZAX** = Ρηξιγενής ζώνη Αγ. Χαλαλάμπου, **PZK** = Ρηξιγενής ζώνη Καλλίδρομου, **PZMΘ** = Ρηξιγενής ζώνη Μενδενίτσας-Θερμοπυλών, **PZKTA** = Ρηξιγενής ζώνη Καινούριο-Τρανά Λιβάδι, **PZIG** = Ρηξιγενής ζώνη Γουλεμίου, **PZLΠ** = Ρηξιγενής ζώνη Λιαπατάρρεμα, **PZΠO** = Ρηξιγενής ζώνη Ποταμιάς, **PZA** = Ρηξιγενής ζώνη Αταλάντης, **ΛΛ** = Λεκάνη Λοκρίδας, **ATZ** = Ανυψωμένος Τομέας Ζελίου (Ανατολικής Υπολεκάνης Λοκρίδας), **TTΠ** = Ταπεινωμένος Τομέας Πολυδένδρι (Ανατολικής Υπολεκάνης Λοκρίδας), **TΓ** = Τομέας Γουλεμίου (Ανατολικής Υπολεκάνης Λοκρίδας), **ΓMI** = Γράμμωση Μώλου – Ιτέας, **ΓΛA** = Γράμμωση Λιχάδων – Αντίκυρας, **NAFZ** = North Anatolian Fault Zone, **ρ.** = ρήγμα, **ε.ι.** = επιφάνεια(ες) ισοπέδωσης, **ΦMK** = Φορά Μέγιστης Κλίσης

Εικόνα Α.1.6. Νεοτεκτονικός χάρτης, Κεντροανατολικής Στερεάς Ελλάδος (Λοκρίδα) από Κράνη (1999).

A.1.4.3. Ενεργείς νεοτεκτονικές δομές της Βόρειας Εύβοιας

Η γεωλογική δομή του νήσου της Εύβοιας ελέγχεται από μεταλλική πλαστική (brittle) παραμόρφωση που περιλαμβάνει ρήγματα και ρηγματώσεις οποιασδήποτε κλίμακας. Ειδικά το βόρειο τμήμα του νησιού έχει υποστεί έντονη πλαστική και διατμητική παραμόρφωση (brittle and shear deformation), όπως στην περίπτωση της διασταύρωσης των πολύ σημαντικών νεοτεκτονικών ρηξιγενών ζωνών που υπάρχουν, δηλαδή τις τάσεις ταφροποίησης διεύθυνσης ΔΒΔ-ΑΝΑ της κοιλάδας του Σπερχειού στην ηπειρωτική Ελλάδα, με τη σημαντικού μήκους (34Km) ρηξιγενή ζώνη της Αταλάντης και τη ρηξιγενή ζώνη διεύθυνσης ΑΝΑ - ΔΝΔ που ακολουθεί τον διάυλο των Ωρεών (Εικ.Α.1.7)

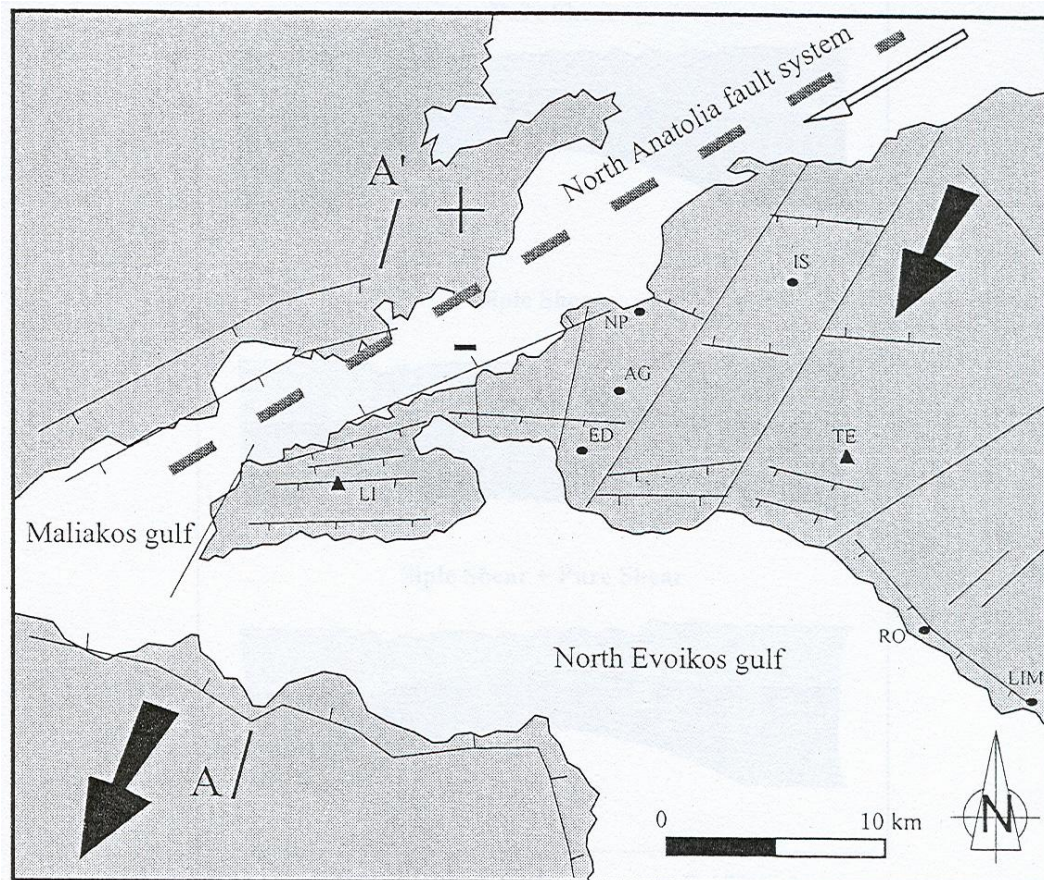
Μικροσεισμικές μελέτες που πραγματοποιήθηκαν, πιστοποιούν ότι η ασυνέχεια Moho βρίσκεται σε βάθος 19 Km, στο κέντρο του Βόρειου Ευβοϊκού Κόλπου, αν και ο φλοιός στο βόρειο κομμάτι της Εύβοιας πλησιάζει σε πάχος τα 32Km και πιο δυτικά προς της Κεντρική Ελλάδα τα 40Km [Makris & Veas (1977), Makris et al. (1996)]. Ο Vavassis (2001) αναφέρει πλήθος γραμμικών τεκτονικών δομών με διεύθυνση κυρίως από ΒΒΑ-ΝΝΔ και ΒΔ-ΝΑ ως Α-Δ. Από τα νεότερα και κυρίως τα κανονικά ρήγματα παρατηρούμε ότι οι δομές ΒΒΑ-ΝΝΔ δείχνουν να φιλοξενούν σημαντικές μεταγενέστερες μετατοπίσεις (Εικ. Α.1.7). Ένα εφελκυστικό τεκτονικό σύστημα κυριαρχεί στην λεκάνη των Βόρειων Σποράδων και είναι άμεσα συνδεδεμένο με την ρηξιγενή ζώνη του Σπερχειού και προκαλεί το άνοιγμα μιας pull-apart λεκάνης (Βόρειος Ευβοϊκός Κόλπος) κατά τους Makris et al. (1996). Από τα στοιχεία νεότερης έρευνας, έχει καταστεί δυνατό να δοθεί μια πιο σαφή τομή διεύθυνσης ΒΒΑ-ΝΝΔ, η οποία δείχνει το πάχος του φλοιού και το βάθος που βρίσκεται ο μανδύας κάτω από την περιοχή της Βόρειας Εύβοιας (Εικ. Α.1.8).

Οι Laigle et al. (2000), πρότειναν ένα εφελκυστικό μοντέλο για την βόρεια Εύβοια λόγω της αλληλεπίδρασης των τοπικών νεοτεκτονικών δομών με την Ν-Δ επιμήκυνση του δεξιόστροφου οριζόντιας ολίσθησης ρήγματος της Β. Ανατολίας, μοντέλο στο οποίο συμφωνεί και ο Vavassis (2001).

Βάση των παραπάνω στοιχείων και του γεγονότος ότι ο φλοιός φτάνει στα 19Km μόνο στον Βόρειο Ευβοϊκό Κόλπο (Εικ. Α.1.8), αποδεικνύεται ότι μια εφελκυστική ρηξιγενής ζώνη χωρίζει την Ηπειρωτική Ελλάδα στα Δυτικά και την Εύβοια στα Ανατολικά. Η επέκταση της οφείλεται στην μικρότερη ταχύτητα μετακίνησης της Εύβοιας, ως προς αυτή της ηπειρωτικής Ελλάδας.

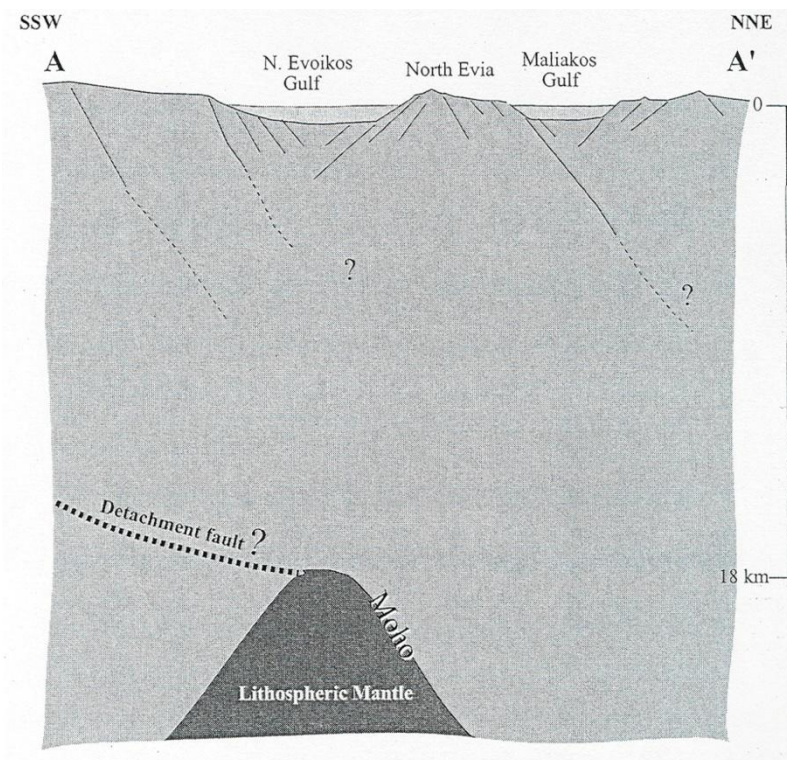
Η σχετικά πρόσφατη ηφαιστειότητα στις Λιχάδες και η σημαντική υδροθερμική δραστηριότητα στη Βόρεια Εύβοια μπορούν να συσχετιστούν με τον θραυσμένο και λεπτό φλοιό.

Οι Karastathis et al. (2010), χρησιμοποιώντας μικροσεισμικά δεδομένα από 37 φορητούς σειсмоγράφους που εγκατέστησαν στην ευρύτερη περιοχή του Βόρειου Ευβοϊκού και από αερομαγνητικά δεδομένα τα οποία επεξεργάστηκαν και υποβλήθηκαν σε Curie depth point analysis κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να υπάρχει ένας κρυσταλλοποιημένος μαγματικός θάλαμος σε βάθος άνω των 8 Km, στην περιοχή των Λιχάδων και της Βρωμολίμνης.



AG = AGHIOS; ED = EDIPSOS; IS = ISTIEA; LI = LICHAS; LIM = LIMNI;
 NP = NEOS PYRGOS; RO = ROVIES; TE = TELETHRIO;

Εικ. Α.1.7. Τα κυριότερα ρήγματα της Βόρειας Εύβοιας. Τα μαύρα βέλη δείχνουν την φορά κίνησης των περιοχών, ενώ η διακεκομμένη γραμμή, δείχνει την πιθανή συνέχεια του ρήγματος της Ανατολίας ή κάποιου παρακλαδιού του στον Μαλιακό Κόλπο (Vavassis, 2001).



Εικ.Α.1.8. Η τομή Α-Α' της Εικόνας Α.1.7 (με ίση κλίμακα και ως προς τον οριζόντιο και ως προς τον κατακόρυφο άξονα), που παρουσιάζει μια εικόνα της λιθόσφαιρας στην περιοχή της Βόρειας Εύβοιας. Σύμφωνα με τα σεισμικά δεδομένα Makris et al. (1996), η λιθόσφαιρα λεπταίνει και φτάνει τα 18Κm. (Vavassis, 2001).

Για την συγγραφή του Κεφαλαίου Α.1.4, εκτός από τις αναφορές του κειμένου, χρησιμοποιήθηκαν και οι: Κράνης (1999), Vavassis (2001)

ΜΕΡΟΣ Β

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ, ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ, ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β.1.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

B.1.1. ΣΤΟΧΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η παρούσα μελέτη περιλαμβάνει περιοχές από δύο Νομούς της Ελλάδος, του Νομού Φθιώτιδας και του Νομού Ευβοίας. Πιο αναλυτικά, στο Νομό Φθιώτιδας μελετήθηκαν οι περιοχές της Αταλάντης, της Κυρτώνης, της Αρκίτσας, των Καμένων Βούρλων, του Μόλου, των Θερμοπυλών, της Δαμάστας, της Οίτης. Στο Νομό Ευβοίας (Βορειοδυτικό τμήμα) μελετήθηκαν οι περιοχές των Ήλιων, των Λουτρών Αιδηψού, της Αιδηψού, του Σχίνου, των Γιάλτρων, του Αγίου Γεωργίου, των Λιχάδων, του Κάβου, του Πολυλόφου, της Βαρβάρας, του Άγιου, του Αγιόκαμπου, της Νησιώτισσας και του Νέου Πύργου.

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης συλλέχθηκαν και μελετήθηκαν δείγματα εδάφους (δύο οριζόντων), υπόγειων νερών (ψυχρών και θερμών), φυτών (μονοετών και πολυετών) και τέλος, δείγματα από αποθέσεις θερμών πηγών.

Οι κύριοι στόχοι της παρούσας μελέτης είναι δύο:

1. Η μελέτη της γεωχημικής κατανομής των στοιχείων στο σύστημα έδαφος-υπόγειο νερό-βλάστηση σε συνάρτηση με τους παράγοντες που την επηρεάζουν (υδροθερμικό σύστημα, φυσική/χημική αποσάθρωση, ανθρωπογενείς δραστηριότητες).
2. Η μελέτη του υδροθερμικού συστήματος των θερμών πηγών και των αποθέσεων τους.

Πιο αναλυτικά, όσον αφορά τα εδάφη και τα υπόγεια ψυχρά νερά, σαν στόχοι της έρευνας ορίστηκαν:

A) εντοπισμός της πηγής προέλευσης των κύριων στοιχείων και ιχνοστοιχείων (φυσική-ανθρωπογενής),

B) προσδιορισμός των διεργασιών που ελέγχουν την κατανομή των στοιχείων,

Γ) η αλληλεξάρτηση του εδάφους με τα υπόγεια νερά.

Όσον αφορά τα φυτά συλλέχθηκαν και μελετήθηκαν: i) τα επικρατέστερα είδη της τοπικής χλωρίδας σε κάθε περιοχή, (δίνοντας βάρος στα μονοετή φυτά), ii) βρώσιμα φυτά που καλλιεργούνται στην περιοχή και τέλος, iii) δείγματα από το πολυετές βρώσιμο φυτό *Olea europaea* L. (κοιν. ελιά), το οποίο είναι ένα από τα ελάχιστα είδη που εμφανίζεται σε όλη την περιοχή μελέτης. Το συγκεκριμένο είδος φυτού, χάρις σε αυτό το γεγονός μας δίνει τη δυνατότητα σύγκρισης ενός είδους φυτού που φύεται σε περιοχές με διαφορετικά χαρακτηριστικά, iv) φυτά που παρουσιάζουν την ιδιότητα να συσσωρεύουν μέταλλα. Εξέταση του βαθμού επίδρασης της χημικής σύστασης εδάφους και νερού στη συγκέντρωση χημικών στοιχείων στον φυτικό ιστό.

Τέλος, όπως προαναφέρθηκε, στην περιοχή μελέτης υπάρχουν εκδηλώσεις θερμών πηγών, οι οποίες εξετάστηκαν. Πιο συγκεκριμένα, συλλέχθηκαν δείγματα από όλα τα γνωστά σημεία εκδήλωσης θερμών πηγών στην περιοχή μελέτης (Λ. Γιάλτρων, Λ.

Αιδηψού, Ήλια, Καμένα Βούρλα, Λ. Θερμοπυλών), αλλά και αποθέσεων τους με σκοπό:

Α) τον προσδιορισμό της χημικής σύστασης των νερών αναλύοντας εκτός από τα ανιόντα και μια μεγάλη σειρά κατιόντων, κύριων στοιχείων και ιχνοστοιχείων, με πολύ χαμηλά όρια ανίχνευσης,

Β) την εξέταση του αν και κατά πόσο τα υπόγεια θερμά νερά κάθε περιοχής έχουν επηρεάσει τα αντίστοιχα υπόγεια ψυχρά νερά,

Γ) τη σύγκριση των θερμών πηγών που εντοπίζονται εκατέρωθεν του Ευβοϊκού Κόλπου και διαπίστωση πιθανής χημικής συγγένειας των ρευστών,

Δ) την εξέταση της δυναμικής σχηματισμού ορυκτών φάσεων (μεταλλικών και μη-μεταλλικών).

B.1.2. ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Συνολικά συλλέχθηκαν και μελετήθηκαν 365 δείγματα εδάφους, 36 δείγματα διαφόρων φυτών (κυρίως μονοετών) συν 22 δείγματα από δέντρα ελιάς (*Olea europaea* L., φύλλα και καρποί), 117 δείγματα υπόγειου νερού, 28 εξ αυτών είναι δείγματα υπόγειων θερμών νερών και τα υπόλοιπα 89 είναι δείγματα υπόγειων ψυχρών νερών. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι στα πλαίσια της παρούσας μελέτης συλλέχθηκαν 27 νέα δείγματα υπόγειων νερών (8 εξ' αυτών είναι δείγματα υπόγειων θερμών νερών και τα υπόλοιπα 19 είναι δείγματα υπόγειων ψυχρών νερών), ενώ τα υπόλοιπα προέρχονται από την Μεταπτυχιακή Διπλωματική εργασία Κανελλόπουλος (2006), κατά την οποία συλλέχθηκαν και μελετήθηκαν από τις ίδιες περιοχές συνολικά 90 δείγματα νερού, 20 εξ αυτών είναι δείγματα υπόγειων θερμών νερών και τα υπόλοιπα 70 είναι δείγματα υπόγειων ψυχρών νερών. Τέλος, συλλέχθηκε ένας μεγάλος αριθμός δειγμάτων από πετρώματα-αποθέσεις διαφόρων θερμών πηγών.

Η περίοδος δειγματοληψίας διήρκεσε, κατά κύριο λόγο, από τον Μάιο του 2007 έως τον Μάιο του 2008.

Αναλυτικότερα, από την περιοχή της Αταλάντης και Κυρτώνης ελήφθησαν 113 δείγματα εδάφους (Εικ. Γ.1.60, 61, Πιν. Γ.1.36, 38), 10 δείγματα διαφόρων φυτών (2 εξ' αυτών είναι δείγματα από δέντρα ελιάς) και 15 δείγματα νερού (Εικ. Γ.1.51, Πιν. Γ.1.25).

Από την ευρύτερη περιοχή της Αρκίτσας, ελήφθησαν 23 δείγματα εδάφους (Εικ. Γ.1.2, 2, Πιν. Γ.2.1), 2 δείγματα διαφόρων φυτών (όπου και τα 2 είναι δείγματα από δέντρα ελιάς) (Εικ. Γ.2.43, 44, Πιν. Γ.1.30, 32) και 4 δείγματα νερού (Εικ. Γ.2.29, Πιν. Γ.2.17).

Από την ευρύτερη περιοχή των Καμένων Βούρλων, ελήφθησαν 43 δείγματα εδάφους (Εικ. Γ.2.1, 2, Πιν. Γ.2.1), 4 δείγματα διαφόρων φυτών (2 εξ' αυτών είναι δείγματα από δέντρα ελιάς) (Εικ. Γ.2.43, 44, Πιν. Γ.1.30, 32) και 17 δείγματα νερού (6 εξ' αυτών είναι δείγματα θερμών νερών και τα υπόλοιπα 11 είναι δείγματα ψυχρών νερών) (Εικ. Γ.2.29, Δ.1.1, Πιν. Γ.2.17, Δ.1.1).

Από την ευρύτερη περιοχή των Θερμοπυλών, Δαμάστας, Οίτης ελήφθησαν 40 δείγματα εδάφους (Εικ. Γ.1.2, 2, Πιν. Γ.2.1), 10 δείγματα διαφόρων φυτών (2 εξ' αυτών είναι δείγματα από δέντρα ελιάς) (Εικ. Γ.2.43, 44, Πιν. Γ.1.30, 32), 16 δείγματα νερού (2 εξ' αυτών είναι δείγματα θερμών νερών και τα υπόλοιπα 14 είναι δείγματα ψυχρών νερών) (Εικ. Γ.2.29, Δ.1.1, Πιν. Γ.1.17, Δ.1.1) και δείγματα από αποθέσεις θερμών πηγών (Πιν. Δ.2.1).

Από την περιοχή της Βόρειας Εύβοιας ελήφθησαν 119 δείγματα εδάφους, 33 δείγματα διαφόρων φυτών (10 εξ' αυτών είναι δείγματα από δέντρα ελιάς) (Εικ. Γ.3.38, 39, Πιν. Γ.3.37, 39), 65 δείγματα νερού (20 εξ' αυτών είναι δείγματα θερμών νερών και τα υπόλοιπα 45 είναι δείγματα ψυχρών νερών) (Εικ. Γ.3.30, Δ.1.1, Πιν. Γ.3.24, Δ.1.1) και δείγματα από αποθέσεις θερμών πηγών (Πιν. Δ.2.1).

Λόγω του ότι η περιοχή που εξετάστηκε στη παρούσα μελέτη καταλαμβάνει μεγάλη έκταση, εντός της οποίας εμφανίζονται πληθώρα γεωλογικών σχηματισμών, αλλά λόγω και του γεγονότος ότι τα υπό εξέταση δείγματα είναι ποικίλα (εδάφη, φυτά, ψύχρα και θερμά υπόγεια νερά και πετρώματα), κρίθηκε σκόπιμο να χωριστεί η περιοχή μελέτης σε 3 υπο-περιοχές, βάση των οποίων έγινε η επεξεργασία και ο σχολιασμός των αποτελεσμάτων.

Οι τρεις υπο-περιοχές, είναι:

- Ευρύτερη περιοχή της Αταλάντης και της Κυρτώνης,
- Ευρύτερη περιοχή της Αν. Στερεάς Ελλάδος, που εξετάζονται οι περιοχές της Αρκίτσας, των Καμένων Βούρλων, των Θερμοπυλών, της Δαμάστας, της Οίτης κ.α.
- Ευρύτερη περιοχή Βόρειας Εύβοιας.

Τέλος, ξεχωριστά παρουσιάζεται η επεξεργασία και ο σχολιασμός όλων των αναλύσεων που σχετίζονται με το υδροθερμικό σύστημα της ευρύτερης περιοχής μελέτης, δηλαδή τα υπόγεια θερμά νερά και οι αποθέσεις τους.

Για πρακτικούς λόγους οι χάρτες με τις θέσεις δειγματοληψίας και οι πίνακες με τα στοιχεία για κάθε θέση δειγματοληψίας παρουσιάζονται στα αντίστοιχα κεφάλαια κάθε περιοχής.

B.1.3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Γενικές παρατηρήσεις

Κατά την δειγματοληψία οποιουδήποτε είδους δείγματος, καταγραφόταν το σημείο της θέσης δειγματοληψίας (γεωγραφικές συντεταγμένες) με την χρήση G.P.S. Garmin e-trex. Παράλληλα, σε ειδική φόρμα καταγραφόταν η ημερομηνία, η ώρα δειγματοληψίας, οι καιρικές συνθήκες και διάφορες πληροφορίες σχετικά με την γεωλογία της περιοχής και τις χρήσεις γης στο συγκεκριμένο σημείο.

Εδάφη

Κατά την δειγματοληψία εδαφών, το δείγμα λαμβανόταν με την χρήση φορητού γεωτρύπανου (hand auger) Eijkelkamp, τύπου Edelman. Σε κάθε σημείο δειγματοληψίας λαμβανόταν σύνθετο δείγμα με ανάμειξη 3 υποδειγμάτων, των οποίων οι θέσεις στο χώρο σχηματίζουν ισόπλευρο τρίγωνο, με μήκος κάθε πλευράς 1m (Εικ. Β.1.1). Πάντα πριν από την λήψη του δείγματος, το σημείο δειγματοληψίας καθορίζονται από φυτά και νεκρά φύλλα. Σε μερικές περιοχές, η δειγματοληψία γινόταν σε συγκεκριμένα προεπιλεγμένα σημεία (π.χ. περιοχή της Ατάλαντης, όπου η δειγματοληψία έγινε βάσει κανάβου, όπου τα δείγματα ισαπέχουν 1Km). Διαφορετικά, οι θέσεις δειγματοληψίας επιλέχθηκαν τυχαία, με την προϋπόθεση να απέχουν αρκετά η μια από την άλλη και να καλύπτουν τελικά όλη την περιοχή ενδιαφέροντος. Σε όλες τις θέσεις επιχειρήθηκε να ληφθούν δείγματα εδάφους από δυο ορίζοντες, α) 0-25cm (δείγμα επιφανείας), β) 25-50cm (δείγμα βάθους). Όμως, αυτό δεν κατέσται δυνατό πάντα, λόγω διαφόρων αντικειμενικών και πρακτικών δυσκολιών, καθώς ο εδαφικός ορίζοντας, κάποιες φορές είτε ήταν ιδιαίτερα σκληρός, είτε ήταν ρηχός, είτε περιείχε πολλές πέτρες (Εικ. Β.1.2) κ.τ.λ. Τα δείγματα αμέσως μετά την δειγματοληψία αποθηκεύονταν σε πλαστικές σακούλες, οι οποίες έφεραν τον κωδικό του δείγματος που περιείχαν.

Στην περίπτωση των εδαφών λήφθησαν διπλά δείγματα κατά την διάρκεια της δειγματοληψίας. Τα διπλά δείγματα εδάφους χρησιμοποιήθηκαν σε συνδυασμό με διπλές αναλύσεις για την εκτίμηση της επαληψιμότητας των μετρήσεων και την εκτίμηση της ετερογένειας του εδάφους ως προς τα περιεχόμενα στοιχεία. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε βασίζεται στη συλλογή αριθμού διπλών δειγμάτων (ελάχιστος αριθμός 8) σε τυχαία επιλεγμένες θέσεις δειγματοληψίας και ακολούθως διπλές χημικές αναλύσεις για κάθε διπλό δείγμα και εξισορροπημένη ανάλυση της μεταβλητότητας των τιμών (balanced ANOVA) (Ramsey & Argyraki, 1997). Ο πλέον κρίσιμος παράγοντας είναι ο τρόπος επιλογής των διπλών δειγμάτων στην ύπαιθρο και συγκεκριμένα η επιλογή της απόστασης μεταξύ των διπλών δειγμάτων. Η απόσταση αυτή αντιπροσωπεύει το πιθανό σφάλμα στην εκτίμηση της ακριβούς θέσης δειγματοληψίας. Στην παρούσα δειγματοληψία η αναφερόμενη ακρίβεια στον προσδιορισμό της θέσης από την συσκευή του GPS που χρησιμοποιήθηκε είναι κατά κανόνα μικρότερη των 10m. Για το λόγο αυτό σε 8 από τις αρχικές θέσεις δειγματοληψίας ελήφθησαν διπλά δείγματα σε απόσταση μικρότερη των 10m προς τυχαία κατεύθυνση.

Πάντα καταβαλλόταν κάθε δυνατή προσπάθεια, έτσι ώστε το δείγμα να είναι όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικό, για αυτό τον λόγο παραδείγματος χάριν, κανένα δείγμα δεν λήφθηκε κοντά σε κάποιο οδικό άξονα. Ταυτόχρονα, αποφεύχθηκε η λήψη δειγμάτων κοντά σε σημεία στα οποία μπορεί να υπήρχε κάποια μικρής έκτασης τυχαία σημειακή μόλυνση λόγω κάποιας ανθρώπινης δραστηριότητας, σημεία καύσης κλαδιών και λοιπών υλικών και θέσεις κυνηγών (Εικ. Β.1.3) κ.α.

Νερά

Τα σημεία δειγματοληψίας είναι γεωτρήσεις, πηγάδια και πηγές. Στις περιπτώσεις δειγματοληψίας από γεώτρηση, η γεώτρηση ετίθετο σε λειτουργία για ικανό χρονικό διάστημα, ώστε να ξεπλυθούν οι σωλήνες και μετά γινόταν η συλλογή του δείγματος. Στην περίπτωση δειγματοληψίας από πηγάδια, που δεν υπήρχε αντλία, χρησιμοποιήθηκε ειδικός δειγματολήπτης, ώστε η λήψη του δείγματος να γίνεται από το μέσο του πληρωμένου τμήματος του πηγαδιού. Κατά την διάρκεια της δειγματοληψίας πάρθηκαν όλες οι απαραίτητες προφυλάξεις, ώστε το ενδεχόμενο ρύπανσης από τυχαίους παράγοντες όσο το δυνατόν μικρότερο.

Για την συλλογή των δειγμάτων νερού χρησιμοποιήθηκαν φιάλες πολυαιθυλενίου των 1000ml. Οι φιάλες ξεπλένονταν πολύ καλά με το ίδιο νερό που ήταν προς ανάλυση, πριν την δειγματοληψία. Όταν το δείγμα είχε συλλεχθεί, η φιάλη σφραγιζόταν καλά και φυλάσσονταν σε ψυγείο σε θερμοκρασία $\sim 4^{\circ}\text{C}$, όπου και παρέμενε για όσο χρονικό διάστημα μεσολαβούσε έως ότου αναλυθεί πλήρως.

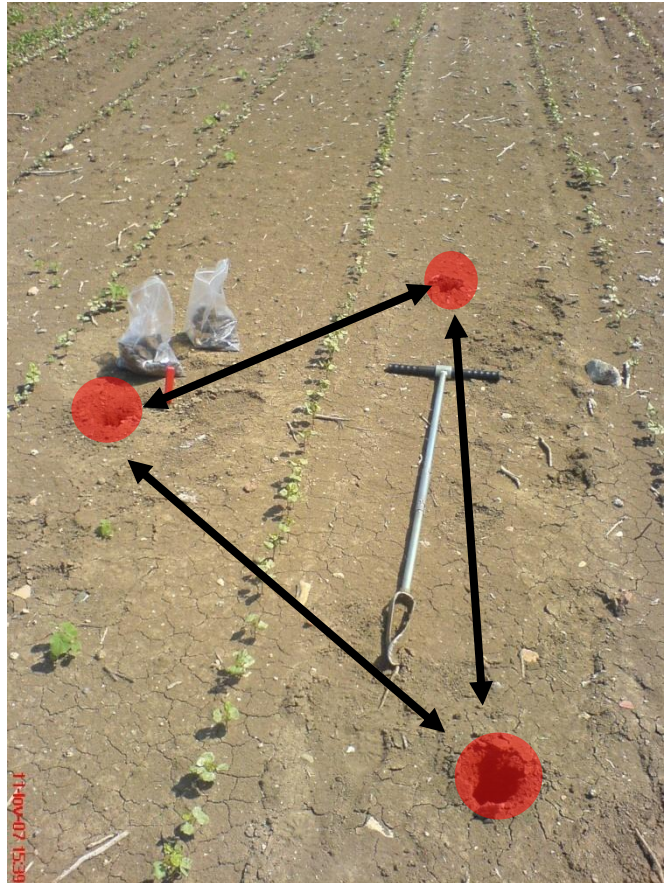
Φυτά

Κατά την δειγματοληψία φυτών, επιλεγόταν κάποιο συγκεκριμένο είδος φυτού και συλλεγόntonταν τα αντιπροσωπευτικότερα δείγματα του πληθυσμού του. Κατά την συλλογή του δείγματος, πάντα καταβαλλόταν προσπάθεια να συλλεχθεί ολόκληρο το δείγμα (δηλαδή και το μέρος του φυτού που ήταν πάνω από την επιφάνεια του εδάφους αέριο, αλλά και το ριζικό σύστημα). Τα δείγματα αποθηκεύονταν αμέσως σε πλαστικές σακούλες, οι οποίες παρέμεναν ανοιχτές και όποτε ήταν εφικτό αποθηκεύονταν σε ψυγείο, μέχρι να μεταφερθούν στο εργαστήριο.

Παράλληλα, από κάθε δείγμα επιλεγόντουσαν 2 με 3 αντιπροσωπευτικά και σε πλήρη ανάπτυξη φυτά (π.χ. να έχουν ανθοφορία, καρποφορία), σαν αντίδειγμα, τα οποία αποθηκευόντουσαν άμεσα ανάμεσα σε φύλλα εφημερίδας (που άλλαζαν κάθε μέρα, μέχρι το δείγμα να ξεραθεί πλήρως) υπό πίεση. Βάση αυτών των αντιδειγμάτων έγινε και η αναγνώριση-ταυτοποίηση του είδους του κάθε δείγματος, από την Επίκουρη Καθηγήτρια Λεμονιά Κουμπλή-Σοβανζή, του Τμήματος Βιολογίας, του Τομέα Οικολογίας και Ταξινόμικης, του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Πετρώματα

Η συλλογή των πετρωμάτων, γινόταν με την χρήση γεωλογικού σφυριού ή βαριάς και καλεμιού και στόχος ήταν τα δείγματα που συλλέγονταν να είναι υγιή. Κάθε δείγμα μαρκαριζόταν με τον κωδικό του και αποθηκευόταν σε πλαστική ή πάνινη σακούλα, η οποία έφερε τον κωδικό του δείγματος που περιέχει.



Εικ. Β.1.1. Διάταξη της θέσης των τριών υποδειγμάτων, κατά την λήψη δείγματος εδάφους.



Εικ. Β.1.2. Εδαφικός ορίζοντας που λόγω του μεγάλου πλήθους κροκάλων που περιέχει, κατέστη αδύνατη η λήψη εδαφικού δείγματος βάθους.



Εικ. Β.1.3. Θέση στην οποία αναμένετε μικρής έκτασης σημειακή μόλυνση, καθώς αποτελεί θέση κυνηγών και είναι διάσπαρτη από σκάγια κυνηγητικών όπλων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β.2. ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Β.2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης λόγω των διαφορετικών υλικών που αναλύθηκαν (νερά, εδάφη, φυτά, πετρώματα), αλλά και του είδους των αναλύσεων που έπρεπε να πραγματοποιηθούν, χρησιμοποιήθηκε μια ποικιλία μεθόδων ανάλυσης.

Η προετοιμασία των δειγμάτων, η εκτέλεση των πειραματικών διαδικασιών και οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν από τον συγγραφέα, χρησιμοποιώντας τα εργαστήρια και τον εξοπλισμό τριών Ιδρυμάτων, τα οποία είχε την τύχη να επισκεφτεί και να διεξάγει την παρούσα έρευνα.

Κατά την χρονική περίοδο Καλοκαίρι-Φθινόπωρο του 2008, στα Εργαστήρια του Τμήματος Βιολογίας και Περιβάλλοντος, του University of Sussex, της Αγγλίας, πραγματοποιήθηκαν, όσον αφορά τα δείγματα εδάφους, η διαλυτοποίησή τους και η ανάλυσή τους χρησιμοποιώντας φασματομετρία μάζας επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος (ICP-MS). Σε ότι αφορά τα δείγματα φυτών, εκτελέστηκε μέρος της προετοιμασίας των δειγμάτων (καύση των πολυετών φυτών), η διαλυτοποίησή τους και η ανάλυσή τους χρησιμοποιώντας φασματομετρία μάζας επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος (ICP-MS).

Κατά την χρονική περίοδο Καλοκαίρι-Χειμώνας του 2008, στα Εργαστήρια του Natural History Museum στο Λονδίνο πραγματοποιήθηκαν όσον αφορά τα δείγματα ψυχρών και θερμών νερών, η ανάλυσή τους χρησιμοποιώντας φασματομετρία μάζας επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος (ICP-MS) και με ατομική φασματομετρία εκπομπής επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος (ICP-AES). Όσον αφορά τα δείγματα εδάφους και φυτών, πραγματοποιήθηκε η ανάλυσή τους με ατομική φασματομετρία εκπομπής επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος (ICP-AES). Τέλος, όσον αφορά τη μελέτη των αποθέσεων θερμών πηγών, πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις χρησιμοποιώντας φασματομετρία μάζας επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος (ICP-MS) και ατομική φασματομετρία εκπομπής επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος (ICP-AES), αλλά και μέρος της μελέτης τους που αφορούσε την ορυκτολογική τους σύσταση, με την χρήση ακτινοσκοπικής μεθόδου (XRD) και με χρήση ηλεκτρονικών μικροσκοπίων σάρωσης (SEMs).

Τέλος, μεγάλο μέρος των εργασιών πραγματοποιήθηκε στα Εργαστήρια του Τομέα Οικονομικής Γεωλογίας και Γεωχημείας, του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, του Πανεπιστημίου Αθηνών. Όσον αφορά τα δείγματα νερού πραγματοποιήθηκε η προετοιμασία όλων των δειγμάτων, αλλά και μέρος των αναλύσεων, όπως οι αναλύσεις φασματοφωτομετρίας, τιτροδότησης, φλογοφωτομετρίας, φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης (AAS) με εξαχνωτή θερμαινόμενου γραφίτη και με φλόγα. Όσον αφορά τα δείγματα εδάφους πραγματοποιήθηκε μέρος της προετοιμασίας τους (ξήρανση, κοσκίνισμα, αποσβόλωση, κονιοποίηση, ομογενοποίηση), προσδιορισμός της τιμής του pH, Eh και η μελέτη της ορυκτολογικής τους σύστασης χρησιμοποιώντας ακτινοσκοπική μέθοδο (XRD) και ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (SEM) σε συνδυασμό με μικροανάλυσεις (EDS). Στα φυτικά δείγματα πραγματοποιήθηκε μέρος της προετοιμασίας

των δειγμάτων (πλύσιμο, ξήρανση). Όσον αφορά τη μελέτη των αποθέσεων θερμών πηγών στο συγκεκριμένο εργαστήριο, πραγματοποιήθηκε η προετοιμασία των δειγμάτων (ξήρανση, κονιοποίηση, ομογενοποίηση), η διαλυτοποίησή τους και η μελέτη της ορυκτολογικής τους σύστασης χρησιμοποιώντας οπτική μικροσκοπία, ακτινοσκοπία (XRD), αλλά και ηλεκτρονικό μικροσκοπία σάρωσης (SEM) σε συνδυασμό με μικροαναλύσεις (EDS).

B.2.2. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Σε όλες τις τεχνικές ανάλυσης που εφαρμόστηκαν, πραγματοποιήθηκαν σε προκαταρκτικό στάδιο δοκιμαστικές μετρήσεις, βάσει των οποίων διαπιστώθηκε η καταλληλότητα των συγκεκριμένων τεχνικών ανάλυσης και να επιτευχθεί και η βέλτιστη παραμετροποίηση των μεθόδων. Χαρακτηριστικά αναφέρεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τις αναλύσεις εδαφών με φασματομετρία ατομικών μαζών σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-MS), στο εργαστήριο του Τμήματος Βιολογίας και Περιβάλλοντος του University of Sussex, της Αγγλίας.

Σε πρώτη φάση πραγματοποιήθηκαν γρήγορες ημι-ποσοτικές αναλύσεις (semi-quantitative report) σε μια ομάδα λίγων δειγμάτων (15), σε επιλεγμένα στοιχεία (σημαντικά για την παρούσα έρευνα), σαν μέτρο προκαταρκτικού ελέγχου της συγκεκριμένης τεχνικής. Ταυτόχρονα, με αυτό τον τρόπο πραγματοποιήθηκε και μια πρώτη εκτίμηση της αραίωσης στην οποία έπρεπε να είναι τα δείγματα, κατά την μέτρηση τους.

Σε δεύτερη φάση, δημιουργήθηκε μια ομάδα 50 διαλυμάτων, τα οποία περιλάμβαναν δείγματα εδάφους, blanks και CRMs (που είχαν διαλυτοποιηθεί με την ίδια μέθοδο), calibration blanks, CCV(calibration check standard). Στη συγκεκριμένη ομάδα διαλυμάτων εκτελέστηκε ανάλυση δύο φορές. Την πρώτη φορά οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν απευθείας στο διάλυμα, ενώ την δεύτερη φορά η ανάλυση πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας internal standards (Sc, Li, Ge, In, Bi 1μg/L), βάσει των οποίων γινόταν αυτόματη διόρθωση των αποτελεσμάτων. Σκοπός ήταν να διαπιστωθεί ποιά μέθοδος ήταν πιο αξιόπιστη (με ή χωρίς internal standards) και στην περίπτωση της μεθόδου κατά την οποία χρησιμοποιούνται internal standards, να διαπιστωθεί αν αυτά προκαλούν παρεμβολές σε κάποιο από τα στοιχεία που αναλύθηκαν.

Μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων, πραγματοποιήθηκε έλεγχος για πιθανά φαινόμενα drifting και κυρίως συγκριτικός έλεγχος των αποτελεσμάτων βάσει των CRMs. Μετά τον υπολογισμό του absolute και relative bias πραγματοποιήθηκε εκτίμηση για το αν οι αποκλίσεις ήταν στατιστικά σημαντικές σε κάθε στοιχείο που αναλύθηκε.

Εφόσον πραγματοποιήθηκαν όλοι οι παραπάνω έλεγχοι, διαπιστώθηκε η καταλληλότητα και ο βαθμός αξιοπιστίας της συγκεκριμένης αναλυτικής μεθόδου, όπου και χρησιμοποιήθηκε.

Πιο αναλυτικά, στα πλαίσια της παρούσας διδακτορικής διατριβής πραγματοποιήθηκαν:

1. Αναλύσεις φασματομετρίας ατομικών μαζών σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-MS)

- Αναλύσεις φασματομετρίας ατομικών μαζών σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-MS) πραγματοποιήθηκαν στο University of Sussex της Αγγλίας. Χρησιμοποιήθηκε φασματοσκόπιο πλάσματος Agilent 7500ce. Με τον συγκεκριμένο εξοπλισμό αναλύθηκαν όλα τα δείγματα εδαφών και φυτών που παρουσιάζονται στα πλαίσια της παρούσας μελέτης. Στον πίνακα B.2.1 που ακολουθεί αναφέρονται τα 26 στοιχεία που μετρήθηκαν και τα αντίστοιχα κατώτατα όρια ανίχνευσης του οργάνου (LDL), οι αναλυτές που προσδιορίστηκαν είναι: ⁹Be, ²³Na, ²⁴Mg, ²⁷Al, ³¹P, ³⁴S, ³⁹K, ⁴⁴Ca, ⁴⁷Ti, ⁵¹V, ⁵³Cr, ⁵⁵Mn, ⁵⁷Fe, ⁵⁹Co, ⁶⁰Ni, ⁶³Cu, ⁶⁶Zn, ⁷⁵As, ⁸²Se, ⁹⁵Mo, ¹⁰⁷Ag, ¹¹¹Cd, ¹²¹Sb, ¹³⁷Ba, ²⁰⁵Tl, ²⁰⁸Pb, ²³⁸U. Στην συγκεκριμένη τεχνική επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθούν internal standards (1μg/L Sc, Li, Ge, In, Bi) και έπειτα ακολούθησε διόρθωση των αποτελεσμάτων βάσει αυτών.

Πίνακας B.2.1. Πίνακας στοιχείων που αναλύθηκαν με ICP-MS στο University of Sussex της Αγγλίας και τα αντίστοιχα όρια ανιχνευσιμότητας του οργάνου.

Στοιχ.	LDL (μg/L)	Στοιχ.	LDL (μg/L)
Ag	0,017	Mo	0,12
Al	3,48	Na	6,63
As	0,38	Ni	0,154
Ba	0,42	P	12,82
Ca	31,59	Pb	0,063
Cd	0,083	S	729,63
Co	0,027	Sb	0,3
Cr	0,987	Se	1,82
Cu	0,37	Ti	0,891
Fe	5,4	Tl	0,0026
K	8,32	U	0,048
Mg	1,57	V	0,194
Mn	0,126	Zn	1,7

Πίνακας B.2.2. Πίνακας στοιχείων σχετικά με την λειτουργία του ICP- MS, που χρησιμοποιήθηκε στο University of Sussex της Αγγλίας.

RF Power:	1500W
Argon Carrier Gas:	0.8 L/min
Argon Makeup Gas:	0.21 L/min
Spray Chamber Temp:	2 degrees C
Collision/reaction cell:	Helium flow of 5.0 mls/min

- Αναλύσεις φασματομετρίας ατομικών μαζών σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-MS) πραγματοποιήθηκαν και στο Natural History Museum του Λονδίνου. Χρησιμοποιήθηκε φασματοσκόπιο πλάσματος Varian ICP-MS. Με τον συγκεκριμένο εξοπλισμό αναλύθηκαν όλα τα δείγματα νερών που εξετάστηκαν στα πλαίσια της παρούσας μελέτης και όλες οι αποθέσεις θερμών πηγών. Στον πίνακα Β.2.3 που ακολουθεί αναφέρονται τα 36 στοιχεία που μετρήθηκαν και τα αντίστοιχα κατώτατα όρια ανίχνευσης του οργάνου (LDL), οι αναλυτές που προσδιορίστηκαν είναι: ⁷Li, ⁹Be, ⁴⁵Sc, ⁵¹V, ⁵²Cr, ⁵³Cr, ⁵⁹Co, ⁶⁰Ni, ⁶³Cu, ⁶⁵Cu, ⁶⁶Zn, ⁶⁸Zn, ⁶⁹Ga, ⁷¹Ga, ⁷²Ge, ⁷⁴Ge, ⁷⁵As, ⁸⁵Rb, ⁸⁹Y, ⁹⁰Zr, ⁹¹Zr, ⁹³Nb, ⁹⁵Mo, ⁹⁷Mo, ¹¹¹Cd, ¹¹⁴Cd, ¹¹⁷Sn, ¹¹⁸Sn, ¹¹⁹Sn, ¹²¹Sb, ¹³³Cs, ¹³⁵Ba, ¹³⁷Ba, ¹³⁸Ba, ¹³⁹La, ¹⁴⁰Ce, ¹⁴¹Pr, ¹⁴³Nd, ¹⁴⁵Nd, ¹⁴⁶Nd, ¹⁴⁷Sm, ¹⁴⁹Sm, ¹⁵¹Eu, ¹⁵³Eu, ¹⁵⁵Gd, ¹⁵⁷Gd, ¹⁵⁹Tb, ¹⁶¹Dy, ¹⁶³Dy, ¹⁶⁵Ho, ¹⁶⁶Er, ¹⁶⁷Er, ¹⁶⁹Tm, ¹⁷¹Yb, ¹⁷²Yb, ¹⁷³Yb, ¹⁷⁵Lu, ¹⁷⁷Hf, ¹⁸¹Ta, ¹⁸²W, ¹⁸³W, ²⁰³Tl, ²⁰⁵Tl, ²⁰⁸Pb, ²⁰⁹Bi, ²³²Th, ²³⁸U. Στην συγκεκριμένη τεχνική επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθούν internal standards (1μg/L In, Rh) και ακολούθησε διόρθωση των αποτελεσμάτων βάσει αυτών.

Πίνακας Β.2.3. Πίνακας στοιχείων που αναλύθηκαν με ICP-MS στο Natural History Museum του Λονδίνου και τα αντίστοιχα όρια ανιχνευσιμότητας του οργάνου.

Στοιχ.	LDL (μg/L)	Στοιχ.	LDL (μg/L)	Στοιχ.	LDL (μg/L)
Be	0,11	Pb	0,4	Pr	0,004
Cd	0,05	Rb	0,07	Nd	0,016
Co	0,09	Sb	0,2	Sm	0,012
Cr	4	Sn	0,8	Eu	0,002
Cs	0,09	Ta	0,03	Gd	0,011
Cu	2	Tl	0,13	Tb	0,002
Ga	0,4	U	0,07	Dy	0,003
Ge	2	V	1,3	Ho	0,003
Li	0,5	Y	0,008	Er	0,006
Mo	5	Zn	16	Tm	0,003
Nb	0,3	La	0,58	Yb	0,015
Ni	1,0	Ce	0,24	Lu	0,001

Πίνακας Β.2.4. Πίνακας στοιχείων σχετικά με την λειτουργία του ICP- MS, που χρησιμοποιήθηκε στο Natural History Museum του Λονδίνου.

Aerosol generation	Nebulizer		
Source	Autosampler		
Spacing	Fine		
Scans/Replicate	30	Replicates/Sample	3
Replicate time	57.41 sec	Scan time	1914 msec

Πίνακας Β.2.5. Πίνακας παραμέτρων λειτουργίας του ICP- MS, που χρησιμοποιήθηκε στο Natural History Museum του Λονδίνου.

Instrument parameters		Instrument parameters	
Parameter	Value	Parameter	Value
Flow Parameters (L/min)		Ion Optics (volts)	
Plasma Flow	16.5	First Extraction Lens	-5
Auxiliary Flow	1.65	Second Extraction Lens	-170
Sheath Gas	0.39	Third Extraction Lens	-199
Nebulizer Flow	0.96	Corner Lens	-245
Torch Alignment (mm)		Mirror Lens Left	20
Sampling Depth	5.0	Mirror Lens Right	11
Other		Mirror Lens Bottom	22
RF Power (kW)	1.30	Entrance Lens	3
Pump Rate (rpm)	7	Fringe Bias	-2.7
Stabilization delay (s)	15	Entrance Plate	-33
		Pole bias	0.0

- Τέλος, αναλύσεις φασματομετρίας ατομικών μαζών σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-MS) πραγματοποιήθηκαν και στο Acme Analytical Laboratories Ltd του Καναδά. Χρησιμοποιήθηκε φασματοσκόπιο πλάσματος Perkin Elmer ELAN 9000. Με τον συγκεκριμένο εξοπλισμό αναλύθηκαν δείγματα νερών. Στον πίνακα Β.2.6 που ακολουθεί αναφέρονται τα 72 στοιχεία που μετρήθηκαν και τα αντίστοιχα κατώτατα όρια ανίχνευσης του οργάνου (LDL).

Πίνακας Β.2.6. Πίνακας στοιχείων που αναλύθηκαν με ICP-MS στα Εργαστήρια Acme του Καναδά και τα αντίστοιχα όρια ανιχνευσιμότητας του οργάνου (σε µg/L, εκτός και αν αναφέρεται άλλη μονάδα).

Στοιχ.	LDL	Στοιχ.	LDL	Στοιχ.	LDL	Στοιχ.	LDL
Ag	0,05	Er	0,01	Na	50	Si	1
Al	1	Eu	0,01	Nb	0,01	Sm	0,02
As	0,5	Fe	10	Nd	0,01	Sn	0,05
Au	0,05	Ga	0,05	Ni	0,2	Sr	0,01
B	5	Gd	0,01	Os	0,05	Ta	0,02
Ba	0,05	Ge	0,05	P	20	Tb	0,01
Be	0,05	Hf	0,02	Pb	0,1	Te	0,05
Bi	0,05	Hg	0,1	Pd	0,2	Th	0,05
Br	5	Ho	0,01	Pr	0,01	Ti	10
Ca	50	In	0,01	Pt	0,01	Tl	0,01
Cd	0,05	Ir	0,05	Rb	0,01	Tm	0,01
Ce	0,01	K	50	Re	0,01	U	0,02
Cl	1 mg/L	La	0,01	Rh	0,01	V	0,2
Co	0,02	Li	0,1	Ru	0,05	W	0,02
Cr	0,5	Lu	0,01	S	1 mg/L	Y	0,01
Cs	0,01	Mg	50	Sb	0,05	Yb	0,01
Cu	0,1	Mn	0,05	Sc	1	Zn	0,5
Dy	0,01	Mo	0,1	Se	0,5	Zr	0,02

2. Αναλύσεις φασματομετρίας ατομικής εκπομπής σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα ICP-AES

- Αναλύσεις φασματομετρίας ατομικής εκπομπής σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-AES) πραγματοποιήθηκαν στο Natural History Museum του Λονδίνου. Χρησιμοποιήθηκε φασματοσκόπιο Vista-PRO Simultaneous ICP-AES. Με τον συγκεκριμένο εξοπλισμό αναλύθηκαν όλα τα δείγματα εδαφών, φυτών, αποθέσεων θερμών πηγών και όλα τα δείγματα νερών που εξετάστηκαν στα πλαίσια της παρούσας μελέτης.

Στον πίνακα Β.2.7 που ακολουθεί αναφέρονται τα 33 στοιχεία που μετρήθηκαν και τα αντίστοιχα κατώτατα όρια ανίχνευσης του οργάνου (LDL) και στους πίνακες Β.2.8, 9 στοιχεία σχετικά με τις παραμέτρους λειτουργίας του.

Πίνακας Β.2.7. Πίνακας στοιχείων που αναλύθηκαν με ICP- AES στο Natural History Museum του Λονδίνου και τα αντίστοιχα όρια ανιχνευσιμότητας.

Στοιχ.	LDL (mg/L)	Στοιχ.	LDL (mg/L)	Στοιχ.	LDL (mg/L)
Al	1	La	0,01	S	0,25
As	0,1	Li	0,1	Sc	0,01
Ba	0,001	Mg	1	Si	0,05
Ca	0,1	Mn	0,1	Sn	1
Cd	1	Mo	1	Sr	0,005
Ce	1	Na	0,1	Ti	0,02
Co	0,04	Nb	1	V	0,05
Cr	0,01	Ni	0,1	Y	0,01
Cu	0,03	P	0,4	Yb	0,001
Fe	5	Pb	0,3	Zn	0,1
K	1	Rb	1	Zr	0,1

Πίνακας Β.2.8. Πίνακας στοιχείων σχετικά με την λειτουργία του ICP- AES, που χρησιμοποιήθηκε στο Natural History Museum του Λονδίνου.

Power (kW)	1,1
Plasma flow (L/min)	15
Auxiliary flow (L/min)	1,5
Nebuliser pressure (kPa)	200
Replicates	3
Software:	ICPExpert 4.1.0
Hardware:	SPS-5 autosampler

Πίνακας Β.2.9. Πίνακας στοιχείων σχετικά με τα μήκη κύματος του ICP- AES, που χρησιμοποιήθηκε στο Natural History Museum του Λονδίνου.

	Wavelength (nm)		Wavelength (nm)		Wavelength (nm)		Wavelength (nm)
Al	237,312	Cu	213,598	Na	588,995	Si	252,851
Al	308,215	Cu	324,754	Na	589,592	Si	288,158
Al	396,152	Fe	239,563	Nb	309,417	Sn	189,927
As	188,98	Fe	259,94	Nb	316,34	Sr	407,771
As	193,696	Fe	273,358	Ni	216,555	Sr	421,552
As	197,198	K	766,491	Ni	221,648	Sr	460,733
Ba	233,527	K	769,897	Ni	231,604	Ti	334,188
Ba	455,403	La	384,901	P	177,434	Ti	334,941
Ca	315,887	La	398,852	P	178,222	Ti	337,28
Ca	317,933	La	408,671	P	213,618	V	290,881
Ca	422,673	Li	610,365	Pb	220,353	V	292,401
Cd	226,502	Li	670,783	Pb	283,305	V	311,837
Cd	228,802	Mg	279,078	Rb	780,026	Y	360,074
Ce	407,347	Mg	285,213	S	180,669	Y	371,029
Ce	413,765	Mn	257,61	S	181,972	Yb	328,937
Ce	418,659	Mn	293,931	S	182,562	Yb	369,419
Ce	446,021	Mo	201,512	Sc	335,372	Zn	202,548
Co	228,615	Mo	202,032	Sc	361,383	Zn	206,2
Co	230,786	Mo	203,846	Sc	424,682	Zn	213,857
Cr	205,56	Mo	204,598	Si	185,005	Zr	257,147
Cr	206,55	Mo	281,615	Si	250,69	Zr	339,198
Cr	267,716	Na	568,821	Si	251,611	Zr	343,823

3. Αναλύσεις φασματομετρίας ατομικής απορρόφησης (AAS)

Αναλύσεις φασματομετρίας ατομικής απορρόφησης (AAS) πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας, του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, του Παν/μίου Αθηνών. Χρησιμοποιήθηκε φασματοσκόπιο Perkin Elmer 1100B. Με τον συγκεκριμένο εξοπλισμό αναλύθηκαν δείγματα νερού.

Η ατομοποίηση έγινε:

- i. με εξαχνωτή θερμαινόμενου γραφίτη (HGA-400) και αναλύθηκαν τα ιχνοστοιχεία Cd, Co, Cr, Mn, Pb, Ni, Fe, Zn,
- ii. με φλόγα (F-AAS) και αναλύθηκαν Ca, Mg αλλά και επαναλήφθηκαν οι μετρήσεις οι οποίες έγιναν με την μέθοδο φασματοσκόπιου ατομικής απορρόφησης με ατμοποίηση εξαχνωτή θερμαινόμενου γραφίτη στα ιχνοστοιχεία (Cd, Co, Cr, Mn, Pb, Ni, Fe, Zn) όταν αυτές έδωσαν τιμές που ήταν εκτός του εύρους συγκέντρωσης που προσδιορίζεται με εξαχνωτή γραφίτη.

Στον πίνακα Β.2.10 που ακολουθεί αναφέρονται τα 10 στοιχεία που μετρήθηκαν και τα αντίστοιχα κατώτατα όρια ανίχνευσης του οργάνου (LDL) και στον πίνακα Β.2.11 τα προγράμματα συνθηκών του controller που ακολουθήθηκαν για την ατομοποίηση κάθε στοιχείο στον εξαχνωτή θερμαινόμενου γραφίτη.

Πίνακας Β.2.10. Πίνακας στοιχείων που αναλύθηκαν με AAS, στο Εργαστήριο Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας και τα αντίστοιχα όρια ανιχνευσιμότητας.

Στοιχ.	LDL (μg/L)	
	φλόγα	εξ.αχ. θερμ. γραφίτη
Cd	0,5	0,003
Co	6	0,02
Cr	2	0,01
Mn	1	0,01
Pb	10	0,05
Ni	4	0,1
Fe	3	0,02
Zn	0,8	0,001
Mg	0,01	0,004
Ca	1	0,05

Πίνακας Β.2.11. Προγράμματα συνθηκών του controller του AAS, στο Εργαστήριο Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας.

Στοιχ.	T (°C)	Run time (sec)	Hold time (sec)
Cd	120	10	15
	320	10	15
	600	5	15
	2100	1	3
	2500	3	3
Co	120	10	5
	320	10	5
	900	5	5
	2200	0	5
Cr	120	10	5
	320	10	5
	1400	10	5
	2400	10	5
	2650	5	5
M.P.	0	5	
Cu	120	10	5
	320	10	5
	850	5	5
	2000	0	5
Fe	120	10	5
	320	10	5
	900	5	5
	2300	5	5
	M.P.	0	5
	Mn	120	10
320		10	5
900		5	5
2000		5	5
M.P.		0	5
Ni	120	10	5
	320	10	5
	1000	10	15
	2400	10	15
	M.P.	0	5
	Pb	120	10
320		5	5
700		15	10
2200		1	4
Zn		120	5
	320	5	5
	850	10	5
	2500	1	6
	2650	3	4

Run time = χρόνος μετάβασης από την μια θερμοκρασία στην επόμενη

Hold time = χρόνος παραμονής στη συγκεκριμένη θερμοκρασία

M.P. = Maximum power

4. Μελέτη ηλεκτρονικής μικροσκοπίας (SEM) και μικροανάλυσεις (EDS)

- Μελέτη ηλεκτρονικής μικροσκοπίας (SEM) και οι μικροανάλυσεις (EDS) πραγματοποιήθηκε κυρίως στο Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, του Παν/μίου Αθηνών. Χρησιμοποιήθηκε το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο JEOL JSM 5600, με το σύστημα μικροανάλυσης Energy Dispersive Spectroscopy (EDS) - Oxford LINK ISIS 300. Με τον συγκεκριμένο εξοπλισμό μελετήθηκαν δείγματα εδάφους και δείγματα αποθέσεων θερμών πηγών. Στα δείγματα αποθέσεων από τις θερμές πηγές, εκτός από την μελέτη τους μέσω του ηλ. μικροσκοπίου και της εκτέλεσης μικροανάλυσεων, πραγματοποιήθηκε και χαρτογράφηση της συγκέντρωσης διαφόρων στοιχείων σε συγκεκριμένες περιοχές (Mapping), αλλά και μελέτη της δομής τους, μέσω θραυσμάτων του υλικού. Το λογισμικό ποσοτικής μικροανάλυσης – διόρθωσης ZAF ήταν το OXFORD SEMQuant, στο πίνακα B.2.12, παρουσιάζονται οι παράμετροι λειτουργίας του οργάνου.

Πίνακας B.2.12. Πίνακας στοιχείων λειτουργίας του SEM, στο Εργαστήριο Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας.

Τάση επιτάχυνσης (Acceleration Voltage)	20KV
Ρεύμα δέσμης (Beam current)	0.5nA
Χρόνος ανάλυσης (Livetime)	50sec
Διάμετρος δέσμης (Beam diameter)	> 2μm

- Μελέτη ηλεκτρονικής μικροσκοπίας (SEM) και μικροανάλυσεις (EDX & WDX) πραγματοποιήθηκαν και στο Natural History Museum του Λονδίνου. Χρησιμοποιήθηκε το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο JEOL 5900LV, με το σύστημα μικροανάλυσης Energy dispersive X-ray (EDX) και Wavelength dispersive X-ray (WDX), το οποίο ελέγχει το φάσμα, στις περιπτώσεις που είτε το EDX δεν μπορεί να διαχωρίσει το σήμα κάποιων χημικών στοιχείων, είτε όταν έχουμε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις. Το κατώτατο όριο ανίχνευσης είναι 0.2 wt.%. Με τον συγκεκριμένο εξοπλισμό μελετήθηκαν δείγματα αποθέσεων θερμών πηγών, όπου εκτός από την εξέταση τους μέσω του ηλ. μικροσκοπίου, πραγματοποιήθηκε κυρίως χαρτογράφηση της συγκέντρωσης διαφόρων στοιχείων σε επιλεγμένες περιοχές (Mapping), χρησιμοποιώντας το INCA Feature.
- Τέλος, μελέτη ηλεκτρονικής μικροσκοπίας (SEM) πραγματοποιήθηκε στο Natural History Museum του Λονδίνου, χρησιμοποιώντας και το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο Philips XL30 Field Emission. Το συγκεκριμένο όργανο διαθέτει (αισθητήρες) Secondary electron detector, Solid state backscatter detector (2 segment), Gatan X-ray Ultra Microscope (XuM) nano-CT system. Οι μεγεθύνσεις που μπορούν να επιτευχθούν είναι από x20 έως x20.000 και η μέγιστη ανάλυση 2nm. Με τον συγκεκριμένο εξοπλισμό μελετήθηκαν δείγματα

αποθέσεων θερμών πηγών και κυρίως επικεντρωθήκαμε στην εξέταση της δομής τους.

5. Αναλύσεις περιθλασιμετρίας ακτίνων-X XRD

- Αναλύσεις περιθλασιμετρίας ακτίνων-X (XRD) πραγματοποιήθηκαν κυρίως στο Εργαστήριο Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας, του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, του Παν/μίου Αθηνών. Χρησιμοποιήθηκε το SIEMENS D-500 με λυχνία Cu και μονοχρωμάτορα γραφίτη. Με τον συγκεκριμένο εξοπλισμό μελετήθηκαν δείγματα εδάφους (πριν και μετά την διαλυτοποίηση) και δείγματα αποθέσεων θερμών πηγών (πριν και μετά την διαλυτοποίηση). Για την αποτίμηση των ακτινογραφημάτων χρησιμοποιήθηκε το software Eva ver. 10.0.
- Αναλύσεις περιθλασιμετρίας ακτίνων-X (XRD) πραγματοποιήθηκαν και στο Natural History Museum του Λονδίνου. Χρησιμοποιήθηκε το Micro-X-ray diffraction, όπου διαθέτει Inel Curved Position Sensitive Detector (PSD), μαζί με high brightness x-ray source. Με τον συγκεκριμένο εξοπλισμό, πραγματοποιήθηκε σημειακή ανάλυση σε μη κονιοποιημένα δείγματα αποθέσεων θερμών πηγών.

6. Αναλύσεις φασματοφωτομετρίας

- Αναλύσεις φασματοφωτομετρίας πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας, του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, του Παν/μίου Αθηνών. Χρησιμοποιήθηκε φασματοφωτόμετρο HACH DR/4000. Με τον συγκεκριμένο εξοπλισμό μετρήθηκαν συγκεντρώσεις NO_3 , SO_4 , PO_4 και Cl σε όλα τα δείγματα νερών.

7. Αναλύσεις τιτλοδότησης

- Αναλύσεις τιτλοδότησης πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας, του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, του Παν/μίου Αθηνών. Χρησιμοποιήθηκε τιτλοδότης Digital Titrator, model 16900-01, HACH. Με τον συγκεκριμένο εξοπλισμό προσδιορίστηκε HCO_3 .

8. Αναλύσεις φλογοφωτομετρίας

- Αναλύσεις φλογοφωτομετρίας πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας, του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, του Παν/μίου Αθηνών. Χρησιμοποιήθηκε φλογοφωτόμετρο JENWAY PFP 7. Με τον συγκεκριμένο εξοπλισμό μετρήθηκαν συγκεντρώσεις Na και K στα δείγματα νερού.

9. Μετρήσεις pH – Eh

- Μετρήσεις pH και Eh πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας, του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, του Παν/μίου Αθηνών. Χρησιμοποιήθηκε pH-meter 340-A/SET-2, της WTW. Με τον συγκεκριμένο εξοπλισμό μετρήθηκε το pH και το Eh σε δείγματα εδάφους.

10. Μετρήσεις TDS και EC (CND)

- Μετρήσεις Ολικών Διαλελημένων Στερεών (TDS) και ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) πραγματοποιήθηκαν στην ύπεθρο κατά την δειγματοληψία.. Χρησιμοποιήθηκε HACK Ψονδθψτιωιτυ/ΤΔΣ Μετερ Μοδελ 44600.

B.2.3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΝΑ ΥΛΙΚΟ

B.2.3.1. Εισαγωγή

Στο κείμενο που ακολουθεί αναφέρονται αναλυτικά οι διαδικασίες προετοιμασίας, οι μέθοδοι διαλυτοποίησης ή/και γενικότερα τα πρωτόκολλα που εφαρμόστηκαν κατά την εκτέλεση των διαφόρων πειραματικών μεθόδων και τέλος συνοπτικά ποιες τεχνικές ανάλυσης εφαρμόστηκαν σε κάθε υλικό ξεχωριστά.

Όσον αφορά τα αντιδραστήρια, όλα ήταν ποιότητας “Specpure”.

Τα γυάλινα σκεύη που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτέλεση των διαφόρων πειραμάτων, είχαν καθαριστεί ακολουθώντας την εξής διαδικασία: α) τοποθέτηση σε διάλυμα απεσταγμένου νερού και χλωρίνης για τουλάχιστον μια νύχτα, β) σχολαστικό πλύσιμο, γ) στη συνέχεια, βύθιση σε διάλυμα νιτρικού οξέος 10%, για τουλάχιστον 3 ώρες (συνήθως αυτό το στάδιο επεκτεινόταν μια νύχτα) και δ) ξέπλυμα τουλάχιστον 3 φορές με αποσταγμένο νερό.

Κατά την διάρκεια όλων των διεργασιών, αποφεύχθηκε όσο ήταν δυνατόν, η χρήση μεταλλικών σκευών δεδομένου ότι πρόκειται για περιβαλλοντική έρευνα.

B.2.3.2. Εδάφη

B.2.3.2.1. Προετοιμασία

Η **προετοιμασία** των δειγμάτων εδάφους για ανάλυση πραγματοποιήθηκε ως εξής:

- i) ξήρανση στους 40°C, σε εργαστηριακό φούρνο για τουλάχιστον 24 ώρες μέσα σε ταψάκια αλουμινίου,
- ii) αποσβόλωση, όπου αυτό κρίθηκε απαραίτητο, με την χρήση πορσελάνινου γουδιού,
- iii) κοσκίνισμα, με πλαστικό κόσκινο 2mm,
- iv) ομογενοποίηση και μείωση του δείγματος με την μέθοδο των τεταρτημορίων. Το επιπλέον κλάσμα των 2mm που δεν χρησιμοποιήθηκε περαιτέρω φυλάχθηκε σε αριθμημένες πλαστικές σακούλες, που κλείστηκαν αεροστεγώς,
- v) κονιοποίηση κλάσματος του δείγματος σε ηλεκτροκίνητο κονιοποιητή με χρήση syalon (ειδικό κεραμικό κράμα) υποδοχέα δειγμάτων, επαναλαμβανόμενα με χρονική διάρκεια κάθε φορά <1min, χρόνος κατάλληλος για τη μη ανάπτυξη ανεπιθύμητων θερμοκρασιών, οι οποίες μπορεί να προκαλέσουν απώλεια πτητικών στοιχείων. Τελικός στόχος είναι η επίτευξη ικανοποιητικής κοκκομετρίας (<150μm).

B.2.3.2.2. Διαλυτοποίηση

Ακολούθησε η **διαλυτοποίηση των δειγμάτων με οξέα**.

Αναλυτικότερα, η διαδικασία της διαλυτοποίησης με οξέα για τα εδάφη, εκτελέστηκε ως εξής:

- i) προετοιμασία μιας λίστας βαρών (τύπου A6),
- ii) αρίθμηση με αδιάβροχο μαρκαδόρο των γυάλινων δοκιμαστικών σωλήνων (που πιο πριν είχαν παραμείνει με διάλυμα Νιτρικού οξέος 10%, για τουλάχιστον 3 ώρες και ξέπλυμα τους τουλάχιστον 3 φορές με αποσταγμένο νερό),
- iii) ζύγιση 0,250g ($\pm 0,001$) δείγματος σε πλαστικά ταψάκια χρησιμοποιώντας ζυγό ακριβείας,
- iv) μεταφορά του δείγματος από τα πλαστικά ταψάκια στους γυάλινους προαριθμημένους δοκιμαστικούς σωλήνες,
- v) προσθήκη 4ml Νιτρικού οξέος (Nitric Acid A.R. 70% w/w), με την βοήθεια Oxford dispenser,
- vi) προσθήκη 1ml υπερχλωρικού οξέος (Perchloric Acid A.R. 60% w/w), με την βοήθεια Oxford dispenser,
- vii) τοποθέτηση των γυάλινων δοκιμαστικών σωλήνων στην αλουμινένια θερμοτράπεζα και θέρμανση τους, ακολουθώντας το εξής πρόγραμμα:

Χρόνος (hrs)	Θερμοκρασία (°C)
3	50
3	150
18	190
0,1	195

- viii) μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος, έλεγχος κάθε γυάλινου δοκιμαστικού σωλήνα, ώστε το υπόλειμμα να είναι στεγνό. Στην περίπτωση που υπάρχει οποιαδήποτε ένδειξη υγρού, τότε συνεχίζεται η θέρμανση στην θερμοτράπεζα στους 195°C, μέχρι το δείγμα να είναι τελείως στεγνό,
- ix) μεταφορά των γυάλινων δοκιμαστικών σωλήνων, σε μεταλλικές βάσεις δοκ. σωλήνων,
- x) αφήνουμε τους δοκ. σωλήνες να κρυώσουν,
- xi) όταν οι δοκ. σωλήνες κρυώσουν προσθήκη 2ml 5M HCl με Oxford dispenser (calibrated gravimetrically),
- xii) τοποθέτηση των δοκ. σωλήνων στην θερμοτράπεζα για 1 ώρα στους 60°C,
- xiii) μεταφορά των γυάλινων δοκιμαστικών σωλήνων, σε μεταλλικές βάσεις δοκ. σωλήνων,
- xiv) προσθήκη 8ml απεσταγμένου νερού από Oxford dispenser (calibrated gravimetrically),
- xv) ανάδευση κάθε δείγματος, χρησιμοποιώντας vortex mixer,

- xvi) αφήνουμε το διάλυμα να ηρεμήσει και το στερεό υπόλειμμα, που πιθανόν να δημιουργηθεί, να καθιζάνει,
- xvii) μεταφορά του δείγματος σε polystyrene δοκ. σωλήνες (χωρίς να μεταφερθεί το στερεό ίζημα που έχει καθιζάνει) και κλείσιμο τους με το καπάκι τους,
- xviii) αραιώση χρησιμοποιώντας 1ml του διαλύματος με 9ml HCl 1M,
- xix) ανάδευση κάθε δείγματος, χρησιμοποιώντας vortex mixer,
- xx) στους γυάλινους δοκ. σωλήνες, όπου έχει απομείνει το στερεό υπόλειμμα, προσθήκη απεσταγμένου νερού και διήθηση τους, χρησιμοποιώντας ηθμό Whatman PAL GN-6 Metrical Grid 47mm, διαμέτρου 0,45μm, έτσι ώστε να συλλεχθεί το στερεό υπόλειμμα.

(ακολούθησε ορυκτολογική μελέτη του στερεού υπολείμματος με XRD & SEM-EDS, βλέπε μελέτη της ορυκτολογικής σύστασης δειγμάτων εδάφους, παρακάτω)

B.2.3.2.3. Χημικές αναλύσεις

Μετά το στάδιο της προετοιμασίας των δειγμάτων και της διαλυτοποίησης, ακολούθησε το στάδιο των εργαστηριακών αναλύσεων, που περιλαμβάνει τα εξής:

I. Αναλύσεις φασματομετρίας ατομικών μαζών σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-MS)

Οι αναλύσεις φασματομετρίας ατομικών μαζών σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-MS) έγιναν στο University of Sussex της Αγγλίας. Χρησιμοποιήθηκε φασματοσκόπιο πλάσματος Agilent 7500ce. Αναλύθηκαν όλα τα δείγματα εδαφών. Η ανάλυση περιλάμβανε 27 στοιχεία και πιο αναλυτικά: Ag, Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Ti, Tl, U, V, Zn και τα όρια ανίχνευσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.2.1.

II. Αναλύσεις φασματομετρίας ατομικής εκπομπής σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP- AES)

Οι αναλύσεις φασματομετρίας ατομικής εκπομπής σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP- AES) έγιναν στο Natural History Museum του Λονδίνου. Χρησιμοποιήθηκε το Vista-PRO Simultaneous ICP-AES. Αναλύθηκαν όλα τα δείγματα εδαφών. Η ανάλυση περιλάμβανε 33 στοιχεία και πιο αναλυτικά: Al, As, Ba, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Rb, S, Sc, Si, Sn, Sr, Ti, V, Y, Yb, Zn, Zr και τα όρια ανίχνευσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.2.3.

B.2.3.2.4. Προσδιορισμός του pH

Έπειτα, σε 120 επιλεγμένα δείγματα από όλες τις περιοχές έγινε **προσδιορισμός του pH**.

Αναλυτικότερα η διαδικασία προσδιορισμού του pH εκτελέστηκε ως εξής:

- i) προετοιμασία μιας λίστας βαρών (τύπου A6),

- ii) αρίθμηση με αδιάβροχο μαρκαδόρο γυάλινων κωνικών φιαλών (που πιο πριν είχαν παραμείνει με διάλυμα νιτρικού οξέους 10%, για τουλάχιστον 3 ώρες και ξέπλυμα τους τουλάχιστον 3 φορές με αποσταγμένο νερό),
- iii) ζύγιση 4g ($\pm 0,001$) δείγματος σε πλαστικά ταψάκια χρησιμοποιώντας ζυγό ακριβείας,
- iv) μεταφορά του δείγματος από τα πλαστικά ταψάκια στις γυάλινες προαριθμημένες κωνικές φιάλες,
- v) προσθήκη 5.0ml απεσταγμένου νερού, με την βοήθεια Oxford dispenser,
- vi) ανάδευση κάθε δείγματος, χρησιμοποιώντας vortex mixer,
- vii) προσθήκη ακόμη 5ml απεσταγμένου νερού, με την βοήθεια Oxford dispenser,
- viii) ανάδευση των δειγμάτων για 15 min σε δονούμενη τράπεζα,

Μετά το στάδιο της προετοιμασίας των δειγμάτων ακολούθησε το στάδιο της μέτρησης, που περιλαμβάνει τα εξής:

- i) βαθμονόμηση pH-μέτρου με χρήση ρυθμιστικών διαλυμάτων σε pH 4, 7 και 9,
- ii) βύθιση του ηλεκτροδίου του pH-μέτρου στο διάλυμα και καταγραφή του pH με ακρίβεια 0,1 μονάδες,
- iii) έλεγχος της βαθμονόμησης του pH-μέτρου ανά 10 δείγματα.

Η μέτρηση του pH σε όλα τα δείγματα εδάφους έγινε με την χρήση παραμέτρου τύπου pH 340-A/SET-2, WTW.

B.2.3.2.5. Προσδιορισμός της ορυκτολογικής σύστασης

Τέλος, σε επιλεγμένα δείγματα εδάφους έγινε **προσδιορισμός της ορυκτολογικής σύστασης**, πριν αλλά και μετά την διαδικασία προσβολής των δειγμάτων με οξέα.

Πιο αναλυτικά, η προετοιμασία των δειγμάτων για αυτή την μελέτη περιλαμβάνει:

- i) κονιοποίηση 50 δειγμάτων με αχάτινο γουδί (για την μελέτη τους με XRD),
- ii) την δημιουργία 10 μεταλλογραφικών παρασκευασμάτων χρησιμοποιώντας υλικό > 2mm (για την μελέτη τους σε οπτικό μικροσκόπιο και σε ηλεκτρονικά μικροσκόπια τύπου SEM-EDS),
- iii) παρασκευή ειδικών δοκιμίων χρησιμοποιώντας το αδιάλυτο ίζημα που είχε μείνει μετά την διαλυτοποίηση των εδαφικών δειγμάτων, όπου συλλέχτηκε μέσω ειδικής διαδικασίας διήθησης χρησιμοποιώντας ηθμό Whatman PAL GN-6 Metricel Grid 47mm, διαμέτρου 0,45μm (για μελέτη με XRD, αλλά και με SEM-EDS).

Μετά το στάδιο της προετοιμασίας των δειγμάτων ακολούθησε το στάδιο των εργαστηριακών αναλύσεων, που περιλαμβάνει τα εξής:

I. Αναλύσεις περιθλασιμετρίας ακτίνων-X XRD

Οι αναλύσεις περιθλασιμετρίας ακτίνων-X XRD έγιναν στο Παν/μιο Αθηνών, στον Τομέα Οικονομικής Γεωλογίας και Γεωχημείας και χρησιμοποιήθηκε το SIEMENS

D-500 με λυχνία Cu και μονοχρωμάτορα γραφίτη. Για την αποτίμηση των ακτινογραφημάτων χρησιμοποιήθηκε το software Eva ver.10.0.

II. Μελέτη ηλεκτρονικής μικροσκοπίας (SEM) και μικροανάλυσεις (EDX)

Η μελέτη με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (SEM) και οι μικροανάλυσεις (EDX), έγινε στο Παν/μιο Αθηνών και χρησιμοποιήθηκε το JEOL JSM 5600 (scanning) Microscope και Oxford ISIS 300 Microanal system.

III. Μελέτη οπτικής μικροσκοπίας

Στα 10 δείγματα (στα οποία είχαν γίνει μεταλλογραφικά παρασκευάσματα ή/και λεπτές τομές) πραγματοποιήθηκε μελέτη σε οπτικό μικροσκόπιο, του Τομέα Οικονομικής Γεωλογίας και Γεωχημείας, του Παν/μίου Αθηνών.

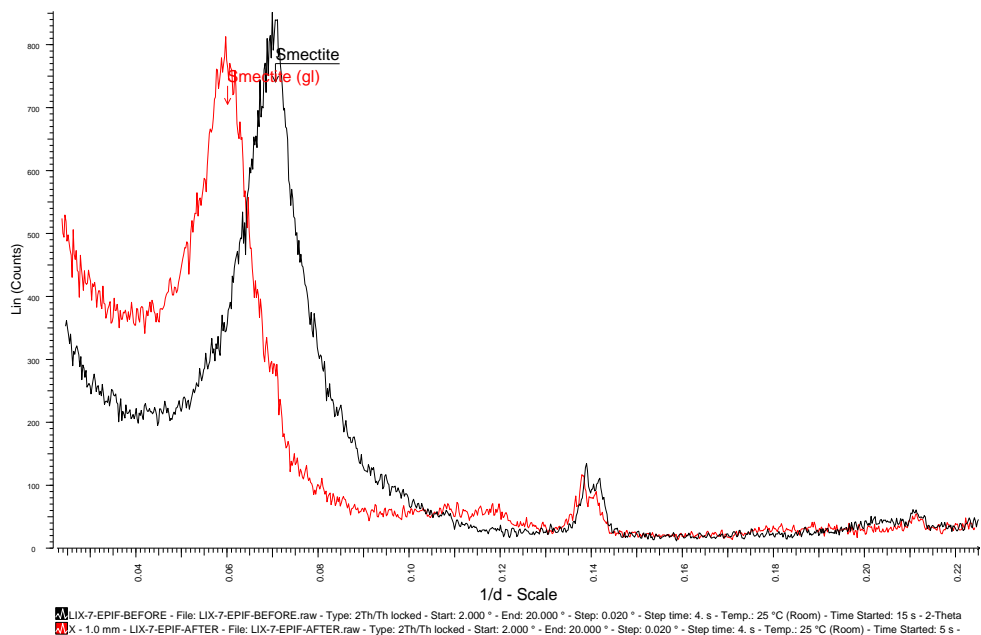
Κατά την μελέτη της ορυκτολογικής σύστασης των εδαφών με XRD, παρουσιάστηκε η ανάγκη, να διαπιστωθεί αν οι κορυφές οι οποίες παρουσιάζονται στις πρώτες μοίρες των ακτινογραφημάτων των εδαφών, είναι διογκώσιμα ορυκτά, δηλαδή σμεκτικές (π.χ. μοντμοριλονίτης, νοτρονίτης) ή άλλες ορυκτές φάσεις, οι οποίες δίνουν κορυφές στις ίδιες μοίρες (π.χ. τάλκης). Για αυτό το λόγο πραγματοποιήθηκε διαδικασία γλυκόλυσης, όπως αυτή προτείνεται από την βιβλιογραφία (Grim R. E. & Guven N., 1978, Brindley G.W., Brown G., 1980). Έτσι, στηριζόμενοι στην ιδιότητα των σμεκτιτών κατά την οποία μετά την γλυκόλυση μετατοπίζουν την κύρια κορυφή τους στο ακτινογράφημα, πραγματοποιήθηκε ο διαχωρισμός.

Αναλυτικότερα η **διαδικασία της γλυκόλυσης, για την εξακρίβωση της ύπαρξης ή όχι σμεκτιτών μέσω ακτινοσκοπικής μελέτης** εκτελέστηκε ως εξής:

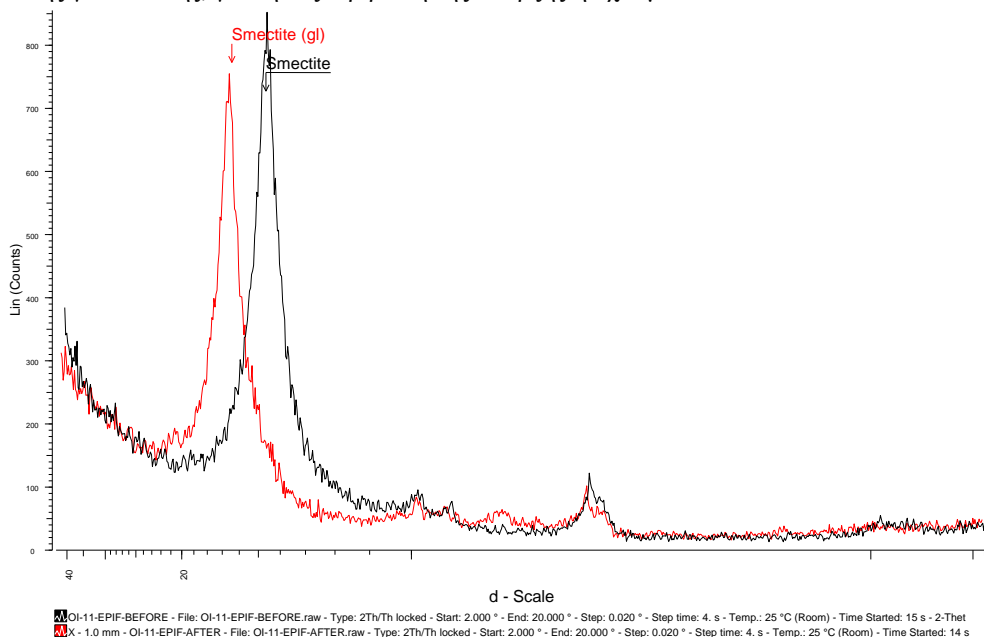
- i) κονιοποίηση δείγματος σε αχάτινο γουδί, έως <200mesh (στόχος ~50μm),
- ii) σε πλαστικό δοκιμαστικό σωλήνα, τοποθετούμε περίπου 1gr του κονιοποιημένου δείγματος,
- iii) προσθέτουμε 9ml απεσταγμένου νερού,
- iv) αναδεύουμε το δείγμα για >1min,
- v) αφήνουμε το υλικό να ηρεμήσει για 3-5min, με στόχο να διακρίνονται πια στρώσεις στο διάλυμα,
- vi) χρησιμοποιώντας πλαστική πιπέτα, παίρνουμε υλικό από την επιφανειακό στρώμα που έχει δημιουργηθεί στο διάλυμα,
- vii) μεταφέρουμε το υλικό σε κατάλληλη γυάλινη θήκη,
- viii) αφήνουμε το υλικό να ξεραθεί (περίπου 24h σε συνθήκες περιβάλλοντος),
- ix) εκτελούμε το 1^ο ακτινογράφημα, εστιασμένο σε μικρό εύρος μοιρών (3-20^ο),
- x) έπειτα, τοποθετούμε την γυάλινη θήκη με το παρασκεύασμα μέσα σε ξηραντήρα με γλυκόλη,
- xi) τοποθετούμε τον ξηραντήρα σε φούρνο στους 65^οC, για 48h,
- xii) τέλος, εκτελούμε το 2^ο ακτινογράφημα, εστιασμένο στο ίδιο εύρο εύρος μοιρών (3 - 20^ο) με το πρώτο ακτινογράφημα.

Μετά από αυτή την διαδικασία, έγινε συγκριτική εκτίμηση των ακτινογραφημάτων, για να διαπιστωθεί αν έχουμε μετατόπιση ή όχι των κορυφών, που εντοπίζονται σε μικρές μοίρες ($3-20^\circ$).

Για τον σκοπό αυτό επιλέχθηκαν 11 ενδεικτικά δείγματα, που καλύπτουν όλες τις περιοχές. Στηριζόμενοι στα αποτελέσματα αυτών των 11 δειγμάτων, πραγματοποιήθηκε η αποτίμηση των υπολοίπων ακτινογραφημάτων. Τα δείγματα τα οποία επιλέχθηκαν για αυτό τον σκοπό είναι: AD-2-E, AD-22-E, AT-5-D-E, GIA-5-E, KABOS-9-E, KB-6-E, KL-9-E, LIX-7-E, NP-1-E, OI-11-E, THE-4-E. Ενδεικτικά παρουσιάζονται τα ακτινογραφήματα στις εικόνες B.2.1, 2.



Εικόνα B.2.1. Διπλό ακτινογράφημα, από την μελέτη του εδαφικού δείγματος LIX-7-E, πριν και μετά τη διαδικασία της γλυκόλυσης, για την εξακρίβωση της ύπαρξης ή όχι σμεκτιτών.



Εικόνα B.2.2. Διπλό ακτινογράφημα, από την μελέτη του εδαφικού δείγματος OI-11-E, πριν και μετά τη διαδικασία της γλυκόλυσης, για την εξακρίβωση της ύπαρξης ή όχι σμεκτιτών.

B.2.3.3. Μονοετή φυτά

B.2.3.3.1. Προετοιμασία

Η **προετοιμασία** των δειγμάτων φυτών για ανάλυση πραγματοποιήθηκε ως εξής:

- i) σχολαστικό πλύσιμο των δειγμάτων (πλύσιμο των δειγμάτων τρεις φορές με πόσιμο νερό δικτύου και μετά μια ακόμη φορά σχολαστικό πλύσιμο με αποσταγμένο νερό),
- ii) διαχωρισμό του συλλεχθέντος δείγματος στα διαφορετικά του μέρη (π.χ. τον διαχωρισμό του ριζικού συστήματος από το υπόλοιπο φυτό),
- iii) ξήρανση στους 60°C, σε εργαστηριακό φούρνο για τουλάχιστον 24 ώρες μέσα σε ταψάκια αλουμινίου,
- iv) τέλος, όπου αυτό κρίθηκε απαραίτητο, τα δείγματα κόπηκαν σε μικρότερα κομμάτια με την χρήση ηλεκτρικού κόφτη.

B.2.3.3.2. Διαλυτοποίηση

Ακολούθησε η **διαλυτοποίηση των δειγμάτων με οξέα**.

Αναλυτικότερα, η διαδικασία της διαλυτοποίησης στα δείγματα φυτών, εκτελέστηκε ως εξής:

- i) προετοιμασία μιας λίστας βαρών (τύπου A6),
- ii) αρίθμηση με αδιάβροχο μαρκαδόρο γυάλινων δοκιμαστικών σωλήνων (που πιο πριν είχαν παραμείνει με διάλυμα νιτρικού οξέους 10%, για τουλάχιστον 3 ώρες και ξέπλυμα τους τουλάχιστον 3 φορές με αποσταγμένο νερό),
- iii) ζύγιση 0,5g ($\pm 0,001$) δείγματος σε πλαστικά ταψάκια χρησιμοποιώντας ζυγό ακριβείας,
- iv) μεταφορά του δείγματος από τα πλαστικά ταψάκια στους γυάλινους προαριθμημένους δοκιμαστικούς σωλήνες,
- v) προσθήκη 4ml Νιτρικού οξέος (Nitric Acid A.R. 70% w/w), με την βοήθεια Oxford dispenser,
- vi) τοποθέτηση των γυάλινων δοκιμαστικών σωλήνων σε θερμοτράπεζα και τους αφήνουμε στους 50°C για όλη την νύχτα,
- vii) απομάκρυνση γυάλινων δοκιμαστικών σωλήνων από την θερμοτράπεζα και προσθήκη 1ml υπερχλωρικού οξέος (Perchloric Acid A.R. 60% w/w) χρησιμοποιώντας Oxford dispenser,
- viii) επανατοποθέτηση των γυάλινων δοκιμαστικών σωλήνων στην θερμοτράπεζα και θέρμανση τους, ακολουθώντας το εξής πρόγραμμα:

Χρόνος (hrs)	Θερμοκρασία (°C)
0,1	50
3	150
18	190
0,1	195

- ix) μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος, έλεγχος κάθε γυάλινου δοκιμαστικού σωλήνα, ώστε το υπόλειμμα να είναι στεγνό. Σε περίπτωση που υπάρχει οποιαδήποτε ένδειξη υγρού, τότε συνεχίζεται η θέρμανση στην θερμοτράπεζα στους 195°C, μέχρι το δείγμα να είναι τελείως στεγνό,
- x) μεταφορά των γυάλινων δοκιμαστικών σωλήνων σε μεταλλικές βάσεις δοκ. σωλήνων,
- xi) αφήνουμε τους δοκ. σωλήνες να κρυώσουν,
- xii) όταν οι δοκ. σωλήνες κρυώσουν προσθέτουμε 2ml 5M HCl με Oxford dispenser (calibrated gravimetrically),
- xiii) τοποθέτηση των δοκ. σωλήνων στην θερμοτράπεζα για 1 ώρα στους 60°C,
- xiv) μεταφορά των γυάλινων δοκιμαστικών σωλήνων σε μεταλλικές βάσεις δοκ. σωλήνων,
- xv) αφήνουμε τους δοκ. σωλήνες να κρυώσουν,
- xvi) προσθέτουμε 8ml αποσταγμένο νερό με Oxford dispenser (calibrated gravimetrically),
- xvii) ανάδευση κάθε δείγματος ξεχωριστά, χρησιμοποιώντας vortex mixer,
- xviii) αφήνουμε το διάλυμα να ηρεμήσει και το στερεό υπόλειμμα που πιθανόν να δημιουργηθεί, να καθιζάνει,
- xix) μεταφορά του δείγματος σε polystyrene δοκ. σωλήνες (χωρίς να μεταφερθεί το στερεό ίζημα που έχει καθιζάνει) και κλείσιμο τους με το καπάκι τους,
- xx) αραίωση χρησιμοποιώντας 1ml του διαλύματος με 9ml HCl 1M,
- xxi) ανάδευση κάθε δείγματος, χρησιμοποιώντας vortex mixer.

B.2.3.3.3. Χημικές αναλύσεις

Μετά το στάδιο της προετοιμασίας των δειγμάτων και της διαλυτοποίησης ακολούθησε το στάδιο των εργαστηριακών αναλύσεων, που περιλαμβάνει τα εξής:

I. Αναλύσεις φασματομετρίας ατομικών μαζών σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-MS)

Οι αναλύσεις φασματομετρίας ατομικών μαζών σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-MS) έγιναν στο University of Sussex της Αγγλίας. Χρησιμοποιήθηκε φασματοσκόπιο πλάσματος Agilent 7500ce. Αναλύθηκαν όλα τα δείγματα μονοετών φυτών. Η ανάλυση περιλάμβανε 27 στοιχεία και πιο αναλυτικά: Ag, Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Ti, Tl, U, V, Zn και τα όρια ανίχνευσης παρουσιάζονται στον Πίνακα B.2.1.

II. Αναλύσεις φασματομετρίας ατομικής εκπομπής σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-AES)

Οι αναλύσεις φασματομετρίας ατομικής εκπομπής σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-AES) έγιναν στο Natural History Museum του Λονδίνου. Χρησιμοποιήθηκε το Vista-PRO Simultaneous ICP-AES. Αναλύθηκαν όλα τα δείγματα μονοετών φυτών. Η ανάλυση περιλάμβανε 33 στοιχεία και πιο αναλυτικά: Al, As, Ba, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Rb, S, Sc, Si, Sn, Sr, Ti, V, Y, Yb, Zn, Zr και τα όρια ανίχνευσης παρουσιάζονται στον Πίνακα B.2.3.

B.2.3.4. Πολυετή φυτά – Ελιές

B.2.3.4.1. Προετοιμασία

Η **προετοιμασία** των δειγμάτων ελιάς (φύλλα, ψίχα, πυρήνας) για ανάλυση πραγματοποιήθηκε ως εξής:

- i) ζύγιση δείγματος χρησιμοποιώντας ζυγό ακριβείας,
- ii) σχολαστικό πλύσιμο των δειγμάτων (πλύσιμο των δειγμάτων τρεις φορές με πόσιμο νερό δικτύου και μετά μια ακόμη φορά σχολαστικό πλύσιμο με αποσταγμένο νερό),
- iii) διαχωρισμό του καρπού της ελιάς σε ψίχα και πυρήνα,
- iv) ξήρανση στους 60°C, σε εργαστηριακό φούρνο για τουλάχιστον 24 ώρες μέσα σε ταψάκια αλουμινίου,
- v) ζύγιση δείγματος χρησιμοποιώντας ζυγό ακριβείας (για τον υπολογισμό της απώλειας βάρους λόγω ξήρανσης),
- vi) τα δείγματα ψίχας και φύλλων, κόπηκαν σε μικρότερα κομμάτια, με την χρήση blenders,
- vii) τα δείγματα πυρήνα κονιοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας αχάτινο γουδί,

Έπειτα, ακολούθησε η **καύση των δειγμάτων**.

Αναλυτικότερα η διαδικασία της καύσης, εκτελέστηκε ως εξής:

- i) αρίθμηση των πυρίμαχων θηκών (με ειδικό μαρκαδόρο, ανθεκτικό στις υψηλές θερμοκρασίες),
- ii) ζύγιση κάθε πυρίμαχης θήκης (άδεια) χρησιμοποιώντας ζυγό ακριβείας,
- iii) τοποθέτηση των δειγμάτων στις ειδικές πυρίμαχες θήκες,
- iv) ζύγιση κάθε πυρίμαχης θήκης (μαζί με το δείγμα) χρησιμοποιώντας ζυγό ακριβείας,
- v) τοποθέτηση των δειγμάτων σε εργαστηριακό φούρνο, ακολουθώντας το εξής πρόγραμμα:

Χρόνος (hrs)	Θερμοκρασία (°C)
2	400
12	500

- vi) εξαγωγή των δειγμάτων από το φούρνο, αφήνοντας τα να πέσει η θερμοκρασία τους για 1 ώρα,
- vii) ζύγιση δείγματος χρησιμοποιώντας ζυγό ακριβείας (για τον υπολογισμό της απώλειας βάρους λόγω καύσης).

B.2.3.4.2. Διαλυτοποίηση

Έπειτα, ακολούθησε η **διαλυτοποίηση των δειγμάτων με οξέα**.

Αναλυτικότερα, η διαδικασία της διαλυτοποίησης για τα δείγματα ελιάς (φύλλα, ψίχα, πυρήνα) εκτελέστηκε ως εξής:

- i) προετοιμασία μιας λίστας βαρών (τύπου A6),

- ii) αρίθμηση με αδιάβροχο μαρκαδόρο των γυάλινων δοκιμαστικών σωλήνων (που πιο πριν είχαν παραμείνει με διάλυμα νιτρικού οξέους 10%, για τουλάχιστον 3 ώρες και ξέπλυμα τους τουλάχιστον 3 φορές με αποσταγμένο νερό),
- iii) ζύγιση 0,250g (\pm ,001) δείγματος σε πλαστικά ταψάκια χρησιμοποιώντας ζυγό ακριβείας,
- iv) μεταφορά του δείγματος από τα πλαστικά ταψάκια στους γυάλινους προαριθμημένους δοκιμαστικούς σωλήνες,
- v) προσθήκη 4ml Νιτρικού οξέος (Nitric Acid A.R. 70% w/w), με την βοήθεια Oxford dispenser,
- vi) προσθήκη 1ml υπερχλωρικού οξέος (Perchloric Acid A.R. 60% w/w), με την βοήθεια Oxford dispenser,
- vii) τοποθέτηση των γυάλινων δοκιμαστικών σωλήνων στην αλουμινένια θερμοτράπεζα και θέρμανση τους, ακολουθώντας το εξής πρόγραμμα:

Χρόνος (hrs)	Θερμοκρασία (°C)
3	50
3	150
18	190
0,1	195

- viii) μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος, έλεγχος κάθε γυάλινου δοκιμαστικού σωλήνα, ώστε το υπόλειμμα να είναι στεγνό. Σε περίπτωση που υπάρχει οποιαδήποτε ένδειξη υγρού, τότε συνεχίζεται η θέρμανση στην θερμοτράπεζα στους 195°C, μέχρι το δείγμα να είναι τελείως στεγνό,
- ix) μεταφορά των γυάλινων δοκιμαστικών σωλήνων, σε μεταλλικές βάσεις δοκ. σωλήνων,
- x) αφήνουμε τους δοκ. σωλήνες να κρυώσουν,
- xi) όταν οι δοκ. σωλήνας κρυώσουν προσθέτουμε 2ml 5M HCl με ένα Oxford dispenser (calibrated gravimetrically),
- xii) τοποθέτηση των δοκ. σωλήνων στην θερμοτράπεζα για 1 ώρα στους 60°C,
- xiii) μεταφορά των γυάλινων δοκιμαστικών σωλήνων, σε μεταλλικές βάσεις δοκ. σωλήνων,
- xiv) προσθήκη 8ml απεσταγμένου νερού από Oxford dispenser (calibrated gravimetrically),
- xv) ανάδευση κάθε δείγματος, χρησιμοποιώντας vortex mixer,
- xvi) αφήνουμε το διάλυμα να ηρεμήσει και το στερεό υπόλειμμα, που πιθανόν να δημιουργηθεί, να καθιζάνει,
- xvii) μεταφορά του δείγματος σε polystyrene δοκ. σωλήνες (χωρίς να μεταφερθεί το στερεό ίζημα που έχει καθιζάνει) και κλείσιμο τους με το καπάκι τους,
- xviii) αραίωση χρησιμοποιώντας 1ml του διαλύματος με 9ml HCl 1M,
- xix) ανάδευση κάθε δείγματος, χρησιμοποιώντας vortex mixer.

B.2.3.4.3. Χημικές αναλύσεις

Μετά το στάδιο της προετοιμασίας των δειγμάτων και της διαλυτοποίησης ακολούθησε το στάδιο των εργαστηριακών αναλύσεων, που περιλαμβάνει τα εξής:

I. Αναλύσεις φασματομετρίας ατομικών μαζών σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-MS)

Οι αναλύσεις φασματομετρίας ατομικών μαζών σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-MS) έγιναν στο University of Sussex της Αγγλίας. Χρησιμοποιήθηκε φασματοσκόπιο πλάσματος Agilent 7500ce. Αναλύθηκαν όλα τα δείγματα πολυετών φυτών. Η ανάλυση περιλάμβανε 27 στοιχεία και πιο αναλυτικά: Ag, Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Ti, Tl, U, V, Zn και τα όρια ανίχνευσης παρουσιάζονται στον Πίνακα B.2.1.

II. Αναλύσεις φασματομετρίας ατομικής εκπομπής σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-AES)

Οι αναλύσεις φασματομετρίας ατομικής εκπομπής σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-AES) έγιναν στο Natural History Museum του Λονδίνου. Χρησιμοποιήθηκε το Vista-PRO Simultaneous ICP-AES. Αναλύθηκαν όλα τα δείγματα πολυετών φυτών. Η ανάλυση περιλάμβανε 33 στοιχεία και πιο αναλυτικά: Al, As, Ba, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Rb, S, Sc, Si, Sn, Sr, Ti, V, Y, Yb, Zn, Zr και τα όρια ανίχνευσης παρουσιάζονται στον Πίνακα B.2.3.

B.2.3.5. Δείγματα νερών

B.2.3.5.1. Επιτόπιες αναλύσεις

Κατά την διάρκεια της δειγματοληψίας νερών, πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις που οφείλουν να γίνονται άμεσα-παράλληλα με την συλλογή του δείγματος (Καλλέργης 2000, Ζανάκης 2001, World Health Organization & United Nations Environment Programme 2001), οι οποίες είναι: **pH** και **T(°C)** με WTW, Mikroprozessor pH, - Meter ph320/SET, με pH-συνδυαζόμενο ηλεκτρόδιο που περιέχει κύκλωμα μέτρησης της θερμοκρασίας SenTix 97T και pH-combined electrode SenTix 50 και **T.D.S**, **C.N.D.** και **T(°C)** με HACH Conductivity/TDS Meter, Model 44600, Rated Volts 6 Vdc.

B.2.3.5.2. Προετοιμασία

Η **προετοιμασία** των δειγμάτων νερού για ανάλυση περιλαμβάνει την διήθηση, οξύνιση και διατήρηση τους σε ψυγείο, μέχρι την ολοκλήρωση όλων των μετρήσεων.

Από την βιβλιογραφία (Ζανάκης, 2001) γνωρίζουμε ότι για την διήθηση του δείγματος συνίσταται ηθμός 0,45 μικρομέτρων, όταν πρόκειται να ανιχνευθούν ουσίες όπως: βόριο, χλωριόντα, φθοριόντα, λίθιο, νιτρικά, νιτρώδη, διαλυμένος φωσφόρος, νάτριο, κάλιο,

πυρίτιο, θειικά, διαλυμένα στερεά και η σκληρότητα, αλλά και για την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών. Για αυτό το λόγο τα δείγματα διηθήθηκαν σε αντλία κενού με ηθμούς Whatman PAL GN-6 Metrical Grid, 0,45μm διαμέτρου 47mm, στο Εργαστήριο Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας.

Όσον αναφορά την οξύνιση, είναι γνωστό ότι συνίσταται διήθηση και οξύνιση στα δείγματα όταν πρόκειται να προσδιοριστούν σε αυτά: αργίλιο, αρσενικό, βάριο, κάδμιο, ασβέστιο, χρώμιο, κοβάλτιο, χαλκός, ολικός σίδηρος, κασσίτερος, λίθιο, μαγνήσιο, μολυβδαίνιο, νικέλιο, νάτριο, κάλιο, άργυρος, στρόντιο, βανάδιο και ψευδάργυρος. Στα υπό μελέτη δείγματα έγινε οξύνιση 2% με πυκνό νιτρικό οξύ, σε ένα μέρος των δειγμάτων (100ml) για τις μετρήσεις που έγιναν σε AAS και σε αλλά 100ml που αναλύθηκαν με ICP-MS. Τέλος, πραγματοποιήθηκε προσθήκη λανθανίου (με αρχική αραιώση 1:10, με La₂O₃ 4%) στα δείγματα προκειμένου να μετρηθούν Ca και Mg με AAS και Na και K με φλογοφωτόμετρο.

B.2.3.5.3. Χημικές αναλύσεις

Μετά το στάδιο της προετοιμασίας των δειγμάτων ακολούθησε το **στάδιο των εργαστηριακών αναλύσεων**, που περιλαμβάνει τα εξής:

I. Αναλύσεις φασματοφωτομετρίας

Οι αναλύσεις για NO₃, SO₄, PO₄ και Cl πραγματοποιήθηκαν εντός 10 ημερών από την συλλογή του δείγματος, με φασματοφωτόμετρο HACH μοντέλο DR/4000, στο Εργαστήριο Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας.

II. Αναλύσεις τιτλοδότησης

Οι αναλύσεις για HCO₃ πραγματοποιήθηκαν εντός 10 ημερών με τη μέθοδο της τιτλοδότησης, χρησιμοποιώντας Digital Titrator, model 16900-01, HACH, στο Εργαστήριο Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας.

III. Αναλύσεις φλογοφωτομετρίας

Οι αναλύσεις Na και K έγιναν με φλογοφωτόμετρο (FLAME PHOTOMETER) JENWAY μοντέλο PFP 7, στο Εργαστήριο Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας.

IV. Αναλύσεις φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης (AAS)

Χρησιμοποιήθηκε φασματοσκόπιο Perkin Elmer μοντέλο 1100B, του Εργαστηρίου Οικονομικής Γεωλογίας & Γεωχημείας.

Η ατομοποίηση έγινε:

- i) με **εξαχνωτή θερμαινόμενου γραφίτη** (HGA-400) και αναλύθηκαν τα ιχνοστοιχεία Cd, Co, Cr, Mn, Pb, Ni, Fe, Zn (Πίνακας B.2.10),
- ii) με **φλόγα** (F-AAS) και αναλύθηκαν Ca, Mg αλλά και επαναλήφθηκαν οι μετρήσεις οι οποίες έγιναν με την μέθοδο φασματοσκοπίου ατομικής απορρόφησης με ατμοποίηση εξαχνωτή θερμαινόμενου γραφίτη στα

ιχνοστοιχεία (Cd, Co, Cr, Mn, Pb, Ni, Fe, Zn) όταν αυτές έδωσαν τιμές που ήταν εκτός των ορίων ανίχνευσης της μεθόδου (Πίνακας Β.2.10).

V. Αναλύσεις φασματομετρίας ατομικών μαζών σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-MS)

Οι αναλύσεις φασματομετρίας ατομικών μαζών σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-MS) έγιναν στο Natural History Museum του Λονδίνου. Χρησιμοποιήθηκε το Varian ICP-MS. Αναλύθηκαν όλα τα δείγματα νερού. Η ανάλυση περιλάμβανε 36 στοιχεία και πιο αναλυτικά: Be, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Ga, Ge, Li, Mo, Nb, Ni, Pb, Rb, Sb, Sn, Ta, Tl, U, V, Y, Zn, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu και τα όρια ανίχνευσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.2.3.

Αναλύσεις φασματοσκοπίας πλάσματος ICP-MS πραγματοποιήθηκαν και στο Acme Analytical Laboratories Ltd, του Καναδά. Χρησιμοποιήθηκε φασματοσκόπιο πλάσματος Perkin Elmer ELAN 9000. Η ανάλυση περιλάμβανε 72 στοιχεία και πιο αναλυτικά: Ag, Al, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Br, Ca, Cd, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Gd, Ge, Hf, Hg, Ho, In, Ir, K, La, Li, Lu, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Nd, Ni, Os, P, Pb, Pd, Pr, Pt, Rb, Re, Rh, Ru, S, Sb, Sc, Se, Si, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Te, Th, Ti, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr και τα όρια ανίχνευσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.2.6.

VI. Αναλύσεις φασματομετρίας ατομικής εκπομπής σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-AES)

Οι αναλύσεις φασματομετρίας ατομικής εκπομπής σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-AES) έγιναν στο Natural History Museum του Λονδίνου. Χρησιμοποιήθηκε το Vista-PRO Simultaneous ICP-AES. Αναλύθηκαν όλα τα δείγματα νερού. Η ανάλυση περιλάμβανε 14 στοιχεία και πιο αναλυτικά: Al, As, Ba, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, S, Si, Sr, Ti και τα όρια ανίχνευσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.2.3.

B.2.3.6. Αποθέσεις θερμών πηγών

B.2.3.6.1. Προετοιμασία

Η **προετοιμασία** των δειγμάτων από τις αποθέσεις των θερμών πηγών για ανάλυση πραγματοποιήθηκε ως εξής:

- i) το κόψιμο των δειγμάτων σε μικρότερα μεγέθη με την χρήση τροχού,
- ii) την δημιουργία μεταλλογραφικών παρασκευασμάτων (για την μελέτη τους σε οπτικό μικροσκόπιο και σε ηλεκτρονικά μικροσκόπια τύπου SEM, στο Παν/μιο Αθηνών και στο Natural History Museum),
- iii) δημιουργία ειδικών παρασκευασμάτων με απόσπαση μικρών τεμαχιδίων από όποια δείγματα κρίθηκε απαραίτητο (για την μελέτη της δομής των πετρωμάτων και την φωτογράφιση τους, σε ηλεκτρονικά μικροσκόπια τύπου SEM)
- iv) την δημιουργία λεπτών-στιλπνών τομών (για την μελέτη τους σε οπτικό μικροσκόπιο και σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο τύπου SEM),

- v) την κονιοποίηση των δειγμάτων με αχάτινο γουδί (για την μελέτη τους με XRD),
- vi) κονιοποίηση σε ηλεκτροκίνητο κονιοποιητή με χρήση syalon (ειδικό κεραμικό κράμα) υποδοχέα δειγμάτων,
- vii) παρασκευή ειδικών δοκιμίων χρησιμοποιώντας το αδιάλυτο ίζημα που είχε μείνει μετά την διαλυτοποίηση, οπύ συλλέχτηκε μέσω ειδικής διαδικασίας διήθησης χρησιμοποιώντας ηθμό Whatman PAL GN-6 Metricel Grid 47mm, διαμέτρου 0,45μm (τα οποία και μελετήθηκαν με XRD, αλλά και με SEM-EDS).

B.2.3.6.2. Διαλυτοποίηση

Ακολούθησε η **διαλυτοποίηση των δειγμάτων με οξύ**.

Αναλυτικότερα, η διαδικασία της διαλυτοποίησης στα δείγματα από τις αποθέσεις των θερμών πηγών πραγματοποιήθηκε ως εξής:

- i) προετοιμασία μιας λίστας βαρών (τύπου A6),
- ii) αρίθμηση με αδιάβροχο μαρκαδόρο γυάλινων δοκιμαστικών σωλήνων (που πιο πριν είχαν παραμείνει με διάλυμα νιτρικού οξέους 10%, για τουλάχιστον 3 ώρες και ξέπλυμα τους τουλάχιστον 3 φορές με αποσταγμένο νερό),
- iii) ζύγιση 0,200g ($\pm 0,001$) δείγματος σε πλαστικά ταψάκια χρησιμοποιώντας ζυγό ακριβείας,
- iv) μεταφορά του δείγματος από τα πλαστικά ταψάκια στου γυάλινους προαριθμημένους δοκιμαστικούς σωλήνες,
- v) προσθήκη 2ml Νιτρικού οξέος (Nitric Acid A.R. 65% w/w), με την βοήθεια Oxford dispenser,
- vi) το υλικό παράμεινει στους γυάλινους δοκιμαστικούς σωλήνες για 12 ώρες ώστε να αντιδράσει,
- vii) διήθηση του δείγματος, χρησιμοποιώντας ηθμό Whatman PAL GN-6 Metricel Grid 47mm, διαμέτρου 0,45μm, έτσι ώστε να συλλεχθεί το στερεό υπόλειμμα,
- viii) ογκομέτρηση του δείγματος στα 100ml, σε γυάλινη ογκομετρική φιάλη, χρησιμοποιώντας αποσταγμένο νερό για την συμπλήρωση.

(ακολούθησε και ορυκτολογική μελέτη του στερεού υπολείμματος με XRD & SEM-EDS, βλέπε παρακάτω)

B.2.3.6.3. Χημικές αναλύσεις

Μετά το στάδιο της προετοιμασίας των δειγμάτων και της διαλυτοποίησης ακολούθησε το στάδιο των εργαστηριακών αναλύσεων, που περιλαμβάνει τα εξής:

I. Αναλύσεις φασματομετρίας ατομικών μαζών σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-MS)

Οι αναλύσεις φασματομετρίας ατομικών μαζών σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-MS) έγιναν κυρίως στο Natural History Museum του Λονδίνου.

Χρησιμοποιήθηκε το Varian ICP-MS. Αναλύθηκαν όλα τα δείγματα. Η ανάλυση περιλάμβανε 36 στοιχεία και πιο αναλυτικά: Be, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Ga, Ge, Li, Mo, Nb, Ni, Pb, Rb, Sb, Sn, Ta, Tl, U, V, Y, Zn, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu και τα όρια ανίχνευσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.2.3.

II. Αναλύσεις φασματομετρίας ατομικής εκπομπής σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-AES)

Οι αναλύσεις φασματομετρίας ατομικής εκπομπής σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-AES) έγιναν στο Natural History Museum του Λονδίνου. Χρησιμοποιήθηκε το Vista-PRO Simultaneous ICP-AES. Η ανάλυση περιλάμβανε 5 στοιχεία και πιο αναλυτικά: Ca, Na, P, S, Si στοιχεία και τα όρια ανίχνευσης παρουσιάζονται στον Πίνακα Β.2.7.

B.2.3.6.4. Προσδιορισμός της ορυκτολογικής σύστασης

Παράλληλα, πραγματοποιήθηκε και λεπτομερής μελέτη της ορυκτολογικής σύστασης των δειγμάτων με:

I. Οπτική μικροσκοπία

Όλα τα δείγματα (στα οποία είχαν γίνει μεταλλογραφικά παρασκευάσματα ή/και λεπτές τομές) μελετήθηκαν σε οπτικό μικροσκόπιο, του Τομέα Οικονομικής Γεωλογίας και Γεωχημείας, του Παν/μίου Αθηνών.

II. Ηλεκτρονική μικροσκοπία (SEM) και μικροαναλύσεις (EDS)

Οι αναλύσεις ηλεκτρονικής μικροσκοπίας σάρωσης SEM έγιναν κυρίως στο Παν/μιο Αθηνών και χρησιμοποιήθηκε το JEOL JSM 5600 (scanning) Microscope και Energy Dispersive Spectroscopy (EDS) - Oxford ISIS 300 Microanal system. Αλλά και στο Natural History Museum του Λονδίνου, όπου και χρησιμοποιήθηκαν το JEOL 5900LV, με το σύστημα μικροανάλυσης Energy dispersive X-ray (EDX) και Wavelength dispersive X-ray (WDX) και το Philips XL30 Field Emission. Σκοπός της χρήσης των συγκεκριμένων οργάνων είναι: α) ο εντοπισμός μορφών-δομών, οι οποίες να υποδηλώνουν βιο-ορυκτογένεση, β) η λήψη εικόνων συγκεκριμένων περιοχών στις οποίες έχει αποτυπωθεί χαρτογραφικά η συγκέντρωση κάθε στοιχείου (mapping), γ) η λήψη χημικών μικροαναλύσεων.

III. Περιθλασιμετρία ακτίνων-X XRD

Οι αναλύσεις περιθλασιμετρίας ακτίνων-X XRD έγιναν κυρίως στο Παν/μιο Αθηνών, στον Τομέα Οικονομικής Γεωλογίας και Γεωχημείας και χρησιμοποιήθηκε το SIEMENS D-500 με λυχνία Cu και μονοχρωμάτορα γραφίτη και συμπληρωματικά στο Natural History Museum του Λονδίνου το Micro-X-ray diffraction, οπού διαθέτει Inel Curved Position Sensitive Detector (PSD), μαζί με high brightness x-ray source.

B.2.4. ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

Η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων των χημικών αναλύσεων της παρούσας έρευνας ελέγχθηκε βάσει προγράμματος ποιοτικού ελέγχου (quality control). Για την εκτίμηση των συστηματικών σφαλμάτων (systematic errors) της χημικής ανάλυσης, τα οποία σχετίζονται με την απόλυτη ακρίβεια των αποτελεσμάτων, χρησιμοποιήθηκαν πιστοποιημένα υλικά αναφοράς τα οποία αναλύθηκαν επαναληπτικά συγχρόνως με τα υπό μελέτη δείγματα. Η ποσοτικοποίηση των τυχαίων σφαλμάτων (random errors) της ανάλυσης έγινε με εκτίμηση της επαναληψιμότητας (analytical precision). Επίσης, μία ακόμη διαδικασία του ποιοτικού ελέγχου που εφαρμόστηκε, είναι ο υπολογισμός του ορίου ανιχνευσιμότητας με την παρεμβολή τυφλών διαλυμάτων σε κάθε αναλυτική σειρά. Τέλος, πραγματοποιήθηκε πρόγραμμα ποιοτικού έλεγχου των μετρήσεων στα εδάφη, ώστε να πραγματοποιηθεί ολοκληρωμένη εκτίμηση της αβεβαιότητας, πέρα από την κλασική προσέγγιση της εργαστηριακής αναλυτικής χημείας, λαμβάνοντας υπόψη όλα τα στάδια της έρευνας, από την δειγματοληψία ως την τελική χημική ανάλυση (Ramsey & Elison, 2007).

Πιο αναλυτικά, σε κάθε αναλυτική μέθοδο, παρασκευάστηκαν διπλά αναλυτικά δοκίμια, τυφλά διαλύματα και χρησιμοποιήθηκαν Πιστοποιημένα Υλικά Αναφοράς.

Πίνακας B.2.13. Αθροιστικός Πίνακας πλήθους κανονικών, διπλών και τυφλών αναλυτικών δοκιμίων, αλλά και πιστοποιημένων υλικών αναφοράς που αναλύθηκαν.

	Δείγματα	Διπλά	Τυφλά	CRMs & HRMs	Σύνολο
Εδάφη	373	48	52	34	507
Μονοετή Φυτά	103	24	16	6	149
Ελιές	70	24	11	6	11
Νερά	27	2	4	2	35
Αποθέσεις θερμ. πηγ.	33	4	3	5	45

Σχετικά με τα **τυφλά διαλύματα**, ακολουθήθηκε ο κανόνας, που υπαγορεύει την τοποθέτηση ενός τυφλού δείγματος ανά δέκα δείγματα, αλλά και την τοποθέτηση δύο ακόμη τυφλών δειγμάτων, ένα στην αρχή και ένα στο τέλος κάθε αναλυτικής σειρά δειγμάτων (batch).

Όσον αφορά τα **Πιστοποιημένα Υλικά Αναφοράς** (Certified Reference Materials, CRM), χρησιμοποιήθηκαν CRMs από το National Institute of Standards and Technology (NIST), από την European Commission – Institute for Reference Materials and Measurements (IRMM), αλλά και κάποια **Εργαστηριακά Πιστοποιημένα Υλικά Αναφοράς** (House Reference Materials,HRM), από το Imperial College of London (Πίνακες B.2.14-18), με σκοπό να καλυφθούν όσο το δυνατόν περισσότερα στοιχεία και εύρος συγκεντρώσεων. Ακολουθήθηκε ο κανόνας, που υπαγορεύει την τοποθέτηση του κάθε CRM ή HRM, δύο φορές σε κάθε αναλυτική σειρά δειγμάτων (batch).

Πίνακας Β.2.14. Πιστοποιημένα υλικά αναφοράς εδάφους και οι αποδεκτές συγκεντρώσεις τους ανά στοιχείο (σε µg/g, εκτός και αν αναφέρεται διαφορετική).

	<i>NIST</i> SRM 2709 <i>San Joaquin Soil</i>	NIST SRM 2710 <i>Montana I Soil</i>	NIST SRM 2711 <i>Montana II Soil</i>	HRM 1	HRM 2
Ag	0,41 ± 0,03	35,3 ± 1,5	4,63 ± 0,39	-1 ± -1	2 ± 2
Al	7,5% ± 0,06	6,44% ± 0,08	6,53% ± 0,09	4500 ± 450	35000 ± 3500
As	17,7 ± 0,8	626 ± 38	105 ± 8		170 ± 17
Ba	968 ± 40	707 ± 51	726 ± 38	18 ± 4	600 ± 200
B					
Be				0,23 ± 0,1	2,5 ± 0,5
Ca	1,89% ± 0,05	1,25% ± 0,03	2,88% ± 0,08	450 ± 45	5900 ± 600
Cd	0,38 ± 0,01	21,8 ± 0,2	41,7 ± 0,25	-1 ± -1	2,5 ± 0,5
Co	13,4 ± 0,7			2 ± 2	48 ± 4,8
Cr	130 ± 4			13 ± 4	420 ± 60
Cu	34,6 ± 0,7	2950 ± 130	114 ± 2	3 ± 1,5	590 ± 60
Fe	3,5% ± 0,11	3,38% ± 0,1	2,89% ± 0,06	8200 ± 820	47000 ± 4700
Hg	1,4 ± 0,08	32,6 ± 1,8	6,25 ± 0,19		
K	2,03% ± 0,06	2,11% ± 0,11	2,45% ± 0,08	650 ± 65	7500 ± 750
La				8 ± 2	24 ± 3
Li				3,9 ± 1,5	155 ± 20
Mg	1,15% ± 0,05	0,853% ± 0,042	1,05% ± 0,03	420 ± 50	13000 ± 1400
Mn	538 ± 17	1,01% ± 0,04	638 ± 28	100 ± 20	1400 ± 150
Mo				0,35 ± 0,5	2 ± 2
Na	1,16% ± 0,03	1,14% ± 0,06	1,14% ± 0,03	35 ± 15	1000 ± 200
Ni	88 ± 5	14,3 ± 1	20,6 ± 1,1	5 ± 1	250 ± 25
P	0,062% ± 0,005	0,106% ± 0,015	0,086% ± 0,007	420 ± 50	670 ± 70
Pb	18,9 ± 0,5	5532 ± 80	1162 ± 31	13 ± 4	510 ± 60
Rb					
Sb	7,9 ± 0,6	38,4 ± 3	19,4 ± 1,8		
Se	1,57 ± 0,08		1,52 ± 0,14		
Si	29,66% ± 0,23	28,97% ± 0,18	30,44% ± 0,19	6 ± 8	105 ± 25
S	0,089% ± 0,002	0,24% ± 0,006	0,042% ± 0,001	180 ± 20	2200 ± 220
Sr	231 ± 2		245,3 ± 0,7	6 ± 3	1250 ± 250
Th	0,74 ± 0,05		2,47 ± 0,15		
Ti	0,342% ± 0,024	0,283% ± 0,01	0,306% ± 0,023	280 ± 50	680 ± 100
V	112 ± 5	76,6 ± 2,3	81,6 ± 2,9	14 ± 4	58 ± 12
Zn	106 ± 3	6952 ± 91	350,4 ± 4,8	22 ± 4	400 ± 45

Πίνακας Β.2.15. Πιστοποιημένα υλικά αναφοράς φυτών και οι αποδεκτές συγκεντρώσεις τους ανά στοιχείο
(σε µg/g, εκτός και αν αναφέρεται διαφορετική).

	NIST NIST 1570a <i>Spinach Leaves</i>			HRM 11	HRM 14
Ag				0,24	0,21
Al	310	± 11		120	780
As	0,068	± 0,012			
Ba				14	4,6
B	37,6	± 1			
Be				0,01	0,02
Ca	1,527%	± 0,041		3800	5600
Cd	2,89	± 0,07		0,2	0,14
Co	0,39	± 0,05		0,34	2,9
Cr				1,3	20
Cu	12,2	± 0,6		8,2	6,3
Fe				260	1600
Hg	0,03	± 0,003			
K	2,903%	± 0,052		12000	6500
La				0,8	1,1
Li				0,23	2,1
Mg				920	4700
Mn	75,9	± 1,9		95	72
Mo					
Na	1,818%	± 0,043		56	3900
Ni	2,14	± 0,1		1,9	32
P	0,518%	± 0,011		2580	1550
Pb				26	9
Rb				15	7,5
Sb					
Se	0,117	± 0,009			
Si					
S					
Sr	55,6	± 0,8		12	49
Th	0,048	± 0,003			
Ti				3,2	24
V	0,57	± 0,03		2,9	2,5
Zn	82	± 3		45	35

Πίνακας Β.2.16. Πιστοποιημένα υλικά αναφοράς νερών και οι αποδεκτές συγκεντρώσεις τους ανά στοιχείο (σε µg/kg).

	IRMM			IRMM		
	BCR 609			BCR 610		
Al	47,7	±	1,6	159	±	4
As	1,2	±	0,12	10,8	±	0,4
Cd	0,164	±	0,012	2,94	±	0,08
Cu	2,48	±	0,09	45,7	±	1,5
Pb	1,63	±	0,04	7,78	±	0,13

Πίνακας Β.2.17. Διαλύματα βαθμονόμησης νερών και οι αποδεκτές συγκεντρώσεις τους ανά στοιχείο, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά την εκτέλεση των φασματοφωτομετρικών αναλύσεων (σε µg/L).

Cl⁻	10
NH₄⁺	1
NO₃⁻	10
SO₄⁻²	30
SO₄⁻²	60
PO₄⁻³	0.5

Πίνακας Β.2.18. Πιστοποιημένα υλικά αναφοράς πετρωμάτων και οι αποδεκτές συγκεντρώσεις τους ανά στοιχείο (µg/L).

	JLS-1 <i>lake sediment</i>	JLK-1 <i>limestone</i>	BCR-1 <i>basalt</i>		JLS-1 <i>lake sediment</i>	JLK-1 <i>limestone</i>	BCR-1 <i>basalt</i>
Be			1,6	Ti		4008	13400
Cd	0,159	0,572	0,13	U		3,83	
Co	0,0825	18	37	V	3,6	117	407
Cr				Y		40	
Cs	0,0201	10,9	0,96	Zn	3,19	152	129,5
Cu	0,268	62,6	19	Zr		137	
Fe				La		40,6	
Hf		3,78		Ce		87,9	
K				Pr		8,53	
Li		51,5	12,9	Nd		35,7	
Mg				Sm		7,87	
Mn	16,19			Eu		1,27	
Ni	0,362	35	13	Gd		6,02	
Pb		43,7	13,6	Tb		1,23	
Rb		147	47,2	Dy		6,57	
Sb			0,62	Ho		1,06	
Sc	0,0307	15,9	32,6	Er		3,59	
Sn			2,7	Tm		0,531	
Sr				Yb		3,99	
Th		19,5		Lu		0,571	

Πιο αναλυτικά, στην αναλυτική σειρά δειγμάτων εδάφους συμπεριλήφθηκαν τα CRM 2709, CRM 2710, CRM 2711, HRM 1, HRM 2, (Πίνακας Β.2.14), τα οποία μετρήθηκαν συνολικά 34 φορές. Στα δείγματα φυτών συμπεριλήφθηκαν τα CRM 1570a, HRM 11, HRM 14, (Πίνακας Β.2.15), όπου μετρήθηκαν συνολικά 6 φορές. Στα δείγματα ελιάς συμπεριλήφθηκαν τα CRM 2709, CRM 2710, CRM 2711, (Πίνακας Β.2.14), όπου μετρήθηκαν συνολικά 9 φορές. Στα δείγματα νερού συμπεριλήφθηκαν τα BCR 609, BCR 610, (Πίνακας Β.2.16), όπου μετρήθηκαν συνολικά 4 φορές. Τέλος, στα δείγματα από τις αποθέσεις θερμών πηγών συμπεριλήφθηκαν τα JLK-1, JLS-1, BCR- 1 (Dulski, P., 2003. Geostandards Newsletter, 25, 87-125) (Πίνακας Β.2.18).

Μετά την λήψη των αποτελεσμάτων από τα όργανα και την αυτόματη διόρθωση βάσει των internal standards (στις περιπτώσεις που εφαρμόστηκε αυτή η πρακτική), ακολουθήθηκαν οι εξής στατιστικοί έλεγχοι:

- Έλεγχος απόκλισης συγκεντρώσεων στοιχείων στα τυφλά διαλύματα, υπολογίζοντας την απόκλιση της απόλυτης ακρίβειας (bias) και την σχετική απόκλιση της απόλυτης ακρίβειας (relative bias) από τη μηδενική συγκέντρωση, εκτελώντας Student`s T-test (για κάθε στοιχείο και σε κάθε batch ξεχωριστά). Ακολούθως, πραγματοποιήθηκε διόρθωση των αποτελεσμάτων, όπου αυτή επιβαλλόταν από την στατιστική, δηλαδή όπου το αποτέλεσμα του Student`s T-test έδειχνε ότι υπήρχε σημαντική στατιστικά απόκλιση.
- Σύγκριση συγκέντρωσης δειγμάτων με το Κατώτατο Ορίο Ανιχνευσιμότητας των οργάνων που χρησιμοποιήθηκαν.
- Υπολογισμός και σύγκριση του Κατώτατου Ορίου Ανιχνευσιμότητας των αναλυτικών μεθόδων σε κάθε στοιχείο (ανά είδος εξεταζομένου υλικού π.χ. έδαφος, φυτά, ελιές, ξεχωριστά). Το κατώτατο όριο ανιχνευσιμότητας της μεθόδου υπολογίστηκε ως το τριπλάσιο της τυπικής απόκλισης των μετρήσεων των τυφλών διαλυμάτων.

Πίνακας Β.2.19. Κατώτατα όρια ανίχνευσης των οργάνων (ICP-MS, ICP-AES) και τα αντίστοιχα κατώτατα όρια για εδάφη, μονοετή φυτά και πολυετή φυτά, όπως αυτά προκύπτουν βάσει των μεθόδων που εφαρμόσαμε.

ICP-AES (NHM)					ICP-MS (UNIV. SUSSEX)				
	ΟΡΓΑΝΟ (mg/L)	ΕΛΑΦΗ (mg/L)	ΦΥΤΑ (mg/L)	ΕΛΙΕΣ (mg/L)		ΟΡΓΑΝΟ (μg/L)	ΕΛΑΦΗ (mg/L)	ΦΥΤΑ (mg/L)	ΕΛΙΕΣ (mg/L)
Ag					Ag	0,017	0,32	0,01	0,02
Al	1	1	1	1	Al	3,48	404,16	13,78	54,01
As	0,1	0,1	0,1	0,1	As	0,38	1,22	0,04	0,14
Ba	0,001	0,991	0	0	Ba	0,42	3,26	0,31	0,18
Ca	0,1	133,283	21,332	42,938	Ca	31,59	773,51	23,15	67,51
Cd	1	1	1	1	Cd	0,083	0,49	0,02	0,03
Ce	1	1	1	1	Ce				
Co	0,04	0,04	0,04	0,04	Co	0,027	0,21	0,01	0,01
Cr	0,01	0,01	0,01	0,01	Cr	0,987	9,06	0,56	0,89
Cu	0,03	0,03	0,03	0,03	Cu	0,37	22,6	0,71	0,81
Fe	5	5	5	5	Fe	5,4	51,9	14,87	6,31
K	1	1	1	1	K	8,32	374,77	37,41	29,36
La	0,01	0,01	0,01	0,01	La				
Li	0,1	0,1	0,1	0,1	Li				
Mg	1	1	1	1	Mg	1,57	54,18	1,76	6,62
Mn	0,1	0,1	0,1	0,1	Mn	0,126	0,94	0,15	0,2
Mo	1	1	1	1	Mo	0,12	1,58	0,3	0,31
Na	0,1	546	25,6	79,1	Na	6,63	1278,59	68,43	106,44
Nb	1	1	1	1	Nb				
Ni	0,1	0,1	0,1	0,1	Ni	0,154	10,43	0,48	0,34
P	0,4	0,4	0,4	0,4	P	12,82	52,36	3,42	10,4
Pb	0,3	0,3	0,3	0,3	Pb	0,063	1,68	0,08	0,17
Rb	1	1	1	1	Rb				
S	0,25	0,25	0,25	0,25	S	729,63	1389,95	118,94	280,4
Sb					Sb	0,3	1,85	0,07	0,07
Sc	0,01	0,01	0,01	0,01					
Se					Se	1,82	5,44	0,38	0,68
Si	0,05	62,288	2,662	1,87	Si				
Sn	1	1	1	1	Sn				
Sr	0,005	0,005	0,005	0,005	Sr				
Ti	0,02	0,02	0,02	0,02	Ti	0,891	2,97	0,14	1,14
Tl					Tl	0,0026	0,68	0,03	0,14
U					U	0,048	0,06	0	0,02
V	0,05	0,05	0,05	0,05	V	0,194	3,17	0,2	0,26
Y	0,01	0,01	0,01	0,01	Y				
Yb	0,001	0,001	0,001	0,001	Yb				
Zn	0,1	0,1	0,1	0,1	Zn	1,7	36,03	11,84	3,11
Zr	0,1	0,1	0,1	0,1	Zr				

Πίνακας Β.2.20. Κατώτατα όρια ανίχνευσης στα δείγματα νερού.

ICP-AES & ICP-MS (NHM)					
Al (mg/L)	ICP-AES	0,100	Mo (µg/L)	ICP-MS	5
As (mg/L)	ICP-AES	1,00	Na (mg/L)	ICP-AES	0,2
Ba (mg/L)	ICP-MS	0,001	Nb (µg/L)	ICP-MS	0,3
Be (µg/L)	ICP-MS	0,11	Nd (µg/L)	ICP-MS	0,016
Ca (mg/L)	ICP-AES	0,5	Ni (µg/L)	ICP-MS	1,0
Cd (µg/L)	ICP-MS	0,05	P (mg/L)	ICP-AES	1,00
Ce (µg/L)	ICP-MS	0,24	Pb (µg/L)	ICP-MS	0,4
Co (µg/L)	ICP-MS	0,09	Pr (µg/L)	ICP-MS	0,004
Cr (µg/L)	ICP-MS	4	Rb (µg/L)	ICP-MS	0,07
Cs (µg/L)	ICP-MS	0,09	S (mg/L)	ICP-AES	1,00
Cu (µg/L)	ICP-MS	2	Sb (µg/L)	ICP-MS	0,2
Dy (µg/L)	ICP-MS	0,003	Si (mg/L)	ICP-AES	0,5
Er (µg/L)	ICP-MS	0,006	Sm (µg/L)	ICP-MS	0,012
Eu (µg/L)	ICP-MS	0,002	Sn (µg/L)	ICP-MS	0,8
Fe (mg/L)	ICP-AES	0,1	Sr (mg/L)	ICP-AES	0,025
Ga (µg/L)	ICP-MS	0,4	Ta (µg/L)	ICP-MS	0,03
Gd (µg/L)	ICP-MS	0,011	Tb (µg/L)	ICP-MS	0,002
Ge (µg/L)	ICP-MS	2	Ti (mg/L)	ICP-AES	1,00
Ho (µg/L)	ICP-MS	0,003	Tl (µg/L)	ICP-MS	0,13
K (mg/L)	ICP-AES	0,1	Tm (µg/L)	ICP-MS	0,003
La (µg/L)	ICP-MS	0,58	U (µg/L)	ICP-MS	0,07
Li (µg/L)	ICP-MS	0,5	V (µg/L)	ICP-MS	1,3
Lu (µg/L)	ICP-MS	0,001	Y (µg/L)	ICP-MS	0,008
Mg (mg/L)	ICP-AES	0,080	Yb (µg/L)	ICP-MS	0,015
Mn (mg/L)	ICP-AES	0,010	Zn (µg/L)	ICP-MS	16

Πίνακας Β.2.21. Κατώτατα όρια ανίχνευσης των οργάνων (ICP-MS, ICP-AES) και τα αντίστοιχα κατώτατα όρια για τις αποθέσεις των θερμών πηγών, όπως αυτά προκύπτουν βάσει των μεθόδων που εφαρμόσαμε.

ICP-AES & ICP-MS(NHM)							
		LDL				LDL	
		ΟΡΓΑΝΟΥ	ΜΕΘΟΔΟΥ			ΟΡΓΑΝΩΝ	ΜΕΘΟΔΟΥ
Al(µg/L)	ICP-AES	100	100	Si(mg/L)	ICP-AES	0,010	0,010
As(µg/L)	ICP-AES	100	100	Sn(µg/L)	ICP-MS	0,12	90,86
B(µg/L)	ICP-MS	11	11	Sr(µg/L)	ICP-AES	0,1	229,13
Ba(µg/L)	ICP-AES	1,0	2251,67	Th(µg/L)	ICP-MS	0,003	0,003
Be(µg/L)	ICP-MS	0,05	0,05	Ti(µg/L)	ICP-MS	2,0	2,0
Ca(mg/L)	ICP-AES	0,01	0,01	U(µg/L)	ICP-MS	0,005	0,005
Cd(µg/L)	ICP-MS	0,005	12,81	V(µg/L)	ICP-MS	0,83	0,83
Co(µg/L)	ICP-MS	3,80	3,80	Y(µg/L)	ICP-MS	0,049	0,049
Cr(µg/L)	ICP-AES	10	10	Zn(µg/L)	ICP-MS	3,2	2501,70
Cs(µg/L)	ICP-MS	0,007	20,04	Zr(µg/L)	ICP-MS	0,069	18,51
Cu(µg/L)	ICP-MS	3,6	3,6	La(µg/L)	ICP-MS	0,002	169,58
Fe(µg/L)	ICP-AES	10,0	10,0	Ce(µg/L)	ICP-MS	0,002	12,60
Hf(µg/L)	ICP-MS	0,022	0,022	Pr(µg/L)	ICP-MS	0,0007	1,36
K(µg/L)	ICP-AES	10	10	Nd(µg/L)	ICP-MS	0,005	0,005
Li(µg/L)	ICP-MS	0,32	0,32	Sm(µg/L)	ICP-MS	0,005	0,005
Mg(µg/L)	ICP-AES	1	13491,94	Eu(µg/L)	ICP-MS	0,0010	0,0010
Mn(µg/L)	ICP-AES	1,0	1,0	Gd(µg/L)	ICP-MS	0,008	0,008
Na(mg/L)	ICP-AES	0,010	376,77	Tb(µg/L)	ICP-MS	0,0006	0,0006
Ni(µg/L)	ICP-MS	20	20	Dy(µg/L)	ICP-MS	0,003	0,003
P(mg/L)	ICP-AES	0,050	0,050	Ho(µg/L)	ICP-MS	0,0008	0,0008
Pb(µg/L)	ICP-MS	0,69	0,69	Er(µg/L)	ICP-MS	0,002	0,002
Rb(µg/L)	ICP-MS	0,60	0,60	Tm(µg/L)	ICP-MS	0,0009	0,0009
S(mg/L)	ICP-AES	0,05	0,05	Yb(µg/L)	ICP-MS	0,004	0,004
Sb(µg/L)	ICP-MS	0,011	0,011	Lu(µg/L)	ICP-MS	0,0008	0,0008
Sc(µg/L)	ICP-MS	1,2	1,2				

Όσον αφορά τα αποτελέσματα των φασματοφωτομετρικών αναλύσεων των δειγμάτων νερού, ελέγχθηκαν ως προς την αξιοπιστία τους με βάση την ηλεκτρική ουδετερότητα (EB - Electrical Balance) του διαλύματος, σύμφωνα με τη σχέση (Καλλεργης, 2000):

$$EB(\%) = \frac{\sum \alpha ν ι ό ν τ ω ν - \sum κ α τ ι ό ν τ ω ν}{\sum \alpha ν ι ό ν τ ω ν + \sum κ α τ ι ό ν τ ω ν} \cdot 100, \text{ ανιόντα και κατιόντα είναι σε } \text{meq/l}$$

Για να είναι αξιόπιστα τα αποτελέσματα θα πρέπει $EB \leq 5-7\%$ (Καλλεργης, 2000). Στη συντριπτική πλειοψηφία των δειγμάτων η συνθήκη αυτή διατηρήθηκε ($<7\%$), ενώ σε λίγα δείγματα η EB ήταν μεγαλύτερη από 10%.

Αιτίες για μεγάλες αποκλίσεις (Hounslow, 1995, Hall & Bonham-Carter, 1996) μπορεί να είναι μια σειρά παραγόντων, όπως: α) η μόλυνση του δείγματος, β) εσφαλμένη διαδικασία ανάλυσης, γ) ύπαρξη συστατικών που ήταν παρόντα στο διάλυμα όπου δεν μετρήθηκαν, δ) χαμηλές τιμές του pH (οπότε δεν υπολογίστηκαν τα H^+), ε) παρουσία οργανικών ιόντων, στ) χρήση του ηθμού κατά τη διαδικασία της διήθησης.

Δεδομένου ότι οι διαδικασίες δειγματοληψίας και αποθήκευσης τηρήθηκαν στο ακέραιο και το pH όλων των δειγμάτων παρουσιάζει σχετικά κανονικές τιμές, πρέπει να αποκλειστούν οι παράγοντες α και δ. Οι αποκλίσεις αυτές οφείλονται κυρίως σε δύο παράγοντες i) στις πολλαπλές αραιώσεις που πραγματοποιήθηκαν, καθώς μεγάλο μέρος των δειγμάτων είναι νερά θερμών πηγών με ιδιαίτερα αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων και ii) στις συνθήκες συντήρησης, καθώς, δεν ήταν δυνατό σε αυτά τα δείγματα να τηρηθούν οι μικροί χρόνοι που προβλέπονται από την δειγματοληψία έως την στιγμή της ανάλυσης.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφέρουμε ότι ο συγκεκριμένος λόγος ελέγχει την αξιοπιστία των αναλύσεων στα κύρια ιόντα (στα δείγματα νερού) και όχι στα ιχνοστοιχεία που είναι το κύριο αντικείμενο της παρούσας μελέτης.

Πίνακας Β.2.22. Υπολογισμός ηλεκτρικής ουδετερότητας (EB - Electrical Balance).

ΕΥΒΟΙΑ (ΨΥΧΡΑ)		ΑΤΑΛΑΝΤΗ (ΨΥΧΡΑ)		ΕΥΒΟΙΑ (ΘΕΡΜΑ)	
ΔΕΙΓΜΑΤΑ	EB%	ΔΕΙΓΜΑΤΑ	EB%	ΔΕΙΓΜΑΤΑ	EB%
NP-1-WM	5	AT-1-D-WM	9	GIA-4-WM	7
NP-2-WM	-	AT-2-D-WM	9	AD-1D-WM	6
NP-3-WM	4	AT-3-WM	15	AD-2-WM	2
NP-4-WM	9	AT-4-WM	6	AD-3-WM	10
NP-5-WM	4	AT-5-WM	2	AD-4-WM	2
NP-6-WM	12	AT-6-WM	0	AD-5-WM	6
NP-7-WM	11	AT-7-WM	2	AD-6-WM	4
GIA-1-D-WM	27	AT-8-WM	3	AD-9-WM	2
GIA-2-WM	1	AT-9-WM	3	AD-15-WM	0
GIA-3-WM	1	AT-10-WM	7	HL-1-D-WM	1
GIA-5-WM	9	KL-1-WM	6	AD-20-WM	9
AD-7-WM	11	KL-2-WM	0	AD-21-WM	9
AD-8-WM	4	KL-3-WM	3	HL-11-W	3
AD-10-WM	-	KL-4-WM	3	AD-100-W	1
AD-11-WM	29			AD-101-W	4
AD-12-WM	3			AD-102-W	1
AD-13-WM	3			AD-103-W	4
AD-14-WM	6			AD-104-W	2
HL-2-WM	23			AD-105-W	3
AGG-1-D-WM	3			GIA-11-W	3
LI-1-WM	7				
BAR-1-WM	3				
OR-1-WM	12				
AG-1-WM	9				
NIS-1-WM	7				
NIS-2-WM	1				
NIS-3-WM	13				
NP-8-WM	0				
NP-9-WM	19				
NP-10-WM	12				
NP-11-WM	9				
AD-16-WM	10				
AD-17-WM	3				
AD-18-D-WM	8				
AD-19-WM	-				
AK-1-WM	5				
AK-2-WM	5				
AK-3-WM	6				
AK-4-WM	4				
AK-5-WM	-				
AK-6-WM	6				
AD-22-WM	2				
GIA-6-WM	9				
AGG-2-WM	4				
AK-7-WM	8				
LIX-1-W	29				
LIX-2-W	25				
GIA-10-W	13				
HL-10-W	11				
AD-10-W	55				

ΥΠ. ΣΤ. (ΨΥΧΡΑ)		ΥΠ. ΣΤ. ΕΛΛΑΔΑ (ΘΕΡΜΑ)	
ΔΕΙΓΜΑΤΑ	EB%	ΔΕΙΓΜΑΤΑ	EB%
AR-1-WM	1	THE-1D-WM	8
AR-2-D-WM	0	KBE-10-D-WM	1
AR-3-D-WM	11	KB-1-D-WM	17
AR-4-WM	5	KB-3A-WM	22
KBE-11-WM	15	KB-3B-WM	15
KB-2-D-WM	46	KB-3C-WM	17
KB-6-WM	45	KB-4-WM	23
KB-6A-WM	41	KB-5-WM	50
KB-7-WM	31		
KB-8-WM	10		
KB-9-WM	8		
DM-1-WM	26		
DM-2-WM	20		
DM-3-WM	25		
SK-1-WM	31		
OI-1-WM	17		
OI-2-WM	27		
KB-102-W	16		
KB-103-W	14		
KB-104-W	17		
THE-10-W	18		
DM-10-W	36		
OI-10-W	22		
OI-11-W	15		
OI-12-W	27		
OI-13-W	15		
OI-14-W	1		
OI-15-W	2		

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, για την μέτρηση στοιχείων στα εδάφη, φυτά, ελιές, χρησιμοποιήθηκαν ICP-AES και ICP-MS, με σκοπό να μετρηθεί ένα μεγάλο πλήθος στοιχείων. Πολλά από αυτά τα στοιχεία μετρήθηκαν και στα δυο όργανα. Έτσι δημιουργήθηκε η ανάγκη να αξιολογηθούν οι μετρήσεις κάθε οργάνου ξεχωριστά, ανά στοιχείο και ανά υλικό, ώστε στο τέλος, να χρησιμοποιηθούν οι βέλτιστες μετρήσεις (Πίνακας Β.2.23).

Τα κριτήρια για την αξιολόγηση των δεδομένων ήταν (με σειρά προτεραιότητας):

A) Κατώτατα Όρια Ανιχνευσιμότητας (οργάνων και μεθόδων),

B) Επαναληψιμότητα μετρήσεων των διπλών δειγμάτων,

Γ) Εύρος συγκεντρώσεων στα δείγματα σε σχέση με το εύρος συγκεντρώσεων στα χρησιμοποιημένα CRMs

Δ) Επαναληψιμότητα και ακρίβεια μετρήσεων των CRMs.

Ο συνδυασμός όλων αυτών των κριτηρίων κρίθηκε απαραίτητος, καθώς η χρησιμοποίηση μόνο ενός εξ αυτών, δεν δίνει την πλήρη εικόνα των αναλύσεων. Χαρακτηριστικά αναφέρεται, ότι βάσει της επαναληψιμότητας και της ακρίβειας των μετρήσεων των CRMs, κάποια στοιχεία μπορεί να παρουσιάζουν βέλτιστα ποιοτικά χαρακτηριστικά στις μετρήσεις τους με ICP-AES. Όμως, μπορεί οι τιμές των συγκεντρώσεων των CRMs να κυμαίνονται σε μεγάλο εύρος. Τα εξεταζόμενα δείγματα κυμαίνονται σε ένα πολύ μικρότερο εύρος συγκεντρώσεων, όπου χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις των διπλών δειγμάτων, διαπιστώθηκε ότι βέλτιστα ποιοτικά χαρακτηριστικά παρουσιάζουν οι μετρήσεις από το ICP-MS. Πιο αναλυτικά, αναφέρεται ότι στα εδάφη, η επαναληψιμότητα και η ακρίβεια των μετρήσεων των CRMs στα στοιχεία Pb, P, παρουσιάζουν βέλτιστα ποιοτικά χαρακτηριστικά στις μετρήσεις με ICP-AES. Περαιτέρω εξέταση των αποτελεσμάτων όμως καταδεικνύει (λαμβάνοντας υπόψη και την επαναληψιμότητα των διπλών δειγμάτων) ότι στις συγκεντρώσεις που κυμαίνονται τα δείγματα καλύτερης ποιότητας μετρήσεις είναι του ICP-MS. Αντίστοιχα, στα φυτά, η επαναληψιμότητα και η ακρίβεια των μετρήσεων των CRMs, στα στοιχεία Mn, Mo, Pb, παρουσιάζουν βέλτιστα ποιοτικά χαρακτηριστικά στις μετρήσεις με ICP-AES, περαιτέρω εξέταση των αποτελεσμάτων μας όμως έδειξε (λαμβάνοντας υπόψη και την επαναληψιμότητα των διπλών δειγμάτων) ότι οι τιμές των ICP-MS & ICP-AES είναι πολύ κοντά, αλλά οι μετρήσεις από το ICP-MS έχουν χαμηλότερα όρια ανίχνευσης. Στις ελιές, η επαναληψιμότητα και η ακρίβεια μετρήσεων των CRMs, τα στοιχεία Na, Mg, P, S, Ca, Mn, Mo, Pb, παρουσιάζουν βέλτιστα ποιοτικά χαρακτηριστικά στις μετρήσεις με ICP-AES. Περαιτέρω εξέταση των αποτελεσμάτων (λαμβάνοντας υπόψη και την επαναληψιμότητα των διπλών δειγμάτων) καταδεικνύει ότι οι μετρήσεις στα ICP-MS, παρουσιάζουν καλύτερη επαναληψιμότητα.

Έτσι, καταλήξαμε για κάθε στοιχείο ποια μέθοδος ανάλυσης έδωσε μετρήσεις με τα καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως παρουσιάζονται στον πίνακα Β.2.23 και αντίστοιχα στον πίνακα Β.2.24, παρουσιάζεται ο τελικός Πίνακας με τα κατώτατα όρια ανιχνευσιμότητας που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε υλικό, βάσει την αντίστοιχης μεθόδου που εφαρμόστηκε.

Πίνακας Β.2.23. Πίνακας επιλογής βέλτιστης αναλυτικής τεχνικής για την μέτρηση των στοιχείων ανά μέσο δειγματοληψίας.

	ΕΔΑΦΗ		ΜΟΝΟΕΤΗ ΦΥΤΑ		ΕΛΙΕΣ	
	ICP-MS	ICP-AES	ICP-MS	ICP-AES	ICP-MS	ICP-AES
Ag	√		√		√	
Al	√		√		√	
As	√		√		√	
Ba	√		√		√	
Be	√		√		√	
Ca		√		√	√	
Cd	√		√		√	
Ce		√		√		√
Co	√		√		√	
Cr	√		√		√	
Cu	√		√		√	
Fe	√		√		√	
K	√		√		√	
La		√		√		√
Li		√		√		√
Mg		√		√	√	
Mn		√	√		√	
Mo		√	√		√	
Na		√		√	√	
Nb		√		√		√
Ni	√		√		√	
P	√			√	√	
Pb	√		√		√	
Rb		√		√		√
S		√		√	√	
Sb	√		√		√	
Sc		√		√		√
Se	√		√		√	
Si		√		√		√
Sn		√		√		√
Sr		√		√		√
Ti	√		√		√	
Tl	√		√		√	
U	√		√		√	
V	√		√		√	
Y		√		√		√
Yb		√		√		√
Zn	√		√		√	
Zr		√		√		√

Πίνακας Β.2.24. Κατώτατα όρια ανίχνευσης, που χρησιμοποιήθηκαν.

	ΕΛΑΦΗ (mg/L)	ΦΥΤΑ (mg/L)	ΕΛΙΕΣ (mg/L)		ΕΛΑΦΗ (mg/L)	ΦΥΤΑ (mg/L)	ΕΛΙΕΣ (mg/L)
Ag	0,32	0,01	0,02	Ni	10,43	0,48	0,34
Al	404,16	13,78	54,01	P	52,36	0,4	10,4
As	1,22	0,04	0,14	Pb	1,68	0,08	0,17
Ba	3,26	0,31	0,18	Rb	1	1	1
Ca	133,28	21,33	67,51	S	0,25	0,25	280,4
Cd	0,49	0,02	0,03	Sb	1,85	0,07	0,07
Ce	1	1	1	Sc	0,01	0,01	0,01
Co	0,21	0,01	0,01	Se	5,44	0,38	0,68
Cr	9,06	0,56	0,89	Si	62,29	2,66	1,87
Cu	22,6	0,71	0,81	Sn	1	1	1
Fe	51,9	14,87	6,31	Sr	0,005	0,005	0,005
K	374,77	37,41	29,36	Ti	2,97	0,14	1,14
La	0,01	0,01	0,01	Tl	0,68	0,03	0,14
Li	0,1	0,1	0,1	U	0,06	0	0,02
Mg	1	1	6,62	V	3,17	0,2	0,26
Mn	0,1	0,15	0,2	Y	0,01	0,01	0,01
Mo	1	0,3	0,31	Yb	0,001	0,001	0,001
Na	546,33	25,58	106,4	Zn	36,03	11,84	3,11
Nb	1	1	1	Zr	0,1	0,1	0,1

Με σκοπό να διαπιστωθεί η αξιοπιστία των μετρήσεων για κάθε στοιχείο, σε κάθε υλικό που αναλύθηκε, ακολουθήθηκαν οι παρακάτω διαδικασίες [χρησιμοποιώντας τα Πιστοποιημένα Υλικά Αναφοράς (CRMs & HRMs)].

- Υπολογισμός της απόκλισης της απόλυτης ακρίβειας (**bias**) και της σχετικής απόκλισης της απόλυτης ακρίβειας (**relative bias**) και έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας με **Student's T-test** στα Πιστοποιημένα Υλικά Αναφοράς (CRMs & HRMs).
- Εκτέλεση **απλής γραμμικής συσχέτισης (Simple Linear regression)** και υπολογισμός διαφόρων στατιστικών παραμέτρων και μέσω αυτών υπολογισμός και καταγραφή του:
 - ✓ Σταθερού σφάλματος σε όλο το εύρος των συγκεντρώσεων (**Translational bias**)
 - ✓ Μεταβλητού σφάλματος σε όλο το εύρος των συγκεντρώσεων (**Rotational Bias**)
- Χρησιμοποιώντας το software FREML (Functional Relationship Estimation by Maximum Likelihood), έγινε σύγκριση του μέσου όρου του κάθε Πιστοποιημένου Υλικού Αναφοράς (CRM & HRM) σε κάθε στοιχείο, με την πιστοποιημένη τιμή του, λαμβάνοντας υπόψη τις αποκλίσεις και στον x και στον y άξονα (Ramsey,1998).

Υπολογίστηκαν πάλι το **Σταθερό και το Μεταβλητό σφάλμα σε όλο το εύρος των συγκεντρώσεων (Translational & Rotational Bias)** λαμβάνοντας υπόψη τις αποκλίσεις και στον x και στον y άξονα.

Τέλος, στα εδάφη όπως προαναφέρθηκε πραγματοποιήθηκε πρόγραμμα ποιοτικού έλεγχου των μετρήσεων, ώστε να πραγματοποιηθεί ολοκληρωμένη εκτίμηση της αβεβαιότητας, περά από την κλασική προσέγγιση της εργαστηριακής αναλυτικής χημείας, λαμβάνοντας υπόψη όλα τα στάδια της έρευνας, από την δειγματοληψία ως την τελική χημική ανάλυση. Εφαρμόστηκαν στατιστικές μέθοδοι σύμφωνα με τις προδιαγραφές ISO – Guide to the expression of uncertainty in measurement (ISO-GUM, 1995) και EURACHEM/CITAC Guide-Measurement uncertainty arising from sampling, χρησιμοποιώντας εμπειρικές μεθόδους, οι οποίες βασίζονται στην επανάληψη των μετρήσεων (Ramsey & Elison, 2007). Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση των εδαφών λήφθηκαν διπλά δείγματα κατά την διάρκεια της δειγματοληψίας. Τα διπλά δείγματα εδάφους χρησιμοποιήθηκαν σε συνδυασμό με διπλές αναλύσεις για την εκτίμηση της επαναληψιμότητας των μετρήσεων και την εκτίμηση της ετερογένειας του εδάφους ως προς τα περιεχόμενα στοιχεία. Η μέθοδος βασίζεται στη συλλογή αριθμού διπλών δειγμάτων (ελάχιστος αριθμός 8) σε τυχαία επιλεγμένες θέσεις δειγματοληψίας και ακολούθως διπλές χημικές αναλύσεις για κάθε διπλό δείγμα και εξισορροπημένη ανάλυση της μεταβλητότητας των τιμών (balanced ANOVA) (Ramsey & Argyraki, 1997).

Με την μέθοδο των διπλών μετρήσεων κατέσται δυνατός ο υπολογισμός της επαναληψιμότητας και επομένως, η ποσοτικοποίηση των τυχαίων σφαλμάτων κατά τα διάφορα στάδια της μέτρησης, τα οποία προηγούνται της χημικής ανάλυσης, π.χ. σφάλματα δειγματοληψίας, με συλλογή διπλών δειγμάτων στην ύπαιθρο, σφάλματα στη ζύγιση με διπλές ζυγίσες κ.τ.λ. (Argyaki, 2010). Η ολική επαναληψιμότητα της μεθόδου προκύπτει με την άθροιση των επί μέρους τιμών διακύμανσης (s^2) που υπολογίζονται σε κάθε στάδιο.

Κάθε ένα από τα διπλά δείγματα υποβάλλεται ακολούθως σε διπλή χημική ανάλυση. Η εξισορροπημένη αυτή πειραματική διάταξη, επιτρέπει την εφαρμογή παραμετρικής ανάλυσης της μεταβλητότητας των τιμών (balanced one-way robust ANOVA) και την εκτίμηση τριών συνιστωσών της συνολικής διακύμανσης (s^2_{total}):

A) διακύμανση της παραμέτρου της χημικής ανάλυσης s^2_{anal}

B) διακύμανση της παραμέτρου της δειγματοληψίας s^2_{samp}

Γ) διακύμανση της παραμέτρου της γεωχημικής διασποράς $s^2_{geochem}$

Οι δύο πρώτες συνιστώσες αντιπροσωπεύουν την αβεβαιότητα της μέτρησης, ενώ η τρίτη εκφράζει τη διακύμανση μεταξύ των θέσεων δειγματοληψίας ή το γεωχημικό ανάγλυφο της κατανομής του αναλυτή στον δειγματοληπτικό στόχο (Αργυράκη Α., 2007).

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιώντας το software ROBAN v.1.01, όπου εκτελεί ανάλυση μεταβλητότητας, χρησιμοποιώντας ευσταθή στατιστικά που δίνουν μικρότερο βάρος στις απόμακρες τιμές (robust analysis of variance), έγινε ο συγκεκριμένος στατιστικός έλεγχος για κάθε στοιχείο ξεχωριστά. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να υπολογιστούν η διακύμανση της χημικής ανάλυσης (s^2_{anal}), της δειγματοληψίας (s^2_{samp}) και της γεωχημικής διασποράς ($s^2_{geochem}$) (Πίνακας B.2.24).

Πίνακας Β.2.25. Συγκεντρωτικός Πίνακας εκτίμησης των τριών συνιστωσών της συνολικής διακύμανσης (s^2_{total}) της συγκέντρωσης του αναλυτή.

	ΕΛΑΦΗ		ΜΟΝΟΕΤΗ ΦΥΤΑ		ΕΛΙΕΣ		
	ΕΠΙΦ.	ΒΑΘΟΣ	ΠΑΝΩ ΜΕΡΟΣ ΦΥΤΟΥ	ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤ.	ΦΥΛ.	ΠΥΡΗΝ.	ΨΥΧΑ
Ag Γεωχημική Δειγματοληψίας Ανάλυσης					94,7 - 5,3	78,6 - 21,4	97,1 - 2,9
Al Γεωχημική Δειγματοληψίας Ανάλυσης	94,5 0,2 5,3	85,7 6,8 7,5	98,9 - 1,1	98,8 - 1,2	97,6 - 2,4	97,4 - 2,6	99,4 - 0,6
As Γεωχημική Δειγματοληψίας Ανάλυσης	71,5 7,1 21,4	67,8 10,1 22,1	95,3 - 4,7	99,0 - 1,0	98,7 - 1,3	95,6 - 4,4	
Ba Γεωχημική Δειγματοληψίας Ανάλυσης	98,4 0,6 0,9	93,0 2,1 4,9	100,0 - -	96,4 - 3,6	99,7 - 0,3	99,1 - 0,9	100,0 - -
Ca Γεωχημική Δειγματοληψίας Ανάλυσης	87,1 1,8 11,1	91,2 5,1 3,8	99,8 - 0,2	97,9 - 2,1	68,7 - 31,3	98,3 - 1,7	95,3 - 4,7
Cd Γεωχημική Δειγματοληψίας Ανάλυσης			98,3 - 1,7	97,3 - 2,7	78,1 - 21,9	99,7 - 0,3	
Co Γεωχημική Δειγματοληψίας Ανάλυσης	95,6 0,9 3,5	92,9 0,5 6,6	99,8 - 0,2	99,2 - 0,8	98,5 - 1,5	100,0 - -	99,9 - 0,1
Cr Γεωχημική Δειγματοληψίας Ανάλυσης	86,0 7,3 6,7	88,2 1,4 10,4	68,4 - 31,6	93,0 - 7,0	100,0 - -	65,0 - 35,0	98,0 - 2,0
Cu Γεωχημική Δειγματοληψίας Ανάλυσης	82,9 1,4 15,7	71,7 10,7 17,7	100,0 - -	69,2 - 30,8	99,9 - 0,1	98,5 - 1,5	99,5 - 0,5
Fe Γεωχημική Δειγματοληψίας Ανάλυσης	86,7 3945 9,4	80,2 3,3 16,5	99,2 - 0,8	98,9 - 1,1	92,6 - 7,4	99,3 - 0,7	97,0 - 3,0
K Γεωχημική Δειγματοληψίας Ανάλυσης	94,7 2,3 3,0	91,6 3,7 4,7	99,6 - 0,4	99,0 - 1,0	68,4 - 31,7	29,9 - 70,1	79,3 - 20,7
La Γεωχημική Δειγματοληψίας Ανάλυσης	97,9 0,0 2,1	98,3 1,1 0,6					
Mg Γεωχημική Δειγματοληψίας Ανάλυσης	97,9 - 2,1	96,1 2,2 1,7	99,3 - 0,7	99,4 - 0,6	97,8 - 2,2	95,5 - 4,5	95,0 - 5,0
Mn Γεωχημική Δειγματοληψίας Ανάλυσης	66,3 - 33,7	60,5 27,7 11,8	99,5 - 0,5	97,6 - 2,4	94,1 - 5,9	60,6 - 39,4	96,2 - 3,8

Πίνακας Β.2.25. (συνέχεια)

	ΕΛΑΦΗ		ΜΟΝΟΕΤΗ ΦΥΤΑ		ΕΛΙΕΣ			
	ΕΠΙΦ.	ΒΑΘΟΣ	ΠΑΝΩ ΜΕΡΟΣ ΦΥΤΟΥ	ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤ.	ΦΥΛ.	ΠΥΡΗΝ.	ΨΥΧΑ	
Mo	Γεωχημική		97,9			37,6	96,7	
	Δειγματοληψίας		-			-	-	
	Ανάλυσης		2,1			62,4	3,3	
Na	Γεωχημική	6,6	21,7	99,7	99,1	98,7	88,1	42,4
	Δειγματοληψίας	39,8	29,1	-	-	-	-	-
	Ανάλυσης	53,6	49,2	0,3	0,9	1,3	11,9	57,6
Ni	Γεωχημική	99,2	98,6	99,4	100,0	99,6	99,9	100,0
	Δειγματοληψίας	0,2	0,1	-	-	-	-	-
	Ανάλυσης	0,6	1,4	0,6	-	0,4	0,1	-
Pb	Γεωχημική	95,8	86,1	99,4	72,8	99,7	98,8	96,1
	Δειγματοληψίας	-	7,9	-	-	-	-	-
	Ανάλυσης	4,2	6,0	0,6	27,2	0,3	1,2	3,9
P	Γεωχημική	94,8	93,6	99,6	99,7	76,4	88,0	96,0
	Δειγματοληψίας	1,3	4,5	-	-	-	-	-
	Ανάλυσης	3,8	1,8	0,4	0,3	23,6	12,0	2,0
S	Γεωχημική	45,7	66,6	99,9	99,4	93,7	85,0	38,8
	Δειγματοληψίας	-	-	-	-	-	-	-
	Ανάλυσης	54,3	33,4	0,1	0,6	6,3	15,0	61,2
Sb	Γεωχημική					98,4	96,1	
	Δειγματοληψίας					-	-	
	Ανάλυσης					1,6	3,9	
Sc	Γεωχημική	68,7	51,5					
	Δειγματοληψίας	5,5	24,7					
	Ανάλυσης	25,8	23,8					
Se	Γεωχημική	67,4	4,7			72,9	96,3	97,1
	Δειγματοληψίας	0,0	5,7			-	-	-
	Ανάλυσης	32,6	89,6			27,1	3,7	2,9
Si	Γεωχημική	0,0	49,7	98,1	98,1	19,3	58,8	
	Δειγματοληψίας	48,7	0,0	-	-	-	-	
	Ανάλυσης	51,3	50,3	1,9	1,9	80,7	41,2	
Sr	Γεωχημική	85,3	86,6	99,9		21,8	21,2	23,4
	Δειγματοληψίας	-	2,0	-		-	-	-
	Ανάλυσης	14,7	11,4	0,1		78,2	78,8	76,6
Ti	Γεωχημική	91,9	90,7	90,6	89,2	57,0	95,7	70,5
	Δειγματοληψίας	4,2	2,0	-	-	-	-	-
	Ανάλυσης	3,9	7,3	9,4	10,8	43,0	4,3	29,5
Tl	Γεωχημική	-	-	82,2	97,1			
	Δειγματοληψίας	28,9	28,9	-	-			
	Ανάλυσης	71,1	71,1	17,8	2,9			
U	Γεωχημική	86,8	79,6	42,2	100,0	85,1	99,9	
	Δειγματοληψίας	7,3	4,2	-	-	-	-	
	Ανάλυσης	5,9	16,2	57,8	-	14,9	0,2	

Πίνακας Β.2.25. (συνέχεια)

	ΕΛΑΦΗ		ΜΟΝΟΕΤΗ ΦΥΤΑ		ΕΛΙΕΣ		
	ΕΠΙΦ.	ΒΑΘΟΣ	ΠΑΝΩ ΜΕΡΟΣ ΦΥΤΟΥ	ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤ.	ΦΥΛ.	ΠΥΡΗΝ.	ΨΥΧΑ
V	Γεωχημική	88,4	78,1	81,5	100,0	100,0	
	Δειγματοληψίας	4,9	0,9	-	-	-	-
	Ανάλυσης	6,6	21,0	18,5	-	-	-
Yb	Γεωχημική	91,1	91,4				
	Δειγματοληψίας	8,8	8,8				
	Ανάλυσης	-	-				
Y	Γεωχημική	93,7	93,7				
	Δειγματοληψίας	2,4	2,4				
	Ανάλυσης	3,9	3,9				
Zn	Γεωχημική	39,9	14,7	99,3	97,1	93,3	99,6
	Δειγματοληψίας	0,0	28,2	-	-	-	-
	Ανάλυσης	60,1	57,1	0,7	2,9	6,7	0,4

Με κανονική γραφή = χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές σε mg/L

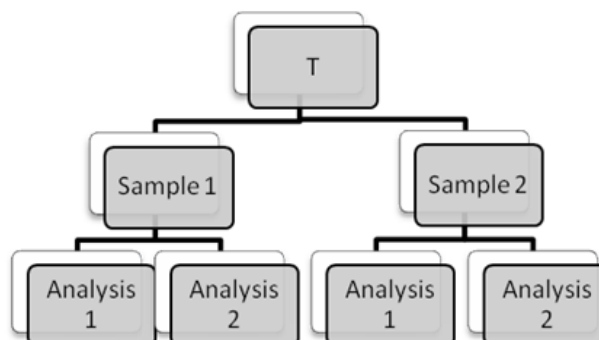
Με πλάγια γραφή = χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές σε µg/L

Κανονας = ως 20% απόκλιση αποδοχή των τιμών ανεπιφύλακτα (Ramsey, 1993)

 = απόκλιση >30(+3)%

 = απόκλιση 20(+3)-30(+3)%

= χωρίς χρώμα, απόκλιση λόγω σφαλμάτων 20(+3)%



Εικόνα Β.2.3. Πειραματική διάταξη για τον υπολογισμό της αβεβαιότητας και τον διαχωρισμό της συνολικής διακύμανσης σε τρεις συνιστώσες με την εφαρμογή της στατιστικής τεχνικής ANOVA.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί πως πραγματοποιήθηκε έλεγχος της αποτελεσματικότητας των διαλυτοποιήσεων που έγινε στα εδάφη και στις αποθέσεις των θερμών πηγών, μέσω ακτινοσκοπικής μελέτης επιλεγμένων δειγμάτων, πριν και μετά την διαλυτοποίησή τους.

Πιο αναλυτικά, από την μελέτη της ορυκτολογικής σύστασης (Πίνακες Γ.1.16, 17, Γ.2.6, 7, Γ.3.11, 12), που πραγματοποιήθηκε πριν και μετά από την προσβολή με οξέα στα εδαφικά δείγματα, αλλά και σε συνδυασμό με τις χημικές αναλύσεις των διπλών δειγμάτων, επαληθεύονται οι παρατηρήσεις των Thompson M. & Walsh N., οι οποίοι και πρότειναν την συγκεκριμένη διαδικασία διαλυτοποίησης (Thompson & Walsh, 1983). Αναλυτικότερα για την συγκεκριμένη διαδικασία διαλυτοποίησης δειγμάτων εδάφους, αναφέρεται ότι η μέθοδος είναι αποτελεσματική στο να διαλυτοποιεί τα μέταλλα και τα ιχνοστοιχεία από τα αργιλικά ορυκτά. Επίσης, σε κάποια πυριτικά ορυκτά η προσβολή είναι σχεδόν πλήρης, σε ότι αναφορά την διαλυτοποίηση διαφόρων μετάλλων (π.χ. άστριοι, ολιβίνες, πυρόξενι, βιοτίτες, αμφιβόλους κ.α.). Διαλυτοποιούνται τα λειμώνιτικα και τα λατεριτικά εδάφη. Κάποιες μεταλλοφόρες φάσεις δεν προσβάλλονται καθόλου, π.χ. κασσιτερίτη, ζirkόνιο, βήρυλλος, ρουτήλιο και χρωμίτης. Στην περίπτωση της παρουσίας σουλφιδίων, όταν είναι σε μικρά ποσοστά, τότε κατά κύριο λόγο διαλυτοποιούνται. Το οργανικό υλικό υπό κανονικές συνθήκες οξειδώνεται πλήρως. Γενικότερα η μέθοδος συνίσταται κυρίως για τα εξής στοιχεία: Ba, Σπάνιες Γαίες, V, Cr, Mo, U, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Ag, Zn, Cd, Pb, P και Bi. Τέλος, αναφέρεται ότι κάποια ορυκτά τα οποία περιέχουν αυτά τα στοιχεία δεν διαλυτοποιούνται, π.χ. ουράνιο και στοιχεία της ομάδας των λανθανιδίων στο ζirkόνιο.

Αντίστοιχα από την μελέτη της ορυκτολογικής σύστασης (Πίνακες Δ.2.3, 4), πριν και μετά από την προσβολή με τα οξέα στα δείγματα αποθέσεων θερμών πηγών, διαπιστώνεται ότι η διαλυτοποίηση είναι πρακτικά πλήρης, καθώς το υλικό των αποθέσεων είναι ανθρακικό, όποτε και διαλυτοποιείται πλήρως με το Νιτρικό οξύ. Σε ελάχιστες περιπτώσεις διαπιστώθηκε η ύπαρξη ενός στερεού ίζηματος, μετά την διαδικασία διαλυτοποίησης. Σε αυτές τις περιπτώσεις το ίζημα εξετάστηκε ακτινοσκοπικά, όπου τα ακτινογραφήματα έδωσαν μια εικόνα, ενός άμορφου έως πολύ άσχημα κρυσταλλωμένου υλικού (Εικ. Β.2.4, 5), το οποίο δεν μπορεί να προσδιοριστεί ακτινοσκοπικά. Εξαίρεση αποτέλεσε μόνο ένα δείγμα (AD-EOT-R-2), στο οποίο προσδιορίστηκαν χαλαζίας και αιματίτης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β.3.

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Για πρακτικούς λόγους οι πίνακες αποτελεσμάτων παρουσιάζονται, όπως προαναφέρθηκε, στα αντίστοιχα κεφάλαια στα οποία γίνεται η επεξεργασία και ο σχολιασμός τους.

Τα αποτελέσματα της ακτινοσκοπικής μελέτης παρουσιάζονται σε συγκεντρωτικούς πίνακες στους οποίους παρουσιάζονται οι ορυκτές φάσεις που προσδιορίστηκαν. Για την πληρέστερη παρουσίαση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν 3 κατηγορίες χαρακτηρισμού: α) (***) Κύρια ορυκτή φάση, β) (**)Επουσιώδη ορυκτή φάση, γ) (*)Πιθανή ορυκτή φάση. Οι χαρακτηρισμοί κυρια και επουσιώδη ορυκτή φάση, αναφέρονται στο πόσο έντονη είναι η παρουσία των συγκεκριμένων φάσεων στο ακτινογράφημα. Με τον όρο πιθανή ορυκτή φάση, ουσιαστικά αναφέρουμε την παρουσία κάποιων ορυκτών φάσεων, οι οποίες ενδέχεται να είναι παρούσες, χωρίς αυτό όμως να μπορεί να ειπωθεί με βεβαιότητα. Οι συγκεκριμένες ορυκτές φάσεις συνήθως ταυτοποιούν ελεύθερες κορυφές του ακτινογραφήματος, χωρίς όμως να μπορεί να διαπιστωθεί αν όλες οι κορυφές των συγκεκριμένων φάσεων είναι παρούσες, καθώς κορυφές τους συνήθως καλύπτονται από κορυφές άλλων ορυκτών, που έχουν προσδιοριστεί με βεβαιότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β.4.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

B.4.1. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

B.4.1.1. Εισαγωγή

Προκειμένου να γίνει η στατιστική ανάλυση όλων των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκαν μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης για πολυ-μεταβλητά συστήματα δεδομένων. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση συσχέτισης (Correlation analysis), η ανάλυση παραγόντων (Factor analysis) και τα γενικά περιγραφικά στατιστικά για κάθε στοιχείο (Descriptive statistics).

Για την στατιστική επεξεργασία καθώς και για την τελική παρουσίαση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα λογισμικά Excel 2007 της Microsoft, SPSS ver.13.0, Minitab ver.15.1.1.0.

B.4.1.2. Γενικά περιγραφικά στατιστικά (Descriptive statistics)

Για τα γενικά περιγραφικά στατιστικά για κάθε στοιχείο (Descriptive statistics) χρησιμοποιήθηκε το EXCEL του Microsoft Office 2007 και υπολογίστηκαν η μέση τιμή, τυπική απόκλιση, ελάχιστη τιμή, μέγιστη τιμή και το πλήθος των μετρήσεων.

B.4.1.3. Ανάλυση συσχέτισης (Correlation analysis)

Η ανάλυση συσχέτισης είναι το στατιστικό εργαλείο με το οποίο μπορούμε να υπολογίσουμε το βαθμό με τον οποίο μια μεταβλητή συσχετίζεται με μια άλλη. Προϋπόθεση για την εφαρμογή της μεθόδου είναι ότι τα αποτελέσματα που χρησιμοποιούνται, να ακολουθούν κανονική κατανομή. Οι μελέτες συσχέτισης μεταξύ διαφορετικών στοιχείων είναι πλέον μια απλή υπόθεση, χάρις στην βοήθεια των ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Η μαθηματική αυτή μέθοδος αποτελεί σημαντικό εργαλείο στην έρευνα, όμως υπάρχει περίπτωση με την εφαρμογή της μεθόδου να εμφανίζονται κάποιοι συσχετισμοί μεταξύ των στοιχείων, οι οποίοι να έχουν μόνο μαθηματική έννοια και να μην έχουν φυσική ερμηνεία. Η πολύ καλή γνώση των φυσικών (π.χ. λιθολογία) και των ανθρωπογενών παραγόντων που επιδρούν στη περιοχή, είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την ασφαλή ερμηνεία των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την μέθοδο. Παράλληλα, πρέπει πάντα να λαμβάνουμε υπόψη μας ότι η παρούσα μαθηματική μέθοδος, όπως και σχεδόν όλες οι μαθηματικές-στατιστικές μέθοδοι, έχουν σαν βασική τους προϋπόθεση το μεγάλο πλήθος δεδομένων για την καλύτερη και σαφέστερη εξαγωγή αποτελεσμάτων.

Οι συντελεστές συσχέτισης που υπολογίζονται, δείχνουν πόσο σημαντική είναι η συσχέτιση μιας μεταβλητής με κάποια άλλη και κατατάσσονται ως εξής:

Ισχυρή: $>0,75$

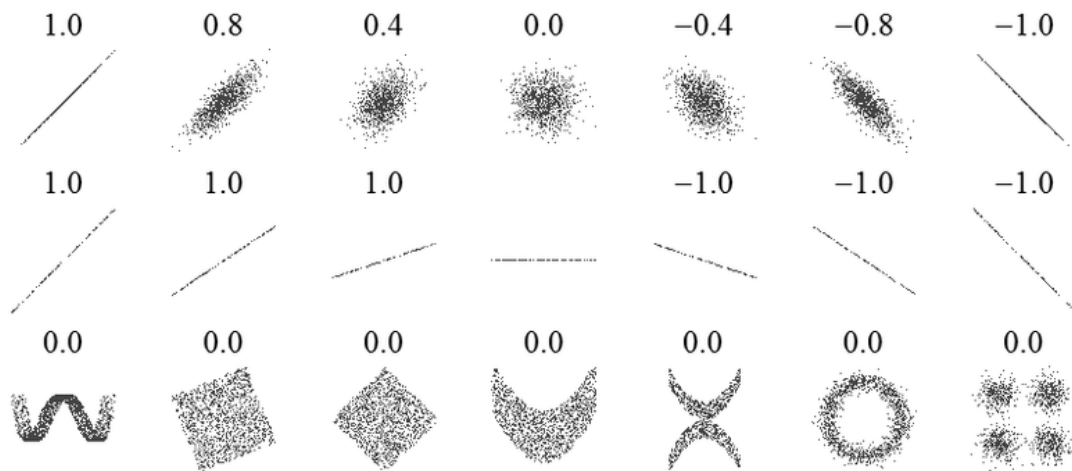
Μέτρια: $0,75 - 0,5$

Ασθενή: $0,5 - 0,3$

Κάποιες βασικές ιδιότητες του συντελεστή συσχέτισης που θα χρειαστούμε ακόμη για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων είναι ότι:

- i) Ο συντελεστής συσχέτισης $r \in [-1,1]$ (προκύπτει από την ανισότητα Cauchy-Bunhiacopskij).
- ii) Όταν δύο μεταβλητές-συγκεντρώσεις παρουσιάζουν ταυτόχρονη αύξηση των τιμών τους, τότε έχουν θετική συσχέτιση, ενώ εάν έχουν αντίστροφη σχέση έχουν αρνητική συσχέτιση.
- iii) Μια τιμή του r κοντινή ή ίση με 0 υπονοεί ελάχιστη ή καμία γραμμική σχέση μεταξύ του x και του y . Το πιο κοντινό r είναι το 1 ή το -1, όσο ισχυρότερη είναι η γραμμική σχέση μεταξύ του x και του y .

Βέβαια, πρέπει να τονιστεί ότι η συγκεκριμένη μέθοδος διαπιστώνει μόνο γραμμικές συσχετίσεις. Ενδεικτικά, παραθέτουμε στην Εικ. Β.4.1 μια σειρά από ομάδες σημείων (x,y) με τους αντίστοιχους συντελεστές συσχέτισης, όπου γίνεται εμφανές κυρίως στην τελευταία σειρά παραδειγμάτων, ότι οι μη-γραμμικές συσχετίσεις δεν προσδιορίζονται με την συγκεκριμένη μέθοδο.



Εικ. Β.4.1. Παραδείγματα του συντελεστή συσχέτισης.

B.4.1.4. Παραγοντική ανάλυση R-τύπου

Η μέθοδος της παραγοντικής ανάλυσης R-τύπου, πρωτοπαρουσιάστηκε από τον HARMON, το 1960. Σαν εργαλείο όμως σε περιβαλλοντικές μελέτες αρχίζουμε να τη συναντάμε στην βιβλιογραφία, μετά την δεκαετία του '80 και σε μελέτες που ασχολούνται με υπόγεια νερά μόλις το 1995 και έπειτα (Melloul 1995, Helena et al 2000, Morell et al. 1996, Join et al. 1997, Subbarao et al. 1996, Liu et al. 2003, Jayakumar et al. 1997).

Η παραγοντική ανάλυση R-τύπου, συγκεντρώνει τα χημικά στοιχεία τα οποία αναλύθηκαν σε ομάδες, οι οποίες ονομάζονται παράγοντες (factors) και βοηθάει στο να ανιχνευθούν οι σχέσεις, οι οποίες υπάρχουν μεταξύ αυτών των χημικών στοιχείων, επιτρέποντας ακόμη και την γεωγραφική διανομή των προκύπτων παραγόντων.

Η παραγοντική ανάλυση χρησιμοποιεί τον πίνακα συσχέτισης (Correlation matrix) ως αρχικό σημείο. Γενικά, στόχος της παραγοντικής ανάλυσης είναι η απλοποίηση των πολύπλοκων σχέσεων, οι οποίες δίνονται π.χ. από ένα πίνακα συσχέτισης. Η μέθοδος απλοποιεί συγγενείς ομάδες συστατικών σε ένα περιορισμένο αριθμό παραγόντων.

Τα φορτία παραγόντων (Factor loadings) που υπολογίζονται, δείχνουν πόσο σημαντική είναι η συμμετοχή κάθε μεταβλητής στον αντίστοιχο παράγοντα και κατατάσσονται ως εξής:

Ισχυρή: $>0,75$

Μέτρια: $0,75 - 0,5$

Ασθενή: $0,5 - 0,3$

(Μία μεταβλητή μπορεί να απαντάται σε έναν ή περισσότερους παράγοντες.)

Η περιοχή έρευνας θεωρείται σαν ένα σύστημα μέσα στο οποίο ένα σύνολο μεταβλητών, όπως τα ιόντα και οι υπόλοιπες χημικές παράμετροι (pH, E.C. κ.τ.λ.), αλλάζουν τιμές μέσα στον χώρο. Προκειμένου να ομαδοποιηθούν οι διάφορες μεταβλητές ώστε να αντιπροσωπεύουν κάποιο παράγοντα (ανθρωπογενή ή φυσικό) που επιδρά στην περιοχή και να διερευνηθούν οι σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ των μεταβλητών, χρησιμοποιήθηκε η παραγοντική ανάλυση R-τύπου (Factor analysis R-mode).

Η μαθηματική αυτή μέθοδος αποτελεί σημαντικό εργαλείο στην έρευνα, όμως υπάρχει περίπτωση με την εφαρμογή της μεθόδου να εμφανίζονται κάποιοι συσχετισμοί μεταξύ των μεταβλητών, οι οποίοι να έχουν μόνο μαθηματική έννοια και να μην έχουν φυσική ερμηνεία. Η πολύ καλή γνώση των φυσικών (π.χ. λιθολογία) και των ανθρωπογενών παραγόντων που επιδρούν στη περιοχή, είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την ασφαλή ερμηνεία των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την μέθοδο.

B.4.2. ΕΛΑΦΗ

B.4.2.1. Ταξινόμηση των εδαφικών δειγμάτων, βάσει της World Reference Base (WRB)

Όσον αφορά την ταξινόμηση των εδαφικών δειγμάτων, έγινε βάσει της World Reference Base (WRB) χρησιμοποιώντας τα δεδομένα της European Soil Data Center (ESDB).

Η World Reference Base for Soil Resources (WRB) είναι το διεθνές πρότυπο σύστημα ταξινόμησης των εδαφών που εγκρίθηκε από τη International Union of Soil Sciences (IUSS). Αναπτύχθηκε από μια διεθνή συνεργασία που συντονιζόταν από το International Soil Reference and Information Centre (ISRIC) και χρηματοδοτήθηκε από τη IUSS και το FAO, μέσω της Land & Water Development Division. Η ταξινόμηση WRB αντικαθιστά την προηγούμενη ταξινόμηση των εδαφών του FAO.

Η WRB δανείζεται πολλά στοιχεία από τις σύγχρονες αντιλήψεις ταξινόμησης των εδαφών, συμπεριλαμβανομένων των ταξινομήσεων εδαφών USDA, τη γνωστή ταξινόμηση βάσει του υπομνήματος του Παγκόσμιου χάρτη της FAO, τη Référentiel Pédologique και τις Ρωσικές ταξινομήσεις.

B.4.2.2. Όρια καταλληλότητας των εδαφικών δειγμάτων

Στην Ελληνική, αλλά και στην Κοινοτική νομοθεσία, δεν υπάρχουν ακόμη θεσμοθετημένα κριτήρια για την αξιολόγηση της ρύπανσης των εδαφών. Στον Πινάκα B.4.1 παραθέτουμε τα κριτήρια εκτίμησης περιβαλλοντικής ρύπανσης από άλλες χώρες (Δανία, Μ. Βρετανία, Η.Π.Α. Αυστραλία). Σε αυτό το σημείο πρέπει να επισημανθεί ότι η προσέγγιση κάθε χώρας στο συγκεκριμένο θέμα είναι ελαφρώς διαφορετική.

Παραδείγματος χάρι, στην Δανία έχουν οριστεί δυο τιμές συγκεντρώσεων (VROM, 2000). Η πρώτη αναφέρεται ως τιμή στόχος, δηλαδή επιθυμητά επίπεδα συγκέντρωσης των ρυπαντών στο έδαφος. Οι τιμές αυτές ουσιαστικά συμπίπτουν με την συνήθη συγκέντρωση των ουσιών αυτών στα εδάφη σε εθνικό επίπεδο. Η δεύτερη τιμή αφορά το ανώτατο όριο συγκέντρωσης. Υπέρβαση των τιμών αυτών για ένα ή περισσότερα στοιχεία θεωρείται σοβαρή ρύπανση, που επιβάλλει άμεσα μέτρα προστασίας του οικοσυστήματος και εξυγίανσης του εδάφους.

Στις Η.Π.Α., η Υπηρεσία Περιβάλλοντος της Πολιτείας του New Jersey θέτει μια σειρά ορίων στις συγκεντρώσεις δυνητικά τοξικών στοιχείων στο έδαφος, τα οποία όταν υπερβαίνονται επιβάλλεται η άμεση αποκατάσταση των εδαφών. Σημειώνεται ότι τα κριτήρια αυτά ενδέχεται να μεταβάλλονται ανάλογα με συγκεκριμένους περιβαλλοντικούς παράγοντες της υπό μελέτη περιοχής (πχ κατηγοριοποίηση του υπογείου υδροφόρου ορίζοντα, τύπος εδάφους, φυσικό υπόβαθρο, επιπτώσεις στα οικολογικά στοιχεία της περιοχής κτλ).

Πίνακας Β.4.1. Διεθνή όρια ρύπανσης (σε mg/kg)

	ΔΑΝΙΑ ^{*1}		ΗΠΑ (New Jersey) ^{*2}		ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ ^{*3}					
	Τιμή 1 ^ο ορίου	Όριο ανάγκης παρέμβασης	Οικιστική περιοχή (RDCSCC)	Μη-οικιστική περιοχή (NRDCSCC)	Οικιστική περιοχή, στην οποία καλλιεργούνται φυτά και δεν εκτρέφονται πουλερικά/νηπιωγεία σχολεία	Οικιστική περιοχή, στην οποία καλλιεργούνται περιστασιακά φυτά και εκτρέφονται πουλερικά	Οικιστική περιοχή, στην οποία καλλιεργούνται περιστασιακά φυτά και δεν εκτρέφονται πουλερικά	Οικιστική περιοχή, στην οποία δεν καλλιεργούνται φυτά	Πάρκα, ανοιχτοί χώροι διασκέδασης, σχολεία μέσης εκπαίδευσης	Εμπορική/Βιομηχανική περιοχή
As	29	55	20	20	100	400	200	500	20	1-50.
Ba	200	625	700	47000					300	100-3000
Be			2	2	20	80	40	100		
Cd	0.8	12	39	100	20	80	40	100	3	1
Co	20	240			100	400	200	500		1-40.
Cr	100	380	120		100	400	200	500	1	5-1000
Cu	36	190	600	600	1000	4000	2000	5000	100	2-100
Mg										
Mn					1500	6000	3000	7500	500	850
Ni	35	210	250	2400	600	2400	600	3000	60	5-500
Pb	85	530	400	600	300	1200	600	1500	600	2-200
Se			63	3100						
V			370	7100					50	20-500
Zn	140	720	1500	1500	7000	28000	14000	35000	200	10-300

Πίνακας Β.4.1. (συνέχεια)

	ICRCL 59/83 ^{*4}		KELLY INDICES ^{*5}					CLEA ^{*6}			
	Κήποι σπιτιών	Πάρκα, παιδικές χαρές, ανοιχτοί χώροι	Μη-ρυπασμένη	Ελαφρά ρυπασμένη	ρυπασμένη	Έντονα ρυπασμένη	Ασυνήθιστα έντονα ρυπασμένη	Οικιστική περιοχή, στην οποία καλλιεργούνται φυτά	Οικιστική περιοχή, στην οποία δεν καλλιεργούνται φυτά	Ανοιχτοί χώροι, όπου καλλιεργούνται φυτά	Εμπορική/Βιομηχανική περιοχή
As	10	40	0-30	30-50	50-100	100-500	> 500	20	20	20	500
Ba			0-500	500-1000	1000-2000	2000-1,0%	> 1.0%				
Be			0-5	5-10	10-20	20-50	> 50				
Cd	3	15	0-1	1-3	3-10	10-50	> 50	2 (pH 7)	30	2 (pH 7)	1400
Co											
Cr	600	1000	0-100	100-200	200-500	500-2500	> 2500	130	200	130	5000
Cu	130	130	0-100	100-200	200-500	500-2500	> 2500				
Mg			0-500	500-1000	1000-2000	2000-1,0%	> 1.0%				
Mn			0-500	500-1000	1000-2000	2000-10000	> 10,000				
Ni	70	70	0-20	20-50	50-200	200-1000	> 1000	50	75	50	5000
Pb	500	2000	0-200	200-500	500-1000	1000-5000	> 5000	450	450	450	750
Se	3	6	0-1	1-3	3-10	10-50	> 50	35	260	35	8000
V			0-100	100-200	200-500	500-2500	> 2500				
Zn	300	300	0-250	250-500	500-1000	1000-5000	> 5000				

*1=Circular on target values and intervention values for soil remediation: DBO/1999226863, Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment Directorate-General For Environmental Protection, Department of Soil Protection (IPC 625)

*2= Soil Cleanup Criteria, Department of Environmental Protection and Energy's February 3, 1992, New Jersey

*3=Australian Guideline on the Investigation Levels for Soil, National Environment Protection Council

*4=ICRCL Guidance Note 59/83 (2nd edition)

*5="Kelly" Guidelines for Classification of Contaminated Soils, "Site Investigation and Materials Problems", Proceedings of the Conference on Reclamation of Contaminated Land, Eastbourne, October 1979 (Society of the Chemical Industry, London, 1980)

*6=Contaminated Land Exposure Assessment - CLEA 2002, UK Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA)

B.4.3. ΥΠΟΓΕΙΑ ΝΕΡΑ

B.4.3.1. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Προκειμένου να εξαχθούν υδρογεωλογικές πληροφορίες από τις χημικές αναλύσεις των υπόγειων νερών, είναι απαραίτητο να σχηματοποιηθεί η πορεία που ακολούθησε η γεωχημική εξέλιξή τους, δηλαδή η διαδοχή των διαδικασιών με τις οποίες το νερό απόκτησε τη χημική του σύσταση. Επειδή όμως κάθε χημική ανάλυση μπορεί να ερμηνευτεί με διαφορετικές γεωχημικές διαδικασίες, θα πρέπει κατά περίπτωση να επιλέγεται εκείνη, που ανταποκρίνεται περισσότερο στην υδρογεωλογική αλήθεια.

Δεν πρέπει δηλαδή να επιχειρείται υδροχημική ερμηνεία, χωρίς την αναφορά σε υδρογεωλογικές συλλογιστικές. Θα πρέπει να μη ξεχνιέται το γεγονός ότι η επικρατούσα γεωχημική διεργασία που καθορίζει το χημισμό του υπόγειου νερού, είναι η διάλυση από το τελευταίο ορυκτολογικών συστατικών των πετρωμάτων, μέσα από τα οποία κινείται.

B.4.3.1.1. Σκληρότητα (Hardness)

Πρώτος χρησιμοποίησε τους όρους σκληρό και μαλακό νερό ο Ιπποκράτης (460-354 π.Χ.).

Η σκληρότητα του νερού οφείλεται στη διάλυση απ' αυτό αλάτων του Ca και Mg. Η διάλυση διευκολύνεται από το διοξείδιο του άνθρακα που ελευθερώνεται από τη βακτηριακή δράση σε οργανικές ουσίες του εδάφους, εμπλουτίζοντας έτσι το διηθούμενο νερό σε CO_3^{-2} (Sawyer - McCarty 1967).

Χαμηλό pH προκαλεί τη διάλυση των αδιάλυτων ανθρακικών ορυκτών του εδάφους και των ασβεστόλιθων και τη μετατροπή τους σε διαλυτά όξινα ανθρακικά άλατα. Διάφορες προσμίξεις που περιέχονται στους ασβεστόλιθους, όπως π.χ. θειικά, χλωριούχα και πυριτικά άλατα, διαλύονται επίσης. Έτσι, σε περιοχές όπου παχύ έδαφος υπέρκειται ασβεστολιθικών σχηματισμών, το νερό αποκτά μεγάλη σκληρότητα. Η σκληρότητα διακρίνεται σε **ολική (total hardness) H_T** , η οποία συνήθως εκφράζεται σε ισοδύναμο CaCO_3 σε mg/L.

Έτσι:

$$H_T = Ca \frac{\text{CaCO}_3}{Ca} + \frac{\text{CaCO}_3}{Mg}$$

όπου οι συγκεντρώσεις Ca και Mg εκφράζονται επίσης σε mg/L και οι λόγοι σε ισοδύναμα βάρη (Καλλέργης, 2000). Η απλοποιημένη μορφή της πιο πάνω εξίσωσης είναι:

$$H_T = 2,5 \text{ Ca} + 4,1 \text{ Mg}$$

Ανάλογα με την ολική σκληρότητα του νερού, εκφρασμένη σε ισοδύναμο CaCO₃ σε mg/L, έχουν προταθεί οι δύο πιο κάτω ταξινομήσεις:

Χαρακτηρισμός του νερού	Κατά Sawyer - Mc Carty (1967)		Hem (1970)	
	Ισοδύναμο CaCO ₃ σε mg/L	Γαλλικοί βαθμοί	Ισοδύναμο CaCO ₃ σε mg/L	Γαλλικοί βαθμοί
Μαλακό	0-75	0-7,5	0-60	0-6
Μέτρια σκληρό	76-150	7,6-15	61-120	6,1-12
Σκληρό	150-300	15-30	121-180	12,1-18
Πολύ σκληρό	>300	>30	>180	>18

Αν η σκληρότητα σε CaCO₃ ξεπερνά την αλκαλικότητα Alk του νερού σε CaCO₃, η διαφορά ονομάζεται **μόνιμη ή μη ανθρακική (noncarbonate) σκληρότητα, Η**. Δηλαδή: $H = H_T - Alk$ σε mg/L. Το νερό για οικιακή χρήση δεν πρέπει να έχει H_T μεγαλύτερη από 80 mg/L.

Τελευταία έχει αναφερθεί (Crowford, 1972) ότι παρουσιάζεται μεγαλύτερη συχνότητα στεφανιαίων καρδιακών νοσημάτων σε περιοχές με μαλακό πόσιμο νερό, από ότι σε περιοχές με σκληρό πόσιμο νερό. Παράλληλα όμως έχει αναφερθεί (Neri et al., 1975) ότι η συχνότητα καρδιακών νοσημάτων είναι επίσης χαμηλή σε περιοχές με πολύ μαλακό πόσιμο νερό. Η ερμηνεία των δύο πιο πάνω φαινομενικά αντικρουόμενων στατιστικών (Bouwer, 1978), είναι ότι τα πολύ μαλακά νερά δεν περιέχουν συνήθως τοξικές ουσίες, ενώ τα σκληρά νερά περιέχουν συνήθως τοξικές ουσίες, αλλά επίσης και αρκετά ανταγωνιστικά των τοξικών ουσιών ορυκτά συστατικά, με αποτέλεσμα τα τελευταία να αδρανοποιούν τις πρώτες.

B.4.3.1.2. Δείκτης Κορεσμού (Saturation Index)

Από την στιγμή που το νερό έρχεται σε επαφή με ορυκτά και πετρώματα, αρχίζει να τα διαλύει. Η διάλυση συνεχίζεται μέχρι να επιτευχθεί κατάσταση ισορροπίας ή μέχρι όλα τα ορυκτά να διαλυθούν. Η διαλυτότητα ενός ορυκτού ορίζεται ως η μάζα του ορυκτού που διαλύεται στην μονάδα του όγκου του διαλύματος, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Προκειμένου να εκτιμηθεί η ικανότητα ενός νερού να αποθέσει ή να διαβρώνει άλατα, είναι απαραίτητη η γνώση του δείκτη κορεσμού (saturation index- S.I.) ή δείκτη Langelier. Ο Langelier το 1936 πρότεινε την χρήση του δείκτη αυτού στον προσδιορισμό των παραμέτρων που συμβάλλουν στην απόθεση ή διάβρωση ορυκτών από το νερό σε σωληνώσεις κτλ. Για τον προσδιορισμό του δείκτη κορεσμού είναι απαραίτητη η γνώση της συγκέντρωσης των ιόντων που περιέχει το νερό, της αλκαλικότητας, της θερμοκρασίας, του pH και του συνόλου των διαλυμένων στερεών (T.D.S.).

Ο δείκτης κορεσμού (S.I.) υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$S.I. = pH - pH_s$$

όπου το pH_s είναι το pH κορεσμού και ορίζεται σαν το pH στο οποίο ένα νερό είναι κορεσμένο ως προς ένα καθορισμένο ορυκτό. Η λογαριθμική μορφή του S.I. είναι η ακόλουθη:

$$S.I. = \log [(Ion Activity Product)/K_s]$$

όπου Ion Activity Product είναι το γινόμενο των ενεργοτήτων των ιόντων των ορυκτών και K_s είναι η σταθερά ισορροπίας τους.

Όταν ο δείκτης κορεσμού (S.I.) παίρνει θετικές τιμές, το νερό έχει την τάση να αποθέσει το ορυκτό. Αντίθετα, αρνητικές τιμές του δείκτη κορεσμού (S.I.) δείχνουν την τάση του νερού να διαλύει το ορυκτό, ενώ εάν ο δείκτης κορεσμού (S.I.) είναι ίσος με μηδέν, το υπόγειο νερό είναι σε ισορροπία με το ορυκτό. Η απόλυτη τιμή του δείκτη κορεσμού εκφράζει το μέγεθος της απόθεσης ή της διάλυσης. Ο δείκτης κορεσμού των δειγμάτων υπολογίστηκε με το πρόγραμμα AquaChem ver.4.0.

B.4.3.2. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

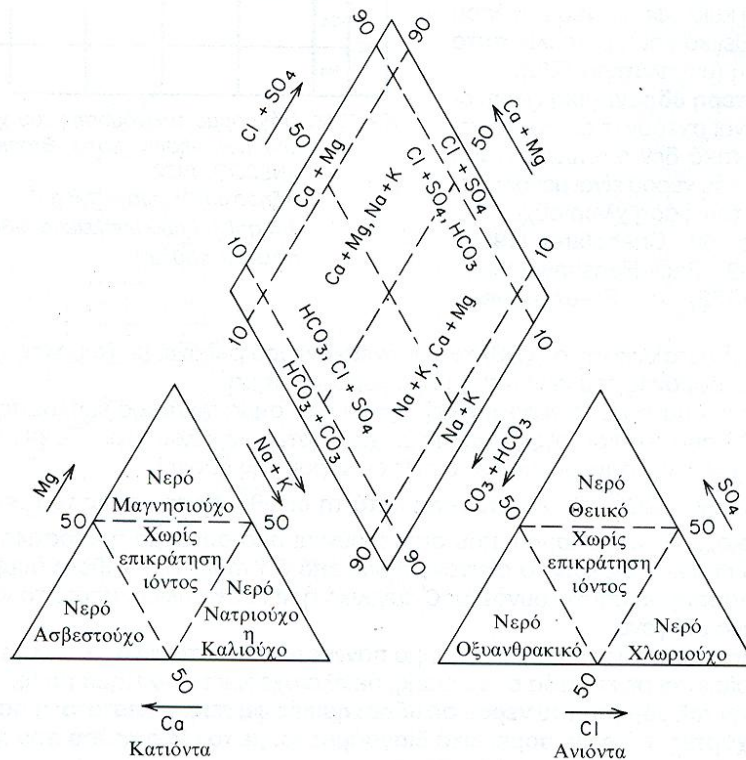
B.4.3.2.1. Τριγραμμικά διαγράμματα (Piper) & Υδροχημικός τύπος

Στα τριγραμμικά διαγράμματα που προτάθηκαν από τον Piper (1944), τα κατιόντα εκφρασμένα επί τοις % του συνόλου των κατιόντων σε meq/L προβάλλονται σαν ένα σημείο στο αριστερό τρίγωνο, ενώ τα ανιόντα εκφρασμένα επίσης επί τοις % τού συνόλου των ανιόντων εμφανίζονται σαν ένα σημείο στο δεξιό τρίγωνο. Τα δύο αυτά σημεία προβάλλονται στη συνέχεια στο κεντρικό ρόμβο, παράλληλα προς τις δύο πάνω πλευρές του.

Τα διαγράμματα αυτά παρουσιάζουν το πλεονέκτημα, ότι είναι άμεση η αναγνώριση των ομοιοτήτων και των διαφορών που παρουσιάζουν διάφορα δείγματα νερού, καθώς και της ανάμιξης δύο διαφορετικών νερών.

Είναι τα πιο εύχρηστα ίσως από τα διαγράμματα, γιατί η σύγκριση διάφορων ποιοτήτων νερού είναι άμεση με αυτά.

Παράλληλα, χρησιμοποιήθηκε και η κατάταξη κατά Freeze – Chery (Εικόνα B.4.2), βάσει της οποίας τα νερά χαρακτηρίζονται ανάλογα με την επί τοις % περιεκτικότητάς τους σε ανιόντα και κατιόντα, δίνοντας μας τον υδροχημικό τύπο κάθε δείγματος νερού. Ο υπολογισμός του υδροχημικού τύπου πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα AqQa ver.1.1.



Εικόνα Β.4.2. Διάγραμμα ταξινόμησης νερών με βάση τα επικρατούντα ανιόντα και κατιόντα % (Freeze – Cherry, 1979).

Β.4.3.2.2. Διάγραμμα Durov

Το διάγραμμα Durov, για πρώτη φορά προτάθηκε από τη Σοβιετική Σχολή και περιγράφηκε στην αγγλική γλώσσα από τον Zarozec το 1972. Για την κατασκευή του, προβάλλονται σε χωριστά τρίγωνα τα ανιόντα και κατιόντα σε meq %, όπως και στο διάγραμμα Piper. Στη συνέχεια, η προέκταση των καθέτων στις βάσεις των ισόπλευρων τριγώνων που ξεκινούν από τα σημεία που παριστάνουν την % περιεκτικότητα (σε meq) του νερού σε ανιόντα και κατιόντα, τέμνονται σε ένα σημείο, που παριστάνει την κύρια ιοντική συγκέντρωση % στο νερό. Από το σημείο αυτό της τομής, τα προηγούμενα ευθύγραμμα τμήματα προεκτείνονται στα δύο ορθογώνια, παριστάνοντας έτσι, άλλες δύο επιλεγμένες χημικές παραμέτρους (TDS σε mg/l και pH).

Β.4.3.3. ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

Β.4.3.3.1. Σταθερότυπα χρήσεων

Κατά πόσον ένα υπόγειο νερό δεδομένης ποιότητας είναι κατάλληλο για συγκεκριμένη χρήση, εξαρτάται από τα κριτήρια και τα «σταθερότυπα» (standards) της αποδεκτής ποιότητας για τη συγκεκριμένη χρήση (Amer. Soc. Testing Matls 1967, Natl. Acad. Of Sciences, Natl. Acad. Of Engrng 1972, Natl. Tech. Adv. Comm. 1968, U.S. Public Health Service 1962) κ.λ.π.

Διεθνώς έχουν καθιερωθεί οριακές τιμές της ποιότητας του νερού που χρησιμοποιείται για πόση, βιομηχανική χρήση και άρδευση.

B.4.3.3.2. Σταθερότυπα πόσιμου νερού

Τα σταθερότυπα του πόσιμου νερού διαφέρουν σε κάθε χώρα, ακόμη δε και στην ίδια χώρα μπορεί να μεταβάλλονται, ανάλογα με την επάρκεια ή μη νερού ορισμένης ποιότητας.

Στους Πίνακες Β.4.3, 4 δίνονται τα επικρατέστερα διεθνώς και τα ευρωπαϊκά «σταθερότυπα» του πόσιμου νερού.

Πίνακας Β.4.3. Σταθερότυπα και κριτήρια πόσιμου νερού σε mg/L (Bouwer, 1978).

Ουσία ή Ιδιότητα	U.S. Public Health Service 1962		U.S. Environment Protection Agency Interim (1975)	Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (W.H.O.) 1963		U.S.N. Ac.Sc.- U.S.N. Ac. Eng. (1972)
	Επιθυμητό ανώτατο όριο (α)	Απόλυτο ανώτατο όριο (β)		Μέγιστο αποδεκτό (α)	Μέγιστο επιτρεπόμενο (β)	
Αρσενικό (As)	0,01	0,05	, 0,05	-	0,05	0,1
Βάριο (Ba)	-	1	1	-	1	1
Κάδμιο (Cd)	-	0,01	0,01	-	0,01	0,01
Ασβέστιο (Ca)	-	-	-	75	200	-
Χλώριο (Cl)	250	-	-	200	600	250
Χρώμιο εξασθενές (Cr ⁺⁶)	-	0,05	0,05	-	0,05	0,05
Χαλκός (Cu)	1	-	-	1	1,5	1
Σίδηρος δισθενής (Fe ⁺²)	0,3	-	-	0,3	1	0,3
Μόλυβδος (Pb)	-	0,05	0,05	-	0,05	0,05
Μαγγάνιο (Mn ⁺²)	0,05	-	-	0,1	0,5	0,05
Υδράργυρος (Hg)	-	-	0,002	-	-	0,002
NO ₃ -N	10	-	10	-	-	10
Νιτρώδη (ως N)	-	-	-	-	-	1
Σελήνιο (Se)	-	0,01	0,01	-	0,01	0,01
Αργυρός (Ag)	-	0,05	0,05	-	-	-
Θεική ρίζα (SO ₄)	250	-	-	200	400	250
TDS	500	-	-	500	1500	-
Ψευδάργυρος	5	-	-	5	15	5

α) Τα όρια που αναφέρονται σ' αυτή τη στήλη δεν πρέπει να ξεπερνιούνται όταν υπάρχει διαθέσιμο νερό καλύτερης ποιότητας.

β) Συγκέντρωση πέρα από αυτή κάνει το νερό ακατάλληλο για πόσιμο.

γ) 10 mg/L NO₃- N αντιστοιχούν σε 45 mg/L NO₃.

Πίνακας Β.4.4. Σταθερότυπα πόσιμου νερού(Οδηγία 80/778 ΕΟΚ,ΦΕΚ 53Α/20-2-86)

Ιδιότητα ή Παράμετρος	Μονάδα μέτρησης	Ενδεικτικά επίπεδα	Ανώτατο επιτρεπόμενο όριο	Παρατηρήσεις
Θερμοκρασία	°C	12	25	
pH	μονάδες pH	$6,5 \leq \text{pH} \leq 8,5$	-	Δεν έχουν ισχύ στα συσκευασμένα νερά
Αγωγιμότητα	μS/cm έως 20 °C	400	-	Ανάλογα με τη μεταλλικότητα
Cl	mg/L	25	-	Επικίνδυνο σε συγκέντρωση πάνω από 200mg/l
SO₄	mg/L	25	250	
Mg	mg/L	30	59	
Na	mg/L	20	175 (από το 1984) 150 (από το 1987)	
K	mg/L	10	12	
Al	mg/L	0,05	0,2	
NO₃	mg/L NO ₃	25	50	
NO₂	mg/L NO ₂	-	0,1	
Fe	μg/L	50	200	
Mn	μg/L	20	50	
Cu	μg/L	Βλ. Παρατηρήσεις	-	Ενδ. επίπεδο: 100 στην έξοδο, 3000 μετά 12ωρη ηρεμία
Zn	μg/L	Βλ. Παρατηρήσεις	-	100 στην έξοδο (ενδ. επιπ.), 5000 μετά 12ωρη ηρεμία (ενδ.επίπ)
P	μg/L P ₂ O ₅	400	5000	
Ag	μg/L	-	10	
As	μg/L	-	50	
Cd	μg/L	-	5	
Cr	μg/L	-	50	
Hg	μg/L	-	1	
Ni	μg/L	-	50	
Pb	μg/L	-	50 (τρεχομένο νερό)	
Sb	μg/L	-	10	
Ολική σκληρότητα	mg/L Ca	-	-	Ελάχιστη απαιτούμενη σε επεξεργασμένα νερά 60
Αλκαλικότητα	mg/L HCO ₃	-	-	Όπως πιο πάνω 30
Ca	mg/L	100	-	
B	μg/L B	1000	-	
Ba	μg/L Ba	100	-	

Το pH πρέπει να βρίσκεται γύρω στο 7, αλλά με επεξεργασία μπορεί να αντιμετωπισθεί η χρήση νερού με pH 5-9. Πέρα από αυτά τα όρια, η επεξεργασία του νερού για να φτάσει το pH 7 γίνεται αντιοικονομική. Το χρώμα του υπόγειου νερού είναι δυνατόν να επηρεασθεί από οργανικά συστατικά, προερχόμενα από τύρφη ή λάσπη. Ο χρωματισμός αυτός μπορεί να αφαιρεθεί με το φιλτράρισμα μέσα από ρητίνες (Gulbrandson et al., 1973). Γεύση και οσμή μπορεί να οφείλονται στον Fe, H₂S και σε διαλυμένες οργανικές ουσίες.

Στον Πίνακα Β.4.5 δίνεται η συμμετοχή του πόσιμου νερού στην πρόσληψη από τον ανθρώπινο οργανισμό ορισμένων στοιχείων μέσω της διατροφής.

Πίνακας Β.4.5. Συμβολή του πόσιμου νερού στην ημερήσια λήψη από τον οργανισμό μερικών χημικών συστατικών (Appelo-Postma, 1994 με τροποποιήσεις).

Συστατικό	Συμβολή στη λήψη από τον οργανισμό (%)	Μέγιστη επιτρεπτή συγκέντρωση (mg/L)	Συμπτώματα- Παρατηρήσεις
Mg ⁺²	3-10	50	Διάρροια Mg/SO ₄
Na ⁺	1-4	175	
Cl ⁻	2-15	300	Αλμυρή γεύση, Τοξικό >600mg/l
SO ⁻		250	Διάρροια
NO ⁻³		50	Ασθένεια κυάνωσης βρεφών
NO ⁻²		0,1	
F	10-50	1,7	
As	περίπου 30	0,05	Ασθένεια
Al	-	0,2	Οξύνιση / Κροκίδωση
Cu	6-10	0,1	<3 mg/L στα καινούρια δίκτυα
Zn	ασήμαντη	0,1	<5 mg/L στα καινούρια δίκτυα
Cd		0,005	
Pb		0,05	
Cr	20-30	0,05	

Το 1998 η Ευρωπαϊκή Ένωση αναθεώρησε τα κριτήρια ποσιμότητας του νερού εκδίδοντας την υπ' αριθμ. **98/83/EC Οδηγία**, της 3ης Νοεμβρίου 1998 ``σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης`` (Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, φύλλο L 330 της 5/12/1998, σελ. 32-54), η οποία συμπεριλαμβάνει και το νερό που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία τροφίμων, ενώ εξαιρεί τα φυσικά μεταλλικά νερά και τα νερά φαρμακευτικών ιδιοτήτων για τα οποία έχουν θεσπισθεί ειδικοί κανόνες (Οδηγία 80/777 για τα μεταλλικά νερά και Οδηγία 65/65 για το νερό που θεωρείται φαρμακευτικό ιδιοσκεύασμα). Επίσης, μπορεί να εξαιρεθεί το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης που λαμβάνεται από συγκεκριμένη πηγή παροχής μικρότερης από 10 m³/24ωρο ή που εξυπηρετεί λιγότερα από 50 άτομα. Συνοπτικά τα κυριότερα σημεία της νέας οδηγίας παρουσιάζονται στους πίν. Β.4.6, 7.

Πίνακας Β.4.6. Χημικές παράμετροι της Οδηγίας 98/83/EC.

Παράμετρος	Μονάδες μέτρησης	Τιμή	Σημειώσεις
Αντιμόνιο	μg/L	5	
Αρσενικό	μg/L	10	
Βόριο	μg/L	1	
Κάδμιο	μg/L	5	
Χρόμιο	μg/L	50	1
Χαλκός	mg/L	2	1
Μόλυβδος	μg/L	10	1 και 2
Υδράργυρος	μg/L	1	
Νικέλιο	μg/L	20	1
Νιτρικά	mg/L	50	1
Νιτρώδη	mg/L	0,5	1

Σημείωση 1: Η τιμή ισχύει για δείγμα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης που λαμβάνεται με κατάλληλη μέθοδο δειγματοληψίας στη βρύση και κατά τρόπο ώστε να είναι αντιπροσωπευτικό του εβδομαδιαίου μέσου όρου που πίνουν οι καταναλωτές.

Σημείωση 2: Για το νερό που παρέχεται από δίκτυο διανομής ή από βυτίο ή χρησιμοποιείται για παραγωγή τροφίμων, η τιμή πρέπει να έχει επιτευχθεί το αργότερο μέχρι 5/12/2013. Η παραμετρική τιμή για το μόλυβδο στο μεσοδιάστημα 5/12/2003 έως 5/12/2013 είναι 25 µg/L.

Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε να λαμβάνονται όλα τα δέοντα μέτρα για την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη μείωση της συγκέντρωσης του μολύβδου στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης κατά την περίοδο που απαιτείται για να επιτευχθεί η τήρηση της παραμετρικής τιμής.

Όταν εφαρμόζουν μέτρα για την επίτευξη της τήρησης της τιμής αυτής, τα κράτη μέλη δίνουν προοδευτικά την προτεραιότητα, όπου υπάρχουν οι υψηλότερες συγκεντρώσεις μολύβδου στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης.

Σημείωση 3: Τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι τηρείται ο όρος $[\text{νιτρικά άλατα}]/50 + [\text{νιτρώδη άλατα}]/3 \leq 1$. Οι αγκύλες υποδηλούν συγκέντρωση σε mg/L για τα νιτρικά άλατα (NO_3) και για τα νιτρώδη άλατα (NO_2) καθώς και ότι η τιμή 0,10 mg/L για τα νιτρικά άλατα τηρείται για το νερό που προέρχεται από εγκαταστάσεις επεξεργασίας.

Πίνακας Β.4.7. Ενδεικτικές παράμετροι της Οδηγίας 98/83/EC.

Παράμετρος	Μονάδες μέτρησης	Τιμή	Σημειώσεις
Αργίλιο	µg/L	200	
Αμμώνιο	mg/L	0,5	
Χλωριόντα	mg/L	250	4
Χρώμα		Αποδεκτό από τους καταναλωτές και χωρίς ασυνήθη μεταβολή	
Αγωγιμότητα	µs cm ⁻¹ στους 20 °C	2500	4
Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου	Μονάδες pH		4 και 5
Σίδηρος	µg/L	200	
Μαγγάνιο	µg/L	50	
Οσμή		Αποδεκτό από τους καταναλωτές και χωρίς ασυνήθη μεταβολή	
Θειικά	µg/L	250	4
Νάτριο	µg/L	200	
Γεύση		Αποδεκτό από τους καταναλωτές και χωρίς ασυνήθη μεταβολή	
Θολότητα		Αποδεκτό από τους καταναλωτές και χωρίς ασυνήθη μεταβολή	6

Σημείωση 4 : Το νερό δεν πρέπει να είναι διαβρωτικό.

Σημείωση 5: Για το στάσιμο νερό που τοποθετείται σε φιάλες ή δοχεία, η κατώτατη τιμή μπορεί να μειώνεται σε 4,5 μονάδες pH. Για το νερό που τοποθετείται σε φιάλες ή δοχεία και έχει φυσική περιεκτικότητα σε ή είναι τεχνητά εμπλουτισμένο με διοξείδιο του άνθρακα, η ελάχιστη τιμή μπορεί να είναι κατώτερη.

Σημείωση 6: Σε περίπτωση επεξεργασίας επιφανειακών υδάτων, τα κράτη μέλη επιδιώκουν παραμετρική τιμή που δεν υπερβαίνει την 1,0 NTU (νεφελομετρική μονάδα θολότητας) στο νερό που προέρχεται από εγκαταστάσεις επεξεργασίας.

Σημείωση 7: Οι συχνότητες ελέγχου αναφέρονται στους πίνακες Δ και Ε(βλ. Οδηγία).

B.4.3.3.3 Σταθερότυπα αρδευτικού νερού

Τα σταθερότυπα του αρδευτικού νερού βασίζονται κατά Bouwer 1977, Richards 1954, Wilcox 1955 Και Ayers 1977:

- στην ολική συγκέντρωση αλάτων του νερού, διότι αυτή επιδρά στην καρποφορία, επηρεάζοντας την οσμωτική πίεση,
- στη συγκέντρωση ορισμένων ιόντων, τα οποία μπορεί να είναι τοξικά στα φυτά ή να επιδρούν δυσμενώς στην ποιότητα της καρποφορίας,
- στη συγκέντρωση των κατιόντων εκείνων, που μπορεί να προκαλέσουν αποκροκίδωση της αργίλου στο έδαφος και να προξενήσουν έτσι βλάβη στη δομή του εδάφους και εξ αυτής μείωση της περατότητας και δυνατότητας αερισμού του.

Οι ποιοτικές απαιτήσεις αρδευτικού νερού ποικίλουν ανάμεσα στα είδη των καλλιεργειών, τους τύπους των εδαφών, τη στράγγισή τους και το κλίμα. Έτσι, δεν υπάρχουν αυστηρά ``σταθερότυπα`` και ένα νερό χαμηλής ποιότητας για την άρδευση μιας περιοχής μπορεί να είναι καλής ποιότητας για μία άλλη περιοχή. (Από την άλλη μεριά, έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνικές αντιμετώπισης των προβλημάτων, από τη χρήση αλατούχου νερού π.χ. καλλιέργεια σε αυλάκια και μάλιστα πλευρικά και όχι στην κορυφή τους, ώστε τα φυτά να βρίσκονται μακριά από τη ζώνη συγκέντρωσης των αλάτων, ανάπτυξη καλλιεργειών ανθεκτικών σε υψηλές περιεκτικότητες αλάτων στο νερό, εφαρμογή της ``στάγδην άρδευσης`` κ.λ.π. Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας όμως, είναι η στράγγιση των εδαφών.

Εάν ένα έδαφος στραγγίζεται και αερίζεται καλά, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την άρδυσή του νερό υψηλής αλατότητας. Κακή στράγγιση επιτρέπει τη συγκέντρωση αλάτων στη ``ριζική ζώνη``, όπου σχηματίζεται μία ``τοξική ζώνη``.

Ο Ayer (1975) ανέπτυξε μία σειρά βασικών κριτηρίων για την ερμηνεία της επίδρασης της ποιότητας του νερού πάνω στην άρδευση (Πίνακας B.4.10). Πέρα από το TDS, το SAR (Sodium Absorption Ratio) ή Συντελεστής Προσρόφησης Νάτριου, όπου είναι ένα βασικό κριτήριο της καταλληλότητας ενός νερού για άρδευση. Το SAR υπολογίζεται από τη σχέση:

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{(Ca + Mg)/2}}$$

όπου οι συγκεντρώσεις Na, Ca, Mg εκφράζονται σε meq/L.

Πίνακας Β.4.10. Επίδραση της ποιότητας του αρδευτικού νερού, στη γεωργική απόδοση (Ayers, 1975).

Προβλήματα και ποιοτικές παράμετροι	Κανένα πρόβλημα	Αυξανόμενα προβλήματα	Σοβαρά προβλήματα
Επίδραση αλατότητας στην καρποφορία			
TDS (mg/L)	<480	480-1920	>1920
Αποκροκίδωση εδάφους και μείωση και κατεισδυσης			
TDS(mg/L) Διορθωμένο SAR	>320 <6	<320 6-9	<128 >9
Ειδική τοξικότητα ιόντων			
Βόριο (mg/L)	<0,5	0,5-2	2-10
Νάτριο, σαν διορθωμένο SAR αν το νερό απορροφάται μόνο από τις ρίζες (mg/L)	<3	3-9	>9
Νάτριο αν το νερό απορροφάται μόνο και από τα φύλλα (mg/L)	<69	>69	-
Χλώριο αν το νερό απορροφάται μόνο από τις ρίζες (mg/L)	<142	142-355	>355
Χλώριο αν το νερό απορροφάται και από τα φύλλα (mg/L)	<106	>106	-
Επίδραση της ποιότητας			
Άζωτο (πλεόνασμα N μπορεί να επιβραδύνει τη συγκομιδή το έλλειμμα επηρεάζει την ποιότητα ή ποσότητα της παραγωγής των ζαχαρότευτλων, λεμονιών, σταφυλιών, αβοκάντο, βερίκοκων κ.λπ.). Δισανθρακικά σαν HCO ₃ (όταν η άρδευση γίνεται με καταιωνισμό (sprinklers) τα οξυανθρακικά μπορούν να προκαλέσουν απόθεση ανθρακικών στα φρούτα και στα φύλλα)	<5 <90	5-30 90-520	>30 >520

Γενικά, αντί της οριοθέτησης της αλατότητας στο αρδευτικό νερό, η ποιότητα του τελευταίου περιγράφεται με τα όρια της ειδικής αγωγιμότητας (που εκφράζει το TDS), της περιεκτικότητας Na και B και τέλος με το SAR.

Το Na, δημιουργεί αποκροκίδωση του εδάφους - κατά την ανταλλαγή ιόντων του με ιόντα Ca και έτσι προκαλεί μείωση του αερισμού και της περατότητας του εδάφους. Εδάφη πλούσια σε Na, ονομάζονται αλκαλικά μεν όταν το ανιόν που επικρατεί είναι η ανθρακική ρίζα, αλατούχα δε όταν το ανιόν που επικρατεί είναι το χλώριο ή η θειική ρίζα.

Κανονικά και τα δύο είδη εδαφών που είναι κορεσμένα σε Na, είναι χαμηλής ως μηδενικής παραγωγικότητας.

Το βόριο σε πολύ μικρές ποσότητες είναι απαραίτητο για την κανονική ανάπτυξη όλων των φυτών, αλλά σε μεγαλύτερες ποσότητες γίνεται τοξικό.

Το U.S. Salinity Laboratory (1954), πρότεινε μια κατάταξη του αρδευτικού νερού βασισμένη στο SAR και την αγωγιμότητα (Εικόνα Β.4.2).

Η ευαισθησία διάφορων φυτών στη συγκέντρωση αλάτων δίνεται στον Πίνακα 4.11 (Richards, 1954). Το κριτήριο αυτής της ταξινόμησης είναι η παραγωγικότητα των φυτών σε αλατούχο έδαφος, σε σχέση με την παραγωγικότητα σε μη αλατούχο έδαφος, κάτω από παρόμοιες συνθήκες ανάπτυξης.

Σε κάθε κατηγορία, η αναφορά των φυτών έχει γίνει κατά αυξανόμενη ανθεκτικότητα. Οι ηλεκτρικές αγωγιμότητες που αναγράφονται στον πίνακα, εκφράζουν την αλατότητα που προκαλεί 50% μείωση της παραγωγής.

Πέρα από το Na, το B και το TDS υπάρχουν και άλλα ιόντα που οι υπερβολικές συγκεντρώσεις τους στο αρδευτικό νερό μπορεί να αποβούν τοξικές για τα φυτά. Στον Πίνακα Β.4.12 παρουσιάζονται μερικά ιόντα με τα συνιστώμενα ανώτατα όρια συγκέντρωσής τους σε mg/L στο αρδευτικό νερό (Bouwer, 1978).

Πίνακας Β.4.11. Σχετική ανθεκτικότητα μερικών καρποφόρων φυτών σε συγκεντρώσεις αλάτων (απόσπασμα από RICHARDS, 1954).

Είδος καρποφόρου	Χαμηλή ανθεκτικότητα	Μέτρια ανθεκτικότητα	Ψηλή ανθεκτικότητα
Φρούτα	αβokάντο	πεπόνι	χουρμάς
	λεμόνι	ελιές	
	φράουλα	σύκα	
	ροδάκινο	ρόδι	
	βερίκοκο		
	αμύγδαλο		
	δαμάσκηνο		
	grape-fruit		
	πορτοκάλι		
	μήλο		
αχλάδι			
Λαχανικά		4000 $\mu\text{S/cm}$	10000 $\mu\text{S/cm}$
		αγγούρι	σπανάκι
		κολοκύθι	σπαράγγι
		μπιζέλι	λάχανο
		κρεμμύδι	τεύτλα
		καρότο	ντομάτα
		πατάτα	μπρόκολα
		3000 $\mu\text{S/cm}$	
		φασόλια	καλαμπόκι
		σέλινο	μαρούλι
	ραδίκια	κουνουπίδι	
	4000 $\mu\text{S/cm}$	πιπεριά	

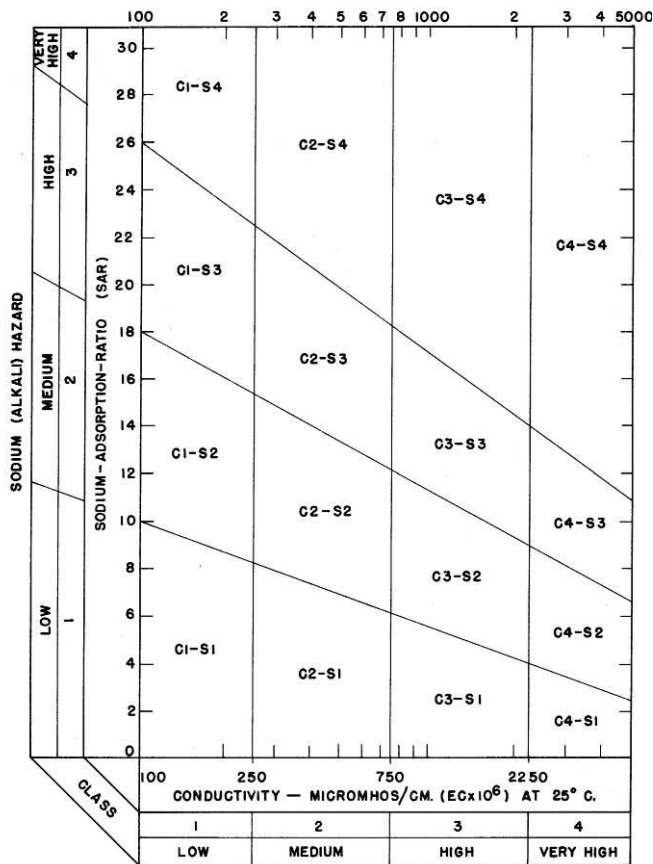
Ακολουθούν άλλα είδη καρποφόρων φυτών

Πίνακας Β.4.12. Συνιστώμενα ανώτατα όρια ιχνοστοιχείων στο αρδευτικό νερό (mg/l) κατά U.S. N.A. SC. U.S.N.A. ENG. (1972).

Στοιχείο	Μόνιμη άρδευση όλων των εδαφών	Άρδευση μέχρι 20 χρόνια λεπτόκοκκων, ουδέτερων ως αλκαλικών εδαφών (pH 6-8,5)
Αργίλιο	5	20
Αρσενικό	0,1	2
Βηρύλλιο	0,1	0,5
Βόριο - Ευαίσθητα καρποφόρα	0,75	2
Βόριο - ημιανθεκτικά καρποφόρα	1	-
Βόριο - ανθεκτικά καρποφόρα	2	-
Κάδμιο	0,01	0,05
Χρώμιο	0,1	1
Κοβάλτιο	0,05	5
Χαλκός	0,2	5
Φθόριο	1	15
Σίδηρος	5	20
Μόλυβδος	5	10
Λίθιο	2,5	2,5
Μαγγάνιο	0,2	10
Μολυβδαίνιο	0,01	0,05 (μόνο για όξινα εδάφη)
Νικέλιο	0,2	2
Σελήνιο	0,02	0,02
Βανάδιο	0,1	1
Ψευδάργυρος	2	10
Ραδιενεργά	όπως και στο πόσιμο νερό	

Κατά το U.S. Environmental Agency (1973) το TDS δεν πρέπει να ξεπερνά τα 700 mg/L.

B.4.3.3.4. Διαγράμματα ταξινόμησης αρδευτικών νερών (SAR-EC) – ESR – Magnesium hazard



Εικόνα Β.4.2. Διάγραμμα ταξινόμησης αρδευτικών νερών (Richards, 1954).

Τέλος, οι παράμετροι SAR και ESR σύμφωνα με το U.S. Soil Salinity Laboratory (1954) συνδέονται με την εμπειρική σχέση: $ESR = -0,013 + 0,015 \cdot SAR$

Αντίστοιχα, το ασβέστιο και το μαγνήσιο αν και είναι απαραίτητα συστατικά για την ανάπτυξη των φυτών, από κάποιο σημείο και έπειτα η συγκέντρωσή τους είναι επιζήμια. Οι Szabolcs and Darab (1964), πρότειναν τον MH (Magnesium Hazard),

$$MH = [Mg^{2+}] / \{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]\} \cdot 100, \text{ όπου οι συγκεντρώσεις είναι σε meq/L.}$$

Όταν $MH > 50$, τότε το συγκεκριμένο νερό είναι επιβλαβές και άρα ακατάλληλο για χρήση σε καλλιέργειες.

Τέλος, από το διάγραμμα της Εικόνας Β.4.2, και αναφορικά με την επίδραση της αλατότητας, το αρδευτικό νερό ταξινομείται ως εξής:

Με βάση την ηλεκτρική αγωγιμότητα σε:

- **Κατηγορία C1. Νερό μικρής αλατότητας:** Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση για όλες σχεδόν τις καλλιέργειες και για όλα τα εδάφη.
- **Κατηγορία C2. Νερό μέσης αλατότητας:** Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εδάφη με μέτρια απόπλυση που στραγγίζονται καλά και για φυτά με μέτρια ανθεκτικότητα σε άλατα.

Σύμφωνα με τον Καλλέργη (2000), εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε Na παρουσιάζουν χαμηλή υδροπερατότητα, ενώ δεν επιτρέπουν τη λειτουργία βαρέων γεωργικών μηχανημάτων. Αυτό οφείλεται στην επέκταση των διπλοστοιβάδων γύρω από τα σωματίδια αργίλου. Ο ESR αναφέρεται στο βαθμό διόγκωσης των αργίλων που οφείλεται στην επέκταση των ``διάχυτων ηλεκτρικών διπλοστοιβάδων``. Αποτελεί και αυτός έναν έμμεσο ποιοτικό δείκτη της αρδευτικής ικανότητας του νερού και χρησιμοποιείται συνήθως παράλληλα με τον SAR. Το πάχος των διπλοστοιβάδων αυξάνει όταν τα μονοσθενή ιόντα αποτελούν το υψηλότερο ποσοστό ανταλλάξιμων ιόντων. Το πρόβλημα υφίσταται όταν το Na ξεπεράσει το 15% των ανταλλάξιμων ιόντων και η ιοντική ισχύς του είναι μικρότερη από 0,015.

$ESR = [Na^+] / \{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]\}$, όπου οι συγκεντρώσεις είναι σε meq/L.

- **Κατηγορία C3. Νερό υψηλής αλατότητας:** Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εδάφη που παρουσιάζουν καλή στράγγιση και για φυτά ανθεκτικά σε άλατα.
- **Κατηγορία C4. Νερό πολύ υψηλής αλατότητας:** Το νερό της κατηγορίας αυτής είναι ακατάλληλο για άρδευση σε συνηθισμένες συνθήκες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε ειδικές περιπτώσεις, όπως όταν το έδαφος είναι πολύ περατό και/ή στράγγιση είναι επαρκής. Επιπλέον, το νερό που χρησιμοποιείται για πότισμα πρέπει να είναι περισσότερο από το κανονικό, ώστε να επιτυγχάνεται σημαντική απόπλυση και τα φυτά να είναι πολύ ανθεκτικά στα άλατα (βλ. Πίνακα Β.4.11).

Με βάση την περιεκτικότητα σε νάτριο η αλκαλικότητα (SAR) σε:

- **Κατηγορία S1. Νερό μικρής αλκαλικότητας:** Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση όλων των εδαφών.
- **Κατηγορία S2. Νερό μέσης αλκαλικότητας:** Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση διαπερατών και καλά στραγγιζόμενων χονδρόκοκκων εδαφών ή οργανικών εδαφών με ικανοποιητική περατότητα. Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα πολύ λεπτόκοκκα εδάφη που η στράγγιση και η απόπλυση είναι ανεπαρκής, εκτός αν υπάρχει στο έδαφος γύψος.
- **Κατηγορία S3. Νερό υψηλής αλκαλικότητας:** Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση σε εδάφη που παρουσιάζουν πλήρη στράγγιση και μεγάλη απόπλυση προσθέτοντας οργανικές ουσίες. Όταν το νερό έχει χαμηλή έως μέση αλατότητα (C1-S3, C2-S3) μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν προσθέσουμε γύψο, που θα αντικαταστήσει το Na με το Ca.
- **Κατηγορία S4. Νερό πολύ υψηλής αλκαλικότητας:** Ακατάλληλο για άρδευση για τις συνηθισμένες περιπτώσεις. Όταν συνδυάζεται με χαμηλή περιεκτικότητα σε άλατα (C1-S4), μπορεί να χρησιμοποιηθεί με προσθήκη γύψου.

B.4.4. ΦΥΤΑ

B.4.4.1. Συντελεστής απορρόφησης

Ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο, βάσει του οποίου, μπορούμε να διαπιστώσουμε τί ποσοστό ενός στοιχείου έχει απορροφήσει το φυτό από το έδαφος, είναι ο συντελεστής απορρόφησης. Ο συντελεστής απορρόφησης είναι ένα ευρέως διαδεδομένο μέγεθος σε μελέτες, οι οποίες ασχολούνται με την μεταφορά στοιχείων από το έδαφος στο φυτό. Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρεται είτε ως accumulation factor (Maistro et al., 2004, Wilson & Pyatt, 2007), είτε ως Transfer factor (Kabata-Pendias & Mukherjee, 2007).

Ο συντελεστής απορρόφησης υπολογίζεται από τη σχέση:

$$A = (C_{pt} / C_s) * 100$$

όπου, C_{pt} = η συγκέντρωση του στοιχείου στο φυτό, C_s = η συγκέντρωση του στοιχείου στο έδαφος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β.5.

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΑΡΤΩΝ

Στην παρούσα εργασία δεν παρουσιάστηκε η ανάγκη γεωλογικής χαρτογράφησης στην ύπαιθρο. Καταγράφηκαν μόνο κάποιες παρατηρήσεις, σχετικά με τις επαφές κάποιων σχηματισμών ή ακόμη και κάποιες μικρές εμφανίσεις σχηματισμών που δεν ήταν χαρτογραφημένες και είχαν ενδιαφέρον για την μελέτη (π.χ. μικρές εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς).

Αναγκαία κρίθηκε η δημιουργία ενιαίων ψηφιακών γεωλογικών και τοπογραφικών χαρτών, οι οποίοι να παρουσιάζουν την περιοχή μελέτης στο σύνολο της, αφού αποτυπώνεται σε 6 φύλλα γεωλογικών και τοπογραφικών χαρτών του Ι.Γ.Μ.Ε. και της Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1:50.000 αντίστοιχα (Λειβανάται-Αταλάντη, Ελάτεια, Αμφίκλεια, Άμφισσα, Ιστιαία, Μύλοι, Στυλίσ, Λαμία).

Η συνένωση των 6 γεωλογικών χαρτών παρουσίασε ιδιαίτερα σοβαρά προβλήματα, π.χ. ασυμφωνία ορίων γεωλογικών σχηματισμών ανάμεσα σε δύο διαδοχικά φύλλα, ή ακόμη και απουσία σχηματισμών που ενώ εμφανίζονται στο ένα φύλλο και όφειλαν να συνεχίζονται στο διπλανό, παρόλα αυτά απουσίαζαν κ.α. Για το λόγο αυτό, εκτός από τους χάρτες του Ι.Γ.Μ.Ε. χρησιμοποιήθηκαν και οι γεωλογικοί χάρτες από τις διδακτορικές διατριβές και τις εργασίες των Κράνης (1999), Αγγελίδης (1992), Παλυβός (2001), Vavassis (2001), Λέκκας et al. (2002) και Γαλανάκης (1997).

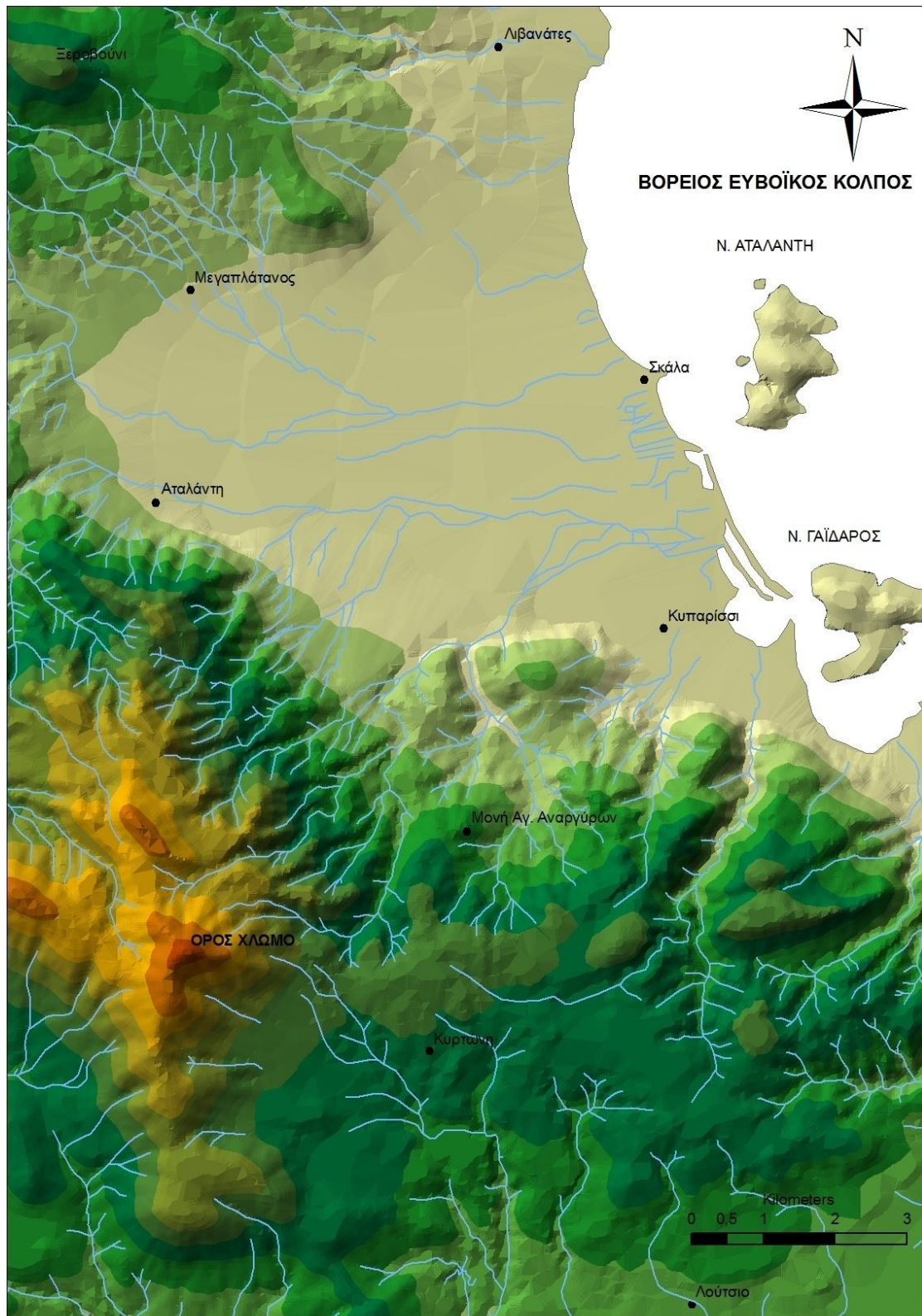
Έτσι κατασκευάστηκαν 3 ψηφιακοί γεωλογικοί χάρτες, για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, οι οποίοι περιλαμβάνουν:

- A) την ευρύτερη περιοχή της Αταλάντης και της Κυρτώνης (Χάρτης Β.4.2),
- B) την ευρύτερη περιοχή μελέτης στην Αν. Στερεά Ελλάδα (Χάρτης Β.4.4),
- Γ) την ευρύτερη περιοχή μελέτης στην Β. Εύβοια (Χάρτης Β.4.6).

Εκτός των γεωλογικών χαρτών δημιουργήθηκαν άλλα τέσσερα επίπεδα πληροφοριών που αποτυπώθηκαν με ψηφιακή μορφή σε χάρτες, πιο αναλυτικά: α) οι ισοϋψείς, β) το υδρογραφικό δίκτυο, γ) σημείων ενδιαφέροντος (π.χ. σημεία οικισμών, ονομασίες βουνών κ.α.) και δ) χρησιμοποιώντας τα δεδομένα των ισοϋψών κατασκευάστηκε ένα τέταρτο επίπεδο, στο οποίο απεικονίζεται τρισδιάστατα το ανάγλυφο της ευρύτερης περιοχής (Χάρ. Β.4.1, 3, 5).

Εν συνεχεία κατασκευάστηκαν οι χάρτες με τις θέσεις δειγματοληψίας κάθε υλικού, όπου παρουσιάζονται μαζί με τον σχολιασμό των αποτελεσμάτων στα αντίστοιχα κεφάλαια. Για την καλύτερη απεικόνιση των αποτελεσμάτων και της ευκολότερης διεξαγωγής συμπερασμάτων, κατασκευάστηκαν χάρτες με διαβαθμισμένα σύμβολα και χάρτες ισοπερικτικών καμπυλών, βάσει των συγκεντρώσεων που διαπιστώθηκαν. Οι χάρτες των ισοπερικτικών καμπυλών είναι ενδεικτικοί στις περισσότερες περιοχές. Εξάιρεση αποτελεί η περιοχή της Αταλάντης, όπου οι ισοπερικτικοί χάρτες της βασίζονται σε στοιχεία που προέρχονται από μια δειγματοληψία που έγινε βάσει κανάβου. Για το διαχωρισμό των κλάσεων στα επίπεδα πληροφορίας (layers) των διαβαθμισμένων συμβόλων (Graduated symbols), χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία των Natural Breaks (Jenks). Για την δημιουργία των επιπέδων πληροφορίας (layers) των ισοπερικτικών καμπυλών χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Kriging (Method: ordinary kriging, Output: prediction map). Για τις συγκεκριμένες εργασίες χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ArcGIS ver.9.3.

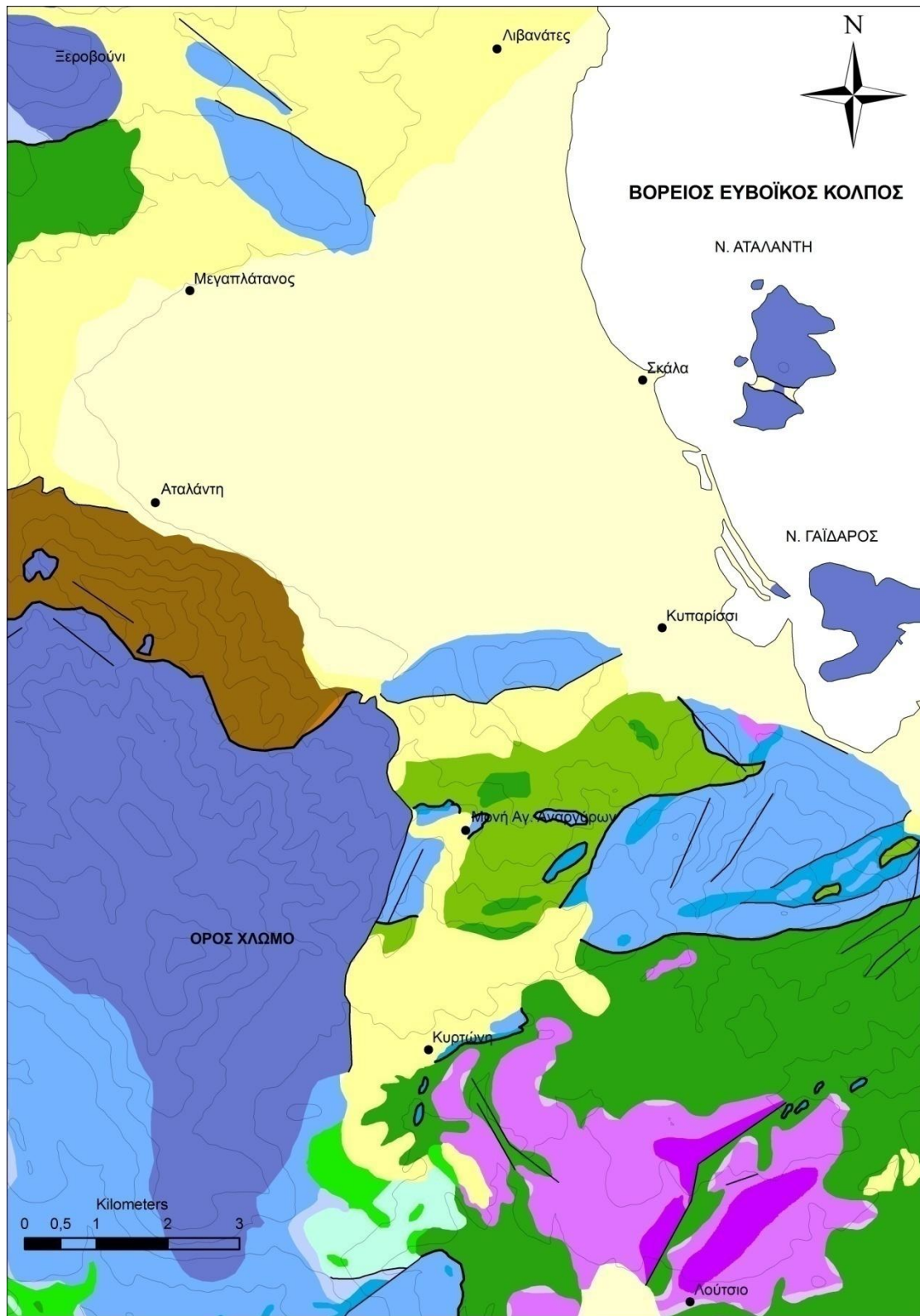
Για τις εργασίες που σχετίζονται με την ψηφιακή δημιουργία γεωλογικών και άλλων χαρτών και την απεικόνιση των θέσεων δειγματοληψίας, χρησιμοποιήθηκαν τα λογισμικά: ArcGIS ver.9.3, Global Mapper 9.03, 3DEM ver.13, MapSource ver.6.15.6, Google Earth ver.5.0.11733.9347.



LEGEND

— Stream	200 - 300	600 - 700	1000 - 1100	1400 - 1500	1800 - 1900	2200 - 2300
Elevation	300 - 400	700 - 800	1100 - 1200	1500 - 1600	1900 - 2000	2300 - 2400
0 - 100	400 - 500	800 - 900	1200 - 1300	1600 - 1700	2000 - 2100	2400 - 2500
100 - 200	500 - 600	900 - 1000	1300 - 1400	1700 - 1800	2100 - 2200	

Χάρτης Β.4.1. Χάρτης της ευρύτερης περιοχής της Αταλάντης και της Κυρτώνης, στον οποίο παρουσιάζονται η τοπογραφία και το υδρογραφικό δίκτυο.



LEGEND

POST-ALPINE FORMATIONS	ALPINE FORMATIONS		STRUCTURAL DATA
Q al	Sub-Pelagonian Unit	Kr o-c	— Fault
Ng	Kr o-f	Ji-m kD	— Thrust, overthrust
	Kr o-k	TR J -sh	
		Ts-Dk	
		J12-k	
		TR c	
		P	
		Ophiolitic Rocks	
		d	
		p	

Χάρτης Β.4.2. Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής της Αταλάντης και της Κυρτώνης.

ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΤΟΥ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ
ΤΗΣ ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ – ΚΥΡΤΩΝΗΣ

ΜΕΤΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ (Post Alpine Formations)

ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ



Q al

Τεταρτογενές αδιαίρετο. Προσχώσεις διάφοροι, άργιλοι, άμμοι, λατύπες, κροκάλες. Παράκτια κροκαλοπαγή. Αποθέσεις απο ερυθρούς πηλούς και κροκαλοπαγή. Ηπειρωτικές αποθέσεις.

ΤΡΙΤΟΓΕΝΕΣ



Ng

Νεογενές αδιαίρετο. Κατά το πλείστον Πλειόκαινο. Μάργες, άργιλοι, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι. Νεογενές λιμναίο με λιγνίτες.

ΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ (Alpine Formations)

Υποπελαγονική Ενότητα (Sub-Pelagonian Unit)

ΜΕΣΟΖΩΙΚΟΣ



Kr o-f

Ανωκρητιδικός φλύσχης. Αργιλική ψαμμίτες, αργιλική σχιστόλιθοι, κροκαλοπαγή. Ασβεστόλιθοι παρενεστρωμένοι.



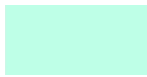
Kr o-k

Ανωκρητιδικός ασβεστόλιθος απο επίκληση. Πλακώδεις μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι με Radilites. Συμπαγείς ασβεστόλιθοι με Hippurites.



Kr o-c

Κροκαλοπαγές της ανωκρητιδικής επίκλησης με Hippurites, κοράλλια κ.α. Αφθονία κροκαλοπαγών σε διαμορφωμένα στρώματα.



J-K

Ασβεστόλιθοι Κάτω-Κρητιδική, μέχρι των ανωτάτων Ιουρασικών βαθμίδων (Τιθόνιο). Είναι μέσο-έως λεπτο-στρωματώδεις, τερφοί έως λευκοί. Υπέρκεινται των ασβεστόλιθων του Κιμμερίδιου και υπόκεινται της επικλυσιγενούς σειράς.



Kr-o sh

Σχιστοκερατολιθική διάπλαση Κάτω Κρητιδική έως Κιμμερίδιου ηλικίας. Αργιλική σχιστόλιθοι, κερατόλιθοι, πλακώδεις και συμπαγείς ασβεστόλιθοι παρενεστρωμένοι. Μεταβαίνουν πλευρικά προς Κάτω Κρητιδικούς ασβεστόλιθους. Υπέρκεινται των ασβεστολίθων του Κιμμερίδιου ή ενίοτε μεταβαίνουν πλευρικά προς τούτους. Εντός αυτού του ορίζοντα συναντώνται σερπεντινωμένοι περιδοτίτες, διαβάσεις και γάββροι.



J12-k

Άνω Ιουρασικοί ασβεστόλιθοι του Κιμμερίδιου. Σιφροί σκοτεινόχρωμοι έως μέλανες. Αποτελούν την οροφή των βωζιτικών κοιτασμάτων.





Ji-m kD

Μέσο-Κάτω Ιουράσιο. Ασβεστόλιθοι συχνά ωολιθικοί στους ανώτερους ορίζοντες. Εναλλάσσονται με δολομίτες. Τερφοί λευκάζοντες η σκοτεινόχροοι. Προς τα κάτω μεταβαίνουν βαθμιαίως προς τους λευκούς Άνω-Τριαδικούς δολομίτες. Αποτελούν το υποκείμενο των βωζιτικών κοιτασμάτων.

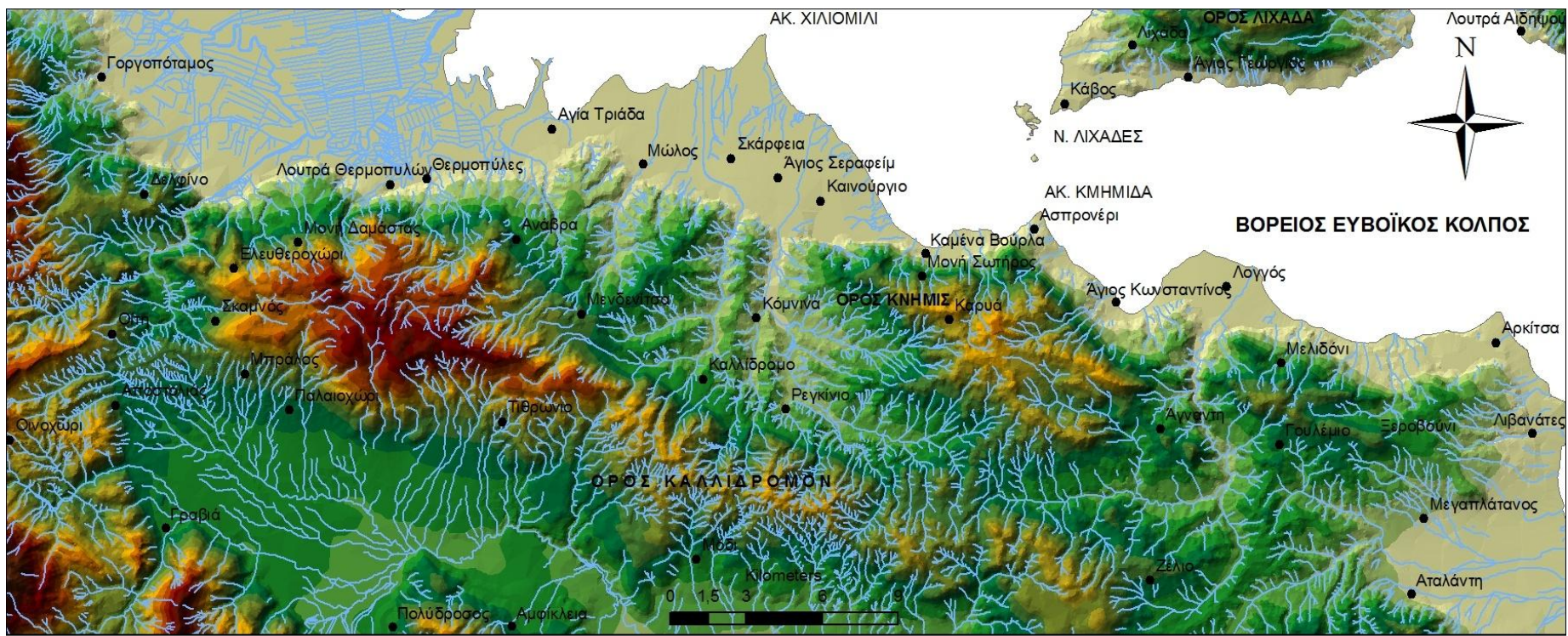
	TR J-sh	<p>Σχιστοκερατολιθική διάπλαση με οφιολίθους και σερπεντινίτες. Ηλικία Ιουρασική κυρίως, εν μέρει Άνω Τριαδική στα κατώτερα. Σύστημα αργιλικών σχιστολίθων, κερατολίθων και μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι σε λεπτά εναλλασσόμενα στρώματα. Πλακώδεις και συμπαγείς ασβεστόλιθοι με <i>Megalodon</i> ή ωολιθικοί παρενεστρομένοι ως φακοειδή στρώματα ή εναλλασσόμενοι με σχιστοκερατολίθους σε παχιά στρώματα.</p>
	Ts-Dk	<p>Δολομίτης συμπαγής, λευκός συνήθως, ενίοτε τεφρός. Συχνά παρουσιάζει λεπτοταινωτή υφή από εναλλαγή λεπτών στρώσεων ασβεστόλιθου ή δολομίτη βαθύτερων αποχρώσεων. Σπανίως ωολιθικός, αλλά τότε με ωολίθους. Στους βαθύτερους ορίζοντες (όρος Κνημιάς, Χλωμό) ασβεστόλιθοι σκοτεινόχρωμοι, ψαμμιτικοί ασβεστόλιθοι και ψαμμίτες (Μέσο Τριαδικό). Ηλικία Άνω και Μέσο Τριαδικό. Υπόκειται των Μέσο-Κάτω Ιουρασικών ασβεστολίθων και της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης.</p>
	TR-c	<p>Κροκαλοπαγές επικλήσεως του τριαδικού συστήματος στρωμάτων. Πάχος 5-25 μέτρα. Συνίσταται από κροκάλες όλων των στοιχείων του Λιθανθρακο-Περμίου όπως: κερατοφύρη, γραουβάκη, ψαμμίτη, σχιστόλιθου, μέλανος ασβεστόλιθο κ.λ.π. Συγκολλητική ύλη αργιλοασβεστιτική. Επίκειται με γωνιακή ασυμφωνία του Παλαιοζωικού και υπόκειται ομοφώνως των τριαδικών ασβεστολίθων και δολομιτών.</p>
	P	<p style="text-align: center;">ΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΟΣ</p> <p>Λιθανθρακοπέρμια στρώματα. Γραουβάκες, κροκαλοπαγή, χαλαζίτες, σχιστόλιθοι ιώδους αποχρώσεως, μάργες, ψαμμίτες, κερατοφυρικοί πράσινοι τόφοι. Λεπτά στρώματα ασβεστόλιθου σκοτεινόχρωμοι. Το πάχος του συστήματος υπερβαίνει τα 600 m.</p>

Σχηματισμοί οφιολιθικών πετρωμάτων (Ophiolitic Rocks)

	p	<p>Περιδοτίτης, Δουνίτης, πυροξενικοί περιδοτίτες, όλιβινίτης. Βαθμός σερπεντινίωσης μεταβλητός από μόλις εκδηλούμενη σερπεντινίωση μέχρι πλήρους μεταβολής σε σερπεντινίτη. Γάββρος, γαββροπηγματίτες. Το σύνολο των πετρωμάτων αυτών παρεμβάλλονται εντός της σχιστοκερατολιθικής Μεσοζωικής διαπλάσεως (J-sh και Kro-sh).</p>
	d	<p>Διαβάσης-Δολερίτης. Τόφοι βασικών εκρηξιγενών πετρωμάτων, pillow-lava, σπιλίτης. Εντός της Μεσοζωικής σχιστοκερατολιθικής διαπλάσεως (J-sh και Kro-sh).</p>

ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Structural data)

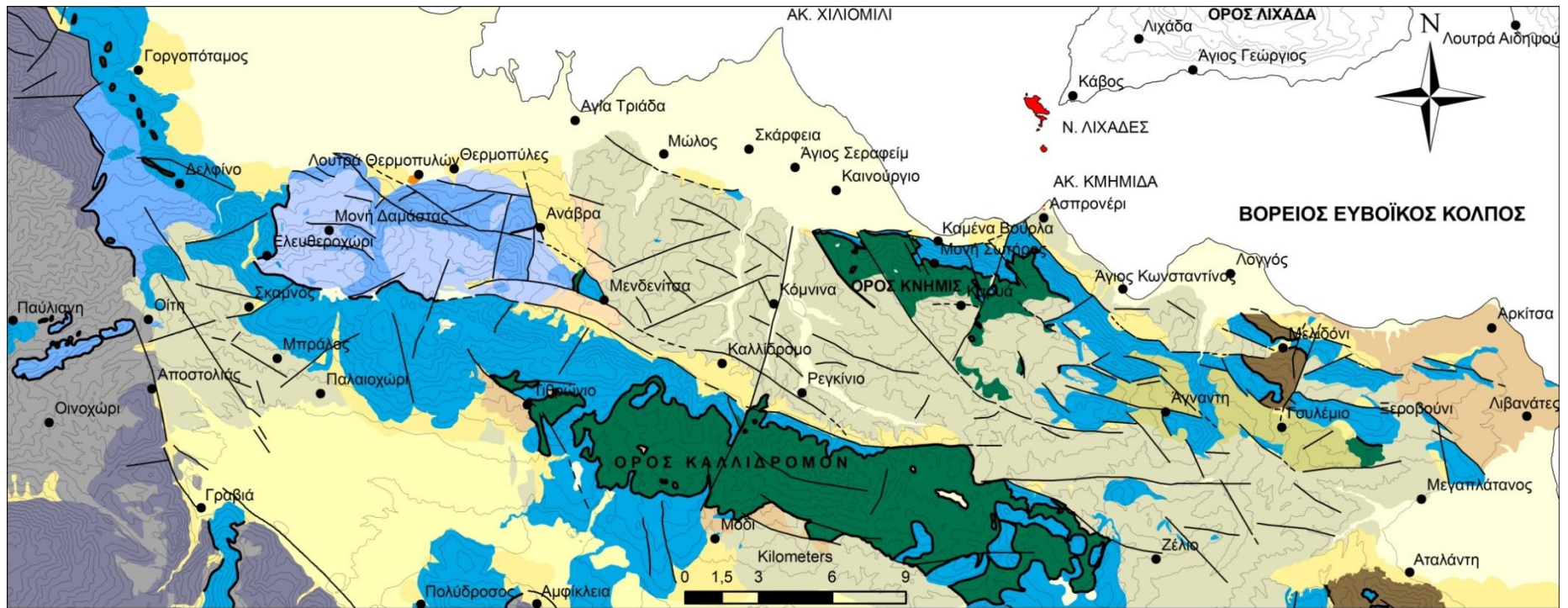
	Fault	Ρήγμα.
	Thrust, Overthrust	Επώθηση, εφίπευση.



LEGEND

Stream	100 - 200	400 - 500	700 - 800	1000 - 1100	1300 - 1400	1600 - 1700	1900 - 2000	2200 - 2300	
Elevation	200 - 300	500 - 600	800 - 900	1100 - 1200	1400 - 1500	1700 - 1800	2000 - 2100	2300 - 2400	
	0 - 100	300 - 400	600 - 700	900 - 1000	1200 - 1300	1500 - 1600	1800 - 1900	2100 - 2200	2400 - 2500

Χάρτης Β.4.3. Χάρτης της ευρύτερης περιοχής της Αν. Στερεάς Ελλάδας, στον οποίο παρουσιάζονται η τοπογραφία και το υδρογραφικό δίκτυο.



LEGEND

POST-ALPINE FORMATIONS		ALPINE FORMATIONS		Parnassos Unit	STRUCTURAL DATA
Qal	PI	Sub-Pelagonian Unit	fp		— Fault
Q al biot	Ms c,k,m	K s-e s,p,c	Kp		— Thrust, overthrust
Qsc	c m	Ks-k		Ophiolitic Rocks	
Qbr	Lava	Ts-Jk		Oph	
Qm,s st	Travertine	P-Tvc			

Χάρτης Β.4.4. Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής της Αν. Στερεάς Ελλάδας

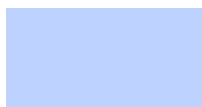
ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΤΟΥ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ
ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΜΕΤΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ (Post Alpine Formations)

	Qal	<i>Σύγχρονες αποθέσεις. Αλλουβιακές και παράκτιες αποθέσεις, προσχώσεις και αποθέσεις αποσαθρωμένου μανδύα.</i>
	Qal biot	<i>Αποθέσεις του Βοιωτικού Κηφισού. Παλαιότερα κορήματα και κώνοι κορημάτων. Χαλαρά ενίοτε ημισυνεκτικά υλικά με γωνιώδεις και σε περιπτώσεις αποστρωγγλωμένους κλάστες. Και τα Κροκαλοπαγή της Λιλαίας, που είναι ημισυνεκτικά ανθρακικά κροκαλοπαγή αναβαθμίδα.</i>
	Qsc	<i>Πρόσφατα και παλαιά κορήματα και κώνοι κορημάτων. Άλλοτε χαλαρά υλικά με γωνιώδεις κλάστες και άλλοτε πολύ συνεκτικό λατυποπαγή.</i>
	Qbr	<i>Σχηματισμός Μενδενίτσας. Χερσογενείς αποθέσεις κορηματικού τύπου. Εναλλαγές συνεκτικών ανθρακικών λατυποπαγών, αργίλων ιλυολίθων, χρώματος ερυθρωπού έως υπόλευκου. Πάχος περί 120m. Ηλικία Μ-Α Πλειστόκαινο.</i>
	Qm,s st	<i>Αποθέσεις παραλιακής ζώνης. Ποταμολιμναίες και χειμάρριες αποθέσεις. Κίτρινες μάργες και άμμοι, ψαμμίτες με σταυρωτή στρώση. Παρεμβολές πολύμεικτων μικροκροκαλοπαγών. Πάχος 100-150m. Ηλικία Κ-Μ Πλειστόκαινο.</i>
	Pl	<i>Πλειστοκαινικοί σχηματισμοί. Το ανώτερο μέρος το απαρτίζουν άργιλοι, ιλύες, άμμοι, μάργες, πολύμεικτα κροκαλοπαγή και ενδιστρώσεις λιγνίτη. Συνεκτικοί μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι (Μόδι). Χρώμα φαιό, υποκίτρινο, λαδί ενίοτε ερυθρωπό. Πάχος 300-400m. Το κατώτερο μέρος το απαρτίζουν χαλαρά ιζήματα και μονόμεικτα ανθρακικά κροκαλοπαγή, ιλύες, άμμοι και μάργες. Πάχος αρκετές εκατοντάδες μέτρα. Εδώ εντάσσεται και ο σχηματισμός της Καρυάς, με πολύμεικτα ερυθρωπά κροκαλοπαγή με ενδιστρώσεις συμπαγών αργίλων και ιλύων και πολύμεικτο συνδετικό λατυποπαγές στη βάση. Πάχος: 150m.</i>
	Ms c,k,m	<i>Ανωμειοκαινικός σχηματισμός. Μάργες, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι και κροκαλοπαγή με λιγνίτικες ενδιστρώσεις. Χρώμα: υποκίτρινο έως υπόλευκο.</i>
	c,m	<i>Ερυθρωπά κροκαλοπαγή. Πολύμεικτα ημισυνεκτικά κροκαλοπαγή και μάργες χρώματος ροδόχρου και ερυθρού. Οι κλάστες είναι πολύ καλά αποστρωγγλωμένοι και σε μεγάλο ποσοστό εξαλλοιωμένοι. Πάχος: 50-80m.</i>
	Lava	<i>Ηφαιστειακές λάβες.</i>
	Travertine	<i>Τραβερτίνης.</i>

ΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ (Alpine Formations)

Υποπελαγονική Ενότητα (Sub-Pelagonian Unit)



Ks-e s,p,c *Κλαστικά ιζήματα (Μέρος Ανωκρητιδικής ακολουθίας). Ψαμμίτες πηλίτες και κροκαλοπαγή.*



Ks k *Ανθρακικά (Μέρος Ανωκρητιδικής ακολουθίας). Μεσοπλακώδεις και παχυπλακώδεις ασβεστόλιθοι λευκοί κρυσταλικοί ροδόχροοσι και τεφροί, λεπτοπλακώδεις μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι.*



Ts-Jk *Τριαδικά-Ανωιουρασικά ανθρακικά. Νηριτικοί τεφροί, υπόλευκοι δολομίτες και σκούροι ασβεστόλιθοι, δολομιτικοί ασβεστόλιθοι.*



P-T vc *Ηφαιστειοϊζηματογενής ακολουθία. Γραουβάκες, σχιστόλιθοι, φυλλίτες, μάρμαρα, ασβεστόλιθοι, ψαμμίτες.*

Ενότητα παρνασσού (Parnassos Unit)



Fr *Φλύσχης με ερυθροβυσσινούς ασβεστιτικούς σχιστόλιθους, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή. Στους ανώτερους ορίζοντες κατά θέσεις αναπτύσσονται φακοειδείς ενστρώσεις ασβεστολίθων.*



Kr *Ανωιουρασικά-Ηωκαινικά ανθρακικά. Ασβεστόλιθοι λεπτοστρωματώδεις, μεσοστρωματώδεις, μικρολατυποπαγείς ή ψηφιδοπαγείς, πολλές φορές τεφροί, βιτουμενιούχοι, με ρουδιστές. Περιλαμβάνεται ο δεύτερος (μεσαίος) βωξιτικός ορίζοντας.*

Σχηματισμοί οφιολιθικών πετρωμάτων (Ophiolitic Rocks)



oph *Οφιολιθικά πετρώματα. Περιδοτίτες, γάββροι, σερπεντινίτες, ενίοτε και συνοδά ιζήματα.*

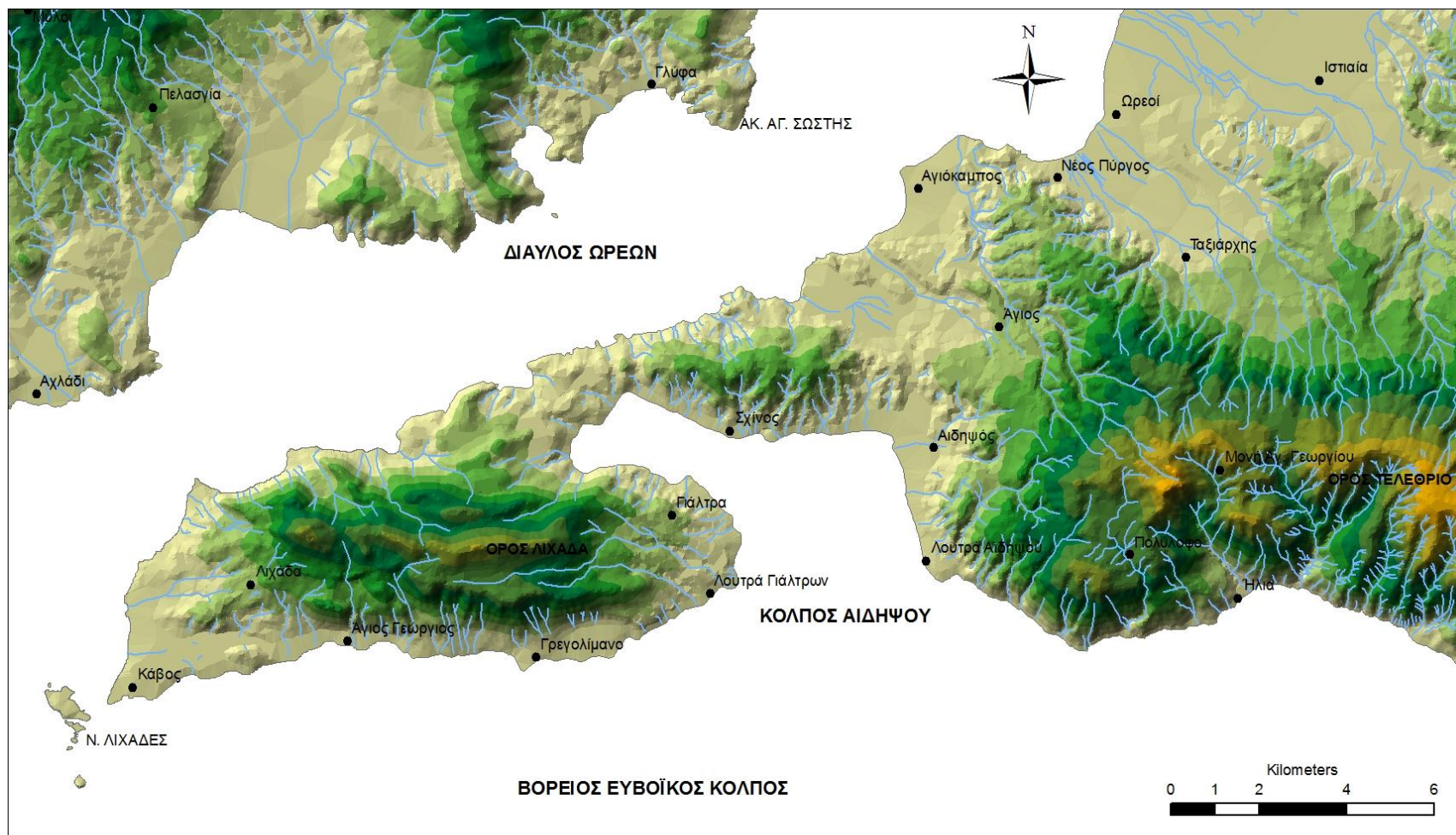
ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Structural data)



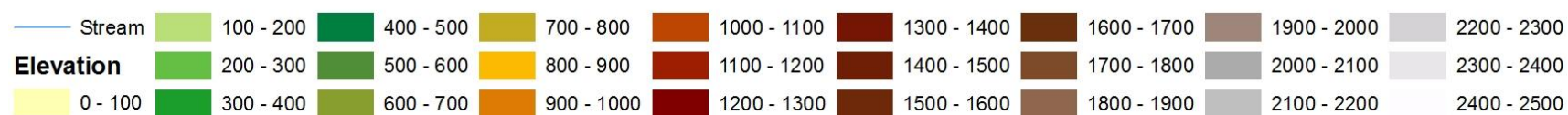
Fault *Ρήγμα.*



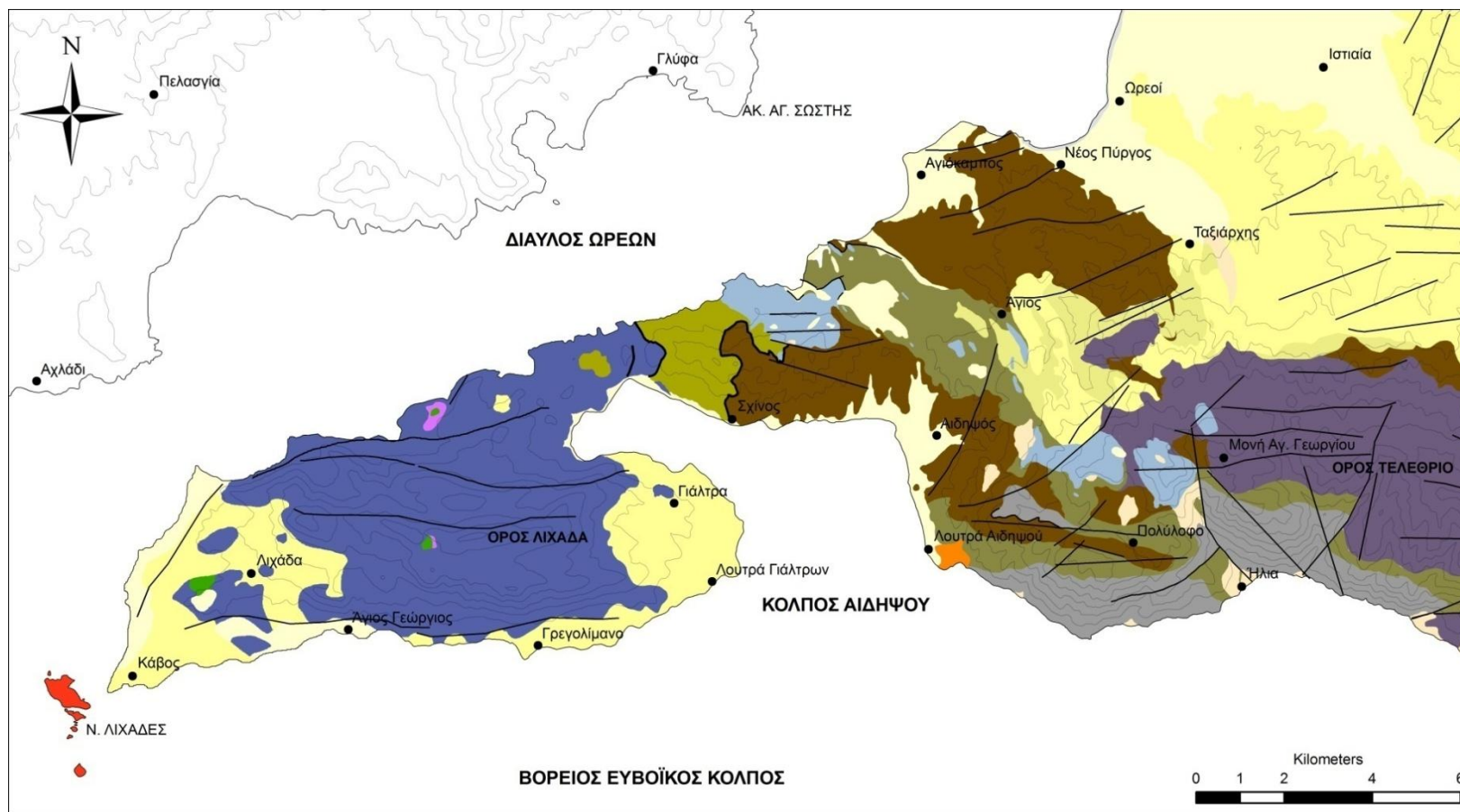
Thrust, Overthrust *Επώθηση, εφίπευση.*



LEGEND



Χάρτης Β.4.5. Χάρτης της ευρύτερης περιοχής της Βόρειας Εύβοιας, στον οποίο παρουσιάζονται η τοπογραφία και το υδρογραφικό δίκτυο.



LEGEND

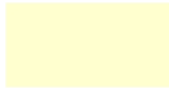
POST-ALPINE FORMATIONS		Ng c st, c1, c2, mk	ALPINE FORMATIONS	P sub-Pel	Ti-m k, d	Ophiolitic Rocks	STRUCTURAL DATA
Q al	Ng ol-br, tr		Sub-Pelagonian Unit	Pelagonian Unit	P	oph	— Fault
H cd dn	travertine	sch d	Tm, pr, k	gn sch			— Thrust, overthrust
Qsc	lava	TR J-DK	Ti-m, k, s sch				

Χάρτης Β.4.6. Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής της Βόρειας Εύβοιας.

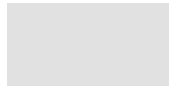
ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΤΟΥ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ
ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΕΥΒΟΙΑΣ

ΜΕΤΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ (Post Alpine Formations)

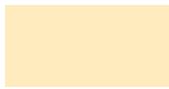
ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ



Qal *Αλλουβιακές αποθέσεις.*



Hcd dn *Θίνες και ιλύς τεναγών.*



Qsc *Κόνοι κορημάτων και πλευρικά κορήματα, Ολοκαινικής- Πλειστοκαινικής ηλικίας.*

ΝΕΟΓΕΝΕΣ



Ng c st, c1, c2, mk *Νεογενείς αποθέσεις λιμναίας και ποταμολιμναίας φάσης.*



Ng ol-br, tr *Νεογενείς αποθέσεις χερσαίας φάσης.*



Travertine *Τραβερτίνης.*



Lava *Λάβες.*

ΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ (Alpine Formations)

Υποπελαγονική Ενότητα (Sub-Pelagonian Unit)



sch d *Σχιστοψαμμιτοκερατολιθική διάπλαση ηλικίας Αν. Τριαδικού – Ιουρασικού. Κλαστική ακολουθία που αποτελείται από εναλλαγές αργιλικών σχιστών, κερατόλιθων, μαργαϊκών ασβεστόλιθων, πλακωδών ασβεστόλιθων και σπάνια κροκαλοπαγών. Εντός της διάπλασης παρατηρούνται εκρηξιγενή πετρώματα, διαφόρων τύπων οφιόλιθοι, τόφοι και σερπεντινίτες. Χαρακτηριστικές εμφανίσεις της διάπλασης με διαβάσες, δολερίτες, τόφους βασικών εκρηξιγενών πετρωμάτων, ηφαιστειακά λατυποπαγή, διορίτες, διαβασικούς πορφυρίτες και κεροστιλβίτες.*



TR J-DK *Ανθρακική ακολουθία ηλικίας Τριαδικού – Ιουρασικού. Συνίσταται από λευκούς – ερυθρίζοντες νηριτικούς ασβεστόλιθους, δολομιτικούς ασβεστόλιθους, παχυστρωματώδεις έως άστρωτους. Οι ερυθρίζουσες αποχρώσεις είναι στη βάση της και είναι υπολείμματα της φάσης ammonitico rosso που συνδέεται με την ηφαιστειότητα του μέσου Τριαδικού.*



P sub-Pel *Περμοτριαδική κλαστική σειρά. Κλαστική ακολουθία αποτελούμενη από εναλλαγή χαλαζιτών, πηλιτών, ψαμμιτών, πλακωδών ασβεστόλιθων και κροκαλοπαγών. Εντός της απαντώνται ολισθόλιθοι διαφόρων μεγεθών ηφαιστειτών που δηλώνει έμμεσα αλλά και σαφέστατα μια ανωπαλαιοζωική ηφαιστειότητα. Στην περιοχή ενδιαφέροντος απαντώνται κερατοφυρικοί πράσινοι τόφοι και οφιόλιθοι.*

Πελαγονική ενότητα (Pelagonian Unit)

	Tm, pr, k	<p>Πρασινίτες – Πρασινόλιθοι και κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι ηλικίας M. Τριαδικού. Μεταμορφωμένα επιζωνικά βασικά εκρηξιγενή πετρώματα χρώματος πράσινου και ιώδους με παρεμβολές σχιστόλιθων και φυλλιτών, με ενστρώσεις κρυσταλλικών ασβεστόλιθων χρώματος λευκότεφρου μέχρι τεφρού, με πάχος από 5 – 150 m. Στην μεταμόρφωση των πρασινιτών – πρασινόλιθων τα κύρια ορυκτολογικά συστατικά που απαντούν είναι επίδοτα, άστριοι, χλωρίτης και σε μικρότερη αναλογία χαλαζίας, ασβεστίτης και υδροβιοτίτης. Το μέγιστο ορατό πάχος του σχηματισμού είναι περίπου 600 μέτρα.</p>
	Ti-m, k, s sch	<p>Κλαστική μεταμορφωμένη σειρά ηλικίας M. Τριαδικού. Ελαφρά μεταμορφωμένα πετρώματα που αποτελούνται από εναλλαγές αρκοζών, γραουβάκων, αργιλικών σχιστόλιθων με παρεμβολές μικροψηφιδοπαγών. Ο σχηματισμός υπέρκειται τεκτονικά του γνευσιακού υπόβαθρου. Κατά θέσεις ο σχηματισμός διασχίζεται από φλέβες, ποικίλων διεθύνσεων, βασικών εκρηξιγενών πετρωμάτων μη μεταμορφωμένων. Το πάχος του σχηματισμού δεν υπερβαίνει τα 300 m.</p>
	Ti-m k, d	<p>Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι και δολομίτες. Ενστρώσεις στον προηγούμενο σχηματισμό ηλικίας Ανήσιου. Το χρώμα τους είναι υπόλευκο, λευκότεφρο έως τεφρό. Είναι μεσοστρωματώδεις έως παχυστρωματώδεις και μικροκρυσταλλικοί. Υπέρκειται τεκτονικά των υποκείμενων γεωλογικών σχηματισμών. Το πάχος τους δεν υπερβαίνει τα 200 m.</p>
	P	<p>Περμική σειρά εναλλασσόμενων κλαστικών πετρωμάτων και μικροκρυσταλλικών ασβεστόλιθων. Αποτελούνται από χονδρόκοκκες έως λεπτόκοκκες αρκόζες, γραουβάκες, φυλλίτες και μικροκρυσταλλικούς ασβεστόλιθους χρώματος τεφρού ή τεφρόμαυρου. Το πάχος τους κυμαίνεται από 0 έως 400 m. Υπέρκειται τεκτονικά στο υποκείμενο κρυσταλλικό υπόβαθρο της Πελαγονικής ενότητας.</p>
	gn sch	<p>Κρυσταλλικό υπόβαθρο. Αποτελείται κύρια από ορθο-γνεύσιους και σε μικρότερο ποσοστό από παρα-γνεύσιους, όπως γνευσιακούς σχιστόλιθους και χαλαζιακούς – σερικιτικούς σχιστόλιθους. Οι άστριοι είναι κυρίως πλαγιόκλαστα όζινα έως μέσης βασικότητας και απαντώνται σε μεγάλους κρυστάλλους που είναι έντονα σερικιτιωμένοι, ασβεστιτιωμένοι και σωσσυριτιωμένοι. Κατά θέσεις παρατηρούνται αμφιβολίτες και αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι. Συχνά ο σχηματισμός διασχίζεται από βασικά εκρηξιγενή πετρώματα μη μεταμορφωμένα. Η ηλικία του θεωρείται προλιθανθρακοφόρος. Το μέγιστο ορατό πάχος είναι περίπου 800 m.</p>

Σχηματισμοί οφιολιφικών πετρωμάτων (Ophiolitic Rocks)

	oph	<p>Οφιολιθικά πετρώματα. Περιδοτίτες, γάββροι, σερπεντινίτες, ενίοτε και συνοδά ιζήματα.</p>
--	------------	---

ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Structural data)

	Fault	Ρήγμα.
	Thrust, Overthrust	Επώθηση, εφίπευση.

ΜΕΡΟΣ Γ

**ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ.1

ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ ΚΑΙ ΚΥΡΤΩΝΗΣ

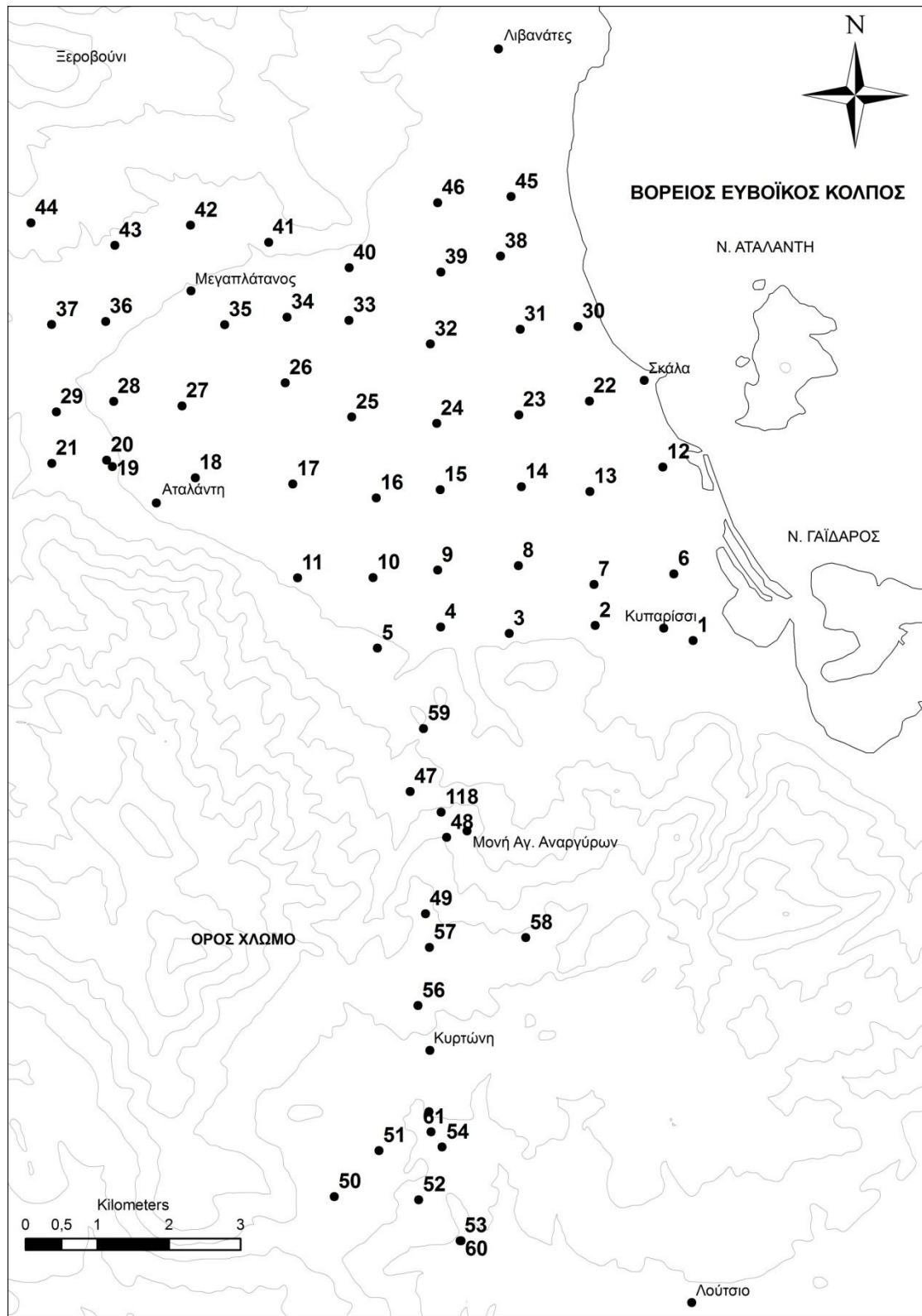
Γ.1.1 ΕΛΑΦΗ

Γ.1.1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

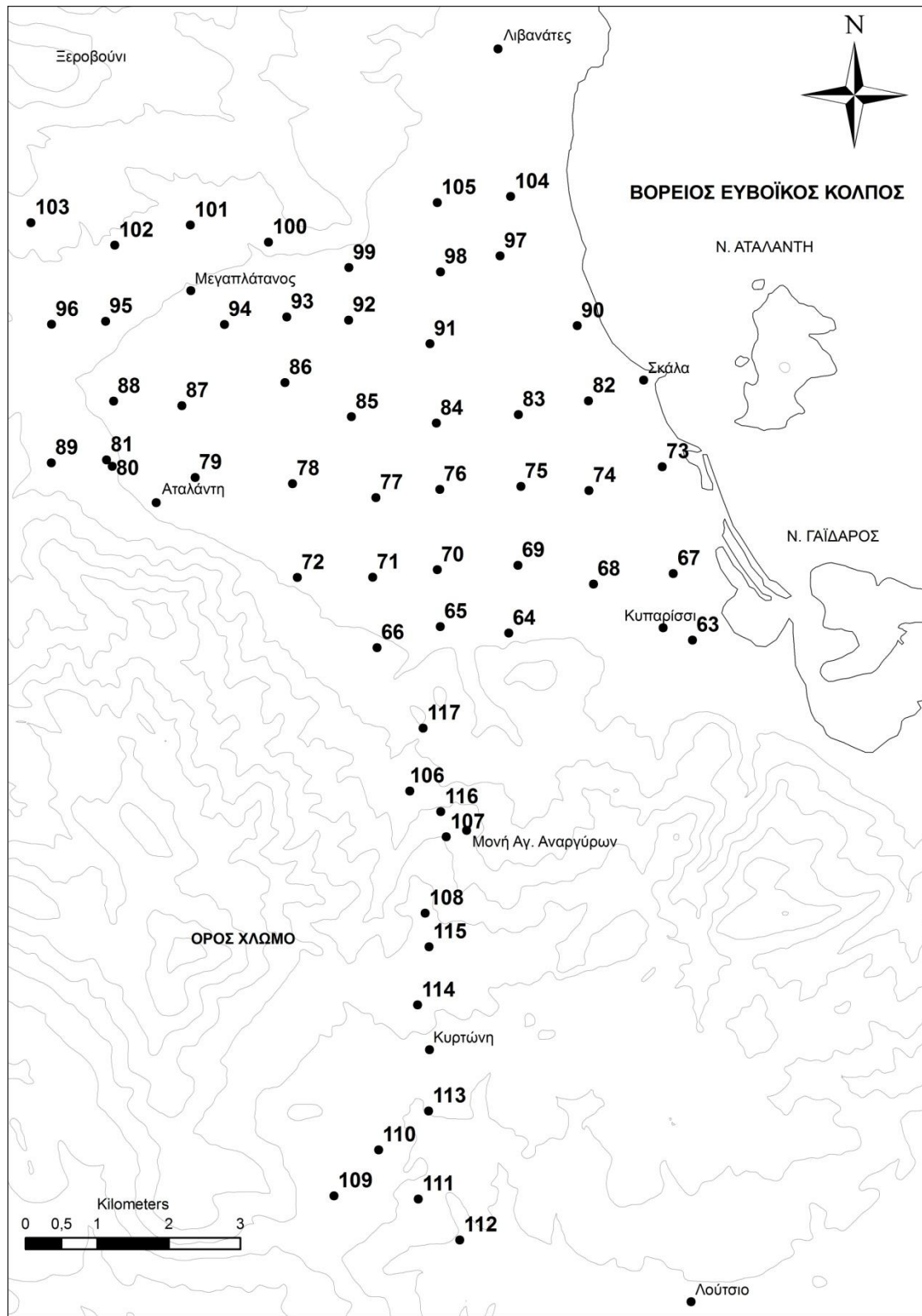
Από την περιοχή της Αταλάντης και της Κυρτώνης συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν 113 δείγματα εδάφους (Εικ. Γ.1.1,2 Πίν. Γ.1.1) (πιν. Γ.1.2,3).

Στη περιοχή της Αταλάντης η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε σε συγκεκριμένα προεπιλεγμένα σημεία, τα οποία σχηματίζουν κάναβο, στον οποίο τα δείγματα ισαπέχουν 1Km. Αντίθετα, στην περιοχή της Κυρτώνης, οι θέσεις δειγματοληψίας επιλέχθηκαν τυχαία, με την προϋπόθεση να απέχουν αρκετά η μια από την άλλη και να καλύπτουν τελικά όλη την περιοχή ενδιαφέροντος. Σε όλες τις θέσεις επιχειρήθηκε να ληφθούν δείγματα εδάφους από δύο ορίζοντες: α) 0-25cm (δείγμα επιφανείας), β) 25-50cm (δείγμα βάθους). Σε κάποιες θέσεις αυτό δεν κατέσται δυνατό, λόγω διαφόρων αντικειμενικών-πρακτικών δυσκολιών, π.χ. εδαφικός ορίζοντας με μικρό πάχος, ιδιαίτερα σκληρός εδαφικός ορίζοντας, εδαφικός ορίζοντας με πολλές πέτρες κ.τ.λ.

Γ.1.1.2 ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ



Εικόνα Γ.1.1Α. Χάρτης θέσεων επιφανειακών εδαφικών δειγμάτων από τις περιοχές Αταλάντης και Κυρτώνης.



Εικόνα Γ.1.1Β. Χάρτης θέσεων εδαφικών δειγμάτων βάθους από τις περιοχές Αταλάντης και Κυρτώνης.

Πίνακας Γ.1.1. Θέσεις εδαφικών δειγμάτων (επιφανείας & βάθους) από τις περιοχές Αταλάντης & Κυρτώνης.

ΑΡΙΘ. ΔΕΙΓΜ. ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΛΛΑΦΙΚΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ	ΓΕΩΓΡ. ΣΥΝΤ.	ΗΜΕΡΟΜ.	ΠΕΡΙΟΧΗ
1	ΑΤ-1Α-Ε	ΕΠΙΦ	N38 38.317 E23 04.888	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
63	ΑΤ-1Α-Β	ΒΑΘ	«	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
2	ΑΤ-2Α-Ε	ΕΠΙΦ	N38 38.423 E23 03.944	26/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
3	ΑΤ-3Α-Ε	ΕΠΙΦ	N38 38.356 E23 03.117	8/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
64	ΑΤ-3Α-Β	ΒΑΘ	«	8/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
4	ΑΤ-4Α-Ε	ΕΠΙΦ	N38 38.400 E23 02.457	26/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
65	ΑΤ-4Α-Β	ΒΑΘ	«	26/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
5	ΑΤ-5Α-Ε	ΕΠΙΦ	N38 38.236 E23 01.851	26/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
66	ΑΤ-5Α-Β	ΒΑΘ	«	26/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
6	ΑΤ-1Β-Ε	ΕΠΙΦ	N38 38.819 E23 04.697	26/5/2207	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
67	ΑΤ-1Β-Β	ΒΑΘ	«	26/5/2207	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
7	ΑΤ-2Β-Ε	ΕΠΙΦ	N38 38.734 E23 03.929	26/5/2207	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
68	ΑΤ-2Β-Β	ΒΑΘ	«	26/5/2207	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
8	ΑΤ-3Β-Ε	ΕΠΙΦ	N38 38.870 E23 03.198	26/5/2207	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
69	ΑΤ-3Β-Β	ΒΑΘ	«	26/5/2207	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
9	ΑΤ-4Β-Ε	ΕΠΙΦ	N38 38.830 E23 02.422	26/5/2207	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
70	ΑΤ-4Β-Β	ΒΑΘ	«	26/5/2207	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
10	ΑΤ-5Β-Ε	ΕΠΙΦ	N38 38.768 E23 01.802	26/5/2207	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
71	ΑΤ-5Β-Β	ΒΑΘ	«	26/5/2207	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
11	ΑΤ-6Β-Ε	ΕΠΙΦ	N38 38.759 E23 01.075	26/5/2207	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
72	ΑΤ-6Β-Β	ΒΑΘ	«	26/5/2207	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
12	ΑΤ-1C-Ε	ΕΠΙΦ	N38 39.627 E23 04.580	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
73	ΑΤ-1C-Β	ΒΑΘ	«	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
13	ΑΤ-2C-Ε	ΕΠΙΦ	N38 39.436 E23 03.881	14/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
74	ΑΤ-2C-Β	ΒΑΘ	«	14/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
13	ΑΤ-2C-DIPL-Ε	ΕΠΙΦ	N38 39.450 E23 03.874	14/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
74	ΑΤ-2C-DIPL-Β	ΒΑΘ	«	14/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
14	ΑΤ-3C-Ε	ΕΠΙΦ	N38 39.467 E23 03.219	8/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
75	ΑΤ-3C-Β	ΒΑΘ	«	8/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
15	ΑΤ-4C-Ε	ΕΠΙΦ	N38 39.439 E23 02.438	8/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
76	ΑΤ-4C-Β	ΒΑΘ	«	8/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
16	ΑΤ-5C-Ε	ΕΠΙΦ	N38 39.371 E23 01.825	8/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
77	ΑΤ-5C-Β	ΒΑΘ	«	8/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
17	ΑΤ-6C-Ε	ΕΠΙΦ	N38 39.470 E23 01.019	15/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
78	ΑΤ-6C-Β	ΒΑΘ	«	15/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
18	ΑΤ-7C-Ε	ΕΠΙΦ	N38 39.508 E23 00.080	15/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
79	ΑΤ-7C-Β	ΒΑΘ	«	15/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
19	ΑΤ-8C-Ε	ΕΠΙΦ	N38 39.586 E22 59.279	15/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
80	ΑΤ-8C-Β	ΒΑΘ	«	15/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
20	ΑΤ-8C-II-Ε	ΕΠΙΦ	N38 39.634 E22 59.224	15/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
81	ΑΤ-8C-II-Β	ΒΑΘ	«	15/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
21	ΑΤ-9C-Ε	ΕΠΙΦ	N38 39.606 E22 58.696	15/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
88	ΑΤ-9C-Β	ΒΑΘ	«	15/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
22	ΑΤ-2D-Ε	ΕΠΙΦ	N38 40.120 E23 03.866	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
82	ΑΤ-2D-Β	ΒΑΘ	«	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
23	ΑΤ-3D-Ε	ΕΠΙΦ	N38 40.011 E23 03.189	14/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
83	ΑΤ-3D-Β	ΒΑΘ	«	14/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ

Πίνακας Γ.1.1. (συνέχεια)

ΑΡΙΘ. ΔΕΙΓΜ. ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΛΑΦΙΚΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ	ΓΕΩΓΡ. ΣΥΝΤ.	ΗΜΕΡΟΜ.	ΠΕΡΙΟΧΗ
23	AT-3D-DIPL-E	ΕΠΙΦ	N38 40.011 E23 03.181	14/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
83	AT-3D-DIPL-B	ΒΑΘ	«	14/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
24	AT-4D-E	ΕΠΙΦ	N38 39.939 E23 02.399	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
84	AT-4D-B	ΒΑΘ	«	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
24	AT-4D-DIPL-E	ΕΠΙΦ	N38 39.948 E23 02.403	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
84	AT-4D-DIPL-B	ΒΑΘ	«	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
25	AT-5D-E	ΕΠΙΦ	N38 39.981 E23 01.580	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
85	AT-5D-B	ΒΑΘ	«	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
26	AT-6D-E	ΕΠΙΦ	N38 40.234 E23 00.936	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
86	AT-6D-B	ΒΑΘ	«	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
27	AT-7D-E	ΕΠΙΦ	N38 40.051 E22 59.944	15/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
87	AT-7D-B	ΒΑΘ	«	15/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
28	AT-8D-E	ΕΠΙΦ	N38 40.079 E22 59.286	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
88	AT-8D-B	ΒΑΘ	«	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
29	AT-9D-E	ΕΠΙΦ	N38 39.995 E22 58.734	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
30	AT-2E-E	ΕΠΙΦ	N38 40.683 E23 03.751	14/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
90	AT-2E-B	ΒΑΘ	«	14/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
30	AT-2E-DIPL-E	ΕΠΙΦ	N38 40.688 E23 03.748	14/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
90	AT-2E-DIPL-B	ΒΑΘ	«	14/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
31	AT-3E-E	ΕΠΙΦ	N38 40.658 E23 03.193	14/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
32	AT-4E-E	ΕΠΙΦ	N38 40.539 E23 02.330	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
91	AT-4E-B	ΒΑΘ	«	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
32	AT-4E-DIPL-E	ΕΠΙΦ	N38 40.534 E23 02.330	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
91	AT-4E-DIPL-B	ΒΑΘ	«	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
33	AT-5E-E	ΕΠΙΦ	N38 40.712 E23 01.544	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
92	AT-5E-B	ΒΑΘ	«	11/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
34	AT-6E-E	ΕΠΙΦ	N38 40.731 E23 00.947	15/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
93	AT-6E-B	ΒΑΘ	«	15/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
35	AT-7E-E	ΕΠΙΦ	N38 40.669 E23 00.347	15/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
94	AT-7E-B	ΒΑΘ	«	15/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
36	AT-8E-E	ΕΠΙΦ	N38 40.683 E22 59.200	8/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
95	AT-8E-B	ΒΑΘ	«	8/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
37	AT-9E-E	ΕΠΙΦ	N38 40.656 E22 58.680	8/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
96	AT-9E-B	ΒΑΘ	«	8/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
38	AT-3F-E	ΕΠΙΦ	N38 41.209 E23 02.997	14/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
97	AT-3F-B	ΒΑΘ	«	14/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
38	AT-3F-DIPL-E	ΕΠΙΦ	N38 41.211 E23 02.999	14/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
97	AT-3F-DIPL-B	ΒΑΘ	«	14/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
39	AT-4F-E	ΕΠΙΦ	N38 41.085 E23 02.423	8/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
98	AT-4F-B	ΒΑΘ	«	8/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
40	AT-5F-E	ΕΠΙΦ	N38 41.109 E23 01.540	8/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
99	AT-5F-B	ΒΑΘ	«	8/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
41	AT-6F-E	ΕΠΙΦ	N38 41.295 E23 00.762	8/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
100	AT-6F-B	ΒΑΘ	«	8/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ

Πίνακας Γ.1.1. (συνέχεια)

ΑΡΙΘ. ΔΕΙΓΜ. ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΛΑΦΙΚΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ	ΓΕΩΓΡ. ΣΥΝΤ.	ΗΜΕΡΟΜ.	ΠΕΡΙΟΧΗ
42	ΑΤ-7F-E	ΕΠΙΦ	N38 41.418 E23 00.007	8/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
101	ΑΤ-7F-B	ΒΑΘ	«	8/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
43	ΑΤ-8F-E	ΕΠΙΦ	N38 41.260 E22 59.281	8/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
102	ΑΤ-8F-B	ΒΑΘ	«	8/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
43	ΑΤ-8F-DIPL-E	ΕΠΙΦ	N38 41.263 E22 59.285	8/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
102	ΑΤ-8F-DIPL-B	ΒΑΘ	«	8/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
44	ΑΤ-9F-E	ΕΠΙΦ	N38 41.423 E22 58.470	8/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
103	ΑΤ-9F-B	ΒΑΘ	«	8/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
45	ΑΤ-3G-E	ΕΠΙΦ	N38 41.660 E23 03.092	14/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
104	ΑΤ-3G-B	ΒΑΘ	«	14/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
45	ΑΤ-3G-DIPL-E	ΕΠΙΦ	N38 41.661 E23 03.092	14/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
104	ΑΤ-3G-DIPL-B	ΒΑΘ	«	14/5/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
46	ΑΤ-4G-E	ΕΠΙΦ	N38 41.609 E23 02.385	8/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
105	ΑΤ-4G-B	ΒΑΘ	«	8/6/2007	ΑΤΑΛΑΝΤΗ
47	KL-1-E	ΕΠΙΦ	N38 37.153 E23 02.181	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
106	KL-1-B	ΒΑΘ	«	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
48	KL-2-E	ΕΠΙΦ	N38 36.808 E23 02.536	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
107	KL-2-B	ΒΑΘ	«	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
49	KL-3-E	ΕΠΙΦ	N38 36.230 E23 02.341	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
108	KL-3-B	ΒΑΘ	«	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
50	KL-4-E	ΕΠΙΦ	N38 34.083 E23 01.492	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
109	KL-4-B	ΒΑΘ	«	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
51	KL-5-E	ΕΠΙΦ	N38 34.435 E23 01.917	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
110	KL-5-B	ΒΑΘ	«	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
52	KL-6-E	ΕΠΙΦ	N38 34.065 E23 02.303	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
111	KL-6-B	ΒΑΘ	«	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
53	KL-7-E	ΕΠΙΦ	N38 33.760 E23 02.707	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
112	KL-7-B	ΒΑΘ	«	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
54	KL-9-E	ΕΠΙΦ	N38 34.467 E23 02.523	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
55	KL-10-E	ΕΠΙΦ	N38 34.732 E23 02.395	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
113	KL-10-B	ΒΑΘ	«	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
56	KL-11-E	ΕΠΙΦ	N38 35.534 E23 02.277	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
114	KL-11-B	ΒΑΘ	«	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
57	KL-12-E	ΕΠΙΦ	N38 35.975 E23 02.381	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
115	KL-12-B	ΒΑΘ	«	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
58	KL-13-E	ΕΠΙΦ	N38 36.057 E23 03.307	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
59	KL-16-E	ΕΠΙΦ	N38 37.629 E23 02.303	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
117	KL-16-B	ΒΑΘ	«	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
60	KL-17-E	ΕΠΙΦ	N38 33.759 E23 02.715	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ
61	KL-18-E	ΕΠΙΦ	N38 34.580 E23 02.416	20/11/2007	ΚΟΛΑΚΑ

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες είναι σε WGS84, Lat/Lon hddomm.mmm'

Γ.1.1.3 ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Πίνακας Γ.1.2. Χημικές αναλύσεις εδαφικών δειγμάτων επιφανείας από τις περιοχές Αταλάντης και Κυρτόνης (σε mg/kg).

	AT-1A-E	AT-1B-E	AT-1C-E	AT-2A-E	AT-2B-E	AT-2C-E	AT-2D-E	AT-2E-E	AT-3A-E	AT-3B-E	AT-3C-E	AT-3D-E	AT-3E-E	AT-3F-E	AT-3G-E	AT-4A-E
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al	52500	31400	40200	31900	40000	33100	38300	34000	27200	29900	41200	35000	42400	61500	49300	30000
As	28	7	15	7	14	13	17	14	14	13	15	16	12	16	12	8
Ba	130	80	160	70	100	120	150	160	80	80	160	140	140	250	200	80
Be	1,11	0,6	1,13	0,62	1,36	0,7	0,96	1,06	0,55	0,75	1,22	1,1	0,94	2,06	1,9	0,55
Ca	17500	80500	82300	77000	75000	69400	85000	94100	119700	95400	83600	84700	83400	16400	82300	125700
Cd	<	<	<	<	<	0,66	<	<	<	<	<	<	1,98	<	<	<
Co	40	34	36	27	35	33	36	34	23	30	37	35	31	29	24	16
Cr	110	120	150	160	200	390	180	210	130	140	160	230	290	340	280	80
Cu	71	49	34	36	102	38	40	36	36	40	39	35	32	36	24	<
Fe	50000	35900	42500	32600	40100	38400	42600	37500	27700	32700	44400	39800	37700	44600	37300	25900
K	10000	4700	8000	4500	5100	6500	6800	5700	5200	3800	7600	6400	7000	9800	7900	3400
La	16	11	15	10	12	14	15	14	11	11	15	14	17	31	25	11
Li	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mg	35200	66400	36800	59400	53600	25500	33900	29200	58300	52900	33900	30500	33400	10900	10300	75400
Mn	1260	900	760	710	880	790	740	830	640	780	790	780	820	930	720	550
Na	2040	2240	1500	1910	1820	1090	1370	1410	2330	2500	1450	1290	940	<	1220	2030
Ni	330	360	430	260	380	330	440	370	210	310	460	400	370	230	200	100
P	500	490	640	460	500	620	530	540	460	520	530	820	610	600	460	570
Pb	13	8	11	10	13	12	11	12	12	10	11	10	12	25	19	15
Rb	<	<	<	<	<	0	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	170	170	240	210	220	180	210	220	280	200	200	190	250	210	210	320
Sb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0	<	<	<	<
Sc	14	10	10	9	11	9	10	9	8	9	11	10	11	11	9	6
Se	8	12	8	<	8	7	<	7	<	<	7	10	6	12	11	<
Si	270	390	390	300	320	360	460	380	440	620	400	370	550	370	440	320
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	60	59	110	48	48	75	109	128	57	71	102	95	106	66	69	54
Ti	1540	1280	1000	1320	1390	1300	1030	1020	970	1140	980	1090	1060	1230	1020	1120
Tl	<	<	<	<	0,78	0	<	<	<	<	<	0,45	0,83	0,4	0	<
U	0,37	0,65	0,43	0,7	0,64	0,47	0,48	0,46	0,72	0,69	0,46	0,59	0,5	0,62	0,51	1,24
V	63	39	54	46	52	64	57	52	40	42	57	58	51	68	58	48
Y	12	10	11	9	10	11	11	10	8	9	11	11	12	19	14	8
Yb	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1
Zn	80	47	66	41	90	65	83	76	53	42	70	67	78	70	59	40
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH	8,3						8,4							8,2		8,2
Eh	-111,6						-116,7							-103,3		-104,2

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και Ce, Mo, Nb, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL.

Πίνακας Γ.1.2. (συνέχεια)

	AT-4B-E	AT-4C-E	AT-4D-E	AT-4E-E	AT-4F-E	AT-4G-E	AT-5-A-E	AT-5B-E	AT-5C-E	AT-5D-E	AT-5E-E	AT-5F-E	AT-6B-E	AT-6C-E	AT-6D-E	AT-6E-E
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al	44200	33900	37700	42000	58900	36400	30800	70600	36900	32200	18900	30500	65200	34700	25900	16300
As	6	10	16	13	14	11	6	7	14	14	11	14	4	18	14	9
Ba	120	110	150	160	260	120	80	190	130	120	140	240	180	130	100	130
Be	0,92	0,48	1,03	1,02	2,43	1,38	0,98	1,35	1,17	0,75	1,19	2,43	1,24	0,92	0,68	1,12
Ca	96400	66600	65100	99800	20100	186200	166100	38300	71700	65900	107700	34200	31300	69000	71300	128600
Cd	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,57	<	<	<	<
Co	20	29	36	35	31	18	10	27	33	31	36	28	31	35	31	31
Cr	50	770	230	200	260	130	30	90	270	400	290	360	90	270	720	190
Cu	31	30	47	33	33	30	24	57	37	44	42	51	54	61	39	23
Fe	38500	33600	42700	39400	45700	28700	21400	57700	39700	36700	36500	41500	63000	41500	33100	31200
K	5800	5400	7700	7700	9000	5500	4100	8600	7100	5700	7600	10800	6400	6500	5600	7300
La	15	15	16	17	34	20	15	26	14	13	16	33	19	16	12	14
Li	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mg	59800	27300	29400	34300	12500	9400	95600	31100	26100	25100	34400	13300	15000	29300	24800	42600
Mn	720	880	890	840	960	650	480	1150	800	780	770	1000	960	930	800	630
Na	1860	870	1370	1220	1610	760	940	1110	1170	1100	1350	<	770	1570	1100	1680
Ni	60	280	400	440	270	140	70	90	370	340	480	220	70	400	340	410
P	640	480	710	760	610	380	690	830	580	400	430	910	540	720	640	580
Pb	13	10	13	14	26	14	48	20	12	12	15	27	18	16	9	10
Rb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	210	200	270	230	190	190	360	370	150	170	200	340	140	260	210	170
Sb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sc	11	10	11	10	12	8	6	18	10	9	8	10	18	11	8	7
Se	<	<	<	3	11	7	<	16	12	8	8	17	15	10	7	<
Si	360	540	370	610	400	270	1010	560	300	350	1110	400	280	460	280	1070
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	71	85	76	113	71	70	70	110	72	76	124	52	107	72	69	190
Ti	1890	1340	1150	930	1150	830	850	2630	1230	1220	670	1110	2200	1190	1130	570
Tl	<	<	<	<	<	<	0,8	<	<	<	<	<	<	<	<	<
U	1,31	0,44	0,39	0,59	0,58	0,42	1,34	0,93	0,47	0,37	0,62	0,62	0,91	0,49	0,43	0,8
V	62	61	59	49	64	48	41	85	64	58	43	63	80	58	56	37
Y	13	12	12	12	20	12	9	24	11	10	10	19	22	12	10	8
Yb	2	2	2	1	2	1	1	3	1	1	1	2	3	2	1	1
Zn	59	56	73	60	89	58	40	105	73	54	53	76	87	74	57	43
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH								8,0		8,1						
Eh								-95,3		-96,2						

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και Ce, Mo, Nb, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL.

Πίνακας Γ.1.2. (συνέχεια)

	AT-6F-E	AT-7C-E	AT-7D-E	AT-7E-E	AT-7F-E	AT-8C-E	AT-8C-II-E	AT-8D-E	AT-8E-E	AT-8F-E	AT-9C-E	AT-9D-E	AT-9D-II-E	AT-9E-E	AT-9F-E	KL-1-E
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al	35000	46800	35600	28000	14100	37500	56100	33100	38100	14300	35100	40000	57600	18800	46700	38300
As	8	8	15	9	9	4	7	16	10	7	4	7	4	7	9	2
Ba	160	130	130	130	110	90	130	120	130	90	70	110	180	80	150	30
Be	1,23	1,06	0,76	0,93	0,77	0,85	1,16	0,97	1,78	0,51	1,06	1,13	1,31	0,41	1,33	0,2
Ca	182600	51700	72200	122400	201700	71700	46000	71500	120300	310300	138800	145800	44800	220800	147200	23400
Cd	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	2,25	<	<	<	<
Co	21	29	36	27	19	25	26	34	24	12	17	19	37	17	28	55
Cr	260	40	320	300	130	40	70	400	270	130	50	40	30	150	260	230
Cu	32	63	38	27	30	62	63	32	<	<	676	32	97	24	27	32
Fe	28300	53500	41100	28200	24300	50800	55600	39200	32200	13400	36500	38200	68400	20300	36600	47800
K	7400	7900	6300	5300	5300	5400	6400	5700	5500	2600	4000	4500	9000	3200	7000	1200
La	22	16	17	14	12	13	20	14	18	8	14	14	18	9	17	8
Li	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mg	18000	33100	32600	27800	16000	38800	32600	26200	9200	6800	58700	31500	17900	34800	21400	95600
Mn	810	1000	980	610	490	750	1010	780	620	280	660	620	1210	400	640	870
Na	890	1100	900	1690	2300	1280	880	1110	1640	2240	870	2000	1130	760	850	1780
Ni	190	50	400	310	210	40	60	380	250	120	40	50	50	140	410	870
P	2150	920	510	590	420	770	680	510	490	320	760	440	1020	520	310	220
Pb	18	23	13	13	13	13	25	16	16	11	15	18	22	8	31	5
Rb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	470	260	210	160	210	150	230	150	230	380	390	410	130	280	330	140
Sb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sc	8	16	12	6	5	13	17	9	8	<	13	11	21	6	10	14
Se	<	8	<	10	7	15	12	<	9	<	8	11	14	<	<	<
Si	490	410	290	410	820	230	510	340	460	300	1700	390	330	1070	620	660
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	82	105	75	99	73	127	129	74	40	74	112	79	120	87	70	44
Ti	740	2420	1210	760	590	2120	2470	1140	860	390	1870	1800	2450	890	650	1430
Tl	<	<	<	<	<	<	<	<	0,9	<	<	<	<	<	<	<
U	0,59	0,9	0,43	0,6	0,37	1,06	0,98	0,45	0,43	0,25	1,09	0,85	0,91	0,6	0,29	0,14
V	41	94	61	42	33	83	90	61	49	20	74	71	84	37	43	32
Y	13	18	13	8	7	15	20	11	10	3	14	12	24	7	9	10
Yb	1	2	2	1	1	2	2	1	1	<	2	2	3	1	1	2
Zn	81	99	70	57	<	85	95	60	42	<	57	215	126	<	54	45
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH										8,4	8,2					8,0
Eh										-115,3	-110,2					-92,4

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και Ce, Mo, Nb, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL.

Πίνακας Γ.1.2. (συνέχεια)

	KL-10-E	KL-11-E	KL-12-E	KL-13-E	KL-14-E	KL-16-E	KL-17-E	KL-18-E	KL-3-E	KL-4-E	KL-5-E	KL-6-E	KL-7-E	KL-8-E	KL-9-E
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al	38400	29700	26700	21300	10400	27800	46200	32400	40300	51100	46400	52900	56700	2700	45300
As	11	5	31	12	<	11	10	13	7	6	20	7	11	<	15
Ba	140	110	80	70	10	130	170	110	90	100	90	190	190	0	200
Be	0,89	0,95	0,95	0,49	<	0,99	1,47	1,3	0,68	0,9	1,82	1,82	2,76	<	1,83
Ca	59800	102000	97000	76400	2200	181600	4700	79600	14400	11000	4200	100600	7100	5300	30200
Cd	0,54	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,8
Co	162	81	98	125	114	19	72	118	39	36	18	21	48	102	245
Cr	2820	1330	1590	2440	480	130	710	2660	390	180	110	20	400	650	4290
Cu	27	35	33	33	<	<	47	31	44	89	48	89	71	<	47
Fe	102400	59600	66200	90400	61400	24500	51300	83200	39200	52600	36000	36400	47500	51900	144500
K	3500	5200	4400	3900	<	6000	9700	4300	6500	11500	4800	16300	14400	<	3500
La	17	18	13	11	<	13	20	15	16	17	27	24	29	<	22
Li	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mg	23400	9900	24100	38400	183000	12700	30700	25800	24900	21900	7000	9100	17500	257800	15500
Mn	1720	1420	1730	1210	830	470	3010	1280	1120	1280	580	970	2520	870	2520
Na	760	1580	1340	590	<	2450	<	1110	1380	1440	750	1560	1770	1590	<
Ni	2580	1390	1660	2610	2280	230	960	2000	480	170	190	110	540	2110	2730
P	430	410	310	400	<	440	220	830	410	320	290	690	230	<	440
Pb	15	13	9	7	<	16	26	16	11	11	20	12	29	<	17
Rb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	160	280	120	160	<	320	150	260	170	160	150	<	230	130	170
Sb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sc	13	12	10	13	8	6	9	12	12	22	11	7	12	6	20
Se	10	9	<	<	<	<	12	6	7	9	12	6	<	<	6
Si	380	240	420	220	330	370	310	410	260	220	220	350	390	440	400
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	31	29	86	130	<	81	26	29	33	20	20	39	34	4	31
Ti	390	470	450	610	140	590	610	420	860	1640	660	750	600	20	580
Tl	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,74	0,94	<	<
U	0,37	0,19	0,29	0,22	1,32	0,33	0,39	0,56	0,31	0,34	0,45	0,36	0,51	<	0,64
V	79	54	56	52	14	36	59	69	52	70	52	50	59	9	129
Y	9	12	10	8	<	7	12	9	13	18	20	9	16	<	12
Yb	2	2	1	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	<	3
Zn	106	77	65	87	45	36	72	109	63	80	54	65	140	<	166
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH								8,7				8,1	7,7	8,9	8,4
Eh								-126,1				-105	-76,8	-133,8	-114,6

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και *Ce*, *Mo*, *Nb*, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL.

Πίνακας Γ.1.3. Χημικές αναλύσεις εδαφικών δειγμάτων βάθους από τις περιοχές Αταλάντης και Κυρτώνης (σε mg/kg).

	AT-1A-B	AT-1B-B	AT-1C-B	AT-2B-B	AT-2C-B	AT-2D-B	AT-2E-B	AT-3A-B	AT-3B-B	AT-3C-B	AT-3D-B	AT-3F-B1	AT-3G-B	AT-4A-B
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al	54700	39600	38200	35200	36700	38100	32600	29800	34700	38600	25800	45500	48200	25800
As	19	6	14	12	12	16	14	17	10	14	16	15	13	9
Ba	120	70	150	90	130	160	160	150	80	150	130	240	200	70
Be	1,23	0,67	1,33	0,83	0,56	0,92	1,04	0,52	0,9	1,1	0,95	2,1	2,08	1,01
Ca	21000	82900	83200	74300	74200	96700	102200	149500	86000	82600	84600	16100	85300	145900
Cd	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Co	35	31	35	33	32	36	33	22	33	37	33	29	24	14
Cr	110	130	160	130	400	150	190	150	130	150	210	320	230	90
Cu	86	51	34	50	39	43	35	32	49	40	35	33	25	<
Fe	45100	34800	40800	36800	37900	43100	36800	28100	36700	42600	38000	43900	36200	21900
K	9100	4700	7500	4800	6800	7300	5600	4900	4200	7000	6000	9500	7700	2900
La	17	11	15	12	15	16	14	12	11	15	14	32	24	10
Li	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mg	43000	68700	37200	53300	28200	37900	32100	53000	50600	33600	30400	11000	10300	83900
Mn	1400	890	780	880	880	810	840	600	820	770	780	950	710	470
Na	3270	2410	1460	1660	1030	1300	1180	2210	2810	1250	1210	<	1270	2140
Ni	290	340	420	320	330	440	360	200	340	450	390	230	190	110
P	420	480	550	460	590	540	510	540	430	490	750	560	480	490
Pb	10	7	11	11	12	11	12	12	34	11	10	24	19	11
Rb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	180	150	230	220	190	220	240	290	190	180	200	210	200	240
Sb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sc	15	11	11	11	10	12	10	7	10	11	10	11	9	6
Se	<	6	5	7	4	10	7	<	<	14	7	12	7	<
Si	390	860	420	420	480	370	500	680	800	430	730	310	440	330
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	69	58	112	49	82	122	141	66	72	101	94	63	70	53
Ti	1360	1280	960	1260	1290	1010	1020	910	1270	1030	1060	1180	1010	990
Tl	1,53	<	<	<	<	<	0,41	<	<	<	<	<	<	<
U	0,38	0,57	0,43	0,61	0,46	0,51	0,47	1,02	0,58	0,48	0,58	0,6	0,51	1,31
V	58	43	54	48	61	55	50	42	47	56	55	65	57	46
Y	14	10	11	10	12	12	10	8	10	11	11	19	14	7
Yb	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
Zn	70	49	59	44	60	66	62	47	52	63	57	70	60	<
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH	8,3					8,4						8,1		8,1
Eh	-107,2					-61,3						-98,6		-109,7

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και Ce, Mo, Nb, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL.

Πίνακας Γ.1.3. (συνέχεια)

	AT-4B-B	AT-4C-B	AT-4D-B	AT-4E-B	AT-4F-B	AT-4G-B	AT-5A-B	AT-5B-B	AT-5C-B	AT-5D-B	AT-5E-B	AT-5F-B	AT-6B-B	AT-6C-B
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al	42900	31200	39000	39900	62300	16600	26800	65000	40100	38500	35500	64400	64800	36800
As	4	11	16	13	16	11	5	6	16	14	12	13	3	18
Ba	120	120	150	160	260	110	90	200	140	130	150	280	180	130
Be	1,15	0,72	0,96	1,2	3,14	1,47	0,84	1,53	0,62	0,77	0,96	2,85	1,64	0,72
Ca	95300	58400	62000	88300	19500	172700	162900	36600	76300	78300	129600	29900	37500	77200
Cd	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Co	21	32	35	37	33	16	11	29	37	31	38	31	33	36
Cr	50	900	240	230	300	150	40	80	260	310	380	490	80	290
Cu	34	34	47	54	35	<	30	56	39	42	36	42	61	46
Fe	38200	37200	42200	41100	47900	24900	22400	60200	43600	37100	37500	44100	69200	42400
K	5600	5700	7700	7600	9500	4800	3900	8800	7300	5700	7500	11200	6500	6800
La	15	14	16	16	34	16	15	25	15	15	17	33	22	17
Li	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mg	59600	23400	28500	30100	12900	7500	91600	28400	28500	30800	40800	12700	18800	30400
Mn	710	860	860	770	990	570	520	1110	850	870	840	990	1090	990
Na	1770	1120	1330	1360	1610	1990	860	910	1270	880	920	570	1150	1720
Ni	60	300	400	500	280	120	50	90	400	330	490	240	80	400
P	570	630	740	730	580	230	710	740	610	360	510	710	490	620
Pb	13	12	13	15	26	12	12	21	12	11	16	28	18	13
Rb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	210	180	240	180	190	120	370	290	210	190	280	290	180	240
Sb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sc	11	9	11	9	12	6	6	16	11	11	10	10	22	12
Se	10	<	11	5	11	9	6	13	6	<	<	13	18	9
Si	350	280	430	390	250	440	440	400	450	630	470	380	140	350
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	70	74	74	98	71	65	63	97	76	90	153	49	138	79
Ti	1750	1340	1160	940	1220	740	860	2720	1360	1230	720	1220	1930	1220
Tl	<	<	0,52	0,39	<	<	<	<	<	<	<	0,89	<	<
U	1,3	0,47	0,49	0,64	0,62	0,38	1,38	1	0,5	0,38	0,65	0,63	0,94	0,51
V	59	68	59	54	67	41	43	85	64	56	47	73	66	60
Y	13	11	12	11	20	10	9	23	12	12	11	18	26	13
Yb	2	1	2	1	2	1	1	2	2	2	1	2	3	2
Zn	64	65	69	63	72	<	44	94	66	60	69	81	102	62
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH										8,3				
Eh										-118,5				

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και Ce, Mo, Nb, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL.

Πίνακας Γ.1.3. (συνέχεια)

	AT-6D-B	AT-6E-B	AT-6F-B	AT-7C-B	AT-7D-B	AT-7E-B	AT-7F-B	AT-8C-B	AT-9D-II-B	AT-8D-B	AT-8E-B	AT-8F-B	AT-9E-B	AT-9F-B
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al	26400	30400	34200	54200	35600	14300	23200	38500	55600	37500	34100	14400	16200	35900
As	12	9	7	8	18	9	6	4	4	15	11	7	5	8
Ba	110	140	160	160	140	120	100	90	170	120	130	90	60	150
Be	0,48	0,96	1,14	1,35	1,22	0,93	1	0,91	1,34	0,92	1,26	0,5	0,49	0,84
Ca	73600	149800	180900	63800	70800	127100	286800	70600	45300	85100	153400	281500	210700	145300
Cd	<	<	<	<	<	<	<	0,29	<	<	<	<	<	<
Co	29	32	21	34	36	26	17	25	37	32	24	11	14	28
Cr	670	250	220	50	390	310	120	30	30	380	210	140	140	280
Cu	32	29	33	75	43	<	<	56	75	32	30	<	<	26
Fe	32000	32600	28100	63600	41100	26300	21300	50900	68600	37700	31200	12700	17200	34200
K	5600	7300	7100	9400	6500	5200	4600	5400	8700	5600	5100	2500	2300	6200
La	12	16	21	19	18	14	11	13	18	14	19	7	7	14
Li	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mg	24800	50300	17200	40200	32200	29000	15100	38200	17900	31400	10400	5400	29400	22300
Mn	810	700	770	1150	970	630	450	720	1210	820	650	240	280	520
Na	1110	1050	870	1290	930	1600	720	1300	1110	850	760	3610	2740	1980
Ni	330	430	190	60	400	300	190	40	50	350	230	110	120	400
P	620	590	2210	910	490	490	400	770	920	540	440	280	290	350
Pb	9	11	17	23	13	12	11	13	17	8	15	13	5	14
Rb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	160	230	400	230	210	160	250	110	130	160	260	320	160	240
Sb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sc	8	8	8	19	12	6	5	13	21	10	8	<	4	8
Se	12	<	8	10	<	6	<	9	13	8	7	<	<	8
Si	260	1190	800	280	520	790	380	260	230	460	280	280	350	380
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	70	232	83	125	79	101	77	130	120	89	48	64	73	90
Ti	1060	610	800	2250	1210	770	500	2360	2130	1190	840	400	780	610
Tl	<	<	<	<	<	<	<	<	<	1,53	<	<	<	<
U	0,42	0,83	0,58	1,12	0,41	0,55	0,3	1,08	0,89	0,49	0,4	0,22	0,58	0,33
V	58	40	41	90	61	38	27	87	79	58	42	20	30	41
Y	10	9	12	21	14	9	6	15	25	15	11	<	4	7
Yb	1	1	1	2	2	1	1	2	3	2	1	<	<	1
Zn	55	55	77	142	72	37	42	74	106	51	47	23	<	59
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH												8,4		
Eh												-56,7		

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και *Ce*, *Mo*, *Nb*, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL.

Πίνακας Γ.1.3. (συνέχεια)

	KL-1-B	KL-10-B	KL-11-B	KL-12-B	KL-14-B	KL-16-B	KL-2-B	KL-3-B	KL-4-B	KL-5-B	KL-6-B	KL-7-B
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al	34900	35100	34100	30400	8800	28600	42200	44900	57600	50200	49100	35900
As	2	11	7	28	1	9	7	7	7	19	7	7
Ba	30	140	110	70	0	130	70	90	120	100	180	110
Be	0,51	1,28	0,91	0,81	<	0,93	0,64	1,03	1,27	1,84	1,12	1,44
Ca	25200	60700	101300	115000	1900	233700	8000	12900	8100	4300	104200	3900
Cd	<	<	<	<	<	<	0,8	<	<	<	<	<
Co	63	155	87	88	102	20	61	44	36	19	20	39
Cr	230	3030	1500	1500	380	130	480	280	180	180	20	380
Cu	41	40	32	31	<	28	46	48	80	43	50	34
Fe	52200	99100	67200	62500	56200	24900	50300	43900	52100	35700	36000	35400
K	1100	3400	5300	4200	<	6100	6000	6300	13000	5100	15400	7300
La	8	17	19	14	<	14	14	16	16	27	25	17
Li	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mg	100200	22700	10500	28100	212200	14700	24200	23500	16700	6800	8900	14500
Mn	940	1680	1460	1890	910	520	790	1130	1080	620	1020	1410
Na	2120	810	1410	660	<	860	1590	700	<	730	1560	1430
Ni	920	2440	1530	1530	2010	230	770	500	170	200	90	510
P	270	370	390	270	<	390	130	410	220	250	620	130
Pb	6	14	14	9	<	16	10	12	14	21	11	15
Rb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	120	170	260	170	<	360	<	110	<	150	110	100
Sb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sc	16	13	12	11	9	7	14	12	17	12	7	8
Se	<	7	<	7	<	<	<	10	8	11	8	7
Si	190	340	340	330	150	380	260	320	290	340	290	280
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	47	33	31	101	3	98	21	25	15	20	42	19
Ti	1530	430	500	450	100	590	750	880	1580	730	680	350
Tl	<	<	1,06	1,93	<	<	<	<	0,98	<	<	<
U	0,12	0,35	0,48	0,33	0,84	0,29	0,33	0,31	0,37	0,44	0,34	0,22
V	39	77	62	51	10	37	58	57	79	61	47	38
Y	10	9	14	10	<	8	10	12	14	20	10	9
Yb	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	1	1
Zn	51	105	99	60	47	49	63	64	71	53	62	50
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH	7,5											7,6
Eh	-73											-74,5

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και *Ce*, *Mo*, *Nb*, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL.

Γ.1.1.4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Γ.1.1.4.1. Γενικά περιγραφικά στατιστικά (descriptive statistics)

Πίνακας Γ.1.4. Υπολογισμός περιγραφικών στατιστικών στα δείγματα εδάφους από τις περιοχές Αταλάντης και Κυρτώνης (σε mg/kg).

	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΕΛΔΦΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ						ΕΛΔΦΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΒΑΘΟΥΣ					
	Μ.Τ.	Τ.Α.	ΔΙΑΜ.	MIN	MAX	N	Μ.Τ.	Τ.Α.	ΔΙΑΜ.	MIN	MAX	N
Al	37300	13200	36600	2700	70600	64	37600	12800	36300	8800	65000	54
As	11	5	11	2	31	62	11	5	11	1	28	54
Ba	130	50	130	3	260	64	130	50	130	4	280	54
Be	1,1	0,5	1	0,2	2,8	62	1,1	0,5	1	0,5	3,1	53
Ca	83600	59300	76700	2200	310300	64	91300	65900	82700	2000	286800	54
Cd	0,5	0,7	0	0	2,2	15	0,1	0,2	0	0	0,8	12
Co	43	39	31	10	250	64	36	24	32	11	155	54
Cr	450	750	230	18	4290	64	330	470	210	15	3030	54
Cu	54	84	37	0	676	59	42	15	40	0	86	48
Fe	44700	20200	39500	13400	144500	64	41200	15000	37900	12700	99100	54
K	6460	2610	6130	1200	16300	62	6400	2500	6100	1100	15400	53
La	17	6	15	8	34	62	17	6	15	7	34	53
Mg	37300	38800	29300	6800	257800	64	34500	32000	28400	5400	212200	54
Mn	940	480	820	280	3010	64	870	310	840	240	1890	54
Na	1380	520	1354	0	2500	59	13930	690	1270	0	3610	52
Ni	530	670	330	40	2730	64	410	460	320	41	2440	54
P	560	270	520	190	2150	62	530	300	490	130	2210	53
Pb	15	7	13	5	48	62	14	5	12	5	34	53
S	220	77	210	120	470	61	210	67	200	100	400	51
Sc	11	4	10	0	22	64	10	4	11	0	22	54
Se	9	4	9	0	17	42	9	3	8	0	18	38
Si	450	260	390	220	1700	64	420	200	380	140	1190	54
Sr	74	35	72	4	190	63	80	40	73	3	230	54
Ti	1090	570	1030	23	2630	64	1080	520	1010	100	2720	54
U	0,6	0,3	0,5	0,1	1,3	63	0,6	0,3	0,5	0,1	1,4	54
V	56	19	57	9	130	64	54	16	55	10	90	54
Y	12	4	11	3	24	62	12	5	11	0	26	53
Yb	1,5	0,5	1,4	0	3	63	1,4	0,5	1,2	0	3,2	53
Zn	72	32	67	0	215	61	64	20	62	23	140	51

Μ.Τ. = Μέση τιμή, Τ.Α. = Τυπική Απόκλιση, N = Πλήθος δειγμάτων

Γ.1.1.4.2. Ανάλυση συσχέτισης (correlation analysis)

Πίνακας Γ.1.6. Υπολογισμός συντελεστών συσχέτισης, βάσει των επιφανειακών εδαφικών δειγμάτων από τις περιοχές της Αταλάντης και της Κυρτώνης.

	As	Ba	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	K	La	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Se	Sr	Ti	U	Zn
As	1,00																			
Ba	0,22	1,00																		
Ca	-0,18	-0,09	1,00																	
Co	0,29	0,04	-0,58	1,00																
Cr	0,40	-0,02	-0,30	0,67	1,00															
Cu	-0,01	0,11	-0,54	0,22	-0,26	1,00														
Fe	0,10	0,20	-0,67	0,82	0,39	0,41	1,00													
K	0,17	0,71	-0,39	0,13	-0,14	0,41	0,21	1,00												
La	0,13	0,80	-0,43	0,12	0,07	0,26	0,37	0,68	1,00											
Mg	-0,14	-0,54	-0,09	0,12	-0,12	0,08	0,04	-0,27	-0,51	1,00										
Mn	0,11	0,31	-0,65	0,76	0,43	0,49	0,82	0,39	0,45	-0,07	1,00									
Na	-0,05	-0,21	0,21	-0,07	-0,24	0,04	-0,30	-0,07	-0,40	0,21	-0,20	1,00								
Ni	0,45	-0,07	-0,32	0,82	0,82	-0,19	0,44	-0,08	-0,03	0,09	0,44	0,00	1,00							
P	-0,05	0,34	0,13	-0,21	-0,35	0,18	0,00	0,26	0,21	0,15	-0,02	-0,15	-0,43	1,00						
Pb	-0,05	0,58	-0,15	-0,20	-0,15	0,14	0,12	0,39	0,70	-0,30	0,11	-0,20	-0,27	0,23	1,00					
Sr	-0,06	0,16	0,39	-0,18	-0,29	-0,10	-0,09	0,03	-0,16	0,18	-0,22	-0,17	-0,27	0,44	-0,15	0,05	1,00			
Ti	-0,26	0,18	-0,14	-0,25	-0,52	0,52	0,08	0,21	0,05	0,15	0,07	-0,08	-0,63	0,40	0,05	0,49	0,33	1,00		
U	-0,19	0,03	-0,02	-0,33	-0,42	0,19	-0,07	0,02	0,11	0,47	-0,18	0,00	-0,47	0,58	0,38	0,48	0,29	0,38	1,00	
Zn	0,05	0,45	-0,38	0,48	0,14	0,40	0,74	0,32	0,47	-0,13	0,67	-0,30	0,09	0,22	0,29	0,28	0,05	0,27	0,07	1,00

Πίνακας Γ.1.7. Υπολογισμός συντελεστών συσχέτισης, βάσει των εδαφικών δειγμάτων βάθους από τις περιοχές της Αταλάντης και της Κυρτώνης.

	As	Ba	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	K	La	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Se	Sr	Ti	U	Zn
As	1,00																			
Ba	0,29	1,00																		
Ca	0,00	-0,03	1,00																	
Co	0,10	-0,01	-0,57	1,00																
Cr	0,35	-0,04	-0,25	0,52	1,00															
Cu	-0,09	0,05	-0,59	0,36	-0,35	1,00														
Fe	0,00	0,26	-0,67	0,78	0,22	0,59	1,00													
K	0,21	0,77	-0,41	0,19	-0,08	0,36	0,37	1,00												
La	0,24	0,77	-0,42	0,20	0,08	0,21	0,47	0,74	1,00											
Mg	-0,14	-0,37	-0,08	0,24	-0,15	0,25	0,11	-0,26	-0,43	1,00										
Mn	0,14	0,21	-0,62	0,75	0,32	0,53	0,81	0,39	0,48	0,02	1,00									
Na	-0,17	-0,36	0,15	-0,15	-0,33	0,12	-0,25	-0,25	-0,47	0,26	-0,26	1,00								
Ni	0,27	-0,19	-0,26	0,76	0,75	-0,15	0,29	-0,11	-0,04	0,14	0,36	-0,09	1,00							
P	0,00	0,53	0,07	-0,11	-0,28	0,15	0,14	0,39	0,26	0,21	0,06	-0,19	-0,38	1,00						
Pb	-0,01	0,59	-0,20	-0,03	-0,04	0,04	0,22	0,44	0,63	-0,40	0,15	-0,23	-0,24	0,23	1,00					
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Sr	0,17	0,41	0,40	-0,06	-0,19	-0,03	0,01	0,13	-0,03	0,17	-0,12	-0,09	-0,18	0,49	0,00	-	1,00			
Ti	-0,03	0,28	-0,28	-0,03	-0,38	0,62	0,37	0,28	0,11	0,25	0,22	0,07	-0,48	0,47	0,11	-	0,29	1,00		
U	-0,12	0,23	0,03	-0,20	-0,36	0,18	0,09	0,13	0,17	0,43	-0,10	0,00	-0,45	0,64	0,26	-	0,29	0,39	1,00	
Zn	0,03	0,55	-0,38	0,41	0,02	0,55	0,76	0,55	0,62	-0,12	0,62	-0,23	-0,09	0,38	0,37	-	0,21	0,48	0,28	1,00

Πίνακας Γ.1.8. Υπολογισμός συντελεστών συσχέτισης, βάσει των επιφανειακών εδαφικών δειγμάτων από την περιοχή της Αταλάντης.

	As	Ba	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	K	La	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Se	Sr	Ti	U	Zn
As	1,00																			
Ba	0,27	1,00																		
Ca	-0,31	-0,47	1,00																	
Co	0,57	0,42	-0,63	1,00																
Cr	0,60	0,22	-0,16	0,34	1,00															
Cu	0,02	0,03	-0,60	0,45	-0,26	1,00														
Fe	0,13	0,58	-0,82	0,66	-0,14	0,68	1,00													
K	0,37	0,85	-0,63	0,63	0,19	0,27	0,71	1,00												
La	0,09	0,86	-0,45	0,20	0,12	0,14	0,55	0,76	1,00											
Mg	-0,09	-0,51	0,00	0,04	-0,37	0,28	-0,02	-0,25	-0,41	1,00										
Mn	0,27	0,53	-0,87	0,68	0,09	0,68	0,83	0,71	0,56	-0,02	1,00									
Na	0,09	-0,35	0,18	0,01	-0,22	-0,02	-0,25	-0,29	-0,49	0,27	-0,22	1,00								
Ni	0,76	0,21	-0,09	0,63	0,68	-0,20	-0,04	0,28	-0,04	0,00	0,10	0,12	1,00							
P	-0,14	0,32	-0,35	0,14	-0,22	0,41	0,45	0,41	0,37	0,15	0,47	-0,24	-0,28	1,00						
Pb	-0,22	0,50	-0,16	-0,22	-0,25	0,11	0,30	0,39	0,68	-0,24	0,20	-0,31	-0,36	0,27	1,00					
Se	-0,30	0,36	-0,49	0,00	-0,26	0,34	0,53	0,31	0,45	-0,01	0,43	-0,22	-0,41	0,34	0,52	1,00				
Sr	-0,26	0,19	0,00	0,22	-0,21	0,07	0,30	0,19	0,07	0,15	0,11	-0,25	-0,06	0,32	-0,07	0,00	1,00			
Ti	-0,24	0,08	-0,69	0,22	-0,36	0,71	0,73	0,22	0,23	0,25	0,65	-0,19	-0,48	0,41	0,19	0,58	0,12	1,00		
U	-0,56	-0,16	-0,10	-0,30	-0,60	0,29	0,16	-0,14	0,04	0,59	0,06	0,01	-0,58	0,47	0,28	0,64	0,19	0,49	1,00	
V	-0,09	0,38	-0,73	0,28	-0,21	0,62	0,85	0,47	0,48	-0,05	0,67	-0,38	-0,42	0,47	0,38	0,56	0,25	0,86	0,30	
Zn	0,02	0,49	-0,51	0,40	-0,21	0,51	0,80	0,54	0,48	-0,08	0,66	-0,26	-0,21	0,45	0,32	0,46	0,31	0,62	0,14	1,00

Πίνακας Γ.1.9. Υπολογισμός συντελεστών συσχέτισης, βάσει των εδαφικών δειγμάτων βάθους από την περιοχή της Αταλάντης.

	As	Ba	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	K	La	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Se	Sr	Ti	U	Zn
Al																				
As	1,00																			
Ba	0,24	1,00																		
Ca	-0,30	-0,49	1,00																	
Co	0,47	0,46	-0,60	1,00																
Cr	0,55	0,26	-0,16	0,24	1,00															
Cu	-0,01	0,06	-0,64	0,58	-0,39	1,00														
Fe	0,13	0,63	-0,84	0,72	-0,10	0,75	1,00													
K	0,37	0,87	-0,68	0,65	0,24	0,34	0,76	1,00												
La	0,24	0,87	-0,54	0,40	0,17	0,20	0,65	0,84	1,00											
Mg	0,06	-0,36	-0,07	0,23	-0,30	0,37	0,07	-0,18	-0,31	1,00										
Mn	0,28	0,52	-0,86	0,71	0,09	0,79	0,86	0,71	0,62	0,11	1,00									
Na	-0,02	-0,51	0,20	-0,15	-0,33	0,11	-0,26	-0,41	-0,53	0,20	-0,26	1,00								
Ni	0,69	0,15	-0,05	0,59	0,65	-0,12	-0,03	0,22	0,01	0,09	0,09	-0,02	1,00							
P	-0,08	0,41	-0,39	0,32	-0,07	0,30	0,50	0,49	0,38	0,15	0,43	-0,39	-0,20	1,00						
Pb	-0,09	0,62	-0,30	0,14	-0,01	0,07	0,41	0,49	0,63	-0,35	0,33	-0,23	-0,21	0,29	1,00					
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Sr	-0,12	0,29	-0,04	0,49	-0,08	0,20	0,38	0,29	0,13	0,19	0,18	-0,15	0,17	0,28	0,02	-	1,00			
Ti	-0,10	0,21	-0,77	0,39	-0,29	0,75	0,79	0,38	0,30	0,27	0,75	-0,09	-0,34	0,47	0,23	-	0,09	1,00		
U	-0,32	0,12	-0,20	-0,01	-0,44	0,29	0,30	0,10	0,19	0,53	0,17	-0,08	-0,46	0,53	0,24	-	0,12	0,43	1,00	
Zn	-0,01	0,65	-0,67	0,54	-0,10	0,61	0,86	0,78	0,69	-0,03	0,74	-0,26	-0,19	0,58	0,43	-	0,36	0,66	0,37	1,00

Πίνακας Γ.1.10. Υπολογισμός συντελεστών συσχέτισης, βάσει των επιφανειακών εδαφικών δειγμάτων από την περιοχή της Κυρτόνης.

	As	Ba	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	K	La	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Se	Sr	Ti	U	Zn
As	1,00																			
Ba	0,09	1,00																		
Ca	-0,03	0,21	1,00																	
Co	0,02	-0,12	-0,19	1,00																
Cr	0,27	-0,09	-0,12	0,91	1,00															
Cu	-0,06	0,43	-0,35	-0,57	-0,61	1,00														
Fe	0,18	-0,05	-0,14	0,93	0,85	-0,56	1,00													
K	-0,14	0,50	-0,15	-0,42	-0,51	0,86	-0,42	1,00												
La	0,25	0,76	-0,36	-0,17	-0,11	0,61	-0,08	0,59	1,00											
Mg	-0,34	-0,71	-0,42	0,50	0,32	-0,45	0,32	-0,41	-0,75	1,00										
Mn	-0,02	0,41	-0,07	0,67	0,55	-0,05	0,66	0,16	0,26	-0,01	1,00									
Na	-0,43	0,13	0,29	-0,27	-0,33	0,37	-0,50	0,34	-0,14	0,07	-0,18	1,00								
Ni	0,16	-0,17	-0,14	0,92	0,92	-0,65	0,82	-0,58	-0,23	0,51	0,48	-0,29	1,00							
P	-0,01	0,32	0,55	-0,07	-0,12	-0,12	-0,01	0,06	0,15	-0,36	0,00	0,01	-0,10	1,00						
Pb	0,29	0,75	-0,26	-0,14	0,05	0,32	-0,12	0,41	0,78	-0,56	0,11	0,08	-0,09	0,13	1,00					
Se	0,18	-0,30	-0,62	-0,13	0,07	-0,11	-0,13	-0,02	0,20	0,14	-0,07	-0,62	-0,10	-0,82	0,43	1,00				
Sr	0,17	-0,11	0,60	0,06	0,10	-0,34	0,06	-0,27	-0,57	0,02	-0,02	-0,12	0,19	0,05	-0,52	-0,69	1,00			
Ti	-0,58	0,07	-0,05	-0,30	-0,43	0,39	-0,25	0,19	-0,27	-0,19	-0,02	0,15	-0,49	-0,38	-0,44	0,10	0,00	1,00		
U	0,50	0,15	-0,52	0,17	0,18	0,31	0,20	0,24	0,66	0,16	0,00	-0,14	0,20	0,26	0,77	-0,26	-0,41	-0,51	1,00	
Zn	0,17	0,48	-0,08	0,65	0,60	-0,06	0,72	0,04	0,42	-0,17	0,77	-0,41	0,50	0,20	0,32	-0,37	-0,15	-0,18	0,18	1,00

Πίνακας Γ.1.11. Υπολογισμός συντελεστών συσχέτισης, βάσει των εδαφικών δειγμάτων βάρους από την περιοχή της Κυρτώνης.

	As	Ba	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	K	La	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Se	Sr	Ti	U	Zn
Al																				
As	1,00																			
Ba	0,30	1,00																		
Ca	0,35	0,54	1,00																	
Co	-0,27	-0,51	-0,32	1,00																
Cr	0,16	-0,42	-0,19	0,84	1,00															
Cu	-0,32	0,11	-0,61	-0,07	-0,33	1,00														
Fe	-0,12	-0,30	-0,17	0,85	0,74	0,14	1,00													
K	-0,13	0,64	0,00	-0,49	-0,62	0,50	-0,44	1,00												
La	0,32	0,67	-0,08	-0,41	-0,22	0,24	-0,22	0,53	1,00											
Mg	-0,63	-0,78	-0,34	0,58	0,24	-0,05	0,41	-0,59	-0,91	1,00										
Mn	0,12	0,08	0,04	0,68	0,55	-0,03	0,63	-0,08	0,03	0,05	1,00									
Na	-0,75	-0,11	-0,14	0,04	-0,23	0,21	-0,04	0,14	-0,17	0,29	-0,08	1,00								
Ni	-0,18	-0,54	-0,24	0,91	0,87	-0,38	0,71	-0,72	-0,38	0,55	0,52	0,00	1,00							
P	0,00	0,71	0,62	-0,35	-0,50	-0,05	-0,14	0,27	0,34	-0,26	0,12	-0,10	-0,31	1,00						
Pb	0,23	0,51	-0,03	-0,40	-0,08	-0,06	-0,35	0,32	0,71	-0,76	-0,23	-0,31	-0,32	0,01	1,00					
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Sr	0,55	0,21	0,84	-0,20	0,01	-0,75	-0,18	-0,31	-0,42	-0,16	0,02	-0,41	-0,07	0,27	-0,23	-	1,00			
Ti	-0,16	-0,03	-0,05	-0,17	-0,33	0,63	0,04	0,05	-0,40	0,05	-0,19	0,33	-0,40	-0,15	-0,37	-	-0,06	1,00		
Zn	0,14	0,45	0,16	0,34	0,39	0,29	0,63	0,04	0,30	-0,37	0,51	-0,10	0,19	0,15	0,13	-	-0,10	0,15	0,11	1,00

Στους πίνακες Γ.1.6-11 γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν μετά την επεξεργασία των χημικών αναλύσεων με την μέθοδο της ανάλυσης συσχέτισης.

Στις περιοχές της Αταλάντης και της Κυρτώνης λόγω του μεγάλου πλήθους των δειγμάτων, εκτός της κλασικής προσέγγισης, δηλαδή την ανάλυση συσχέτισης χρησιμοποιώντας πρώτα όλα τα επιφανειακά δείγματα και μετά όλα τα δείγματα βάθους, μπορεί να πραγματοποιηθεί και ανάλυση συσχέτισης ξεχωρίζοντας τα δείγματα σε δύο ομάδες, ανάλογα την περιοχή προέλευσης τους. Αυτή η προσέγγιση επιχειρείται επειδή στις δύο περιοχές έχουμε εμφάνιση διαφορετικών γεωλογικών σχηματισμών, οπότε είναι πιθανή η επικράτηση διαφορετικών γεωχημικών διεργασιών.

Δεν πρέπει να παραληφθεί να αναφερθεί, ότι η μαθηματική αυτή μέθοδος αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο έρευνας, όμως υπάρχει περίπτωση με την εφαρμογή της μεθόδου να εμφανίζονται κάποιοι συσχετισμοί μεταξύ των στοιχείων, οι οποίοι να έχουν μόνο μαθηματική έννοια και να μην εξηγούνται φυσικά. Η πολύ καλή γνώση της γεωλογίας, καθώς και των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων είναι απαραίτητες προϋποθέσεις για την ασφαλή ερμηνεία των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την μέθοδο. Παράλληλα, πρέπει πάντα να έχουμε υπ' όψιν μας ότι η παρούσα μαθηματική μέθοδος, όπως και σχεδόν όλες οι μαθηματικές-στατιστικές μέθοδοι, έχουν σαν βασική τους προϋπόθεση το μεγάλο πλήθος δειγμάτων για την καλύτερη και σαφέστερη εξαγωγή αποτελεσμάτων.

Εξετάζοντας τον πίνακα Γ.1.6, όπου παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης συσχέτισης όλων των εδαφικών δειγμάτων επιφανείας, παρατηρούμε ότι τα στοιχεία που συνδέονται μεταξύ τους με ισχυρούς συντελεστές συσχέτισης είναι τα εξής:

- **Ba-K(0,71)**. Η συγκεκριμένη συσχέτιση ερμηνεύεται, αν λάβουμε υπόψη μας το γεγονός ότι το Ba είναι ένα στοιχείο που το συναντάμε σε μεγάλο εύρος πετρωμάτων και η ιοντική του ακτίνα είναι παραπλήσια με την ιοντική ακτίνα του K (Kabata-Pendias & Mukherjee, 2007), για αυτό το λόγο, το ακολουθεί κατά τις γεωχημικές διεργασίες.
- **Co-Fe(0,82), Co-Mn(0,76), Co-Ni(0,82), Cr-Ni(0,82), Fe-Mn(0,82), Fe-Zn(0,74), V-Zn(0,76)**. Πρόκειται για συσχετίσεις στοιχείων που συνδέονται με την εξαλλοίωση ορυκτών φάσεων που συναντάμε στα υπερβασικά πετρώματα της οφιολιθικής σειράς (Alexander et al., 1989; Brooks, 1987; Gasser & Dahlgren, 1994; Gough et al. 1989; Oze et al., 2003; Schreier et al., 1987), τα οποία εμφανίζονται στην περιοχή.

Εξετάζοντας τον πίνακα Γ.1.7, όπου παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης συσχέτισης, έχοντας χρησιμοποιήσει όλα τα εδαφικά δείγματα βάθους, διαπιστώνουμε ότι ουσιαστικά όσα ζεύγη χημικών παραμέτρων παρουσιάζουν υψηλούς συντελεστές συσχέτισης στα εδαφικά δείγματα επιφανείας από την συγκεκριμένη περιοχή (Πιν. Γ.1.6), παρουσιάζουν υψηλούς συντελεστές συσχέτισης και στα εδαφικά δείγματα βάθους. Το γεγονός αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι διεργασίες οι οποίες πραγματοποιούνται στα εδάφη, σε βάθος 0-25cm της συγκεκριμένης περιοχής, είναι επίσης παρούσες και σε βάθος 25-50cm.

Όπως προαναφέρθηκε, πραγματοποιήθηκε και εξέταση των δειγμάτων μέσω ανάλυσης συσχέτισης ανάλογα την περιοχή προέλευσης τους (Γ.1.8-11).

Εξετάζοντας πρώτα τους πίνακες που αναφέρονται στην περιοχή της Αταλάντης (Πίν. Γ.1.8, 9) παρατηρείται ότι όλα τα ζεύγη στοιχείων που παρουσιάζουν υψηλούς συντελεστές συσχέτισης στα εδαφικά δείγματα επιφανείας (Πιν. Γ.1.8), συνδέονται επίσης με υψηλούς συντελεστές συσχέτισης και στα εδαφικά δείγματα βάθους (Πιν. Γ.1.9). Παράλληλα, πρέπει να σημειωθεί το γεγονός ότι

ανάμεσα στους δυο πίνακες κανένας συντελεστής δεν διαφοροποιείται σε μεγάλο ποσοστό (>75%), είτε είναι σημαντικός, είτε όχι.

Μελετώντας τους πίνακες Γ.1.10, 11 που αναφέρονται στην περιοχή της Κυρτώνης διαπιστώνεται ότι και εδώ παρατηρούνται ελάχιστες διαφοροποιήσεις ανάμεσα στους συντελεστές συσχέτισης που προκύπτουν για τους δύο εδαφικούς ορίζοντες.

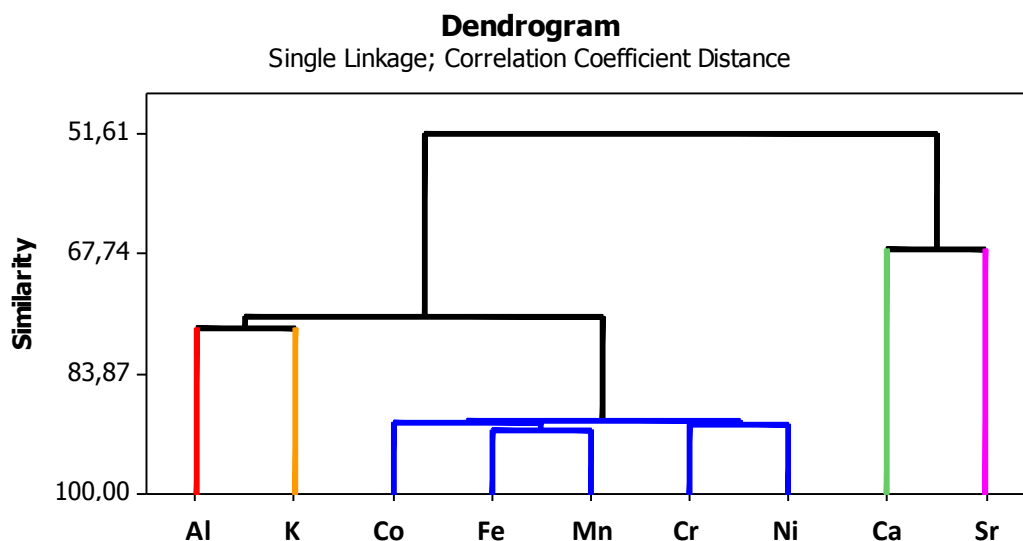
Αντιπαραβάλλοντας τους πίνακες Γ.1.8, 10, που αναφέρονται στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας της Αταλάντης και της Κυρτώνης, ισχυρές διαφοροποιήσεις παρατηρούνται ανάμεσα στους συντελεστές που συσχετίζουν τα στοιχεία Ca, Cr, Fe, Ti, Ni, U.

Αντίστοιχα, από τους πίνακες Γ.1.9, 11, που αναφέρονται στα εδαφικά δείγματα βάθους της Αταλάντης και της Κυρτώνης, ισχυρές διαφοροποιήσεις παρατηρούνται ανάμεσα στους συντελεστές που συσχετίζουν τα στοιχεία Ba, Ca, Cr, Cu, Fe, K, Mn, Ni.

Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας, στην περιοχή της Κυρτώνης, οι συσχετίσεις **Co-Cr(0,91)**, **Co-Fe(0,93)**, **Co-Ni(0,92)**, **Cr-Fe(0,85)**, **Cr-Ni(0,92)**, **Fe-Ni(0,82)**, οι οποίοι υποδηλώνουν διεργασίες εξαλλοίωσης των υπερβασικών πετρωμάτων της οφ. σειράς (Alexander et al., 1989; Brooks, 1987; Gasser & Dahlgren, 1994; Gough et al. 1989; Oze et al., 2003; Schreier et al., 1987), παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλούς συντελεστές, σε αντίθεση με την περιοχή της Αταλάντης όπου οι αντίστοιχοι συντελεστές συσχέτισης, παρουσιάζονται χαμηλοί [**Co-Cr(0,34)**, **Co-Fe(0,66)**, **Co-Ni(0,63)**, **Cr-Fe(-0,14)**, **Cr-Ni(0,68)**, **Fe-Ni(-0,04)**].

Γ.1.1.3.3. Παραγοντική ανάλυση (factor analysis)

Για τον προσδιορισμό των διεργασιών που επηρεάζουν την κατανομή των στοιχείων στο έδαφος επιλέχθηκε να πραγματοποιηθεί Παραγοντική Ανάλυση (factor analysis) μόνο στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας της περιοχής, επειδή το πλήθος τους ήταν μεγαλύτερο και άρα θα έχουμε στατιστικά πιο σαφή και πιο ασφαλή αποτελέσματα. Παράλληλα, λήφθηκε υπ' όψιν το γεγονός ότι από την ανάλυση συσχέτισης (Κεφ. Γ.1.1.4.2) διαπιστώθηκε πως οι συσχετίσεις στα δείγματα βάθους δεν διαφοροποιούνται ιδιαίτερα, ως προς τα δείγματα επιφανείας. Λόγω της μεγάλης γεωγραφικής έκτασης που καλύπτουν τα συγκεκριμένα δείγματα, πρέπει να επισημανθεί το γεγονός της ύπαρξης πλήθους διαφορετικών πετρωμάτων που εμφανίζονται στη συγκεκριμένη περιοχή και κατ' επέκταση το μεγάλο πλήθος διαφορετικών γεωχημικών διεργασιών. Τα γεγονότα αυτά δυσχεραίνουν σε πολύ μεγάλο βαθμό τη σαφή ερμηνεία των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την παραγοντική ανάλυση. Όπως έχει προαναφερθεί, πρόκειται για μια στατιστική μέθοδο, της οποίας η ερμηνεία πρέπει να γίνεται πάντα με μεγάλη προσοχή, καθώς πολλές φορές είναι δυνατόν να εμφανιστούν συσχετίσεις, οι οποίες δύναται να έχουν μόνο μαθηματική έννοια και να μην έχουν φυσική ερμηνεία. Για αυτούς τους λόγους, πριν την παραγοντική ανάλυση πραγματοποιήθηκε cluster analysis (Εικ. Γ.1.2Α), βάσει της οποίας διαπιστώθηκε ποιες από τις χημικές παραμέτρους που συμμετέχουν στην διαμόρφωση της χημικής σύστασης των εδαφών στη συγκεκριμένη περιοχή μπορούν να ομαδοποιηθούν με βάση τις μεταξύ τους συσχετίσεις.



Εικ. Γ.1.2Α. Δενδρόγραμμα που προκύπτει μετά την cluster analysis, των σημαντικότερων χημικών παραμέτρων στα επιφανειακά δείγματα εδάφους από τις περιοχές της Αταλάντης και της Κυρτώνης.

Στον Πίνακα Γ.1.13 γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν μετά την επεξεργασία των χημικών αναλύσεων, με την μέθοδο της παραγοντικής ανάλυση R-τύπου στα εδαφικά δείγματα επιφανείας.

Πίνακας Γ.1.13. Υπολογισμός των φορτίων μεταβλητών ανά παράγοντα.

Sorted Rotated Factor Loadings and Communalities

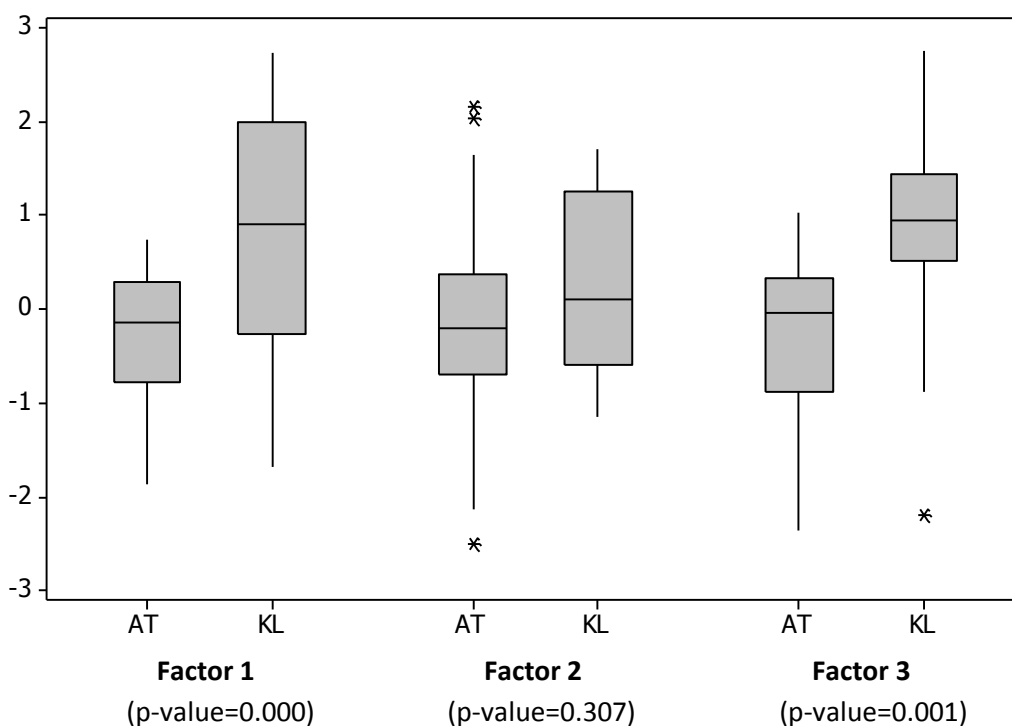
Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Communality
Co	0,914	0,326	-0,025	0,941
Ni	0,912	-0,124	0,120	0,861
Cr	0,866	-0,171	0,217	0,826
Fe	0,646	0,641	-0,083	0,836
Al	-0,113	0,900	0,118	0,837
Ca	-0,357	-0,745	-0,326	0,789
K	-0,110	0,731	-0,114	0,560
Mn	0,638	0,662	0,078	0,851
Sr	-0,117	-0,076	-0,971	0,963
Variance	3,4063	2,9055	1,1519	7,4636
% Var	0,378	0,323	0,128	0,829

Η παραγοντική ανάλυση ερμήνευσε ποσοστό 82.9% της συνολικής διακύμανσης των πειραματικών δεδομένων (Πίνακας Γ.1.13) με ομαδοποίηση των χημικών στοιχείων σε τρεις παράγοντες:

- i. **Στον παράγοντα No1** παρουσιάζονται με ισχυρά θετικά φορτία οι μεταβλητές Co, Ni, Cr και με ασθενή θετικά φορτία οι Fe, Mn, υποδηλώνοντας την επίδραση ομάδας ιχνοστοιχείων που προέρχονται κυρίως από την εξαλλοίωση ορυκτών φάσεων που συναντάμε σε υπερβασικά πετρώματα της οφ. σειράς. Ο συγκεκριμένος παράγοντας είναι ο σημαντικότερος παράγοντας καθώς το ποσοστό συνεισφοράς του στη τελική διακύμανση είναι 37,8%.

- ii. **Στον παράγοντα Νο2** παρουσιάζεται με ισχυρό θετικό φορτίο το Al και με ασθενή θετικά φορτία οι μεταβλητές Fe, K, Mn, ενώ με ασθενές αρνητικό φορτίο συμμετέχει το Ca, υποδηλώνοντας την επίδραση από τις διεργασίες εδαφογένεσης και εμπλουτισμού των εδαφών σε αργιλοπυριτικά ορυκτά. Ο συγκεκριμένος παράγοντας είναι ο δεύτερος σημαντικότερος παράγοντας στην ερμηνεία της διακύμανσης με ποσοστό συνεισφοράς 32,3%.
- iii. **Στο παράγοντα Νο3** παρουσιάζουν ισχυρά αρνητικό φορτίο το Sr και ασθενές αρνητικό το Ca, υποδηλώνοντας την επίδραση των ανθρακικών πετρωμάτων. Ο συγκεκριμένος παράγοντας είναι ο τρίτος σημαντικότερος παράγοντας καθώς το ποσοστό συνεισφοράς του στη τελική διακύμανση είναι 12,8%.

Για να επιβεβαιωθεί η φυσική ερμηνεία της παραγοντικής ανάλυσης σε συνάρτηση με τη χωρική διαφοροποίηση των συγκεντρώσεων των επιλεγμένων παραμέτρων πραγματοποιήθηκε παραμετρική ανάλυση της διακύμανσης των τιμών (one-way ANOVA) χρησιμοποιώντας τα μέτρα επιρροής (factor scores), που προκύπτουν σε κάθε δείγμα για κάθε παράγοντα και ταξινομώντας τα εδαφικά δείγματα με βάση τη θέση τους στο χώρο (Εικ. Γ.1.2B). Με αυτό τον τρόπο ελέγχθηκε η υπόθεση ότι η διακύμανση των τιμών μεταξύ των χωρικά διαφοροποιημένων δειγμάτων για κάθε παράγοντα είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερη της διακύμανσης των τιμών εντός του παράγοντα. Έτσι όταν η γεωχημική διεργασία που υποδηλώνεται με τον υπό εξέταση παράγοντα έχει χωρική έκφραση (π.χ. εμφανίσεις πετρωμάτων οφιολιθικής προέλευσης) θα πρέπει οι διαφορές μεταξύ των χωρικά προσδιορισμένων ομάδων δειγμάτων να είναι στατιστικά σημαντικές.



Εικ. Γ.1.2B. Διαγράμματα box-plot, τα οποία συσχετίζουν μέσω παραμετρικής ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA), τα μέτρα επιρροής (factor scores) κάθε δείγματος εδάφους, συναρτήσει της περιοχής προέλευσής τους (AT = Αταλάντη, KL = Κυρτώνη). Οι οριζόντιες γραμμές αντιπροσωπεύουν τη μέση τιμή, οι αστερίσκοι απόμακρες τιμές.

Από το διάγραμμα της εικόνας Γ.1.2B, διαπιστώνεται ότι ο πρώτος παράγοντας, παρουσιάζει υψηλά θετικά μέτρα επιρροής στα δείγματα από την περιοχή της Κυρτώνης, γεγονός που επαληθεύει το συμπέρασμα της παραγοντικής ανάλυσης, καθώς στη συγκεκριμένη περιοχή υπάρχουν οι εμφανίσεις των υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς, οι οποίες έχουν επιδράσει καταλυτικά στη διαμόρφωση του χημισμού του εδάφους. Η τιμή της παραμέτρου p είναι $0 (<0,05)$, άρα η διαφοροποίηση των δειγμάτων των δύο περιοχών είναι στατιστικά σημαντική στο επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Ο δεύτερος παράγοντας παρουσιάζει τιμή στη παράμετρο p μεγαλύτερη από $0,05$, οπότε η διαφοροποίηση των δειγμάτων δεν είναι στατιστικά σημαντική, γεγονός αναμενόμενο καθώς η παρουσία αργιλοπυριτικών στο έδαφος χαρακτηρίζει εξίσου τις δύο περιοχές.

Ο τρίτος παράγοντας παρουσιάζει τα μεγαλύτερα αρνητικά μέτρα επιρροής στα δείγματα από την περιοχή της Αταλάντης, γεγονός που επαληθεύει το συμπέρασμα της παραγοντικής ανάλυσης, καθώς στη συγκεκριμένη περιοχή υπάρχουν μεγάλες εμφανίσεις ανθρακικών σχηματισμών, οι οποίες έχουν επιδράσει καταλυτικά στη διαμόρφωση του χημισμού του εδάφους. Η τιμή της παραμέτρου p είναι $0,001 (<0,05)$, άρα η διαφοροποίηση των δειγμάτων ανά περιοχή είναι στατιστικά σημαντική.

Γ.1.1.4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ WORLD REFERENCE BASE

Πίνακας Γ.1.15. Ταξινόμηση εδαφικών δειγμάτων βάσει της world reference base.

ΔΕΙΓΜΑ	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	ΔΕΙΓΜΑ	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	ΔΕΙΓΜΑ	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ
AR-1-E	Calcaric Fluvisol	KB-11-E	Calcaric Fluvisol	THE-8-E	Eutric Leotosol
AR-2-E	Calcaric Fluvisol	KB-12-E	Calcaric Leptosol	THE-9-E	Calcaric Fluvisol
AR-3-E	Calcaric Fluvisol	KB-13-E	Calcaric Fluvisol	DM-1-E	Eutric Leotosol
AR-4-E	Calcaric Fluvisol	KB-14-E	Calcaric Fluvisol	DM-2-E	Eutric Leotosol
AR-5-E	Chromic Luvisol	KB-15-E	Calcaric Fluvisol	DM-3-E	Eutric Leotosol
AR-6-E	Chromic Luvisol	KB-16-E	Calcaric Fluvisol	DM-4-E	Eutric Leotosol
AR-7-E	Calcaric Fluvisol	KB-17-E	Calcaric Fluvisol	DM-5-E	Calcaric Leptosol
AR-8-E	Calcaric Fluvisol	KB-18-E	Calcaric Fluvisol	DM-6-E	Eutric Leotosol
AR-9-E	Calcaric Fluvisol	KB-19-E	Calcaric Fluvisol	OI-1-E	Eutric Leotosol
AR-10-E	Calcaric Fluvisol	KB-20-E	Calcaric Fluvisol	OI-2-E	Calcaric Leptosol
AR-11-E	Calcaric Fluvisol	KB-21-E	Calcaric Fluvisol	OI-3-E	Eutric Leotosol
AR-12-E	Chromic Luvisol	KB-22-E	Calcaric Fluvisol	OI-4-E	Calcaric Leptosol
AR-13-E	Chromic Luvisol	KB-23-E	Calcaric Fluvisol	OI-5-E	Eutric Leotosol
AR-14-E	Chromic Luvisol	KB-24-E	Chromic Luvisol	OI-6-E	Eutric Leotosol
AR-15-E	Calcaric Fluvisol	KB-25-E	Chromic Luvisol	OI-7-E	Eutric Leotosol
KB-1-E	Calcaric Leptosol	KB-26-E	Chromic Luvisol	OI-8-E	Calcaric Leptosol
KB-2-E	Calcaric Fluvisol	KB-27-E	Eutric Leotosol	OI-9-E	Eutric Leotosol
KB-3-E	Calcaric Fluvisol	KB-28-E	Calcaric Fluvisol	OI-10-E	Calcaric Leptosol
KB-4-E	Calcaric Fluvisol	THE-1-E	Eutric Leotosol	OI-11-E	Calcaric Leptosol
KB-5-E	Calcaric Fluvisol	THE-2-E	Eutric Leotosol	OI-12-E	Eutric Leotosol
KB-6-E	Calcaric Fluvisol	THE-3-E	Eutric Leotosol	OI-13-E	Eutric Leotosol
KB-7-E	Calcaric Leptosol	THE-4-E	Eutric Leotosol	OI-14-E	Calcaric Leptosol
KB-8-E	Chromic Luvisol	THE-5-E	Eutric Leotosol	OI-15-E	Calcaric Leptosol
KB-9-E	Chromic Luvisol	THE-6-E	Eutric Leotosol	OI-16-E	Eutric Leotosol
KB-10-E	Calcaric Leptosol	THE-7-E	Eutric Leotosol		

Γ.1.1.5. ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

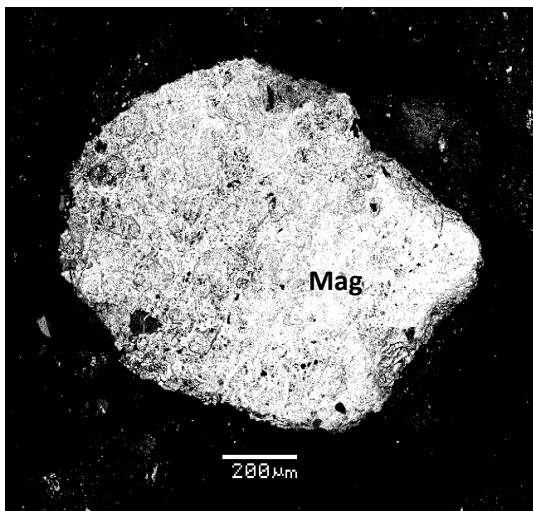
Πραγματοποιήθηκε μελέτη της ορυκτολογικής σύστασης των εδαφικών δειγμάτων, καθώς μέσα από αυτή μπορεί να διαπιστωθεί η πηγή προέλευσης (μητρικό πετρώμα) των συστατικών που απαρτίζουν το έδαφος, αλλά και η πηγή (ορυκτά) από την οποία αποδεσμεύονται τα διάφορα στοιχεία, που πέρανε στο νερό και στα φυτά.

Λόγω της μεγάλης έκτασης της περιοχής μελέτης, πραγματοποιήθηκε επιλογή δειγμάτων με κριτήρια την κάλυψη όλης της περιοχής μελέτης, λαμβάνοντας υπόψη τους γεωλογικούς σχηματισμούς που εμφανίζονται στην περιοχή, αλλά και τα αποτελέσματα από τις χημικές αναλύσεις των εδαφών. Στα δείγματα αυτά πραγματοποιήθηκε ακτινοσκοπική μελέτη (Πιν. Γ.1.16, 17), μέσω της οποίας διαπιστώθηκε η κύρια ορυκτολογική τους σύνθεση. Έπειτα πραγματοποιήθηκε μελέτη τους με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, μέσω του οποίου λήφθηκαν εικόνες (Εικ. Γ.1.3-11) αλλά και μικροαναλύσεις (Πιν. Γ.1.18-23), εστιάζοντας κυρίως στη χημική σύσταση των ήδη προσδιορισμένων ορυκτών φάσεων, αλλά και την διαπίστωση ορυκτών φάσεων που δεν προσδιορίστηκαν ακτινογραφικά, καθώς το ποσοστό συμμετοχής τους στο έδαφος είναι σχετικά μικρό, αλλά η συνεισφορά τους στη διαμόρφωση του χημισμού του εδάφους είναι σημαντική.

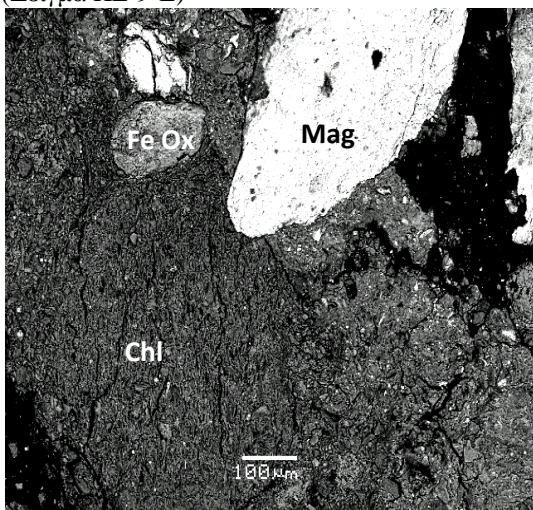
Αναλυτικότερα, από την μελέτη της ορυκτολογικής σύστασης των εδαφικών δειγμάτων από την περιοχή της Κυρτώνης διαπιστώθηκαν τα εξής:

- Στα δείγματα KL-7-E & KL-7-B, που εντοπίζονται ανάμεσα σε εμφάνιση ασβεστολίθων (Κάτω Κρητιδικό) και υπερβασικών πετρωμάτων της οφ. σειράς, οι κύριες και επουσιώδεις ορυκτές φάσεις που περιέχουν και τα δύο είναι: χαλαζίας, αλβίτης, μαγγελμίτης, μαγνητίτης, αιματίτης, ιλλίτης, ορυκτά της ομάδας των σμεκτιτών, τάλκης, χρυσοτίλης, ακτινόλιθος, τρεμολίτης, λιζαρδίτης, ενώ πιθανές ορυκτές φάσεις: δολομίτης, κλινόχλωρο. Ενδιαφέρον είναι το γεγονός της μη ύπαρξης ανθρακικών ορυκτών φάσεων σαν κύριες φάσεις του δείγματος. Επίσης, σημαντικό είναι το γεγονός της μη ύπαρξης κάποιας αξιόλογης διαφοροποίησης στην ορυκτολογική σύσταση ανάμεσα στο δείγμα επιφανείας και βάρους.
- Στο δείγμα KL-9-E, το οποίο είναι κοντά (<20m) στη γεώτρηση με την οποία υδρεύεται ο οικισμός της Κυρτώνης και απέχει περίπου 1,35Km από την θέση του προηγούμενου δείγματος (KL-7), εντοπίζεται σε μια μικρή εμφάνιση Νεογενών σχηματισμών, κοντά στη σχιστοκερατολιθική διάπλαση που περιέχει και οφιολίθους και σε μια εμφάνιση ασβεστολίθων (Ιουρ.-Τριαδ). Οι κύριες ορυκτές φάσεις που διαπιστώθηκαν είναι: χαλαζίας, ασβεστίτης και ακολουθούν σαν επουσιώδη: μαγγελμίτης, μαγνητίτης, αιματίτης, ιλλίτης, ορυκτά της ομάδας των σμεκτιτών, χρυσοτίλης, κλινόχλωρο, λιζαρδίτης και τέλος σαν πιθανές: δολομίτης, αλβίτης, ακτινόλιθος, τρεμολίτης.

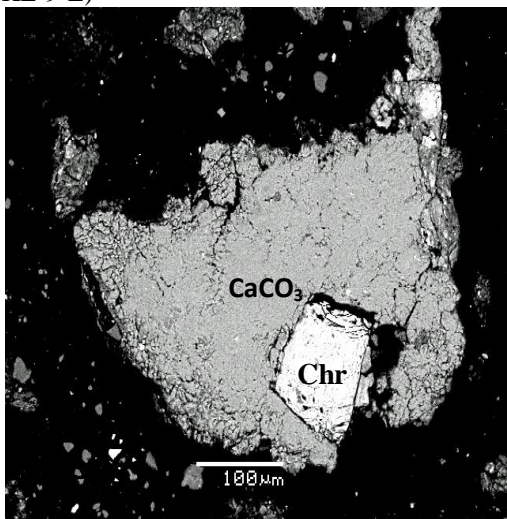
Αξιόλογη είναι η παρουσία ανθρακικών φάσεων (ασβεστίτης) στο δείγμα KL-9-E, σε αντιδιαστολή με την παντελή απουσία τους στο δείγμα KL-7-E, ενώ και στις δυο περιπτώσεις κοντά έχουμε ανθρακικούς σχηματισμούς. Από ότι φαίνεται η τοπογραφία και τα χαρακτηριστικά του κάθε ασβεστόλιθου, οδηγούν σε διαφορετικά αποτελέσματα διάβρωσης.



Εικ. Γ.1.3. Στρογγυλεμένος κόκκος μαγνητίτη. (Δείγμα KL-9-E)



Εικ. Γ.1.4. Στρογγυλεμένος κόκκος μαγνητίτη μαζί με χλωρίτη, οξειδία του σιδήρου. (Δείγμα KL-9-E)



Εικ. Γ.1.5. Χρωμίτης, παγιδευμένος μέσα σε μάζα ασβεστίτη. (Δείγμα KL-9-E)

Από την μελέτη μέσω ηλεκτρονικού μικροσκοπίου και μικροαναλύσεων, διαπιστώθηκε πως εκτός των ορυκτών φάσεων που βεβαιώθηκαν μέσω της ακτινοσκοπικής μελέτης, υπάρχουν και χλωρίτες (Πιν. Γ.1.19, Εικ. Γ.1.5) είτε απλοί, είτε Cr-ούχοι ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \sim 2,5\%$), χρωμίτες ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \sim 33-63\%$) (Πιν. Γ.1.20, Εικ. Γ.1.4), μαγνητίτες (Πιν. Γ.1.18, Εικ. Γ.1.13, 14) είτε απλοί, είτε Cr-ούχοι ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \sim 1\%$) και οξειδία του σιδήρου (Εικ. Γ.1.4).

Πιο αναλυτικά, εντοπίστηκε πληθώρα από στρογγυλεμένους κόκκους μαγνητίτη με Cr 1-2% (Εικ. Γ.1.3) και οξειδίων σιδήρου. Χαρακτηριστική είναι η εικόνα Γ.1.4, όπου έχουμε χλωρίτη (Πιν. Γ.1.19, Αναλ. X269), μαγνητίτη με Cr 1-2% (Πιν. Γ.1.18, Αναλ. X267), οξειδία του σιδήρου.

Χαρακτηριστική της περιοχής είναι η εικόνα Γ.1.5, στην οποία παρουσιάζεται ένας ευμεγέθης γωνιώδης κόκκος χρωμίτη με Cr 23% (Πιν. Γ.1.18, Αναλ. X259) παγιδευμένος, μέσα σε μια μάζα ασβεστίτη.

Από την μελέτη της ορυκτολογικής σύστασης των εδαφικών δειγμάτων από την ευρύτερη περιοχή της Αταλάντης διαπιστώθηκαν τα εξής:

- Στα δείγματα **AT-1A-E**, **AT-1A-B**, που εντοπίζονται στο ΝΑ άκρο της πεδιάδας της Αταλάντης, σε αλλουβιακές αποθέσεις και σε κοντινή απόσταση από τους ανθρακικούς σχηματισμούς, οι οποίοι δομούν το Χλωμό Όρος, οι κύριες και εποσειώδεις ορυκτές φάσεις που περιέχουν είναι: χαλαζίας, αλβίτης, μαγνητίτης, αιματίτης, ορυκτά της ομάδας των σμεκτιτών, τάλκης, ακτινόλιθος, κλινόχλωρο, τρεμολίτης, λιζαρδίτης και πιθανές μαγγελίτης, ιλίτης, χρυσοτίλης. Δεν διαπιστώνεται κάποια αξιολογη διαφοροποίηση στην ορυκτολογική σύσταση ανάμεσα στα δείγματα επιφάνειας και βάθους. Εξαιρεση αποτελεί μόνο το γεγονός της σαφής ύπαρξης μόνο στο επιφανειακό δείγμα ασβεστίτη και πιθανή ύπαρξη δολομίτη, σε αντίθεση με το δείγμα βάθους, όπου απουσιάζουν πλήρως.

Το γεγονός αυτό υποδηλώνει τη σύγχρονη τροφοδοσία της περιοχής με υλικό από τις γειτονικές μεγάλες ανθρακικές και δολομιτικές εμφανίσεις.

- Στα δείγματα **AT-4A-E, AT-4A-B**, που εντοπίζονται στο νότιο μέρος της πεδιάδας της Αταλάντης, σε αλλουβιακές αποθέσεις και σε απόσταση (250m) από τους ανθρακικούς σχηματισμούς, οι οποίοι υπάρχουν στο Χλωμό Όρος, οι κύριες και επουσιώδεις ορυκτές φάσεις που περιέχουν είναι: χαλαζίας, δολομίτης, αλβίτης, μαγνητίτης, αιματίτης, ορυκτά της ομάδας των σμεκτιτών, χρυσοτίλης, ακτινόλιθος, τρεμολίτης, ανκερίτης, λιζαρδίτης και πιθανές μαγγελίτης, ιλίτης. Δεν διαπιστώνεται κάποια αξιόλογη διαφοροποίηση στην ορυκτολογική σύσταση ανάμεσα στο δείγμα επιφανείας και βάθους.

Ενδιαφέρον αποτελεί το γεγονός ότι έχουμε παρουσία μόνο δολομιτικού υλικού, που υποδηλώνει τροφοδοσία σε αυτό το σημείο, μόνο από τους μεγάλους Άνω και Μέσο Τριαδικούς συμπαγείς δολομιτικούς σχηματισμούς που απαρτίζουν το Χλωμό Όρος νότια της Αταλάντης, τους οποίους όμως συναντάμε και σε μικρότερης έκτασης εμφανίσεις σε μικρό σχετικά υψόμετρο, βόρεια της Αταλάντης (βλ. Ξεροβούνι κ.α.).

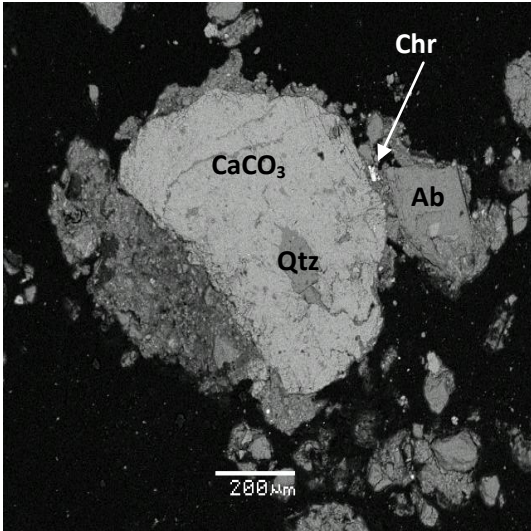
- Στα δείγματα **AT-5B-E, AT-5B-B**, που εντοπίζονται στο κέντρο της πεδιάδας της Αταλάντης, σε αλλουβιακές αποθέσεις, οι κύριες και επουσιώδεις ορυκτές φάσεις που περιέχουν είναι: χαλαζίας, δολομίτης, αλβίτης, μαγγελίτης, μαγνητίτης, αιματίτης, ιλίτης, ορυκτά της ομάδας των σμηκτιτών, χρυσοτίλης, ακτινόλιθος, τρεμολίτης, ανκερίτης, λιζαρδίτης και πιθανές ασβεστίτης, τάλκης, κλινόχλωρο. Δεν διαπιστώνεται κάποια αξιόλογη διαφοροποίηση στην ορυκτολογική σύσταση ανάμεσα στο δείγμα επιφανείας και βάθους.

Σε αυτά τα δείγματα διαπιστώνεται το φαινόμενο της παρουσίας μόνο δολομιτικού υλικού, γεγονός που υποδηλώνει τροφοδοσία και σε αυτό το σημείο, κυρίως από τους μεγάλους Άνω και Μέσο Τριαδικούς συμπαγείς δολομιτικούς σχηματισμούς που απαρτίζουν το Χλωμό Όρος νότια της Αταλάντης, τους οποίους όμως όπως προαναφέρθηκε, συναντάμε και σε μικρότερης έκτασης εμφανίσεις και σε μικρότερα σχετικά υψόμετρα, βόρεια της Αταλάντη (βλ. Ξεροβούνι κ.α.).

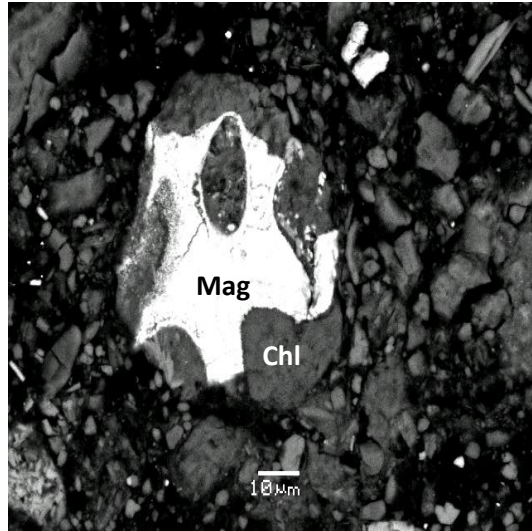
- Στα δείγματα **AT-5D-E, AT-5D-B**, που εντοπίζονται στο κέντρο της πεδιάδας της Αταλάντης, σε αλλουβιακές αποθέσεις, οι κύριες και επουσιώδεις ορυκτές φάσεις που περιέχουν είναι: **χαλαζίας, δολομίτης, ασβεστίτης, αλβίτης**, μαγνητίτης, μαγγελίτης, αιματίτης, ιλίτης, ορυκτά της ομάδας των σμεκτιτών, χρυσοτίλης, κλινόχλωρο, ανκερίτης, λιζαρδίτης και πιθανές τάλκης, ακτινόλιθος, τρεμολίτης. Δεν διαπιστώνεται κάποια αξιόλογη διαφοροποίηση στην ορυκτολογική σύσταση ανάμεσα στο δείγμα επιφάνειας και βάθους.

Άρα, σε αυτό το σημείο έχουμε τροφοδοσία με υλικό από τις γειτονικές μεγάλες ανθρακικές και δολομιτικές εμφανίσεις.

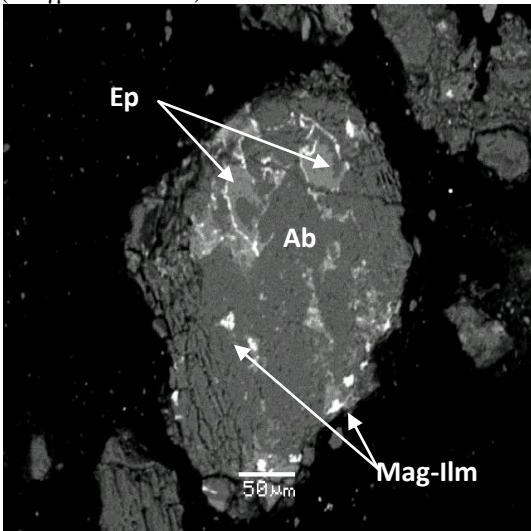
Από την μελέτη μέσω ηλεκτρονικού μικροσκοπίου και μικροαναλύσεων, διαπιστώθηκε πως εκτός των ορυκτών φάσεων που βεβαιώθηκαν μέσω της ακτινοσκοπικής μελέτης, υπάρχουν και χλωρίτες (Πιν. Γ.1.19, Εικ. Γ.1.7, 11), ορυκτά της ομάδας του επιδότου (συνήθως πουμπείλιτες MgO 2-6%) (Πιν. Γ.1.22, Εικ. Γ.1.8-11), άστριοι (συνήθως αλβίτες, Πιν. Γ.1.21, Εικ. Γ.1.6, 8, 9), ορυκτά της ομάδας των σπινελίων (Πιν. Γ.1.23, Εικ. Γ.1.9), μαγνητίτες (Πιν. Γ.1.18, Εικ. Γ.1.7, 8, 10, 11) είτε απλοί, είτε Cr-ούχοι (Cr₂O₃~2%), που σχεδόν πάντα παρουσιάζουν απομείξεις ιλμενίτη (TiO₂ 2-9%) και οξειδία του σιδήρου (Εικ. Γ.1.9).



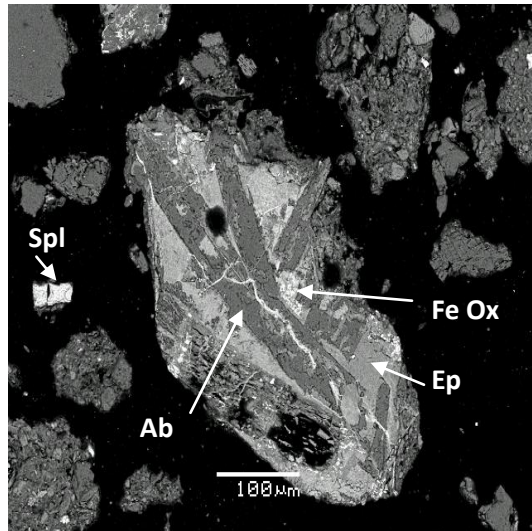
Εικ. Γ.1.6. Χρωμίτες (Av.X224), εγκλωβισμένοι σε συσσωματώματα ασβεστίτη, χαλαζία και αλβίτη. (Δείγμα AT-5D-E)



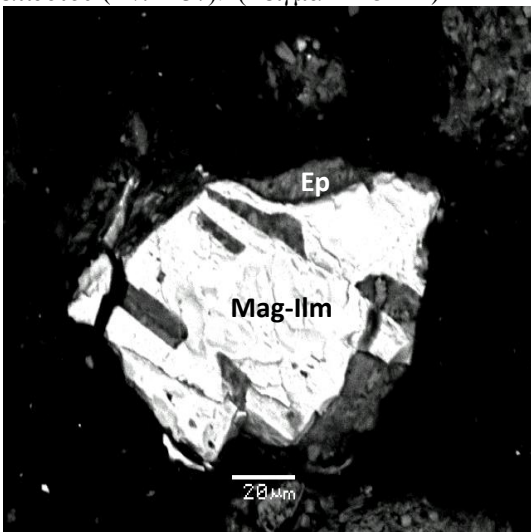
Εικ. Γ.1.7. Συνύπαρξη μαγνητίτη (Av.X209) με χλωρίτη (Av.X210). (Δείγμα AT-5D-E)



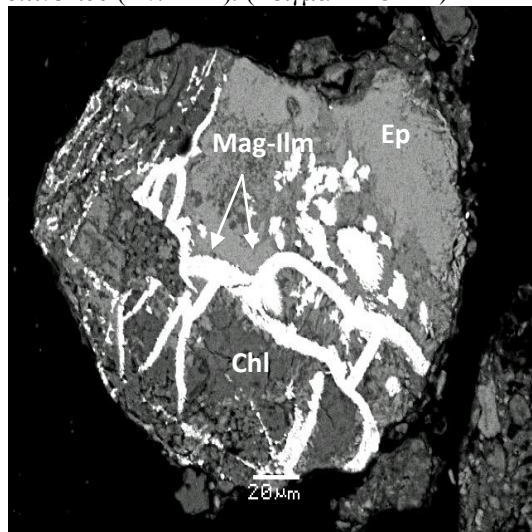
Εικ. Γ.1.8. Συνύπαρξη μαγνητίτη με απομειξίσεις υμενίτη (Av.X235, X238), αλβίτη (Av.X236), επιδότου (Av.X237). (Δείγμα AT-5D-E)



Εικ. Γ.1.9. Συνύπαρξη επιδότου (Av.X241), οξειδίων σιδήρου και αλβίτη (Av. X243), σε γειτονία με κόκκο σπινέλιου (Av.X244). (Δείγμα AT-5D-E)



Εικ. Γ.1.10. Συνύπαρξη επιδότου (Av.X246) με μαγνητίτη με απομειξίσεις υμενίτη (Av.X245). (Δείγμα AT-5D-E)



Εικ. Γ.1.11. Συνύπαρξη επιδότου (Av.X247), απλού μαγνητίτη (Αναλ. X248, X250) και χλωρίτη (Av.X249). (Δείγμα AT-5D-E)

Πίνακας Γ.1.16. Συγκεντρωτικός πίνακας των αποτελεσμάτων της ακτινοσκοπικής μελέτης, στα εδαφικά δείγματα από τις περιοχές Αταλάντης και Κυρτώνης.

	Qtz	Cal	Dol	Ank	Αστριοι		Ca-Αμφίβολοι		Fe-οξειδία			Ilt	Sem Gr	Tlc	Ορυκτά της ομάδας του Σερπεντίνη			
					Ab	Mc	Act	Tr	Mgh	Mag	Hem				Clc	Octl	Cctl	Lz
AT-1A-E	***	**	*		**		**	**	*	**	*	*	**	**	**		**	**
AT-1A-B	***				**		**	**	*	**	**	*	**	**	*		**	**
AT-4A-E	***		***		**		**	**	*	**	**	*	**				**	**
AT-4A-B	***		***	**	*		*	*	*	**	**	*	**				**	**
AT-5B-E	***	*	***	**	**		**	**	*	**	**	**	**	*	*		**	**
AT-5B-B	***		***	**	***		*	*	**	*	**	**	**		*		*	**
AT-5D-E	***	***	***	**	***		*	*	**	*	*	**	**	*	**		**	**
AT-5D-B	***	***	***	*	***		*	*	*	**	**	**	**	*	*		**	**
KL-7-E	***		*		*		**	**	*	**	*	**	**	*	*		**	**
KL-7-B	***		*		**		*	*	**	**	**	*	**	**			**	**
KL-9-E	***	***	*		*		*	*	**	**	**	**	**		**		**	**

*** = Κύρια ορυκτή φάση, ** = Επουσιόδης ορυκτή φάση, * = Πιθανή ορυκτή φάση

Πίνακας Γ.1.17. Συγκεντρωτικός πίνακας των αποτελεσμάτων της ακτινοσκοπικής μελέτης, στο στερεό υπόλειμμα που προέκυψε μετά την διαλυτοποίηση των εδαφικών δειγμάτων.

	Χαλαζίας	Αλβίτης	Φλογοπίτης	Ανατάσης	Βιοτίτης	Τοντοροκίτης	Χλωρίτης	Κλινόγλωφο
AT-1A-E	***	***	**					
AT-4A-E	***	***		**				
AT-5B-E	***	***		**				*
AT-5D-E	***	***						
KL-7E	***	***					*	
KL-9-E	***	***	*	*			*	

*** = Κύρια ορυκτή φάση, ** = Επουσιώδη ορυκτή φάση, * = Πιθανή ορυκτή φάση

Πίνακας Γ.1.18. Αντιπροσωπευτικές χημικές αναλύσεις μαγνητιτών.

Sample Analysis	KL-9 X252	KL-9 X256	KL-9 X267	AT-5D X209	AT-5D X235	AT-5D X238	AT-5D X245	AT-5D X248	AT-5D X250
SiO ₂	1,54	2,86	11,92	2,73	1,53	4,85	0,70	0,80	1,37
TiO ₂	-	-	-	2,78	10,68	4,05	8,36	2,19	2,73
Al ₂ O ₃	-	2,94	-	-	0,90	-	1,25	0,55	0,45
Cr ₂ O ₃	-	1,71	1,49	-	-	-	2,27	-	-
Fe ₂ O ₃	65,24	57,79	39,74	58,67	44,27	50,88	48,25	63,36	60,99
FeO	31,48	35,73	47,09	35,65	42,35	39,01	38,23	34,26	35,34
MnO	1,54	-	-	-	-	-	-	-	-
MgO	-	-	-	0,98	-	-	1,21	-	-
CaO	-	-	-	0,42	0,83	2,15	-	0,38	0,48
Total	99,79	101,04	100,24	101,25	100,55	100,94	100,26	101,55	101,36
Oxygens	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Si	0,473	0,847	3,472	0,813	0,457	1,434	0,210	0,240	0,412
Ti	0,000	0,000	0,000	0,622	2,403	0,901	1,879	0,496	0,617
Al	0,000	1,027	0,000	0,000	0,316	0,000	0,440	0,196	0,160
Cr	0,000	0,400	0,343	0,000	0,000	0,000	0,536	0,000	0,000
Fe(III)	15,055	12,878	8,713	13,129	9,964	11,330	10,848	14,334	13,783
Fe(II)	8,072	8,847	11,472	8,866	10,594	9,654	9,551	8,614	8,875
Mn	0,400	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mg	0,000	0,000	0,000	0,435	0,000	0,000	0,537	0,000	0,000
Ca	0,000	0,000	0,000	0,134	0,265	0,681	0,000	0,121	0,153
Total	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000

Πίνακας Γ.1.19. Αντιπροσ. χημικές αναλύσεις χλωριτών.

Sample Analysis	KL-9 X258	KL-9 X264	KL-9 X269	AT-5D X210	AT-5D X249
SiO ₂	39,98	32,96	42,36	37,75	34,50
TiO ₂	1,16	-	-	-	-
Al ₂ O ₃	18,45	16,23	18,10	16,07	15,36
FeO	22,54	3,06	13,39	6,24	11,45
MgO	2,76	34,54	17,49	28,88	20,79
CaO	0,70	-	1,89	0,09	0,47
K ₂ O	-	-	0,62	-	-
Cr ₂ O ₃	-	2,70	-	-	-
Total	85,59	89,49	93,85	89,03	82,57
Oxygens	28	28	28	28	28
Si	7,764	6,073	7,377	6,858	6,930
Al (IV)	0,236	1,927	0,623	1,142	1,070
Total	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Al (VI)	4,175	1,600	3,196	2,341	2,624
Ti	0,169	-	-	-	-
Cr	-	0,393	-	-	-
Fe(III)	2,386	0,037	1,383	0,675	0,873
Fe(II)	1,275	0,434	0,567	0,273	1,050
Mg	0,799	9,487	4,541	7,821	6,225
Ca	0,146	-	0,353	0,018	0,101
K	-	-	0,275	-	-
OH*	16,000	16,000	16,000	16,000	16,000
Total	32,950	35,952	34,315	35,126	34,873

* = OH calculated assuming full site occupancy

Πίνακας Γ.1.19. Αντιπροσωπευτικές χημικές αναλύσεις χλωριτών.

Sample Analysis	KL-9 X258	KL-9 X264	KL-9 X269	AT-5D X210	AT-5D X249
SiO ₂	39,98	32,96	42,36	37,75	34,50
TiO ₂	1,16	-	-	-	-
Al ₂ O ₃	18,45	16,23	18,10	16,07	15,36
FeO	22,54	3,06	13,39	6,24	11,45
MgO	2,76	34,54	17,49	28,88	20,79
CaO	0,70	-	1,89	0,09	0,47
K ₂ O	-	-	0,62	-	-
Cr ₂ O ₃	-	2,70	-	-	-
Total	85,59	89,49	93,85	89,03	82,57
Oxygens	28	28	28	28	28
Si	7,764	6,073	7,377	6,858	6,930
Al (IV)	0,236	1,927	0,623	1,142	1,070
Total	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Al (VI)	4,175	1,600	3,196	2,341	2,624
Ti	0,169	-	-	-	-
Cr	-	0,393	-	-	-
Fe(III)	2,386	0,037	1,383	0,675	0,873
Fe(II)	1,275	0,434	0,567	0,273	1,050
Mg	0,799	9,487	4,541	7,821	6,225
Ca	0,146	-	0,353	0,018	0,101
K	-	-	0,275	-	-
OH*	16,000	16,000	16,000	16,000	16,000
Total	32,950	35,952	34,315	35,126	34,873

* = OH calculated assuming full site occupancy

Πίνακας Γ.1.20. Αντιπροσωπευτικές χημικές αναλύσεις χρωμιτών.

Sample Analysis	KL-9 X259	KL-9 X262	AT-5D X224
Al ₂ O ₃	31,17	8,58	26,51
Cr ₂ O ₃	34,93	63,45	36,37
FeO	17,79	19,23	23,75
MgO	13,86	8,87	10,48
CaO	0,25	-	0,34
Total	98	100,13	97,45

Oxygens	32	32	32
Al	8,803	2,709	7,823
Cr	6,618	13,439	7,200
Fe(III)	0,578	-	0,978
Total	16,000	16,148	16,000
Fe(II)	2,985	4,309	3,995
Mg	4,950	3,543	3,913
Ca	0,064	-	0,092
Total	8,000	7,852	8,000

Πίνακας Γ.1.21. Αντιπροσωπευτικές χημικές αναλύσεις αστρίων.

Sample Analysis	AT-5D X236	AT-5D X243
SiO ₂	67,12	67,25
Al ₂ O ₃	18,83	19,19
CaO	0,27	0,82
Na ₂ O	10,91	10,75
K ₂ O	0,29	-
Total	97,42	98

Oxygens	32	32
Si	12,028	11,975
Al	3,977	4,026
Ca	0,052	0,156
Na	3,790	3,709
K	0,066	-
Total	19,912	19,866
An%	1,3	4,0
Ab%	97,0	96,0
Or%	1,7	0,0

Πίνακας Γ.1.22. Αντιπροσωπευτικές χημικές αναλύσεις ορυκτών της ομάδας του επιδότου.

Samp. Anal.	AT-5D X237	AT-5D X241	AT-5D X246	AT-5D X247
SiO ₂	39,05	37,11	37,83	36,64
Al ₂ O ₃	23,08	22,34	23,71	21,43
Fe ₂ O ₃	7	7,02	4,41	14,18
MgO	2,32	2,56	6,39	-
CaO	21,37	21,3	19,83	22,03
Total	92,82	90,33	92,17	94,28

Oxygens	25	25	25	25
Si	3,173	3,094	3,019	3,011
Al (IV)	2,210	2,195	2,230	2,075
Total	5,383	5,290	5,250	5,086
Fe(III)	0,968	1,004	0,606	2,022
Mg	0,281	0,318	0,760	0,000
Ca	1,860	1,903	1,696	1,939
Total	3,110	3,225	3,062	3,961

Πίνακας Γ.1.23. Αντιπροσωπευτικές χημικές αναλύσεις σπινελίων.

Sample Analysis	AT-5D X244	AT-5D X212	AT-5D X215	AT-5D X224
Al ₂ O ₃	15,74	44,95	14,98	25,54
Cr ₂ O ₃	52,08	16,10	53,73	35,04
FeO	15,05	13,66	15,97	22,88
MgO	15,97	17,07	9,30	10,10
CaO	-	-	0,36	0,33
Total	98,84	91,78	94,34	93,89

Oxygens	4	4	4	4
Al	0,589	1,565	0,599	0,993
Cr	1,307	0,376	1,442	0,914
Fe(III)	0,136	0,078	-	0,122
Fe(II)	0,264	0,259	0,453	0,509
Mg	0,756	0,752	0,471	0,497
Ca	-	-	0,013	0,012
Total	3,052	3,030	2,979	3,047
Fe#	34,59	30,98	49,06	55,96
Cr#	68,94	19,37	70,64	47,93
Mg#	74,14	74,37	50,94	49,39

$$Fe\# = 100 * Fe / (Fe + Mg), Cr = 100 * Cr / (Cr + Al), Mg = 100 * Mg / (Mg + Fe(II))$$

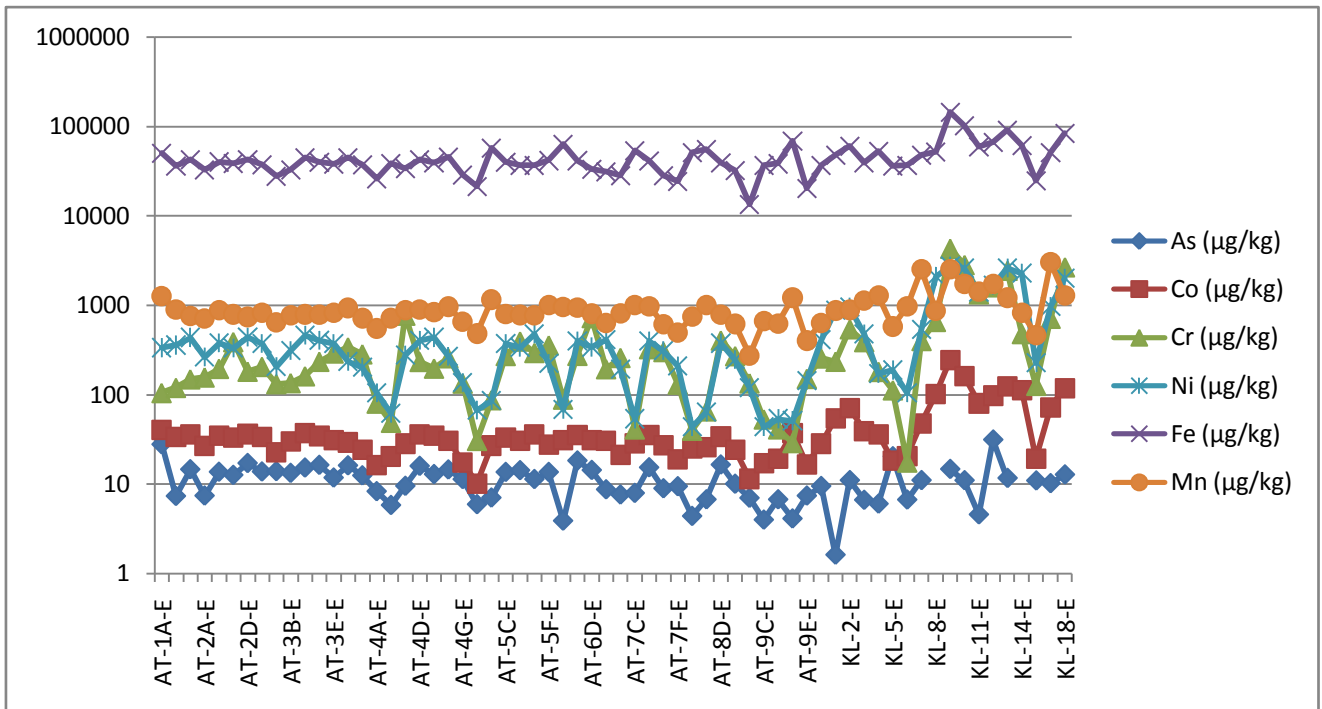
Γ.1.1.6. ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ ΕΔΑΦΩΝ – ΧΑΡΤΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ

Όπως έχει προαναφερθεί, στα πλαίσια της παρούσας μελέτης καταβλήθηκε προσπάθεια από κάθε θέση δειγματοληψίας να συλλεχθούν δύο δείγματα (Εικ. Γ.1.1, 2, Πιν. Γ.1.1) το πρώτο από βάθος 0-25cm και το δεύτερο από βάθος 25-50cm. Χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων (Πιν. Γ.1.2, 3) από τα δείγματα και των δύο οριζόντων, κατασκευάστηκαν δύο σειρές διαγραμμάτων (Παράρτημα Β, Εικ. Γ.1.12Α-45Α, Γ.1.12Β-45Β) για τα στοιχεία που αναλύθηκαν, αποσκοπώντας στο να διαπιστωθεί το είδος της συσχέτισης ανάμεσα στις συγκεντρώσεις κάθε στοιχείου στους δύο οριζόντες, αλλά και παράλληλα να γίνει μια παραστατική σύγκριση των συγκεντρώσεων τους.

Παρατηρώντας τα διαγράμματα των εικόνων Γ.1.12Α-45Α στο Παράρτημα Β, διαπιστώνεται ότι σχεδόν σε όλα τα κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία, παρουσιάζονται ιδιαίτερα ικανοποιητικές γραμμικές συσχετίσεις ανάμεσα στις συγκεντρώσεις των δειγμάτων του επιφανειακού οριζοντα και στις συγκεντρώσεις των δειγμάτων από τον οριζοντα βάθους. Εξετάζοντας τα διαγράμματα των εικόνων Γ.1.12Β-45Β στο Παράρτημα Β, γίνεται εμφανές το γεγονός ότι σε κανένα στοιχείο δεν διαπιστώνεται ο ένας εδαφικός οριζοντα να είναι πιο εμπλουτισμένος έναντι του άλλου. Στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων, οι τιμές των συγκεντρώσεων ανάμεσα στους δύο εδαφικούς οριζόντες είναι ιδιαίτερα κοντά σε όλα σχεδόν τα στοιχεία, με διαφοροποιήσεις να παρατηρούνται μόνο σε μεμονωμένες θέσεις. Εξάιρεση στα παραπάνω παρουσιάζουν μόνο τα στοιχεία στα οποία κατά τον ποιοτικό έλεγχο των αποτελεσμάτων, το bias ήταν υψηλό π.χ. S, Si (Κεφ. Β.2.4).

Από την εξέταση των συγκεντρώσεων των διαφόρων στοιχείων που αναλύθηκαν στα εδαφικά δείγματα στις περιοχές της Αταλάντης και της Κυρτώνης (Πιν. Γ.1.1,2) διαπιστώνεται ότι οι συγκεντρώσεις των στοιχείων Co, Ni, Cr, As, Fe, Mn συμμεταβάλλονται (Εικ. Γ.1.46), παρουσιάζοντας τις μεγαλύτερες τιμές συγκεντρώσεων στην περιοχή της Κυρτώνης, όπου και έχουμε την εμφάνιση υγειών υπερβασικών σχηματισμών της οφ. σειράς, ενώ στην περιοχή της Αταλάντης έχουμε χαμηλότερες τιμές συγκεντρώσεων. Οι τοπικά μέγιστες συγκεντρώσεις στην Αταλάντη εντοπίζονται στο κέντρο του κάμπου και συνεχίζονται προς τα ανατολικά (Χαρ. Γ.1.1-6).

Τα στοιχεία Co, Ni, Cr, As, Fe, Mn προέρχονται από διαδικασίες αποσάθρωσης των υπερβασικών σχηματισμών (Alexander et al., 1989; Brooks, 1987; Gasser & Dahlgren, 1994; Gough et al. 1989; Oze et al., 2003; Schreier et al., 1987). Στη περιοχή μελέτης ο εμπλουτισμός του εδάφους στα συγκεκριμένα στοιχεία είναι πολύ μεγαλύτερος στις περιοχές που γειτνιάζουν άμεσα με εμφανίσεις υπερβασικών σχηματισμών της οφ. σειράς. Παρόλα αυτά, σοβαρός εμπλουτισμός του εδάφους διαπιστώνεται και σε σχετικά μεγάλη απόσταση από τους υπερβασικούς σχηματισμούς της οφ. σειράς, στον κάμπο της Αταλάντης, στον οποίο όπως διαπιστώθηκε από την ορυκτολογική μελέτη των εδαφικών του δειγμάτων (Παρ. Γ.1.1.6) ότι υπάρχει τροφοδοσία του από αποσαθρωμένο υλικό των υπερβασικών σχηματισμών, οι οποίοι τοπογραφικά τοποθετούνται υψηλότερα. Η τροφοδοσία αυτή επιτυγχάνεται κυρίως μέσω του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής, το οποίο περνάει από τον κάμπο της Αταλάντης και καταλήγει ανατολικά στην θάλασσα και πιθανότατα συμπληρώνεται και μέσω αιολικής μεταφοράς.



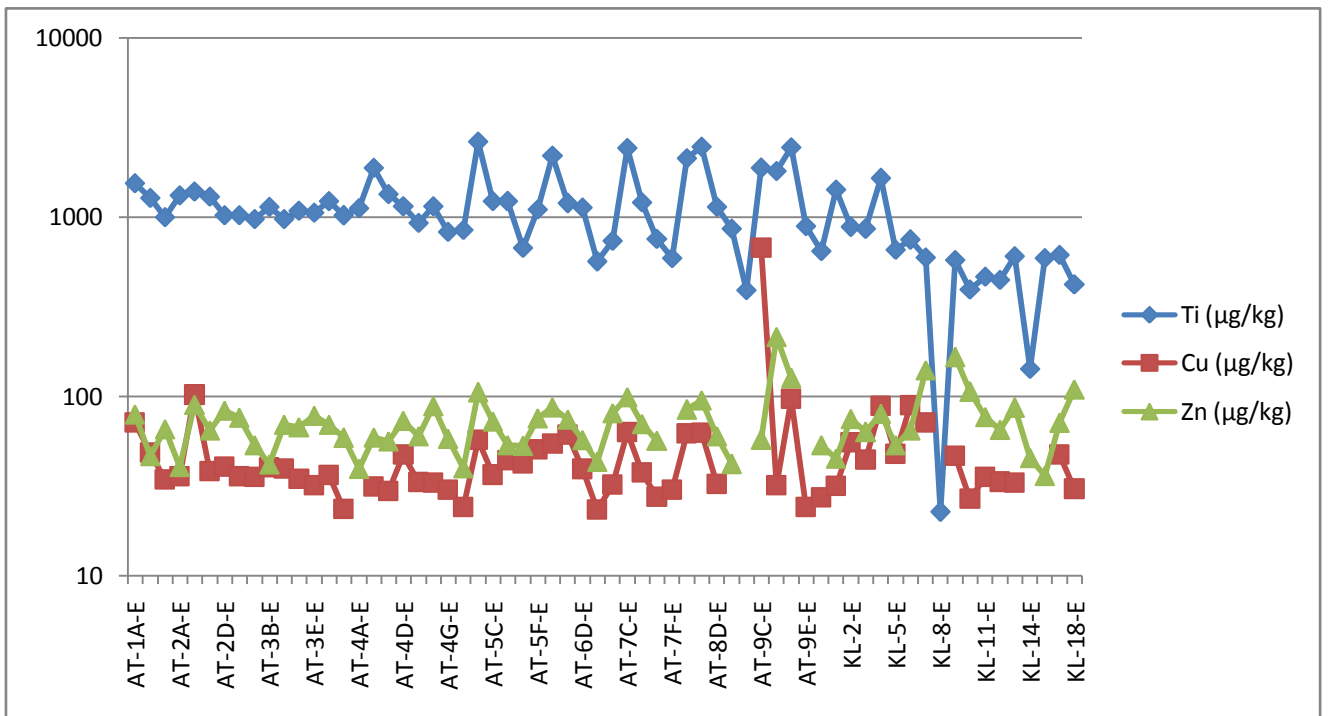
Εικ. Γ.1.46. Διάγραμμα συγκεντρώσεων As, Co, Cr, Ni στα εδάφη της Αταλάντης και της Κυρτώνης.

Αντίστοιχα, κοινή εικόνα ως προς την μεταβολή των συγκεντρώσεων τους παρουσιάζουν και τα στοιχεία Cu, Zn, Ti (Πιν. Γ.1.2, 3, Εικ. Γ.1.47). Δηλαδή, παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές συγκεντρώσεων τους στα ΝΔ (Χαρ. Γ.1.7-9) και πιο συγκεκριμένα στους πρόποδες του Όρους Χλωμού (ΒΑ τμήμα), κοντά στην πόλη της Αταλάντης. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι στην συγκεκριμένη περιοχή, έχουμε εμφάνιση των Λιθανθρακοπέδων σχηματισμών, που αποτελούνται από γραουβάκες, κροκαλοπαγή χαλαζίτες, γλαυκοφανιτικούς σχιστόλιθους, μάργες, ψαμίτες, κερατοφυρικούς πράσινους τόφφους και λεπτά στρώματα σκουρόχρωμων ασβεστολίθων. Όσον αφορά την κατανομή των συγκεντρώσεων των συγκεκριμένων στοιχείων, διαπιστώνεται ότι ο Zn και ο Cu (Χαρ. Γ.1.7, 8) παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές κοντά στην πόλη της Αταλάντης, αλλά και κοντά στις εμφανίσεις των υπερβασικών σχηματισμών της οφ. σειράς (Κυρτώνη). Μελετώντας προσεκτικά τους χάρτες κατανομής, γίνεται εμφανές ότι η συγκέντρωση Zn μειώνεται έντονα μόλις απομακρυνόμαστε από τους υπερβασικούς σχηματισμούς της οφ. σειράς, ενώ κάτι αντίστοιχο δεν διαπιστώνεται στην περιοχή που είναι η πόλη της Αταλάντης. Η συμπεριφορά του Ti διαφοροποιείται, καθώς παρουσιάζει παραπλήσιες τιμές συγκεντρώσεων στην περιοχή της Κυρτώνης, με τις συγκεντρώσεις που διαπιστώνονται στον υπόλοιπο κάμπο της Αταλάντης, αφήνοντας να ξεχωρίζουν ευδιάκριτα τα δείγματα κοντά στην πόλη της Αταλάντης για τις αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων που παρουσιάζουν (Χαρ. Γ.1.9). Πιθανότατα ο Zn, ο Cu και το Ti έχουν σαν κύρια πηγή προέλευσης τους πετρώματα από τους Λιθανθρακοπέδους σχηματισμούς, τα οποία φαίνεται να έχουν επηρεάσει τα εδάφη σε σχετικά μικρή ακτίνα, καθώς οι συγκεντρώσεις μειώνονται με σχετικά μεγάλο ρυθμό, καθώς

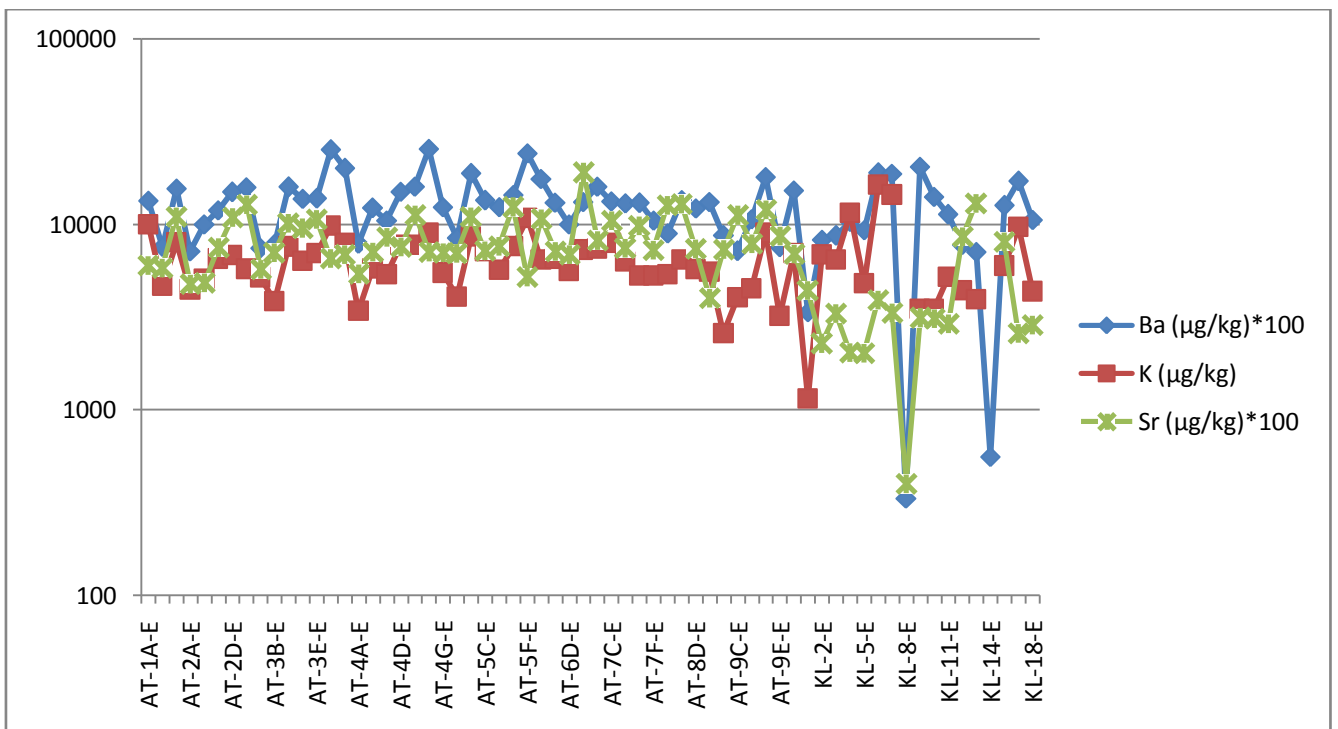
απομακρυνόμαστε από τα όρια του σχηματισμού. Το φαινόμενο αυτό πρέπει να οφείλεται στο γεγονός ότι στη συγκεκριμένη περιοχή η κλίση του εδάφους είναι σχετικά μικρή. Όσον αφορά το Zn και το Cu, διαπιστώνεται ότι πηγή τροφοδοσίας των συγκεκριμένων στοιχείων είναι και οι υπερβασικοί σχηματισμοί της οφ. σειράς, στην περίπτωση των οποίων, φαίνεται ότι η ακτίνα επιρροής είναι σαφώς μεγαλύτερη. Γεγονός το οποίο οφείλεται πιθανότατα στην αρκετά απότομη μορφολογία της συγκεκριμένης περιοχής, η οποία σε συνδυασμό με το υδρογραφικό δίκτυο, βοηθά στην ευκολότερη και ταχύτερη μεταφορά του αποσαθρωμένου υλικού.

Παρατηρώντας τις τιμές των συγκεντρώσεων Ba, K, Sr (Πιν. Γ.1.2, 3) και με τη βοήθεια του διαγράμματος της εικόνας Γ.1.48, διαπιστώνεται ότι οι συγκεντρώσεις των συγκεκριμένων στοιχείων συμμεταβάλλονται. Γεγονός το οποίο επαληθεύεται και από τους αντίστοιχους χάρτες κατανομής των συγκεντρώσεων (Χαρ. Γ.1.10, 11, 12). Τα στοιχεία αυτά είναι παρόντα στο μεγαλύτερο μέρος του κάμπου της Αταλάντης και οι μέγιστες τιμές συγκεντρώσεων τους παρουσιάζονται στα δείγματα νότια από τις Λιβανάτες (ΒΑ άκρο κάμπου της Αταλάντης). Αντίστοιχη εικόνα κατανομής παρουσιάζει και το Ca (Χαρ. Γ.1.13). Η συγκεκριμένη θετική ανωμαλία, η οποία είναι παρούσα και στα δείγματα επιφάνειας και στα δείγματα βάθους, οφείλεται στους γύρω ορεινούς όγκους, οι οποίοι δομούνται από ασβεστιτικά πετρώματα. Χαρακτηριστικό είναι ότι οι υψηλότερες τιμές εντοπίζονται σε δείγματα από Νεογενείς σχηματισμούς στο ΒΔ άκρο της μελετηθείσας περιοχής, όπου γειτνιάζουν στον λόφο του προφ. Ηλία (ΒΣ του Μεγαπλάτανου), ο οποίος έχει τροφοδοτήσει με ασβεστιτικό υλικό τον σχηματισμό των Νεογενών που εντοπίζεται στους πρόποδες του.

Προχωρώντας, ενδιαφέρουσα είναι η εικόνα κατανομής της συγκέντρωσης του Na, όπου υψηλές συγκεντρώσεις παρατηρούνται στο ΝΑ και αντιδιαμετρικά στο ΒΔ άκρο του κάμπου της Αταλάντης μόνο. Όσον αφορά τις συγκεντρώσεις στα ΝΑ, αυτές οφείλονται στην θάλασσα, αφού η συγκεκριμένη περιοχή είναι παραθαλάσσια, με υψόμετρο πολύ κοντά στη στάθμη της θάλασσας, με αποτέλεσμα κατά περιόδους να κατακλύζεται από αυτή. Αντίθετα, στο ΒΔ άκρο του κάμπου δεν υπάρχει κάποιος προφανείς λόγος επιβάρυνσης σε Na. Σε αυτό το σημείο πρέπει να επισημανθεί πως στην ΝΑ περιοχή (κοντά στην θάλασσα), αντίστοιχη επιβάρυνση σε Na παρουσιάζουν και τα δείγματα επιφάνειας και τα δείγματα βάθους, αντίθετα με την ΒΔ περιοχή, όπου υψηλές τιμές συγκεντρώσεων παρουσιάζουν μόνο τα επιφανειακά δείγματα, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η συγκεκριμένη ανωμαλία οφείλεται σε κάποια πρόσφατη δραστηριότητα, πιθανόν ανθρωπογενούς φύσεως, όπως η γεωργία με χρήση λιπασμάτων.



Εικ. Γ.1.47. Διάγραμμα συγκεντρώσεων Cu, Fe, Mn, Ti, Zn στα εδάφη της Αταλάντης και της Κυρτώνης.



Εικ. Γ.1.48. Διάγραμμα συγκεντρώσεων Ba και K στα εδάφη της Αταλάντης και της Κυρτώνης.

Εξετάζοντας τις συγκεντρώσεις των στοιχείων S και P (Πιν. Γ.1.2, 3) και την κατανομή τους στο χώρο (Χαρ. Γ.1.15, 16), το πρώτο ενδιαφέρον στοιχείο που διαπιστώνεται, είναι πως οι συγκεντρώσεις από τα δείγματα της Κυρτώνης υστερούν σε σύγκριση με τις συγκεντρώσεις των δειγμάτων του κάμπου της Αταλάντης. Μάλιστα, οι συγκριτικά μεγαλύτερες συγκεντρώσεις εντοπίζονται στο ΒΔ άκρο της μελετηθείσας περιοχής και στο Νότιο μέρος του κάμπου της Αταλάντης. Παρατηρώντας προσεκτικά τον γεωλογικό χάρτη της περιοχής, διαπιστώνεται ότι τα εν λόγω δείγματα, εντοπίζονται είτε πάνω σε Νεογενείς σχηματισμούς (ΒΔ άκρο του κάμπου), είτε πολύ κοντά σε αυτούς (Ν μέρος του κάμπου), σε αντίθεση με όλο τον υπόλοιπο κάμπο της Αταλάντης, ο οποίος τουλάχιστον επιφανειακά δομείται από αλλούβιες αποθέσεις.

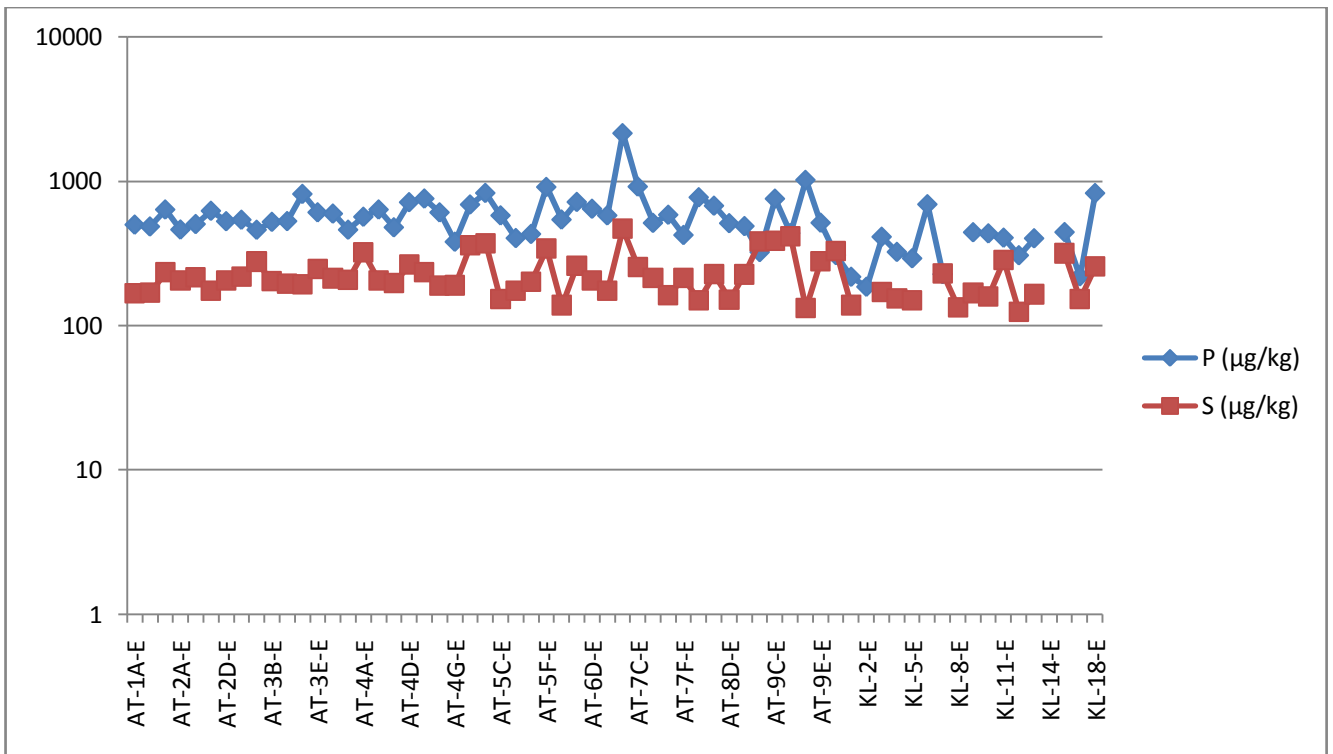
Τα στοιχεία S και P σαν κύρια πηγή προέλευσης τους έχουν τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται κατά τις αγροτικές δραστηριότητες, άρα σαν φυσικό επακόλουθο είναι να παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες τιμές συγκεντρώσεων στις περιοχές που έχουμε έντονη αγροτική δραστηριότητα, όπως ο κάμπος της Αταλάντης.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει και το γεγονός ότι η κατανομή των συγκεντρώσεων Mg και U (Πιν. Γ.1.2, 3, Χαρ. Γ.1.17, 18) είναι παρόμοια. Πιο αναλυτικά, οι μέγιστες συγκεντρώσεις Mg παρατηρούνται στους Νεογενείς σχηματισμούς που εντοπίζονται Βόρεια της Κυρτώνης. Αυτή η θετική ανωμαλία επεκτείνεται βόρεια, όντας παρούσα στα δείγματα AT-1A έως AT-5A και AT-1-B έως AT-6B που είναι τα νοτιότερα δείγματα του κάμπου της Αταλάντης, φτάνοντας ανατολικά μέχρι την θάλασσα.

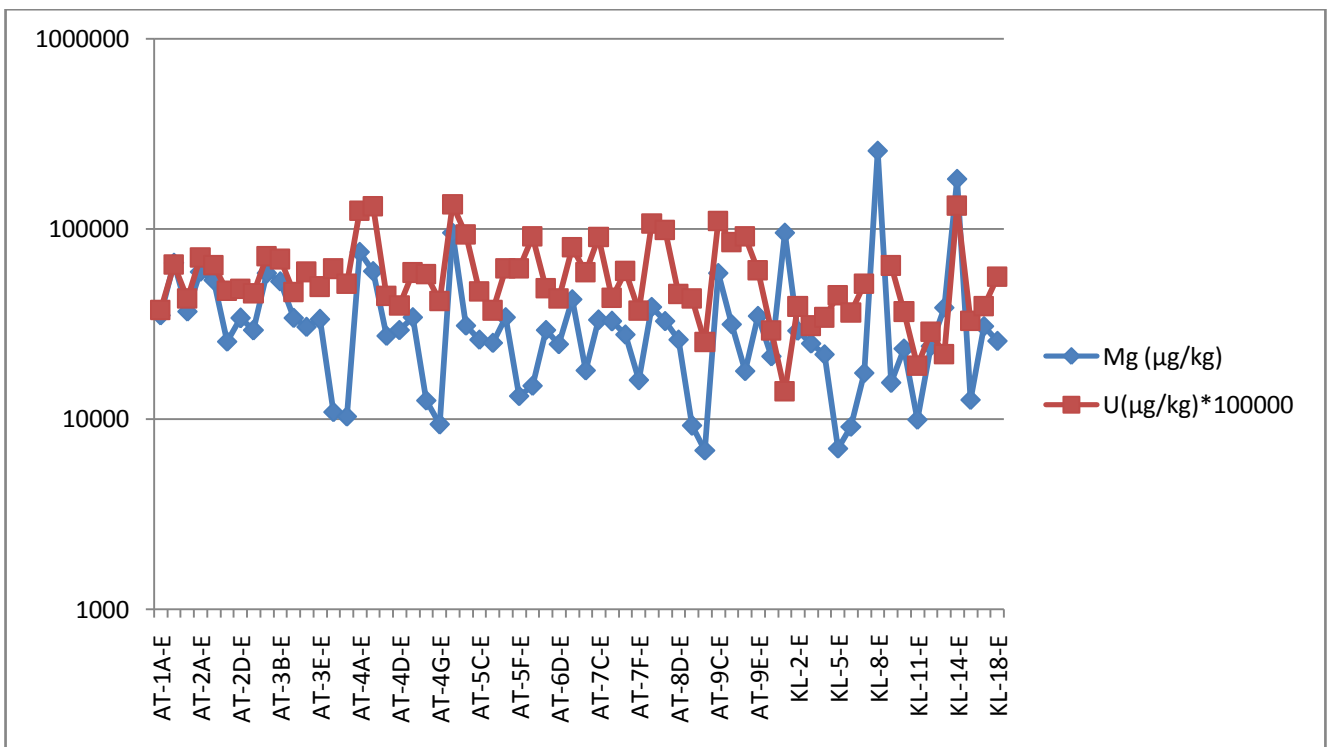
Παραπλήσια είναι και η εικόνα της κατανομής συγκεντρώσεων U (Χαρ. Γ.1.18), μόνο που σε αυτή την περίπτωση οι υψηλότερες τιμές παρουσιάζονται στο νότιο τμήμα του κάμπου της Αταλάντης (AT-3A έως AT-5A και AT-4B έως AT-6B) και συνεχίζεται δυτικότερα στα πρώτα δείγματα που συλλέχθηκαν γύρω από το Χλωμό (AT-7C έως AT-9C). Μία μικρότερης έντασης θετική ανωμαλία διαπιστώνεται και στην περιοχή κοντά στο λόφο του προφ. Ηλία (BA του Μεγαλοπόταμου), όπου δομείται από ανθρακικούς σχηματισμούς (ασβεστόλιθους και δολομίτες).

Η πηγή προέλευσης και στις δύο περιπτώσεις (Mg, U) είναι οι δολομιτικοί σχηματισμοί που δομούν μεγάλο μέρος του Όρους Χλωμού. Ενδιαφέρον παρουσιάζει ο δρόμος τροφοδοσίας, καθώς αυξημένες συγκεντρώσεις δεν παρατηρούνται ακτινωτά γύρω από το Χλωμό προς όλες τις κατευθύνσεις, αλλά μόνο προς την συγκεκριμένη διεύθυνση. Για αυτό πιθανότατα υπεύθυνοι είναι γεωμορφολογικοί παράγοντες, όπως για παράδειγμα το γεγονός ότι μέσω της συγκεκριμένης περιοχής που παρουσιάζονται οι μέγιστες συγκεντρώσεις περνάει το υδρογραφικό δίκτυο, που αποστραγγίζει ένα μεγάλο μέρος (1/2-1/3) του Χλωμού.

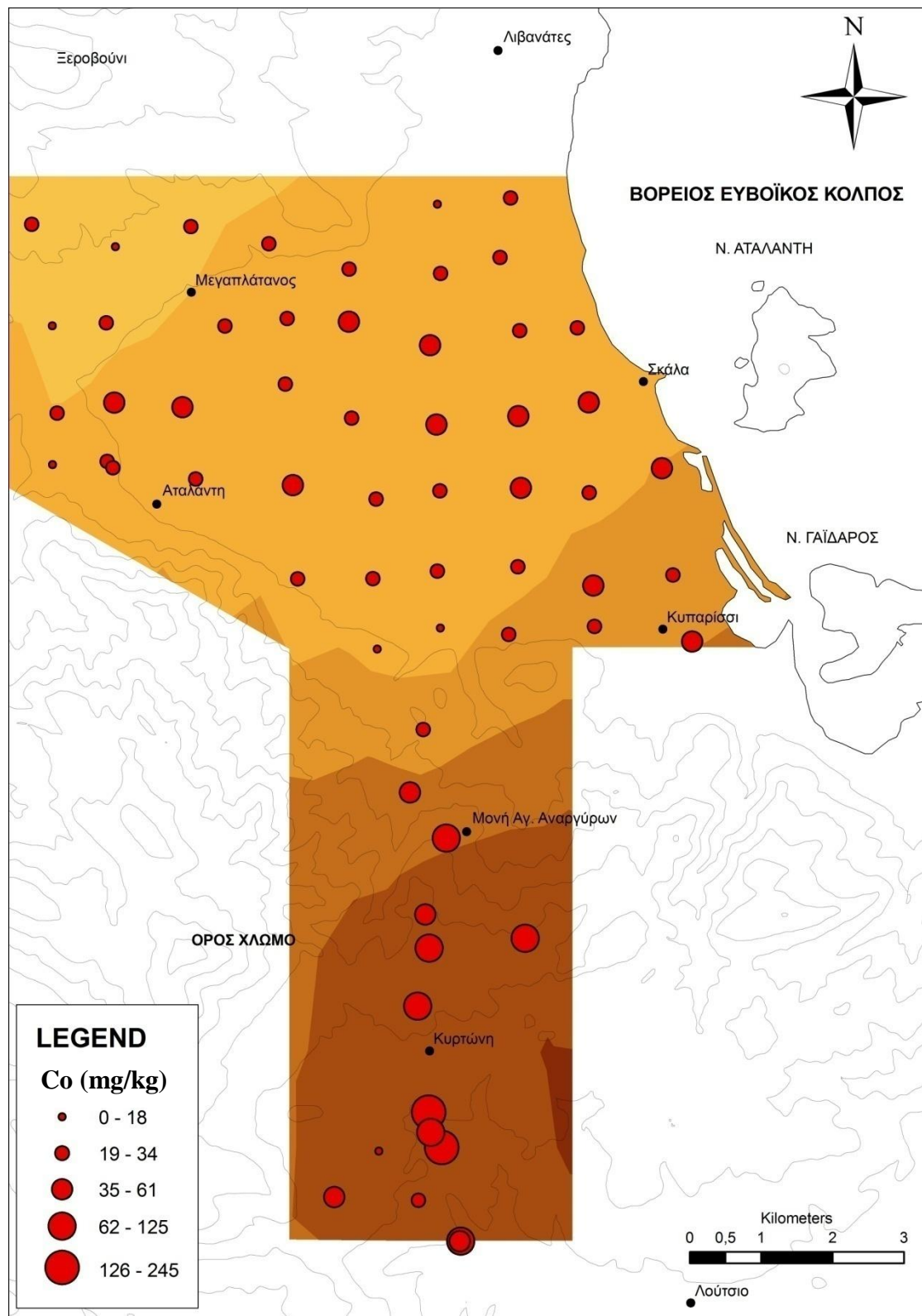
Τέλος, υπάρχουν και στοιχεία όπου παρατηρώντας του χάρτες κατανομής της συγκέντρωσης τους, δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί κάποια σύνδεση με κάποιο γεωλογικό σχηματισμό ή κάποια φυσική ή ανθρωπογενή διεργασία. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε την περίπτωση του Se (Πιν. Γ.1.2, 3, Χαρ. Γ.1.19).



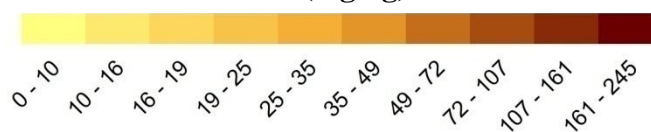
Εικ. Γ.1.49. Διάγραμμα συγκεντρώσεων P και S στα εδάφη της Αταλάντης και της Κυρτώνης.



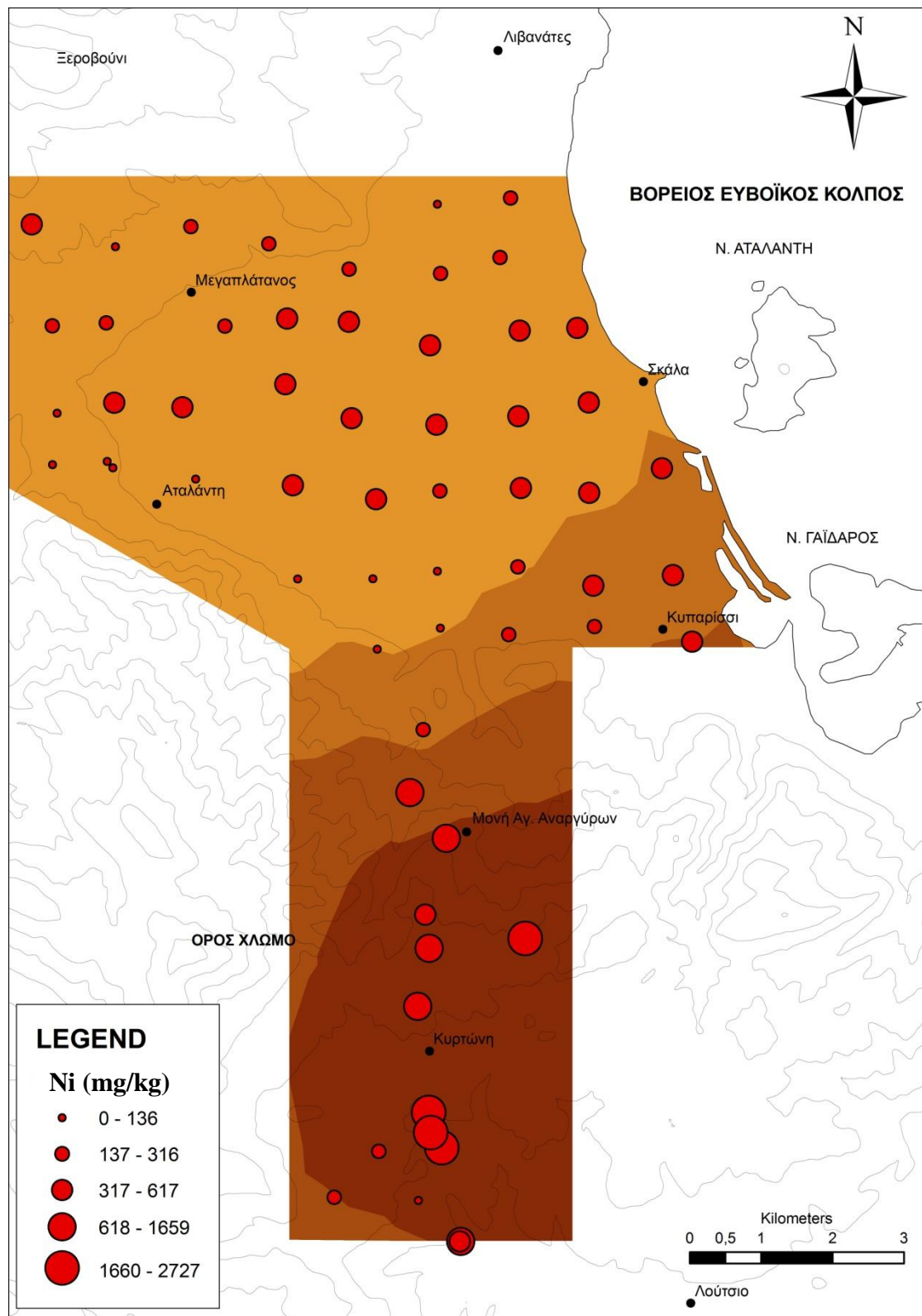
Εικ. Γ.1.50. Διάγραμμα συγκεντρώσεων Mg και U στα εδάφη της Αταλάντης και της Κυρτώνης.



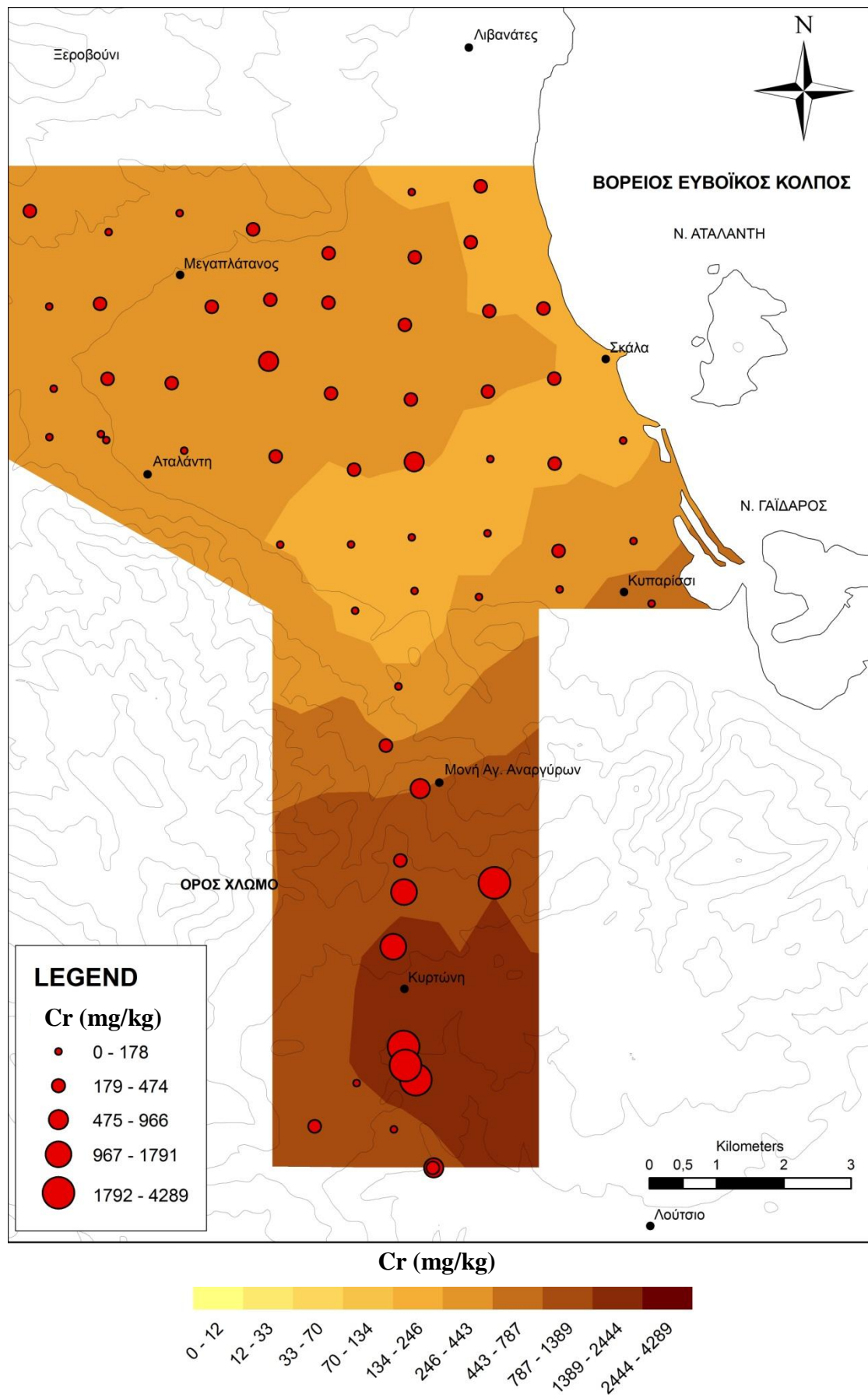
Co (mg/kg)



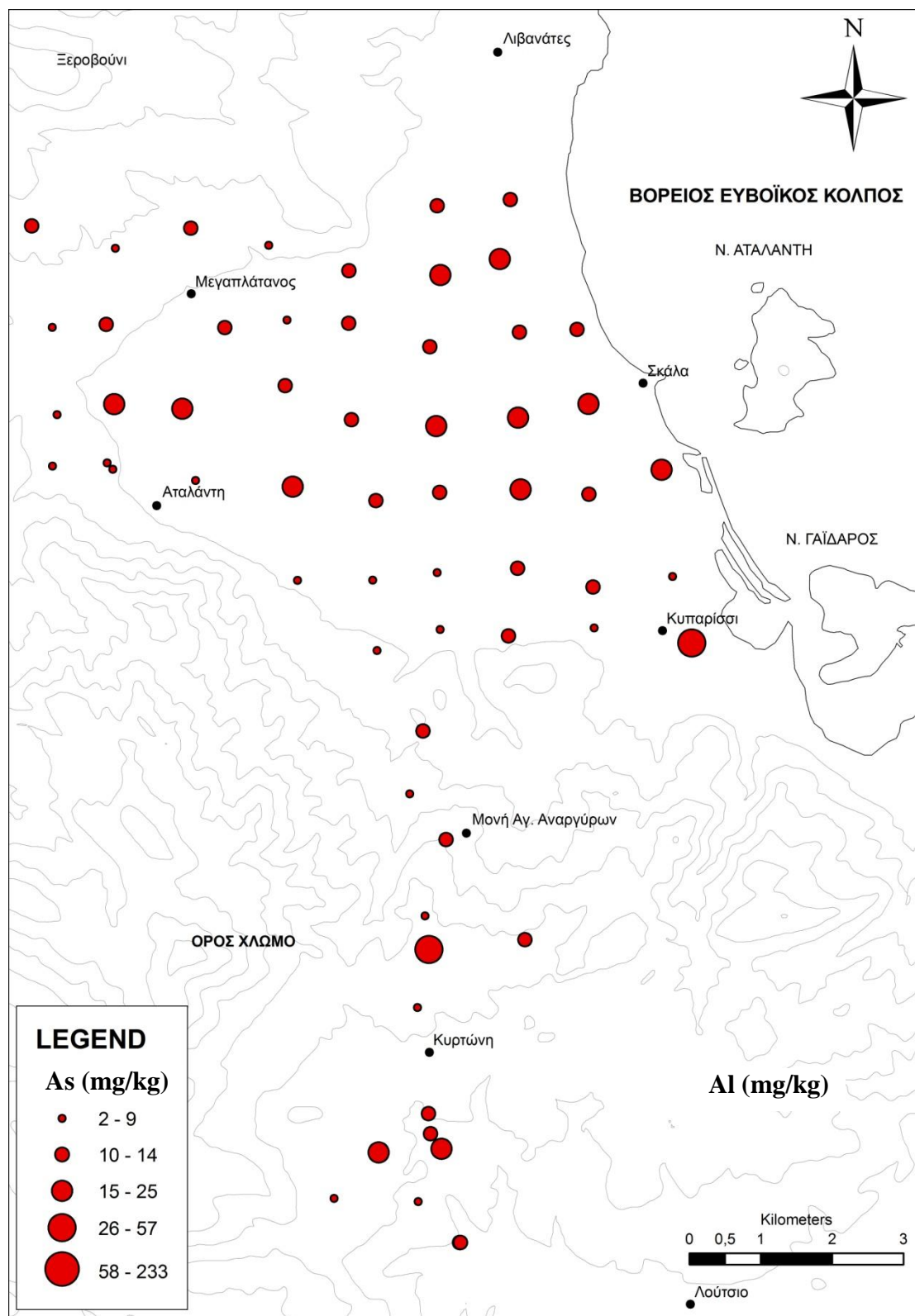
Χάρτης Γ.1.1. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής συγκεντρώσεως Co στα εδάφη των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



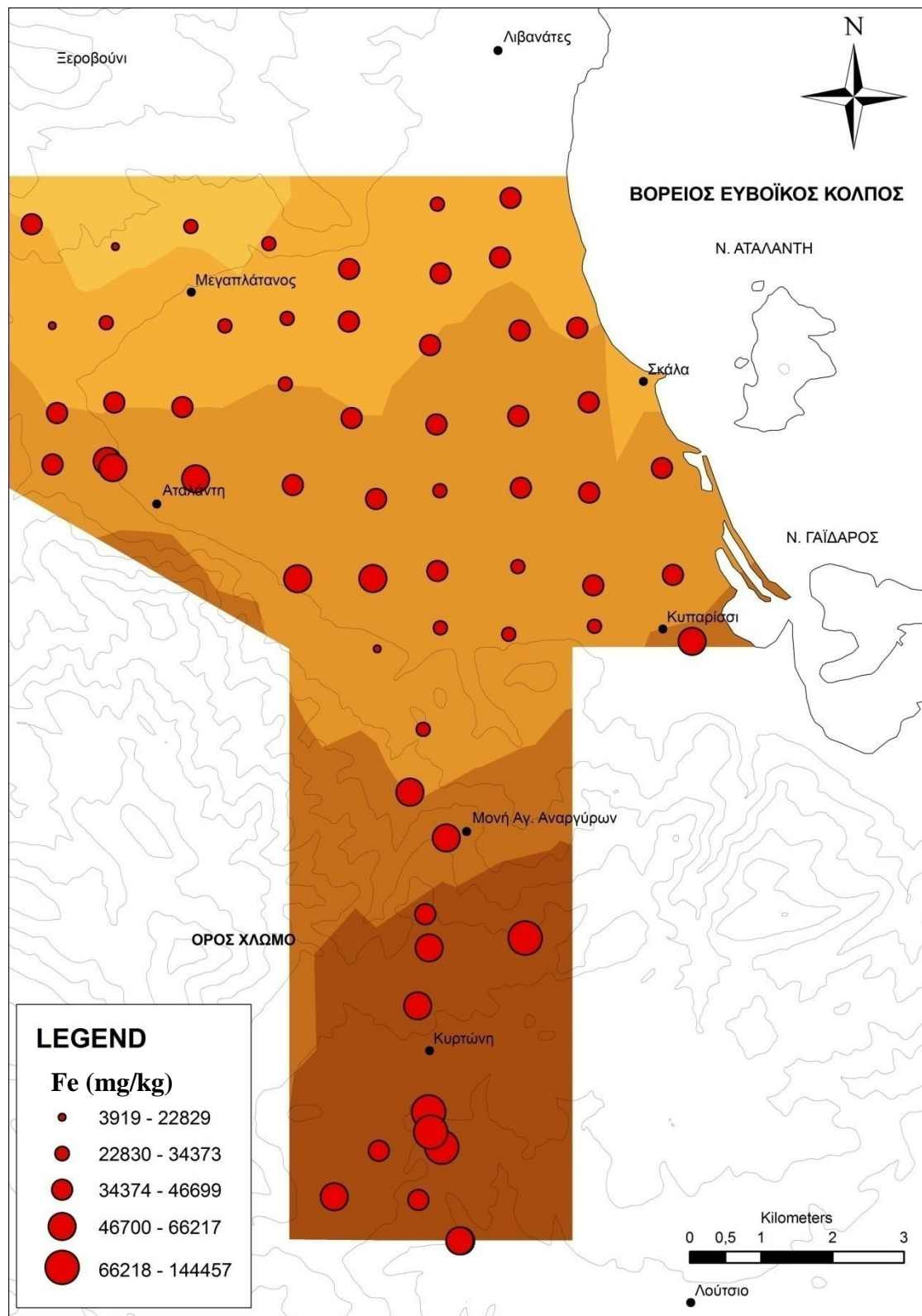
Χάρτης Γ.1.2. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής συγκεντρώσεως Ni στα εδάφη των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



Χάρτης Γ.1.3. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής συγκεντρώσεως Cr στα εδάφη των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



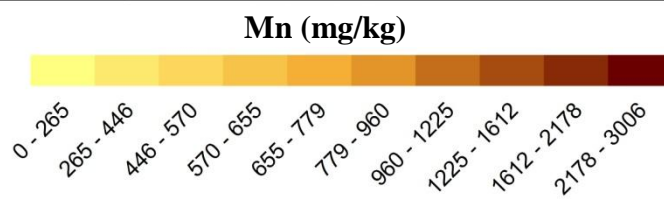
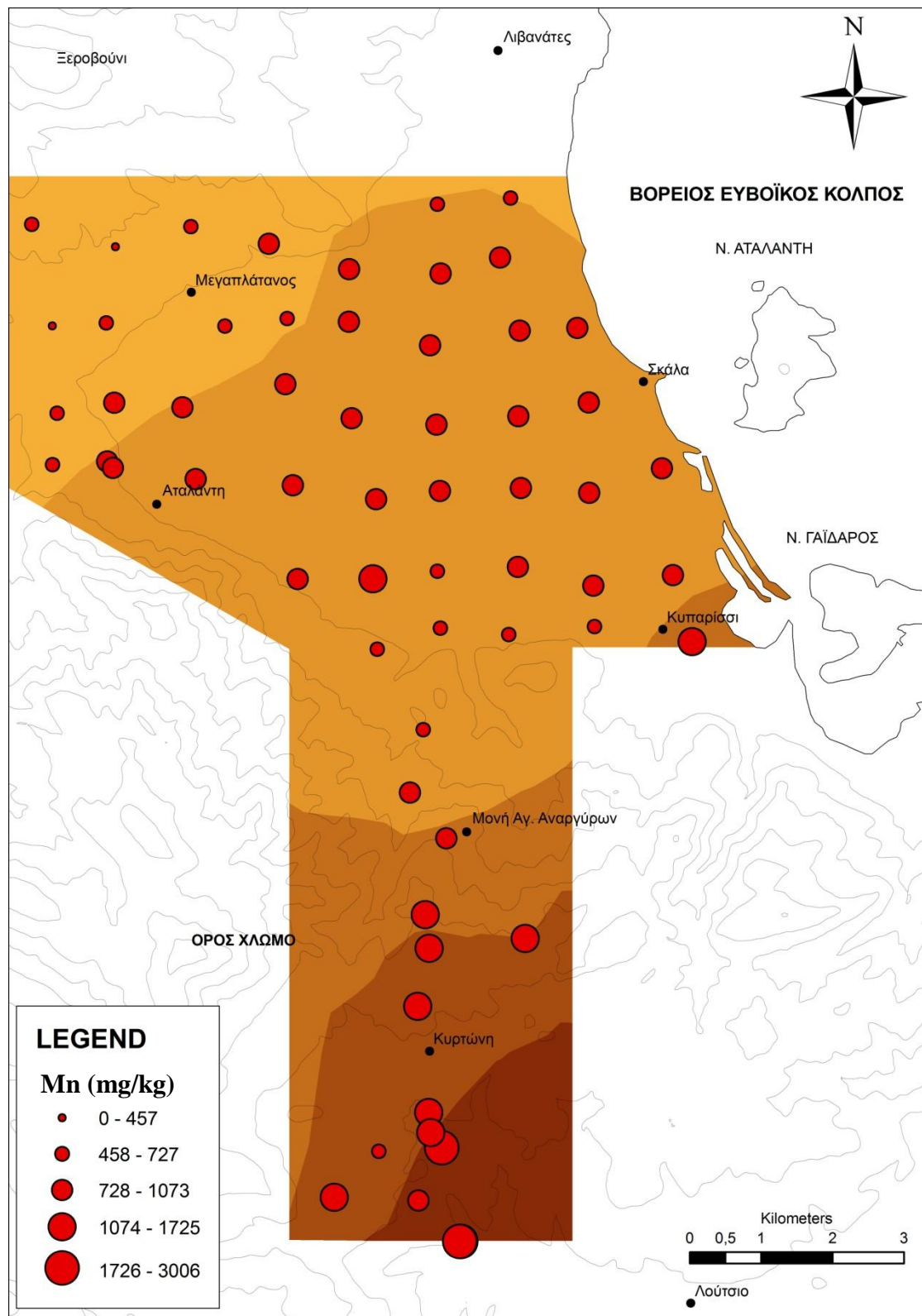
Χάρτης Γ.1.4. Χάρτης της κατανομής συγκεντρώσεως As στα εδάφη των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



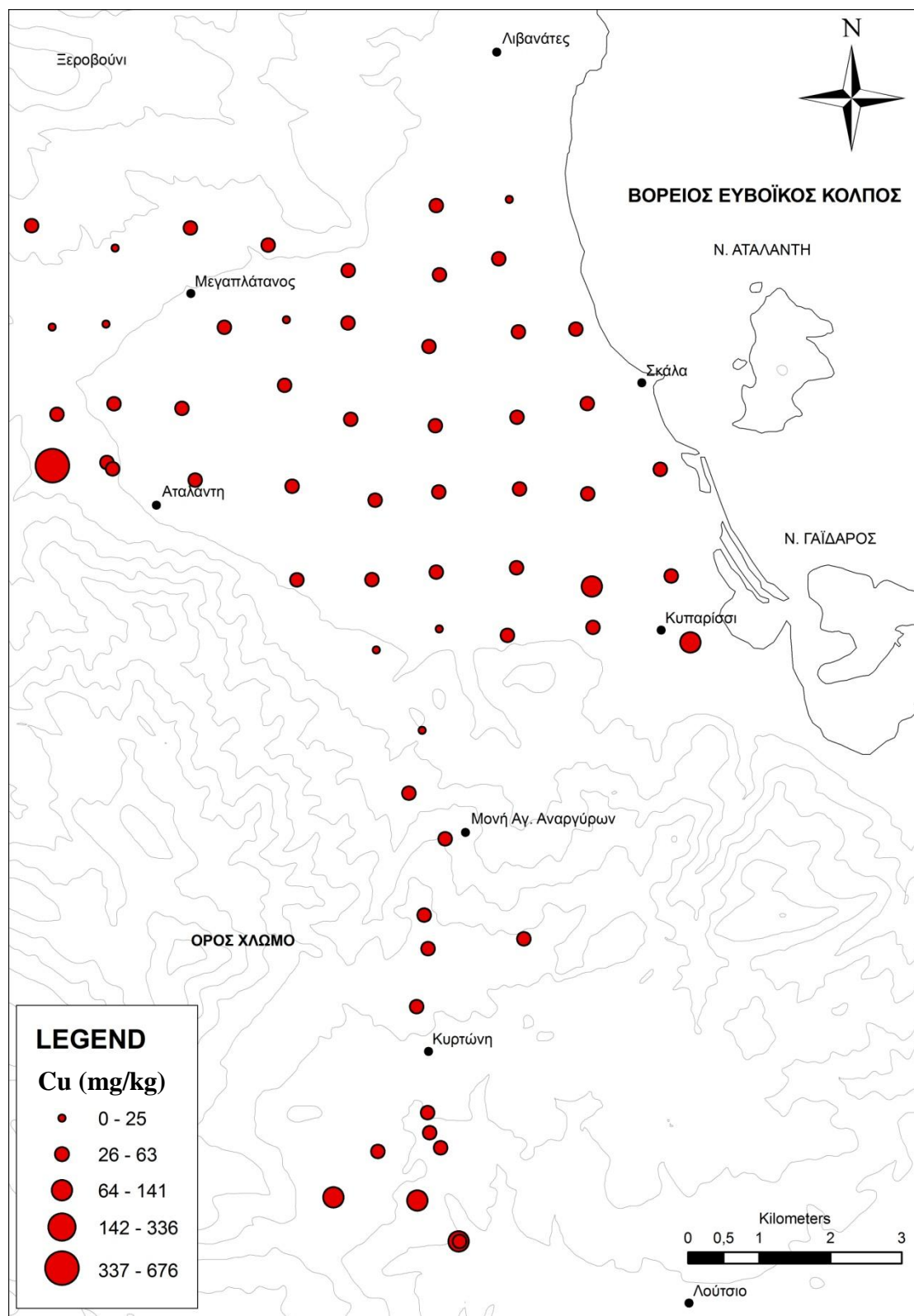
Fe (mg/kg)



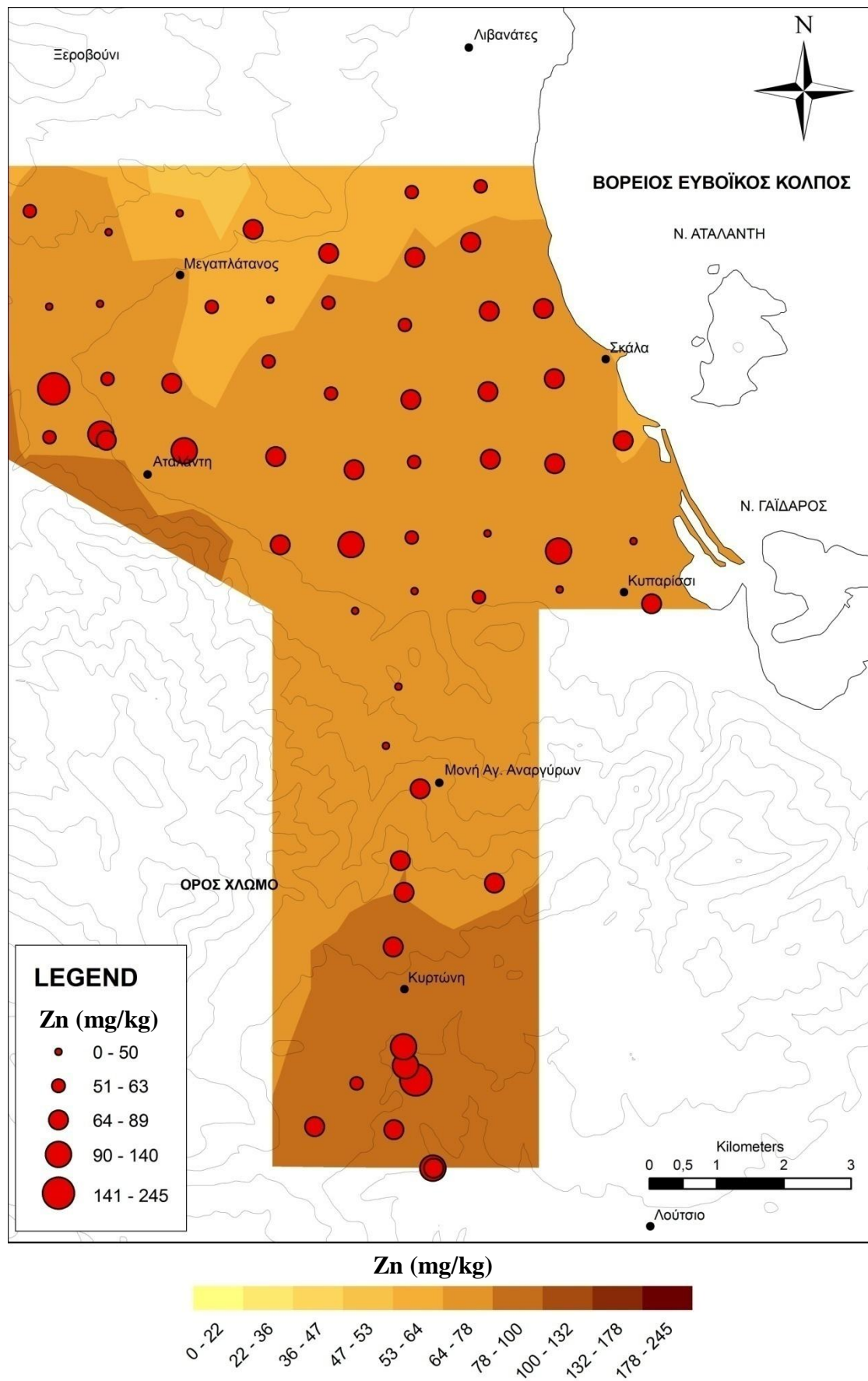
Χάρτης Γ.1.5. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής συγκεντρώσεως Fe στα εδάφη των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



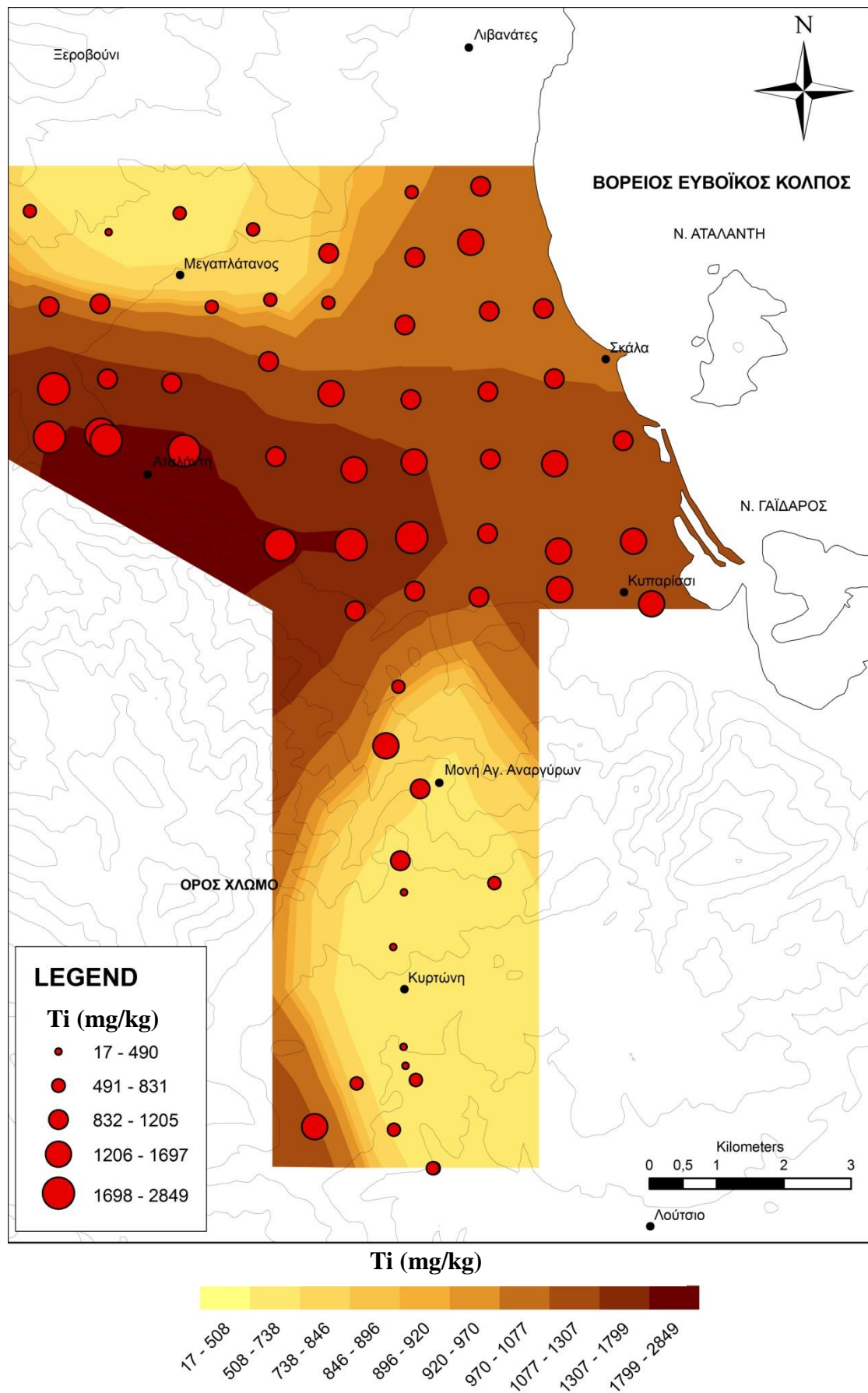
Χάρτης Γ.1.6. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής συγκεντρώσεως Mn στα εδάφη των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



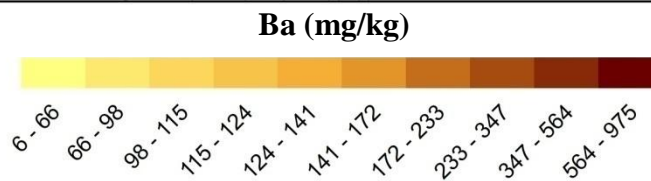
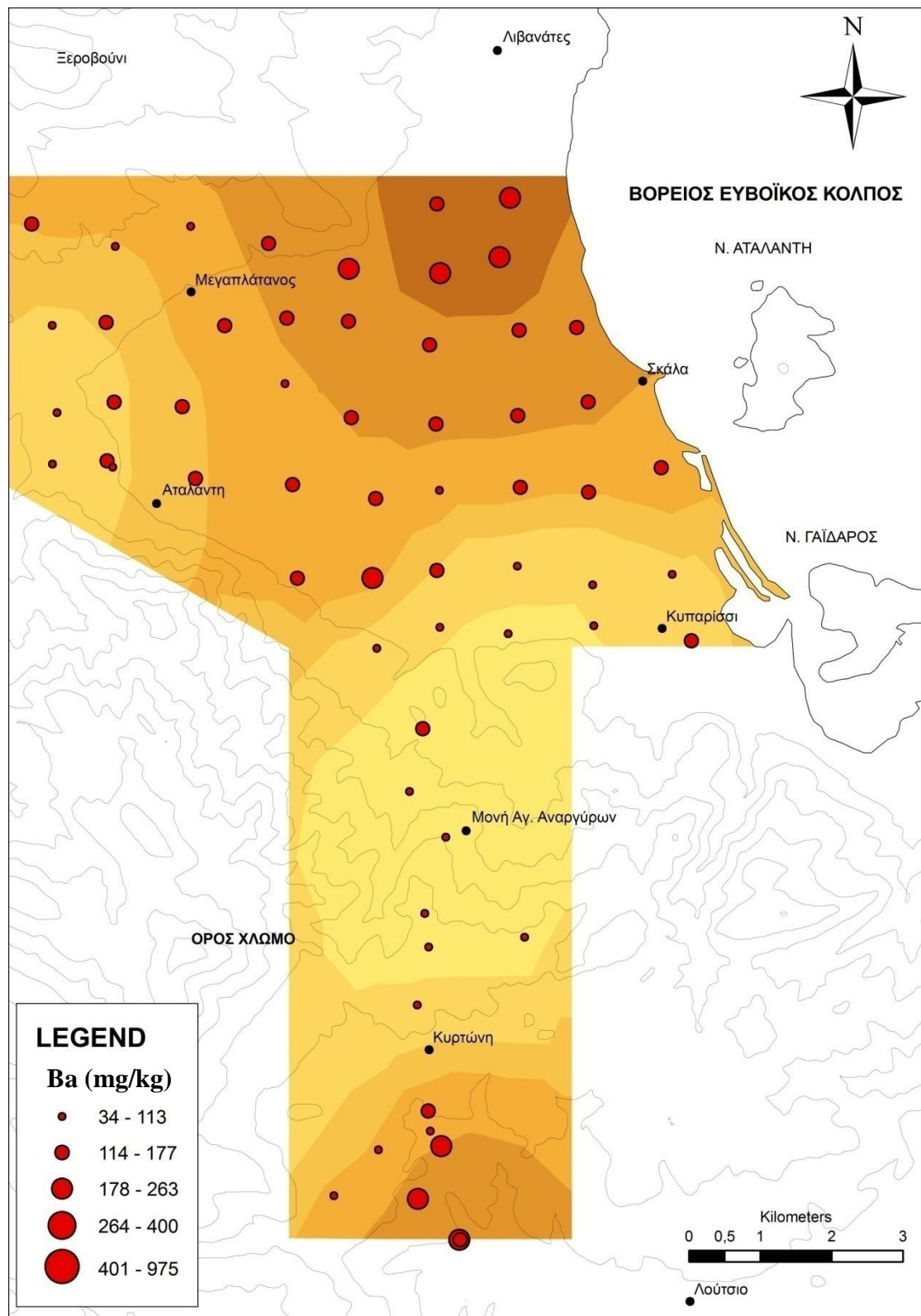
Χάρτης Γ.1.7. Χάρτης της κατανομής συγκεντρώσεως Cu στα εδάφη των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



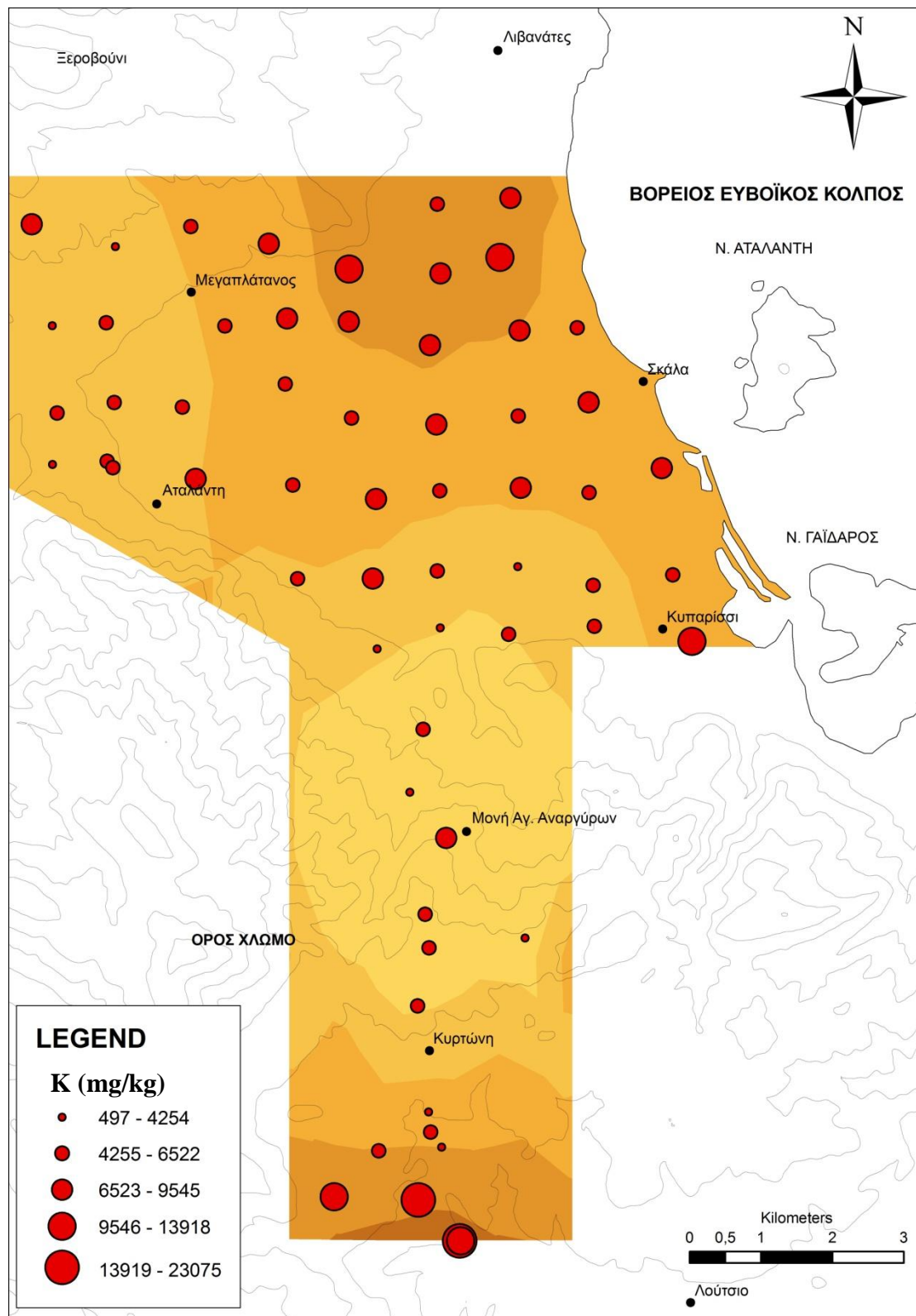
Χάρτης Γ.1.8. Ισοπερικτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Zn στα εδάφη των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



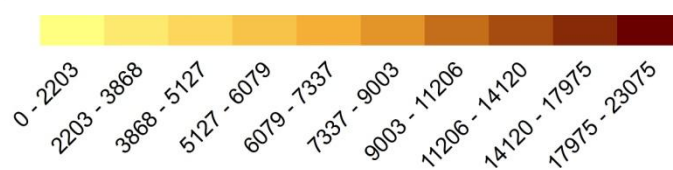
Χάρτης Γ.1.9. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Ti στα εδάφη των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



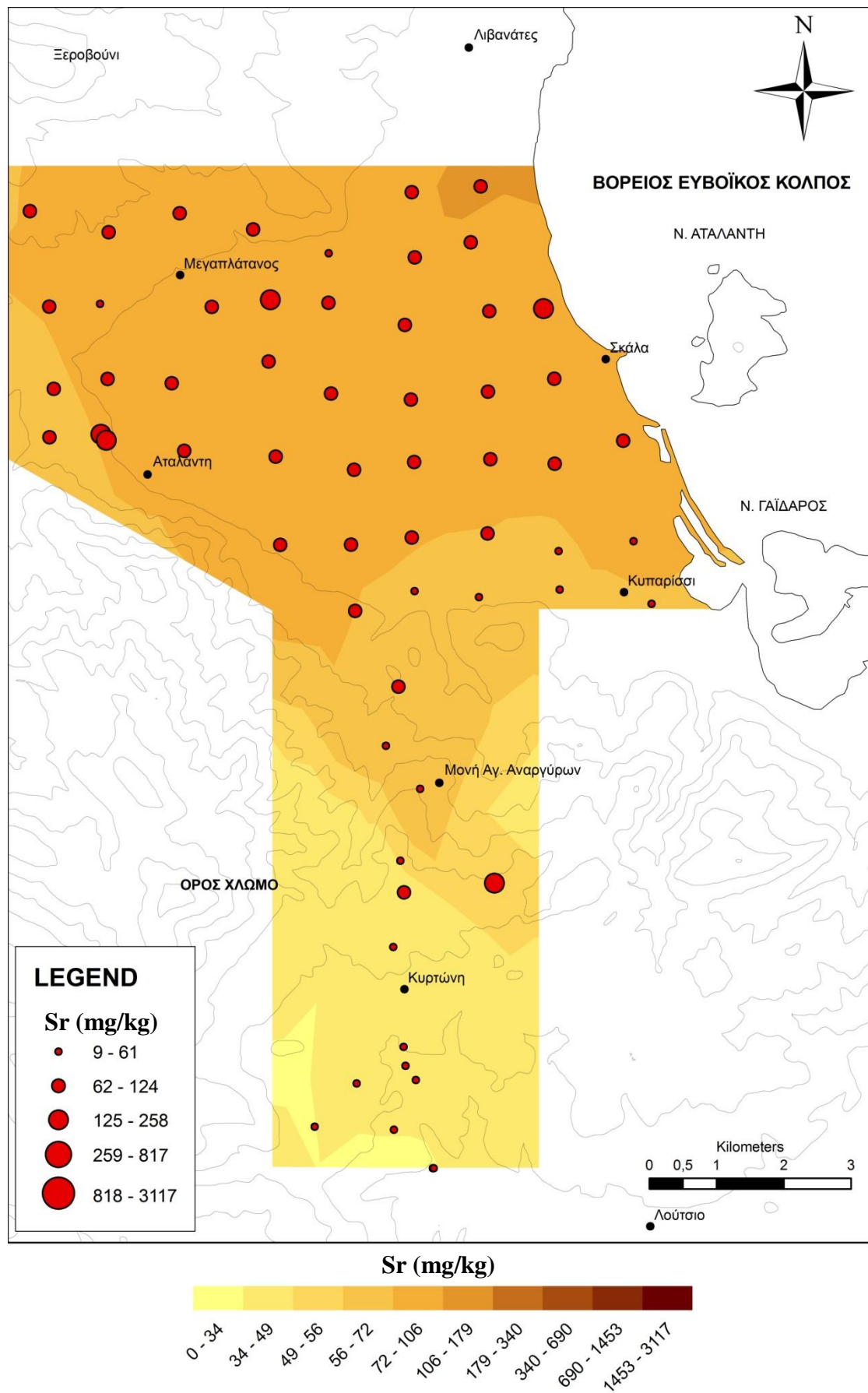
Χάρτης Γ.1.10. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής συγκεντρώσεως Ba στα εδάφη των περιοχών Αταλάντης και Κερτώνης.



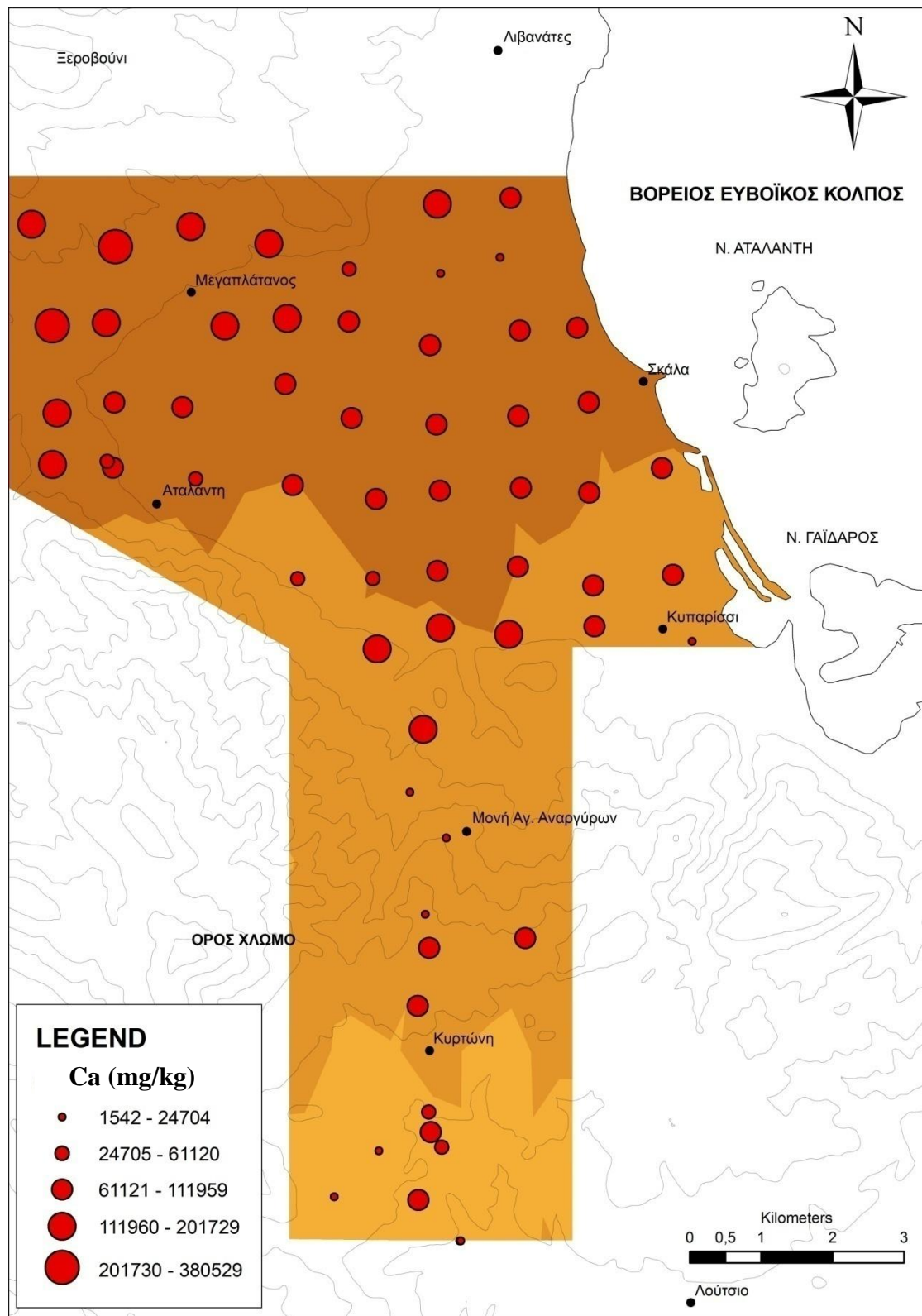
K (mg/kg)



Χάρτης Γ.1.11. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής συγκεντρώσεως K στα εδάφη των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



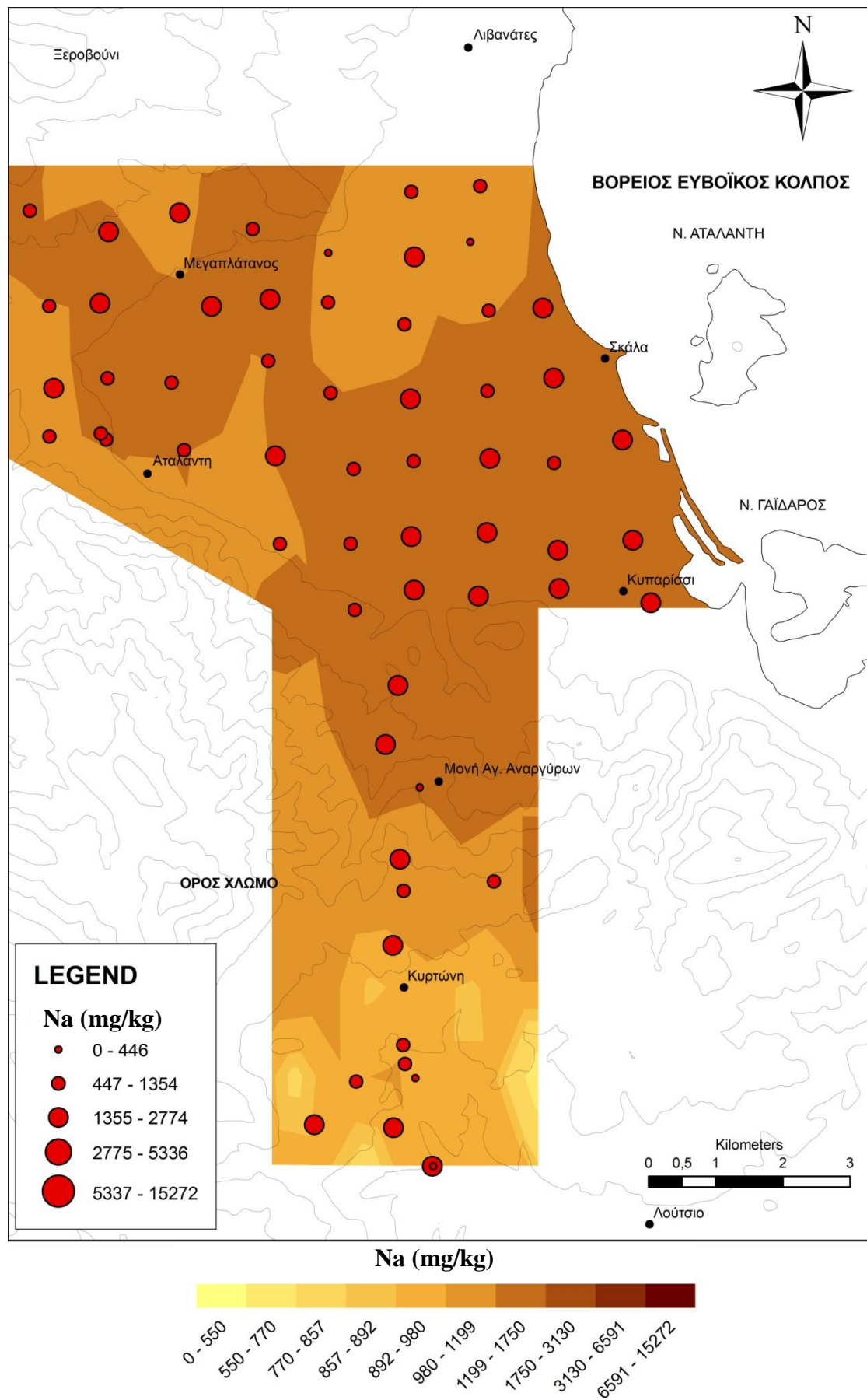
Χάρτης Γ.1.12. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Sr στα εδάφη των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



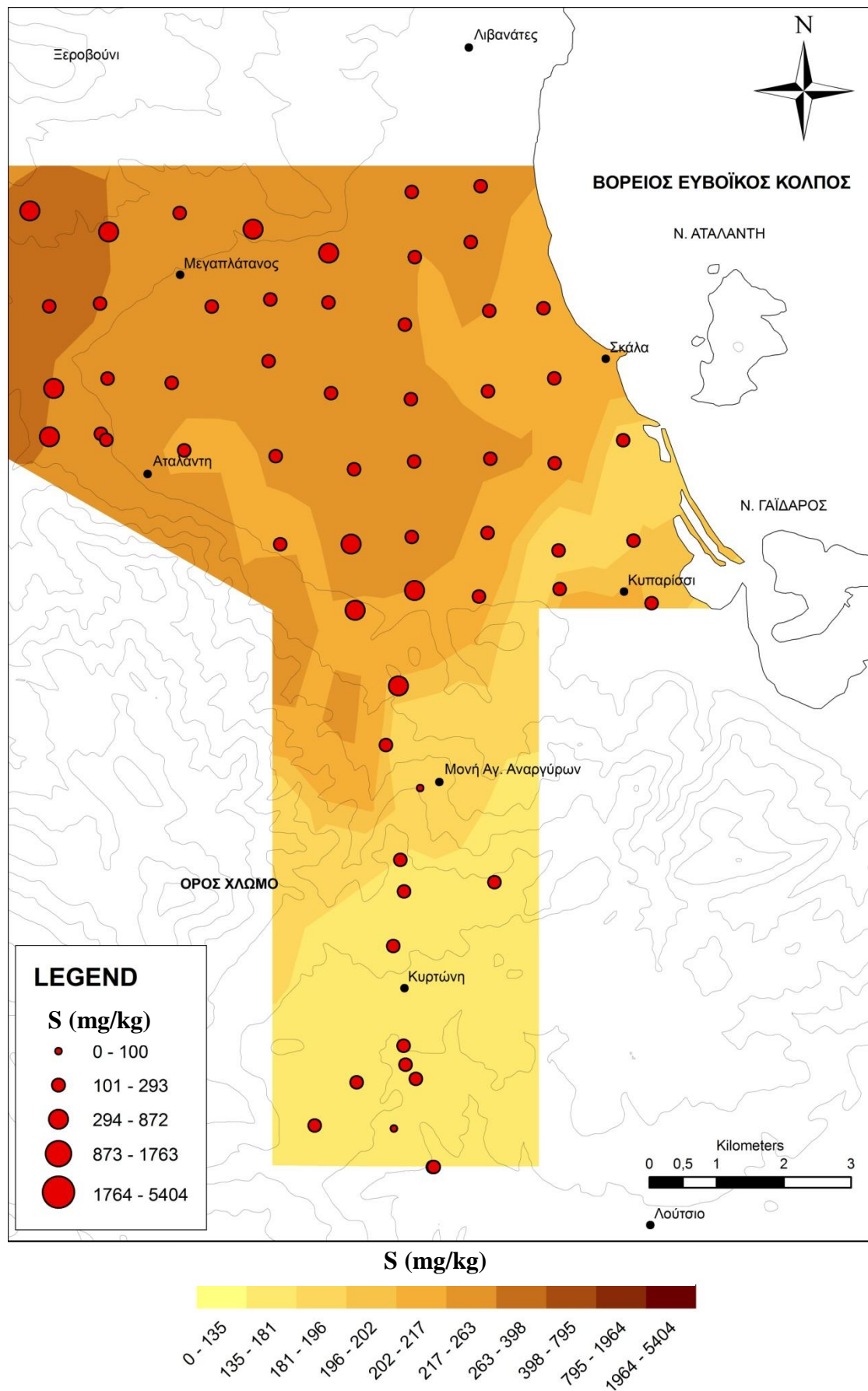
Ca (mg/kg)



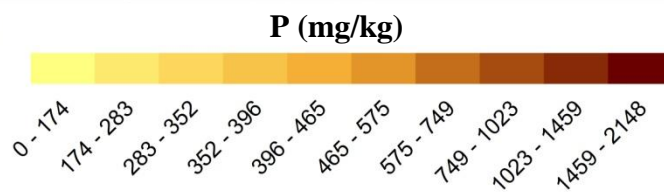
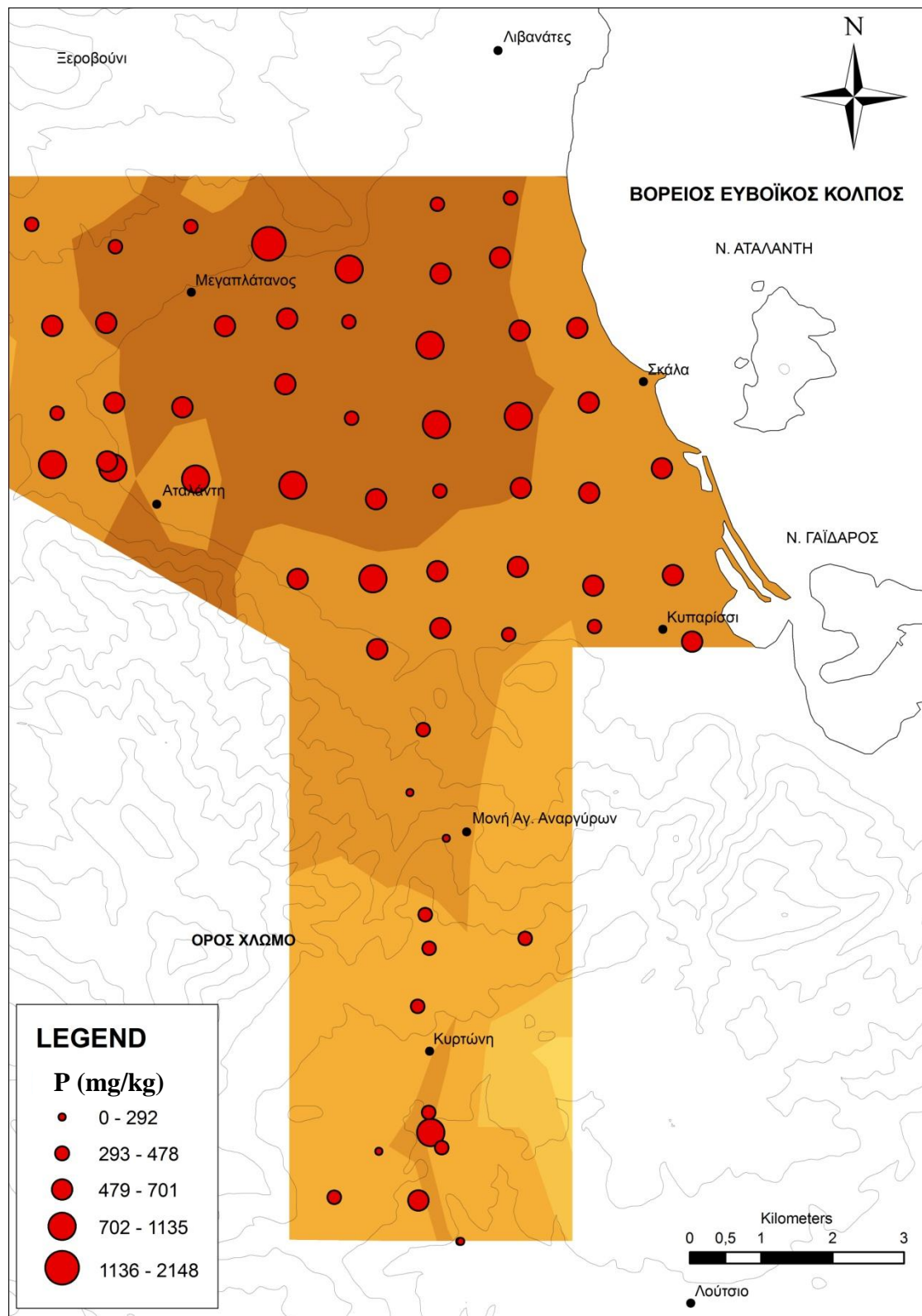
Χάρτης Γ.1.13. Ισοπερικεκτικός χάρτης της κατανομής συγκεντρώσεως Ca στα εδάφη των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



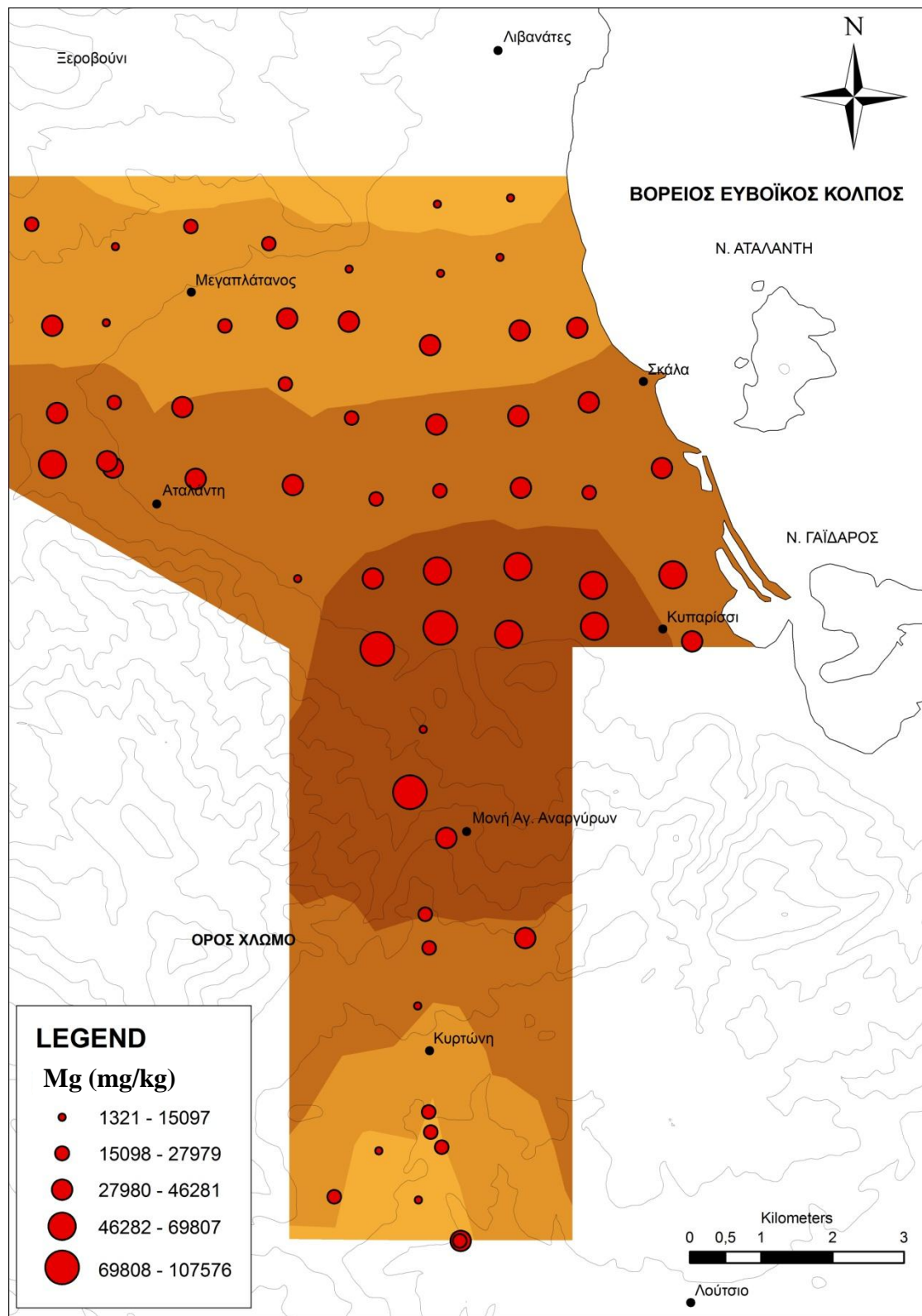
Χάρτης Γ.1.14. Ισοπερικεκτικός χάρτης της κατανομής συγκεντρώσεως Na στα εδάφη των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



Χάρτης Γ.1.15. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής συγκεντρώσεως S στα εδάφη των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



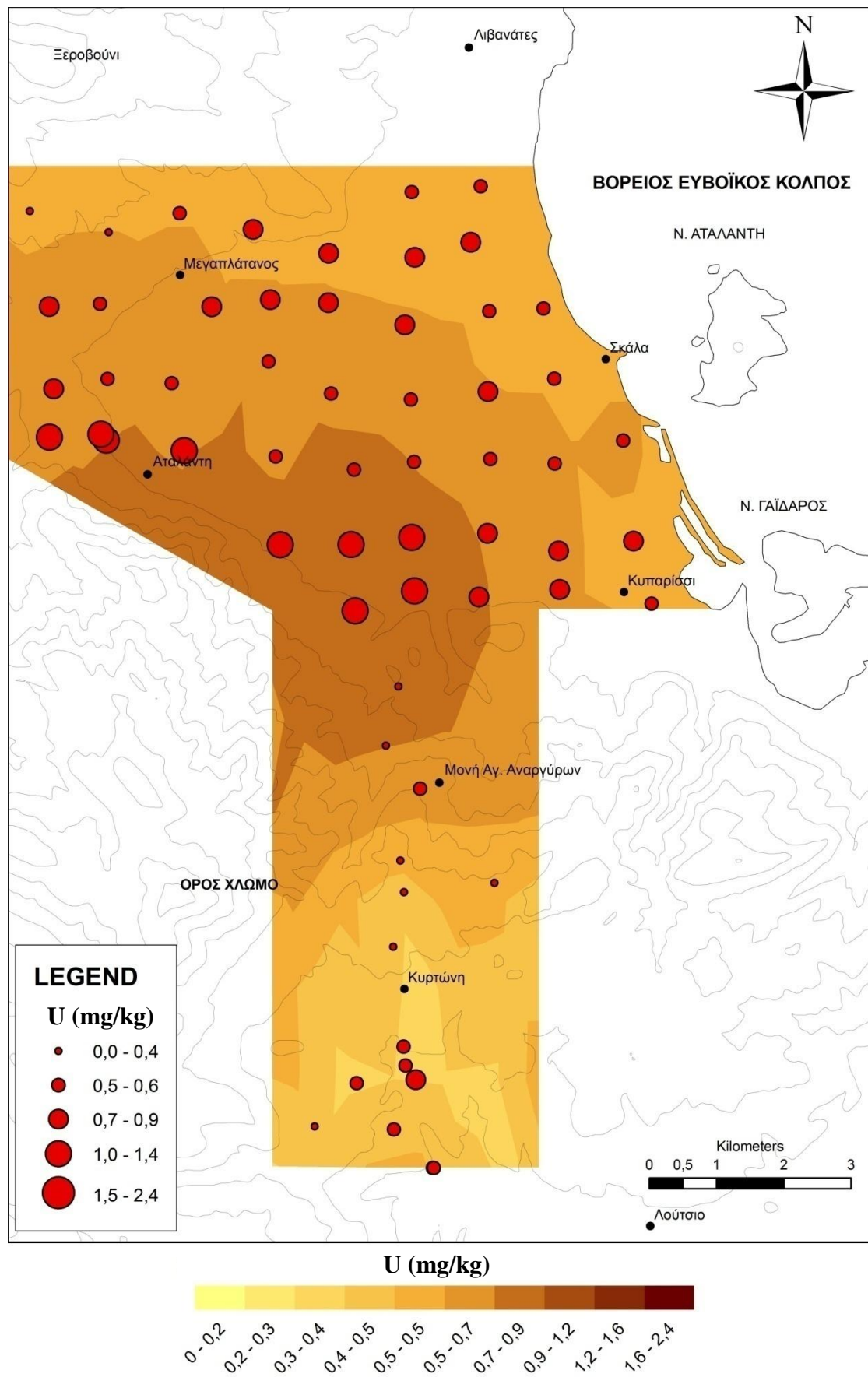
Χάρτης Γ.1.16. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής συγκεντρώσεως P στα εδάφη των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



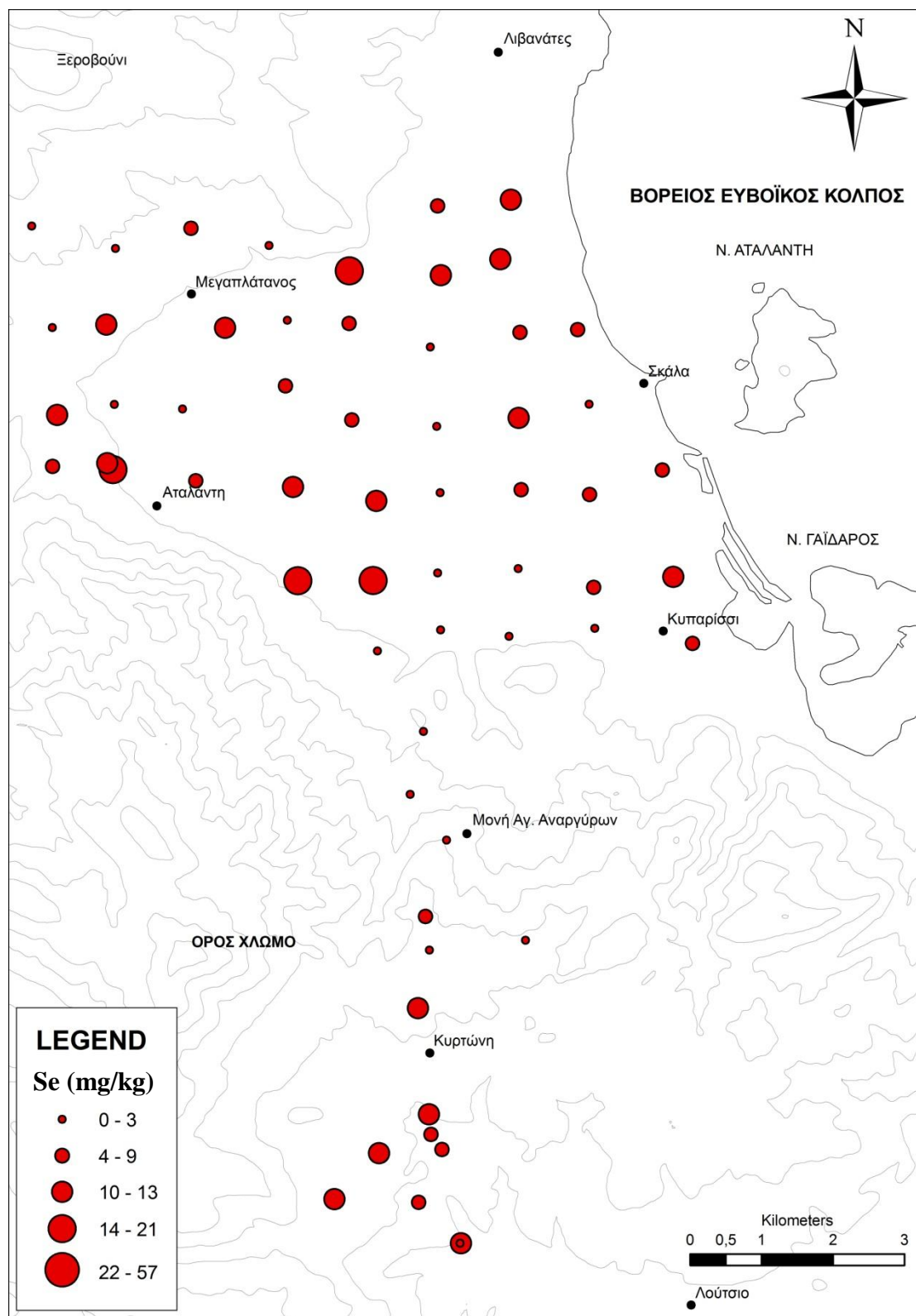
Mg (mg/kg)



Χάρτης Γ.1.17. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής συγκεντρώσεως Mg στα εδάφη των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



Χάρτης Γ.1.18. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων U στα εδάφη των περιοχών Αταλάντης και Κερτώνης.



Χάρτης Γ.1.19. Ισοπερικτικός χάρτης της κατανομής συγκεντρώσεως Se στα εδάφη των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.

Γ.1.1.7. ΟΡΙΑ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ

Πίνακας Γ.1.24. Ταξινόμηση των επιφανειακών εδαφικών δειγμάτων βάσει της Δανέζικης νομοθεσίας.

	As (mg/kg)	Ba (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Co (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Τιμή 1 ^{ου} ορίου	29	200	0,8	20	100	36	35	85	140
Όριο ανάγκης παρέμβασης	55	625	12	240	380	190	210	530	720
AT-1A	-	-	-	+	+	+	+/+	-	-
AT-1B	-	-	-	+	+	+	+/+	-	-
AT-1C	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
AT-2A	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
AT-2B	-	-	-	+	+	+	+/+	-	-
AT-2C	-	-	-	+	+/+	+	+/+	-	-
AT-2D	-	-	-	+	+	+	+/+	-	-
AT-2E	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
AT-3A	-	-	-	+	+	-	+	-	-
AT-3B	-	-	-	+	+	+	+	-	-
AT-3C	-	-	-	+	+	+	+/+	-	-
AT-3D	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
AT-3E	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
AT-3F	-	+	-	+	+	+	+/+	-	-
AT-3G	-	-	-	+	+	-	+	-	-
AT-4A	-	-	-	-	-	-	+	-	-
AT-4B	-	-	-	+	-	-	+	-	-
AT-4C	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
AT-4D	-	-	-	+	+	+	+/+	-	-
AT-4E	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
AT-4F	-	+	-	+	+	-	+/+	-	-
AT-4G	-	-	-	-	+	-	+	-	-
AT-5A	-	-	-	-	-	-	+	-	-
AT-5B	-	-	-	+	-	+	+	-	-
AT-5C	-	-	-	+	+	+	+/+	-	-
AT-5D	-	-	-	+	+/+	+	+/+	-	-
AT-5E	-	-	-	+	+	+	+/+	-	-
AT-5F	-	+	-	+	+	+	+/+	-	-
AT-6B	-	-	-	+	-	+	+	-	-
AT-6C	-	-	-	+	+	+	+/+	-	-
AT-6D	-	-	-	+	+/+	+	+/+	-	-
AT-6E	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
AT-6F	-	-	-	+	+	-	+	-	-
AT-7C	-	-	-	+	-	+	+	-	-
AT-7D	-	-	-	+	+	+	+/+	-	-
AT-7E	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
AT-7F	-	-	-	-	+	-	+	-	-

Πίνακας Γ.1.24. (συνέχεια)

	As (mg/kg)	Ba (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Co (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Τιμή 1 ^ο ορίου	29	200	0,8	20	100	36	35	85	140
Όριο ανάγκης παρέμβασης	55	625	12	240	380	190	210	530	720
AT-8C	-	-	-	+	-	+	+	-	-
AT-8C-II	-	-	-	+	-	+	+	-	-
AT-8D	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
AT-8E	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
AT-8F	-	-	-	-	+	-	+	-	-
AT-9C	-	-	-	-	-	+/+	+	-	-
AT-9D	-	-	-	-	-	-	+	-	+
AT-9D-B	-	-	-	+	-	+	+	-	-
AT-9E	-	-	-	-	+	-	+	-	-
AT-9F	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
KL-1	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
KL-10	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
KL-11	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
KL-12	+	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
KL-13	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
KL-15	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
KL-16	-	-	-	-	+	-	+/+	-	-
KL-17	-	-	-	+	+/+	+	+/+	-	-
KL-18	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
KL-2	-	-	-	+	+/+	+	+/+	-	-
KL-3	-	-	-	+	+/+	+	+/+	-	-
KL-4	-	-	-	+	+	+	+	-	-
KL-5	-	-	-	-	+	+	+	-	-
KL-6	-	-	-	+	-	+	+	-	-
KL-7	-	-	-	+	+/+	+	+/+	-	+
KL-8	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
KL-9		+	-	+/+	+/+	+	+/+	-	+

+ = υπέρβαση της τιμής του 1^ο ορίου

+/+ = υπέρβαση και τιμής 1^ο ορίου και του ορίου αναγκαίας παρέμβασης

Πίνακας Γ.1.25. Ταξινόμηση των επιφανειακών εδαφικών δειγμάτων βάσει “Kelly” Indices
(σε mg/kg).

	As	Ba	Be	Cd	Cr	Cu	Mg	Mn	Ni	Pb	Se	V	Zn
Μη- ρολασμένη	0-30	0-500	0-5	0-1	0-100	0-100	0-500	0-500	0-20	0-200	0-1	0-100	0-250
Ελαφρά ρολασμένη	30-50	500- 1000	5-10.	1-3.	100- 200	100- 200	500- 1000	500- 1000	20-50	200- 500	1-3.	100- 200	250- 500
Ρολασμένη	50-100	1000- 2000	10-20.	3-10.	200- 500	200- 500	1000- 2000	1000- 2000	50-200	500- 1000	3-10.	200- 500	500- 1000
Έντονα ρολασμένη	100- 500	2000- 1.0%	20-50	10-50.	500- 2500	500- 2500	2000- 1.0%	2000- 10,000	200- 1000	1000- 5000	10- 50.	500- 2500	1000- 5000
Ασυνήθιστα έντονα ρολασμένη	> 500	>1.0%	> 50	> 50	> 2500	> 2500	>1.0%	>10000	> 1000	> 5000	> 50	> 2500	> 5000
AT-1A	-	-	-	-	*	-	***	**	***	-	**	-	-
AT-1B	-	-	-	-	*	-	***	*	***	-	***	-	-
AT-1C	-	-	-	-	*	-	***	*	***	-	**	-	-
AT-2A	-	-	-	-	*	-	***	*	***	-	-	-	-
AT-2B	-	-	-	-	*	*	***	*	***	-	**	-	-
AT-2C	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	**	-	-
AT-2D	-	-	-	-	*	-	***	*	***	-	-	-	-
AT-2E	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	**	-	-
AT-3A	-	-	-	-	*	-	***	*	***	-	-	-	-
AT-3B	-	-	-	-	*	-	***	*	***	-	-	-	-
AT-3C	-	-	-	-	*	-	***	*	***	-	**	-	-
AT-3D	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	***	-	-
AT-3E	-	-	-	*	**	-	***	*	***	-	**	-	-
AT-3F	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	***	-	-
AT-3G	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	***	-	-
AT-4A	-	-	-	-	-	-	***	*	**	-	-	-	-
AT-4B	-	-	-	-	-	-	***	*	**	-	-	-	-
AT-4C	-	-	-	-	***	-	***	*	***	-	-	-	-
AT-4D	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	-	-	-
AT-4E	-	-	-	-	*	-	***	*	***	-	**	-	-
AT-4F	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	***	-	-
AT-4G	-	-	-	-	*	-	***	*	**	-	**	-	-
AT-5A	-	-	-	-	-	-	***	-	**	-	-	-	-
AT-5B	-	-	-	-	-	-	***	**	**	-	***	-	-
AT-5C	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	***	-	-
AT-5D	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	**	-	-
AT-5E	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	**	-	-
AT-5F	-	-	-	-	**	-	***	**	***	-	***	-	-
AT-6B	-	-	-	-	-	-	***	*	**	-	***	-	-
AT-6C	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	***	-	-
AT-6D	-	-	-	-	***	-	***	*	***	-	**	-	-
AT-6E	-	-	-	-	*	-	***	*	***	-	-	-	-
AT-6F	-	-	-	-	**	-	***	*	**	-	-	-	-

Πίνακας Γ.1.25. (συνέχεια)

	As	Ba	Be	Cd	Cr	Cu	Mg	Mn	Ni	Pb	Se	V	Zn
Μη- ρυπασμένη	0-30	0-500	0-5	0-1	0-100	0-100	0-500	0-500	0-20	0-200	0-1	0-100	0-250
Ελαφρά ρυπασμένη	30-50	500- 1000	5-10.	1-3.	100- 200	100- 200	500- 1000	500- 1000	20-50	200- 500	1-3.	100- 200	250- 500
Ρυπασμένη	50-100	1000- 2000	10-20.	3-10.	200- 500	200- 500	1000- 2000	1000- 2000	50-200	500- 1000	3-10.	200- 500	500- 1000
Έντονα ρυπασμένη	100- 500	2000- 1.0%	20-50	10-50.	500- 2500	500- 2500	2000- 1.0%	2000- 10,000	200- 1000	1000- 5000	10- 50.	500- 2500	1000- 5000
Ασυνήθιστα έντονα ρυπασμένη	> 500	>1.0%	> 50	> 50	> 2500	> 2500	>1.0%	> 10000	> 1000	> 5000	> 50	> 2500	> 5000
AT-7C	-	-	-	-	-	-	***	*	**	-	**	-	-
AT-7D	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	-	-	-
AT-7E	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	**	-	-
AT-7F	-	-	-	-	*	-	***	-	***	-	**	-	-
AT-8C	-	-	-	-	-	-	***	*	*	-	***	-	-
AT-8C-Π	-	-	-	-	-	-	***	**	**	-	***	-	-
AT-8D	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	-	-	-
AT-8E	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	**	-	-
AT-8F	-	-	-	-	*	-	***	-	**	-	-	-	-
AT-9C	-	-	-	-	-	***	***	*	*	-	**	-	-
AT-9D	-	-	-	*	-	-	***	*	**	-	***	-	-
AT-9D-B	-	-	-	-	-	-	***	**	**	-	***	-	-
AT-9E	-	-	-	-	*	-	***	-	**	-	-	-	-
AT-9F	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	-	-	-
KL-1	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	-	-	-
KL-10	-	-	-	-	****	-	***	**	****	-	**	-	-
KL-11	-	-	-	-	***	-	***	**	****	-	**	-	-
KL-12	*	-	-	-	***	-	***	**	****	-	-	-	-
KL-13	-	-	-	-	***	-	***	**	****	-	-	-	-
KL-15	-	-	-	-	**	-	***	*	****	-	-	-	-
KL-16	-	-	-	-	*	-	***	-	***	-	-	-	-
KL-17	-	-	-	-	***	-	***	***	***	-	***	-	-
KL-18	-	-	-	-	****	-	***	**	****	-	**	-	-
KL-2	-	-	-	-	***	-	***	*	***	-	-	-	-
KL-3	-	-	-	-	**	-	***	**	***	-	**	-	-
KL-4	-	-	-	-	*	-	***	**	**	-	**	-	-
KL-5	-	-	-	-	*	-	***	*	**	-	***	-	-
KL-6	-	-	-	-	-	-	***	*	**	-	**	-	-
KL-7	-	-	-	-	**	-	***	***	***	-	-	-	-
KL-8	-	-	-	-	***	-	***	*	****	-	-	-	-
KL-9	-	-	-	-	****	-	***	***	****	-	**	*	-

- = Μη-ρυπασμένη, * = Ελαφρά ρυπασμένη, ** = Ρυπασμένη, *** = Έντονα ρυπασμένη,
**** = Ασυνήθιστα έντονα ρυπασμένη

Ένα κριτήριο το οποίο παρουσιάζει το βαθμό επιβάρυνσης των εδαφών (χρησιμοποιήθηκαν τα επιφανειακά εδαφικά δείγματα) από τα διάφορα στοιχεία, είναι τα όρια που έχουν θεσπιστεί για αυτά.

Χρησιμοποιώντας τα όρια τα οποία έχει θεσπίσει η Δανία (δεν υπάρχει αντίστοιχη Εθνική ή Κοινοτική Νομοθεσία) (Πιν. Γ.1.24), διαπιστώνεται ότι:

- Στο As, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνει μόνο 1 δείγμα στις περιοχές Αταλάντης και Κόλακας (KL-12).
- Στο Ba, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν μόνο 4 δείγματα στις περιοχές Αταλάντης και Κυρτώνης (AT-3F, AT-4F, AT-5F, KL-9).
- Στο Cd, οι συγκεντρώσεις διαπιστώθηκε ότι είναι ιδιαίτερα χαμηλές καθώς κανένα δείγμα δεν υπερβαίνει τα Ολλανδικά όρια.
- Στο Co, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν τα 54 από τα 64 δείγματα στις περιοχές Αταλάντης και Κυρτώνης, από τα οποία μόνο 1 υπερβαίνει και το όριο παρέμβασης (KL-9).
- Στο Cr, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν τα 52 από τα 64 δείγματα στις περιοχές Αταλάντης και Κυρτώνης, από τα οποία 17 υπερβαίνουν και το όριο παρέμβασης, όπου η πλειοψηφία αυτών των δειγμάτων εντοπίζεται στην περιοχή της Κυρτώνης (σχεδόν όλα τα δείγματα της Κυρτώνης υπερβαίνουν το συγκεκριμένο όριο).
- Στο Cu, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν τα 31 από τα 64 δείγματα στις περιοχές Αταλάντης και Κυρτώνης, ενώ μόνο 1 υπερβαίνει και το όριο παρέμβασης (AT-9C).
- Στο Ni, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν όλα τα δείγματα στις περιοχές Αταλάντης και Κυρτώνης, από τα οποία 43 υπερβαίνουν και το όριο παρέμβασης.
- Στο Pb, οι συγκεντρώσεις σε όλες τις περιοχές διαπιστώθηκε ότι ήταν ιδιαίτερα χαμηλές και αυτό αποδεικνύεται από το γεγονός ότι κανένα από τα δείγματα δεν υπερβαίνουν την τιμή του πρώτου ορίου .
- Στο Zn, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν από όλες τις περιοχές μόνο 3 δείγματα (AT-9D, KL-7, KL-9).

Χρησιμοποιώντας και τα Αγγλικά όρια Kelly (Πιν. Γ.1.25) παρατηρείται μια αντίστοιχη εικόνα, δηλαδή διαπιστώνεται σοβαρή επιβάρυνση σε συγκεκριμένα στοιχεία όπως Cr, Mg, Ni, στα δείγματα που είναι σε γειτονία με τις εμφανίσεις των υπερβασικών σχηματισμών της οφ. σειράς, καθώς πολλά δείγματα χαρακτηρίζονται από έντονα ρυπασμένα έως ασυνήθιστα έντονα ρυπασμένα. Άξια αναφοράς είναι και η συγκριτικά μέτρια επιβάρυνση που διαπιστώνεται σε Mn και Se, σε αρκετά δείγματα.

Ακριβώς αντίθετη εικόνα έχουμε κατά κανόνα στα στοιχεία As, Ba, Be, Cd, Cu, Pb, V, Zn. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι από τα 64 επιφανειακά εδαφικά δείγματα που εξετάστηκαν από την περιοχή της Αταλάντης και της Κυρτώνης, διαπιστώθηκε ότι στα στοιχεία Be, Pb, Zn όλα τα δείγματα χαρακτηρίζονται σαν μη-ρυπασμένα, ενώ σαν ρυπασμένα χαρακτηρίζονται ελάχιστα δείγματα και πιο συγκεκριμένα σε As 1 δείγμα (KL-12) που χαρακτηρίζεται ως ελαφρά ρυπασμένο, σε Cd 2 δείγματα που χαρακτηρίζονται ως ελαφρά ρυπασμένα, σε Cu 2 δείγματα (AT-3E, AT-9D) που χαρακτηρίζονται το ένα ως ελαφρά ρυπασμένα και το άλλο ως έντονα ρυπασμένο και σε V 1 δείγμα (KL-9) που χαρακτηρίζεται ως ελαφρά ρυπασμένο.

Γ.1.2. ΥΠΟΓΕΙΑ ΨΥΧΡΑ ΝΕΡΑ

Γ.1.2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

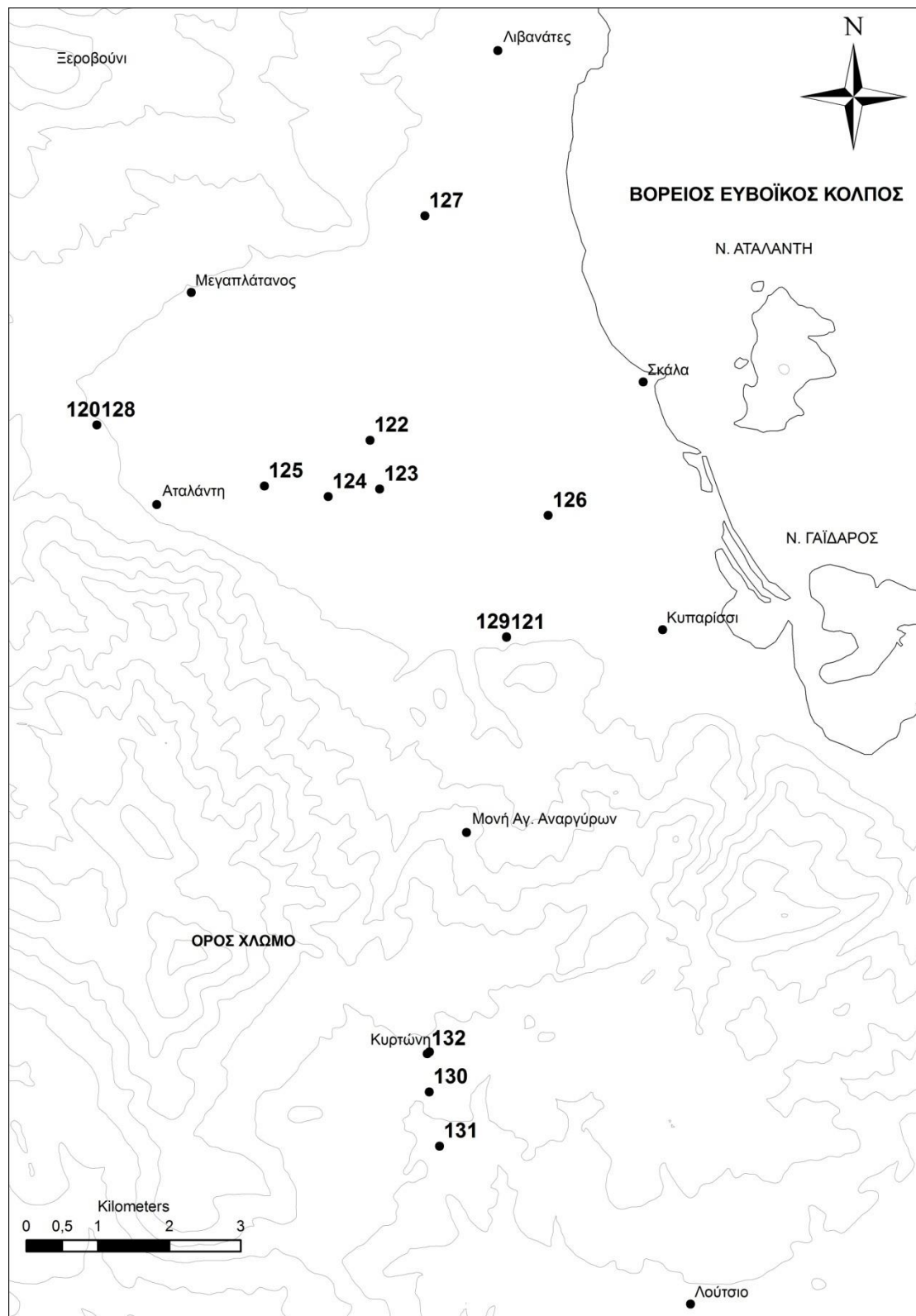
Από την περιοχή της Αταλάντης και της Κυρτώνης συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν 13 δείγματα ψυχρού νερού (Πιν. Γ1..25, Εικ. Γ.1.51, Πιν. Γ.1.26, 27).

Στα δείγματα της συγκεκριμένης περιοχής υπάρχουν τρεις πιθανοί παράγοντες ρύπανσης, για τους οποίους καταβλήθηκε προσπάθεια να αποσαφηνιστεί αν έχουν επηρεάσει και αν ναι, σε τι βαθμό τα ψυχρά νερά της περιοχής.

Πιο συγκεκριμένα, οι παράγοντες αυτοί είναι: α) εισχώρηση της θάλασσας στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα, β) επιβάρυνση του υπόγειου υδροφόρου λόγω χρήσης λιπασμάτων, γ) εμπλουτισμός των νερών σε κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία μέσω διαδικασιών διάβρωσης-απόπλυσης των διάφορων γεωλογικών σχηματισμών.

Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στα δείγματα νερού AT-1-D, AT-2-D, AT-9-WM (επαν. του AT-1-D), AT-10-WM (επαν. του AT-2-D), KL-2-WM, τα οποία προέρχονται από γεωτρήσεις που χρησιμοποιούνται για την υδροδότηση της πόλης της Αταλάντης και της κοινότητας της Κυρτώνης (παροδικά ή μόνιμα), χωρίς αυτό να σημαίνει ότι τα υπόλοιπα δείγματα υπολείπονται σπουδαιότητας, καθώς τα περισσότερα χρησιμοποιούνται για άρδευση καλλιεργειών.

Γ.1.2.2. ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ



Εικόνα Γ.1.51. Χάρτης θέσεων δειγματοληψίας υπογείων ψυχρών νερών από τις περιοχές Αταλάντης και Κυρτώνης.

Πίνακας Γ.1.25. Θέσεις δειματοληψίας υπογείων ψυχρών νερών από τις περιοχές Αταλάντης και Κυρτώνης.

ΑΡΙΘ. ΔΕΙΓΜ. ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΓΕΩΓΡ. ΣΥΝΤ.	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΤΟΠΩΝΥΜΙΟ	ΗΜΕΡΟΜ. ΔΕΙΓΜ.	ΕΙΔΟΣ ΥΔΡΟΣΗΜ.	ΒΑΘΟΣ (m)	ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ	ΣΧΟΛΙΑ
120	ΑΤ-1-D-WM	N38 39.911 E22 59.120	ΑΤΑΛΑΝΤΗ	ΜΝΗΜΕΙΟ	26/10/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ		ΔΗΜΟΣ ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ	Υδρευση Αταλάντης & Σταθ. μετρ. Ραδονίου
121	ΑΤ-2-D-WM	N38 38.339 E23 03.098	ΑΤΑΛΑΝΤΗ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΑΝ. ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ	26/10/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ		ΔΗΜΟΣ ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ	Υδρευση Αταλάντης & Σταθ. μετρ. Ραδονίου
122	ΑΤ-3-WM	N38 39.818 E23 01.761	ΑΤΑΛΑΝΤΗ	ΚΑΜΠΟΣ ΛΕΙΒΑΝΑΤΩΝ	16/11/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	47	ΜΠΟΥΡΑΜΑΣ ΔΗΜ.	
123	ΑΤ-4-WM	N38 39.450 E23 01.859	ΑΤΑΛΑΝΤΗ	ΚΑΜΠΟΣ ΛΕΙΒΑΝΑΤΩΝ	16/11/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40	ΜΠΟΥΡΑΜΑΣ ΔΗΜ.	
124	ΑΤ-5-WM	N38 39.389 E23 01.363	ΑΤΑΛΑΝΤΗ	ΚΑΜΠΟΣ-ΣΧΟΛΙΑ	17/6/2005	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	75-80	ΚΑΡΔΑΡΑΣ & ΚΑΡΑΝΤΡΑΝΤΟΣ	Άρδευση 70 στρ. καλ. Βάμβακος και ελαιώνων
125	ΑΤ-6-WM	N38 39.464 E23 00.746	ΑΤΑΛΑΝΤΗ	ΓΚΑΛΤΕΡΙΜΙ	17/6/2005	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	90	ΚΑΡΔΑΡΑΣ ΙΩΑΝ.	Άρδευση καλλιερειών βάμβακος
126	ΑΤ-7-WM	N38 39.264 E23 03.489	ΑΤΑΛΑΝΤΗ	ΑΝΤΕΡΑΣ-ΚΑΜΠΟΣ	17/6/2005	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	60	ΜΠΙΑΝΤΑΣ ΑΝΤΩΝ.	Κοντά εντοπίζετε μικρό πομινιοστάσιο
127	ΑΤ-8-WM	N38 41.520 E23 02.267	ΛΕΙΒΑΝΑΤΕΣ- ΑΤΑΛΑΝΤΗ	ΡΑΝΤΑΡ	17/6/2005	ΓΕΩΤΡΗΣΗ			
128	ΑΤ-9-WM	N38 39.911 E22 59.120	ΑΤΑΛΑΝΤΗ	ΜΝΗΜΙΟ	26/10/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ		ΔΗΜΟΣ ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ	Υδρευση Αταλάντης & Σταθ. μετρ. Ραδονίου
129	ΑΤ-10-WM	N38 38.342 E23 03.098	ΑΤΑΛΑΝΤΗ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΑΝ. ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ	26/10/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ		ΔΗΜΟΣ ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ	Υδρευση Αταλάντης & Σταθ. μετρ. Ραδονίου
130	ΚΛ-1-WM	N38 34.894 E23 02.398	ΚΥΡΤΩΝΗ (ΚΟΛΑΚΑ)	ΚΑΜΙΝΙ	17/6/2005	ΠΗΓΗ		ΚΟΙΝ. ΚΟΛΑΚΑΣ	Μόνιμη παροχή
131	ΚΛ-2-WM	N38 34.484 E23 02.503	ΚΥΡΤΩΝΗ (ΚΟΛΑΚΑ)	ΛΙΜΠΡΑΤΟ	17/6/2005	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	80	ΚΟΙΝ. ΚΟΛΑΚΑΣ	Υδρευση οικισμού (Κυρτόνη)
132	ΚΛ-4-WM	N38 35.182 E23 02.374	ΚΥΡΤΩΝΗ (ΚΟΛΑΚΑ)	ΠΛΑΤΕΙΑ ΚΟΛΑΚΑΣ	17/6/2005	ΠΗΓΗ		ΚΟΙΝ. ΚΟΛΑΚΑΣ	Μόνιμη παροχή

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες είναι σε WGS84, Lat/Lon hddd° mm.mmm'

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Τα δείγματα τα οποία έχουν κατάληξη -W συλλέχθηκαν στα πλαίσια της διδακτορικής διατριβής

Γ.1.23. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Πίνακας Γ.1.26. Χημικές αναλύσεις και φυσικές παράμετροι των ψυχρών υπογείων υδάτων από την περιοχή της Αταλάντης και της Κυρτώνης.
(Οι παρούσες χημικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης (AAS) φλογοφωτομετρία, φασφατομετρία & τιτλοδότηση)

	Cd μg/L	Co μg/L	Cr μg/L	Mn μg/L	Pb μg/L	Ni μg/L	Fe μg/L	Zn μg/L	Na ⁺ mg/L	K ⁺ mg/L	Mg ⁺² mg/L	Ca ⁺² mg/L	PO ₄ ⁺³ mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L	SO ₄ ⁻² mg/L	Cl ⁻ mg/L	HCO ₃ ⁻ mg/L	T °C	pH	TDS g/lt	CND mS/cm	
AT-1-D-WM	0	1	0	1	1	1	270	19	35	5	41,3	49	0,12	35,2	16	23,6	312	18,5	7,36	0,26	0,3	
AT-2-D-WM	0	1	4	0	1	2	16	23	34	6	40,4	54	0,2	36,1	15	40	285	18,5	7,45	0,31	0,59	
AT-3-WM	0	0	24	1	0	0	4	15	36	5	44,7	45	0,19	23,3	3	34	300	18,9	7,17	0,35	0,67	
AT-4-WM	0	1	23	3	0	0	6	15	37	6	57,7	73	0,17	144,3	36	68	287	19,7	7,17	0,49	0,95	
AT-5-WM	0	0	6	5	0	0	4	16	39	9	58,3	76,2	0,44	101,2	62	75,2	370	19	7,66	0,56	1,13	
AT-6-WM	0	1	25	5	0	1	6	29	31	11	55,1	70,4	0,38	112,6	64	63,6	293	19	7,74	0,54	1,08	
AT-7-WM	0	0	13	0	0	0	5	16	31	8	60,3	69,1	0,21	113,5	54	61,6	360	19,2	7,8	0,54	1,1	
AT-8-WM	0	0	2	0	0	0	3	12	20	3	41,1	42,4	0,1	7,5	8	30,8	360	20,7	7,88	0,32	0,66	
AT-9-WM	0	0	3	2	0	2	3	32	23	3	39,7	33,2	0,34	25,1	18	21,1	308	18,5	8,27	0,36	0,74	
AT-10-WM	0	0	3	2	0	5	4	15	21	4	37,2	32,6	0,22	35,2	15	50,4	262	18,5	8,22	0,36	0,73	
KL-1-WM	0	0	2	0	0	15	3	0	30	8	17,1	106	0,3	144,3	64	24,5	308	16	7,83	0,49	0,99	
KL-2-WM	0	0	2	0	0	2	5	3	18	4	29,2	71,4	0,11	77,4	33	17,7	273	16,7	7,89	0,37	0,75	
KL-4-WM	0	0	2	0	0	2	14	1	17	3	17	85,4	0,15	96,8	51	14,1	244	16,8	7,77	0,38	0,77	
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ				50			200		200			100			250				6,5-9,5		2,5	
ΑΝΩΤΑΤΟ	5		50		10	20								50								

ΣΗΜ. =με έντονο χρώμα είναι σημειωμένες οι τιμές που υπερβαίνουν τα όρια που θεσπίζονται βάση της Οδηγίας 98/83/ΕΚ

Πίνακας Γ.1.27. Χημικές αναλύσεις ψυχρών νερών.
(Οι παρούσες χημικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με φασματοσκοπία πλάσματος (ICP-MS)

	ΔΕΙΓΜΑΤΑ (ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ & ΚΟΛΑΚΑΣ)		
	ΑΤ-1-D-WM	ΑΤ-2-D-WM	ΑΤ-4-WM
Ag μg/L	<0,05	<0,05	<0,05
Al μg/L	6	14	4
As μg/L	0,5	1,5	0,7
Au μg/L	0,17	0,11	0,06
B μg/L	<20	23	33
Ba μg/L	14	23	88
Be μg/L			
Br μg/L	84	122	148
Ca μg/L	62200	66000	90500
Cd μg/L	<0,05	<0,05	<0,05
Ce μg/L	0,12	0,15	0,05
Cl mg/L	31	45	68
Co μg/L	0,09	0,09	0,13
Cr μg/L	4,3	4	21,9
Cs μg/L	<0,01	0,12	0,02
Cu μg/L	3,3	18,3	3,9
Fe μg/L	310	330	370
Ga μg/L			
Ge μg/L			
Hg μg/L	<0,1	<0,1	<0,1
K μg/L	660	1470	1670
La μg/L	0,05	0,07	0,02
Li μg/L	0,6	1,3	5,8
Lu μg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Mg μg/L	46900	46300	67800
Mn μg/L	0,34	0,42	2,7
Mo μg/L	0,3	0,2	0,2
Na μg/L	20800	20100	22200
Nb μg/L			
Ni μg/L	0,7	0,6	<0,2
P μg/L	63	78	58
Pb μg/L	1,2	1,5	<0,1
Rb μg/L	0,42	0,65	0,77
S mg/L	5	5	10
Sb μg/L	<0,05	<0,05	<,05
Se μg/L	0,7	0,8	1,4
Si μg/L	13500	10800	13000
Sn μg/L	3,92	0,59	0,11
Sr μg/L	138	153	283
Ta μg/L			
Ti μg/L			
Tl μg/L	<0,01	<0,01	<0,01
U μg/L	1,25	0,75	0,87
V μg/L	10	7	5
W μg/L	0,05	0,04	0,03
Y μg/L	0,02	0,01	0,01
Zn μg/L	13,5	23,3	6

Στο πίνακα δεν αναφέρονται οι μετρήσεις Zr (<0,02 μg/L), που πραγματοποιήθηκαν σε όλα τα δείγματα που αναλύθηκαν στο ACME, καθώς σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις ήταν <LDL.

Γ.1.2.4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Γ.1.2.4.1. Γενικά περιγραφικά στατιστικά (descriptive statistics)

Πίνακας Γ.1.28. Υπολογισμός περιγραφικών στατιστικών.

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Διάμεσος	Ελάχιστο	Μέγιστο	Πλήθος
Co (μg/L)	-	-	-	0	1	13
Cr (μg/L)	8,5	9,4	3,4	0	24,6	13
Mn (μg/L)	1,7	1,7	1,2	0,3	5,3	13
Pb (μg/L)	0,5	0,5	0,3	0	1,2	13
Ni (μg/L)	2,4	4	2,1	0	15	13
Fe (μg/L)	26,4	73,3	4,5	2,6	270	13
Zn (μg/L)	15	9,8	15	0,3	32,1	13
Na (mg/L)	28,6	7,8	31	17	39	13
K (mg/L)	5,8	2,6	5	3	11	13
Mg (mg/L)	41,5	14,3	41,1	17	60,3	13
Ca (mg/L)	62,1	21,6	69,1	32,6	106	13
PO₄ (mg/L)	0,2	0,1	0,2	0,1	0,4	13
NO₃ (mg/L)	73,3	48,3	77,4	7,5	144,3	13
SO₄ (mg/L)	33,8	22,8	33	3	64	13
Cl (mg/L)	40,4	21	34	14,1	75,2	13
HCO₃ (mg/L)	304,8	38,5	300	244	370	13
T (°C)	18,5	1,3	18,5	16	20,7	13
pH	7,7	0,3	7,77	7,2	8,3	13
TDS (g/lt)	0,4	0,1	0,4	0,3	0,6	13
CND (mS/cm)	0,8	0,2	0,8	0,3	1,1	13

Γ.1.2.4.2. Ανάλυση συσχέτισης (correlation analysis)

Πίνακας Γ.1.29. Υπολογισμός συντελεστών συσχέτισης.

	Cd	Co	Cr	Mn	Pb	Ni	Fe	Zn	Na	K	Mg	Ca	PO ₄	NO ₃	SO ₄	Cl	HCO ₃	T	pH	TDS	CND	
Cd	1																					
Co	-	1																				
Cr	-	0,34	1																			
Mn	-	0,27	0,41	1																		
Pb	-	0,61	-0,27	-0,22	1																	
Ni	-	-0,19	-0,35	-0,24	-0,10	1																
Fe	-	0,45	-0,28	-0,06	0,53	-0,08	1															
Zn	-	0,45	0,33	0,53	0,40	-0,41	0,11	1														
Na	-	0,50	0,51	0,46	0,30	-0,12	0,24	0,36	1													
K	-	0,33	0,49	0,57	-0,09	0,14	-0,09	0,23	0,63	1												
Mg	-	0,35	0,62	0,59	0,04	-0,64	-0,02	0,62	0,62	0,50	1											
Ca	-	-0,02	0,05	0,00	-0,28	0,47	-0,17	-0,59	0,13	0,50	-0,26	1										
PO₄	-	-0,05	0,20	0,76	-0,21	0,19	-0,30	0,44	0,37	0,66	0,31	0,20	1									
NO₃	-	0,13	0,32	0,25	-0,34	0,32	-0,23	-0,33	0,26	0,63	0,09	0,87	0,32	1								
SO₄	-	-0,03	0,14	0,36	-0,38	0,31	-0,23	-0,23	0,14	0,71	0,05	0,84	0,55	0,88	1							
Cl	-	0,28	0,58	0,68	-0,16	-0,31	-0,25	0,36	0,60	0,69	0,84	0,07	0,50	0,41	0,37	1						
HCO₃	-	-0,19	0,01	0,20	-0,07	-0,20	0,03	0,21	0,39	0,34	0,55	-0,03	0,29	-0,02	0,13	0,39	1					
T	-	0,25	0,41	0,32	0,04	-0,69	0,00	0,55	0,31	0,05	0,78	-0,56	-0,02	-0,33	-0,36	0,55	0,53	1				
pH	-	-0,56	-0,52	-0,04	-0,29	0,29	-0,32	0,03	-0,72	-0,23	-0,31	-0,18	0,24	-0,16	0,10	-0,22	-0,02	-0,22	1			
TDS	-	-0,07	0,47	0,54	-0,51	0,10	-0,46	-0,01	0,34	0,79	0,44	0,61	0,65	0,82	0,85	0,71	0,34	0,02	0,02	1		
CND	-	-0,22	0,42	0,46	-0,59	0,11	-0,65	-0,05	0,18	0,68	0,36	0,57	0,64	0,75	0,80	0,64	0,29	0,00	0,16	0,97	1	

* = Οι ισχυροί συντελεστές συσχέτισης ($r > 0,75$), όπου είναι και άξιοι ιδιαίτερου σχολιασμού, είναι σημειωμένοι με έντονο χρώμα.

Στον πίνακα Γ.1.29 γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν μετά την επεξεργασία των χημικών αναλύσεων, με την μέθοδο της ανάλ. συσχέτισης.

Εξετάζοντας τον πίνακα Γ.1.29, τα συστατικά που συνδέονται μεταξύ τους με ισχυρούς συντελεστές συσχέτισης και έχουν φυσική έννοια είναι:

- i) **το Cl με το Mg και σε μικρότερο βαθμό με το Na και το K:** η συσχέτιση αυτή οφείλεται στην επίδραση της θάλασσας,
- ii) **το NO₃ με το SO₄:** οφείλεται στην χρήση λιπασμάτων, πλούσιων στα συγκεκριμένα συστατικά, σε αυτά πιθανόν να οφείλεται και η θετική συσχέτιση με το Ca,
- iii) **το TDS και το CN_D με τα K, NO₃, SO₄:** οι συσχετίσεις αυτές υποδηλώνουν ουσιαστικά ότι τα K, NO₃, SO₄ αποτελούν την κύρια μάζα των ιόντων στα νερά που αναλύθηκαν.

Γ.1.2.5. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Γ.1.2.5.1. Σκληρότητα (Hardness)

Πίνακας Γ.1.30. Χαρακτηρισμός σκληρότητας των δειγμάτων (σε ισοδύναμο CaCO₃ σε mg/L).

	Ολική Σκληρότητα (H _T)	Μόνιμη Σκληρότητα (H)	Χαρακτηρισμός κατά Sawyer – McCarty	Χαρακτηρισμός κατά Hem
AT-1-D-WM	291,83	-	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AT-2-D-WM	300,64	15,64	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AT-3-WM	295,77	-	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AT-4-WM	419,07	132,07	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AT-5-WM	429,53	59,53	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AT-6-WM	401,91	108,91	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AT-7-WM	419,98	59,98	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AT-8-WM	274,51	-	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AT-9-WM	245,77	-	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AT-10-WM	234,02	-	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
KL-1-WM	335,11	27,11	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
KL-2-WM	298,22	25,22	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
KL-4-WM	283,2	39,2	Σκληρό	Πολύ Σκληρό

Όλα τα δείγματα της συγκεκριμένης περιοχής χαρακτηρίζονται όπως φαίνεται και στον πίνακα Γ.1.30, σύμφωνα με τον Hem (1970) σαν πολύ σκληρά, δηλαδή με H_T>180 mg/L CaCO₃. Χρησιμοποιώντας την ταξινόμηση των Sawyer -McCarty (1967) τα δείγματα διακρίνονται βάσει του χαρακτηρισμού τους σε σκληρά και πολύ σκληρά, (τιμή διάκρισης H_T = 300 mg/L CaCO₃), χωρίς κανένα όμως να παρουσιάζει τιμή μικρότερη ή ίση με 80 mg/L CaCO₃, όπου είναι το όριο για να χαρακτηριστεί ένα νερό κατάλληλο για οικιακή χρήση (Καλλέργης, 1986).

Γ.1.2.5.2. Δείκτης Κορεσμού (Saturation Index)

Πίνακας Γ.1.33. Υπολογισμός του Δείκτη Κορεσμού (S.I.) για τα ορυκτά ασβεστίτης, Αραγωνίτης και ερμηνεία.

	Ασβεστίτης		Αραγωνίτης	
	S.I.	Σχολιασμός	S.I.	Σχολιασμός
AT-1-D-WM	0,10	Σχ. Κορεσμένο	-0,07	Σχ. Κορεσμένο
AT-2-D-WM	0,19	Υπέρκορο	0,03	Σχ. Κορεσμένο
AT-3-WM	-0,16	Ακόρεστο	-0,33	Ακόρεστο
AT-4-WM	0,01	Σχ. Κορεσμένο	-0,16	Ακόρεστο
AT-5-WM	0,65	Υπέρκορο	0,48	Υπέρκορο
AT-6-WM	0,60	Υπέρκορο	0,44	Υπέρκορο
AT-7-WM	0,74	Υπέρκορο	0,58	Υπέρκορο
AT-8-WM	0,68	Υπέρκορο	0,51	Υπέρκορο
AT-9-WM	0,87	Υπέρκορο	0,71	Υπέρκορο
AT-10-WM	0,75	Υπέρκορο	0,58	Υπέρκορο
KL-1-WM	0,86	Υπέρκορο	0,70	Υπέρκορο
KL-2-WM	0,73	Υπέρκορο	0,57	Υπέρκορο
KL-3-WM	0,76	Υπέρκορο	0,59	Υπέρκορο
KL-4-WM	0,64	Υπέρκορο	0,47	Υπέρκορο

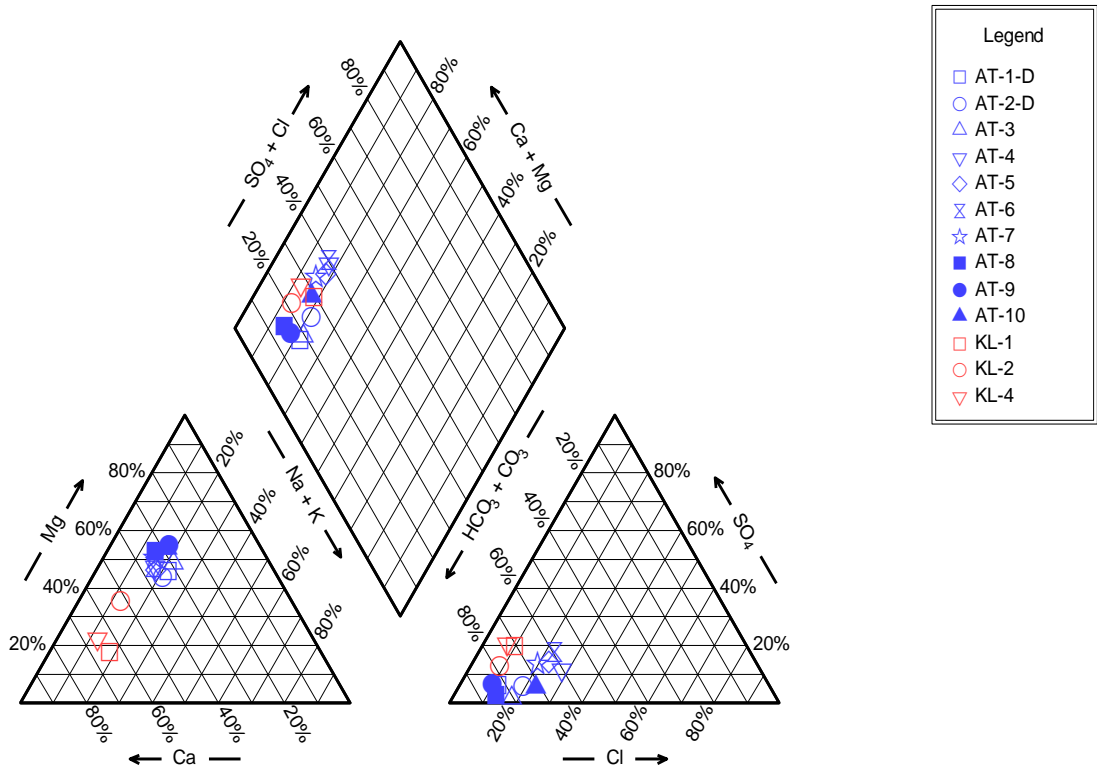
Γ.1.2.6. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Γ.1.2.6.1 Τριγραμμικά διαγράμματα (Piper diagrams)

Εξετάζοντας το διάγραμμα Piper (Εικ. Γ.1.52), στο οποίο προβάλλονται τα δείγματα από τις περιοχές της Αταλάντης και της Κυρτώνης και με την βοήθεια του πίνακα Γ.1.34, στον οποίο παρουσιάζονται οι χημικοί τύποι των νερών, καταδεικνύεται άμεσα η επικράτηση του οξυανθρακικού χαρακτήρα σε όλα τα δείγματα. Ταυτόχρονα, γίνεται εμφανής η διαφοροποίηση, κυρίως στο τρίγωνο Mg – Ca – (Na+K), των δειγμάτων της Αταλάντης, όπου ο οξυανθρακικός τους χαρακτήρας συμπληρώνεται και γίνεται μαγνησιούχος – οξυανθρακικός (Mg-HCO₃), σε αντίθεση με τα δείγματα της Κυρτώνης, όπου είναι χημικού τύπου ασβεστούχα – οξυανθρακικά (Ca-HCO₃) προέρχονται από άλλο υδροφόρο ορίζοντα.

Πίνακας Γ.1.34. Χημικός τύπος των δειγμάτων νερού.

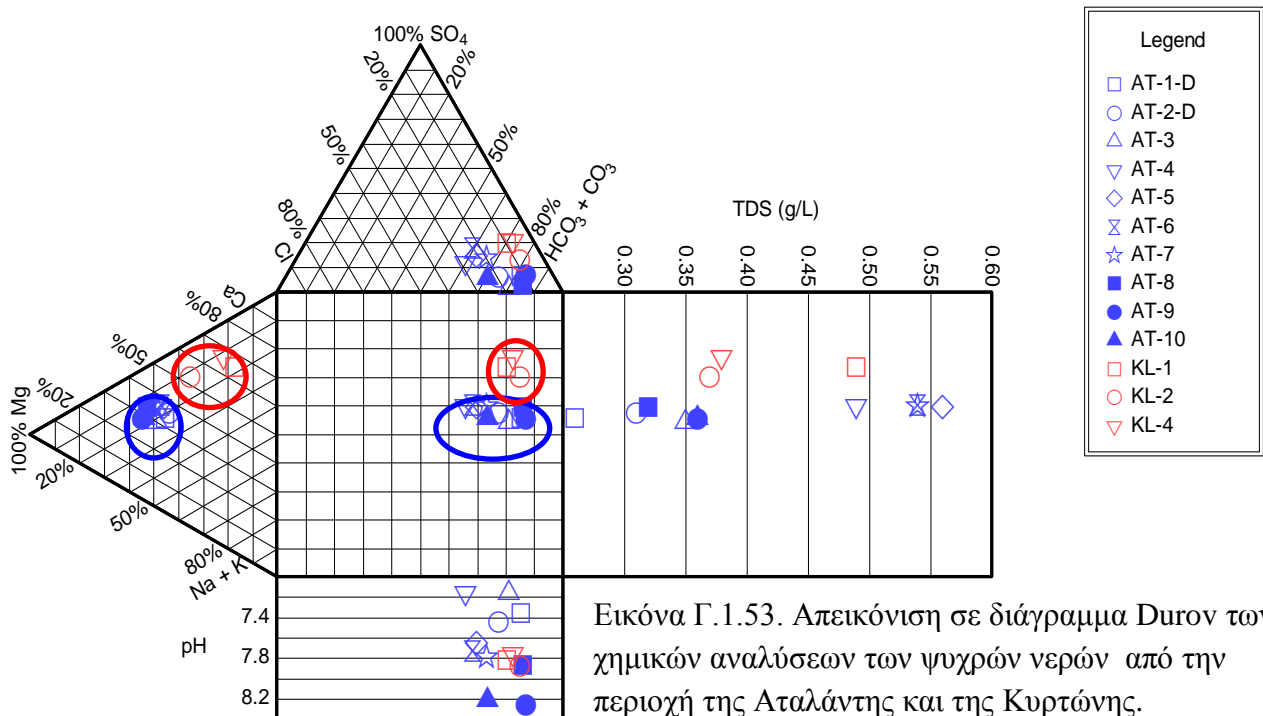
Δείγμα	Χημικός τύπος	Δείγμα	Χημικός τύπος
AT-1-D-WM	Mg-HCO ₃	AT-8-WM	Mg-HCO ₃
AT-2-D-WM	Mg-HCO ₃	AT-9-WM	Mg-HCO ₃
AT-3-WM	Mg-HCO ₃	AT-10-WM	Mg-HCO ₃
AT-4-WM	Mg-HCO ₃	KL-1-WM	Ca-HCO ₃
AT-5-WM	Mg-HCO ₃	KL-2-WM	Ca-HCO ₃
AT-6-WM	Mg-HCO ₃	KL-4-WM	Ca-HCO ₃
AT-7-WM	Mg-HCO ₃		



Εικόνα Γ.1.52. Απεικόνιση σε διάγραμμα Piper των χημικών αναλύσεων των ψυχρών νερών από την περιοχή της Αταλάντης και της Κυρτώνης.

Γ.1.2.6.2. Διάγραμμα Durov

Από το διάγραμμα Durov (Εικ. Γ.1.53), στο οποίο προβάλλονται τα δείγματα από τις περιοχές της Αταλάντης και της Κυρτώνης, γίνεται εμφανής η διαφοροποίηση των δειγμάτων από την περιοχή της Αταλάντης (σύμβολα μπλε χρώματος), έναντι των δειγμάτων από την περιοχή της Κυρτώνης (σύμβολα κόκκινου χρώματος), κυρίως στο κεντρικό τετράγωνο και στο τρίγωνο Mg – Ca – (Na+ K). Καθώς πρόκειται για δείγματα που ανήκουν σε διαφορετικούς υδροφόρους οριζώντιες.



Εικόνα Γ.1.53. Απεικόνιση σε διάγραμμα Durov των χημικών αναλύσεων των ψυχρών νερών από την περιοχή της Αταλάντης και της Κυρτώνης.

Γ.1.2.7. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΠΕΡΙΟΔΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΚΑΙ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ

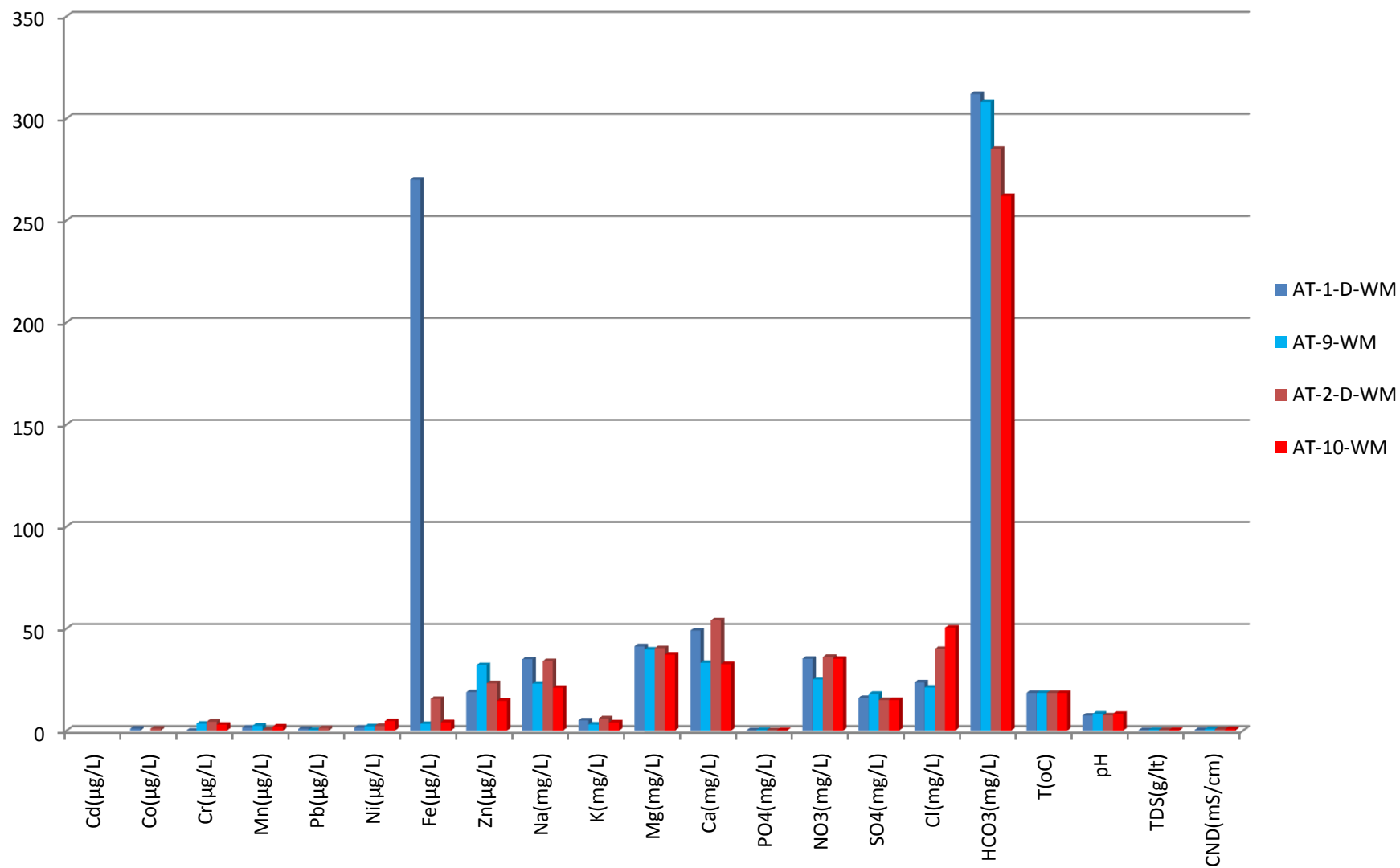
Σε επιλεγμένες θέσεις πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία κατά την περίοδο χαμηλής και κατά την περίοδο υψηλής στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα. Έτσι ώστε να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο περιόδων, με σκοπό να εντοπίσουν πιθανές διαφοροποιήσεις και το εύρος αυτών.

Στα ψυχρά δείγματα των περιοχών Αταλάντης – Κυρτώνης επιλέχθηκαν δύο δείγματα για αυτό τον σκοπό, όπου είναι τα AT-1-D-WM, AT-2-D-WM και αντίστοιχα οι επαναλήψεις τους AT-9-WM, AT-10-WM. Προέρχονται από τις δύο γεωτρήσεις που χρησιμοποιούνται για την υδροδότηση του Δήμου Αταλάντης.

Όπως φαίνεται και από τις τιμές των χημικών αναλύσεων από τον πίνακα Γ.1.26, αλλά και πιο παραστατικά από το διάγραμμα της εικόνας Γ.1.26, κατά την περίοδο της επαναληπτικής δειγματοληψίας (περίοδος υψηλής στάθμης) παρατηρείται κατά κανόνα ελάττωση των συγκεντρώσεων των διάφορων χημικών παραμέτρων, όπως είναι και αναμενόμενο.

Εξαιρέσεις παρουσιάζονται, στο δείγμα AT-1-D-WM και την επανάληψη του (AT-9-WM), σε μια σειρά ιχνοστοιχείων όπως Cr, Mn και Ni. Οι τιμές των συγκεντρώσεων αυτών των ιχνοστοιχείων όμως εμφανίζουν πολύ μικρό εύρος διαφοροποίησης από την μια περίοδο στην άλλη και για αυτό τον λόγο τις θεωρούμε πρακτικά σταθερές. Ενδιαφέροντες εξαιρέσεις αποτελούν οι συγκεντρώσεις PO₄, SO₄, όπου οφείλονται στην εποχιακή χρήση λιπασμάτων πλούσια στα συγκεκριμένα συστατικά. Βέβαια, πρέπει να αναφερθεί ότι προβληματισμούς δημιουργεί η ιδιαίτερα υψηλή συγκέντρωση του Fe (270μg/L) στο δείγμα AT-1-D-WM (περίοδος χαμηλής στάθμης), όπου στην επαναληπτική μέτρηση (AT-9-WM), έπεσε στα 3μg/L. Το φαινόμενο αυτό πιθανόν να οφείλεται στην παρουσία περισσότερο σιδηρούχων συστατικών στα κατώτερα στρώματα του υδροφορέα, έτσι ώστε κατά την περίοδο της χαμηλής στάθμης να επηρεάζεται περισσότερο η συγκέντρωση του Fe στο νερό. Σε αυτό πιθανόν να οφείλεται και η παρόμοια συμπεριφορά που παρουσιάζει η συγκέντρωση Zn.

Για το δείγμα AT-2-D-WM και την επανάληψη του (AT-10-WM), ενδιαφέρον προκαλεί και η συγκέντρωση Cl, η οποία κατά την επαναληπτική δειγματοληψία παρουσιάζει αύξηση, γεγονός που πιθανότατα οφείλεται σε σταδιακή επιρροή της θάλασσας στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα.

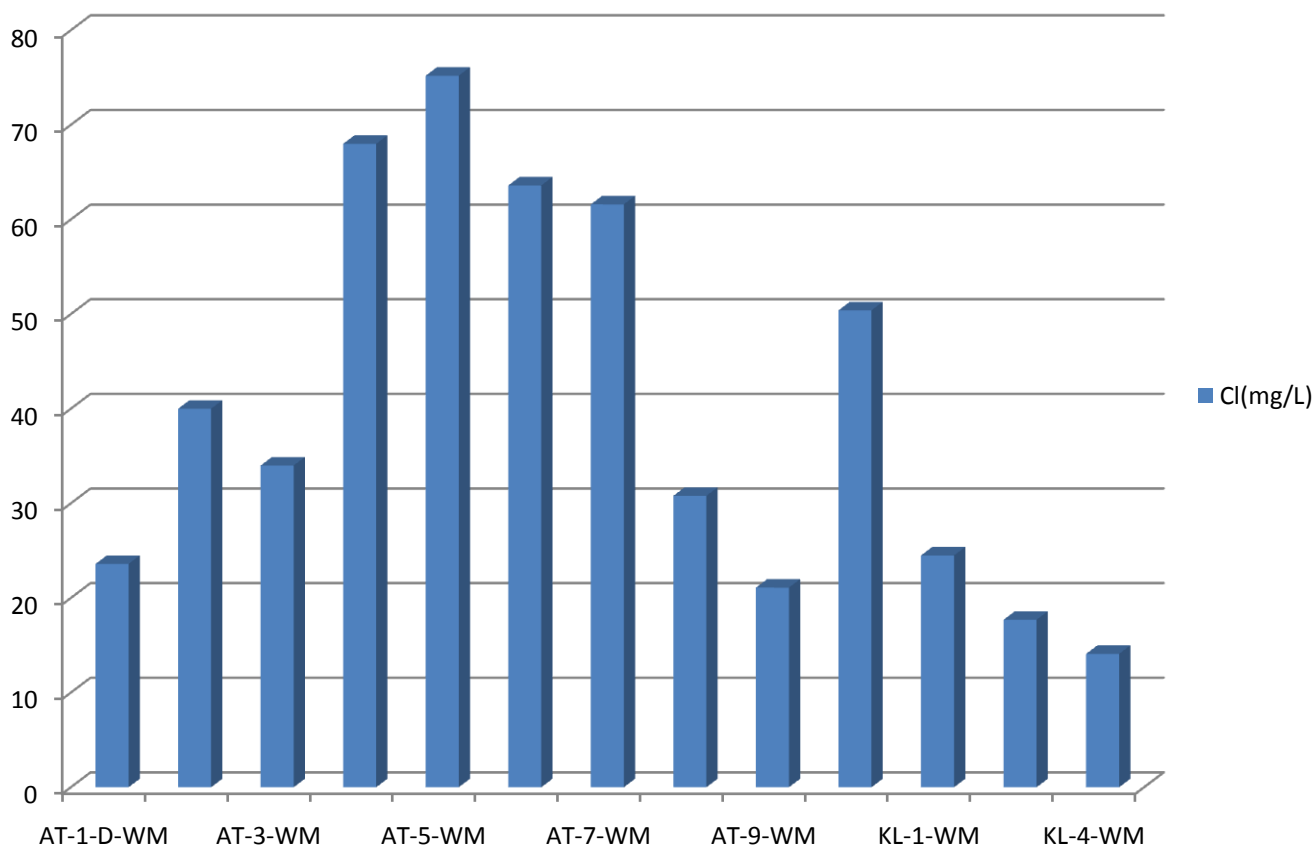


Εικόνα Γ.1.54. Ραβδόγραμμα συγκεντρώσεων των χημικών αναλύσεων και των φυσικών παραμέτρων των δειγμάτων στα οποία έγινε δειγματοληψία κατά τις περιόδους χαμηλής και υψηλής στάθμης.

Γ.1.2.8. ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ ΝΕΡΩΝ – ΧΑΡΤΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ

Τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων των διαφόρων στοιχείων προβάλλονται στον χάρτη της περιοχής με σκοπό να ανιχνευθεί η πιθανή σχέση της συγκέντρωσης των διαφόρων στοιχείων με τους γεωλογικούς και άλλους παράγοντες.

Στον χάρτη Γ.1.20, στον οποίο αποτυπώνονται οι συγκεντρώσεις Cl, γίνεται εμφανές ότι οι συγκεντρώσεις παρουσιάζονται αυξημένες στα δείγματα (γεωτρήσεις) τα οποία εντοπίζονται σε κοντινή απόσταση από την θάλασσα. Ταυτόχρονα, παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται η απόσταση των δειγμάτων από την θάλασσα, τόσο οι συγκεντρώσεις Cl παρουσιάζουν πτωτική τάση. Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα της εικόνας Γ.1.55, τα δείγματα AT-4-WM έως AT-7-WM, τα οποία είναι σε μικρότερη απόσταση από την θάλασσα παρουσιάζουν τις μέγιστες τιμές (>60mg/L). Σε αντίθεση με τα δείγματα από την περιοχή της Κυρτώνης KL-1-WM, KL-2-WM, KL-4-WM ή ακόμη και το δείγμα AT-1-D-WM, όπου είναι τα πιο απομακρυσμένα δείγματα από την θάλασσα και παρουσιάζουν τις μικρότερες τιμές συγκέντρωσης (<25mg/L). Αυτό σημαίνει ότι πηγή των Cl είναι η θάλασσα και έχουμε επηρεασμό του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα.



Εικόνα Γ.1.55. Διάγραμμα συγκεντρώσεων Cl, στα ψυχρά νερά της Αταλάντης και της Κολάκας.

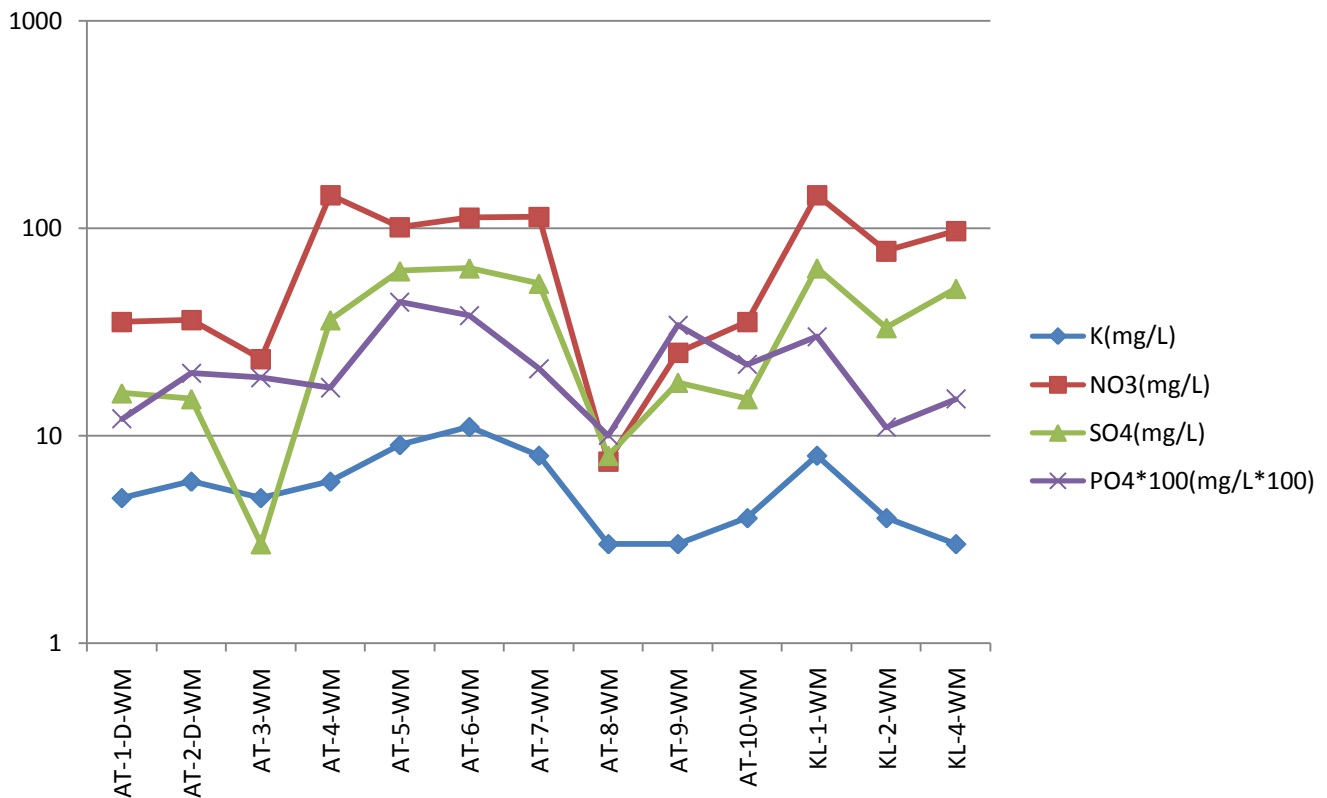
Από τους χάρτες Γ.1.21-24, αλλά και όπως φαίνεται κυρίως από το λογαριθμικό διάγραμμα της εικόνας Γ.1.56, παρατηρείται ότι οι συγκεντρώσεις K, NO₃, SO₄, PO₄ συµμεταβάλλονται σε ικανοποιητικό βαθμό. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις παρουσιάζονται στα δείγματα AT-5-WM έως AT-7-WM που εντοπίζονται στο κέντρο της πεδιάδας της Αταλάντης και στα δείγματα KL-2-WM, KL-4-WM από την περιοχή της Κυρτώνης. Ως πηγή των συστατικών αυτών θεωρείται η χρήση λιπασμάτων, καθώς στην περιοχή έχουμε έντονη αγροτική δραστηριότητα. Οι κατά τόπους ιδιαίτερα αυξημένες τιμές των συγκεντρώσεων των διάφορων συστατικών που παρατηρούνται, ερμηνεύονται αν λάβουμε υπόψη μας την διαφορετική ένταση χρήσης κάθε τύπου λιπάσματος ανά περιοχή.

Παρόλα αυτά όμως, εντοπίζονται κάποιες δυσανάλογα υψηλές συγκεντρώσεις NO₃ σε κάποια δείγματα, χωρίς οι συγκεντρώσεις των SO₄, PO₄ και του K να παρουσιάζουν ανάλογη αύξηση, όπως στα δείγματα AT-4-WM, KL-2-WM, KL-3. Σε αυτά τα δείγματα οι αυξημένες συγκεντρώσεις των NO₃, πρέπει να οφείλονται σε οικιστικά λύματα, καθώς όλα τα δείγματα που παρουσιάζουν αυτό το φαινόμενο εντοπίζονται εντός ή πλησίον οικισμών χωρίς αποχετευτικό δίκτυο.

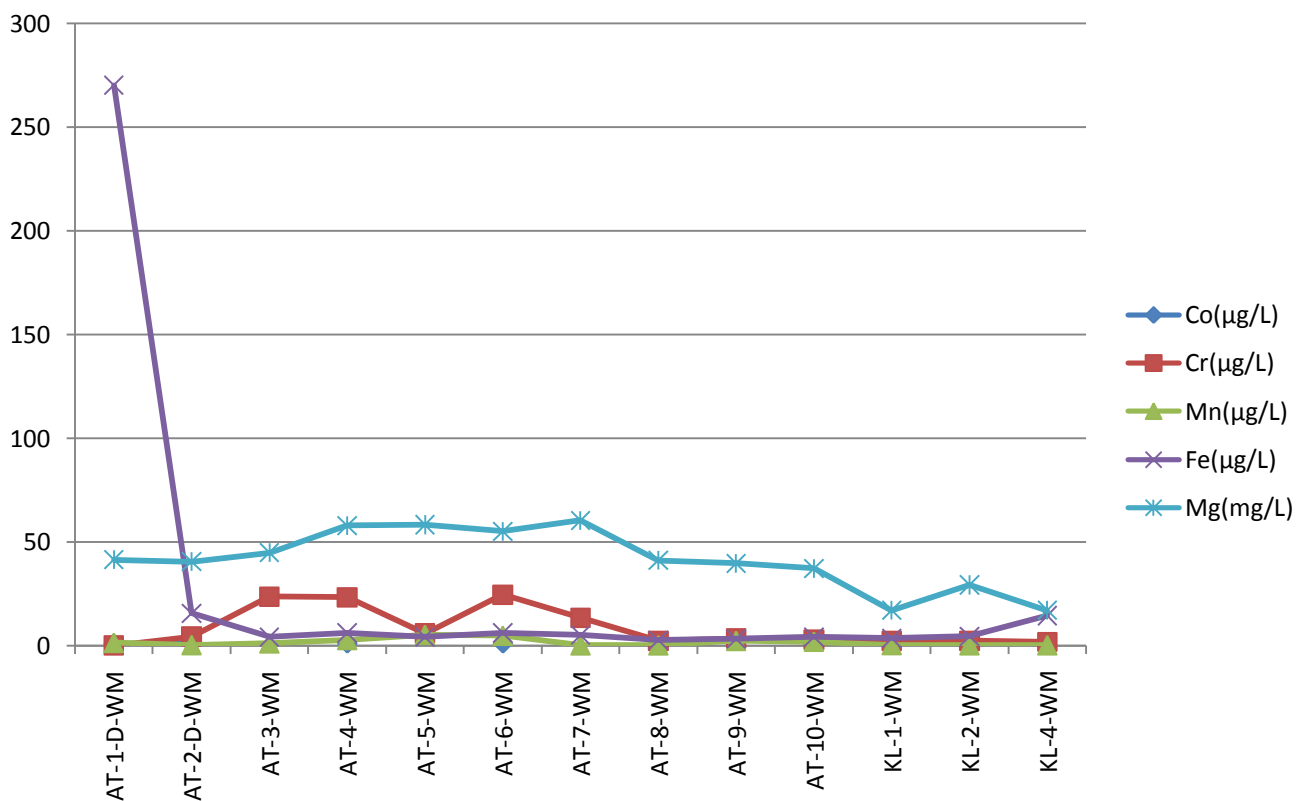
Από τους χάρτες Γ.1.25-31, όπου αποτυπώνονται οι συγκεντρώσεις Co, Cr, Mn, Mg, Ni, Fe, Zn, αλλά και από τα διαγράμματα των εικόνων Γ.1.57, 58, παρατηρείται πως κάποια ιχνοστοιχεία παρουσιάζουν το φαινόμενο να έχουν αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων στα δείγματα από την περιοχή του κάμπου της Αταλάντης. Αντίθετα, τα δείγματα από την περιοχή της Κυρτώνης παρουσιάζουν μικρές έως μηδενικές τιμές συγκεντρώσεων. Παράλληλα, υπάρχουν και κάποια αλλά ιχνοστοιχεία που παρατηρείται να παρουσιάζουν το ακριβώς αντίθετο φαινόμενο. Από γεωλογικής άποψης, ο κάμπος της Αταλάντης αναπτύσσεται πάνω σε μεταλλικά Τεταρτογενή ιζήματα. Στην ευρύτερη περιοχή της Κυρτώνης αναπτύσσονται μεταλλικά Νεογενή ιζήματα, αλλά κυρίως συναντάται η σχιστοκερατολιθική διάπλαση με οφιολίθους και σερπεντινίτες και εκρηξιγενή πετρώματα.

Πιο αναλυτικά, τα Co, Cr, Mn, Mg, Zn, όπως φαίνεται και πιο καθαρά στα διαγράμματα των εικόνων Γ.1.57, 58 και στους χάρτες Γ.1.25-28,31 παρουσιάζουν αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων στα δείγματα από την περιοχή του κάμπου της Αταλάντης, ενώ αντίθετα στα δείγματα από την περιοχή της Κυρτώνης παρουσιάζουν μικρές έως μηδενικές τιμές συγκεντρώσεων.

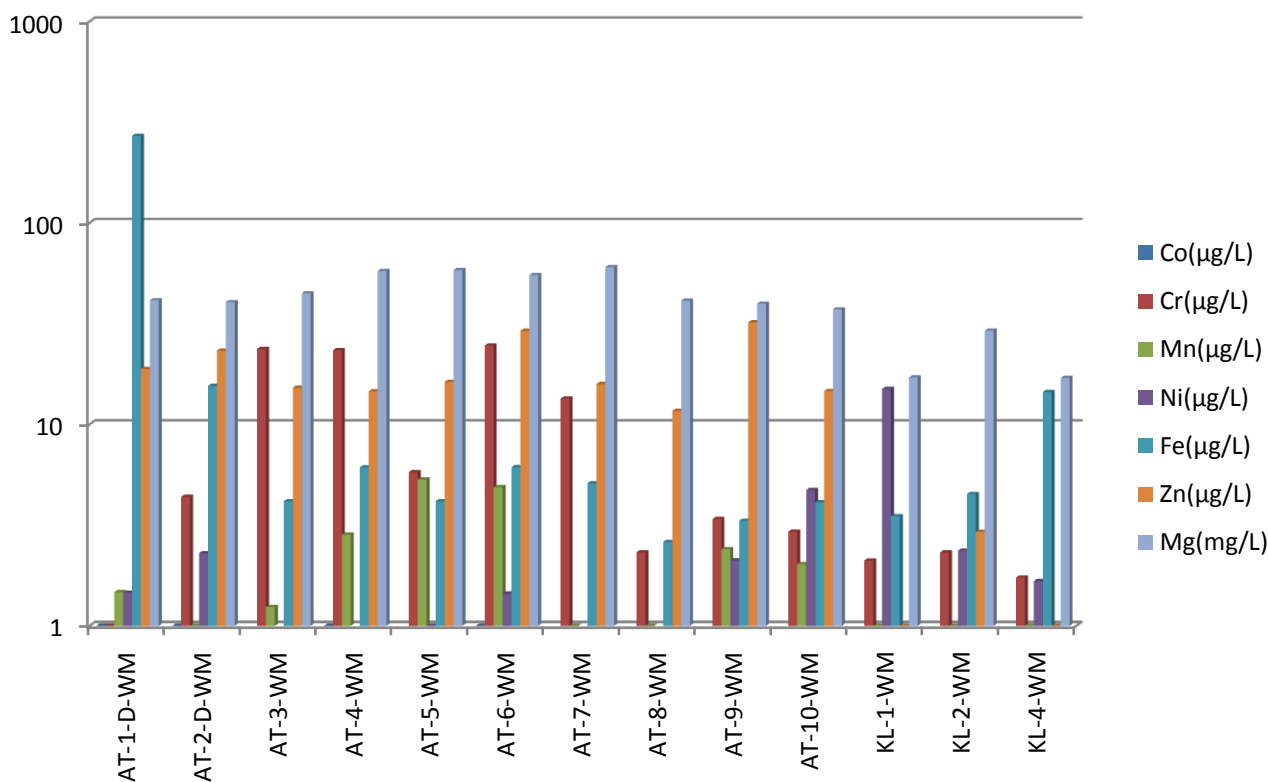
Το αντίθετο φαινόμενο, δηλαδή να παρουσιάζονται μειωμένες τιμές συγκεντρώσεων στα δείγματα από την περιοχή του κάμπου της Αταλάντης και αυξημένες στα δείγματα από την περιοχή της Κυρτώνης, παρουσιάζει το Ni, όπως φαίνεται από τον χάρτη Γ.1.29, αλλά και από το διάγραμμα της εικόνας Γ.1.58.



Εικόνα Γ.1.56. Λογαριθμικό διάγραμμα συγκεντρώσεων K, NO₃, SO₄, PO₄ στα ψυχρά νερά της Αταλάντης και της Κολάκας.



Εικόνα Γ.1.57. Διάγραμμα συγκεντρώσεων Cr, Ni, Fe, Zn, Co στα ψυχρά νερά της Αταλάντης και της Κολάκας.



Εικόνα Γ.1.58. Ραβδόγραμμα (λογαριθμικής κλίμακας) συγκεντρώσεων Cr, Co, Mn, Ni, Fe, Zn, Mg στα ψυχρά νερά της Αταλάντης και της Κυρτώνης.

Λαμβάνοντας υπόψη μας το γεγονός ότι στην περιοχή δεν έχουμε ανθρωπογενείς δραστηριότητες, που να δικαιολογούν την ύπαρξη αυτών των συγκεντρώσεων σαν αποτέλεσμα τους, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το αίτιο της ύπαρξης αυτών των αυξημένων τιμών των συγκεντρώσεων των ιχνοστοιχείων, δεν πρέπει να είναι άλλο από τους γεωλογικούς σχηματισμούς. Πιο συγκεκριμένα, κάποια από τα πετρώματα που εντοπίζονται στην περιοχή και περιέχουν αυτά τα ιχνοστοιχεία και μέσω διαδικασιών αποσάθρωσης, εμπλουτίζουν τα νερά.

Εξετάζοντας αναλυτικά τους γεωλογικούς σχηματισμούς και τα πετρώματα που τους απαρτίζουν, διαπιστώνεται ότι ο μόνος σχηματισμός ο οποίος είναι σε θέση να δώσει αυτά τα ιχνοστοιχεία, είναι η σχιστοκερατολιθική διάπλαση με οφιολίθους και σερπεντινίτες.

Πιο αναλυτικά, ο σχηματισμός της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης με οφιολίθους στην περιοχή μελέτης, μπορεί να θεωρηθεί ότι αντιπροσωπεύει ένα σύνολο πετρωμάτων διαφορετικής προέλευσης, όπως είναι τα βασικά εκρηξιγενή πετρώματα της σειράς των οφιολίθων και τα ιζηματογενή πετρώματα με σχιστολίθους, σχιστοψαμμίτες, κερατόλιθους και πυριτικούς ασβεστόλιθους. Από άποψη τεκτονικής πιστεύεται δε ότι οι (αμιγείς) οφιολίθοι του Καλλίδρομου αντιστοιχούν σε υπολείμματα του τ.π. Η4 που αντιστοιχεί στην οφιολιθική ουλή του ωκεανού Βαρδάρη - Αξιού (Παπανικολάου, 1993).

Κύριο χαρακτηριστικό αυτών των εμφανίσεων της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης είναι οι συχνές παρεμβολές οφιολιθικών πετρωμάτων στους σχιστοκερατόλιθους. Στην ευρύτερη περιοχή της Αταλάντης, οι οφιολίθοι συμμετέχουν με σταθερή περίπου αναλογία (50-50%) σε σχέση με τα υπόλοιπα μέλη (Αγγελίδης, 1992). Μεταξύ των οφιολιθικών πετρωμάτων τη συχνότερη συμμετοχή έχει ο διαβάσης και ο σερπεντίνης.

Σε ορισμένα σημεία όμως της ευρύτερης περιοχής η μεγάλη ανάπτυξη οφιολίθων επιτρέπει τη διάκριση τους σε ξεχωριστό γεωλογικό σχηματισμό. Ενδεικτικό είναι ότι στην περιοχή μεταξύ Μεγαπλάτανου και Γουλεμίου γινόταν παλαιότερα επιφανειακή εκμετάλλευση μαγνησίτη σε πέτρωμα σερπεντινών.

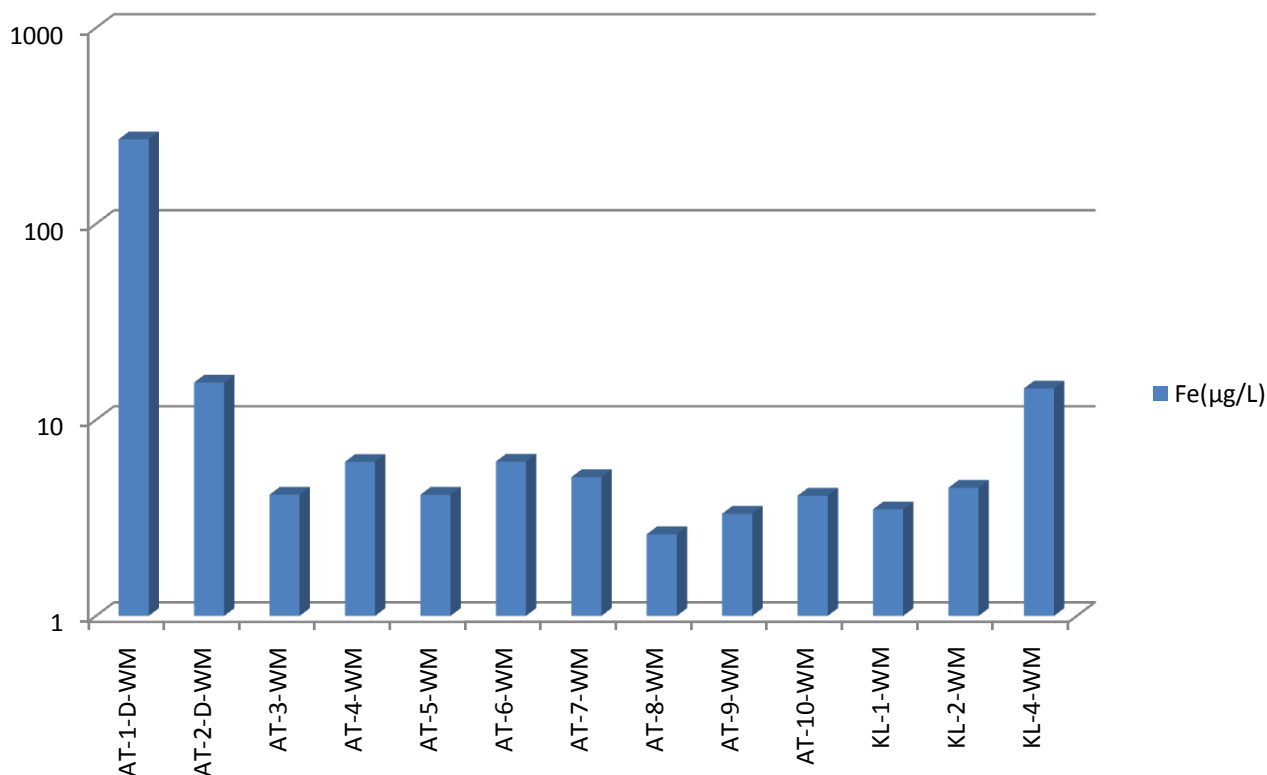
Από πετρολογική άποψη στην περιοχή μελέτης, συναντάμε κυρίως δύο κατηγορίες οφιολιθικών σχηματισμών, το διαβάση (δολερίτης) και τον περιδοτίτη με διαφορετικό βαθμό σερπεντινίωσης (εξαλλοίωσης των αρχικών στοιχείων).

Χαρακτηριστικό είναι ότι στην ευρύτερη περιοχή της Αταλάντης έχουν αναγνωρισθεί τα περισσότερα των μελών του οφιολιθικού συμπλέγματος από τα υπερβασικότερα (περιδοτίτης) μέχρι τα λιγότερο βασικά (σπηλίτης) (Αγγελίδης, 1992).

Όπως προαναφέρθηκε, εμφάνιση αυτού του συνόλου πετρωμάτων της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης με οφιολίθους, έχουμε στην περιοχή της Κυρτώνης, οπότε η υγειής εμφάνιση αυτών των σχηματισμών μπορεί να δικαιολογήσει τις αυξημένες τιμές Ni, που συναντάμε στην περιοχή.

Όμως, η περιοχή της Αταλάντης αναπτύσσεται σε μεταλλικά Τεταρτογενή ιζήματα. Τα ιζήματα αυτά σχηματίστηκαν από υλικά που προήλθαν από τη διάβρωση και αποσάθρωση των πετρωμάτων που βρισκόταν στις παρυφές της λεκάνης και μεταφέρθηκαν με τα ποτάμια, τα ρέματα και τους ανέμους προς χαμηλές υψομετρικά θέσεις. Φαίνεται ότι τα ιχνοστοιχεία Co, Cr, Mn, Mg, Zn είναι πιο εύκολο να διαλυθούν και να τα προσλάβει το νερό, όταν τα πετρώματα στα οποία αρχικά υπάρχουν έχουν αποσαθρωθεί σε μεγάλο βαθμό.

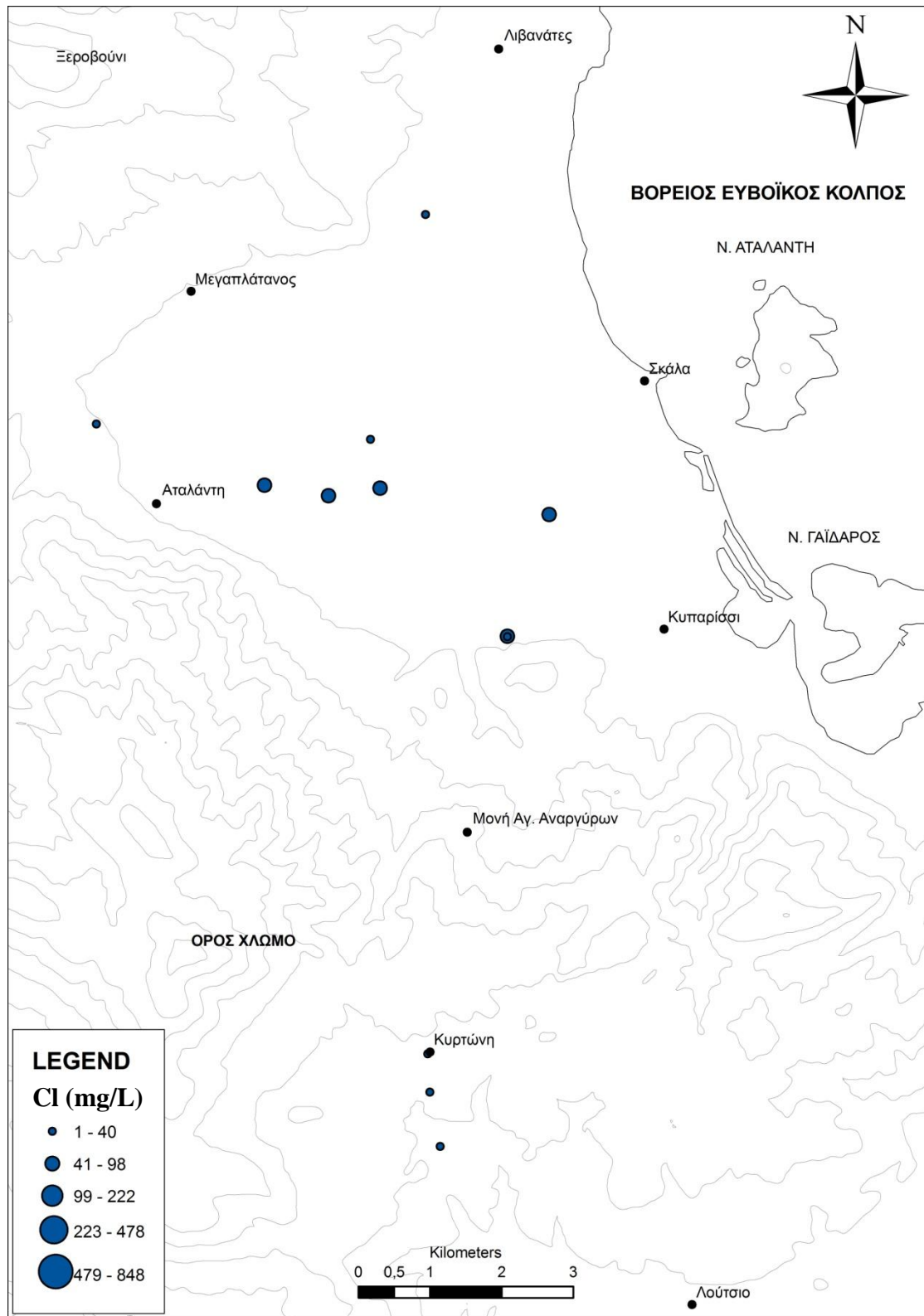
Τέλος, όσον αφορά τις συγκεντρώσεις Fe, όπως φαίνεται στον χάρτη Γ.1.30 και στο διάγραμμα της εικόνας Γ.1.59, παρατηρείται πως αυξημένες συγκεντρώσεις παρουσιάζονται και στα δείγματα από την περιοχή της Αταλάντης και στα δείγματα από την περιοχή της Κυρτώνης. Αίτιο πάλι των αυξημένων συγκεντρώσεων, είναι η ύπαρξη των υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς, που όπως προαναφέρθηκε, μέσω διαδικασιών αποσάθρωσης και διάβρωσης τους δίνουν το Fe στο νερό.



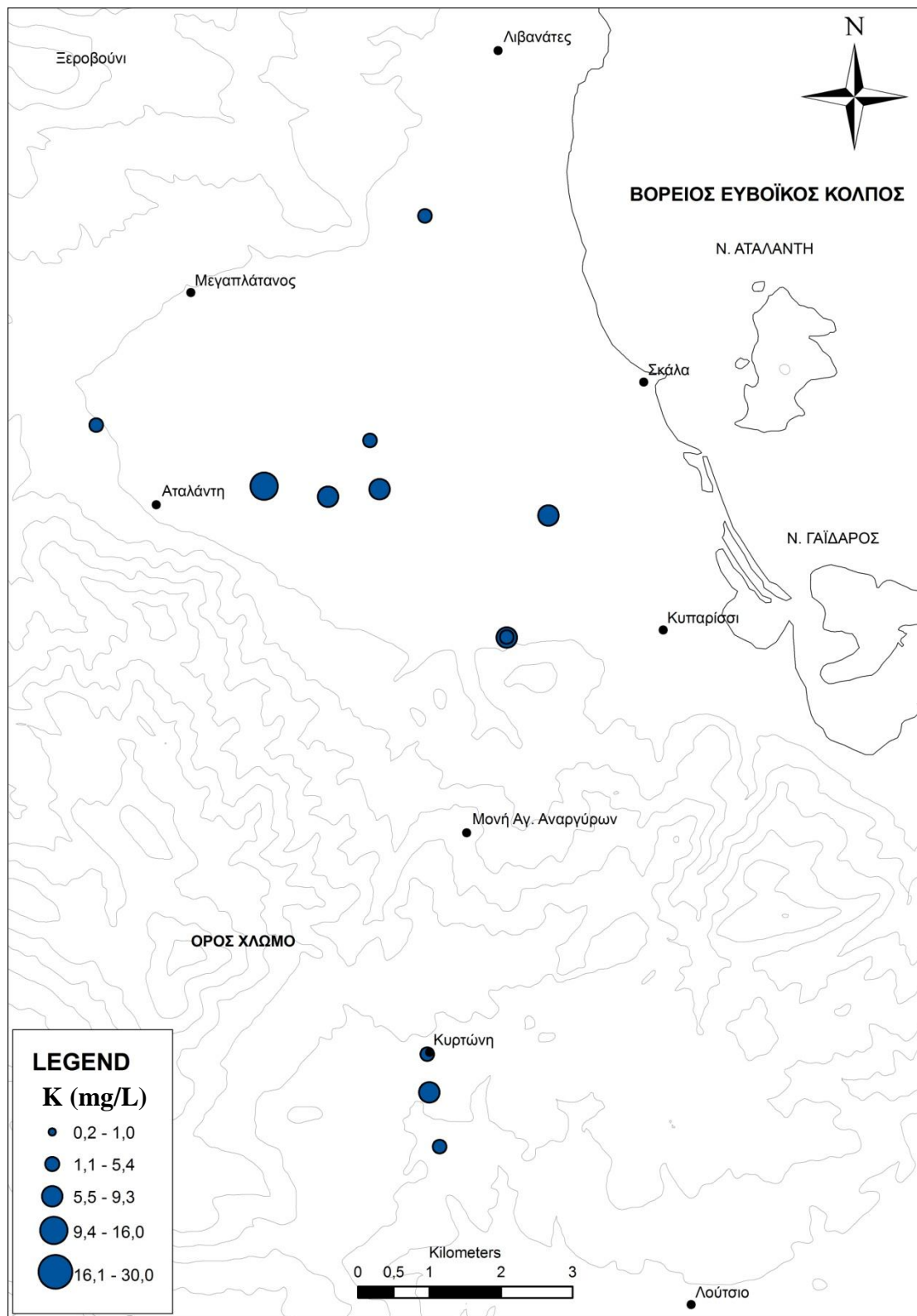
Εικόνα Γ.1.59. Λογαριθμικό διάγραμμα συγκεντρώσεων Fe στα ψυχρά νερά της Αταλάντης και της Κυρτώνης.

Αν εξετάσουμε τον πίνακα Γ.1.27, όπου παρουσιάζονται οι αναλύσεις δειγμάτων ψυχρών υπογείων νερών που πραγματοποιήθηκαν με φασματοσκοπία πλάσματος (ICP-MS). Αν και το πλήθος των δειγμάτων δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλο, έτσι ώστε μόνο από αυτές τις αναλύσεις να διεξαχθούν ξεχωριστά συμπεράσματα, παρόλα αυτά είναι εμφανές ότι:

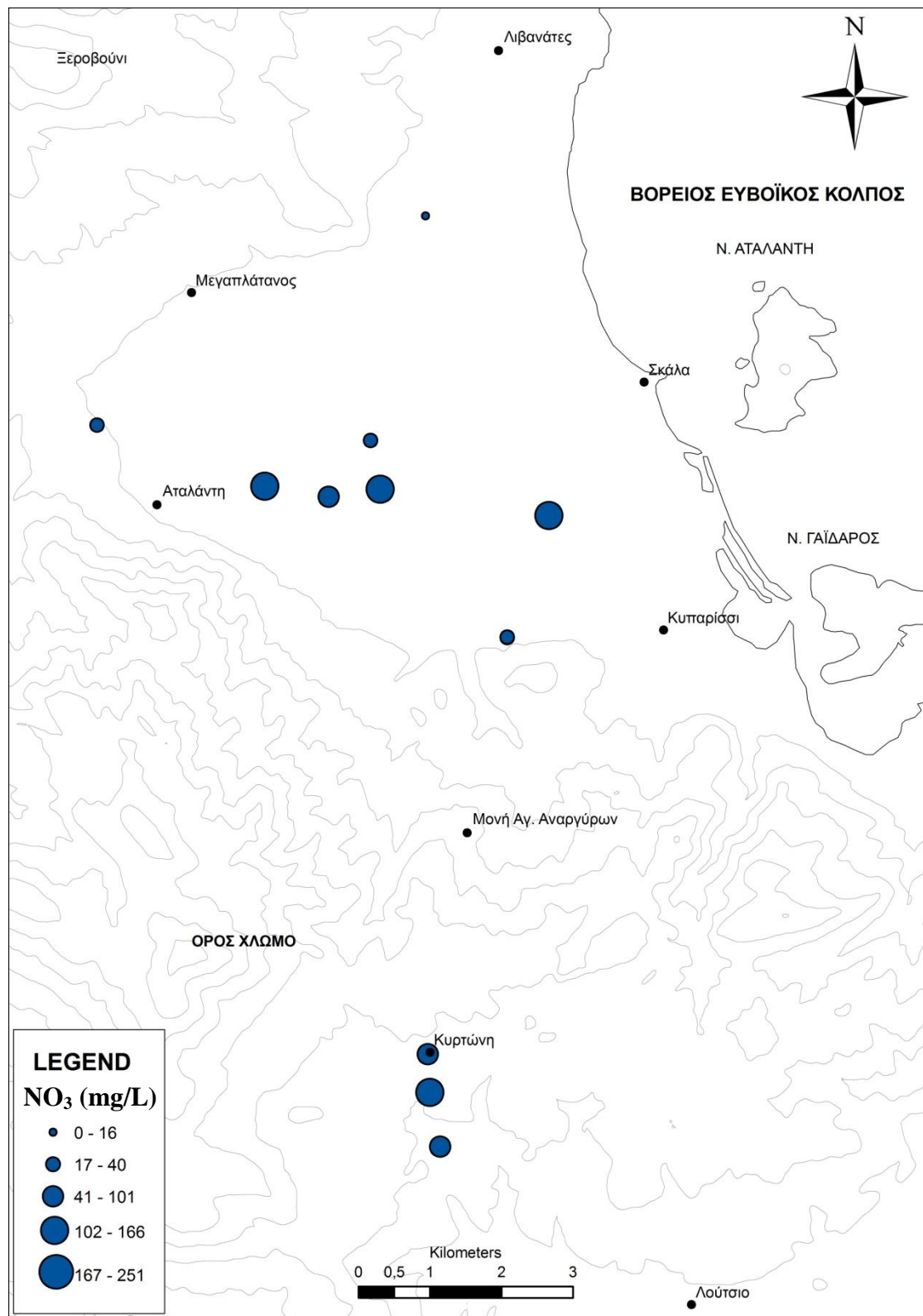
- Οι συγκεντρώσεις των στοιχείων Al, As, B, Ba, Br, Cs, Cu, Li, Mo, Rb, Se, Si, Sr, V, στα υπόγεια ψυχρά νερά της Αταλάντης και Κυρτώνης, επιβεβαιώνουν την άποψη ότι τα διάφορα πετρώματα δρουν καταλυτικά στην χημική σύσταση των ψυχρών νερών των περιοχών.
- Σε όλα τα δείγματα ψυχρού υπόγειου νερού από την περιοχή της Αταλάντης διαπιστώθηκε παρουσία Au σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 0,06 έως 0,17µg/L. Το πιθανότερο είναι ότι ο χρυσός αυτός προέρχεται από τα υπερβασικά πετρώματα της οφ. σειράς. Σε κάθε περίπτωση όμως, ο μικρός εμπλουτισμός των υδάτων της περιοχής σε χρυσό παρουσιάζει ενδιαφέρον και απαιτεί περαιτέρω έρευνα.



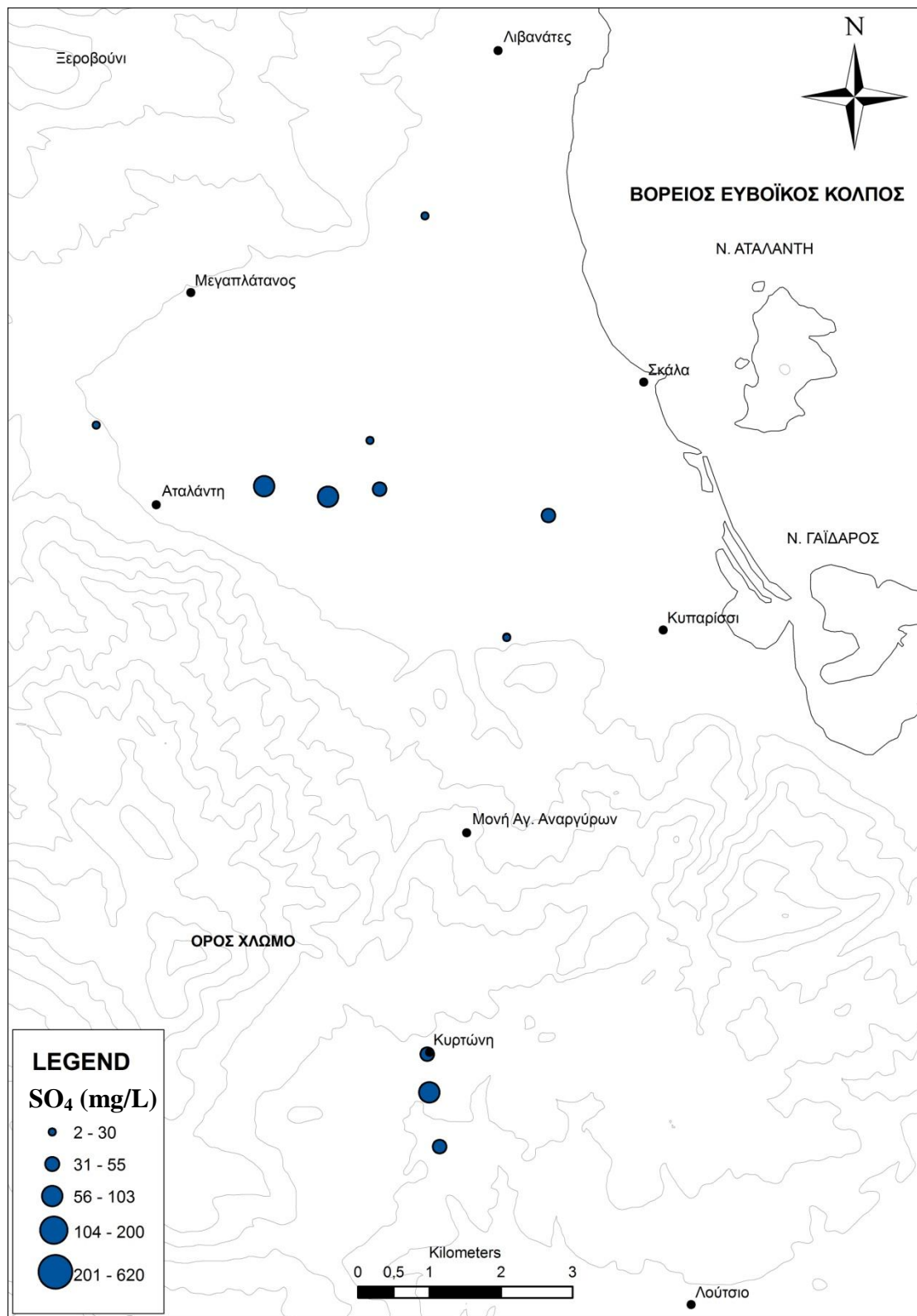
Χάρτης Γ.1.20. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Cl στα υπόγεια ψυχρά νερά των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



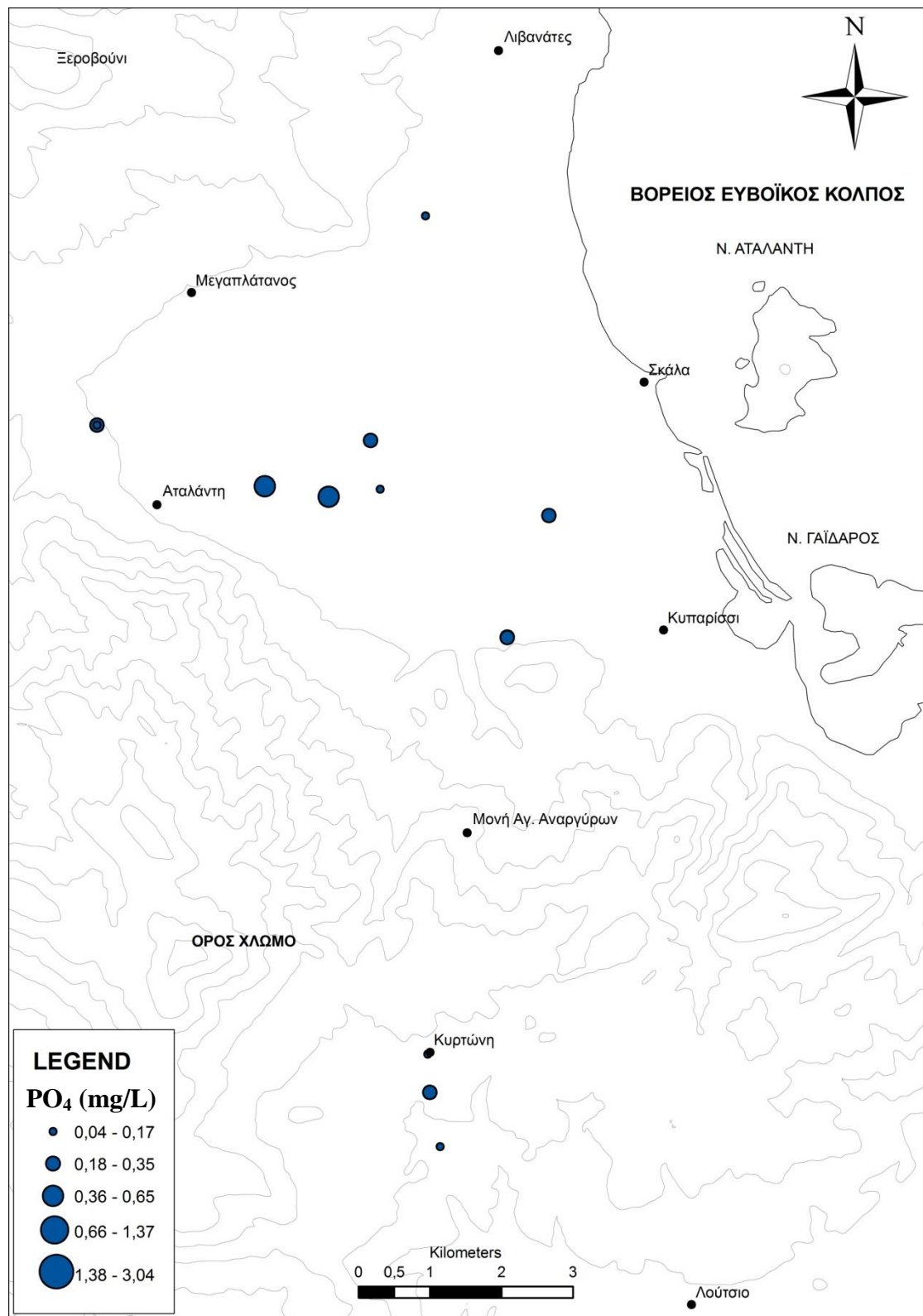
Χάρτης Γ.1.21. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Κ στα υπόγεια ψυχρά νερά των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



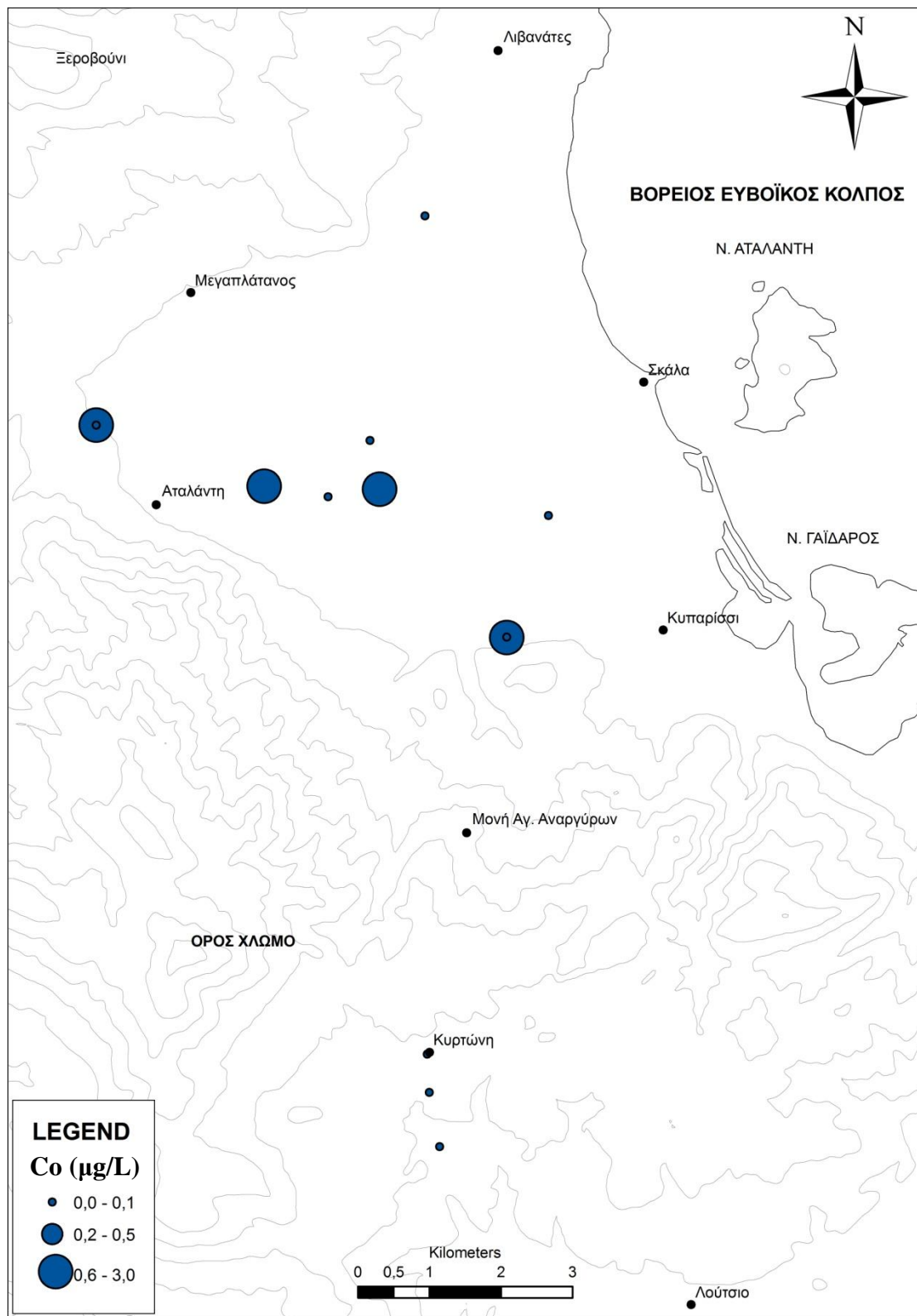
Χάρτης Γ.1.22. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων NO₃ στα υπόγεια ψυχρά νερά των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



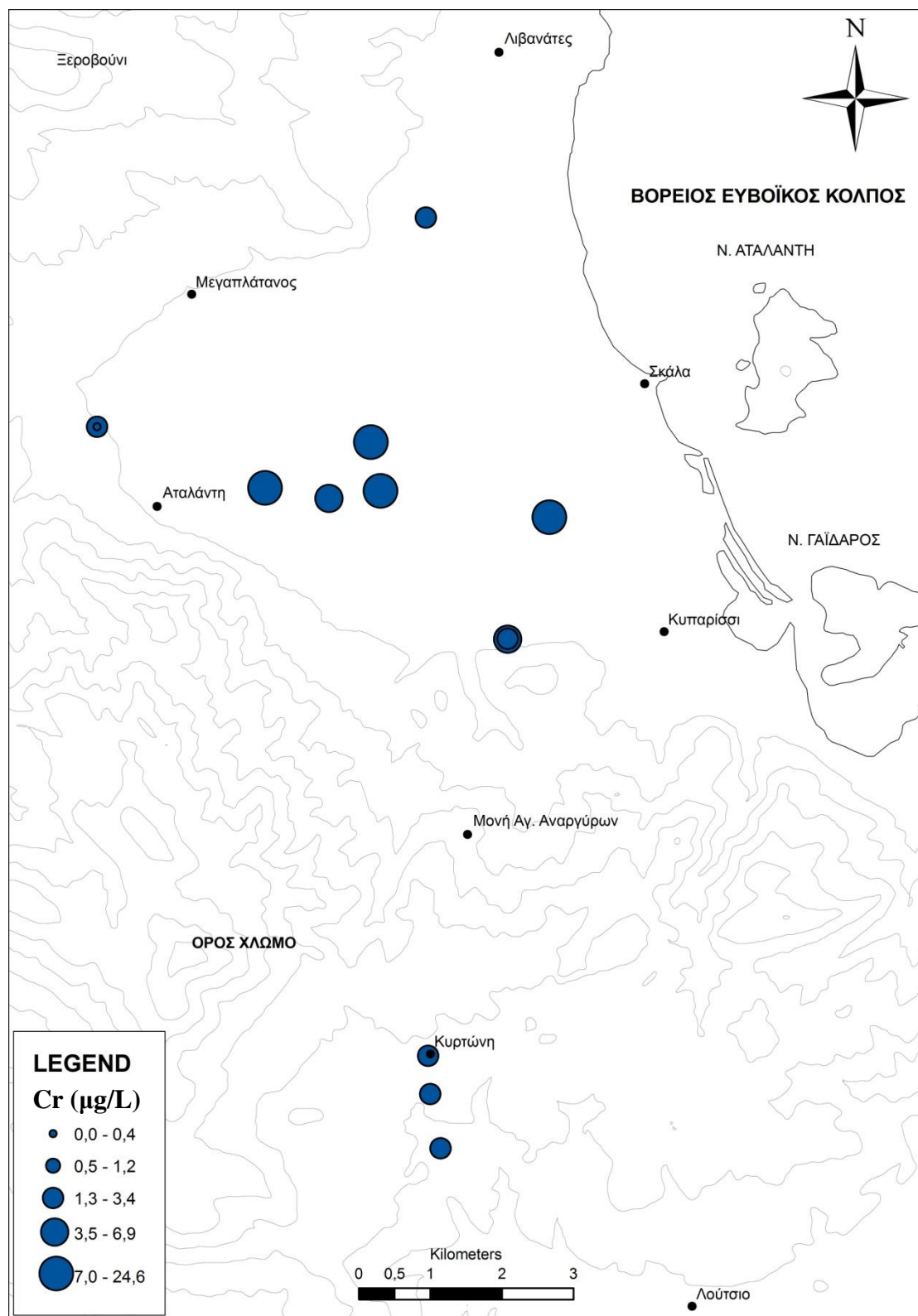
Χάρτης Γ.1.23. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων SO₄ στα υπόγεια ψυχρά νερά των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



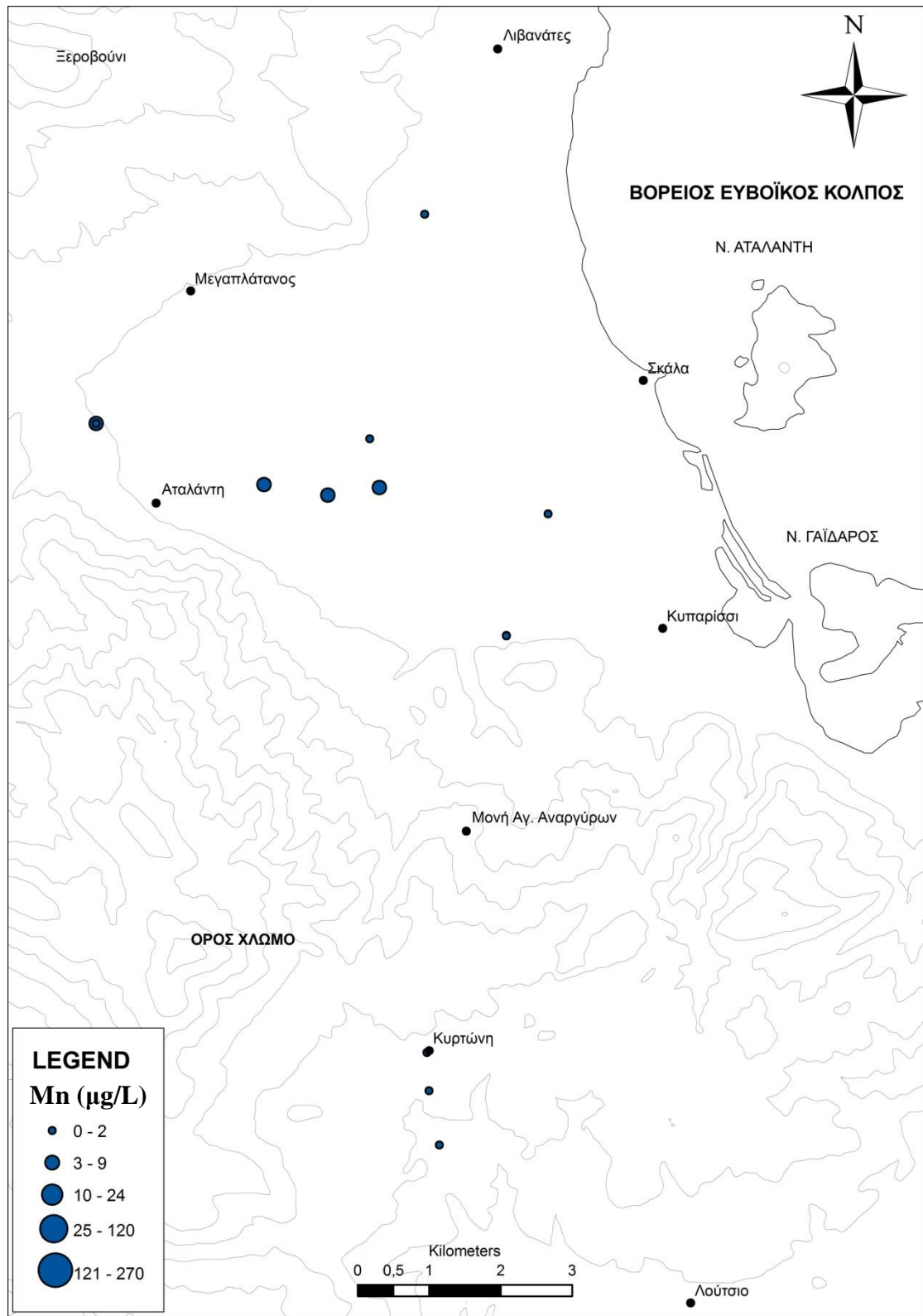
Χάρτης Γ.1.24. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων PO₄ στα υπόγεια ψυχρά νερά των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



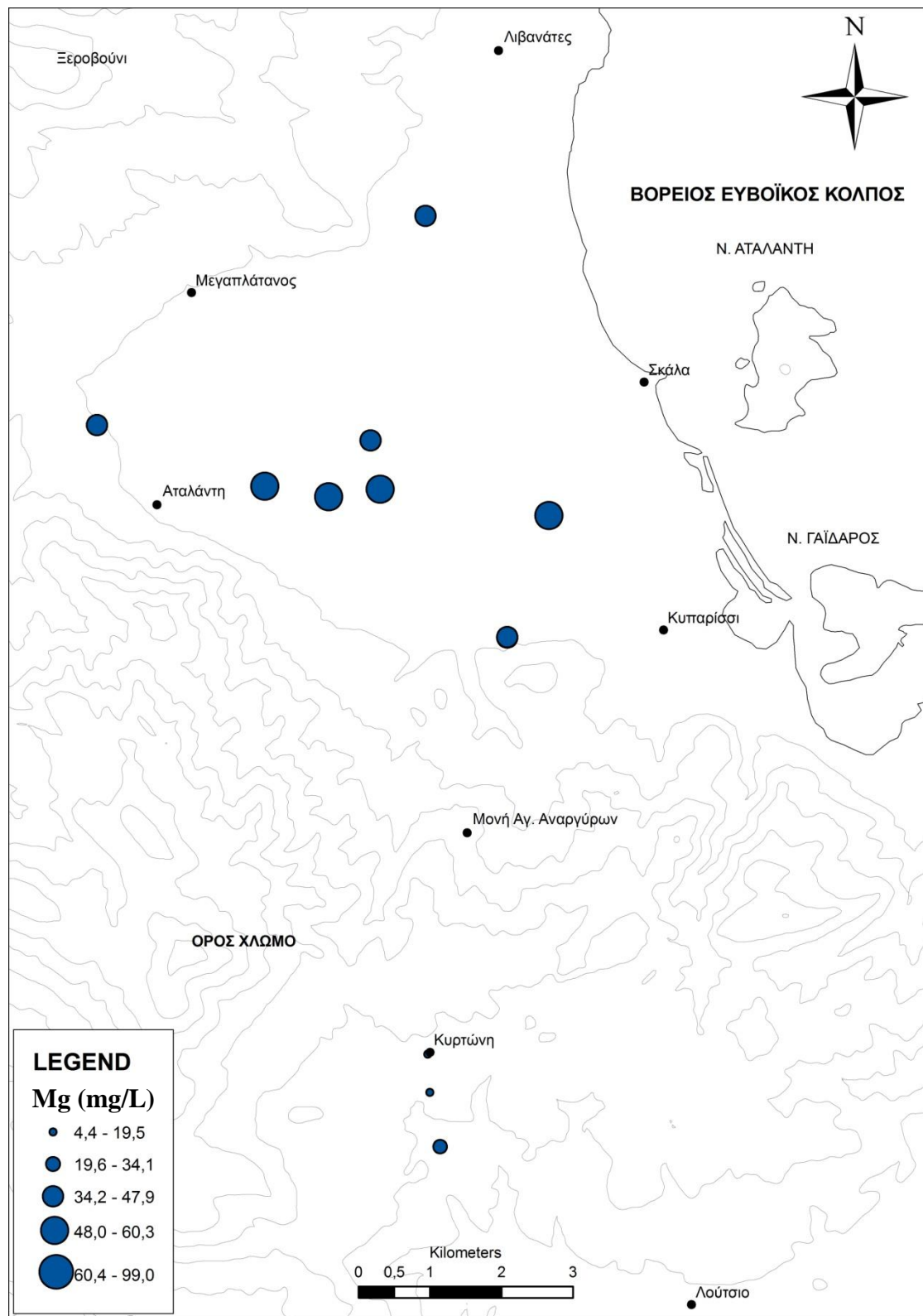
Χάρτης Γ.1.25. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Co στα υπόγεια ψυχρά νερά των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



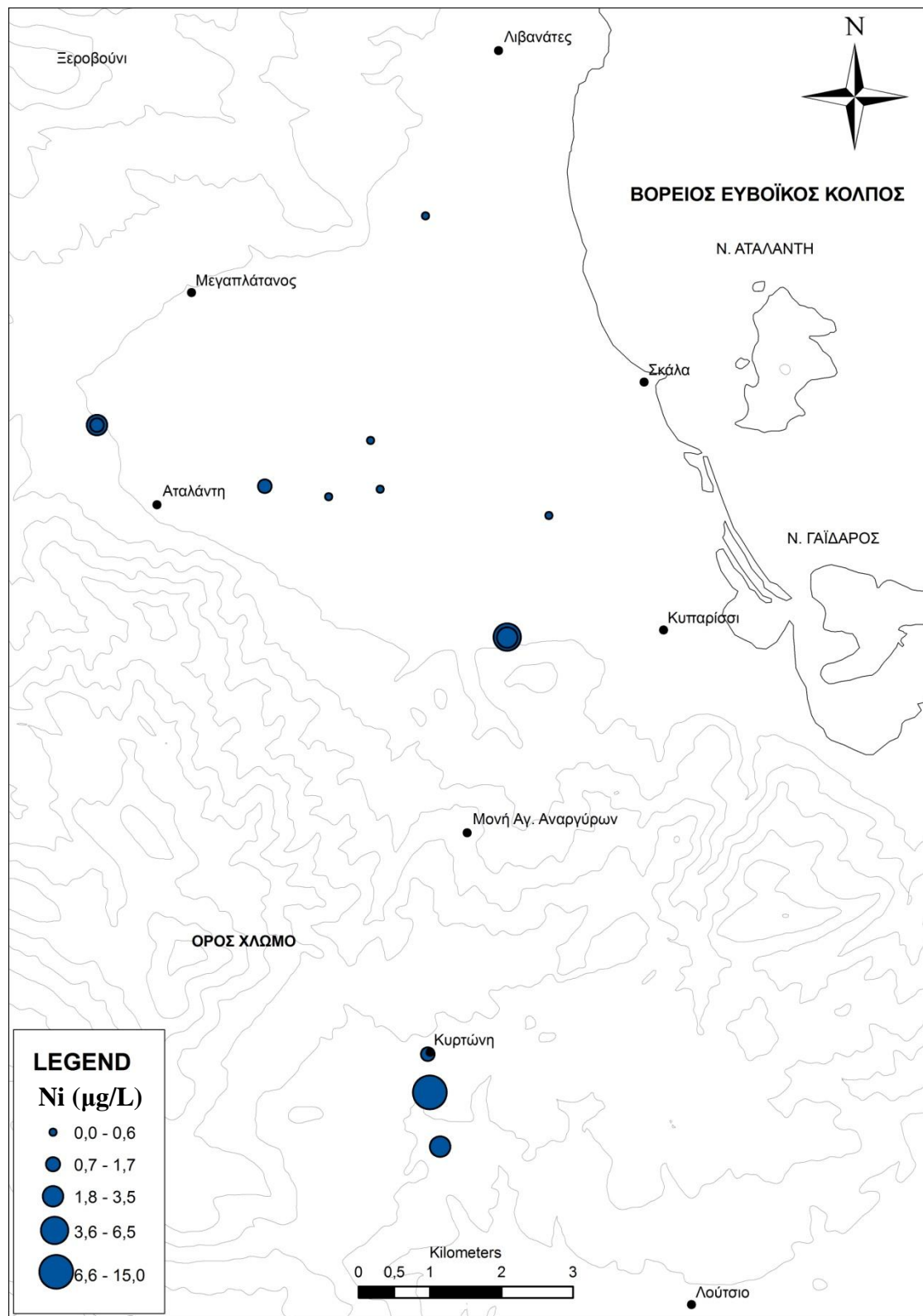
Χάρτης Γ.1.26. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Cr στα υπόγεια ψυχρά νερά των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



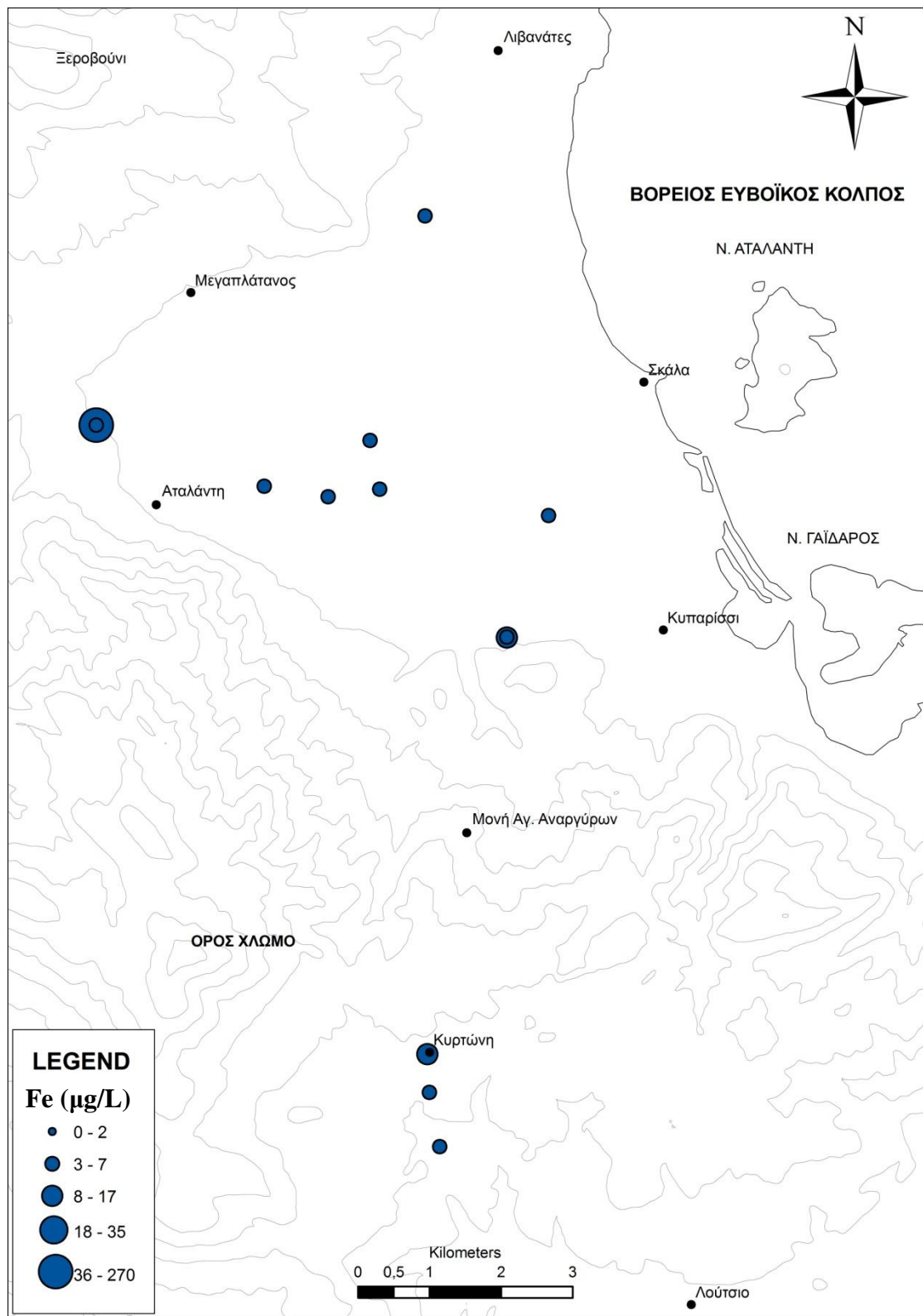
Χάρτης Γ.1.27. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Mn στα υπόγεια ψυχρά νερά των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



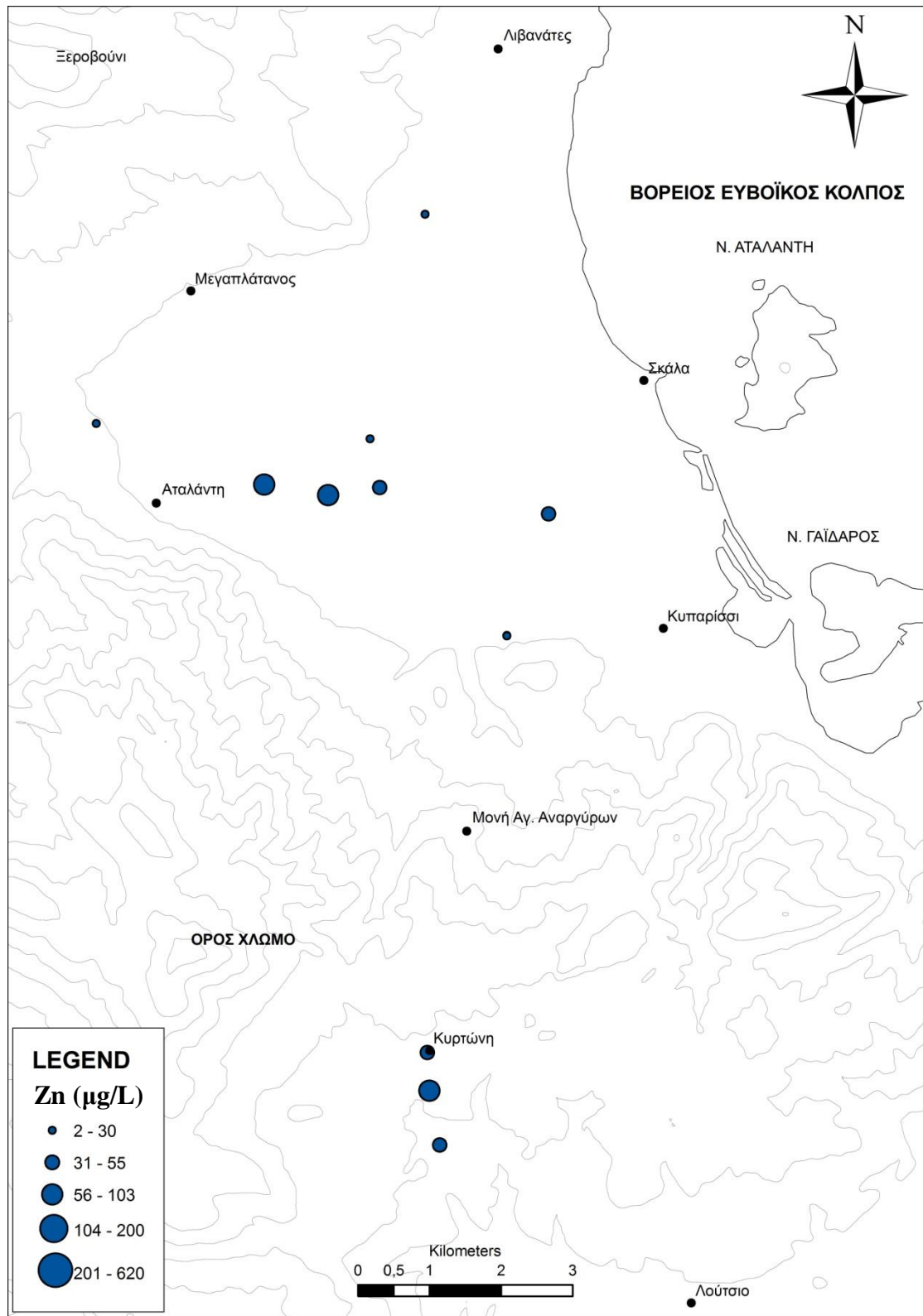
Χάρτης Γ.1.28. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Mg στα υπόγεια ψυχρά νερά των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



Χάρτης Γ.1.29. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Ni στα υπόγεια ψυχρά νερά των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



Χάρτης Γ.1.30. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Fe στα υπόγεια ψυχρά νερά των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.



Χάρτης Γ.1.31. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Zn στα υπόγεια ψυχρά νερά των περιοχών Αταλάντης και Κυρτώνης.

Γ.1.2.9. ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

Γ.1.2.9.1. Σταθερότυπα πόσιμου νερού

Στον πίνακα Γ.1.26, παρουσιάζονται οι χημικές αναλύσεις των δειγμάτων ψυχρού νερού που εξετάστηκαν από την περιοχή της Αταλάντης και της Κυρτώνης. Ταυτόχρονα, αναφέρονται και τα ανώτατα και ενδεικτικά όρια ποσιμότητας (βάσει της Οδηγίας 98/83/ΕΚ) κάθε χημικής παραμέτρου που αναλύθηκε.

Υπέρβαση του ανώτατου ορίου ποσιμότητας παρατηρείται στα NO₃, στα δείγματα AT-4-WM, AT-5-WM, AT-6-WM, AT-7-WM, KL-1-WM, KL-2-WM, KL-4-WM, με συνέπεια τα συγκεκριμένα δείγματα να κρίνονται ακατάλληλα για πόση. Άξιο σχολιασμού είναι ότι όλα τα δείγματα από την περιοχή της Κυρτώνης βρέθηκαν ακατάλληλα για πόση.

Από τα δείγματα που εξετάστηκαν τα AT-1-D-WM, AT-2-D-WM, AT-9-WM (επαν. του AT-1-D-WM), AT-10-WM (επαν. του AT-2-D-WM), KL-2-WM, όπως έχει προαναφερθεί χρησιμοποιούνται για υδροδότηση οικισμών, είτε περιστασιακά, είτε σε μόνιμη βάση. Από αυτά το KL-2-WM ανήκει στην κατηγορία που κρίνονται ως ακατάλληλα για πόση (καθώς υπερβαίνει το ανώτατο επιτρεπτό όριο σε NO₃).

Γ.1.2.9.2. Σταθερότυπα αρδευτικού νερού - Διαγράμματα ταξινόμησης αρδευτικών νερών – (SAR-EC)

Πίνακας Γ.1.35. Κατάταξη δειγμάτων κατά SAR

	ΠΕΔΙΟ		EC (μS/cm)	S.A.R.	E.S.R.	Magnesium Hazard
AT-1-D-WM	S1	C1	300	0,89	0,261	58,2
AT-2-D-WM	S1	C1	590	0,85	0,246	55,2
AT-3-WM	S1	C1	670	0,91	0,264	62,1
AT-4-WM	S1	C1	950	0,79	0,192	56,6
AT-5-WM	S1	C2	1130	0,82	0,197	55,8
AT-6-WM	S1	C2	1080	0,67	0,168	56,3
AT-7-WM	S1	C2	1100	0,66	0,16	59
AT-8-WM	S1	C1	660	0,52	0,158	61,5
AT-9-WM	S1	C1	740	0,64	0,203	66,4
AT-10-WM	S1	C1	730	0,60	0,195	65,3
KL-1-WM	S1	C2	990	0,71	0,195	21
KL-2-WM	S1	C1	750	0,45	0,131	40,3
KL-4-WM	S1	C1	770	0,44	0,133	40,7

Έχοντας υπολογίσει το SAR (Sodium Assorption Ratio) ή Συντελεστής Προσρόφησης Νατρίου, που είναι ένα βασικό κριτήριο της καταλληλότητας ενός νερού για άρδευση και χρησιμοποιώντας την κατάταξη του αρδευτικού νερού βασισμένη στο SAR και την αγωγιμότητα, βάσει του U.S. Salinity Laboratory (1954), τα δείγματα μας χωρίζονται στις κατηγορίες που φαίνονται στον πίνακα Γ.1.35.

Και πιο αναλυτικά έχουμε:

S1-C1 (Νερό μικρής αλκαλικότητας - μικρής αλατότητας): Αυτή η κατηγορία είναι η μεγαλύτερη σε πλήθος δειγμάτων. Βάσει της αλκαλικότητας τα νερά αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άρδευση όλων των εδαφών. Αλλά και βάσει της αλατότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για όλες τις καλλιέργειες και σε όλα εδάφη.

S1-C2 (Νερό μικρής αλκαλικότητας - μέσης αλατότητας): Τα υπόλοιπα δείγματα ανήκουν σε αυτή την κατηγορία. Βάσει της αλκαλικότητας τα νερά αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άρδευση όλων των εδαφών. Αλλά βάσει της αλατότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εδάφη με μέτρια απόπλυση που στραγγίζονται καλά και για φυτά με μέτρια ανθεκτικότητα σε άλατα.

Εξετάζοντας τους δείκτες E.S.R. και MH (Magnesium Hazard) από τον πίνακα Γ.1.35, διαπιστώνεται επιβάρυνση των νερών καθώς από τα 13 δείγματα που εξετάστηκαν, τα 10 (όλα τα δείγματα από την περιοχή της Αταλάντης) παρουσιάζουν $MH > 50$ και άρα δεν συνίστανται για άρδευση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ.1.3. ΦΥΤΑ

Γ.1.3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από την περιοχή της Αταλάντης και της Κυρτώνης συλλέχθηκαν (Πιν. Γ.1.36, Εικ. Γ.1.60) και αναλύθηκαν 10 δείγματα διαφόρων φυτών (Πίν. Γ.1.37), (2 εξ' αυτών είναι δείγματα από δέντρα ελιάς).

Κύριος στόχος ήταν η συλλογή των επικρατέστερων ειδών της τοπικής χλωρίδας.

Παράλληλα όμως, καταβλήθηκε ιδιαίτερη προσπάθεια, για να εντοπιστούν είδη συσσωρευτών γνωστών από την βιβλιογραφία. Η προσπάθεια αυτή στέφθηκε με επιτυχία, καθώς στην περιοχή της Κυρτώνης εντοπίστηκε σε άμεση γειτονία με εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων της οφ. σειράς, το *Alyssum chalcidicum* (KL-5-P), το οποίο είναι συσσωρευτής Ni. Στην περιοχή όπου εντοπίστηκε το συγκεκριμένο είδος συσσωρευτή, πραγματοποιήθηκε συστηματική δειγματοληψία φυτών, με σκοπό να διαπιστωθεί το πως συμπεριφέρονται τα υπόλοιπα είδη χλωρίδας, κάτω από τις ιδιαίτερες συνθήκες stress (υψηλές τιμές μετάλλων στο έδαφος).

Πιο αναλυτικά, στη περιοχή της Κυρτώνης σε μια εμφάνιση υπερβασικών πετρωμάτων (στην οποία στο παρελθόν γινόταν εκμετάλλευση), εντοπίστηκε εκτός από το *Alyssum chalcidicum* (KL-5-P) και το *Silena fabaria* (KL-4-P), ενώ σε μικρή απόσταση, (αλλά όχι πλέον στην εμφάνιση των υπερβασικών) συλλέχτηκε το *Verbascum sp.* (KL-3-P).

Παράλληλα, συλλέχθηκαν και κάποια είδη μονοετών βρώσιμων φυτών από την περιοχή της Αταλάντης, όπως το *Foeniculum vulgare* (κοιν. Μάραθος) (AT-2-P) και από τις περιοχές Αταλάντης και Κυρτώνης το *Triticum durum* (κοιν. Σιτάρι) (AT-3-P, KL-6-P).

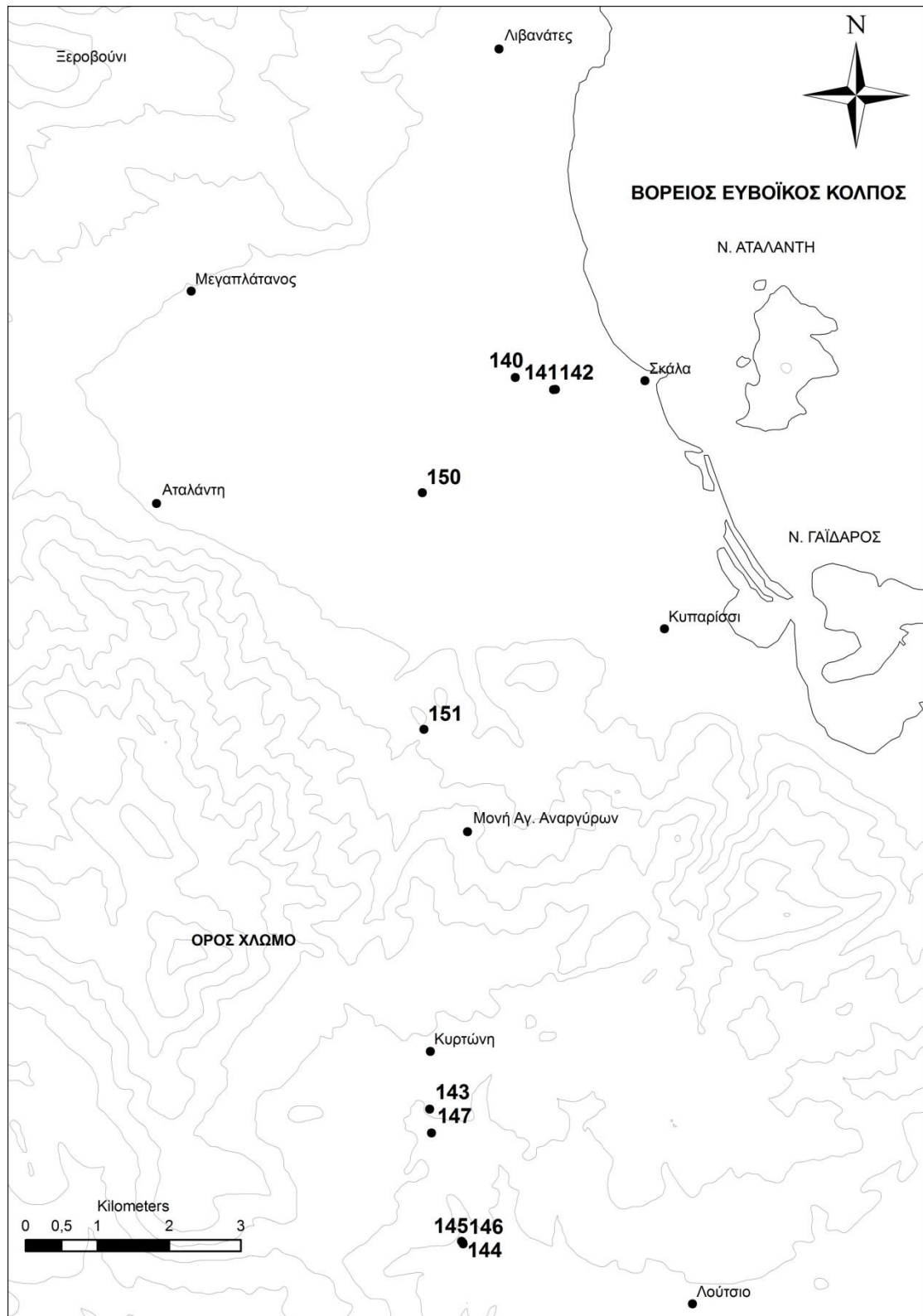
Τέλος, συλλέχθηκαν δείγματα από πολυετή βρώσιμα φυτά και πιο συγκεκριμένα, δείγματα από δέντρα ελιάς. Στο συγκεκριμένο είδος συλλέχθηκαν φύλλα και ώριμοι καρποί, στους οποίους έγινε διαχωρισμός της ψίχας από τον πυρήνα, όπου και αναλύθηκαν ξεχωριστά.

Γ.1.3.2. ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Πίνακας Γ.1.36. Θέσεις δειγματοληψίας και ταυτοποίησης των δειγμάτων φυτών από τις περιοχές Αταλάντης και Κυρτώνης.

ΑΡΙΘ. ΔΕΙΓΜ. ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΦΥΤΟΥ*	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΗΜΕΡΟΜ.	ΑΝΤ. ΕΛΑΦΟΣ
150	AT-1-P	N38 39.418 E23 02.263	<i>Olea europaea</i> L.	ΑΤΑΛΑΝΤΗ	8/12/2007	
140	AT-3-P	N38 40.209 E23 03.533	<i>Triticum durum</i> Desf	ΑΤΑΛΑΝΤΗ	14/6/2008	
142	AT-4-P	N38 40.206 E23 03.514	<i>Hypericum triquetrifolium</i> Turra	ΑΤΑΛΑΝΤΗ	14/6/2008	
151	KL-1-P	N38 37.630 E23 02.303	<i>Olea europaea</i> L.	ΚΟΛΑΚΑ	20/11/2007	KL-16
143	KL-2-P	N38 34.760 E23 02.395	<i>Genista acanthoclada</i> DC	ΚΟΛΑΚΑ	14/6/2008	KL-10
144	KL-3-P	N38 33.763 E23 02.716	<i>Verbascum sp.</i>	ΚΟΛΑΚΑ	14/6/2008	KL-17
145	KL-4-P	N38 33.752 E23 02.729	<i>Silena fabaria</i> (L) Sibth & Sm	ΚΟΛΑΚΑ	14/6/2008	
146	KL-5-P	N38 33.745 E23 02.730	<i>Alyssum chalcidicum</i> Janka	ΚΟΛΑΚΑ	14/6/2008	
147	KL-6-P	N38 34.580 E23 02.416	<i>Triticum durum</i> Desf	ΚΟΛΑΚΑ	14/6/2008	KL-18

*=Η ταυτοποίηση των φυτών πραγματοποιήθηκε από την Επικ. Καθ. Α. Κουμπλή-Σοβαντζή του Τμήματος Βιολογίας, του Παν. Αθηνών.



Εικόνα Γ.1.60. Χάρτης θέσεων δειγματοληψίας δειγμάτων φυτών από τις περιοχές Αταλάντης και Κυρτώνης.

Γ.1.3.3. ΜΟΝΟΕΤΗ ΦΥΤΑ

Γ.1.3.3.1. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Πίνακας Γ.1.37. Χημικές αναλύσεις δειγμάτων μονοετών φυτών από τις περιοχές Αταλάντης και Κυρτώνης.

	AT-2-K-P	AT-2-U-P	AT-2-D-P	AT-3-K-P	AT-3-U-P	AT-3-D-P	AT-4-U-P	AT-4-D-P
Ag (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<
Al (mg/kg)	90	10	140	<	40	730	30	100
As (µg/kg)	190	20	70	<	40	290	120	90
Ba (µg/kg)	11500	8400	7800	1900	24000	11200	2800	7200
Be (µg/kg)	<	<	<	<	<	14	<	<
Ca (mg/kg)	<	6360	3430	310	1240	3350	3220	2230
Cd (µg/kg)	<	26	39	<	32	55	<	<
Co (µg/kg)	210	70	190	10	70	1000	140	140
Cr (µg/kg)	2700	500	1300	<	<	3800	<	1300
Cu (mg/kg)	8	4	4	5	2	5	5	22
Fe (mg/kg)	140	20	140	30	40	720	40	110
K (mg/kg)	15100	12200	7200	4200	7500	1000	6300	5300
Mg (mg/kg)	<	2460	1220	1260	710	1110	2930	910
Mn (mg/kg)	72	8	9	28	13	35	8	7
Mo (µg/kg)	410	<	<	<	<	<	<	<
Na (mg/kg)	<	5000	8090	<	1090	450	92	200
Ni (mg/kg)	4	1	2	<	1	9	1	3
P (mg/kg)	<	2580	1370	3810	270	350	1590	1180
Pb (µg/kg)	180	<	120	<	<	340	<	140
S (mg/kg)	<	1830	840	1400	640	700	1450	710
Se (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<
Si (mg/kg)	<	<	6	33	65	46	4	6
Sr (mg/kg)	<	27	22	<	6	10	11	14
Ti (µg/kg)	3900	500	5900	300	2200	35100	1700	5000
Tl (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<
U (µg/kg)	36	<	8	<	<	32	<	15
V (µg/kg)	340	<	540	<	<	2190	<	1100
Zn (mg/kg)	44	12	<	24	<	<	21	<

Πίνακας Γ.1.37. (συνέχεια)

	KL-2-U-P	KL-2-D-P	KL-3-U-P	KL-4-U-P	KL-4-D-P	KL-5-U-P	KL-5-D-P	KL-6-K-P	KL-6-U-P	KL-6-D-P
Ag (µg/kg)	<	12	<	<	<	<	<	<	<	18
Al (mg/kg)	40	40	190	40	30	90	30	<	20	1180
As (µg/kg)	<	<	110	<	<	110	50	<	<	400
Ba (µg/kg)	1300	600	2100	500	1000	1300	800	900	10700	6400
Be (µg/kg)	<	<	12	<	<	<	<	<	<	40
Ca (mg/kg)	4830	1260	3580	2780	2370	<	2950	440	2540	5440
Cd (µg/kg)	<	<	<	58	88	150	210	147	180	221
Co (µg/kg)	60	190	260	720	1060	1420	430	60	120	6340
Cr (µg/kg)	<	<	1300	400	1300	1000	800	<	<	13100
Cu (mg/kg)	1	3	7	1	2	3	1	4	1	5
Fe (mg/kg)	40	50	210	90	170	130	110	30	20	2130
K (mg/kg)	3500	2100	6400	7500	6600	10100	10800	4100	13300	1900
Mg (mg/kg)	620	420	1960	6010	3890	<	740	1100	430	860
Mn (mg/kg)	12	6	11	57	102	12	7	25	7	41
Mo (µg/kg)	<	<	<	<	<	510	<	<	<	<
Na (mg/kg)	870	290	120	470	860	<	58	<	1380	380
Ni (mg/kg)	3	3	6	4	7	2910	1400	1	1	94
P (mg/kg)	260	500	1790	370	320	<	600	3480	150	570
Pb (µg/kg)	220	<	480	<	<	250	110	<	<	490
S (mg/kg)	460	230	970	760	1000	<	4150	1600	1300	970
Se (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Si (mg/kg)	<	<	15	<	<	<	<	35	47	75
Sr (mg/kg)	2	2	4	7	13	<	13	<	2	6
Ti (µg/kg)	1500	1100	8200	1600	900	4700	1600	300	800	34600
Tl (µg/kg)	<	<	32	<	<	80	35	<	67	<
U (µg/kg)	<	<	6	<	<	5	<	<	4	97
V (µg/kg)	<	<	270	<	<	<	<	<	<	2290
Zn (mg/kg)	<	<	19	0	0	35	29	18	<	<

Γ.1.3.3.2. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗΣ

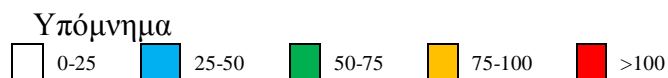
Ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο, βάσει του οποίου μπορούμε να διαπιστώσουμε τι ποσοστό ενός στοιχείου έχει απορροφήσει το φυτό από το έδαφος, είναι ο συντελεστής συσσώρευσης. Ο συγκεκριμένος συντελεστής υπολογίστηκε για κάθε στοιχείο που μετρήθηκε σε κάθε μέρος του φυτού που αναλύθηκε ξεχωριστά (Πίν. Γ.1.38).

Πίνακας Γ.1.38. Συντελεστές συσσώρευσης στα μονοετή φυτά.

	Al	As	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	S	Se	Si	Sr	Ti	U	V	Zn
AT-2-K*	<1	1	8	-	-	-	1	1	23	<1	238	-	9	-	1	-	2	-	-	-	-	<1	6	1	65
AT-2-U*	<1	<1	6	<1	8	-	<1	<1	11	<1	192	8	1	389	<1	316	<1	952	<1	<1	29	<1	<1	<1	19
AT-2-D*	<1	<1	6	<1	4	-	1	1	11	<1	113	4	1	628	1	168	1	438	<1	2	23	1	1	1	<1
AT-4-U*	<1	1	2	<1	4	-	<1	<1	13	<1	92	9	1	7	<1	302	<1	706	-	1	10	<1	<1	<1	25
AT-4-D*	<1	1	5	-	3	-	<1	1	54	<1	78	3	1	15	1	224	1	345	-	1	13	<1	3	2	-
AT-3-K*	-	-	1	-	<1	-	<1	-	13	<1	62	4	4	-	-	722	-	678	-	7	-	<1	-	-	29
AT-3-U*	<1	<1	16	<1	1	-	<1	<1	5	<1	110	2	2	80	<1	52	<1	313	-	14	5	<1	<1	<1	<1
AT-3-D*	2	2	8	1	4	-	3	2	13	2	15	3	5	33	2	67	3	340	-	10	9	3	7	4	-
KL-2-U	<1	<1	1	<1	8	-	<1	<1	4	<1	100	3	1	114	<1	59	1	290	<1	<1	8	<1	<1	<1	<1
KL-2-D	<1	-	<1	-	2	-	<1	-	9	<1	60	2	<1	38	<1	114	-	143	-	-	7	<1	-	-	-
KL-6-K	-	-	1	-	1	-	<1	-	13	<1	95	4	2	-	<1	421	-	623	-	9	-	<1	-	-	17
KL-6-U	<1	<1	10	<1	3	-	<1	<1	4	<1	306	2	1	124	<1	19	<1	507	<1	11	7	<1	1	<1	<1
KL-6-D	4	3	6	3	7	-	5	<1	15	3	44	3	3	34	5	68	3	377	-	18	20	8	17	3	-
KL-4-U	1	-	14	-	52	-	1	<1	-	<1	-	2	7	30	<1	-	-	571	-	<1	167	7	-	<1	-
KL-4-D	1	-	32	-	45	-	1	<1	-	<1	-	2	12	54	<1	-	-	750	-	<1	317	4	-	<1	-
KL-5-U	3	-	38	-	<1	-	1	<1	-	<1	-	<1	1	<1	138	-	-	<1	-	<1	<1	21	-	<1	-
KL-5-D	1	-	23	-	55	-	<1	<1	-	<1	-	<1	1	4	66	-	-	3110	-	-	320	7	-	-	-
KL-3-U	<1	1	1	1	75	-	<1	<1	16	<1	66	6	<1	-	1	819	2	633	<1	5	16	1	2	<1	27

K = Καρπός, U = Υπέργειο μέρος, D = Ρίζα

*= Δείγματα στα οποία ο συντελεστής συσσώρευσης υπολογίστηκε, βάση εδαφικού δείγματος, το οποίο δεν βρίσκεται σε άμεση γειτονία με το φυτό



Γ.1.3.3.3. ΑΞΙΟΛΟΓΙΣΗ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Από την βιβλιογραφία είναι γνωστό ότι υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός φυτών, 317 taxa, 37 οικογενειών, οι οποίες έχουν την ικανότητα να συσσωρεύουν πάνω από 1000mg/kg Ni (Greger, 1999; Kabata-Pendias & Mukherjee, 2007). Οι πιο κοινοί συσσωρευτές Ni είναι τα *Alyssum* sp., στα οποία έχουν διαπιστωθεί συγκεντρώσεις από 1200 έως 29400mg/kg, στην περιοχή της Ν. Ευρώπης (Brooks, 1998).

Στην περιοχή της Κυρτώνης (KL-5-P) εντοπίστηκε το *Alyssum chalcidicum* (Πιν. Γ.1.36, Εικ.Γ.1.60), το οποίο είναι συσσωρευτής Ni. Μετά από τις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν (Πιν. Γ.1.37) διαπιστώθηκε ότι στο συγκεκριμένο δείγμα υπάρχουν 29000mg/kg Ni στο μέρος του φυτού που βρίσκεται πάνω από το έδαφος, ενώ στο ριζικό σύστημα 1400mg/kg Ni. Αντίστοιχα, υπολογίζοντας τους συντελεστές συσσώρευσης (Πιν. Γ.1.38) διαπιστώθηκε ότι στο υπέργειο μέρος του φυτού ο σ.σ. Ni είναι 137% και στο ριζικό σύστημα 66%. Υψηλοί συντελεστές συσσώρευσης διαπιστώθηκαν επίσης στο ριζικό σύστημα, στα στοιχεία S (4150mg/kg, σ.σ. 3110%), Sr (13 mg/kg, σ.σ. 319%) και Ca (2950mg/kg, σ.σ. 55,3%).

Στην ίδια περιοχή στην οποία βρέθηκε το *Alyssum chalcidicum* (KL-5-P), δηλαδή σε εμφάνιση υπερβασικών πετρωμάτων, συλλέχθηκε ακόμη και το *Silena fabaria* (KL-4-P), στο οποίο διαπιστώθηκε (Πιν. Γ.1.37, 38) ότι το Ni στο υπέργειο μέρος είναι μόνο 4 mg/kg, με σ.σ. 0,2% και στο ριζικό σύστημα 7 mg/kg, με σ.σ. 0,35%. Ενδεικτικά αναφέρεται πως ο “εδαφικός” ορίζοντας πάνω στον οποίο φύονται τα δείγματα στη συγκεκριμένη περιοχή, έχει συγκέντρωση σε Ni 2110mg/kg.

Σε πολύ κοντινή απόσταση (<30m) από το σημείο που εντοπίστηκε το *Alyssum chalcidicum*, έχουμε κανονικό εδαφικό ορίζοντα (δείγμα εδάφους KL-17) με 960mg/kg Ni, ο οποίος χρησιμοποιείται σαν ελαιώνας. Σε αυτή την περιοχή εντοπίστηκε και συλλέχθηκε το *Verbascum* sp. (KL-3-P), το οποίο διαπιστώθηκε (Πιν. Γ.1.37, 38) να έχει στο υπέργειο κομμάτι 6 mg/kg Ni και σ.σ. 0,6%, ενώ στο ριζικό σύστημα το Ni είναι <LDL.

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι στο έδαφος της συγκεκριμένης περιοχής υπάρχουν ιχνοστοιχεία σε πολύ μεγάλες συγκεντρώσεις σε βιοδιαθέσιμη μορφή. Επίσης, συμπεραίνεται ότι τα τρία αυτά είδη φυτών μπορούν να φύονται σε εδάφη με μεγάλες τιμές Ni, χωρίς αυτό να τους δημιουργεί κάποιο πρόβλημα στην ανάπτυξη τους. Το *Alyssum chalcidicum* μάλιστα, όχι μόνο δεν παρουσιάζει κάποιο πρόβλημα στο να φύεται στις συγκεκριμένες συνθήκες, αλλά έχει αναπτύξει και την ιδιότητα να μπορεί να συσσωρεύει μεγάλα ποσά Ni, φαινόμενο το οποίο μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμο, σαν ένας φιλικός προς το περιβάλλον τρόπος απορρύπανσης περιοχών που παρουσιάζουν προβλήματα μόλυνσης από Ni (φυτο-αποκατάσταση) (Kabata-Pendias & Mukherjee, 2007).

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα δείγματα AT-3-P και KL-6-P (*Triticum durum* Desf), καθώς είναι δείγματα σιταριού (βρώσιμο φυτό) που συλλέχθηκαν την περίοδο του θερισμού (Πιν. Γ.1.36, Εικ.Γ.1.60). Πιο αναλυτικά, τα συγκεκριμένα δείγματα συλλέχθηκαν από τον κάμπο της Αταλάντης (AT-3-P) και από την κοντινή ορεινή περιοχή της Κυρτώνης (KL-6-P), στην οποία έχουμε τις εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων της οφ. σειράς. Στο συγκεκριμένο είδος, λόγω του γεγονότος ότι είναι βρώσιμο είδος,

αναλύθηκε ξεχωριστά το ριζικό σύστημα, ο καρπός και το υπόλοιπο υπέργειο κομμάτι (φύλλα και βλαστός).

Αν τα αποτελέσματα από τους καρπούς τα συγκρίνουμε με τα αποτελέσματα από παρόμοιες αναλύσεις από άλλες χώρες, που υπάρχουν στον Πίνακα Ε.3 (Eriksson 2001a , Kabata-Pendias & Mukherjee, 2007), διαπιστώνεται ότι οι τιμές των συγκεντρώσεων είναι συγκρίσιμες.

Μοναδική εξαίρεση σε αυτή τη διαπίστωση, είναι η συγκέντρωση του Cd. Πιο αναλυτικά, ενώ το σύνηθες εύρος συγκεντρώσεων από Kabata-Pendias & Mukherjee (2007) είναι τα 20-70μg/kg, στην περιοχή της Κυρτώνης (KL-6-P) η συγκέντρωση Cd φτάνει τα 147μg/kg.

Γενικότερα, μπορούμε να πούμε ότι οι συγκεντρώσεις ακολουθούν την τάση Ρίζα > Υπέργειο μέρος(εκτός του καρπού) > Καρπός, σε μιας σειράς στοιχείων (κυρίως Al, As, Ca, K, Pb, Ti και ακολουθούν Cd, Co, Sr, U).

Βέβαια, πρέπει να σημειωθεί ότι οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στη πλειοψηφία των στοιχείων που αναλύθηκαν παρουσιάζονται στην ρίζα (πέραν των προαναφερθέντων στοιχείων και για τα Cu, Fe, Mn, Ni, Si), απλά δεν ακολουθούν μετά την τάση Υπέργειο μέρος > Ρίζα. Το Ba και το Na, τείνουν να συσσωρεύονται κάποιες φορές περισσότερο στο υπέργειο τμήμα του φυτού, παρά στην ρίζα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα Mg, P, S (όπου είναι θρεπτικά συστατικά και όχι μέταλλα) στα οποία διαπιστώνεται ότι το φυτό έχει την τάση να τα συσσωρεύει σε μεγάλες ποσότητες στο καρπό και μετά ακολουθεί η ρίζα και το υπέργειο μέρος του.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί το γεγονός ότι το Cr εντοπίστηκε (Πιν. Γ.1.37, 38) σε συγκεντρώσεις μετρήσιμες μόνο στις ρίζες (3,8-13,1mg/kg με σ.σ. 0,5-2,1%).

Προχωρώντας στους σ.σ. (Πιν. Γ.1.38) μπορούμε εύκολα να διαπιστώσουμε ότι κατά κύριο λόγο, υψηλοί σ.σ. (από 25% έως περίπου 700%) παρουσιάζονται στα K, Na, P, S, σε όλα τα μέρη του φυτού που εξετάστηκαν. Τα στοιχεία αυτά είναι θρεπτικά συστατικά. Παράλληλα, αξιοπρόσεκτα ποσοστά σ.σ. συναντάμε και στο Zn, που στον καρπό κυμαίνονται από 17-29%.

Ιδιαίτερα ενδιαφέρον είναι το γεγονός, ότι σε περιοχές που έχουμε εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων, τα οποία έχουν επιδράσει σε μεγάλο βαθμό στην εδαφογένεση της περιοχής, παρατηρούνται αυξημένες συγκεντρώσεις σε μια σειρά από ιχνοστοιχεία, π.χ. στο δείγμα εδάφους KL-18, η συγκέντρωση Cr είναι 2663mg/kg, Ni 2000mg/kg κ.α., σε αυτές τις περιοχές το σιτάρι (KL-6-P) δεν διαπιστώθηκε να συσσωρεύει κάποια ιδιαίτερα μεγάλα ποσά από αυτά τα ιχνοστοιχεία, αλλά ούτε να παρουσιάζει κάποια φαινόμενα φυτο-τοξικότητας. Βέβαια, θα πρέπει να αναφερθεί ότι στο συγκεκριμένο δείγμα (Πιν. Γ.1.37) η συγκέντρωση Ni στις ρίζες είναι 94mg/kg (σ.σ. 4,7%), ενώ στα άλλα δείγματα του ίδιου είδους έχουμε μόνο 8,6-9mg/kg. Το Ni, δεν φαίνεται να προωθείται στο υπέργειο μέρος του φυτού και στον καρπό, καθώς παρουσιάζει μόνο 1,13mg/kg (σ.σ. 0,06%) και 1,43 mg/kg (σ.σ. 0,07%), αντίστοιχα.

Όλα τα παραπάνω οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το σιτάρι, μπορεί να φύτευται σε επιβαρυσμένα εδάφη (τουλάχιστον μέχρι τις συγκεντρώσεις που διαπιστώθηκε) από διάφορα μέταλλα χωρίς να παρουσιάζει προβλήματα στην ανάπτυξη του και χωρίς ταυτόχρονα να συσσωρεύει τα συγκεκριμένα μέταλλα σε μεγάλες ποσότητες στο υπέργειο

μέρος του, δημιουργώντας κίνδυνο κατά την κατανάλωση του από τον άνθρωπο και τα ζώα.

Αντίστοιχο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η εξέταση του δείγματος AT-2-P (*Foeniculum vulgare*), καθώς είναι δείγμα μάραθου (βρώσιμο φυτό) που συλλέχθηκε την περίοδο της συγκομιδής από τον κάμπο της Αταλάντης. Στο συγκεκριμένο είδος, λόγω του γεγονότος ότι είναι βρώσιμο είδος, αναλύσαμε ξεχωριστά το ριζικό σύστημα, τον ανθό και το υπόλοιπο υπέργειο κομμάτι (βλαστός).

Γενικότερα, παρατηρείται η τάση, οι συγκεντρώσεις να ακολουθούν την σειρά Άνθος > Υπέργειο μέρος (εκτός του ανθού) > Ρίζα, σε μιας σειράς στοιχείων (κυρίως As, Ba, Cu, K, Mn, Zn). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η συγκέντρωση Zn (Πιν. Γ.1.37), όπου στον ανθό είναι 44mg/kg, στο βλαστό 12 mg/kg, ενώ στη ρίζα η συγκέντρωση ήταν κάτω από τα όρια ανιχνευσιμότητας.

Στα στοιχεία Al, Cd (οριακά), Na, Si, Ti, V διαπιστώνεται διαφοροποίηση ως προς την προαναφερθείσα τάση, καθώς οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις εντοπίζονται στη ρίζα, έναντι των υπέργειων τμημάτων του φυτού.

Προχωρώντας στους σ.σ. (Πιν. Γ.1.38), μπορούμε να εύκολα να διαπιστώσουμε ότι υψηλούς σ.σ. (>100% έως περίπου 950%) συναντάμε κατά κύριο λόγο στα K, Na, P, S, σχεδόν σε όλα τα μέρη του φυτού που εξετάστηκαν, τα στοιχεία αυτά είναι θρεπτικά συστατικά για το φυτό. Ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι στον ανθό του συγκεκριμένου είδους, οι συγκεντρώσεις των Na, P, S είναι κάτω από τα όρια ανιχνευσιμότητας. Ακόμη, αξιοπρόσεκτος είναι ο σ.σ. Zn όπου στον ανθό είναι 65% (44mg/kg), αλλά και του Sr, όπου στο βλαστό είναι 29% (27mg/kg) και αντίστοιχα στη ρίζα 23% (22mg/kg).

Εξετάζοντας τα αποτελέσματα των αναλύσεων (Πιν. Γ.1.37) και τους σ.σ. (Πιν. Γ.1.38) των υπολοίπων φυτικών δειγμάτων που εξετάστηκαν από τις συγκεκριμένες περιοχές, άξια σχολιασμού είναι τα εξής:

- το δείγμα AT-4-P (*Hypericum triquetrifolium*), έχει 21,7mg/kg Cu και σ.σ. 53,6% στο ριζικό σύστημα, ενώ στο υπέργειο μέρος 5,2mg/kg Cu και σ.σ. 12,87%,
- το δείγμα KL-4-P (*Silena fabaria*), παρουσιάζει 101,7mg/kg Mn στο ριζικό σύστημα, όπου είναι από τις μεγαλύτερες τιμές Mn που διαπιστώθηκαν,
- το δείγμα KL-6-P (*Triticum durum*, κοιν. Σιτάρι), φτάνει στα 94mg/kg Ni και σ.σ. 4,7% στο ριζικό σύστημα, ενώ στον καρπό παρουσιάζει μόνο 1,4 mg/kg Ni και σ.σ. 0,07% και αντίστοιχα στο υπέργειο μέρος 1,1mg/kg Ni και σ.σ. 0,06%,
- το δείγμα KL-4-P (*Silena fabaria*), παρουσιάζει σ.α Sr 167% (6,7 mg/kg) στο πάνω μέρος του φυτού και 316% (12,7 mg/kg) στο ριζικό σύστημα,
- το δείγμα KL-5-P (*Alyssum chalcidicum*), παρουσιάζει σ.σ. Sr 319% (12,8 mg/kg) στο ριζικό σύστημα, ενώ στο υπέργειο μέρος του φυτού η συγκέντρωση είναι κάτω από το LDL,
- τα δείγματα AT-3-P και KL-6-P (*Triticum durum*, κοιν. Σιτάρι) παρουσιάζουν από τις πιο υψηλές τιμές Ti που διαπιστώθηκαν. Πιο αναλυτικά, το δείγμα AT-3-P έχει 35,1mg/kg (σ.σ. 3,4%) και στο δείγμα KL-6-P έχει 34,6mg/kg (σ.σ. 8,2%).

Από τις συγκεντρώσεις των διαφόρων στοιχείων στα φυτά και τους αντίστοιχους σ.σ., αποδεικνύεται ότι τα στοιχεία αυτά είναι παρόντα σε μεγάλες συγκεντρώσεις με βιοδιαθέσιμη μορφή στη συγκεκριμένη περιοχή.

Γ.1.3.4. ΠΟΛΥΕΤΗ ΦΥΤΑ

Γ.1.3.4.1. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Πίνακας Γ.1.39. Χημικές αναλύσεις από δείγματα ελιάς, στις περιοχές Αταλάντης-Κυρτώνης.

	ΠΥΡΗΝΕΣ		ΨΥΧΑ		ΦΥΛΛΑ	
	ΑΤ-1-Κ-Ρ	ΚΛ-1-Κ-Ρ	ΑΤ-1-Ρ-Ρ	ΚΛ-1-Ρ-Ρ	ΑΤ-1-Λ-Ρ	ΚΛ-1-Λ-Ρ
Ag (µg/kg)	0,4	0,3	0	0	2	8
Al (mg/kg)	5	7	30	20	69	109
As (µg/kg)	4	30	80	160	58	59
Ba (µg/kg)	90	300	2500	2100	4020	7280
Be (µg/kg)	<	0	3700	4300	2	3
Ca (mg/kg)	360	640	5700	5200	11000	14500
Cd (µg/kg)	<	1	0	0	1	4
Ce (µg/kg)	<	<	0	0	<	<
Co (µg/kg)	40	20	140	150	70	70
Cr (µg/kg)	10	20	1700	1800	400	450
Cu (µg/kg)	3000	2900	0	8	4400	3800
Fe (µg/kg)	6600	12100	12	9	79000	104000
K (mg/kg)	1100	1100	0	0	3270	3350
La (µg/kg)	<	<	440	600	<	<
Li (µg/kg)	<	200	390	430	<	<
Mg (mg/kg)	150	170	12	28	1450	1220
Mn (µg/kg)	2300	3300	0	0	25400	30300
Mo (µg/kg)	4	14	60	60	23	41
Na (mg/kg)	5	7	0	0	67	56
Nb (µg/kg)	<	<	0	0	<	<
Ni (µg/kg)	540	800	80	20	2780	3380
P (mg/kg)	290	350	0	0	1020	1070
Pb (µg/kg)	7	126	0	0	190	300
Rb (µg/kg)	<	<	180	220	<	<
S (mg/kg)	60	80	40	50	870	570
Sb (µg/kg)	0	0	0	0	5	<
Sc (µg/kg)	<	<	0	0	<	<
Se (µg/kg)	280	60	0	0	80	70
Si (µg/kg)	30	410	0	0	2700	3000
Sn (µg/kg)	<	<	0	0	<	<
Sr (µg/kg)	330	500	30	20	13500	12700
Ti (µg/kg)	20	140	80	160	1300	2300
Tl (µg/kg)	<	<	2500	2100	<	<
U (µg/kg)	<	0	3700	4300	3	4
V (µg/kg)	<	6	5700	5200	190	180
Y (µg/kg)	<	<	0	0	<	<






Γ.1.3.4.2. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗΣ

Πίνακας Γ.1.40. Συντελεστές συσσώρευσης στα δείγματα από ελιές.

	KL-1-P			AT-1-P		
	F	K	L	F	K	L
Al	<1	<1	<1	<1	<1	108
As	<1	<1	1	<1	1	88
Ba	<1	<1	6	<1	3	89
Be	<1	<1	<1	<1	<1	67
Ca	<1	<1	8	1	19	114
Cd	-	-	-	-	-	-
Co	<1	<1	<1	<1	<1	89
Cr	<1	<1	<1	<1	<1	85
Cu	-	-	-	9	13	88
Fe	<1	<1	<1	<1	<1	90
K	86	18	56	19	58	95
La	<1	<1	-	<1	-	112
Mg	1	1	10	1	6	117
Mn	<1	1	7	<1	3	102
Na	<1	<1	2	<1	6	78
Ni	<1	<1	1	<1	1	91
P	98	79	242	46	162	76
Pb	<1	1	2	<1	2	82
S	18	25	180	33	484	109
Sc	<1	<1	-	<1	-	109
Se	-	-	-	-	-	-
Si	<1	<1	1	<1	1	193
Sr	<1	1	16	<1	18	115
Ti	<1	<1	<1	<1	<1	100
U	<1	<1	1	<1	1	94
V	<1	<1	<1	<1	<1	91
Y	<1	<1	-	<1	-	107
Yb	<1	<1	-	<1	-	134
Zn	7	11	22	5	12	86

F = Ψίχα, K = Πυρήνας, L = Φύλλα

Υπόμνημα

	0-25
	25-50
	50-75
	75-100
	>100

Όπως προαναφέρθηκε, ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο, βάση του οποίου μπορούμε να διαπιστώσουμε τι ποσοστό ενός στοιχείου, έχει απορροφήσει το φυτό από το έδαφος, είναι ο συντελεστής συσσώρευσης. Ο συγκεκριμένος συντελεστής υπολογίστηκε για κάθε στοιχείο που μετρήθηκε και για κάθε μέρος του φυτού που αναλύθηκε ξεχωριστά (Πίν. Γ.1.40).

Αν εξετάσουμε τον πίνακα Γ.1.40, διαπιστώνεται ότι υπάρχουν αρκετά υψηλοί συντελεστές συσσώρευσης στα φύλλα, σε πάρα πολλά στοιχεία σε σύγκριση με τα υπόλοιπα μέρη του φυτού που αναλύθηκαν. Το συγκεκριμένο φαινόμενο έως ένα βαθμό μπορεί να ερμηνευτεί λόγω μεταφοράς και απόθεσης του εδάφους στα φύλλα μέσω του αέρα, αντίστοιχα φαινόμενα παρατήρησαν και οι Matejzon et al. 2006. Στο δείγμα AT-1-P το φαινόμενο παρατηρείται με μεγάλη ένταση, για μια μεγάλη σειρά στοιχείων (πχ As, Ba, Be, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, La, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, S, Sc, Se, Si, Sr, Ti, U, V, Y, Yb, Zn).

Ενδεικτικά αναφέρεται σαν παράδειγμα ο σ.σ. του As, όπου ενώ γενικά κυμαίνεται σε μικρές τιμές (<2%) και στα τρία μέρη του φυτού, στα φύλλα του συγκεκριμένου δείγματος (AT-1-L-P) που προαναφέρθηκε, ο συντελεστής από το 2% ανεβαίνει στο 88%.

Προχωρώντας στους πυρήνες, διαπιστώνεται ότι είναι εξαιρετικά υψηλοί σ.σ., οι υψηλότερες τιμές των οποίων φτάνουν έως το 480%.

Τα στοιχεία που παρουσιάζουν συνήθως υψηλούς συντελεστές συσσώρευσης είναι κυρίως τα κύρια στοιχεία K, P, S και ακλουθεί το Ca, σε όλα τα μέρη από δείγματα Olea europaea που εξετάστηκαν (φύλλα, πυρήνας, ψίχα).

Στα ιχνοστοιχεία οι σ.σ., αν και είναι συγκριτικά μικρότεροι, διαπιστώνεται ότι κατά κανόνα ισχύει η τάση:

Φύλλα > Πυρήνας > Ψίχα

Γ.1.3.4.3. ΑΞΙΟΛΟΓΙΣΗ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Από την μελέτη της κατανομής των συγκεντρώσεων των διαφόρων στοιχείων (Πιν. Γ.1.39), συναρτήσεται της χωρικής κατανομής των δειγμάτων (Πιν. Γ.1.36, Εικ.Γ.1.60), δεν διαπιστώθηκε κάποια ιδιαίτερη σύνδεση τους με συγκεκριμένους γεωλογικούς σχηματισμούς.

Αν εξετάσουμε τα στοιχεία K, Ca, Mg, Na, P, S που είναι κύρια στοιχεία και συγκρίνουμε τις συγκεντρώσεις (Πιν. Γ.1.39) που μετρήθηκαν στα διάφορα μέρη του φυτού που εξετάσθηκαν, διαπιστώνεται ότι κατά κανόνα έχουμε τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στα φύλλα, με μόνη εξαίρεση το K, όπου οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις παρατηρούνται στη ψίχα και ακολουθούν τα φύλλα (Matejon et al., 2006).

Στα υπόλοιπα ιχνοστοιχεία και μέταλλα που μετρήθηκαν στα διάφορα μέρη του φυτού, διαπιστώθηκε καθαρά η τάση:

Φύλλα > Πυρήνας > Ψίχα

η οποία ταυτίζεται με αυτή, που διαπιστώνεται στους συντελεστές συσσώρευσης. Πολλές φορές οι συγκεντρώσεις που υπάρχουν στα φύλλα, είναι πολύ μεγαλύτερες από τις συγκεντρώσεις που διαπιστώνονται στον πυρήνα και στην ψίχα. Το φαινόμενο αυτό αιτιολογείται, λόγω της αιολικής μεταφοράς του εδάφους και εναπόθεσης του στα φύλλα του δέντρου, όπου και επιβαρύνονται.

Ενδιαφέρουσα εξαίρεση αποτελεί το Cr στο οποίο παρατηρείται η τάση

Ψίχα > Φύλλα > Πυρήνας

Χωρίς να υπάρχει κάποιος εμφανής λόγος που να δικαιολογεί αυτή την συμπεριφορά του χρωμίου.

Συμπερασματικά, βάσει των τιμών των συγκεντρώσεων (Πιν. Γ.1.39) του συντελεστή συσσώρευσης (Πιν. Γ.1.40), αλλά και της γενικής τάσης που διαπιστώνεται (Φύλλα > Πυρήνας > Ψίχα), φαίνεται ότι η *Olea europaea*, έχει αναπτύξει ένα μηχανισμό βάσει του οποίου προστατεύει τους καρπούς της (κυρίως την ψίχα) από την συσσώρευση βαρέων μετάλλων, γεγονός που διαπιστώνουν και οι Wilson & Pyatt (2007) για τα στοιχεία τα οποία είχαν αναλύσει (Cu, Zn, Pb). Ταυτόχρονα επιτυγχάνει εντυπωσιακή συσσώρευση στο βρώσιμο μέρος του καρπού της (ψίχα) από θρεπτικά συστατικά (K, P, S, Ca). Ενδεικτικά, αναφέρεται το γεγονός πως αν εξαιρεθούν τα στοιχεία K, P, S, Ca, σε όλα τα υπόλοιπα στοιχεία οι συντελεστές συσσώρευσης που διαπιστώνονται στην ψίχα φτάνουν έως το 7%, με τους υψηλότερους να παρατηρούνται στο Cu και το Zn.

Τέλος, διαπιστώνεται ότι η *Olea europaea*, μπορεί να φύτευται σε εδάφη με υψηλές τιμές μετάλλων στο έδαφος π.χ. σε περιοχές κοντά σε εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων που έχουν επηρεάσει τον εδαφικό ορίζοντα, χωρίς να παρατηρείται κάποιο φαινόμενο τοξικότητας του φυτού από αυτό το γεγονός.

Γ.1.4. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ ΚΑΙ ΚΥΡΤΩΝΗΣ

ΕΛΑΦΗ

Συνοψίζοντας τα δεδομένα, που προκύπτουν από την μελέτη των δειγμάτων εδάφους από την περιοχή της Αταλάντης – Κυρτώνης, συμπεραίνονται τα εξής:

- Από τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων (Πιν. Γ1.2, 3) και τα διαγράμματα των εικόνων Γ.1.12Α-45Α στο Παράρτημα Β, διαπιστώνεται ότι σχεδόν σε κανένα κύριο στοιχείο και ιχνοστοιχείο, ο ένας εδαφικός ορίζοντας να είναι πιο εμπλουτισμένος έναντι του άλλου. Στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων, οι τιμές των συγκεντρώσεων ανάμεσα στους δυο εδαφικούς ορίζοντες είναι ιδιαίτερα κοντινές. Εξαιρέση στα παραπάνω παρουσιάζουν μόνα τα στοιχεία στα οποία κατά τον ποιοτικό έλεγχο των αποτελεσμάτων, το bias ήταν υψηλό π.χ. S, Si.
- Το γεγονός ότι δεν παρατηρούνται ιδιαίτερες διαφοροποιήσεις ανάμεσα στους δύο εδαφικούς ορίζοντες επαληθεύεται και από την ανάλυση συσχέτισης (Πιν. Γ.1.6-11), καθώς όσα ζεύγη χημικών παραμέτρων παρουσιάζουν υψηλούς συντελεστές συσχέτισης στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας, παρουσιάζουν επίσης υψηλούς συντελεστές συσχέτισης και στα εδαφικά δείγματα βάρους.
- Από την εξέταση των στοιχείων Co, Ni, Cr, As, Fe, Mn (Πιν. Γ1.1, 2) διαπιστώνεται ότι οι συγκεντρώσεις τους συµμεταβάλλονται (Εικ. Γ.1.46). Τα στοιχεία αυτά προέρχονται από διαδικασίες αποσάθρωσης των υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς (Alexander et al., 1989; Brooks, 1987; Gasser & Dahlgren, 1994; Gough et al. 1989; Oze et al., 2003; Schreier et al., 1987). Για αυτό τον λόγο παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες τιμές συγκεντρώσεων τους στην περιοχή της Κυρτώνης, όπου και έχουμε εμφάνιση υγιών υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς, ενώ στην περιοχή της Αταλάντης έχουμε χαμηλότερες συγκριτικά τιμές συγκεντρώσεων (Χαρ. Γ.1.1-6).
- Από την ανάλυση συσχέτισης (Πιν. Γ.1.6,7,10,11) προκύπτουν υψηλοί συντελεστές συσχέτισης ανάμεσα στα στοιχεία Co-Fe(0,82), Co-Mn(0,76), Co-Ni(0,82), Cr-Ni(0,82), Fe-Mn(0,82), Fe-Zn(0,74) και αντίστοιχα από την παραγοντική ανάλυση (Πιν. Γ.1.13, 14) προκύπτει ότι ομαδοποιούνται σε έναν από τους τρεις παράγοντες και πιο συγκεκριμένα στον δεύτερο σημαντικότερο παράγοντα στην διαμόρφωση του χημισμού του εδάφους, καθώς το ποσοστό συνεισφοράς του συγκεκριμένου παράγοντα στη τελική διακύμανση είναι 33,49%.
- Οι συγκεντρώσεις των στοιχείων Cu, Zn, Ti (Πιν. Γ.1.2, 3, Εικ. Γ.1.47) έχουν την τάση να συµμεταβάλλονται, παρουσιάζοντας τις υψηλότερες τιμές συγκεντρώσεων

(Χαρ. Γ.1.7-9) στα ΝΔ και πιο συγκεκριμένα στους πρόποδες του Όρους Χλωμού (ΒΑ τμήμα), κοντά στην πόλη της Αταλάντης (εμφάνιση Λιθανθρακοπέρμιων σχηματισμών). Ο Zn και ο Cu (Χαρ. Γ.1.7, 8) παρουσιάζουν υψηλές τιμές συγκεντρώσεων και κοντά στις εμφανίσεις των υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς (Κυρτώνη), φαινόμενο το οποίο δεν ακολουθούν οι συγκεντρώσεις Ti στον ίδιο βαθμό (Χαρ. Γ.1.9).

- Τα στοιχεία Ba, K, Sr, Ca (Πιν. Γ.1.2, 3) όπως φαίνεται και στους χάρτες κατανομής των συγκεντρώσεων τους (Χαρ. Γ.1.10-13), είναι παρόντα στο μεγαλύτερο μέρος του κάμπου της Αταλάντης και οι μέγιστες τιμές των συγκεντρώσεων τους παρουσιάζονται στα δείγματα νότια από τις Λιβανάτες (ΒΑ άκρο κάμπου της Αταλάντης). Η συγκεκριμένη θετική ανωμαλία, η οποία είναι παρούσα και στα δείγματα επιφάνειας και στα δείγματα βάθους, οφείλεται στους γύρω ορεινούς όγκους, οι οποίοι δομούνται από ασβεστίτικα πετρώματα. Χαρακτηριστικό είναι ότι οι υψηλότερες τιμές εντοπίζονται σε δείγματα από Νεογενείς σχηματισμούς στο ΒΔ άκρο της μελετηθείσας περιοχής, όπου γειτνιάζουν στον λόφο του προφ. Ηλία (ΒΣ του Μεγαπλάτανου), ο οποίος έχει τροφοδοτήσει με ασβεστίτικό υλικό τον σχηματισμό των Νεογενών που εντοπίζεται στους πρόποδες του.
- Το Na παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης στο ΝΑ και ακολουθούν οι τιμές που παρατηρούνται στα δείγματα από το ΒΔ άκρο του κάμπου της Αταλάντης. Οι αυξημένες τιμές στα ΝΑ παρατηρούνται και στα δείγματα επιφάνειας και στα δείγματα βάθους και οφείλονται στην θάλασσα, η οποία κατά περιόδους κατακλύζει μέρος αυτής της περιοχής. Αντίθετα, στα ΒΔ αυξημένες συγκεντρώσεις παρατηρούνται μόνο στα δείγματα επιφάνειας, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η συγκεκριμένη ανωμαλία οφείλετε σε κάποια πρόσφατη δραστηριότητα, πιθανόν ανθρωπογενούς φύσεως, όπως η γεωργία με χρήση λιπασμάτων.
- Αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων S και P παρατηρούνται στα εδαφικά δείγματα από τον κάμπου της Αταλάντης, ενώ οι συγκεντρώσεις στα δείγματα της Κυρτώνης, υστερούν (Πιν. Γ.1.2, 3, Χαρ. Γ.1.15, 16). Κύρια πηγή προέλευσης αυτών των στοιχείων είναι τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται κατά τις αγροτικές δραστηριότητες, άρα είναι φυσικό επακόλουθο να παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες τιμές συγκεντρώσεων στις περιοχές που έχουμε έντονη αγροτική δραστηριότητα, όπως ο κάμπος της Αταλάντης.
- Η κατανομή των συγκεντρώσεων Mg και U (Πιν. Γ.1.2, 3, Χαρ. Γ.1.17, 18) είναι παρόμοια. Η πηγή προέλευσης τους είναι οι δολομιτικοί σχηματισμοί που δομούν μεγάλο μέρος του Όρους Χλωμού. Ενδιαφέρον παρουσιάζει ο δρόμος τροφοδοσίας, καθώς αυξημένες συγκεντρώσεις δεν παρατηρούνται ακτινωτά γύρω από το Χλωμό προς όλες τις κατευθύνσεις, αλλά μόνο προς την συγκεκριμένη διεύθυνση. Για αυτό πιθανότατα υπεύθυνοι είναι γεωμορφολογικοί παράγοντες, όπως το υδρογραφικό δίκτυο που αποστραγγίζει το Χλωμό.

- Σχετικά με την καταλληλότητα των εδαφών (Κεφ. Γ.1.1.7), χρησιμοποιήθηκε η Δανέζικη νομοθεσία και η Βρετανική ταξινόμηση βάσει Kelly.
- I. Χρησιμοποιώντας την Δανέζικη Νομοθεσία στα επιφανειακά εδαφικά δείγματα (Πίν. Γ.1.24), διαπιστώνουμε ότι:
- Στο As, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνει μόνο 1 δείγμα στις περιοχές Αταλάντης & Κόλακας (KL-12).
 - Στο Ba, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν μόνο 4 δείγματα στις περιοχές Αταλάντης & Κυρτώνης (AT-3F, AT-4F, AT-5F, KL-9).
 - Στο Cd, οι συγκεντρώσεις διαπιστώθηκε ότι είναι ιδιαίτερα χαμηλές καθώς κανένα δείγμα δεν υπερβαίνει τα Ολλανδικά όρια.
 - Στο Co, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν τα 54 από τα 64 δείγματα στις περιοχές Αταλάντης & Κυρτώνης, από τα οποία μόνο 1 υπερβαίνει και το όριο παρέμβασης (KL-9).
 - Στο Cr, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν τα 52 από τα 64 δείγματα στις περιοχές Αταλάντης & Κυρτώνης, από τα οποία 17 υπερβαίνουν και το όριο παρέμβασης, όπου η πλειοψηφία αυτών των δειγμάτων εντοπίζεται στην περιοχή της Κυρτώνης (σχεδόν όλα τα δείγματα της Κυρτώνης υπερβαίνουν το συγκεκριμένο όριο).
 - Στο Cu, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν τα 31 από τα 64 δείγματα στις περιοχές Αταλάντης & Κυρτώνης, ενώ μόνο 1 υπερβαίνει και το όριο παρέμβασης (AT-9C).
 - Στο Ni, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν όλα τα δείγματα στις περιοχές Αταλάντης & Κυρτώνης, από τα οποία 43 υπερβαίνουν και το όριο παρέμβασης.
 - Στο Pb, οι συγκεντρώσεις σε όλες τις περιοχές διαπιστώθηκε ότι ήταν ιδιαίτερα χαμηλές και αυτό αποδεικνύεται από το γεγονός ότι κανένα από τα δείγματα δεν υπερβαίνουν την τιμή του πρώτου ορίου .
 - Τέλος, στο Zn, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν από όλες τις περιοχές μόνο 3 δείγματα (AT-9D, KL-7, KL-9).
- II. Άλλα και βάσει της Αγγλικής ταξινόμησης Kelly (Πίν. Γ.1.25) παρατηρείται μια αντίστοιχη εικόνα, δηλαδή σοβαρή επιβάρυνση σε συγκεκριμένα στοιχεία όπως Cr, Mg, Ni. Διαπιστώνεται στα δείγματα που είναι σε γειτονία με τις εμφανίσεις των υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς, καθώς πολλά δείγματα Χαρακτηρίζονται από έντονα ρυπασμένα έως ασυνήθιστα έντονα ρυπασμένα. Άξια αναφοράς είναι και η συγκριτικά μέτρια επιβάρυνση που διαπιστώνεται σε Mn και Se, σε αρκετά δείγματα. Ακριβώς αντίθετη εικόνα έχουμε κατά κανόνα στα στοιχεία As, Ba, Be, Cd, Cu, Pb, V, Zn.

ΥΠΟΓΕΙΑ ΨΥΧΡΑ ΝΕΡΑ

Συνοψίζοντας τα δεδομένα που προκύπτουν από την μελέτη των δειγμάτων υπόγειου ψυχρού νερού από την περιοχή της Αταλάντης – Κυρτώνης, συμπεραίνονται τα εξής:

- Οι συγκεντρώσεις Cl (Εικ. Γ.1.20, Πίν. Γ.1.26), παρουσιάζονται αυξημένες στα δείγματα τα οποία εντοπίζονται σε κοντινή απόσταση από την θάλασσα. Ταυτόχρονα, παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται η απόσταση των δειγμάτων από την θάλασσα, τόσο οι συγκεντρώσεις Cl παρουσιάζουν πτωτική τάση. Αυτό σημαίνει ότι πηγή των Cl είναι η θάλασσα και έχουμε επηρεασμό του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα.
- Οι συγκεντρώσεις K, NO₃, SO₄, PO₄ συµμεταβάλλονται (Εικ. Γ.1.56, Χαρ. Γ1.21-24). Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις, παρουσιάζονται στα δείγματα AT-5-WM έως AT-7-WM (Πίν. Γ.1.26) που εντοπίζονται στο κέντρο της πεδιάδας της Αταλάντης και στα δείγματα KL-2-WM, KL-4-WM (Πίν. Γ.1.26) από την περιοχή της Κυρτώνης. Πηγή των συστατικών αυτών, θεωρείται η χρήση λιπασμάτων.
- Τα ιχνοστοιχεία Co, Cr, Mn, Mg, Zn, (Εικ. Γ.1.57, 58, Χαρ. Γ.1.25-28,31) παρουσιάζουν αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων στα δείγματα από την περιοχή του κάμπου της Αταλάντης, ενώ αντίθετα στα δείγματα από την περιοχή της Κυρτώνης παρουσιάζουν μικρές τιμές συγκεντρώσεων. (Πηγή των συστατικών αυτών, είναι τα πετρώματα της περιοχής. Στην Αταλάντη ο κυρίαρχος γεωλογικός σχηματισμός είναι Τεταρτογενή μεταλλικά ιζήματα, που σχηματίστηκαν από τα υλικά που προήλθαν από τη διάβρωση των γειτονικών υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς.)
Το αντίθετο φαινόμενο, δηλαδή να παρουσιάζονται μειωμένες τιμές συγκεντρώσεων στα δείγματα από την περιοχή του κάμπου της Αταλάντης και αυξημένες στα δείγματα από την περιοχή της Κυρτώνης, παρουσιάζει το Ni, όπως φαίνεται από τον χάρτη Γ.1.29, αλλά και από το διάγραμμα της εικόνας Γ.1.58 (Πηγή του Ni είναι υπερβασικά πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς).
- Εξετάζοντας τις συγκεντρώσεις των στοιχείων Al, As, B, Ba, Br, Cs, Cu, Li, Mo, Rb, Se, Si, Sr, V (Πίν. Γ.1.27), όπου παρουσιάζονται οι αναλύσεις δειγμάτων ψυχρών υπογείων νερών που πραγματοποιήθηκαν με φασματοσκοπία πλάσματος (ICP-MS), επιβεβαιώνεται η άποψη ότι τα διάφορα πετρώματα δρουν καταλυτικά στην χημική σύσταση των ψυχρών νερών των περιοχών.
- Σε δείγματα ψυχρού υπόγειου νερού από την περιοχή της Αταλάντης πραγματοποιήθηκε ανάλυση με φασματοσκοπία πλάσματος (ICP-MS) και διαπιστώθηκε παρουσία Au σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 0,06 έως 0,17µg/L. Το πιθανότερο είναι ότι ο χρυσός αυτός προέρχεται από τα υπερβασικά πετρώματα της οφιολιθικής σειράς της περιοχής. Σε κάθε περίπτωση όμως, ο μικρός εμπλουτισμός των νερών της περιοχής σε χρυσό παρουσιάζει ενδιαφέρον και απαιτεί περαιτέρω έρευνα.

- Τα δείγματα της Αταλάντης και της Κυρτώνης στα υδροχημικά διαγράμματα Piper και Durov χωρίζονται ανάλογα την περιοχή προέλευσης τους (Εικ. Γ.1.52, 53). Ο υδροχημικός τύπος των δειγμάτων από την περιοχή της Αταλάντης είναι μαγνησιούχος-οξυανθρακικός και από την περιοχή της Κυρτώνης είναι ασβεστούχος-οξυανθρακικός.
- Τέλος, όσον αφορά την ποιότητα του νερού και την καταλληλότητα του για διάφορες χρήσεις, διαπιστώθηκαν τα εξής:
 - i. Ως προς την **σκληρότητα** (Πιν. Γ.1.30), σύμφωνα με τον Hem (1970), όλα τα δείγματα (100%) που εξετάστηκαν, Χαρακτηρίζονται σαν ``Πολύ σκληρά``. Χρησιμοποιώντας την ταξινόμηση των Sawyer – McCarty (1967), σαν ``Πολύ σκληρά`` Χαρακτηρίζονται το 46% των δειγμάτων (6 δείγματα) και σαν ``Σκληρά`` Χαρακτηρίζονται το 54% (7 δείγματα). Δεν πρέπει να παραληφθεί να αναφερθεί, ότι κανένα από τα εξετασθέντα δείγματα δεν παρουσιάζει τιμή μικρότερη ή ίση με 80mg/lit CaCO₃, όπου είναι το όριο για να Χαρακτηριστεί ένα νερό κατάλληλο για οικιακή χρήση (Καλλέργης, 1986).
 - ii. Σχετικά με την **καταλληλότητα των υπογείων υδάτων για ανθρώπινη κατανάλωση** (Κεφ. Γ.1.2.9.1, Πιν. Γ.1.26) χρησιμοποιήθηκε η Οδηγία 98/83/ΕΚ. Στα εξετασθέντα δείγματα παρουσιάζεται υπέρβαση του ανώτατου ορίου ποσιμότητας στα NO₃, στα δείγματα AT-4, AT-5, AT-6, AT-7, KL-1-WM, KL-2-WM, KL-4-WM, με συνέπεια τα συγκεκριμένα δείγματα να κρίνονται ακατάλληλα για πόση. Άξιο σχολιασμού είναι ότι όλα τα δείγματα από την περιοχή της Κυρτώνης βρέθηκαν ακατάλληλα για πόση. (Από αυτά το KL-2-WM, χρησιμοποιείται για υδροδότηση οικισμού).
 - iii. Τέλος, σχετικά με την **καταλληλότητα των υπογείων υδάτων για αρδευτικούς σκοπούς** (Κεφ. Γ.1.2.9.2), χρησιμοποιήθηκε η κατάταξη που βασίζεται στο Συντελεστή Προσρόφησης Νατρίου (S.A.R.) και την αγωγιμότητα, του U.S. Salinity Laboratory (1954). Σύμφωνα με αυτή την κατάταξη τα δείγματα που εξετάστηκαν χωρίζονται στις εξής κατηγορίες (Πιν. Γ.1.35):
 - i. S1-C1 (Νερό μικρής αλκαλικότητας - μικρής αλατότητας): Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το 69% των δειγμάτων (9 δείγματα).
 - ii. S1-C2 (Νερό μικρής αλκαλικότητας - μέσης αλατότητας): Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το 31% των δειγμάτων (4 δείγματα).
 Και από την εξέταση του δείκτη E.S.R. και MH (Magnesium Hazard) (Πίν. Γ.1.35), διαπιστώθηκε επιβάρυνση των νερών καθώς από τα 13 δείγματα που εξετάστηκαν, τα 10 (όλα τα δείγματα από την περιοχή της Αταλάντης) παρουσιάζουν MH>50 και άρα δεν συνιστανται για άρδευση.

ΦΥΤΑ

ΜΟΝΟΕΤΗ ΦΥΤΑ

Συνοψίζοντας τα δεδομένα, που προκύπτουν από την μελέτη των δειγμάτων μονοετών φυτών από την περιοχή της Αταλάντης – Κυρτώνης, συμπεραίνονται τα εξής:

- Στην περιοχή της Αταλάντης και της Κυρτώνης διαπιστώθηκε πως μια μεγάλη ομάδα στοιχείων υπάρχουν σε βιοδιαθέσιμη μορφή στο έδαφος, καθώς διαπιστώνονται τα φυτά της περιοχής να παρουσιάζουν αξιόλογες συγκεντρώσεις και υψηλούς σ.σ. στα συγκεκριμένα στοιχεία.
- Στην περιοχή της Κυρτώνης (KL-5-P) εντοπίστηκε το *Alyssum chalcidicum*, το οποίο είναι συσσωρευτής Ni. Από τις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν διαπιστώθηκε (Πιν. Γ.1.37, 38) ότι στο συγκεκριμένο δείγμα υπάρχουν 29000mg/kg Ni με σ.σ. 137% στο υπέργειο μέρος του φυτού, ενώ στο ριζικό σύστημα 1400mg/kg Ni με σ.σ.66%. Υψηλοί συντελεστές συσσώρευσης διαπιστώθηκαν στο ριζικό σύστημα, στα στοιχεία S (4150mg/kg, σ.σ. 3110%), Sr (12,8 mg/kg, σ.σ. 319%) και Ca (2950mg/kg, σ.σ. 55,3%).
- Στην ίδια περιοχή στην οποία βρέθηκε το *Alyssum chalcidicum* (KL-5-P), δηλαδή σε εμφάνιση υπερβασικών πετρωμάτων της οφ. σειράς, συλλέχθηκε ακόμη και το *Silena fabaria* (KL-4-P), στο οποίο διαπιστώθηκε (Πιν. Γ.1.37, 38) ότι το Ni στο υπέργειο μέρος είναι μόνο 4mg/kg, με σ.σ. 0,2% και στο ριζικό σύστημα 7mg/kg, με σ.σ. 0,35%. Ενδεικτικά αναφέρεται πως ο εδαφικός ορίζοντας πάνω στον οποίο φύονται τα δείγματα στη συγκεκριμένη περιοχή έχει συγκέντρωση Ni 2110mg/kg. Σε πολύ κοντινή απόσταση (<30m) όπου έχουμε κανονικό εδαφικό ορίζοντα (δείγμα εδάφους KL-17) με 960mg/kg Ni, εντοπίστηκε και συλλέχθηκε το *Verbascum sp.* (KL-3-P), το οποίο διαπιστώθηκε (Πιν. Γ.1.37, 38) να έχει στο υπέργειο μέρος 6mg/kg Ni και σ.σ. 0,6%, ενώ στο ριζικό σύστημα το Ni είναι <LDL.
- Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι και τα τρία αυτά είδη (*Alyssum chalcidicum*, *Silena fabaria*, *Verbascum sp.*) μπορούν να φύονται σε εδάφη με μεγάλες τιμές Ni, χωρίς αυτό να τους δημιουργεί κάποιο πρόβλημα στην ανάπτυξη τους. Το *Alyssum chalcidicum* μάλιστα, όχι μόνο δεν παρουσιάζει κάποιο πρόβλημα στο να φύεται στις συγκεκριμένες συνθήκες, αλλά έχει αναπτύξει και την ιδιότητα να μπορεί να συσσωρεύει μεγάλα ποσά Ni, φαινόμενο το οποίο μπορεί να φανεί χρήσιμο, σαν ένας ιδιαίτερα φιλικός προς το περιβάλλον τρόπος απορρύπανσης περιοχών που παρουσιάζουν προβλήματα μόλυνσης από Ni (φυτο-αποκατάσταση).
- Ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα δείγματα σιταριού (*Triticum durum Desf*) (AT-3-P και KL-6-P) που συλλέχθηκαν καθώς το σιτάρι είναι βρώσιμο είδος. Από την μελέτη τους διαπιστώθηκαν τα εξής:

- Συγκρίνοντας τις συγκεντρώσεις στους καρπούς των συγκεκριμένων δειγμάτων (Πιν. Γ.1.37) με αναλύσεις από άλλες χώρες (Πίν. Ε.3) (Eriksson 2001a, Kabata-Pendias & Mukherjee, 2007), διαπιστώνεται ότι τα οι συγκεντρώσεις είναι συγκρίσιμες. Μοναδική εξαίρεση σε αυτή τη διαπίστωση, είναι η συγκέντρωση του Cd. Πιο αναλυτικά, ενώ σαν συνήθη εύρος συγκεντρώσεων (Kabata-Pendias & Mukherjee, 2007) είναι τα 20-70μg/kg, στην περιοχή της Κυρτώνης (KL-6-P) η συγκέντρωση Cd φτάνει τα 147μg/kg.
 - Οι συγκεντρώσεις μιας ομάδας στοιχείων (κυρίως Al, As, Ca, K, Pb, Ti και ακολουθούν Cd, Co, Sr, U) στο σιτάρι, ακολουθούν την τάση Ρίζα > Υπέργειο μέρος(εκτός του καρπού) > Καρπός (Πιν. Γ.1.37).
 - Το Cr στο σιτάρι εντοπίστηκε (Πιν. Γ.1.37, 38) σε συγκεντρώσεις μετρήσιμες μόνο στις ρίζες (4-13 μg/kg με σ.σ. 0,49-2,1%).
 - Υψηλοί σ.σ. (>25% έως περίπου 700%, Πιν. Γ.1.38) διαπιστώθηκαν στα στοιχεία K, Na, P, S (θρεπτικά συστατικά), σε όλα τα μέρη του φυτού. Παράλληλα, υψηλά ποσοστά σ.σ. συναντάμε και στον Zn, που στον καρπό κυμαίνονται από 17-29%.
 - Σε περιοχές με υψηλές τιμές συγκεντρώσεων στο έδαφος (π.χ. στο δείγμα εδάφους KL-18, με συγκεντρώσεις Cr 2663mg/kg, Ni 2000mg/kg κ.α.), το σιτάρι (KL-6-P) δεν διαπιστώθηκε να συσσωρεύει κάποια ιδιαίτερα μεγάλα ποσά από αυτά τα στοιχεία, αλλά ούτε να παρουσιάζει κάποια φαινόμενα φυτο-τοξικότητας. Βέβαια, θα πρέπει να αναφερθεί ότι στο συγκεκριμένο δείγμα η συγκέντρωση Ni (Πιν. Γ.1.37, 38) στις ρίζες είναι 94mg/kg (σ.σ. 4,7%), ενώ στα άλλα δείγματα του ίδιου είδους έχουμε μόνο 8,6-9mg/kg. Το σημαντικό είναι ότι το Ni, δεν φαίνεται να προωθείται στο υπέργειο μέρος του φυτού και στον καρπό, καθώς παρουσιάζει μόνο 1,13mg/kg (σ.σ. 0,06%) και 1,43 mg/kg (σ.σ. 0,07%), αντίστοιχα.
 - Όλα τα παραπάνω μας οδηγούν στα συμπεράσμα ότι το σιτάρι, μπορεί να φύτεται σε επιβαρυσμένα εδάφη (τουλάχιστον μέχρι τις συγκεντρώσεις που διαπιστώσαμε) από διάφορα στοιχεία χωρίς να παρουσιάζει προβλήματα στην ανάπτυξη του και χωρίς ταυτόχρονα να συσσωρεύει τα συγκεκριμένα στοιχεία σε μεγάλες ποσότητες στο υπέργειο μέρος του, δημιουργώντας κίνδυνο κατά την κατανάλωση του από των άνθρωπο και τα ζώα.
- Αντίστοιχο ενδιαφέρον παρουσιάζει η εξέταση του μάραθου (*Foeniculum vulgare*, Miller) (AT-2-P), που επίσης είναι βρώσιμο είδος φυτού. Από την μελέτη του διαπιστώθηκαν τα εξής:
- Μια ομάδα στοιχείων (κυρίως As, Ba, Cu, K, Mn, Zn) ακολουθούν την τάση Άνθος > Υπέργειο μέρος (εκτός του ανθού) > Ρίζα (Πιν. Γ.1.37).
 - Υψηλούς σ.σ. (>100% έως περίπου 950%, Πιν. Γ.1.38) διαπιστώθηκαν κατά κύριο λόγο στα K, Na, P, S (θρεπτικά συστατικά για το φυτό). Ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι στον ανθό του συγκεκριμένου είδους, οι συγκεντρώσεις των Na, P, S είναι κάτω από τα όρια ανιχνευσιμότητας.

Ακόμη, αξιοπρόσεκτος είναι ο σ.σ. Zn όπου στον ανθό είναι 65% (44mg/kg), αλλά και του Sr, όπου στο βλαστό είναι 29% (27mg/kg) και αντίστοιχα στη ρίζα 23% (22mg/kg).

- Εξετάζοντας γενικότερα τα αποτελέσματα των αναλύσεων (Πιν. Γ.1.37) και τους σ.σ. (Πιν. Γ.1.38) των μονοετών φυτικών δείγματα που εξετάστηκαν από τις συγκεκριμένες περιοχές, άξια σχολιασμού είναι ακόμη τα εξής:
 - το δείγμα AT-4-P, που είναι *Hypericum triquetrifolium* έχει 22mg/kg Cu και σ.σ. 53,66% στο ριζικό σύστημα, ενώ στο πάνω μέρος μόνο 5,2mg/kg Cu και σ.σ. 12,87%,
 - το δείγμα KL-4-P, που είναι *Silena fabaria* παρουσιάζει 102mg/kg Mn στο ριζικό της σύστημα, όπου είναι από τις μεγαλύτερες τιμές Mn που διαπιστώθηκαν,
 - το δείγμα KL-4-P που είναι *Silena fabaria* παρουσιάζει σ.α Sr 167% (6,7 mg/kg) στο υπέργειο μέρος του φυτού και 316% (12,69 mg/kg) στο ριζικό σύστημα,
 - το δείγμα KL-5-P που είναι *Alyssum chalcidicum*, παρουσιάζει σ.σ. Sr 319% (12,81 mg/kg) στο ριζικό σύστημα, ενώ στο υπέργειο μέρος του φυτού η συγκέντρωση ήταν κάτω από το LDL,
 - τα δείγματα AT-3-P και KL-6-P, που είναι *Triticum durum* (κοιν. Σιτάρι) παρουσιάζουν από τις πιο υψηλές τιμές Ti που διαπιστώθηκαν. Πιο αναλυτικά, το δείγμα AT-3-P έχει 35mg/kg (σ.σ. 3,4%) και το δείγμα KL-6-P έχει 35mg/kg (σ.σ. 8,2%).

ΠΟΛΥΕΤΗ ΦΥΤΑ

Συνοψίζοντας τα δεδομένα, που προκύπτουν από την μελέτη των δειγμάτων *Olea europaea* (κοιν. ελιά) από την περιοχή της Αταλάντης και της Κυρτώνης, συμπεραίνονται τα εξής:

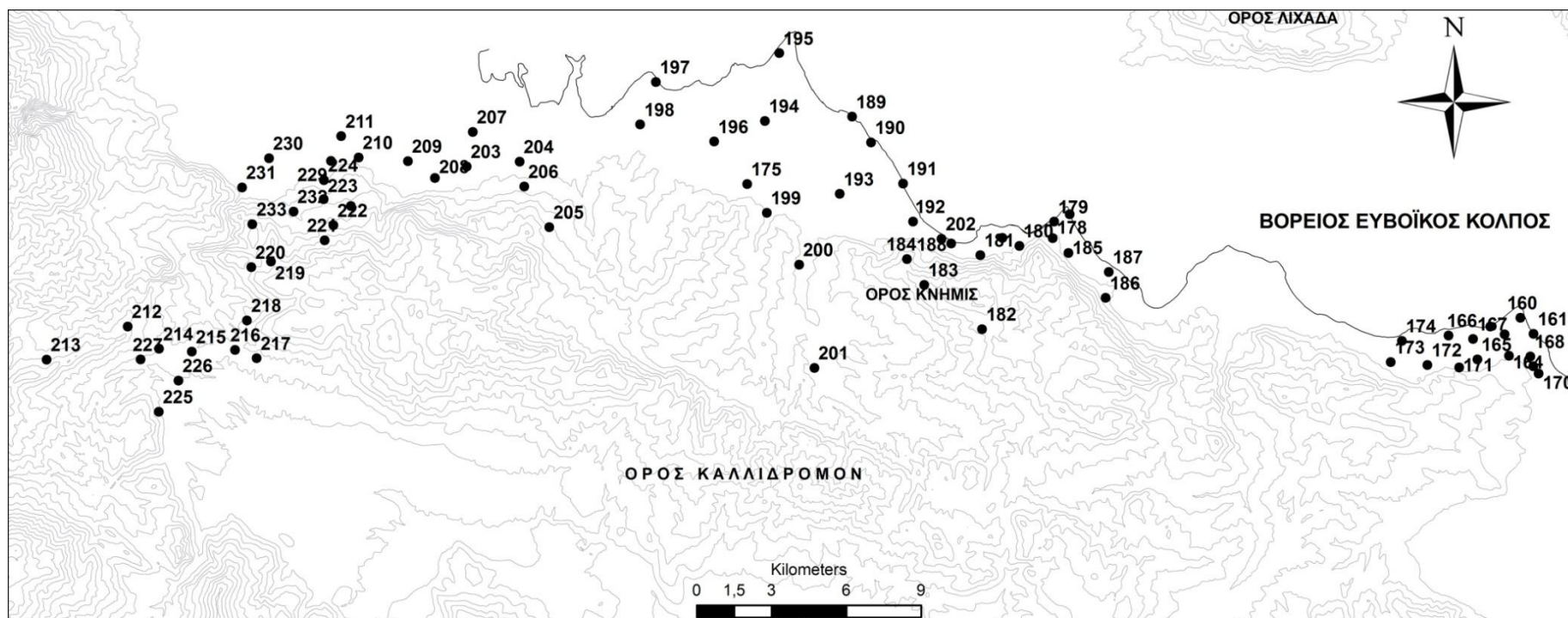
- Υπάρχουν αρκετά υψηλοί συντελεστές συσσώρευσης (Πιν. Γ.1.40), σε πάρα πολλά στοιχεία στα φύλλα της ελιάς, σε σύγκριση με τα υπόλοιπα μέρη του φυτού που αναλύθηκαν. Το συγκεκριμένο φαινόμενο έως ένα βαθμό μπορεί να ερμηνευτεί λόγω μεταφοράς και απόθεσης του εδάφους στα φύλλα μέσω του αέρα. Αντίστοιχα φαινόμενα παρατήρησαν και οι Matejon et al. 2006.
- Στους πυρήνες, διαπιστώνεται ότι υπάρχουν εξαιρετικά υψηλοί σ.σ., οι υψηλότερες τιμές των οποίων φτάνουν έως το 480% (Πιν. Γ.1.40).
- Τα στοιχεία που παρουσιάζουν συνήθως υψηλούς συντελεστές συσσώρευσης είναι κυρίως τα K, P, S και ακολουθεί το Ca, σε όλα τα μέρη (φύλλα, πυρήνας, ψίχα) από δείγματα *Olea europaea* που εξετάστηκαν (Πιν. Γ.1.40). Πρέπει να σημειωθεί ότι τα στοιχεία αυτά είναι θρεπτικά συστατικά του φυτού.

- Οι συγκεντρώσεις σχεδόν όλων των ιχνοστοιχείων (Πιν. Γ.1.39) διαπιστώθηκε ότι ακολουθούν την τάση: Φύλλα > Πυρήνας > Ψίχα η οποία ταυτίζεται με αυτή, που διαπιστώνεται και στους συντελεστές συσσώρευσης.
- Εξαίρεση αποτελεί το Cr (Πιν. Γ.1.39) στο οποίο παρατηρείται η τάση: Ψίχα > Φύλλα > Πυρήνας, χωρίς να υπάρχει κάποιος εμφανής λόγος που να δικαιολογεί αυτή την συμπεριφορά του χρωμίου.
- Η *Olea europaea*, φαίνεται να έχει αναπτύξει ένα μηχανισμό βάσει του οποίου προστατεύει τους καρπούς της (κυρίως την ψίχα) από την συσσώρευση βαρέων μετάλλων, γεγονός που διαπιστώνουν και οι Wilson & Pyatt (2007). Ταυτόχρονα επιτυγχάνει εντυπωσιακή συσσώρευση στο βρώσιμο μέρος του καρπού της (ψίχα) από θρεπτικά συστατικά (K, P, S, Ca).
- Η *Olea europaea*, μπορεί να φύεται σε εδάφη με υψηλές τιμές μετάλλων στο έδαφος, π.χ. σε περιοχές κοντά σε εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων που έχουν επηρεάσει τον εδαφικό ορίζοντα, χωρίς να παρατηρείται κάποιο φαινόμενο τοξικότητας του φυτού από αυτό το γεγονός.

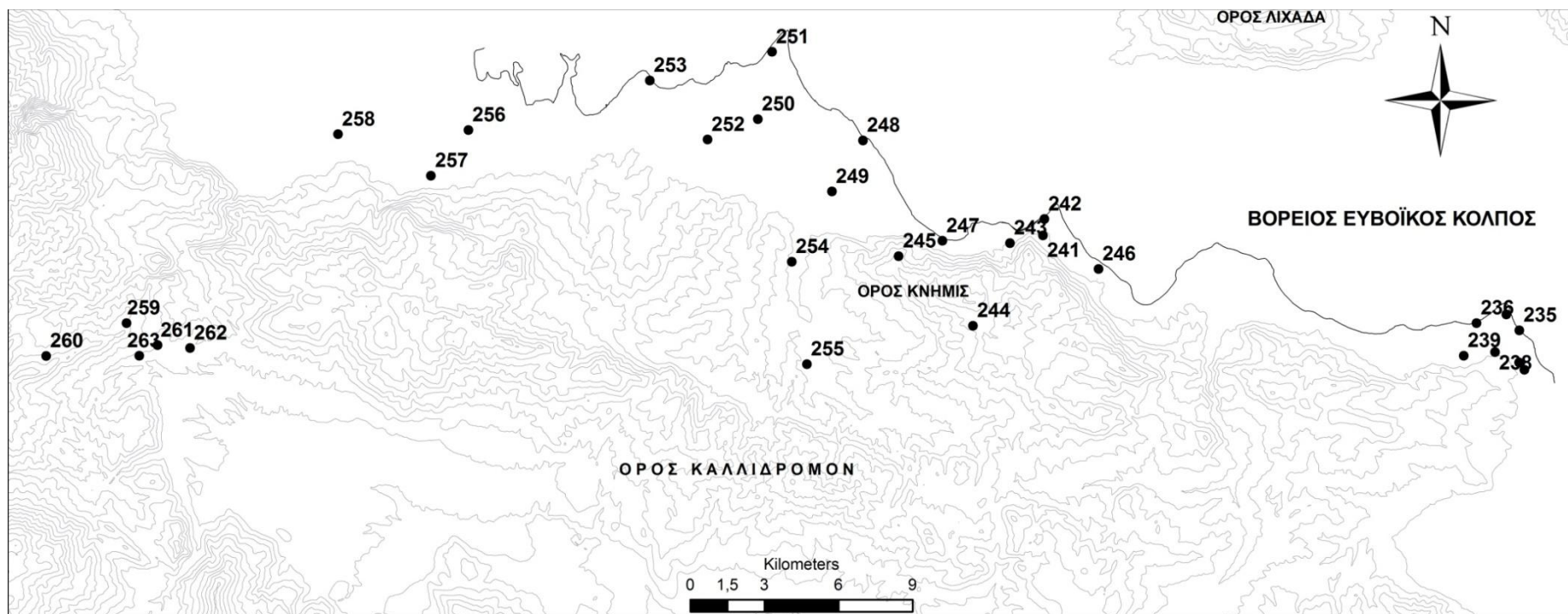
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ.2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΝ. ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

Γ.2.1. ΕΛΑΦΗ

Γ.2.1.1. ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ



Εικόνα Γ.2.1Α. Χάρτης θέσεων επιφανειακών εδαφικών δειγμάτων από τις περιοχές της Αν. Στερεάς Ελλάδος.



Εικόνα Γ.2.1Β. Χάρτης θέσεων εδαφικών δειγμάτων βάθους από τις περιοχές της Αν. Στερεάς Ελλάδος.

Πίνακας Γ.2.1. Θέσεις εδαφικών δειγμάτων (επιφάνειας & βάθους) από τις περιοχές της Αν. Στερεάς Ελλάδος.

ΑΡΙΘ. ΔΕΙΓΜ. ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΛΑΦΙΚΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ	ΓΕΩΓΡ. ΣΥΝΤ.	ΗΜΕΡΟΜ.	ΠΕΡΙΟΧΗ
160	AR-1-E	ΕΠΙΦ	N38 45.126 E23 02.048	21/11/2007	ΑΡΚΙΤΣΑ
234	AR-1-B	ΒΑΘ	«	21/11/2007	ΑΡΚΙΤΣΑ
161	AR-2-E	ΕΠΙΦ	N38 44.783 E23 02.416	21/11/2007	ΑΡΚΙΤΣΑ
235	AR-2-B	ΒΑΘ	«	21/11/2007	ΑΡΚΙΤΣΑ
162	AR-3-E	ΕΠΙΦ	N38 44.931 E23 01.221	21/11/2007	ΑΡΚΙΤΣΑ
236	AR-3-B	ΒΑΘ	«	21/11/2007	ΑΡΚΙΤΣΑ
163	AR-4-E	ΕΠΙΦ	N38 44.082 E23 02.419	21/11/2007	ΑΡΚΙΤΣΑ
237	AR-4-B	ΒΑΘ	«	21/11/2007	ΑΡΚΙΤΣΑ
164	AR-5-E	ΕΠΙΦ	N38 44.300 E23 01.746	21/11/2007	ΑΡΚΙΤΣΑ
238	AR-5-B	ΒΑΘ	«	21/11/2007	ΑΡΚΙΤΣΑ
165	AR-6-E	ΕΠΙΦ	N38 44.218 E23 00.871	21/11/2007	ΑΡΚΙΤΣΑ
239	AR-6-B	ΒΑΘ	«	21/11/2007	ΑΡΚΙΤΣΑ
166	AR-7-E	ΕΠΙΦ	N38 44.724 E23 00.067	30/4/2008	ΑΡΚΙΤΣΑ
167	AR-8-E	ΕΠΙΦ	N38 44.659 E23 00.748	1/5/2008	ΑΡΚΙΤΣΑ
168	AR-9-E	ΕΠΙΦ	N38 44.291 E23 02.334	2/5/2008	ΑΡΚΙΤΣΑ
169	AR-10-E	ΕΠΙΦ	N38 44.765 E23 01.617	3/5/2008	ΑΡΚΙΤΣΑ
170	AR-11-E	ΕΠΙΦ	N38 43.924 E23 02.571	4/5/2008	ΑΡΚΙΤΣΑ
240	AR-11-B	ΒΑΘ	«	5/5/2008	ΑΡΚΙΤΣΑ
171	AR-12-E	ΕΠΙΦ	N38 44.036 E23 00.371	6/5/2008	ΑΡΚΙΤΣΑ
172	AR-13-E	ΕΠΙΦ	N38 44.085 E22 59.492	7/5/2008	ΑΡΚΙΤΣΑ
173	AR-14-E	ΕΠΙΦ	N38 44.137 E22 58.474	8/5/2008	ΑΡΚΙΤΣΑ
174	AR-15-E	ΕΠΙΦ	N38 44.598 E22 58.777	9/5/2008	ΑΡΚΙΤΣΑ
175	KB-1-E	ΕΠΙΦ	N38 47.806 E22 40.596	8/12/2007	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
176	KB-2-E	ΕΠΙΦ	N38 46.721 E22 47.682	8/12/2007	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
177	KB-3-E	ΕΠΙΦ	N38 47.251 E22 49.537	2/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
178	KB-4-E	ΕΠΙΦ	N38 46.726 E22 49.079	2/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
241	KB-4-B	ΒΑΘ	«	2/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
179	KB-5-E	ΕΠΙΦ	N38 47.084 E22 49.110	2/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
242	KB-5-B	ΒΑΘ	«	2/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
180	KB-6-E	ΕΠΙΦ	N38 46.551 E22 48.155	2/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
243	KB-6-B	ΒΑΘ	«	2/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
181	KB-7-E	ΕΠΙΦ	N38 46.341 E22 47.077	2/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
182	KB-8-E	ΕΠΙΦ	N38 44.741 E22 47.156	2/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
244	KB-8-B	ΒΑΘ	«	2/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
183	KB-9-E	ΕΠΙΦ	N38 45.681 E22 45.534	2/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
184	KB-10-E	ΕΠΙΦ	N38 46.234 E22 45.052	2/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
245	KB-10-B	ΒΑΘ	«	2/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
185	KB-11-E	ΕΠΙΦ	N38 46.409 E22 49.517	2/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
186	KB-12-E	ΕΠΙΦ	N38 45.451 E22 50.565	2/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
187	KB-13-E	ΕΠΙΦ	N38 46.013 E22 50.639	2/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
246	KB-13-B	ΒΑΘ	«	2/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
188	KB-14-E	ΕΠΙΦ	N38 46.580 E22 46.265	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
247	KB-14-B	ΒΑΘ	«	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
189	KB-15-E	ΕΠΙΦ	N38 49.295 E22 43.472	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
190	KB-16-E	ΕΠΙΦ	N38 48.746 E22 44.008	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
248	KB-16-B	ΒΑΘ	«	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ

Πίνακας Γ.2.1. (συνέχεια)

ΑΡΙΘ. ΔΕΙΓΜ. ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΛΑΦΙΚΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ	ΓΕΩΓΡ. ΣΥΝΤ.	ΗΜΕΡΟΜ.	ΠΕΡΙΟΧΗ
191	KB-17-E	ΕΠΙΦ	N38 47.865 E22 44.914	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
192	KB-18-E	ΕΠΙΦ	N38 47.047 E22 45.205	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
193	KB-19-E	ΕΠΙΦ	N38 47.622 E22 43.164	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
249	KB-19-B	ΒΑΘ	«	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
194	KB-20-E	ΕΠΙΦ	N38 49.174 E22 41.063	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
250	KB-20-B	ΒΑΘ	«	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
195	KB-21-E	ΕΠΙΦ	N38 50.645 E22 41.429	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
251	KB-21-B	ΒΑΘ	«	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
196	KB-22-E	ΕΠΙΦ	N38 48.715 E22 39.663	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
252	KB-22-B	ΒΑΘ	«	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
197	KB-23-E	ΕΠΙΦ	N38 49.980 E22 38.023	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
253	KB-23-B	ΒΑΘ	«	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
198	KB-24-E	ΕΠΙΦ	N38 49.058 E22 37.608	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
199	KB-25-E	ΕΠΙΦ	N38 47.192 E22 41.151	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
200	KB-26-E	ΕΠΙΦ	N38 46.079 E22 42.065	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
254	KB-26-B	ΒΑΘ	«	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
201	KB-27-E	ΕΠΙΦ	N38 43.854 E22 42.530	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
255	KB-27-B	ΒΑΘ	«	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
202	KB-28-E	ΕΠΙΦ	N38 46.680 E22 45.999	3/4/2008	Κ. ΒΟΥΡΛΑ
203	THE-1-E	ΕΠΙΦ	N38 48.091 E22 32.823	8/12/2007	ΘΕΡΜΟΠΥΛΕΣ
204	THE-2-E	ΕΠΙΦ	N38 48.216 E22 34.287	15/4/2008	ΘΕΡΜΟΠΥΛΕΣ
205	THE-3-E	ΕΠΙΦ	N38 46.811 E22 35.136	15/4/2008	ΘΕΡΜΟΠΥΛΕΣ
206	THE-4-E	ΕΠΙΦ	N38 47.681 E22 34.426	15/4/2008	ΘΕΡΜΟΠΥΛΕΣ
207	THE-5-E	ΕΠΙΦ	N38 48.841 E22 32.972	15/4/2008	ΘΕΡΜΟΠΥΛΕΣ
256	THE-5-B	ΒΑΘ	«	15/4/2008	ΘΕΡΜΟΠΥΛΕΣ
208	THE-6-E	ΕΠΙΦ	N38 47.834 E22 31.949	15/4/2008	ΘΕΡΜΟΠΥΛΕΣ
257	THE-6-B	ΒΑΘ	«	15/4/2008	ΘΕΡΜΟΠΥΛΕΣ
209	THE-7-E	ΕΠΙΦ	N38 48.190 E22 31.192	15/4/2008	ΘΕΡΜΟΠΥΛΕΣ
210	THE-8-E	ΕΠΙΦ	N38 48.250 E22 29.822	15/4/2008	ΘΕΡΜΟΠΥΛΕΣ
211	THE-9-E	ΕΠΙΦ	N38 48.704 E22 29.330	15/4/2008	ΘΕΡΜΟΠΥΛΕΣ
258	THE-9-B	ΒΑΘ	«	15/4/2008	ΘΕΡΜΟΠΥΛΕΣ
212	OI-1-E	ΕΠΙΦ	N38 44.514 E22 23.512	14/4/2008	ΟΙΤΗ
259	OI-1-B	ΒΑΘ	«	14/4/2008	ΟΙΤΗ
213	OI-2-E	ΕΠΙΦ	N38 43.767 E22 21.285	14/4/2008	ΟΙΤΗ
260	OI-2-B	ΒΑΘ	«	14/4/2008	ΟΙΤΗ
214	OI-3-E	ΕΠΙΦ	N38 44.043 E22 24.387	14/4/2008	ΟΙΤΗ
261	OI-3-B	ΒΑΘ	«	14/4/2008	ΟΙΤΗ
215	OI-4-E	ΕΠΙΦ	N38 43.992 E22 25.297	14/4/2008	ΟΙΤΗ
262	OI-4-B	ΒΑΘ	«	14/4/2008	ΟΙΤΗ
216	OI-5-E	ΕΠΙΦ	N38 44.049 E22 26.496	14/4/2008	ΟΙΤΗ
217	OI-6-E	ΕΠΙΦ	N38 43.874 E22 27.096	14/4/2008	ΟΙΤΗ
218	OI-7-E	ΕΠΙΦ	N38 44.688 E22 26.810	14/4/2008	ΟΙΤΗ
219	OI-8-E	ΕΠΙΦ	N38 45.971 E22 27.443	14/4/2008	ΟΙΤΗ
220	OI-9-E	ΕΠΙΦ	N38 45.840 E22 26.904	14/4/2008	ΟΙΤΗ
221	OI-10-E	ΕΠΙΦ	N38 46.450 E22 28.922	14/4/2008	ΟΙΤΗ
222	OI-11-E	ΕΠΙΦ	N38 46.776 E22 29.158	14/4/2008	ΟΙΤΗ

Πίνακας Γ.2.1. (συνέχεια)

ΑΡΙΘ. ΔΕΙΓΜ. ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΛΑΦΙΚΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ	ΓΕΩΓΡ. ΣΥΝΤ.	ΗΜΕΡΟΜ.	ΠΕΡΙΟΧΗ
223	ΟΙ-12-Ε	ΕΠΙΦ	N38 47.335 E22 28.876	14/4/2008	ΟΙΤΗ
224	ΟΙ-13-Ε	ΕΠΙΦ	N38 47.748 E22 28.875	14/4/2008	ΟΙΤΗ
225	ΟΙ-14-Ε	ΕΠΙΦ	N38 42.684 E22 24.410	15/4/2008	ΟΙΤΗ
226	ΟΙ-15-Ε	ΕΠΙΦ	N38 43.365 E22 24.940	15/4/2008	ΟΙΤΗ
227	ΟΙ-16-Ε	ΕΠΙΦ	N38 43.804 E22 23.885	15/4/2008	ΟΙΤΗ
263	ΟΙ-16-Β	ΒΑΘ	«	15/4/2008	ΟΙΤΗ
228	DM-1-Ε	ΕΠΙΦ	N38 47.199 E22 29.630	8/12/2007	ΔΑΜΑΣΤΑ
229	DM-2-Ε	ΕΠΙΦ	N38 48.165 E22 29.061	15/4/2008	ΔΑΜΑΣΤΑ
230	DM-3-Ε	ΕΠΙΦ	N38 48.200 E22 27.346	15/4/2008	ΔΑΜΑΣΤΑ
231	DM-4-Ε	ΕΠΙΦ	N38 47.560 E22 26.611	15/4/2008	ΔΑΜΑΣΤΑ
232	DM-5-Ε	ΕΠΙΦ	N38 47.058 E22 28.048	15/4/2008	ΔΑΜΑΣΤΑ
233	DM-6-Ε	ΕΠΙΦ	N38 46.770 E22 26.914	15/4/2008	ΔΑΜΑΣΤΑ

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες είναι σε WGS84, Lat/Lon hdddomm.mmm'

Γ.2.1.2 ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Πίνακας Γ.2.2. Χημικές αναλύσεις εδαφικών δειγμάτων επιφανείας από τις περιοχές της Αν. Στ. Ελλάδος (σε mg/kg).

	AR-1-E	AR-10-E	AR-11-E	AR-12-E	AR-13-E	AR-14-E	AR-15-E	AR-2-E	AR-3-E	AR-4-E	AR-5-E	AR-6-E	AR-7-E	AR-8-E	AR-9-E
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al	16000	37200	42400	52700	20200	50500	33300	11100	27300	30500	34000	29100	18300	17500	30000
As	11	19	6	20	12	15	10	16	8	6	7	27	6	6	12
Ba	60	170	150	220	150	170	160	110	140	140	130	230	100	100	160
Be	0,77	1,51	0,77	2,3	1,13	1,48	0,95	0,76	0,6	0,76	0,88	2,51	0,75	0,73	0,93
Ca	71700	48600	104300	89700	114300	12100	112000	131000	100300	114900	139400	8300	2800	2200	153900
Cd	<	<	<	<	<	0,55	<	<	<	<	<	0,53	<	<	<
Co	12	17	22	28	34	30	18	13	19	22	21	29	14	11	18
Cr	65	148	197	130	360	470	100	120	130	260	150	190	230	180	110
Cu	85	27	26	36	35	23	28	<	24	44	29	34	<	<	36
Fe	19900	30700	32500	44000	37900	41100	30600	20600	27700	29200	31000	43000	14800	12000	28800
K	3300	7400	7200	11600	7000	8400	7500	4700	6100	6600	6300	10000	4900	4500	6900
La	12	21	18	27	15	24	18	13	14	18	15	30	18	17	18
Li	<	<	<	44	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mg	10400	8000	18300	15500	27000	9800	19300	10100	14300	14800	13800	10800	3200	2200	1300
Mn	570	710	740	840	670	980	690	530	600	640	590	940	610	730	590
Na	<	900	1010	1900	1320	<	1090	1600	1550	1710	2020	<	1390	<	880
Ni	100	110	210	270	440	250	120	100	150	200	210	220	80	50	140
P	560	600	370	320	430	250	330	800	480	390	340	590	180	270	550
Pb	8	18	13	19	11	25	12	9	10	10	10	20	14	11	14
Rb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	150	320	220	240	210	220	240	220	120	180	200	120	<	<	280
Sb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sc	5	7	11	13	9	10	10	5	7	8	8	12	4	<	8
Se	<	7	6	<	12	13	6	<	7	11	9	16	<	6	6
Si	210	400	680	430	690	440	500	740	330	390	410	240	220	160	380
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	140	58	110	67	110	31	220	250	160	120	59	70	29	25	147
Ti	960	940	820	840	790	1270	830	680	850	750	920	1120	690	690	840
Tl	<	<	0,88	<	0,69	<	<	<	<	<	<	0,95	<	<	0,74
U	0,65	0,37	0,42	0,32	0,52	0,6	0,53	0,69	0,59	0,53	0,32	0,81	0,28	0,51	0,49
V	38	52	53	61	50	74	59	38	52	51	49	68	34	31	45
Y	11	13	12	16	10	16	12	9	9	10	10	20	10	10	11
Yb	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
Zn	<	59	53	104	57	81	53	<	45	53	51	74	<	<	50
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH	9,1					8,0					8,3		7,8		8,4
Eh	-143,5					-105,8					-109,3		-84,3		-118,1

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και Ce, Mo, Nb, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL.

Πίνακας Γ.2.2. (συνέχεια)

	DM-1-E	DM-2-E	DM-3-E	DM-4-E	DM-5-E	DM-6-E	KB-1-E	KB-10-E	KB-11-E	KB-12-E	KB-13-E	KB-14-E	KB-15-E	KB-16-E	KB-17-E
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al	30800	34100	30500	27700	40400	21400	16100	64100	39400	47800	52000	43800	8100	37000	18600
As	7	8	6	7	10	3	6	6	18	21	8	12	2	4	5
Ba	120	130	130	120	240	80	110	190	110	160	130	150	40	120	70
Be	0,81	0,85	0,85	0,58	1,25	0,6	1,09	1,86	1,18	1,74	1,42	1,41	0,29	0,82	0,31
Ca	34800	46500	65600	63800	80000	188900	13000	4400	29700	68100	20900	7300	68700	66700	82200
Cd	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,63	<	<	<	<	<
Co	35	32	27	29	32	25	24	28	45	43	55	35	24	32	32
Cr	466	461	474	301	510	304	320	50	300	691	1520	118	548	195	564
Cu	30	29	30	70	141	<	104	61	71	43	41	73	<	31	31
Fe	36400	34400	32300	33900	44900	26100	36900	42800	48500	46100	52500	43600	28300	36900	36500
K	6300	6400	7900	6800	6800	3500	5900	16100	6300	9700	6000	15300	2400	6000	3200
La	19	17	17	16	21	9	14	26	18	25	19	20	8	16	10
Li	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mg	17200	18000	31000	33600	22500	13600	20900	19300	51100	20700	28800	37300	52200	41600	60000
Mn	700	700	1250	970	700	330	880	2050	1280	1020	1140	1590	630	940	830
Na	760	850	1900	920	1280	2600	<	1060	700	1080	820	1020	940	1050	1070
Ni	420	380	290	340	440	400	220	130	510	620	850	320	400	390	510
P	400	550	540	700	1090	200	630	340	720	1000	450	400	170	470	340
Pb	12	12	10	14	101	7	14	22	19	26	15	18	4	9	6
Rb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	230	270	240	270	490	250	180	190	340	520	220	210	<	270	100
Sb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sc	9	8	9	9	10	5	10	13	11	10	13	13	6	11	8
Se	8	8	<	6	12	<	9	7	9	10	6	<	5	6	7
Si	210	410	260	250	440	340	270	340	370	410	530	230	150	780	130
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	48	47	72	71	45	54	31	24	23	44	30	24	51	70	64
Ti	940	960	790	820	820	410	1660	900	1850	910	1130	830	880	1010	1170
Tl	<	<	<	<	<	<	<	0,91	0,85	0,72	<	0,8	<	<	<
U	0,45	0,43	0,37	0,36	0,48	0,27	0,51	0,48	0,47	0,69	0,35	0,92	0,37	0,35	0,48
V	50	50	48	43	54	30	65	70	57	59	63	58	35	47	40
Y	13	11	11	11	16	6	14	11	15	16	14	10	8	12	10
Yb	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	2	1	1	2	1
Zn	56	60	50	66	245	<	66	91	81	108	73	92	<	66	44
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH		8,6		8,3	8,1			7,4			8,4	8,6			
Eh		-123,8		-115,1	-103,3			-54,6			-124	-116,7			

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και Ce, Mo, Nb, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL.

Πίνακας Γ.2.2. (συνέχεια)

	KB-18-E	KB-19-E	KB-2-E	KB-20-E	KB-21-E	KB-22-E	KB-23-E	KB-24-E	KB-25-E	KB-26-E	KB-27-E	KB-28-E	KB-3-E	KB-4-E	KB-5-E
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al	37100	13600	43200	25500	32800	43800	49200	45100	40600	31600	23000	49500	33100	41400	20400
As	8	4	12	5	7	5	6	7	6	4	3	8	15	13	8
Ba	110	90	150	110	110	140	190	200	150	110	90	160	70	180	110
Be	0,86	1	1,17	0,81	0,7	1,03	1,32	1,71	1,11	0,69	0,61	1,81	0,36	1,71	1,12
Ca	67500	54100	10600	12200	40900	71600	38800	11300	13200	38000	39000	10800	21300	55100	71500
Cd	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Co	31	33	41	22	26	25	28	25	36	26	24	33	36	60	41
Cr	133	502	242	281	141	93	81	99	346	365	724	80	787	806	368
Cu	52	53	53	38	28	32	40	96	42	38	<	80	33	40	42
Fe	37700	35000	47700	32600	36800	37600	45600	42100	46700	39000	31400	42000	44700	53800	45300
K	11100	5000	11200	6700	7700	7900	12400	10800	7500	5800	4500	17500	7500	7800	8100
La	15	12	19	16	17	18	18	23	18	13	12	18	19	24	17
Li	<	<	<	<	<	<	<	41	<	<	<	<	<	<	<
Mg	44800	39200	37200	18900	25800	31200	32300	25000	26200	24800	31900	31900	43300	17600	25300
Mn	1360	780	1460	830	670	770	780	870	1130	780	580	1450	970	1310	1060
Na	1780	680	<	1940	3520	1080	1590	1190	1920	920	860	<	640	1660	820
Ni	250	440	400	170	220	200	220	170	350	240	310	270	410	880	530
P	370	560	500	630	450	440	520	420	520	410	320	410	370	150	350
Pb	13	9	22	14	11	9	14	17	13	9	7	14	13	16	17
Rb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	440	180	250	210	430	190	470	250	160	100	<	150	150	200	270
Sb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sc	11	8	11	10	9	12	13	14	13	9	7	11	8	13	11
Se	<	<	8	<	8	7	8	6	12	6	<	6	<	11	<
Si	480	620	290	240	400	850	480	370	270	260	220	220	180	280	540
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	65	50	22	34	73	106	83	44	33	48	54	26	26	31	31
Ti	1010	1000	1500	1590	1270	1190	1090	1310	1480	1510	990	680	1700	1080	1100
Tl	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
U	1,04	0,38	0,5	0,32	0,42	0,46	0,4	0,33	0,51	0,35	0,49	0,23	0,38	0,2	0,31
V	52	46	63	60	60	60	78	77	69	62	48	63	54	60	50
Y	9	9	11	14	12	13	12	16	15	12	9	7	9	14	10
Yb	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1
Zn	61	59	96	78	62	69	83	88	79	68	47	81	154	81	74
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH	8,6	8,2	7,8	8,3		8,4					8,6		8,2	8,3	
Eh	-124,3	-11,4	-85,9	-105,8		-120,8					-130,4		-109,1	110,3	

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και Ce, Mo, Nb, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL.

Πίνακας Γ.2.2. (συνέχεια)

	KB-6-E	KB-7-E	KB-8-E	KB-9-E	OI-1-E	OI-10-E	OI-11-E	OI-12-E	OI-13-E	OI-14-E	OI-15-E	OI-16-E	OI-2-E	OI-3-E	OI-4-E
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al	37100	21900	38300	45900	44900	56800	22700	36300	55400	77400	25300	31700	51100	29100	30900
As	13	25	9	6	7	8	3	15	11	18	5	3	7	5	4
Ba	120	60	100	150	460	180	100	220	180	280	100	140	250	110	120
Be	1,35	0,57	0,56	1,28	1,78	2,2	0,59	2,47	1,72	3,22	0,76	1,12	1,32	0,59	1,13
Ca	12800	121700	37800	2800	89000	5100	111200	42900	6700	5100	2000	66400	7300	3400	2600
Cd	<	<	<	0,55	0,53	<	<	0,7	<	1,98	<	<	0,5	<	<
Co	75	28	66	37	42	53	49	31	23	24	11	35	25	13	15
Cr	916	174	966	28	572	608	1048	402	226	101	503	306	137	162	129
Cu	41	32	36	130	32	30	27	37	27	31	112	27	30	<	<
Fe	55700	30800	56700	34100	43000	52000	39900	53100	38900	52000	18700	37900	38800	23900	26000
K	7400	5900	3800	19200	10100	7900	4900	11000	9500	12400	4300	8100	10700	6800	5600
La	20	12	14	19	17	24	11	33	27	43	15	16	28	18	18
Li	<	<	<	<	<	<	<	42	<	50	<	<	<	<	<
Mg	46300	75100	37900	10500	23800	9400	67300	9200	6900	6100	3600	35600	10800	8500	6600
Mn	1930	770	1430	2440	1410	1100	630	750	540	960	210	630	1110	520	290
Na	850	920	690	1710	1420	<	1990	900	<	<	<	1820	1880	740	<
Ni	1010	370	1040	90	470	550	770	400	210	110	60	520	120	100	110
P	270	330	370	560	380	360	410	360	270	670	370	360	350	230	170
Pb	31	7	10	24	15	15	8	25	17	28	10	11	18	11	20
Rb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	390	220	150	290	270	180	530	370	190	390	120	420	280	150	160
Sb	<	<	<	<	<	<	<	3	<	<	<	<	<	<	<
Sc	12	8	13	10	9	13	9	14	10	12	4	10	12	7	6
Se	<	6	7	<	7	7	<	14	7	16	<	<	12	<	6
Si	530	240	380	280	480	360	310	310	430	500	300	400	260	250	400
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	27	51	32	14	57	34	86	44	37	45	17	56	39	26	19
Ti	1480	910	1050	660	590	1320	620	1080	1060	1080	590	550	1490	720	620
Tl	<	1,74	<	<	<	<	<	0,98	1,18	0,69	<	<	<	<	<
U	0,48	1,17	0,6	0,26	0,18	0,79	0,23	0,74	0,77	1,11	0,49	0,09	0,77	0,31	0,33
V	58	33	65	60	69	70	32	81	66	90	41	45	72	55	46
Y	11	7	13	8	12	16	8	19	15	24	8	10	22	11	13
Yb	2	1	2	1	1	2	1	2	2	2	1	1	2	1	1
Zn	85	50	79	83	89	90	72	133	73	111	<	67	72	55	48
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH	7,5		8,3	6,6				8,4		7,4			7,2		6,7
Eh			-109,5	-15,2				-109,8					-49,9		-22,5

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και Ce, Mo, Nb, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL.

Πίνακας Γ.2.2. (συνέχεια)

	OI-5-E	OI-6-E	OI-7-E	OI-8-E	OI-9-E	THE-1-E	THE-2-E	THE-3-E	THE-4-E	THE-5-E	THE-6-E	THE-7-E	THE-8-E	THE-9-E
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al	48800	38700	23100	75300	61300	14700	17700	25400	13000	41500	9100	19700	3900	38500
As	10	13	7	18	13	3	4	5	6	7	33	5	28	7
Ba	170	220	80	250	190	70	70	60	90	180	50	70	70	170
Be	1,86	1,1	0,79	2,56	2,72	0,44	0,78	0,73	0,49	0,82	0,23	0,72	0,57	1,2
Ca	15400	63200	217100	19100	156800	121100	251800	99000	86200	29000	161700	137400	295800	49300
Cd	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Co	22	20	9	25	17	28	40	58	56	16	24	47	4	33
Cr	130	200	100	150	90	360	570	1080	870	100	400	850	20	210
Cu	79	45	<	25	24	<	34	139	29	29	<	<	<	43
Fe	39100	31200	17500	51100	34300	27000	32400	44100	43100	32100	18000	38400	8800	39700
K	11400	8700	4500	15500	8600	3200	2100	4100	2600	10400	1600	3500	1200	9000
La	22	17	12	35	30	7	9	10	9	20	<	7	<	17
Li	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mg	13100	8700	4800	8700	8600	44100	28000	56000	63700	17600	34600	57200	6400	31000
Mn	550	780	340	640	550	550	530	750	710	600	260	540	430	840
Na	<	1000	1550	<	930	1600	1660	1440	860	1760	2030	2000	5340	1270
Ni	190	190	110	200	140	510	750	950	970	100	400	820	30	400
P	360	410	580	630	350	190	210	500	190	610	190	420	670	800
Pb	15	12	13	33	22	3	12	10	7	11	4	5	5	12
Rb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	150	230	410	670	410	550	<	400	200	470	1390	380	5400	330
Sb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sc	10	8	5	12	9	5	6	7	7	9	<	6	<	9
Se	<	9	<	11	9	<	<	<	<	<	<	7	<	14
Si	390	350	310	430	620	200	660	410	670	310	260	250	160	280
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	34	50	77	38	78	153	102	109	98	90	584	258	817	69
Ti	810	670	390	910	820	320	410	600	640	790	220	390	110	860
Tl	0,71	<	<	0,8	0,8	<	<	<	<	<	<	<	<	0,79
U	0,63	0,3	0,5	0,5	0,68	0,19	<	0,21	0,19	0,47	<	0,26	0,17	0,5
V	72	54	32	81	56	19	20	32	24	59	10	24	7	57
Y	15	10	7	20	15	5	6	6	6	12	<	5	<	11
Yb	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	<	1	<	1
Zn	109	57	36	96	69	<	47	63	47	68	<	45	<	107
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH					8,5		8,5	8,2	8,6	8,8		8,8		8,5
Eh					-121,4		-123,3	-105	-124,7	-128,5		-137,5		-120,3

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και *Ce*, *Mo*, *Nb*, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL.

Πίνακας Γ.2.3. Χημικές αναλύσεις εδαφικών δειγμάτων βάθους από τις περιοχές της Αν. Στ. Ελλάδος (σε mg/kg).

	AR-1-B	AR-11-B	AR-2-B	AR-3-B	AR-4-B	AR-5-B	AR-6-B	KB-10-B	KB-13-B	KB-14-B	KB-16-B	KB-19-B	KB-20-B	KB-21-B	KB-22-B
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al	17000	39700	23700	27600	30000	24600	57200	29200	52400	25800	17300	26000	24200	34500	38200
As	9	7	13	8	7	6	26	7	10	12	5	5	5	7	7
Ba	70	170	130	140	140	100	250	200	130	150	120	90	90	100	170
Be	0,49	1,23	0,51	0,76	0,82	0,75	2,52	2,51	1,06	1,51	0,7	0,84	0,81	0,52	0,78
Ca	80900	90800	151200	103200	146600	156200	9400	3400	16800	4700	57900	55900	10900	61700	60600
Cd	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Co	13	26	13	20	23	19	31	29	56	35	33	35	19	21	26
Cr	90	220	150	200	430	140	250	40	1510	110	190	440	270	120	90
Cu	77	31	<	23	30	<	34	64	28	68	37	36	<	<	43
Fe	20400	35600	20000	28100	29500	26000	42600	43100	55400	43600	37500	36100	29300	30600	39000
K	4200	7900	4700	6100	6500	4400	10000	15500	5400	16100	6700	4700	5300	7400	8500
La	12	16	14	16	16	16	30	23	22	19	15	12	14	17	18
Li	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mg	11600	15400	11800	19200	18300	14100	10000	15400	24100	31400	35200	38700	17400	28900	25800
Mn	620	680	560	750	700	630	1040	1950	1200	1470	890	810	750	700	740
Na	1700	1370	920	1050	990	700	<	<	780	<	800	980	1870	5910	1130
Ni	110	230	100	160	240	180	220	140	890	320	410	460	160	180	220
P	680	420	640	390	290	240	550	380	190	310	420	400	550	390	430
Pb	10	13	7	10	10	8	21	22	11	16	9	8	8	7	10
Rb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	180	170	260	170	200	180	<	140	160	120	170	130	140	470	160
Sb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sc	6	10	6	8	9	8	11	11	14	12	10	8	9	10	11
Se	6	9	<	<	<	7	14	13	7	7	7	6	6	<	10
Si	270	350	450	430	480	250	360	210	280	500	600	340	250	640	310
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	169	91	300	161	164	70	69	20	31	20	61	52	29	108	92
Ti	880	810	740	890	800	710	1140	810	1070	850	1000	1040	1390	1160	1090
Tl	<	<	1,22	<	<	<	0,68	<	0,69	<	<	<	<	<	<
U	0,55	0,44	0,66	0,48	0,43	0,32	0,77	0,44	0,32	1,06	0,41	0,4	0,28	0,36	0,46
V	38	61	36	50	51	36	75	73	66	64	50	46	53	51	62
Y	11	11	10	11	11	11	19	9	16	9	11	10	13	12	12
Yb	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	2
Zn	42	64	<	51	55	<	76	93	66	81	107	51	46	40	67
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH	8,3							7,3							
Eh	-126,7							-61,3							

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και *Ce*, *Mo*, *Nb*, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL.

Πίνακας Γ.2.3. (συνέχεια)

	KB-23-B	KB-26-B	KB-27-B	KB-4-B	KB-5-B	KB-6-B	KB-8-B	OI-1-B	OI-16-B	OI-2-B	OI-3-B	OI-4-B	THE-5-B	THE-6-B	THE-9-B
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al	56000	34100	28500	45400	40700	43800	33400	48500	30700	59200	29000	28100	28900	13400	36700
As	7	5	4	14	6	15	7	7	5	8	5	6	7	71	8
Ba	190	130	120	140	110	120	90	590	160	290	110	130	140	60	170
Be	1,55	0,52	0,67	1,47	0,94	1,61	1,43	1,49	1,46	1,94	0,82	1,35	1,19	0,29	0,99
Ca	46000	24900	31600	55400	103400	8200	46300	104300	22500	6500	4000	3100	28800	278100	49300
Cd	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,57	<	<	<	<	<
Co	27	25	17	63	38	82	62	35	16	27	12	17	16	32	33
Cr	70	180	110	680	290	820	900	360	90	140	80	60	60	400	200
Cu	38	47	33	34	38	47	36	32	<	36	<	24	31	<	41
Fe	44700	38400	29800	57400	42000	64100	51300	41600	26300	45000	24900	27500	31300	24000	38800
K	12600	6700	6600	7000	7000	9100	3600	11400	8800	12000	5800	5100	8300	2100	8300
La	20	16	18	24	17	18	16	20	16	34	18	21	19	4	17
Li	43	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mg	40600	20900	17700	18000	30400	44400	44900	16600	15600	12100	8700	9700	17000	43000	30900
Mn	830	770	680	1340	1070	1840	1550	1950	450	1270	500	390	550	300	870
Na	4070	720	1050	1660	840	<	700	1590	1760	1930	770	770	3010	2650	1280
Ni	210	180	110	950	510	1230	950	360	160	150	90	110	100	530	400
P	480	420	400	200	280	200	280	220	230	250	190	170	560	210	700
Pb	14	9	9	16	10	22	9	14	9	17	8	11	11	4	14
Rb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	700	<	110	170	190	150	160	160	<	180	<	<	980	2580	280
Sb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sc	14	11	10	14	12	12	15	10	8	14	8	8	8	<	9
Se	<	7	6	7	5	8	<	<	7	10	10	8	6	<	11
Si	930	300	200	370	500	260	490	450	220	300	150	190	190	290	340
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	103	42	65	29	41	18	39	52	35	40	36	25	92	1040	68
Ti	1130	1480	1020	1020	1020	1370	1050	590	290	1380	930	650	690	310	870
Tl	<	<	<	<	0,72	<	<	0,8	<	<	<	<	<	<	1,2
U	0,41	0,31	0,41	0,36	0,25	0,58	0,53	0,23	0,28	0,88	0,4	0,33	0,46	0,13	0,5
V	71	65	51	59	42	61	61	80	43	81	49	43	50	13	53
Y	14	13	13	15	10	11	15	13	11	26	14	18	11	<	11
Yb	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	<	1
Zn	87	61	53	73	56	79	68	89	47	89	<	44	60	<	75
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH			8,3			7,4				6,4		6,9	7,9		
Eh			-122,5			-64,7				-16,3		-26,7	-96,8		

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και Ce, Mo, Nb, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL

Γ.2.1.3. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Γ.2.1.3.1. Γενικά περιγραφικά στατιστικά (descriptive statistics)

Πίνακας Γ.2.4. Υπολογισμός περιγραφικών στατιστικών στα δείγματα εδάφους από τις περιοχές της Αν. Στ. Ελλάδος (σε mg/kg).

	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΕΛΑΦΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ						ΕΛΑΦΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΒΑΘΟΥΣ					
	M.T.	T.A.	ΔΙΑΜ.	MIN	MAX	N	M.T.	T.A.	ΔΙΑΜ.	MIN	MAX	N
Al	34100	15100	33200	3900	77400	74	34100	12000	30300	13400	59200	30
As	10	6	7	2	33	74	10	12	7	4	71	30
Ba	140	65	130	40	460	74	150	100	130	60	590	30
Be	1,1	0,6	0,9	0,2	3,2	74	1,1	0,6	1,0	0,3	2,5	30
Ca	65200	61500	51700	2000	295800	74	60700	61500	47800	3100	278100	30
Cd	0,7	0,5	0,6	0,5	2	8	-	-	-	-	-	1
Co	30	14	28	4	75	74	30	17	26	12	82	30
Cr	350	300	250	23	1520	74	290	320	190	43	1503	30
Cu	47	29	36	23	141	61	40	14	36	23	77	23
Fe	36500	10400	37200	8800	56700	74	36800	11000	36800	20000	64000	30
K	7520	3650	6940	1170	19200	74	7600	3300	6870	2100	16100	30
La	18	7	18	7	43	72	18	5	17	4	34	30
Mg	25000	17000	20800	2200	75100	74	22900	11200	18200	8700	44900	30
Mn	850	400	750	210	2440	74	930	450	760	300	1950	30
Na	1400	750	1230	640	5340	60	1580	1200	1090	700	5910	26
Ni	350	250	270	30	1040	74	330	300	210	90	1230	30
P	440	180	403	150	1090	74	370	155	380	170	700	30
Pb	15	12	13	3	101	74	12	5	10	4	22	30
S	360	640	240	100	5400	69	330	170	170	110	2580	25
Sc	9	3	9	4	14	71	10	3	10	6	15	29
Se	9	3	8	5	16	46	8	2	7	5	14	22
Si	370	160	350	130	850	74	360	165	320	150	930	30
Sr	83	117	51	14	820	74	110	190	57	18	1040	30
Ti	923	350	890	108	1850	74	940	280	970	290	1480	30
Tl	0,9	0,3	0,8	0,7	1,7	16	0,9	0,3	0,8	0,7	1,2	6
U	0,5	0,2	0,5	0,1	1,2	72	0,4	0,2	0,4	0,1	1,1	30
V	52	17	54	7	90	74	55	15	52	13	81	30
Y	12	4	11	5	24	72	13	4	11	9	26	29
Yb	1,3	0,4	1,2	0,8	2,4	72	1,5	0,3	1,6	0,8	2,4	29
Zn	75	31	69	36	250	64	66	18	65	40	110	26

M.T. = Μέση τιμή, T.A. = Τυπική Απόκλιση, Διαμ. = Διάμεσος, N = Πλήθος δειγμάτων

Γ.2.1.3.2. Ανάλυση συσχέτισης (correlation analysis)

Πίνακας Γ.2.6. Υπολογισμός συντελεστών συσχέτισης, βάσει των επιφανειακών εδαφικών δειγμάτων από τις περιοχές της Αν. Στ. Ελλάδος.

	As	Ba	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	K	La	Mg	Mn	Ni	P	Pb	Sr	Ti	U	V	Zn	
As	1,00																			
Ba	0,33	1,00																		
Ca	0,07	-0,31	1,00																	
Co	-0,03	0,05	-0,04	1,00																
Cr	-0,20	-0,26	0,03	0,64	1,00															
Cu	-0,09	-0,15	-0,27	0,15	-0,01	1,00														
Fe	0,20	0,44	-0,25	0,81	0,40	0,12	1,00													
K	0,25	0,78	-0,47	0,16	-0,38	0,06	0,48	1,00												
La	0,62	0,81	-0,48	-0,04	-0,31	-0,13	0,42	0,76	1,00											
Mg	-0,21	-0,39	0,30	0,65	0,44	0,13	0,36	-0,16	-0,49	1,00										
Mn	0,16	0,37	-0,36	0,62	0,07	0,27	0,66	0,59	0,35	0,31	1,00									
Ni	-0,09	-0,15	0,23	0,90	0,78	0,03	0,67	-0,14	-0,27	0,72	0,33	1,00								
P	0,28	0,26	0,05	-0,05	-0,20	0,31	0,12	0,21	0,16	-0,03	0,17	-0,14	1,00							
Pb	0,43	0,74	-0,45	0,19	-0,13	0,11	0,54	0,71	0,84	-0,35	0,47	-0,05	0,26	1,00						
Sr	0,07	-0,21	0,81	-0,22	-0,08	-0,39	-0,35	-0,44	-0,39	0,18	-0,46	0,02	0,13	-0,54	1,00					
Ti	0,15	0,23	-0,42	0,29	0,12	0,00	0,56	0,33	0,37	0,15	0,54	0,17	0,17	0,40	-0,41	1,00				
V	0,25	0,77	-0,53	0,19	-0,15	-0,02	0,65	0,79	0,79	-0,20	0,53	-0,03	0,20	0,70	-0,44	0,63	0,40	1,00		
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00

Πίνακας Γ.2.7. Υπολογισμός συντελεστών συσχέτισης, βάσει των εδαφικών δειγμάτων βάθους από τις περιοχές της Αν. Στ. Ελλάδος.

	As	Ba	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	K	La	Mg	Mn	Ni	P	Pb	Si	Sr	Ti	U	V	Zn
As	1,00																			
Ba	0,09	1,00																		
Ca	0,14	-0,27	1,00																	
Co	0,36	0,15	0,01	1,00																
Cr	0,30	-0,21	0,35	0,66	1,00															
Cu	0,09	-0,15	-0,15	0,10	-0,26	1,00														
Fe	0,22	0,41	-0,38	0,83	0,38	0,13	1,00													
K	0,03	0,80	-0,45	0,24	-0,34	0,30	0,54	1,00												
La	0,19	0,71	-0,59	0,26	-0,15	-0,22	0,64	0,66	1,00											
Mg	0,09	-0,24	0,25	0,69	0,48	0,22	0,48	-0,02	-0,24	1,00										
Mn	0,19	0,45	-0,21	0,73	0,35	0,29	0,80	0,53	0,48	0,34	1,00									
Na	0,26	0,19	0,09	-0,09	-0,29	0,10	-0,01	0,44	0,11	0,06	-0,13									
Ni	0,33	-0,06	0,21	0,93	0,79	0,04	0,66	-0,01	-0,01	0,76	0,52	1,00								
P	-0,02	0,07	0,24	-0,23	-0,20	0,40	-0,21	0,09	-0,28	0,05	-0,02	-0,23	1,00							
Pb	0,28	0,69	-0,51	0,47	-0,05	0,18	0,73	0,74	0,74	-0,03	0,66	0,24	-0,06	1,00						
Se	0,45	0,67	-0,35	0,09	-0,14	0,06	0,23	0,43	0,47	-0,27	0,26	0,01	-0,02	0,51						
Si	0,20	0,13	0,39	0,45	0,32	0,11	0,28	0,20	-0,04	0,52	0,39	0,48	0,25	0,03	1,00					
Sr	0,14	-0,19	0,76	-0,41	-0,05	-0,19	-0,60	-0,42	-0,48	-0,03	-0,51	-0,23	0,47	-0,55	0,26	1,00				
Ti	-0,01	-0,05	-0,28	0,27	0,27	0,32	0,48	0,14	0,19	0,23	0,39	0,21	0,19	0,19	0,23	-0,23	1,00			
U	0,33	0,31	-0,32	0,00	-0,15	0,30	0,23	0,36	0,33	-0,06	0,26	-0,12	0,36	0,45	0,14	-0,08	0,22	1,00		
V	0,12	0,73	-0,46	0,42	0,08	0,06	0,73	0,70	0,71	0,05	0,74	0,19	0,00	0,71	0,20	-0,42	0,48	0,32	1,00	
Zn	0,26	0,61	-0,17	0,55	0,04	0,25	0,65	0,58	0,46	0,23	0,70	0,33	-0,03	0,66	0,23	-0,30	0,05	0,31	0,66	1,00

Στους πίνακες Γ.2.6, 7 γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν μετά την επεξεργασία των χημικών αναλύσεων με την μέθοδο της ανάλυσης συσχέτισης.

Δεν πρέπει να παραληφθεί να αναφερθεί, ότι η μαθηματική αυτή μέθοδος αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο έρευνας, όμως υπάρχει περίπτωση με την εφαρμογή της μεθόδου να εμφανίζονται κάποιοι συσχετισμοί μεταξύ των στοιχείων, οι οποίοι να έχουν μόνο μαθηματική έννοια και να μην εξηγούνται φυσικά. Η πολύ καλή γνώση της γεωλογίας, καθώς και των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, είναι απαραίτητες προϋποθέσεις για την ασφαλή ερμηνεία των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την μέθοδο. Παράλληλα, πρέπει πάντα να έχουμε υπόψη μας ότι η παρούσα μαθηματική μέθοδος, όπως και σχεδόν όλες οι μαθηματικές-στατιστικές μέθοδοι, έχουν σαν βασική τους προϋπόθεση το μεγάλο πλήθος δειγμάτων για την καλύτερη και σαφέστερη εξαγωγή αποτελεσμάτων.

Εξετάζοντας τον πίνακα Γ.2.6, όπου παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης συσχέτισης όλων των εδαφικών δειγμάτων επιφανείας, παρατηρείται ότι τα στοιχεία που συνδέονται μεταξύ τους με ισχυρούς συντελεστές συσχέτισης είναι τα εξής:

- **Ba-K(0,78)**. Συσχέτιση που ερμηνεύεται αν λάβουμε υπόψη μας το γεγονός ότι το Ba είναι ένα στοιχείο που συναντάται σε μεγάλο εύρος πετρωμάτων και η ιοντική του ακτίνα είναι παραπλήσια με την ιοντική ακτίνα του K (Kabata-Pendias & Mukherjee, 2007), για αυτό το λόγο το ακολουθεί κατά τις γεωχημικές διεργασίες.
- **Ca-Sr(0,81)**. Η σχέση του Sr με το Ca είναι γνωστή, λόγω της σχεδόν ίδιας ιοντικής τους ακτίνας, οπότε είναι πολύ σύνηθες το Sr να εντοπίζεται σε Ca-πλούσια ορυκτά (Kabata-Pendias & Mukherjee, 2007). Ο συγκεκριμένος συντελεστής συσχέτισης οφείλεται στην αποσάθρωση των ανθρακικών πετρωμάτων.
- **Co-Fe(0,81)**, **Co-Ni(0,90)**, **Cr-Ni(0,78)**. Είναι συσχετίσεις στοιχείων που συνδέονται με την εξαλλοίωση ορυκτών φάσεων που συναντάμε στα υπερβασικά πετρώματα της οφ. σειράς (Alexander et al., 1989; Brooks, 1987; Gasser & Dahlgren, 1994; Gough et al. 1989; Oze et al., 2003; Schreier et al., 1987), τα οποία είναι παρόντα στην περιοχή.

Εξετάζοντας τον πίνακα Γ.2.7, όπου παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προκύπτουν μετά την επεξεργασία των χημικών αναλύσεων, με την μέθοδο της ανάλυσης συσχέτισης στα εδαφικά δείγματα βάθους, διαπιστώνεται ότι κατά κανόνα όσα ζεύγη χημικών παραμέτρων παρουσιάζουν υψηλούς συντελεστές συσχέτισης, στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας, παρουσιάζουν επίσης υψηλούς συντελεστές συσχέτισης και στα εδαφικά δείγματα βάθους. Γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα, ότι οι διεργασίες οι οποίες πραγματοποιούνται στα εδάφη, σε βάθος 0-25cm της συγκεκριμένης περιοχής, είναι επίσης παρούσες και σε βάθος 25-50cm.

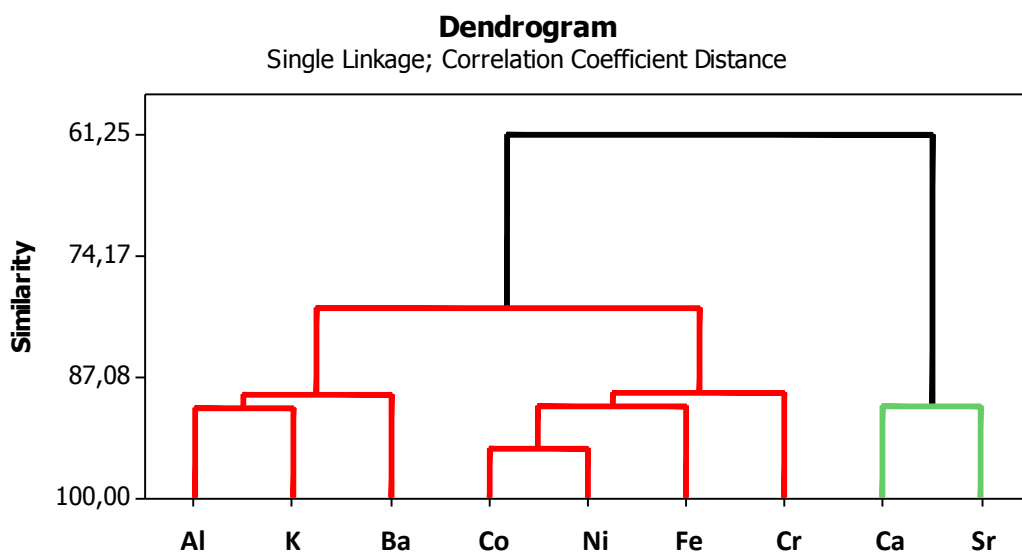
Γ.2.1.3.3. Παραγοντική ανάλυση (factor analysis)

Στον Πίνακα Γ.2.8 γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν μετά την επεξεργασία των χημικών αναλύσεων, με την μέθοδο της παραγοντικής ανάλυσης (Factor Analysis) στα εδαφικά δείγματα επιφανείας. Παραγοντική ανάλυση, επιλέχθηκε να πραγματοποιηθεί και σε αυτή την περιοχή μόνο στα εδαφικά δείγματα επιφανείας επειδή το πλήθος τους ήταν μεγαλύτερο και άρα θα έχουμε στατιστικά πιο σαφή και πιο ασφαλή αποτελέσματα. Παράλληλα, λαμβάνοντας υπ' όψιν μας το γεγονός ότι από την ανάλυση συσχέτισης (Κεφ. Γ.3.1.4.3) διαπιστώθηκε πως οι συσχετίσεις στα δείγματα βάθους δεν διαφοροποιώντας ιδιαίτερα, ως προς τα δείγματα επιφανείας. Όπως και στη περιοχή της Αταλάντης (βλ. Παράγραφο Γ.1.1.3.3) πραγματοποιήθηκε αρχικά cluster analysis (Εικ. Γ.2.2Α), βάσει της οποίας επιλέχθηκαν οι χημικοί παράγοντες που ομαδοποιούνται με βάση τη μεταξύ του καλή συσχέτιση, ενώ η φυσική ερμηνεία της παραγοντικής ανάλυσης και η σχέση της με τη χωρική διασπορά των στοιχείων στο έδαφος ενισχύθηκε με παραμετρική ανάλυση της διακύμανσης (ANOVA) χρησιμοποιώντας τα μέτρα επιρροής (factor scores), που προκύπτουν σε κάθε δείγμα για κάθε παράγοντα και ταξινομώντας τα εδαφικά δείγματα με βάση τη θέση τους στο χώρο (Εικ. Γ.2.2Β).

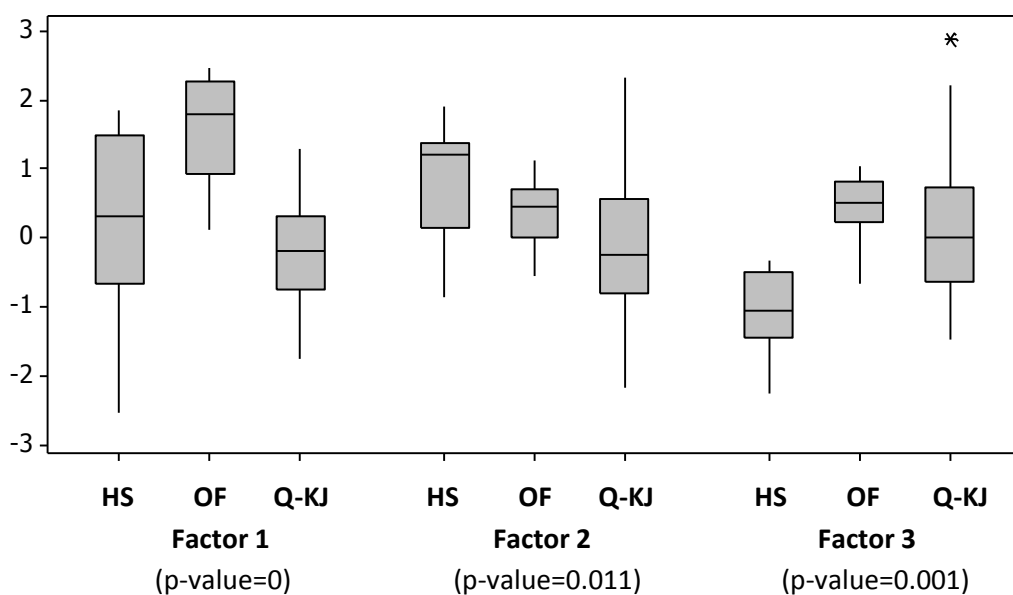
Πίνακας Γ.2.8. Υπολογισμός των φορτίων μεταβλητών ανά παράγοντα.

Sorted Rotated Factor Loadings and Communalities

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Communality
Ni	0,970	0,070	-0,151	0,969
Co	0,942	-0,161	0,071	0,917
Cr	0,821	0,366	0,094	0,817
Fe	0,766	-0,549	0,171	0,917
Ba	-0,062	-0,910	0,070	0,836
K	-0,050	-0,896	0,288	0,889
Al	0,106	-0,893	0,245	0,869
Sr	-0,125	0,188	-0,927	0,909
Ca	0,065	0,236	-0,923	0,912
Variance	3,1256	2,9863	1,9244	8,0363
% Var	0,347	0,332	0,214	0,893



Εικ. Γ.2.2Α. Δενδρόγραμμα που προκύπτει μετά την cluster analysis, των σημαντικότερων χημικών παραμέτρων στα επιφανειακά δείγματα εδάφους από τις περιοχές της Αν. Στ. Ελλάδος.



Εικ. Γ.2.2Β. Διαγράμματα box-plot, τα οποία συσχετίζουν μέσω παραμετρικής ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA), τα μέτρα επιρροής (factor scores) κάθε δείγματος εδάφους συναρτήσει της περιοχής προέλευσής τους (HS = περιοχή θερμών πηγών Θερμοπυλών, OF = περιοχές εμφάνισης πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς, Q-KJ = περιοχές εμφάνισης μεταλλικών αποθέσεων και ασβεστολίθων. Οι οριζόντιες γραμμές αντιπροσωπεύουν τη μέση τιμή, οι αστερίσκοι απόμακρες τιμές.

Εξετάζοντας τον πίνακα Γ.2.8, όπου έγινε υπολογισμός των φορτίων με τα οποία συμμετέχει κάθε μεταβλητή σε κάθε ένα από τους τρεις παράγοντες διαπιστώνεται ότι:

- i. **Στον παράγοντα Νο1** παρουσιάζουν ισχυρά θετικά φορτία οι μεταβλητές Ni, Co, Cr, Fe, υποδηλώνοντας την επίδραση πετρωμάτων της οφ. σειράς στη σύσταση του εδάφους. Ο συγκεκριμένος παράγοντας είναι ο σημαντικότερος, καθώς το ποσοστό συνεισφοράς του στη τελική διακύμανση είναι 34,7%.
- ii. **Στον παράγοντα Νο2** παρουσιάζονται με ισχυρά αρνητικά φορτία οι μεταβλητές Ba, Al, K, και με ασθενές αρνητικό φορτίο ο Fe, υποδηλώνοντας την επίδραση από τις διεργασίες εξαλλοίωσης αργιλοπυριτικών ορυκτών, που συναντάμε συνήθως κοντά σε περιοχές με μεταλλικές αποθέσεις. Ο συγκεκριμένος παράγοντας είναι ο δεύτερος σημαντικότερος παράγοντας και το ποσοστό συνεισφοράς του στη τελική διακύμανση είναι 33,2%.
- iii. **Στον παράγοντα Νο3** παρουσιάζουν ισχυρά αρνητικά φορτία οι μεταβλητές Sr, Ca, υποδηλώνοντας την επίδραση των θερμών πηγών και πιο συγκεκριμένα των τραβερτινικών αποθέσεων τους. Ο συγκεκριμένος παράγοντας είναι ο τρίτος σημαντικότερος παράγοντας, καθώς το ποσοστό συνεισφοράς του στη τελική διακύμανση είναι 21,4%.

Κατά την παραμετρική ανάλυση διακύμανσης, τα εδαφικά δείγματα χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες, ανάλογα αν εντοπίζονται κοντά σε εμφανίσεις υπερβασικών σχηματισμών της οφ. σειράς, αν εντοπίζονται κοντά σε θερμές πηγές που παρουσιάζουν τραβερτινικές αποθέσεις και οι υπόλοιπες περιοχές (Εικ. Γ.2.2B).

Από το διάγραμμα της εικόνας Γ.2.2B, διαπιστώνεται ότι ο πρώτος παράγοντας, ο οποίος βάσει της παραγοντικής ανάλυσης υποδηλώνει την επίδραση από την εξαλλοίωση των υπερβασικών πετρωμάτων της οφ. σειράς, παρουσιάζει υψηλά θετικά μέτρα επιρροής στα δείγματα που εντοπίζονται κοντά σε εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων. Η τιμή της παραμέτρου p είναι 0 ($<0,05$), άρα η διαφοροποίηση των δειγμάτων είναι στατιστικά σημαντική.

Ο δεύτερος παράγοντας, ο οποίος βάσει της παραγοντικής ανάλυσης υποδηλώνει την επίδραση από την εξαλλοίωση των αργιλοπυριτικών ορυκτών, παρουσιάζει υψηλά αρνητικά μέτρα επιρροής στα δείγματα που εντοπίζονται κοντά σε μεταλλικές αποθέσεις και ασβεστόλιθους. Η τιμή της παραμέτρου p είναι 0,011 ($<0,05$), άρα η διαφοροποίηση των δειγμάτων είναι στατιστικά σημαντική.

Ο τρίτος παράγοντας, ο οποίος στην παραγοντική ανάλυση υποδηλώνει, με ισχυρά αρνητικά φορτία, την επίδραση των θερμών πηγών και πιο συγκεκριμένα των τραβερτινικών αποθέσεων τους, παρουσιάζει τα μεγαλύτερα αρνητικά μέτρα επιρροής στα δείγματα που εντοπίζονται κοντά σε εμφανίσεις θερμών πηγών που παρουσιάζουν αποθέσεις (Θερμοπόλεις), γεγονός που επαληθεύει το συμπέρασμα της παραγοντικής ανάλυσης. Η τιμή της παραμέτρου p είναι 0,001 ($<0,05$), άρα η διαφοροποίηση των δειγμάτων είναι στατιστικά σημαντική.

Γ.2.1.4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ WORLD REFERENCE BASE

Πίνακας Γ.2.10. Ταξινόμηση εδαφικών δειγμάτων βάσει της world reference base.

ΔΕΙΓΜΑ	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	ΔΕΙΓΜΑ	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ
AT-MN-E	Calcaric Leptosol	AT-6F-E	Calcaric Fluvisol
AT-1A-E	Calcaric Leptosol	AT-7C-E	Calcaric Leptosol
AT-1B-E	Calcaric Fluvisol	AT-7D-E	Calcaric Leptosol
AT-1C-E	Calcaric Fluvisol	AT-7E-E	Calcaric Fluvisol
AT-2A-E	Calcaric Leptosol	AT-7F-E	Calcaric Leptosol
AT-2B-E	Calcaric Fluvisol	AT-8C-E	Calcaric Leptosol
AT-2C-E	Calcaric Fluvisol	AT-8C-II-E	Calcaric Leptosol
AT-2D-E	Calcaric Fluvisol	AT-8D-E	Calcaric Leptosol
AT-2E-E	Calcaric Fluvisol	AT-8E-E	Calcaric Leptosol
AT-3A-E	Calcaric Leptosol	AT-8F-E	Chromic Luvisol
AT-3B-E	Calcaric Fluvisol	AT-9C-E	Calcaric Leptosol
AT-3C-E	Calcaric Fluvisol	AT-9D-E	Calcaric Leptosol
AT-3D-E	Calcaric Fluvisol	AT-9D-II-E	Calcaric Leptosol
AT-3E-E	Calcaric Fluvisol	AT-9E-E	Chromic Luvisol
AT-3F-E	Calcaric Fluvisol	AT-9F-E	Chromic Luvisol
AT-3G-E	Calcaric Fluvisol	KL-1-E	Calcaric Leptosol
AT-4A-E	Calcaric Fluvisol	KL-2-E	Calcaric Leptosol
AT-4B-E	Calcaric Fluvisol	KL-3-E	Calcaric Leptosol
AT-4C-E	Calcaric Fluvisol	KL-4-E	Calcaric Leptosol
AT-4D-E	Calcaric Fluvisol	KL-5-E	Calcaric Leptosol
AT-4E-E	Calcaric Fluvisol	KL-6-E	Calcaric Leptosol
AT-4F-E	Calcaric Fluvisol	KL-7-E	Calcaric Leptosol
AT-4G-E	Calcaric Fluvisol	KL-8-E	Calcaric Leptosol
AT-5A-E	Calcaric Leptosol	KL-9-E	Calcaric Leptosol
AT-5B-E	Calcaric Fluvisol	KL-10-E	Calcaric Leptosol
AT-5C-E	Calcaric Fluvisol	KL-11-E	Calcaric Leptosol
AT-5D-E	Calcaric Fluvisol	KL-12-E	Calcaric Leptosol
AT-5E-E	Calcaric Fluvisol	KL-13-E	Calcaric Leptosol
AT-5F-E	Calcaric Fluvisol	KL-14-E	Calcaric Leptosol
AT-6B-E	Calcaric Fluvisol	KL-16-E	Calcaric Leptosol
AT-6C-E	Calcaric Fluvisol	KL-17-E	Calcaric Leptosol
AT-6D-E	Calcaric Fluvisol	KL-18-E	Calcaric Leptosol
AT-6E-E	Calcaric Fluvisol		

Γ.2.1.5. ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

Πραγματοποιήθηκε μελέτη της ορυκτολογικής σύστασης των εδαφικών δειγμάτων, καθώς μέσα από αυτή μπορεί να διαπιστωθεί η πηγή προέλευσης (μητρικό πετρώματα) των συστατικών που απαρτίζουν το έδαφος, αλλά και η πηγή (ορυκτά) από την οποία αποδεδμεύονται τα διάφορα στοιχεία, που πέρανε στο νερό και στα φυτά.

Λόγω της μεγάλης έκτασης της περιοχής μελέτης, πραγματοποιήθηκε επιλογή δειγμάτων με κριτήρια, την κάλυψη όλης της περιοχής μελέτης, λαμβάνοντας υπόψη τους γεωλογικούς σχηματισμούς που εμφανίζονται στην περιοχή, αλλά και τα αποτελέσματα από τις χημικές αναλύσεις των εδαφών. Στα δείγματα αυτά πραγματοποιήθηκε ακτινοσκοπική μελέτη (Πιν. Γ.2.6,7), μέσω της οποίας διαπιστώθηκε η κύρια ορυκτολογική τους σύνθεση και έπειτα πραγματοποιήθηκε μελέτη τους με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, μέσω του οποίου λήφθηκαν εικόνες (Εικ. Γ.2.3-11) αλλά και μικροαναλύσεις (Πιν. Γ.2.8-14), εστιάζοντας κυρίως στη χημική σύσταση των ήδη προσδιορισμένων ορυκτών φάσεων, αλλά και την διαπίστωση ορυκτών φάσεων που δεν προσδιορίστηκαν ακτινογραφικά καθώς το ποσοστό συμμετοχής τους στο έδαφος είναι σχετικά μικρό, αλλά η συνεισφορά τους στη διαμόρφωση του χημισμού του εδάφους είναι σημαντική.

Αναλυτικότερα, από την μελέτη της ορυκτολογικής σύστασης των εδαφικών δειγμάτων από την περιοχή της Αρκίτσας διαπιστώθηκαν τα εξής:

- Στο δείγμα **AR-5-E** που εντοπίζεται νότια από τον οικισμό της Αρκίτσας, κοντά (>150m) στη γεώτρηση, με την οποία υδρεύεται ο οικισμός, διαπιστώθηκαν σαν κύριες και επουσιώδεις ορυκτές φάσεις οι εξής: χαλαζίας, δολομίτης, ασβεστίτης, αλβίτης, ιλλίτης, ορυκτά της ομάδας των σμεκτιτών, κλινόχλωρο και σαν πιθανή ο κλινοχρυσοτίλης.

Το ανθρακικό υλικό που είναι παρόν στο συγκεκριμένο δείγμα προέρχεται από την κοντινή (>100m) εμφάνιση ανθρακικών πετρωμάτων (Τριαδ. - Αν. Ιουρασικό) της Υποπελαγονικής εν., που δομούν την υπερκείμενη τοπογραφικά περιοχή της Αετοράχης.

- Στο δείγμα **AR-14-E** που εντοπίζεται δυτικά από τον οικισμό της Αρκίτσας, κοντά (>200m) στη γεώτρηση (Μαμάκα), με την οποία υδρεύεται, περιστασιακά ο οικισμός, διαπιστώθηκαν σαν κύριες και επουσιώδεις ορυκτές φάσεις οι εξής: χαλαζίας, αλβίτης, ιλλίτης, ορυκτά της ομάδας των σμεκτιτών, και σαν πιθανές μαγγελμίτης, μαγνητίτης, αιματίτης, κλινοχρυσοτίλης, κλινόχλωρο.

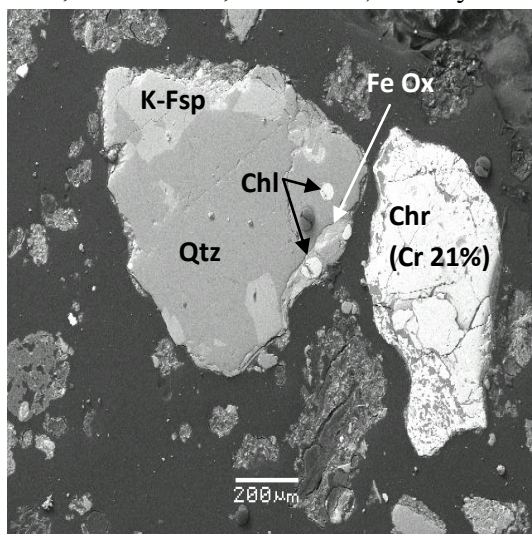
Ενδιαφέρον είναι η απουσία ανθρακικών και δολομιτικών ορυκτών φάσεων, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η συγκεκριμένη θέση δεν τροφοδοτείται από τους συμπαγείς δολομιτικούς σχηματισμούς (Άνω και Μέσο Τριαδικό), οι οποίοι υπέρκεινται υψομετρικά (θέση Παλιόκαστρο).

Για την μελέτη της ορυκτολογικής σύστασης των εδαφικών δειγμάτων από την περιοχή των Καμένων Βούρλων εξετάστηκαν 5 δείγματα:

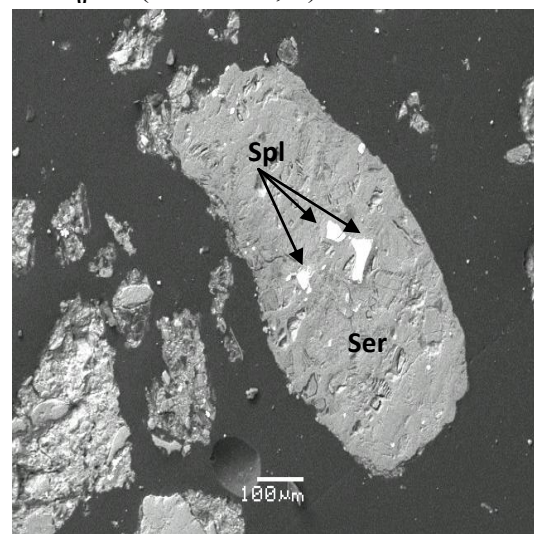
- Το **KB-3-E** που εντοπίζεται δυτικά των Καμένων Βούρλων, στην περιοχή Βρωμολίμνης, όπου έχουμε αλλουβιακές αποθέσεις.
- Το **KB-6-E** που εντοπίζεται δυτικά των Καμένων Βούρλων, σε κώνους κορημάτων.
- Το **KB-10-E** που εντοπίζεται νοτιοανατολικά των Καμένων Βούρλων, στο όρος Κνημίδα, σε περιοχή με εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς.
- Το **KB-13-E** που εντοπίζεται νοτιοδυτικά των Καμένων Βούρλων, κοντά στην πόλη του Αγίου Κωνσταντίνου, σε Πλειοπλειστοκαινικές αποθέσεις.
- Το **KB-20-E** που εντοπίζεται δυτικά των Καμένων Βούρλων, στην πεδινή έκταση ανάμεσα στους οικισμούς Μόλου και Καινούργιου.

Από την εξέταση των συγκεκριμένων δειγμάτων διαπιστώνεται πως μόνο στο δείγμα KB-3-E, υπάρχουν σαν κύριες φάσεις ο ασβεστίτης και ο δολομίτης, ενώ στα άλλα δείγματα απουσιάζουν. Εκτός αυτού, η ορυκτολογική σύσταση όλων των δειγμάτων από την ευρύτερη περιοχή των Καμένων Βούρλων, δεν διαφοροποιείται. Σαν κύριες και επουσιώδεις ορυκτές φάσεις παρουσιάζονται οι εξής: χαλαζίας, αλβίτης, μαγγελίτης, αιματίτης, ιλίτης, ορυκτά της ομάδας των σμεκτιτών, χρυσοτίλης, ακτινόλιθος, κλινόχλωρο, ανκερίτης και σαν πιθανές μαγγελίτης, τρεμολίτης, κλινόχλωρο.

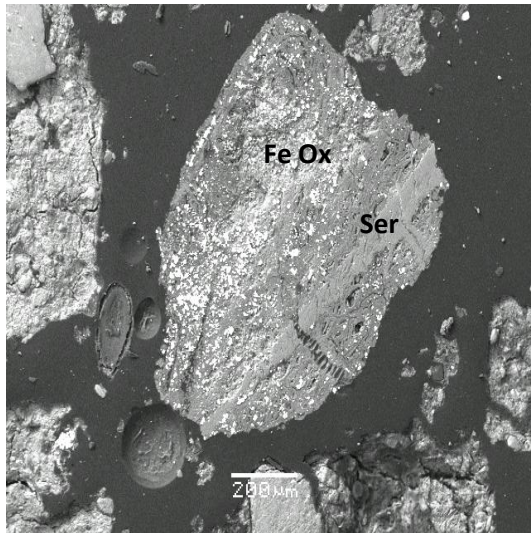
Από την μελέτη μέσω ηλεκτρονικής μικροσκοπίας και μικροαναλύσεων, διαπιστώθηκε πως εκτός των ορυκτών φάσεων που βεβαιώθηκαν μέσω της ακτινοσκοπικής μελέτης στη συγκεκριμένη περιοχή συναντάμε χλωρίτες (Πιν. Γ.2.10, Εικ. Γ.2.7) είτε απλούς (Αναλ. Χ425), είτε Cr-ούχους ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \sim 1\%$), σερπεντίνες (Πιν. Γ.2.14), αστρίους (συνήθως K-ούχους, Πιν. Γ.2.12, Εικ. Γ.2.3), χρωμίτες ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \sim 30-50\%$, Πιν. Γ.2.11, Εικ. Γ.2.6) και οξειδία του σιδήρου (Εικ. Γ.2.3, 5).



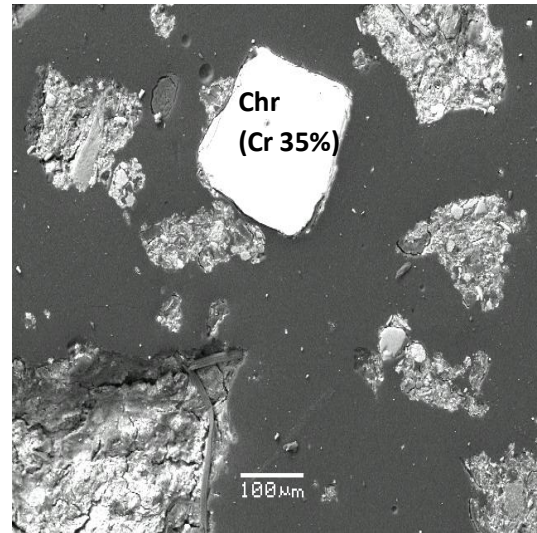
Εικ. Γ.2.3. Παρουσία K-ούχου αστρίου, χλωρίτη και οξειδίων του σιδήρου μαζί με χαλαζία και χρωμίτη στο δείγμα KB-6-E.



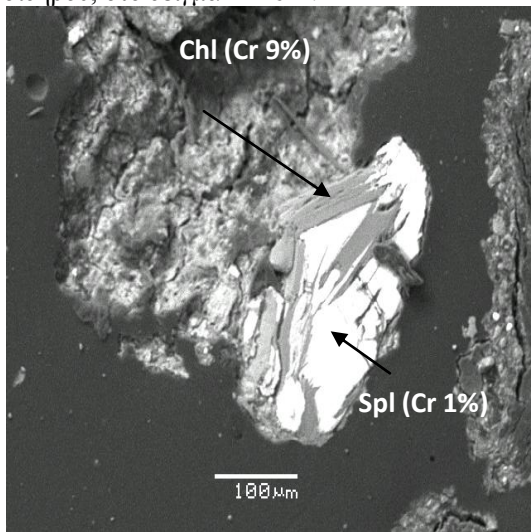
Εικ. Γ.2.4. Παρουσία σπινέλιου και σερικήτη, στο δείγμα KB-6-E.



Εικ. Γ.2.5. Παρουσία σερικήτη και οξειδίων του σιδήρου, στο δείγμα KB-6-E.



Εικ. Γ.2.6. Κόκκος χρωμίτη, στο δείγμα KB-6-E.



Εικ. Γ.2.4. Παρουσία σπινέλιου και χλωρίτη, στο δείγμα KB-6-E.

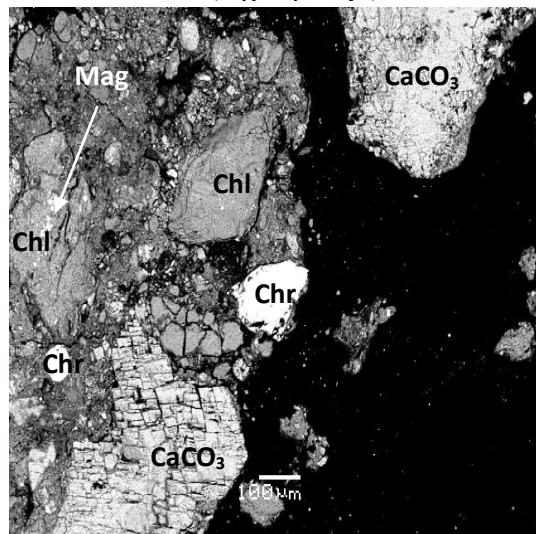
Για την μελέτη της ορυκτολογικής σύστασης των εδαφικών δειγμάτων από την περιοχή των Θερμοπυλών εξετάστηκαν 3 δείγματα:

- Το **THE-3-E** που εντοπίζεται νοτιοδυτικά των Θερμοπυλών, κοντά στο χωριό Ανάβρα, σε κώνους κορημάτων και ανθρακικούς σχηματισμούς της ΑνωΚρητιδικής ακολουθίας που ανήκουν στην Υποπελαγονική εν.
- Το **THE-4-E** που εντοπίζεται δυτικά νοτιοδυτικά των Θερμοπυλών, σε κλαστικά ιζήματα της ΑνωΚρητιδικής ακολουθίας της Υποπελαγονικής εν.
- Το **THE-5-E** που εντοπίζεται βόρεια των Θερμοπυλών, σε μεγάλη πεδινή έκταση, η οποία καλύπτεται από αλλουβιακές αποθέσεις.

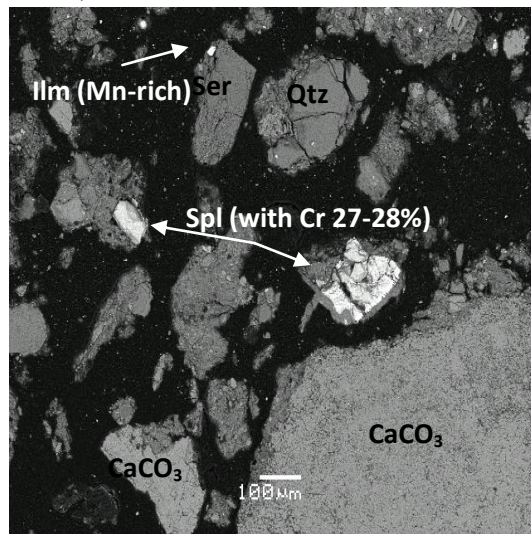
Κύριο χαρακτηριστικό όλων των δειγμάτων είναι η παρουσία σαν κύριες ορυκτολογικές φάσεις του χαλαζία και του ασβεστίτη, καθώς στη συγκεκριμένη περιοχή έχουμε προσφορά υλικού από τον ορεινό όγκο νότια των Θερμοπυλών, ο οποίος δομείται από κλαστικά ιζήματα και ανθρακικά πετρώματα της ΑνωΚρητιδικής ακολουθίας που ανήκουν στην Υποπελαγονική εν. Οι ορυκτές φάσεις που υπάρχουν

στα συγκεκριμένα δείγματα κατά κανόνα είναι: Ca-ούχοι αμφίβολοι, ιλλίτης, ορυκτά της ομάδας των σμεκτιτών, ορυκτά της ομάδας του σερπεντίνη. Οι μόνες διαφοροποιήσεις που διαπιστώνονται είναι η απουσία οξειδίων του σιδήρου από το δείγμα THE-3-E, αλλά και η έντονη παρουσία αλβίτη, στο δείγμα THE-5-E. Εκτός αυτών, η ορυκτολογική σύσταση όλων των δειγμάτων από την ευρύτερη περιοχή δεν διαφοροποιείται ουσιαστικά.

Από την μελέτη μέσω ηλεκτρονικής μικροσκοπίας και μικροαναλύσεων διαπιστώθηκε πως εκτός των ορυκτών φάσεων που βεβαιώθηκαν μέσω της ακτινοσκοπικής μελέτης στη συγκεκριμένη περιοχή συναντάμε σερπεντίνες (Πιν. Γ.2.14, Εικ. Γ.2.9), σπινέλιους (Πιν. Γ.2.13, Εικ. Γ.2.9), χρωμίτες ($Cr_2O_3 \sim 40-50\%$, Πιν. Γ.2.11, Εικ. Γ.2.8), μαγνητίτες (Πιν. Γ.2.8, Εικ. Γ.2.8), Mn-ούχοι ιλμενίτες (Πιν. Γ.2.9, Εικ. Γ.2.9), χλωρίτες (Πιν. Γ.2.10, Εικ. Γ.2.8).



Εικ. Γ.2.8. Παρουσία χλωρίτη, χρωμίτη και μαγνητίτη μαζί με ασβεστίτη, στο δείγμα THE-3-E.



Εικ. Γ.2.9. Παρουσία Mn-ούχου ιλμενίτη, σερικίτη, σπινέλιου, χαλαζία και ασβεστίτη, στο δείγμα THE-3-E.

Για την μελέτη της ορυκτολογικής σύστασης των εδαφικών δειγμάτων από την περιοχή της Δαμάστας και της Οίτης εξετάστηκαν 4 δείγματα:

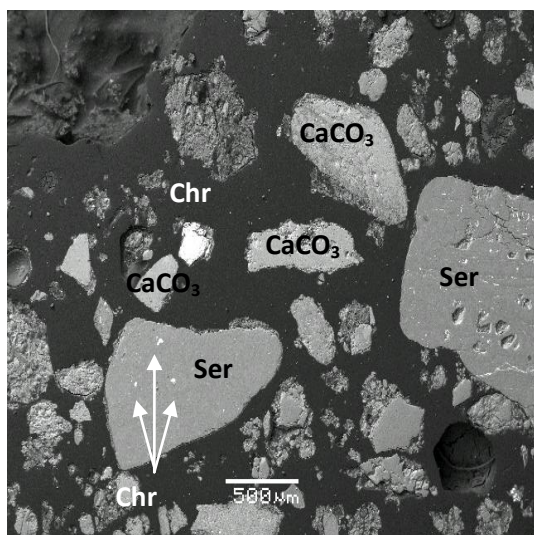
- Το **DM-4-E** που εντοπίζεται δυτικά της Δαμάστας, σε κώνους κορημάτων, κοντά σε ανθρακικούς σχηματισμούς (Τριαδικούς – Άνω Ιουρασικούς) της Υποπελαγονικής εν.
- Το **OI-9-E** που εντοπίζεται νότια της Δαμάστας, κοντά στο Ελευθεροχώρι, σε κώνους κορημάτων, κοντά σε ανθρακικούς σχηματισμούς (Τριαδικούς – Άνω Ιουρασικούς) της Υποπελαγονικής εν.
- Το **OI-11-E** που εντοπίζεται νότιο νοτιοδυτικά της Δαμάστας, σε κλαστικά ιζήματα της Αν.Κρητιδικής ακολουθίας που ανήκουν στην Υποπελαγονική εν.
- Το **OI-14-E** που εντοπίζεται νότια της Οίτης, κοντά στο χωριό Αποστολιά, σε κώνους κορημάτων, κοντά σε ανθρακικούς σχηματισμούς της ενότητας του Παρνασσού.

Από την ακτινοσκοπική μελέτη, διαπιστώθηκε ότι η ορυκτολογική σύσταση των δειγμάτων είναι παραπλήσια, με κύριες ορυκτές φάσεις χαλαζία, ασβεστίτη, αλβίτη, ιλλίτη, ορυκτά της ομάδας των σμεκτιτών, εκτός από το δείγμα OI-14-E, στο οποίο απουσιάζει ο ασβεστίτης. Ακολουθούν, είτε σαν κύριες, είτε σαν επουσιώδεις

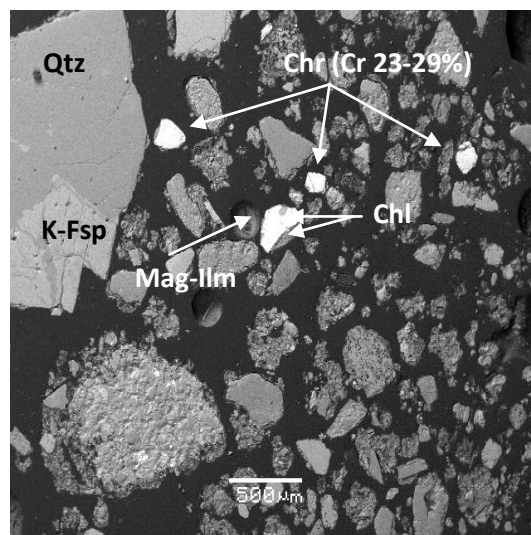
ορυκτές φάσεις, κατά περίπτωση, μαγγελίτης, αιματίτης, χρυσοσίλης, κλινόχλωρο, μικροκλινής και σαν πιθανές ο μαγνητίτης και ο ακτινόλιθος.

Η απουσία ανθρακικών ορυκτών φάσεων από το δείγμα ΟΙ-14-Ε, που εντοπίζεται κοντά σε ανθρακικούς σχηματισμούς της περιοχής, οφείλεται σε τοπογραφικούς παράγοντες και στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε ασβεστόλιθου που οδηγούν σε διαφορετικά αποτελέσματα διάβρωσης.

Από την μελέτη μέσω ηλεκτρονικής μικροσκοπίας και μικροαναλύσεων διαπιστώθηκε πως εκτός των ορυκτών φάσεων που βεβαιώθηκαν μέσω της ακτινοσκοπικής μελέτης στη συγκεκριμένη περιοχή συναντάμε σερπεντίνες (Πιν. Γ.2.14, Εικ. Γ.2.10) είτε απλούς, είτε Cr-ούχους (1%), χρωμίτες ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \sim 30-40\%$, Πιν. Γ.2.11, Εικ. Γ.2.10, 11), χλωρίτες (Πιν. Γ.2.10, Εικ. Γ.2.11), αστρίους (αλβίτες και Κ-ούχους άστριους, Πιν. Γ.2.12, Εικ. Γ.2.11), μαγνητίτες με απομίξεις ιλμενίτη (Πιν. Γ.2.8, Εικ. Γ.2.11) και οξειδία του σιδήρου.



Εικ. Γ.2.10. Παρουσία σερικίτη, χρωμίτη και ασβεσίτη, στο δείγμα ΟΙ-11-Ε.



Εικ. Γ.2.10. Παρουσία Κ-ούχου άστριου, χλωρίτη, χρωμίτη, μαγνητίτη με απομίξεις ιλμενίτη και χαλαζία, στο δείγμα ΟΙ-11-Ε.

Πίνακας Γ.2.6. Συγκεντρωτικός πίνακας των αποτελεσμάτων της ακτινοσκοπικής μελέτης, στα εδαφικά δείγματα από τις περιοχές της Αν. Στ. Ελλάδος.

					Αστριοι		Ca-Αμφίβολοι		Fe-οξειδία				Ορυκτά της ομάδας του Σερπεντίνη					
	Qtz	Cal	Dol	Ank	Ab	Mc	Act	Tr	Mgh	Mag	Hem	Ilt	Sem Gr	Tlc	Clc	Octl	Cctl	Lz
AR-14-E	***				***				*	*	*	*	***		*		*	
AR-5-E	***	***	***		***							***	***		***		*	
DM-4-E	***	***			***	***	*			*		***	***		**		***	
KB-10-E	***				***		**		**			***	***		***		*	
KB-13-E	***				***		*		**		**	**	***		***		***	
KB-20-E	***				***			*	***		*	***	**		**		**	
KB-3-E	***	***	***		***		**		*	*	*	***	***		***		***	
KB-6-E	***			***	***				**	*		***	***		***		***	
OI-11-E	***	***			***		*		***		*	**	***		**		***	
OI-14-E	***				***		*				***	***	***		**		*	
OI-9-E	***	***			***	*	*		*		*	***	***		*		*	
THE-3-E	***	***			*		***					**			**		***	
THE-4-E	***	***			*		***	***	***		*	**	***			***	***	
THE-5-E	***	***			***	**	*		*		*	***	**		***		*	

*** = Κύρια ορυκτή φάση, ** = Επουσιώδη ορυκτή φάση, * = Πιθανή ορυκτή φάση

Πίνακας Γ.2.7. Συγκεντρωτικός πίνακας των αποτελεσμάτων της ακτινοσκοπικής μελέτης, στο στερεό υπόλειμμα που προέκυψε μετά την διαλυτοποίηση των εδαφικών δειγμάτων.

	Χαλαζίας	Αλβίτης	Φλογοπίτης	Ανατάσης	Βιοτίτης	Τοντοροκίτης	Χλωρίτης	Κλινόγλωρο
AR-14-E	***	***						
AR-5-E	***	***		***				
DM-4-E	***	***	***	**				
KB-10-E	***	***	**					
KB-13-E	***	*	*			*	*	
KB-20-E	***	***		***			*	
KB-3-E	***	***	*	**			*	
KB-6-E	***	**	*	**		**	*	
OI-11-E	***	***	*	*		*		
OI-14-E	***	***	**					
OI-9-E	***	*	***	*				
THE-3-E	***	**	**	***		**		**
THE-4-E	***	***				***	**	
THE-5-E	***	***	***	**			*	

*** = Κύρια ορυκτή φάση, ** = Εποψιδώδη ορυκτή φάση, * = Πιθανή ορυκτή φάση

Πίνακας Γ.2.8. Αντιπροσωπευτικές χημικές αναλύσεις μαγνητίτων.

Sample Analysis	THE-3-E X288	THE-3-E X289	OI-11-E X333
SiO ₂	2,44	3,56	0,66
TiO ₂	-	-	14,97
Al ₂ O ₃	0,45	0,52	-
FeO	65,73	62,51	40,33
MnO	26,69	32,24	43,54
MgO	-	0,00	3,08
CaO	5,06	2,67	0,00
ZnO	-	0,00	0,00
	100,36	101,51	102,58
Oxygens	32	32	32
Si	0,680	0,987	0,181
Ti	0,000	0,000	3,103
Al	0,147	0,169	0,000
Fe(III)	14,493	13,856	9,432
Fe(II)	0,854	0,627	-0,140
Mn	6,313	7,566	10,159
Mg	0,000	0,000	1,265
Ca	1,513	0,794	0,000
Total	24,000	24,000	24,000

Πίνακας Γ.2.9. Αντιπροσωπευτική χημική ανάλυση ιλμενίτη.

Sample Analysis	THE-3-E X102
TiO ₂	54,024
FeO	43,785
MnO	1,891
Total	99,70
Oxygens	6
Ti	2,040
Total	2,040
Fe(II)	1,839
Mn	0,080
Total	1,919

Πίνακας Γ.2.10. Αντιπροσωπευτικές χημικές αναλύσεις χλωριτών.

Sample Analysis	KB-6 X425	THE-3-E X279	THE-3-E X280	THE-3-E X282	OI-11-E X329	OI-11-E X332
SiO ₂	31,00	37,43	43,46	38,59	24,27	27,10
Al ₂ O ₃	18,20	5,00	1,81	8,30	19,53	19,81
FeO	3,35	10,56	4,05	9,25	20,24	20,58
MgO	31,61	25,39	36,89	20,21	13,27	15,98
CaO	-	1,52	0,50	2,05	-	-
Total	84,16	79,90	86,71	78,40	77,31	83,47
Oxygens	28	28	28	28	28	28
Si	6,012	7,860	8,112	8,015	5,637	5,791
Al (IV)	1,988	0,140	-	-	2,363	2,209
Total	8,000	8,000	8,112	8,015	8,000	8,000
Al (VI)	2,180	1,110	0,401	2,077	3,018	2,810
Fe(III)	0,108	0,558	0,363	1,203	0,362	0,333
Fe(II)	0,435	1,297	0,269	0,404	3,569	3,344
Mg	9,139	7,948	10,265	6,257	4,594	5,090
Ca	-	0,342	0,100	0,456	-	-
OH*	16,000	16,000	16,000	16,000	16,000	16,000
Total	35,862	35,255	35,510	34,412	35,544	35,578

* = OH calculated assuming full site occupancy

Πίνακας Γ.2.11. Αντιπροσωπευτικές χημικές αναλύσεις χρωμιτών.

Sample Analysis	KB-6 X410	KB-6 X426	THE-3-E X305	THE-3-E X307	OI-11-E X323	OI-11-E X336
SiO ₂	-	-	0,28	-	0,45	-
TiO ₂	-	-	-	0,97	-	-
Al ₂ O ₃	32,84	8,59	10,70	18,39	29,61	19,65
Cr ₂ O ₃	33,88	56,91	58,08	42,29	33,10	47,26
FeO	16,78	21,52	20,59	29,10	23,79	17,06
MgO	14,06	11,73	7,61	7,71	10,65	12,13
Total	97,56	98,75	97,25	98,47	97,6	96,1
Oxygens	32	32	32	32	32	32
Si	-	-	0,076	-	0,111	-
Ti	-	-	-	0,191	-	-
Al	9,245	2,683	3,463	5,674	8,608	5,985
Cr	6,398	11,919	12,614	8,754	6,455	9,655
Fe(III)	0,357	1,399	-	1,190	0,714	0,360
Total	16,000	16,000	16,153	15,809	15,889	16,000
Fe(II)	2,995	3,369	4,729	5,180	4,194	3,327
Mg	5,005	4,631	3,118	3,011	3,918	4,673
Total	8,000	8,000	7,847	8,191	8,111	8,000

Πίνακας Γ.2.12.
Αντιπροσωπευτικές χημικές
αναλύσεις αστρίων.

Sample Analysis	OI-11-E X330
SiO ₂	67,15
Al ₂ O ₃	19,09
CaO	0,54
Na ₂ O	10,86
Total	97,64

Oxygens	32
Si	11,994
Al	4,019
Ca	0,103
Na	3,761
Total	19,877
An%	2,7
Ab%	97,3
Or%	0,0

Πίνακας Γ.2.13. Αντιπροσωπευτικές χημικές αναλύσεις
σπινελίων.

Sample Analysis	THE-3-E X107	THE-3-E X293	THE-3-E X300
Al ₂ O ₃	22,52	12,39	35,25
Cr ₂ O ₃	41,37	44,90	26,82
FeO	15,20	15,51	13,29
MgO	11,99	7,50	14,70
Total	91,08	80,30	90,06

Oxygens	4	4	4
Al	0,889	0,588	1,307
Cr	1,095	1,430	0,667
Fe(III)	0,021	-	0,035
Fe(II)	0,404	0,523	0,315
Mg	0,599	0,450	0,689
Total	3,008	2,991	3,013
Fe#	41,55	53,71	33,65
Cr#	55,20	70,85	33,79
Mg#	59,69	46,29	68,64

$$\text{Fe\#} = 100 * \text{Fe} / (\text{Fe} + \text{Mg}), \text{Cr} = 100 * \text{Cr} / (\text{Cr} + \text{Al}),$$

$$\text{Mg} = 100 * \text{Mg} / (\text{Mg} + \text{Fe(II)})$$

Πίνακας Γ.2.14. Αντιπροσωπευτικές χημικές αναλύσεις σερπεντινών.

Sample Analysis	KB-6 X415	KB-6 X416	KB-6 X420	KB-6 X423	THE-3-E X101	THE-3-E X103	OI-11-E X347	OI-11-E X342
SiO ₂	36,55	36,82	28,65	32,91	41,38	37,78	40,81	37,99
Al ₂ O ₃	-	1,25	-	-	1,02	0,98	1,54	4,15
Cr ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-	0,97
FeO	3,84	3,72	5,34	4,57	2,52	5,92	6,51	3,31
MgO	29,67	30,08	23,75	27,37	35,21	31,52	31,42	33,76
CaO	-	-	-	-	0,27	0,19	0,50	-
Total	70,06	71,87	57,74	64,85	80,40	76,39	80,78	80,18

Oxygens	7	7	7	7	7	7	7	7
Si	2,122	2,082	2,064	2,086	2,077	2,043	2,083	1,933
Al (IV)	-0,122	-0,082	-0,064	-0,086	-0,077	-0,043	-0,083	0,067
Total	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Al (VI)	0,122	0,165	0,064	0,086	0,137	0,106	0,175	0,182
Cr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,039
Fe(III)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe(II)	0,186	0,176	0,322	0,242	0,106	0,268	0,278	0,141
Mn	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mg	2,569	2,536	2,551	2,586	2,635	2,541	2,391	2,561
Ca	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,011	0,027	0,000
Total	2,878	2,877	2,936	2,914	2,893	2,926	2,871	2,923

Γ.2.1.6. ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ ΕΔΑΦΩΝ – ΧΑΡΤΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ

Όπως έχει προαναφερθεί, στα πλαίσια της παρούσας μελέτης καταβλήθηκε προσπάθεια από κάθε θέση δειγματοληψίας να συλλεχθούν δύο δείγματα (Εικ. Γ.2.1, 2, Πιν. Γ.2.1) το πρώτο από βάθος 0-25cm και το δεύτερο από βάθος 25-50cm. Χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων (Πιν. Γ.2.2, 3) από τα δείγματα και των δύο οριζόντων, κατασκευάστηκαν δύο σειρές διαγραμμάτων (Παράρτημα Β, Εικ. Γ.2.3Α-28Α, Γ.2.3Β-28Β) για τα στοιχεία που αναλύθηκαν, αποσκοπώντας στο να διαπιστωθεί το είδος της συσχέτισης ανάμεσα στις συγκεντρώσεις κάθε στοιχείου στους δύο ορίζοντες, αλλά και παράλληλα να γίνει μια παραστατική σύγκριση των συγκεντρώσεων τους.

Παρατηρώντας τα διαγράμματα των εικόνων Γ.2.3Α-28Α στο Παράρτημα Β, διαπιστώνεται ότι σχεδόν σε όλα τα κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία, παρατηρούνται ιδιαίτερα ικανοποιητικές γραμμικές συσχέτισεις ανάμεσα στις συγκεντρώσεις των δειγμάτων του επιφανειακού ορίζοντα και στις συγκεντρώσεις των δειγμάτων από τον ορίζοντα βάθους. Εξετάζοντας τα διαγράμματα των Εικ. Γ.2.3Β-28Β στο Παράρτημα Β, γίνεται εμφανές το γεγονός ότι σε κανένα στοιχείο δεν διαπιστώνεται ο ένας εδαφικός ορίζοντας να είναι πιο εμπλουτισμένος έναντι του άλλου. Στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων, οι τιμές των συγκεντρώσεων ανάμεσα στους δυο εδαφικούς ορίζοντες είναι ιδιαίτερα κοντά σε όλα σχεδόν τα στοιχεία, με διαφοροποιήσεις να παρατηρούνται μόνο σε μεμονωμένες θέσεις. Εξαιρέση στα παραπάνω παρουσιάζουν μόνο τα στοιχεία στα οποία κατά τον ποιοτικό έλεγχο των αποτελεσμάτων, το bias ήταν υψηλό π.χ. Si (Κεφ. Β.2.4).

Στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδος, διαπιστώνονται δύο κύριοι φυσικοί παράγοντες, οι οποίοι έχουν επηρεάσει την χημική σύσταση των εδαφών, τη λειτουργία των θερμών, που μέσω της απόθεσης υλικού έχουν επηρεάσει την περιοχή γύρω από την οποία εκδηλώνονται (κυρίως στα Λουτρά Θερμοπυλών) και τα διάφορα πετρώματα που εμφανίζονται στην περιοχή, όπου μέσα από διαδικασίες αποσάθρωσης και διάβρωσης έχουν εμπλουτίσει τα εδάφη σε συγκεκριμένα συστατικά.

Εξετάζοντας τους πίνακες των χημικών αναλύσεων (Πιν. Γ.2.2, 3), αλλά και τους χάρτες Γ.2.1-4, γίνεται αντιληπτό ότι τα στοιχεία Co, Cr, Fe, Ni, παρουσιάζουν τις μέγιστες τιμές συγκεντρώσεων τους σε δύο περιοχές, στην ευρύτερη περιοχή κοντά στην πόλη των Καμένων Βούρλων και ανατολικά-νοτιοανατολικά από την πόλη των Θερμοπυλών. Αν εξεταστεί η χωρική κατανομή των συγκεκριμένων δειγμάτων συναρτήσει της γεωλογίας, διαπιστώνεται ότι και στις δύο περιπτώσεις έχουμε σε κοντινή απόσταση, εμφάνιση υπερβασικών σχηματισμών της οφιολιθικής σειράς. Πιο αναλυτικά, νότια της πόλης των Καμένων Βούρλων, υπάρχουν εκτενείς εμφανίσεις υπερβασικών σχηματισμών της οφ. σειράς που καλύπτουν μεγάλο μέρος του όρους Κνιμής, παρουσιάζοντας πλήθος διαφορετικών πετρωμάτων καθώς εμφανίζονται καθαροί περιδοτίτες, δουνίτες με χρωμίτες, πυροξενικοί περιδοτίτες, ολιβινίτες, πυροξενίτες, γάββροι, γαββροαπλίτες, γαββροπηγματίτες και σερπεντινίτες, διαβάσες-δολερίτες, τόφφοι, βασικά εκρηξιγενή πετρώματα, ηφαιστειακά λατυτοπαγή, διαβασικοί πορφυρίτες, κερροστιλβίτες και διορίτες. Παράλληλα, παρούσα είναι και η σχιστοκερατολιθική διάπλαση με οφιολίθους και σερπεντίνες (ηλικίας Τριαδικό-Ιουρασικό), η οποία αποτελείται από σύστημα αργιλικών σχιστολίθων, κερατολίθων, μαργαϊκών ασβεστολίθων σε λεπτά εναλλασσόμενα στρώματα, κροκαλοπαγή, σερπεντινίτες και κομμάτια οφιολιθικού συμπλέγματος, όπως τόφφοι. Θα πρέπει να αναφερθεί πως στην περιοχή των Καμένων Βούρλων, από γεωφυσικά και γεωτρητικά δεδομένα (Orphanos & Sfetsos, 1975), έχει διαπιστωθεί στην παραλιακή ζώνη σε

κυμαινόμενο βάθος 90-250m, η ύπαρξη του σχηματισμού της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης με οφιολίθους.

Στη περιοχή των Θερμοπυλών, σε απόσταση περίπου 6,5Km νοτιοδυτικά της πόλης των Θερμοπυλών, εντοπίζονται οι βορειότερες εμφανίσεις υπερβασικών σχηματισμών της οφιολιθικής σειράς του όρους Καλλίδρομου. Πιο αναλυτικά, εμφανίζονται καθαροί περιδοτίτες, δουνίτες με χρωμίτες, πυροξενικοί περιδοτίτες, ολιβινίτες, πυροξενίτες, γάββροι, γαββροαπλίτες, γαββροπηγματίτες και σερπεντινίτες. Παρούσα είναι και η σχιστοκερατολιθική διάπλαση με οφιολίθους και σερπεντίνες (ηλικίας Τριαδικό-Ιουρασικό), που όπως προαναφέρθηκε αποτελείται από σύστημα αργιλικών σχιστολίθων, κερατολίθων, μαργαϊκών ασβεστολίθων σε λεπτά εναλλασσόμενα στρώματα, κροκαλοπαγή, σερπεντινίτες και κομμάτια οφιολιθικού συμπλέγματος, όπως τόφοι.

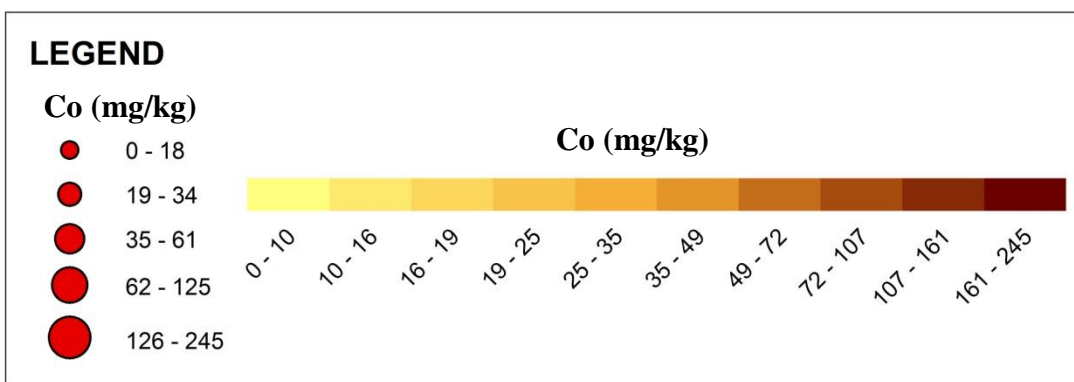
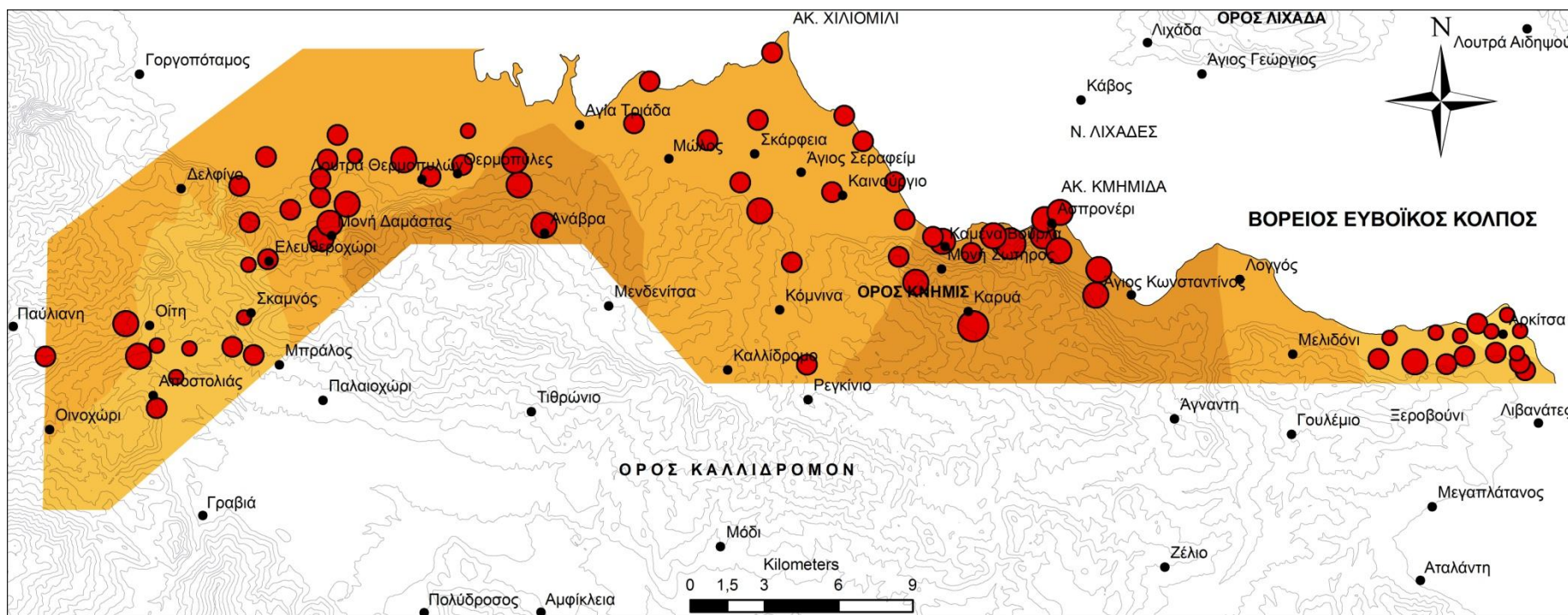
Πρέπει να αναφερθεί ότι και στις δύο περιπτώσεις, τα υπερβασικά πετρώματα της οφιολιθικής σειράς εντοπίζονται τοπογραφικά σε μεγαλύτερο υψόμετρο και η αποστράγγιση τους, μέσω του υδρογραφικού δικτύου, γίνεται προς την πλευρά που εντοπίζονται τα δείγματα, όπου παρουσιάζουν τις υψηλές τιμές συγκεντρώσεων.

Αντίστοιχα, παρόμοια εικόνα κατανομής των συγκεντρώσεων τους παρουσιάζουν και ο Fe, το Mn, το Ti και το U (Πιν. Γ.2.2, 3, Χαρ. Γ.2.5-8). Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζουν τις μέγιστες τιμές των συγκεντρώσεων τους στην ευρύτερη περιοχή της πόλης των Καμένων Βούρλων και ταυτόχρονα παρουσιάζουν κάποιες αυξητικές τάσεις στις τιμές των συγκεντρώσεων τους στα δείγματα που εντοπίζονται στην ευρύτερη περιοχή της Δαμάστας και του χωριού της Οίτης. Στην περιοχή που εντοπίζεται η Δαμάστα και το χωριό της Οίτης, έχουμε περάσει πλέον γεωγραφικά στο όρος της Οίτης. Οι συγκεκριμένες περιοχές και οι αντίστοιχες θέσεις δειγματοληψίας είναι ιδιαίτερα κοντά στις νότιες εμφανίσεις των υπερβασικών σχηματισμών της οφιολιθικής σειράς της Οίτης και στην εμφάνιση του δεύτερου βοξιτικού ορίζοντα (ηλικία Τιθώνιο-Καινομάνιο, ΒΔ της Δαμάστας).

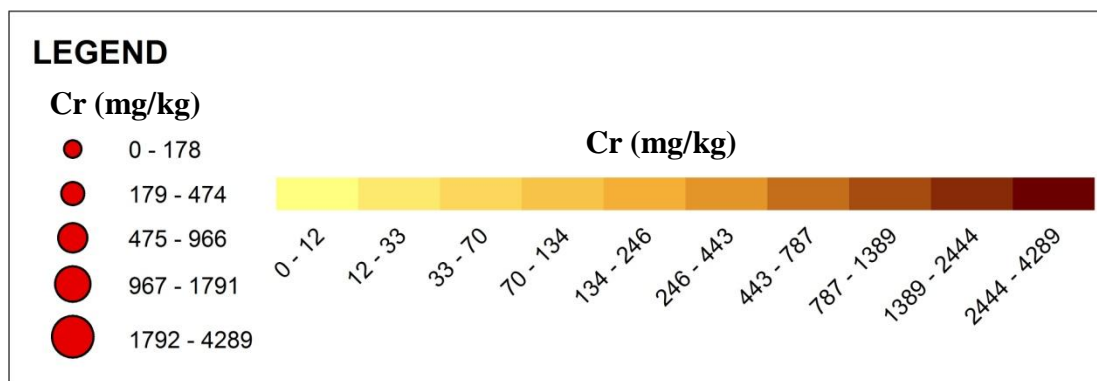
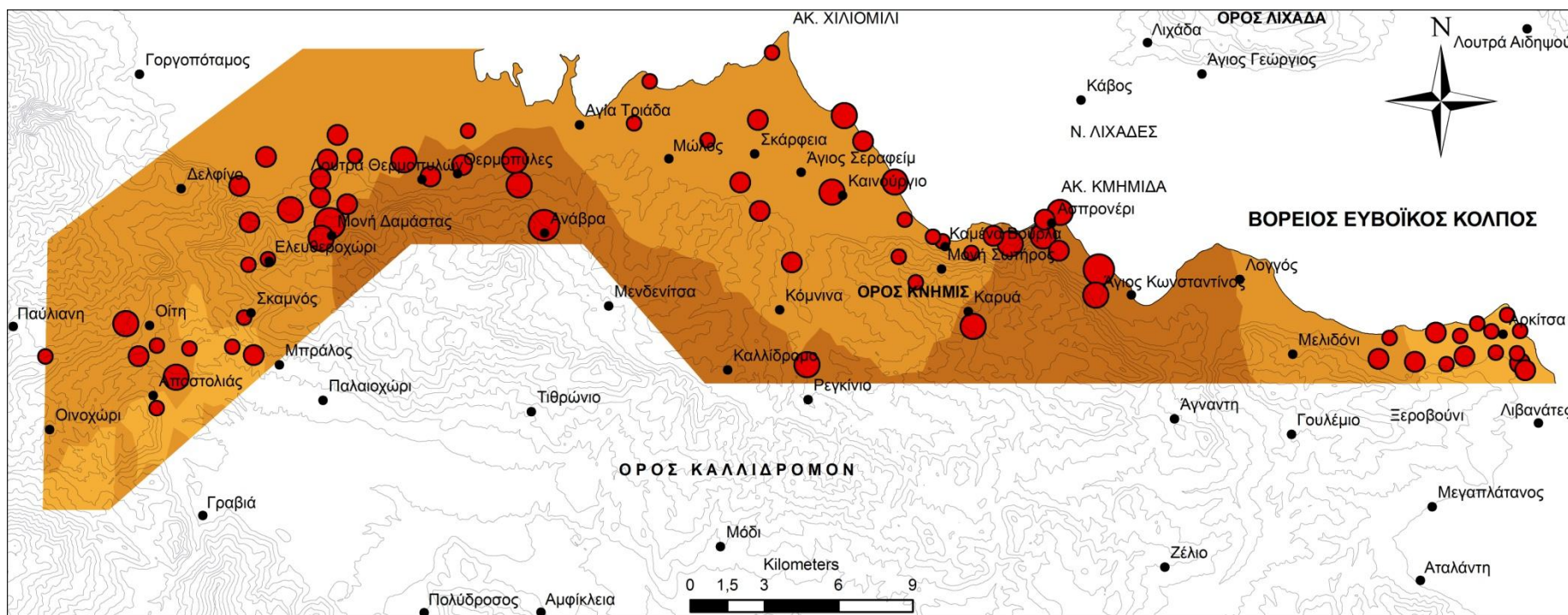
Εξετάζοντας τις συγκεντρώσεις των στοιχείων As, Ca, Sr (Πιν. Γ.2.2, 3) αλλά και τους χάρτες Γ.2.9-11, διαπιστώνεται ότι τα συγκεκριμένα στοιχεία παρουσιάζουν τις μέγιστες τιμές συγκεντρώσεων τους κυρίως στην περιοχή των Λουτρών των Θερμοπυλών και στην περιοχή των Καμένων Βούρλων. Στις δύο αυτές περιοχές έχουμε εκδήλωση θερμών πηγών πλούσιες στα συγκεκριμένα στοιχεία. Αναλυτικότερα, στα Λουτρά Θερμοπυλών τα ζεστά νερά περιέχουν έως 103μg/L As, 11850μg/L Sr, 520000μg/L Ca. Αντίστοιχη είναι η κατάσταση που υφίσταται και στα Καμένα Βούρλα, καθώς τα ζεστά νερά της περιοχής περιέχουν έως 30μg/L As, 3140μg/L Sr, 720μg/L Ca. Η μόνη διαφορά είναι ότι στη περιοχή των Καμένων Βούρλων δεν διαπιστώθηκαν αποθέσεις θερμών πηγών. Σε αυτό ίσως να οφείλεται το γεγονός ότι το Sr παρουσιάζει υψηλές τιμές μόνο στα εδαφικά δείγματα στα Λουτρά Θερμοπυλών., καθώς οι αποθέσεις των θερμών πηγών της περιοχής είναι ιδιαίτερα εμπλουτισμένες σε Sr (έως 2160mg/kg).

Βέβαια, δεν πρέπει να παραληφθεί να αναφερθεί πως και σε αυτές τις περιοχές καταλυτική είναι η συμβολή και των πετρωμάτων που εμφανίζονται, για παράδειγμα στην περιοχή των Θερμοπυλών, καθώς υπάρχει προσφορά υλικού από τους ανθρακικούς σχηματισμούς της περιοχής, όπως αυτό φάνηκε από την ορυκτολογική μελέτη των δειγμάτων της περιοχής (Κεφ. Γ.2.1.6).

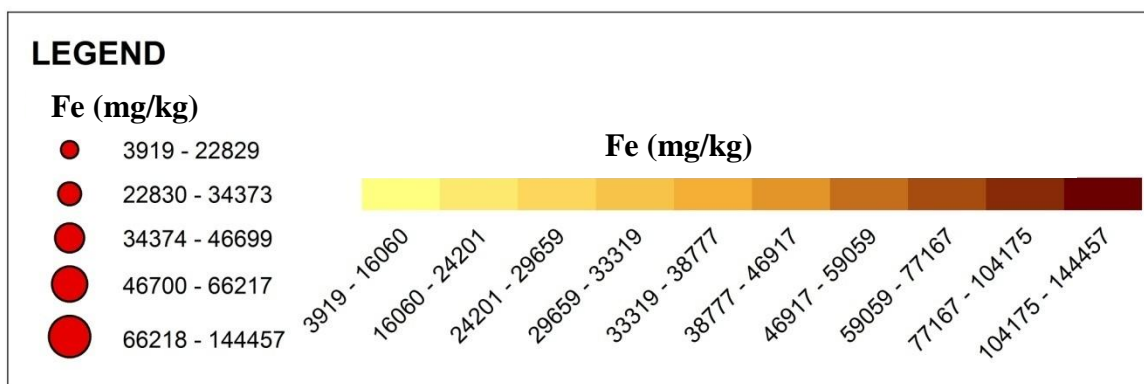
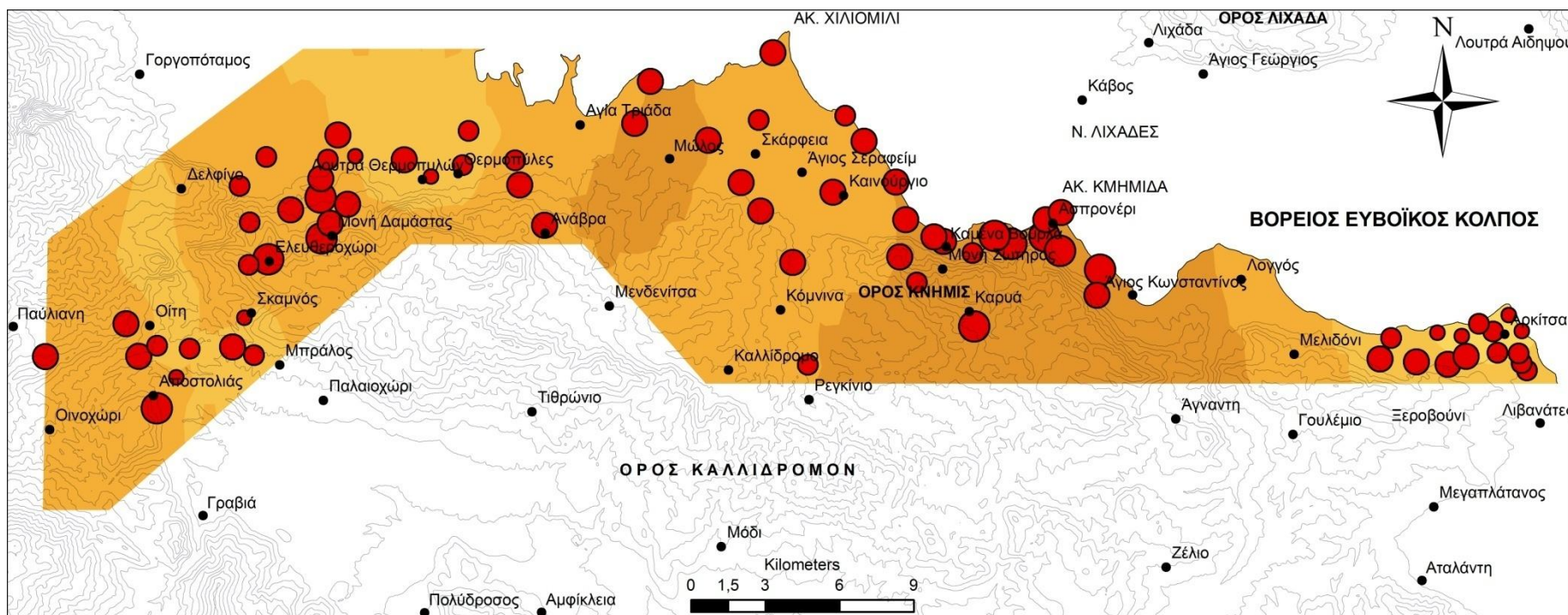
Τέλος, ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι σχετικά υψηλές τιμές συγκεντρώσεων As στην περιοχή της Αρκίτσας, οι οποίες όμως δεν φαίνεται να δικαιολογούνται από κάποια φυσική διεργασία με τα έως τώρα δεδομένα.



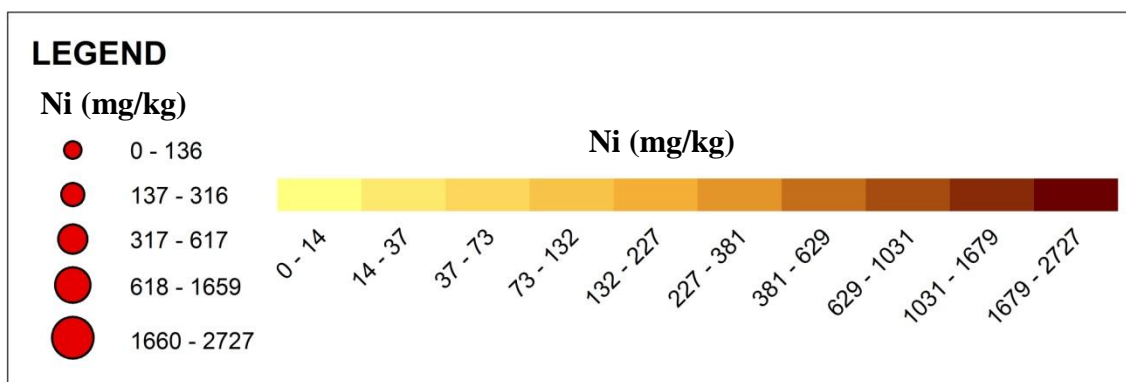
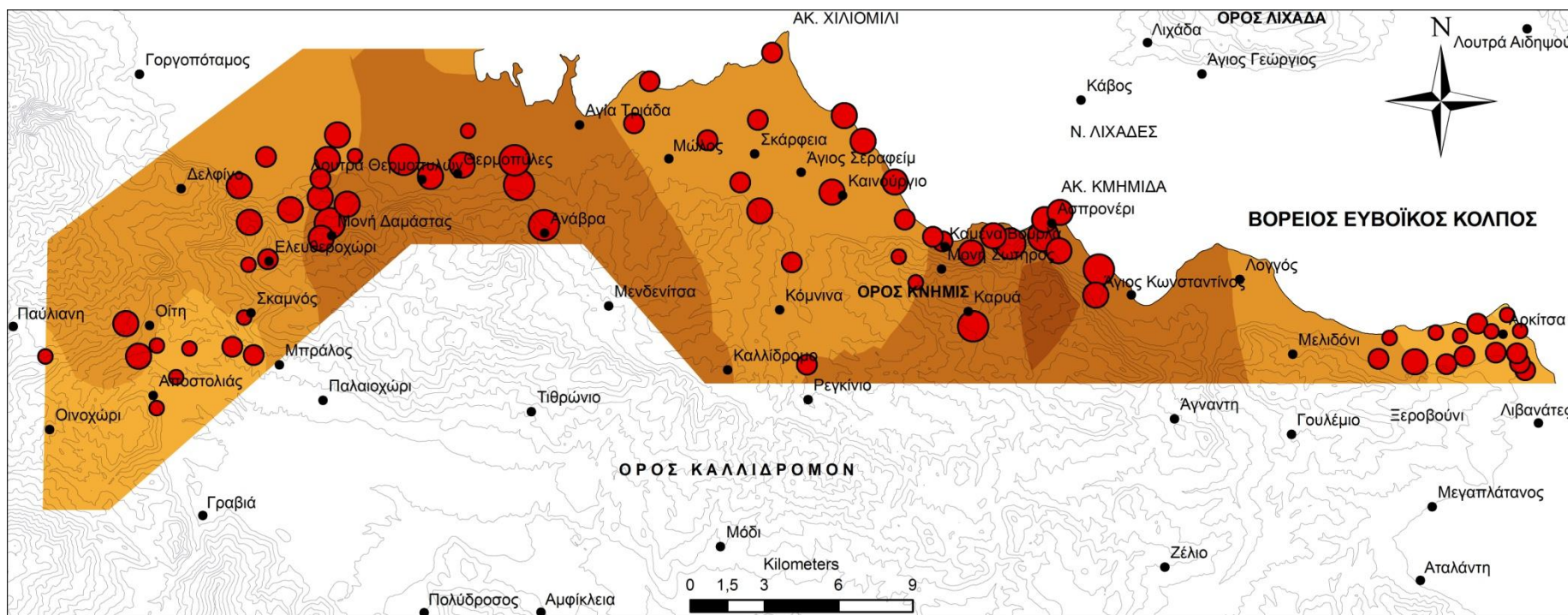
Χάρτης Γ.2.1. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Co στα εδάφη των περιοχών της Αν. Στ. Ελλάδος.



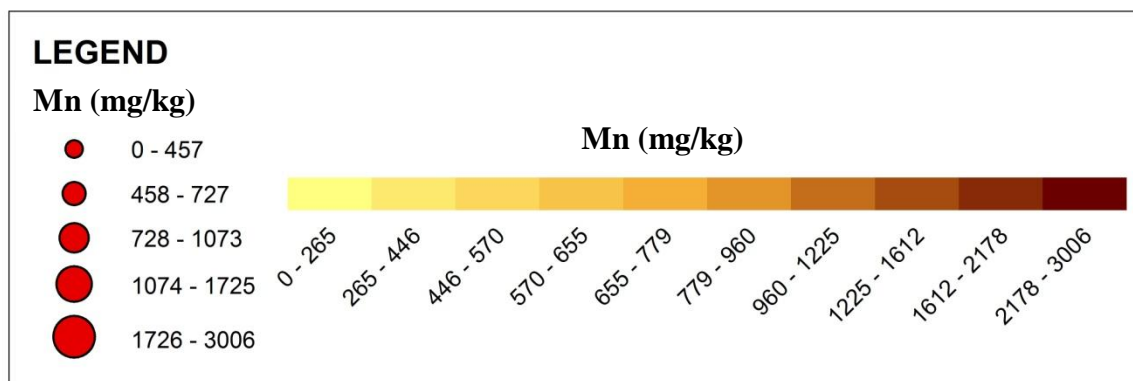
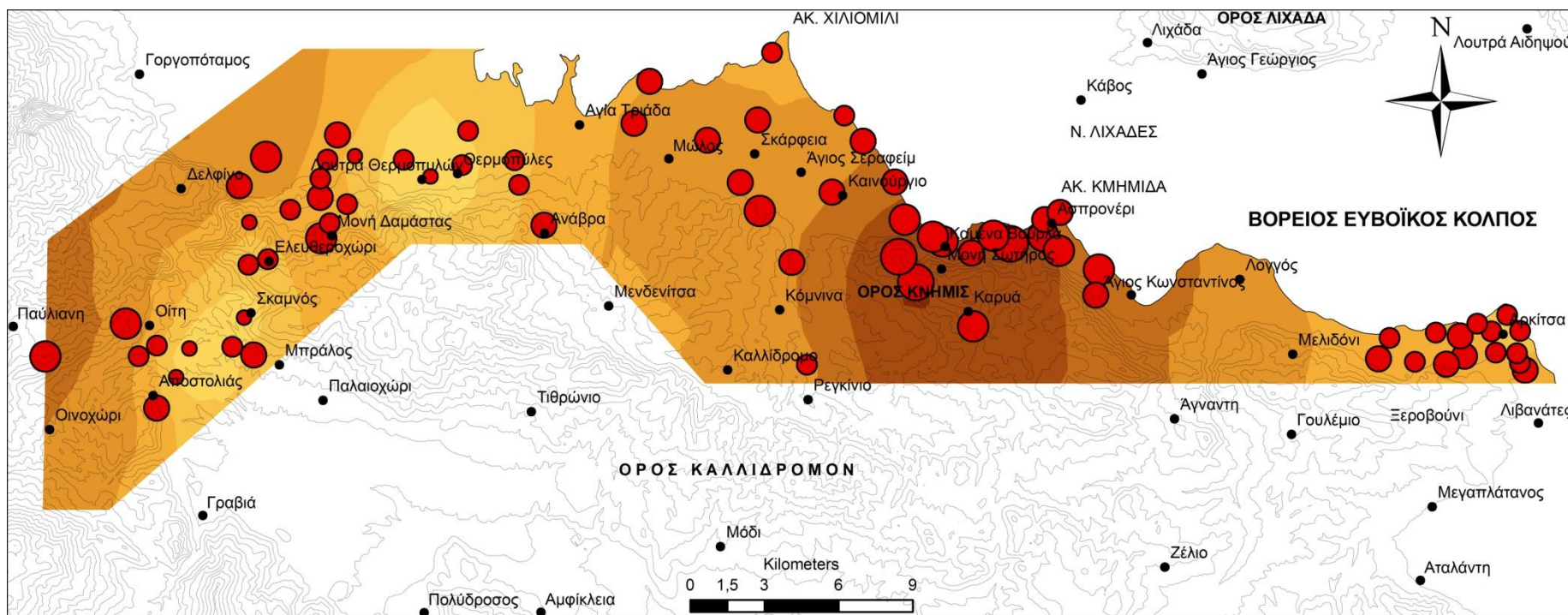
Χάρτης Γ.2.2. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Cr στα εδάφη των περιοχών της Αν. Στ. Ελλάδος.



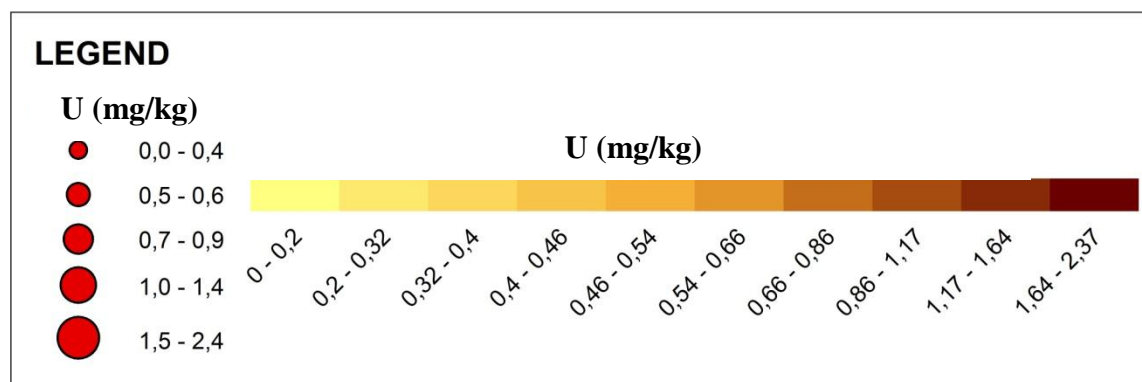
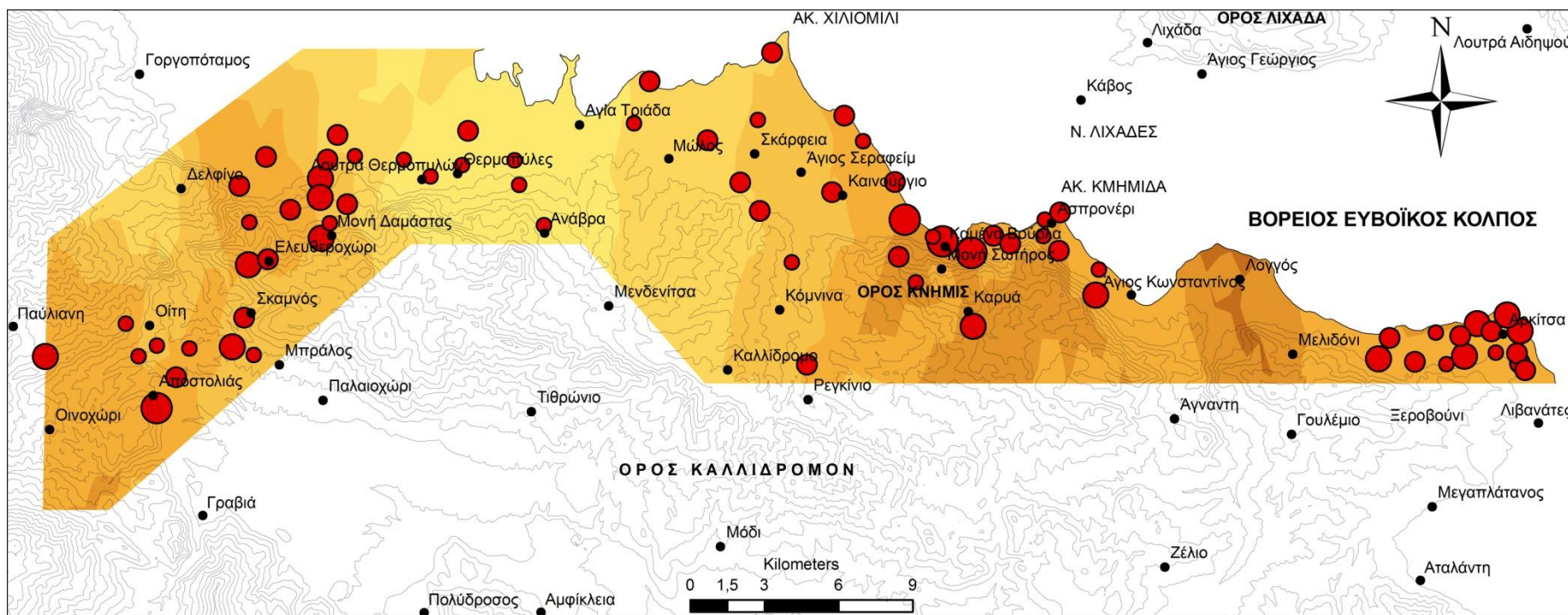
Χάρτης Γ.2.3. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Fe στα εδάφη των περιοχών της Αν. Στ. Ελλάδος.



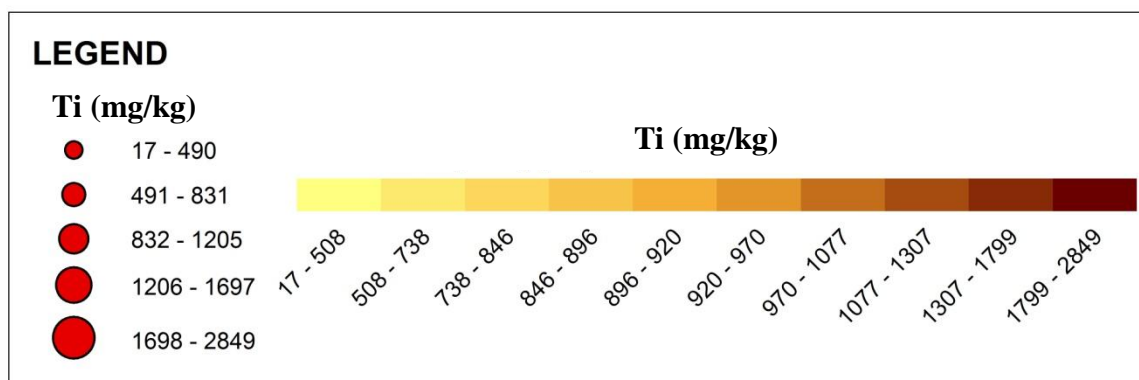
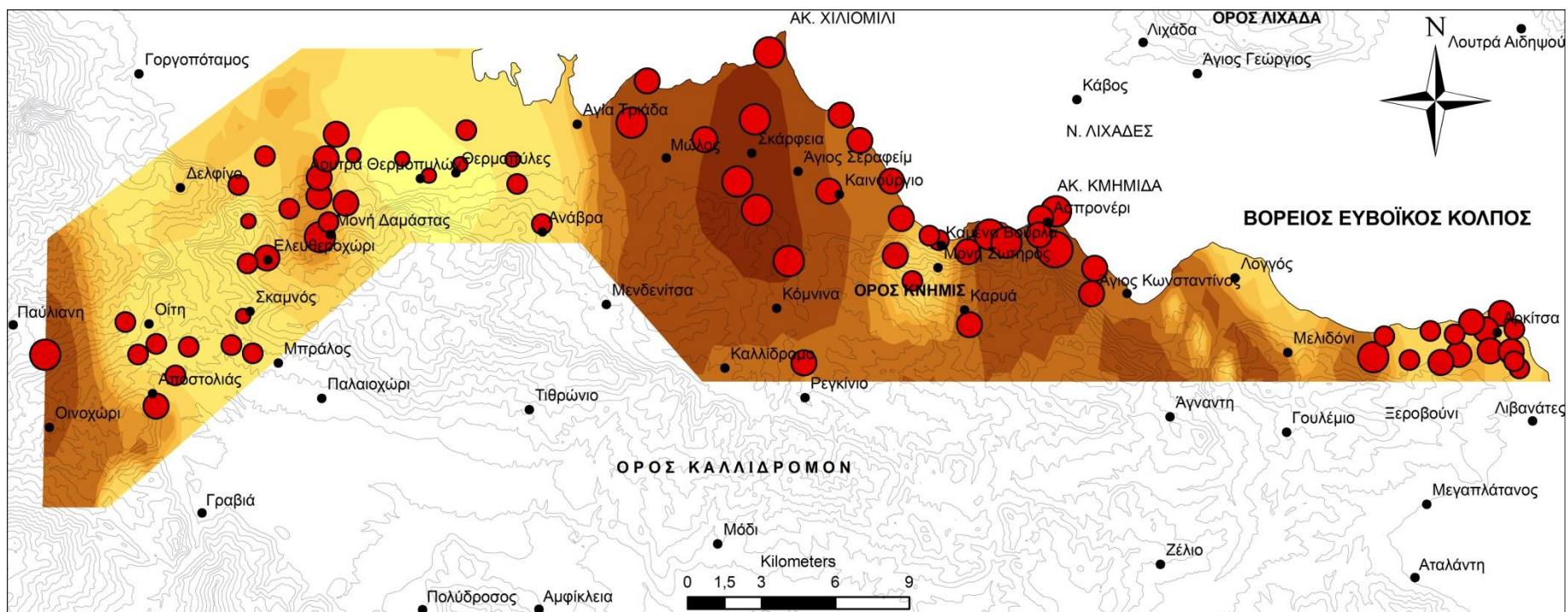
Χάρτης Γ.2.4. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Ni στα εδάφη των περιοχών της Αν. Στ. Ελλάδος.



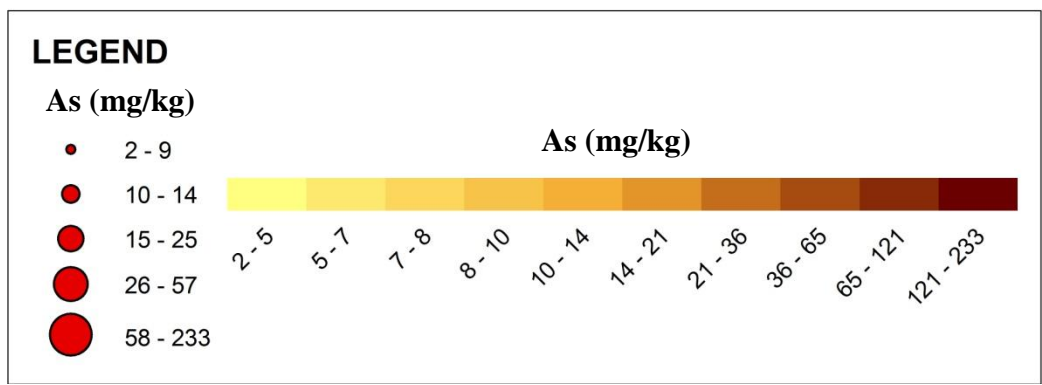
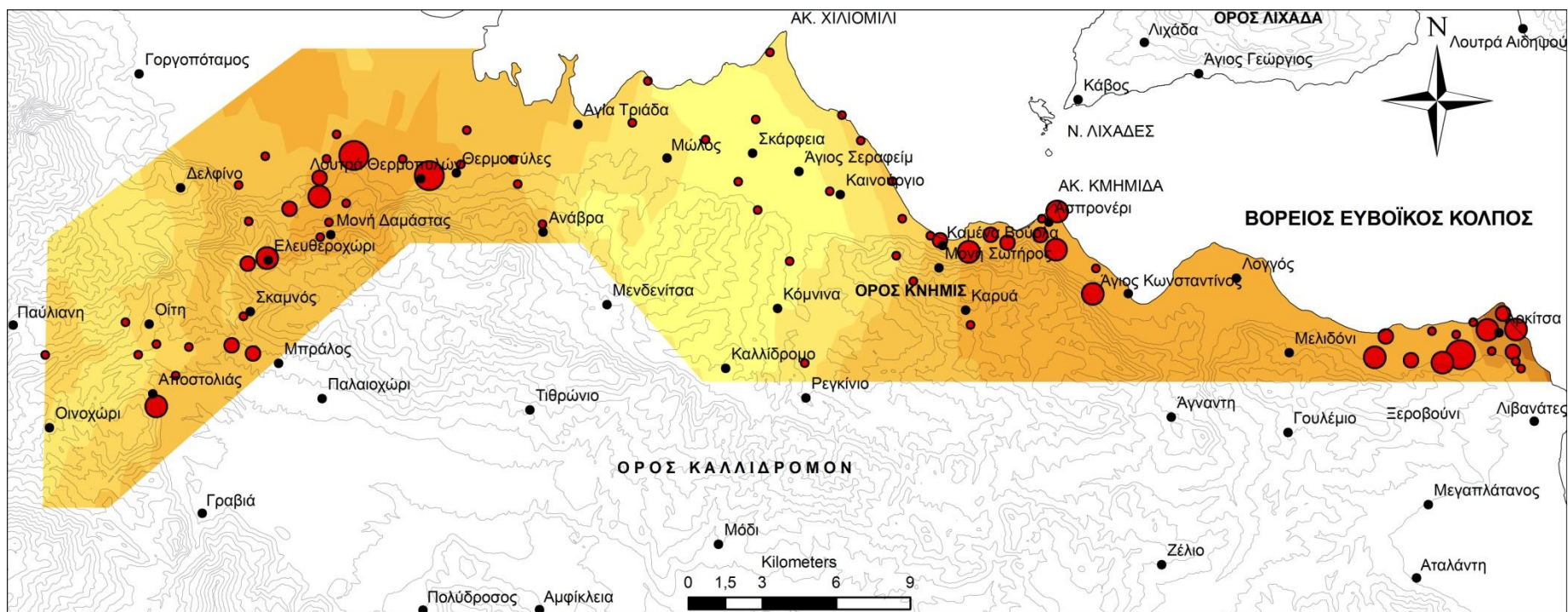
Χάρτης Γ.2.6. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Mn στα εδάφη των περιοχών της Αν. Στ. Ελλάδος.



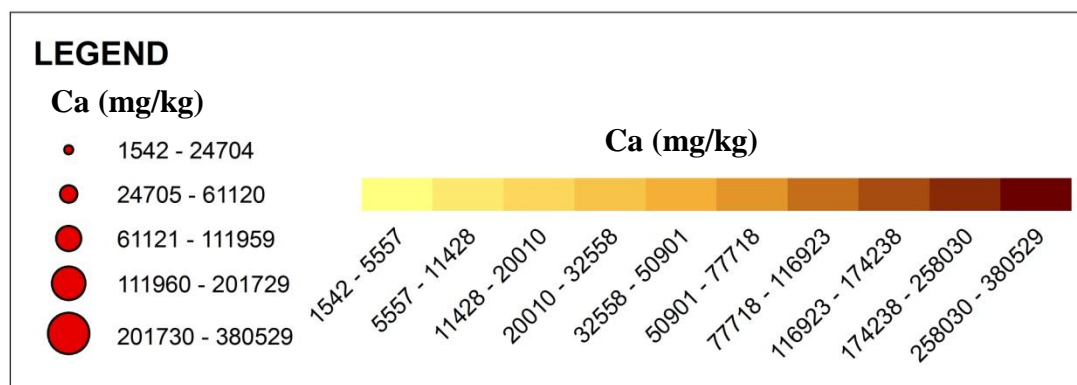
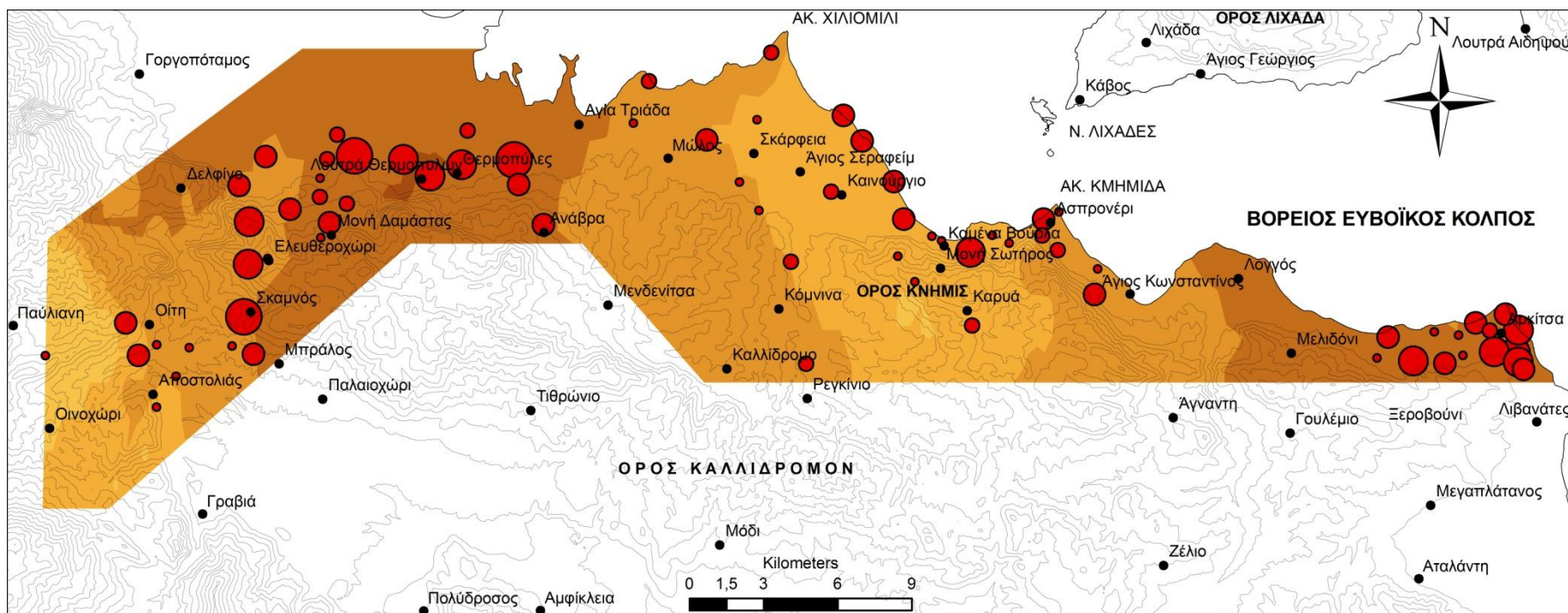
Χάρτης Γ.2.8. Ισοπερικτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων U στα εδάφη των περιοχών της Αν. Στ. Ελλάδος.



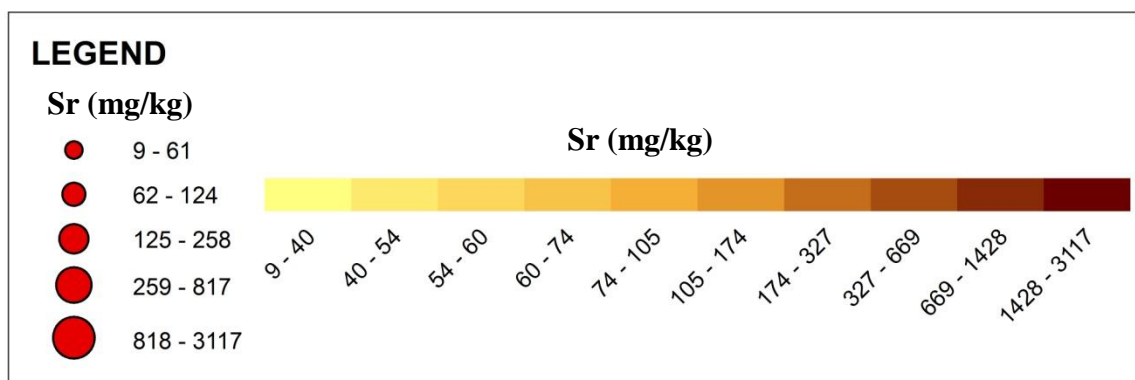
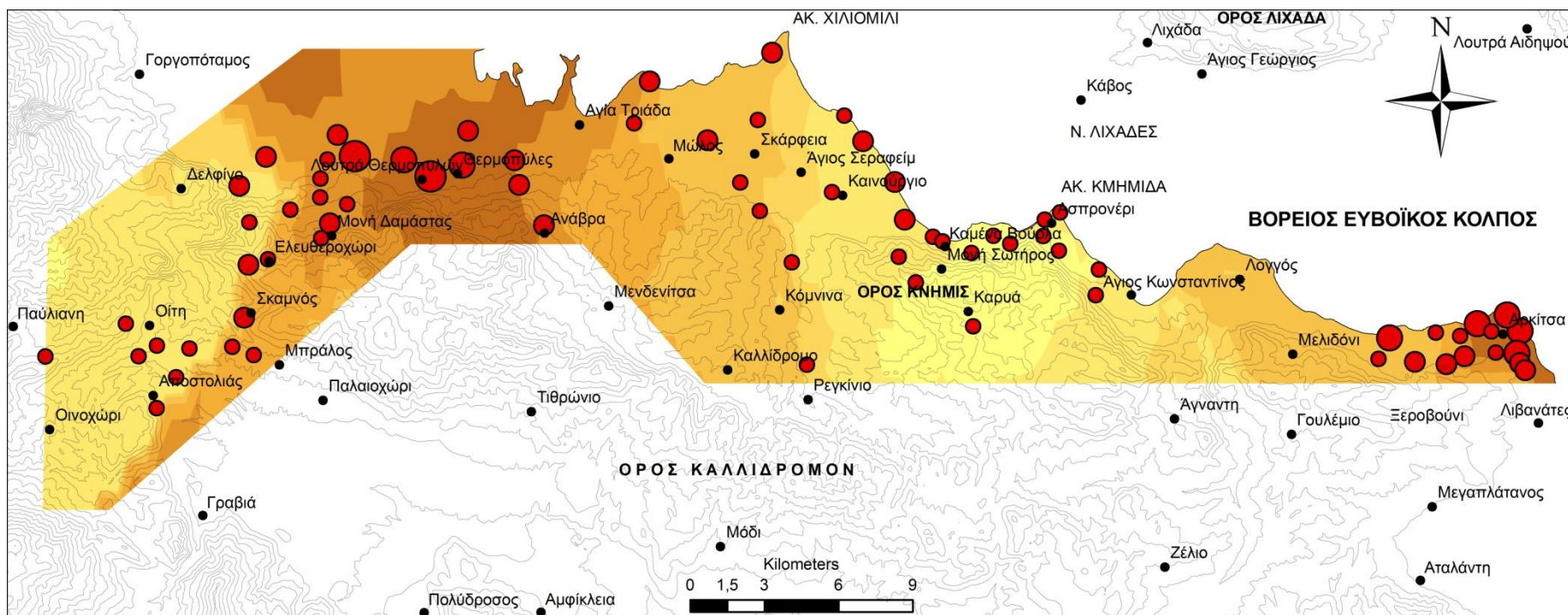
Χάρτης Γ.2.7. Ισοπερικτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Ti στα εδάφη των περιοχών της Αν. Στ. Ελλάδος.



Χάρτης Γ.2.9. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων As στα εδάφη των περιοχών της Αν. Στ. Ελλάδος.



Χάρτης Γ.2.10. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Ca στα εδάφη των περιοχών της Αν. Στ. Ελλάδος.



Χάρτης Γ.2.11. Ισοπερικτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Sr στα εδάφη των περιοχών της Αν. Στ. Ελλάδος.

Γ.2.1.7. ΟΡΙΑ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ

Πίνακας Γ.2.15. Ταξινόμηση των επιφανειακών εδαφικών δειγμάτων βάσει της Δανέζικης νομοθεσίας.

	As (mg/kg)	Ba (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Co (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Τιμή 1 ^{ου} ορίου	29	200	0,8	20	100	36	35	85	140
Όριο ανάγκης παρέμβασης	55	625	12	240	380	190	210	530	720
AR-1	-	-	-	-	-	+	+	-	-
AR-10	-	-	-	-	+	-	+	-	-
AR-11	-	-	-	+	+	-	+	-	-
AR-12	-	+	-	+	+	+	+/+	-	-
AR-13	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
AR-14	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
AR-15	-	-	-	-	+	-	+	-	-
AR-2	-	-	-	-	+	-	+	-	-
AR-3	-	-	-	-	+	-	+	-	-
AR-4	-	-	-	+	+	+	+	-	-
AR-5	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
AR-6	-	+	-	+	+	-	+/+	-	-
AR-7	-	-	-	-	+	-	+	-	-
AR-8	-	-	-	-	+	-	+	-	-
AR-9	-	-	-	-	+	-	+	-	-
DM-1	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
DM-2	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
DM-3	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
DM-4	-	-	-	+	+	+	+/+	-	-
DM-5	-	+	-	+	+/+	+	+/+	+	+
DM-6	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
KB-1	-	-	-	+	+	+	+/+	-	-
KB-10	-	-	-	+	-	+	+	-	-
KB-11	-	-	-	+	+	+	+/+	-	-
KB-12	-	-	-	+	+/+	+	+/+	-	-
KB-13	-	-	-	+	+/+	+	+/+	-	-
KB-14	-	-	-	+	+	+	+/+	-	-
KB-15	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
KB-16	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
KB-17	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
KB-18	-	-	-	+	+	+	+/+	-	-
KB-19	-	-	-	+	+/+	+	+/+	-	-
KB-2	-	-	-	+	+	+	+/+	-	-
KB-20	-	-	-	+	+	+	+	-	-

Πίνακας Γ.2.15. (συνέχεια)

	As (mg/kg)	Ba (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Co (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Τιμή 1 ^ο ορίου	29	200	0,8	20	100	36	35	85	140
Όριο ανάγκης παρέμβασης	55	625	12	240	380	190	210	530	720
KB-21	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
KB-22	-	-	-	+	-	-	+	-	-
KB-23	-	-	-	+	-	+	+/+	-	-
KB-24	-	-	-	+	-	+	+	-	-
KB-25	-	-	-	+	+	+	+/+	-	-
KB-26	-	-	-	+	+	+	+/+	-	-
KB-27	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
KB-28	-	-	-	+	-	+	+/+	-	-
KB-3	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	+
KB-4	-	-	-	+	+/+	+	+/+	-	-
KB-5	-	-	-	+	+	+	+/+	-	-
KB-6	-	-	-	+	+/+	+	+/+	-	-
KB-7	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
KB-8	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
KB-9	-	-	-	+	-	+	+	-	-
OI-1	-	+	-	+	+/+	-	+/+	-	-
OI-10	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
OI-11	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
OI-12	-	+	-	+	+/+	+	+/+	-	-
OI-13	-	-	-	+	+	-	+	-	-
OI-14	-	+	-	+	+	-	+	-	-
OI-15	-	-	-	-	+/+	+	+	-	-
OI-16	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
OI-2	-	+	-	+	+	-	+	-	-
OI-3	-	-	-	-	+	-	+	-	-
OI-4	-	-	-	-	+	-	+	-	-
OI-5	-	-	-	+	+	+	+	-	-
OI-6	-	+	-	+	+	+	+	-	-
OI-7	-	-	-	-	-	-	+	-	-
OI-8	-	+	-	+	+	-	+	-	-
OI-9	-	-	-	-	-	-	+	-	-
THE-1	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
THE-2	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
THE-3	-	-	-	+	+/+	+	+/+	-	-
THE-4	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
THE-5	-	-	-	-	-	-	+	-	-
THE-6	+	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
THE-7	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
THE-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
THE-9	-	-	-	+	+	+	+/+	-	-

+ = υπέρβαση της τιμής του 1^ο ορίου+/+ = υπέρβαση και τιμής 1^ο ορίου και του ορίου αναγκαίας παρέμβασης

Πίνακας Γ.2.16. Ταξινόμηση των επιφανειακών εδαφικών δειγμάτων βάσει “Kelly”
Indices (σε mg/kg).

	As	Ba	Be	Cd	Cr	Cu	Mg	Mn	Ni	Pb	Se	V	Zn
Μη- ρυσασμένη	0-30	0-500	0-5	0-1	0-100	0-100	0-500	0-500	0-20	0-200	0-1	0-100	0-250
Ελαφρά ρυσασμένη	30-50	500- 1000	5-10.	1-3.	100- 200	100- 200	500- 1000	500- 1000	20-50	200- 500	1-3.	100- 200	250- 500
Ρυσασμένη	50-100	1000- 2000	10-20.	3-10.	200- 500	200- 500	1000- 2000	1000- 2000	50-200	500- 1000	3-10.	200- 500	500- 1000
Έντονα ρυσασμένη	100- 500	2000- 1.0%	20-50	10-50.	500- 2500	500- 2500	2000- 1.0%	2000- 10,000	200- 1000	1000- 5000	10-50.	500- 2500	1000- 5000
Ασυνήθιστα έντονα ρυσασμένη	> 500	> 1.0%	> 50	> 50	> 2500	> 2500	>1.0%	>10000	>1000	>5000	> 50	> 2500	> 5000
AR-1	-	-	-	-	-	-	***	*	**	-	-	-	-
AR-10	-	-	-	-	*	-	***	*	**	-	**	-	-
AR-11	-	-	-	-	*	-	***	*	***	-	**	-	-
AR-12	-	-	-	-	*	-	***	*	***	-	-	-	-
AR-13	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	***	-	-
AR-14	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	***	-	-
AR-15	-	-	-	-	*	-	***	*	**	-	**	-	-
AR-2	-	-	-	-	*	-	***	*	**	-	-	-	-
AR-3	-	-	-	-	*	-	***	*	**	-	**	-	-
AR-4	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	***	-	-
AR-5	-	-	-	-	*	-	***	*	***	-	**	-	-
AR-6	-	-	-	-	*	-	***	*	***	-	***	-	-
AR-7	-	-	-	-	**	-	***	*	**	-	-	-	-
AR-8	-	-	-	-	*	-	***	*	*	-	**	-	-
AR-9	-	-	-	-	*	-	***	*	**	-	**	-	-
DM-1	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	**	-	-
DM-2	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	**	-	-
DM-3	-	-	-	-	**	-	***	**	***	-	-	-	-
DM-4	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	**	-	-
DM-5	-	-	-	-	***	*	***	*	***	-	***	-	-
DM-6	-	-	-	-	**	-	***	-	***	-	-	-	-
KB-1	-	-	-	-	**	*	***	*	***	-	**	-	-
KB-10	-	-	-	-	-	-	***	***	**	-	**	-	-
KB-11	-	-	-	-	**	-	***	**	***	-	**	-	-
KB-12	-	-	-	-	***	-	***	**	***	-	**	-	-
KB-13	-	-	-	-	***	-	***	**	***	-	**	-	-
KB-14	-	-	-	-	*	-	***	**	***	-	-	-	-
KB-15	-	-	-	-	***	-	***	*	***	-	**	-	-
KB-16	-	-	-	-	*	-	***	*	***	-	**	-	-
KB-17	-	-	-	-	***	-	***	*	***	-	**	-	-
KB-18	-	-	-	-	*	-	***	**	***	-	-	-	-
KB-19	-	-	-	-	***	-	***	*	***	-	-	-	-
KB-2	-	-	-	-	**	-	***	**	***	-	**	-	-
KB-20	-	-	-	-	**	-	***	*	**	-	-	-	-

Πίνακας Γ.2.16. (συνέχεια)

	As	Ba	Be	Cd	Cr	Cu	Mg	Mn	Ni	Pb	Se	V	Zn
Μη- ρυπασμένη	0-30	0-500	0-5	0-1	0-100	0-100	0-500	0-500	0-20	0-200	0-1	0-100	0-250
Ελαφρά ρυπασμένη	30-50	500- 1000	5-10.	1-3.	100- 200	100- 200	500- 1000	500- 1000	20-50	200- 500	1-3.	100- 200	250- 500
Ρυπασμένη	50-100	1000- 2000	10-20.	3-10.	200- 500	200- 500	1000- 2000	1000- 2000	50-200	500- 1000	3-10.	200- 500	500- 1000
Έντονα ρυπασμένη	100- 500	2000- 1.0%	20-50	10-50.	500- 2500	500- 2500	2000- 1.0%	2000- 10,000	200- 1000	1000- 5000	10-50.	500- 2500	1000- 5000
Ασυνήθιστα έντονα ρυπασμένη	> 500	> 1.0%	> 50	> 50	> 2500	> 2500	>1.0%	>10000	>1000	>5000	> 50	> 2500	> 5000
KB-21	-	-	-	-	*	-	***	*	***	-	**	-	-
KB-22	-	-	-	-	-	-	***	*	***	-	**	-	-
KB-23	-	-	-	-	-	-	***	*	***	-	**	-	-
KB-24	-	-	-	-	-	-	***	*	**	-	**	-	-
KB-25	-	-	-	-	**	-	***	**	***	-	***	-	-
KB-26	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	**	-	-
KB-27	-	-	-	-	***	-	***	*	***	-	-	-	-
KB-28	-	-	-	-	-	-	***	**	***	-	**	-	-
KB-3	-	-	-	-	***	-	***	*	***	-	-	-	-
KB-4	-	-	-	-	***	-	***	**	***	-	***	-	-
KB-5	-	-	-	-	**	-	***	**	***	-	-	-	-
KB-6	-	-	-	-	***	-	***	**	****	-	-	-	-
KB-7	-	-	-	-	*	-	***	*	***	-	**	-	-
KB-8	-	-	-	-	***	-	***	**	****	-	**	-	-
KB-9	-	-	-	-	-	*	***	***	**	-	-	-	-
OI-1	-	-	-	-	***	-	***	**	***	-	**	-	-
OI-10	-	-	-	-	***	-	***	**	***	-	**	-	-
OI-11	-	-	-	-	***	-	***	*	***	-	-	-	-
OI-12	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	***	-	-
OI-13	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	**	-	-
OI-14	-	-	-	*	*	-	***	*	**	-	***	-	-
OI-15	-	-	-	-	***	*	***	-	**	-	-	-	-
OI-16	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	-	-	-
OI-2	-	-	-	-	*	-	***	**	**	-	***	-	-
OI-3	-	-	-	-	*	-	***	*	**	-	-	-	-
OI-4	-	-	-	-	*	-	***	-	**	-	**	-	-
OI-5	-	-	-	-	*	-	***	*	**	-	-	-	-
OI-6	-	-	-	-	**	-	***	*	**	-	**	-	-
OI-7	-	-	-	-	-	-	***	-	**	-	-	-	-
OI-8	-	-	-	-	*	-	***	*	***	-	***	-	-
OI-9	-	-	-	-	-	-	***	*	**	-	**	-	-

Πίνακας Γ.2.16. (συνέχεια)

	As	Ba	Be	Cd	Cr	Cu	Mg	Mn	Ni	Pb	Se	V	Zn
Μη- ρυπασμένη	0-30	0-500	0-5	0-1	0-100	0-100	0-500	0-500	0-20	0-200	0-1	0-100	0-250
Ελαφρά ρυπασμένη	30-50	500- 1000	5-10.	1-3.	100- 200	100- 200	500- 1000	500- 1000	20-50	200- 500	1-3.	100- 200	250- 500
Ρυπασμένη	50-100	1000- 2000	10-20.	3-10.	200- 500	200- 500	1000- 2000	1000- 2000	50-200	500- 1000	3-10.	200- 500	500- 1000
Έντονα ρυπασμένη	100- 500	2000- 1.0%	20-50	10-50.	500- 2500	500- 2500	2000- 1.0%	2000- 10,000	200- 1000	1000- 5000	10-50.	500- 2500	1000- 5000
Ασυνήθιστα έντονα ρυπασμένη	> 500	> 1.0%	> 50	> 50	> 2500	> 2500	>1.0%	>10000	>1000	>5000	> 50	> 2500	> 5000
THE-1	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	-	-	-
THE-2	-	-	-	-	***	-	***	*	***	-	-	-	-
THE-3	-	-	-	-	***	*	***	*	***	-	-	-	-
THE-4	-	-	-	-	***	-	***	*	***	-	-	-	-
THE-5	-	-	-	-	-	-	***	*	**	-	-	-	-
THE-6	*	-	-	-	**	-	***	-	***	-	-	-	-
THE-7	-	-	-	-	***	-	***	*	***	-	**	-	-
THE-8	-	-	-	-	-	-	***	-	*	-	-	-	-
THE-9	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	***	-	-

- = Μη-ρυπασμένη, * = Ελαφρά ρυπασμένη, ** = Ρυπασμένη, *** = Έντονα ρυπασμένη, **** = Ασυνήθιστα έντονα ρυπασμένη

Ένα κριτήριο το οποίο παρουσιάζει το βαθμό επιβάρυνσης των εδαφών (χρησιμοποιήθηκαν τα επιφανειακά εδαφικά δείγματα) από τα διάφορα στοιχεία, είναι τα όρια που έχουν θεσπιστεί για αυτά.

Χρησιμοποιώντας τα όρια τα οποία έχει θεσπίσει η Δανία (δεν υπάρχει αντίστοιχη Εθνική ή Κοινοτική Νομοθεσία) (Πιν. Γ.1.16), διαπιστώνεται ότι:

- Στο As, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνει μόνο 1 δείγμα (THE-6).
- Στο Ba, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνουν 9 δείγματα (AR-6, AR-12, DM-5, OI-1, OI-2, OI-6, OI-8, OI-12, OI-14) τα περισσότερα εκ των οποίων εντοπίζονται στην περιοχή της Οίτης.
- Στο Cd, οι συγκεντρώσεις σε όλες τις περιοχές διαπιστώθηκε ότι είναι ιδιαίτερα χαμηλές και αυτό αποδεικνύεται και από το γεγονός ότι κανένα δείγμα δεν υπερβαίνει τα Ολλανδικά όρια.
- Στο Co, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνουν τα 58 από τα 74 δείγματα, εξ αυτών κανένα δεν υπερβαίνει το όριο παρέμβασης.
- Στο Cr, την τιμή στόχο, την υπερβαίνουν τα 62 από τα 74 δείγματα, εξ αυτών 25 υπερβαίνουν το όριο παρέμβασης, όπου η πλειοψηφία αυτών των δειγμάτων εντοπίζεται στις περιοχές Δαμάστας, Οίτης και Θερμοπυλών.
- Στο Cu, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνουν τα 29 από τα 74 δείγματα, εξ αυτών κανένα δεν υπερβαίνει το όριο παρέμβασης.
- Στο Ni, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνουν, όλα τα δείγματα εκτός του THE-8, εξ αυτών 46 από τα 74 δείγματα υπερβαίνουν και το όριο παρέμβασης.

- Στο Pb, οι συγκεντρώσεις σε όλες τις περιοχές διαπιστώθηκε ότι ήταν ιδιαίτερα χαμηλές και αυτό αποδεικνύεται και από το γεγονός ότι μόνο το δείγμα DM-5 υπερβαίνει, την τιμή του πρώτου ορίου .
- Στον Zn, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνουν 2 δείγματα (DM-5, KB-3).

Χρησιμοποιώντας και τα Αγγλικά όρια Kelly (Πιν. Γ.1.17), παρατηρείται μια αντίστοιχη εικόνα. Πιο αναλυτικά, σοβαρή επιβάρυνση σε Cr, Mg, Ni διαπιστώνεται στα δείγματα που είναι σε γειτονία με τις εμφανίσεις των υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς, καθώς πολλά δείγματα χαρακτηρίζονται από έντονα ρυπασμένα έως ασυνήθιστα έντονα ρυπασμένα. Άξια αναφοράς είναι και η συγκριτικά μέτρια επιβάρυνση που διαπιστώνεται σε Mn και Se, σε αρκετά δείγματα.

Ακριβώς αντίθετη εικόνα έχουμε κατά κανόνα στα στοιχεία As, Ba, Be, Cd, Cu, Pb, V, Zn. Στα 74 επιφανειακά εδαφικά δείγματα που εξετάστηκαν από την περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδος, διαπιστώθηκε ότι στα στοιχεία Ba, Be, Pb, V, Zn όλα τα δείγματα χαρακτηρίζονται σαν μη-ρυπασμένα, ενώ σαν ρυπασμένα χαρακτηρίζονται ελάχιστα δείγματα και πιο συγκεκριμένα σε As 1 δείγμα (THE-6) χαρακτηρίζεται ως ελαφρά ρυπασμένο, σε Cd 1 δείγμα (OI-14) χαρακτηρίζεται ως ελαφρά ρυπασμένο και σε Cu 5 δείγμα (DM-5, KB-1, KB-9, OI-15, THE-3) χαρακτηρίζονται ως ελαφρά ρυπασμένα.

Γ.2.2. ΥΠΟΓΕΙΑ ΨΥΧΡΑ ΝΕΡΑ

Γ.2.2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από την ευρύτερη περιοχή Αρκίτσας - Καμένων Βούρλων - Οίτης συλλέχθηκαν (Εικ. Γ.2.29, Πιν. Γ.2.17) και αναλύθηκαν (Πίν. Γ.2.18, 19) 28 δείγματα ψυχρού νερού. Στα δείγματα της συγκεκριμένης περιοχής υπάρχουν πέντε πιθανοί παράγοντες ρύπανσης, για τους οποίους καταβλήθηκε προσπάθεια να αποσαφηνιστεί αν έχουν επηρεάσει και αν ναι, σε τι βαθμό τα ψυχρά νερά της περιοχής.

Πιο συγκεκριμένα, οι παράγοντες αυτοί είναι: α) εισχώρηση της θάλασσας στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα, β) επιβάρυνση του υπόγειου υδροφόρου λόγω χρήσης λιπασμάτων, γ) ανάμιξη των ψυχρών νερών με τα θερμά της περιοχής, τα οποία είναι εμπλουτισμένα σε διάφορα μεταλλικά στοιχεία και ιχνοστοιχεία, δ) εμπλουτισμός των νερών σε κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία μέσω διαδικασιών διάβρωσης-απόπλυσης των γεωλογικών σχηματισμών.

Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στα δείγματα AR-3-D-WM, AR-4-WM, KB-2-D-WM, KBE-11-WM (επαν. του KB-2-D-WM), τα οποία προέρχονται από γεωτρήσεις που χρησιμοποιούνται για την υδροδότηση των οικισμών (παροδικά ή μόνιμα), χωρίς αυτό να σημαίνει ότι τα υπόλοιπα δείγματα υπολείπονται σπουδαιότητας, καθώς τα περισσότερα χρησιμοποιούνται για άρδευση καλλιεργειών.

Πίνακας Γ.2.17. Θέσεις δειγματοληψίας υπογείων ψυχρών νερών από τις περιοχές της Αν. Στερεάς Ελλάδος.

ΑΡΙΘ. ΔΕΙΓΜ. ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΓΕΩΓΡ. ΣΥΝΤ.	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΤΟΠΩΝΥΜΙΟ	ΗΜΕΡΟΜ ΔΕΙΓΜ.	ΕΙΔΟΣ ΥΔΡΟΣΗΜ.	ΒΑΘΟΣ (m)	ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ	ΣΧΟΛΙΑ
270	AR-1-WM	N38 45.126 E23 02.047	ΑΡΚΙΤΣΑ	ΦΑΝΑΡΙ	12/1/2005	ΠΗΓΑΔΙ	5	ΒΕΡΟΥΣΗΣ ΝΙΚ.	
271	AR-2-D-WM	N38 44.723 E23 01.042	ΑΡΚΙΤΣΑ	ΕΛΙΚΙΑΣ	12/1/2005	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	70	ΒΕΡΟΥΣΗΣ ΝΙΚ.	
272	AR-3-D-WM	N38 44.129 E22 58.402	ΑΡΚΙΤΣΑ	ΒΡΥΣΗ ΜΑΜΑΚΑ	12/4/2005	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	150	ΔΗΜ. ΑΡΚΙΤΣΑΣ	Υδρευση οικισμών (Δήμ. Αρκίτσας)
273	AR-4-WM	N38 44.293 E23 01.742	ΑΡΚΙΤΣΑ	ΑΓΙΑ ΚΥΡΙΑΚΗ	12/4/2005	ΓΕΩΤΡΗΣΗ		ΔΗΜ. ΑΡΚΙΤΣΑΣ	Υδρευση οικισμού (Αρκίτσα)
280	KBE-11-WM (KB-2-D-WM)	N38 46.344 E22 47.098	ΚΑΜ. ΒΟΥΡΛΑ	ΠΑΛΛΑΙΟΒΡΥΣΗ	12/4/2005	ΓΕΩΤΡΗΣΗ		ΔΗΜΟΣ ΚΑΜ. ΒΟΥΡΛΩΝ	Υδρευση Καμ. Βούρλων & Σταθ. μετρ. Ραδονίου
274	KB-2-D*	N38 46.344 E22 47.098	ΚΑΜ. ΒΟΥΡΛΑ	ΠΑΛΛΑΙΟΒΡΥΣΗ	26/10/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ		ΔΗΜΟΣ ΚΑΜ. ΒΟΥΡΛΩΝ	Υδρευση Καμ. Βούρλων & Σταθ. μετρ. Ραδονίου
275	KB-6-WM*	N38 46.676 E22 45.786	ΚΑΜ. ΒΟΥΡΛΑ	ΒΛΑΧΑ	2/12/2004	ΠΗΓΗ			
276	KB-6A-WM*	N38 46.630 E22 45.790	ΚΑΜ. ΒΟΥΡΛΑ	ΒΛΑΧΑ	2/12/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ			
277	KB-7-WM*	N38 46.877 E22 48.686	ΚΑΜ. ΒΟΥΡΛΑ	ΑΣΠΡΟΝΕΡΙΟΥ	2/12/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ			
278	KB-8-WM*	N38 46.563 E22 47.205	ΚΑΜ. ΒΟΥΡΛΑ	ΑΓΩΓΟΣ ΚΡΥΑΣ	2/12/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ			
279	KB-9-WM*	N38 46.649 E22 47.366	ΚΑΜ. ΒΟΥΡΛΑ	ΤΡΑΝΟΥ ΡΕΜΑΤΟΣ	2/12/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ			
281	KB-102-W	N38 46.014 E22 45.030	ΚΑΜ. ΒΟΥΡΛΑ	ΠΡΟΣ ΚΑΡΝΑ	2/4/2008	ΠΗΓΗ			
282	KB-103-W	N38 46.442 E22 45.506	ΚΑΜ. ΒΟΥΡΛΑ	ΠΡΟΣ ΚΑΡΝΑ	2/4/2008	ΠΗΓΗ			
283	KB-104-W	N38 45.326 E22 42.067	ΚΑΜ. ΒΟΥΡΛΑ	ΠΡΟΣ ΚΟΜΝΗΝΑ	3/4/2008	ΠΗΓΗ			
287	DM-10-W	N38 46.458 E22 28.058	ΔΑΜΑΣΤΑ		8/12/2008	ΠΗΓΗ			
284	DM-1-WM*	N38 46.424 E22 28.441	ΔΑΜΑΣΤΑ	ΜΟΝΗ ΔΑΜΑΣΤΑΣ	2/12/2004	ΠΗΓΗ		ΜΟΝΗ ΔΑΜΑΣΤΑΣ	
285	DM-2-WM*	N38 46.392 E22 28.446	ΔΑΜΑΣΤΑ	ΜΟΝΗ ΔΑΜΑΣΤΑΣ	2/12/2004	ΠΗΓΗ			
286	DM-3-WM*	N38 47.799 E22 30.889	ΔΑΜΑΣΤΑ	ΜΟΝΗ ΔΑΜΑΣΤΑΣ	2/12/2004	ΠΗΓΗ			
288	OI-1-WM*	N38 44.337 E22 24.174	ΟΙΤΗ		2/12/2004	ΠΗΓΗ			
289	OI-2-WM*	N38 44.299 E22 24.211	ΟΙΤΗ		2/12/2004	ΠΗΓΗ			
290	OI-10-W	N38 44.337 E22 24.174	ΟΙΤΗ	ΕΙΣΟΔΟΣ ΧΩΡΙΟΥ	8/12/2007	ΠΗΓΗ(?)			
291	OI-11-W	N38 44.508 E22 23.520	ΟΙΤΗ		14/4/2008	ΠΗΓΗ			Πότισμα ζώων
293	OI-13-W	N38 45.790 E22 27.340	ΟΙΤΗ	ΕΛΕΥΘΕΡΟΧΩΡΙ	14/4/2008	ΠΗΓΗ(?)			
294	OI-14-W	N38 46.769 E22 29.141	ΔΑΜΑΣΤΑ	ΜΟΝΗ ΔΑΜΑΣΤΑΣ	14/4/2008	ΠΗΓΗ(?)			
295	OI-15-W	N38 43.089 E22 24.237	ΟΙΤΗ	ΑΠΟΣΤΟΛΙΑ	14/4/2008	ΠΗΓΗ(?)			Πότισμα ζώων
296	SK-1-WM* (OI-12-WM)	N38 44.692 E22 26.822	ΣΚΑΜΝΟΣ	ΤΡΑΝΗ ΠΗΓΗ	2/12/2004	ΠΗΓΗ			
292	OI-12-W	N38 44.692 E22 26.822	ΣΚΑΜΝΟΣ	ΤΡΑΝΗ ΒΡΥΣΗ	14/4/2008	ΠΗΓΗ			
297	THE-10-W	N38 46.802 E22 35.147	ΘΕΡΜΟΠΥΛΕΣ	ΑΝΑΒΡΑ	15/4/2008	ΠΗΓΗ			Πότισμα ζώων

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες είναι σε WGS84, Lat/Lon hdddmm.mmm'

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Τα δείγματα τα οποία έχουν κατάληξη -W συλλέχθηκαν στα πλαίσια της διδακτορικής διατριβής

Γ.2.2.3. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Πίνακας Γ.2.18. Χημικές αναλύσεις και φυσικές παράμετροι των ψυχρών υπογείων υδάτων από την περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδος.

(Οι παρούσες χημικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης (AAS) φλογοφωτομετρία, φασφατομετρία & τιτλοδότηση, τα δεδομένα με πλάγια γραφή ελήφθησαν με φασματοσκοπία πλάσματος (ICP-MS) και αναφέρονται και στον παρόν πίνακα, χάρη πληρότητας.)

	Cd μg/L	Co μg/L	Cr μg/L	Mn μg/L	Pb μg/L	Ni μg/L	Fe μg/L	Zn μg/L	Na mg/L	K mg/L	Mg mg/L	Ca mg/L	PO ₄ mg/L	NO ₃ mg/L	SO ₄ mg/L	Cl mg/L	HCO ₃ mg/L	T °C	pH	Eh mV	TDS g/lt	CND mS/cm	
AR-1-WM	<0,003	1	0,4	270	<0,05	1	9	22	350	11	53,7	42	0,42	15,4	145	326	576	15,3	7,66		1,13	2,27	
AR-2-D-WM	<0,003	2	0,1	24	0,1	<0,1	12	23	70	4	75,5	29	0,16	3,5	22	184	314	17	7,99		0,47	0,96	
AR-3-D-WM	1	1	5	1	0,5	0,3	4	16	21	3	47,9	82	0,14	36,5	17	32	390	19,4	7,1		0,44	0,88	
AR-4-WM	1	<0,02	1,8	0,7	0,2	0,5	6	22	49	3	30,7	46	0,46	7,3	14	90	220	22,5	7,5		0,355	0,72	
KB-2-D-WM	<0,003	0,8	0,4	3	0,2	3	12	4	330	11	36,4	74	0,05	4,0	28	118	280	20,2	7,18		0,62	1,27	
KB-6-WM	0,1	0,5	0,5	0,4	0,2	3	4	3	580	15	46	78	0,1	11,9	48	222	344	18,9	7,5		0,48	1,26	
KB-6A-WM	0,1	<0,02	0,6	0,3	0,1	3	2	3	560	14	45,2	80	0,11	8,8	47	282	305	18,6	7,34		0,67	1,46	
KB-7-WM	0,1	<0,02	0,2	0,2	0,5	1	2	4	78	10	38,8	60	0,05	11,9	3,5	9,2	295	15,3	7,66		0,22	0,53	
KB-8-WM	<0,003	0,1	0,3	0,4	0,5	0,2	11	2	32	25	32,5	74	0,06	7,5	2	7,5	414	13,6	7,66		0,21	0,5	
KB-9-WM	0,1	<0,02	0,3	1	0,2	7	3	11	35	15	57	73	0,12	7,5	2	14	604	15,2	7,07		0,31	0,7	
KBE-11-WM	<0,003	1	0,6	1	<0,05	0,6	4	2	63	4	31,4	60	0,04	5,3	29	98	185	18,3	7,36		0,44	0,89	
KB-102-W	<0,05	<0,09	<4	<10	<0,4	2	<100	<16	7,8	0,2	33,7	111	0,235	2,2	33	8,24	370	13,6	7,24		0,48	0,98	
KB-103-W	<0,05	<0,09	<4	<10	<0,4	2	<100	<16	19,9	1,0	22,9	98	0,143	0,6	41,5	17,05	289	13,4	7,55		0,41	0,83	
KB-104-W	<0,05	<0,09	6	<10	0,4	6	<100	<16	30,3	5,4	87,7	57	0,592	1,4	63,2	16,93	428	15,3	7,37	-23	0,45	0,91	
DM-1-WM	<0,003	0,1	0,9	0,5	0,1	0,5	13	3	50	11	16,5	61	0,07	5,7	23	5,2	211	12,3	7,63		0,15	0,29	
DM-2-WM	0,1	<0,02	1	0,5	<0,05	0,2	17	10	45	9	8,8	62	0,04	6,2	22	4,9	210	12,4	7,9		0,14	0,28	
DM-3-WM	<0,003	<0,02	0,4	0,5	0,1	0,2	24	3	51	13	14,5	74	0,13	4,8	28	5	245	10,9	7,39		0,2	0,39	
DM-10-W	<0,05	<0,09	<4	<10	0,6	2	<100	19	6,3	0,8	11,7	77	0,3	0,1	30,8	4,87	120		7,01	-6	0,24	0,45	
OI-1-WM	<0,003	0,2	2	0,8	<0,05	0,9	25	6	56	24	15,7	91	0,41	9,7	21	6,4	390	14	7,17		0,27	0,6	
OI-2-WM	0,1	0,1	1	0,5	<0,05	1	22	3	65	12	11,3	98	0,11	7,5	21	6,1	306	12,4	7,25		0,29	0,58	
OI-10-W	<0,05	<0,09	<4	<10	<0,4	1	<100	<16	1,9	0,5	5,89	60	0,263	0,1	10,3	2,21	131		7,57	-37	0,18	0,33	
OI-11-W	<0,05	<0,09	<4	<10	<0,4	5	<100	<16	5,6	0,3	31	109	0,263	0,5	22,4	3,77	368	13,3	7,45	-38	0,4	0,82	
OI-12-W	<0,05	<0,09	<4	<10	<0,4	3	<100	<16	29,8	4,4	4,40	134	0,342	2,8	20,3	23,92	255	14,7	7,27	-26	0,45	0,9	
OI-13-W	0,06	<0,09	<4	<10	0,5	3	<100	<16	5,3	1,0	13,5	83	0,783	0,4	25	11,34	216	12,4	7,37	-35	0,27	0,56	
OI-14-W	<0,05	<0,09	<4	<10	0,5	2	<100	<16	4,6	0,8	6,88	62	0,892	0,4	28,8	9,1	180	11	8,1	-74	0,18	0,38	
OI-15-W	0,09	<0,09	<4	<10	0,4	2	<100	<16	1,7	0,4	4,85	59	0,243	0,6	11,4	12,83	163	12,8	8,2	-80	0,17	0,34	
SK-1-WM	<0,003	0,1	2	0,5	0,1	2	1	2	68	16	6	100	0,2	27,3	15	11,6	240	14,2	7,37		0,34	0,68	
THE-10-W	<0,05	0,12	17	<10	0,6	2	<100	<16	8,0	3,1	30,6	84	0,411	6,3	37,5	1,05	270	14,4	7,45	-39	0,33	0,67	
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ				50			200		200			100			250				6,5-9,5			2,5	
ΑΝΩΤΑΤΟ	5		50		10	20								50									

ΣΗΜ. =με έντονο χρώμα είναι σημειωμένες οι τιμές που υπερβαίνουν τα όρια που θεσπίζονται βάση της Οδηγίας 98/83/ΕΚ

Πίνακας Γ.2.19. Χημικές αναλύσεις ψυχρών νερών. [Οι παρούσες χημικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με φασματοσκοπία πλάσματος (ICP-MS)]

	AR-2-D-WM	AR-3-D-WM	KB-2-D-WM	KB-9-WM	KB-102-W	KB-103-W	KB-104-W	DM-10-W	OI-1-WM	OI-10-W	OI-11-W	OI-12-W	OI-13-W	OI-14-W	OI-15-W	THE-10-W
Ag µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05					<0,05							
Al µg/L	7	7	10	6	<100	<100	<100	<100	5	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
As µg/L	0,8	2,5	3,4	10,9	<1000	<1000	<1000	<1000	0,5	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000
Au µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05					<0,05							
B µg/L	350	20	48	<20					<20							
Ba µg/L	180	53	19	39	18	29	44	45	129	11	180	37	5	41	9	22
Be µg/L					<0,11	<0,11	<0,11	<0,11		<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
Br µg/L	580	130	330	43					23							
Ca µg/L	33400	103100	73400	83100	111500	97800	57000	77000	104800	60300	109300	134400	82600	61900	58800	84400
Cd µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	0,09	<0,05
Ce µg/L	0,05	0,05	0,1	0,04	<0,24	<0,24	<0,24	<0,24	0,04	<0,24	<0,24	<0,24	<0,24	<0,24	<0,24	<0,24
Cl mg/L	190	38	110	19					12							
Co µg/L	0,05	0,13	0,11	0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	0,13	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	0,12
Cr µg/L	<0,5	5,2	<0,5	<0,5	<4	<4	6	<4	1,7	<4	<4	<4	<4	<4	<4	17
Cs µg/L	1,3	1,7	4,3	0,2	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,01	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
Cu µg/L	3,8	2	1	2,3	2	2	4	6	0,5	7	<2	<2	3	<2	<2	<2
Fe µg/L	190	460	340	360	<100	<100	<100	<100	460	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Ga µg/L					<0,4	<0,4	<0,4	<0,4		<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Ge µg/L					<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Hg µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1					<0,1							
K µg/L	2270	910	1650	347	228,7	1036,8	5391,1	799,8	10796	468,1	261,9	4382,7	1032,7	754,2	406,6	3058,0
La µg/L	0,05	0,04	0,12	0,02	<0,58	<0,58	<0,58	<0,58	0,04	1,21	<0,58	<0,58	1,17	<0,58	<0,58	<0,58
Li µg/L	103	5,6	5,4	2,9	2,3	18,6	8,4	2,0	1,6	1,4	2,5	0,6	6,4	2,2	1,2	2,4
Lu µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Mg µg/L	85168	54000	31871	55646	33707	22933	87664	11680	13051	5892	30634	4404	13528	6884	4847	30616
Mn µg/L	24,77	1,3	0,25	0,46	<10	<10	<10	<10	0,38	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Mo µg/L	2,5	0,2	12,9	2,7	<5	<5	<5	<5	0,4	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Na µg/L	78500	18000	69700	8390	7800	19900	30300	6280	3910	1930	5560	29800	5320	4560	1720	8020
Nb µg/L					<0,3	<0,3	<0,3	<0,3		<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Ni µg/L	<0,2	<0,2	2,4	3,7	2,4	2,3	5,6	2,2	2,4	1,5	4,9	3,1	2,7	1,5	1,5	2,2
P µg/L	39	68	31	33	<1000	<1000	<1000	<1000	160	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000
Pb µg/L	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,4	<0,4	0,4	0,6	0,1	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	0,5	0,4	0,6
Rb µg/L	2,6	1,4	2,3	0,2	0,1	0,3	0,6	0,5	2,2	0,4	0,3	0,5	0,6	0,5	0,4	1,3
S mg/L	6	5	5	<1	4,5	6,8	13,8	8	3	2,4	3,9	3,7	4,8	5,9	2,1	8
Sb µg/L	<0,5	<0,5	0,2	0,3	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,05	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Se µg/L	4	1	3	1					<5							
Si µg/L	10900	9400	5040	13620	8520	5640	15630	6580	7480	3040	11000	4200	5860	5020	2690	8870
Sn µg/L	0,3	0,1	0,2	0,1	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	0,1	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
Sr µg/L	905	184	151	81	112	645	234	176	175	182	241	135	145	118	165	280
Ta µg/L					<0,03	<0,03	<0,03	<0,03		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Ti µg/L					<1000	<1000	<1000	<1000		<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000
Tl µg/L	<0,01	<0,01	0,5	1	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,01	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13
U µg/L	2,4	1,3	17	45	0,5	0,4	1	0,5	0,4	0,1	0,4	0,5	0,3	0,3	0,1	0,2
V µg/L	2,9	3	1,3	2,9	3,6	<1,3	4,3	<1,3	2,3	<1,3	8,9	<1,3	<1,3	<1,3	<1,3	2,3
W µg/L	0,12	0,04	0,05	0,08					0,03							
Y µg/L	0,02	0,01	<0,01	0,01	0,03	0,02	0,04	0,05	0,01	<0,008	0,03	0,01	0,02	0,02	<0,008	<0,008
Zn µg/L	22	25	7	9	<16	<16	<16	19	2	<16	<16	<16	<16	<16	<16	<16

Στο πίνακα δεν αναφέρονται οι μετρήσεις Zr (<0,02 µg/L), που πραγματοποιήθηκαν σε όλα τα δείγματα που αναλύθηκαν στο ACME, καθώς σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις ήταν <LDL, αντίστοιχα το ίδιο ισχύει για όλα τα δείγματα που αναλύθηκαν στο NHM, για τα στοιχεία Pr (<0,004 µg/L), Nd (<0,016 µg/L), Sm (<0,012 µg/L), Eu (<0,002 µg/L), Gd (<0,011 µg/L), Tb (<0,002 µg/L), Dy (<0,003 µg/L), Ho (<0,003 µg/L), Er (<0,006 µg/L), Tm (<0,003 µg/L), Yb (<0,015 µg/L)

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Γ.2.2.4.1. Γενικά περιγραφικά στατιστικά (descriptive statistics)

Πίνακας Γ.2.20. Υπολογισμός περιγραφικών στατιστικών.

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Διάμεσος	Ελάχιστο	Μέγιστο	Πλήθος
Cd (μg/L)	0,3	0,4	0,1	0,06	1	10
Co (μg/L)	0,6	0,6	0,4	0,1	2	12
Cr (μg/L)	2,1	4	0,6	0,1	17	19
Mn (μg/L)	18	65	0,5	0,2	270	17
Pb (μg/L)	0,3	0,2	0,3	0,1	0,6	18
Ni (μg/L)	2	1,6	1,5	0,2	6,5	27
Fe (μg/L)	10	8	9	0,8	25	17
Zn (μg/L)	9	8	3,7	2	23	18
Na (mg/L)	94	158	40	2	580	28
K (mg/L)	8	7	5	0,2	25	28
Mg (mg/L)	29	22	31	4	87,7	28
Ca (mg/L)	76	23	74	29	134	28
PO₄ (mg/L)	0,25	0,22	0,18	0,04	0,9	28
NO₃ (mg/L)	7	8	5,5	0,1	36,5	28
SO₄ (mg/L)	29	27	23	2	145	28
Cl (mg/L)	55	90	11	1	326	28
HCO₃ (mg/L)	300	120	285	120	604	28
T (°C)	15	3	14,3	10,9	22,5	26
pH	7,5	0,3	7,4	7	8,2	28
Eh (mV)	-40	23	-37	-80	-6	9
TDS (g/lt)	0,4	0,2	0,3	0,14	1,1	28
CND (mS/cm)	0,7	0,4	0,7	0,3	2,3	28

Γ.2.2.4.2. Ανάλυση συσχέτισης (correlation analysis)

Πίνακας Γ.2.21. Υπολογισμός συντελεστών συσχέτισης.

	Cd	Co	Cr	Mn	Pb	Ni	Fe	Zn	Na	K	Mg	Ca	PO ₄	NO ₃	SO ₄	Cl	HCO ₃	T	pH	Eh	TDS	CND	
Cd	1,00																						
Co	0,11	1,00																					
Cr	0,12	-0,02	1,00																				
Mn	-0,08	0,37	-0,07	1,00																			
Pb	0,20	-0,11	0,38	-0,19	1,00																		
Ni	-0,25	-0,33	0,07	-0,12	0,03	1,00																	
Fe	0,01	0,19	-0,11	0,09	-0,36	-0,49	1,00																
Zn	0,49	0,54	-0,08	0,45	0,06	-0,29	0,20	1,00															
Na	-0,06	0,25	-0,13	0,32	-0,19	0,10	0,06	0,08	1,00														
K	-0,12	-0,01	-0,08	0,08	-0,15	-0,10	0,60	-0,01	0,38	1,00													
Mg	0,12	0,51	0,19	0,26	0,09	0,33	-0,10	0,36	0,32	0,09	1,00												
Ca	-0,14	-0,44	0,03	-0,33	-0,22	0,34	-0,14	-0,51	-0,11	0,02	-0,40	1,00											
PO₄	0,01	-0,21	0,18	0,13	0,35	0,20	-0,31	-0,05	-0,25	-0,37	-0,08	-0,04	1,00										
NO₃	0,54	0,30	0,19	0,20	0,05	-0,24	0,09	0,31	0,20	0,35	0,16	0,04	-0,25	1,00									
SO₄	-0,18	0,27	0,10	0,84	-0,18	0,07	-0,02	0,24	0,48	-0,02	0,36	-0,20	0,24	0,06	1,00								
Cl	0,03	0,56	-0,15	0,62	-0,23	-0,05	0,02	0,41	0,84	0,18	0,49	-0,36	-0,11	0,19	0,66	1,00							
HCO₃	0,04	0,21	0,07	0,47	-0,14	0,40	0,12	0,23	0,24	0,44	0,66	0,02	-0,08	0,32	0,39	0,32	1,00						
T	0,58	0,45	0,07	0,03	0,03	0,01	-0,16	0,49	0,49	0,00	0,49	-0,25	-0,22	0,34	0,07	0,55	0,12	1,00					
pH	-0,17	0,11	-0,13	0,15	0,06	-0,37	-0,04	-0,04	-0,07	-0,18	-0,10	-0,52	0,14	-0,24	0,03	0,09	-0,26	-0,30	1,00				
Eh	-0,51	0,01	0,11	-	-0,04	0,44	-	0,54	0,45	0,40	0,33	0,35	-0,22	0,09	0,38	0,01	0,22	0,75	-0,98	1,00			
TDS	0,01	0,49	-0,01	0,74	-0,29	0,16	-0,10	0,33	0,62	0,04	0,53	-0,06	0,00	0,24	0,80	0,82	0,54	0,47	-0,19	0,54	1,00		
CND	0,00	0,48	-0,02	0,70	-0,27	0,19	-0,10	0,30	0,70	0,11	0,56	-0,05	-0,03	0,26	0,78	0,85	0,57	0,50	-0,18	0,49	0,99	1,00	

* = Οι ισχυροί συντελεστές συσχέτισης ($r > 0,75$), όπου είναι και άξιοι ιδιαίτερου σχολιασμού, είναι σημειωμένοι με έντονο χρώμα.

Στον πίνακα Γ.2.21 γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν μετά την επεξεργασία των χημικών αναλύσεων, με την μέθοδο της ανάλυσης συσχέτισης.

Εξετάζοντας τον πίνακα Γ.2.21, τα συστατικά που συνδέονται μεταξύ τους με ισχυρούς συντελεστές συσχέτισης και έχουν φυσική έννοια είναι:

- i) **το Na με το Cl:** συσχέτιση που οφείλεται στην παρουσία θαλασσινού νερού, το οποίο έχει επηρεάσει κυρίως την σύσταση του νερού σε παράκτιες περιοχές,
- ii) **το TDS και το CND με τα Mn, SO₄, Cl:** οι συσχετίσεις αυτές υποδηλώνουν ουσιαστικά ότι τα Mn, SO₄, Cl, αποτελούν την κύρια μάζα των ιόντων στα νερά που αναλύθηκαν.

Γ.2.2.5. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Γ.2.2.5.1. Σκληρότητα (Hardness)

Πίνακας Γ.2.24. Χαρακτηρισμός σκληρότητας των δειγμάτων (σε ισοδύναμο CaCO₃ σε mg/L).

	Ολική Σκληρότητα (H _T)	Μόνιμη Σκληρότητα (H)	Χαρακτηρισμός κατά Sawyer – McCarty	Χαρακτηρισμός κατά Hem
AR-1-WM	325,17	-	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AR-2-D-WM	382,05	68,05	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AR-3-D-WM	401,39	11,39	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AR-4-WM	240,87	20,87	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
KBE-11-WM	278,74	93,74	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
KB-2-D-WM	334,24	54,24	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
KB-6-WM	383,6	39,6	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
KB-6A-WM	385,32	80,32	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
KB-7-WM	309,08	14,08	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
KB-8-WM	318,25	-	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
KB-9-WM	416,2	-	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
DM-1-WM	220,15	9,15	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
DM-2-WM	191,08	-	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
DM-3-WM	244,45	-	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
SK-1-WM	274,6	34,6	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
OI-1-WM	291,87	-	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
OI-2-WM	291,33	-	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
KB-102-W	416,9	46,9	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
KB-103-W	338,6	49,6	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
KB-104-W	502,0	74,0	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
THE-10-W	336,5	66,5	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
DM-10-W	240,5	120,5	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
OI-10-W	174,8	43,8	Σκληρό	Σκληρό
OI-11-W	398,9	30,9	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
OI-12-W	354,0	99,0	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
OI-13-W	262,0	46,0	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
OI-14-W	183,0	3,0	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
OI-15-W	166,9	3,9	Σκληρό	Σκληρό

Σχεδόν όλα τα δείγματα της συγκεκριμένης περιοχής χαρακτηρίζονται όπως φαίνεται και στον πίνακα Γ.2.24, σύμφωνα με τον Hem (1970) σαν πολύ σκληρά, δηλαδή με $H_t > 180 \text{ mg/L CaCO}_3$, εκτός από τα OI-10-W και OI-15-W, που χαρακτηρίζονται ως σκληρά. Χρησιμοποιώντας την ταξινόμηση των Sawyer - McCarty (1967) χαρακτηρίζονται σαν σκληρά και πολύ σκληρά, (τιμή διάκρισης $H_t = 300 \text{ mg/L CaCO}_3$), χωρίς κανένα όμως να παρουσιάζει τιμή μικρότερη ή ίση με 80 mg/L CaCO_3 , όπου είναι το όριο για να χαρακτηριστεί ένα νερό κατάλληλο για οικιακή χρήση (Καλλέργης, 1986).

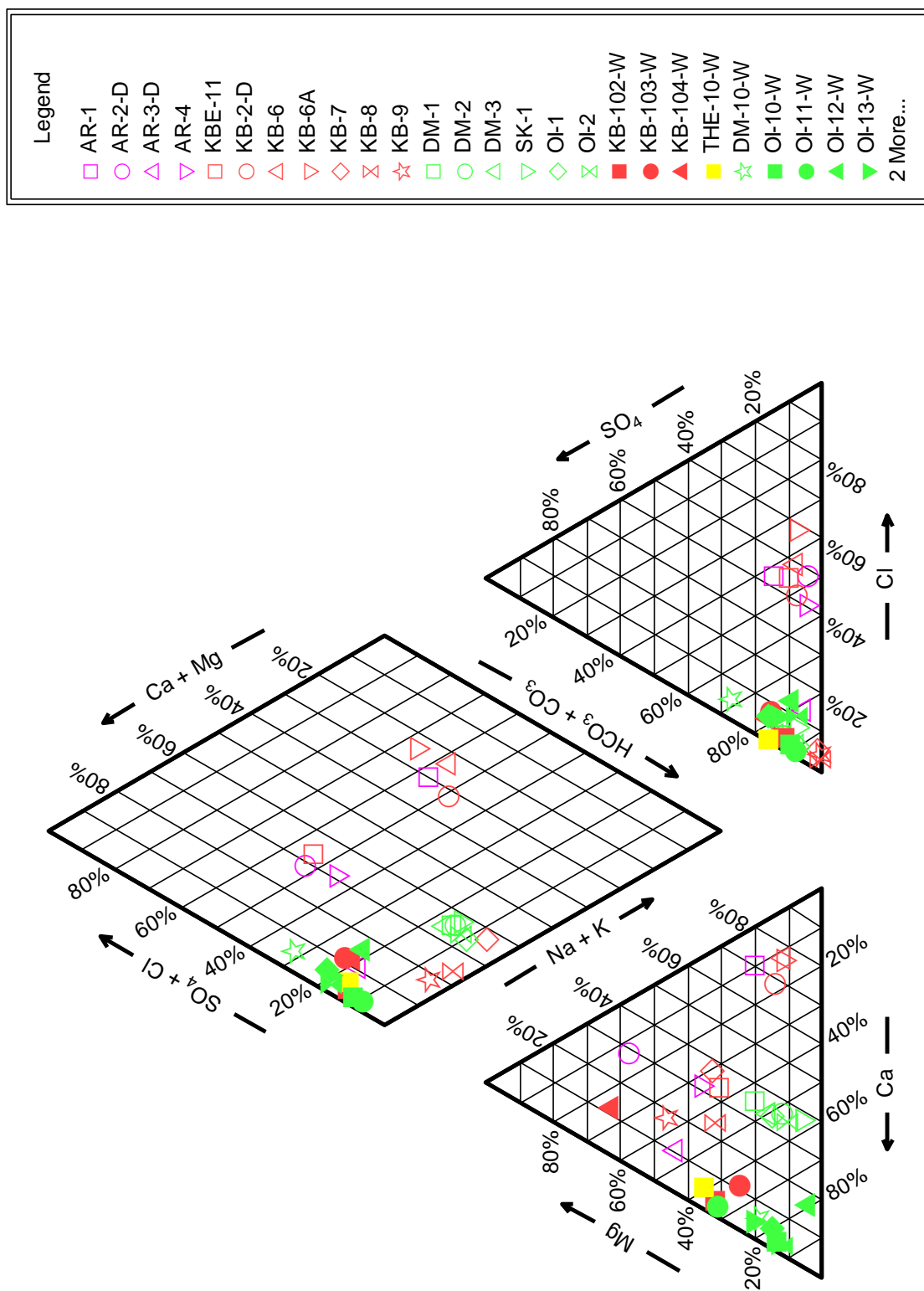
Γ.2.2.5.2. Δείκτης Κορεσμού (Saturation Index)

Πίνακας Γ.2.27. Υπολογισμός του Δείκτη Κορεσμού(S.I.) για τα ορυκτά ασβεστίτης, Αραγωνίτης και ερμηνεία.

Δείγμα	Ασβεστίτης		Αραγωνίτης	
	S.I.	Σχολιασμός	S.I.	Σχολιασμός
AR-1-WM	0,47	Υπέρκορο	0,30	Υπέρκορο
AR-2-D-WM	0,47	Υπέρκορο	0,31	Υπέρκορο
AR-3-D-WM	0,12	Υπέρκορο	-0,05	Σχ. Κορεσμένο
AR-4-WM	0,13	Υπέρκορο	-0,03	Σχ. Κορεσμένο
KBE-11-WM	-0,05	Σχ. Κορεσμένο	-0,21	Ακόρεστο
KB-2-D-WM	-0,01	Σχ. Κορεσμένο	-0,17	Ακόρεστο
KB-6-WM	0,39	Υπέρκορο	0,23	Υπέρκορο
KB-6A-WM	0,17	Υπέρκορο	0,01	Σχ. Κορεσμένο
KB-7-WM	0,43	Υπέρκορο	0,26	Υπέρκορο
KB-8-WM	0,64	Υπέρκορο	0,47	Υπέρκορο
KB-9-WM	0,15	Υπέρκορο	-0,01	Σχ. Κορεσμένο
DM-1-WM	0,24	Υπέρκορο	0,07	Σχ. Κορεσμένο
DM-2-WM	0,54	Υπέρκορο	0,37	Υπέρκορο
DM-3-WM	0,10	Υπέρκορο	-0,06	Σχ. Κορεσμένο
SK-1-WM	0,24	Υπέρκορο	0,08	Σχ. Κορεσμένο
OI-1-WM	0,18	Υπέρκορο	0,01	Σχ. Κορεσμένο
OI-2-WM	0,17	Υπέρκορο	0,01	Σχ. Κορεσμένο
KB-102-W	0,31	Υπέρκορο	0,14	Υπέρκορο
KB-103-W	0,49	Υπέρκορο	0,32	Υπέρκορο
KB-104-W	0,22	Υπέρκορο	0,06	Σχ. Κορεσμένο
THE-10-W	0,31	Υπέρκορο	0,14	Υπέρκορο
DM-10-W	-0,39	Ακόρεστο	-0,55	Ακόρεστο
OI-10-W	0,18	Υπέρκορο	0,02	Σχ. Κορεσμένο
OI-11-W	0,53	Υπέρκορο	0,36	Υπέρκορο
OI-12-W	0,29	Υπέρκορο	0,12	Υπέρκορο
OI-13-W	0,11	Υπέρκορο	-0,06	Σχ. Κορεσμένο
OI-14-W	0,67	Υπέρκορο	0,50	Υπέρκορο
OI-15-W	0,74	Υπέρκορο	0,57	Υπέρκορο

Γ.2.2.6. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Γ.2.2.6.1. Τριγραμμικά διαγράμματα (Piper diagrams)



Εικόνα Γ.2.30 Απεικόνιση σε διάγραμμα Piper των χημικών αναλύσεων των υγρών νερών από την ευρύτερη περιοχή Αρκίτσας-Καμένων Βούρλων-Οίτης.

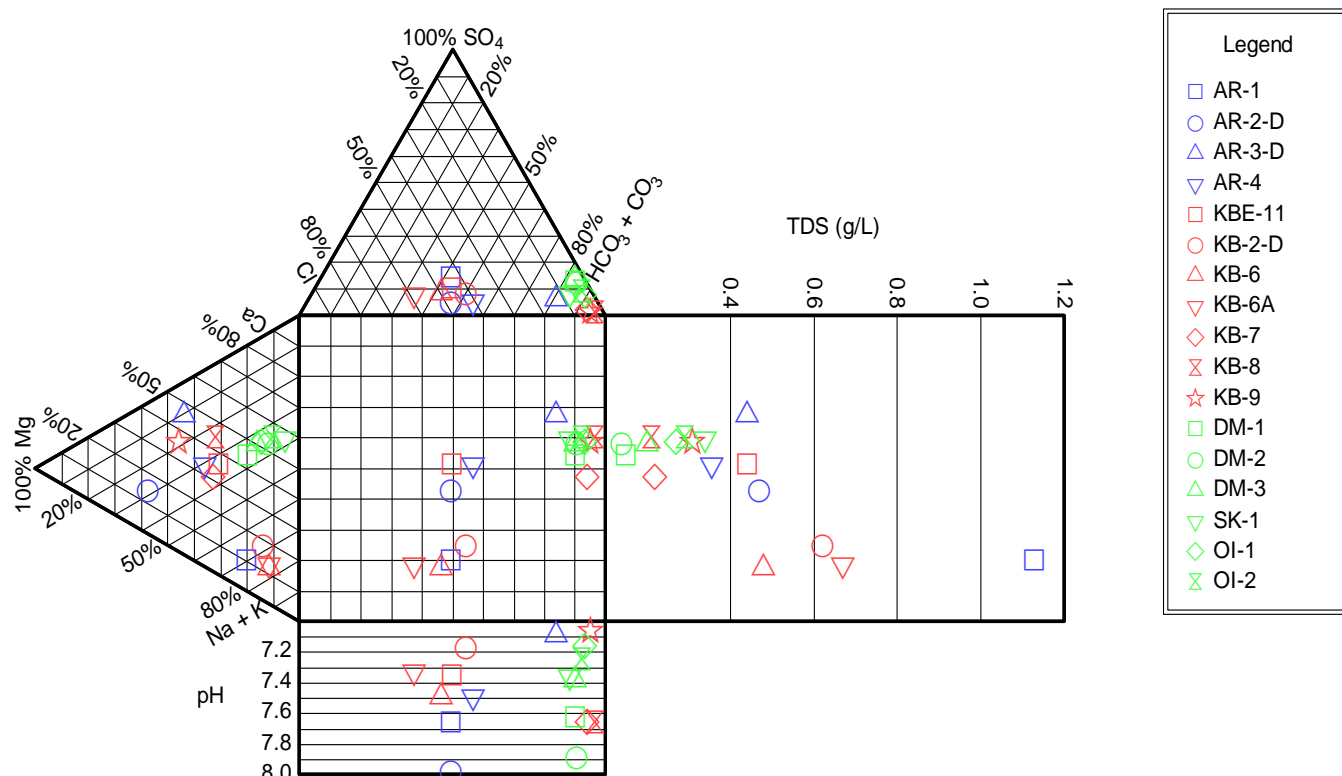
Πίνακας Γ.2.28. Χημικός τύπος των δειγμάτων νερού.

Δείγμα	Χημικός τύπος	Δείγμα	Χημικός τύπος
AR-1-WM	Na-Cl	KB-7-WM	Na-HCO ₃
AR-2-D-WM	Mg-Cl	KB-8-WM	Ca-HCO ₃
AR-3-D-WM	Ca-HCO ₃	KB-9-WM	Mg-HCO ₃
AR-4-WM	Mg-HCO ₃	KB-102-W	Ca-HCO ₃
DM-1-WM	Ca-HCO ₃	KB-103-W	Ca-HCO ₃
DM-2-WM	Ca-HCO ₃	KB-104-W	Mg-HCO ₃
DM-3-WM	Ca-HCO ₃	THE-10-W	Ca-HCO ₃
SK-1-WM	Ca-HCO ₃	DM-10-W	Ca-HCO ₃
OI-1-WM	Ca-HCO ₃	OI-10-W	Ca-HCO ₃
OI-2-WM	Ca-HCO ₃	OI-11-W	Ca-HCO ₃
KBE-11-WM	Ca-Cl	OI-12-W	Ca-HCO ₃
KB-2-D-WM	Na-HCO ₃	OI-13-W	Ca-HCO ₃
KB-6-WM	Na-Cl	OI-14-W	Ca-HCO ₃
KB-6A-WM	Na-Cl	OI-15-W	Ca-HCO ₃

Εξετάζοντας το διάγραμμα Piper (Εικ. Γ.2.30), στο οποίο προβάλλονται τα ψυχρά δείγματα νερού από την ευρύτερη περιοχή Αρκίτσας – Καμένων Βούρλων – Οίτης και με την βοήθεια του πίνακα Γ.2.28, στον οποίο παρουσιάζονται οι χημικοί τύποι των νερών, διαπιστώνεται ότι τα δείγματα των περιοχών της Οίτης – Δαμάστας – Σκαμνού, αλλά και Θερμοπυλών, ομαδοποιούνται στο διάγραμμα Piper και χαρακτηρίζονται ως ασβεστούχα – οξυανθρακικά (Ca-HCO₃). Προχωρώντας στην περιοχή της Αρκίτσας στα δείγματα AR-1-WM, AR-2-D-WM τα οποία εντοπίζονται κοντά στην θάλασσα, έχουμε επικράτηση των χλωριόντων, παρουσιάζοντας χημικό τύπο και τα δύο χλωριούχο, όπου συμπληρώνεται με το νατριούχο και μαγνησιούχο χαρακτήρα αντίστοιχα. Στα δείγματα AR-3-WM, AR-4-WM από την περιοχή της Αρκίτσας τα οποία εντοπίζονται σε αισθητά μεγαλύτερη απόσταση από την θάλασσα, έχουμε εξάλειψη του χλωριούχου χαρακτήρα και επικράτηση και για τα δυο του οξυανθρακικού (Ca-HCO₃, Mg-HCO₃, αντίστοιχα). Όσον αφορά τα δείγματα από την περιοχή των Καμένων Βούρλων, από το διάγραμμα Piper φαίνεται ότι για τα KB-6-WM, KB-6A-WM, KBE-11 που βρίσκονται κοντά στην θάλασσα, έχουμε επικράτηση του χλωριούχου χαρακτήρα, ενώ για τα δείγματα KB-2-D-WM, KB-7-WM, KB-8-WM, KB-9-WM, KB-102-W, KB-103-W, KB-104-W έχουμε επικράτηση του οξυανθρακικού χαρακτήρα. Τέλος, άξιο επισήμανσης είναι το γεγονός ότι ενώ τα δείγματα από τις περιοχές Δαμάστας, Οίτης και Σκαμνού, στο διάγραμμα Piper προβάλλονται και στα τρία τμήματα του σε πολύ κοντινές αποστάσεις μεταξύ τους, κάτι παρόμοιο δεν παρατηρείται για τα δείγματα από τις περιοχές της Αρκίτσας και των Καμένων Βούρλων.

Αυτή η διαφοροποίηση φαίνεται να συνδέεται με την απόσταση των δειγμάτων από την θάλασσα και με την μεταβολή του χημικού τύπου συγκεκριμένων δειγμάτων από χλωριούχο σε οξυανθρακικό.

Γ.2.2.6.2. Διάγραμμα Durov



Εικόνα Γ.2.31. Απεικόνιση σε διάγραμμα Durov των χημικών αναλύσεων των ψυχρών νερών από την ευρύτερη περιοχή Ακρίτας-Καμένων Βούρλων-Οίτης.

Από τα διαγράμματα Durov (Εικ. Γ.2.31), επαληθεύονται οι παρατηρήσεις που επισημάνθηκαν και στο διάγραμμα Piper (Εικ. Γ.2.30). Τα δείγματα των περιοχών της Οίτης - Μονής Δαμάστας – Σταμνού (σύμβολα πράσινου χρώματος), ομαδοποιούνται στο κεντρικό τετράγωνο, στο τρίγωνο Mg – Ca – (Na+K), αλλά και στο τρίγωνο Cl – SO₄ – HCO₃.

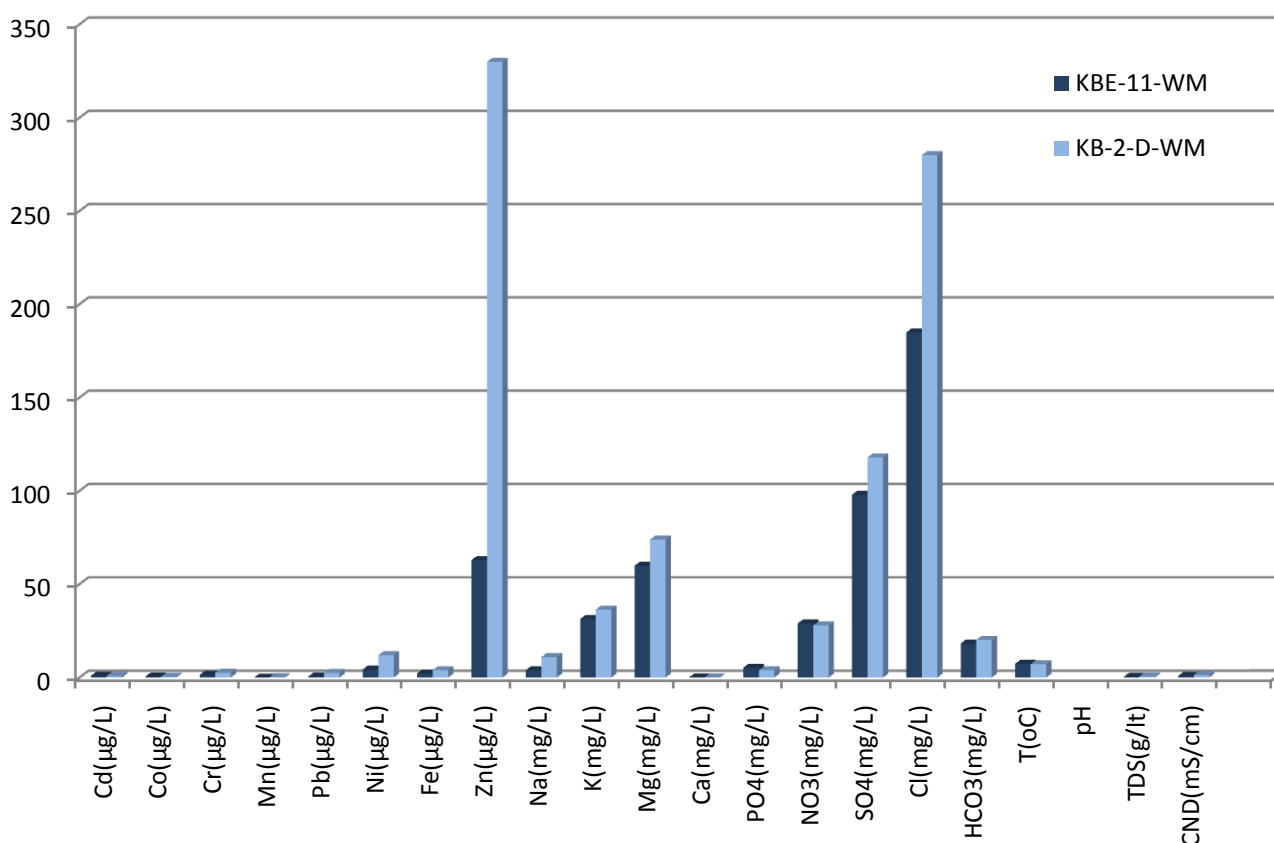
Γ.2.2.7. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΠΕΡΙΟΔΩΝ ΥΨΗΛΗΣ & ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ

Σε κάποιες επιλεγμένες θέσεις πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία κατά την περίοδο χαμηλής και κατά την περίοδο υψηλής στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα, έτσι ώστε να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο περιόδων, με σκοπό να εντοπίσουν πιθανές διαφοροποιήσεις και το εύρος αυτών.

Στα ψυχρά δείγματα νερού από την ευρύτερη περιοχή Αρκίτας – Καμένων Βούρλων – Οίτης επιλέχθηκε ένα δείγμα για αυτό τον σκοπό, όπου είναι το KB-2-D-WM και αντίστοιχα η επανάληψη του KBE-11-WM.

Όπως φαίνεται από τις χημικές αναλύσεις (Πίν. Γ.2.18), αλλά και πιο παραστατικά από το διάγραμμα της εικόνας Γ.2.32, διαπιστώνεται ότι χημικές

παράμετροι όπως Mn, Ni, Fe, Zn, Na, K, Mg, Ca, PO₄, Cl, HCO₃ παρουσιάζουν συνήθως αισθητή μείωση των τιμών τους με την άνοδο του υδροφόρου ορίζοντα, ενώ στα ανιόντα NO₃, SO₄ το αντίθετο. Σχετικά με το NO₃, SO₄ τα οποία ως πηγή προέλευσης έχουν τα λιπάσματα, η συμπεριφορά τους οφείλεται στην εποχιακή χρήση λιπασμάτων πλούσια στα συγκεκριμένα συστατικά. Όσον αφορά τις υπόλοιπες χημικές παραμέτρους, όπου πηγή τους είναι κυρίως οι διάφοροι γεωλογικοί σχηματισμοί, εκτός από τα PO₄ όπου οφείλονται σε λιπάσματα και το Cl που οφείλεται στην θάλασσα, η συμπεριφορά τους ερμηνεύεται αν ληφθεί υπόψη ότι όλα αυτά τα συστατικά βρίσκονται μέσα στους διάφορους γεωλογικούς σχηματισμούς στους οποίους αναπτύσσεται-χρησιμοποιεί κατά την κίνηση του το νερό του συγκεκριμένου υδροφόρου ορίζοντα, όπου μέσω διαδικασιών διάλυσης εμπλουτίζεται στα συγκεκριμένα στοιχεία. Είναι λογικό να υπάρχει μείωση των συγκεντρώσεων των στοιχείων αυτών την περίοδο της υψηλής στάθμης, καθώς κατά την περίοδο αύξησης της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα έχουμε ουσιαστικά και αύξηση του όγκου του διαλύματος-νερού μέσα στο οποίο είναι διαλυμένη αρχικά μια συγκεκριμένη συγκέντρωση των στοιχείων αυτών, όποτε συντελείται ένα φαινόμενο αραιώσεως.

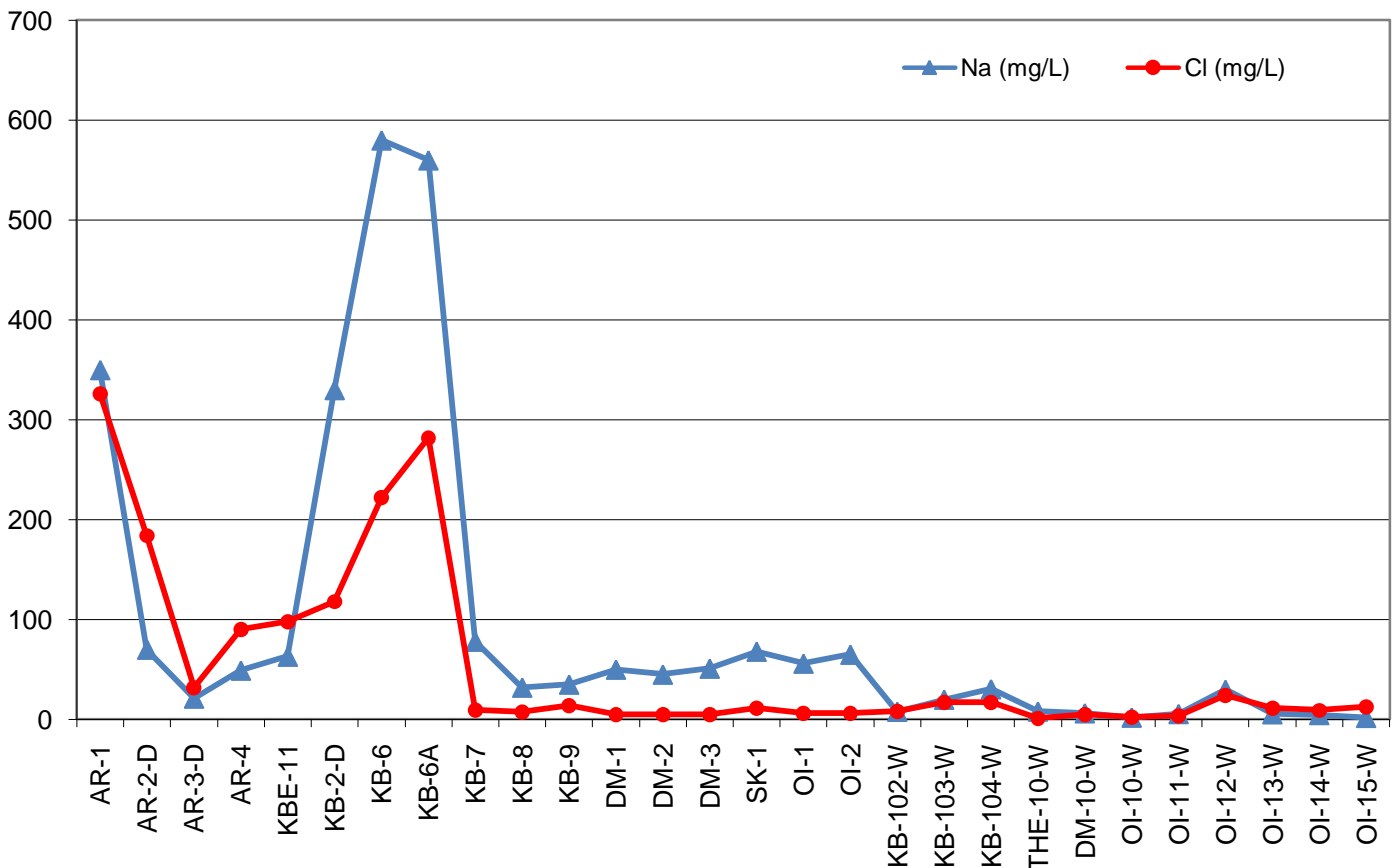


Εικόνα Γ.2.32. Ραβδόγραμμα συγκεντρώσεων των χημικών αναλύσεων και των φυσικών παραμέτρων των δειγμάτων στα οποία έγινε δειγματοληψία κατά τις περιόδους χαμηλής και υψηλής στάθμης.

Γ.2.2.8. ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ ΝΕΡΩΝ – ΧΑΡΤΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ

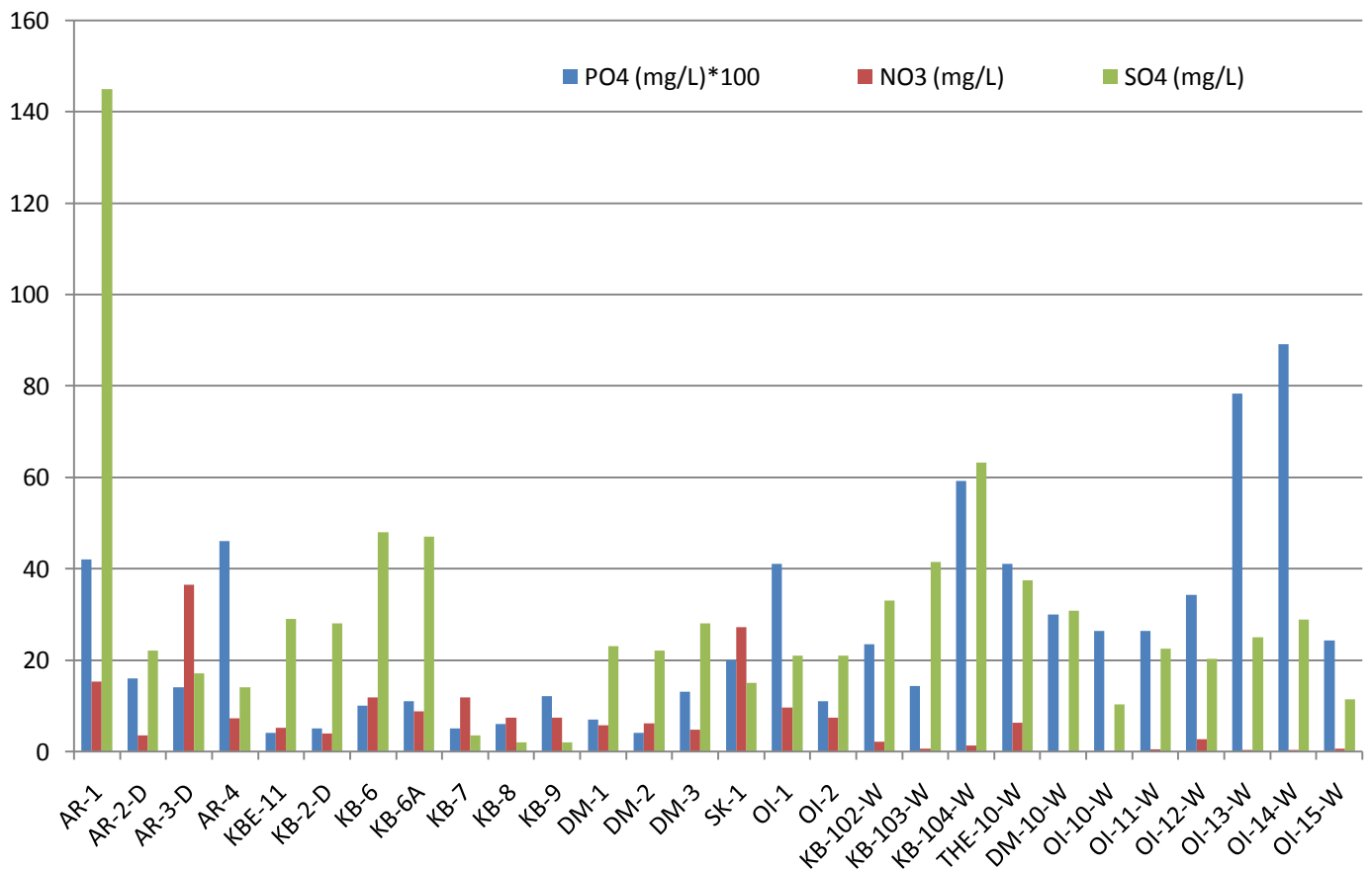
Τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων προβάλλονται στον χάρτη της περιοχής με σκοπό να ανιχνευθεί η πιθανή σχέση της συγκέντρωσης των διαφόρων στοιχείων με τους γεωλογικούς και άλλους παράγοντες.

Από τους χάρτες Γ.2.17 και Γ.2.18, αλλά και όπως φαίνεται από το διάγραμμα της εικόνας Γ.2.33, παρατηρείται ότι οι συγκεντρώσεις Na και Cl συµμεταβάλλονται σε ικανοποιητικό βαθμό. Γεγονός που επαληθεύεται και από την correlation analysis καθώς παρουσιάζουν συντελεστή συσχέτισης 0,81 (Κεφ. Γ.2.2.4.2). Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις Na και Cl τοποθετούνται στην περιοχή της Αρκίτσας, στα δείγματα AR-1-WM, AR-2-D-WM και στην περιοχή των Καμένων Βούρλων στα δείγματα KB-6-WM, KB-6-A-WM, KB-2-D-WM. Όλα τα προαναφερθέντα δείγματα εντοπίζονται σε πολύ μικρή απόσταση από την θάλασσα. Είναι πιθανή η επίδραση θαλασσινού νερού στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα και η υποβάθμιση του στις συγκεκριμένες θέσεις.



Εικόνα Γ.2.33. Λογαριθμικό διάγραμμα συγκεντρώσεων Na, Cl, στα ψυχρά νερά της ευρύτερης περιοχής Αρκίτσας-Καμένων Βούρλων-Οίτης.

Σχετικά με τα ανιόντα NO_3 , SO_4 , PO_4 , μελετώντας τους χάρτες Γ.2.19-21 και το διάγραμμα της εικόνας Γ.2.304, διαπιστώνεται ότι παρουσιάζουν αυξημένες συγκεντρώσεις σε περιοχές που υπάρχει έντονη αγροτική δραστηριότητα, σε αντίθεση με τις πιο ορεινές, όπως η Οίτη, τα Καμένα Βούρλα, η Δαμάστα, όπου οι συγκεντρώσεις είναι ιδιαίτερα περιορισμένες. Αίτιο παρουσίας αυτών των συστατικών είναι η χρήση λιπασμάτων, στις διάφορες καλλιέργειες. Οι διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται ανά θέσεις, οφείλονται στο βαθμό χρήσης των αντίστοιχων λιπασμάτων. Παρόλα αυτά όμως, παρατηρούνται και κάποιες εξάρσεις υψηλών συγκεντρώσεων NO_3 σε ορισμένα δείγματα, όπως στα δείγματα AR-1-WM, AR-3-D-WM, SK-1-WM. Αυτή η αύξηση των NO_3 , οφείλεται εν μέρει και στα οικιστικά λύματα, καθώς όλα τα δείγματα που παρουσιάζουν αυτό το φαινόμενο εντοπίζονται εντός ή κοντά σε οικισμούς χωρίς αποχετευτικό δίκτυο.



Εικόνα Γ.2.34. Διάγραμμα συγκεντρώσεων NO_3 , SO_4 , PO_4 , στα ψυχρά νερά της ευρύτερης περιοχής Αρκίτσας-Καμένων Βούρλων-Οίτης.

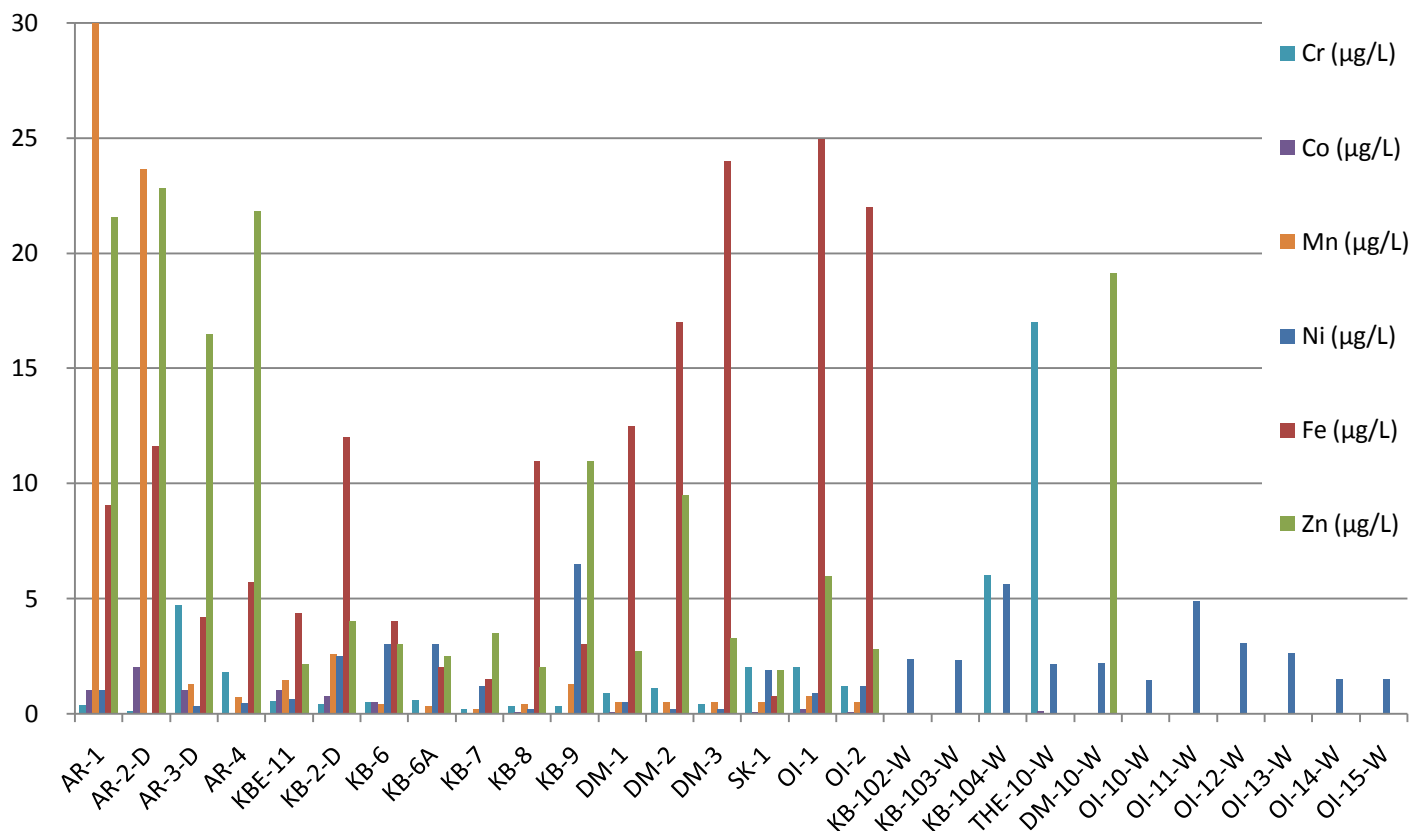
Προχωρώντας στα ιχνοστοιχεία και εξετάζοντας τους χάρτες Γ.2.22-27, αλλά και το διάγραμμα της εικόνας Γ.2.35, διαπιστώνεται πως σε κάποια δείγματα παρατηρούνται αξιοσημείωτα αυξημένες συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων. Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός

ότι στην περιοχή δεν έχουμε ανθρωπογενείς δραστηριότητες που να δικαιολογούν την ύπαρξη αυτών των συγκεντρώσεων, σαν αποτέλεσμα τους, συμπεραίνεται ότι αίτιο της ύπαρξης αυτών των αυξημένων τιμών των συγκεντρώσεων των ιχνοστοιχείων, δεν πρέπει να είναι άλλο από την γεωλογία. Πιο συγκεκριμένα, κάποια από τα πετρώματα που εντοπίζονται στην περιοχή και περιέχουν αυτά τα ιχνοστοιχεία, μέσω διαδικασιών αποσάθρωσης, εμπλουτίζουν τα νερά.

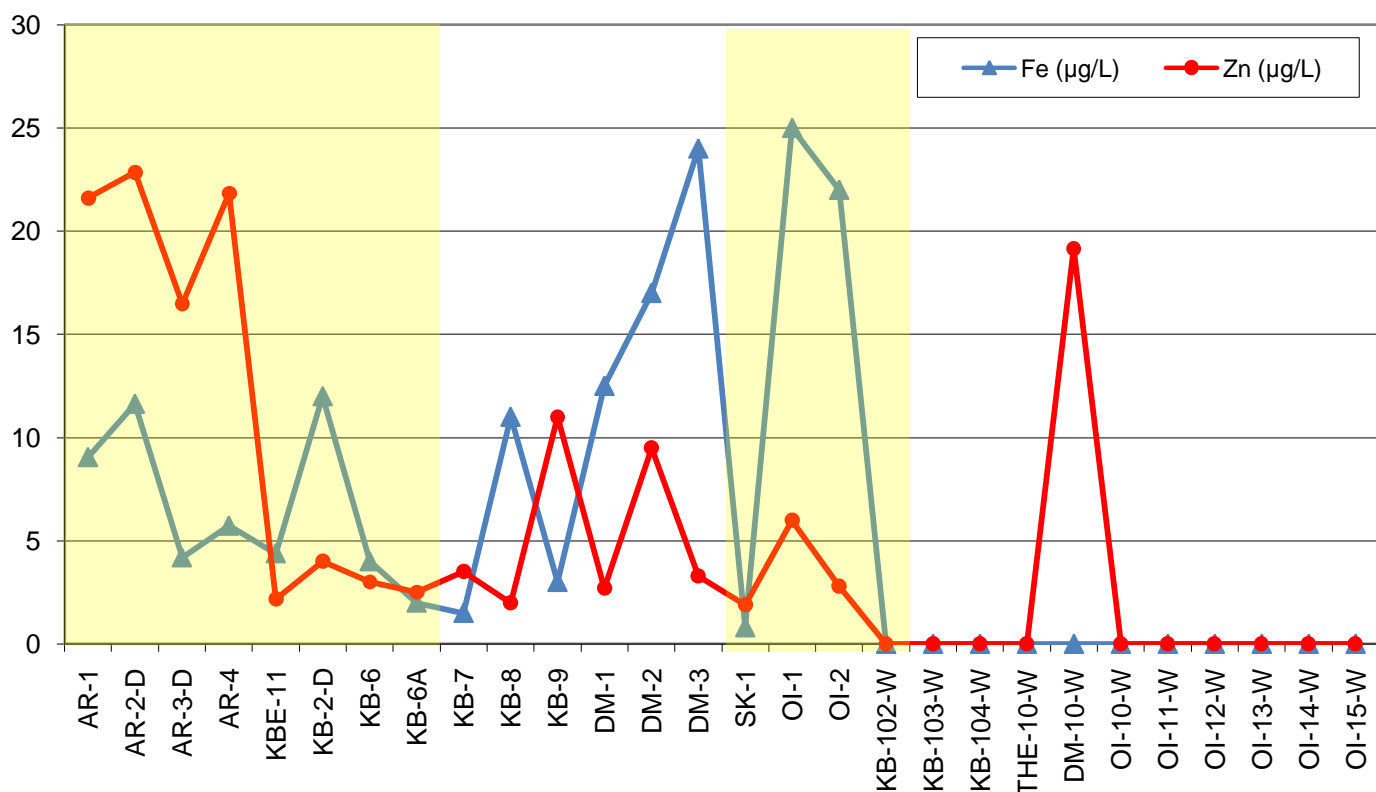
Εξετάζοντας προσεχτικά τους χάρτες κατανομής, διαπιστώνεται ότι οι αυξημένες συγκεντρώσεις παρουσιάζονται σε δείγματα που εντοπίζονται, είτε εντός εμφανίσεων υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς, είτε κυρίως εντός Μεταλλικών σχηματισμών που έχουν δημιουργηθεί από την αποσάθρωση και διάβρωση των υπερβασικών πετρωμάτων της οφ. σειράς.

Όσον αφορά τους Μεταλλικούς σχηματισμούς, συνήθως εντοπίζονται σε κοντινή απόσταση από τις εμφανίσεις των υπερβασικών πετρωμάτων της οφ. σειράς, π.χ. Καμένα Βούρλα, αλλά υπάρχουν και περιπτώσεις όπου τα υπερβασικά πετρώματα έχουν διαβρωθεί τελείως, προσφέροντας υλικό στους Μεταλλικούς σχηματισμούς. Λόγω όμως της ύπαρξης πολλές φορές των στρωματογραφικών υποκείμενων τους μας δίνεται η δυνατότητα να γνωρίζουμε ότι υπήρχαν σε συγκεκριμένες περιοχές π.χ. Αρκίτσας. Ακόμη, υπάρχουν περιπτώσεις που τα υπερβασικά πετρώματα βρίσκονται κάτω από τους Μεταλλικούς σχηματισμούς, χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της περίπτωσης αποτελεί η παράκτια ζώνη των Καμένων Βούρλων, όπου βάσει γεωφυσικών διασκοπίσεων και γεωτρητικών ερευνών (Orphanos & Sfetsos, 1975) είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε ότι σε βάθος κυμαινόμενο μεταξύ 90-250m έχουμε ασβεστόλιθους και πετρώματα της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης με οφιολίθους.

Από τα ιχνοστοιχεία που εξετάστηκαν, (διάγραμμα εικόνας Γ.2.35), διαπιστώνεται πως δεν υπάρχει κάποια αξιόλογη συμμεταβολή των συγκεντρώσεων κάποιου ζεύγους ή ομάδας ιχνοστοιχείων, πλην αυτής του Fe-Zn. Ιδιαίτερα μάλιστα, στα δείγματα που προβάλλονται στις γραμμοσκιασμένες περιοχές του διαγράμματος της εικόνας Γ.2.35, όπου εντοπίζονται από τις περιοχές της Αρκίτσας, του Σκαμνού, της Οίτης και ένας περιορισμένος αριθμός δειγμάτων από την περιοχή των Καμένων Βούρλων (Εικ. Γ.2.36).



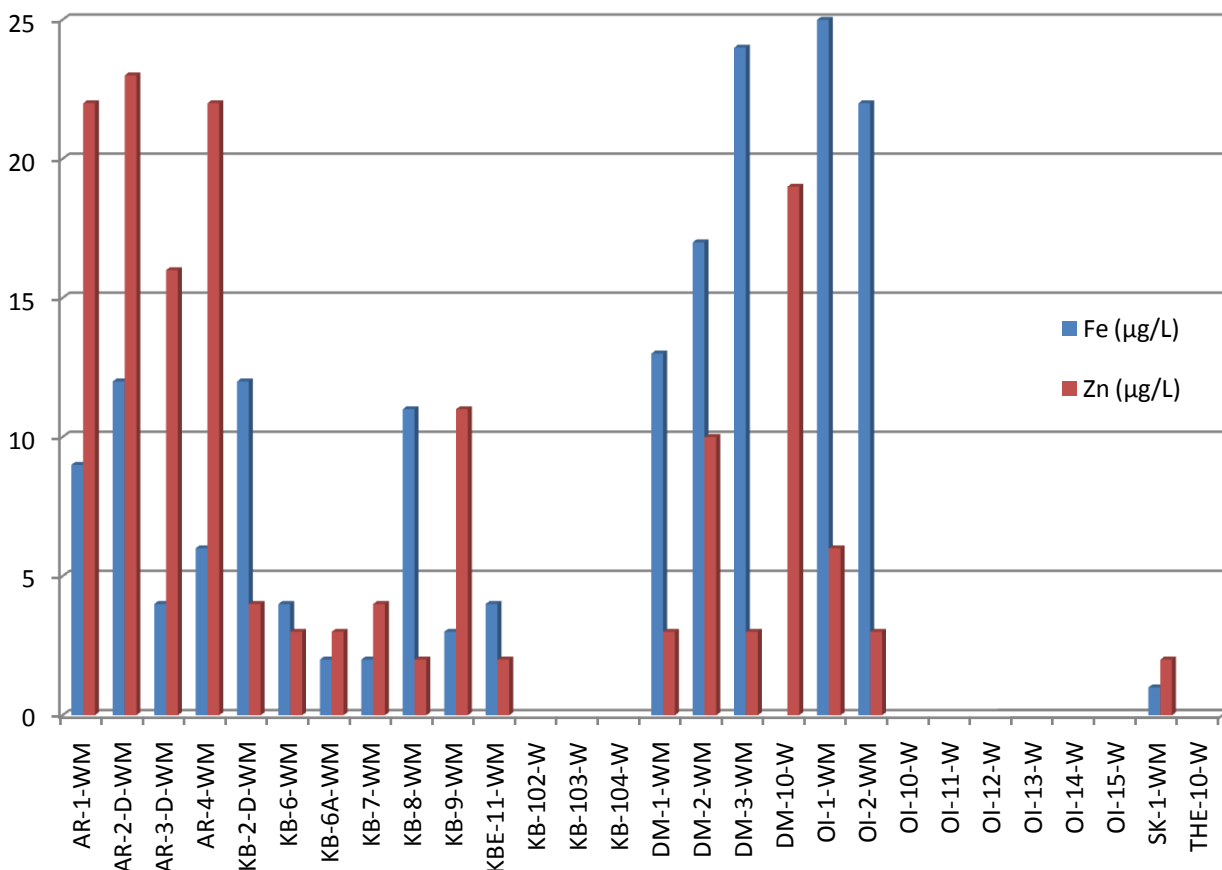
Εικόνα Γ.2.35. Διάγραμμα συγκεντρώσεων Co, Cr, Mn, Ni, Fe, Zn, στα ψυχρά νερά της ευρύτερης περιοχής Αρκίτσας-Καμένων Βούρλων-Οίτης.



Εικόνα Γ.2.36. Διάγραμμα συγκεντρώσεων Fe, Zn, στα ψυχρά νερά της ευρύτερης περιοχής Αρκίτσας-Καμένων Βούρλων-Οίτης.

Αναλυτικότερα, εξετάζοντας κάθε ιχνοστοιχείο ξεχωριστά από αυτό το ζεύγος και ξεκινώντας από τον Fe, όπως φαίνεται και από το διάγραμμα της εικόνας Γ.2.37 και τον χάρτη Γ.2.22, οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις παρουσιάζονται στα δείγματα από την περιοχή της Δαμάστας και της Οίτης. Χαρακτηριστικό είναι πως όλα τα δείγματα από τις δύο αυτές περιοχές παρουσιάζουν ιδιαίτερα αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων, με μεγαλύτερη στο OI-1-WM που φτάνει τα 25 µg/L. Αντίθετα, στις άλλες περιοχές αν και σε όλα τα δείγματα έχουμε παρουσία συγκεντρώσεων Fe (συνήθως κάτω των 5µg/L), μόνο ελάχιστα δείγματα ξεπερνούν την τιμή των 10 µg/L.

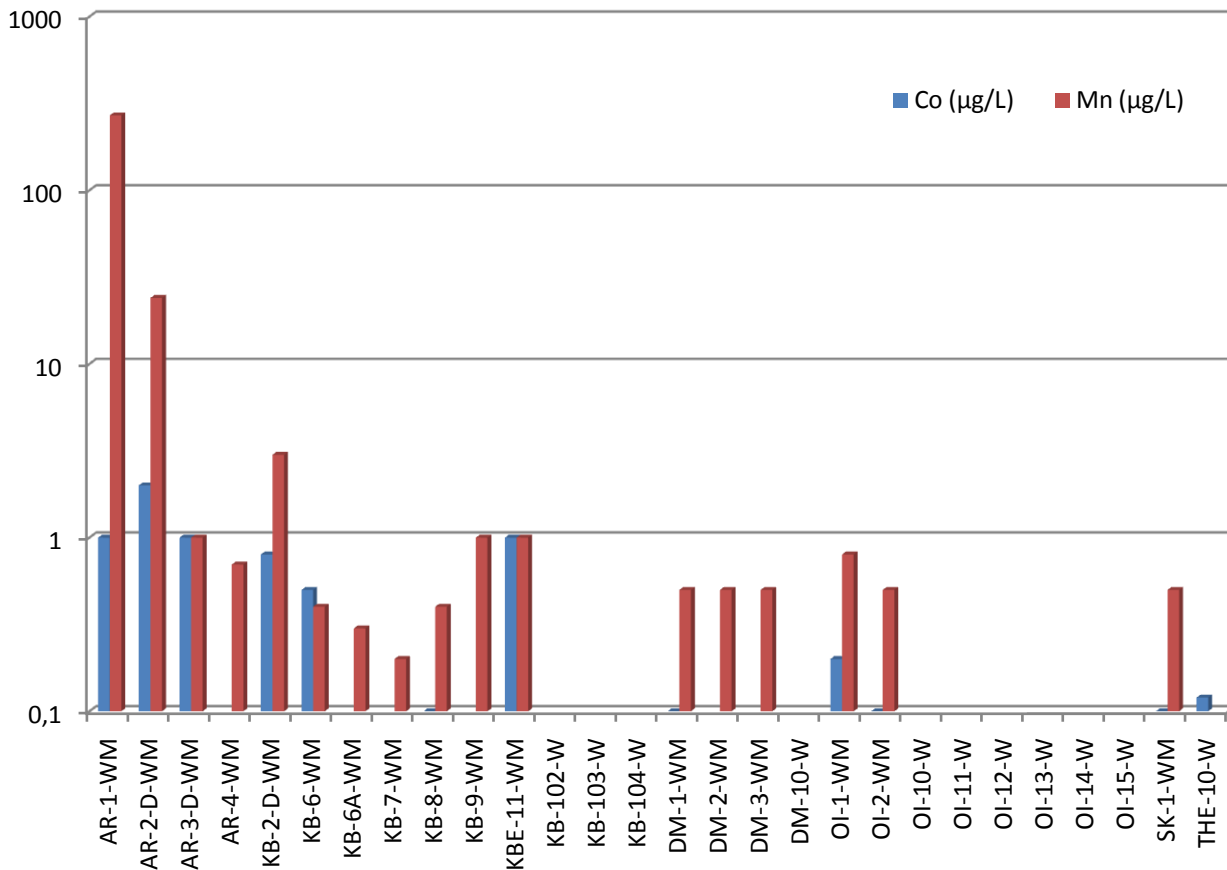
Όσον αφορά τον Zn, από το διάγραμμα της εικόνας Γ.2.37 και τον χάρτη Γ.2.23, φαίνεται ότι αυξημένες συγκεντρώσεις παρατηρούνται σε όλα τα δείγματα από την περιοχή της Αρκίτσας, που κυμαίνονται από 16 έως 23 µg/L. Αντίθετα, οι συγκεντρώσεις των δειγμάτων όλων των άλλων περιοχών στην συντριπτική πλειοψηφία τους είναι κάτω από τα 5 µg/L, με μόνες εξαιρέσεις τα δείγματα DM-2-WM, OI-1-WM και το δείγμα KB-9-WM που φτάνουν ως 11µg/L.



Εικόνα Γ.2.37. Διάγραμμα συγκεντρώσεων Fe και Zn, στα ψυχρά νερά της ευρύτερης περιοχής Αρκίτσας-Καμένων Βούρλων-Οίτης.

Προχωρώντας στο Co, από τον χάρτη Γ.2.24 και το διάγραμμα της εικόνας Γ.2.38, διαπιστώνεται πως παρουσία Co εκδηλώνεται σε κάποια δείγματα από τις περιοχές τις Αρκίτσας και των Καμένων Βούρλων με ιδιαίτερα χαμηλές τιμές συγκέντρωσης. Τόσο χαμηλές που προσεγγίζουν τα κατώτατα όρια ανιχνευσιμότητας της μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση τους.

Σχετικά με το Mn από τον χάρτη Γ.2.25 και το διάγραμμα της εικόνας Γ.2.38 γίνεται αντιληπτό ότι αυξημένες συγκεντρώσεις παρουσιάζουν τα δύο πρώτα δείγματα από την περιοχή της Αρκίτσας, δηλαδή το AR-1-WM και το AR-2-D-WM που φτάνουν στα 270 µg/L. Όλα τα άλλα δείγματα παρουσιάζουν πολύ μικρές τιμές συγκεντρώσεων.

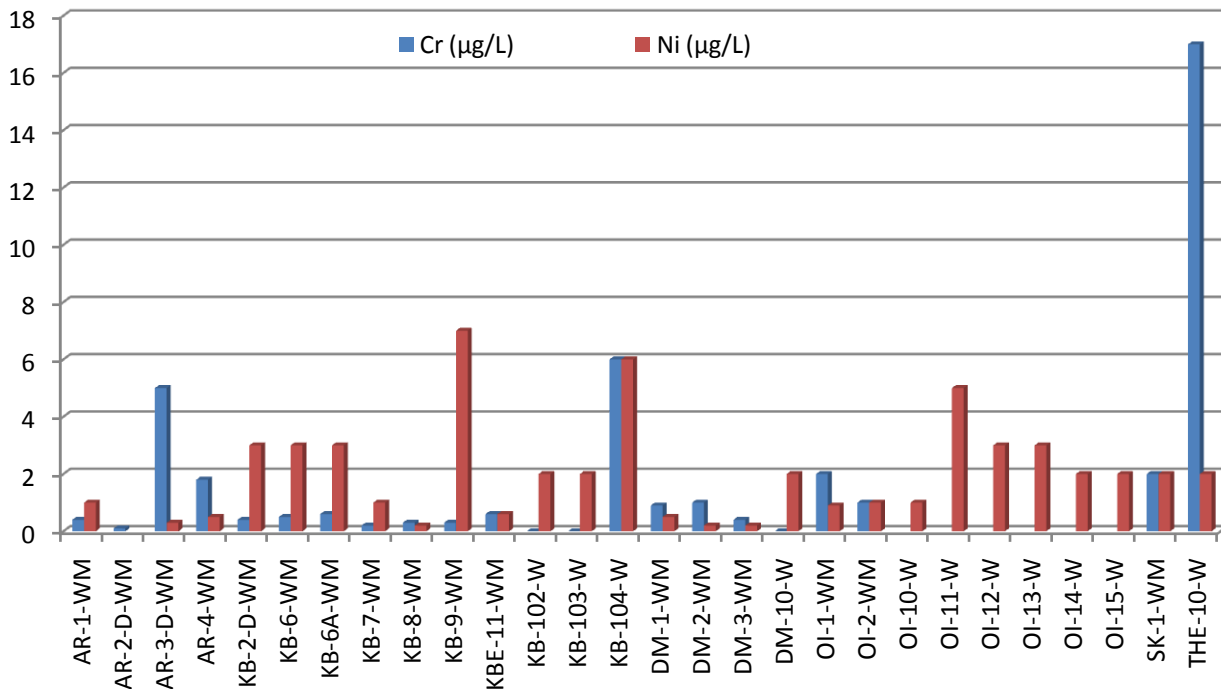


Εικόνα Γ.2.38. Λογαριθμικό διάγραμμα συγκεντρώσεων Co και Mn, στα ψυχρά νερά της ευρύτερης περιοχής Αρκίτσας-Καμένων Βούρλων-Οίτης.

Επόμενο ιχνοστοιχείο που παρουσιάζει ενδιαφέρον η κατανομή του είναι το Cr (Εικ. Γ.2.39, Χαρ. Γ.2.26). Τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις και εδώ τις συναντάμε στα δείγματα από την περιοχή της Αρκίτσας. Πιο συγκεκριμένα, στα δείγματα AR-3-D-WM και AR-4-WM τα οποία είναι δείγματα που εντοπίζονται νότια της Αρκίτσας και βρίσκονται σε πολύ μικρή απόσταση από τις εμφανίσεις Τριαδικών-Αν. Ιουρασικών ανθρακικών πετρωμάτων, τα οποία στρωματογραφικά είναι η βάση της Σχιστοκερατολιθικής διάπλασης με οφιολίθους (που η απουσία της πιθανόν να οφείλεται στην διάβρωση της). Τα υπόλοιπα δείγματα από την περιοχή της Αρκίτσας που είναι σε μεγάλη απόσταση από αυτούς τους σχηματισμούς, αναπτύσσονται πάνω σε μεταλλικούς σχηματισμούς και παρουσιάζουν μηδενικές συγκεντρώσεις Cr. Μικρότερες συγκεντρώσεις συναντάμε βέβαια και σε σποραδικά δείγματα από την περιοχή των Καμένων Βούρλων και πιο συστηματικά στα δείγματα από την περιοχή της Δαμάστας, του Σκαμνού και της Οίτης.

Τέλος, όσον αφορά τις συγκεντρώσεις Ni, από τον χάρτη Γ.2.27 και το διάγραμμα της εικόνας Γ.2.39, παρατηρείται ότι στις περιοχές τις Αρκίτσας και της Δαμάστας είναι σχεδόν μηδενικές για όλα τα δείγματα. Κάποια τάση αύξησης διαφαίνεται στα δείγματα

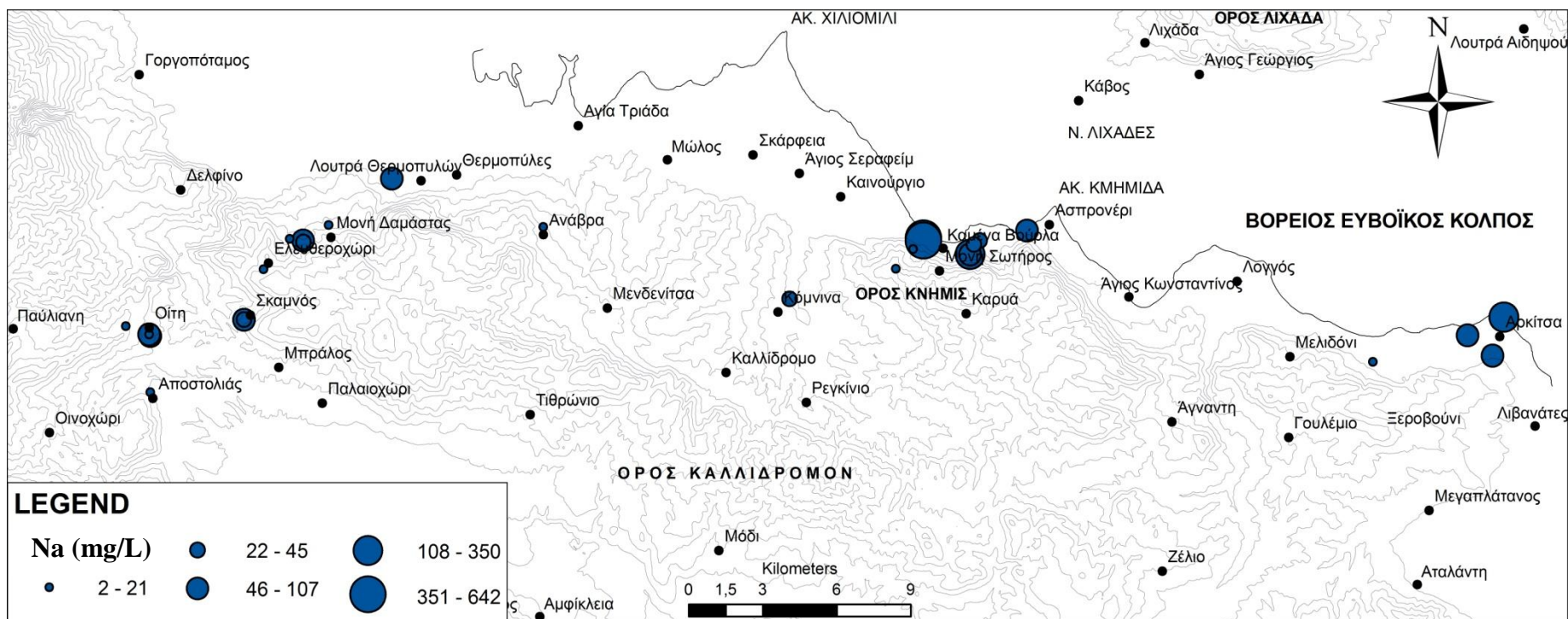
από την περιοχή του Σκαμνού και της Οίτης, τα οποία εντοπίζονται σε μεταλλικούς σχηματισμούς, που όμως βρίσκονται πολύ κοντά σε εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς. Στην περιοχή των Καμένων Βούρλων και της Οίτης έχουμε πλέον έντονη παρουσία Ni συγκριτικά με τις άλλες περιοχές, με μέγιστη τιμή να παρουσιάζεται στο δείγμα KB-9-WM με 7μg/L. Γεγονός αναμενόμενο, καθώς στην περιοχή είναι συχνές οι εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς.



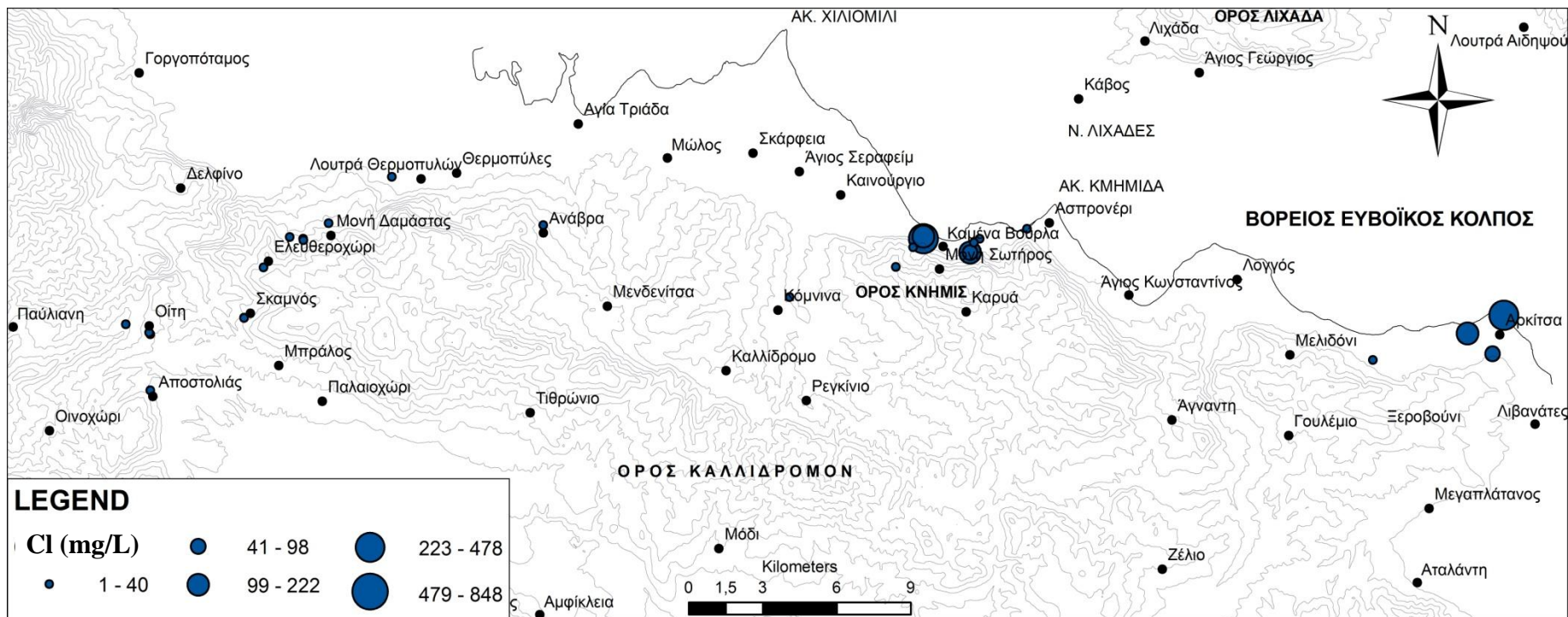
Εικόνα Γ.2.39. Διάγραμμα συγκεντρώσεων Cr και Ni, στα ψυχρά νερά της ευρύτερης περιοχής Αρκίτσας-Καμένων Βούρλων-Οίτης.

Στο πίνακα Γ.2.19, δίνονται οι αναλύσεις των δειγμάτων ψυχρού νερού που πραγματοποιήθηκαν με φασματοσκοπία πλάσματος (ICP-MS). Αν και το πλήθος των δειγμάτων δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλο, έτσι ώστε μόνο από αυτές τις αναλύσεις να διεξαχθούν ξεχωριστά συμπεράσματα, παρόλα αυτά είναι εμφανές ότι:

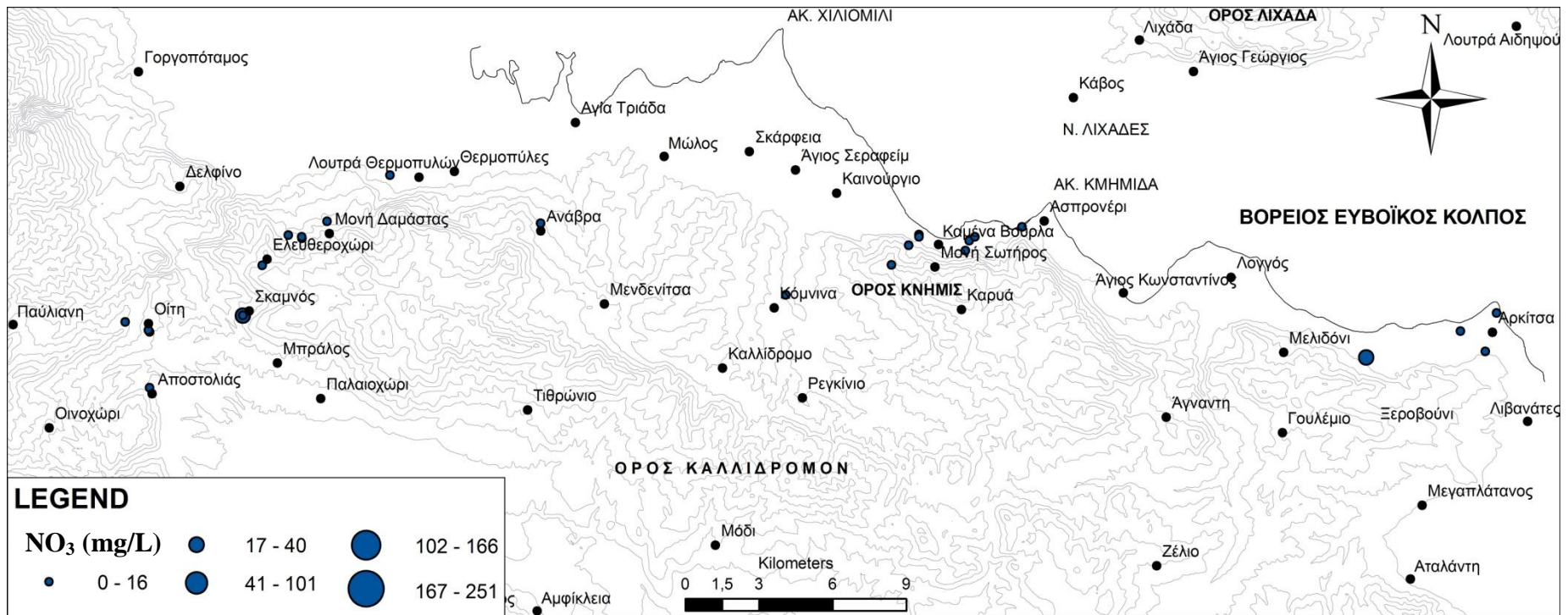
- Οι συγκεντρώσεις των στοιχείων Al, As, B, Ba, Cu, Pb, Si, Sn, Sr, V, στα υπόγεια ψυχρά νερά της ευρύτερης περιοχής Αρκίτσας – Καμένων Βούρλων – Οίτης, επιβεβαιώνουν την άποψη ότι τα διάφορα πετρώματα δρουν καταλυτικά στην χημική σύσταση των ψυχρών νερών της περιοχής.
- Στην περιοχή των Καμένων Βούρλων διαπιστώνονται υψηλότερες τιμές As, σε σχέση με όλα τα ψυχρά υπόγεια νερά που μελετήθηκαν, φτάνοντας στο δείγμα KB-9-WM τα 10,9 μg/L.
- Αισθητή είναι η παρουσία U σε αρκετά δείγματα ψυχρού νερού των Καμένων Βούρλων, με πιο έντονο παράδειγμα το δείγμα KB-9 να περιέχει 45,5μg/L. Το πιθανότερο είναι ότι το ουράνιο αυτό προέρχεται από κάποιο πέτρωμα της περιοχής στο οποίο είναι υψηλή η συγκέντρωση του.



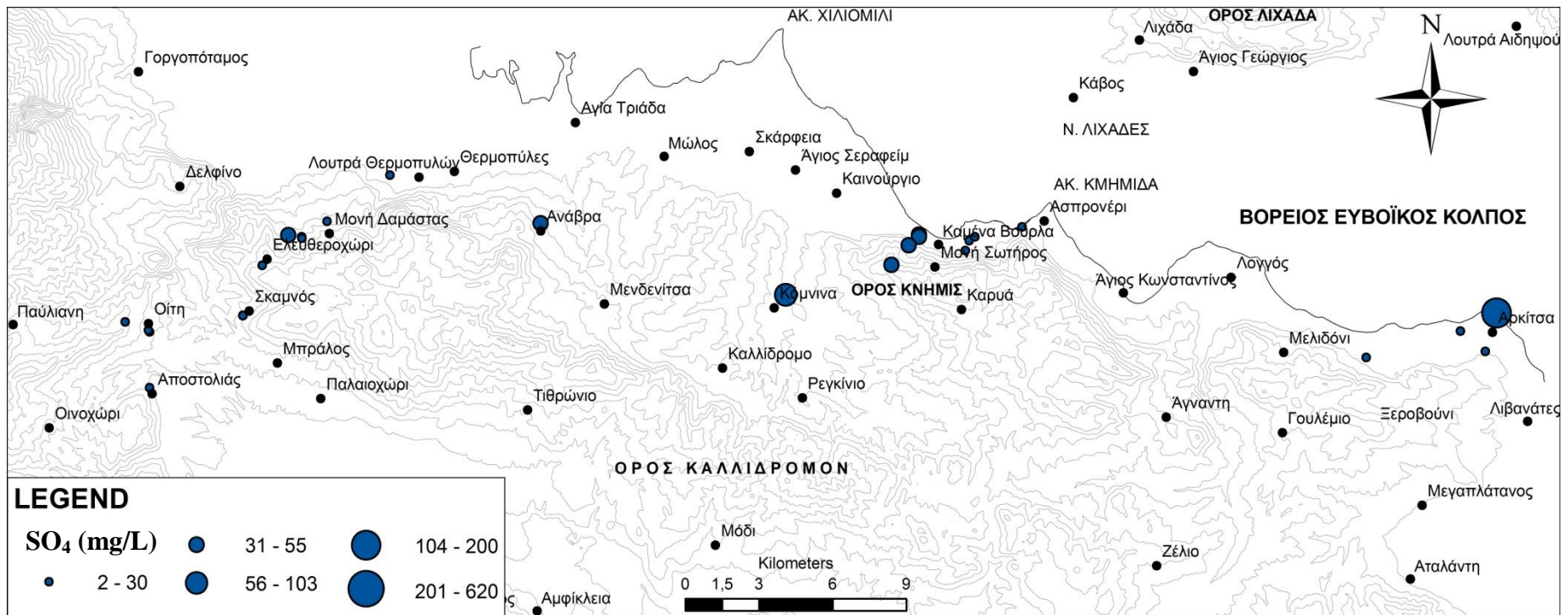
Χάρτης Γ.2.17. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Na στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδος.



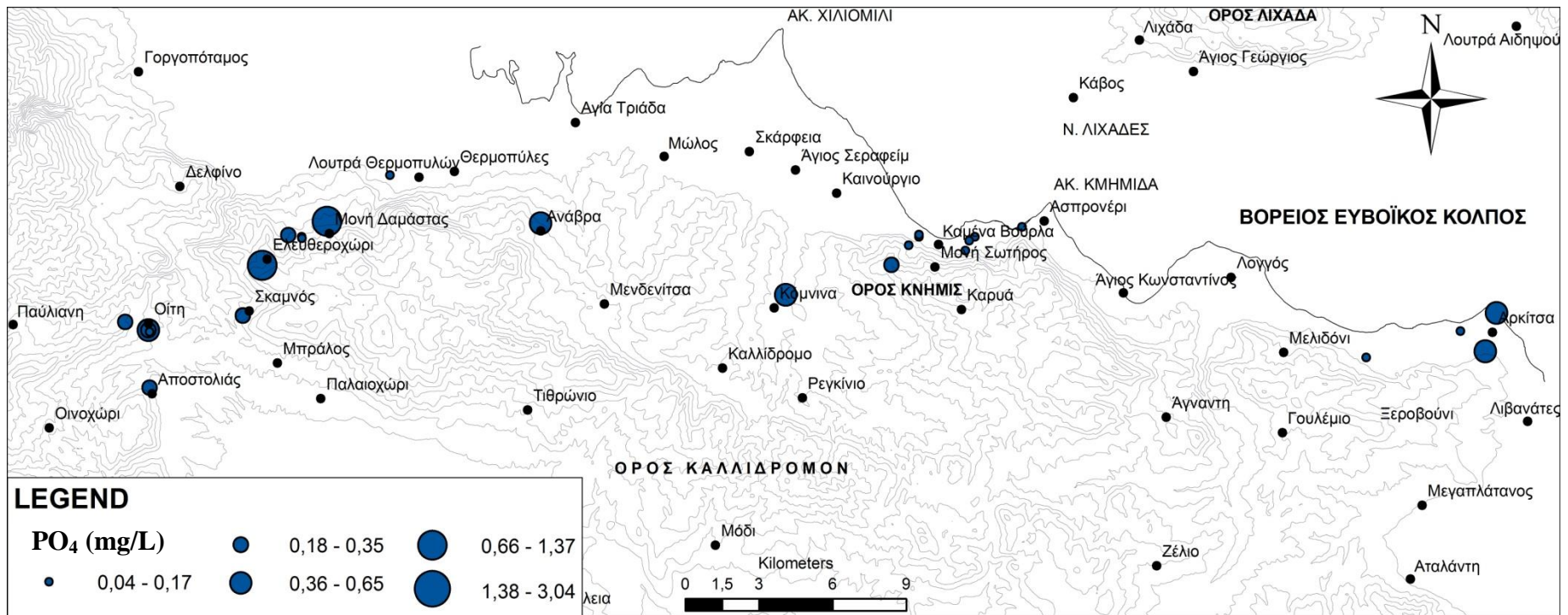
Χάρτης Γ.2.18. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Cl στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδος.



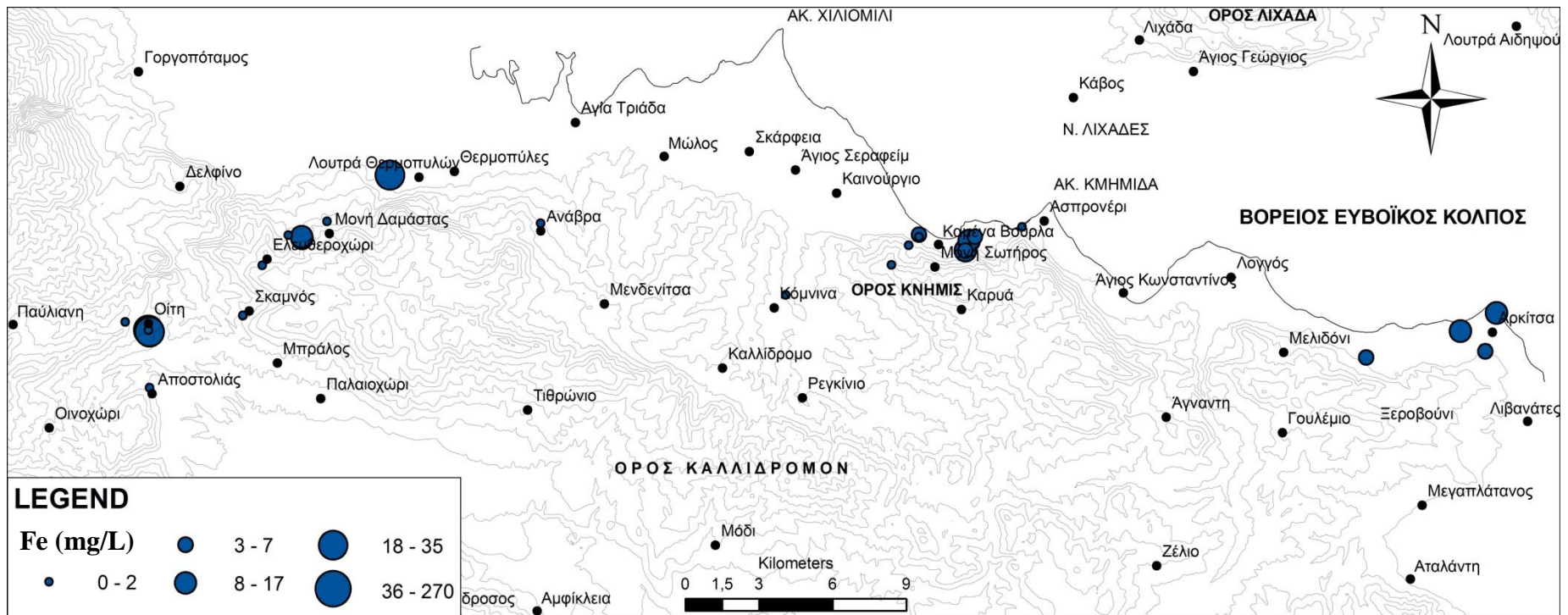
Χάρτης Γ.2.19. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων NO₃ στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδος.



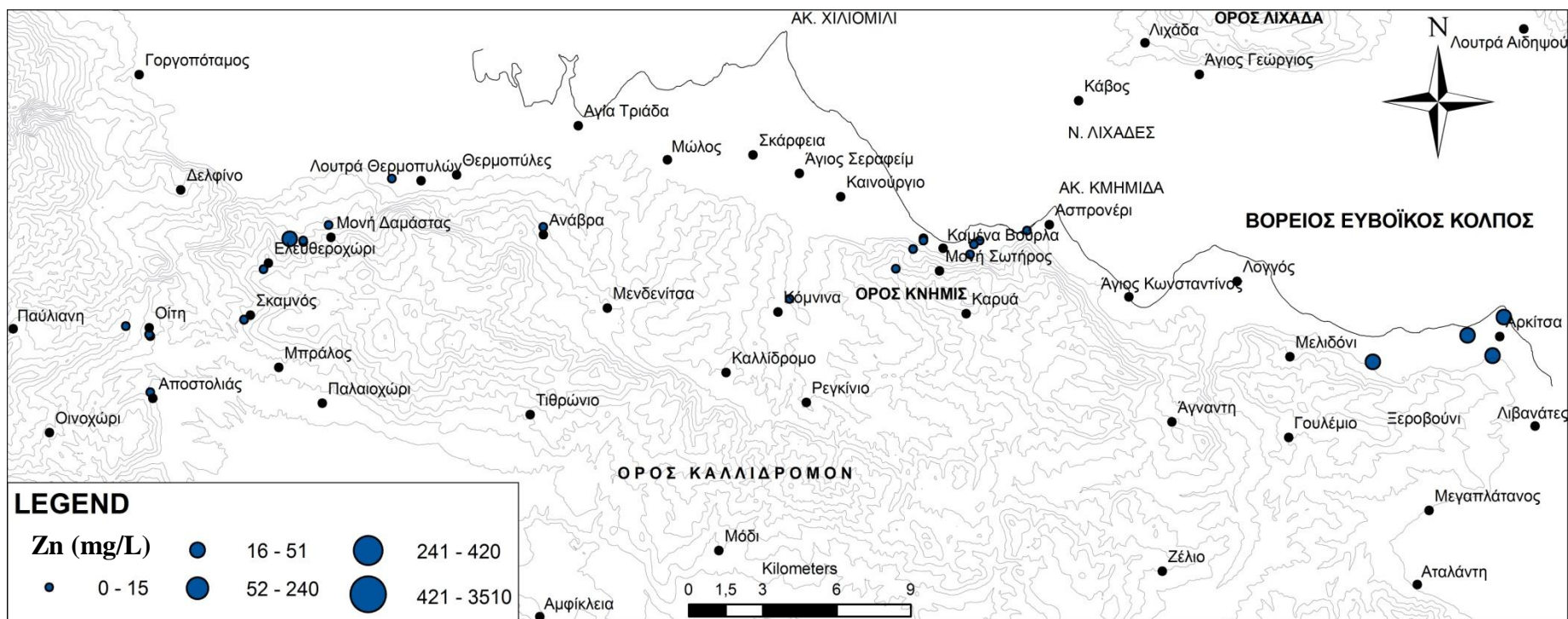
Χάρτης Γ.2.20. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων SO₄ στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδος.



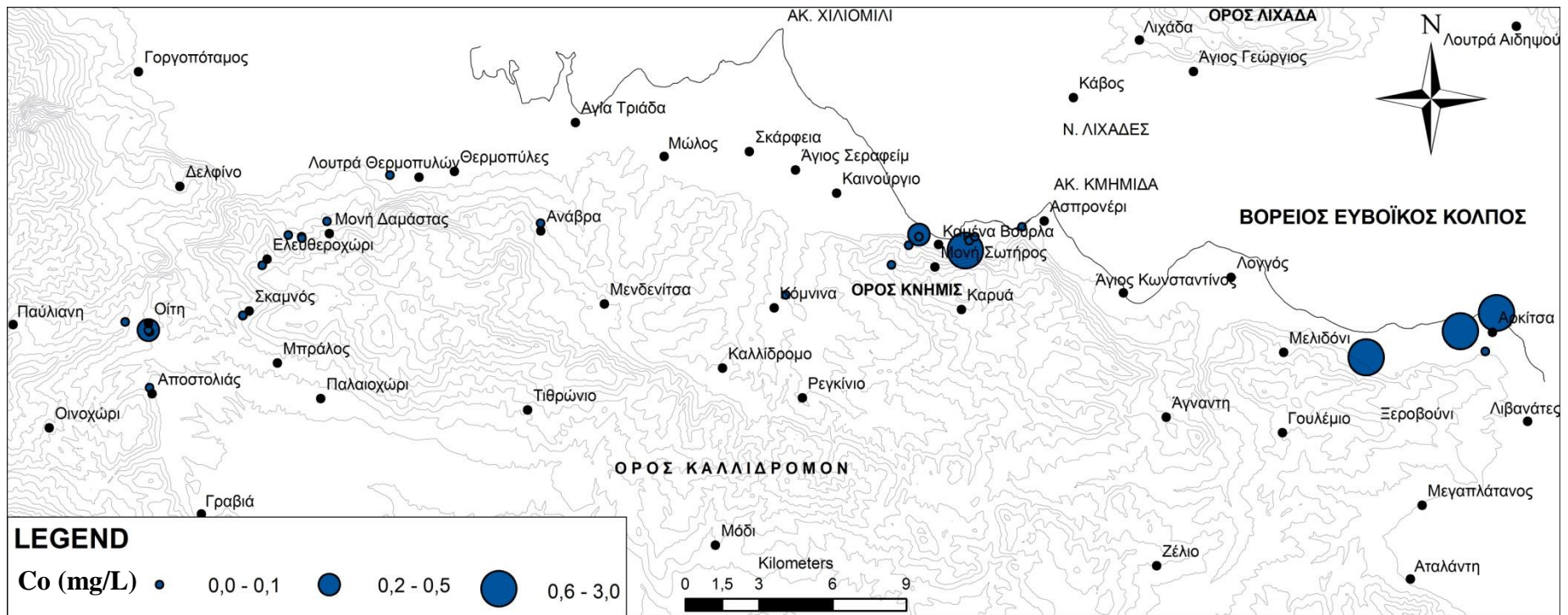
Χάρτης Γ.2.21. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων PO₄ στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδος.



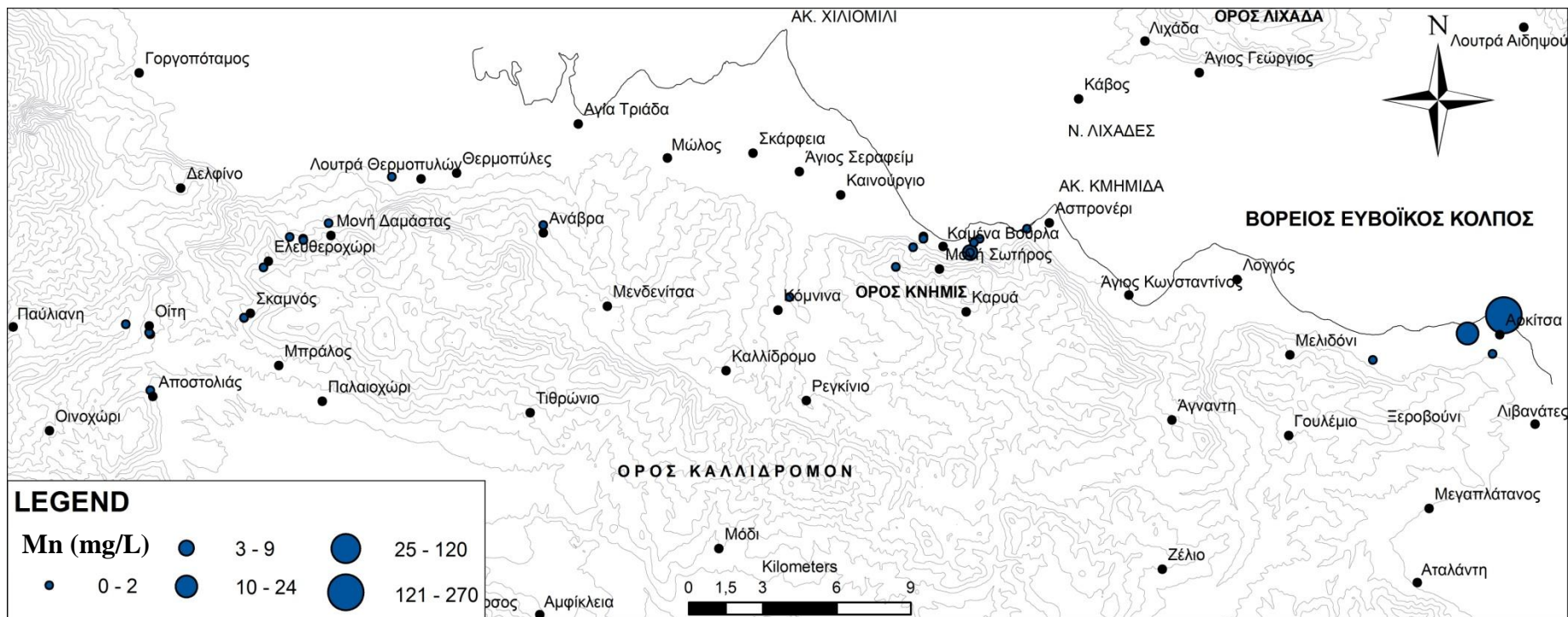
Χάρτης Γ.2.22. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Fe στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδος.



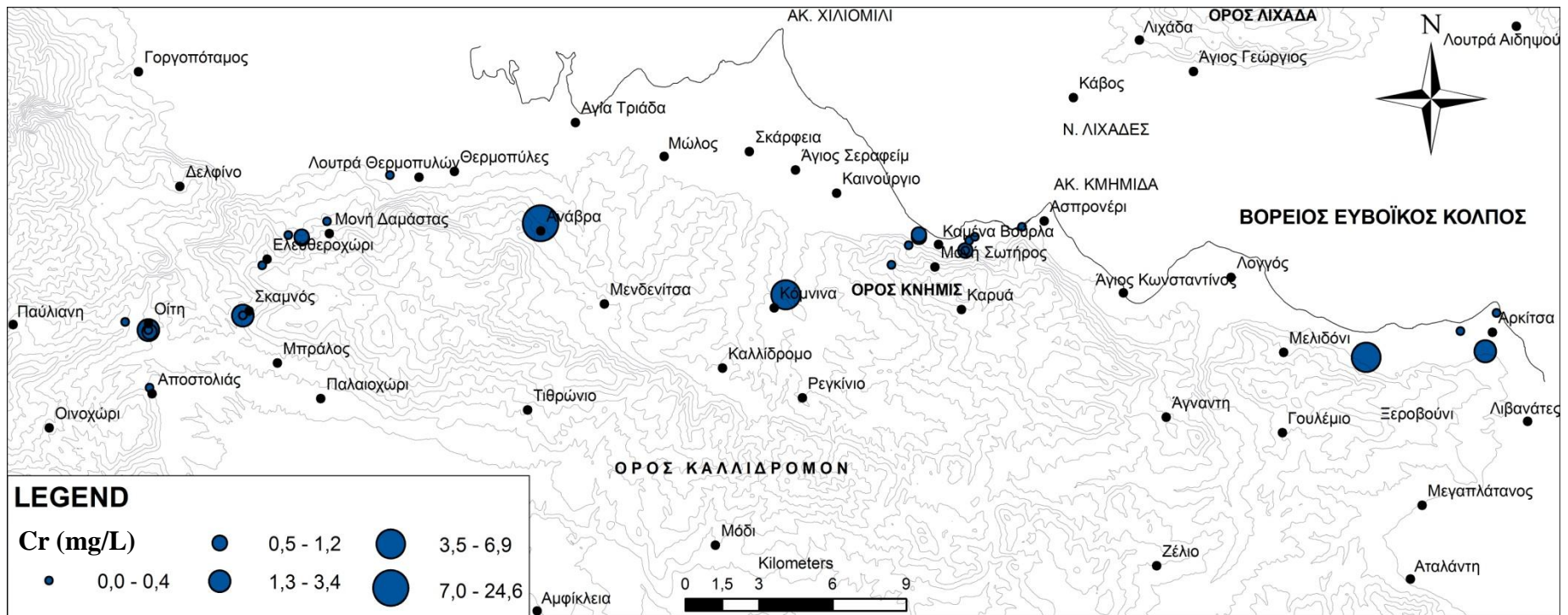
Χάρτης Γ.2.23. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Zn στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδος.



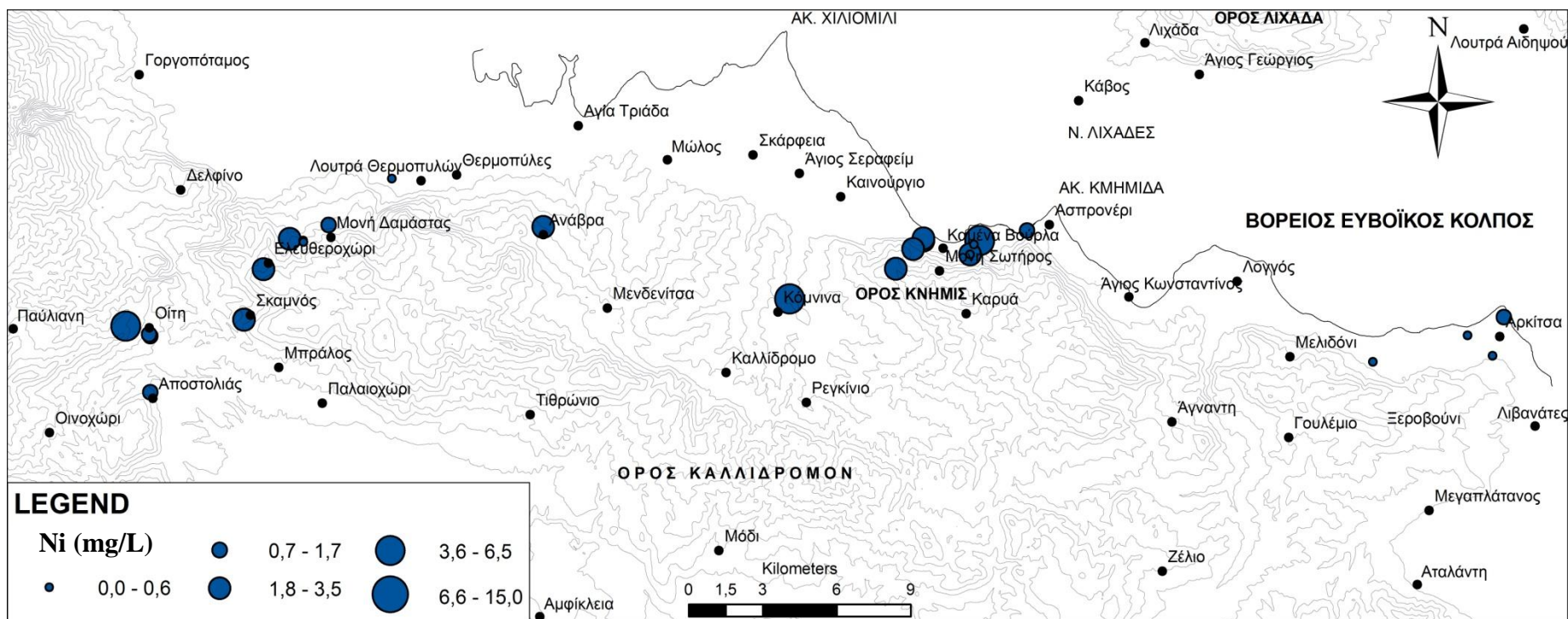
Χάρτης Γ.2.24. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Co στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδος.



Χάρτης Γ.2.25. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Mn στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδος.



Χάρτης Γ.2.26. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Cr στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδος.



Χάρτης Γ.2.27. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Ni στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδος.

Γ.2.2.9. Η ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

Γ.2.2.9.1. Σταθερότυπα πόσιμου νερού

Στον πίνακα Γ.2.29 παρουσιάζονται οι χημικές αναλύσεις των δειγμάτων ψυχρού νερού που εξετάστηκαν από την ευρύτερη περιοχή της Αρκίτσας – Καμ. Βούρλων – Οίτης. Ταυτόχρονα αναφέρονται τα ανώτατα και ενδεικτικά όρια ποσιμότητας (βάσει της Οδηγίας 98/83/ΕΚ) κάθε χημικής παραμέτρου που αναλύθηκε.

Υπέρβαση του ενδεικτικού ορίου ποσιμότητας παρατηρείται στα:

- Μn στο δείγμα AR-1-WM,
- Ca στα δείγματα SK-1-WM, KB-102-W, OI-11-W, OI-12-W
- και στο Na, στα δείγματα AR-1-WM, KB-2-D-WM, KB-6-WM, KB-6A-WM.

Από τα δείγματα που εξετάστηκαν τα AR-3-D-WM, AR-4-WM, KB-2-D-WM, KBE-11-WM (επαν. KB-2-D-WM), όπως έχει προαναφερθεί χρησιμοποιούνται για υδροδότηση οικισμών, είτε περιστασιακά, είτε σε μόνιμη βάση. Από αυτά μόνο το KB-2-D-WM παρουσιάζει υπέρβαση του ενδεικτικού ορίου ποσιμότητας σε Na. Ωστόσο, πρέπει να αναφερθεί ότι κατά την επαναληπτική δειγματοληψία (δείγμα KBE-11-WM) το νερό βρέθηκε να μην υπερβαίνει το ενδεικτικό όριο ποσιμότητας, ως προς την συγκέντρωση Na.

Γ.2.2.9.2. Σταθερότυπα αρδευτικού νερού - Διαγράμματα ταξινόμησης αρδευτικών νερών – (SAR-EC)

Έχοντας υπολογίσει το SAR (Sodium Assorption Ratio) ή Συντελεστής Προσρόφησης Νάτριου, που είναι ένα βασικό κριτήριο της καταλληλότητας ενός νερού για άρδευση και χρησιμοποιώντας την κατάταξη του αρδευτικού νερού βασισμένη στο SAR και την αγωγιμότητα, βάσει του U.S. Salinity Laboratory (1954), τα δείγματα μας χωρίζονται στις κατηγορίες που φαίνονται στον πίνακα Γ.2.29.

Πιο αναλυτικά έχουμε:

S1-C1 (Νερό μικρής αλκαλικότητας - μικρής αλατότητας): Αυτή η κατηγορία είναι η μεγαλύτερη σε πλήθος δειγμάτων. Βάσει της αλκαλικότητας τα νερά αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άρδευση όλων των εδαφών. Αλλά και βάσει της αλατότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για όλες τις καλλιέργειες και σε όλα τα εδάφη.

S1-C2 (Νερό μικρής αλκαλικότητας - μέσης αλατότητας): Αυτή η κατηγορία είναι η δεύτερη σε πλήθος δειγμάτων. Βάσει της αλκαλικότητας τα νερά αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άρδευση όλων των εδαφών. Βάσει της αλατότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εδάφη με μέτρια απόπλυση που στραγγίζονται καλά και για φυτά με μέτρια ανθεκτικότητα σε άλατα.

S2-C2 (Νερό μέσης αλκαλικότητας - μέσης αλατότητας): Προχωρώντας σε δείγματα με μέση αλκαλικότητα, συναντάμε μόνο τα KB-2-D-WM, KB-6, KB-6A-WM. Όπου βάσει αλκαλικότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση διαπερατών και καλά στραγγιζόμενων χονδρόκοκκων εδαφών ή οργανικών εδαφών με ικανοποιητική περατότητα. Και βάσει της αλατότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν

σε εδάφη με μέτρια απόπλυση που στραγγίζονται καλά και για φυτά με μέτρια ανθεκτικότητα σε άλατα.

S3-C3 (Νερό υψηλής αλκαλικότητας – μέσης αλατότητας): Τέλος, στην κατηγορία υψηλής αλκαλικότητας ανήκει το δείγμα AR-1-WM. Βάσει της αλκαλικότητας τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άρδευση σε εδάφη που παρουσιάζουν πλήρη στράγγιση και μεγάλη απόπλυση προσθέτοντας οργανικές ουσίες. Βάσει της αλατότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εδάφη με μέτρια απόπλυση που στραγγίζονται καλά και για φυτά με μέτρια ανθεκτικότητα σε άλατα.

Εξετάζοντας τους δείκτες E.S.R. και MH (Magnesium Hazard) από τον πίνακα Γ.2.29, διαπιστώνεται επιβάρυνση των νερών καθώς από τα 28 δείγματα που εξετάστηκαν μόνο τα 5 παρουσιάζουν MH>50 και άρα δεν συνίστανται για άρδευση.

Πίνακας Γ.2.29. Κατάταξη δειγμάτων κατά SAR

	ΠΕΔΙΟ	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	S.A.R.	E.S.R	Magnesium Hazard
AR-1-WM	C3-S2	735	14,536	2,337	67,8
AR-2-D-WM	C2-S1	306	2,212	0,398	81,1
AR-3-D-WM	C2-S1	286	0,456	0,114	49,1
AR-4-WM	C1-S1	231	1,373	0,491	46,3
KBE-11-WM	C2-S1	286	1,641	0,491	46,3
KB-2-D-WM	C2-S2	403	7,851	2,146	44,8
KB-6-WM	C2-S2	312	12,878	3,286	49,3
KB-6A-WM	C2-S2	436	12,407	3,159	48,2
KB-7-WM	C1-S1	143	1,929	0,548	51,6
KB-8-WM	C1-S1	137	0,780	0,219	42
KB-9-WM	C1-S1	202	0,746	0,183	56,3
DM-1-WM	C1-S1	98	1,466	0,494	30,8
DM-2-WM	C1-S1	91	1,417	0,513	19
DM-3-WM	C1-S1	130	1,419	0,454	24,4
SK-1-WM	C1-S1	221	1,786	0,539	9
OI-1-WM	C1-S1	176	1,426	0,418	22,1
OI-2-WM	C1-S1	189	1,658	0,486	16
KB-102-W	C2-S1	312	0,166	0,041	33,3
KB-103-W	C2-S1	267	0,470	0,128	27,9
KB-104-W	C2-S1	293	0,589	0,131	71,7
THE-10-W	C1-S1	215	0,190	0,052	37,4
DM-10-W	C1-S1	156	0,176	0,057	20
OI-10-W	C1-S1	117	0,063	0,024	13,9
OI-11-W	C2-S1	260	0,121	0,030	31,9
OI-12-W	C2-S1	293	0,689	0,183	5,12
OI-13-W	C1-S1	176	0,143	0,044	21,2
OI-14-W	C1-S1	117	0,147	0,055	15,5
OI-15-W	C1-S1	111	0,058	0,022	12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ.2.3. ΦΥΤΑ

Γ.2.3.1. Εισαγωγή

Από την περιοχή της Αν. Στερεάς Ελλάδας συλλέχθηκαν (Πιν. Γ.2.30, Εικ. Γ.2.43) και αναλύθηκαν 16 δείγματα διαφόρων φυτών (Πιν. Γ.2.31), (6 εξ' αυτών είναι δείγματα ελιάς).

Κύριος στόχος ήταν η συλλογή των επικρατέστερων ειδών της τοπικής χλωρίδας.

Παράλληλα όμως, καταβλήθηκε ιδιαίτερη προσπάθεια, για να εντοπιστούν είδη συσσωρευτών, γνωστών από την βιβλιογραφία. Η προσπάθεια αυτή δυστυχώς στη συγκεκριμένη περιοχή δεν έφερε αποτέλεσμα, σε αντίθεση με άλλες περιοχές στις οποίες εντοπίστηκε το *Alyssum chalcidicum*, το οποίο είναι συσσωρευτής Ni.

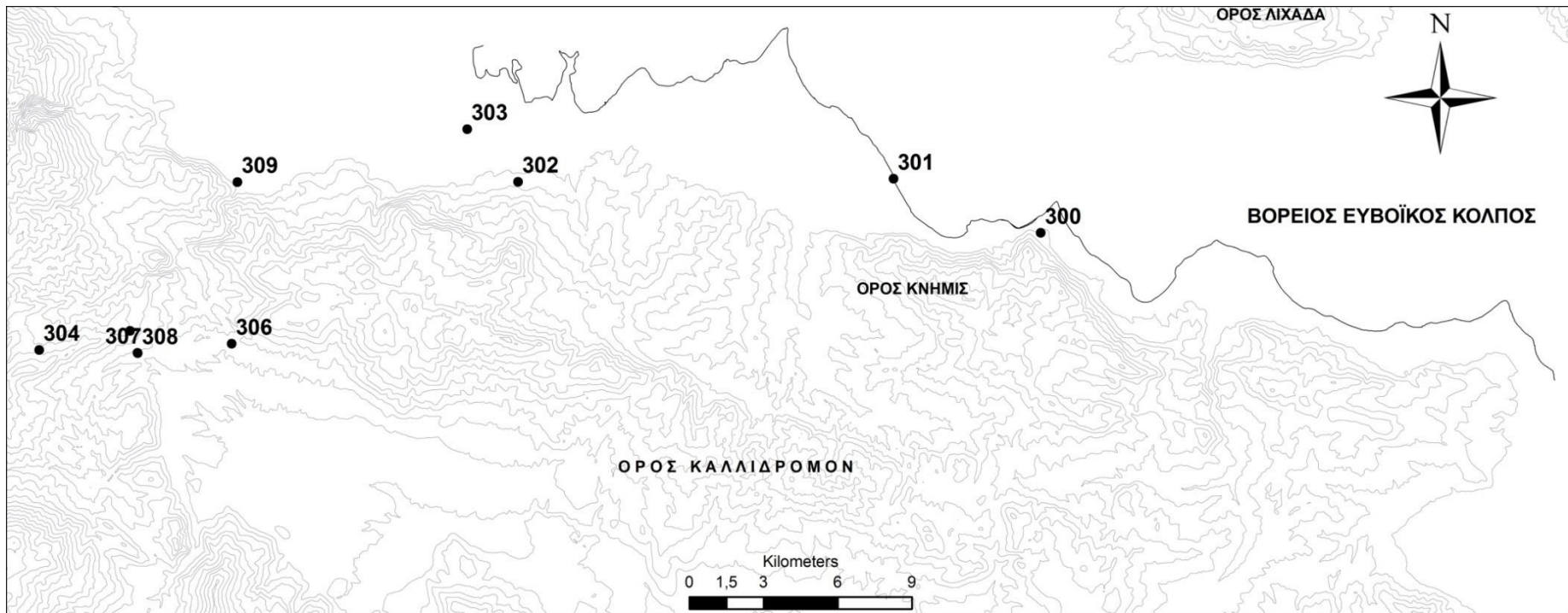
Τέλος, συλλέχθηκαν δείγματα από πολυετή φυτά και πιο συγκεκριμένα, δείγματα από δέντρα ελιάς. Στο συγκεκριμένο είδος συλλέχθηκαν φύλλα και ώριμοι καρποί, στους οποίους έγινε διαχωρισμός της ψίχας από τον πυρήνα και αναλύθηκαν ξεχωριστά.

Γ.2.3.2 ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Πίνακας Γ.2.30. Θέσεις δειγματοληψίας και ταυτοποίησης των φυτών από τις περιοχές της Αν.Στ. Ελλάδος.

ΑΡΙΘ. ΔΕΙΓΜ. ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΚΩΔ.	ΣΥΝΤΕΤ.	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΦΥΤΟΥ*	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΗΜΕΡΟΜ.	ΑΝΤ. ΕΛΑΦΟΣ
320	AR-1-P	N38 44.082 E23 02.420	<i>Olea europaea</i> L.	ΑΡΚΙΤΣΑ	21/11/2007	AR-4
321	AR-5-P	N38 44.133 E22 58.479	<i>Olea europaea</i> L.	ΑΡΚΙΤΣΑ	8/12/2007	
322	KB-1-P	N38 47.806 E22 40.596	<i>Olea europaea</i> L.	ΚΑΜΕΝΑ ΒΟΥΡΛΑ	8/12/2007	KB-1
323	KB-2-P	N38 46.723 E22 47.680	<i>Olea europaea</i> L.	ΚΑΜΕΝΑ ΒΟΥΡΛΑ	8/12/2007	KB-2
300	KB-3-P	N38 46.725 E22 49.031	<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All	ΚΑΜΕΝΑ ΒΟΥΡΛΑ	2/4/2008	KB-4
301	KB-4-P	N38 47.862 E22 44.900	<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All	ΚΑΜΕΝΑ ΒΟΥΡΛΑ	3/4/2008	KB-17
324	THE-1-P	N38 48.092 E22 32.820	<i>Olea europaea</i> L.	ΘΕΡΜΟΠ.	8/12/2007	THE-1
302	THE-2-P	N38 47.676 E22 34.419	<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All	ΘΕΡΜΟΠ.	15/4/2008	THE-4
303	THE-3-P	N38 48.806 E22 32.975	<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All	ΘΕΡΜΟΠ.	15/4/2008	THE-5
304	OI-1-P	N38 43.839 E22 21.133	<i>Chamaecytisus hirsutus</i> (L.) Link	ΟΙΤΗ	14/4/2008	
305	OI-2-P	N38 44.289 E22 23.656	<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagrèze-Fossat	ΟΙΤΗ	14/4/2008	
306	OI-3-P	N38 44.045 E22 26.497	<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagrèze-Fossat	ΟΙΤΗ	14/4/2008	OI-5
307	OI-4-P	N38 43.813 E22 23.876	<i>Spartium junceum</i> L.	ΟΙΤΗ	15/4/2008	OI-5-P
308	OI-5-P	N38 43.805 E22 23.885	<i>Spartium junceum</i> L.	ΟΙΤΗ	15/4/2008	OI-4-P
325	DM-1-P	N38 47.199 E22 29.630	<i>Olea europaea</i> L.	ΔΑΜΑΣΤΑ	8/12/2007	DM-1
309	DM-2-P	N38 47.571 E22 26.586	<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All	ΔΑΜΑΣΤΑ	15/4/2008	

*=Η ταυτοποίηση των φυτών πραγματοποιήθηκε από την Επικ. Καθηγήτρια Α. Κουμπλή-Σοβαντζή, του Τμήματος Βιολογίας, του Παν. Αθηνών.



Εικόνα Γ.2.43. Χάρτης θέσεων δειγματοληψίας φυτών από τις περιοχές της Αν. Στ. Ελλάδας.

Γ.2.3.3. ΜΟΝΟΕΤΗ ΦΥΤΑ

Γ.2.3.3.1. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Πίνακας Γ.2.31. Χημικές αναλύσεις δειγμάτων μονοετών φυτών από τις περιοχές της Αν. Στ. Ελλάδας.

	KB-4 -U-P	KB-4 -D-P	KB-3 -U-P	KB-3 -D-P	DM-2 -U-P	DM-2 -D-P	THE-3- U-P	THE-3 -D-P	THE-2 -U-P	THE-2 -D-P	KABOS-2 -U-P	KABOS-2 -D-P
Ag (µg/kg)	<	<	<	<	<	14	<	23	<	<	<	<
Al (mg/kg)	120	80	70	270	180	150	170	150	130	130	40	20
As (µg/kg)	120	90	70	140	140	70	80	60	120	70	70	<
Ba (µg/kg)	7100	14200	2900	6400	6900	7600	8800	9300	13500	8400	4700	1500
Be (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Ca (mg/kg)	8700	2670	9600	3870	12680	3360	9030	2930	20640	3710	9640	2230
Cd (µg/kg)	130	83	105	91	92	87	280	200	370	240	180	140
Co (µg/kg)	150	190	180	330	250	190	160	230	320	450	90	150
Cr (µg/kg)	800	600	800	2000	2800	1800	3300	800	1800	3400	700	<
Cu (mg/kg)	3	1	5	2	7	3	5	2	4	2	6	2
Fe (mg/kg)	120	90	80	290	160	150	150	140	150	190	60	30
K (mg/kg)	13200	7000	21800	12800	23300	12300	25500	8100	23200	17100	12700	8200
Mg (mg/kg)	4011	1300	1820	1170	1980	700	2350	890	2910	1230	1930	870
Mn (mg/kg)	10	6	22	8	23	8	23	8	26	6	9	4
Mo (µg/kg)	670	<	500	<	<	<	410	<	<	<	350	<
Na (mg/kg)	3810	1290	220	390	310	220	7290	7010	500	760	320	520
Ni (mg/kg)	2	1	3	4	1	2	1	1	3	5	1	1
P (mg/kg)	3260	2420	4280	4580	5010	5910	4040	1500	3420	1200	2160	1300
Pb (µg/kg)	290	<	140	190	210	290	170	<	180	180	180	<
S (mg/kg)	7810	1720	12150	2780	12640	1770	13360	2950	11300	4180	3670	1670
Se (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Si (mg/kg)	7	4	130	12	20	18	87	3	5	5	4	<
Sr (mg/kg)	24	20	7	10	28	19	93	46	42	19	15	4
Ti (µg/kg)	6900	4400	4100	11000	6800	2800	8600	5900	4400	5700	1900	900
Tl (µg/kg)	<	<	26	23	<	<	<	<	<	<	0	<
U (µg/kg)	3	4	2	8	6	5	7	4	4	3	<	<
V (µg/kg)	<	<	<	530	320	240	330	240	320	590	<	<
Zn (mg/kg)	14	<	29	20	22	<	22	<	18	24	<	<

Πίνακας Γ.2.31. (συνέχεια)

	KABOS-3 -U-P	KABOS -3-D-P	KABOS-4 -U-P	KABOS -4-D-P	KABOS-5 -U-P	KABOS-5 -D-P	KABOS-6 -U-P	KABOS-6 -D-P	KABOS-7 -U-P	KABOS-7 -D-P	KABOS-8 -U-P	KABOS-8 -D-P
Ag (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al (mg/kg)	260	<	50	<	180	50	100	40	680	30	230	50
As (µg/kg)	270	<	100	70	70	30	120	90	190	<	190	100
Ba (µg/kg)	3200	700	500	400	4500	8900	1700	1300	2500	400	2000	4500
Be (µg/kg)	10	<	<	<	<	<	14	8	15	<	<	<
Ca (mg/kg)	35840	1680	6420	1960	10000	1990	27700	1860	8540	1621	6750	8060
Cd (µg/kg)	130	49	77	60	740	420	0	<	530	<	<	35
Co (µg/kg)	9410	150	300	260	1450	910	1130	1440	3870	1160	670	1600
Cr (µg/kg)	5400	<	1900	<	2200	1400	1700	<	13300	1200	4400	700
Cu (mg/kg)	3	3	3	3	4	3	5	3	8	3	7	4
Fe (mg/kg)	300	20	120	20	190	110	200	100	1400	100	320	140
K (mg/kg)	10500	3300	11300	4100	45400	14900	6200	3300	4800	2100	10500	3600
Mg (mg/kg)	3140	250	4120	630	7230	2841	20260	5240	7300	1540	3630	2950
Mn (mg/kg)	67	3	14	6	110	60	42	15	98	11	22	26
Mo (µg/kg)	200	<	<	<	400	220	<	<	<	<	<	<
Na (mg/kg)	530	48	950	2910	110	20	390	1480	11800	7500	97	1570
Ni (mg/kg)	1710	110	4	1	11	8	25	13	39	6	9	5
P (mg/kg)	2110	890	1570	740	2360	2500	1660	870	1140	380	1530	480
Pb (µg/kg)	390	<	120	<	120	0	100	110	880	<	320	<
S (mg/kg)	4050	1250	3920	970	1710	870	1300	550	1410	510	1660	1270
Se (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Si (mg/kg)	15	0	7	<	4	2	12	<	25	<	11	3
Sr (mg/kg)	35	6	11	7	15	11	35	10	14	8	9	22
Ti (µg/kg)	9600	500	2400	500	3300	1500	1900	1700	27300	800	9300	2100
Tl (µg/kg)	83	58	77	<	230	94	61	290	92	99	<	38
U (µg/kg)	7	<	<	<	<	<	<	<	13	<	4	<
V (µg/kg)	410	<	<	<	260	100	<	280	1830	850	510	430
Zn (mg/kg)	6	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<

Πίνακας Γ.2.31. (συνέχεια)

	OI-1-U	OI-1-D	OI-2-U	OI-2-D	OI-3-U	OI-3-D	OI-4-U	OI-5-U	OI-5-D
Ag (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al (mg/kg)	410	50	150	150	250	290	40	50	140
As (µg/kg)	90	40	20	50	110	90	<	<	150
Ba (µg/kg)	27800	24800	4200	6200	3900	3400	1600	3300	29000
Be (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Ca (mg/kg)	4020	4020	11300	3720	16600	3770	3000	4170	9460
Cd (µg/kg)	80	64	210	170	590	220	<	<	28
Co (µg/kg)	640	200	210	390	310	340	60	70	80
Cr (µg/kg)	900	<	1400	1300	700	1100	<	<	600
Cu (mg/kg)	12	4	5	4	9	2	5	6	4
Fe (mg/kg)	280	30	150	180	220	200	60	60	120
K (mg/kg)	6400	1500	21200	11400	26400	17300	14000	11700	19900
Mg (mg/kg)	1850	1020	1790	710	1830	830	1390	1640	2360
Mn (mg/kg)	270	310	12	6	37	10	28	53	17
Mo (µg/kg)	<	<	1800	940	<	<	570	1060	330
Na (mg/kg)	26	74	160	39	430	1260	54	84	470
Ni (mg/kg)	7	2	2	3	2	2	4	2	1
P (mg/kg)	1630	470	5000	3230	5540	3250	2660	1920	2960
Pb (µg/kg)	620	<	270	<	320	110	<	130	280
S (mg/kg)	1180	330	5230	1580	11630	2820	1490	1690	1550
Se (µg/kg)	810	<	<	<	<	<	<	<	<
Si (mg/kg)	9	<	8	7	10	9	<	3	<
Sr (mg/kg)	26	22	12	12	14	10	4	8	15
Ti (µg/kg)	15100	1100	3700	4300	4100	8600	1600	2200	3900
Tl (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<
U (µg/kg)	9	<	2	<	7	7	<	<	5
V (µg/kg)	670	<	140	250	400	420	<	<	280
Zn (mg/kg)	47	<	23	<	28	<	22	27	21

Γ.2.3.3.2. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗΣ

Ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο, βάσει του οποίου μπορεί να διαπιστωθεί τί ποσοστό ενός στοιχείου, έχει απορροφήσει το φυτό από το έδαφος, είναι ο συντελεστής συσσώρευσης. Ο συγκεκριμένος συντελεστής υπολογίστηκε για κάθε στοιχείο που μετρήθηκε σε κάθε μέρος του φυτού ξεχωριστά (Πίν. Γ.2.32).

	Al	As	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	S	Se	Si	Sr	Ti	U	V	Zn
OI-1-U*	1	1	11	1	55	16	3	1	39	1	60	17	24	1	6	465	3	429	7	3	66	1	1	1	65
OI-1-D*	<1	1	10	1	55	13	1	-	14	<1	14	9	28	4	1	133	-	121	-	-	57	<1	-	-	-
OI-2-U*	<1	<1	1	<1	13	40	<1	<1	15	<1	210	8	1	11	<1	1329	2	1918	<1	2	21	1	1	<1	26
OI-2-D*	<1	1	1	<1	4	31	1	<1	11	<1	112	3	<1	3	1	857	<1	579	<1	1	22	1	<1	<1	<1
OI-4-U	<1	<1	1	<1	5	-	<1	<1	20	<1	173	4	4	3	1	746	<1	356	-	<1	7	<1	<1	<1	32
OI-5-U	<1	<1	2	<1	6	-	<1	<1	23	<1	144	5	8	5	<1	538	1	404	-	1	14	<1	<1	<1	40
OI-5-D	<1	5	21	1	14	-	<1	<1	14	<1	247	7	3	26	<1	830	3	371	-	-	26	1	5	1	31
OI-3-U	1	1	2	1	108	-	1	1	11	1	231	14	7	-	1	1545	2	7849	-	2	42	1	1	1	26
OI-3-D	1	1	2	-	24	-	2	1	3	1	151	6	2	-	1	916	1	1902	-	2	28	1	1	1	-
DM-2-U	1	2	6	<1	20	-	1	1	10	<1	342	6	2	34	<1	715	2	4743	<1	8	41	1	2	1	34
DM-2-D	1	1	6	-	5	-	1	1	4	<1	180	2	1	24	1	843	2	663	-	7	26	<1	1	1	-
THE-3-U	<1	1	5	<1	31	-	1	3	16	<1	245	13	4	414	1	665	2	2857	-	28	103	1	1	1	33
THE-3-D	<1	1	5	-	<1	-	1	1	8	<1	78	5	1	398	1	247	-	631	-	1	52	1	1	<1	-
THE-2-U	1	2	15	<1	24	-	1	<1	14	<1	878	5	4	58	<1	1767	2	5662	-	1	43	1	2	1	39
THE-2-D	1	1	9	<1	4	-	1	<1	8	<1	648	2	1	88	1	620	2	2093	-	1	20	1	2	2	50
KB-4-U	1	2	11	<1	11	-	<1	<1	11	<1	413	7	1	358	<1	967	5	7590	<1	6	37	1	1	<1	32
KB-4-D	<1	2	22	-	3	-	1	<1	5	<1	219	2	1	121	<1	717	-	1673	-	3	32	<1	1	-	-
KB-3-U	<1	1	2	<1	17	-	<1	<1	13	<1	277	11	2	13	<1	2805	1	6072	<1	48	22	<1	1	<1	36
KB-3-D	1	1	4	<1	7	-	1	<1	6	1	163	7	1	24	<1	3003	1	1392	<1	4	33	1	4	1	25

*= Δείγματα στα οποία ο συντελεστής συσσώρευσης υπολογίστηκε, βάση εδαφικού δείγματος, το οποίο δεν βρίσκεται σε άμεση γειτονία με το φυτό
K = Καρπός, U = Πάνω μέρος, D = Ρίζα



Γ.2.3.3.3. ΑΞΙΟΛΟΓΙΣΗ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στην περιοχή της Αν. Στερεάς Ελλάδας εντοπίστηκε το *Spartium junceum* L., να φύτεται ανάμεσα σε ρωγμές υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς (ΟΙ-4-P), αλλά και σε κοντινή απόσταση (<15m) (ΟΙ-5-P) σε επίπεδο εδαφικό ορίζοντα. Στο συγκεκριμένο εδαφικό ορίζοντα (δείγμα εδάφους ΟΙ-16) η συγκέντρωση Ni είναι 516 mg/kg. Η συγκέντρωση του Ni στο δείγμα ΟΙ-4-P(υπερβ.) είναι στο υπέργειο μέρος 4 mg/kg και στο ριζικό σύστημα <LDL και στο δείγμα ΟΙ-5-P(εδαφ.) στο υπέργειο μέρος 1,5 mg/kg, στο ριζικό σύστημα 0,5 mg/kg και αντίστοιχα οι σ.σ. είναι 0,3% και 0,1%.

Στην περιοχή της Αν. Στερεάς Ελλάδας, δεν εντοπίστηκε κανένα από τα γνωστά βάσει της βιβλιογραφίας είδη φυτών, που να παρουσιάζει την ιδιότητα της συσσώρευσης μετάλλων.

Εξετάζοντας τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων (Πιν. Γ.2.31) και τους σ.σ. (Πιν. Γ.2.32) των υπολοίπων μονοετών φυτικών δειγμάτων, άξια σχολιασμού είναι τα εξής:

- το ΟΙ-1-P, που είναι *Chamaecytisus hirsutus* διαπιστώθηκε να έχει 11,5 mg/kg Cu στο υπέργειο μέρος, ενώ στο ριζικό σύστημα μόνο 4,1 mg/kg Cu,
- το ΟΙ-1-P, που είναι *Chamaecytisus hirsutus* περιέχει 266mg/kg Mn και σ.σ. 23,9% στο υπέργειο μέρος και στο ριζικό σύστημα 311mg/kg Mn και σ.σ. 27,95%,
- το ΚΒ-3-P, που είναι *Rapistrum rugosum*, περιέχει 132 mg/kg Si και σ.σ. 47,7% στο υπέργειο μέρος, ενώ στο ριζικό σύστημα μόνο 12 mg/kg Si και σ.σ. 4,2%. Στα υπόλοιπα δείγματα του ίδιου είδους διαπιστώθηκε να υπάρχει πάντα μεγαλύτερη ή έστω οριακά μεγαλύτερη συγκέντρωση Si στο υπέργειο μέρος του φυτού και αντίστοιχα μεγαλύτερος συντέλεσης συσσώρευσης. Αν εξαιρέσουμε το δείγμα THE-3-P, στο οποίο και σε αυτό διαπιστώθηκε υψηλή συγκέντρωση Si (87 mg/kg) στο υπέργειο μέρος του φυτού, σε όλα τα άλλα δείγματα οι τιμές των συγκεντρώσεων δεν ξεπερνάμε τα 20 mg/kg,
- πολύ μεγάλους σ.σ. Sr διαπιστώθηκαν στο υπέργειο μέρος του THE-3-P (*Rapistrum rugosum*), καθώς φτάνει το 103% (92 mg/kg) και στο ριζικό του σύστημα είναι 52% (46 mg/kg). Πρέπει να αναφερθεί ότι στα δείγματα DM-2-P, ΚΒ-3-P, ΚΒ-4-P, ΝΡ-3-P, THE-2-P, που είναι όλα *Rapistrum rugosum*, ο σ.σ. του Sr δεν ξεπερνάει το 42%, παρότι οι τιμές των συγκεντρώσεων Sr στα αντίστοιχα δείγματα εδάφους είναι συγκρίσιμες (89-99 mg/kg),
- από το είδος *Spartium junceum* συλλέχτηκαν δύο δείγματα από την περιοχή της Οίτης. Όπως έχει προαναφερθεί εντοπίστηκε να φύτεται ανάμεσα σε ρωγμές υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς (ΟΙ-4-P), αλλά και σε κοντινή απόσταση (<15m) σε επίπεδο εδαφικό ορίζοντα (ΟΙ-5-P). Στο συγκεκριμένο εδαφικό ορίζοντα ο Zn είναι 67,3 mg/kg, η συγκέντρωση του Zn που διαπιστώθηκε στο υπέργειο μέρος του ΟΙ-4-P(υπερβ.) είναι 21,5 mg/kg και στο ριζικό σύστημα <LDL και στο δείγμα ΟΙ-5-P(εδαφ.) στο υπέργειο μέρος 27 mg/kg και στο ριζικό σύστημα 21,2 mg/kg και οι συντελεστές συσσώρευσης είναι 40,2% και 31,4% αντίστοιχα,
- η υψηλότερη συγκέντρωση Zn, καταγράφηκε στο δείγμα ΟΙ-1-P, που είναι *Chamaecytisus hirsutus* και έφτασε στο υπέργειο μέρος 47mg/kg, ενώ στο ριζικό σύστημα είναι <LDL,
- άξια αναφοράς είναι η συγκέντρωση Rb που μετρήθηκε μόνο στο υπέργειο μέρος του THE-3-P (*Rapistrum rugosum*) και είναι 280mg/kg, ενώ σε κανένα από τα άλλα δείγματα του *Rapistrum rugosum*, δεν διαπιστώθηκε κάποια παρόμοια τιμή συγκέντρωσης.

Από τις συγκεντρώσεις των διαφόρων στοιχείων στα φυτά και τους αντίστοιχους σ.σ., αποδεικνύεται ότι τα στοιχεία αυτά είναι παρόντα σε μεγάλες συγκεντρώσεις με βιοδιαθέσιμη μορφή στη συγκεκριμένη περιοχή.

Γ.2.3.4. ΠΟΛΥΕΤΗ ΦΥΤΑ

Γ.2.3.4.1 ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Πίνακας Γ.2.33. Χημικές αναλύσεις από δείγματα ελιάς, στις περιοχές της Αν. Στ. Ελλάδα

	ΠΥΡΗΝΕΣ					
	AR-1-K-P	AR-5-K-P	KB-1-K-P	KB-2-K-P	THE-1-K-P	DM-1-K-P
Ag (µg/kg)	0,9	0,7	0,7	0,2	0,2	0,8
Al (mg/kg)	4	3	3	4	19	2
As (µg/kg)	4	4	1	5	5	4
Ba (µg/kg)	520	50	30	80	710	130
Be (µg/kg)	0	0	0	0	0	0
Ca (mg/kg)	750	340	180	480	1000	500
Cd (µg/kg)	1	2	<	14	<	1
Ce (µg/kg)	<	<	<	<	<	<
Co (µg/kg)	30	30	30	10	20	30
Cr (µg/kg)	20	10	10	10	20	10
Cu (µg/kg)	3100	3400	3600	2400	3600	2900
Fe (µg/kg)	6500	8300	8100	8100	6200	8600
K (mg/kg)	700	800	900	800	2100	1000
La (µg/kg)	<	<	<	<	<	<
Li (µg/kg)	<	<	<	<	<	<
Mg (mg/kg)	190	160	110	150	200	120
Mn (µg/kg)	3600	2300	1700	2300	2900	1900
Mo (µg/kg)	6	21	5	13	10	10
Na (mg/kg)	9	7	4	3	15	5
Nb (µg/kg)	<	<	<	<	<	<
Ni (µg/kg)	290	390	430	510	1010	640
P (mg/kg)	330	360	250	250	440	340
Pb (µg/kg)	31	28	5	38	7	37
Rb (µg/kg)	<	<	<	<	<	<
S (mg/kg)	100	70	70	60	110	70
Sb (µg/kg)	<	<	<	<	<	<
Sc (µg/kg)	<	<	<	<	<	<
Se (µg/kg)	70	60	50	40	60	180
Si (µg/kg)	560	100	50	50	<	100
Sn (µg/kg)	<	<	<	<	<	<
Sr (µg/kg)	2820	170	130	240	10	390
Ti (µg/kg)	110	30	30	30	40	40
Tl (µg/kg)	<	<	<	<	<	<
U (µg/kg)	0	<	<	<	<	<
V (µg/kg)	3	<	<	<	<	<
Y (µg/kg)	<	<	<	<	<	<

Πίνακας Γ.2.33. (συνέχεια)

	ΨΥΧΑ						ΦΥΛΛΑ					
	AR-1-F-P	AR-5-F-P	KB-1-F-P	KB-2-F-P	THE-1-F-P	DM-1-F-P	AR-1-L-P	AR-5-L-P	KB-1-L-P	KB-2-L-P	THE-1-L-P	DM-1-L-P
Ag (µg/kg)	<	1	0,5	<	0	1,1	4	2	1	<	1	3
Al (mg/kg)	11	71	7	66	57	15	130	92	69	73	110	110
As (µg/kg)	<	<	0	158	0	<	80	57	93	47	71	97
Ba (µg/kg)	390	30	20	30	310	90	16600	3710	2280	2840	13300	6380
Be (µg/kg)	0	<	0	0	0	0	3	3	1	2	2	8
Ca (mg/kg)	310	140	100	160	340	280	20900	23100	13380	13970	16860	21160
Cd (µg/kg)	<	<	0	<	0	<	5	7	2	4	6	10
Ce (µg/kg)	<	<	0	<	0	<	<	<	<	<	<	<
Co (µg/kg)	20	10	40	10	10	30	80	60	70	50	100	80
Cr (µg/kg)	810	250	250	60	1490	50	530	310	340	380	940	430
Cu (µg/kg)	2000	3100	3400	1400	2100	3600	35800	10400	6000	4700	15300	13700
Fe (µg/kg)	13300	9800	5600	5000	12300	5200	130300	91000	84200	95700	121900	126100
K (mg/kg)	5000	5400	4800	5300	7000	6400	4200	4570	3300	2600	4100	4000
La (µg/kg)	<	<	0	<	0	<	<	<	<	<	<	<
Li (µg/kg)	<	<	0	<	0	<	<	<	<	<	<	<
Mg (mg/kg)	100	100	130	140	130	170	2080	1300	1990	1570	1680	1630
Mn (µg/kg)	1600	1300	1000	1400	1300	1600	53700	22800	19200	19200	10500	19300
Mo (µg/kg)	27	18	0	<	15	17	52	124	32	109	99	39
Na (mg/kg)	33	21	7	7	11	11	95	79	63	42	29	61
Nb (µg/kg)	<	<	0	<	0	<	<	<	<	<	<	<
Ni (µg/kg)	210	280	330	400	560	700	2120	1770	2800	2240	5510	3020
P (mg/kg)	310	360	350	310	330	620	1060	1240	1100	790	1140	1060
Pb (µg/kg)	40	23	0	302	14	13	450	300	174	313	282	468
Rb (µg/kg)	<	<	0	<	0	<	<	<	<	<	<	<
S (mg/kg)	70	60	40	60	70	90	950	1240	1500	770	1510	830
Sb (µg/kg)	<	<	0	<	0	<	<	<	2	<	3	<
Sc (µg/kg)	<	<	0	<	0	<	<	<	<	<	<	<
Se (µg/kg)	<	<	0	<	0	<	100	100	200	60	30	80
Si (µg/kg)	650	<	0	<	0	<	7300	4900	<	5105	<	5200
Sn (µg/kg)	<	<	0	<	0	<	<	<	<	<	<	<
Sr (µg/kg)	1590	<	70	<	0	210	87100	12800	30	8370	120	17480
Ti (µg/kg)	470	80	0	<	0	<	3000	1900	1700	2020	2440	2610
Tl (µg/kg)	<	<	0	<	0	<	<	<	<	<	<	<
U (µg/kg)	<	<	0	<	0	<	5	4	5	3	4	3
V (µg/kg)	<	<	0	<	0	<	230	140	140	120	190	180
Y (µg/kg)	<	<	0	<	0	<	<	<	<	<	<	<

Γ.2.3.4.2. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗΣ

Όπως προαναφέρθηκε, ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο, βάσει του οποίου μπορεί να διαπιστωθεί τί ποσοστό ενός στοιχείου έχει απορροφήσει το φυτό από το έδαφος, είναι ο συντελεστής συσσώρευσης. Ο συγκεκριμένος συντελεστής υπολογίστηκε για κάθε στοιχείο που μετρήθηκε, σε κάθε μέρος του φυτού που αναλύθηκε ξεχωριστά (Πίν. Γ.2.34).

Αν εξετάσουμε τον πίνακα Γ.2.34, διαπιστώνεται ότι υπάρχουν αρκετά υψηλοί συντελεστές συσσώρευσης στα φύλλα σε πάρα πολλά στοιχεία σε σύγκριση με τα υπόλοιπα μέρη του φυτού που αναλύθηκαν. Το συγκεκριμένο φαινόμενο έως ένα βαθμό μπορεί να ερμηνευτεί λόγω μεταφοράς και απόθεσης του εδάφους στα φύλλα μέσω του αέρα. Αντίστοιχα φαινόμενα παρατήρησαν και οι Matejon et al. 2006.

Εξετάζοντας τους συντελεστές συσσώρευσης στους πυρήνες, διαπιστώνεται ότι είναι εξαιρετικά υψηλοί, φτάνοντας έως το 600%.

Τα στοιχεία που παρουσιάζουν συνήθως υψηλούς συντελεστές συσσώρευσης, είναι κυρίως τα κύρια στοιχεία K, P, S και ακολουθεί το Ca, σε όλα τα μέρη από δείγματα *Olea europaea* που εξετάστηκαν (φύλλα, πυρήνας, ψίχα).

Στα ιχνοστοιχεία οι σ.σ., αν και είναι συγκριτικά μικρότεροι, διαπιστώνεται ότι κατά κανόνα ισχύει η τάση:

Φύλλα > Πυρήνας > Ψίχα

Πίνακας Γ.2.34. Συντελεστές συσσώρευσης στα δείγματα από ελιές.

	Al	As	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	La	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	S	Sc	Se	Si	Sr	Ti	U	V	Y	Yb	Zn	
AR-1-P	F	<1	-	<1	<1	<1	-	<1	<1	4	<1	76	-	1	<1	2	<1	80	<1	39	-	-	<1	1	<1	-	-	-	-	4
	K	<1	<1	<1	<1	1	-	<1	<1	7	<1	11	-	1	1	1	<1	85	<1	58	-	1	<1	2	<1	<1	<1	-	-	6
	L	<1	1	12	<1	18	-	<1	<1	81	<1	64	-	14	8	6	1	269	4	535	-	1	2	71	<1	1	<1	-	-	19
AR-5-P	F	<1	-	<1	-	1	-	<1	<1	13	<1	64	-	1	<1	-	<1	147	<1	25	-	-	-	-	<1	-	-	-	-	3
	K	<1	<1	<1	<1	3	<1	<1	<1	15	<1	9	-	2	<1	-	<1	147	<1	32	-	<1	<1	1	<1	-	-	-	-	5
	L	<1	<1	2	<1	191	1	<1	<1	44	<1	54	-	13	2	-	1	507	1	562	-	1	1	41	<1	1	<1	-	-	11
DM-1-P	F	<1	-	<1	<1	1	-	<1	<1	12	<1	102	-	1	<1	1	<1	156	<1	40	-	-	-	<1	-	-	-	-	-	6
	K	<1	<1	<1	<1	1	-	<1	<1	10	<1	15	-	1	<1	1	<1	86	<1	29	-	2	<1	1	<1	-	-	-	-	7
	L	<1	1	5	1	61	-	<1	<1	46	<1	63	-	9	3	8	1	266	4	359	-	1	2	36	<1	1	<1	-	-	26
KB-1-P	F	<1	<1	<1	<1	1	-	<1	<1	3	<1	80	<1	1	<1	-	<1	55	<1	23	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	4	
	K	<1	<1	<1	<1	1	-	<1	<1	3	<1	15	<1	1	<1	-	<1	40	<1	38	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	6	
	L	<1	1	2	<1	103	-	<1	<1	6	<1	55	-	9	2	-	1	175	1	838	-	2	<1	<1	<1	1	<1	-	-	12
KB-2-P	F	<1	1	<1	<1	1	-	<1	<1	3	<1	48	-	<1	<1	-	<1	62	1	23	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
	K	<1	<1	<1	<1	5	-	<1	<1	4	<1	7	-	<1	<1	-	<1	50	<1	25	-	<1	<1	1	<1	-	-	-	3	
	L	<1	<1	2	<1	131	-	<1	<1	9	<1	23	-	4	1	-	1	157	1	313	-	1	2	39	<1	1	<1	-	-	9
THE-1-P	F	<1	<1	<1	<1	<1	-	<1	<1	-	<1	220	<1	<1	<1	1	<1	174	<1	12	<1	-	<1	<1	<1	<1	<1	<1	-	
	K	<1	<1	1	<1	1	-	<1	<1	-	<1	66	<1	<1	1	1	<1	233	<1	21	<1	-	<1	<1	<1	<1	<1	<1	-	
	L	1	2	19	<1	14	-	<1	<1	-	<1	127	-	4	2	2	1	605	9	274	-	-	<1	<1	1	2	1	-	-	

F = Ψίχα, K = Πυρήνας, L = Φύλλα



Γ.2.3.4.3. ΑΞΙΟΛΟΓΙΣΗ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Από την μελέτη της κατανομής των συγκεντρώσεων των διαφόρων στοιχείων συναρτήσει της χωρικής κατανομής των δειγμάτων, δεν διαπιστώθηκε κάποια ιδιαίτερη σύνδεση τους με συγκεκριμένους γεωλογικούς σχηματισμούς.

Εξετάζοντας τα στοιχεία K, Ca, Mg, Na, P, S, που είναι κύρια στοιχεία και συγκρίνοντας τις συγκεντρώσεις που διαπιστώθηκαν στα διάφορα μέρη του φυτού, διαπιστώνεται ότι κατά κανόνα έχουμε τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στα φύλλα, με μόνη εξαίρεση το K, όπου οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις παρατηρούνται στη ψίχα και ακολουθούν τα φύλλα.

Στα υπόλοιπα ιχνοστοιχεία και μέταλλα που μετρήθηκαν στα διάφορα μέρη του φυτού, διαπιστώθηκε καθαρά η τάση:

Φύλλα > Πυρήνας > Ψίχα

η οποία ταυτίζεται με την τάση που παρουσιάζουν οι συντελεστές συσσώρευσης. Πολλές φορές οι συγκεντρώσεις που υπάρχουν στα φύλλα, είναι πολύ μεγαλύτερες από τις συγκεντρώσεις που διαπιστώνονται στον πυρήνα και στην ψίχα. Το φαινόμενο αυτό αιτιολογείται, λόγω της αιολικής μεταφοράς του εδάφους και εναπόθεσης του στα φύλλα του δέντρου, όπου και επιβαρύνονται (Matejon et al., 2006).

Ενδιαφέρουσα εξαίρεση αποτελεί το Cr στο οποίο παρατηρείται η τάση

Ψίχα > Φύλλα > Πυρήνας

χωρίς να υπάρχει κάποιος εμφανής λόγος για αυτή την συμπεριφορά του χρωμίου.

Συμπερασματικά, βάσει των τιμών των συγκεντρώσεων (Πιν. Γ.2.33) και των συντελεστών συσσώρευσης, αλλά και της γενικής τάσης που διαπιστώνεται από αυτούς και τις συγκεντρώσεις (Φύλλα > Πυρήνας > Ψίχα), φαίνεται ότι η *Olea europaea* έχει αναπτύξει ένα μηχανισμό βάση του οποίου προστατεύει τους καρπούς της (κυρίως την ψίχα) από την συσσώρευση βαρέων μετάλλων, γεγονός που διαπιστώνουν και οι Wilson & Pyatt (2007) για τα στοιχεία τα οποία είχαν αναλύσει (Cu, Zn, Pb).

Αξιοσημείωτη εξαίρεση σε αυτό τον κανόνα είναι το Cr, καθώς διαπιστώθηκε η τάση του φυτού να συσσωρεύει μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στην ψίχα και μικρότερες στα φύλλα και στον πυρήνα.

Παράλληλα, η *Olea europaea* επιτυγχάνει εντυπωσιακή συσσώρευση στο βρώσιμο μέρος του καρπού της (ψίχα), από θρεπτικά συστατικά (K, P, S, Ca). Ενδεικτικά, αναφέρεται το γεγονός, πως αν εξαιρεθούν τα στοιχεία K, P, S, Ca, σε όλα τα υπόλοιπα στοιχεία οι συντελεστές συσσώρευσης που διαπιστώνονται στην ψίχα φτάνουν έως το 13%, με τους υψηλότερους να παρατηρούνται στο Cu και το Zn. Τέλος, διαπιστώνεται ότι η *Olea europaea* μπορεί να φύεται σε εδάφη με υψηλές τιμές μετάλλων στο έδαφος, π.χ. σε περιοχές κοντά σε εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς που έχουν επηρεάσει το έδαφος, χωρίς να προκαλείται κάποιο φαινόμενο τοξικότητας στο φυτό.

Γ.2.4. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΕΛΛΑΦΗ

Συνοψίζοντας τα δεδομένα, που προκύπτουν από την μελέτη των δειγμάτων εδάφους από την περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδας, συμπεραίνονται τα εξής:

- Στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδας, διαπιστώθηκαν δύο κύριοι φυσικοί παράγοντες, οι οποίοι έχουν επηρεάσει την χημική σύσταση των εδαφών, η λειτουργία των θερμών, που μέσω της απόθεσης υλικού έχουν επηρεάσει την περιοχή γύρω από την οποία εκδηλώνονται (κυρίως στα Λουτρά Θερμοπυλών, αλλά και στα Καμένα Βούρλα) και τα διάφορα πετρώματα που εμφανίζονται στην περιοχή, όπου μέσα από διαδικασίες αποσάθρωσης και διάβρωσης έχουν εμπλουτίσει τα εδάφη σε συγκεκριμένα συστατικά.
- Από τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων (Πιν. Γ1.2, 3) και τα διαγράμματα των εικόνων Γ.2.3Α-28Α, Γ.2.3Β-28Β στο Παράρτημα Β, διαπιστώνεται ότι σχεδόν σε κανένα κύριο στοιχείο και ιχνοστοιχείο, δεν παρουσιάζεται ο ένας εδαφικός ορίζοντας να είναι πιο εμπλουτισμένος έναντι του άλλου. Στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων, οι τιμές των συγκεντρώσεων ανάμεσα στους δύο εδαφικούς ορίζοντες είναι ιδιαίτερα κοντινές. Εξαίρεση στα παραπάνω παρουσιάζουν μόνο τα στοιχεία στα οποία, κατά τον ποιοτικό έλεγχο των αποτελεσμάτων, το bias ήταν υψηλό, π.χ. Si.
- Το γεγονός ότι δεν παρατηρούνται ιδιαίτερες διαφοροποιήσεις ανάμεσα στους δύο εδαφικούς ορίζοντες επαληθεύεται και από την ανάλυση συσχέτισης (Πιν. Γ.1.6-7), καθώς όσα ζεύγη χημικών παραμέτρων παρουσιάζουν υψηλούς συντελεστές συσχέτισης στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας, παρουσιάζουν επίσης υψηλούς συντελεστές συσχέτισης και στα εδαφικά δείγματα βάθους.
- Τα στοιχεία Co, Cr, Fe, Ni, παρουσιάζουν τις μέγιστες τιμές συγκεντρώσεων τους σε δύο περιοχές, στην ευρύτερη περιοχή κοντά στην πόλη των Καμένων Βούρλων και ανατολικά-νοτιοανατολικά από την πόλη των Θερμοπυλών (Πιν. Γ.2.2, 3, Χαρ. Γ.2.1-4). Στις δύο περιοχές έχουμε σε κοντινή απόσταση, εμφάνιση υπερβασικών σχηματισμών της οφιολιθικής σειράς, όπου εντοπίζονται τοπογραφικά σε υψηλότερο υψόμετρο και η αποστράγγιση των συγκεκριμένων περιοχών, μέσω του υδρογραφικού δικτύου, γίνεται προς την πλευρά που διαπιστώνονται οι υψηλές τιμές συγκεντρώσεων.
- Ο Fe, το Mn, το Ti και το U παρουσιάζουν τις μέγιστες τιμές των συγκεντρώσεων τους στην ευρύτερη περιοχή της πόλης των Καμένων Βούρλων και ταυτόχρονα παρουσιάζουν κάποιες αυξητικές τάσεις στις τιμές

των συγκεντρώσεων τους στα δείγματα που εντοπίζονται στην ευρύτερη περιοχή της Δαμάστας και του χωριού της Οίτης (Πιν. Γ.2.2, 3, Χαρ. Γ.2.5-8). Στις δύο περιοχές έχουμε σε κοντινή απόσταση εμφάνιση υπερβασικών σχηματισμών της οφιολιθικής σειράς.

- Τα στοιχεία As, Ca, Sr παρουσιάζουν τις μέγιστες τιμές συγκεντρώσεων τους κυρίως στην περιοχή Λουτρών Θερμοπυλών και στην περιοχή των Καμένων Βούρλων (Πιν. Γ.2.2, 3, Χαρ. Γ.2.9, 11). Στις δύο αυτές περιοχές έχουμε εκδήλωση θερμών πηγών πλούσιες στα συγκεκριμένα στοιχεία. Η μόνη διαφορά είναι ότι στη περιοχή των Καμένων Βούρλων δεν διαπιστώθηκαν αποθέσεις θερμών πηγών. Σε αυτό ίσως να οφείλεται το γεγονός ότι το Sr παρουσιάζει υψηλές τιμές μόνο στα εδαφικά δείγματα στα Λουτρά Θερμοπυλών.

Σε αυτές τις περιοχές καταλυτική είναι η συμβολή και των πετρωμάτων που εμφανίζονται, όπως την περιοχή των Θερμοπυλών που υπάρχει προσφορά υλικού από τους ανθρακικούς σχηματισμούς της περιοχής, όπως αυτό φάνηκε από την ορυκτολογική μελέτη των δειγμάτων της περιοχής (Κεφ. Γ.2.1.6).

- Σχετικά με την καταλληλότητα των εδαφών (Κεφ. Γ.2.1.7), χρησιμοποιήθηκε η Δανέζικη νομοθεσία και η Βρετανική ταξινόμηση βάσει KELLY.

I. Χρησιμοποιώντας την Δανέζικη Νομοθεσία στα επιφανειακά εδαφικά δείγματα (Πιν. Γ.2.15), διαπιστώνεται ότι:

- Στο As, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνει μόνο 1 δείγμα (THE-6).
- Στο Ba, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνουν 9 δείγματα (AR-6, AR-12, DM-5, ΟΙ-1, ΟΙ-2, ΟΙ-6, ΟΙ-8, ΟΙ-12, ΟΙ-14) τα περισσότερα από τα οποία εντοπίζονται στην περιοχή της Οίτης.
- Στο Cd, οι συγκεντρώσεις σε όλες τις περιοχές διαπιστώθηκε ότι είναι ιδιαίτερα χαμηλές και αυτό αποδεικνύεται και από το γεγονός ότι κανένα δείγμα δεν υπερβαίνει τα Ολλανδικά όρια.
- Στο Co, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνουν τα 58 από τα 74 δείγματα, εξ αυτών κανένα δεν υπερβαίνει το όριο παρέμβασης.
- Στο Cr, την τιμή στίχο, την υπερβαίνουν τα 62 από τα 74 δείγματα, εξ αυτών 25 υπερβαίνουν το όριο παρέμβασης, όπου η πλειοψηφία αυτών των δειγμάτων εντοπίζεται στις περιοχές Δαμάστας, Οίτης και Θερμοπυλών.
- Στο Cu, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνουν τα 29 από τα 74 δείγματα, εξ αυτών κανένα δεν υπερβαίνει το όριο παρέμβασης.

- Στο Ni, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνουν, όλα τα δείγματα εκτός του THE-8, εξ αυτών 46 από τα 74 δείγματα υπερβαίνουν και το όριο παρέμβασης.
 - Στο Pb, οι συγκεντρώσεις σε όλες τις περιοχές διαπιστώθηκε ότι ήταν ιδιαίτερα χαμηλές και αυτό αποδεικνύεται και από το γεγονός ότι μόνο το δείγμα DM-5 υπερβαίνει την τιμή του πρώτου ορίου.
 - Στον Zn, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνουν 2 δείγματα (DM-5, KB-3).
- II. Αλλά και βάσει της Αγγλικής ταξινόμησης Kelly από τον πίνακα Γ.1.16 παρατηρείται μια αντίστοιχη εικόνα, δηλαδή σοβαρή επιβάρυνση σε συγκεκριμένα στοιχεία όπως Cr, Mg, Ni διαπιστώνεται στα δείγματα που είναι σε γειτονία με εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς, καθώς πολλά δείγματα Χαρακτηρίζονται από έντονα ρυπασμένα έως ασυνήθιστα έντονα ρυπασμένα. Τέλος, άξια αναφοράς είναι η συγκριτικά μέτρια επιβάρυνση που διαπιστώνεται σε Mn και Se, σε αρκετά δείγματα. Ακριβώς αντίθετη εικόνα έχουμε κατά κανόνα στα στοιχεία As, Ba, Be, Cd, Cu, Pb, V, Zn.

ΥΠΟΓΕΙΑ ΨΥΧΡΑ ΝΕΡΑ

Συνοψίζοντας τα δεδομένα, που προκύπτουν από την μελέτη των δειγμάτων υπόγειου ψυχρού νερού από την περιοχή της Αν Στ. Ελλάδας, συμπεραίνονται τα εξής:

- Οι συγκεντρώσεις Na και Cl συµμεταβάλλονται σε ικανοποιητικό βαθµό (Εικ. Γ.2.33, Χαρ. Γ.2.17-18, συντελεστής συσχέτισης 0,81). Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις Na και Cl τοποθετούνται στην περιοχή της Αρκίτσας (AR-1-WM, AR-2-D-WM) και στην περιοχή των Καµένων Βούρλων (KB-6-WM, KB-6-A-WM, KB-2-D-WM), σε δείγματα που εντοπίζονται σε πολύ µικρή απόσταση από την θάλασσα. Γεγονός που υποδηλώνει έντονη πιθανότητα επιρροής θαλασσινού νερού στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα και υποβάθµιση της ποιότητας του.
- Τα ανιόντα NO₃, SO₄, PO₄, (Χαρ. Γ.2.19-21, εικ. Γ.2.34) παρουσιάζουν αυξηµένες συγκεντρώσεις σε πεδινές περιοχές που υπάρχει έντονη αγροτική δραστηριότητα, σε αντίθεση µε τις ορεινές περιοχές. Αίτιο παρουσίας αυτών των συστατικών είναι η χρήση λιπασµάτων, στις διάφορες καλλιέργειες. Οι διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται ανά θέσεις οφείλονται στο βαθµό χρήσης των αντίστοιχων λιπασµάτων. Κάποιες δυσανάλογα υψηλές

συγκεντρώσεις NO_3 που εντοπίζονται μεμονωμένα, χωρίς οι συγκεντρώσεις των SO_4 , PO_4 και του K να παρουσιάζουν ανάλογη αύξηση, όπως στα δείγματα AR-1-WM, AR-3-D-WM, SK-1-WM κ.α. οφείλονται σε οικιστικά λύματα, καθώς όλα τα δείγματα που παρουσιάζουν αυτό το φαινόμενο εντοπίζονται εντός ή πλησίον οικισμών χωρίς αποχετευτικό δίκτυο.

- Διαπιστώθηκε συμμεταβολή των συγκεντρώσεων Fe-Zn και κυρίως στα δείγματα από τις περιοχές της Αρκίτας, του Σκαμνού, της Οίτης και σε ένα περιορισμένο αριθμό δειγμάτων από την περιοχή των Καμένων Βούρλων (Εικ. Γ.2.36-γραμμοσκιασμένη περιοχή). Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις Fe παρουσιάζονται στα δείγματα από την περιοχή της Δαμάστας και της Οίτης (εικ. Γ.2.37, Χαρ. Γ.2.22). Οι υψηλότερες τιμές Zn παρατηρούνται σε όλα τα δείγματα από την περιοχή της Αρκίτας, που κυμαίνονται από 16 έως 23 $\mu\text{g/L}$ (εικ. Γ.2.38, Χαρ. Γ.2.23).
- Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις Cr παρατηρούνται στα δείγματα από την περιοχή της Αρκίτας (Εικ. Γ.2.41, Χαρ. Γ.2.26). Πιο συγκεκριμένα στα δείγματα AR-3-D-WM και AR-4-WM τα οποία είναι δείγματα που εντοπίζονται νότια της Αρκίτας, σε πολύ μικρή απόσταση από τις εμφανίσεις Τριαδικών-Αν. Ιουρασικών ανθρακικών πετρωμάτων, τα οποία στρωματογραφικά είναι η βάση της Σχιστοκερατολιθικής διάπλασης με οφιολίθους (που η απουσία της πιθανόν να οφείλεται στην διάβρωση της). Τα υπόλοιπα δείγματα από την περιοχή της Αρκίτας που είναι σε μεγάλη απόσταση από αυτούς τους σχηματισμούς, αναπτύσσονται πάνω σε μεταλλικούς σχηματισμούς και παρουσιάζουν μηδενικές συγκεντρώσεις Cr. Μικρότερες συγκεντρώσεις συναντάμε βέβαια και σε σποραδικά δείγματα από την περιοχή των Καμένων Βούρλων και πιο συστηματικά στα δείγματα από την περιοχή της Δαμάστας, του Σκαμνού και της Οίτης.
- Οι συγκεντρώσεις Ni (εικ. Γ.2.42, Χαρ. Γ.2.27) στα δείγματα από τις περιοχές τις Αρκίτας και της Δαμάστας είναι σχεδόν μηδενικές. Κάποια τάση αύξησης διαφαίνεται στα δείγματα από την περιοχή του Σκαμνού και της Οίτης, τα οποία εντοπίζονται σε μεταλλικούς σχηματισμούς, που όμως βρίσκονται πολύ κοντά σε εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς. Στην περιοχή των Καμένων Βούρλων και της Οίτης παρατηρείται έντονη παρουσία Ni, με μέγιστη τιμή να παρουσιάζεται στο δείγμα KB-9-WM με $7\mu\text{g/L}$. Γεγονός αναμενόμενο, καθώς στην περιοχή είναι συνεχείς οι εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς.

Από την μελέτη των χημικών αναλύσεων (Πιν. Γ.2.19) που πραγματοποιήθηκαν με φασματοσκοπία πλάσματος (ICP-MS), διαπιστώθηκε ότι:

- Στην περιοχή των Καμένων Βούρλων παρουσιάζονται οι υψηλότερες τιμές As, σε σχέση με όλα τα ψυχρά υπόγεια νερά που μελετήθηκαν, φτάνοντας στο δείγμα KB-9-WM τα 10,9 μg/L.
- Αισθητή είναι η παρουσία U σε αρκετά δείγματα ψυχρού νερού των Καμένων Βούρλων, φτάνοντας στο δείγμα KB-9 τα 45,5μg/L. Το πιθανότερο είναι ότι το ουράνιο αυτό προέρχεται από κάποιο πέτρωμα της περιοχής το οποίο έχει υψηλή συγκέντρωση ουρανίου.
- Οι συγκεντρώσεις που παρουσιάζουν τα στοιχεία Al, As, B, Ba, Cu, Pb, Si, Sn, Sr, V, στα υπόγεια ψυχρά νερά της ευρύτερης περιοχής Αρκίτσας – Καμένων Βούρλων – Οίτης, επιβεβαιώνουν την άποψη ότι τα διάφορα πετρώματα δρουν καταλυτικά στην χημική σύσταση των ψυχρών νερών των περιοχών.

Στα υδροχημικά διαγράμματα Piper και Durov (Εικ. Γ.230-31), τα δείγματα των περιοχών της Οίτης – Δαμάστας – Σκαμνού, αλλά και Θερμοπυλών, ομαδοποιούνται και Χαρακτηρίζονται ως ασβεστούχα – οξυανθρακικά (Ca-HCO₃). Τα δείγματα από την Αρκίτσα και τα Καμένα Βούρλα, που βρίσκονται κοντά στην θάλασσα παρουσιάζουν υδροχημικό τύπο γλωριούχο, υποδηλώνοντας των εμπλουτισμό τους σε Cl. Σε αυτό οφείλεται και η διάσπαρτη προβολή τους στα υδροχημικά διαγράμματα.

- Τέλος, όσον αφορά την ποιότητα του νερού και την καταλληλότητα του για διάφορες χρήσεις, συμπεραίνονται τα εξής:
 - Ως προς την **σκληρότητα** (Πιν. Γ.2.24), σύμφωνα με τον Hem (1970), σχεδόν όλα τα δείγματα (93%) που εξετάστηκαν, Χαρακτηρίζονται σαν ``Πολύ σκληρά``, εκτός από τα OI-10-W και OI-15-W, που Χαρακτηρίζονται ως ``Σκληρά``. Χρησιμοποιώντας την ταξινόμηση των Sawyer – McCarty (1967), σαν ``Πολύ σκληρά`` Χαρακτηρίζεται το 53% των δειγμάτων που εξετάστηκαν (15 δείγματα) και σαν ``Σκληρά`` Χαρακτηρίζεται το 47% (13 δείγματα). Δεν πρέπει να παραληφθεί να αναφερθεί, ότι κανένα από τα εξετασθέντα δείγματα δεν παρουσιάζει τιμή μικρότερη ή ίση με 80mg/lit CaCO₃, όπου είναι το όριο για να Χαρακτηριστεί ένα νερό κατάλληλο για οικιακή χρήση (Καλλέργης, 1986).
 - Σχετικά με την **καταλληλότητα των υπογείων υδάτων για ανθρώπινη κατανάλωση** (Κεφ. Γ.2.2.9.1, Πιν. 2.18) χρησιμοποιήθηκε η Οδηγία 98/83/EK. Στα εξετασθέντα δείγματα υπέρβαση του ενδεικτικού ορίου ποσिमότητας παρατηρείται (Πιν.

5.4.1) στο Mn (AR-1-WM), στο Ca (οριακά στα δείγματα SK-1-WM, KB-102-W, OI-11-W, OI-12-W) και στο Na [AR-1-WM, KB-2-D-WM, KB-6-WM, KB-6A-WM, από αυτά το KB-2-D-WM, χρησιμοποιείται για υδροδότηση οικισμού, ωστόσο πρέπει να αναφερθεί ότι κατά την επαναληπτική δειγματοληψία (δείγμα KBE-11-WM) το νερό βρέθηκε να μην υπερβαίνει το ενδεικτικό όριο ποσιμότητας, Na].

- Τέλος, σχετικά με την **καταλληλότητα των υπογείων υδάτων για αρδευτικούς σκοπούς** (Κεφ. Γ.2.2.9.2), χρησιμοποιήθηκε η κατάταξη που βασίζεται στο Συντελεστή Προσρόφησης Νατρίου (S.A.R.) και την αγωγιμότητα, του U.S. Salinity Laboratory (1954). Σύμφωνα με αυτή την κατάταξη τα δείγματα που εξετάστηκαν χωρίζονται στις εξής κατηγορίες (Πίν. Γ.2.29):
 - i. S1-C1 (Νερό μικρής αλκαλικότητας - μικρής αλατότητας): Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το 57% των δειγμάτων (16 δείγματα).
 - ii. S1-C2 (Νερό μικρής αλκαλικότητας - μέσης αλατότητας): Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το 28% των δειγμάτων (8 δείγματα).
 - iii. S2-C2 (Νερό μέσης αλκαλικότητας - μέσης αλατότητας): Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το 11% των δειγμάτων (3 δείγμα) (KB-2-D-WM).
 - iv. S3-C3 (Νερό υψηλής αλκαλικότητας – μέσης αλατότητας): Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το 4% των δειγμάτων (1 δείγματα) (AR-1-WM).

Και από την εξέταση του δείκτη E.S.R. και MH (Magnesium Hazard) (Πίν. Γ.2.29), διαπιστώνεται επιβάρυνση των νερών καθώς από τα 28 δείγματα που εξετάστηκαν μόνο τα 5 παρουσιάζουν MH>50 και άρα δεν συνίστανται για άρδευση.

ΦΥΤΑ

ΜΟΝΟΕΤΗ ΦΥΤΑ

Συνοψίζοντας τα δεδομένα, που προκύπτουν από την μελέτη των δειγμάτων μονοετών φυτών από την περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδας, συμπεραίνονται τα εξής:

- Στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδας διαπιστώθηκε πως μια μεγάλη ομάδα στοιχείων υπάρχουν σε βιοδιαθέσιμη μορφή στο έδαφος, καθώς διαπιστώνονται τα φυτά της περιοχής να παρουσιάζουν αξιόλογες συγκεντρώσεις και υψηλούς σ.σ. στα συγκεκριμένα στοιχεία.
- Στην περιοχή της Αν. Στερεάς Ελλάδας εντοπίστηκε το *Spartium juncceum* L., να φύεται ανάμεσα σε ρωγμές υπερβασικών πετρωμάτων (ΟΙ-4-P), αλλά και

σε κοντινή απόσταση (<15m) (OI-5-P) σε επίπεδο εδαφικό ορίζοντα (OI-16, 516mg/kg Ni). Η συγκέντρωση Ni που διαπιστώθηκε στα συγκεκριμένα δείγματα, είναι στο OI-4-P(υπερβ.) στο υπέργειο μέρος 4,35 mg/kg και στο ριζικό σύστημα <LDL και στο δείγμα OI-5-P(εδαφ.) στο υπέργειο μέρος 1,5 mg/kg ριζικό σύστημα 0,52 mg/kg και αντίστοιχα σ.σ. 0,3% και 0,1%.

- Το δείγμα OI-1-P, που είναι *Chamaecytisus hirsutus* έχει Cu 11,5mg/kg στο υπέργειο μέρος, ενώ στο ριζικό σύστημα μόνο 4,1 mg/kg.
- Το OI-1-P, που είναι *Chamaecytisus hirsutus* έχει Mn 266mg/kg και σ.σ. 23,9% στο υπέργειο μέρος και στο ριζικό σύστημα 311mg/kg Mn και σ.σ. 27,95.
- Το KB-3-P, που είναι *Rapistrum rugosum*, έχει Si 132mg/kg και σ.σ. 47,7% στο υπέργειο μέρος, ενώ στο ριζικό σύστημα έχει μόνο 11,6 mg/kg Si και σ.σ. 4,2%. Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι αν εξαιρεθεί το δείγμα THE-3-P στο οποίο και σε αυτό διαπιστώθηκε υψηλή συγκέντρωση Si (87,1 mg/kg) στο υπέργειο μέρος του φυτού, σε όλα τα άλλα δείγματα οι τιμές συγκεντρώσεων Si δεν ξεπερνάμε τα 20 mg/kg.
- Μεγάλες τιμές σ.σ. Sr διαπιστώθηκαν στο υπέργειο μέρος του THE-3-P που είναι *Rapistrum rugosum* (103%, 92 mg/kg) και στο ριζικό σύστημα (52%, 46 mg/kg). Πρέπει να αναφερθεί όμως ότι στα δείγματα DM-2-P, KB-3-P, KB-4-P, NP-3-P, THE-2-P, που είναι όλα *Rapistrum rugosum*, ο σ.σ. Sr δεν ξεπερνάει το 42%, παρότι οι τιμές των συγκεντρώσεων Sr στα αντίστοιχα δείγματα εδάφους είναι συγκρίσιμες.
- Η υψηλότερη συγκέντρωση Zn, διαπιστώθηκε στο δείγμα OI-1-P, που είναι *Chamaecytisus hirsutus*. Πιο αναλυτικά, το υπέργειο μέρος του φυτού περιέχει 47mg/kg, ενώ στο ριζικό σύστημα <LDL.
- Άξια αναφοράς είναι η συγκέντρωση Rb που διαπιστώθηκε στο THE-3-P που είναι *Rapistrum rugosum*. Πιο αναλυτικά, το υπέργειο μέρος του THE-3-P έχει 280mg/kg, ενώ κανένα άλλο δείγμα *Rapistrum rugosum* (DM-2-P, KB-3-P, KB-4-P, NP-3-P, THE-2-P), δεν διαπιστώθηκε να περιέχει κάποια αντίστοιχη συγκέντρωση Rb.

ΠΟΛΥΕΤΗ ΦΥΤΑ

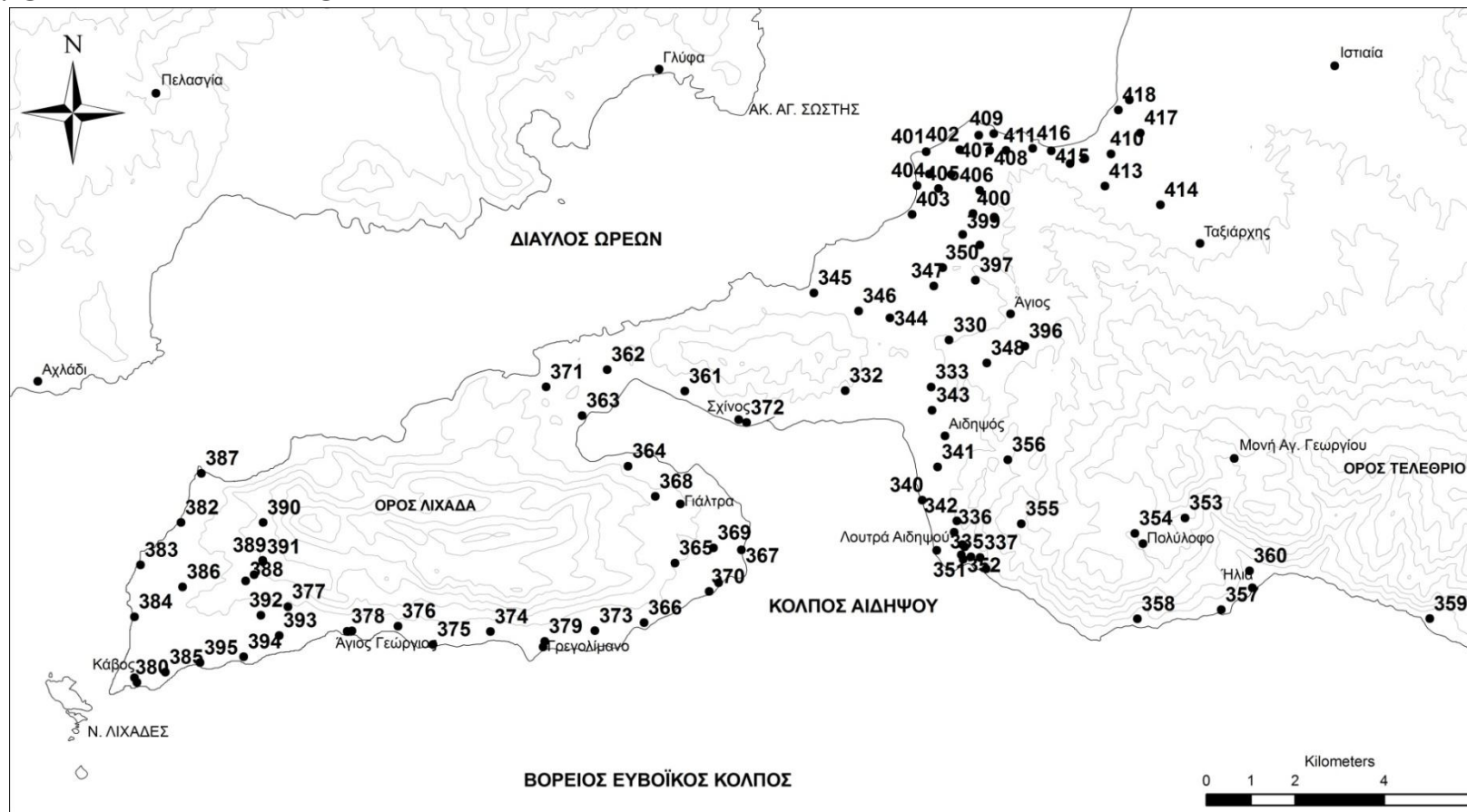
Συνοψίζοντας τα δεδομένα, που προκύπτουν από την μελέτη των δειγμάτων *Olea europaea* (κοιν. ελιά) από την περιοχή της Αταλάντης και της Κυρτώνης, συμπεραίνονται τα εξής:

- Υπάρχουν αρκετά υψηλοί συντελεστές συσσώρευσης (Πιν. Γ.2.34), σε πάρα πολλά στοιχεία στα φύλλα της ελιάς, σε σύγκριση με τα υπόλοιπα μέρη του φυτού που αναλύθηκαν. Το συγκεκριμένο φαινόμενο έως ένα βαθμό μπορεί να ερμηνευτεί λόγω μεταφοράς και απόθεσης του εδάφους στα φύλλα μέσω του αέρα. Αντίστοιχα φαινόμενα παρατήρησαν και οι Matejzon et al. 2006.
- Στους πυρήνες, διαπιστώνεται ότι υπάρχουν εξαιρετικά υψηλοί σ.σ., οι υψηλότερες τιμές των οποίων φτάνουν έως το 600% (Πιν. Γ.2.34).
- Τα στοιχεία που παρουσιάζουν συνήθως υψηλούς συντελεστές συσσώρευσης είναι κυρίως τα K, P, S και ακολουθεί το Ca, σε όλα τα μέρη (φύλλα, πυρήνας, ψίχα) από δείγματα *Olea europaea* που εξετάστηκαν (Πιν. Γ.2.34). Πρέπει να σημειωθεί ότι τα στοιχεία αυτά είναι θρεπτικά συστατικά του φυτού.
- Οι συγκεντρώσεις σχεδόν όλων των ιχνοστοιχείων (Πιν. Γ.2.33) διαπιστώθηκε ότι ακολουθούν την τάση: Φύλλα > Πυρήνας > Ψίχα η οποία ταυτίζεται με αυτή, που διαπιστώνεται και στους συντελεστές συσσώρευσης.
- Εξαίρεση αποτελεί το Cr (Πιν. Γ.2.33) στο οποίο παρατηρείται η τάση: Ψίχα > Φύλλα > Πυρήνας, χωρίς να υπάρχει κάποιος εμφανής λόγος που να δικαιολογεί αυτή την συμπεριφορά του χρωμίου.
- Η *Olea europaea*, φαίνεται να έχει αναπτύξει ένα μηχανισμό βάσης του οποίου προστατεύει τους καρπούς της (κυρίως την ψίχα) από την συσσώρευση βαρέων μετάλλων, γεγονός που διαπιστώνουν και οι Wilson & Pyatt (2007). Ταυτόχρονα επιτυγχάνει εντυπωσιακή συσσώρευση στο βρώσιμο μέρος του καρπού της (ψίχα), από θρεπτικά συστατικά (K, P, S, Ca).
- Η *Olea europaea*, μπορεί να φύεται σε εδάφη με υψηλές τιμές μετάλλων στο έδαφος π.χ. σε περιοχές κοντά σε εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων που έχουν επηρεάσει τον εδαφικό ορίζοντα, χωρίς να παρατηρείται κάποιο φαινόμενο τοξικότητας του φυτού από αυτό το γεγονός.

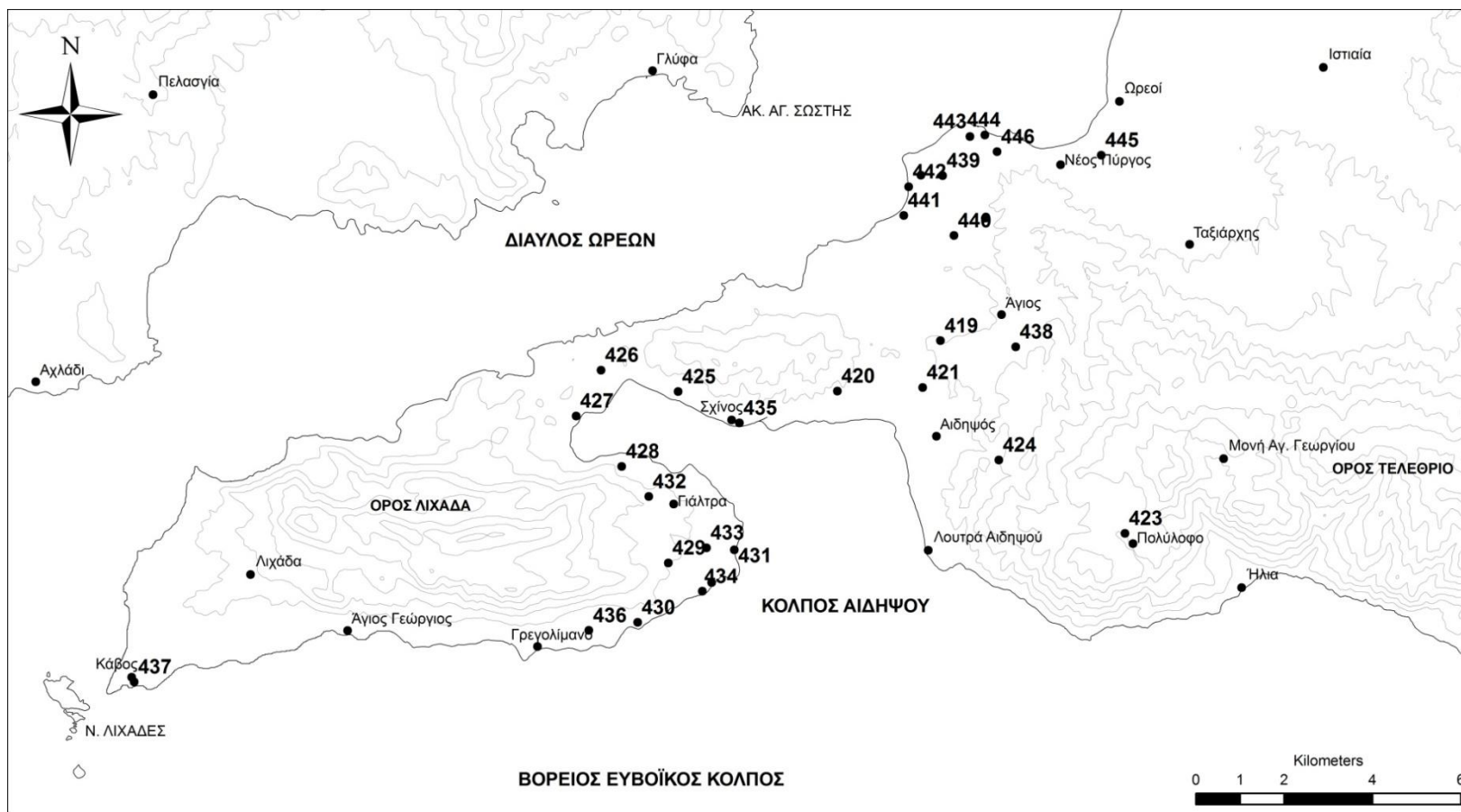
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ.3. ΠΕΡΙΟΧΗ Β. ΕΥΒΟΙΑΣ

Γ.3.1. ΕΛΑΦΗ

Γ.3.1.1. ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ



Εικόνα Γ.3.1Α. Χάρτης θέσεων επιφανειακών εδαφικών δειγμάτων από τις περιοχές της Β. Εύβοιας.



Εικόνα Γ.3.1Β. Χάρτης θέσεων εδαφικών δειγμάτων βάθους από τις περιοχές της Β. Εύβοιας.

Πίνακας Γ.3.1. Θέσεις εδαφικών δειγμάτων (επιφάνειας & βάθους) από την περιοχή της Β. Εύβοιας.

ΑΡΙΘ. ΔΕΙΓΜ. ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΛΑΦΙΚΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ	ΓΕΩΓΡ. ΣΥΝΤ.	ΗΜΕΡΟΜ.	ΠΕΡΙΟΧΗ
330	AD-1-E	ΕΠΙΦ	N38 53.930 E23 02.683	23/11/2007	ΑΙΔΗΨΟΣ
419	AD-1-B	ΒΑΘ	«	23/11/2007	ΑΙΔΗΨΟΣ
331	AD-2-E	ΕΠΙΦ	N38 51.146 E23 03.297	23/11/2007	ΑΙΔΗΨΟΣ
332	AD-3-E	ΕΠΙΦ	N38 53.300 E23 01.075	23/11/2007	ΑΙΔΗΨΟΣ
420	AD-3-B	ΒΑΘ	«	23/11/2007	ΑΙΔΗΨΟΣ
333	AD-5-E	ΕΠΙΦ	N38 53.356 E23 02.409	24/11/2007	ΑΙΔΗΨΟΣ
421	AD-5-B	ΒΑΘ	«	24/11/2007	ΑΙΔΗΨΟΣ
334	AD-6-E	ΕΠΙΦ	N38 55.434 E23 03.365	24/11/2007	ΑΙΔΗΨΟΣ
422	AD-6-B	ΒΑΘ	«	24/11/2007	ΑΙΔΗΨΟΣ
335	AD-7-E	ΕΠΙΦ	N38 51.292 E23 03.059	30/4/2008	ΑΙΔΗΨΟΣ
336	AD-8-E	ΕΠΙΦ	N38 51.588 E23 02.793	30/4/2008	ΑΙΔΗΨΟΣ
337	AD-9-E	ΕΠΙΦ	N38 51.284 E23 03.200	30/4/2008	ΑΙΔΗΨΟΣ
338	AD-10-E	ΕΠΙΦ	N38 51.414 E23 02.957	1/5/2008	ΑΙΔΗΨΟΣ
339	AD-11-E	ΕΠΙΦ	N38 51.439 E23 02.922	1/5/2008	ΑΙΔΗΨΟΣ
340	AD-12-E	ΕΠΙΦ	N38 51.976 E23 02.289	1/5/2008	ΑΙΔΗΨΟΣ
341	AD-13-E	ΕΠΙΦ	N38 52.382 E23 02.524	1/5/2008	ΑΙΔΗΨΟΣ
342	AD-14-E	ΕΠΙΦ	N38 51.727 E23 02.831	1/5/2008	ΑΙΔΗΨΟΣ
343	AD-15-E	ΕΠΙΦ	N38 53.073 E23 02.427	1/5/2008	ΑΙΔΗΨΟΣ
344	AD-17-E	ΕΠΙΦ	N38 54.193 E23 01.760	1/5/2008	ΑΙΔΗΨΟΣ
345	AD-18-E	ΕΠΙΦ	N38 54.488 E23 00.572	1/5/2008	ΑΙΔΗΨΟΣ
346	AD-19-E	ΕΠΙΦ	N38 54.274 E23 01.269	1/5/2008	ΑΙΔΗΨΟΣ
347	AD-20-E	ΕΠΙΦ	N38 54.587 E23 02.435	1/5/2008	ΑΙΔΗΨΟΣ
348	AD-21-E	ΕΠΙΦ	N38 53.655 E23 03.274	1/5/2008	ΑΙΔΗΨΟΣ
349	AD-22-E	ΕΠΙΦ	N38 55.094 E23 03.146	1/5/2008	ΑΙΔΗΨΟΣ
350	AD-23-E	ΕΠΙΦ	N38 54.812 E23 02.573	1/5/2008	ΑΙΔΗΨΟΣ
351	AD-24-E	ΕΠΙΦ	N38 51.315 E23 02.908	1/5/2008	ΑΙΔΗΨΟΣ
352	AD-25-E	ΕΠΙΦ	N38 51.261 E23 02.936	1/5/2008	ΑΙΔΗΨΟΣ
353	PL-1-E	ΕΠΙΦ	N38 51.791 E23 06.377	23/11/2007	ΠΟΛΥΛΟΦΟ
354	PL-2-E	ΕΠΙΦ	N38 51.598 E23 05.601	23/11/2007	ΠΟΛΥΛΟΦΟ
423	PL-2-B	ΒΑΘ	«	23/11/2007	ΠΟΛΥΛΟΦΟ
355	PL-3-E	ΕΠΙΦ	N38 51.700 E23 03.834	23/11/2007	ΠΟΛΥΛΟΦΟ
356	PL-4-E	ΕΠΙΦ	N38 52.478 E23 03.614	23/11/2007	ΠΟΛΥΛΟΦΟ
424	PL-4-B	ΒΑΘ	«	23/11/2007	ΠΟΛΥΛΟΦΟ
357	HL-1-E	ΕΠΙΦ	N38 50.677 E23 06.956	23/11/2007	ΗΛΙΑ
358	HL-2-E	ΕΠΙΦ	N38 50.555 E23 05.653	23/11/2007	ΗΛΙΑ
359	HL-3-E	ΕΠΙΦ	N38 50.591 E23 10.197	30/4/2008	ΗΛΙΑ
360	HL-4-E	ΕΠΙΦ	N38 51.154 E23 07.387	30/4/2008	ΗΛΙΑ
361	GIA-1-E	ΕΠΙΦ	N38 53.273 E22 58.580	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ
425	GIA-1-B	ΒΑΘ	«	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ
362	GIA-2-E	ΕΠΙΦ	N38 53.524 E22 57.371	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ
426	GIA-2-B	ΒΑΘ	«	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ
363	GIA-3-E	ΕΠΙΦ	N38 52.961 E22 56.990	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ
427	GIA-3-B	ΒΑΘ	«	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ
364	GIA-4-E	ΕΠΙΦ	N38 52.350 E22 57.713	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ
428	GIA-4-B	ΒΑΘ	«	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ
365	GIA-5-E	ΕΠΙΦ	N38 51.176 E22 58.459	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ
429	GIA-5-B	ΒΑΘ	«	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ

Πίνακας Γ.3.1. (συνέχεια)

ΑΡΙΘ. ΔΕΙΓΜ. ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΛΛΗΦΙΚΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ	ΓΕΩΓΡ. ΣΥΝΤ.	ΗΜΕΡΟΜ.	ΠΕΡΙΟΧΗ
366	GIA-6-E	ΕΠΙΦ	N38 50.445 E22 57.989	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ
430	GIA-6-B	ΒΑΘ	«	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ
367	GIA-7-E	ΕΠΙΦ	N38 51.346 E22 59.487	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ
431	GIA-7-B	ΒΑΘ	«	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ
368	GIA-8-E	ΕΠΙΦ	N38 51.986 E22 58.140	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ
432	GIA-8-B	ΒΑΘ	«	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ
369	GIA-9-E	ΕΠΙΦ	N38 51.366 E22 59.055	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ
433	GIA-9-B	ΒΑΘ	«	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ
370	GIA-10-E	ΕΠΙΦ	N38 50.835 E22 58.997	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ
434	GIA-10-B	ΒΑΘ	«	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ
371	GIA-11-E	ΕΠΙΦ	N38 53.306 E22 56.425	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ
372	GIA-12-E	ΕΠΙΦ	N38 52.898 E22 59.545	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ
435	GIA-12-B	ΒΑΘ	«	22/11/2007	ΓΙΑΛΤΡΑ
373	GIA-13-E	ΕΠΙΦ	N38 50.341 E22 57.227	3/5/2008	ΓΙΑΛΤΡΑ
436	GIA-13-B	ΒΑΘ	«	3/5/2008	ΓΙΑΛΤΡΑ
374	GIA-14-E	ΕΠΙΦ	N38 50.315 E22 55.601	3/5/2008	ΓΙΑΛΤΡΑ
375	GIA-15-E	ΕΠΙΦ	N38 50.151 E22 54.713	3/5/2008	ΓΙΑΛΤΡΑ
376	AGG-1-E	ΕΠΙΦ	N38 50.368 E22 54.166	24/11/2007	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ
377	AGG-2-E	ΕΠΙΦ	N38 50.589 E22 52.451	3/5/2008	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ
378	AGG-3-E	ΕΠΙΦ	N38 50.298 E22 53.378	3/5/2008	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ
379	AGG-4-E	ΕΠΙΦ	N38 50.205 E22 56.448	3/5/2008	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ
380	KABOS-1-E	ΕΠΙΦ	N38 49.644 E22 50.120	24/11/2007	ΚΑΒΟΣ
437	KABOS-1-B	ΒΑΘ	«	24/11/2007	ΚΑΒΟΣ
387	KABOS-2-E	ΕΠΙΦ	N38 52.202 E22 51.081	3/5/2008	ΚΑΒΟΣ
382	KABOS-4-E	ΕΠΙΦ	N38 51.598 E22 50.774	3/5/2008	ΚΑΒΟΣ
383	KABOS-6-E	ΕΠΙΦ	N38 51.076 E22 50.152	3/5/2008	ΚΑΒΟΣ
384	KABOS-7-E	ΕΠΙΦ	N38 50.443 E22 50.071	3/5/2008	ΚΑΒΟΣ
385	KABOS-8-E	ΕΠΙΦ	N38 49.773 E22 50.559	3/5/2008	ΚΑΒΟΣ
386	KABOS-9-E	ΕΠΙΦ	N38 50.815 E22 50.811	3/5/2008	ΚΑΒΟΣ
387	KABOS-10-E	ΕΠΙΦ	N38 50.955 E22 51.528	3/5/2008	ΚΑΒΟΣ
388	LIX-1-E	ΕΠΙΦ	N38 50.897 E22 51.788	3/5/2008	ΛΙΧΑΔΑ
389	LIX-2-E	ΕΠΙΦ	N38 51.150 E22 52.051	3/5/2008	ΛΙΧΑΔΑ
390	LIX-3-E	ΕΠΙΦ	N38 51.611 E22 52.051	3/5/2008	ΛΙΧΑΔΑ
391	LIX-4- E	ΕΠΙΦ	N38 51.133 E22 52.053	3/5/2008	ΛΙΧΑΔΑ
392	LIX-5-E	ΕΠΙΦ	N38 50.480 E22 52.035	3/5/2008	ΛΙΧΑΔΑ
393	LIX-6-E	ΕΠΙΦ	N38 50.236 E22 52.322	3/5/2008	ΛΙΧΑΔΑ
394	LIX-7-E	ΕΠΙΦ	N38 49.972 E22 51.775	3/5/2008	ΛΙΧΑΔΑ
395	LIX-8-E	ΕΠΙΦ	N38 49.894 E22 51.096	3/5/2008	ΛΙΧΑΔΑ
396	AGIOS-1-E	ΕΠΙΦ	N38 53.866 E23 03.862	24/11/2007	ΑΓΙΟΣ
438	AGIOS-1-B	ΒΑΘ	«	24/11/2007	ΑΓΙΟΣ
397	AGIOS-2-E	ΕΠΙΦ	N38 54.664 E23 03.081	1/5/2008	ΑΓΙΟΣ
398	AGIOK-1-E	ΕΠΙΦ	N38 55.949 E23 02.687	24/11/2007	ΑΓΙΟΚΑΜΠΙΟΣ
439	AGIOK-1-B	ΒΑΘ	«	24/11/2007	ΑΓΙΟΚΑΜΠΙΟΣ

Πίνακας Γ.3.1. (συνέχεια)

ΑΡΙΘ. ΔΕΙΓΜ. ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΛΑΦΙΚΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ	ΓΕΩΓΡ. ΣΥΝΤ.	ΗΜΕΡΟΜ.	ΠΕΡΙΟΧΗ
399	ΑΓΙΟΚ-2-Ε	ΕΠΙΦ	N38 55.218 E23 02.876	24/11/2007	ΑΓΙΟΚΑΜΠΟΣ
440	ΑΓΙΟΚ-2-Β	ΒΑΘ	«	24/11/2007	ΑΓΙΟΚΑΜΠΟΣ
400	ΑΓΙΟΚ-3-Ε	ΕΠΙΦ	N38 55.476 E23 03.034	2/5/2008	ΑΓΙΟΚΑΜΠΟΣ
401	ΑΓΙΟΚ-4-Ε	ΕΠΙΦ	N38 56.223 E23 02.294	2/5/2008	ΑΓΙΟΚΑΜΠΟΣ
402	ΑΓΙΟΚ-5-Ε	ΕΠΙΦ	N38 56.253 E23 02.816	2/5/2008	ΑΓΙΟΚΑΜΠΟΣ
403	ΑΓΙΟΚ-6-Ε	ΕΠΙΦ	N38 55.457 E23 02.087	2/5/2008	ΑΓΙΟΚΑΜΠΟΣ
441	ΑΓΙΟΚ-6-Β	ΒΑΘ	«	2/5/2008	ΑΓΙΟΚΑΜΠΟΣ
404	ΑΓΙΟΚ-7-Ε	ΕΠΙΦ	N38 55.808 E23 02.157	2/5/2008	ΑΓΙΟΚΑΜΠΟΣ
442	ΑΓΙΟΚ-7-Β	ΒΑΘ	«	2/5/2008	ΑΓΙΟΚΑΜΠΟΣ
405	ΑΓΙΟΚ-8-Ε	ΕΠΙΦ	N38 55.775 E23 02.494	2/5/2008	ΑΓΙΟΚΑΜΠΟΣ
406	ΑΓΙΟΚ-9-Ε	ΕΠΙΦ	N38 55.759 E23 03.132	2/5/2008	ΑΓΙΟΚΑΜΠΟΣ
407	NIS-1-Ε	ΕΠΙΦ	N38 56.431 E23 03.110	23/11/2007	ΝΗΣΙΩΤΗΣΣΑ
443	NIS-1-Β	ΒΑΘ	«	23/11/2007	ΝΗΣΙΩΤΗΣΣΑ
408	NIS-3-Ε	ΕΠΙΦ	N38 56.246 E23 03.285	2/5/2008	ΝΗΣΙΩΤΗΣΣΑ
409	NIS-4-Ε	ΕΠΙΦ	N38 56.452 E23 03.345	2/5/2008	ΝΗΣΙΩΤΗΣΣΑ
444	NIS-4-Β	ΒΑΘ	«	2/5/2008	ΝΗΣΙΩΤΗΣΣΑ
410	NP-1-Ε	ΕΠΙΦ	N38 56.219 E23 05.170	23/11/2007	Ν. ΠΥΡΓΟΣ
445	NP-1-Β	ΒΑΘ	«	23/11/2007	Ν. ΠΥΡΓΟΣ
411	NP-2-Ε	ΕΠΙΦ	N38 56.249 E23 03.537	23/11/2007	Ν. ΠΥΡΓΟΣ
446	NP-2-Β	ΒΑΘ	«	23/11/2007	Ν. ΠΥΡΓΟΣ
412	NP-3-Ε	ΕΠΙΦ	N38 56.158 E23 04.763	2/5/2008	Ν. ΠΥΡΓΟΣ
413	NP-5-Ε	ΕΠΙΦ	N38 55.826 E23 05.082	2/5/2008	Ν. ΠΥΡΓΟΣ
414	NP-6-Ε	ΕΠΙΦ	N38 55.604 E23 05.947	2/5/2008	Ν. ΠΥΡΓΟΣ
415	NP-7-Ε	ΕΠΙΦ	N38 56.250 E23 04.240	2/5/2008	Ν. ΠΥΡΓΟΣ
416	NP-8-Ε	ΕΠΙΦ	N38 56.277 E23 03.953	3/5/2008	Ν. ΠΥΡΓΟΣ
417	NP-9-Ε	ΕΠΙΦ	N38 56.479 E23 05.622	2/5/2008	Ν. ΠΥΡΓΟΣ
418	OR-1-Ε	ΕΠΙΦ	N38 56.755 E23 05.278	2/5/2008	ΩΡΕΟΙ

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες είναι σε WGS84, Lat/Lon hdddomm.mmm'

Γ.3.1.2. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Πίνακας Γ.3.2. Χημικές αναλύσεις εδαφικών δειγμάτων επιφανείας από τις περιοχές της Β. Εύβοιας (σε mg/kg).

	AD-1-E	AD-10-E	AD-11-E	AD-12-E	AD-13-E	AD-14-E	AD-15-E	AD-17-E	AD-18-E	AD-19-E	AD-2-E	AD-20-E	AD-21-E	AD-22-E	AD-23-E
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al	20700	37800	12900	58400	18400	77700	39700	39300	39300	31000	61900	44100	18300	48600	43000
As	5	37	21	11	8	18	17	14	6	8	44	6	3	5	6
Ba	200	430	180	430	210	480	320	320	360	210	500	340	220	360	480
Be	1,56	1,45	1,11	2,42	1,36	3,2	1,7	1,69	1,43	1,47	0,51	1,68	0,49	1,68	1,59
Ca	4800	47400	77000	11000	18100	20400	36600	16300	54300	7500	47700	14000	1500	7000	14100
Cd	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Co	3	7	9	16	12	13	11	10	6	8	26	8	2	12	12
Cr	<	<	120	<	<	<	20	<	<	<	30	20	<	<	<
Cu	<	<	<	<	<	28	24	198	<	30	59	<	<	99	<
Fe	13000	20500	22600	42100	36800	38100	29400	27000	13600	17400	50900	20000	6200	35200	36700
K	16500	12600	7000	18800	10000	23100	12500	12300	17500	12200	3400	14500	8200	13000	13600
La	31	27	18	31	42	8	20	30	30	37	12	32	55	41	31
Li	<	<	<	<	<	54	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mg	5400	6900	13200	10400	11200	14100	7300	6400	9900	6400	20700	6200	2800	11500	10300
Mn	190	280	350	790	610	540	390	470	320	370	690	420	80	400	1070
Na	<	2660	1010	2770	700	4580	1060	<	780	720	820	<	<	880	760
Ni	<	20	60	20	<	40	20	10	20	20	50	30	<	30	<
P	270	430	960	510	650	610	740	690	770	330	580	320	180	180	500
Pb	26	21	32	27	15	27	27	26	26	24	11	24	16	20	15
Rb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	130	320	520	270	160	200	190	230	320	260	470	210	190	<	170
Sb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sc	<	6	5	13	12	10	7	10	<	6	18	6	<	10	12
Se	11	7	8	21	14	7	10	18	10	11	8	9	6	10	14
Si	200	160	300	340	200	200	280	280	420	210	400	410	210	170	220
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	70	148	198	94	77	95	116	139	49	93	67	52	13	48	110
Ti	1140	350	750	910	610	190	700	1680	590	960	320	940	360	1350	1880
Tl	<	<	<	1,4	<	0,87	<	<	<	<	0,88	<	<	<	<
U	0,53	0,63	0,56	0,93	0,49	1,18	0,61	1,07	0,69	0,59	0,34	0,55	0,79	1,53	0,6
V	20	26	33	62	54	44	45	48	19	30	101	36	10	26	40
Y	14	12	10	24	26	16	13	22	13	16	12	15	9	21	26
Yb	1	1	1	2	2	2	1	2	1	1	2	1	<	2	2
Zn	<	44	91	95	88	94	73	65	40	51	79	49	<	129	81
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH	7,1					8,2		6,7			8,1			8,1	7,1
Eh	-40,6					-108,7		-23,1			-98			-94,8	-31,2

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και Ce, Mo, Nb, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL.

Πίνακας Γ.3.2. (συνέχεια)

	AD-24-E	AD-25-E	AD-3-E	AD-5-E	AD-6-E	AD-7-E	AD-8-E	AD-9-E	AGG-1-E	AGG-2-E	AGG-3-E	AGG-4-E	AGIOK-1-E	AGIOK-2-E	AGIOK-3-E
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al	6800	<	45800	39000	31500	20300	59500	81400	18900	25100	24200	34800	34900	21300	42900
As	154	20	25	11	9	44	27	233	12	11	10	10	16	6	8
Ba	180	80	240	320	270	180	430	980	70	110	90	140	280	140	230
Be	1,33	0,74	1,42	1,28	1,5	1,17	1,86	1,05	0,45	1	0,88	1,13	1,62	0,43	1,16
Ca	268200	380500	16300	24700	3600	193900	10700	3700	130100	126100	109600	107300	7600	4400	5100
Cd	<	<	<	<	<	<	<	<	0,51	<	0,51	<	<	<	<
Co	3	0	13	10	8	6	9	19	12	40	38	10	10	6	7
Cr	30	<	<	<	<	<	<	<	70	580	590	40	20	<	<
Cu	30	<	<	<	<	<	<	43	56	26	26	<	121	<	<
Fe	14900	3900	39200	29300	24700	20100	25800	37600	15500	34200	33700	22200	25200	18100	25200
K	2100	500	11800	15000	13100	4700	18100	8200	3300	3800	4500	6300	12800	8200	13400
La	5	<	49	45	28	14	23	24	9	15	13	18	36	38	52
Li	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mg	11400	1300	9300	10700	6100	6100	5800	4200	63200	40600	69000	53200	9300	4800	6800
Mn	140	<	580	500	290	480	410	290	650	890	1100	430	440	250	250
Na	3940	15270	<	1790	<	1580	630	<	1840	720	1720	1600	800	660	780
Ni	20	<	<	<	10	10	30	20	110	590	520	60	40	10	10
P	190	<	640	420	240	1480	770	580	640	270	480	590	430	470	270
Pb	82	3	14	18	20	56	41	16	34	10	157	22	19	16	26
Rb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	1590	3880	120	150	100	1760	350	300	870	230	350	500	200	200	210
Sb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sc	<	<	12	12	7	<	6	13	<	8	7	5	8	5	8
Se	<	<	13	9	9	<	9	16	<	11	<	7	10	12	14
Si	120	130	240	350	310	370	380	380	350	370	490	490	220	200	200
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	547	3117	101	160	36	605	50	48	36	73	45	48	70	43	35
Ti	130	20	2050	1410	1130	480	290	340	350	550	490	610	860	1100	1280
Tl	<	<	<	<	<	0,72	0,7	0,8	<	<	<	<	<	<	<
U	0,35	<	1,03	0,72	1,24	0,32	0,73	0,33	2,37	0,43	1,16	0,99	0,94	1,38	2,25
V	10	<	51	39	27	23	34	90	36	31	40	42	34	21	22
Y	<	<	22	22	17	8	12	22	6	10	9	9	18	18	22
Yb	<	<	2	2	2	1	1	2	<	1	1	1	2	2	2
Zn	38	<	79	77	72	53	87	87	61	45	75	52	60	<	61
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH	8,9	7,7	6,9								8,3		7,2		
Eh	-142,3	-82,9	-36,5								-113,1		-46,9		

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και Ce, Mo, Nb, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL.

Πίνακας Γ.3.2. (συνέχεια)

	AGIOK-4-E	AGIOK-5-E	AGIOK-6-E	AGIOK-7-E	AGIOK-8-E	AGIOK-9-E	AGIOS-1-E	AGIOS-2-E	GIA-1-E	GIA-10-E	GIA-11-E	GIA-12-E	GIA-13-E	GIA-14-E	GIA-15-E
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al	32300	19700	15100	17200	23600	39500	42800	23900	30300	29300	62000	33400	48100	16400	49700
As	13	15	15	12	9	8	17	5	6	8	13	18	11	10	10
Ba	270	230	220	300	190	350	240	340	220	170	290	320	210	100	160
Be	1,52	0,93	1,37	1,61	0,75	1,95	1,33	1,49	1,21	1,07	2,3	1,38	1,57	0,55	0,91
Ca	10900	27300	3700	74600	67800	23800	4300	17500	2600	39300	49300	7400	10200	135600	68200
Cd	1,11	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Co	11	14	6	9	7	18	5	11	3	7	22	7	16	9	28
Cr	30	40	<	20	10	30	<	<	<	10	100	<	100	30	170
Cu	27	27	<	<	<	25	<	40	<	<	25	<	33	<	35
Fe	24100	30400	18700	22800	15800	42800	16600	30400	13700	17700	41100	22500	33600	20200	37000
K	13400	11200	10100	10300	9700	10400	12900	10300	10400	7200	9300	15100	8800	6900	9100
La	46	32	33	24	18	29	25	30	24	17	35	49	26	14	21
Li	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mg	9800	10900	4300	9900	37600	14100	5400	7700	4400	8500	14300	6000	9800	69800	32600
Mn	480	460	270	430	330	550	180	580	90	340	890	450	590	410	920
Na	1900	<	<	1170	1920	<	860	850	1380	780	890	1790	<	1560	870
Ni	40	80	10	40	30	30	10	20	10	40	110	<	110	50	280
P	320	710	190	590	420	1050	310	330	130	370	320	470	420	370	600
Pb	18	20	16	18	16	21	18	19	15	14	31	22	18	13	17
Rb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	240	260	<	450	320	<	190	190	110	300	310	150	120	200	330
Sb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sc	8	8	5	6	4	11	4	12	<	4	10	7	9	5	11
Se	6	13	7	10	<	<	11	12	5	8	18	6	8	7	8
Si	300	340	70	460	330	230	250	290	320	250	430	310	450	840	660
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	72	67	40	130	69	151	35	138	47	97	47	55	39	40	55
Ti	890	1090	940	750	580	2850	550	1340	640	660	1080	760	950	600	970
Tl	<	<	<	<	<	<	0,79	<	<	<	1,64	<	<	<	1,52
U	0,78	0,89	1,18	0,65	0,55	0,98	0,61	0,81	0,46	0,45	0,66	0,68	0,58	0,65	0,55
V	38	43	31	34	25	62	25	46	19	32	69	31	61	31	48
Y	21	17	17	13	10	14	14	22	9	9	18	18	14	8	14
Yb	2	2	2	1	1	2	1	2	1	1	2	2	2	1	2
Zn	90	160	53	63	54	103	40	63	<	40	74	71	57	<	64
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH		8,1				8,7	7,7		6,5	8,4	8,3				8,2
Eh		-99,3				-132,2	-71,8		-4,3	-114,9	-108,8				-102,9

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και Ce, Mo, Nb, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL.

Πίνακας Γ.3.2. (συνέχεια)

	GIA-2-E	GIA-3-E	GIA-4-E	GIA-5-E	GIA-6-E	GIA-7-E	GIA-8-E	GIA-9-E	HL-1-E	HL-2-E	HL-3-E	HL-4-E	KABOS-1-E	KABOS-10-E	KABOS-2-E
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al	56200	15100	21800	16300	41600	27900	29000	37200	44200	25100	32700	46000	33900	15500	19500
As	14	7	4	9	11	6	6	7	10	31	11	11	6	9	7
Ba	290	180	130	130	180	120	160	180	400	220	280	350	160	130	50
Be	2,72	1,19	0,67	0,66	1,29	0,82	0,83	1,65	1,91	0,93	1,21	1,9	1,54	0,75	0,65
Ca	37500	10300	108800	26800	61100	32500	74600	8900	10100	24600	6700	21600	123200	139400	103900
Cd	<	<	<	<	<	<	<	<	0,83	0,57	<	<	<	0,52	<
Co	20	5	4	16	14	15	9	11	13	32	7	8	25	28	44
Cr	80	<	<	80	50	50	20	20	<	40	<	<	210	630	1790
Cu	85	<	<	53	<	30	<	<	31	63	<	<	26	28	<
Fe	36500	14700	12700	28100	27800	27200	18700	21800	39700	58700	24800	24200	29900	29000	35700
K	10700	7800	5400	7300	8800	6600	6800	7700	13200	10600	13100	18600	5900	5900	3200
La	38	27	18	16	22	18	23	34	29	14	22	25	25	17	10
Li	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mg	15400	4600	7700	14700	18600	15100	16600	5000	16100	25900	8800	8900	11200	26300	54000
Mn	960	310	230	490	550	530	330	480	680	1340	580	340	810	640	720
Na	1060	730	1580	<	1010	920	1110	1740	2130	920	1610	550	1800	850	1540
Ni	100	20	10	100	80	90	50	40	30	60	20	20	250	370	730
P	530	270	260	1720	560	340	380	240	1880	570	310	780	230	430	350
Pb	32	16	10	11	19	10	12	15	24	16	26	29	15	372	8
Rb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	420	120	170	140	250	130	130	130	390	410	220	520	220	290	230
Sb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sc	11	5	<	8	7	9	6	7	13	21	6	6	9	8	6
Se	13	6	7	8	10	10	9	11	7	9	11	11	6	6	7
Si	380	170	230	230	360	150	270	370	250	420	210	370	330	270	310
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	68	95	84	60	60	72	94	73	108	211	60	45	60	82	79
Ti	1050	610	610	910	820	1000	870	900	650	2030	790	450	850	550	410
Tl	<	<	0,89	<	<	<	<	0,71	<	<	<	<	<	<	<
U	0,64	0,45	0,41	1,08	0,66	0,53	0,62	0,47	1,72	0,41	0,43	0,67	0,31	0,56	0,59
V	63	27	18	56	46	47	35	39	52	107	36	35	43	44	37
Y	19	10	8	11	12	13	12	16	25	20	12	12	15	10	6
Yb	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1
Zn	94	<	<	57	61	50	<	53	108	104	76	104	58	67	57
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH	8,4			8,3					6,5	7,7				8,4	8,8
Eh	-117,3			-109,6					-4,1	-89,2				-119	-137,4

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και Ce, Mo, Nb, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL.

Πίνακας Γ.3.2. (συνέχεια)

	KABOS-4-E	KABOS-6-E	KABOS-7-E	KABOS-8-E	KABOS-9-E	LIX-1-E	LIX-2-E	LIX-3-E	LIX-4-ENA	LIX-5-E	LIX-6-E	LIX-7-E	LIX-8-E	NIS-1-E	NIS-3-E
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	1	<
Al	22400	17000	18800	45300	17500	28800	23600	28500	32400	66200	28100	30800	15400	15900	45600
As	6	4	4	13	4	8	8	6	12	57	12	11	7	24	13
Ba	50	80	80	200	40	150	90	100	110	220	90	100	110	280	370
Be	0,4	0,58	0,4	1,29	0,24	0,6	0,82	0,83	1,02	2,55	0,77	0,61	0,67	0,63	1,39
Ca	33300	92300	66000	19300	73700	180800	72100	126300	99700	12200	87600	68100	129800	2800	10300
Cd	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,71	<	<	<	<	<
Co	86	40	13	26	46	24	26	27	61	64	36	93	28	7	12
Cr	860	400	180	250	420	150	320	450	200	540	1130	840	310	10	10
Cu	33	35	<	35	37	35	<	<	26	42	<	37	35	35	<
Fe	57500	40100	16400	37300	33700	28700	26800	31400	49700	58400	29700	61200	30200	20800	34900
K	3200	4100	3500	7000	3000	6800	4400	5200	4700	8800	4100	3700	5500	13200	15900
La	10	12	23	31	8	14	17	12	15	39	16	11	14	33	37
Li	<	<	<	<	<	<	<	<	<	51	<	<	<	<	<
Mg	107600	41100	22600	9400	41200	23300	30500	23300	75800	11000	35600	50300	35800	5100	8800
Mn	1070	710	430	850	750	680	520	550	890	1520	980	1230	820	360	450
Na	830	1070	860	860	1690	830	1630	1810	1790	450	750	1010	900	<	<
Ni	1510	540	190	220	810	270	380	380	990	730	480	1560	350	20	30
P	410	370	370	320	330	800	260	320	360	390	540	440	340	300	650
Pb	8	7	9	20	7	17	7	8	11	27	11	11	10	26	29
Rb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	360	140	280	220	270	480	<	150	260	310	330	270	210	150	190
Sb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sc	11	10	5	11	6	8	7	6	10	16	7	11	8	6	9
Se	6	<	<	10	<	8	<	6	6	12	9	<	<	7	14
Si	260	590	460	240	490	530	250	360	320	460	840	420	940	150	280
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	25	89	78	48	37	88	52	96	53	38	58	59	77	26	78
Ti	550	870	580	1010	550	690	440	360	530	1030	610	610	850	1120	1560
Tl	<	<	<	<	<	0,76	<	<	1,15	0	<	<	<	<	0,8
U	0,51	0,31	0,55	0,51	0,19	0,42	0,43	0,45	0,6	0,62	0,52	0,54	0,35	1,23	1,46
V	27	43	24	52	23	34	31	40	36	90	40	42	41	28	37
Y	7	9	9	19	5	10	9	8	10	24	11	8	10	18	22
Yb	1	1	1	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2	2
Zn	57	49	<	54	48	65	36	58	67	105	47	78	102	72	100
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH	8,1			8,4	8,4			8,9			8,2	8,5	8,5	6,8	
Eh	-100,8			-115,1	-110,8			-137,4			-106,7	-118,6	-122,2	-24,1	

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και Ce, Mo, Nb, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL.

Πίνακας Γ.3.2. (συνέχεια)

	NIS-4-E	NP-1-E	NP-2-E	NP-3-E	NP-5-E	NP-6-E	NP-7-E	NP-8-E	NP-9-E	OR-1-E	PL-1-E	PL-2-E	PL-3-E	PL-4-E
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al	14700	43300	30900	50900	29900	19600	27400	31800	26800	35300	15900	36900	54400	20200
As	8	14	3	16	16	10	16	15	11	11	7	6	8	10
Ba	230	340	250	470	360	260	200	330	150	230	210	300	500	300
Be	1,01	1,55	0,59	1,94	0,68	1,09	0,81	0,83	0,71	1,62	1,33	2,04	2,2	1,86
Ca	8100	55400	21300	16900	7000	65600	60400	19300	75800	79600	99000	5400	1700	8200
Cd	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Co	6	21	11	14	9	21	14	11	15	23	9	7	12	9
Cr	<	60	<	20	<	90	150	40	220	70	<	<	<	<
Cu	<	28	34	336	23	44	<	42	27	32	<	<	<	<
Fe	18700	34100	29100	34900	23800	32400	26900	27400	21300	33200	22300	22000	30600	24700
K	9700	12300	11400	15600	13900	10000	7500	12200	6200	8700	8800	14700	21700	12900
La	33	27	52	37	46	26	31	37	22	25	22	30	32	35
Li	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mg	4800	14800	15600	11900	7900	18500	20500	9600	14600	18100	32500	5800	7000	5200
Mn	280	630	360	440	310	600	470	480	560	730	420	260	510	430
Na	<	920	1730	670	1770	860	1840	930	850	1010	1150	1600	<	<
Ni	10	200	20	60	20	200	110	40	140	210	20	20	<	20
P	410	1140	410	570	570	620	580	1370	720	690	390	400	410	1520
Pb	17	28	19	26	24	18	25	39	13	21	14	21	10	22
Rb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	120	340	120	250	140	200	240	320	290	320	190	210	<	130
Sb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	2
Sc	5	9	8	9	7	8	7	8	6	9	5	7	8	8
Se	14	13	57	14	7	15	11	9	<	10	9	6	13	14
Si	130	420	230	350	260	410	230	110	290	220	690	230	330	210
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	77	87	94	84	61	100	87	102	73	84	32	42	9	64
Ti	1230	980	1440	1540	1550	970	1240	1610	520	700	360	720	290	1030
Tl	<	<	<	1,21	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
U	1,69	0,61	1,49	1,1	1,32	0,68	1,07	1,18	0,56	0,62	0,38	0,34	0,31	0,85
V	33	49	29	44	30	45	33	43	33	42	33	39	49	43
Y	14	14	18	19	20	14	16	19	11	14	12	14	16	18
Yb	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	2	2
Zn	45	76	78	84	84	73	78	134	39	84	42	93	51	70
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH		8,3	8,8			8,4		8,5	8,3	8,5	8,4		7,7	7,0
Eh		-106,5	-124			-119,6		-113,6	-110,7	-120,7	-116,5		-69,5	-37,8

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και Ce, Mo, Nb, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL.

Πίνακας Γ.3.3. Χημικές αναλύσεις εδαφικών δειγμάτων βάθους από τις περιοχές της Β. Εύβοιας (σε mg/kg).

	AD-1-B	AD-3-B	AD-5-B	AD-6-B	AGIOK-1-B	AGIOK-2-B	AGIOK-6-B	AGIOK-7-B	AGIOS-1-B	GIA-1-B	GIA-10-B	GIA-12-B	GIA-13-B	GIA-2-B
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al	35800	38500	39900	38500	45600	24700	29500	37200	42500	42700	24100	36400	23900	54600
As	4	16	9	9	17	4	17	11	21	7	10	17	9	16
Ba	210	230	270	330	330	160	240	290	280	300	150	330	180	290
Be	1,33	1,25	1,12	1,56	1,06	0,44	1,38	1,09	1,82	1,18	1	1,59	1,68	2,99
Ca	6200	12000	14900	4000	6600	2300	3800	87600	4200	3600	90000	5800	11200	45500
Cd	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Co	3	11	11	9	12	5	7	9	5	3	7	7	15	21
Cr	<	<	<	10	20	<	<	10	<	<	<	<	70	70
Cu	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	36	100
Fe	12200	34900	31700	27700	29100	19100	21700	22900	20800	17700	17000	21900	30000	39800
K	17100	10600	12200	14900	14800	8800	10800	9100	14100	15600	6100	14900	8200	10800
La	38	36	29	35	34	42	35	32	26	28	16	32	26	38
Li	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mg	6000	9100	9300	6700	8600	4200	5800	11700	6000	7000	12000	5500	11100	16700
Mn	180	600	470	350	460	250	250	440	150	150	340	370	730	1030
Na	650	<	1650	<	<	<	830	1390	910	1750	820	1670	880	1160
Ni	<	<	<	20	50	<	10	50	20	20	40	20	80	110
P	370	560	450	250	330	240	160	650	200	110	360	460	190	610
Pb	19	7	16	21	19	13	14	17	18	17	10	19	17	31
Rb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	100	<	<	<	100	<	<	450	100	<	250	<	140	470
Sb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sc	<	11	12	8	8	4	6	7	5	5	5	6	10	12
Se	9	18	16	16	9	16	15	5	12	<	12	<	8	17
Si	200	240	340	270	350	290	150	580	200	350	250	280	360	210
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	108	74	119	40	58	21	49	153	35	63	154	46	48	71
Ti	1160	1850	1460	1200	890	870	1070	820	610	790	660	730	890	1030
Tl	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0,77
U	0,7	0,88	0,82	1,5	0,91	1,5	1,14	0,82	0,58	0,47	0,53	0,75	0,42	0,71
V	14	47	44	28	41	19	31	30	27	25	29	30	57	57
Y	16	20	20	19	18	17	20	14	15	14	9	17	16	20
Yb	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2
Zn	<	71	57	81	64	<	53	53	42	41	<	51	51	95
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH	7,0	6,7			6,8				6,5	6,5	8,4			
Eh	-44,3	-26,9			-25,2				-11,1	-11,1	120,5			

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και Ce, Mo, Nb, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL.

Πίνακας Γ.3.3. (συνέχεια)

	GIA-3-B	GIA-4-B	GIA-5-B	GIA-6-B	GIA-7-B	GIA-8-B	GIA-9-B	KABOS-1-B	NIS-1-B	NIS-4-B	NP-1-B	NP-2-B	PL-2-B	PL-4-B
Ag	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al	29300	25600	27700	45100	29100	28900	46100	25700	24200	20800	37500	36400	40700	42100
As	8	3	10	10	5	6	9	6	26	7	10	4	12	11
Ba	200	170	120	170	120	170	210	120	250	180	290	380	290	340
Be	0,91	0,79	0,8	1,61	0,5	0,78	2,16	0,87	0,69	0,57	1,68	0,69	2,12	2,22
Ca	11000	98100	48000	90500	28000	77000	9400	191200	3200	9400	77300	14800	4800	8800
Cd	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Co	6	4	18	13	15	9	13	19	7	7	19	13	8	11
Cr	<	<	60	40	80	10	30	160	<	<	100	<	<	10
Cu	<	<	34	<	35	<	<	<	<	<	55	<	<	2417
Fe	16200	12800	30500	25600	27000	18700	24900	23400	22200	17800	30800	34400	25100	29200
K	8700	7200	6000	7900	6500	6900	8500	3800	10900	7200	9400	12600	13300	13400
La	24	16	17	24	16	22	33	18	36	36	29	73	32	30
Li	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mg	4900	10200	19800	24900	12100	16600	5500	9100	6400	5500	15900	12900	5900	5800
Mn	330	240	530	590	490	320	670	580	320	250	680	320	200	470
Na	790	1500	880	900	590	1120	1850	1710	800	960	1030	1710	1590	<
Ni	20	10	110	70	90	40	50	200	20	10	170	30	20	30
P	240	250	570	360	330	250	190	180	280	460	1480	380	470	1710
Pb	15	8	9	15	9	11	14	10	24	15	26	17	21	24
Rb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S	<	110	180	250	<	120	<	<	120	150	230	<	<	140
Sb	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sc	5	<	9	8	8	6	8	6	6	6	9	9	7	8
Se	7	<	13	10	<	6	7	8	14	<	8	14	7	10
Si	160	180	170	970	250	260	340	270	210	160	220	240	350	410
Sn	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr	100	86	89	74	62	95	78	73	29	89	104	101	42	61
Ti	690	630	1050	820	940	830	890	650	1150	1120	1010	1240	650	1060
Tl	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	1,17	<	0,68
U	0,53	0,41	0,72	0,66	0,44	0,64	0,47	0,46	1,29	0,97	0,77	2,1	0,52	0,75
V	24	19	51	43	49	32	42	34	22	24	47	17	40	45
Y	11	7	12	13	11	12	17	11	20	13	15	18	15	18
Yb	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	2
Zn	37	42	53	43	58	<	<	<	66	48	79	66	61	80
Zr	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
pH									6,7		8,2	7,8		
Eh									26,9		-111,1	-90		

Στα αναφερθέντα δείγματα εδάφους εκτός από τα στοιχεία του πίνακα μετρήθηκαν και Ce, Mo, Nb, αλλά σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις είναι <LDL

Γ.3.1.3. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Γ.3.1.3.1. Γενικά περιγραφικά στατιστικά (descriptive statistics)

Πίνακας Γ.3.4. Υπολογισμός περιγραφικών στατιστικών στα δείγματα εδάφους από τις περιοχές της Β. Εύβοιας (σε mg/kg).

	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΕΛΑΦΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ						ΕΛΑΦΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΒΑΘΟΥΣ					
	Μ.Τ.	Τ.Α.	ΔΙΑΜ.	MIN	MAX	N	Μ.Τ.	Τ.Α.	ΔΙΑΜ.	MIN	MAX	N
Al	32900	15000	30800	6800	81400	88	34800	8600	36400	20800	54600	28
As	17	29	10	3	233	89	10	6	9	3	26	28
Ba	240	140	218	42	975	89	240	75	240	120	380	28
Be	1,2	0,6	1,2	0,2	3,2	89	1,3	0,6	1,1	0,4	3	28
Ca	52800	61900	26800	1500	380500	89	34600	45100	11100	2300	191240	28
Cd	0,7	0,2	0,6	0,5	1,1	7	-	-	-	-	-	-
Co	17	16	12	0	93	89	10	5	9	3	21	28
Cr	230	340	78	10	1790	52	52	45	40	10	160	13
Cu	50	54	35	23	336	44	450	970	46	34	2417	6
Fe	28500	11200	27400	3900	61200	89	24500	6800	24100	12200	39800	28
K	9740	4610	9690	500	23100	89	10400	3500	10000	3800	17100	28
La	26	11	25	5	55	88	31	11	31	16	73	28
Mg	18500	19000	11000	1300	107600	89	9800	5100	8800	4200	24900	28
Mn	540	280	480	80	1520	88	420	210	360	150	1030	28
Na	1490	1800	1010	450	15270	72	1200	410	1030	590	1850	23
Ni	180	300	44	11	1560	80	53	51	34	11	200	24
P	530	330	450	130	1880	88	430	360	340	110	1710	28
Pb	25	41	18	3	370	89	16	6	16	7	31	28
S	330	470	230	100	3880	84	190	120	140	100	470	15
Sc	8	3	8	4	21	80	7	2	7	4	12	26
Se	11	6	10	5	57	75	11	4	10	5	18	23
Si	330	170	300	70	940	89	290	160	250	150	970	28
Sr	120	330	70	9	3120	89	76	34	73	21	150	28
Ti	860	440	790	17	2850	89	960	280	890	610	1850	28
Tl	0,9	0,4	0,8	0	1,6	16	0,9	0,3	0,8	0,7	1,2	3
U	0,8	0,4	0,6	0,2	2,4	88	0,8	0,4	0,7	0,4	2,1	28
V	40	17	37	10	110	88	35	12	31	14	57	28
Y	15	5	14	5	26	87	15	4	15	7	20	28
Yb	1,5	0,4	1,2	0,8	2,6	85	1,5	0,3	1,6	0,8	2	28
Zn	71	24	67	36	160	79	59	15	55	37	95	22

Γ.3.1.3.2. Ανάλυση συσχέτισης (correlation analysis)

Πίνακας Γ.3.6. Υπολογισμός συντελεστών συσχέτισης, βάσει των επιφανειακών εδαφικών δειγμάτων από τις περιοχές της Β. Εύβοιας.

	As	Ba	Ca	Co	Fe	K	La	Mg	Mn	P	Pb	Se	Sr	Ti	U	V
As	1,00															
Ba	0,34	1,00														
Ca	0,06	-0,54	1,00													
Co	0,01	-0,26	0,31	1,00												
Fe	0,20	0,14	0,04	0,85	1,00											
K	0,09	0,78	-0,65	-0,30	0,02	1,00										
La	-0,08	0,47	-0,66	-0,36	-0,13	0,57	1,00									
Mg	-0,13	-0,47	0,61	0,73	0,49	-0,41	-0,57	1,00								
Mn	0,12	-0,22	0,42	0,88	0,80	-0,27	-0,29	0,65	1,00							
P	0,35	0,25	0,22	0,20	0,28	0,18	-0,07	0,17	0,27	1,00						
Pb	0,40	0,44	-0,11	-0,19	-0,02	0,45	0,20	-0,16	-0,11	0,31	1,00					
Se	0,09	0,37	-0,13	0,09	0,26	0,26	0,35	-0,11	0,14	0,27	0,22	1,00				
Sr	0,19	0,07	0,43	-0,08	0,02	-0,09	-0,13	-0,04	0,09	0,34	0,08	0,16	1,00			
Ti	-0,11	0,24	-0,35	0,07	0,25	0,37	0,57	-0,11	0,09	0,10	0,19	0,41	0,16	1,00		
U	0,11	0,26	-0,30	-0,21	-0,07	0,39	0,46	-0,13	-0,18	0,23	0,45	0,25	-0,04	0,41	1,00	
V	0,34	0,27	0,06	0,60	0,75	0,09	-0,02	0,22	0,66	0,44	0,07	0,31	0,16	0,25	-0,04	1,00

Πίνακας Γ.3.7. Υπολογισμός συντελεστών συσχέτισης, βάσει των εδαφικών δειγμάτων βάθους από τις περιοχές της Β. Εύβοιας.

	As	Ba	Ca	Co	Fe	K	La	Mg	Mn	P	Pb	Se	Si	Sr	Ti	U	V
As	1,00																
Ba	0,29	1,00															
Ca	-0,32	-0,36	1,00														
Co	0,14	-0,08	0,52	1,00													
Fe	0,32	0,30	0,13	0,80	1,00												
K	0,26	0,77	-0,65	-0,48	-0,04	1,00											
La	0,14	0,54	-0,57	-0,07	0,29	0,53	1,00										
Mg	-0,05	-0,18	0,66	0,59	0,43	-0,33	-0,34	1,00									
Mn	0,18	-0,09	0,46	0,86	0,71	-0,40	-0,03	0,43	1,00								
P	0,21	0,23	0,25	0,34	0,44	0,03	0,17	0,26	0,37	1,00							
Pb	0,41	0,69	-0,33	0,11	0,23	0,60	0,42	-0,05	0,08	0,31	1,00						
Se	0,16	0,16	-0,28	0,06	0,46	0,22	0,43	0,01	0,14	0,08	-0,07	1,00					
Si	0,07	0,22	0,10	0,22	0,25	0,11	-0,06	0,22	0,23	0,13	0,21	-0,29	1,00				
Sr	-0,35	-0,15	0,66	0,12	-0,07	-0,26	-0,26	0,41	0,15	0,32	-0,22	-0,23	-0,06	1,00			
Ti	0,02	0,25	-0,22	0,17	0,49	0,25	0,58	0,07	0,28	0,34	0,06	0,60	-0,11	0,12	1,00		
U	0,23	0,44	-0,45	-0,04	0,29	0,35	0,76	-0,18	-0,08	0,29	0,26	0,53	-0,11	-0,14	0,62	1,00	
V	0,35	-0,16	0,30	0,77	0,69	-0,34	-0,26	0,45	0,77	0,26	0,04	0,06	0,30	-0,02	0,10	-0,28	1,00

Στους πίνακες Γ.3.6, 7 γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν μετά την επεξεργασία των χημικών αναλύσεων με την μέθοδο της ανάλυσης συσχέτισης.

Δεν πρέπει να παραληφθεί να αναφερθεί, ότι η μαθηματική αυτή μέθοδος αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο έρευνας. Όμως, υπάρχει περίπτωση με την εφαρμογή της μεθόδου να εμφανίζονται κάποιοι συσχετισμοί μεταξύ των στοιχείων, οι οποίοι να έχουν μόνο μαθηματική έννοια και να μην εξηγούνται φυσικά. Η πολύ καλή γνώση της γεωλογίας, καθώς και των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων είναι απαραίτητες προϋποθέσεις για την ασφαλή ερμηνεία των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την μέθοδο. Παράλληλα, πρέπει πάντα να έχουμε υπόψη μας ότι η παρούσα μαθηματική μέθοδος, όπως και σχεδόν όλες οι μαθηματικές-στατιστικές μέθοδοι, έχουν σαν βασική τους προϋπόθεση το μεγάλο πλήθος δειγμάτων για την καλύτερη και σαφέστερη εξαγωγή αποτελεσμάτων.

Εξετάζοντας τον πίνακα Γ.3.6, όπου παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης συσχέτισης όλων των εδαφικών δειγμάτων επιφανείας, παρατηρείται ότι τα στοιχεία που συνδέονται μεταξύ τους με ισχυρούς συντελεστές συσχέτισης είναι τα εξής:

- **Ba-K(0,78)**. Συσχέτιση που ερμηνεύεται, αν λάβουμε υπόψη μας το γεγονός ότι το Ba είναι ένα στοιχείο που το συναντάμε σε μεγάλο εύρος πετρωμάτων και η ιοντική του ακτίνα είναι παραπλήσια με την ιοντική ακτίνα του K (Kabata-Pendias & Mukherjee, 2007), για αυτό το λόγο το ακολουθεί κατά τις γεωχημικές διεργασίες.
- **Co-Fe(0,85), Co-Mn(0,88), Fe-Mn(0,80)**. Είναι συσχετίσεις στοιχείων που συνδέονται με την εξαλλοίωση ορυκτών φάσεων που συναντάμε στα υπερβασικά πετρώματα της οφιολιθικής σειράς (Alexander et al., 1989; Brooks, 1987; Gasser & Dahlgren, 1994; Gough et al. 1989; Oze et al., 2003; Schreier et al., 1987) που εμφανίζονται στη συγκεκριμένη περιοχή και τους σχηματισμούς του κρυσταλλικού υποβάθρου.

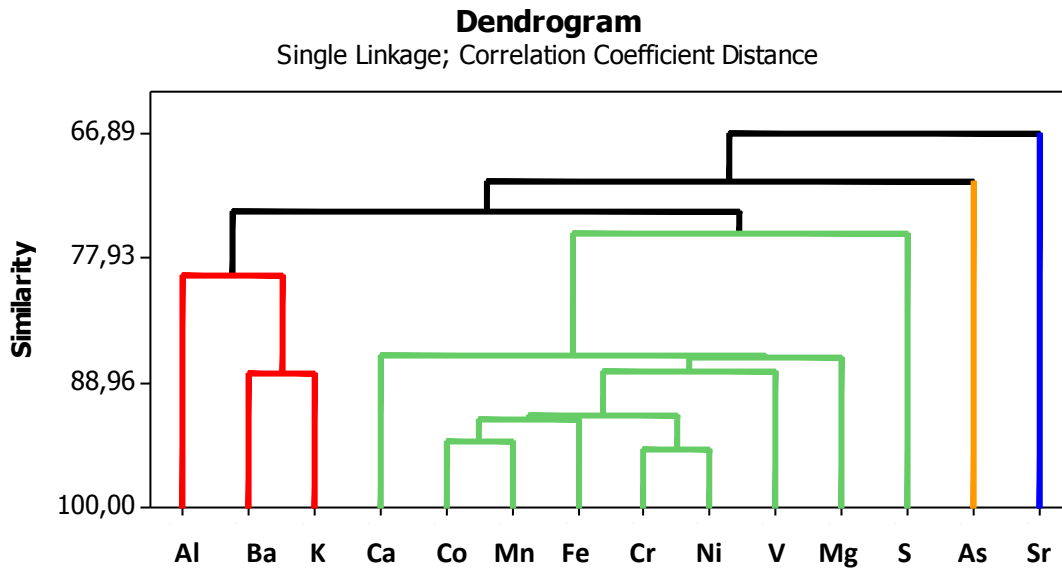
Εξετάζοντας τον πίνακα Γ.3.7, όπου παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προκύπτουν μετά την επεξεργασία των χημικών αναλύσεων, με την μέθοδο της ανάλυσης συσχέτισης στα εδαφικά δείγματα βάθους, διαπιστώνεται ότι κατά κανόνα όσα ζεύγη χημικών παραμέτρων παρουσιάζουν υψηλούς συντελεστές συσχέτισης, στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας, παρουσιάζουν επίσης υψηλούς συντελεστές συσχέτισης και στα εδαφικά δείγματα βάθους. Γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι διεργασίες οι οποίες πραγματοποιούνται στα εδάφη, σε βάθος 0-25cm της συγκεκριμένης περιοχής, είναι επίσης παρούσες και σε βάθος 25-50cm.

Γ.3.1.3.3. Παραγοντική ανάλυση (factor analysis)

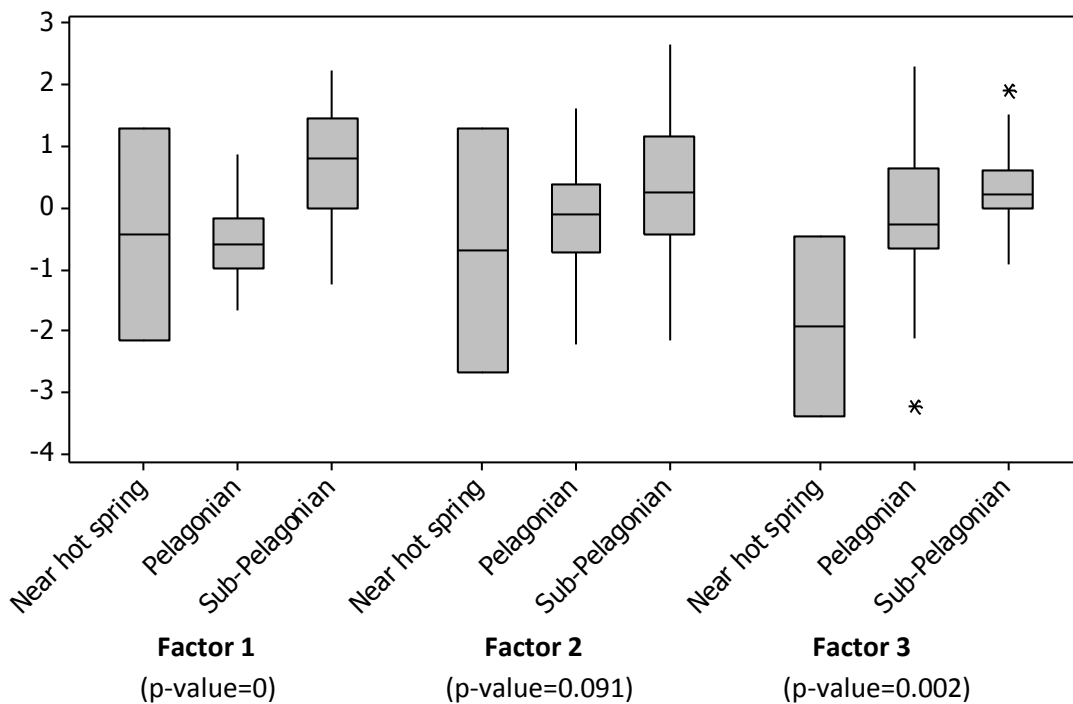
Στον Πίνακα Γ.3.8 γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν μετά την επεξεργασία των χημικών αναλύσεων, με την μέθοδο της παραγοντικής ανάλυσης (Factor Analysis) στα εδαφικά δείγματα επιφανείας. Παραγοντική ανάλυση, επιλέχθηκε να πραγματοποιηθεί και σε αυτή την περιοχή μόνο στα εδαφικά δείγματα επιφανείας επειδή το πλήθος τους ήταν μεγαλύτερο και άρα θα έχουμε στατιστικά πιο σαφή και πιο ασφαλή αποτελέσματα. Παράλληλα, λαμβάνοντας υπ' όψιν μας το γεγονός ότι από την ανάλυση συσχέτισης (Κεφ. Γ.3.1.3.2) διαπιστώθηκε πως οι συσχετίσεις στα δείγματα βάθους δεν διαφοροποιώντας ιδιαίτερα, ως προς τα δείγματα επιφανείας. Όπως και στη περιοχή της Αταλάντης (βλ. Παράγραφο Γ.1.1.3.3) πραγματοποιήθηκε αρχικά cluster analysis (Εικ. Γ.3.2Α), βάσει της οποίας επιλέχθηκαν οι χημικοί παράγοντες που ομαδοποιούνται με βάση τη μεταξύ του καλή συσχέτιση, ενώ η φυσική ερμηνεία της παραγοντικής ανάλυσης και η σχέση της με τη χωρική διασπορά των στοιχείων στο έδαφος ενισχύθηκε με παραμετρική ανάλυση της διακύμανσης (ANOVA) χρησιμοποιώντας τα μέτρα επιρροής (factor scores), που προκύπτουν σε κάθε δείγμα για κάθε παράγοντα και ταξινομώντας τα εδαφικά δείγματα με βάση τη θέση τους στο χώρο (Εικ. Γ.3.2Β).

Πίνακας Γ.3.8. Υπολογισμός των φορτίων μεταβλητών ανά παραγόντων.

Sorted Rotated Factor Loadings and Communalities				
Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Communality
Ba (ppb)NORM	-0,898	0,112	-0,267	0,890
K (ppb)NORM	-0,853	0,002	0,028	0,729
Cr (ppb)NORM	0,794	0,475	0,010	0,856
Ca (ppb)NORM	0,750	0,078	-0,518	0,837
Mg (ppb)NORM	0,749	0,429	-0,141	0,766
Ni (ppb)NORM	0,694	0,590	0,004	0,829
Fe (ppb)NORM	0,057	0,924	-0,087	0,864
Co (ppb)NORM	0,480	0,853	0,018	0,958
V (ppb)NORM	-0,152	0,833	-0,193	0,754
Mn (ppb)NORM	0,371	0,831	-0,125	0,844
Al (ppb)NORM	-0,588	0,593	-0,020	0,698
Sr (ppb)NORM	-0,036	-0,086	-0,703	0,503
S (ppb)NORM	0,282	0,185	-0,696	0,598
As (ppb)NORM	-0,313	0,292	-0,619	0,566
Variance	4,6874	4,2201	1,7836	10,6912
% Var	0,335	0,301	0,127	0,764



Εικ. Γ.3.2Α. Δενδρόγραμμα που προκύπτει μετά την cluster analysis, των σημαντικότερων χημικών παραμέτρων στα επιφανειακά δείγματα εδάφους από τις περιοχές της Β. Εύβοιας.



Εικ. Γ.3.2Β. Διαγράμματα box-plot, τα οποία συσχετίζουν μέσω παραμετρικής ανάλυσης (ANOVA analysis), τα μέτρα επιρροής (factor scores) κάθε δείγματος εδάφους, συνάρτηση της χωρικής κατανομής των δειγμάτων (αν είναι σε περιοχή που υπάρχουν εμφανίσεις πετρωμάτων της Υπο-Πελαγονικής ενότητας, της Πελαγονικής ενότητας ή αν εντοπίζονται κοντά σε θερμές πηγές με τραβερτινικές αποθέσεις (Αιδηψός).

Εξετάζοντας τον πίνακα Γ.3.8, όπου έγινε υπολογισμός των φορτίων με τα οποία συμμετέχει κάθε μεταβλητή σε κάθε ένα από τους τρεις παράγοντες διαπιστώνεται ότι:

- i. Στον παράγοντα Νο1** παρουσιάζονται με ισχυρά θετικά φορτία οι μεταβλητές Cr, Ca, Mg, με ασθενές θετικό φορτίο το Ni και με ισχυρά αρνητικά φορτία το Ba και το K, υποδηλώνοντας την επίδραση από τις διεργασίες εξαλλοίωσης ορυκτών φάσεων που συναντάμε σε υπερβασικά πετρώματα της οφ. σειράς. Ο συγκεκριμένος παράγοντας είναι ο σημαντικότερος παράγοντας στην διαμόρφωση του χημισμού, καθώς το ποσοστό συνεισφοράς του στη τελική διακύμανση είναι 33,5%.
- ii. Στον παράγοντα Νο2** παρουσιάζονται με ισχυρά θετικά φορτία οι μεταβλητές Fe, Co, V, Mn και με ασθενή θετικά φορτία το Al και το Ni. Τα συγκεκριμένα στοιχεία είναι προϊόντα εδαφογένεσης, από την εξαλλοίωση αργιλοπυριτικών ορυκτών, η υψηλή συσχέτιση του V στον συγκεκριμένο παράγοντα υποδηλώνει πλούσια παρουσία αργιλικών ορυκτών στα συγκεκριμένα εδάφη (Reimann et al., 2003). Ο συγκεκριμένος παράγοντας είναι ο δεύτερος σημαντικότερος παράγοντας στην διαμόρφωση του χημισμού, καθώς το ποσοστό συνεισφοράς του στη τελική διακύμανση είναι 30,1%.
- iii. Στο παράγοντα Νο3** παρουσιάζονται με ασθενή αρνητικά φορτία οι μεταβλητές Ca, S, Sr, As, υποδηλώνοντας την επίδραση των θερμών πηγών και πιο συγκεκριμένα των τραβερτινικών αποθέσεων τους. Ο συγκεκριμένος παράγοντας είναι ο τρίτος σημαντικότερος παράγοντας στην διαμόρφωση του χημισμού, καθώς το ποσοστό συνεισφοράς του στη τελική διακύμανση είναι 12,7%.

Όπως προαναφέρθηκε, για να επιβεβαιωθεί η φυσική ερμηνεία της παραγοντικής ανάλυσης (Factor Analysis), πραγματοποιήθηκε παραμετρική ανάλυση (ANOVA analysis) χρησιμοποιώντας τα μέτρα επιρροής (factor scores), που προκύπτουν σε κάθε δείγμα για κάθε παράγοντα (Εικ. Γ.3.2B). Κατά την παραμετρική ανάλυση, τα εδαφικά δείγματα χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες, ανάλογα αν εντοπίζονται σε περιοχή που εμφανίζονται οι σχηματισμοί της Υπο-Πελαγονικής ενότητας, της Πελαγονική ή κοντά σε θερμές πηγές που παρουσιάζουν τραβερτινικές αποθέσεις (Εικ. Γ.3.2B).

Από το διάγραμμα της εικόνας Γ.3.2B, διαπιστώνεται ότι ο πρώτος παράγοντας, ο οποίος βάσει της παραγοντικής ανάλυσης υποδηλώνει την επίδραση από τις διεργασίες εξαλλοίωσης ορυκτών φάσεων που συναντάμε σε υπερβασικά πετρώματα της οφ. σειράς, παρουσιάζει υψηλά θετικά μέτρα επιρροής στα δείγματα που εντοπίζονται στην περιοχή της Υπο-Πελαγονικής ενότητας, στην οποία έχουμε την εμφάνιση των υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς. Άξιο επισήμανσης είναι το γεγονός ότι η τιμή της παραμέτρου p είναι μικρότερη από 0,05, άρα η διαφοροποίηση ανάμεσα στους τρεις πληθυσμούς είναι στατιστικά σημαντική.

Ο δεύτερος παράγοντας παρουσιάζει τιμή στη παράμετρο p μεγαλύτερη από 0,05, οπότε η διαφοροποίηση των δειγμάτων δεν είναι στατιστικά σημαντική, γεγονός αναμενόμενο καθώς ο συγκεκριμένος παράγοντας περιέχει στοιχεία που είναι προϊόντα εδαφογένεσης από την εξαλλοίωση αργιλοπυριτικών ορυκτών στο έδαφος, φαινόμενο που χαρακτηρίζει όλες τις περιοχές.

Ο τρίτος παράγοντας, ο οποίος στην παραγοντική ανάλυση υποδηλώνει, με αρνητικά φορτία, την επίδραση των θερμών πηγών και πιο συγκεκριμένα των τραβερτινικών αποθέσεων τους, παρουσιάζει τα μεγαλύτερα αρνητικά μέτρα επιρροής στα δείγματα που εντοπίζονται κοντά σε εμφανίσεις θερμών πηγών που παρουσιάζουν αποθέσεις (Αιδηψός), γεγονός που επαληθεύει το συμπέρασμα της παραγοντικής ανάλυσης. Η τιμή της παραμέτρου p είναι 0,002 ($<0,05$), άρα η διαφοροποίηση των τριών πληθυσμών είναι στατιστικά σημαντική.

Γ.3.1.4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ WORLD REFERENCE BASE

Πίνακας Γ.3.10. Ταξινόμηση εδαφικών δειγμάτων βάσει της world reference base.

ΔΕΙΓΜΑ	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	ΔΕΙΓΜΑ	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ
AD-1-E	Eutric Camdisol	GIA-15-E	Eutric Camdisol
AD-2-E	Eutric Camdisol	AGG-1-E	Eutric Camdisol
AD-3-E	Eutric Camdisol	AGG-2-E	Eutric Camdisol
AD-5-E	Eutric Camdisol	AGG-3-E	Eutric Camdisol
AD-6-E	Eutric Camdisol	AGG-4-E	Eutric Camdisol
AD-7-E	Eutric Camdisol	LIX-1-E	Eutric Camdisol
AD-8-E	Eutric Camdisol	LIX-2-E	Eutric Camdisol
AD-9-E	Eutric Camdisol	LIX-3-E	Eutric Camdisol
AD-10-E	Eutric Camdisol	LIX-4-ENA	Eutric Camdisol
AD-11-E	Eutric Camdisol	LIX-5-E1	Eutric Camdisol
AD-12-E	Eutric Camdisol	LIX-6-E	Eutric Camdisol
AD-13-E	Eutric Camdisol	LIX-7-E	Eutric Camdisol
AD-14-E	Eutric Camdisol	LIX-8-E	Eutric Camdisol
AD-15-E	Eutric Camdisol	KABOS-1-E	Eutric Camdisol
AD-17-E	Eutric Camdisol	KABOS-2-E	Eutric Camdisol
AD-18-E	Eutric Camdisol	KABOS-4-E	Eutric Camdisol
AD-19-E	Eutric Camdisol	KABOS-6-E	Eutric Camdisol
AD-20-E	Eutric Camdisol	KABOS-7-E	Eutric Camdisol
AD-21-E	Eutric Camdisol	KABOS-8-E	Eutric Camdisol
AD-22-E	Eutric Camdisol	KABOS-9-E	Eutric Camdisol
AD-23-E	Eutric Camdisol	KABOS-10-E	Eutric Camdisol
AD-24-E	Eutric Camdisol	AGIOS-1-E	Eutric Camdisol
AD-25-E	Eutric Camdisol	AGIOS-2-E	Eutric Camdisol
PL-1-E	Calcaric Regosol	AGIOK-1-E	Eutric Camdisol
PL-2-E	Calcaric Regosol	AGIOK-2-E	Eutric Camdisol
PL-3-E	Eutric Camdisol	AGIOK-3-E	Eutric Camdisol
PL-4-E	Eutric Camdisol	AGIOK-4-E	Eutric Camdisol
HL-1-E	Calcaric Regosol	AGIOK-5-E	Eutric Camdisol
HL-2-E	Calcaric Regosol	AGIOK-6-E	Eutric Camdisol
HL-3-E	Calcaric Regosol	AGIOK-7-E	Eutric Camdisol
HL-4-E	Calcaric Regosol	AGIOK-8-E	Eutric Camdisol
GIA-1-E	Eutric Camdisol	AGIOK-9-E	Eutric Camdisol
GIA-2-E	Eutric Camdisol	NIS-1-E	Eutric Camdisol
GIA-3-E	Eutric Camdisol	NIS-3-E	Eutric Camdisol
GIA-4-E	Eutric Camdisol	NIS-4-E	Eutric Camdisol
GIA-5-E	Eutric Camdisol	NP-1-E	Eutric Camdisol
GIA-6-E	Eutric Camdisol	NP-2-E	Eutric Camdisol
GIA-7-E	Eutric Camdisol	NP-3-E	Eutric Camdisol
GIA-8-E	Eutric Camdisol	NP-5-E	Eutric Camdisol
GIA-9-E	Eutric Camdisol	NP-6-E	Eutric Camdisol
GIA-10-E	Eutric Camdisol	NP-7-E	Eutric Camdisol
GIA-11-E	Eutric Camdisol	NP-8-E	Eutric Camdisol
GIA-12-E	Eutric Camdisol	NP-9-E	Eutric Camdisol
GIA-13-E	Eutric Camdisol	OR-1-E	Eutric Camdisol
GIA-14-E	Eutric Camdisol		

Γ.3.1.5. ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

Πραγματοποιήθηκε μελέτη της ορυκτολογικής σύστασης των εδαφικών δειγμάτων, καθώς μέσα από αυτή μπορεί να διαπιστωθεί η πηγή προέλευσης (μητρικό πετρώματα) των συστατικών που απαρτίζουν το έδαφος, αλλά και η πηγή (ορυκτά) από την οποία αποδεσμεύονται τα διάφορα στοιχεία, που περνούν στο νερό και στα φυτά.

Λόγω της μεγάλης έκτασης της περιοχής μελέτης, πραγματοποιήθηκε επιλογή δειγμάτων με κριτήρια, την κάλυψη όλης της περιοχής μελέτης, λαμβάνοντας υπόψη τους γεωλογικούς σχηματισμούς που εμφανίζονται στην περιοχή, αλλά και τα αποτελέσματα από τις χημικές αναλύσεις των εδαφών. Στα δείγματα αυτά πραγματοποιήθηκε ακτινοσκοπική μελέτη (Πιν. Γ.3.11, 12), μέσω της οποίας διαπιστώθηκε η κύρια ορυκτολογική τους σύνθεση και έπειτα πραγματοποιήθηκε μελέτη τους με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, μέσω του οποίου λήφθηκαν εικόνες (Εικ. Γ.3.3-12) αλλά και μικροαναλύσεις (Πιν. Γ.1.11-21), εστιάζοντας κυρίως στη χημική σύσταση των ήδη προσδιορισμένων ορυκτών φάσεων, αλλά και την διαπίστωση ορυκτών φάσεων που δεν προσδιορίστηκαν ακτινογραφικά, καθώς το ποσοστό συμμετοχής τους στο έδαφος είναι σχετικά μικρό, αλλά η συνεισφορά τους στη διαμόρφωση του χημισμού του εδάφους είναι σημαντική.

Αναλυτικότερα, για την μελέτη της ορυκτολογικής σύστασης των εδαφικών δειγμάτων από την περιοχή των Γιάλτρων και του Αγίου Γεωργίου εξετάστηκαν 5 δείγματα:

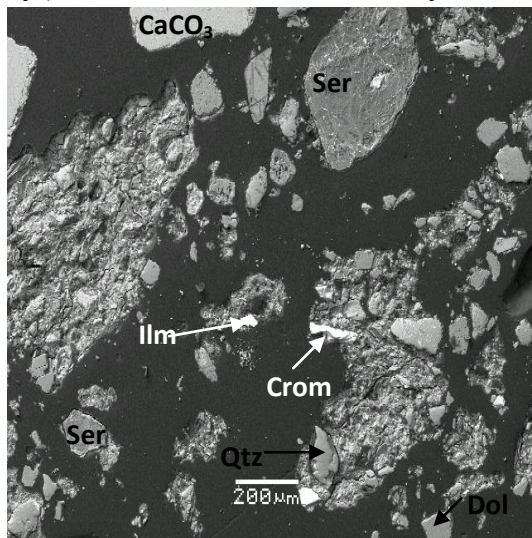
- Το **GIA-1-E** που εντοπίζεται στο βόρειο μέρος του όρμου των Γιάλτρων, κοντά στον οικισμό Ροδοδάφνη. Στην ευρύτερη περιοχή εμφανίζεται η περμοτριάδικη κλαστική σειράς της Υποπελαγονικής εν.
- Το **GIA-5-E** που εντοπίζεται ανατολικά των Λουτρών των Γιάλτρων, σε Νεογενή σχηματισμούς.
- Το **GIA-11-E** που εντοπίζεται προς την πλευρά του διαύλου των Ωρεών, κοντά στον όρμο Κρυφό Λιμάνι. Στην ευρύτερη περιοχή εμφανίζεται η ανθρακική ακολουθία της Υποπελαγονικής εν.
- Το **GIA-15-E** που εντοπίζεται βόρεια του χωριού Αγίου Γεωργίου, σε Νεογενή σχηματισμούς που πολύ κοντά τους σε υπερκείμενη υψομετρικά θέση εντοπίζεται η ανθρακική ακολουθία της Υποπελαγονικής εν.
- Το **AGG-3-E** που εντοπίζεται βόρεια του χωριού Άγιος Γεώργιος, σε Νεογενή σχηματισμούς που πολύ κοντά τους σε υπερκείμενη υψομετρικά θέση εντοπίζεται η ανθρακική ακολουθία της Υποπελαγονικής εν.

Από την ακτινοσκοπική μελέτη των προαναφερθέντων δειγμάτων διαπιστώνεται ότι τα δείγματα GIA-11-E, GIA-15-E, AGG-3-E, παρουσιάζουν παρόμοια ορυκτολογική σύσταση, πιο αναλυτικά οι κύριες ορυκτολογικές φάσεις, που περιέχουν είναι χαλαζίας, δολομίτης, ασβεστίτης, αλβίτης, ιλλίτης, ορυκτά της ομάδας των σμεκτιτών και κάποια οξειδία του σιδήρου, είτε μαγνητίτης και αιματίτης για το GIA-11-E, είτε μαγγεμίτης για το AGG-3-E. Ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι ενώ στα δείγματα GIA-11-E, GIA-15-E, AGG-3-E, έχουμε έντονη παρουσία ασβεστίτη και δολομίτη, στο δείγμα GIA-5-E παρατηρείται απουσία δολομίτη και στο δείγμα GIA-1-E, παρατηρείται απουσία και ασβεστίτη και δολομίτη.

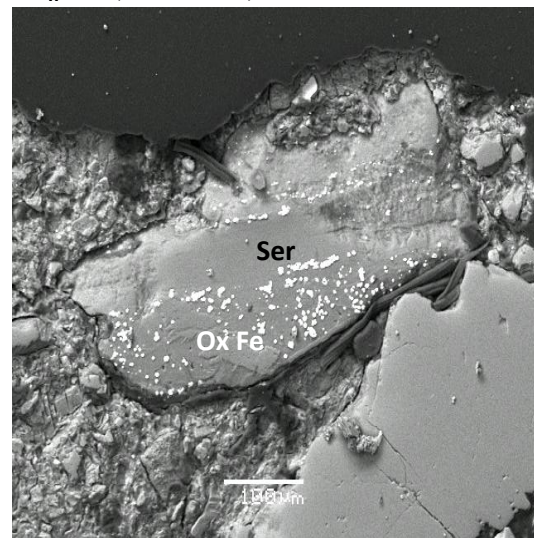
Η απουσία ασβεστιτικών και δολομιτικών φάσεων από το δείγμα GIA-1-E, είναι δικαιολογημένη καθώς το δείγμα βρίσκεται στο λαιμό ο οποίος σχηματίζεται από τον όρμο των

Γιάλτρων και το Διάυλο των Ωρεών, περιοχή στην οποία δεν υπάρχουν εμφανίσεις μεγάλων ανθρακικών σχηματισμών, όπως στις υπόλοιπες θέσεις δειγματοληψίας. Όσο για το δείγμα GIA-5-E, η απουσία δολομίτη, μπορεί να δικαιολογηθεί, αν δεχθούμε ότι ο ορεινός όγκος της χερσονήσου των Γιάλτρων, ο οποίος απαρτίζεται από ασβεστόλιθους και δολομίτες (ανθρακική ακολουθία, Τριαδικού-Ιουρασικού της Υποπελαγονικής εν.), παρέχει υλικό ασβεστιτικής κυρίως σύστασης, προς το ανατολικό μέρος, ενώ προς νότο το δείγμα GIA-15-E προσφέρει, υλικό ασβεστιτικής και δολομιτικής σύστασης.

Από την μελέτη μέσω ηλεκτρονικής μικροσκοπίας και μικροαναλύσεων διαπιστώθηκε πως εκτός των ορυκτών φάσεων που βεβαιώθηκαν μέσω της ακτινοσκοπικής μελέτης, στη συγκεκριμένη περιοχή συναντάμε σερπεντίνες (Πιν. Γ.3.19), χρωμίτες ($Cr_2O_3 \sim 50\%$, Πιν. Γ.3.16, Εικ. Γ.3.3), Cr-ούχους μαγνητίτες με απομίξεις ιλμενίτη (Πιν. Γ.3.13, Εικ. Γ.3.3), Mn-ούχους ιλμενίτες (Πιν. Γ.3.14, Εικ. Γ.3.3) και οξειδία του σιδήρου (Εικ. Γ.3.4).



Εικ. Γ.3.3. Παρουσία σερικήτη, ιλμενίτη, χρωμίτη, χαλαζία και ασβεστίτη στο δείγμα AGG-3-E.



Εικ. Γ.3.4. Παρουσία σερικήτη και οξειδίων του σιδήρου, στο δείγμα AGG-3-E.

Αναλυτικότερα, για την μελέτη της ορυκτολογικής σύστασης των εδαφικών δειγμάτων από την ευρύτερη περιοχή της Αιδηψού εξετάστηκαν 3 δείγματα:

- Το **AD-1-E** που εντοπίζεται δυτικά του χωριού Βαρβάρα, σε εμφανίσεις της κλαστικής μεταμορφωμένης σειράς της Πελαγονικής εν.
- Το **AD-2-E** που εντοπίζεται δυτικά των Λουτρών Αιδηψού, σε εμφάνιση της κλαστικής μεταμορφωμένης σειράς και κοντά στην εμφάνιση μιας σειρά πετρωμάτων (πρασινίτες-πρασινόλιθοι) που απαρτίζεται από μεταμορφωμένα επιζωνικά βασικά εκρηξιγενή πετρώματα, με παρεμβολές σχιστολίθων και φυλλιτών και κρυσταλλικών ασβεστολίθων της Πελαγονικής εν.
- Το **AD-22-E** που εντοπίζεται νοτιανατολικά του Αγιόκαμπου, σε σχηματισμούς του κρυσταλλικού υποβάθρου της Πελαγονικής εν.

Από την ακτινοσκοπική μελέτη παρατηρείται ότι τα δείγματα AD-1-E και AD-22-E, παρουσιάζουν παρόμοια ορυκτολογική σύσταση, με κύριες ορυκτές φάσεις χαλαζία, αλβίτη, ιλλίτη, ορυκτά της ομάδας των σμεκτιτών και ακολουθούν σαν πιθανές μαγγελμίτης, αιματίτης, χρυσοτίλης, ακτινόλιθος, κλινόχλωρο. Στο δείγμα AD-2-E, οι κύριες ορυκτές φάσεις που παρουσιάζονται είναι χαλαζίας, αλβίτης, ιλλίτης, ορυκτά της ομάδας των σμεκτιτών και

δολομίτης, ασβεστίτης, κλινόχλωρο. Η παρουσία ανθρακικών φάσεων στο συγκεκριμένο δείγμα είναι δικαιολογημένη, καθώς είναι το μόνο δείγμα το οποίο γειτονεύει με εμφανίσεις ασβεστολίθων.

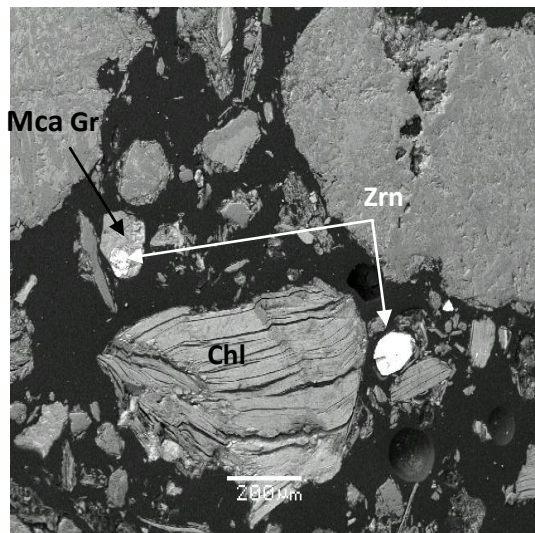
Για την μελέτη της ορυκτολογικής σύστασης των εδαφικών δειγμάτων από την ευρύτερη περιοχή του Νέου Πύργου και της Νησιώτισσας εξετάστηκαν 3 δείγματα:

- Το **AGIOK-9-E** που εντοπίζεται ανατολικά του Αγιόκαμπου, σε αλλουβιακές αποθέσεις που πολύ κοντά τους, σε υπερκείμενη υψομετρικά θέση, εντοπίζονται οι σχηματισμοί του κρυσταλλικού υποβάθρου της Πελαγονικής εν.
- Το **NIS-1-E** που εντοπίζεται βορειοανατολικά του Αγιόκαμπου, σε αλλουβιακές αποθέσεις που πολύ κοντά τους, σε υπερκείμενη υψομετρικά θέση, εντοπίζονται οι σχηματισμοί του κρυσταλλικού υποβάθρου της Πελαγονικής εν.
- Το **NP-1-E** που εντοπίζεται στο κέντρο του κάμπου του Νέου Πύργου, σε αλλουβιακές αποθέσεις.
- Το **NP-2-E** που εντοπίζεται δυτικά του Νέου Πύργου, όπου στην συγκεκριμένη περιοχή έχουμε εμφάνιση των σχηματισμών του κρυσταλλικού υποβάθρου της Πελαγονικής εν.
- Το **NP-9-E** που εντοπίζεται στο βορειοδυτικό άκρο του κάμπου του Νέου Πύργου, κοντά στη πόλη των Ωρεών, σε αλλουβιακές αποθέσεις.

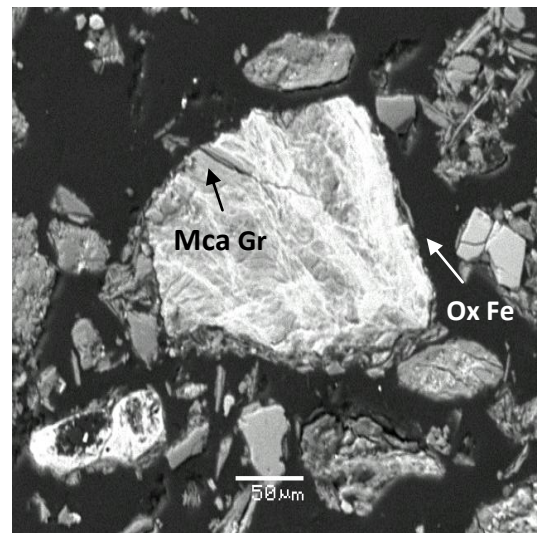
Από την ακτινοσκοπική μελέτη διαπιστώνεται ότι όλα τα δείγματα παρουσιάζουν παραπλήσια ορυκτολογική σύσταση, καθώς σε όλα εμφανίζονται σαν κύριες ορυκτές φάσεις χαλαζίας, αλβίτης, ιλλίτης και ορυκτά της ομάδας των σμεκτιτών, κλινόχλωρο (μόνο στο δείγμα AGIOK-9-E), ακτινόλιθος (μόνο στο NP-1-E). Σημαντικό είναι το γεγονός ότι σε όλα τα δείγματα με κωδικό NP (περιοχή Νέου Πύργου) σαν κύρια ορυκτή φάση παρουσιάζεται ο ασβεστίτης και στο δείγμα NP-1-E έχουμε παρουσία και δολομίτη.

Οι ανθρακικές φάσεις διαπιστώνονται μόνο στα δείγματα που εντοπίζονται στον κάμπο του Νέου Πύργου, ο οποίος επιφανειακά καλύπτεται από Νεογενή και αλλουβιακές αποθέσεις. Ενδιαφέρον είναι το γεγονός πως ο συγκεκριμένος κάμπος δεν γειτονεύει άμεσα με κάποιο ανθρακικό σχηματισμό. Η παρουσία των ανθρακικών φάσεων προέρχεται από την κύρια πηγή τροφοδοσίας σε υλικό του κάμπου που δεν είναι άλλη από το υδρογραφικό δίκτυο. Η συγκεκριμένη περιοχή είναι μέρος μιας μεγάλης λεκάνης απορροής, η οποία βόρεια καλύπτει ορεινές περιοχές, στις οποίες εμφανίζονται οι σχηματισμοί του κρυσταλλικού υποβάθρου και νότια καλύπτει μέρος του Τελέθριου όρους, όπου στη συγκεκριμένη περιοχή εμφανίζονται μια σειρά πετρωμάτων (πρασινίτες-πρασινόλιθοι) που απαρτίζεται από μεταμορφωμένα επιζωνικά βασικά εκρηξιγενή πετρώματα, με παρεμβολές σχιστολίθων και φυλλιτών και κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι της Πελαγονικής εν.

Από την μελέτη μέσω ηλεκτρονικής μικροσκοπίας και μικροαναλύσεων διαπιστώθηκε πως εκτός των ορυκτών φάσεων που βεβαιώθηκαν μέσω της ακτινοσκοπικής μελέτης, στη συγκεκριμένη περιοχή συναντάμε χλωρίτες (Πιν. Γ.3.15), ζirkόνια (Πιν. Γ.3.20, Εικ.Γ.3.5), αστρίους (αλβίτες και K-ούχους, Πιν. Γ.3.17), ορυκτά της ομάδας των μαρμαρυγιών (Πιν. Γ.3.21, Εικ.Γ.3.5, 6) και οξειδία του σιδήρου (Εικ. Γ.3.6).



Εικ. Γ.3.5. Παρουσία ορυκτών της ομάδας των μαρμαρυγιών και ζirkονίων, στο δείγμα AGIOK-9-E.



Εικ. Γ.3.6. Παρουσία ορυκτών της ομάδας των μαρμαρυγιών μαζί με οξειδία του σιδήρου, στο δείγμα AGIOK-9-E.

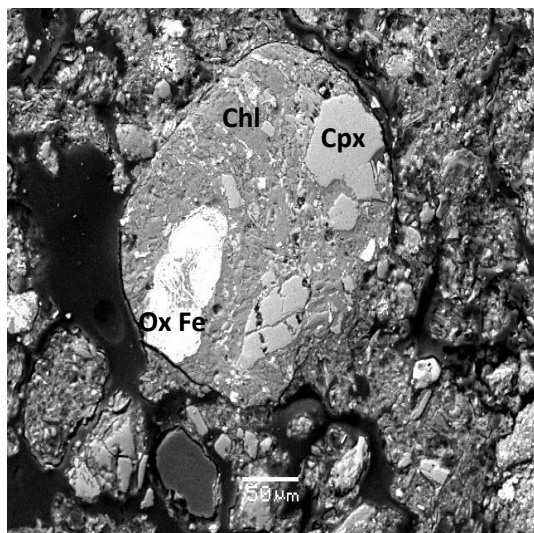
Για την μελέτη της ορυκτολογικής σύστασης των εδαφικών δειγμάτων από την ευρύτερη περιοχή των Ήλιων και του Πολύλοφου εξετάσθηκαν 4 δείγματα:

- Το **HL-1-E** και το **HL-2-E** που εντοπίζονται νοτιοδυτικά και δυτικά των Ήλιων, στη συγκεκριμένη περιοχή εμφανίζεται μια σειρά πετρωμάτων (πρασινίτες-πρασινόλιθοι) που απαρτίζεται από μεταμορφωμένα επιζωνικά βασικά εκρηξιγενή πετρώματα, με παρεμβολές σχιστολίθων και φυλλιτών, κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι και τα πετρώματα της κλαστικής μεταμορφωμένης σειράς της Πελαγονικής εν.
- Το **PL-1-E** που εντοπίζεται βορειοδυτικά του χωριού Πολύλοφο, σε μια περιοχή που κοντά έχουμε κώνους κορημάτων, τα πετρώματα της κλαστικής μεταμορφωμένης σειράς κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους και δολομίτες της Πελαγονικής εν.
- Το **PL-3-E** που εντοπίζεται δυτικά του χωριού Πολύλοφο, στη συγκεκριμένη περιοχή εμφανίζονται τα πετρώματα του κρυσταλλικού υποβάθρου και υψομετρικά υπέρκεινται μια σειρά πετρωμάτων (πρασινίτες-πρασινόλιθοι) που απαρτίζεται από μεταμορφωμένα επιζωνικά βασικά εκρηξιγενή πετρώματα, με παρεμβολές σχιστολίθων και φυλλιτών και κρυσταλλικών ασβεστολίθων της Πελαγονικής εν.

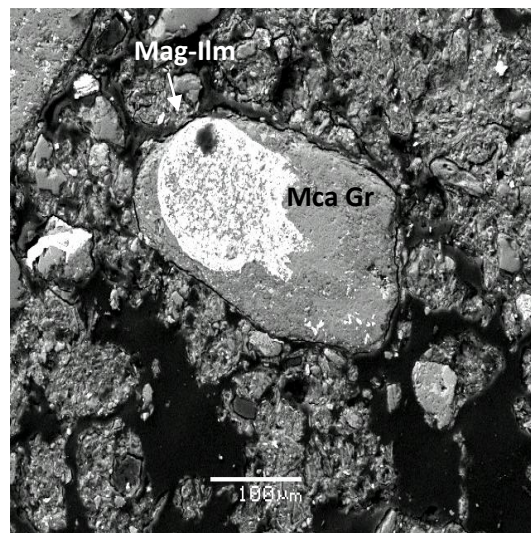
Από την ακτινοσκοπική μελέτη διαπιστώθηκε ότι τα δείγματα HL-1-E και PL-3-E, έχουν παραπλήσια ορυκτολογική σύσταση με κύριες ορυκτές φάσεις χαλαζία, αλβίτη και ιλλίτη. Το δείγμα HL-1-E παρουσιάζει επιπρόσθετα σαν κύριες φάσεις και ορυκτά της ομάδας των σμεκτιτών, χρυσοτίλη και κλινόχλωρο. Στα δείγματα HL-2-E και PL-1-E εκτός των προαναφερθέντων έχουμε παρουσία και ασβεστίτη σαν κύρια φάση και οξειδίων του σιδήρου (μαγγελμίτης, αιματίτης). Στο δείγμα PL-1-E έχουμε παρουσία και δολομίτη.

Η παρουσία ασβεστίτη και δολομίτη στα συγκεκριμένα δείγματα είναι αναμενόμενη, καθώς γειτνιάζουν με εμφανίσεις κρυσταλλικών ασβεστολίθων της Πελαγονικής εν. Μη αναμενόμενη είναι η απουσία αυτών των ορυκτών φάσεων στο το δείγμα HL-1-E, το οποίο επίσης γειτνιάζει με το συγκεκριμένο σχηματισμό. Το πιθανότερο είναι ότι λόγω της γεωμορφολογίας, στη συγκεκριμένη περιοχή έχουμε παροχή υλικού κυρίως από τα πετρώματα της κλαστικής μεταμορφωμένης σειράς της Πελαγονικής εν.

Από την μελέτη μέσω ηλεκτρονικής μικροσκοπίας και μικροαναλύσεων διαπιστώθηκε πως εκτός των ορυκτών φάσεων που βεβαιώθηκαν μέσω της ακτινοσκοπικής μελέτης, στη συγκεκριμένη περιοχή συναντάμε χλωρίτες (Πιν. Γ.3.15, Εικ. Γ.3.7), ορυκτά της ομάδας των μαρμαρυγιών (Πιν. Γ.3.21, Εικ. Γ.3.8), μαγνητίτες (Πιν. Γ.3.13) είτε απλούς (Αναλ. Χ448), είτε Cr-ούχους (1%) (Αναλ. Χ447), που συνήθως παρουσιάζουν απομίξεις ιλμενίτη και οξειδία του σιδήρου (Εικ. Γ.3.7).



Εικ. Γ.3.7. Παρουσία χλωρίτη, κλινοπυρόξενου και οξειδίων του σιδήρου σε μάζα ασβεστίτη, στο δείγμα HL-2-E.



Εικ. Γ.3.8. Παρουσία μαγνητίτη με απομίξεις ιλμενίτη και ορυκτά της ομάδας των μαρμαρυγιών, στο δείγμα HL-2-E.

Για την μελέτη της ορυκτολογικής σύστασης των εδαφικών δειγμάτων από την ευρύτερη περιοχή του Κάβου και της Λιχάδας εξετάστηκαν 6 δείγματα:

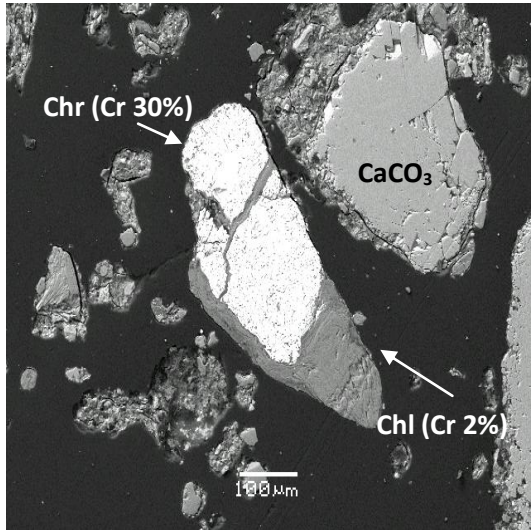
- Το **KABOS-2-E** που εντοπίζεται στο ακρωτήριο Βασιλίνας, στο διάυλο των Ωρεών, βόρειο βορειοδυτικά του χωριού των Λιχάδων, σε περιοχή με αλλουβιακές αποθέσεις.
- Το **KABOS-4-E** που εντοπίζεται βορειοδυτικά του χωριού των Λιχάδων, σε περιοχή με αλλουβιακές αποθέσεις.
- Το **KABOS-8-E** που εντοπίζεται ανατολικά βορειοανατολικά του Κάβου, σε περιοχή που εμφανίζονται Νεογενής σχηματισμοί.
- Το **KABOS-9-E** που εντοπίζεται δυτικά του χωριού των Λιχάδων, σε περιοχή που εμφανίζονται Νεογενής σχηματισμοί και κοντά υπάρχει εμφάνιση της ανθρακικής ακολουθίας της Υποπελαγονικής εν. και υπερβασικά πετρώματα της οφιολιθικής σειράς.
- Το **LIX-6-E** που εντοπίζεται νότια νοτιοανατολικά του χωριού Λιχάδες, σε περιοχή με αλλουβιακές αποθέσεις.
- Το **LIX-7-E** που εντοπίζεται νότια του χωριού Λιχάδες, σε περιοχή που εμφανίζονται Νεογενής σχηματισμοί που κοντά τους σε υψομετρικά υπερκείμενη θέση εμφανίζεται η ανθρακική ακολουθία της Υποπελαγονικής εν.

Από την ακτινοσκοπική μελέτη, διαπιστώνεται ότι όλα τα δείγματα παρουσιάζουν παρόμοια ορυκτολογική σύσταση, με κυρίες ορυκτές φάσεις χαλαζία, δολομίτη, ασβεστίτη, αλβίτη, ορυκτά της ομάδας των σμεκτιτών, χρυσοσίτη, κλινόχλωρο και κάποια οξειδία του σιδήρου.

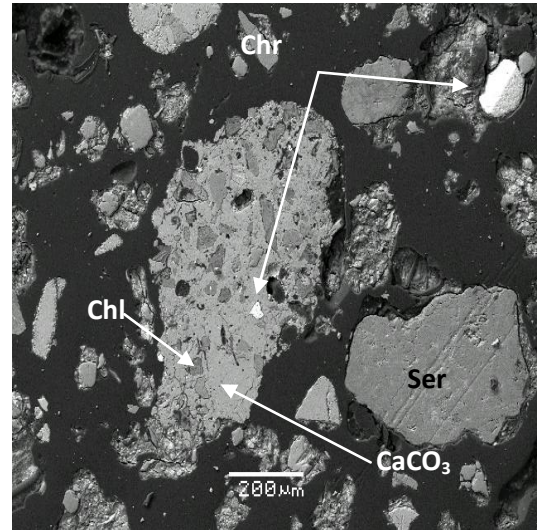
Η ορυκτολογική σύσταση των συγκεκριμένων δειγμάτων, ήταν αναμενόμενη καθώς εντοπίζονται σε Νεογενής σχηματισμούς, οι οποίοι τροφοδοτούνται με υλικό από τον ορεινό όγκο

της χερσονήσου των Γιάλτρων, ο οποίος δομείται από την ανθρακική ακολουθία της Υποπελαγονικής εν.

Από την μελέτη μέσω ηλεκτρονικής μικροσκοπίας και μικροαναλύσεων διαπιστώθηκε πως στην περιοχή του Κάβου, εκτός των ορυκτών φάσεων που βεβαιώθηκαν μέσω της ακτινοσκοπικής μελέτης, συναντάμε και χρωμίτες ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \sim 30\text{-}50\%$, Πιν. Γ.3.16, Εικ. Γ.3.9, 10), χλωρίτες (Πιν. Γ.3.15, Εικ. Γ.3.9, 10) είτε απλούς (Αναλ. X380, X384), είτε Cr-ούχους ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \sim 2\%$, Αναλ. X397).

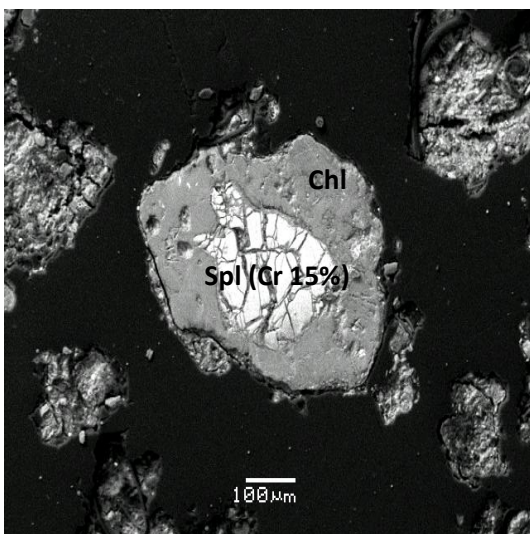


Εικ. Γ.3.9. Παρουσία χρωμίτη και Cr-ούχου χλωρίτη, στο δείγμα KABOS-2-E.

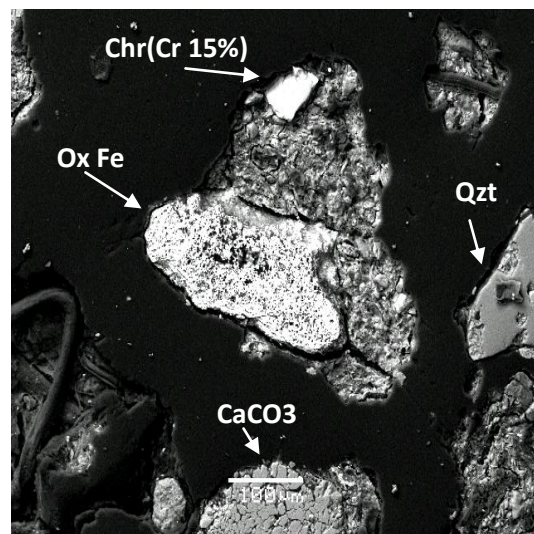


Εικ. Γ.3.10. Παρουσία χρωμίτη και χλωρίτη, στο δείγμα KABOS-2-E.

Από την μελέτη μέσω ηλεκτρονικής μικροσκοπίας και μικροαναλύσεων διαπιστώθηκε πως στην περιοχή της Λιχάδας, εκτός των ορυκτών φάσεων που βεβαιώθηκαν μέσω της ακτινοσκοπικής μελέτης, στη συγκεκριμένη περιοχή συναντάμε χρωμίτες ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \sim 40\text{-}57\%$, Πιν. Γ.3.16, Εικ. Γ.3.12), σπινέλιους (Πιν. Γ.3.18, Εικ. Γ.3.11), Cr-ούχους χλωρίτες ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \sim 0,5$, Πιν. Γ.3.15, Εικ. Γ.3.11) και οξείδια του σιδήρου.



Εικ. Γ.3.11. Παρουσία χλωρίτη και σπινέλιου, στο δείγμα LIX-7-E.



Εικ. Γ.3.12. Παρουσία χρωμίτη, οξειδίων του σιδήρου, χαλαζία και ασβεστίτη, στο δείγμα LIX-7-E.

Πίνακας Γ.3.11. Συγκεντρωτικός πίνακας των αποτελεσμάτων της ακτινοσκοπικής μελέτης, στα εδαφικά δείγματα από τις περιοχές της Β. Εύβοιας.

	Qtz	Cal	Dol	Ank	Άσπριοι		Ca-Αμφίβολοι		Fe-οξειδία			Sem Gr	Tlc	Ορυκτά της ομάδας του Σερπεντίνη				
					Ab	Mc	Act	Tr	Mgh	Mag	Hem			Ill	Clc	Octl	Cctl	Lz
AD-1-E	***				***		*		*		*	***	***				*	
AD-2-E	***	***	***		***		*			*		***	***		***		*	
AD-22-E	***				***							***	***		*		*	
GIA-1-E	***				***							***						
GIA-5-E	***	***			***		**			**	***	***			***			
GIA-11-E	***	***	***		***	***	*			***	***	***	***		***			
GIA-15-E	***	***	***		***		*					***	***		***		***	
AGG-3-E	***	***	***		***		**			***	*		***		*		***	
LIX-6-E	***	***	***		***					***		*		***		***		***
LIX-7-E	***	***	***		**		*			***	*	*	***		***		**	
KABOS-2-E	***	***	***		***		**			**		*	***		***		***	
KABOS-4-E	***	***	***		***		*				**		***		***		***	
KABOS-8-E	***	***	***		***				*	**	**	*	***		*		*	
KABOS-9-E	***	***	***	***	***		***		*		*	***	***		***		***	
HL-1-E	***				***							***	***		***		***	
HL-2-E	***	***			***		*		**		***	***	***		***		**	
PL-1-E	***	***	***		***							***	***		***			
PL-3-E	***				***		*					***						
AGIOK-9-E	***				***		*				*	***	***		***		*	
NIS-1-E	***				***						*	***	***		*		*	
NP-1-E	***	***			***		***					***	***		*		**	
NP-2-E	***	***			***				*		*	***	***		*			
NP-9-E	***	***	***		***							***	**		**		*	

*** = Κύρια ορυκτή φάση, ** = Επουσιώδη ορυκτή φάση, * = Πιθανή ορυκτή φάση

Πίνακας Γ.3.12. Συγκεντρωτικός πίνακας των αποτελεσμάτων της ακτινοσκοπικής μελέτης, στο στερεό υπόλειμμα που προέκυψε μετά την διαλυτοποίηση των εδαφικών δειγμάτων.

	Χαλαζίας	Αλβίτης	Φλογοπίτης	Ανατάσης	Βιοτίτης	Τοντοροκίτης	Χλωρίτης	Κλινόχλωρο
AD-1-E	***	***	***				*	
AD-22-E	***	***	***					
AD-2-E	***	***	*	***		*	***	
AGG-3-E	***	***	*	*				
AGIOK-9-E	***	***	***	***				
GIA-11-E	***	***	*	*				
GIA-15-E	***	**	***	**		**		
GIA-1-E	***	***	***	***				*
GIA-5-E	***	***	***	***				
HL-1-E	***	***	**	**				
HL-2-E	***	***		**				*
KABOS-2-E	***	***	*					
KABOS-4-E	***	*	*	**		*	*	
KABOS-8-E	***	***		**				
KABOS-9-E	***	***		**				
LIX-6-E	***	***		*	**	*	*	
LIX-7-E	***	***					*	
NIS-1-E	***	***	***	***		*	*	
NP-1-E	***	***	***	***				*
NP-2-E	***	***	***	**				
NP-9-E	***	***	***			*		
PL-1-E	***	***	***	***		**		
PL-3-E	***	***	***	***		*		

*** = Κύρια ορυκτή φάση, ** = Επουσιώδη ορυκτή φάση, * = Πιθανή ορυκτή φάση

Πίνακας Γ.3.12. Αντιπροσωπευτικές χημικές αναλύσεις μαγνητιτών.

Sample Analysis	AGG-3-E X320	HL-2-E X448	HL-2-E X447	HL-2-E X464
SiO ₂	11,96	0,79	0,00	2,98
TiO ₂	1,15	3,74	1,27	2,82
Al ₂ O ₃	5,30	-	-	-
Cr ₂ O ₃	1,44	-	1,94	-
FeO	32,74	62,06	67,61	57,90
MnO	45,50	33,75	30,12	38,24
MgO	0,99	0,39	-	-
CaO	1,38	1,34	1,96	-
ZnO	0,67	-	-	-
	101,12	102,07	102,91	101,94
Oxygens	32	32	32	32
Si	3,319	0,234	0,000	0,886
Ti	0,240	0,835	0,282	0,631
Al	1,732	0,000	0,000	0,000
Cr	0,316	0,000	0,452	0,000
Fe(III)	6,835	13,863	14,985	12,965
Fe(II)	10,557	8,379	7,419	9,517
Mn	0,233	0,097	0,000	0,000
Mg	0,570	0,592	0,863	0,000
Ca	0,198	0,000	0,000	0,000
Total	24,000	24,000	24,000	24,000

Πίνακας Γ.3.13. Αντιπροσωπευτικές χημικές αναλύσεις ιλμενίτη.

Sample Analysis	AGG-3-E X310	AGG-3-E X312
TiO ₂	55,63	51,87
FeO	11,97	2,93
MnO	29,92	42,61
Total	97,52	97,41
Oxygens	6	6
Fe(III)	0,000	0,000
Ti	2,109	2,008
Total	2,109	2,008
Fe(II)	0,505	0,126
Mn	1,277	1,858
Total	1,782	1,984

Πίνακας Γ.3.14. Αντιπροσωπευτικές χημικές αναλύσεις γλωριτών.

Sample Analysis	AGIOK-9 X356	HL-2 X452	HL-2 X467	KABOS-2 X380	KABOS-2 X384	KABOS-2 X397	LIX-7 X433
SiO ₂	32,31	33,95	25,53	29,93	34,13	30,97	37,16
TiO ₂	5,93	-	-	-	-	-	-
Al ₂ O ₃	15,06	16,80	16,64	11,65	13,11	12,95	1,10
FeO	19,99	6,82	19,16	1,67	6,87	2,30	11,72
MgO	7,71	21,07	15,83	30,46	24,26	31,24	32,28
CaO	1,43	0,22	-	-	0,63	-	0,22
K ₂ O	1,01	2,20	-	-	-	-	-
Cr ₂ O ₃	-	-	-	-	-	1,95	0,23
Total	83,44	81,06	77,16	73,71	79,00	79,41	82,71
Oxygens	28	28	28	28	28	28	28
Si	6,699	6,277	4,660	4,699	4,799	3,926	4,366
Al (IV)	1,301	1,723	2,286	1,250	1,156	0,980	0,073
Total	8,000	8,000	6,945	5,949	5,955	4,906	4,440
Al (VI)	2,506	1,100	-	-	-	-	-
Ti	0,925	-	-	-	-	-	-
Fe(III)	1,596	-	-	-	-	-	-
Fe(II)	1,871	3,584	9,004	8,238	9,963	11,048	13,325
Mg	2,383	5,807	4,307	7,129	5,085	5,904	5,654
Ca	0,318	0,044	-	-	0,095	-	0,028
K	0,534	1,038	-	-	-	-	-
OH*	16,000	16,000	16,000	16,000	16,000	16,000	16,000
Total	34,132	35,572	36,256	37,317	37,097	38,054	39,468
Oxidized	no	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Fe/Fe+Mg	0,593	0,382	0,676	0,536	0,662	0,652	0,702

* = OH calculated assuming full site occupancy

Πίνακας Γ.3.15. Αντιπροσωπευτικές χημικές αναλύσεις χρωμιτών.

Sample Analysis	AGG-3-E X300	AGG-3-E X306	KABOS-2-E x382	KABOS-2-E x389	KABOS-2-E x391	LIX-7-E x429	LIX-7-E x440
SiO ₂	-	-	-	-	-	-	0,69
TiO ₂	0,54	-	-	-	-	-	-
Al ₂ O ₃	11,40	11,99	20,92	9,72	12,15	13,52	15,24
Cr ₂ O ₃	53,60	52,76	44,80	54,83	55,58	56,55	57,72
V ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-
FeO	26,04	24,44	18,83	24,33	18,78	16,69	20,31
MnO	-	-	-	-	-	-	-
MgO	7,90	6,69	11,80	7,38	10,59	10,53	10,08
CaO	-	-	0,79	-	-	-	0,21
ZnO	-	-	-	-	-	-	-
Total	99,48	95,88	97,14	96,25	97,1	97,29	104,25
Oxygens	32	32	32	32	32	32	32
Si	-	-	-	-	-	-	0,172
Ti	0,109	-	-	-	-	-	-
Al	3,592	3,932	6,277	3,190	3,830	4,235	4,466
Cr	11,329	11,606	9,019	12,078	11,749	11,883	11,347
V	-	-	-	-	-	-	-
Fe(III)	0,861	0,462	0,704	0,731	0,422	-	-
Total	15,891	16,000	16,000	16,000	16,000	16,118	15,984
Fe(II)	4,961	5,225	3,305	4,937	3,777	3,709	4,223
Mn	-	-	-	-	-	-	-
Mg	3,148	2,775	4,479	3,063	4,223	4,173	3,737
Ca	-	-	0,216	-	-	-	0,056
Zn	-	-	-	-	-	-	-
Total	8,109	8,000	8,000	8,000	8,000	7,882	8,016

Πίνακας Γ.3.16. Αντιπροσωπευτικές χημικές αναλύσεις αστρίων.

Samp. Anal.	AGIOK-9 X353	OI-11 X340	OI-11 X350
SiO ₂	69,24	65,71	70,26
Al ₂ O ₃	18,92	17,87	23,70
FeO	-	-	0,39
Na ₂ O	10,66	1,01	-
K ₂ O	-	14,52	2,92
Total	98,81	99,12	97,27
Oxygens	32	32	32
Si	12,157	12,136	12,179
Al	3,914	3,890	4,841
Fe(II)	-	-	0,057
Na	3,628	0,362	-
K	-	3,421	0,646
Total	19,699	19,810	17,723
An%	0,0	0,0	0,0
Ab%	100,0	9,6	0,0
Or%	0,0	90,4	100,0

Πίνακας Γ.3.18. Αντιπροσωπευτικές χημικές αναλύσεις σερπεντινών.

Sample Analysis	AGG-3 X305	AGG-3 X316
SiO ₂	39,26	40,89
Al ₂ O ₃	1,14	1,07
FeO	4,73	4,51
MnO	1,11	-
MgO	32,77	34,43
CaO	0,38	0,25
Total	79,39	81,15
Oxygens	7	7
Si	2,040	2,059
Al (IV)	-0,040	-0,059
Total	2,000	2,000
Al (VI)	0,110	0,122
Fe(III)	0,000	0,000
Fe(II)	0,206	0,190
Mn	0,049	0,000
Mg	2,539	2,584
Total	2,904	2,896
Ca	0,021	0,013
Total	0,021	0,013

Πίνακας Γ.3.17. Αντιπροσωπευτική χημική ανάλυση σπινελίου.

Sample Analysis	LIX-7-E X438
Al ₂ O ₃	38,21
Cr ₂ O ₃	25,06
FeO	14,89
MgO	14,85
Total	93,01
Oxygens	4
Al	1,366
Cr	0,601
Fe(III)	0,044
Fe(II)	0,334
Mg	0,672
Total	3,016
Fe#	36,00
Cr#	30,55
Mg#	66,78

$$Fe\# = 100 * Fe / (Fe + Mg), Cr = 100 * Cr / (Cr + Al), Mg = 100 * Mg / (Mg + Fe(II))$$

Πίνακας Γ.3.19. Αντιπροσωπευτικές χημικές αναλύσεις ζirkονίων.

Sample Analysis	AGIOK-9 X357	AGIOK-9 X359	AGIOK-9 X362
SiO ₂	28,74	29,99	29,68
ZrO ₂	64,76	63,79	63,84
Total	93,5	93,78	93,52
Oxygens	16	16	16
Si	3,812	3,894	3,871
Zr	4,188	4,106	4,129

Πίνακας Γ.3.20. Αντιπροσωπευτικές χημικές αναλύσεις ορυκτών από την ομάδα των μαρμαρυγιών.

Sample Analysis	AGIOK-9-E X349	AGIOK-9-E X360	AGIOK-9-E X365	HL-2-E X458	HL-2-E X463
SiO ₂	36,6	33,38	36,3	54,24	39,74
TiO ₂	2,64	1,12	2,75	-	2,93
Al ₂ O ₃	16,01	16,16	15,39	13,31	16,84
FeO	18,34	19,67	17,15	8,54	9,08
MnO	0,46	-	-	-	-
MgO	9,22	10,17	8,98	5,58	12,14
CaO	-	-	-	0,23	2,46
K ₂ O	6,39	5,42	7	10,14	4,81
Total	89,66	85,92	87,57	92,04	88
Oxygens	22	22	22	22	22
Si	5,792	5,560	5,866	7,739	6,027
Al (IV)	2,208	2,440	2,134	0,261	1,973
Total	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Al (VI)	0,778	0,732	0,797	1,978	1,037
Ti	0,314	0,140	0,334	0,000	0,334
Fe(III)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe(II)	2,427	2,740	2,318	1,019	1,152
Mn	0,062	0,000	0,000	0,000	0,000
Mg	2,175	2,525	2,163	1,187	2,745
Ca	0,000	0,000	0,000	0,035	0,400
Total	5,756	6,138	5,613	4,219	5,668
K	1,290	1,152	1,443	1,846	0,931
Total	1,290	1,152	1,443	1,846	0,931

Γ.3.1.6. ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ ΕΛΑΦΩΝ – ΧΑΡΤΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ

Όπως έχει προαναφερθεί, στα πλαίσια της παρούσας μελέτης καταβλήθηκε προσπάθεια από κάθε θέση δειγματοληψίας να συλλεχθούν δύο δείγματα (Εικ. Γ.3.1, 2, Πιν. Γ.3.1) το πρώτο από βάθος 0-25cm και το δεύτερο από βάθος 25-50cm. Χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων (Πιν. Γ.3.2, 3) από τα δείγματα και των δύο οριζόντων, κατασκευάστηκαν δύο σειρές διαγραμμάτων (Παράρτημα Β, Εικ. Γ.3.13Α-29Α, Γ.1.13Β-29Β) για τα στοιχεία που αναλύθηκαν, αποσκοπώντας στο να διαπιστωθεί το είδος της συσχέτισης ανάμεσα στις συγκεντρώσεις κάθε στοιχείου στους δύο ορίζοντες, αλλά και παράλληλα να γίνει μια παραστατική σύγκριση των συγκεντρώσεων τους.

Παρατηρώντας τα διαγράμματα των εικόνων Γ.3.13Α-29Α στο Παράρτημα Β, διαπιστώνεται ότι σχεδόν σε όλα τα κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία, παρουσιάζονται ιδιαίτερα ικανοποιητικές γραμμικές συσχετίσεις ανάμεσα στις συγκεντρώσεις των δειγμάτων του επιφανειακού ορίζοντα και στις συγκεντρώσεις των δειγμάτων από τον ορίζοντα βάθους. Εξετάζοντας τα διαγράμματα των Εικ. Γ.3.13Β-29Β στο Παράρτημα Β, γίνεται εμφανές το γεγονός ότι σε κανένα στοιχείο δεν διαπιστώνεται ο ένας εδαφικός ορίζοντας να είναι πιο εμπλουτισμένος έναντι του άλλου. Στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων, οι τιμές των συγκεντρώσεων ανάμεσα στους δύο εδαφικούς ορίζοντες είναι ιδιαίτερα κοντά σε όλα σχεδόν τα στοιχεία, με διαφοροποιήσεις να παρατηρούνται μόνο σε μεμονωμένες θέσεις. Εξαιρέση στα παραπάνω παρουσιάζουν μόνο τα στοιχεία στα οποία, κατά τον ποιοτικό έλεγχο των αποτελεσμάτων, το bias ήταν υψηλό π.χ. Si (Κεφ. Β.2.4).

Στην περιοχή της Β. Εύβοιας, διαπιστώνονται δύο κύριοι φυσικοί παράγοντες, οι οποίοι έχουν επηρεάσει την χημική σύσταση των εδαφών, η λειτουργία των θερμών πηγών, που μέσω της απόθεσης υλικού έχουν επηρεάσει την περιοχή γύρω από την οποία εκδηλώνονται (ευρύτερη περιοχή των Λουτρών Αιδηψού) και τα πετρώματα που εμφανίζονται στην περιοχή, όπου μέσα από διαδικασίες αποσάθρωσης και διάβρωσης έχουν εμπλουτίσει τα εδάφη σε συγκεκριμένα συστατικά.

Εξετάζοντας τους πίνακες των χημικών αναλύσεων (Πίν. Γ.3.2, 3), άλλα και τους χάρτες Γ.3.1-5, γίνεται αντιληπτό ότι τα στοιχεία Co, Cr, Fe, Mn, Ni, παρουσιάζουν τις μέγιστες τιμές συγκεντρώσεων στο δυτικότερο μέρος της Εύβοιας και πιο συγκεκριμένα στις περιοχές Λιχάδων και Κάβου. Αυτό το φαινόμενο οφείλεται στο ότι στην συγκεκριμένη περιοχή έχουμε, αν και μικρής έκτασης, εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς. Εκτός αυτού, τα συγκεκριμένα στοιχεία παρουσιάζουν αύξηση στις συγκεντρώσεις τους και στην περιοχή των Ήλιων (κυρίως στο δείγμα HL-2) και στο βορειοανατολικότερο άκρο από την περιοχή της Εύβοιας που εξετάστηκε, δηλαδή στον κάμπο του Νέου Πύργου. Στην περιοχή των Ήλιων έχουμε επηρεασμό του εδάφους από μια σειρά πετρωμάτων (πρασινίτες-πρασινόλιθοι) που απαρτίζεται από μεταμορφωμένα επιζωνικά βασικά εκρηξιγενή πετρώματα, με παρεμβολές σχιστολίθων και φυλλιτών και με ενστρώσεις κρυσταλλικών ασβεστολίθων. Στην περιοχή του κάμπου του Νέου Πύργου, αξιοσημείωτο είναι ότι οι συγκεντρώσεις παρουσιάζουν αυξητική τάση προς τα ανατολικά-βορειοανατολικά, ουσιαστικά δηλαδή προς τις εκβολές του ποταμού

Ξεριά, ο οποίος διατρέχει ένα μεγάλο μέρος της Βόρειας Εύβοιας που εμφανίζονται ποικίλοι γεωλογικοί σχηματισμοί.

Παρατηρώντας της κατανομή του Pb (Πιν. Γ.3.2, 3, Χαρ. Γ.3.6), διαπιστώνεται ότι και σε αυτή την περίπτωση, οι υψηλότερες συγκεντρώσεις παρατηρούνται στην περιοχή του Κάβου και πιο συγκεκριμένα στα δείγματα που εντοπίζονται κοντά στην εμφάνιση των υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς (π.χ. δείγμα KABOS-10, 372μg/kg Pb). Όμως στην περίπτωση του Pb, παρατηρούνται αν και συγκριτικά χαμηλότερες τιμές από ότι στην περιοχή του Κάβου, αξιόλογες συγκεντρώσεις στις περιοχές οι οποίες είναι κοντά στο σχηματισμό του κρυσταλλικού υποβάθρου, ο οποίος αποτελείται από ορθο-γνεύσιους και σε μικρότερο ποσοστό παρα-γνεύσιους, όπως γνευσιακούς σχιστόλιθους και χαλαζιακούς-σερικιτικούς σχιστόλιθους, αλλά και κατά θέσεις αμφιβολίτες και αμφιβολιτικούς σχιστόλιθους (π.χ. περιοχή Αγιόκαμπου, το δείγμα AGG-3, με 157μg/kg Pb). Αυξητικές τάσεις στη συγκέντρωση Pb παρατηρούνται και κοντά στην περιοχή των Λουτρών Αιδηψού και των Ήλιων (π.χ. δείγμα AD-24, με 81μg/kg Pb), στις συγκεκριμένες περιπτώσεις οι αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων οφείλονται στην λειτουργία των θερμών πηγών και τις αποθέσεις τους (συγκέντρωση Pb στα θερμά νερά έως 6μg/L, στις αποθέσεις έως 10600μg/kg).

Προχωρώντας στο Ca από το πίνακα Γ.3.2, αλλά και τον χάρτη Γ.3.7, παρατηρείται πως οι μεγαλύτερες τιμές συγκεντρώσεων εντοπίζονται κυρίως στην ευρύτερη περιοχή των Λουτρών Αιδηψού και στο δυτικό άκρο της χερσονήσου των Λιχάδων. Στις δύο αυτές περιπτώσεις οι αυξημένες συγκεντρώσεις ήταν αναμενόμενες, καθώς στην περιοχή των Λουτρών Αιδηψού έχουμε εκτεταμένες αποθέσεις θερμών πηγών, των οποίων η σύσταση είναι CaCO₃ (τραβερίτης). Ενδεικτικά αναφέρεται πως η συγκέντρωση Ca στις θερμές πηγές της περιοχής φτάνει τα 1210mg/L και στις αποθέσεις τους τα 62%. Στην περιοχή της χερσονήσου των Λιχάδων έχουμε την μεγαλύτερη εμφάνιση ανθρακικών σχηματισμών στην ΒΔ Εύβοια, καθώς σχεδόν όλη η χερσόνησος δομείται από την ανθρακική ακολουθία (Τριαδικού-Ιουρασικού) της Υποπελαγονικής ενότητας, όπου συνίσταται από λευκούς – ερυθρίζοντες νηριτικούς ασβεστολίθους, δολομιτικούς ασβεστόλιθους, παχυστοματώδεις έως άστρωτους. Παράλληλα, παρατηρούνται και κάποιες αυξητικές τάσεις στη συγκέντρωση Ca και σε κάποιες περιοχές που κοντά τους έχουμε εμφάνιση μικρότερης έκτασης ανθρακικών σχηματισμών π.χ. στην περιοχή του Πολύλοφου (βόρεια από τα Ήλια). Στη συγκεκριμένη περιοχή έχουμε εμφάνιση του σχηματισμού των κρυσταλλικών ασβεστολίθων και δολομιτών της Πελαγονικής ενότητας.

Παραπλήσια είναι και η εικόνα της κατανομής του Mg (Πίν Γ.3.2, Χάρ. Γ.3.8), μόνο που σε αυτή την περίπτωση οι υψηλότερες τιμές συγκεντρώσεων εντοπίζονται στην περιοχή του Κάβου και των Λιχάδων, αποδεικνύοντας το σαφή επηρεασμό της σύστασης του εδάφους από τους δολομίτες του σχηματισμού της ανθρακικής ακολουθίας (Τριαδικού-Ιουρασικού) της Υποπελαγονικής ενότητας. Συγκρίνοντας τους χάρτες Γ.3.7 και Γ.3.8, χαρακτηριστική είναι η αντίθεση που παρατηρείται στην περιοχή των Λουτρών της Αιδηψού, όπου ενώ αν και παρατηρούνται οι υψηλότερες τιμές Ca, οι τιμές Mg είναι ιδιαίτερα χαμηλές. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει την

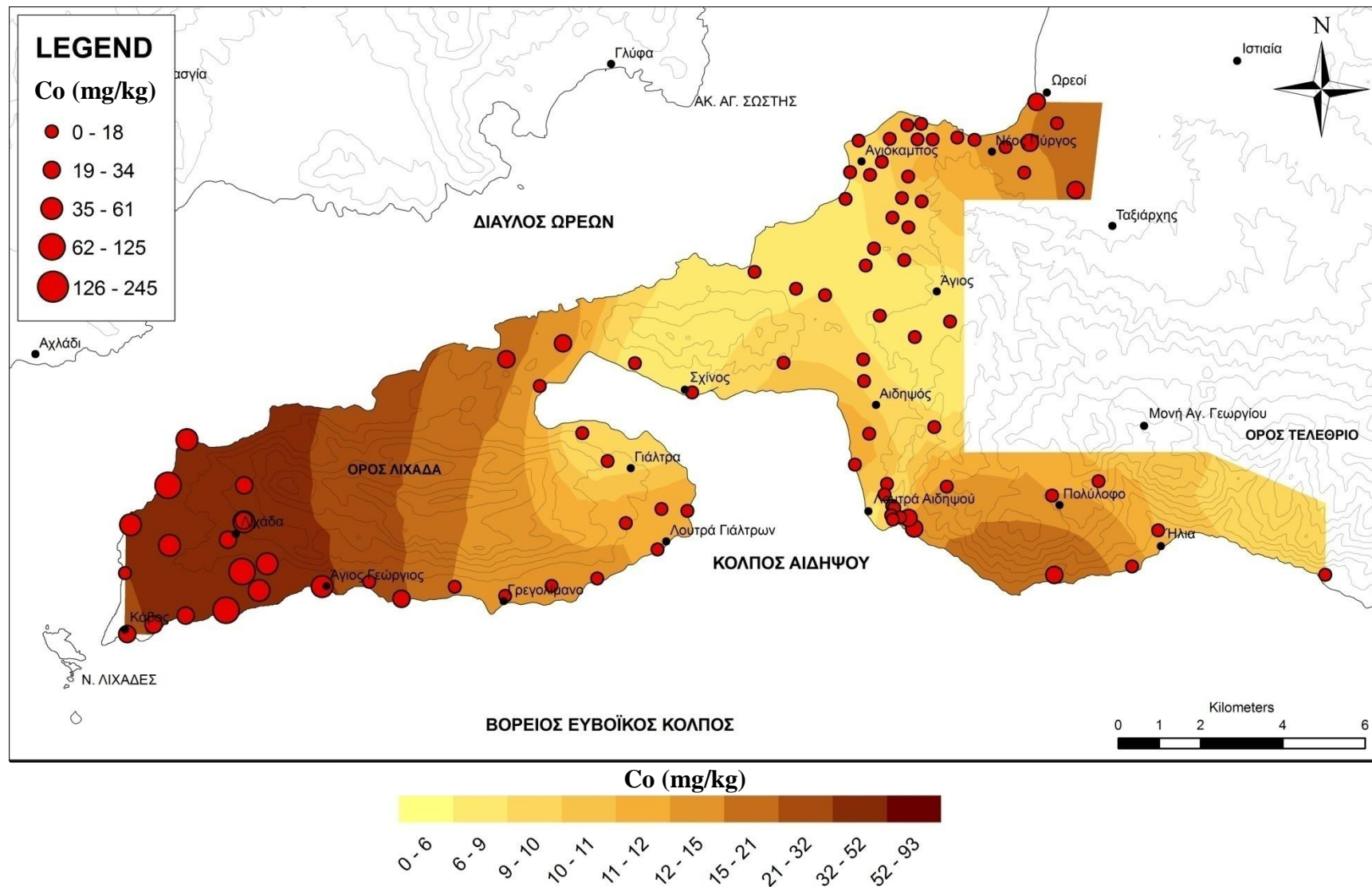
σαφή επιρροή στην περιοχή των Λουτρών Αιδηψού, των αποθέσεων των θερμών πηγών, όπου έχουν χημική σύσταση CaCO_3 (τραβερτίνης).

Βάση της ίδιας λογικής ερμηνεύεται και η υψηλή συγκέντρωση As και Sr (Πίν. Γ.3.2, Χάρ. Γ.3.9, 10) στην περιοχή των Λουτρών Αιδηψού. Ενδεικτικά, αναφέρεται πως η συγκέντρωση Sr στις θερμές πηγές της περιοχής φτάνουν τα 17300 $\mu\text{g/L}$ και στις αποθέσεις τους τα 3750 mg/kg . Αντίστοιχα, η συγκέντρωση As στις θερμές πηγές φτάνουν τα 68 $\mu\text{g/L}$ και στις αποθέσεις τους τα 87000 $\mu\text{g/kg}$. Στην περίπτωση του As, είναι επίσης εμφανής η σοβαρή επιρροή από τη λειτουργία των εκεί θερμών πηγών και στην περιοχή των Ήλιων, (συγκέντρωση As στο θερμό νερό: 84 $\mu\text{g/L}$, στις αποθέσεις: 5500 mg/kg).

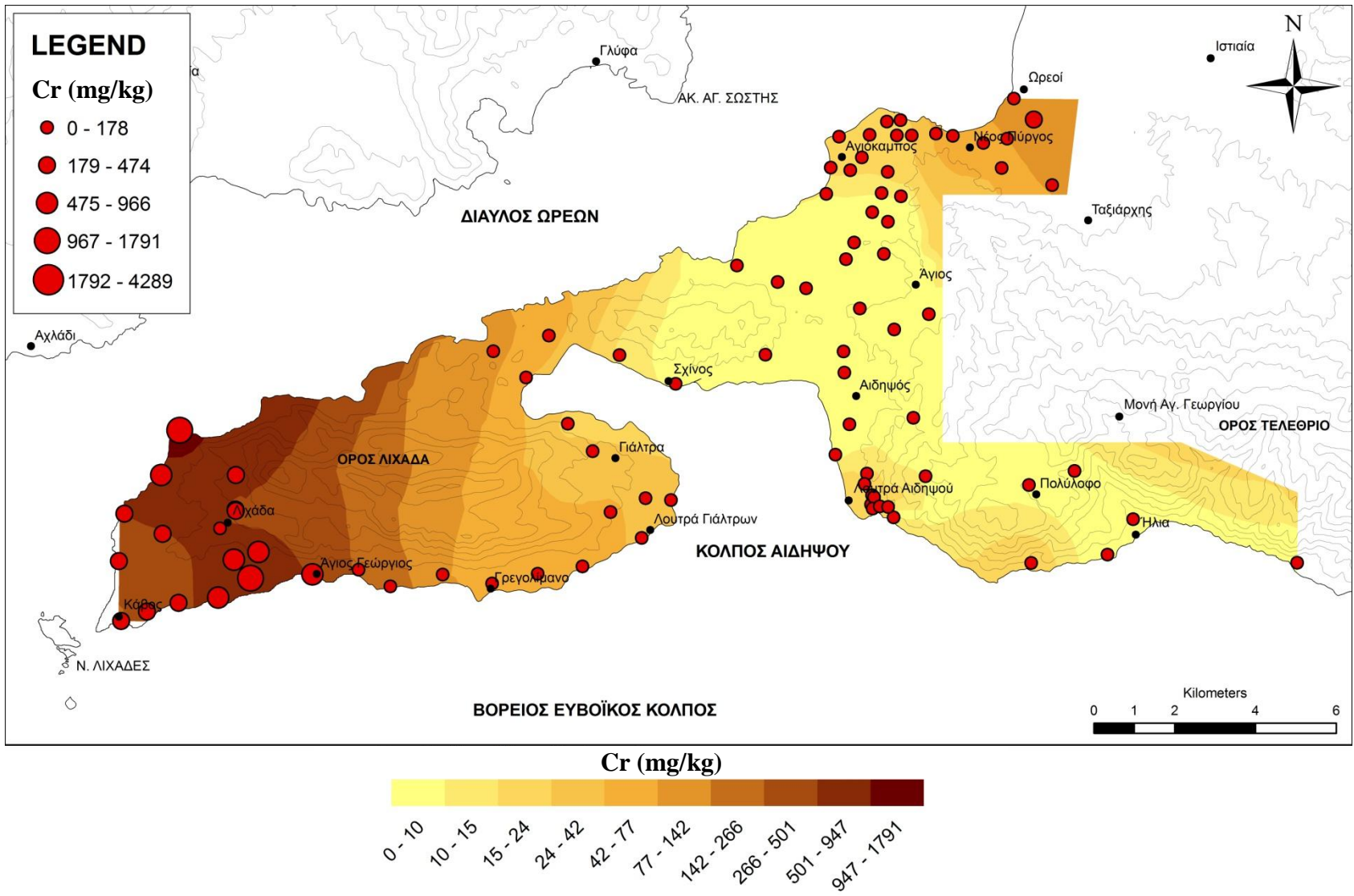
Εξετάζοντας τις χημικές αναλύσεις (Πίν. Γ.3.2, 3) και τους χάρτες κατανομής των στοιχείων Ti, K, Se, Zn, Ba, U (Χαρ. Γ.3.11-16), παρατηρείται πως τα στοιχεία της συγκεκριμένης ομάδας σε γενικές γραμμές παρουσιάζουν παρόμοια κατανομή των συγκεντρώσεων τους. Πιο αναλυτικά, τα περισσότερα στοιχεία από αυτήν την ομάδα, παρουσιάζουν αυξημένες συγκεντρώσεις στο ανατολικό μέρος της υπό μελέτη περιοχή (σχηματισμοί της Πελαγονικής ενότητας), σε πλήρη αντίθεση με το δυτικό μέρος (σχηματισμοί της Υποπελαγονικής ενότητας), στο οποίο παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τιμές συγκεντρώσεων. Εξαιρέση αποτελεί το U και σε μικρότερο βαθμό ο Zn. Η συγκεκριμένη ομάδα στοιχείων επηρεάζεται από τα πετρώματα που εμφανίζονται στο ανατολικό μέρος της περιοχής και πιο συγκεκριμένα αυξητικές τάσεις παρουσιάζουν κατά κανόνα τα δείγματα που εντοπίζονται κοντά στις εμφανίσεις των σχηματισμών μιας σειρά πετρωμάτων (πρασινίτες-πρασινόλιθοι), που απαρτίζεται από μεταμορφωμένα επιζωνικά βασικά εκρηξιγενή πετρώματα, με παρεμβολές σχιστολίθων και φυλλιτών (επιρροή κυρίως στα δείγματα της περιοχής των Ήλιων), του σχηματισμού της κλαστικής μεταμορφωμένης σειράς (ηλικίας M. Τριαδικού), με ελαφρά μεταμορφωμένα πετρώματα που αποτελούνται από εναλλαγές αρκοζών, γραουβάκων, αργιλικών σχιστόλιθων με παρεμβολές μικροψηφιδοπαγών. Ο συγκεκριμένος σχηματισμός υπέρκειται τεκτονικά του γνευσιακού υποβάθρου και διασχίζεται από φλέβες, ποικίλων διευθύνσεων, βασικών εκρηξιγενών πετρωμάτων μη μεταμορφωμένων, και τέλος, του σχηματισμού του κρυσταλλικού υπόβαθρου (ηλικίας προ-Λιθανθρακοφόρο), που αποτελείται κύρια από ορθο-γνεύσιους και σε μικρότερο ποσοστό από παρα-γνεύσιους, όπως γνευσιακούς σχιστόλιθους και χαλαζιακούς – σερικιτικούς σχιστόλιθους. Οι άστριοι είναι κυρίως πλαγιόκλαστα όξινα έως μέσης βασικότητας και απαντώνται σε μεγάλους κρυστάλλους που είναι έντονα σερικιτιωμένοι, ασβεστιτιωμένοι και σωσσυριτιωμένοι. Κατά θέσεις παρατηρούνται αμφιβολίτες και αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι. Συχνά ο σχηματισμός διασχίζεται από βασικά εκρηξιγενή πετρώματα μη μεταμορφωμένα. Η ηλικία του θεωρείται προλιθανθρακοφόρος.

Οι συγκεκριμένοι σχηματισμοί μέσω διαδικασιών αποσάθρωσης και διάβρωσης, χάρις στην πλούσια ορυκτολογία που διαθέτουν σε ορυκτά ικανά να προσφέρουν τα συγκεκριμένα στοιχεία, φαίνεται ότι έχουν επηρεάσει την χημική σύσταση των εδαφών των γύρω περιοχών τους, σε βαθμό, ώστε να διαφοροποιούνται εύκολα από τα εδάφη, τα οποία υπάρχουν στο δυτικό μέρος της περιοχής, όπου τα πετρώματα που εμφανίζονται είναι εντελώς διαφορετικά. Βέβαια, όπως προαναφέρθηκε, εξαιρέση

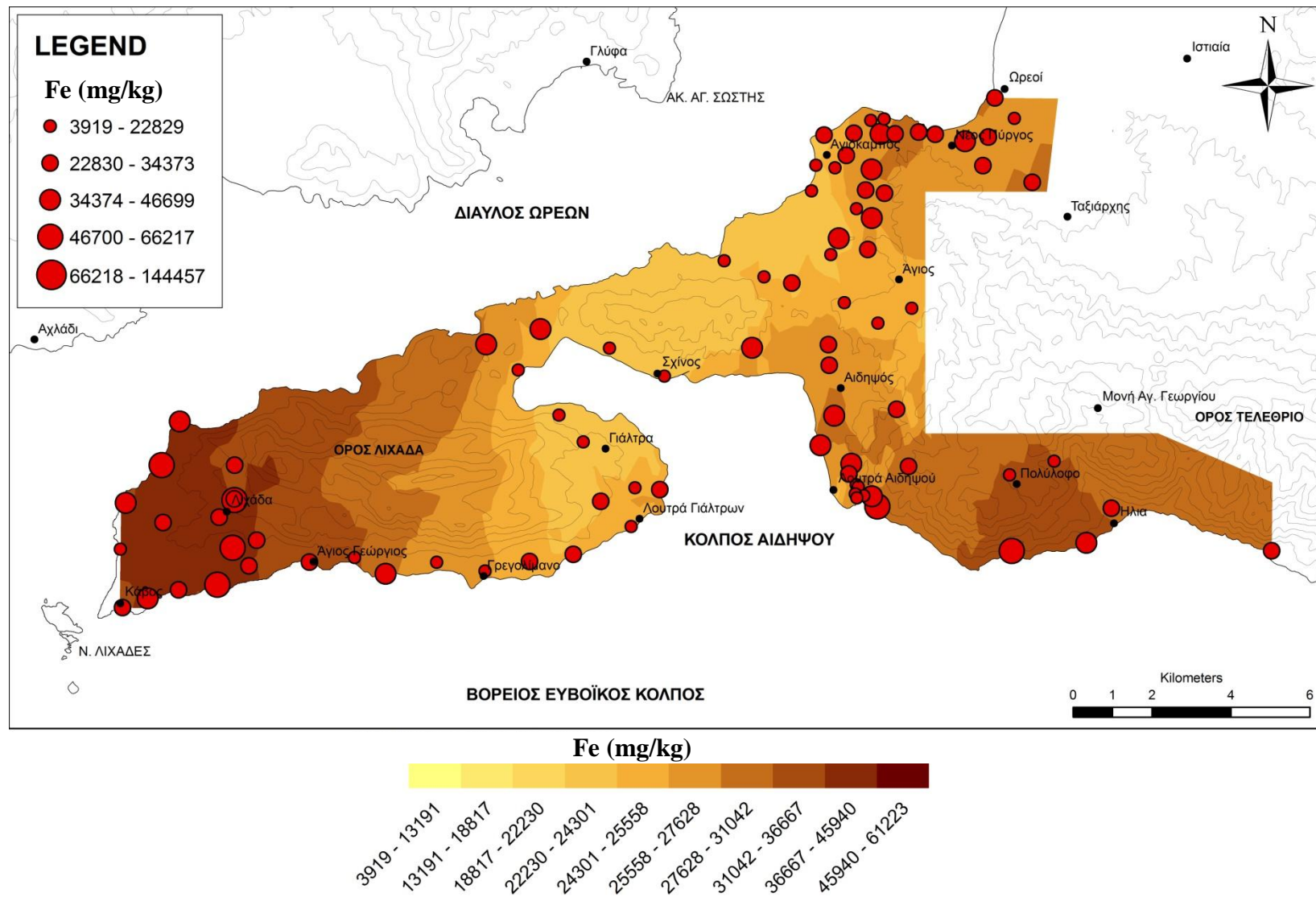
(έως ένα βαθμό) στο γενικό κανόνα που ακολουθούν τα στοιχεία της συγκεκριμένης ομάδας, παρουσιάζουν το U (Χαρ. Γ.3.16) και ο Zn (Χαρ. Γ.3.14). Στη περίπτωση του Zn, διαπιστώνεται μια μικρή θετική ανωμαλία στις συγκεντρώσεις στην περιοχή του Κάβου. Αν εξεταστεί η χωρική τοποθέτηση των δειγμάτων τα οποία παρουσιάζουν τις αυξημένες τιμές συγκέντρωσης, διαπιστώνεται ότι πρόκειται για τα δείγματα που εντοπίζονται κοντά στην εμφάνιση των υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς. Στην περίπτωση του U, τα δείγματα στο δυτικό μέρος της περιοχής, τα οποία παρουσιάζουν αυξημένες τιμές, εντοπίζονται στην περιοχή του Αγίου Γεωργίου, δηλαδή σε μία λεπτή παραθαλάσσια λωρίδα πεδινής έκτασης, στο νότιο τμήμα της χερσονήσου των Γιάλτρων, όπου το έδαφος τροφοδοτείται αποκλειστικά με υλικό από τον σχηματισμό της ανθρακικής ακολουθίας (ηλικίας Τριαδικού-Ιουρασικού) της Υποπελαγονικής ενότητας. Στις δύο αυτές περιπτώσεις (περιοχή Κάβου και Αγίου Γεωργίου), τα πετρώματα που εντοπίζονται στις συγκεκριμένες περιοχές έχουν τροφοδοτήσει-συνεισφέρει στο έδαφος με υλικό τους, όπου μέσω της διάβρωσης το εμπλούτιζον στα συγκεκριμένα στοιχεία.



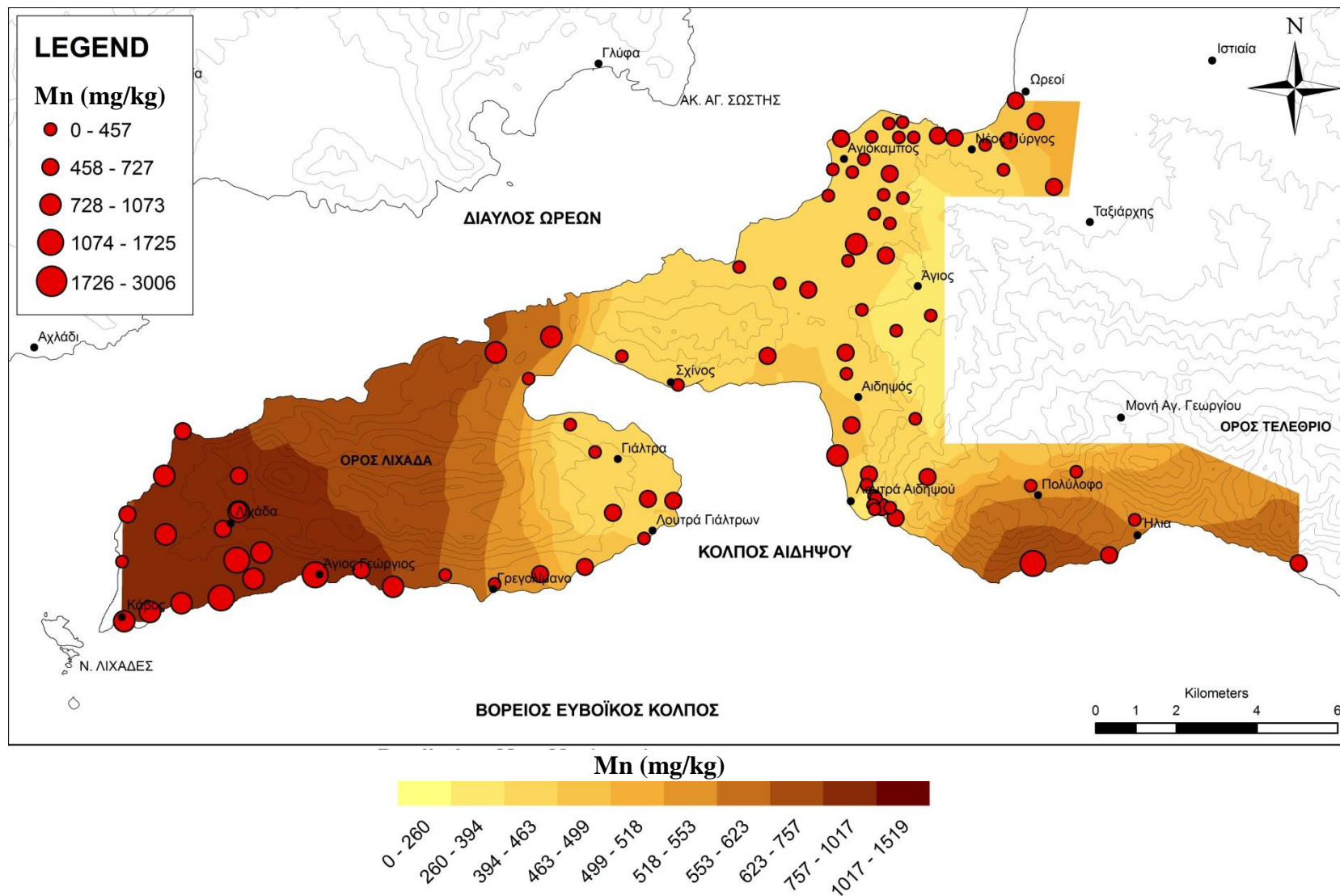
Εικόνα Γ.3.1. Ισοπερικεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Co στα εδάφη των περιοχών της Β. Εύβοιας.



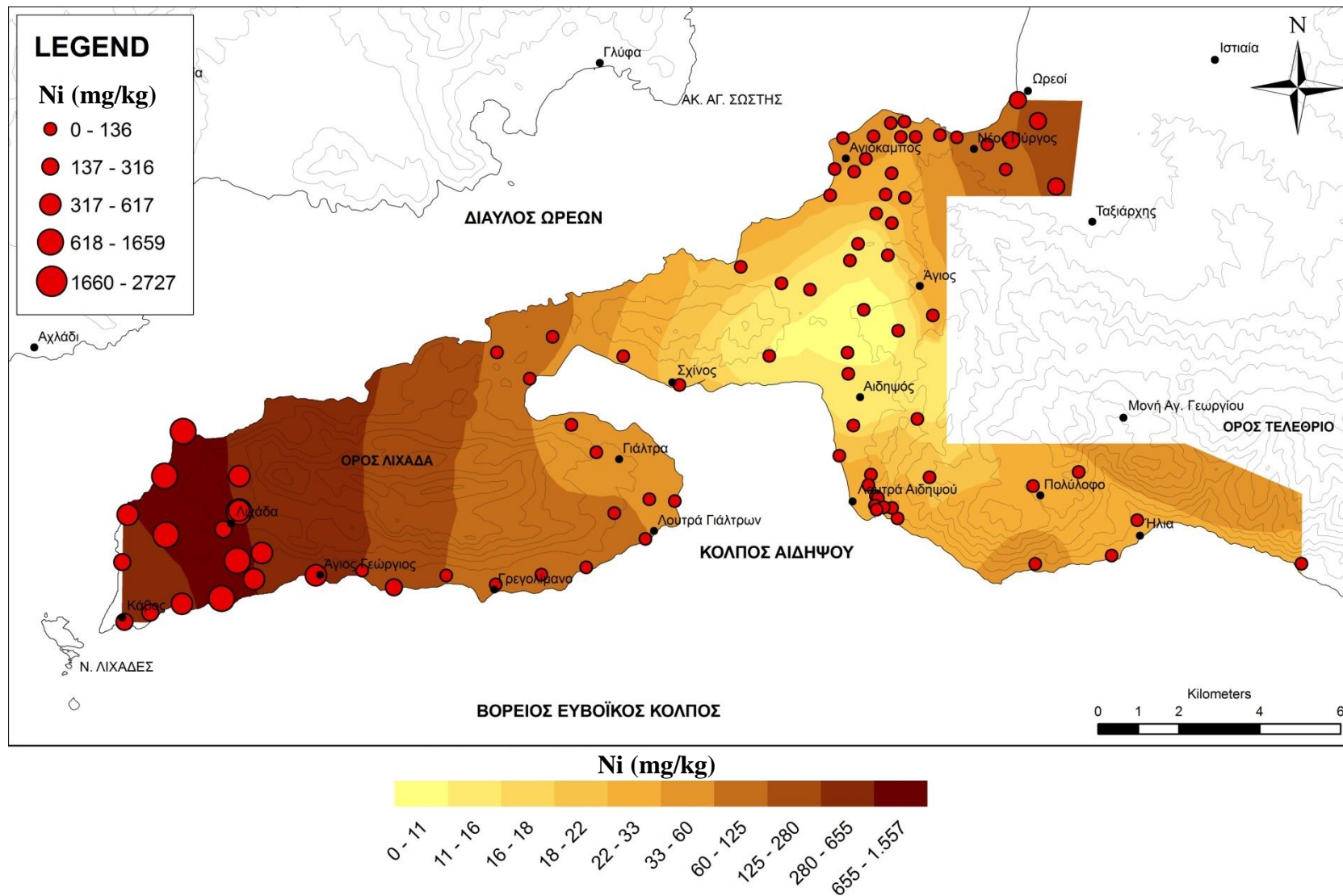
Χάρτης Γ.3.2. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Cr στα εδάφη των περιοχών της Β. Εύβοιας.



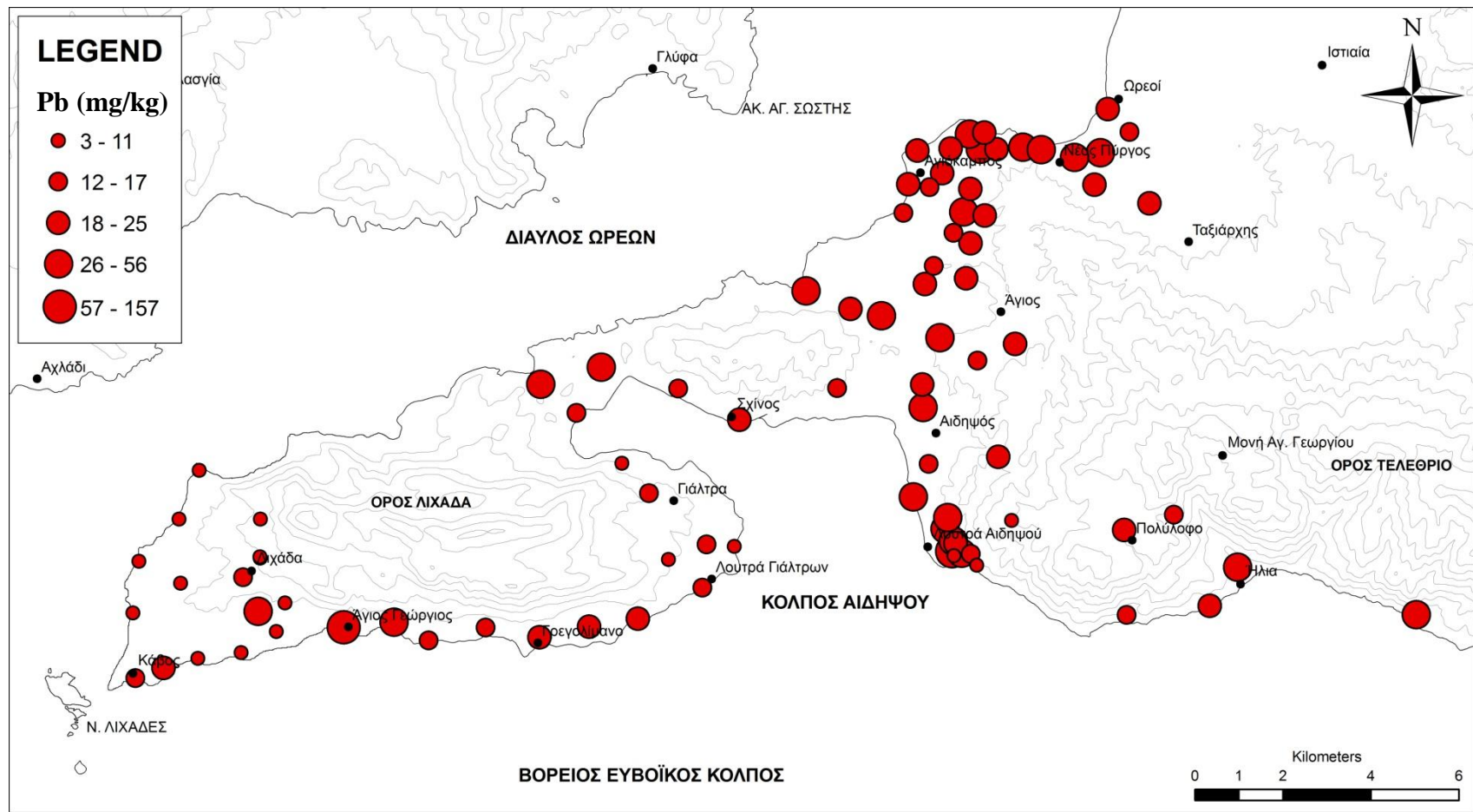
Χάρτης Γ.3.3. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Fe στα εδάφη των περιοχών της Β. Εύβοιας.



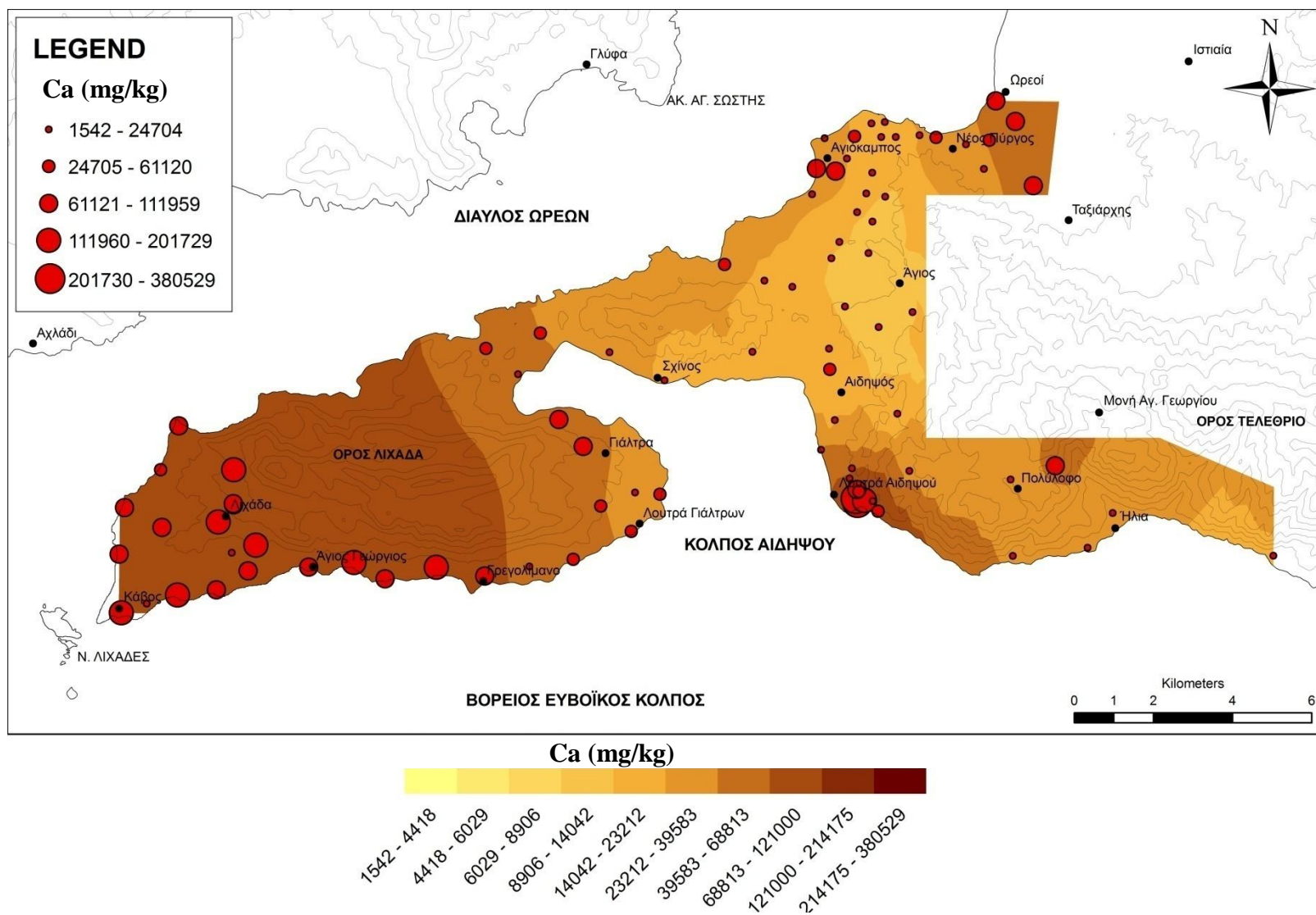
Χάρτης Γ.3.4. Ισοπερικεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Mn στα εδάφη των περιοχών της Β. Εύβοιας.



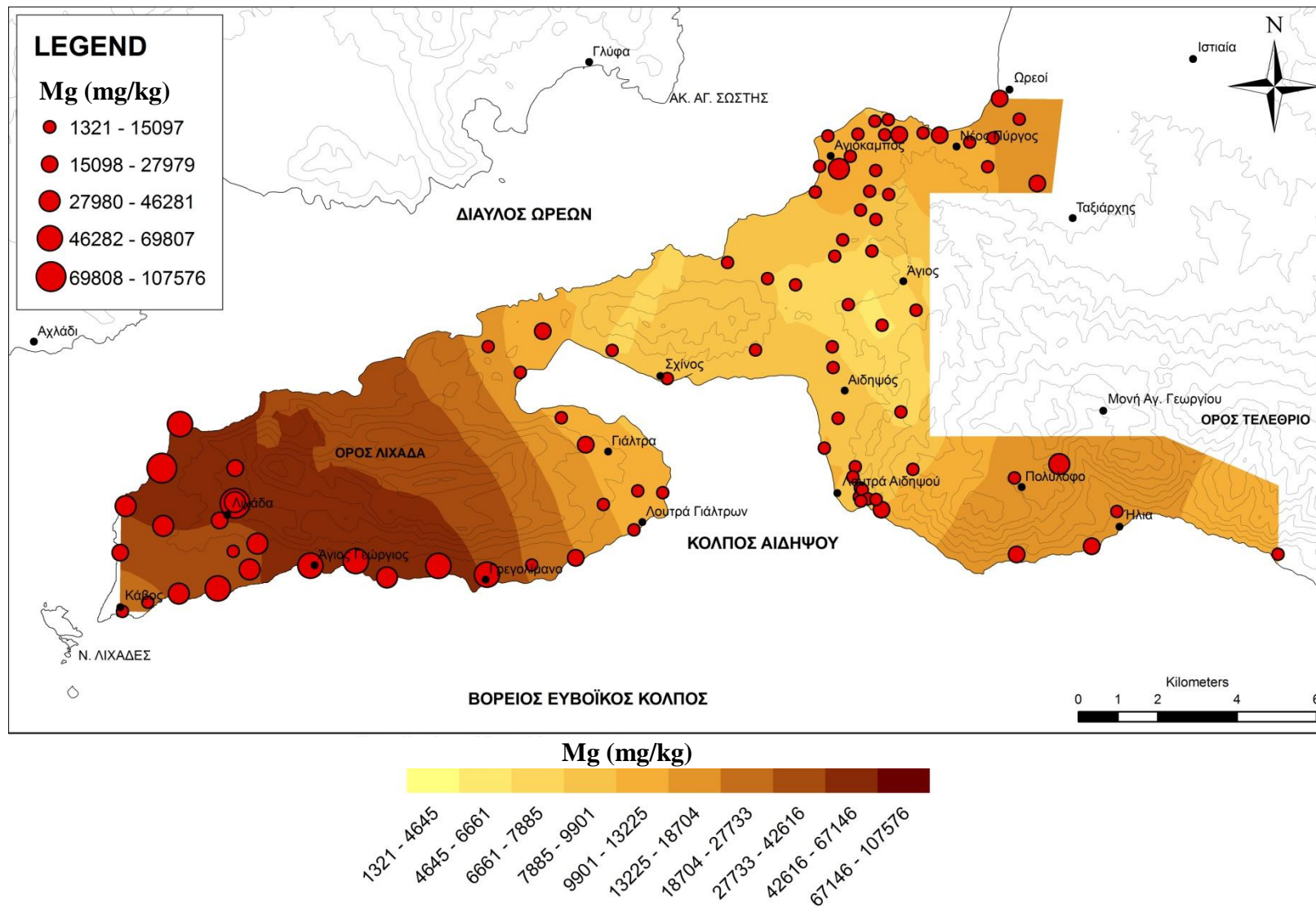
Εικόνα Γ.3.5. Ισοπερικτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Ni στα εδάφη των περιοχών της Β. Εύβοιας.



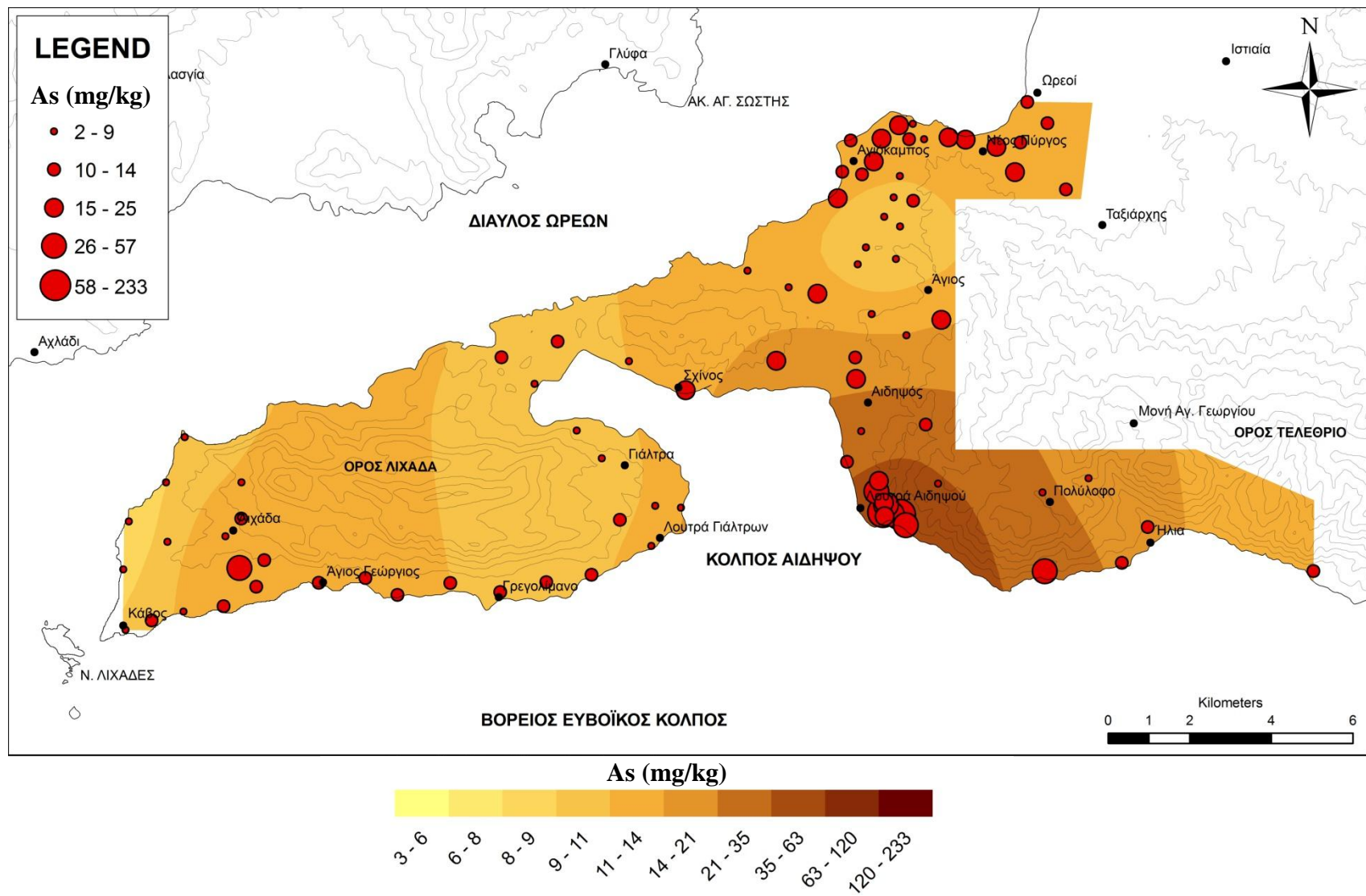
Χάρτης Γ.3.6. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Pb στα εδάφη των περιοχών της Β. Εύβοιας.



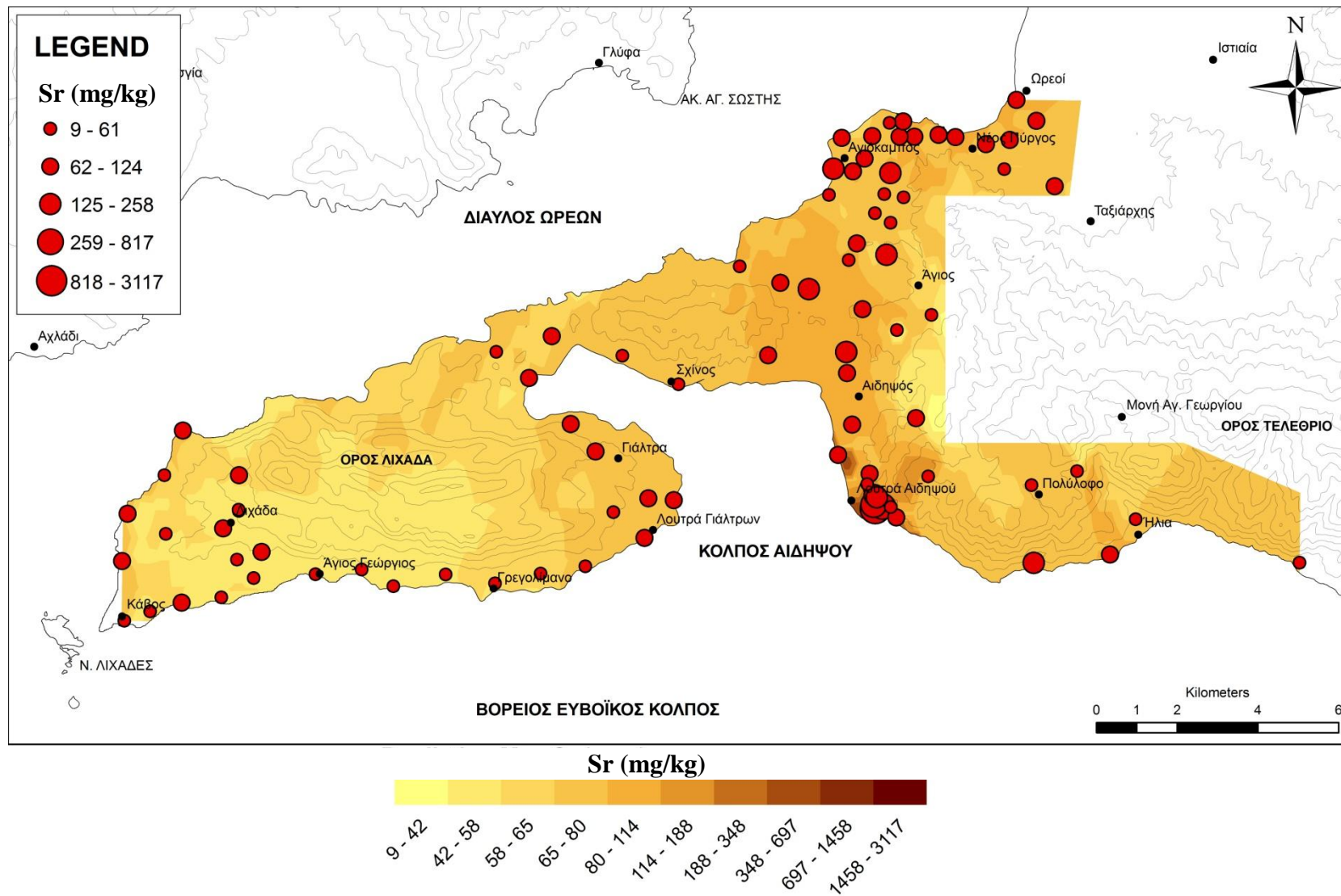
Χάρτης Γ.3.7. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Ca στα εδάφη των περιοχών της Β. Εύβοιας.



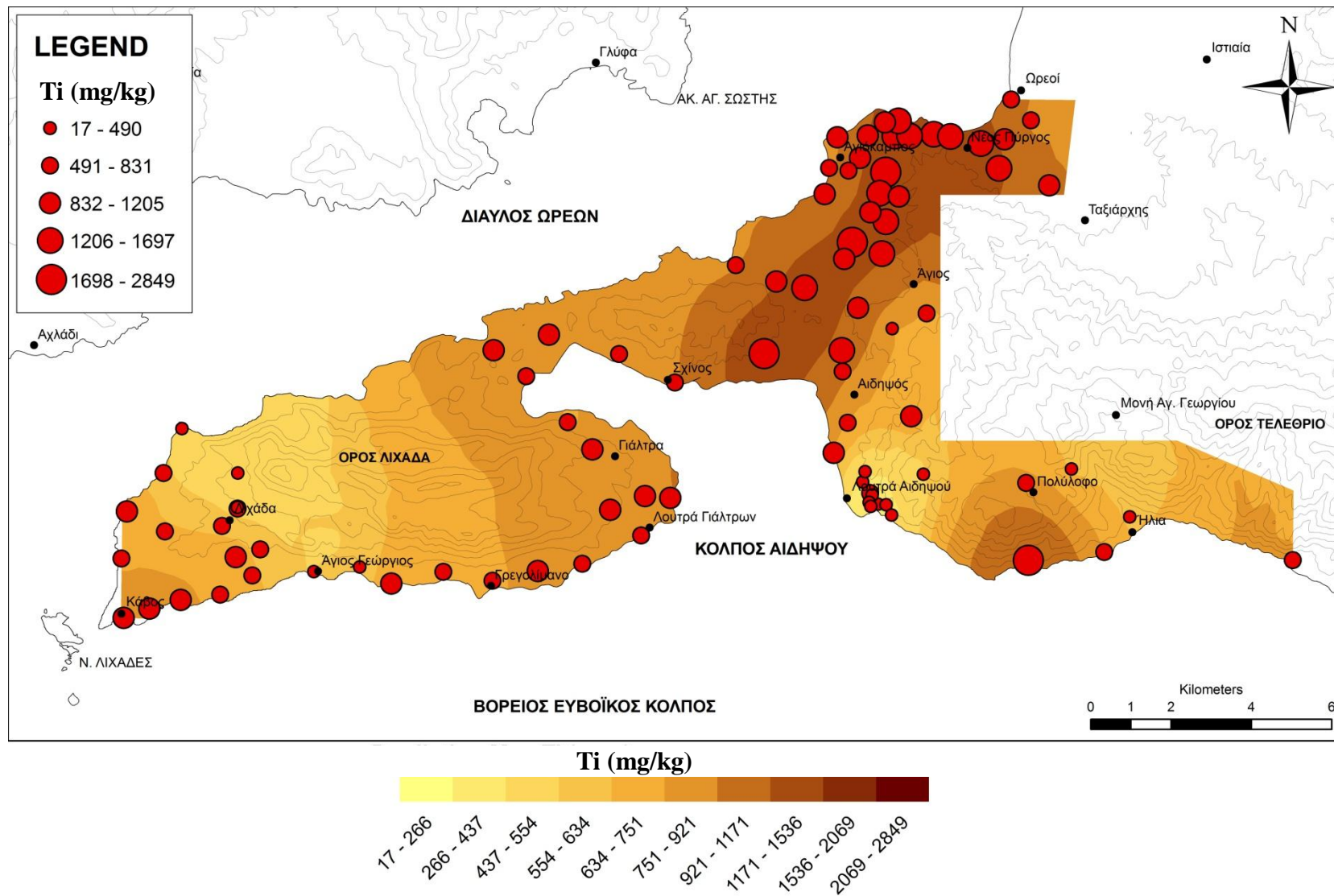
Εικόνα Γ.3.8. Ισοπερικτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Mg στα εδάφη των περιοχών της Β. Εύβοιας.



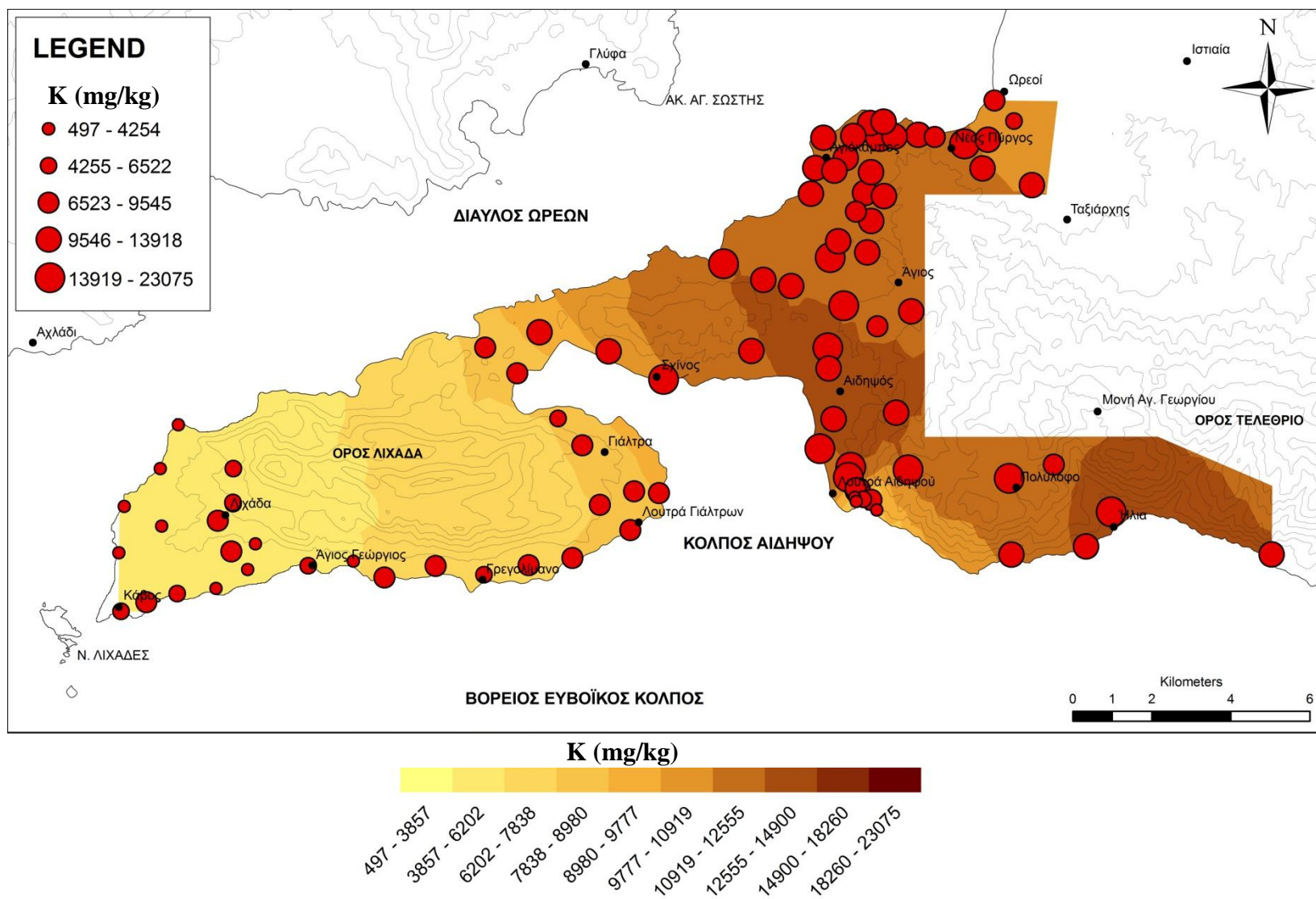
Χάρτης Γ.3.9. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων As στα εδάφη των περιοχών της Β. Εύβοιας.



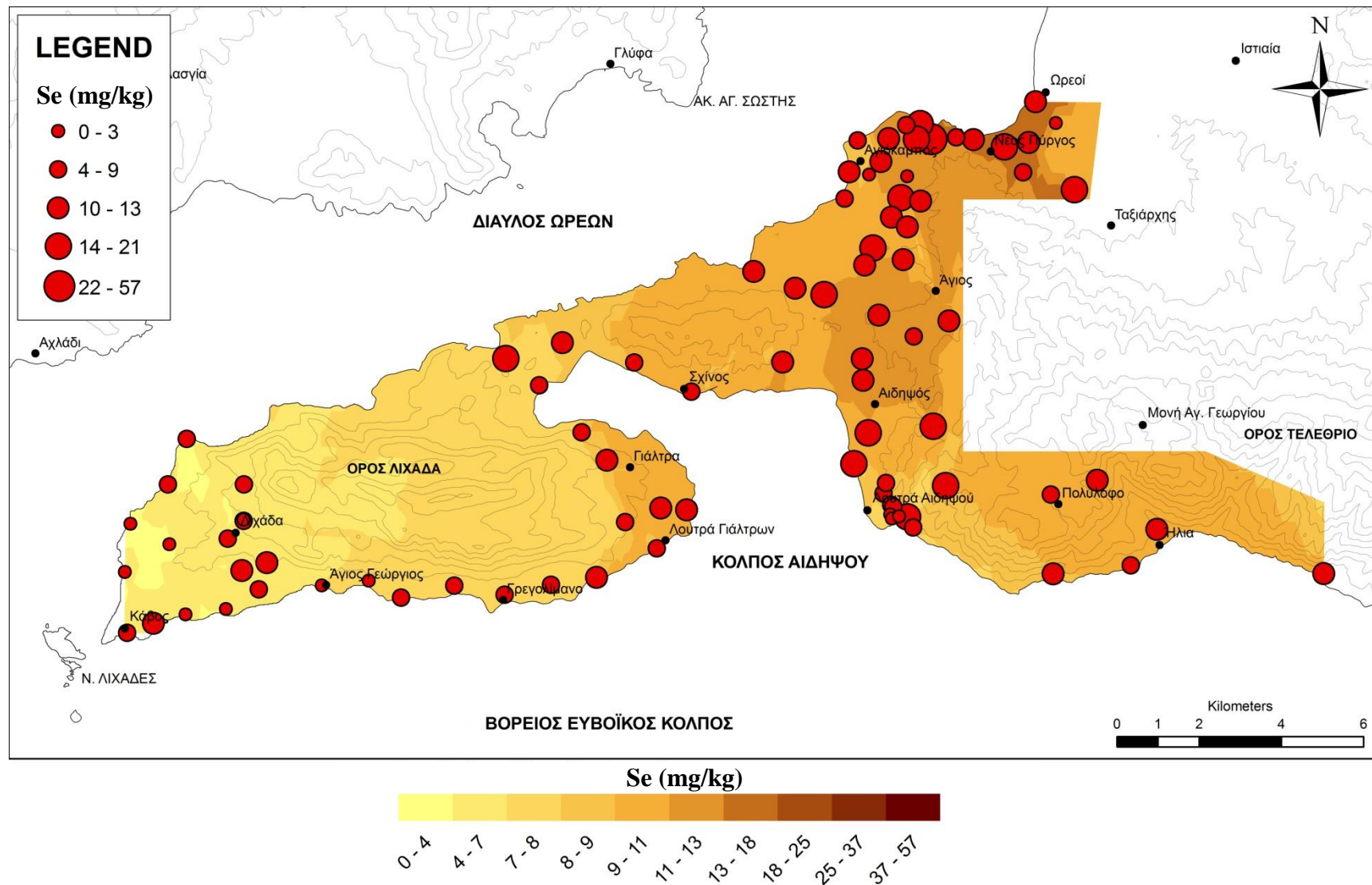
Χάρτης Γ.3.10. Ισοπερικεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Sr στα εδάφη των περιοχών της Β. Εύβοιας.



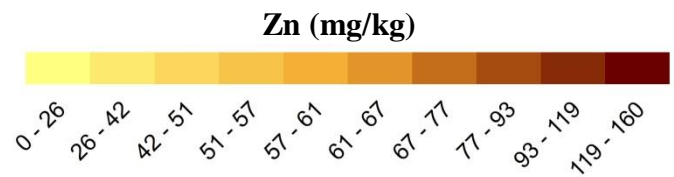
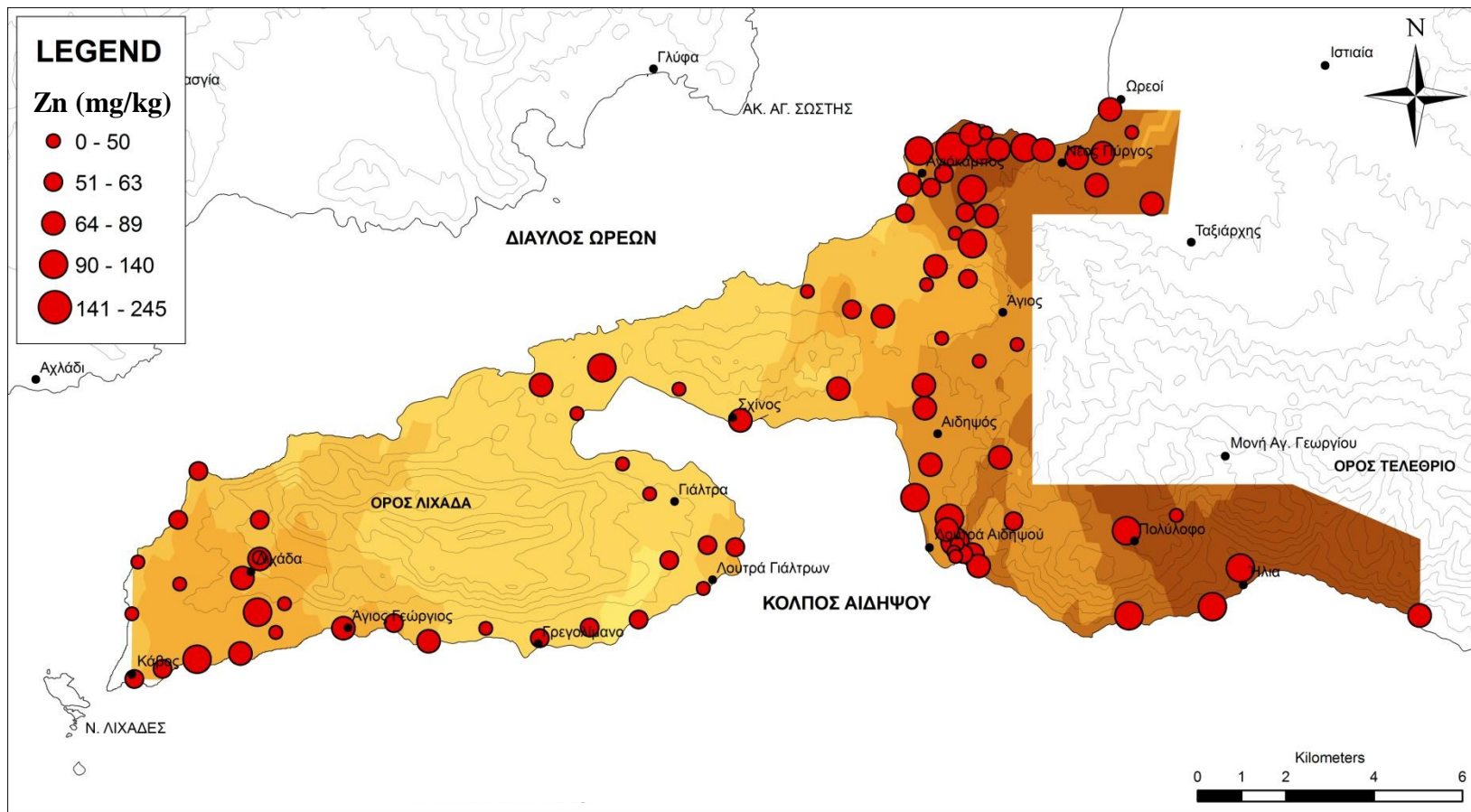
Χάρτης Γ.3.11. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Ti στα εδάφη των περιοχών της Β. Εύβοιας.



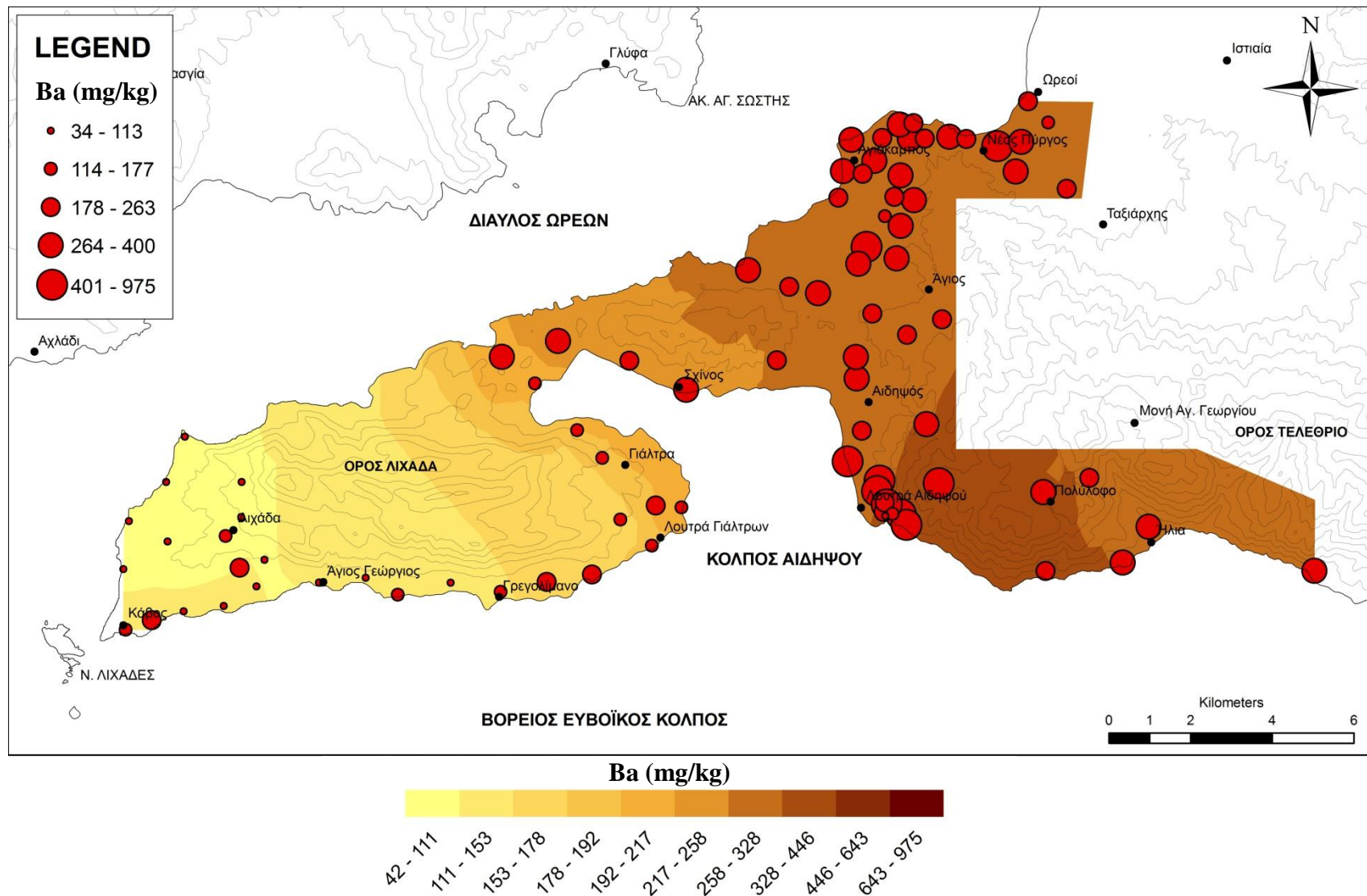
Χάρτης Γ.3.12. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων K στα εδάφη των περιοχών της Β. Εύβοιας.



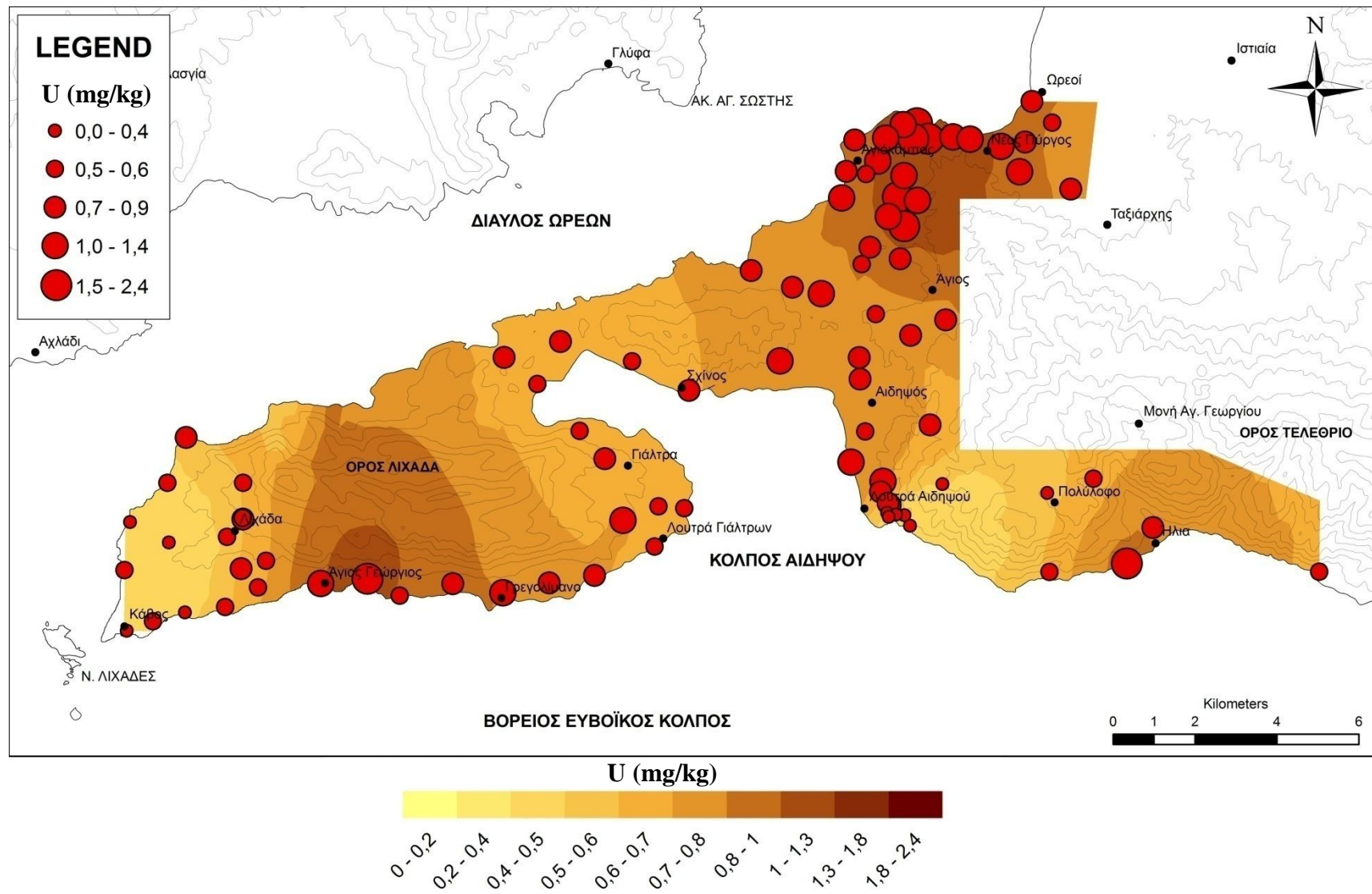
Εικόνα Γ.3.13. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Se στα εδάφη των περιοχών της Β. Εύβοιας.



Εικόνα Γ.3.14. Ισοπερικτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Zn στα εδάφη των περιοχών της Β. Εύβοιας.



Χάρτης Γ.3.15. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων Ba στα εδάφη των περιοχών της Β. Εύβοιας.



Χάρτης Γ.3.16. Ισοπεριεκτικός χάρτης της κατανομής των συγκεντρώσεων U στα εδάφη των περιοχών της Β. Εύβοιας.

Γ.3.1.7. ΟΡΙΑ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ

Πίνακας Γ.3.22. Ταξινόμηση των επιφανειακών εδαφικών δειγμάτων βάσει της Δανέζικης νομοθεσίας.

	As (mg/kg)	Ba (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Co (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Τιμή 1 ^{ου} ορίου	29	200	0,8	20	100	36	35	85	140
Όριο ανάγκης παρέμβασης	55	625	12	240	380	190	210	530	720
AD-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AD-10	+	+	-	-	-	-	-	-	-
AD-11	-	-	-	-	+	-	+	-	-
AD-12	-	+	-	-	-	-	-	-	-
AD-13	-	+	-	-	-	-	-	-	-
AD-14	-	+	-	-	-	-	+	-	-
AD-15	-	+	-	-	-	-	-	-	-
AD-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AD-17	-	+	-	-	-	+/+	-	-	-
AD-18	-	+	-	-	-	-	-	-	-
AD-19	-	+	-	-	-	-	-	-	-
AD-2	+	+	-	+	-	+	+	-	-
AD-20	-	+	-	-	-	-	-	-	-
AD-21	-	+	-	-	-	-	-	-	-
AD-22	-	+	-	-	-	+	-	-	-
AD-23	-	+	-	-	-	-	-	-	-
AD-24	+/+	-	-	-	-	-	-	-	-
AD-25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AD-3	-	+	-	-	-	-	-	-	-
AD-5	-	+	-	-	-	-	-	-	-
AD-6	-	+	-	-	-	-	-	-	-
AD-7	+	-	-	-	-	-	-	-	-
AD-8	-	+	-	-	-	-	-	-	-
AD-9	+/+	+/+	-	-	-	+	-	-	-
AGG-1	-	-	-	-	-	+	+	-	-
AGG-2	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
AGG-3	-	-	-	+	+/+	-	+/+	+	-
AGG-4	-	-	-	-	-	-	+	-	-

Πίνακας Γ.3.22. (συνέχεια)

	As (mg/kg)	Ba (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Co (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Τιμή 1 ^ο ορίου	29	200	0,8	20	100	36	35	85	140
Όριο ανάγκης παρέμβασης	55	625	12	240	380	190	210	530	720
AGIOK-1	-	+	-	-	-	+	+	-	-
AGIOK-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AGIOK-3	-	+	-	-	-	-	-	-	-
AGIOK-4	-	+	-	-	-	-	+	-	-
AGIOK-5	-	+	-	-	-	-	+	-	+
AGIOK-6	-	+	-	-	-	-	-	-	-
AGIOK-7	-	+	-	-	-	-	+	-	-
AGIOK-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AGIOK-9	-	+	-	-	-	-	-	-	-
AGIOS-1	-	+	-	-	-	-	-	-	-
AGIOS-2	-	+	-	-	-	+	-	-	-
GIA-1	-	+	-	-	-	-	-	-	-
GIA-10	-	-	-	-	-	-	+	-	-
GIA-11	-	+	-	+	+	-	+	-	-
GIA-12	-	+	-	-	-	-	-	-	-
GIA-13	-	+	-	-	-	-	+	-	-
GIA-14	-	-	-	-	-	-	+	-	-
GIA-15	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
GIA-2	-	+	-	+	-	+	+	-	-
GIA-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GIA-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GIA-5	-	-	-	-	-	+	+	-	-
GIA-6	-	-	-	-	-	-	+	-	-
GIA-7	-	-	-	-	-	-	+	-	-
GIA-8	-	-	-	-	-	-	+	-	-
GIA-9	-	-	-	-	-	-	+	-	-
HL-1	-	+	-	-	-	-	-	-	-
HL-2	+	+	-	+	-	+	+	-	-
HL-3	-	+	-	-	-	-	-	-	-
HL-4	-	+	-	-	-	-	-	-	-
KABOS-1	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
KABOS-10	-	-	-	+	+/+	-	+/+	+	-
KABOS-2	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
KABOS-4	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
KABOS-6	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
KABOS-7	-	-	-	-	+	-	+	-	-
KABOS-8	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
KABOS-9	-	-	-	+	+/+	+	+/+	-	-

Πίνακας Γ.3.22. (συνέχεια)

	As (mg/kg)	Ba (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Co (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Τιμή 1 ^ο ορίου	29	200	0,8	20	100	36	35	85	140
Όριο ανάγκης παρέμβασης	55	625	12	240	380	190	210	530	720
LIX-1	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
LIX-2	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
LIX-3	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
LIX-4	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
LIX-5	+	+	-	+	+/+	+	+/+	-	-
LIX-6	-	-	-	+	+/+	-	+/+	-	-
LIX-7	-	-	-	+	+/+	+	+/+	-	-
LIX-8	-	-	-	+	+	-	+/+	-	-
NIS-1	-	+	-	-	-	-	-	-	-
NIS-3	-	+	-	-	-	-	-	-	-
NIS-4	-	+	-	-	-	-	-	-	-
NP-1	-	+	-	+	-	-	+	-	-
NP-2	-	+	-	-	-	-	-	-	-
NP-3	-	+	-	-	-	+/+	+	-	-
NP-5	-	+	-	-	-	-	-	-	-
NP-6	-	+	-	+	-	+	+	-	-
NP-7	-	+	-	-	+	-	+	-	-
NP-8	-	+	-	-	-	+	+	-	-
NP-9	-	-	-	-	+	-	+	-	-
OR-1	-	+	-	+	-	-	+	-	-
PL-1	-	+	-	-	-	-	-	-	-
PL-2	-	+	-	-	-	-	-	-	-
PL-3	-	+	-	-	-	-	-	-	-
PL-4	-	+	-	-	-	-	-	-	-

+ = υπέρβαση της τιμής του 1^ο ορίου

+/+ = υπέρβαση και τιμής 1^ο ορίου και του ορίου αναγκαίας παρέμβασης

Πίνακας Γ.3.23. Ταξινόμηση των επιφανειακών εδαφικών δειγμάτων βάσει “Kelly” Indices (σε mg/kg).

	As	Ba	Be	Cd	Cr	Cu	Mg	Mn	Ni	Pb	Se	V	Zn
Μη- ρυσασμένη	0-30	0-500	0-5	0-1	0-100	0-100	0-500	0-500	0-20	0-200	0-1	0-100	0-250
Ελαφρά ρυσασμένη	30-50	500- 1000	5-10.	1-3.	100- 200	100- 200	500- 1000	500- 1000	20-50	200- 500	1-3.	100- 200	250- 500
Ρυσασμένη	50-100	1000- 2000	10-20.	3-10.	200- 500	200- 500	1000- 2000	1000- 2000	50-200	500- 1000	3-10.	200- 500	500- 1000
Έντονα ρυσασμένη	100- 500	2000- 1.0%	20-50	10-50.	500- 2500	500- 2500	2000- 1.0%	2000- 10,000	200- 1000	1000- 5000	10-50.	500- 2500	1000- 5000
Ασυνήθιστα έντονα ρυσασμένη	>500	>1.0%	>50	>50	>2500	>2500	>1.0%	>10000	>1000	>5000	>50	>2500	>5000
AD-1	-	-	-	-	-	-	***	-	-	-	***	-	-
AD-10	*	-	-	-	-	-	***	-	*	-	**	-	-
AD-11	-	-	-	-	*	-	***	-	**	-	**	-	-
AD-12	-	-	-	-	-	-	***	*	*	-	***	-	-
AD-13	-	-	-	-	-	-	***	*	-	-	***	-	-
AD-14	-	-	-	-	-	-	***	*	*	-	**	-	-
AD-15	-	-	-	-	-	-	***	-	*	-	***	-	-
AD-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AD-17	-	-	-	-	-	*	***	-	-	-	***	-	-
AD-18	-	-	-	-	-	-	***	-	*	-	***	-	-
AD-19	-	-	-	-	-	-	***	-	-	-	***	-	-
AD-2	*	-	-	-	-	-	***	*	**	-	**	*	-
AD-20	-	-	-	-	-	-	***	-	*	-	**	-	-
AD-21	-	-	-	-	-	-	***	-	-	-	**	-	-
AD-22	-	-	-	-	-	-	***	-	*	-	**	-	-
AD-23	-	-	-	-	-	-	***	**	-	-	***	-	-
AD-24	***	-	-	-	-	-	***	-	-	-	-	-	-
AD-25	-	-	-	-	-	-	**	-	-	-	-	-	-
AD-3	-	-	-	-	-	-	***	*	-	-	***	-	-
AD-5	-	-	-	-	-	-	***	*	-	-	**	-	-
AD-6	-	-	-	-	-	-	***	-	-	-	**	-	-
AD-7	*	-	-	-	-	-	***	-	-	-	-	-	-
AD-8	-	-	-	-	-	-	***	-	*	-	**	-	-
AD-9	***	*	-	-	-	-	***	-	*	-	***	-	-
AGG-1	-	-	-	-	-	-	***	*	**	-	-	-	-
AGG-2	-	-	-	-	***	-	***	*	***	-	***	-	-
AGG-3	-	-	-	-	***	-	***	**	***	-	-	-	-
AGG-4	-	-	-	-	-	-	***	-	**	-	**	-	-

Πίνακας Γ.3.23. (συνέχεια)

	As	Ba	Be	Cd	Cr	Cu	Mg	Mn	Ni	Pb	Se	V	Zn
Μη- ρυσσμένη	0-30	0-500	0-5	0-1	0-100	0-100	0-500	0-500	0-20	0-200	0-1	0-100	0-250
Ελαφρά ρυσσμένη	30-50	500- 1000	5-10.	1-3.	100- 200	100- 200	500- 1000	500- 1000	20-50	200- 500	1-3.	100- 200	250- 500
Ρυσσμένη	50-100	1000- 2000	10-20.	3-10.	200- 500	200- 500	1000- 2000	1000- 2000	50-200	500- 1000	3-10.	200- 500	500- 1000
Έντονα ρυσσμένη	100- 500	2000- 1.0%	20-50	10-50.	500- 2500	500- 2500	2000- 1.0%	2000- 10,000	200- 1000	1000- 5000	10-50.	500- 2500	1000- 5000
Ασυνήθιστα έντονα ρυσσμένη	>500	>1.0%	>50	>50	>2500	>2500	>1.0%	>10000	>1000	>5000	>50	>2500	>5000
AGIOK-1	-	-	-	-	-	*	***	-	*	-	***	-	-
AGIOK-2	-	-	-	-	-	-	***	-	-	-	***	-	-
AGIOK-3	-	-	-	-	-	-	***	-	-	-	***	-	-
AGIOK-4	-	-	-	*	-	-	***	-	*	-	**	-	-
AGIOK-5	-	-	-	-	-	-	***	-	**	-	***	-	-
AGIOK-6	-	-	-	-	-	-	***	-	-	-	**	-	-
AGIOK-7	-	-	-	-	-	-	***	-	*	-	**	-	-
AGIOK-8	-	-	-	-	-	-	***	-	*	-	-	-	-
AGIOK-9	-	-	-	-	-	-	***	*	*	-	-	-	-
AGIOS-1	-	-	-	-	-	-	***	-	-	-	***	-	-
AGIOS-2	-	-	-	-	-	-	***	*	-	-	***	-	-
GIA-1	-	-	-	-	-	-	***	-	-	-	**	-	-
GIA-10	-	-	-	-	-	-	***	-	*	-	**	-	-
GIA-11	-	-	-	-	*	-	***	*	**	-	***	-	-
GIA-12	-	-	-	-	-	-	***	-	-	-	**	-	-
GIA-13	-	-	-	-	-	-	***	*	**	-	**	-	-
GIA-14	-	-	-	-	-	-	***	-	**	-	**	-	-
GIA-15	-	-	-	-	*	-	***	*	***	-	**	-	-
GIA-2	-	-	-	-	-	-	***	*	**	-	***	-	-
GIA-3	-	-	-	-	-	-	***	-	-	-	**	-	-
GIA-4	-	-	-	-	-	-	***	-	-	-	**	-	-
GIA-5	-	-	-	-	-	-	***	-	**	-	**	-	-
GIA-6	-	-	-	-	-	-	***	*	**	-	**	-	-
GIA-7	-	-	-	-	-	-	***	*	**	-	**	-	-
GIA-8	-	-	-	-	-	-	***	-	*	-	**	-	-
GIA-9	-	-	-	-	-	-	***	-	*	-	***	-	-
HL-1	-	-	-	-	-	-	***	*	*	-	**	-	-
HL-2	*	-	-	-	-	-	***	**	**	-	**	*	-
HL-3	-	-	-	-	-	-	***	*	*	-	***	-	-
HL-4	-	-	-	-	-	-	***	-	*	-	***	-	-
KABOS-1	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	**	-	-
KABOS-10	-	-	-	-	***	-	***	*	***	*	**	-	-
KABOS-2	-	-	-	-	***	-	***	*	***	-	**	-	-
KABOS-4	-	-	-	-	***	-	***	**	****	-	**	-	-
KABOS-6	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	-	-	-
KABOS-7	-	-	-	-	*	-	***	-	**	-	-	-	-
KABOS-8	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	***	-	-
KABOS-9	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	-	-	-

Πίνακας Γ.3.23. (συνέχεια)

	As	Ba	Be	Cd	Cr	Cu	Mg	Mn	Ni	Pb	Se	V	Zn
Μη- ρυπασμένη	0-30	0-500	0-5	0-1	0-100	0-100	0-500	0-500	0-20	0-200	0-1	0-100	0-250
Ελαφρά ρυπασμένη	30-50	500- 1000	5-10.	1-3.	100- 200	100- 200	500- 1000	500- 1000	20-50	200- 500	1-3.	100- 200	250- 500
Ρυπασμένη	50-100	1000- 2000	10-20.	3-10.	200- 500	200- 500	1000- 2000	1000- 2000	50-200	500- 1000	3-10.	200- 500	500- 1000
Έντονα ρυπασμένη	100- 500	2000- 1.0%	20-50	10-50.	500- 2500	500- 2500	2000- 1.0%	2000- 10,000	200- 1000	1000- 5000	10-50.	500- 2500	1000- 5000
Ασυνήθιστα έντονα ρυπασμένη	>500	>1.0%	>50	>50	>2500	>2500	>1.0%	>10000	>1000	>5000	>50	>2500	>5000
LIX-1	-	-	-	-	*	-	***	*	***	-	**	-	-
LIX-2	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	-	-	-
LIX-3	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	**	-	-
LIX-4	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	**	-	-
LIX-5	**	-	-	-	***	-	***	**	***	-	***	-	-
LIX-6	-	-	-	-	***	-	***	*	***	-	**	-	-
LIX-7	-	-	-	-	***	-	***	**	****	-	-	-	-
LIX-8	-	-	-	-	**	-	***	*	***	-	-	-	-
NIS-1	-	-	-	-	-	-	***	-	-	-	**	-	-
NIS-3	-	-	-	-	-	-	***	-	*	-	***	-	-
NIS-4	-	-	-	-	-	-	***	-	-	-	***	-	-
NP-1	-	-	-	-	-	-	***	*	**	-	***	-	-
NP-2	-	-	-	-	-	-	***	-	-	-	****	-	-
NP-3	-	-	-	-	-	**	***	-	**	-	***	-	-
NP-5	-	-	-	-	-	-	***	-	*	-	**	-	-
NP-6	-	-	-	-	-	-	***	*	***	-	***	-	-
NP-7	-	-	-	-	*	-	***	-	**	-	***	-	-
NP-8	-	-	-	-	-	-	***	-	*	-	**	-	-
NP-9	-	-	-	-	**	-	***	*	**	-	-	-	-
OR-1	-	-	-	-	-	-	***	*	***	-	**	-	-
PL-1	-	-	-	-	-	-	***	-	-	-	**	-	-
PL-2	-	-	-	-	-	-	***	-	-	-	**	-	-
PL-3	-	-	-	-	-	-	***	*	-	-	***	-	-
PL-4	-	-	-	-	-	-	***	-	*	-	***	-	-

- = Μη-ρυπασμένη, * = Ελαφρά ρυπασμένη, ** = Ρυπασμένη, *** = Έντονα ρυπασμένη,
**** = Ασυνήθιστα έντονα ρυπασμένη

Ένα κριτήριο το οποίο παρουσιάζει το βαθμό επιβάρυνσης των εδαφών (χρησιμοποιήθηκαν τα επιφανειακά εδαφικά δείγματα) από τα διάφορα στοιχεία, είναι τα όρια που έχουν θεσπιστεί για αυτά.

Χρησιμοποιώντας τα όρια τα οποία έχει θεσπίσει η Δανία (δεν υπάρχει αντίστοιχη Εθνική ή Κοινοτική Νομοθεσία) (Πιν.Γ.3.22), διαπιστώνεται ότι:

- Στο As, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν 7 δείγματα (AD-2, AD-7, AD-9, AD-10, AD-24, HL-2, LIX-5) και από αυτά 3 δείγματα υπερβαίνουν και το όριο παρέμβασης (AD-9, AD-24, LIX-5).

- Στο Ba, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν 52 δείγματα, βέβαια εξ αυτών μόνο 1 υπερβαίνει και το όριο παρέμβασης (AD-9).
- Στο Cd, οι συγκεντρώσεις σε όλες τις περιοχές διαπιστώθηκε ότι είναι ιδιαίτερα χαμηλές και αυτό φαίνεται και από το γεγονός ότι κανένα δείγμα δεν υπερβαίνει τα Ολλανδικά όρια.
- Στο Co, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνουν τα 25 από τα 90 δείγματα, όπου η συντριπτική πλειοψηφία αυτών των δειγμάτων εντοπίζεται στις περιοχές Λιχάδας και Κάβου (σχεδόν όλα τα δείγματα αυτών των περιοχών υπερβαίνουν το συγκεκριμένο όριο), εξ αυτών όμως κανένα δεν υπερβαίνει το όριο παρέμβασης.
- Στο Cr, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνουν τα 23 από τα 90 δείγματα, όπου η συντριπτική πλειοψηφία αυτών των δειγμάτων εντοπίζεται στην περιοχή της Λιχάδας και Κάβου (όλα τα δείγματα αυτών των περιοχών υπερβαίνουν το συγκεκριμένο όριο), εξ αυτών 11 δείγματα υπερβαίνουν το όριο παρέμβασης, 9 από αυτά εντοπίζονται στις περιοχές Κάβου, Λιχάδας και 2 δείγματα στην περιοχή του Αγίου Γεωργίου.
- Στο Cu, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνουν τα 16 από τα 90 δείγματα και εξ αυτών 2 δείγματα υπερβαίνουν και το όριο παρέμβασης (AD-17, NP-3).
- Στο Ni, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνουν τα 46 από τα 90 δείγματα και εξ αυτών 18 δείγματα υπερβαίνουν και το όριο παρέμβασης, όπου η πλειονότητα αυτών των δειγμάτων εντοπίζεται στις περιοχές της Λιχάδας και του Κάβου.
- Στο Pb, οι συγκεντρώσεις σε σχεδόν όλα τα δείγματα είναι ιδιαίτερα χαμηλές, αυτό φαίνεται και από το γεγονός ότι μόνο τα δείγματα AGG-3, KABOS-10 υπερβαίνουν την τιμή του πρώτου ορίου.
- Στο Zn, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνει μόνο 1 δείγμα (AGIOK-5).

Χρησιμοποιώντας τα Αγγλικά όρια Kelly (Πιν. Γ.3.23), παρατηρείται μια αντίστοιχη εικόνα. Πιο αναλυτικά, σοβαρή επιβάρυνση σε συγκεκριμένα στοιχεία όπως Cr, Mg, Ni διαπιστώνεται στα δείγματα που είναι σε γειτονία με τις εμφανίσεις των υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς, καθώς πολλά δείγματα χαρακτηρίζονται από έντονα ρυπασμένα έως ασυνήθιστα έντονα ρυπασμένα. Τέλος άξια αναφοράς είναι και η συγκριτικά μέτρια επιβάρυνση που διαπιστώνεται σε Mn και Se, σε αρκετά δείγματα.

Ακριβώς αντίθετη εικόνα έχουμε κατά κανόνα στα στοιχεία As, Ba, Be, Cd, Cu, Pb, V, Zn. Στα 90 επιφανειακά εδαφικά δείγματα που εξετάστηκαν από την περιοχή της Εύβοιας, διαπιστώθηκε ότι στα στοιχεία Be, Zn όλα τα δείγματα χαρακτηρίζονται σαν μη-ρυπασμένα, ενώ σαν ρυπασμένα χαρακτηρίζονται ελάχιστα δείγματα και πιο συγκεκριμένα σε As 3 δείγματα (AD-10, AD-2, HL-2) χαρακτηρίζονται ως ελαφρά ρυπασμένα, 1 δείγμα (LIX-5) χαρακτηρίζεται ως ρυπασμένο και 2 δείγματα (AD-24, AD-9) χαρακτηρίζονται ως έντονα ρυπασμένα, σε Ba 1 δείγμα (AD-9) χαρακτηρίζεται ως ελαφρά ρυπασμένο, σε Cd 1 δείγμα (AGIOK-4) χαρακτηρίζεται ως ελαφρά ρυπασμένο και σε Cu 2 δείγματα (AD-17, AGIOK-1) χαρακτηρίζονται το ένα ως ελαφρά ρυπασμένα και το άλλο ως έντονα ρυπασμένο, σε Pb 1 δείγμα (KABOS-10) χαρακτηρίζεται ως ελαφρά ρυπασμένο και σε V 2 δείγματα (AD-2, HL-2) χαρακτηρίζονται ως ελαφρά ρυπασμένα.

Γ.3.2. ΥΠΟΓΕΙΑ ΨΥΧΡΑ ΝΕΡΑ

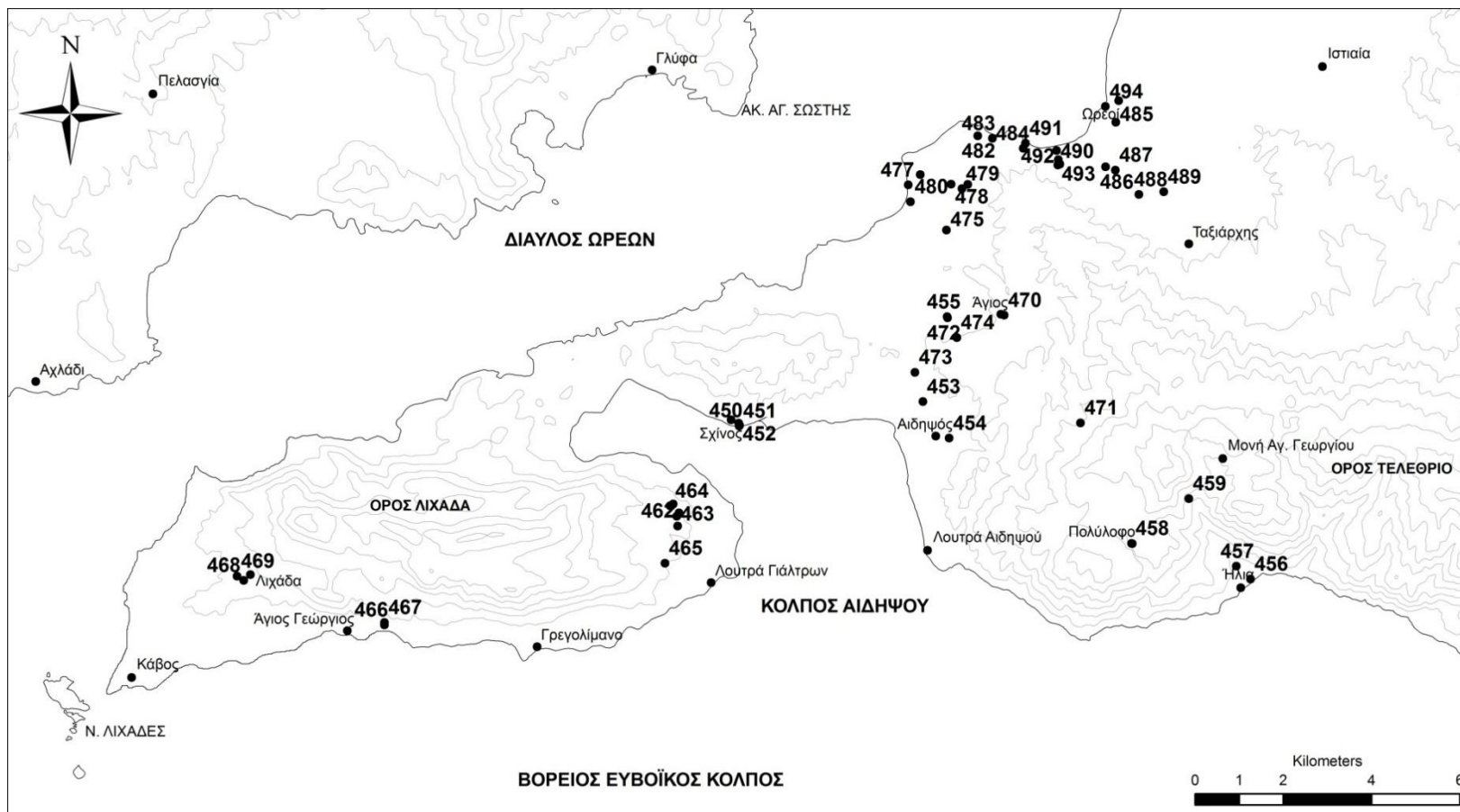
Γ.3.2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από την περιοχή της Β. Ευβοίας συλλέχθηκαν (Εικ. Γ.3.30, Πιν. Γ 3.24) και αναλύθηκαν (Πιν. Γ.3.25, 26) 45 δείγματα ψυχρού νερού,. Στα δείγματα της συγκεκριμένης περιοχής υπάρχουν πέντε πιθανοί παράγοντες ρύπανσης για τους οποίους καταβλήθηκε προσπάθεια να αποσαφηνιστεί αν έχουν επηρεάσει και σε τι βαθμό τα ψυχρά νερά της περιοχής.

Πιο συγκεκριμένα, οι παράγοντες αυτοί είναι: α) διείσδυση της θάλασσας στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα, β) επιβάρυνση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα λόγω χρήσης λιπασμάτων, γ) ανάμιξη των ψυχρών νερών με τα θερμά της περιοχής, τα οποία είναι εμπλουτισμένα σε κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία, δ) εμπλουτισμός των νερών σε διάφορα κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία μέσω διαδικασιών διάβρωσης-απόπλυσης των γεωλογικών σχηματισμών.

Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στα δείγματα NP-6-WM, NP-7-WM, AD-7-WM, AD-8-WM, AD-12-WM, AD-13-WM, OR-1-WM, AD-18-D-WM επαν. του AD-13-WM, τα οποία προέρχονται από γεωτρήσεις που χρησιμοποιούνται για την υδροδότηση των οικισμών παροδικά ή μόνιμα, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι τα υπόλοιπα δείγματα υπολείπονται σπουδαιότητας, καθώς τα περισσότερα από αυτά χρησιμοποιούνται για άρδευση καλλιεργειών.

Γ.3.2.2 ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ



Εικόνα Γ.3.30. Χάρτης θέσεων δειγματοληψίας υπογείων ψυχρών νερών από τις περιοχές της Β. Εύβοιας.

Πίνακας Γ.3.24. Θέσεις δειγματοληψίας υπογείων ψυχρών νερών από την περιοχή της Β. Εύβοιας.

ΑΡΙΘ. ΔΕΙΓΜ. ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΓΕΩΓΡ. ΣΥΝΤ.	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΤΟΠΩΝΥΜΙΟ	ΗΜΕΡΟΜ. ΔΕΙΓΜ.	ΕΙΔΟΣ ΥΔΡΟΣΗΜ.	ΒΑΘΟΣ m	ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ	ΣΧΟΛΙΑ
450	AD-11-WM	N38 52.865 E22 59.557	ΑΙΔΗΨΟΣ	ΣΧΙΝΟΣ	20/11/2004	ΠΗΓΑΔΙ	4	ΜΙΧΙΔΗΣ ΒΑΣ.	Πότισμα κήπου
451	AD-22-WM AD-11-WM	N38 52.858 E22 59.551	ΑΙΔΗΨΟΣ	ΣΧΙΝΟΣ	20/6/2005	ΠΗΓΑΔΙ	4	ΜΙΧΙΔΗΣ ΒΑΣ.	Πότισμα κήπου
452	AD-10-W	N38 52.894 E22 59.542	ΑΙΔΗΨΟΣ	ΣΧΙΝΟΣ	16/6/2008	ΠΗΓΑΔΙ	<7	ΒΟΡΡΗΣ ΕΥΣΤ.	
453	AD-16-WM	N38 53.181 E23 02.427	ΑΙΔΗΨΟΣ	``Φ-18``	12/3/2005	ΠΗΓΑΔΙ	<10		
454	AD-17-WM	N38 52.738 E23 02.842	ΧΩΡΙΟ ΤΗΣ ΑΙΔΗΨΟΥ	ΣΤΗΝ ΠΛΑΤΕΙΑ - ΕΚΚΛΗΣΙΑ	13/3/2005	ΓΕΩΤΡΗΣΗ			
455	AD-18-D-WM AD-13-WM	N38 54.219 E23 02.793	ΑΙΔΗΨΟΣ	ΚΟΤΟΠΟΥΛΑ	14/3/2005	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	120		
456	HL-2	N38 51.056 E23 07.587	ΗΛΙΑ		14/3/2005	ΠΗΓΗ			
457	HL-10-W	N38 51.210 E23 07.365	ΗΛΙΑ		30/4/2008	ΠΗΓΗ			
458	AD-7-WM	N38 51.476 E23 05.718	ΠΟΥΛΟΥΦΟ	ΒΙΤΣΑ	20/11/2005	ΠΗΓΗ		ΔΗΜΟΣ ΑΙΔΗΨΟΥ	Υδρευση οικισμού Πολύλοφο
459	AD-8-WM	N38 52.029 E23 06.609	ΜΟΝΑΣΤΗΡΙ ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ		20/11/2004	ΠΗΓΗ - ΚΑΤΑΡΑΚΤΗΣ		ΔΗΜΟΣ ΑΙΔΗΨΟΥ	Υδρευση οικισμού
460	GIA-1-D-WM	N38 51.174 E22 58.413	ΓΙΑΛΤΡΑ	ΤΡΕΙΣ ΒΡΥΣΕΣ	16/11/2004	ΠΗΓΗ			
461	GIA-2-WM	N38 51.789 E22 58.623	ΓΙΑΛΤΡΑ	ΠΗΓΗ ΑΒΕΡΩΦ	20/11/2004	ΠΗΓΗ			
462	GIA-3-WM	N38 51.630 E22 58.606	ΓΙΑΛΤΡΑ		20/11/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ		ΤΑΦΡΑΛΗΣ ΑΘ.	
463	GIA-5-WM	N38 51.749 E22 58.589	ΓΙΑΛΤΡΑ	ΑΠΕΝΑΝΤΙ ΑΠΟ ΤΗ ΒΡΥΣΗ ΑΒΕΡΩΦ	20/11/2004	ΠΗΓΗ			
464	GIA-6-WM GIA-1-D-WM	N38 51.174 E22 58.413	ΓΙΑΛΤΡΑ	ΤΡΕΙΣ ΒΡΥΣΕΣ	20/6/2005	ΠΗΓΗ		ΚΟΙΝ. ΓΙΑΛΤΡΩΝ	Μόνιμη παροχή
465	GIA-10-W	N38 50.982 E22 59.199	ΓΙΑΛΤΡΑ		16/6/2008	ΠΗΓΗ			
466	AGG-1-D-WM	N38 50.381 E22 54.030	ΑΓΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	ΚΑΜΑΡΑ	14/3/2005	ΠΗΓΗ			
467	AGG-2-WM AGG-1-WM	N38 50.410 E22 54.030	ΑΓΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ		20/6/2005	ΠΗΓΗ		ΚΟΙΝ. ΑΓΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΥ	Μόνιμη παροχή
468	LIX-1-W	N38 50.904 E22 51.819	ΛΙΧΑΔΑ		3/5/2008	ΓΕΩΤΡΗΣΗ			
469	LIX-2-W	N38 50.953 E22 51.711	ΛΙΧΑΔΑ		3/5/2008	ΓΕΩΤΡΗΣΗ			
470	AG-1-WM	N38 54.245 E23 03.685	ΑΓΙΟΣ		12/3/2005	ΠΗΓΑΔΙ	<10		
471	AD-12-WM	N38 52.940 E23 04.899	ΑΓΙΟΣ	ΠΛΑΤΑΝΙΑ	20/11/2004	ΠΗΓΗ		ΔΗΜΟΣ ΑΙΔΗΨΟΥ	Υδρευση οικισμού Άγιος
472	AD-13-WM	N38 54.206 E23 02.800	ΑΓΙΟΣ	``ΚΟΤΟΠΟΥΛΑ ΒΟΚΤΑΣ``	20/11/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	120	ΔΗΜΟΣ ΑΙΔΗΨΟΥ	Υδρευση οικισμού Αιδηψός

Πίνακας Γ.3.24. συνέχεια

ΑΡΙΘ. ΔΕΙΓΜ. ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΓΕΩΓΡ. ΣΥΝΤ.	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΤΟΠΩΝΥΜΙΟ	ΗΜΕΡΟΜ.	ΕΙΔΟΣ ΥΔΡΟΣΗΜ.	ΒΑΘΟΣ m	ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ	ΣΧΟΛΙΑ
473	AD-14-WM	N38 53.537 E23 02.295	ΑΓΙΟΣ	ΣΤΕΝΗ	20/11/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	120	ΔΗΜΟΣ ΑΙΔΗΨΟΥ	
474	BAR-1-WM	N38 53.966 E23 02.947	ΒΑΡΒΑΡΑ		12/3/2005	ΠΗΓΗ			
475	AK-1-WM	N38 55.277 E23 02.766	ΑΓΙΟΚΑΜΠΟΣ	ΣΚΕΠΑΣΤΗ	12/3/2005	ΠΗΓΗ			
476	AK-2-WM	N38 55.838 E23 03.094	ΑΓΙΟΚΑΜΠΟΣ	ΧΑΛΑΣΜΑΤΑ	12/3/2005	ΓΕΩΤΡΗΣΗ			
477	AK-3-WM	N38 55.824 E23 02.163	ΑΓΙΟΚΑΜΠΟΣ	ΕΣΤΙΑΤΟΡΙΟ ΛΑΜΠΡΟΣ ΣΟΥΡΑΣ	13/3/2005	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	6	ΣΟΥΡΡΑΣ Λ.	Χρήση για πλύσιμο σε εστιατόριο
478	AK-4-WM	N38 55.839 E23 02.833	ΑΓΙΟΚΑΜΠΟΣ		13/3/2005	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	36	ΚΟΥΤΣΙΚΟΣ ΑΘ.	
479	AK-6-WM	N38 55.785 E23 03.004	ΑΓΙΟΚΑΜΠΟΣ	BENZINAΔΙΚΟ "JET OIL"	13/3/2005	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	60	ΠΑΝΤΑΖΗΣ	
480	AK-7-WM	N38 55.619 E23 02.200	ΑΓΙΟΚΑΜΠΟΣ		19/6/2005	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	4	ΣΟΥΡΡΑ ΕΛΕΝΗ	Πότισμα κήπου
481	NIS-1-WM	N38 56.432 E23 03.242	ΝΗΣΙΩΤΙΣΣΑ			ΠΗΓΑΔΙ			
482	NIS-2-WM	N38 56.400 E23 03.242	ΝΗΣΙΩΤΙΣΣΑ			ΠΗΓΑΔΙ			
483	NIS-3-WM	N38 56.403 E23 03.474	ΝΗΣΙΩΤΙΣΣΑ			ΓΕΩΤΡΗΣΗ			
484	NP-1-WM	N38 56.284 E23 03.959	ΝΕΟΣ ΠΥΡΓΟΣ	ΤΣΕΜΠΕΤΖΗΣ	20/11/2004	ΠΗΓΑΔΙ		ΠΛΑΤΗΣ ΔΗΜ.	
485	NP-3-WM	N38 56.614 E23 05.407	ΝΕΟΣ ΠΥΡΓΟΣ	ΚΑΜΠΟΣ Ν. ΠΥΡΓΟΥ	20/11/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	6	ΜΠΑΝΤΑΝΗΣ Ι.	Άρδευση οπωροκηπευτικών
486	NP-4-WM	N38 56.071 E23 05.253	ΝΕΟΣ ΠΥΡΓΟΣ	ΚΑΜΠΟΣ Ν. ΠΥΡΓΟΥ	20/11/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	9	ΠΑΠΑΣΤΑΘΗΣ ΙΩΑΝ.	Άρδευση οπωροκηπευτικών
487	NP-5-WM	N38 56.030 E23 05.407	ΝΕΟΣ ΠΥΡΓΟΣ	ΚΑΜΠΟΣ Ν. ΠΥΡΓΟΥ - ΑΡΙΔΑ	20/11/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	50	ΤΑΚΟΓΛΟΥ ΝΙΚ.	Άρδευση οπωροκηπευτικών
488	NP-6-WM	N38 55.735 E23 05.780	ΝΕΟΣ ΠΥΡΓΟΣ	ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟ Ν. ΠΥΡΓΟΥ ΝΕΟ	20/11/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	60	ΔΗΜΟΣ ΩΡΑΙΩΝ	Υδρευση οικισμού Νέος Πύργος
489	NP-7-WM	N38 55.772 E23 06.170	ΝΕΟΣ ΠΥΡΓΟΣ	ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟ Ν. ΠΥΡΓΟΥ ΠΑΛΑΙΟ	20/11/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	60	ΔΗΜΟΣ ΩΡΑΙΩΝ	Υδρευση οικισμού Νέος Πύργος
490	NP-8-WM	N38 56.263 E23 04.480	ΝΕΟΣ ΠΥΡΓΟΣ	ΕΚΚΛΗΣΙΑ "ΚΟΙΜ. ΘΕΟΤΟΚΟΥ" - ΝΕΑ	13/3/2005	ΠΗΓΑΔΙ	3		
491	NP-9-WM	N38 56.345 E23 03.994	ΝΕΟΣ ΠΥΡΓΟΣ	ΕΚΚΛΗΣΙΑ "ΚΟΙΜ. ΘΕΟΤΟΚΟΥ" - ΠΑΛΑΙΑ	12/3/2005	ΓΕΩΤΡΗΣΗ			
492	NP-10-WM	N38 56.150 E23 04.510	ΝΕΟΣ ΠΥΡΓΟΣ	ΚΟΛΩΝΑΚΙ	13/3/2005	ΠΗΓΑΔΙ	<5	ΚΟΥΤΣΟΜΗΝΟΣ ΓΑΒΡΙΗΛ	
493	NP-11-WM	N38 56.086 E23 04.505	ΝΕΟΣ ΠΥΡΓΟΣ	ΚΟΛΩΝΑΚΙ	13/3/2005	ΠΗΓΑΔΙ	<5	ΤΣΟΛΚΑΚΗΣ ΙΩΑΝ.	
494	OR-1-WM	N38 56.805 E23 05.241	ΩΡΕΟΙ	ΣΧΟΛΕΙΟ	12/3/2005	ΠΗΓΗ			Υδρευση οικισμού Ωρειοί

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες είναι σε WGS84, Lat/Lon hdddomm.mmm'
ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Τα δείγματα τα οποία έχουν κατάληξη -W συλλέχθηκαν στα πλαίσια της διδακτορικής διατριβής

Γ.3.2.3. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Πίνακας Γ.3.25. Χημικές αναλύσεις και φυσικές παράμετροι των ψυχρών υπογείων υδάτων από την περιοχή της Β. Εύβοιας.

Οι παρούσες χημικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης AAS φλογοφωτομετρία, φασφατομετρία & τιτλοδότηση, τα δεδομένα με πλάγια γραφή ελήφθησαν με φασματοσκοπία πλάσματος ICP-MS και αναφέρονται και στο παρόν πίνακα, χάρη πληρότητας.

	Cd	Co	Cr	Mn	Pb	Ni	Fe	Zn	Na	K	Mg	Ca	PO ₄	NO ₃	SO ₄	Cl	HCO ₃	T	pH	Eh	TDS	CND
	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	°C		mV	g/lt	mS/cm
AD-11-WM	<0,003	2	0,1	9	<0,05	4	35	420	42	8	34,1	200	0,21	9,2	160	650	320	17,5	7,66		1,27	3,33
AD-22-WM	<0,003	<0,02	0,3	1	<0,05	1	9	150	465	5	38,1	160,5	0,23	9,7	200	848	295	21,9	7,85		1,77	3,55
AD-10-W	<0,05	0,23	7	<10	0,4	6,1	<100	29	642	9,3	99	454	0,353	1	70	410	283	23,2	7,1	-113	3,63	7,26
AD-16-WM	<0,003	<0,02	1	1	0,4	<0,1	9	10	34	3	19,2	68	0,25	9,7	39	36	280	16	6,8		0,33	0,66
AD-17-WM	<0,003	<0,02	0,4	2	<0,05	0,5	2	240	39	4	34,1	72	0,14	29,0	70	38	313	14,45	7,45		0,41	0,84
AD-18-D-WM	<0,003	<0,02	1	1	<0,05	<0,1	3	10	51	4	28,4	87	0,24	19,8	26	66	381	12,2	6,99		0,475	0,96
HL-2-WM	<0,003	1	1	1	0,1	<0,1	3	7	10	3	29,3	46	0,13	7,0	20	9,9	154	15	7,9		0,26	0,54
HL-10-W	0,11	<0,09	<4	<10	<0,4	1,2	<100	23	14	0,9	27,4	51,5	0,198	0,5	38,6	2,41	213	18	8,27	-180	0,25	0,51
AD-7-WM	<0,003	1	0,1	0,1	0,5	<0,1	9	17	24	5	12	56	0,12	24,2	30	20,2	292	15,3	7,7		0,39	0,78
AD-8-WM	<0,003	1	0,3	0,4	0,2	<0,1	7	13	9	5	26,4	43	0,04	7,0	19	13	224	12,7	8,1		0,27	0,53
GIA-1-D-WM	<0,003	1	1	0,4	0,4	<0,1	4	10	107	24	39,9	85	0,25	225,5	620	78	272	21,3	6,96		0,69	1,36
GIA-2-WM	<0,003	1	1	0,1	0,2	0,2	3	6	97	30	36,2	81	0,15	250,8	95	84	240	17,7	7,23		0,64	1,28
GIA-3-WM	<0,003	1	5	1	<0,05	1	11	32	40	7	33,4	67	0,17	166,1	41	44	198	19,1	7,6		0,33	0,69
GIA-5-WM	<0,003	3	1	1	0,1	<0,1	10	23	30	6	32	54	0,27	15,0	37	21,3	255	14,1	7,7		0,37	0,74
GIA-6-WM	<0,003	<0,02	1	<0,01	<0,05	<0,1	3	2	81	19	42,3	77,6	0,28	217,4	80	140,8	283	20,1	8,06		0,66	1,34
GIA-10-W	<0,05	<0,09	<4	<10	0,5	1,5	<100	<16	23	2,2	41,3	56,6	0,121	0,8	26,2	27,5	267	18	7,84		0,31	0,62
AGG-1-D-WM	<0,003	<0,02	0,4	1	<0,05	0,2	3	3	275	9	55,8	83	0,1	7,0	80	478	330	19,9	6,96		1,18	2,37
AGG-2-WM	<0,003	<0,02	0,3	1	<0,05	0,3	3	2	290	9	55,1	73,8	0,09	4,4	74	604	258	22,2	7,84		1,2	2,4
LIX-1-W	0,07	<0,09	14	<10	0,8	4,9	<100	30	27	2,6	76,2	83,1	0,446	15,5	43	7,57	347	17,9	7,27	-123	0,54	1,09
LIX-2-W	0,11	<0,09	14	<10	<0,4	4,4	<100	25	27	2,7	76,9	82,4	0,514	8,9	42,9	15,45	343	23	7,85	-159	0,52	1,05
AG-1-WM	<0,003	<0,02	0,1	120	<0,05	0,2	2	7	60	13	23,8	115	3,04	73,5	94	64	298	15,35	6,91		0,61	1,23
AD-12-WM	<0,003	<0,02	0,2	0,4	<0,05	0,4	8	8	9	5	24,1	43	0,04	7,0	20	8,3	234	12,7	7,6		0,25	0,51
AD-13-WM	<0,003	1	0,1	0,4	0,1	0,2	5	13	42	6	29,8	78	0,17	18,0	34	60	352	14,3	7,33		0,46	0,93
AD-14-WM	<0,003	<0,02	0,1	1	0,1	0,4	12	16	39	6	31,1	70	0,11	27,7	51	44	304	12,6	7,17		0,39	0,78

Πίνακας Γ.3.25. συνέχεια

	Cd μg/L	Co μg/L	Cr μg/L	Mn μg/L	Pb μg/L	Ni μg/L	Fe μg/L	Zn μg/L	Na mg/L	K mg/L	Mg mg/L	Ca mg/L	PO ₄ mg/L	NO ₃ mg/L	SO ₄ mg/L	Cl mg/L	HCO ₃ mg/L	T °C	pH	Eh mV	TDS g/lt	CND mS/cm
BAR-1-WM	<0,003	<0,02	0,3	1	<0,05	1	2	3	27	4	42,9	99	0,32	29,0	55	52	410	15	7,39		0,51	1,03
AK-1-WM	<0,003	<0,02	<0,01	12	<0,05	0,2	4	51	55	4	29,7	61	0,15	5,7	37	74	292	16,35	7,3		0,41	0,83
AK-2-WM	<0,003	1	0,1	1	<0,05	1	2	46	43	4	29,8	51	0,2	5,3	29	42	300	10,5	7,43		0,37	0,74
AK-3-WM	<0,003	<0,02	<0,01	3	0,5	0,2	1	3510	32	3	26,5	86	0,15	6,2	46	28	365	14,3	7,25		0,39	0,8
AK-4-WM	<0,003	<0,02	0,1	17	0,1	1	3	190	24	3	25,9	63	0,12	6,6	34	40	270	15,8	7,3		0,32	0,64
AK-6-WM	<0,003	<0,02	0,2	2	0,2	0,2	2	8	24	4	25,5	66	0,06	7,0	40	28	285	15,2	7,19		0,33	0,66
AK-7-WM	<0,003	<0,02	<0,01	3	<0,05	2	2	50	44	3	18,2	77,2	0,1	5,7	54	67,2	347	18,3	7,96		0,46	0,93
NIS-1-WM	<0,003	<0,02	0,3	3	<0,05	<0,1	3	6	50	3	21,5	77	1,37	18,5	80	54	230	13,1	7,24		0,42	0,85
NIS-2-WM	<0,003	<0,02	1	1	<0,05	<0,1	1	7	61	3	19,5	66	1,11	7,5	64	76	270	14,6	7,19		0,41	0,84
NIS-3-WM	<0,003	<0,02	<0,01	22	<0,05	<0,1	2	6	53	4	34	52	0,65	9,7	22	88	230	18,25	6,86		0,41	0,83
NP-1-WM	<0,003	1	1	89	<0,05	5	6	15	88	7	30,6	72	2,02	40,5	44	72	386	17,7	7,23		0,56	1,13
NP-3-WM	<0,003	<0,02	0,3	14	0,3	<0,1	6	30	34	6	47,9	94	0,24	11,9	102,5	22,4	430	17,5	7,45		0,53	1,07
NP-4-WM	<0,003	1	3	1	<0,05	0,2	3	30	36	6	35,4	82	0,39	18,0	39	28	366	15,6	7,3		0,48	0,93
NP-5-WM	<0,003	<0,02	3	1	0,1	0,3	5	29	36	6	44,1	96	0,44	33,9	80	34	426	16,3	7,29		0,59	1,17
NP-6-WM	<0,003	<0,02	1	0,3	<0,05	<0,1	5	22	33	6	24,6	65	0,19	10,1	25	20	277	16,6	7,37		0,38	0,77
NP-7-WM	<0,003	<0,02	3	1	0,1	0,5	3	10	37	6	38,2	80	0,22	15,8	40	13,1	378	16,6	7,36		0,9	0,44
NP-8-WM	<0,003	<0,02	2	1	0,4	1	3	10	15	5	17,8	64	0,3	22,9	35	13	249	12,15	7,76		0,28	0,56
NP-9-WM	<0,003	<0,02	3	1	0,2	0,2	2	9	25	4	38,1	80	0,2	13,2	37	37	242	14,4	7,39		0,41	0,82
NP-10-WM	<0,003	<0,02	0,3	2	0,3	1	2	4	50	4	33,4	61	0,43	57,6	52	54	200	14,1	7,13		0,42	0,86
NP-11-WM	<0,003	<0,02	0,4	1	0,0	0,2	13	4	50	7	25,4	53	0,63	31,2	55	46	230	14,4	6,95		0,35	0,72
OR-1-WM	<0,003	<0,02	1	260	<0,05	1	3	17	27	7	42,7	71	0,18	4,8	2	20,1	380	10,75	7,72		0,38	0,76
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ				50			200		200			100			250				6,5-9,5			2,5
ΑΝΩΤΑΤΟ	5		50		10	20								50								

ΣΗΜ. =με έντονο χρώμα είναι σημειωμένες οι τιμές που υπερβαίνουν τα όρια που θεσπίζονται βάση της Οδηγίας 98/83/ΕΚ

Πίνακας Γ.3.26. Χημικές αναλύσεις ψυχρών νερών.
Οι παρούσες χημικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με φασματοσκοπία πλάσματος ICP-MS

	ΔΕΙΓΜΑΤΑ Β.ΕΥΒΟΙΑΣ										
	LIX-1 -W	LIX-2 -W	AGG-1-D -WM	GIA-1-D -WM	GIA-10 -W	AD-10 -W	HL-10 -W	AD-18-D -WM	AK-3 -WM	NIS-3 -WM	NP-7 -WM
Ag µg/L			<0,05	<0,05				<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Al µg/L	<100	<100	8	7	<100	<100	<100	10	5	9	6
As µg/L	<1000	<1000	2,6	4,2	<1000	<1000	<1000	0,5	<0,5	<0,5	0,7
Au µg/L			<0,05	<0,05				<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
B µg/L			193	409				<20	91	25	48
Ba µg/L	166	165	26	124	89	108	68	258	92	29	79
Be µg/L	<0,11	<0,11			<0,11	<0,11	<0,11				
Br µg/L			1692	242				134	136	303	100
Ca µg/L	83100	82400	113600	117100	56600	454200	51500	120000	109600	67200	103000
Cd µg/L	0,07	0,11	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,11	<0,05	0,29	<0,05	<0,05
Ce µg/L	<0,24	<0,24	0,07	0,06	<0,24	<0,24	<0,24	0,06	0,06	0,06	0,04
Cl mg/L			522	102				88	46	113	35
Co µg/L	<0,09	<0,09	0,15	0,18	<0,09	0,23	<0,09	0,21	0,14	0,16	0,15
Cr µg/L	14	14	<0,5	0,7	<4	7	<4	1,1	<0,5	<0,5	2,4
Cs µg/L	<0,09	<0,09	13,38	0,09	<0,09	<0,09	<0,09	0,03	<0,01	0,03	<0,01
Cu µg/L	3	3	1,8	2,8	3	5	2	4,1	1,4	1,1	2,3
Fe µg/L	<100	<100	600	520	<100	<100	<100	570	500	420	520
Ga µg/L	<0,4	<0,4			<0,4	<0,4	<0,4				
Ge µg/L	<2	<2			<2	<2	<2				
Hg µg/L			0,4	<0,1				0,2	0,4	0,3	<0,1
K µg/L	2630	2720	8130	21380	2250	9290	940	1140	560	950	1430
La µg/L	<0,58	<0,58	0,06	0,05	<0,58	<0,58	<0,58	0,19	0,07	0,08	0,04
Li µg/L	13,9	14,1	21,5	9,2	6,9	18,8	3,6	5,6	5,7	9,2	5
Lu µg/L	<0,001	<0,001	<0,01	<0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Mg µg/L	76200	76900	61800	45000	41300	99000	27400	31200	29000	36400	43100
Mn µg/L	<10	<10	1,36	0,29	<10	<10	<10	0,37	3,77	23,94	1,28
Mo µg/L	<5	<5	1,2	0,3	<5	<5	<5	0,6	0,6	0,1	1,2
Na µg/L	26600	26900	286400	86000	22800	642100	14200	58100	30100	52800	23700
Nb µg/L	<0,3	<0,3			<0,3	<0,3	<0,3				
Ni µg/L	4,9	4,4	<0,2	<0,2	1,5	6,1	1,2	0,4	<0,2	0,6	0,3
P µg/L	<1000	<1000	44	79	<1000	<1000	<1000	41	41	41	66
Pb µg/L	0,8	<0,4	0,1	<0,1	0,5	0,4	<0,4	<0,1	0,6	<0,1	0,1
Rb µg/L	0,53	0,54	7,36	1,53	1,53	4,97	0,38	0,75	0,11	0,1	0,25
S mg/L	9,61	9,60	21	24	6,34	94,6	8,02	7	12	6	11
Sb µg/L	<0,2	<0,2	<0,05	0,07	<0,2	<0,2	<0,2	0,21	0,08	<0,05	0,09
Se µg/L			10,1	1,6				2,3	0,8	1,7	0,9
Si µg/L	16100	16000	4200	13400	11800	10500	5000	12600	7600	13800	11000
Sn µg/L	<0,8	<0,8	0,15	0,25	<0,8	<0,8	<0,8	0,31	0,21	1,15	1,71
Sr µg/L	362	360	368	222	315	2599	240	324	264	204	289
Ta µg/L	<0,03	<0,03			<0,03	<0,03	<0,03				
Ti µg/L	<1000	<1000			<1000	<1000	<1000				
Tl µg/L	<0,13	<0,13	<0,01	<0,01	<0,13	<0,13	<0,13	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
U µg/L	1,40	1,41	2,82	0,98	1,51	9,02	1,01	2,73	1,72	0,2	3,51
V µg/L	12,5	12,4	3	3,8	4,1	4,2	<1,3	0,6	0,3	0,5	1,2
W µg/L			0,05	0,04				0,11	0,04	0,09	0,03
Y µg/L	0,027	0,017	0,01	0,01	0,014	0,042	0,009	0,05	0,1	0,01	0,13
Zn µg/L	30	25	11	11	<16	29	23	27	3020	12	12

Στο πίνακα δεν αναφέρονται οι μετρήσεις Zr <0,02 µg/L, που πραγματοποιήθηκαν σε όλα τα δείγματα που αναλύθηκαν στο ACME, καθώς σε όλα τα δείγματα οι συγκεντρώσεις ήταν <LDL, αντίστοιχα το ίδιο ισχύει για όλα τα δείγματα που αναλύθηκαν στο NHM, για τα στοιχεία Pr <0,004 µg/L, Nd <0,016 µg/L, Sm <0,012 µg/L, Eu <0,002 µg/L, Gd <0,011 µg/L, Tb <0,002 µg/L, Dy <0,003 µg/L, Ho <0,003 µg/L, Er <0,006 µg/L, Tm <0,003 µg/L, Yb <0,015 µg/L.

Γ.3.2.4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Γ.3.2.4.1. Γενικά περιγραφικά στατιστικά (descriptive statistics)

Πίνακας Γ.3.27. Υπολογισμός περιγραφικών στατιστικών.

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Πλήθος
Cd (µg/L)	-	-	0,07	0,1	3
Co (µg/L)	1,1	0,65	0,2	3	13
Cr (µg/L)	1,7	3,2	0,05	14,2	39
Mn (µg/L)	15	47	0,09	260	39
Pb (µg/L)	0,3	0,2	0,04	0,8	22
Ni (µg/L)	1,2	1,7	0,1	6,1	32
Fe (µg/L)	5	6	1	35	40
Zn (µg/L)	117	529	2	3510	44
Na (mg/L)	74	120	9	642	45
K (mg/L)	7	5	1	30	45
Mg (mg/L)	35	16	12	99	45
Ca (mg/L)	84	63	43	454	45
PO₄ (mg/L)	0,38	0,54	0,04	3	45
NO₃ (mg/L)	34	60	0,5	251	45
SO₄ (mg/L)	66	92	2	620	45
Cl (mg/L)	104	186	2,4	848	45
HCO₃ (mg/L)	296	64	154	430	45
T (°C)	16	3	10,5	23,2	45
pH	7,4	0,3	6,8	8,3	45
Eh (mV)	-144	31	-180	-113	4
TDS (g/lt)	0,6	0,5	0,25	3,6	45
CND (mS/cm)	1,2	1,1	0,4	7,3	45

Γ.3.2.4.2. Ανάλυση συσχέτισης (correlation analysis)

Στον πίνακα Γ.3.28 γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν μετά την επεξεργασία των χημικών αναλύσεων, με την μέθοδο της ανάλυσης συσχέτισης.

Εξετάζοντας τον πίνακα Γ.3.28, τα συστατικά που συνδέονται μεταξύ τους με ισχυρούς συντελεστές συσχέτισης είναι τα εξής:

- i) **το Na με το Cl:** συσχέτιση που οφείλεται στην επιρροή του θαλασσινού νερού, το οποίο έχει επηρεάσει κυρίως την σύσταση του νερού σε παράκτιες περιοχές,
- ii) **το K με το NO₃:** η συσχέτιση αυτή οφείλεται στην χρήση λιπασμάτων, πλούσιων στα συγκεκριμένα συστατικά,
- iii) **το TDS και το CND με τα Na, Ca:** οι συσχετίσεις αυτές υποδηλώνουν ουσιαστικά ότι τα Na και Ca αποτελούν την κύρια μάζα των ιόντων στα νερά που αναλύθηκαν.

Πίνακας Γ.3.28. Υπολογισμός συντελεστών συσχέτισης.

	Cd	Co	Cr	Mn	Pb	Ni	Fe	Zn	Na	K	Mg	Ca	PO ₄	NO ₃	SO ₄	Cl	HCO ₃	T	pH	Eh	TDS	CND	
Cd	1,00																						
Co	-0,14	1,00																					
Cr	0,60	-0,08	1,00																				
Mn	-0,08	-0,07	-0,09	1,00																			
Pb	0,07	-0,05	0,34	-0,18	1,00																		
Ni	0,41	0,05	0,63	0,11	0,26	1,00																	
Fe	-0,22	0,49	-0,20	-0,05	-0,18	0,05	1,00																
Zn	-0,04	-0,04	-0,08	-0,04	0,26	-0,04	-0,01	1,00															
Na	-0,11	-0,09	0,12	-0,07	0,03	0,36	-0,07	-0,04	1,00														
K	-0,21	0,23	-0,07	0,08	0,01	-0,09	0,05	-0,11	0,21	1,00													
Mg	0,35	-0,11	0,70	-0,01	0,24	0,63	-0,22	-0,09	0,57	0,14	1,00												
Ca	-0,06	0,02	0,26	-0,01	0,16	0,58	0,11	0,04	0,78	0,15	0,61	1,00											
PO₄	0,00	-0,06	0,01	0,39	-0,17	0,18	-0,08	-0,08	-0,01	0,09	-0,10	0,06	1,00										
NO₃	-0,12	0,19	0,01	-0,04	0,03	-0,14	0,00	-0,09	-0,01	0,86	0,01	-0,05	0,07	1,00									
SO₄	-0,07	0,16	-0,05	-0,09	0,14	-0,04	0,14	-0,01	0,23	0,57	0,10	0,17	0,03	0,52	1,00								
Cl	-0,14	0,06	-0,07	-0,08	-0,17	0,21	0,38	0,00	0,75	0,16	0,32	0,52	-0,08	-0,07	0,28	1,00							
HCO₃	-0,01	-0,14	0,14	0,25	-0,01	0,20	-0,04	0,18	-0,01	-0,07	0,25	0,15	0,07	-0,18	0,00	0,01	1,00						
T	0,30	-0,07	0,39	-0,23	0,06	0,41	-0,05	-0,08	0,59	0,31	0,61	0,44	-0,02	0,26	0,40	0,53	0,01	1,00					
pH	0,34	0,17	0,02	-0,03	-0,12	0,06	0,04	-0,05	-0,09	-0,16	-0,02	-0,14	-0,34	-0,08	-0,18	0,09	-0,17	0,11	1,00				
Eh	-0,90	0,66	0,47	-	0,82	0,91	-	0,99	0,67	0,77	0,87	0,70	0,40	0,30	0,74	0,66	0,50	0,29	-1,00	1,00			
TDS	-0,08	0,00	0,22	-0,06	0,10	0,51	0,06	-0,03	0,93	0,22	0,66	0,93	0,00	-0,03	0,22	0,69	0,10	0,58	-0,10	0,71	1,00		
CND	-0,08	0,05	0,20	-0,05	0,09	0,53	0,15	-0,01	0,91	0,22	0,64	0,94	0,00	-0,03	0,23	0,74	0,07	0,57	-0,08	0,71	0,98	1,00	

* = Οι ισχυροί συντελεστές συσχέτισης ($r > 0,75$), όπου είναι και άξιοι ιδιαίτερου σχολιασμού, είναι σημειωμένοι με έντονο χρώμα.

Γ.3.2.5. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Γ.3.2.5.1. Σκληρότητα (Hardness)

Πίνακας Γ.3.31. Χαρακτηρισμός σκληρότητας των δειγμάτων.
(σε ισοδύναμο CaCO₃ σε mg/L).

	Ολική Σκληρότητα (Ht)	Μόνιμη Σκληρότητα (H)	Χαρακτηρισμός κατά Sawyer – McCarty	Χαρακτηρισμός κατά Hem
NP-1-WM	305,46	-	Πολύ σκληρό	Πολύ Σκληρό
NP-3-WM	431,39	1,39	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
NP-4-WM	350,14	-	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
NP-5-WM	420,81	-	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
NP-6-WM	263,36	-	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
NP-7-WM	356,62	-	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
GIA-1-D-WM	376,09	104,09	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
GIA-2-WM	350,92	110,92	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
GIA-3-WM	304,44	106,44	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
GIA-5-WM	266,2	11,2	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AD-7-WM	189,2	-	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AD-8-WM	215,74	-	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AD-11-WM	639,81	319,81	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AD-12-WM	206,31	-	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AD-13-WM	317,18	-	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AD-14-WM	302,51	-	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
HL-2-WM	235,13	81,13	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AGG-1-D-WM	436,28	106,28	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
BAR-1-WM	423,39	13,39	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
OR-1-WM	352,57	-	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AG-1-WM	385,08	236,08	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
NIS-1-WM	280,65	50,65	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
NIS-2-WM	244,95	-	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
NIS-3-WM	269,4	39,4	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
NP-8-WM	232,98	-	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
NP-9-WM	356,21	114,21	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
NP-10-WM	289,44	89,44	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
NP-11-WM	236,64	6,64	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AD-16-WM	248,72	-	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AD-17-WM	193,981	-	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AD-18-D-WM	333,94	-	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AK-1-WM	274,27	-	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AK-2-WM	249,68	-	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AK-3-WM	323,65	-	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AK-4-WM	263,69	-	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AK-6-WM	269,55	-	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AD-22-WM	557,46	262,46	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
GIA-6-WM	367,43	84,43	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AGG-2-WM	410,41	152,41	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AK-7-WM	267,62	-	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
LIX-1-W	520,3	173,3	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
LIX-2-W	521,5	178,5	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
GIA-10-W	311,1	44,1	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό
HL-10-W	241,1	28,1	Σκληρό	Πολύ Σκληρό
AD-10-W	1541,5	1258,5	Πολύ Σκληρό	Πολύ Σκληρό

Όλα τα δείγματα της συγκεκριμένης περιοχής χαρακτηρίζονται όπως φαίνεται και στον πίνακα Γ.3.31, σύμφωνα με τον Hem (1970) σαν πολύ σκληρά, δηλαδή με Ht>180 mg/L CaCO₃. Χρησιμοποιώντας την ταξινόμηση των Sawyer – McCarty (1967), χαρακτηρίζονται σαν σκληρά και πολύ σκληρά, (τιμή διάκρισης Ht = 300 mg/L CaCO₃), χωρίς κανένα όμως να παρουσιάζει τιμή μικρότερη ή ίση με 80 mg/L CaCO₃, όπου είναι το όριο για να χαρακτηριστεί ένα νερό κατάλληλο για οικιακή χρήση (Καλλέργης, 1986).

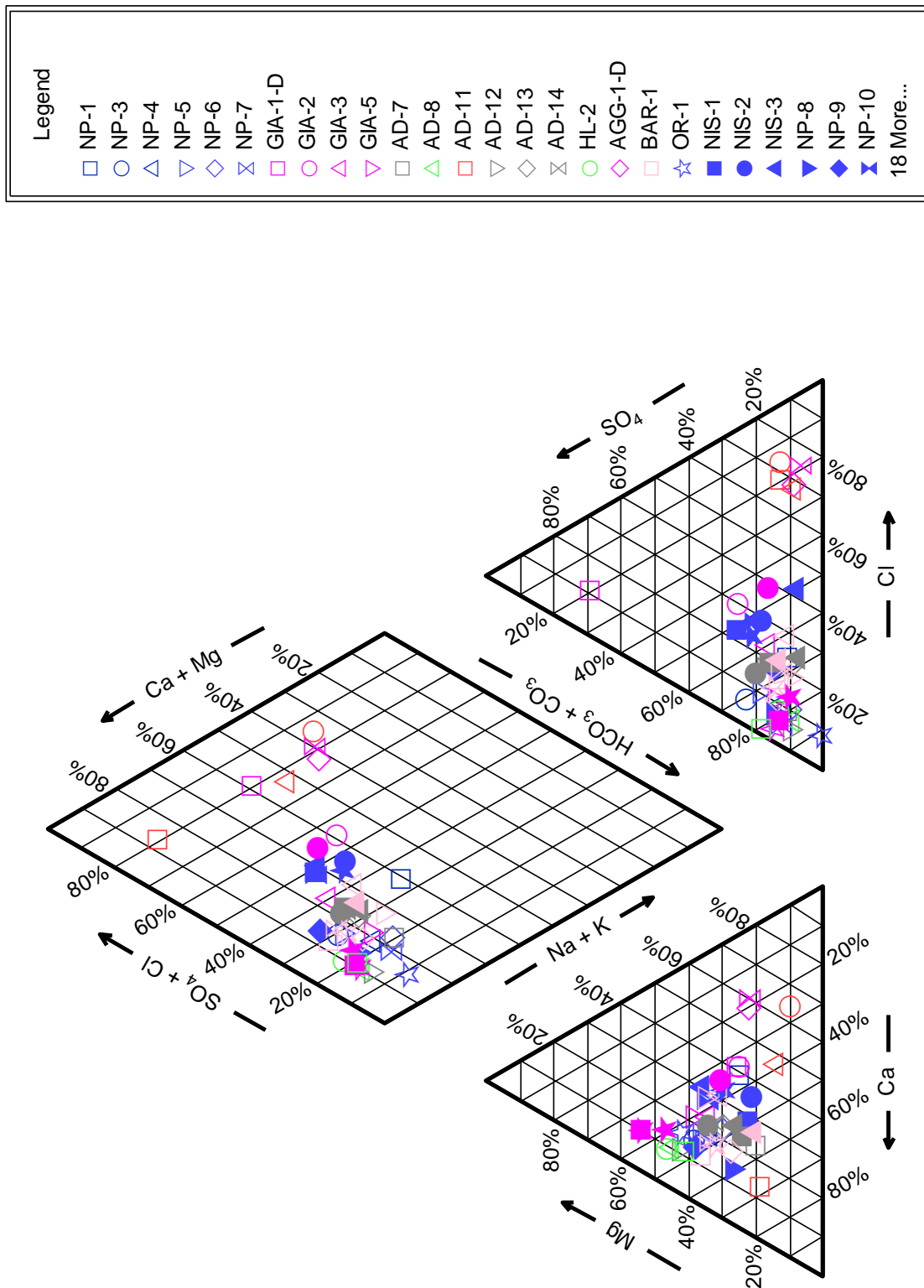
Γ.3.2.5.2. Δείκτης Κορεσμού (Saturation Index)

Πίνακας Γ.3.34. Υπολογισμός του Δείκτη Κορεσμού(S.I.) για τα ορυκτά ασβεστίτης, αραγωνίτης και ερμηνεία.

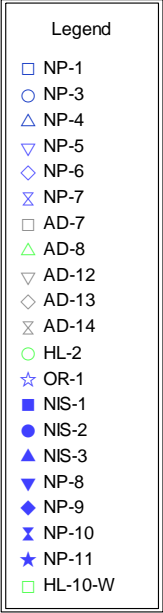
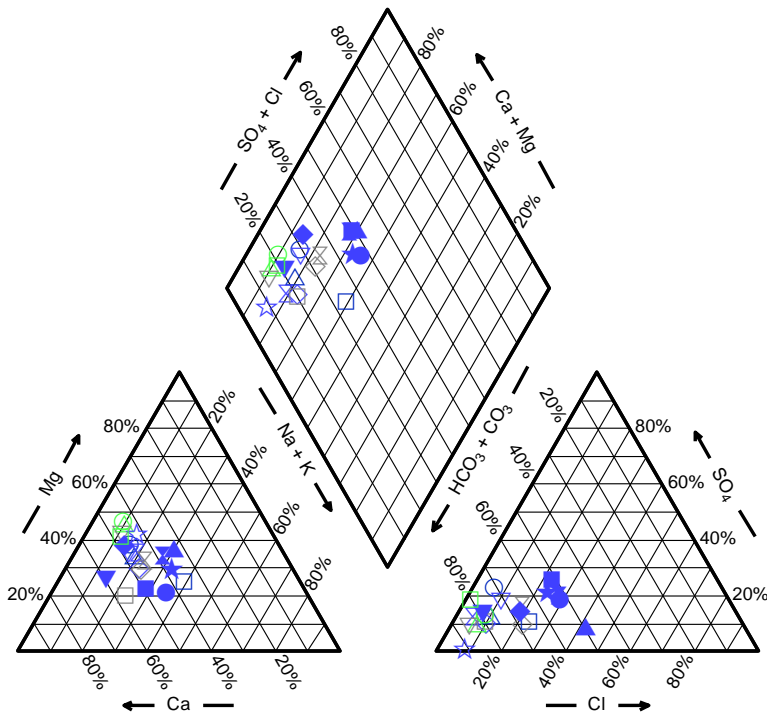
	Ασβεστίτης		Αραγωνίτης	
	S.I.	Σχολιασμός	S.I.	Σχολιασμός
NP-1-WM	0,17	Υπέρκορο	0,01	Σχ. Κορεσμένο
NP-3-WM	0,56	Υπέρκορο	0,40	Υπέρκορο
NP-4-WM	0,26	Υπέρκορο	0,10	Σχ. Κορεσμένο
NP-5-WM	0,38	Υπέρκορο	0,21	Υπέρκορο
NP-6-WM	0,16	Υπέρκορο	-0,01	Σχ. Κορεσμένο
NP-7-WM	0,35	Υπέρκορο	0,18	Υπέρκορο
GIA-1-D-WM	-0,24	Ακόρεστο	-0,41	Ακόρεστο
GIA-2-WM	0,00	Σχ. Κορεσμένο	-0,17	Ακόρεστο
GIA-3-WM	0,29	Υπέρκορο	0,12	Υπέρκορο
GIA-5-WM	0,36	Υπέρκορο	0,19	Υπέρκορο
AD-7-WM	0,46	Υπέρκορο	0,30	Υπέρκορο
AD-8-WM	0,61	Υπέρκορο	0,45	Υπέρκορο
AD-11-WM	0,91	Υπέρκορο	0,75	Υπέρκορο
AD-12-WM	0,12	Υπέρκορο	-0,05	Σχ. Κορεσμένο
AD-13-WM	0,24	Υπέρκορο	0,08	Σχ. Κορεσμένο
AD-14-WM	-0,07	Σχ. Κορεσμένο	-0,23	Ακόρεστο
HL-2-WM	0,31	Υπέρκορο	0,15	Υπέρκορο
AGG-1-D-WM	-0,18	Ακόρεστο	-0,34	Ακόρεστο
BAR-1-WM	0,47	Υπέρκορο	0,30	Υπέρκορο
OR-1-WM	0,60	Υπέρκορο	0,44	Υπέρκορο
AG-1-WM	-0,15	Ακόρεστο	-0,32	Ακόρεστο
NIS-1-WM	-0,06	Σχ. Κορεσμένο	-0,23	Ακόρεστο
NIS-2-WM	-0,09	Σχ. Κορεσμένο	-0,26	Ακόρεστο
NIS-3-WM	-0,59	Ακόρεστο	-0,76	Ακόρεστο
NP-8-WM	0,46	Υπέρκορο	0,30	Υπέρκορο
NP-9-WM	0,16	Υπέρκορο	0,00	Σχ. Κορεσμένο
NP-10-WM	-0,33	Ακόρεστο	-0,50	Ακόρεστο
NP-11-WM	-0,53	Ακόρεστο	-0,70	Ακόρεστο
AD-16-WM	-0,49	Ακόρεστο	-0,66	Ακόρεστο
AD-17-WM	0,29	Υπέρκορο	0,12	Υπέρκορο
AD-18-D-WM	-0,10	Ακόρεστο	-0,27	Ακόρεστο
AK-1-WM	0,06	Σχ. Κορεσμένο	-0,11	Ακόρεστο
AK-2-WM	0,06	Σχ. Κορεσμένο	-0,11	Ακόρεστο
AK-3-WM	0,21	Υπέρκορο	0,05	Σχ. Κορεσμένο
AK-4-WM	0,04	Σχ. Κορεσμένο	-0,12	Ακόρεστο
AK-6-WM	-0,05	Σχ. Κορεσμένο	-0,21	Ακόρεστο
AD-22-WM	1,00	Υπέρκορο	0,83	Υπέρκορο
GIA-6-WM	0,95	Υπέρκορο	0,79	Υπέρκορο
AGG-2-WM	0,65	Υπέρκορο	0,48	Υπέρκορο
AK-7-WM	0,96	Υπέρκορο	0,79	Υπέρκορο
LIX-1-W	0,23	Υπέρκορο	0,06	Σχ. Κορεσμένο
LIX-2-W	0,90	Υπέρκορο	0,74	Υπέρκορο
GIA-10-W	0,59	Υπέρκορο	0,43	Υπέρκορο
HL-10-W	0,91	Υπέρκορο	0,74	Υπέρκορο
AD-10-W	0,61	Υπέρκορο	0,44	Υπέρκορο

Γ.3.2.6. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

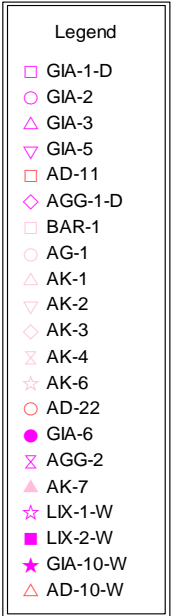
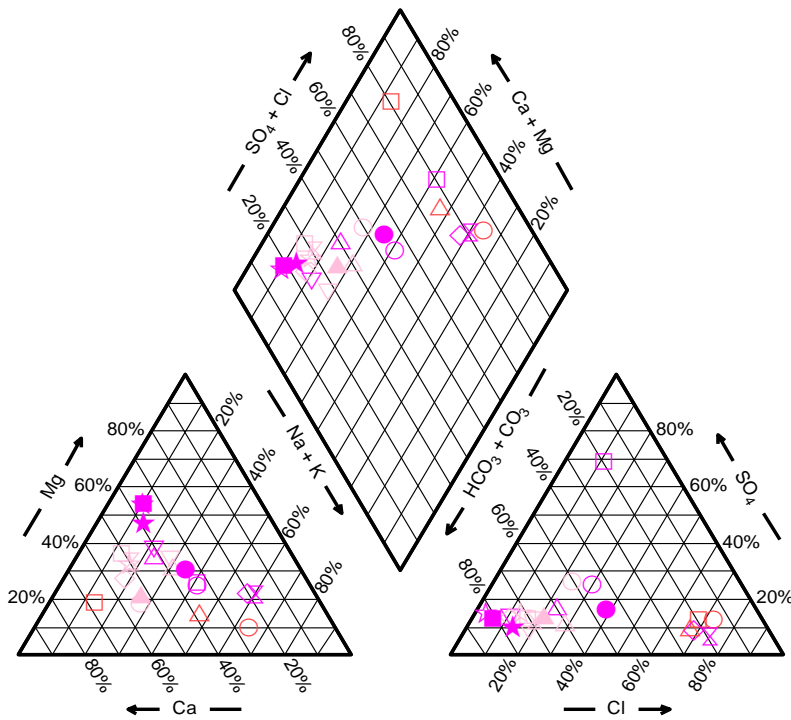
Γ.3.2.6.1. Τριγραμμικά διαγράμματα (Piper diagrams)



Εικόνα Γ.3.31. Απεικόνιση σε διάγραμμα Piper των χημικών αναλύσεων όλων των ψαχρών νερών από την περιοχή της Β. Εύβοιας.



Εικόνα Γ.3.31Α. Απεικόνιση σε διάγραμμα Piper των χημικών αναλύσεων των ψυχρών νερών από το δυτικό τμήμα της Β. Εύβοιας.



Εικόνα Γ.3.31Β. Απεικόνιση σε διάγραμμα Piper των χημικών αναλύσεων των ψυχρών νερών από το ανατολικό τμήμα της Β. Εύβοιας.

Πίνακας Γ.3.35. Υδροχημικός τύπος των δειγμάτων νερού.

Δείγμα	Χημικός τύπος	Δείγμα	Χημικός τύπος
NP-1-WM	Ca-HCO ₃	GIA-2-WM	Na-NO ₃
NP-3-WM	Ca-HCO ₃	GIA-3-WM	Ca-HCO ₃
NP-4-WM	Ca-HCO ₃	GIA-5-WM	Ca-HCO ₃
NP-5-WM	Ca-HCO ₃	AD-7-WM	Ca-HCO ₃
NP-6-WM	Ca-HCO ₃	AD-8-WM	Mg-HCO ₃
NP-7-WM	Ca-HCO ₃	AD-11-WM	Ca-Cl
BAR-1-WM	Ca-HCO ₃	AD-12-WM	Ca-HCO ₃
OR-1-WM	Ca-HCO ₃	AD-13-WM	Ca-HCO ₃
AG-1-WM	Ca-HCO ₃	AD-14-WM	Ca-HCO ₃
NIS-1-WM	Ca-HCO ₃	HL-2-WM	Mg-HCO ₃
NIS-2-WM	Ca-HCO ₃	AGG-1-D-WM	Na-Cl
NIS-3-WM	Mg-HCO ₃	AD-16-WM	Ca-HCO ₃
NP-8-WM	Ca-HCO ₃	AD-17-WM	Ca-HCO ₃
NP-9-WM	Ca-HCO ₃	AD-18-D-WM	Ca-HCO ₃
NP-10-WM	Ca-HCO ₃	AD-22-WM	Na-Cl
NP-11-WM	Ca-HCO ₃	GIA-6-WM	Ca-HCO ₃
AK-1-WM	Ca-HCO ₃	AGG-2-WM	Na-Cl
AK-2-WM	Ca-HCO ₃	LIX-1-W	Mg-HCO ₃
AK-3-WM	Ca-HCO ₃	LIX-2-W	Mg-HCO ₃
AK-4-WM	Ca-HCO ₃	GIA-10-W	Mg-HCO ₃
AK-6-WM	Ca-HCO ₃	HL-10-W	Ca-HCO ₃
AK-7-WM	Ca-HCO ₃	AD-10-W	Na-Cl
GIA-1-D-WM	Na-SO ₄		

Εξετάζοντας το διάγραμμα Piper (Εικ. Γ.3.31), στο οποίο προβάλλονται όλα τα δείγματα ψυχρού νερού από την περιοχή της Β. Εύβοιας, γίνεται άμεσα αντιληπτό ότι το μεγαλύτερο μέρος των δειγμάτων ομαδοποιείται ικανοποιητικά, ώστε να μπορεί να θεωρηθεί ότι συμπεριφέρονται ως μια ομάδα, ενώ μικρός μόνο αριθμός δειγμάτων διαφοροποιείται. Λόγω όμως του μεγάλου πλήθους των δειγμάτων είναι δύσκολη η μελέτη του διαγράμματος. Έτσι κατασκευάστηκαν δυο νέα διαγράμματα Piper, στα οποία προβλήθηκαν ξεχωριστά στο πρώτο τα δείγματα του βόρειου τμήματος της περιοχής μελέτης στα οποία περιλαμβάνονται και αυτά που παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις (Εικ. Γ.3.31Α) και στο δεύτερο τα δείγματα του νότιου τμήματος της περιοχής μελέτης (Εικ. Γ.3.31Β)

Εξετάζοντας το διάγραμμα Piper (Εικ. Γ.3.31Α), στο οποίο προβάλλονται τα δείγματα ψυχρού νερού από το βόρειο τμήμα της Β. Εύβοιας και με την βοήθεια του πίνακα Γ.3.35, στον οποίο παρουσιάζονται οι χημικοί τύποι των νερών, παρατηρείται πως όλα τα δείγματα προβάλλονται σε μια συγκεκριμένη περιοχή και ο υδροχημικός τους τύπος είναι κυρίως ασβεστούχος-οξυανθρακικός (Ca-HCO₃). Με μόνες εξαιρέσεις τα δείγματα NP-1-WM και NIS-3-WM, με χημικούς τύπους νατριούχο-οξυανθρακικό και μαγνησιούχο-οξυανθρακικό αντίστοιχα. Σχετικά με το δείγμα NP-1-WM, θα μπορούσε να υποτεθεί πως το συγκεκριμένο δείγμα έχει επηρεαστεί από την θάλασσα, καθώς ότι παρουσιάζει σχετικά αυξημένες συγκεντρώσεις χλωριόντων

(72mg/L). Στο δείγμα NIS-3-WM, η διαφοροποίηση του υδροχημικού τύπου του, συγκριτικά με τα υπόλοιπα δείγματα της περιοχής της Νησιώτισσας, πρέπει να οφείλεται στο γεγονός ότι το συγκεκριμένο δείγμα προέρχεται από διαφορετικό υδροφόρο ορίζοντα. Τα δείγματα NIS-1-WM, NIS-2-WM, προέρχονται από ένα ρηχό υδροφόρο ορίζοντα που αναπτύσσεται σε μεταλλικούς σχηματισμούς σε πολύ μικρό βάθος. Αντίθετα, το δείγμα NIS-3, προέρχεται από υδροφόρο ορίζοντα ο οποίος είναι σε βάθους >20m και αναπτύσσεται μέσα στο κρυσταλλικό υπόβαθρο.

Από το διάγραμμα Piper (Εικ. 5.1.3), στο οποίο προβάλλονται τα δείγματα ψυχρού νερού από το νότιο τμήμα της Β. Εύβοιας και με την βοήθεια του πίνακα 5.1.8, παρατηρούμε πως έχουμε μεγαλύτερη ποικιλία υδροχημικών τύπων με επικρατέστερο πάλι τον ασβεστούχο-οξυανθρακικό.

Πιο αναλυτικά, όσον αφορά τα δείγματα που εντοπίζονται στην ευρύτερη περιοχή των χωριών Άγιος, Βαρβάρα και το χωριό της Αιδηψού όλα τα δείγματα είναι ασβεστούχα-οξυανθρακικά.

Σχετικά με τα δείγματα HL-2-WM, AD-8-WM και HL-10-W τα οποία εντοπίζονται γεωγραφικά στο νοτιοανατολικότερο άκρο της περιοχής έρευνας, παρουσιάζουν υδροχημικό τύπο μαγνησιούχο-οξυανθρακικό, εκτός από το δείγμα HL-10-W με τύπο ασβεστούχο-οξυανθρακικό. Από γεωλογική άποψη τα δείγματα αυτά εντοπίζονται σε σχηματισμούς κώνων κορημάτων που υπέρκεινται μιας σειράς πετρωμάτων (πρασινίτες-πρασινόλιθοι) που απαρτίζεται από μεταμορφωμένα επιζωνικά βασικά εκρηξιγενή πετρώματα, με παρεμβολές σχιστολίθων και φυλλιτών και κρυσταλλικών ασβεστόλιθων ηλικίας Μ. Τριαδικού. Η διαφορά των πετρωμάτων μέσα στα οποία αναπτύσσεται ο συγκεκριμένος υδροφόρος ορίζοντας είναι και ο λόγος αλλαγής του υδροχημικού τύπου των συγκεκριμένων δειγμάτων.

Τέλος, για την περιοχή των Γιάλτρων, τα περισσότερα δείγματα παρουσιάζουν τον ίδιο χημικό τύπο ασβεστούχο-οξυανθρακικό. Διαφοροποιούνται μόνο τα δείγματα GIA-1-D-WM, GIA-2-WM και GIA-10-W με τύπους νατρούχο-θεικό, νατρούχο-νιτρικό και μαγνησιούχο-οξυανθρακικό αντίστοιχα. Λαμβάνοντας υπόψη μας ότι: α) όλα τα δείγματα της περιοχής των Γιάλτρων εντοπίζονται σε σχετικά κοντινές αποστάσεις και προέρχονται από υδροφόρο ορίζοντα που αναπτύσσεται στον ίδιο γεωλογικό σχηματισμό, β) το γεγονός ότι το δείγμα GIA-1-D-WM (περίοδος χαμηλής στάθμης) που κατά την επαναληπτική δειγματοληψία (GIA-6-WM, περίοδος υψηλής στάθμης), παρουσιάζει υδροχημικό τύπο ασβεστούχο-οξυανθρακικό, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι οι διαφοροποιήσεις αυτές πρέπει να οφείλονται σε εποχιακή και τοπικού χαρακτήρα μόλυνση εξαιτίας χρήσης λιπασμάτων.

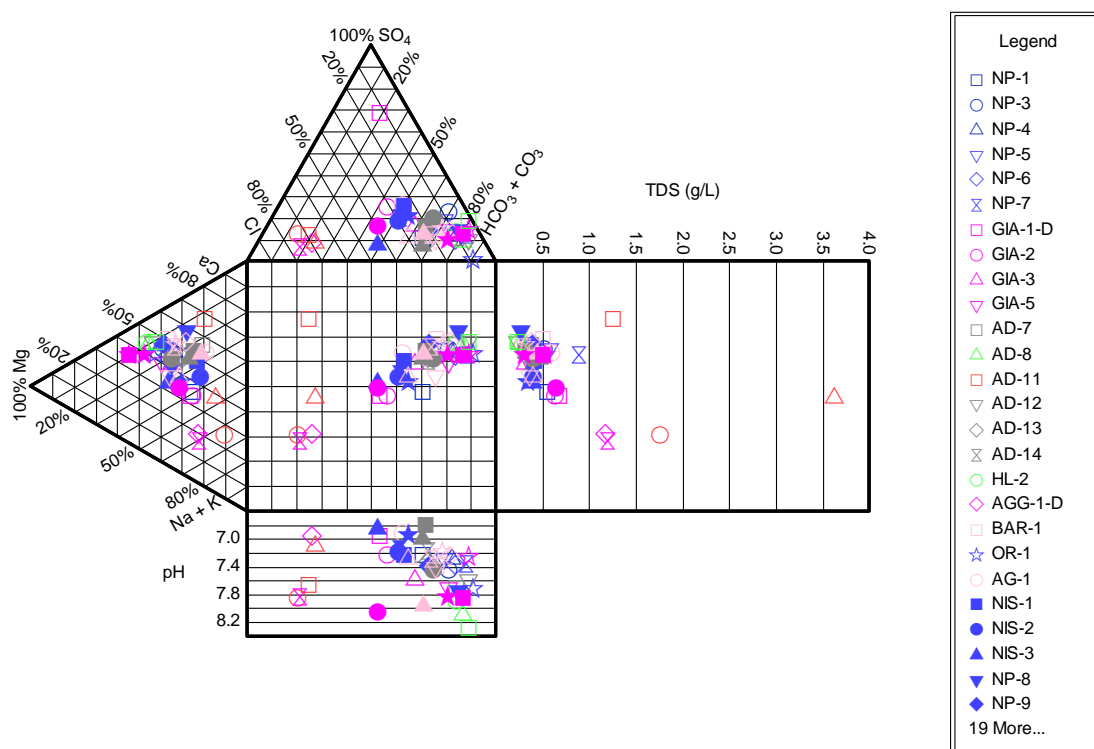
Στα δείγματα από την περιοχή του Σχίνου Αιδηψού [AD-10-W, AD-11-WM, AD-22-WM(επαν. AD-11-WM)] και στην περιοχή του χωριού Άγιος Γεώργιος, [AGG-1-WM, AGG-2-WM(επαν. AGG-1-WM)] έχουμε επικράτηση του χημικού τύπου νατρούχου-χλωριούχου, εκτός από το δείγμα AD-11-WM με τύπο ασβεστούχο-χλωριούχο. Αυτή η ομάδα δειγμάτων παρουσιάζει ποιοτική υποβάθμιση λόγω της θάλασσας, καθώς όλα τα δείγματα των περιοχών αυτών εντοπίζονται σε πολύ μικρή απόσταση από τον αιγιαλό (10-20m) και προέρχονται από ένα ρηχό υδροφόρο ορίζοντα.

Τέλος, στα δείγματα LIX-1-W και LIX-2-W, που εντοπίζονται στο ΒΔ άκρο της της Εύβοιας και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή της Λιχάδας, έχουμε επικράτηση του τύπου μαγνησιούχο-οξυανθρακικού.

Γ.3.2.6.2. Διάγραμμα Durov

Από το διάγραμμα Durov (Εικ. Γ.3.32), επαληθεύονται οι παρατηρήσεις που επισημάνθηκαν και στα διαγράμματα Piper (Εικ.Γ.31, 31Α, 31Β), καθώς το μεγαλύτερο μέρος των δειγμάτων ομαδοποιείται ικανοποιητικά, σε βαθμό που μπορεί να θεωρηθεί ότι συμπεριφέρονται ως μια ομάδα. Αποκλίσεις παρουσιάζουν πάλι και εδώ τα ίδια δείγματα.

Πιο αναλυτικά, τα δείγματα AD-11-WM, AGG-1-WM οι επαναλήψεις τους AD-22-WM, AGG-2-WM και το δείγμα AD-10-W, φαίνεται να συμπεριφέρονται σαν μια ανεξάρτητη ομάδα από τα άλλα δείγματα στο κεντρικό τετράγωνο, στο τρίγωνο Mg – Ca – (Na+ K), αλλά και στο τρίγωνο Cl – SO₄ – HCO₃. Αντίθετα, το δείγμα GIA-1-D-WM διαφοροποιείται μόνο στο τρίγωνο Cl – SO₄ – HCO₃, όπου και παρουσιάζει ιδιαίτερα έντονα αυξημένα ποσοστά SO₄.



Εικόνα Γ.3.32. Απεικόνιση σε διάγραμμα Durov των όλων χημικών αναλύσεων των ψυχρών νερών από την περιοχή της Β. Εύβοιας.

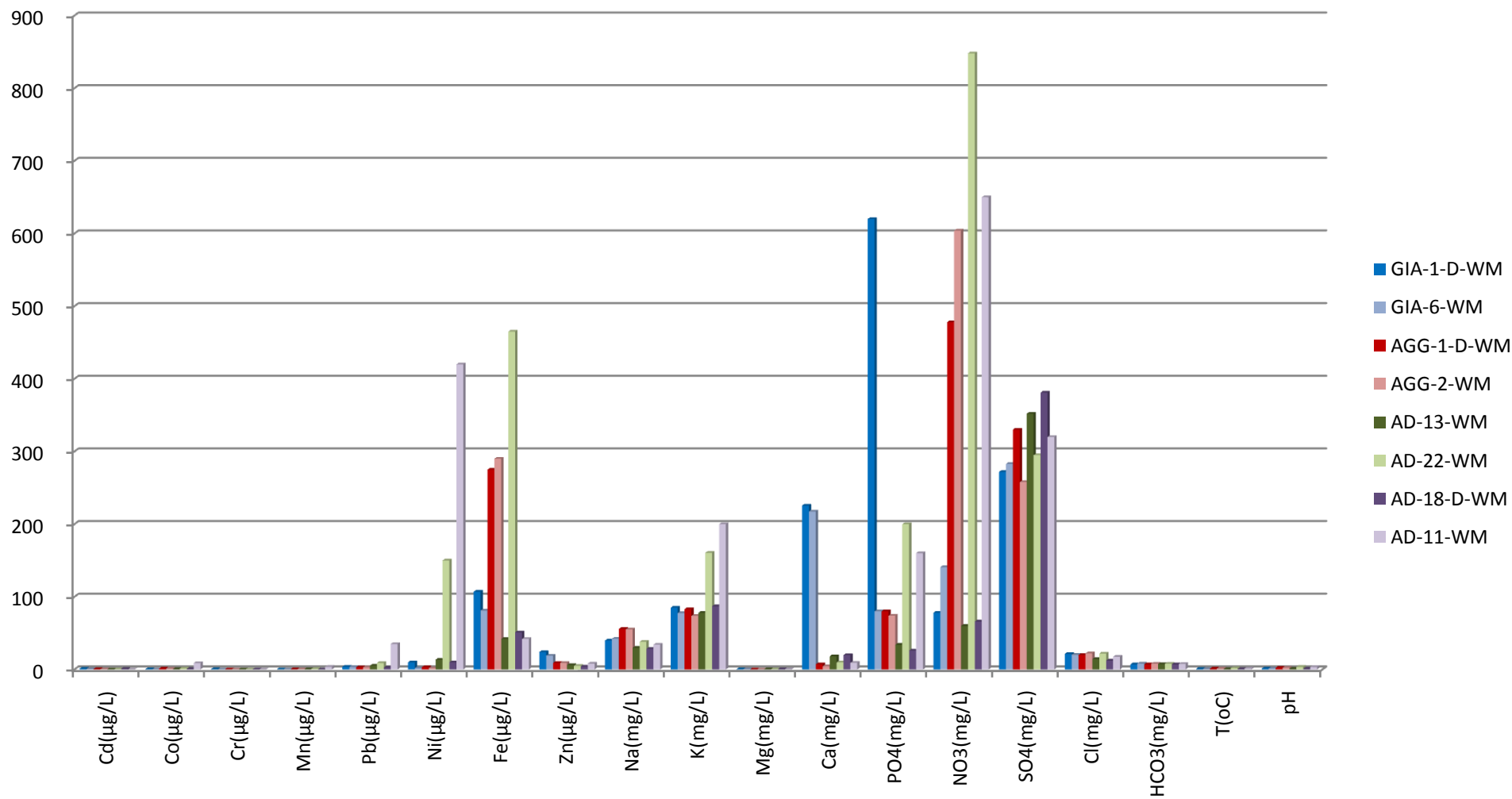
Γ.3.2.7. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΠΕΡΙΟΔΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΚΑΙ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ

Σκόπιμο θεωρήθηκε σε κάποιες επιλεγμένες θέσεις να πραγματοποιηθεί δειγματοληψία και κατά την περίοδο χαμηλής και κατά την περίοδο υψηλής στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα. Έτσι ώστε να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο περιόδων, με σκοπό να εντοπισθούν πιθανές διαφοροποιήσεις και το εύρος αυτών.

Στα δείγματα ψυχρού νερού της Β. Εύβοιας επιλέχθηκαν τέσσερα δείγματα για αυτό τον σκοπό, όπου είναι τα GIA-1-D-WM, AGG-1-D-WM, AD-13-WM, AD-11-WM (περίοδος χαμηλής στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα) και αντίστοιχα οι επαναλήψεις τους GIA-6-WM, AGG-2-WM, AD-18-D-WM, AD-22-WM (περίοδος υψηλής στάθμης). Όπως παρατηρείται, εντός των δειγμάτων περιλαμβάνονται τα δείγματα τα οποία βάσει των διαγραμμάτων Piper (Εικ. Γ.3.31, 31Α, 31Β) και Durov (Εικ. Γ.3.32), παρουσιάζουν αξιόλογες αποκλίσεις.

Όπως φαίνεται και από τις τιμές των χημικών αναλύσεων (Πίν. Γ.3.25), αλλά και πιο παραστατικά από το διάγραμμα της εικόνας Γ.3.33, διαπιστώνεται ότι τις μεγαλύτερες αποκλίσεις από την μια περίοδο στην άλλη παρουσιάζει το δείγμα AD-11-WM. Πιο συγκεκριμένα, στις χημικές παραμέτρους όπως Mn, Ni, Fe, Zn, Ca, παρατηρείται αισθητή μείωση των τιμών τους με την άνοδο του υδροφόρου ορίζοντα, ενώ στα στοιχεία Na, Cl το αντίθετο. Σχετικά με το Na, Cl, τα οποία ως πηγή προέλευσης έχουν την θάλασσα, η συμπεριφορά τους δείχνει μια ποιοτική υποβάθμιση του νερού λόγω επιρροής από την θάλασσα. Όσον αφορά τα στοιχεία Mn, Ni, Fe, Zn, Ca, η πηγή τους είναι οι διάφοροι γεωλογικοί σχηματισμοί μέσα στους οποίους αναπτύσσεται-χρησιμοποιεί κατά την κίνηση του το νερό του εν λόγω υδροφόρου ορίζοντα, όπου μέσω διαδικασιών διάλυσης εμπλουτίζεται στα συγκεκριμένα στοιχεία. Είναι λογικό να υπάρχει μείωση των συγκεντρώσεων των στοιχείων αυτών την περίοδο της υψηλής στάθμης, καθώς κατά την περίοδο αύξησης της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα έχουμε ουσιαστικά αύξηση του όγκου του διαλύματος-νερού μέσα στο οποίο είναι διαλυμένη αρχικά μια συγκεκριμένη συγκέντρωση των στοιχείων αυτών, οπότε συντελείται ένα φαινόμενο αραίωσης.

Ένα σημείο που πρέπει να επισημανθεί είναι η έντονη διακύμανση της συγκέντρωσης SO_4 στο δείγμα GIA-1-D-WM, που από 620mg/L την περίοδο χαμηλής στάθμης, πέφτει στα 80mg/L την περίοδο της υψηλής στάθμης. Στην περίπτωση αυτή καταλυτική επιρροή στη χημική σύσταση του δείγματος έχει η εποχιακή χρήση λιπασμάτων.



Εικόνα Γ.3.33. Ραβδόγραμμα συγκεντρώσεων των χημικών αναλύσεων και των φυσικών παραμέτρων των δειγμάτων στα οποία έγινε δειγματοληψία κατά τις περιόδους χαμηλής και υψηλής στάθμης

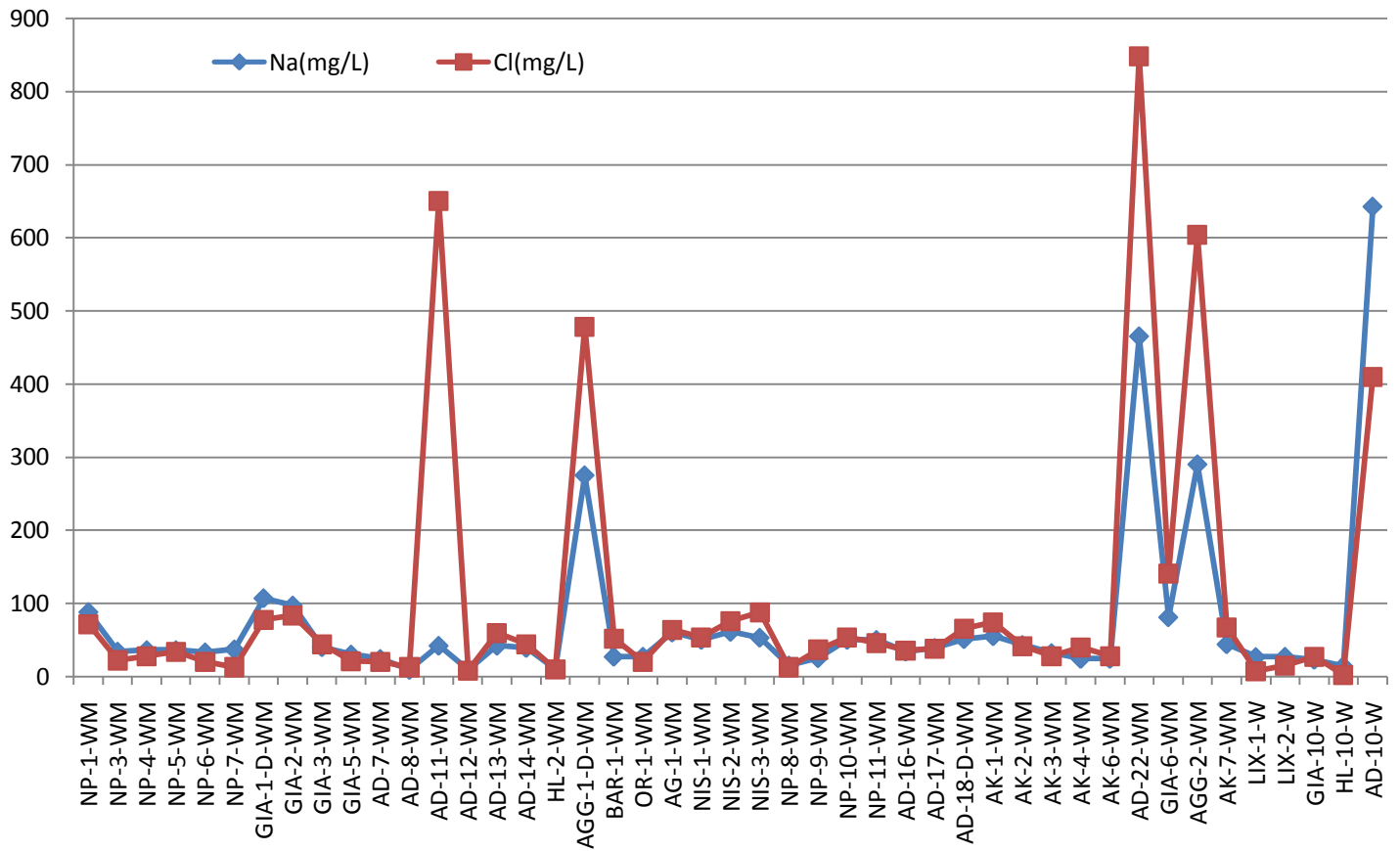
Γ.3.2.8. ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ ΝΕΡΩΝ – ΧΑΡΤΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ

Τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων των διαφόρων στοιχείων προβάλλονται στον χάρτη της περιοχής με σκοπό να ανιχνευθεί η πιθανή σχέση της συγκεντρώνσης των διαφόρων στοιχείων με τους γεωλογικούς και άλλους παράγοντες.

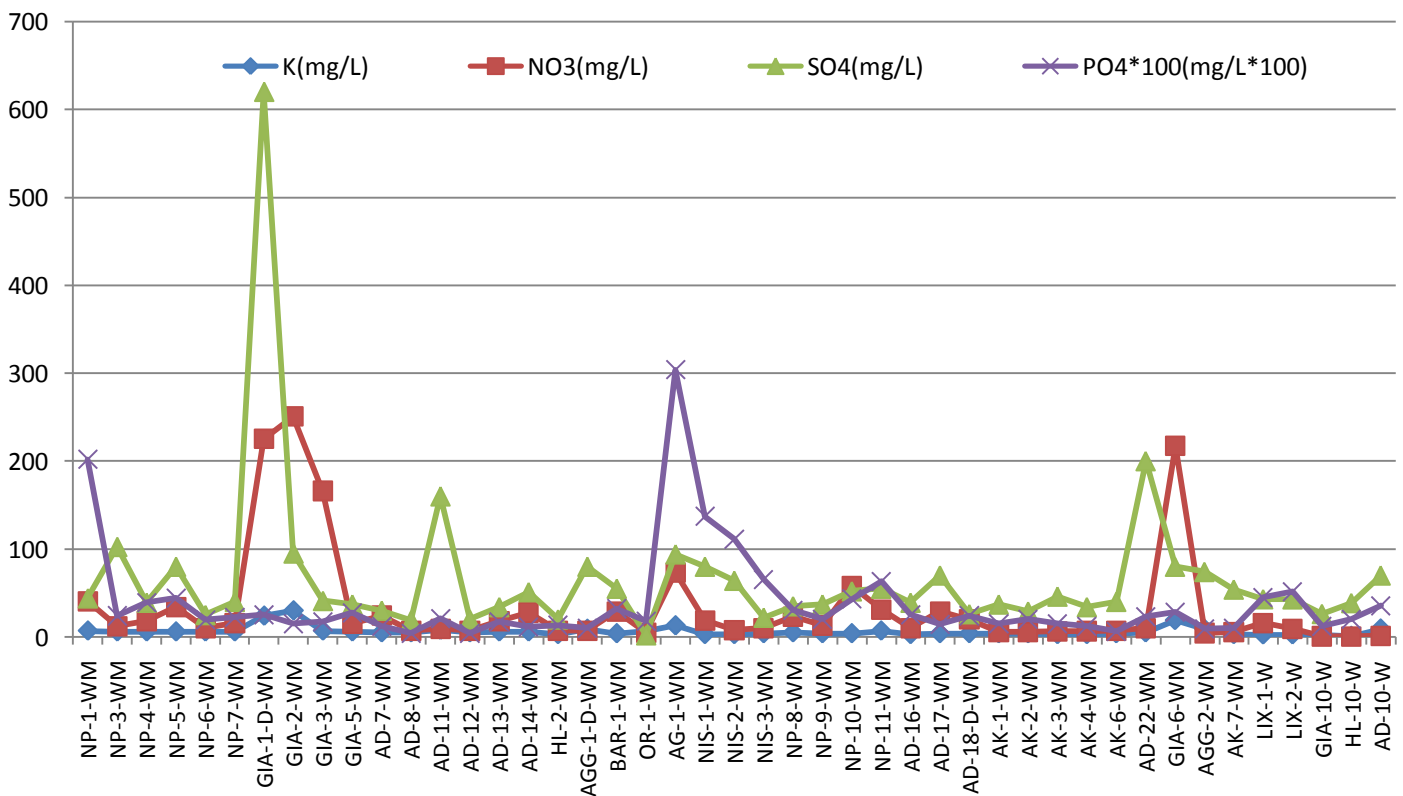
Από τους Χάρτες Γ.3.17, 18, αλλά και από το διάγραμμα της εικόνας Γ.3.34, διαπιστώνεται ότι οι συγκεντρώσεις Na και Cl συµμεταβάλλονται σε ικανοποιητικό βαθµό. Γεγονός που επαληθεύεται και από την correlation analysis καθώς παρουσιάζουν συντελεστή συσχέτισης 0,75 (Κεφ. Γ.3.2.4.2). Τα δείγµατα µε τις υψηλότερες συγκεντρώσεις Na και Cl τοποθετούνται στις περιοχές του χωριού Άγιος Γεώργιος (AGG-1-D-WM, AGG-2-WM) και στην περιοχή Σχίνου Αιδηψού (AD-11-WM, AD-22-WM, AD-10-W). Ακολουθούν οι περιοχές των Γιάλτρων (GIA) και µε µικρότερες τιµές συγκεντρώσεων οι περιοχές Αγióκαµπος, Νησιώτισσα, Νέος Πύργος, αλλά και περιοχές αρκετά µακριά από την θάλασσα, όπως τα δείγµατα BAR-1-WM και AD-13-WM. Αντίθετα, οι περιοχές που βρίσκονται στην νοτιοανατολική περιοχή έρευνας παρουσιάζουν πάρα πολύ µικρές τιµές συγκεντρώσεων Cl. Από το διάγραμμα της εικόνας Γ.3.34, προκύπτει ότι κυρίως στα δείγµατα AD-11-WM, AD-22-WM, AD-10-W, AGG-1-D-WM, AGG-2-WM παρουσιάζονται ιδιαίτερα αυξηµένες περιεκτικότητες Na και Cl. Γεγονός που υποδηλώνει έντονη πιθανότητα επιρροής του θαλασσινού νερού στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα και υποβάθµιση της ποιότητας του.

Από τους χάρτες Γ.3.19-22, και το διάγραμμα Γ.3.35, διαπιστώνεται ότι οι συγκεντρώσεις K, NO₃, SO₄, PO₄ συµμεταβάλλονται σε ικανοποιητικό βαθµό. Οι υψηλότερες τιµές συγκεντρώσεων, παρουσιάζονται κυρίως στις πεδινές εκτάσεις, όπου και έχουµε έντονη αγροτική δραστηριότητα, όπως στις περιοχές του χωριού των Γιάλτρων (GIA), στο δείγµα NP-10 από την περιοχή του Νέου Πύργου και στο χωριό του Άγιου. Σε αντίθεση µε περιοχές που είναι πιο ορεινές, όπως τα δείγµατα AD-7-WM, AD-8-WM, AD-12-WM, HL-2-WM κ.α. όπου οι συγκεντρώσεις είναι ιδιαίτερα περιορισµένες. Ως πηγή των συστατικών αυτών, θεωρείται η χρήση λιπασµάτων. Οι κατά τόπους ιδιαίτερα αυξηµένες τιµές των συγκεντρώσεων ερµηνεύονται αν ληφθεί υπόψη η διαφορετική ένταση χρήσης κάθε τύπου λιπάσµατος ανά περιοχή.

Παρόλα αυτά όµως, εντοπίζονται και κάποιες δυσανάλογα υψηλές συγκεντρώσεις NO₃ σε κάποια δείγµατα, χωρίς οι συγκεντρώσεις των SO₄, PO₄ και του K να παρουσιάζουν ανάλογη αύξηση, όπως στα δείγµατα GIA-1-D-WM, GIA-2-WM, GIA-3-WM, AG-1-WM κ.α. Σε αυτά τα δείγµατα οι αυξηµένες συγκεντρώσεις των NO₃, οφείλονται σε οικιστικά λύµατα, καθώς όλα τα δείγµατα που παρουσιάζουν αυτό το φαινόµενο εντοπίζονται εντός ή πλησίον οικισµών χωρίς αποχετευτικό δίκτυο.



Εικόνα Γ.3.34. Διάγραμμα συγκεντρώσεων Na, Cl, στα ψυχρά νερά της περιοχής Β. Εύβοιας.



Εικόνα Γ.3.35. Διάγραμμα συγκεντρώσεων K, NO₃, SO₄, PO₄ στα ψυχρά νερά της Β. Εύβοιας.

Παρατηρώντας τους χάρτες των συγκεντρώσεων των ιχνοστοιχείων διαπιστώνεται πως στα δείγματα που εντοπίζονται κυρίως γύρω ή στις περιοχές που έχουμε εμφάνιση του κρυσταλλικού υποβάθρου, παρουσιάζουν ιδιαίτερα αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων σε Zn, Mg, Ni (Χάρτες Γ.3.23-25) και σε μικρότερο βαθμό Fe, Cr, Co (Χάρτες Γ.3.26-28). Οι περιοχές αυτές είναι κυρίως πεδινές εκτάσεις, που συνήθως καλύπτονται από μεταλλικούς σχηματισμούς (φερτά υλικά από την διάβρωση και αποσάθρωση του κρυσταλλικού υποβάθρου), χαρακτηριστικό παράδειγμα οι περιοχές του Νέου Πύργου και του Αγιόκαμπου.

Ο σχηματισμός του κρυσταλλικού υποβάθρου, αποτελείται κύρια από ορθογνεύσιους και σε μικρότερο ποσοστό από παρα-γνεύσιους, όπως γνευσιακούς σχιστόλιθους και χαλαζιακούς-σερικιτικούς σχιστόλιθους. Οι άστριοι είναι κυρίως πλαγιόκλαστα όξινα έως μέσης βασικότητας και απαντώνται σε μεγάλους κρυστάλλους που είναι έντονα σερικιτωμένοι, ασβεστιτωμένοι και σωσσυριτωμένοι. Κατά θέσεις παρατηρούνται αμφιβολίτες και αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι. Συχνά ο σχηματισμός διασχίζεται από βασικά εκρηξιγενή πετρώματα μη μεταμορφωμένα. Η ηλικία του θεωρείται προ-Λιθανθρακοφόρος.

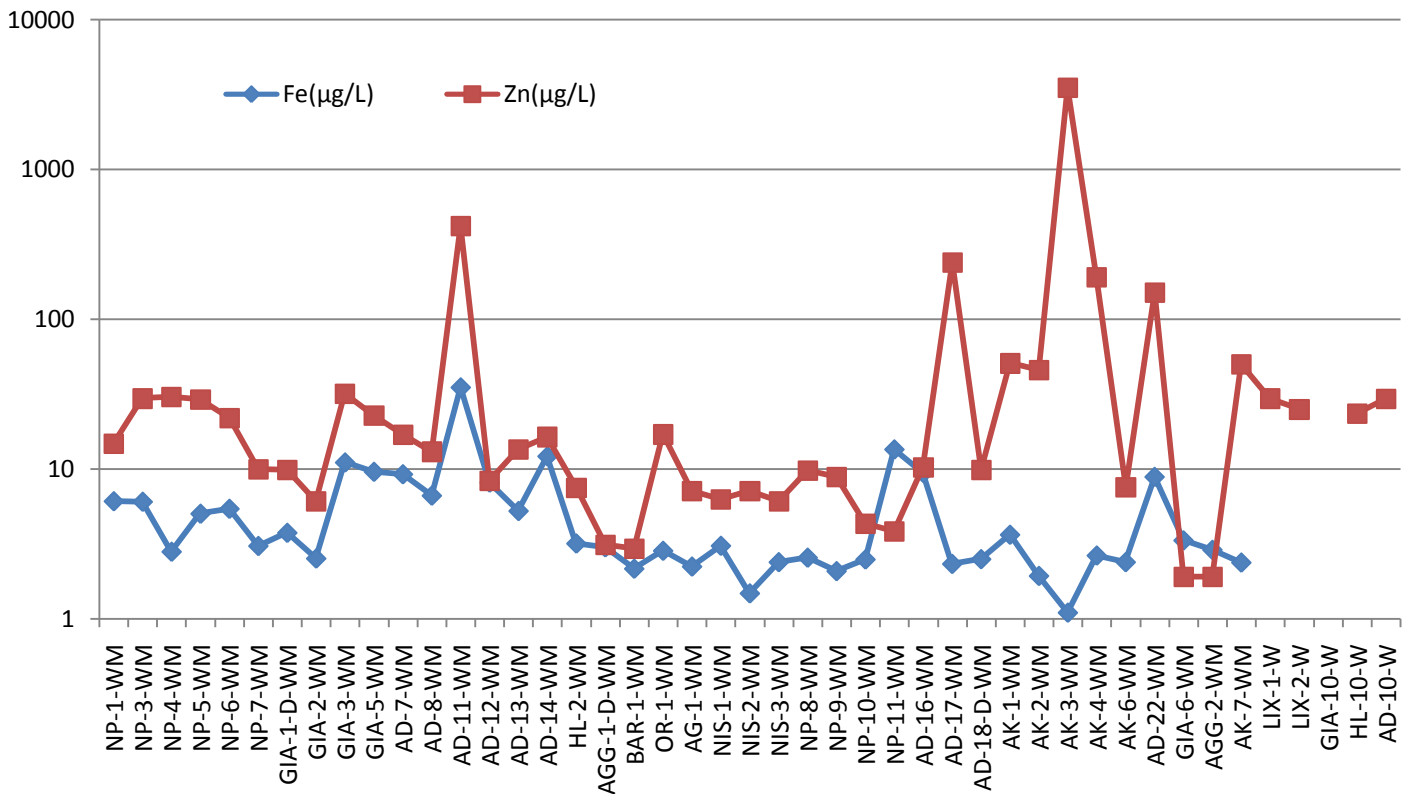
Από τα λογαριθμικά διαγράμματα των εικόνων Γ.3.36, 37 και τους χάρτες Γ.3.26, 23, 24, 29, παρατηρείται αξιοπρόσεκτη συμμεταβολή των συγκεντρώσεων των στοιχείων Fe-Zn, Zn-Mg, αλλά και η σύνδεση των συγκεντρώσεων αυτών των στοιχείων με τις συγκεντρώσεις του Mn κατά τόπους.

Από τα διαγράμματα των εικόνων Γ.3.36, 37, παρατηρείται πως στην περιοχή παρουσιάζονται ιδιαίτερα αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων Zn όπως στο δείγμα AK-3-WM όπου περιέχει 3510μg/L, αλλά και στα δείγματα AD-11-WM, AD-22-WM, AD-17-WM, AK-4-WM με τιμές >150μg/L. Αντίστοιχα, οι συγκεντρώσεις Mn παρουσιάζονται ιδιαίτερα αυξημένες στα δείγματα OR-1-WM, AG-1-WM, NP-1-WM (260, 120, 89μg/L αντίστοιχα). Ο Fe στα GIA-3-WM, GIA-4-WM, AD-11-WM, AD-14-WM, NP-11-WM παρουσιάζει συγκεντρώσεις μεγαλύτερες των 10μg/L. Τέλος, το Mg στα NP-3-WM, NP-5-WM, AGG-1-D-WM, AGG-2-WM, BAR-1-WM, OR-1-WM, GIA-6-WM έχει συγκεντρώσεις άνω των 40mg/L.

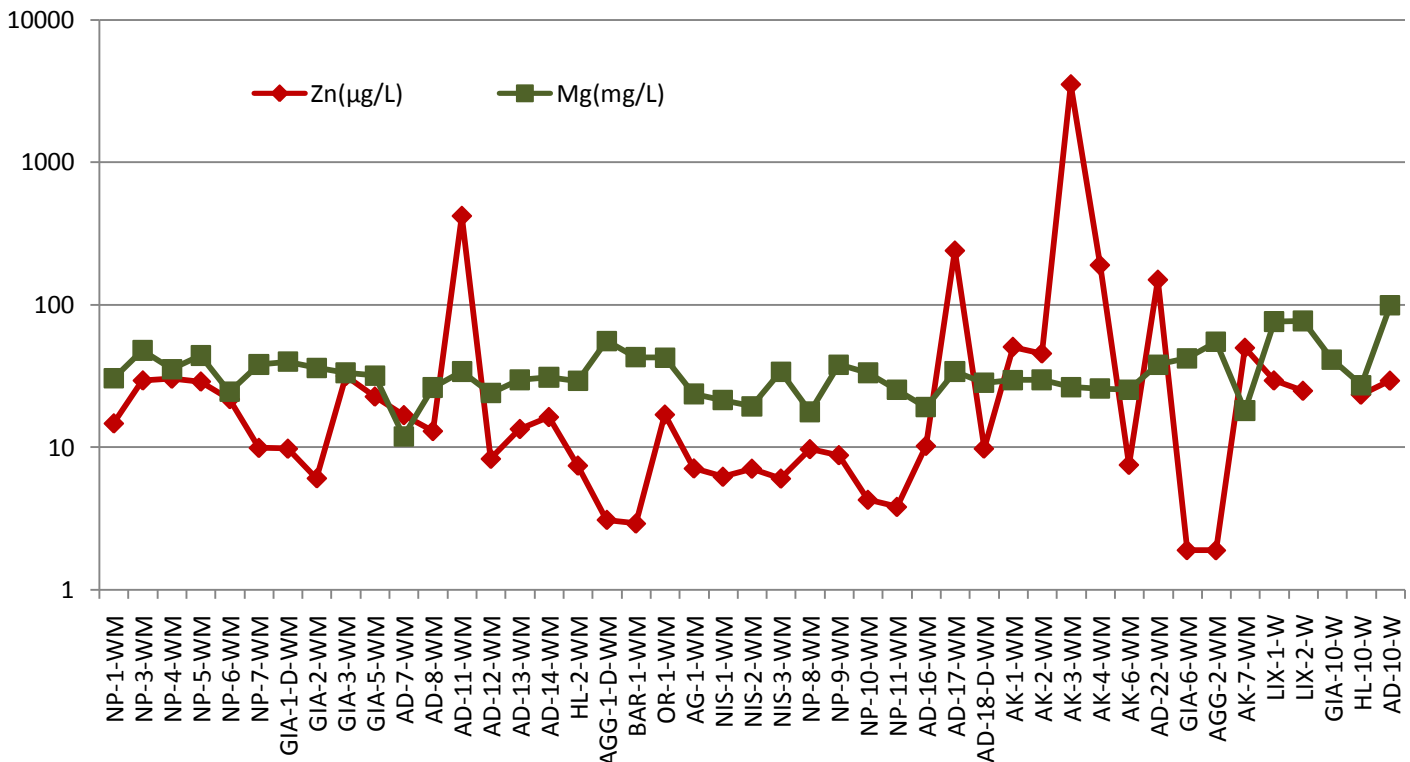
Άξιο προσοχής είναι ότι παρόμοιο φαινόμενο παρουσιάζεται και στην περιοχή του χωριού των Γιάλτρων, παρά το γεγονός ότι δεν έχουμε επιφανειακή εμφάνιση του κρυσταλλικού υποβάθρου. Πλησίον των Γιάλτρων, στη περιοχή του Κάβου-Λιχάδας έχουμε εμφάνιση υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς. Πιθανότατα κάποιος από αυτούς τους σχηματισμούς να υπόκειται των μεταλλικών σχηματισμών, πάνω στους οποίους εντοπίζεται το χωριό ή οι μεταλλικοί σχηματισμοί αυτοί να έχουν δεχθεί υλικό (μέσω διαδικασιών αποσάθρωσης και διάβρωσης) από τους σχηματισμούς είτε του κρυσταλλικού υποβάθρου, είτε των υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς.

Στον πίνακα Γ.3.26, δίνονται οι αναλύσεις των δειγμάτων ψυχρών νερών που πραγματοποιήθηκαν με φασματοσκοπία πλάσματος (ICP-MS). Αν και το πλήθος των δειγμάτων δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλο, έτσι ώστε μόνο από αυτές τις αναλύσεις να διεξαχθούν ξεχωριστά συμπεράσματα, παρόλα αυτά είναι εμφανές ότι οι συγκεντρώσεις των στοιχείων Al, As, B, Ba, Br, Cs, Cu, Li, Mo, Rb, Se, Si, Sr, V,

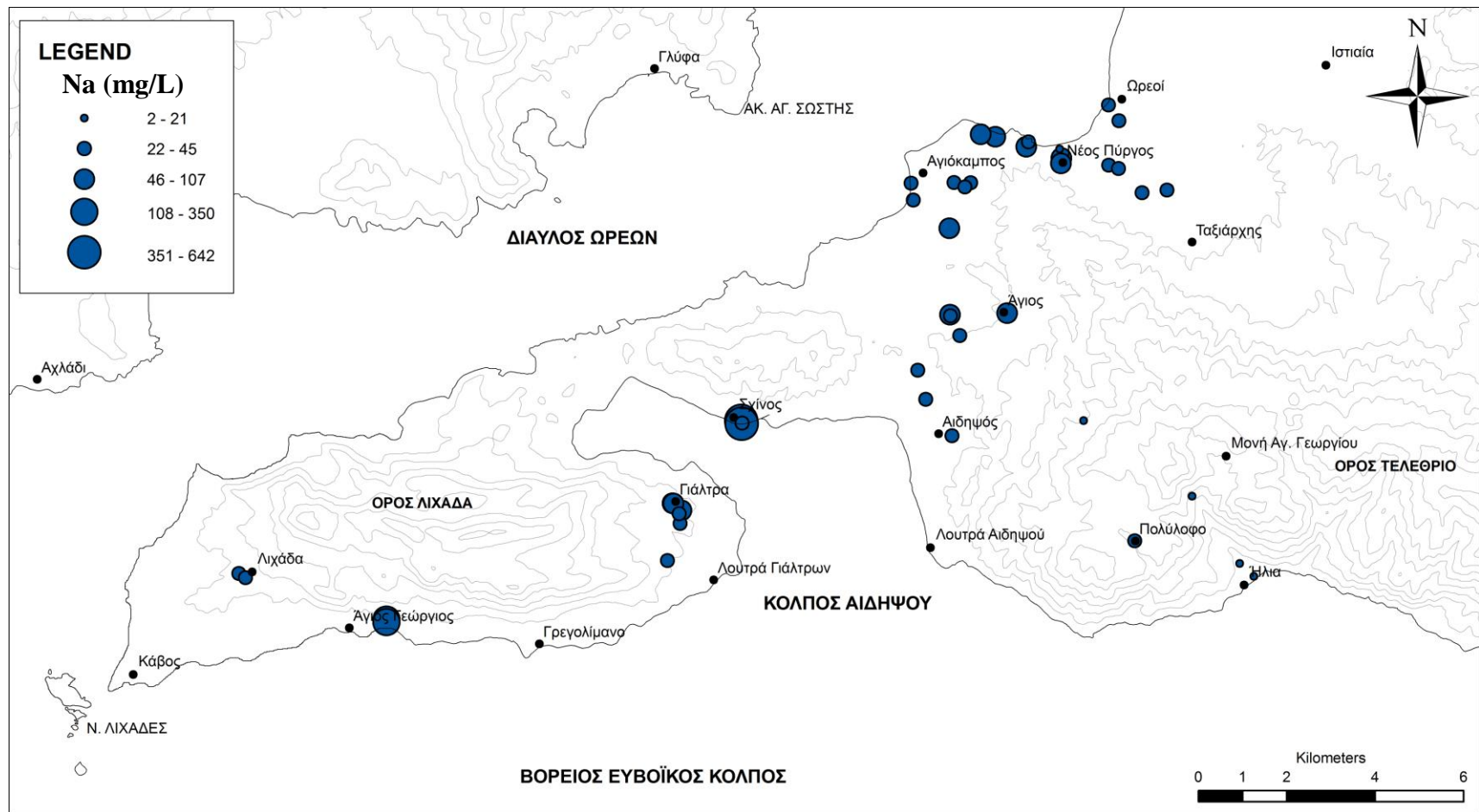
στα υπόγεια ψυχρά νερά της Βόρειας Εύβοιας, επιβεβαιώνουν την άποψη ότι τα διάφορα πετρώματα δρουν καταλυτικά στην χημική σύσταση των υπόγειων ψυχρών νερών της περιοχής.



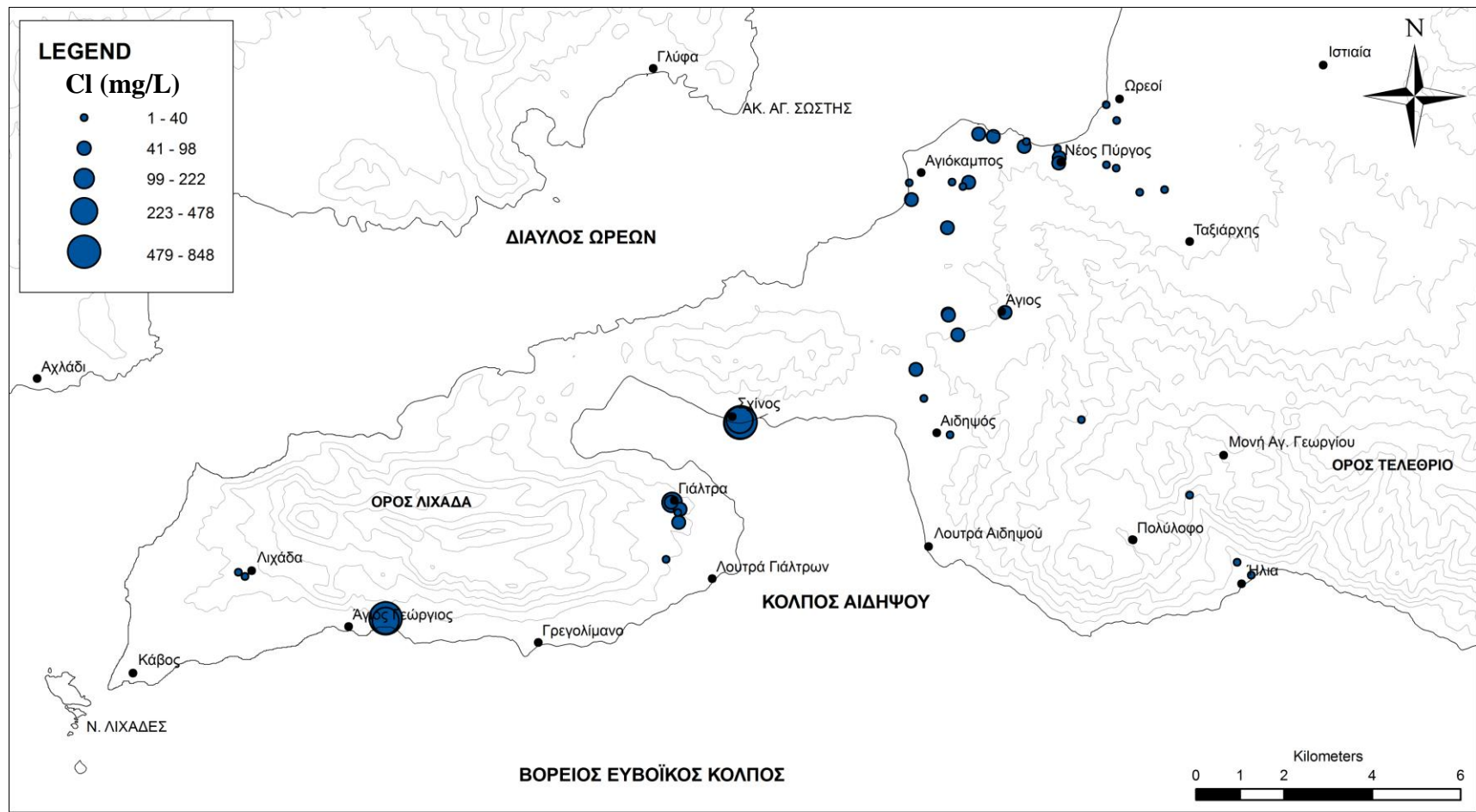
Εικόνα Γ.3.36. Λογαριθμικό διάγραμμα συγκεντρώσεων Zn, Fe, στα ψυχρά νερά της Β. Εύβοιας.



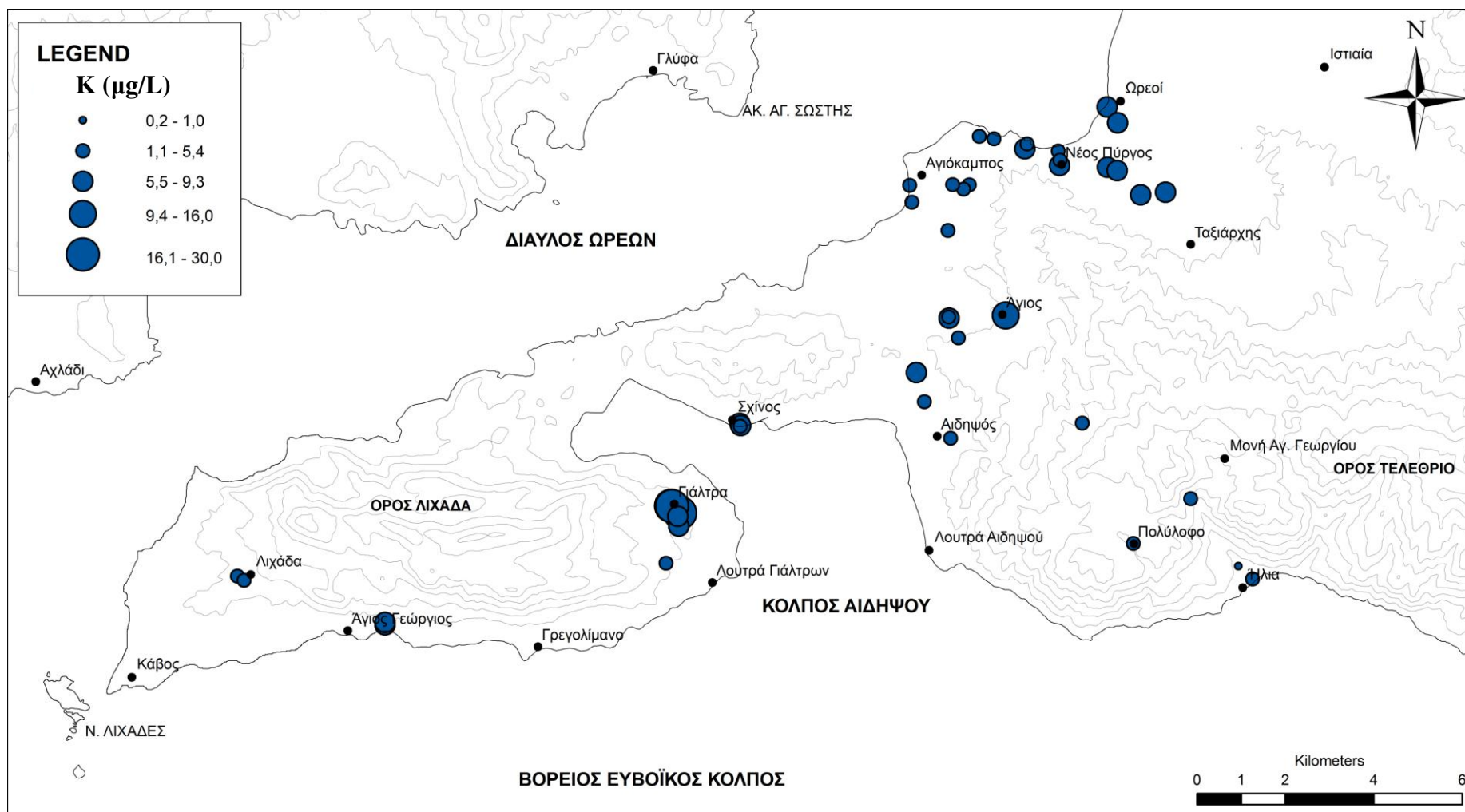
Εικόνα Γ.3.37. Λογαριθμικό διάγραμμα συγκεντρώσεων Zn, Mg, στα ψυχρά νερά της Β. Εύβοιας.



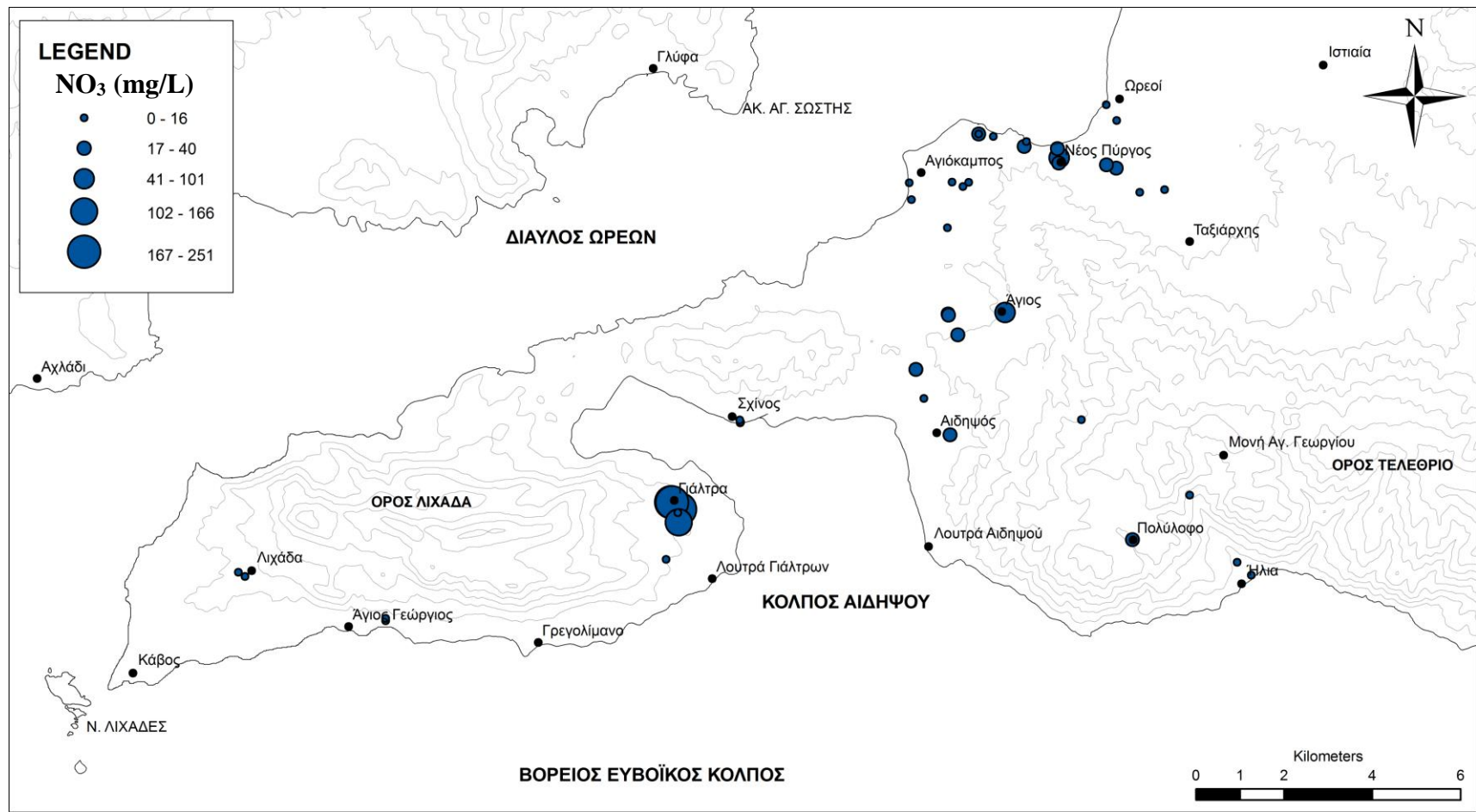
Χάρτης Γ.3.17. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Na στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Β. Εύβοιας.



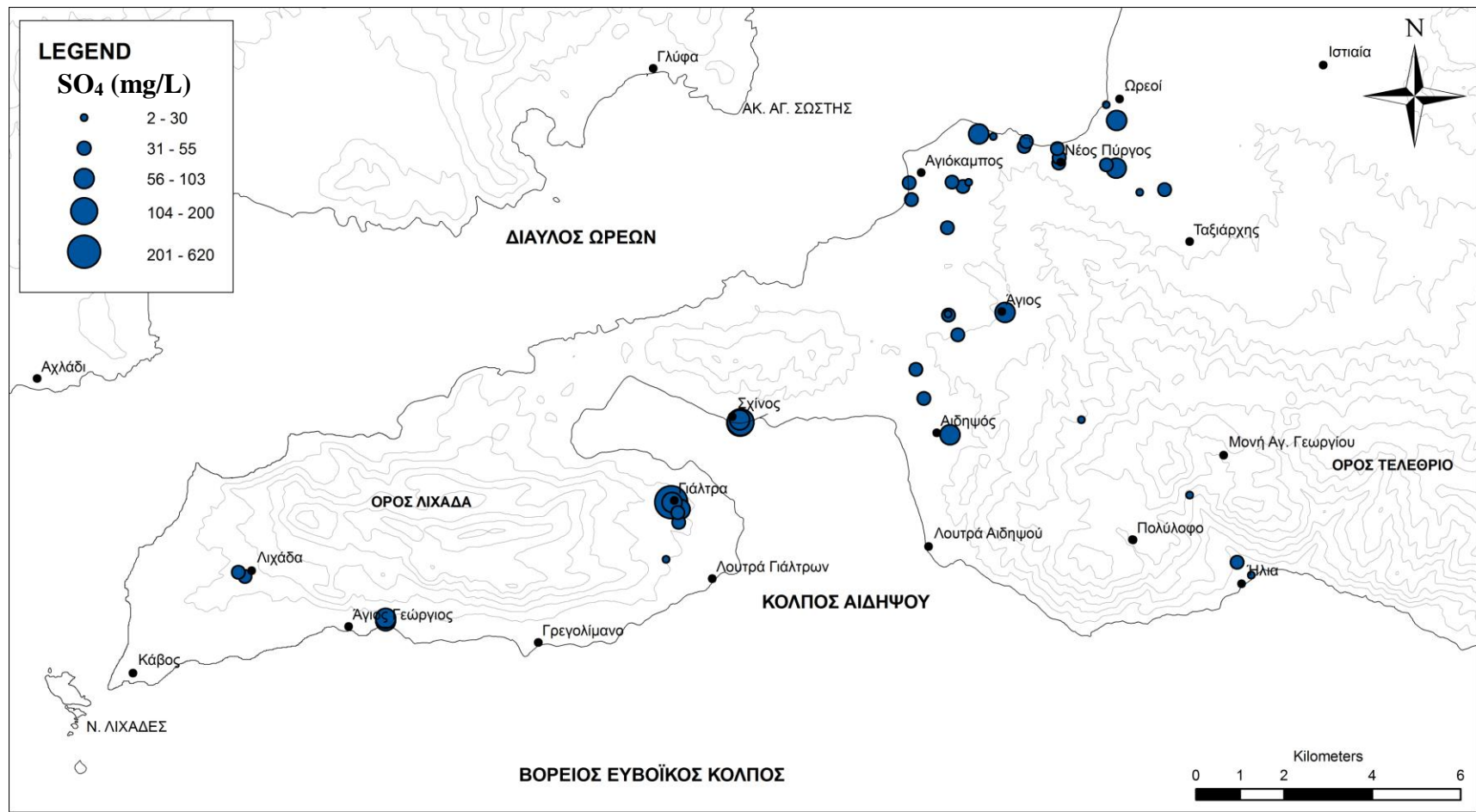
Χάρτης Γ.3.18. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Cl στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Β. Εύβοιας.



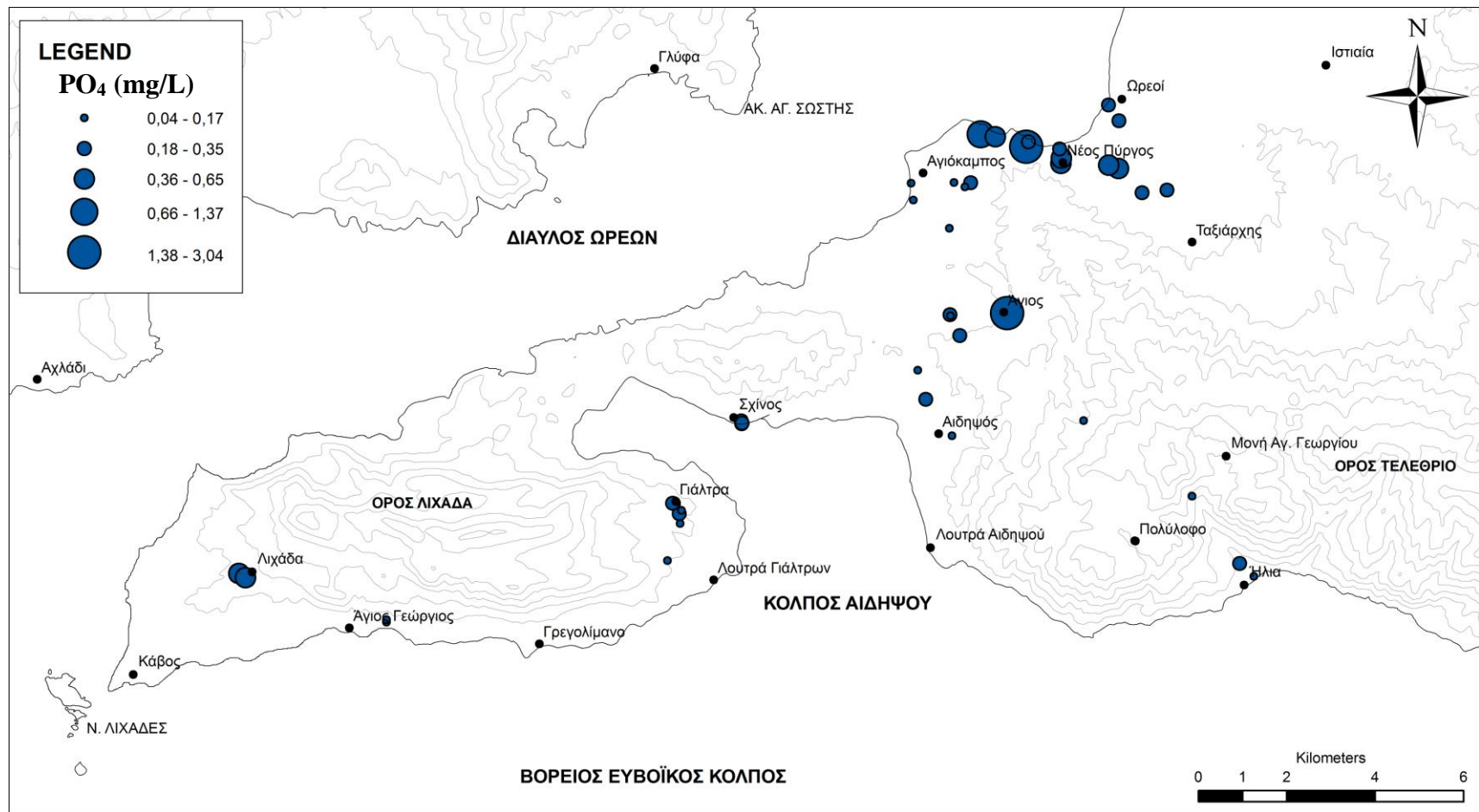
Χάρτης Γ.3.19. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Κ στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Β. Εύβοιας.



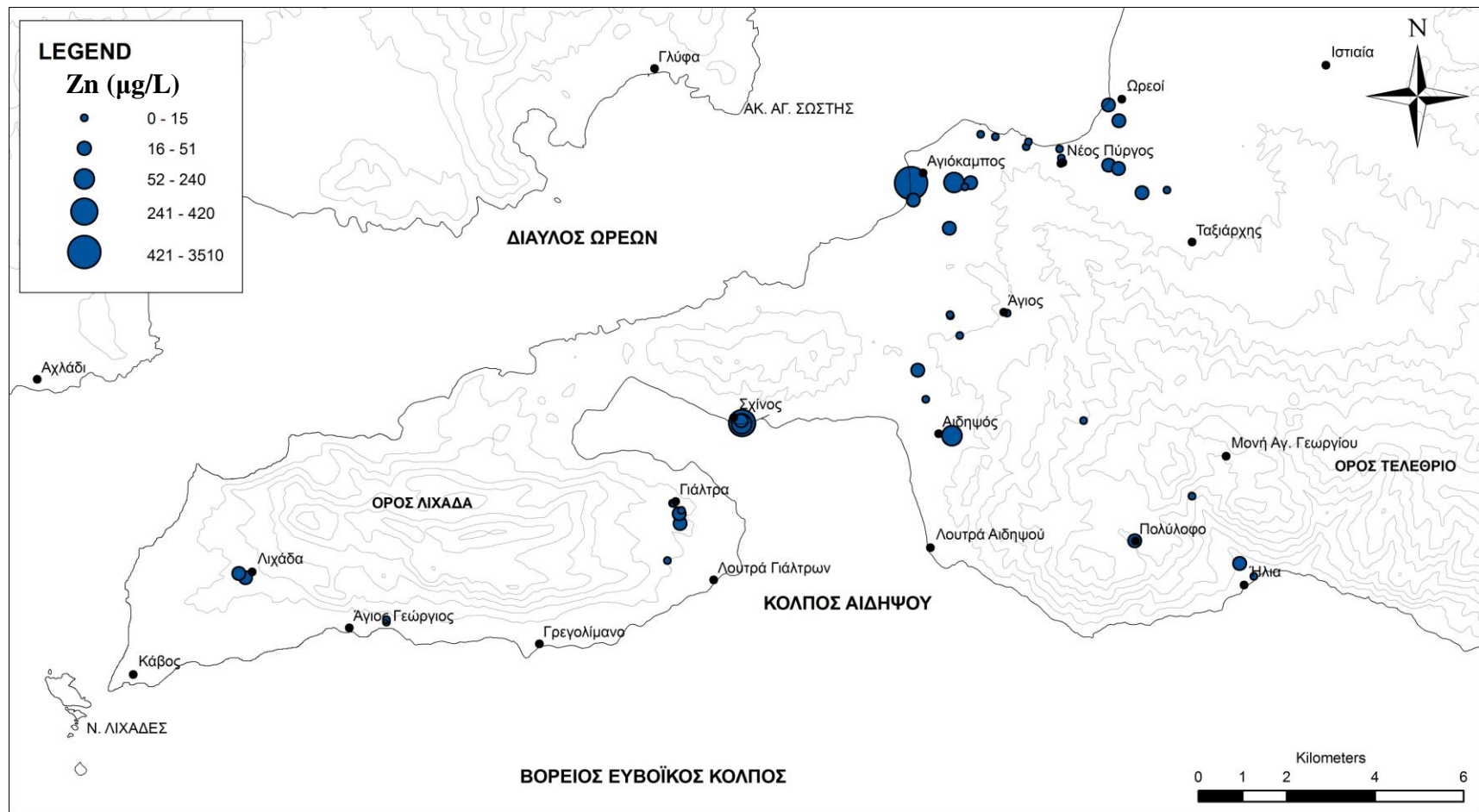
Χάρτης Γ.3.20. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων NO₃ στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Β. Εύβοιας.



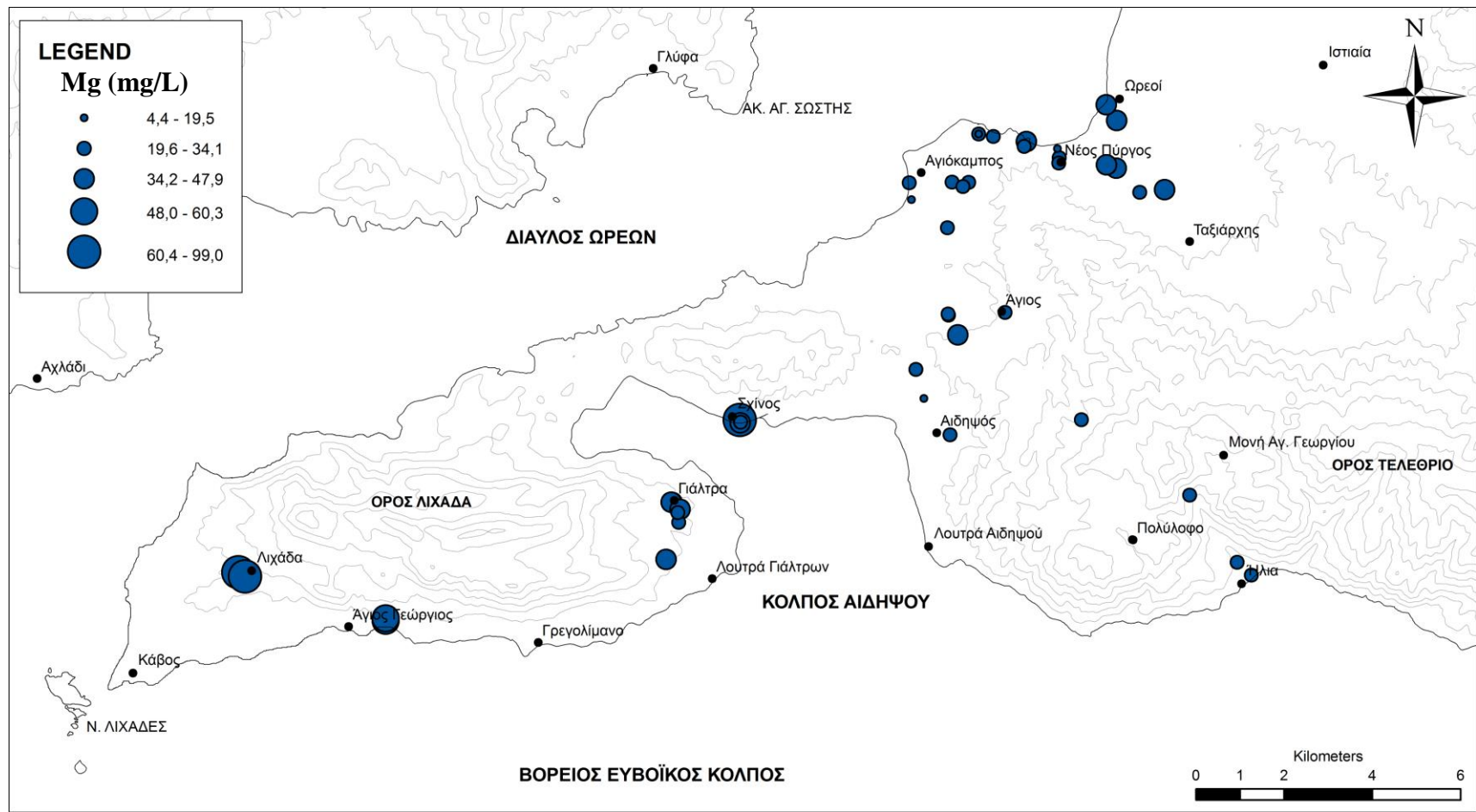
Χάρτης Γ.3.21. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων SO₄ στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Β. Εύβοιας.



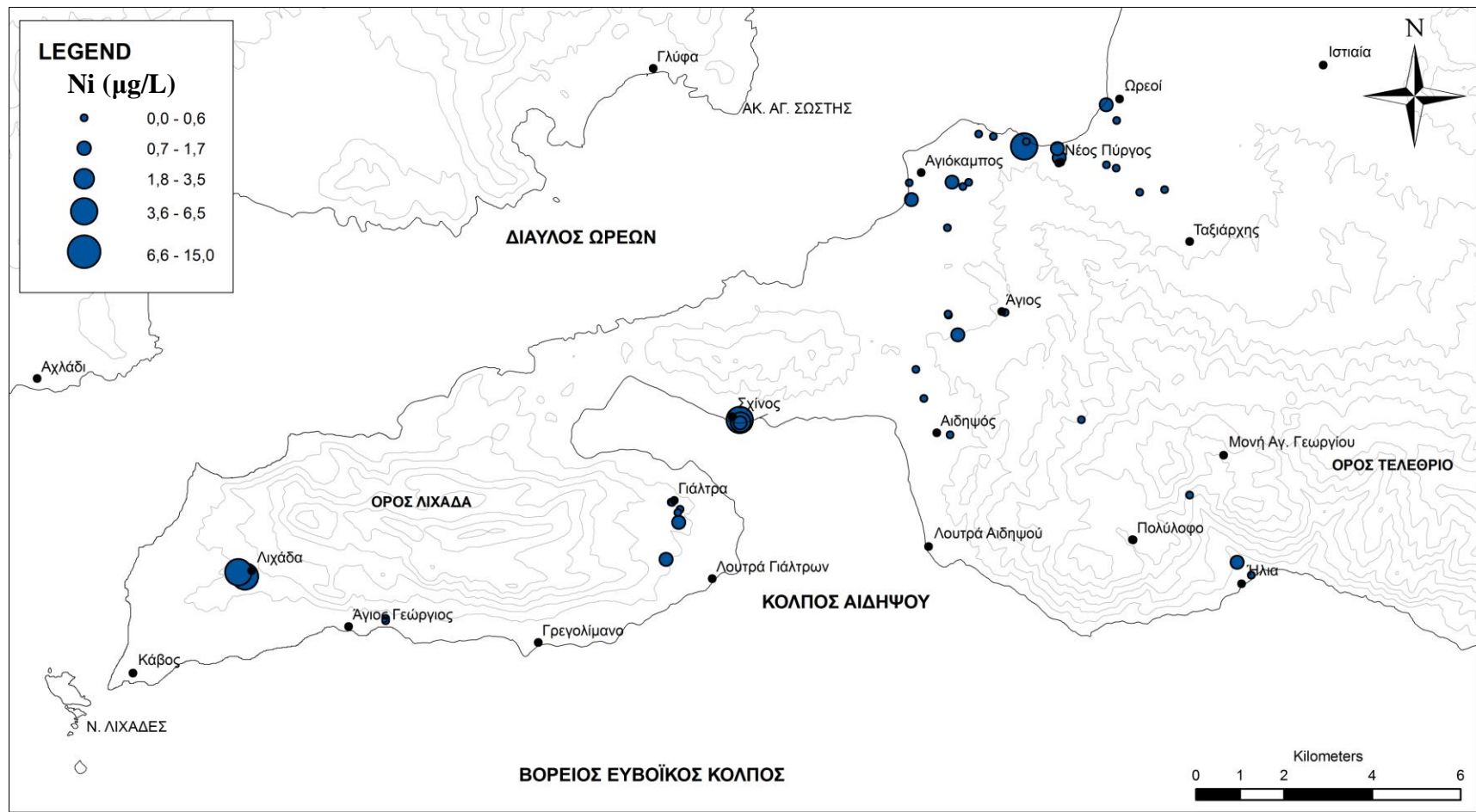
Χάρτης Γ.3.22. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων PO₄ στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Β. Εύβοιας.



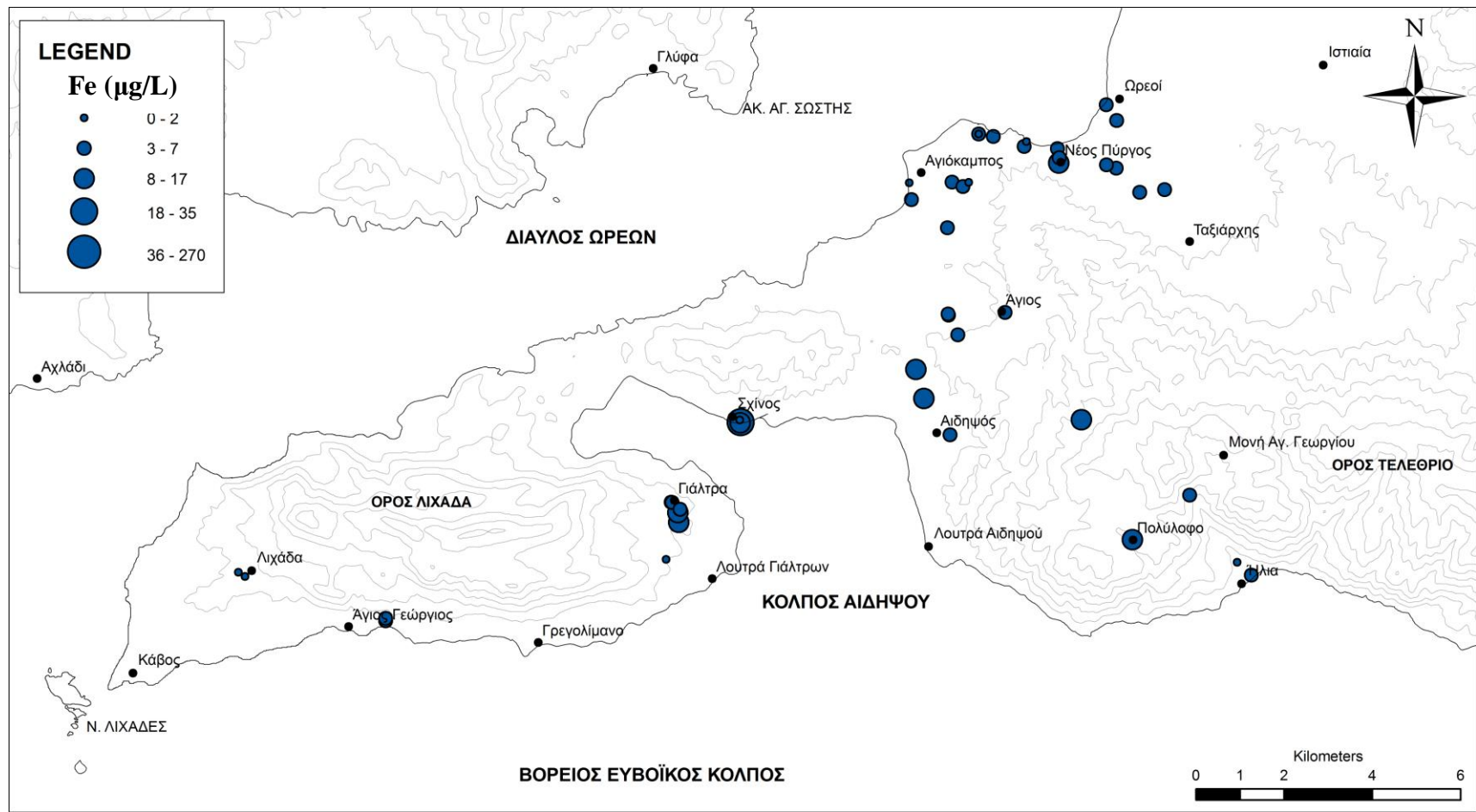
Χάρτης Γ.3.23. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Zn στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Β. Εύβοιας.



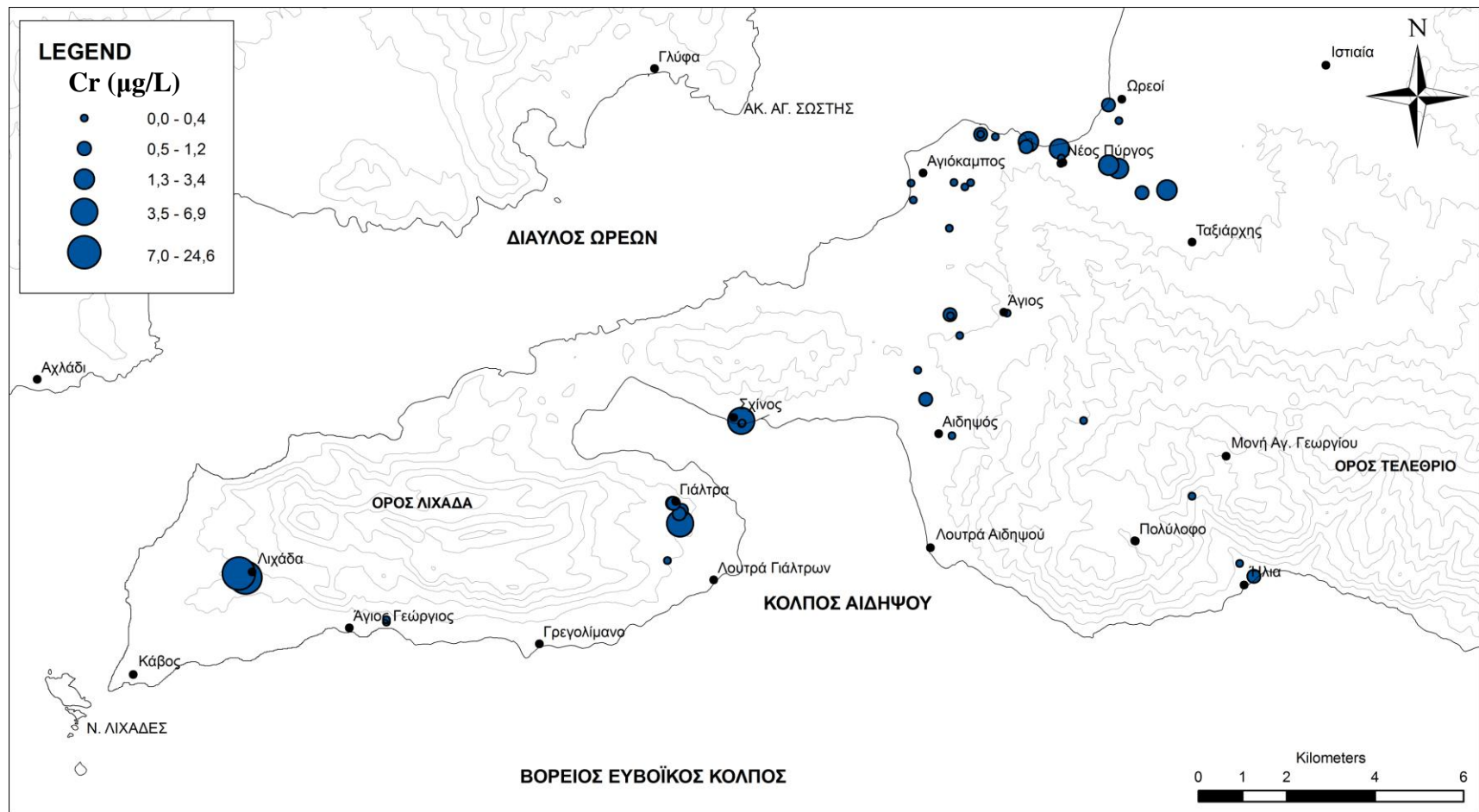
Χάρτης Γ.3.24. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Mg στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Β. Εύβοιας.



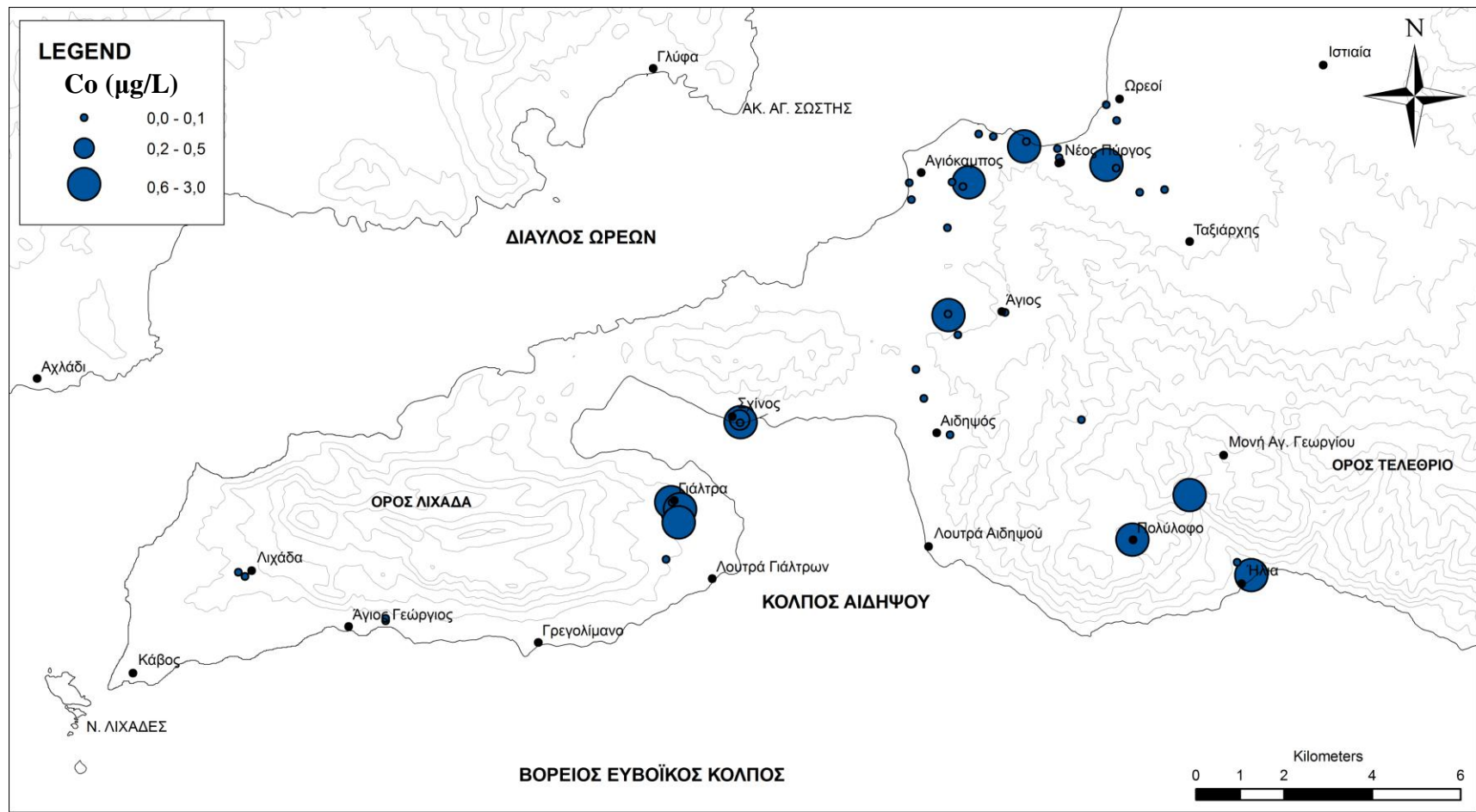
Χάρτης Γ.3.25. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Νι στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Β. Εύβοιας.



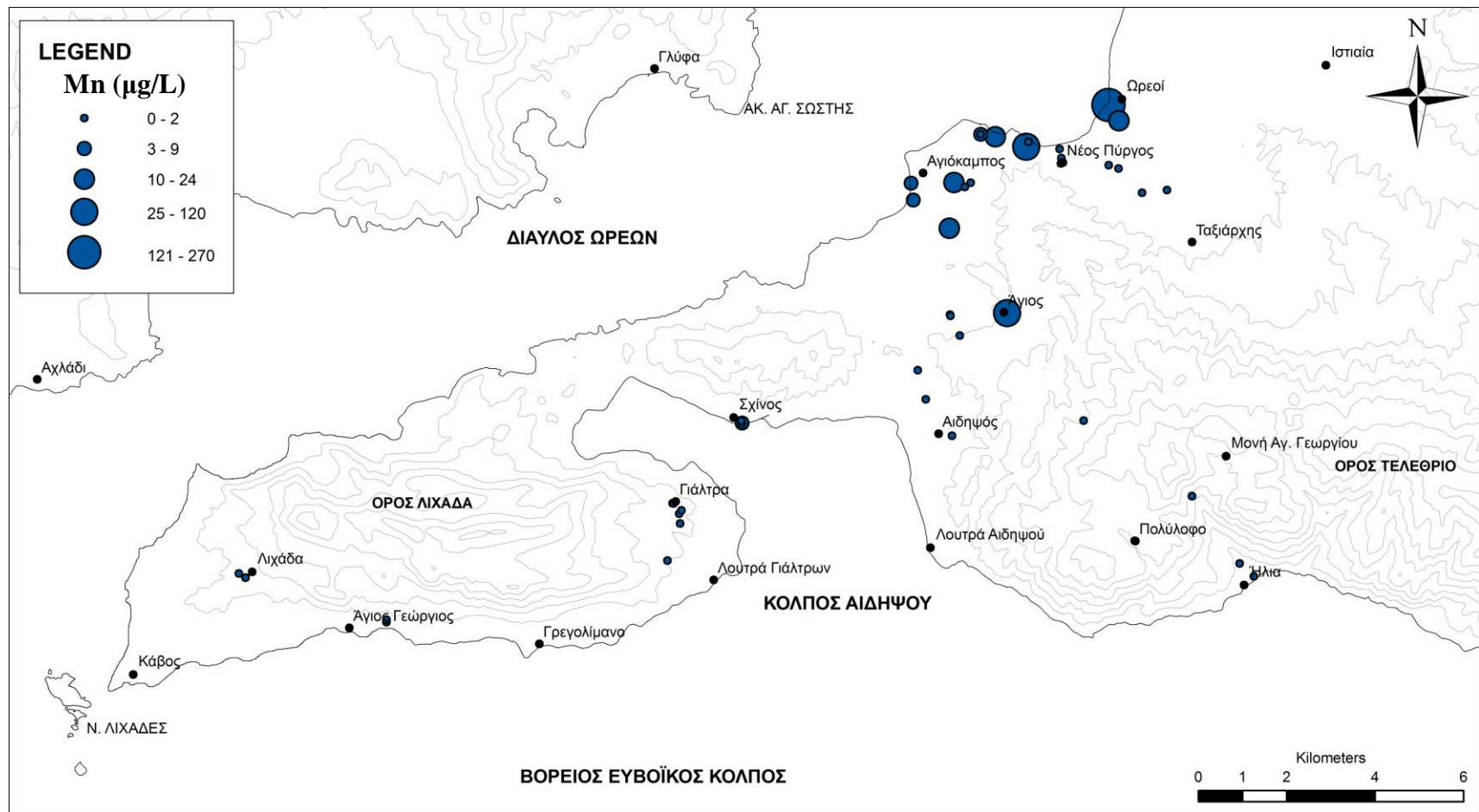
Χάρτης Γ.3.26. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Fe στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Β. Εύβοιας.



Χάρτης Γ.3.27. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Cr στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Β. Εύβοιας.



Χάρτης Γ.3.28. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Co στα υπόγεια ψυχρά νερά στην περιοχή της Β. Εύβοιας.



Χάρτησ Γ.3.29. Χάρτησ κατανομήσ συγκεντρώσων Mn στα υπόγεια ψυχρά νερά στη περιοχή τησ Β. Εύβοιασ.

Γ.3.2.9. Η ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

Γ.3.2.9.1. Σταθερότυπα πόσιμου νερού

Στον πίνακα Γ.3.2.3 παρουσιάζονται οι χημικές αναλύσεις των δειγμάτων ψυχρού νερού που εξετάστηκαν από την περιοχή της Β. Εύβοιας. Ταυτόχρονα αναφέρονται και τα ανώτατα και ενδεικτικά όρια ποσιμότητας (βάσει της Οδηγίας 98/83/ΕΚ) κάθε χημικής παραμέτρου που αναλύθηκε.

Υπέρβαση του ενδεικτικού ορίου ποσιμότητας παρατηρείται στα:

- Μn στα δείγματα NP-1-WM, OR-1-WM, AG-1-WM,
- Na στα δείγματα AGG-1-D-WM, AD-22-WM (επαν. AD-11-WM), AGG-2-WM (επαν. AGG-1-D-WM), AD-10-W
- Ca στα δείγματα AD-11-WM, AG-1-WM, AD-22-WM (επαν. AD-11-WM),
- SO₄ στο δείγμα GIA-1-D-WM
- και τέλος, στο CND στα δείγματα AD-11-WM, AD-22-WM (επαν. AD-11-WM), AD-10-W.

Υπέρβαση στο ανώτατο όριο ποσιμότητας παρατηρείται στο NO₃, στα δείγματα GIA-1-D-WM, GIA-2-WM, GIA-3-WM, AG-1-WM, NP-10-WM, GIA-6-WM, με συνέπεια τα συγκεκριμένα δείγματα να κρίνονται ακατάλληλα για πόση.

Από τα δείγματα που εξετάστηκαν, τα NP-6-WM, NP-7-WM, AD-7-WM, AD-8-WM, AD-12-WM, AD-13-WM (επαν. AD-18-D-WM), όπως έχει προαναφερθεί χρησιμοποιούνται για υδροδότηση οικισμών, είτε περιστασιακά, είτε σε μόνιμη βάση, από τα οποία κανένα δεν υπερβαίνει κάποιο από τα ανώτατα όρια ποσιμότητας.

Γ.3.2.9.2. Σταθερότητα αρδευτικού νερού - Διαγράμματα ταξινόμησης αρδευτικών νερών – (SAR-EC)

Πίνακας Γ.3.36. Κατάταξη δειγμάτων κατά SAR.

	ΠΕΛΙΟ		EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	S.A.R.	E.S.R	Magnesium Hazard
NP-1-WM	C2	S1	364	2,190	0,626	41,2
NP-3-WM	C2	S1	345	0,712	0,171	45,7
NP-4-WM	C2	S1	312	0,837	0,224	41,6
NP-5-WM	C2	S1	384	0,763	0,186	43,1
NP-6-WM	C1	S1	247	0,885	0,272	38,4
NP-7-WM	C2	S1	585	0,852	0,226	44,1
GIA-1-D-WM	C2	S1	449	2,400	0,619	43,6
GIA-2-WM	C2	S1	416	2,252	0,601	42,4
GIA-3-WM	C1	S1	215	0,997	0,286	45,1
GIA-5-WM	C1	S1	241	0,800	0,245	49,4
AD-7-WM	C2	S1	254	0,759	0,276	26,1
AD-8-WM	C1	S1	176	0,266	0,091	50,3
AD-11-WM	C3	S1	826	0,811	0,143	21,9
AD-12-WM	C1	S1	163	0,273	0,095	48
AD-13-WM	C2	S1	299	1,026	0,288	38,6
AD-14-WM	C2	S1	254	0,975	0,280	42,3
HL-2-WM	C1	S1	169	0,284	0,092	51,2
AGG-1-D-WM	C3	S1	767	5,725	1,370	52,6
BAR-1-WM	C2	S1	332	0,571	0,139	41,7
OR-1-WM	C1	S1	247	0,625	0,166	49,8
AG-1-WM	C2	S1	397	1,330	0,339	25,4
NIS-1-WM	C2	S1	273	1,299	0,388	31,5
NIS-2-WM	C2	S1	267	1,696	0,542	32,8
NIS-3-WM	C2	S1	267	1,404	0,427	51,9
NP-8-WM	C1	S1	182	0,428	0,140	31,4
NP-9-WM	C2	S1	267	0,576	0,153	44
NP-10-WM	C2	S1	273	1,278	0,375	47,4
NP-11-WM	C1	S1	228	1,414	0,459	44,1
AD-16-WM	C1	S1	215	0,938	0,297	31,8
AD-17-WM	C2	S1	267	0,949	0,265	43,9
AD-18-D-WM	C2	S1	309	1,214	0,332	35
AK-1-WM	C2	S1	267	1,444	0,436	44,5
AK-2-WM	C1	S1	241	1,183	0,374	49,1
AK-3-WM	C2	S1	254	0,774	0,215	33,7
AK-4-WM	C1	S1	208	0,643	0,198	40,4
AK-6-WM	C1	S1	215	0,636	0,194	38,9
AD-22-WM	C3	S2	1151	8,569	1815,000	28,1
GIA-6-WM	C2	S1	429	1,838	0,479	47,3
AGG-2-WM	C3	S1	780	6,224	1,535	55,2
AK-7-WM	C2	S1	299	1,170	0,358	28
LIX-1-W	C2	S1	351	0,506	0,111	60,2
LIX-2-W	C2	S1	338	0,513	0,112	60,6
GIA-10-W	C1	S1	202	0,562	0,159	54,6
HL-10-W	C1	S1	163	0,397	0,128	46,7
AD-10-W	C2	S1	2360	7,117	0,907	26,4

Έχοντας υπολογίσει το SAR (Sodium Assorption Ratio), Συντελεστής Προσρόφησης Νάτριου, που είναι ένα βασικό κριτήριο της καταλληλότητας ενός νερού για άρδευση και χρησιμοποιώντας την κατάταξη του αρδευτικού νερού βασισμένη στο SAR και την αγωγιμότητα, βάσει του U.S. Salinity Laboratory (1954), τα δείγματα μας χωρίζονται στις κατηγορίες που φαίνονται στον πίνακα Γ.3.36.

Πιο αναλυτικά έχουμε:

S1-C1 (Νερό μικρής αλκαλικότητας - μικρής αλατότητας): Αυτή η κατηγορία είναι η δεύτερη σε πλήθος δειγμάτων. Βάσει της αλκαλικότητας τα νερά αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άρδευση όλων των εδαφών. Αλλά και βάσει της αλατότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για όλες τις καλλιέργειες και σε όλα τα εδάφη.

S1-C2 (Νερό μικρής αλκαλικότητας - μέσης αλατότητας): Αυτή η κατηγορία είναι η μεγαλύτερη σε πλήθος δειγμάτων. Βάσει της αλκαλικότητας τα νερά αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άρδευση όλων των εδαφών. Αλλά βάσει της αλατότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εδάφη με μέτρια απόπλυση που στραγγίζονται καλά και για φυτά με μέτρια ανθεκτικότητα σε άλατα.

S1-C3 (Νερό μικρής αλκαλικότητας - υψηλής αλατότητας): Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα δείγματα AD-11, AGG-1-D, AGG-2, τα οποία πέρχονται από την περιοχή του Σχίνου και Αγίου Γεωργίου, σε πολύ μικρή απόσταση από την θάλασσα. Βάσει της αλκαλικότητας τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άρδευση όλων των εδαφών Αλλά βάσει της αλατότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εδάφη που παρουσιάζουν καλή στράγγιση και για φυτά ανθεκτικά σε άλατα.

S2- C3 (Νερό μέσης αλκαλικότητας - υψηλής αλατότητας): Σε αυτή την κατηγορία ανήκει μόνο το δείγμα AD-22, το οποίο είναι σχετικά με τα υπόλοιπα το πιο επιβαρημένο. Βάσει της αλκαλικότητας του μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση διαπερατών και καλά στραγγιζόμενων χονδρόκοκκων εδαφών ή οργανικών εδαφών με ικανοποιητική περατότητα. Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα πολύ λεπτόκοκκα εδάφη που η στράγγιση και η απόπλυση είναι ανεπαρκής, εκτός αν υπάρχει στο έδαφος γύψος. Βάσει της αλατότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εδάφη που παρουσιάζουν καλή στράγγιση και για φυτά ανθεκτικά σε άλατα.

Εξετάζοντας τους δείκτες E.S.R. και MH (Magnesium Hazard) από τον πίνακα Γ.3.36, διαπιστώνεται επιβάρυνση των νερών καθώς από τα 45 δείγματα που εξετάστηκαν μόνο τα 8 παρουσιάζουν MH>50 και άρα δεν συνίστανται για άρδευση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ.3.3. ΦΥΤΑ

Γ.3.3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από την περιοχή της Β. Εύβοιας συλλέχθηκαν (Πιν. Γ.3.37, Εικ. Γ.3.38) και αναλύθηκαν 32 δείγματα διαφόρων φυτών (Πιν. Γ.3.38), (14 εξ' αυτών είναι δείγματα από δέντρα ελιάς).

Κύριος στόχος ήταν η συλλογή των επικρατέστερων ειδών της τοπικής χλωρίδας.

Παράλληλα όμως, καταβλήθηκε ιδιαίτερη προσπάθεια, για να εντοπιστούν είδη συσσωρευτών γνωστών από την βιβλιογραφία. Η προσπάθεια αυτή στέφτηκε με επιτυχία, καθώς εντοπίστηκε στην περιοχή του Κάβου, σε άμεση γειτονία με εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς, το *Alyssum chalcidicum* (KABOS-3-P), το οποίο είναι συσσωρευτής Ni. Στην περιοχή όπου εντοπίστηκε το συγκεκριμένο είδος συσσωρευτή, πραγματοποιήθηκε συστηματική δειγματοληψία, διαφόρων φυτών. Με σκοπό να διαπιστωθεί, το πώς συμπεριφέρονται τα υπόλοιπα είδη χλωρίδας, κάτω από τις ιδιαίτερες συνθήκες stress (υπάρχουν υψηλές τιμές μετάλλων στο έδαφος).

Πιο αναλυτικά στην περιοχή του Κάβου, σε μια εμφάνιση υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς, εντοπίστηκε εκτός από το *Alyssum chalcidicum* (KABOS-3-P), το *Silena fabaria* (KABOS-5-P), το *Hirschfeldia incana* (KABOS-4-P), το *Melilotus indica* (KABOS-6-P), το *Dittrichia viscosa* (KABOS-7-P), το *Convolvulus cantabrica* (KABOS-8-P). Σε διπλανό ελαιώνα (<150m) εντοπίστηκε πάλι το *Hirschfeldia incana* (KABOS-2-P), όπου και συλλέχθηκε ξανά σαν ξεχωριστό δείγμα. Παράλληλα από τον ελαιώνα αυτό, συλλέχθηκε και δείγμα από δέντρο ελιάς *Olea europaea* (KABOS-1-P).

Αντίστοιχη πρακτική εφαρμόστηκε και στη περιοχή των Λουτρών Αιδηψού, όπου διαπιστώθηκαν φυτά να φύονται απευθείας πάνω σε εύθρυπτο εδαφικό ορίζοντα, ο οποίος έχει προέρθει αποκλειστικά από αποθέσεις θερμών πηγών. Πιο συγκεκριμένα, τα δείγματα που εντοπίστηκαν και συλλέχθηκαν, κάτω από αυτές τις συνθήκες, είναι τα *Limonium oleifolium* (AD-10-P) και *Juncus acutus* (AD-11-P).

Παράλληλα, αναφέρεται ότι συλλέχθηκε και το μονοετές βρώσιμο είδος *Triticum durum* (κοιν. Σιτάρι) από την περιοχή του Νέου Πύργου (NP-4-P).

Τέλος, συλλέχθηκαν δείγματα από πολυετή φυτά και πιο συγκεκριμένα, δείγματα από δέντρα ελιάς. Στο συγκεκριμένο είδος συλλέχθηκαν φύλλα και ώριμοι καρποί, στους οποίους έγινε διαχωρισμός της ψίχας από τον πυρήνα και αναλύθηκαν ξεχωριστά.

Γ.3.3.2. ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

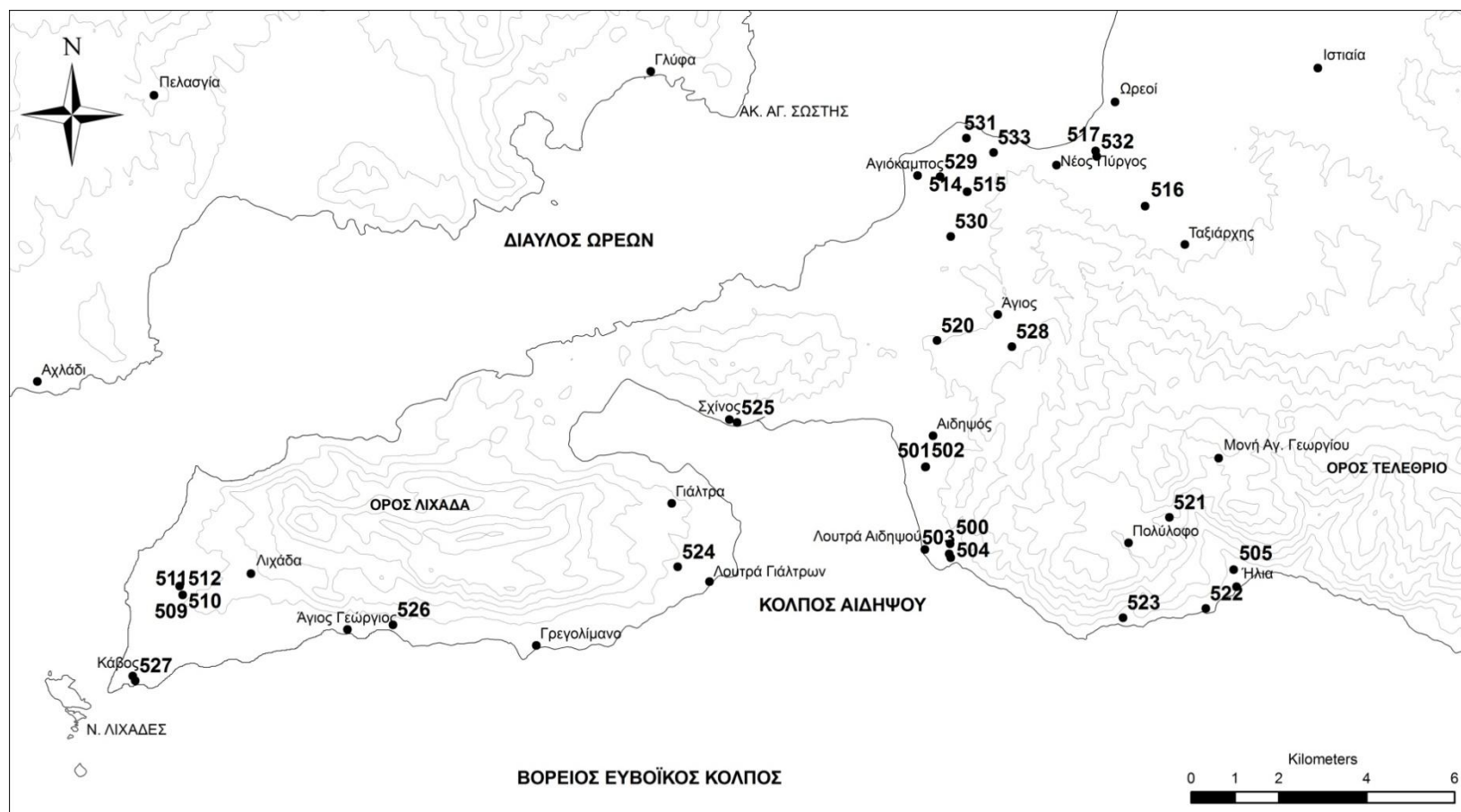
Πίνακας Γ.3.37. Θέσεις δειγματοληψίας και ταυτοποίηση των δειγμάτων φυτών από τις περιοχές της Β. Εύβοιας.

ΑΡΙΘ. ΔΕΙΓΜ. ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΦΥΤΟΥ*	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΗΜΕΡΟΜ.	ΑΝΤ. ΕΛΑΦΟΣ
520	AD-1-P	N38 53.930 E23 02.682	<i>Olea europaea</i> L.	ΑΙΔΗΨΟΣ	23/11/2007	AD-1
500	AD-3-P	N38 51.439 E23 02.921	<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagrèze-Fossat	ΑΙΔΗΨΟΣ	1/5/2008	AD-11
501	AD-5-P	N38 52.377 E23 02.517	<i>Malabaila involucrata</i> Boiss. & Spruner	ΑΙΔΗΨΟΣ	1/5/2008	AD-13
502	AD-6-P	N38 52.379 E23 02.526	<i>Euphorbia characias</i> L.	ΑΙΔΗΨΟΣ	1/5/2008	AD-13
503	AD-10-P	N38 51.315 E23 02.908	<i>Limonium oleifolium</i> Miller	ΑΙΔΗΨΟΣ	1/5/2008	AD-24
504	AD-11-P	N38 51.268 E23 02.933	<i>Juncus acutus</i> L.	ΑΙΔΗΨΟΣ	1/5/2008	AD-24
521	PL-1-P	N38 51.790 E23 06.367	<i>Olea europaea</i> L.	ΠΟΛΥΛΟΦΟ	23/11/2007	PL-1
522	HL-1-P	N38 50.677 E23 06.956	<i>Olea europaea</i> L.	ΗΛΙΑ	23/11/2007	HL-1
523	HL-2-P	N38 50.554 E23 05.653	<i>Olea europaea</i> L.	ΗΛΙΑ	23/11/2007	HL-2
505	HL-3-P	N38 51.156 E23 07.387	<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagrèze-Fossat	ΗΛΙΑ	30/4/2008	HL-4
524	GIA-1-P	N38 51.120 E22 58.638	<i>Olea europaea</i> L.	ΓΙΑΛΤΡΑ	22/11/2007	
525	GIA-2-P	N38 52.898 E22 59.545	<i>Olea europaea</i> L.	ΓΙΑΛΤΡΑ	22/11/2007	
526	AGG-1-P	N38 50.368 E22 54.166	<i>Olea europaea</i> L.	ΑΓΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	24/11/2007	AGG-1
527	KABOS-1-P	N38 49.643 E22 50.120	<i>Olea europaea</i> L.	ΚΑΒΟΣ	24/11/2007	KABOS-1
506	KABOS-2-P	N38 50.811 E22 50.802	<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagrèze-Fossat	ΚΑΒΟΣ	3/5/2008	KABOS-9
507	KABOS-3-P	N38 50.703 E22 50.851	<i>Alyssum chalcidicum</i> Janka	ΚΑΒΟΣ	3/5/2008	
508	KABOS-4-P	N38 50.703 E22 50.851	<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagrèze-Fossat	ΚΑΒΟΣ	3/5/2008	
509	KABOS-5-P	N38 50.704 E22 50.850	<i>Silena fabaria</i> (L.) Sibth & Sm	ΚΑΒΟΣ	3/5/2008	
510	KABOS-6-P	N38 50.704 E22 50.851	<i>Melilotus indica</i> (L.) All.	ΚΑΒΟΣ	3/5/2008	
511	KABOS-7-P	N38 50.704 E22 50.850	<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) w. Greuter	ΚΑΒΟΣ	3/5/2008	
512	KABOS-8-P	N38 50.703 E22 50.851	<i>Convolvulus cantabrica</i> L.	ΚΑΒΟΣ	3/5/2008	
528	AGIOS-1-P	N38 53.865 E23 03.862	<i>Olea europaea</i> L.	ΑΓΙΟΣ	24/11/2007	AGIOS-1
529	AGIOK-1-P	N38 55.940 E23 02.701	<i>Olea europaea</i> L.	ΑΓΙΟΚΑΜΠΟΣ	24/11/2007	AGIOK-1
530	AGIOK-2-P	N38 55.208 E23 02.879	<i>Olea europaea</i> L.	ΑΓΙΟΚΑΜΠΟΣ	24/11/2007	AGIOK-2
513	AGIOK-3-P	N38 55.759 E23 03.132	<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagrèze-Fossat	ΑΓΙΟΚΑΜΠΟΣ	2/5/2008	AGIOK-5
514	AGIOK-4-P	N38 55.759 E23 03.134	<i>Spartium junceum</i> L.	ΑΓΙΟΚΑΜΠΟΣ	2/5/2008	AGIOK-9
515	AGIOK-5-P	N38 55.758 E23 03.131	<i>Lupinus angustifolius</i> L.	ΑΓΙΟΚΑΜΠΟΣ	2/5/2008	AGIOK-9

Πίνακας Γ.3.37. (συνέχεια)

ΑΡΙΘ. ΔΕΙΓΜ. ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΦΥΤΟΥ	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΗΜΕΡΟΜ.	ΑΝΤ. ΕΔΑΦΟΣ
531	NIS-1-P	N38 56.417 E23 03.110	<i>Olea europaea</i> L.	ΝΗΣΙΩΤΗΣΣΑ	23/11/2007	NIS-1
532	NP-1-P	N38 56.207 E23 05.167	<i>Olea europaea</i> L.	ΝΕΟΣ ΠΥΡΓΟΣ	23/11/2007	NP-1
533	NP-2-P	N38 56.245 E23 03.541	<i>Olea europaea</i> L.	ΝΕΟΣ ΠΥΡΓΟΣ	23/11/2007	NP-2
516	NP-3-P	N38 55.606 E23 05.938	<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All	ΝΕΟΣ ΠΥΡΓΟΣ	2/5/2008	NP-6
517	NP-4-P	N38 56.275 E23 05.150	<i>Triticum durum</i> Desf	ΝΕΟΣ ΠΥΡΓΟΣ	16/6/2008	

*=Η ταυτοποίηση των φυτών πραγματοποιήθηκε από την Επικ. Καθηγήτρια Λ. Κομπλή-Σοβαντζή, του Τμήματος Βιολογίας, του Παν. Αθηνών.



Εικόνα Γ.3.38. Χάρτης θέσεων δειγματοληψίας φυτών από τις περιοχές της Β. Εύβοιας.

Γ.3.3.3. ΜΟΝΟΕΤΗ ΦΥΤΑ

Γ.3.3.3.1 ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Πίνακας Γ.3.38. Χημικές αναλύσεις δειγμάτων μονοετών φυτών από τις περιοχές της Β. Εύβοιας.

	AD-3-U-P	AD-3-D-P	AD-5-D-P	AD-6-U-P	AD-6-D-P	AD-10-U-P	AD-10-D-P	AD-11A-U-P	AD-11-D-P	HL-3-U-P	HL-3-D-P
Ag (µg/kg)	<	6	<	<	<	<	<	<	31	<	<
Al (mg/kg)	130	0	40	140	20	310	70	100	210	340	100
As (µg/kg)	490	230	110	80	<	1490	1920	200	1400	230	140
Ba (µg/kg)	24000	9600	33700	13500	3200	15300	14400	6900	8100	19000	11300
Be (µg/kg)	<	<	<	10	<	43	48	<	270	11	<
Ca (mg/kg)	11900	2040	6044	15010	1430	11600	4070	4110	8800	19250	3910
Cd (µg/kg)	57	34	40	1290	<	84	170	78	31	290	200
Co (µg/kg)	90	40	40	620	30	160	40	60	140	150	90
Cr (µg/kg)	300	<	<	700	<	2300	<	<	800	1100	<
Cu (mg/kg)	4	2	3	3	3	15	8	8	6	6	3
Fe (mg/kg)	110	0	40	140	30	360	160	90	280	300	90
K (mg/kg)	13700	5100	13900	13600	5800	6900	3000	7600	4800	21800	19100
Mg (mg/kg)	1747	370	1060	2100	900	2940	1150	1270	1630	2150	1140
Mn (mg/kg)	19	3	5	47	3	14	9	16	14	30	6
Mo (µg/kg)	650	<	370	410	<	<	<	310	<	880	390
Na (mg/kg)	340	760	3140	630	470	2250	890	2770	8750	590	760
Ni (mg/kg)	<	<	<	<	<	2	<	2	2	1	<
P (mg/kg)	2680	820	370	2730	700	570	1000	1180	470	4450	1960
Pb (µg/kg)	270	150	290	360	<	3310	9930	1050	1790	1450	140
S (mg/kg)	4890	860	980	1890	1840	4100	1270	1500	990	6770	3270
Se (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Si (mg/kg)	5	<	<	5	<	7	3	29	7	13	<
Sr (mg/kg)	58	17	18	19	5	74	56	41	75	34	17
Ti (µg/kg)	4400	600	2100	6400	1100	12400	1900	4300	5300	5100	4700
Tl (µg/kg)	92	<	76	<	<	200	4490	<	490	<	63
U (µg/kg)	4	<	7	4	<	13	22	4	24	9	7
V (µg/kg)	130	<	<	280	<	680	480	310	730	430	<
Zn (mg/kg)	25	<	<	27	<	24	<	38	14	44	22

Πίνακας Γ.3.38. (συνέχεια)

	AGIOK-3 -U-P	AGIOK-3 -D-P	AGIOK-4 -U-P	AGIOK-4 -D-P	AGIOK-5 -K-P	AGIOK-5 -U-P	NP-3 -U-P	NP-3 -D-P	NP-4 -K-P	NP-4 -U-P	NP-4 -D-P
Ag (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al (mg/kg)	10	40	40	400	10	50	370	30	<	20	1580
As (µg/kg)	<	<	40	220	60	<	270	40	<	50	540
Ba (µg/kg)	6900	7400	3700	8900	1900	11100	18800	5800	1700	25300	21700
Be (µg/kg)	<	<	<	14	<	<	14	<	<	<	44
Ca (mg/kg)	6190	2460	3580	1450	1940	2230	21800	2010	320	1050	3190
Cd (µg/kg)	48	46	<	<	<	47	220	83	29	30	110
Co (µg/kg)	50	70	130	370	70	130	280	70	<	20	660
Cr (µg/kg)	<	<	<	1100	500	<	2000	<	<	<	2500
Cu (mg/kg)	4	2	4	2	3	2	4	2	5	14	6
Fe (mg/kg)	40	30	70	350	30	60	310	20	20	20	1140
K (mg/kg)	12500	7700	11300	900	7100	8400	17300	8900	4200	8400	9000
Mg (mg/kg)	1880	759	1560	560	2170	2450	2120	310	1160	430	960
Mn (mg/kg)	10	3	60	24	87	89	62	4	14	2	29
Mo (µg/kg)	460	<	680	<	1440	520	500	<	370	<	440
Na (mg/kg)	190	760	270	170	400	240	600	760	<	750	2230
Ni (mg/kg)	<	<	1	1	1	<	3	<	<	<	9
P (mg/kg)	3180	1410	1840	140	4970	2510	3860	12104	3810	230	610
Pb (µg/kg)	<	50	270	310	120	130	240	<	<	540	730
S (mg/kg)	4390	1290	1370	150	1840	860	10350	840	1290	960	2260
Se (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Si (mg/kg)	<	<	<	6	21	3	12	<	27	56	48
Sr (mg/kg)	20	15	10	8	6	13	34	8	<	4	7
Ti (µg/kg)	1400	2600	2600	23700	500	3200	10600	500	300	1300	62100
Tl (µg/kg)	22	<	<	<	<	<	<	<	<	34	<
U (µg/kg)	2	3	<	10	0	<	7	<	<	<	47
V (µg/kg)	<	<	<	720	40	<	480	<	<	<	2040
Zn (mg/kg)	16	<	160	<	27	17	18	<	40	17	20

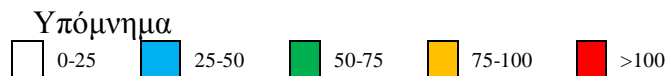
Γ.3.3.3.2. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗΣ

Ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο, βάσει του οποίου, μπορεί να διαπιστωθεί τι ποσοστό ενός στοιχείου έχει απορροφήσει το φυτό από το έδαφος, είναι ο συντελεστής συσσώρευσης. Ο συγκεκριμένος συντελεστής υπολογίστηκε για κάθε στοιχείο που μετρήθηκε σε κάθε μέρος του φυτού που αναλύθηκε ξεχωριστά (Πίν. Γ.3.39).

Πίνακας Γ.3.39. Συντελεστές συσσώρευσης στα μονοετή φυτά.

	Al	As	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	S	Se	Si	Sr	Ti	U	V	Zn
KABOS-2-U	<1	2	11	<1	13	-	<1	<1	17	<1	422	5	1	19	<1	659	2	1386	-	1	42	<1	<1	<1	<1
KABOS-2-D	<1	-	4	-	3	-	<1	-	6	<1	271	2	<1	31	<1	395	-	630	-	-	11	<1	-	-	-
AD-5-D	<1	1	16	-	33	-	<1	-	-	<1	139	9	1	452	-	57	2	601	-	-	23	<1	2	-	-
AD-6-U	1	1	7	1	83	-	5	-	-	<1	135	19	8	90	-	420	2	1156	<1	3	25	1	1	1	30
AD-6-D	<1	-	2	-	8	-	<1	-	-	<1	58	8	1	67	-	108	-	1125	-	-	6	<1	-	-	-
AD-3-U	1	2	13	<1	15	-	1	<1	-	<1	197	13	5	34	<1	279	1	940	<1	2	29	1	1	<1	27
AD-3-D	<1	1	5	<1	3	-	<1	<1	-	<1	73	3	1	76	<1	85	<1	166	<1	<1	9	<1	<1	<1	<1
AD-1<1-U	5	1	8	3	4	-	6	7	50	2	329	26	10	57	14	296	4	258	-	6	13	11	4	7	64
AD-1<1-D	1	1	8	4	2	-	1	-	27	1	141	10	6	23	-	517	12	80	-	2	11	2	6	5	-
AD-11A-U	-	1	8	<1	1	-	19	-	-	2	1521	96	-	18	-	-	37	39	-	23	1	26	-	-	-
AD-11-D	-	7	10	37	2	-	49	-	-	7	964	124	-	57	-	-	63	25	-	6	2	32	-	-	-
HL-3-U	1	2	5	1	89	-	2	-	-	1	117	24	9	108	5	569	5	1312	<1	4	76	1	1	1	42
HL-3-D	<1	1	3	-	18	-	1	-	-	<1	102	13	2	138	-	251	<1	634	-	-	37	1	1	-	21
AGIOK-3-U	<1	<1	2	<1	26	-	<1	<1	16	<1	120	13	2	-	<1	304	<1	-	-	<1	13	<1	<1	<1	16
AGIOK-3-D	<1	<1	2	<1	10	-	<1	<1	8	<1	74	5	1	-	<1	135	<1	-	-	<1	11	<1	<1	<1	<1
AGIOK-4-U	<1	<1	1	<1	15	-	1	<1	15	<1	108	11	11	-	4	176	1	-	-	<1	6	<1	<1	<1	158
AGIOK-4-D	1	3	3	1	6	-	2	4	9	1	8	4	4	-	4	13	1	-	-	3	5	1	1	1	-
AGIOK-5-K	<1	1	1	-	8	-	<1	2	12	<1	68	15	16	-	4	476	1	-	-	9	4	<1	<1	<1	26
AGIOK-5-U	<1	<1	3	<1	9	-	1	<1	9	<1	81	17	16	-	<1	240	1	-	-	1	8	<1	<1	<1	16
NP-4-K	-	-	<1	-	1	-	-	-	18	<1	34	8	2	-	-	336	-	380	-	6	-	<1	-	-	52
NP-4-U	<1	<1	7	<1	2	-	<1	<1	51	<1	68	3	<1	82	<1	20	2	283	<1	13	4	<1	<1	<1	23
NP-4-D	4	4	6	3	6	-	3	4	21	3	73	7	5	244	4	53	3	666	-	11	8	6	8	4	26
NP-3-U	2	3	7	1	33	-	1	2	10	1	172	11	10	70	1	626	1	5185	<1	3	34	1	1	1	25
NP-3-D	<1	<1	2	-	3	-	<1	-	5	<1	89	2	1	88	-	197	-	421	-	-	8	<1	-	-	-

K = Καρπός, U = Πάνω μέρος, D = Ρίζα



Γ.3.3.3.3. ΑΞΙΟΛΟΓΙΣΗ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Όπως έχει προαναφερθεί, βάσει της βιβλιογραφίας είναι γνωστό ότι υπάρχει ένα μεγάλος αριθμός φυτών 317 taxa, 37 οικογενειών, που έχουν την ικανότητα να συσσωρεύουν πάνω από 1000mg/kg Ni (Greger, 1999 Kabata-Pendias & Mukherjee, 2007). Οι πιο κοινοί συσσωρευτές Ni είναι τα *Alyssum* sp., στα οποία έχουν διαπιστωθεί συγκεντρώσεις από 1200 έως 29400mg/kg στην περιοχή της Ν. Ευρώπης (Brooks, 1998).

Στην περιοχή του Κάβου εντοπίστηκε το *Alyssum chalcidicum* (KABOS-3-P), το οποίο είναι συσσωρευτής Ni. Μετά από τις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν, διαπιστώθηκε ότι στο συγκεκριμένο δείγμα υπάρχουν 1700mg/kg Ni στο μέρος του φυτού που βρίσκεται πάνω από το έδαφος, ενώ στο ριζικό σύστημα 110mg/kg Ni.

Επίσης, ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι στο δείγμα KABOS-3-P, για τα στοιχεία S, Sr, Ca, στο υπέργειο μέρος του φυτού διαπιστώθηκαν αξιολογές τιμές συγκεντρώσεων και πιο αναλυτικά S 4050 mg/kg, Sr 35 mg/kg, Ca 35900 mg/kg. Οι συγκεντρώσεις που διαπιστώνονται στο ριζικό του σύστημα είναι αισθητά χαμηλότερες (S 1250 mg/kg, Sr 5,6 mg/kg, Ca 17 mg/kg).

Το *Hirschfeldia incana*, όπως προαναφέρθηκε, εντοπίστηκε να φύεται στην ίδια περιοχή που εντοπίστηκε και το *Alyssum chalcidicum*, σε εμφάνιση υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς (KABOS-4-P), αλλά και σε κοντινή απόσταση (<150m) σε επίπεδο εδαφικό ορίζοντα (KABOS-2-P). Στο συγκεκριμένο εδαφικό ορίζοντα (δείγμα εδάφους KABOS-9) το Ni είναι 810mg/kg. Η συγκέντρωση του Ni που διαπιστώθηκε στο *Hirschfeldia incana*, είναι στο KABOS-4-P(υπερβ.) στο υπέργειο μέρος 4,5mg/kg και στο ριζικό σύστημα 0,9mg/kg και στο δείγμα KABOS-2-P(εδαφ.) στο υπέργειο μέρος 1,42mg/kg με σ.σ. 0,18% και στο ριζικό σύστημα 1,24mg/kg και σ.σ. 0,15%.

Στην περιοχή στην οποία βρέθηκε το *Alyssum chalcidicum* (KABOS-3-P), όπου είναι σε μια εμφάνιση υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς, συλλέχθηκαν ακόμη:

- το *Silena fabaria* (KABOS-5-P) που περιέχει 11,3 mg/kg Ni στο υπέργειο μέρος και 7,75mg/kg στο ριζικό σύστημα,
- το *Melilotus indica* (KABOS-6-P) που περιέχει 25,3 mg/kg Ni στο υπέργειο μέρος και 12,6mg/kg στο ριζικό σύστημα,
- το *Dittrichia viscosa* (KABOS-7-P) που περιέχει 39 mg/kg Ni στο υπέργειο μέρος και 6mg/kg στο ριζικό σύστημα,
- το *Convolvulus cantabrica* (KABOS-8-P) που περιέχει 8,5 mg/kg Ni στο υπέργειο μέρος και 5mg/kg στο ριζικό σύστημα.

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι όλα αυτά τα είδη φυτών μπορούν να φύονται χωρίς κάποιο ιδιαίτερο πρόβλημα σε εδάφη με μεγάλες τιμές Ni. Το *Alyssum chalcidicum* μάλιστα, όχι μόνο δεν παρουσιάζει κάποιο πρόβλημα στο να φύεται στις συγκεκριμένες συνθήκες, αλλά έχει αναπτύξει και την ιδιότητα να μπορεί να συσσωρεύει μεγάλα ποσά Ni, φαινόμενο το οποίο μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμο, σαν ένας φιλικός προς το περιβάλλον τρόπος απορρύπανσης περιοχών που παρουσιάζουν προβλήματα μόλυνσης από Ni (φυτο-αποκατάσταση).

Μια άλλη ενδιαφέρουσα περίπτωση διαπιστώθηκε στην περιοχή των Λουτρών Αιδηψού, όπου εντοπίστηκαν φυτά να φύονται απευθείας πάνω σε εύθρυπτο εδαφικό ορίζοντα, που έχει προέρθει αποκλειστικά από αποθέσεις θερμών πηγών, στη συγκεκριμένη περιοχή συλλέχθηκαν τα *Limonium oleifolium* (AD-10-P) και *Juncus acutus* (AD-11-P).

Τα δείγματα συλλέχθηκαν σε πολύ κοντινή απόσταση (<100m) μεταξύ τους, ανάμεσα σε αναβλύσεις θερμών πηγών. Το υλικό με το οποίο έχει γίνει η εδαφογένεση στην συγκεκριμένη περιοχή, είναι αποκλειστικά η ανθρακικής κατά κύριο λόγο σύστασης αποθέσεις, των διαφόρων θερμών πηγών. Το έδαφος της περιοχής χαρακτηρίζεται από έντονη ετερογένεια, όσον αφορά την κατανομή συγκεντρώσεων των διαφόρων στοιχείων. Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι οι συγκεντρώσεις των αντίστοιχων εδαφικών δειγμάτων AD-24 (αντ. AD-10-P) και του AD-25 (αντ. AD-11-P) έχουν As 154mg/kg-20mg/kg, Ba 183mg/kg-82mg/kg, Cr 32,5mg/kg-<LDL, Cu 30 mg/kg-<LDL, Pb 82mg/kg-3mg/kg, Sr 547mg/kg-3117 mg/kg, Ti 12mg/kg-16mg/kg, Zn 38mg/kg-<LDL αντίστοιχα. Φαινόμενο το οποίο οφείλεται στο διαφορετικό χημισμό των θερμών πηγών και του υλικού που αποθέτουν, παρά την μικρή απόσταση που απέχουν μεταξύ τους (Μέρος Δ).

Όσον αφορά το δείγμα *Limonium oleifolium* (AD-10-P) ενδιαφέρον παρουσιάζει ο σ.σ. του Cu, που είναι 50,4% (15 mg/kg) στο υπέργειο μέρος και 27% (8,1mg/kg) στο ριζικό σύστημα. Ο σ.σ. του Zn, που είναι 64% (24,2mg/kg) στο υπέργειο μέρος, ενώ στο ριζικό σύστημα η συγκέντρωση είναι <LDL.

Στο δείγμα *Juncus acutus* (AD-11-P), αντίστοιχο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι σ.σ. διαφόρων στοιχείων, καθώς εμφανίζονται ιδιαίτερα υψηλοί. Πιο αναλυτικά, ο σ.σ. Be είναι 37% (0,27mg/kg) στο ριζικό σύστημα, ο σ.σ. του Co είναι 49,5% (0,14mg/kg) στο ριζικό σύστημα, ο σ.σ. Pb είναι 37% (1,04mg/kg) στο υπέργειο μέρος του φυτού και 63% (1,79mg/kg) στο ριζικό σύστημα και τέλος, ο σ.σ. του Ti που είναι 26% (4,32mg/kg) στο υπέργειο μέρος και 32% (5,32mg/kg) στο ριζικό σύστημα.

Δυστυχώς, τα συγκεκριμένα είδη δεν εντοπίστηκαν και σε άλλα περιβάλλοντα, ώστε να διαπιστωθεί αν οι υψηλοί σ.σ. που διαπιστώθηκαν είναι χαρακτηριστικό των συγκεκριμένων ειδών (δεν υπάρχει διαθέσιμη βιβλιογραφία, που να διευκρινίζει το συγκεκριμένο θέμα) ή αν οφείλονται στο γεγονός ότι ο συγκεκριμένος εδαφικός ορίζοντας διαθέτει τα στοιχεία αυτά σε μορφές οι οποίες είναι πιο ευκολοπρόσληπτες για τα φυτά.

Προχωρώντας, στο δείγμα NP-4-P το οποίο είναι *Triticum durum* (σιτάρι), συλλέχθηκε από τον κάμπο του Νέου Πύργου, την περίοδο του θερισμού. Το συγκεκριμένο δείγμα, λόγω του γεγονότος ότι είναι βρώσιμο είδος φυτού, αναλύθηκε ξεχωριστά ο καρπός, το ριζικό του σύστημα και το υπόλοιπο υπέργειο κομμάτι (φύλλα και βλαστός).

Αν τα αποτελέσματα από τους καρπούς συγκριθούν με τα αποτελέσματα από παρόμοιες αναλύσεις από άλλες χώρες, που υπάρχουν στον Πίνακα E.3 (Eriksson 2001a , Kabata-Pendias & Mukherjee, 2007) διαπιστώνεται ότι οι τιμές των συγκεντρώσεων είναι συγκρίσιμες.

Οριακή εξαίρεση σε αυτή τη διαπίστωση είναι η συγκέντρωση Zn. Πιο αναλυτικά, ενώ σαν συνήθη εύρος συγκεντρώσεων από Kabata-Pendias & Mukherjee (2007) είναι 23-37mg/kg, στην περιοχή του Νέου Πύργου (NP-4-P) η συγκέντρωση Zn φτάνει τα 40mg/kg.

Ομοίως, σχετικά υψηλή θεωρείται και η συγκέντρωση Cu στο δείγμα NP-4-P, καθώς στο υπέργειο μέρος του φυτού, φτάνει τα 14,4mg/kg (και αντίστοιχα και ο σ.σ. 51%), ενώ στον καρπό και στο ριζικό σύστημα είναι 5,2mg/kg (σ.σ. 18,5%) και 6mg/kg (σ.σ. 21,4%), αντίστοιχα.

Γενικότερα, διαπιστώνεται ότι στα περισσότερα στοιχεία που μετρήθηκαν οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις εντοπίζονται στην ρίζα.

Εξαιρέσεις σε αυτό αποτελούν τα Mg, P, S (όπου είναι θρεπτικά συστατικά και όχι μέταλλα) καθώς το φυτό συσσωρεύει τις μεγαλύτερες ποσότητες τους στον καρπό και ακόλουθι μετά η ρίζα και μετά το υπέργειο μέρος του φυτού.

Πρέπει να σημειωθεί το γεγονός ότι το Cr, εντοπίστηκε σε συγκεντρώσεις μετρήσιμες μόνο στις ρίζες (2,5mg/kg με σ.σ. 4,11%).

Προχωρώντας στους σ.σ. (Πιν. Γ.3.39), παρατηρείται ότι κατά κύριο λόγο υψηλούς σ.σ. (>25% έως περίπου 700%) συναντάμε στα K, Na, P, S, σε όλα τα μέρη του φυτού που εξετάστηκαν, σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι όλα αυτά τα στοιχεία είναι θρεπτικά συστατικά. Αξιοπρόσεκτα ποσοστά σ.σ. όμως συναντάμε και στο Zn, που στον καρπό φτάνει το 52%, αλλά και στον Cu, όπου στο υπέργειο μέρος φτάνει το 51%.

Μια επίσης ενδιαφέρουσα περίπτωση φυτού, είναι το *Spartium junceum* L., το οποίο εντοπίστηκε στον Αγιόκαμπου της Εύβοιας (AGIOK-4-P). Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στο συγκεκριμένο είδος, γιατί εκτός από την Εύβοια εντοπίστηκε και εξετάστηκαν δείγματα του από την περιοχή της Οίτης, όπου και διαπιστώθηκε να φύεται ανάμεσα σε ρωγμές υπερβασικών πετρωμάτων (ΟΙ-4-P), αλλά και σε κοντινή απόσταση (<15m) (ΟΙ-5-P) σε επίπεδο εδαφικό ορίζοντα (Ni 516mg/kg).

Στην περιοχή του Αγιόκαμπου της Εύβοιας (AGIOK-4-P), το συγκεκριμένο είδος εντοπίστηκε σε πεδινή έκταση (δείγμα εδάφους AGIOK-9), με Ni 29,3mg/kg, εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι δεν υπάρχει καμία βιβλιογραφική αναφορά για εμφάνιση υπερβασικών πετρωμάτων στην περιοχή, αλλά ούτε κατά την υπαίθρια έρευνα διαπιστώθηκε κάποια τέτοια εμφάνιση. Η συγκέντρωση Ni και ο σ.σ., στο υπέργειο μέρος του είναι 1,1mg/kg, 3,9% και στο ριζικό σύστημα είναι 1,2mg/kg και 4,1%.

Εξετάζοντας τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων (Πίν. Γ.3.38) και τους σ.σ. (Πιν. Γ.3.39) των υπολοίπων μονοετών φυτικών δειγμάτων που εξετάστηκαν, άξια σχολιασμού είναι τα εξής:

- το δείγμα AD-11-P, που είναι *Juncus acutus*, περιέχει Co 0,14mg/kg και σ.σ. 49,5% στο ριζικό σύστημα, ενώ στο υπέργειο μέρος του φυτού έχει μόνο 0,05mg/kg και σ.σ. 19,4%. Ενδεικτικά, αναφέρουμε πως σε όλα τα υπόλοιπα δείγματα φυτών που εξετάστηκαν ο σ.σ. Co δεν ξεπέρασε το 6%,
- το AD-10-P, που είναι *Limonium oleifolium* περιέχει Cu 15,1 mg/kg και σ.σ. 50,4% στο υπέργειο μέρος του, ενώ στο ριζικό σύστημα μόνο 8,1 mg/kg Cu,
- αλλά και το NP-4-P, που όπως προαναφέρθηκε είναι *Triticum durum* (κοιν. Σιτάρι) περιέχει Cu 14,4mg/kg και σ.σ. 51,2% στο υπέργειο μέρος, ενώ στον καρπό περιέχει 5,2 mg/kg Cu και σ.σ. 18,5% και στο ριζικό σύστημα 6,03mg/kg Cu και σ.σ. 21,4%,
- το AGIOK-5-P, που είναι *Lupinus angustifolius* περιέχει Mn 89mg/kg και σ.σ. 16,4% στο υπέργειο μέρος του φυτού και είναι από τους μεγαλύτερους σ.σ., αλλά και από τις μεγαλύτερες τιμές συγκεντρώσεων Mn που διαπιστώθηκαν,
- το KABOS-7-P, που όπως προαναφέρθηκε που είναι *Dittrichia viscosa*, περιέχει Ni 39mg/kg στο υπέργειο μέρος του. Υψηλότερη συγκέντρωση Ni διαπιστώθηκε μόνο σε όλα τα δείγματα συσσωρευτές *Alyssum* που είναι Ni,
- το AD-11-P, που είναι *Juncus acutus*, περιέχει στο ριζικό σύστημα 1,8mg/kg Pb και σ.σ. 63% και 1,04mg/kg Pb και σ.σ. 37% στο υπέργειο μέρος του οι σ.σ. αυτοί είναι οι υψηλότεροι που διαπιστώθηκαν. Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι ο αμέσως υψηλότερος σ.σ. που διαπιστώθηκε, είναι 12,16% (10mg/kg) στις ρίζες του δείγματος AD-10-P (*Limonium oleifolium*).
- το AD-10-P, που είναι *Limonium oleifolium*, περιέχει στο υπέργειο μέρος του 75mg/kg Sr και σ.σ. 13,5%, ενώ στο ριζικό σύστημα 55,6mg/kg Sr και σ.σ. 10,2%,
- το AD-11-P, που είναι *Juncus acutus*, στο ριζικό σύστημα 74,7mg/kg Sr και σ.σ. 2,4%, ενώ στο υπέργειο μέρος 40,9mg/kg Sr και σ.σ. 1,3%,

- στο δείγμα KABOS-5-P, που είναι *Silena fabaria*, η συγκέντρωση του Sr και στα δύο μέρη του φυτού που αναλύθηκαν βρέθηκε αυξημένη φτάνοντας τα 10,5mg/kg,
- στο δείγμα KABOS-3-P, που είναι *Alyssum chalcidicum*, η συγκέντρωση Sr και στα δύο μέρη του φυτού που αναλύθηκαν παρουσιάζεται αυξημένη και πιο συγκεκριμένα, στο υπέργειο μέρος είναι 35mg/kg και στη ρίζα 5,6mg/kg,
- το δείγμα NP-4-P που είναι *Triticum durum* (κοιν. Σιτάρι), παρουσιάζει στις ρίζες του από τις υψηλότερες τιμές Ti που διαπιστώθηκαν (62mg/kg),
- οι αμέσως υψηλότερες συγκεντρώσεις Ti διαπιστώθηκαν στο δείγμα KABOS-7-P που είναι *Dittrichia viscosa*. Πιο αναλυτικά, μετρήθηκαν στο υπέργειο μέρος του Ti 27mg/kg, ενώ στις ρίζες 0,78mg/kg,
- οι υψηλότερες συγκεντρώσεις Zn που διαπιστώθηκαν είναι στο υπέργειο μέρος (162mg/kg) του δείγματος AGIOK-4-P, που είναι *Spartium junceum* με σ.σ. 157%. Αξιοσημείωτο είναι ότι στο ριζικό σύστημα ο Zn είναι κάτω από το LDL.

Από τις συγκεντρώσεις των διαφόρων στοιχείων στα φυτά και τους αντίστοιχους σ.σ., αποδεικνύεται ότι τα στοιχεία αυτά είναι παρόντα σε μεγάλες συγκεντρώσεις με βιοδιαθέσιμη μορφή στη συγκεκριμένη περιοχή.

Γ.3.3.4. ΠΟΛΥΕΤΗ ΦΥΤΑ

Γ.3.3.4.1. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Πίνακας Γ.3.40Α. Χημικές αναλύσεις από δείγματα πυρήνων ελιάς, στις περιοχές της Β. Εύβοιας.

	AD-1 -K-P	GIA-1 -K-P	GIA-2 -K-P	AGG-1 -K-P	KABOS-1 -K-P	HL-1 -K-P	HL-2 -K-P	PL-1 -K-P	AGIOK- 1-K-P	AGIOK- 2-K-P	AGIOS- 1-K-P	NIS-1 -K-P	NP-1 -K-P	NP-2 -K-P
Ag (µg/kg)	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2	0,4	0,4	0,1	0,7	0,2	2,2	<	0,1	0,5
Al (mg/kg)	15	4	4	4	2	5	5	4	4	1	5	35	4	6
As (µg/kg)	4	9	3	1	1	6	10	3	6	2	5	27	4	5
Ba (µg/kg)	140	200	960	70	250	880	590	210	290	460	220	780	100	690
Be (µg/kg)	0	0	0	<	0	0	0	0	0	0	0	0	<	0
Ca (mg/kg)	470	550	800	410	610	780	680	740	380	410	370	540	320	950
Cd (µg/kg)	<	<	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	<	1
Ce (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Co (µg/kg)	0	10	10	30	80	10	10	10	10	20	10	10	20	30
Cr (µg/kg)	20	10	<	10	10	20	10	10	10	<	10	10	10	20
Cu (µg/kg)	1800	2400	2700	3200	3000	2300	2400	2900	2900	1600	2400	1800	2900	4000
Fe (µg/kg)	6100	5600	9400	7900	6800	7500	6600	6100	10200	5000	9900	6700	6400	15000
K (mg/kg)	1000	1000	700	600	500	700	700	1100	1100	400	1000	800	600	1500
La (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Li (µg/kg)	<	<	364	<	241	<	<	<	491	<	<	<	369	<
Mg (mg/kg)	140	170	230	150	140	180	170	200	130	120	140	130	130	280
Mn (µg/kg)	2200	2100	3900	2900	2500	2700	2500	3400	2200	1900	2200	2300	2000	3700
Mo (µg/kg)	5	18	9	12	5	9	20	9	7	5	5	8	6	19
Na (mg/kg)	5	7	5	4	66	8	6	11	9	16	7	6	7	6
Nb (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Ni (µg/kg)	70	150	790	400	1120	60	120	110	460	460	510	240	260	320
P (mg/kg)	210	300	360	270	260	300	330	350	270	180	310	230	300	570
Pb (µg/kg)	30	5	16	5	4	33	16	5	27	2	32	23	4	8
Rb (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	3387	<	<	<
S (mg/kg)	70	50	70	70	60	100	90	110	70	40	70	60	60	130
Sb (µg/kg)	1	0	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	1
Sc (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Se (µg/kg)	140	110	70	60	30	40	40	130	50	40	150	30	30	60
Si (µg/kg)	250	20	170	130	150	450	360	<	410	120	550	480	70	80
Sn (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr (µg/kg)	140	1240	2010	190	470	810	1380	0	470	900	280	1110	740	910
Ti (µg/kg)	140	50	40	30	20	90	100	20	130	20	140	240	30	60
Tl (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
U (µg/kg)	0	1	<	<	<	<	0	<	0	<	0	0	<	<
V (µg/kg)	6	<	<	<	<	4	3	<	3	<	4	11	<	<
Y (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<

Πίνακας Γ.3.40B. Χημικές αναλύσεις από δείγματα φύλλων ελιάς, στις περιοχές της Β. Εύβοιας.

	AD-1 -F-P	GIA-1 -F-P	GIA-2 -F-P	AGG-1 -F-P	KABOS-1 -F-P	HL-1 -F-P	HL-2 -F-P	PL-1 -F-P	AGIOK-1 -F-P	AGIOK-2 -F-P	AGIOS-1 -F-P	NIS-1 -F-P	NP-1 -F-P	NP-2 -F-P
Ag (µg/kg)	0,7	0	0,9	1,4	<	<	<	0	1,3	<	3,8	<	<	0
Al (mg/kg)	9	51	13	80	148	18	12	34	40	9	51	24	32	68
As (µg/kg)	0	11	<	<	<	<	<	0	7	<	<	34	<	0
Ba (µg/kg)	90	100	180	30	120	530	330	100	110	320	220	370	50	140
Be (µg/kg)	0	0	<	<	<	0	0	0	0	0	0	1	<	0
Ca (mg/kg)	220	180	130	150	260	300	250	310	150	160	350	180	140	210
Cd (µg/kg)	0	0	<	<	<	<	<	0	<	<	<	<	<	0
Ce (µg/kg)	0	0	<	<	<	<	<	0	<	<	<	<	<	0
Co (µg/kg)	10	20	20	10	60	20	0	10	10	10	20	10	20	10
Cr (µg/kg)	340	280	70	100	540	1740	530	930	340	80	840	320	420	580
Cu (µg/kg)	1800	2500	1500	3100	3800	2000	1100	1600	2300	1500	4900	1300	2000	1500
Fe (µg/kg)	7400	6400	3700	5100	7900	18800	8500	8500	6100	4000	14900	7000	4300	8800
K (mg/kg)	5900	5400	4600	4800	5900	5600	4300	6500	5600	4400	11000	3700	3800	5900
La (µg/kg)	0	0	<	<	<	<	<	0	<	<	<	<	<	0
Li (µg/kg)	0	0	<	<	<	<	<	0	<	<	<	<	<	0
Mg (mg/kg)	150	130	140	140	210	120	80	130	130	90	310	90	100	120
Mn (µg/kg)	1500	1300	1200	1600	2300	1800	1100	1400	1300	1100	2900	1200	1100	1400
Mo (µg/kg)	0	30	<	<	<	35	<	0	<	<	<	<	<	14
Na (mg/kg)	13	9	11	10	248	14	13	5	26	22	66	16	21	13
Nb (µg/kg)	0	0	<	<	<	<	<	0	<	<	<	<	<	0
Ni (µg/kg)	80	160	100	410	1190	90	60	100	450	610	1080	220	320	180
P (mg/kg)	410	440	380	480	490	390	340	270	390	400	1210	300	350	550
Pb (µg/kg)	22	7	<	<	<	41	16	0	12	<	33	22	<	0
Rb (µg/kg)	0	0	<	<	<	<	<	0	<	<	<	<	<	0
S (mg/kg)	70	60	80	90	50	110	70	80	90	70	160	60	50	70
Sb (µg/kg)	3	0	<	<	<	<	<	0	<	<	<	<	<	2
Sc (µg/kg)	0	0	<	<	<	<	<	0	<	<	<	<	<	0
Se (µg/kg)	0	0	30	<	70	<	<	0	<	<	250	<	40	0
Si (µg/kg)	130	0	<	<	<	1024	126	0	<	<	<	<	<	0
Sn (µg/kg)	0	0	<	<	<	<	<	0	<	<	<	<	<	0
Sr (µg/kg)	0	480	170	<	250	420	270	0	160	560	260	490	310	300
Ti (µg/kg)	140	0	<	<	<	390	160	140	<	90	190	120	<	0
Tl (µg/kg)	0	0	<	<	<	<	<	0	<	<	<	<	<	0
U (µg/kg)	0	0	<	<	<	<	<	0	<	<	<	<	<	0
V (µg/kg)	0	0	<	<	<	21	<	0	<	<	<	<	<	0
Y (µg/kg)	0	0	<	<	<	<	<	0	<	<	<	<	<	0

Πίνακας Γ.3.40Γ. Χημικές αναλύσεις από δείγματα φύλλων ελιάς, στις περιοχές της Β. Εύβοιας.

	AD-1 -L-P	GIA-1 -L-P	GIA-2 -L-P	AGG-1 -L-P	KABOS-1 -L-P	HL-1 -L-P	HL-2 -L-P	PL-1 -L-P	AGIOK-1 -L-P	AGIOK-2 -L-P	AGIOS-1 -L-P	NIS-1 -L-P	NP-1 -L-P	NP-2 -L-P
Ag (µg/kg)	2	2	2	2	1	1	1	<	5	39	2	1	2	2
Al (mg/kg)	102	126	82	91	79	75	86	82	93	244	86	89	59	87
As (µg/kg)	48	88	59	56	53	65	77	73	62	2918	66	160	54	48
Ba (µg/kg)	5110	8850	11740	2500	9480	12250	17200	3840	8800	16760	9070	12790	4560	9860
Be (µg/kg)	3	4	1	2	2	3	2	2	3	10	6	4	1	2
Ca (mg/kg)	10900	13900	12040	13090	16990	13300	17080	14670	10450	14280	15130	12660	12240	10520
Cd (µg/kg)	2	3	2	7	5	6	8	5	4	1413	2	3	<	5
Ce (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Co (µg/kg)	40	60	40	40	100	40	40	40	40	110	30	30	30	30
Cr (µg/kg)	330	420	290	320	330	270	280	250	350	1610	260	280	230	300
Cu (µg/kg)	8500	3600	4400	4800	6400	3600	2100	2100	4000	6500	3700	3400	5600	3700
Fe (µg/kg)	88200	117300	82200	88300	83400	79500	91800	74200	96400	268100	76800	83900	59100	86700
K (mg/kg)	3090	3220	3300	2800	2800	3200	3700	2800	3000	3500	3600	3200	2900	3100
La (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	359,51	<	<	<
Li (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mg (mg/kg)	960	1440	1310	1460	2030	1160	930	1250	1020	1170	1470	930	1740	700
Mn (µg/kg)	19100	18100	21900	22400	22800	22200	23300	13600	9600	19900	15100	19500	19900	13000
Mo (µg/kg)	35	151	36	58	<	73	156	57	40	47	24	39	28	69
Na (mg/kg)	98	109	85	72	144	62	44	42	121	97	52	73	55	46
Nb (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Ni (µg/kg)	780	1210	1060	1790	4960	1150	540	590	1400	4160	2120	1410	1570	1430
P (mg/kg)	880	920	1070	800	890	830	750	550	940	1250	1090	1120	1330	1140
Pb (µg/kg)	330	560	310	403	310	409	534	519	304	59937	328	326	190	359
Rb (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
S (mg/kg)	720	690	680	720	770	900	930	690	630	850	950	730	780	910
Sb (µg/kg)	6	3	<	<	<	<	<	<	<	201	<	<	<	4
Sc (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Se (µg/kg)	50	220	90	70	<	<	<	60	140	280	190	50	210	140
Si (µg/kg)	3800	5200	6092	6015	4154	7257	6075	<	5740	<	7024	7297	5269	2970
Sn (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr (µg/kg)	9400	24500	16490	6030	16600	22090	14300	20	13850	<	11580	29000	28410	15900
Ti (µg/kg)	1900	2500	1660	2170	1720	2390	2400	1940	2340	4960	2220	2170	1480	2380
Tl (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	10	<	<	<	<
U (µg/kg)	3	68	5	3	3	2	2	4	3	9	4	3	5	3
V (µg/kg)	140	190	118	136	140	116	142	135	121	351	94	123	85	118
Y (µg/kg)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<

Γ.3.3.3.2. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗΣ

Όπως προαναφέρθηκε, ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο βάσει του οποίου μπορεί να διαπιστωθεί τί ποσοστό ενός στοιχείου έχει απορροφήσει το φυτό από το έδαφος, είναι ο συντελεστής συσσώρευσης. Ο συγκεκριμένος συντελεστής υπολογίστηκε για κάθε στοιχείο που μετρήθηκε σε κάθε μέρος του φυτού που αναλύθηκε ξεχωριστά (Πίν. Γ.3.41).

Αν εξετάσουμε τον πίνακα Γ.1.41, διαπιστώνεται ότι υπάρχουν αρκετά υψηλοί συντελεστές συσσώρευσης στα φύλλα σε πάρα πολλά στοιχεία σε σύγκριση με τα υπόλοιπα μέρη του φυτού που αναλύθηκαν. Το συγκεκριμένο φαινόμενο έως ένα βαθμό μπορεί να ερμηνευτεί λόγω μεταφοράς και απόθεσης του εδάφους στα φύλλα μέσω του αέρα. Αντίστοιχα φαινόμενα παρατήρησαν και οι Matejon et al. 2006. Στα δείγματα GIA-2-P, AD-1-P, AGIOS-1-P, AGIOK-1-P, AGIOK-2-P, NIS-1-P, NP-1-P, NP-2-P, το φαινόμενο παρατηρείται με μεγάλη ένταση, για μια μεγάλη σειρά στοιχείων (πχ As, Ba, Be, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, La, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, S, Sc, Se, Si, Sr, Ti, U, V, Y, Yb, Zn).

Ενδεικτικά αναφέρεται ο σ.σ. στο As. Καθώς, ενώ γενικά παρατηρούνται σχετικά μικροί συντελεστές συσσώρευσης As (<2%) και στα τρία μέρη του φυτού που εξετάστηκαν, στα φύλλα όμως των δειγμάτων της προαναφερθείσας ομάδας [GIA-2-L-P, AD-1-L-P, AGIOS-1-L-P, AGIOK-2-L-P, AGIOK-1-L-P, NIS-1-L-P, NP-1-L-P, NP-2-L-P], οι συντελεστές από το 2% ανεβαίνουν έως και το 156% (εύρος 81-156%), στο μόνο δείγμα που παρατηρείται κάτι αντίστοιχο και στον πυρήνα είναι το δείγμα AGIOK-2-K-P, με συντελεστή 72,6%.

Προχωρώντας στους συντελεστές συσσώρευσης στους πυρήνες, διαπιστώνεται ότι είναι εξαιρετικά υψηλοί, οι υψηλότερες τιμές των οποίων φτάνουν το 300%, 600% έως και το 932%.

Τα στοιχεία που παρουσιάζουν συνήθως υψηλούς συντελεστές συσσώρευσης είναι κυρίως τα κύρια στοιχεία K, P, S και ακολουθεί το Ca, σε όλα τα μέρη από δείγματα *Olea europaea* που εξετάστηκαν (φύλλα, πυρήνας, ψίχα).

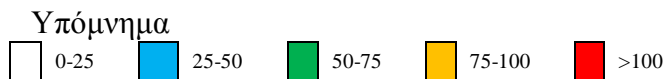
Στα ιχνοστοιχεία οι σ.σ., αν και είναι συγκριτικά μικρότεροι, διαπιστώνεται ότι κατά κανόνα ισχύει η τάση:

Φύλλα > Πυρήνας > Ψίχα

Πίνακας Γ.3.41. Συντελεστές συσσώρευσης στα δείγματα από ελιές.

		Al	As	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	La	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	S	Sc	Se	Si	Sr	Ti	U	V	Y	Yb	Zn
ΚΑΒΟΣ-1-F-P	F	<1	-	<1	-	<1	-	<1	<1	15	<1	100	-	2	<1	14	<1	216	-	23	-	1	-	<1	-	-	-	-	-	5
	K	<1	<1	<1	<1	<1	-	<1	<1	12	<1	8	-	1	<1	4	<1	114	<1	29	-	<1	<1	1	<1	-	-	-	-	5
	L	<1	1	6	<1	14	-	<1	<1	25	<1	48	-	18	3	8	2	393	2	350	-	<1	1	28	<1	1	<1	-	-	11
ΑΓΓ-1-F-P	F	<1	-	<1	-	<1	-	<1	<1	5	<1	146	-	<1	<1	1	<1	75	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
	K	<1	<1	<1	-	<1	<1	<1	<1	6	<1	19	-	<1	<1	<1	<1	42	<1	7	-	-	<1	1	<1	-	-	-	-	5
	L	<1	<1	4	1	10	1	<1	<1	9	1	86	-	2	3	4	2	125	1	83	-	-	-	17	1	<1	<1	-	-	16
ΓΙΑ-1-F-P	F	<1	<1	<1	<1	1	-	<1	<1	5	<1	73	<1	1	<1	-	<1	26	<1	45	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	5
	K	<1	<1	<1	<1	2	-	<1	<1	5	<1	14	<1	1	<1	-	<1	17	<1	38	<1	1	<1	2	<1	<1	<1	<1	<1	4
	L	1	1	7	1	52	-	<1	1	7	<1	44	-	10	4	-	1	54	5	495	-	3	2	41	<1	6	<1	-	-	16
ΓΙΑ-2-F-P	F	<1	<1	<1	<1	14	-	<1	-	-	<1	4	-	4	1	<1	5	78	<1	-	-	-	<1	4	<1	-	-	-	-	7
	K	<1	<1	4	<1	208	-	1	-	-	<1	22	-	24	6	5	6	234	2	-	-	-	2	36	<1	1	<1	-	-	17
	L	92	105	98	87	128	-	114	-	-	103	101	152	108	120	107	-	103	115	-	113	-	112	120	105	90	106	107	100	138
ΗΛ-2-F-P	F	<1	-	<1	<1	1	-	<1	1	2	<1	41	-	<1	<1	1	<1	59	<1	18	-	-	<1	<1	<1	-	-	-	-	2
	K	<1	<1	<1	<1	3	<1	<1	<1	4	<1	7	-	1	<1	1	<1	57	<1	21	-	<1	<1	1	<1	<1	<1	-	-	3
	L	<1	<1	8	<1	69	1	<1	1	3	<1	35	-	4	2	5	1	131	3	227	-	<1	1	7	<1	<1	<1	-	-	11
ΗΛ-1-F-P	F	<1	-	<1	<1	3	-	<1	-	7	<1	42	-	1	<1	1	<1	21	<1	29	-	-	<1	<1	<1	<1	-	<1	-	2
	K	<1	<1	<1	<1	8	<1	<1	-	7	<1	5	-	1	<1	<1	<1	16	<1	26	-	1	<1	1	<1	-	<1	-	-	3
	L	<1	1	3	<1	131	1	<1	-	12	<1	24	-	7	3	3	4	44	2	230	-	<1	3	21	<1	<1	<1	-	-	11
ΑΔ-1-F-P*	F	<1	<1	<1	<1	8	-	<1	-	-	<1	6	<1	2	1	1	-	57	<1	66	-	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	-
	K	<1	1	2	<1	176	-	1	-	-	1	18	-	16	11	15	-	238	2	710	-	1	2	9	<1	<1	1	-	-	
	L	58	122	93	117	77	-	109	-	-	106	96	82	90	108	-	-	73	137	123	-	116	99	65	98	76	135	90	100	-
ΑΓΙΟΣ-1-F-P	F	<1	<1	<1	<1	9	-	<1	-	-	<1	7	-	2	1	1	3	150	<1	65	-	1	<1	1	<1	<1	<1	-	-	14
	K	<1	<1	3	<1	363	-	1	-	-	<1	25	-	25	10	6	14	532	2	933	-	2	4	33	<1	1	<1	-	-	24
	L	101	82	88	73	103	-	84	-	-	80	92	95	91	115	95	83	150	99	182	84	98	128	100	90	105	91	97	100	94
ΑΓΙΟΚ-2-F-P	F	<1	<1	<1	<1	18	-	<1	-	-	<1	4	-	3	1	-	-	73	<1	-	-	<1	<1	4	<1	-	-	-	-	
	K	1	73	10	2	633	-	2	-	-	1	40	-	28	8	-	-	516	454	-	-	2	<1	<1	1	1	2	-	-	
	L	86	156	87	97	195	-	117	-	-	94	94	91	114	100	-	-	194	124	-	118	74	70	208	126	92	107	110	100	-
ΑΓΙΟΚ-1-F-P	F	<1	<1	<1	<1	6	-	<1	<1	-	<1	7	-	1	<1	-	1	83	<1	69	-	1	<1	1	<1	<1	<1	-	-	6
	K	<1	<1	3	<1	159	-	<1	2	-	<1	21	-	12	2	-	3	285	2	614	-	2	2	24	<1	<1	<1	-	-	14
	L	76	98	86	153	116	-	86	113	-	87	87	103	108	96	-	79	132	100	190	105	114	63	120	97	104	84	102	100	93

F = Ψίχα, K = Πυρίνας, L = Φύλλα



Δ.1.7. ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Από την μελέτη της κατανομής των συγκεντρώσεων των διαφόρων στοιχείων συναρτήσει της χωρικής κατανομής των δειγμάτων, δεν διαπιστώθηκε κάποια ιδιαίτερη σύνδεση τους με συγκεκριμένους γεωλογικούς σχηματισμούς.

Εξετάζοντας τα στοιχεία K, Ca, Mg, Na, P, S, που είναι κύρια στοιχεία και συγκρίνοντας τις συγκεντρώσεις που διαπιστώθηκαν στα διάφορα μέρη του φυτού που εξετάστηκαν, διαπιστώνεται ότι κατά κανόνα έχουμε τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στα φύλλα, με μόνη εξαίρεση το K, όπου οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις παρατηρούνται στην ψίχα και ακολουθούν τα φύλλα. Στα υπόλοιπα μέρη ψίχα και πυρήνας δεν διαπιστώνεται κάποια γενικευμένη τάση.

Στα υπόλοιπα ιχνοστοιχεία και μέταλλα που μετρήθηκαν στα διάφορα μέρη του φυτού, διαπιστώθηκε καθαρά η τάση:

Φύλλα > Πυρήνας > Ψίχα

η οποία ταυτίζεται με την τάση που παρουσιάζουν οι συντελεστές συσσώρευσης. Αν και πολλές φορές οι συγκεντρώσεις που υπάρχουν στα φύλλα, είναι πολύ μεγαλύτερες από τις συγκεντρώσεις που διαπιστώνονται στον πυρήνα και στην ψίχα. Το φαινόμενο αυτό αιτιολογείται, λόγω της αιολικής μεταφοράς του εδάφους και εναπόθεσης του στα φύλλα του δέντρου, όπου και επιβαρύνονται (Matejon et al., 2006).

Ενδιαφέρουσα εξαίρεση αποτελεί το Cr στο οποίο παρατηρείται κατά κανόνα η τάση

Ψίχα > Φύλλα > Πυρήνα

χωρίς να υπάρχει κάποιος εμφανής λόγος για αυτή την συμπεριφορά του χρωμίου.

Συμπερασματικά, βάσει των τιμών των συγκεντρώσεων (Πιν. Γ.40Α, 40Β, 40Γ) των συντελεστών συσσώρευσης, αλλά και της γενικής τάσης που διαπιστώνεται από αυτούς και τις συγκεντρώσεις (Φύλλα > Πυρήνα > Ψίχα), φαίνεται ότι η *Olea europaea*, έχει αναπτύξει ένα μηχανισμό βάσει του οποίου προστατεύει τους καρπούς της (κυρίως την ψίχα) από την συσσώρευση βαρέων μετάλλων, γεγονός που διαπιστώνουν και οι Wilson & Pyatt (2007) για τα στοιχεία τα οποία είχαν αναλύσει (Cu, Zn, Pb).

Αξιοσημείωτη εξαίρεση σε αυτό τον κανόνα είναι το Cr, καθώς διαπιστώθηκε ότι κατά κανόνα ισχύει η τάση του φυτού να συσσωρεύει μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στην ψίχα και μικρότερες στα φύλλα και στο πυρήνα.

Παράλληλα, η *Olea europaea* επιτυγχάνει εντυπωσιακή συσσώρευση στο βρώσιμο μέρος του καρπού της (ψίχα), από θρεπτικά συστατικά (K, P, S, Ca). Ενδεικτικά, αναφέρεται το γεγονός πως αν εξαιρεθούν τα στοιχεία K, P, S, Ca, σε όλα τα υπόλοιπα στοιχεία οι συντελεστές συσσώρευσης που διαπιστώνονται στην ψίχα φτάνουν έως το 14,7% (με τους υψηλότερους να παρατηρούνται στο Cu και το Zn).

Τέλος, διαπιστώνεται, ότι η *Olea europaea* μπορεί να φύεται σε εδάφη με υψηλές τιμές μετάλλων στο έδαφος (πχ σε περιοχές κοντά σε εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων που έχουν επηρεάσει τον εδαφικό ορίζοντα), χωρίς, να παρατηρείται κάποιο φαινόμενο τοξικότητας του φυτού, από αυτό το γεγονός, στοιχείο το οποίο μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η *Olea europaea*, δεν αντιμετωπίζει κάποιο ιδιαίτερο πρόβλημα όταν βρίσκεται κάτω από συνθήκες stress λόγω, μεγάλων συγκεντρώσεων μετάλλων στο έδαφος, όπως πχ Ni.

Γ.3.4. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ Β. ΕΥΒΟΙΑΣ

ΕΛΛΑΦΗ

Συνοψίζοντας τα δεδομένα που προκύπτουν από την μελέτη των δειγμάτων εδάφους από τις περιοχές της Β. Εύβοιας, συμπεραίνονται τα εξής:

- Στην περιοχή της Β. Εύβοιας, διαπιστώθηκαν δύο κύριοι φυσικοί παράγοντες, οι οποίοι έχουν επηρεάσει την χημική σύσταση των εδαφών, η λειτουργία των θερμών πηγών, που μέσω της απόθεσης υλικού έχουν επηρεάσει την περιοχή γύρω από την οποία εκδηλώνονται (ευρύτερη περιοχή των Λουτρών Αιδηψού) και τα πετρώματα που εμφανίζονται στην περιοχή, όπου μέσα από διαδικασίες αποσάθρωσης και διάβρωσης έχει εμπλουτίσει τα εδάφη σε συγκεκριμένα συστατικά.
- Από τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων (Πιν. Γ.1.2, 3) και τα διαγράμματα των εικόνων Γ.3.13Α-29Α, Γ.1.13Β-29Β στο Παράρτημα Β, διαπιστώνεται ότι σχεδόν σε κανένα κύριο στοιχείο και ιχνοστοιχείο, ο ένας εδαφικός ορίζοντας να είναι πιο εμπλουτισμένος έναντι του άλλου. Στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων, οι τιμές των συγκεντρώσεων ανάμεσα στους δύο εδαφικούς ορίζοντες είναι ιδιαίτερα κοντινές. Εξαιρέση στα παραπάνω παρουσιάζουν μόνο τα στοιχεία στα οποία κατά τον ποιοτικό έλεγχο των αποτελεσμάτων, το bias ήταν υψηλό π.χ. Si.
- Το γεγονός ότι δεν παρατηρούνται ιδιαίτερες διαφοροποιήσεις ανάμεσα στους δύο εδαφικούς ορίζοντες επαληθεύεται και από την ανάλυση συσχέτισης (Πιν. Γ.1.6-7), καθώς όσα ζεύγη χημικών παραμέτρων παρουσιάζουν υψηλούς συντελεστές συσχέτισης στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας, παρουσιάζουν επίσης υψηλούς συντελεστές συσχέτισης και στα εδαφικά δείγματα βάθους.
- Τα στοιχεία Co, Cr, Fe, Mn, Ni, παρουσιάζουν τις μέγιστες τιμές συγκεντρώσεων στο δυτικότερο μέρος της Εύβοιας και πιο συγκεκριμένα στις περιοχές Λιχάδων και Κάβου, όπου έχουμε μικρής έκτασης εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς (Πιν. Γ.3.2, 3, Χαρ. Γ.3.1-5). Παράλληλα, τα συγκεκριμένα στοιχεία παρουσιάζουν θετικές ανωμαλίες στις συγκεντρώσεις τους και στην περιοχή των Ήλιων και στο βορειοανατολικότερο άκρο από την περιοχή της Εύβοιας που εξετάστηκε, δηλαδή, στον κάμπο του Νέου Πύργου. Στην περιοχή των Ήλιων έχουμε επηρεασμό του εδάφους από μια σειρά πετρωμάτων (πρασινιτες-πρασινόλιθοι) που απαρτίζεται από μεταμορφωμένα επιζωνικά βασικά εκρηξιγενή πετρώματα, με παρεμβολές σχιστολίθων και φυλλιτών, με ενστρώσεις κρυσταλλικών ασβεστολίθων. Στην περιοχή του κάμπου του Νέου

Πύργου, οι συγκεντρώσεις παρουσιάζουν αυξητική τάση προς τα ανατολικά-βορειοανατολικά, ουσιαστικά δηλαδή προς τις εκβολές του ποταμού Ξεριά, ο οποίος διατρέχει ένα μεγάλο μέρος της Βόρειας Εύβοιας που εμφανίζονται ποικίλοι γεωλογικοί σχηματισμοί.

- Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις Pb (Πιν. Γ.3.2, 3, Χαρ. Γ.3.6) παρατηρούνται στην περιοχή του Κάβου και πιο συγκεκριμένα στα δείγματα που εντοπίζονται κοντά στην εμφάνιση των υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς (π.χ. δείγμα KABOS-10, 372μg/kg Pb). Παράλληλα, εμπλουτισμός του εδάφους σε Pb παρατηρείται και στις περιοχές που είναι κοντά στο σχηματισμό του κρυσταλλικού υποβάθρου, ο οποίος αποτελείται από ορθογνεύσιους και σε μικρότερο ποσοστό παρα-γνεύσιους, όπως γνευσιακούς σχιστόλιθους και χαλαζιακούς-σερικιτικούς σχιστόλιθους, αλλά και κατά θέσεις αμφιβολίτες και αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι (π.χ. περιοχή Αγióκαμπου, το δείγμα AGG-3, με 157μg/kg Pb). Αυξητικές τάσεις στη συγκέντρωση Pb παρατηρούνται και κοντά στην περιοχή των Λουτρών Αιδηψού και των Ήλιων (π.χ. δείγμα AD-24, με 81μg/kg Pb), στις συγκεκριμένες περιπτώσεις οι αυξημένες συγκεντρώσεις οφείλονται στην λειτουργία των θερμών πηγών και τις αποθέσεις τους (συγκέντρωση Pb στα θερμά νερά έως 6μg/L, στις αποθέσεις έως 10600μg/kg).
- Οι μεγαλύτερες τιμές συγκεντρώσεων Ca εντοπίζονται κυρίως στην ευρύτερη περιοχή των Λουτρών Αιδηψού και στο δυτικό άκρο της χερσονήσου των Λιχάδων (Πιν. Γ.3.2, Χαρ. Γ.3.7). Στην περιοχή των Λουτρών Αιδηψού, ο εμπλουτισμός του εδάφους σε Ca οφείλεται στις εκτεταμένες αποθέσεις θερμών πηγών, των οποίων η σύσταση είναι CaCO₃ (τραβερτίνης), (συγκέντρωση Ca στις θερμές πηγές έως 1210mg/L και στις αποθέσεις έως 619000mg/kg). Στην περιοχή της χερσονήσου των Λιχάδων ο εμπλουτισμός σε Ca οφείλεται στο γεγονός ότι στη συγκεκριμένη περιοχή έχουμε την μεγαλύτερη εμφάνιση ανθρακικών σχηματισμών στην ΒΔ Εύβοια, καθώς σχεδόν όλη η χερσόνησος δομείται από την ανθρακική ακολουθία (Τριαδικού-Ιουρασικού) της Υποπελαγονικής ενότητας.
- Οι υψηλότερες τιμές συγκεντρώσεων Mg εντοπίζονται στην περιοχή του Κάβου και των Λιχάδων (Πιν Γ.3.2, Χαρ. Γ.3.8), αποδεικνύοντας το σαφή επηρεασμό της σύστασης του εδάφους από τους δολομίτες του σχηματισμού της ανθρακικής ακολουθίας (Τριαδικού-Ιουρασικού) της Υποπελαγονικής ενότητας. Αντιπαραβάλλοντας τους χάρτες Γ.3.7 και Γ.3.8, Χαρακτηριστική είναι η αντίθεση που παρατηρείται στην περιοχή των Λουτρών της Αιδηψού, όπου ενώ αν και παρατηρούνται οι υψηλότερες τιμές Ca, οι τιμές Mg είναι ιδιαίτερα χαμηλές. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει την σαφή επιρροή στην περιοχή των Λουτρών Αιδηψού, των αποθέσεων των θερμών πηγών, όπου έχουν χημική σύσταση CaCO₃ (τραβερτίνης).

- Υψηλές συγκεντρώσεις As και Sr παρατηρούνται στην περιοχή των Λουτρών Αιδηψού (Πιν Γ.3.2, Χαρ. Γ.3.9, 10). Ο εμπλουτισμός του εδάφους σε As και Sr οφείλεται στη συγκεκριμένη περιοχή στη λειτουργία των θερμών πηγών και στις αποθέσεις τους, καθώς η συγκέντρωση Sr στις θερμές πηγές της περιοχής φτάνει τα 17mg/L και στις αποθέσεις τους τα 3750mg/kg και αντίστοιχα η συγκέντρωση As στις θερμές πηγές φτάνει τα 68 µg/L και στις αποθέσεις τους τα 87mg/kg. Στην περίπτωση του As, διαπιστώθηκε επιρροή από τη λειτουργία των εκεί θερμών πηγών και στην περιοχή των Ήλιων (συγκέντρωση As στο θερμό νερό: 84µg/L, στις αποθέσεις: 5500mg/kg).

- Τα στοιχεία Ti, K, Se, Zn, Ba, U κατά κανόνα παρουσιάζουν παρόμοια κατανομή των συγκεντρώσεων τους (Πιν. Γ.3.2, 3, Χαρ. Γ.3.11-16). Πιο αναλυτικά, τα περισσότερα στοιχεία από αυτήν την ομάδα παρουσιάζουν αυξημένες συγκεντρώσεις στο ανατολικό μέρος της μελετηθείσας περιοχής (σχηματισμοί της Πελαγονικής ενότητας), σε πλήρη αντίθεση με το ανατολικό μέρος (σχηματισμοί της Υποπελαγονικής ενότητας), στο οποίο παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τιμές συγκεντρώσεων. Η συγκεκριμένη ομάδα στοιχείων επηρεάζεται από τα πετρώματα που εμφανίζονται στο ανατολικό μέρος της μελετηθείσας περιοχής. Εξαίρεση έως ένα βαθμό παρουσιάζουν οι συγκεντρώσεις του U (Χαρ. Γ.3.16) και του Zn (Χαρ. Γ.3.14). Στην περίπτωση του Zn, διαπιστώνεται μια μικρή θετική ανωμαλία στις συγκεντρώσεις στην περιοχή του Κάβου, στα δείγματα που εντοπίζονται κοντά στην εμφάνιση των υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς. Στην περίπτωση του U, αυξημένες τιμές παρουσιάζουν τα δείγματα από την περιοχή του Αγίου Γεωργίου, δηλαδή σε μία λεπτή παραθαλάσσια λωρίδα πεδινής έκτασης, στο νότιο τμήμα της χερσονήσου των Γιάλτρων, όπου το έδαφος τροφοδοτείται αποκλειστικά με υλικό από τον σχηματισμό της ανθρακικής ακολουθίας (ηλικίας Τριαδικού-Ιουρασικού) της Υποπελαγονικής ενότητας.

- Σχετικά με την καταλληλότητα των εδαφών (Κεφ. Γ.3.1.7), χρησιμοποιήθηκε η Δανέζικη νομοθεσία και η Βρετανική ταξινόμηση βάσει KELLY.
 - I. Χρησιμοποιώντας την Δανέζικη Νομοθεσία στα επιφανειακά εδαφικά δείγματα (Πίν. Γ.3.22), διαπιστώνεται ότι:
 - Στο As, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν 7 δείγματα (AD-2, AD-7, AD-9, AD-10, AD-24, HL-2, LIX-5) και από αυτά 3 δείγματα υπερβαίνουν και το όριο παρέμβασης (AD-9, AD-24, LIX-5).
 - Στο Ba, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν 52 δείγματα, βέβαια εξ αυτών μόνο 1 υπερβαίνει και το όριο παρέμβασης (AD-9).

- Στο Cd, οι συγκεντρώσεις σε όλες τις περιοχές διαπιστώθηκε ότι είναι ιδιαίτερα χαμηλές και αυτό φαίνεται και από το γεγονός ότι κανένα δείγμα δεν υπερβαίνει τα Ολλανδικά όρια.
- Στο Co, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνουν τα 25 από τα 90 δείγματα, όπου η συντριπτική πλειοψηφία αυτών των δειγμάτων εντοπίζεται στις περιοχές Λιχάδας και Κάβου (σχεδόν όλα τα δείγματα αυτών των περιοχών υπερβαίνουν το συγκεκριμένο όριο), εξ αυτών όμως κανένα δεν υπερβαίνει το όριο παρέμβασης.
- Στο Cr, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνουν τα 23 από τα 90 δείγματα, όπου η συντριπτική πλειοψηφία αυτών των δειγμάτων εντοπίζεται στην περιοχή της Λιχάδας και του Κάβου (όλα τα δείγματα αυτών των περιοχών υπερβαίνουν το συγκεκριμένο όριο), εξ αυτών 11 δείγματα υπερβαίνουν το όριο παρέμβασης, 9 από αυτά εντοπίζονται στις περιοχές Κάβου, Λιχάδας και 2 δείγματα στην περιοχή του Αγίου Γεωργίου.
- Στο Cu, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνουν τα 16 από τα 90 δείγματα και εξ αυτών 2 δείγματα υπερβαίνουν και το όριο παρέμβασης (AD-17, NP-3).
- Στο Ni, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνουν τα 46 από τα 90 δείγματα και εξ αυτών 18 δείγματα υπερβαίνουν και το όριο παρέμβασης, όπου η πλειονότητα αυτών των δειγμάτων εντοπίζεται στις περιοχές της Λιχάδας και του Κάβου.
- Στο Pb, οι συγκεντρώσεις σε σχεδόν όλα τα δείγματα είναι ιδιαίτερα χαμηλές. Αυτό φαίνεται και από το γεγονός ότι μόνο τα δείγματα AGG-3, KABOS-10 υπερβαίνουν, την τιμή του πρώτου ορίου.
- Στο Zn, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνει μόνο 1 δείγμα (AGIOK-5).

II. Βάσει της Αγγλικής ταξινόμησης Kelly από τον πίνακα Γ.3.23 παρατηρείται μια αντίστοιχη εικόνα, δηλαδή, σοβαρή επιβάρυνση σε συγκεκριμένα στοιχεία όπως Cr, Mg, Ni διαπιστώνεται στα δείγματα που είναι κυρίως σε γειτονία με τις εμφανίσεις των υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς, καθώς πολλά δείγματα χαρακτηρίζονται από έντονα ρυπασμένα έως ασυνήθιστα έντονα ρυπασμένα. Τέλος, άξια αναφοράς είναι και η συγκριτικά μέτρια επιβάρυνση που διαπιστώνεται σε Mn και Se, σε αρκετά δείγματα. Ακριβώς αντίθετη εικόνα έχουμε κατά κανόνα στα στοιχεία As, Ba, Be, Cd, Cu, Pb, V, Zn.

ΥΠΟΓΕΙΑ ΨΥΧΡΑ ΝΕΡΑ

Συνοψίζοντας τα δεδομένα που προκύπτουν από την μελέτη των δειγμάτων υπόγειου ψυχρού νερού από την περιοχή της Β. Εύβοιας, συμπεραίνονται τα εξής:

- Οι συγκεντρώσεις Na και Cl συµμεταβάλλονται σε ικανοποιητικό βαθµό. (Εικ. Γ.3.34, Χαρ. Γ.3.17-18, συντελεστής συσχέτισης 0,75). Τα δείγµατα µε τις υψηλότερες συγκεντρώσεις Na και Cl τοποθετούνται στις περιοχές του χωριού Άγιος Γεώργιος (AGG-1-D-WM, AGG-2-WM) και στην περιοχή Σχίνου Αιδηψού (AD-11-WM, AD-22-WM, AD-10-W), σε πολύ µικρή απόσταση από την θάλασσα. Γεγονός που υποδηλώνει έντονη πιθανότητα επιρροής θαλασσινού νερού στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα και υποβάθµιση της ποιότητας του.
- Οι συγκεντρώσεις K, NO₃, SO₄, PO₄ συµμεταβάλλονται σε ικανοποιητικό βαθµό (Εικ. Γ.3.35, Χαρ. Γ.3.19-22). Οι υψηλότερες τιμές συγκεντρώσεων, παρουσιάζονται κυρίως στις πεδινές εκτάσεις, όπου και έχουµε έντονη αγροτική δραστηριότητα. Ως πηγή των συστατικών αυτών, θεωρείται η χρήση λιπασµάτων. Οι κατά τόπους ιδιαίτερα αυξηµένες τιμές των συγκεντρώσεων ερµηνεύονται αν ληφθεί υπόψη η διαφορετική ένταση χρήσης κάθε τύπου λιπάσµατος ανά περιοχή. Κάποιες δυσανάλογα υψηλές συγκεντρώσεις NO₃ που εντοπίζονται µεμονωµένα χωρίς οι συγκεντρώσεις των SO₄, PO₄ και του K να παρουσιάζουν ανάλογη αύξηση, όπως στα δείγµατα GIA-1-D-WM, GIA-2-WM, GIA-3-WM, AG-1-WM κ.α. οφείλονται σε οικιστικά λύµατα, καθώς όλα τα δείγµατα που παρουσιάζουν αυτό το φαινόµενο εντοπίζονται εντός ή πλησίον οικισµών χωρίς αποχετευτικό δίκτυο.
- Ιδιαίτερα αυξηµένες τιμές συγκεντρώσεων σε Zn, Mg, Ni (Χαρ. Γ.3.26-28) και σε µικρότερο βαθµό Fe, Cr, Co (Χαρ. Γ.3.23-25) εντοπίζονται κυρίως γύρω ή στις περιοχές που έχουµε εμφάνιση του κρυσταλλικού υποβάθρου. Οι περιοχές αυτές είναι κυρίως πεδινές εκτάσεις, που συνήθως καλύπτονται από µεταλλικούς σχηµατισµούς, Χαρακτηριστικό παράδειγµα οι περιοχές του Νέου Πύργου και του Αγιόκαµπου.
- Αξιοπρόσεχτη συµµεταβολή των συγκεντρώσεων τους παρουσιάζουν τα Fe-Zn, Zn-Mg, αλλά και η σύνδεση των συγκεντρώσεων τους µε τις συγκεντρώσεις του Mn κατά τόπους (Εικ. Γ.3.36, 37, Χαρ. Γ.3.26, 23, 24, 29).
- Εστιάζοντας στις συγκεντρώσεις των στοιχείων Al, As, B, Ba, Br, Cs, Cu, Li, Mo, Rb, Se, Si, Sr, V, στον πίνακα Γ.3.26, όπου παρουσιάζονται οι αναλύσεις δειγµάτων ψυχρών υπογείων νερών που πραγµατοποιήθηκαν µε φασµατοσκοπία πλάσµατος (ICP-MS), επιβεβαιώνεται η άποψη ότι τα διάφορα πετρώµατα δρουν καταλυτικά στην χηµική σύσταση των ψυχρών νερών της περιοχής.

- Στα υδροχημικά διαγράμματα Piper και Durov (Εικ. Γ.3.31, 32) το μεγαλύτερο μέρος των δειγμάτων ομαδοποιείται ικανοποιητικά, ώστε να μπορούμε να πούμε ότι συμπεριφέρονται ως μια ομάδα, ενώ μικρός μόνο αριθμός δειγμάτων διαφοροποιείται.
Τα περισσότερα παρουσιάζουν υδροχημικό τύπο ασβεστούχο-οξυανθρακικό (Ca-HCO₃).
- Τέλος, όσον αφορά την ποιότητα του νερού και την καταλληλότητα του για διάφορες χρήσεις, διαπιστώθηκαν τα εξής:
 - i. Ως προς την **σκληρότητα** (Πιν. Γ.3.31), σύμφωνα με την ταξινόμηση του Hem (1970), όλα τα δείγματα (100%) που εξετάστηκαν, Χαρακτηρίζονται σαν ``Πολύ σκληρά``. Χρησιμοποιώντας την ταξινόμηση των Sawyer – McCarty (1967), σαν ``Πολύ σκληρά`` Χαρακτηρίζεται το 57% των δειγμάτων (26 δείγματα) και σαν ``Σκληρά`` Χαρακτηρίζεται το 43% (19 δείγματα). Δεν πρέπει να παραληφθεί να αναφερθεί ότι κανένα από τα εξετασθέντα δείγματα δεν παρουσιάζει τιμή μικρότερη ή ίση με 80mg/lit CaCO₃, όπου είναι το όριο για να Χαρακτηριστεί ένα νερό κατάλληλο για οικιακή χρήση (Καλλέργης, 1986).
 - ii. Σχετικά με την **καταλληλότητα των υπογείων υδάτων για ανθρώπινη κατανάλωση** (Κεφ. Γ.3.2.9.1, Πιν. Γ.3.25) χρησιμοποιήθηκε η Οδηγία 98/83/EK. Στα εξετασθέντα δείγματα υπέρβαση του ενδεικτικού ορίου ποσιμότητας παρατηρείται στα:
 - Μn στα δείγματα NP-1-WM, OR-1-WM, AG-1-WM,
 - Na στα δείγματα AGG-1-D-WM, AD-22-WM (επαν. AD-11-WM), AGG-2-WM (επαν. AGG-1-D-WM), AD-10-W,
 - Ca στα δείγματα AD-11-WM, AG-1-WM, AD-22-WM (επαν. AD-11-WM),
 - SO₄ στο δείγμα GIA-1-D-WM,
 - και τέλος, στο CNΔ στα δείγματα AD-11-WM, AD-22-WM (επαν. AD-11-WM), AD-10-W.
 Υπέρβαση στο ανώτατο όριο ποσιμότητας παρατηρείται στο NO₃, στα δείγματα GIA-1-D-WM, GIA-2-WM, GIA-3-WM, AG-1-WM, NP-10-WM, GIA-6-WM με συνέπεια τα συγκεκριμένα δείγματα να κρίνονται ακατάλληλα για πόση.
 - v. Τέλος, σχετικά με την **καταλληλότητα των υπογείων υδάτων για αρδευτικούς σκοπούς** (Κεφ. Γ.3.2.9.1), χρησιμοποιήθηκε η κατάταξη που βασίζεται στο Συντελεστή Προσρόφησης Νατρίου (S.A.R.) και την αγωγιμότητα, του U.S. Salinity Laboratory (1954). Σύμφωνα με αυτή την κατάταξη τα δείγματα που εξετάστηκαν χωρίζονται στις εξής κατηγορίες (Πιν. Γ.3.36):

- i. S1-C1 (Νερό μικρής αλκαλικότητας - μικρής αλατότητας): Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το 58% των δειγμάτων (26 δείγματα).
- ii. S1-C2 (Νερό μικρής αλκαλικότητας - μέσης αλατότητας): Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το 33% των δειγμάτων (15 δείγματα).
- iii. S1-C3 (Νερό μικρής αλκαλικότητας - υψηλής αλατότητας): Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το 7% των δειγμάτων (3 δείγματα) (AD-11-WM, AGG-1-WM και η επανάληψη AGG-2-WM).
- iv. S2-C3 (Νερό μέσης αλκαλικότητας - υψηλής αλατότητας): Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το 2% των δειγμάτων (1 δείγματα) (AD-22-WM).

Και από την εξέταση του δείκτη E.S.R. και MH (Magnesium Hazard) (Πίν. Γ.3.36), διαπιστώνεται επιβάρυνση των νερών καθώς από τα 45 δείγματα που εξετάστηκαν μόνο τα 8 παρουσιάζουν $MH > 50$ και άρα δεν συνιστανται για άρδευση.

ΦΥΤΑ

ΜΟΝΟΕΤΗ ΦΥΤΑ

Συνοψίζοντας τα δεδομένα που προκύπτουν από την μελέτη των δειγμάτων μονοετών φυτών από την περιοχή της Β. Εύβοιας, συμπεραίνονται τα εξής:

- Στην περιοχή της Β. Εύβοιας διαπιστώθηκε πως μια μεγάλη ομάδα στοιχείων υπάρχουν σε βιοδιαθέσιμη μορφή στο έδαφος, καθώς διαπιστώνονται τα φυτά της περιοχής να παρουσιάζουν αξιόλογες συγκεντρώσεις και υψηλούς σ.σ. στα συγκεκριμένα στοιχεία.
- Στην περιοχή του Κάβου (KABOS-3-P) της Βόρειας Εύβοιας εντοπίστηκε το *Alyssum chalcidicum*, το οποίο είναι συσσωρευτής Ni. Το συγκεκριμένο δείγμα έχει 1704mg/kg Ni στο μέρος του φυτού που βρίσκεται πάνω από το έδαφος, ενώ στο ριζικό σύστημα 109mg/kg Ni. Ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι στο συγκεκριμένο δείγμα τα στοιχεία S, Sr, Ca, στο επάνω μέρος του φυτού παρουσιάζουν αξιόλογες τιμές συγκεντρώσεων όπως S 4054 mg/kg, Sr 35 mg/kg, Ca 35859 mg/kg. Επίσης, αποτελεί ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι στα συγκεκριμένα στοιχεία οι συγκεντρώσεις που διαπιστώνονται στο ριζικό σύστημα (S 1250mg/kg, Sr 5,6mg/kg, Ca 16,82mg/kg), υστερούν σε σχέση με τις συγκεντρώσεις που διαπιστώνονται στο πάνω μέρος του συγκεκριμένου δείγματος.

- Στην περιοχή της Εύβοιας στην οποία βρέθηκε το *Alyssum chalcidicum* (KABOS-3-P), όπου είναι μια εμφάνιση υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς, συλλέχτηκαν ακόμη τα:
 - *Silena fabaria* (KABOS-5-P) με 11,31mg/kg Ni στο υπέργειο μέρος του φυτού και 7,75mg/kg στο ριζικό σύστημα,
 - *Melilotus indica* (KABOS-6-P), με 25,3mg/kg Ni στο υπέργειο μέρος του φυτού και 12,6mg/kg στο ριζικό σύστημα,
 - *Dittrichia viscosa* (KABOS-7-P), με 39mg/kg Ni στο υπέργειο μέρος του φυτού και 6mg/kg στο ριζικό σύστημα, όπου είναι η υψηλότερη συγκέντρωση Ni που διαπιστώσαμε σε όλα τα δείγματα μετά τους συσσωρευτές *Alyssum*,
 - *Convolvulus cantabrica* (KABOS-8-P) με 8,5mg/kg Ni στο υπέργειο μέρος του φυτού και 5mg/kg στο ριζικό σύστημα.
 - *Hirschfeldia incana* (KABOS-4-P), με 4,5mg/kg Ni στο υπέργειο μέρος του φυτού και 0,9mg/kg στο ριζικό σύστημα. Το ίδιο είδος φυτού, εντοπίστηκε και συλλέχθηκε και σε κοντινή απόσταση (<150m) (KABOS-2-P) σε επίπεδο εδαφικό ορίζοντα (811mg/kg). Η συγκέντρωση του Ni που διαπιστώθηκε στο συγκεκριμένο δείγμα (KABOS-2-P) είναι στο υπέργειο μέρος 1,4mg/kg με σ.σ. 0,18% και στο ριζικό σύστημα 1,2mg/kg και σ.σ. 0,15%.

Από τα παραπάνω μπορούμε εύκολα να συμπεράνουμε ότι όλα αυτά τα είδη μπορούν να φύονται χωρίς κάποιο ιδιαίτερο πρόβλημα σε εδάφη με μεγάλες τιμές Ni, χωρίς αυτό να τους δημιουργεί κάποιο πρόβλημα στην ανάπτυξη τους. Το *Alyssum chalcidicum*, μάλιστα όχι μόνο δεν παρουσιάζει κάποιο πρόβλημα στο να φύεται στις συγκεκριμένες συνθήκες, αλλά έχει αναπτύξει και την ιδιότητα να μπορεί να συσσωρεύει μεγάλα ποσά Ni, φαινόμενο το οποίο μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμο, σαν ιδιαίτερα φιλικός προς το περιβάλλον τρόπος απορρύπανσης περιοχών που παρουσιάζουν προβλήματα μόλυνσης από Ni (φυτο-αποκατάσταση).

- Στην περιοχή των Λουτρών Αιδηψού, διαπιστώθηκε φυτά να φύονται απευθείας πάνω σε εύθρυπτο εδαφικό ορίζοντα που έχει προέρθει αποκλειστικά από αποθέσεις θερμών πηγών και Χαρακτηρίζεται από έντονη ετερογένεια, όσον αφορά την κατανομή συγκεντρώσεων των διαφόρων στοιχείων. Στη συγκεκριμένη περιοχή συλλέχτηκαν το *Limonium oleifolium* (AD-10-P) και το *Juncus acutus* (AD-11-P).

Πιο αναλυτικά, διαπιστώθηκε ότι το *Limonium oleifolium* (AD-10-P), παρουσιάζει σ.σ. Cu 50,4% (15,1mg/kg) για το υπέργειο μέρος και 27%

(8,1mg/kg) για το ριζικό σύστημα, σ.σ. Zn 64% (24,2mg/kg) για το υπέργειο μέρος, ενώ για το ριζικό σύστημα η συγκέντρωση είναι <LDL. Αλλά και ιδιαίτερα υψηλή συγκέντρωση Pb που είναι 9,9mg/kg στο ριζικό σύστημα και 3,3mg/kg Pb στο υπέργειο μέρος του και υψηλή συγκέντρωση Sr, καθώς φτάνει να είναι στο υπέργειο μέρος 75mg/kg Sr και σ.σ. 13,5%, ενώ στο ριζικό σύστημα 55,6mg/kg Sr και ο σ.σ. 10,16%.

Στο δείγμα *Juncus acutus* (AD-11-P), αντίστοιχο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι σ.σ. διαφόρων στοιχείων, καθώς εμφανίζονται ιδιαίτερα υψηλοί. Πιο αναλυτικά, ο σ.σ. Be είναι 36,57% (0,27mg/kg) για το ριζικό σύστημα. Ο σ.σ. του Co είναι 49,5% (0,14mg/kg) στο ριζικό σύστημα, ενώ στο υπέργειο μέρος του φυτού έχει μόνο 0,05mg/kg και σ.σ. 19,44%. Ο σ.σ. Pb είναι 36,9% (1,04mg/kg) στο υπέργειο μέρος του φυτού και 63,15% (1,79mg/kg) στο ριζικό σύστημα. Ο σ.σ. του Ti είναι 26% (4,32mg/kg) στο υπέργειο μέρος και 32% (5,32mg/kg) στο ριζικό σύστημα. Τέλος, ενδιαφέρον παρουσιάζει και σε αυτό το δείγμα η συγκέντρωση Sr, καθώς φτάνει να είναι στο ριζικό σύστημα 74,7mg/kg Sr και σ.σ. 2,4%, ενώ στο υπέργειο μέρος 40,9mg/kg Sr και σ.σ. 1,3%.

Δυστυχώς τα συγκεκριμένα είδη, δεν εντοπίστηκαν και σε άλλα περιβάλλοντα, ώστε να διαπιστωθεί αν οι υψηλοί σ.σ. που διαπιστώθηκαν είναι Χαρακτηριστικό των συγκεκριμένων ειδών (δεν υπάρχει διαθέσιμη βιβλιογραφία, που να διευκρινίζει το συγκεκριμένο θέμα) ή αν οφείλονται στο γεγονός ότι ο συγκεκριμένος ``εδαφικός`` ορίζοντας διαθέτει τα στοιχεία αυτά σε μορφές οι οποίες είναι πιο ευκολοπρόσληπτες για τα φυτά.

- Ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζει η ανάλυση του δείγματος σιταριού (*Triticum durum* Desf) (NP-4-P) καθώς είναι βρώσιμο είδος φυτού. Από την μελέτη τους διαπιστώθηκαν τα εξής:
 - Συγκρίνοντας τις συγκεντρώσεις στους καρπούς των συγκεκριμένων δειγμάτων (Πιν. Γ.1.37) με αναλύσεις από άλλες χώρες (Πίν. Ε.3) (Eriksson 2001a , Kabata-Pendias & Mukherjee, 2007), διαπιστώνεται ότι τα οι συγκεντρώσεις είναι συγκρίσιμες. Οριακή εξαίρεση σε αυτή τη διαπίστωση, είναι η συγκέντρωση Zn. Πιο αναλυτικά, ενώ σαν συνήθη εύρος συγκεντρώσεων από Kabata-Pendias & Mukherjee (2007) είναι τα 23-37mg/kg, στην περιοχή του Νέου Πύργου (NP-4-P) η συγκέντρωση Zn φτάνει τα 40mg/kg.
 - Η συγκέντρωση Cu στο δείγμα NP-4-P, στο υπέργειο μέρος του φυτού (εκτός του καρπού) είναι σχετικά υψηλή 14,42mg/kg (και αντίστοιχα και ο σ.σ. 51,2%), ενώ στον καρπό και στο ριζικό σύστημα είναι 5,2mg/kg (σ.σ. 18,5%) και 6mg/kg (σ.σ. 21,4%), αντίστοιχα.
 - Άξιο αναφοράς είναι το ότι στις ρίζες του NP-4-P καταγράφηκαν οι υψηλότερες συγκεντρώσεις Ti (62mg/kg).
 - Ενδιαφέρον αποτελεί το γεγονός ότι το Cr, εντοπίστηκε σε συγκεντρώσεις μετρήσιμες μόνο στις ρίζες (2,45mg/kg με σ.σ. 4,11%).

- Προχωρώντας στους σ.σ. μπορούμε να εύκολα να διαπιστώσουμε ότι κατά κύριο λόγο υψηλούς (>25% έως περίπου 700%) συναντάμε στα K, Na, P, S, σε όλα τα μέρη του φυτού που εξετάστηκαν. Βέβαια πρέπει να σημειωθεί ότι όλα αυτά τα στοιχεία είναι θρεπτικά συστατικά. Αξιοπρόσεκτα ποσοστά σ.σ. όμως, συναντάμε και στο Zn, που στον καρπό είναι 52,44%. Αλλά και στον Cu στο δείγμα NP-4-P, όπου στο υπέργειο μέρος φτάνει το 51,16%.
- Εξετάζοντας τις συγκεντρώσεις και τους σ.σ. των στοιχείων στα δείγματα μονοετών φυτών που μελετήσαμε, άξια σχολιασμού είναι τα εξής:
 - Το AGIOK-5-P, που είναι *Lupinus angustifolius* περιέχει Mn 89,4mg/kg και σ.σ. 16,4% στο υπέργειο μέρος του φυτού και είναι από τους μεγαλύτερους σ.σ. αλλά και από τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις Mn που διαπιστώθηκαν.
 - Στο δείγμα KABOS-5-P, που είναι *Silena fabaria*, η συγκέντρωση του Sr και στα δύο μέρη του φυτού που αναλύθηκαν βρέθηκε αυξημένη (10,5mg/kg).
 - Στο δείγμα KABOS-3-P, που είναι *Alyssum chalcidicum*, η συγκέντρωση του Sr και στα δύο μέρη του φυτού που αναλύθηκαν βρέθηκε αυξημένη και πιο αναλυτικά, στο υπέργειο μέρος είναι 35,1mg/kg και στη ρίζα 5,6mg/kg.
 - Από τις υψηλότερες συγκεντρώσεις Ti καταγράφηκαν στο υπέργειο μέρος του δείγματος KABOS-7-P, που είναι *Dittrichia viscosa* καθώς περιέχει 27,3mg/kg, ενώ στις ρίζες περιέχει 0,8mg/kg.
 - Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις Zn διαπιστώθηκαν στο υπέργειο μέρος του δείγματος AGIOK-4-P, που είναι *Spartium junceum* (162mg/kg) με σ.σ. 157%. Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι στο ριζικό σύστημα ο Zn ήταν κάτω από το LDL.

ΠΟΛΥΕΤΗ ΦΥΤΑ

Συνοψίζοντας τα δεδομένα που προκύπτουν από την μελέτη των δειγμάτων *Olea europaea* (κοιν. ελιά) από την περιοχή της Αταλάντης και της Κυρτώνης, συμπεραίνονται τα εξής:

- Υπάρχουν αρκετά υψηλοί συντελεστές συσσώρευσης (Πιν. Γ.3.41), σε πάρα πολλά στοιχεία στα φύλλα της ελιάς, σε σύγκριση με τα υπόλοιπα μέρη του φυτού που αναλύθηκαν. Το συγκεκριμένο φαινόμενο έως ένα βαθμό μπορεί να ερμηνευτεί λόγω μεταφοράς και απόθεσης του εδάφους στα φύλλα μέσω του αέρα, αντίστοιχα φαινόμενα παρατήρησαν και οι Matejzon et al. 2006.

- Στον πυρήνα, διαπιστώνεται ότι υπάρχουν εξαιρετικά υψηλοί σ.σ., οι υψηλότερες τιμές των οποίων φτάνουν έως το 932% (Πιν. Γ.3.41).
- Τα στοιχεία που παρουσιάζουν συνήθως υψηλούς συντελεστές συσσώρευσης είναι κυρίως τα K, P, S και ακολουθεί το Ca, σε όλα τα μέρη (φύλλα, πυρήνα, ψίχα) από δείγματα *Olea europaea* που εξετάστηκαν (Πιν. Γ.3.41). Πρέπει να σημειωθεί ότι τα στοιχεία αυτά είναι θρεπτικά συστατικά του φυτού.
- Οι συγκεντρώσεις σχεδόν όλων των ιχνοστοιχείων (Πιν. Γ.3.40) διαπιστώθηκε ότι ακολουθούν την τάση: Φύλλα > Πυρήνα > Ψίχα η οποία ταυτίζεται με αυτή, που διαπιστώνεται και στους συντελεστές συσσώρευσης.
- Εξαιρέση αποτελεί το Cr (Πιν. Γ.3.40) στο οποίο παρατηρείται η τάση: Ψίχα > Φύλλα > Πυρήνα, χωρίς να υπάρχει κάποιος εμφανής λόγος που να δικαιολογεί αυτή την συμπεριφορά του χρωμίου.
- Η *Olea europaea*, φαίνεται να έχει αναπτύξει ένα μηχανισμό βάση του οποίου προστατεύει τους καρπούς της (κυρίως την ψίχα) από την συσσώρευση βαρέων μετάλλων, γεγονός που διαπιστώνουν και οι Wilson & Pyatt (2007). Ταυτόχρονα επιτυγχάνει εντυπωσιακή συσσώρευση στο βρώσιμο μέρος του καρπού της (ψίχα), από θρεπτικά συστατικά (K, P, S, Ca).
- Η *Olea europaea*, μπορεί να φύτευται σε εδάφη με υψηλές τιμές μετάλλων στο έδαφος π.χ. σε περιοχές κοντά σε εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων που έχουν επηρεάσει τον εδαφικό ορίζοντα, χωρίς να παρατηρείται κάποιο φαινόμενο τοξικότητας του φυτού από αυτό το γεγονός.

ΜΕΡΟΣ Δ

ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Δ.1 ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΑ ΡΕΥΣΤΑ

Δ.1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη ευρύτερη περιοχή μελέτης αναπτύσσεται ένα ενεργό υδροθερμικό σύστημα με εκδηλώσεις θερμών πηγών (θερμοκρασίες ανάβλυσης 30-80°C). Πιο αναλυτικά, στην Β. Εύβοια, θερμές πηγές εκδηλώνονται στις περιοχές της Αιδηψού, των Γιάλτρων και των Ήλιων. Στην Αν. Στερεά Ελλάδα, θερμές πηγές εκδηλώνονται σε δύο περιοχές στις Θερμοπύλες και τα Καμένα Βούρλα.

Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των υπό μελέτη θερμών πηγών, κυρίως στην περιοχή της Εύβοιας, είναι η υψηλή θερμοκρασία (έως 82 °C), η πλούσια περιεκτικότητα τους σε πλήθος κύριων στοιχείων, ιχνοστοιχείων, ελεύθερων αέριων (CO₂ και H₂S), καθώς και η υψηλή τους πίεση. Η γένεση τους συνδέεται με τα παράκτια ρήγματα του Ευβοϊκού κόλπου, ενώ ένα άλλο γεωλογικό φαινόμενο το οποίο φαίνεται ότι συνεισφέρει στην ποιότητα των νερών αυτών, είναι η ύπαρξη του ηφαιστειακού κέντρου των Λιχάδων στην είσοδο του Μαλιακού κόλπου.

Πιο αναλυτικά, στην περιοχή της Β. Εύβοιας που εντοπίζονται και οι περισσότερες αναβλύσεις θερμών πηγών, διακρίνονται τρία κύρια συστήματα ρηγμάτων με διευθύνσεις Α-Δ, Α.ΝΑ-Δ.ΒΔ και Β.ΒΑ-Ν.ΝΑ (Vavassis, 2001). Τα περισσότερα από τα δείγματα είναι Πλειοκαινικής-Πλειστοκαινικής ηλικίας. Τα παράκτια ρήγματα διεύθυνσης Α-Δ συνδέονται άμεσα με την δημιουργία του βυθίσματος του Β. Ευβοϊκού κόλπου και την γεωμορφολογική διαμόρφωση της Εύβοιας (Ν.ΝΑ ακτές). Το σύστημα ρηγμάτων Β.ΒΑ-Ν.ΝΔ της διεύθυνσης διαμορφώνει τις δυτικές ακτές της νήσου και διέρχεται από το ηφαιστειακό κέντρο των Λιχάδων και συνεχίζει στην Αν. Στερεά Ελλάδα περνώντας από τα Καμένα Βούρλα και το ακρωτήριο της Κνημίδος (Γκιώνη, 1998). Μικροτεκτονικές αναλύσεις (Μέττος et al., 1991) αποδίδουν την τεκτονική μορφή της Β. Εύβοιας στην ύπαρξη δύο εφελκυστικών φάσεων παραμόρφωσης και μιας συμπίεσης ή οριζόντιας μετατόπισης. Από το Πλειστόκαινο μέχρι σήμερα, στο βόρειο τμήμα του Β. Ευβοϊκού κόλπου έχουν πραγματοποιηθεί καθοδικές κινήσεις της τάξης των 400m. Πιθανόν το μεγάλο βάθος στο βόρειο τμήμα του Β. Ευβοϊκού καθώς και η διάνοιξη του διαύλου των Ωρεών να είναι δημιουργία της τελευταίας φάσης του εφελκυστικού σταδίου παραμόρφωσης (Αναγνώστου et al., 1986). Αυτή η εφελκυστική φάση τεκτονισμού που χαρακτηρίζει την περιοχή σήμερα έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία πολλών και βαθιών ρηγμάτων που συντελούν στην κυκλοφορία σε βάθος αλλά και στην άνοδο προς την επιφάνεια των υδροθερμικών ρευστών (Χατζής et al., 2008).

Σχετικά με το ηφαιστειακό κέντρο των Λιχάδων θα πρέπει να αναφερθεί ότι πρόκειται για εκδηλώσεις Τεταρτογενούς ηφαιστειότητας (Μαρίνος et al., 1957), που απαντώνται στα νησιά Λιχάδες και στη Λοκρίδα στη θέση Βρωμολίμνη και στον Άγιο Κωνσταντίνο. Οι ηφαιστειακές λάβες στις νήσους Λιχάδες είναι ανδεσιτικής συστάσεως, ενώ στην περιοχή της Λοκρίδας είναι βασαλτικής. Οι λάβες της Λοκρίδας χαρακτηρίζονται από μεγάλο ποσοστό συμμετοχής ολιβίνη και πολύ μικρό ποσοστό κερροσίλβης, ενώ στις λάβες των Λιχάδων η ποσοτική συμμετοχή των δύο ορυκτών

αντιστρέφεται. Η ηλικία των πετρωμάτων που δομούν τις Λιχάδες είναι 0,5Ma, ενώ της Λοκρίδα η ηλικία είναι 1,7Ma, (Fytikas et al. 1985). Η ηφαιστειότητα αυτή κατά τους Πη & Πανάγος (1976) και Pe-Piper (1989) εντάσσεται στο δυτικό άκρο του ηφαιστειακού τόξου του Αιγαίου. οι Fytikas et al. (1985) θεωρούν ότι προέρχεται από μια βαθειά πηγή, ανεξάρτητη του τόξου την οποία μπορεί να συνδέσει κανείς με την νοτιοδυτική προέκταση του ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας. Μετά από νεότερες έρευνες των Innocenti et al. (2010), οι οποίοι εξέτασαν την χημική σύσταση των συγκεκριμένων ηφαιστειακών πετρωμάτων, αλλά και με μελέτη ισότοπων Sr–Nd–Pb, συνδέουν την συγκεκριμένη ηφαιστειότητα με τις ηφαιστειότητες της Βορείου Ελλάδας, που εντοπίζονται Βόρεια της Πελαγονικής και της Αττικοκυκλαδικής γεωτεκτονικής ενότητας.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα αποτελέσματα των γεωφυσικών ερευνών που έχουν γίνει στην περιοχή. Οι Makris & Veis (1977) και Makris et al. (1996) διαπίστωσαν μέσω μικροσεισμικών μεθόδων ότι η ασυνέχεια Moho βρίσκεται σε βάθος 19Km, στο κέντρο του Β. Ευβοϊκού Κόλπου, αν και ο φλοιός στο βόρειο τμήμα της Εύβοιας πλησιάζει σε πάχος τα 32Km και πιο δυτικά προς την Κεντρική Στερεά Ελλάδα τα 40Km. Οι Karastathis et al. (2010) πάλι με την επεξεργασία μικροσεισμικών και αερομαγνητικών δεδομένων, διαπίστωσαν την ύπαρξη ενός κρυσταλλωμένου μαγματικού θαλάμου σε βάθος άνω των 8Km στην περιοχή των Λιχάδων και της Βρωμολίμνης.

Η ύπαρξη των θερμών πηγών στις περιοχές της Β. Εύβοιας και της Αν. Στερεάς Ελλάδας, έχει παίξει καθοριστικό ρόλο στην οικονομική ανάπτυξη τους, διαμέσου των αιώνων. Ενδεικτικά αναφέρεται πως πρώτη φορά που γίνεται αναφορά στις θερμές πηγές της Αιδηψού, είναι από τον Αριστοτέλη στα Μετεωρολογικά (II, 8.3), όπου επιχειρείται να δοθεί μια εξήγηση στην ανάπτυξη τους, σύμφωνα με τον οποίο οφείλονται στην τριβή που δημιουργείται από την μεγάλη ταχύτητα με την οποία το θαλασσινό νερό διαπερνά το γήινο φλοιό για να καταλήξει στην επιφάνεια. Το ίδιο ισχύει και για την περιοχή της Αν. Στερεάς Ελλάδας. Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι σχετικά με τις θερμές πηγές στην περιοχή των Θερμοπυλών, η Αρχαία Ελληνική Μυθολογία, αποδίδει την δημιουργία τους στον Ήφαιστο, κατόπιν παράκλησης της Αθηνάς για να λούζεται εκεί ο Ηρακλής και να ξαναβρίσκει τις δυνάμεις του μετά τους Άθλους του.

Η ύπαρξη των θερμών πηγών στις περιοχές μελέτης, έχει αξιοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό με υποδομές για τον τουρισμό και την υδροθεραπεία.

Δ.1.2. ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Πίνακας Δ.1.1. Θέσεις δειγματοληψίας θερμών πηγών από τις περιοχές της Βόρειας Εύβοιας.

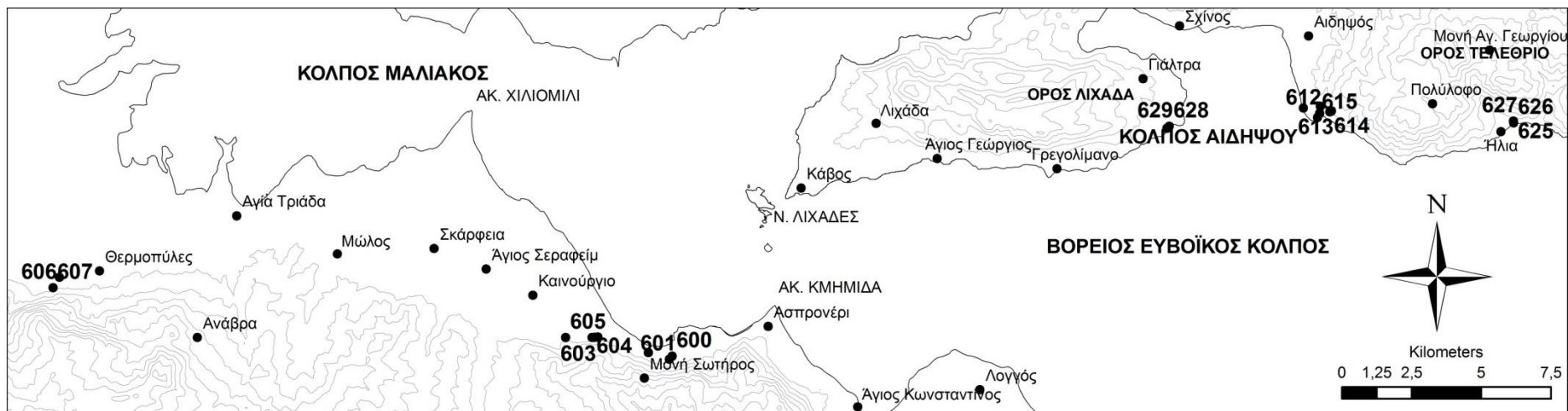
ΑΡΙΘ. ΔΕΙΓΜ. ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΓΕΩΓΡ. ΣΥΝΤ.	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΤΟΠΟΝΥΜΙΟ	ΗΜΕΡΟΜ.	ΕΙΔΟΣ ΥΑΡΟΣΗΜ.	ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ	ΣΧΟΛΙΑ
610	AD-1-D-WM	N38 51.264 E23 02.930	ΑΙΔΗΨΟΣ	Ε.Ο.Τ.	16/11/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	Ε.Ο.Τ.	Χρησιμοποιείται για ιαματικά λουτρά
611	AD-2-WM	N38 51.264 E23 02.930	ΑΙΔΗΨΟΣ	Ε.Ο.Τ.	16/11/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	Ε.Ο.Τ.	Χρησιμοποιείται για ιαματικά λουτρά
612	AD-3-WM	N38 51.264 E23 02.930	ΑΙΔΗΨΟΣ	Ε.Ο.Τ.	16/11/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	Ε.Ο.Τ.	Χρησιμοποιείται για ιαματικά λουτρά
613	AD-4-WM	N38 51.313 E23 03.220	ΑΙΔΗΨΟΣ	ΓΕΦΥΡΑ ΠΡΟΣ ΤΑ ΗΛΙΑ	19/11/2004	ΠΗΓΗ	ΣΚΟΥΡΤΑΝΙΟΤΗΤΣ ΜΙΧ.	Δημιουργήθηκε κατά την θεμελίωση γέφυρας
614	AD-5-WM	N38 51.296 E23 03.179	ΑΙΔΗΨΟΣ	ΓΕΦΥΡΑ ΠΡΟΣ ΤΑ ΗΛΙΑ	19/11/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΔΗΜΟΣ ΑΙΔΗΨΟΥ	
615	AD-6-WM	N38 51.182 E23 02.876	ΑΙΔΗΨΟΣ	ΚΟΝΤΑ ΘΑΛΑΣΣΑ (ΚΑΤΑΡΑΚΤΕΣ)	19/11/2004	ΠΗΓΗ	ΔΗΜΟΣ ΑΙΔΗΨΟΥ	Χρησιμοποιείται για ιαματικά λουτρά
616	AD-15-WM	N38 51.400 E23 02.945	ΑΙΔΗΨΟΣ	ΓΗΠΕΔΟ ΑΙΔΗΨΟΥ (ΠΑΙΔΙΚΗ ΧΑΡΑ)	20/11/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ		
617	AD-20-WM (AD-1-D-WM)	N38 51.264 E23 02.930	ΑΙΔΗΨΟΣ	Ε.Ο.Τ.	17/6/2005	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	Ε.Ο.Τ.	
618	AD-21-WM (AD-2-WM)	N38 51.264 E23 02.930	ΑΙΔΗΨΟΣ	Ε.Ο.Τ.	17/6/2005	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	Ε.Ο.Τ.	
619	AD-100-W	N38 51.265 E23 02.929	ΑΙΔΗΨΟΣ	ΕΟΤ	16/6/2008	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	Ε.Ο.Τ.	Χρησιμοποιείται για ιαματικά λουτρά
620	AD-101-W	N38 51.264 E23 02.930	ΑΙΔΗΨΟΣ	ΕΟΤ	16/6/2008	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	Ε.Ο.Τ.	Χρησιμοποιείται για ιαματικά λουτρά
621	AD-102-W	N38 51.264 E23 02.930	ΑΙΔΗΨΟΣ	ΕΟΤ	16/6/2008	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	Ε.Ο.Τ.	Χρησιμοποιείται για ιαματικά λουτρά
622	AD-103-W	N38 51.264 E23 02.930	ΑΙΔΗΨΟΣ	ΕΟΤ	16/6/2008	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	Ε.Ο.Τ.	Χρησιμοποιείται για ιαματικά λουτρά
623	AD-104-W	N38 51.264 E23 02.930	ΑΙΔΗΨΟΣ	ΕΟΤ	16/6/2008	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	Ε.Ο.Τ.	Χρησιμοποιείται για ιαματικά λουτρά
624	AD-105-W	N38 51.313 E23 03.219	ΑΙΔΗΨΟΣ	ΓΕΦΥΡΑ ΠΡΟΣ ΤΑ ΗΛΙΑ	16/6/2008	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	Ε.Ο.Τ.	Χρησιμοποιείται για ιαματικά λουτρά
625	AD-9-WM (HL-1-WM)	N38 51.118 E23 07.749	ΗΛΙΑ	ΠΑΡΑΛΙΑΚΟΣ ΔΡΟΜΟΣ	20/11/2004	ΓΕΩΤΡΗΣΗ		Χρησιμοποιείται για ιαματικά λουτρά
626	HL-1-D-WM (AD-9-WM)	N38 51.118 E23 07.749	ΗΛΙΑ	ΠΑΡΑΛΙΑΚΟΣ ΔΡΟΜΟΣ	14/3/2005	ΠΗΓΗ		Χρησιμοποιείται για ιαματικά λουτρά
627	HL-11-W (HL-1-WM)	N38 51.152 E23 07.740	ΗΛΙΑ	ΠΑΡΑΛΙΑΚΟΣ ΔΡΟΜΟΣ	16/6/2008	ΓΕΩΤΡΗΣΗ		Χρησιμοποιείται για ιαματικά λουτρά
628	GIA-4-WM	N38 50.976 E22 59.196	ΓΙΑΛΤΡΑ	ΛΟΥΤΡΑ ΠΑΡΑΛΙΑΣ	20/11/2004	ΠΗΓΗ		Χρησιμοποιείται για ιαματικά λουτρά
629	GIA-11-W	N38 51.174 E22 58.413	ΓΙΑΛΤΡΑ	ΠΑΡΑΛΙΑΚΟΣ ΔΡΟΜΟΣ	22/11/2007	ΠΗΓΗ		Χρησιμοποιείται για ιαματικά λουτρά

Πίνακας Δ.1.2. Θέσεις δειγματοληψίας θερμών πηγών από τις περιοχές της Αν. Στ. Ελλάδας.

ΑΡΙΘ. ΔΕΙΓΜ. ΣΤΟ ΧΑΡΤΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΓΕΩΓΡ. ΣΥΝΤ.	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΤΟΠΟΝΥΜΙΟ	ΗΜΕΡΟΜ.	ΕΙΔΟΣ ΥΑΡΟΣΗΜ.	ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ	ΣΧΟΛΙΑ
600	KBE-10-D-WM	N38 46.409 E22 46.935	ΚΑΜΜΕΝΑ ΒΟΥΡΛΑ	ΞΕΝΟΔ. ΓΑΛΗΝΗ (ΜΝΗΜΕΙΟ)	12/4/2005	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΞΕΝΑΔΟΧΕΙΟ ΓΑΛΗΝΗ	Η γεώτρηση δεν χρησ. για υδροθεραπεία
601	KB-1-D-WM *	N38 46.349 E22 46.868	ΚΑΜΜΕΝΑ ΒΟΥΡΛΑ	ΞΕΝΟΔ. ΓΑΛΗΝΗ	26/10/2004	ΠΗΓΗ	ΞΕΝΑΔ. ΓΑΛΗΝΗ	Χρησιμοποιείται για ιαματικά λουτρά
602	KB-3A-WM *	N38 46.759 E22 45.092	ΚΑΜΜΕΝΑ ΒΟΥΡΛΑ		26/10/2004	ΠΗΓΗ		Λίμνη, χρησιμοποιείται για ιαματικά λουτρά
603	KB-3B-WM *	N38 46.752 E22 45.004	ΚΑΜΜΕΝΑ ΒΟΥΡΛΑ		26/10/2004	ΠΗΓΗ		Λίμνη, χρησιμοποιείται για ιαματικά λουτρά
604	KB-3C-WM *	N38 46.749 E22 44.945	ΚΑΜΜΕΝΑ ΒΟΥΡΛΑ		26/10/2004	ΠΗΓΗ		Λίμνη, χρησιμοποιείται για ιαματικά λουτρά
605	KB-4-WM *	N38 46.742 E22 44.290	ΚΑΜΜΕΝΑ ΒΟΥΡΛΑ		26/10/2004	ΠΗΓΗ		Λίμνη, χρησιμοποιείται για ιαματικά λουτρά
606	KB-5-WM *	N38 47.560 E22 31.561	ΘΕΡΜΟΠΥΛΕΣ	ΘΕΡΜΑ ΛΟΥΤΡΑ-ΛΙΜΝΗ	27/10/2004	ΠΗΓΗ		Λίμνη, χρησιμοποιείται για ιαματικά λουτρά
607	THE-1-D-WM (KB-5-WM)	N38 47.559 E22 31.559	ΘΕΡΜΟΠΥΛΕΣ	ΘΕΡΜΑ ΛΟΥΤΡΑ-ΛΙΜΝΗ	12/4/2005	ΠΗΓΗ		Λίμνη, χρησιμοποιείται για ιαματικά λουτρά

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες είναι σε WGS84, Lat/Lon hdddomm.mmm'

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Τα δείγματα τα οποία έχουν κατάληξη -W συλλέχτηκα στα πλαίσια της διδακτορικής διατριβής



Εικόνα Δ.1.1. Χάρτης θέσεων δειγματοληψίας θερμών πηγών στην Βόρεια Εύβοια και στην Αν. Στ. Ελλάδα.

Δ.1.3. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Πίνακας Δ.1.3. Χημικές αναλύσεις των θερμών πηγών.

	Cd (μg/L)	Co (μg/L)	Cr (μg/L)	Mn (μg/L)	Pb (μg/L)	Ni (μg/L)	Fe (μg/L)	Zn (μg/L)
GIA-4-WM	1	<0,02	<0,01	16	3	<0,1	310	5
GIA-11-W	0,09	4	14	13	1	27	<100	<
AD-1-D-WM	1	<0,02	<0,01	17	4	<0,1	270	3
AD-2-WM	1	<0,02	<0,01	30	4	<0,1	900	8
AD-3-WM	1	<0,02	<0,01	20	3	<0,1	170	7
AD-4-WM	1	<0,02	<0,01	130	3	<0,1	90	7
AD-5-WM	1	<0,02	<0,01	60	6	<0,1	1180	4
AD-6-WM	1	<0,02	<0,01	21	5	<0,1	160	15
AD-15-WM	1	250	<0,01	22	1	<0,1	190	8
AD-20-WM	<0,003	<0,02	<0,01	55	1	<0,1	150	3
AD-21-WM	<0,003	<0,02	<0,01	43	1	<0,1	1200	2
AD-100-W	<0,05	3	20	23	1	23	<100	23
AD-101-W	<0,05	3	19	23	1	24	<100	25
AD-102-W	<0,05	3	19	23	1	24	<100	26
AD-103-W	<0,05	3	17	25	0,4	25	<100	27
AD-104-W	<0,05	3	15	40	1	24	443	35
AD-105-W	<0,05	6	14	103	0,4	24	<100	27
HL-1-D-WM	<0,003	4	12	490	4	<0,1	4900	13
AD-9-WM	<0,003	<0,02	17	430	2	<0,1	10990	6
HL-11-W	<0,05	2	8	314	<0,4	21	110	30
THE-1D-WM	1	1	0,3	1	3	3	5	4
KB-5-WM	0,1	3	<0,01	2	2	2	29	9
KBE-10-D-WM	<0,003	6	3	780	4	35	1040	8
KB-1-D-WM	0,2	9	<0,01	1490	2	37	290	8
KB-3A-WM	0,2	1	<0,01	8	2	6	26	13
KB-3B-WM	0,1	3	<0,01	7	2	6	23	11
KB-3C-WM	0,2	2	<0,01	7	2	6	38	12
KB-4-WM	0,2	<0,02	<0,01	2	3	8	100	8

[Οι παρούσες χημικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης (AAS), τα δεδομένα με πλάγια γραφή ελήφθησαν με φασματοσκοπία πλάσματος (ICP-MS) και αναφέρονται και στο παρόντα πίνακα, για λόγους πληρότητας.]

Πίνακας Δ.1.4. Χημικές αναλύσεις και φυσικές παράμετροι των θερμών πηγών.

	Na (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	PO ₄ (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	Cl (mg/L)	HCO ₃ (mg/L)	T (°C)	pH	Eh (mV)	TDS (g/l)	CND (mS/cm)
GIA-4-WM	12000	310	540	1090	0,1	4,4	3700	16300	220	43,4	6,46		26,68	55,12
GIA-11-W	11040	180	191	1090	0,289	3,6	3400	18470	228	43	6,43	-64	26,16	52,38
AD-1-D-WM	10600	350	301	1140	0,12	7,0	1500	16130	558	80,5	6,43		54,52	27,12
AD-2-WM	10400	340	299	1110	0,08	6,6	1600	17300	518	75	5,85		53,64	26,68
AD-3-WM	9600	310	262	1070	0,24	7,9	1600	13300	534	60,7	5,65		24,52	24,44
AD-4-WM	8400	270	218	910	0,17	7,0	1100	13900	520	65,4	6,86		41,8	20,76
AD-5-WM	9600	270	291	1140	0,17	7,0	1200	14900	590	69,9	6,3		52,96	26,24
AD-6-WM	10200	330	297	1040	0,16	5,7	1400	16000	296	50,8	7,54		54,68	27,2
AD-15-WM	10500	340	295	1090	0,35	8,4	1500	18000	456	55,6	7,35		27,2	54,64
AD-20-WM	9900	280	343	1210	0,33	6,2	1400	21120	352	82	7,4		26,98	56,73
AD-21-WM	9100	290	340	1170	0,15	5,3	1300	19360	568	74	7,15		24,54	53,28
AD-100-W	10660	187	142	1130	0,63	4,2	1200	18900	480	70,5	6,52	-68	26,61	53,31
AD-101-W	10940	184	143	1110	0,36	4,5	400	17540	480	61	6,34	-59	28,26	56,58
AD-102-W	11030	360	144	1110	0,28	5,7	1800	19230	510	74	6,4	-61	26,25	52,56
AD-103-W	11150	188	143	1130	0,52	14,4	1200	17410	528	73,3	6,4	-61	26,49	53,07
AD-104-W	11000	180	142	1100	0,19	3,6	2000	17930	548	70	6,15	-43	25,71	51,48
AD-105-W	9990	172	142	1020	0,54	5,4	1600	16160	315	58	7,13	-113	24,54	49,17
HL-1-D-WM	6900	210	237	1070	0,51	11,9	744	12400	480	60,9	6,07		9,3	18,5
AD-9-WM	7300	220	219	1060	0,62	11,4	800	12700	554	63,4	6,25		18,8	37,72
HL-11-W	7230	133	127	1120	0,31	12	700	12050	424	63	6,45	-66	24,75	49,56
THE-1D-WM	2750	75	219	470	0,29	12,8	510	4400	756	40,4	5,95		7,55	15,13
KB-5-WM	3400	90	215	520	0,22	4,0	440	1800	803	33,5	5,97		5,55	11,85
KBE-10-D-WM	3800	83	267	510	0,84	0,7	744	6720	540	32,8	6,24		22,54	11,3
KB-1-D-WM	5900	166	323	720	0,06	4,0	960	7250	567	35,5	5,92		11,53	16,6
KB-3A-WM	4200	86	220	520	0,09	3,7	580	4650	560	29,6	6,19		8,14	16,31
KB-3B-WM	3800	91	197	480	0,19	4,0	560	4900	524	30,2	6,09		7,96	15,92
KB-3C-WM	4000	88	218	520	0,1	4,0	580	5000	576	30,3	6,14		8,23	16,5
KB-4-WM	5000	132	291	650	0,15	3,1	680	5500	650	30,3	6,06		9	18,13

[Οι παρούσες χημικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης (AAS) φλογοφωτομετρία, φασφατομετρία & τιτροδότηση, τα δεδομένα με πλάγια γραφή ελήφθησαν με φασματοσκοπία πλάσματος (ICP-MS) και αναφέρονται και στο παρόντα πίνακα, για λόγους πληρότητας.]

Πίνακας Δ.1.5. Χημικές αναλύσεις των θερμών πηγών.
(Οι παρούσες χημικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με ICP-MS)

	ΔΕΙΓΜΑΤΑ (Β.ΕΥΒΟΙΑΣ)				
	Α. ΓΙΑΑΤΡΩΝ		ΗΛΙΑ		
	GIA-4-WM	GIA-11-W	HL-1-D-WM	AD-9-WM	HL-11-W
Ag (µg/L)			<5		
Al (µg/L)		<100	218		<100
As (µg/L)		<1000	84		<1000
Au (µg/L)			<5		
B (µg/L)			10700		
Ba (µg/L)		40	270		120
Be (µg/L)		<0,11			0,6
Br (µg/L)			4380		
Ca (mg/L)	1090	1090	1070	1060	1120
Cd (µg/L)	1	0,09	<0,003	<0,003	<0,05
Ce (µg/L)		<0,24	<1		<0,24
Cl (mg/L)	16300	18500	12400	12700	12100
Co (µg/L)	<0,02	4	4	<0,02	2
Cr (µg/L)	<0,01	14	12	17	8
Cs (µg/L)		90	460		320
Cu (µg/L)		15	54		6
Fe (µg/L)	310	<100	4900	11000	110
Ga (µg/L)		<			0,6
Ge (µg/L)		17	8		12
K (mg/L)	310	180	210	220	130
La (µg/L)		<0,58	1,9		<0,58
Li (µg/L)		620	300		<
Mg (mg/L)	540	190	240	220	130
Mn (µg/L)	16	13	490	430	310
Na (mg/L)	12000	11000	6900	7300	7200
Ni (µg/L)	<0,1	27	<0,1	<0,1	21
Pb (µg/L)	3	1	4	2	<0,4
Rb (µg/L)		161	350		310
S (mg/L)		844	310		290
Sb (µg/L)		<0,2	<5		0
Se (µg/L)			270		
Si (µg/L)		8600	69200		43500
Sn (µg/L)		<0,8	<5		<0,8
Sr (µg/L)		7910	29900		26400
Tl (µg/L)		<	1,64		2
U (µg/L)		9	<2		0
V (µg/L)		28	50		18
W (µg/L)			<2		
Y (µg/L)		0,07	<1		0,13

Στα στοιχεία Hg, Lu, Mo, P, W, Zr, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, οι συγκεντρώσεις τους είναι κάτω από το LDL και για χάρην ευκολίας δεν αναφέρονται στον πίνακα.

Πίνακας Δ.1.5. (συνέχεια)

	ΔΕΙΓΜΑΤΑ (Β.ΕΥΒΟΙΑΣ)								
	Α. ΑΙΔΗΨΟΥ								
	AD-1-D- WM	AD-2- WM	AD-3- WM	AD-4- WM	AD-5- WM	AD-6- WM	AD-15- WM	AD-20- WM	AD-21- WM
Ag (µg/L)	10				7				
Al (µg/L)	<100				370				
As (µg/L)	69				67				
Au (µg/L)	<5				<5				
B (µg/L)	9850				9100				
Ba (µg/L)	340				280				
Be (µg/L)									
Br (µg/L)	67500				66400				
Ca (mg/L)	1140	1110	1070	910	1140	1040	1090	1210	1170
Cd (µg/L)	1	1	1	1	1	1	1	<0,003	<0,003
Ce (µg/L)	2				1				
Cl (mg/L)	16100	17300	13300	13900	14900	16000	18000	21100	19400
Co (µg/L)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	250	<0,02	<0,02
Cr (µg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cs (µg/L)	390				410				
Cu (µg/L)	54				65				
Fe (µg/L)	270	900	170	90	1180	160	190	150	1200
Ga (µg/L)									
Ge (µg/L)	<5				<5				
K (mg/L)	350	340	310	270	270	330	340	280	290
La (µg/L)	1,6				1,6				
Li (µg/L)	1520				1450				
Mg (mg/L)	300	300	260	220	290	300	300	340	340
Mn (µg/L)	17	30	20	130	60	20	20	55	40
Na (mg/L)	10600	10400	9600	8400	9600	10200	10500	9900	9100
Ni (µg/L)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pb (µg/L)	4	4	3	3	6	5	1	1	1
Rb (µg/L)	292				290				
S (mg/L)	507				500				
Sb (µg/L)	<5				<5				
Se (µg/L)	380				390				
Si (µg/L)	36900				34900				
Sn (µg/L)	<5				<5				
Sr (µg/L)	17300				17400				
Tl (µg/L)	1,9				2,2				
U (µg/L)	<2				<2				
V (µg/L)	76				70				
W (µg/L)	<2				<2				
Y (µg/L)	<1				<1				

Στα στοιχεία Hg, Lu, Mo, P, W, Zr, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, οι συγκεντρώσεις τους είναι κάτω από το LDL και για χάρην ευκολίας δεν αναφέρονται στον πίνακα.

Πίνακας Δ.1.5. (συνέχεια)

	ΔΕΙΓΜΑΤΑ (Β.ΕΥΒΟΙΑΣ)					
	Α. ΑΙΔΗΨΟΥ					
	AD-100-W	AD-101-W	AD-102-W	AD-103-W	AD-104-W	AD-105-W
Ag (μg/L)						
Al (μg/L)	<100	<100	<100	<100	<100	<100
As (μg/L)	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000
Au (μg/L)						
B (μg/L)						
Ba (μg/L)	160	160	160	160	130	120
Be (μg/L)	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	<0,11
Br (μg/L)						
Ca (mg/L)	1130	1110	1110	1130	1100	1020
Cd (μg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ce (μg/L)	<0,24	<0,24	<0,24	<0,24	<0,24	<0,24
Cl (mg/L)	18900	17500	19200	17400	17900	16200
Co (μg/L)	3	3	3	3	3	6
Cr (μg/L)	20	19	19	17	15	14
Cs (μg/L)	290	300	290	290	280	200
Cu (μg/L)	8	9	9	10	8	16
Fe (μg/L)	<100	<100	<100	<100	443	<100
Ga (μg/L)	1,0	1,1	1,3	1,1	1,2	1,0
Ge (μg/L)	11	11	11	11	10	9
K (mg/L)	190	180	360	190	180	1720
La (μg/L)	<0,58	<0,58	<0,58	<0,58	<0,58	<0,58
Li (μg/L)	1410	1420	1430	1460	1390	1290
Mg (mg/L)	140	140	140	140	140	140
Mn (μg/L)	23	23	23	25	40	103
Na (mg/L)	10660	10900	11000	11100	11000	10000
Ni (μg/L)	23	24	24	25	24	24
Pb (μg/L)	1	1	1	0,4	1	0,4
Rb (μg/L)	270	270	270	270	260	230
S (mg/L)	370	380	390	390	390	360
Sb (μg/L)	0	<0,2	0	0	1	<0,2
Se (μg/L)						
Si (μg/L)	20600	21400	21400	21700	20700	20200
Sn (μg/L)	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
Sr (μg/L)	8230	8500	8520	8650	8380	7880
Tl (μg/L)	3	2	3	3	2	2
U (μg/L)	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	1
V (μg/L)	25	26	26	28	26	26
W (μg/L)						
Y (μg/L)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,2	0,08

Στα στοιχεία Hg, Lu, Mo, P, W, Zr, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, οι συγκεντρώσεις τους είναι κάτω από το LDL και για χάρην ευκολίας δεν αναφέρονται στον πίνακα.

Πίνακας Δ.1.5. (συνέχεια)

	ΔΕΙΓΜΑΤΑ (ΑΝ. ΣΤ. ΕΛΛΑΔΑΣ)							
	ΘΕΡΜΟΠΥΛΕΣ		ΚΑΜΕΝΑ ΒΟΥΡΛΑ					
	THE-1-D- WM	KB-5- WM	KBE-10-D- WM	KB-1-D- WM	KB-3A- WM	KB-3B- WM	KB-3C- WM	KB-4- WM
Ag (µg/L)	<0,5		1,1	0,6				
Al (µg/L)	16		17	<10				
As (µg/L)	100		28	30				
Au (µg/L)	<0,5		<0,5	<0,5				
B (µg/L)	2920		3510	3290				
Ba (µg/L)	130		150	190				
Be (µg/L)								
Br (µg/L)	14700		24600	25100				
Ca (mg/L)	470	520	510	720	520	480	520	650
Cd (µg/L)	1	0,1	<0,003	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
Ce (µg/L)	0,2		0,1	0,1				
Cl (mg/L)	4400	1800	6720	7250	4650	4900	5000	5500
Co (µg/L)	1	3	6	9	1	3	2	<0,02
Cr (µg/L)	0,3	<0,01	3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cs (µg/L)	260		190	200				
Cu (µg/L)	15		20	23				
Fe (µg/L)	5	29	1040	290	26	23	38	100
Ga (µg/L)								
Ge (µg/L)	1		<0,5	<0,5				
K (mg/L)	75	90	83	170	86	91	88	130
La (µg/L)	0,2		0,2	0,2				
Li (µg/L)	890		390	360				
Mg (mg/L)	220	220	270	320	220	200	220	2910
Mn (µg/L)	1	2	780	1490	8	7	7	2
Na (mg/L)	2750	3400	3800	5900	4200	3800	4000	5000
Ni (µg/L)	3	2	35	37	6	6	6	8
Pb (µg/L)	3	2	4	2	2	2	2	3
Rb (µg/L)	270		120	130				
S (mg/L)	140		250	250				
Sb (µg/L)	<0,5		<0,5	<0,5				
Se (µg/L)	89		140	150				
Si (µg/L)	18400		26700	15100				
Sn (µg/L)	<0,5		<0,5	2,3				
Sr (µg/L)	11900		5800	6100				
Tl (µg/L)	<0,1		0,3	0,4				
U (µg/L)	<0,2		12	10				
V (µg/L)	20		28	30				
W (µg/L)	2,9		<0,2	<0,2				
Y (µg/L)	0,2		0,2	0,2				

Στα στοιχεία Hg, Lu, Mo, P, W, Zr, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, οι συγκεντρώσεις τους είναι κάτω από το LDL και για χάρην ευκολίας δεν αναφέρονται στον πίνακα.

Δ.1.4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Δ.1.4.1. Γενικά περιγραφικά στατιστικά (descriptive statistics)

Πίνακας Δ.1.6. Υπολογισμός περιγραφικών στατιστικών.

		Cd (μg/L)	Co (μg/L)	Cr (μg/L)	Mn (μg/L)	Pb (μg/L)	Ni (μg/L)	Fe (μg/L)	Zn (μg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)
B. ΕΥΒΟΙΑ	Μέση τιμή	0,9	28	16	95	2,2	24	-	14	9880	260	240	1100
	Τυπική απόκλιση	0,3	78	3,6	140	1,7	2	-	11	1420	72	100	62
	Ελάχιστο	0,1	1,8	8,2	13	0,4	21	90	2	6900	130	130	910
	Μέγιστο	1	250	20	490	5,5	27	10990	35	12000	360	540	1210
	Πλήθος	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
ΑΝ. ΣΤ. ΕΛΛΑΔΑ	Μέση τιμή	0,3	3,7	1,6	-	2,3	13	-	9	4110	100	240	550
	Τυπική απόκλιση	0,3	2,9	1,9	-	0,6	14	-	3	970	31	44	88
	Ελάχιστο	0,1	1	0,3	1	1,6	2	5	4	2750	75	200	470
	Μέγιστο	1	9,2	2,9	1490	3,6	40	1040	13	5900	170	320	720
	Πλήθος	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
B.ΕΥΒ.& ΑΝ.ΣΤ.ΕΛΛ.	Μέση τιμή	0,6	18	13	-	2,2	18	-	13	8230	210	240	940
	Τυπική απόκλιση	0,4	60	6,4	-	1,5	12	-	10	2950	94	89	260
	Ελάχιστο	0,1	1	0,3	1	0,4	2	5	2	2750	75	130	470
	Μέγιστο	1	250	20	1490	5,5	37	10990	35	12000	360	540	1210
	Πλήθος	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28

ΣΗΜ = Οι τιμές μέσης τιμής και τυπικής απόκλισης δεν υπολογίστηκαν σε στοιχεία που παρουσιάζουν μεγάλο εύρος συγκεντρώσεων.

Πίνακας Δ.1.6.(συνέχεια)

		PO ₄ (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	Cl (mg/L)	HCO ₃ (mg/L)	T (°C)	pH	TDS (g/l)	CND (mS/cm)
B. ΕΥΒΟΙΑ	Μέση τιμή	0,31	7,1	1510	16500	460	64,7	6,56	31,22	42,33
	Τυπική απόκλιση	0,18	3,1	800	2560	110	11,0	0,52	12,94	14,16
	Ελάχιστο	0,08	3,6	400	12050	220	43,0	5,65	9,3	18,5
	Μέγιστο	0,63	14,4	3700	21100	590	82,0	7,54	54,68	56,73
	Πλήθος	20	20	20	20	20	20,0	20	20	20
ΑΝ. ΣΤ. ΕΛΛΑΔΑ	Μέση τιμή	0,24	4,5	630	5030	620	32,8	6,07	10,06	15,22
	Τυπική απόκλιση	0,25	3,5	160	1650	110	3,7	0,12	5,31	2,40
	Ελάχιστο	0,06	0,7	440	1800	520	29,6	5,92	5,55	11,3
	Μέγιστο	0,84	12,8	960	7250	800	40,4	6,24	22,54	18,13
	Πλήθος	8	8	8	8	8	8,0	8	8	8
Β.ΕΥΒ.& ΑΝ.ΣΤ.ΕΛΛ.	Μέση τιμή	0,29	6,4	1260	13200	510	55,6	6,42	25,17	34,58
	Τυπική απόκλιση	0,20	3,4	790	5740	130	17,4	0,49	14,82	17,27
	Ελάχιστο	0,06	0,7	400	1800	220	29,6	5,65	5,55	11,3
	Μέγιστο	0,84	14,4	3700	21100	800	82,0	7,54	54,68	56,73
	Πλήθος	28	28	28	28	28	28,0	28	28	28

Δ.1.4.2. Ανάλυση συσχέτισης (correlation analysis)

Στον πίνακα Δ.1.7 γίνεται παρουσίαση επιλεγμένων χημικών και φυσικών παραμέτρων, που προκύπτουν μετά την επεξεργασία τους, με την μέθοδο της ανάλυσης συσχέτισης.

Εξετάζοντας τον πίνακα, τα συστατικά που συνδέονται μεταξύ τους με ισχυρούς συντελεστές συσχέτισης και έχουν φυσική έννοια, είναι:

i) το Cr που παρουσιάζει ισχυρή θετική συσχέτιση με τα Fe, K, Ca, Cl, αλλά και το Ni με τα Mn και Fe, συσχετίσεις που οφείλονται στα πετρώματα της περιοχής, καθώς τις συναντάμε και στα εδάφη και στα υπόγεια ψυχρά νερά,

ii) το Na και το Cl, που παρουσιάζουν ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ τους αλλά και με την CND, τα οποία υποδηλώνουν την πιθανή συμμετοχή του θαλασσινού νερού στο υδροθερμικό σύστημα και την επίδραση, μέσω των ιόντων Na και Cl, στην διαμόρφωση της CND,

iii) το Ca που παρουσιάζει ισχυρή θετική συσχέτιση με τα Cl, T, CND, το οποίο οφείλεται στην επίδραση των ασβεστολίθων σε συνδυασμό με την πιθανή επικοινωνία τους με τη θάλασσα.

Πίνακας Δ.1.7. Υπολογισμός συντελεστών συσχέτισης.

	Co	Cr	Mn	Pb	Ni	Fe	Zn	Na	K	Mg	Ca	PO ₄	NO ₃	SO ₄	Cl	HCO ₃	T	pH	Eh	TDS	CND	
Co	1,00																					
Cr	0,07	1,00																				
Mn	0,56	0,04	1,00																			
Pb	-0,11	-0,47	0,01	1,00																		
Ni	0,72	0,17	0,82	-0,34	1,00																	
Fe	0,72	0,77	0,71	0,16	0,85	1,00																
Zn	-0,02	0,33	0,07	-0,45	0,27	-0,17	1,00															
Na	0,27	0,75	0,15	-0,31	0,54	0,47	0,21	1,00														
K	0,42	0,76	0,20	0,09	0,34	0,50	-0,18	0,67	1,00													
Mg	0,42	-0,32	0,02	0,53	0,11	0,28	-0,79	0,01	0,33	1,00												
Ca	0,16	0,76	0,33	-0,14	0,39	0,52	-0,15	0,65	0,67	0,13	1,00											
PO₄	0,16	0,06	0,21	-0,31	0,15	0,23	0,24	0,03	-0,14	-0,47	0,05	1,00										
NO₃	-0,20	-0,12	0,11	0,09	-0,17	0,09	-0,06	0,11	0,33	-0,06	0,27	0,18	1,00									
SO₄	0,43	0,24	0,19	-0,10	0,58	0,49	-0,05	0,73	0,63	0,24	0,45	-0,11	-0,01	1,00								
Cl	0,32	0,85	0,31	-0,37	0,59	0,50	-0,07	0,76	0,67	0,12	0,82	0,18	0,10	0,62	1,00							
HCO₃	-0,31	-0,31	-0,25	0,18	-0,53	-0,22	-0,25	-0,66	-0,42	0,01	-0,32	-0,22	-0,08	-0,57	-0,56	1,00						
T	0,13	0,76	0,36	-0,08	0,35	0,48	-0,19	0,52	0,69	0,10	0,84	0,14	0,46	0,43	0,75	-0,22	1,00					
pH	0,23	0,50	0,16	-0,18	0,25	0,11	-0,01	0,42	0,35	0,06	0,46	0,26	0,10	0,28	0,58	-0,56	0,33	1,00				
Eh	-0,08	0,14	-0,26	0,46	0,24	1,00	0,43	0,49	0,20	0,30	0,24	-0,66	-0,18	-0,08	0,25	0,66	0,33	-0,99	1,00			
TDS	0,33	0,75	0,29	0,21	0,64	0,37	-0,07	0,68	0,73	0,22	0,64	-0,06	0,23	0,51	0,64	-0,53	0,63	0,54	0,42	1,00		
CND	0,13	0,79	0,15	-0,40	0,31	0,34	0,03	0,79	0,60	0,06	0,78	0,14	0,26	0,46	0,86	-0,62	0,63	0,60	0,34	0,58	1,00	

* = Οι ισχυροί συντελεστές συσχέτισης ($r > 0,75$), όπου είναι και άξιοι ιδιαίτερου σχολιασμού, είναι σημειωμένοι με έντονο χρώμα.

Δ.1.5. ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

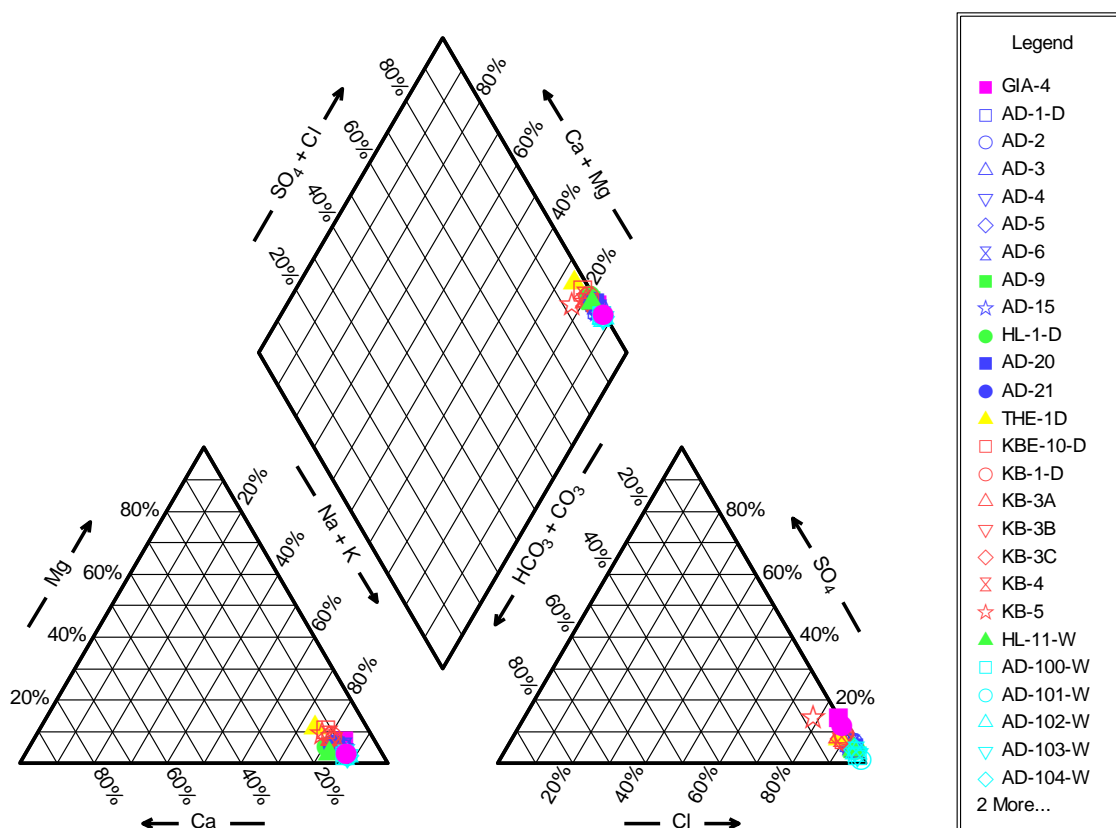
Δ.1.5.1. Τριγραμμικά διαγράμματα (Piper diagrams)

Εξετάζοντας το διάγραμμα Piper (Εικ. Δ.1.2Α), διαπιστώνεται η εντυπωσιακή σύμπτωση των σημείων προβολής όλων των δειγμάτων.

Κατά αναλογία ο υδροχημικός τύπος όλων των δειγμάτων, όπως φαίνεται στον πίνακα Δ.1.14, είναι νατριο-χλωριούχος (Na-Cl).

Πίνακας Δ.1.14. Χημικός τύπος των θερμών πηγών.

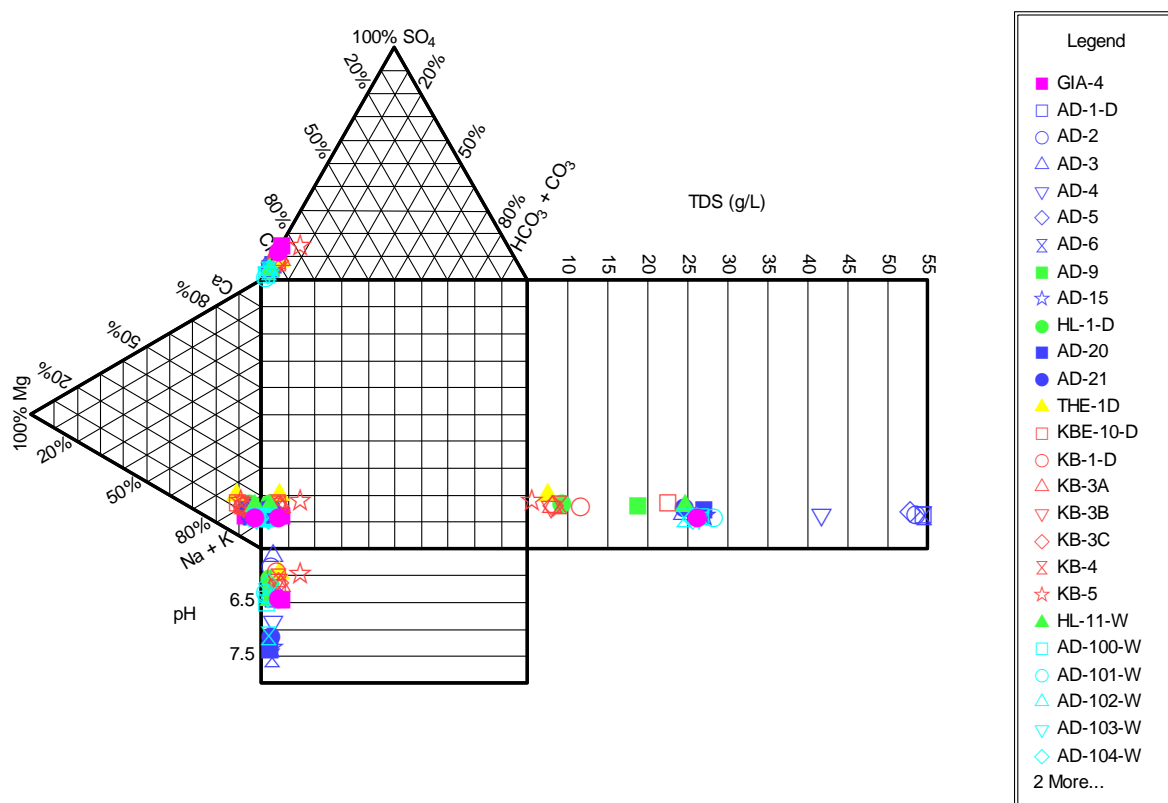
Δείγμα	Χημικός τύπος	Δείγμα	Χημικός τύπος	Δείγμα	Χημικός τύπος
GIA-4	Na-Cl	AD-20	Na-Cl	THE-1D	Na-Cl
AD-1-D	Na-Cl	AD-21	Na-Cl	KBE-10-D	Na-Cl
AD-2	Na-Cl	HL-11-W	Na-Cl	KB-1-D	Na-Cl
AD-3	Na-Cl	AD-100-W	Na-Cl	KB-3A	Na-Cl
AD-4	Na-Cl	AD-101-W	Na-Cl	KB-3B	Na-Cl
AD-5	Na-Cl	AD-102-W	Na-Cl	KB-3C	Na-Cl
AD-6	Na-Cl	AD-103-W	Na-Cl	KB-4	Na-Cl
AD-9	Na-Cl	AD-104-W	Na-Cl	KB-5	Na-Cl
AD-15	Na-Cl	AD-105-W	Na-Cl		
HL-1-D	Na-Cl	GIA-11-W	Na-Cl		



Εικόνα Δ.1.2Α. Απεικόνιση σε διάγραμμα Piper των χημικών αναλύσεων των θερμών πηγών .

Δ.1.5.2. Διάγραμμα Durov

Από το διάγραμμα Durov (Εικ. Δ.1.2B), επαληθεύονται οι παρατηρήσεις που επισημάνθηκαν και στο διάγραμμα Piper. Όλα τα δείγματα ομαδοποιούνται εξαιρετικά, ώστε να μπορεί να ειπωθεί ότι συμπεριφέρονται ως μια ομάδα. Διαφοροποιήση τους παρατηρείται έως ένα βαθμό στις τιμές του pH και πιο έντονα στις τιμές του TDS, υποδηλώνοντας το διαφορετικό βαθμό εμπλουτισμού τους σε ολικά διαλελημένα στερεά.



Εικόνα Δ.1.2B. Απεικόνιση σε διάγραμμα Durov των χημικών αναλύσεων των θερμών πηγών.

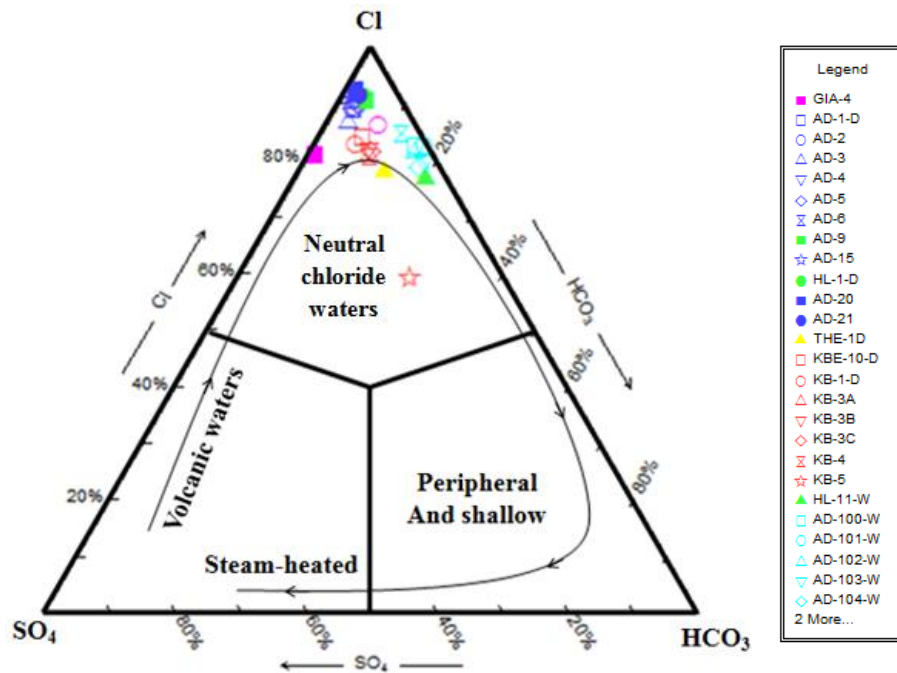
Δ.1.5.3. Διάγραμμα Giggenbach

Εξετάζοντας το διάγραμμα Cl-SO₄-HCO₃ (Εικ. Δ.1.3A), που έχει προταθεί από τον Giggenbach (1988), διαπιστώνεται ότι όλα τα δείγματα από τις θερμές πηγές προβάλλονται στην περιοχή των ουδέτερων χλωριούχων νερών, καθώς τα χλωριόντα είναι τα επικρατέστερα ιόντα στα συγκεκριμένα νερά.

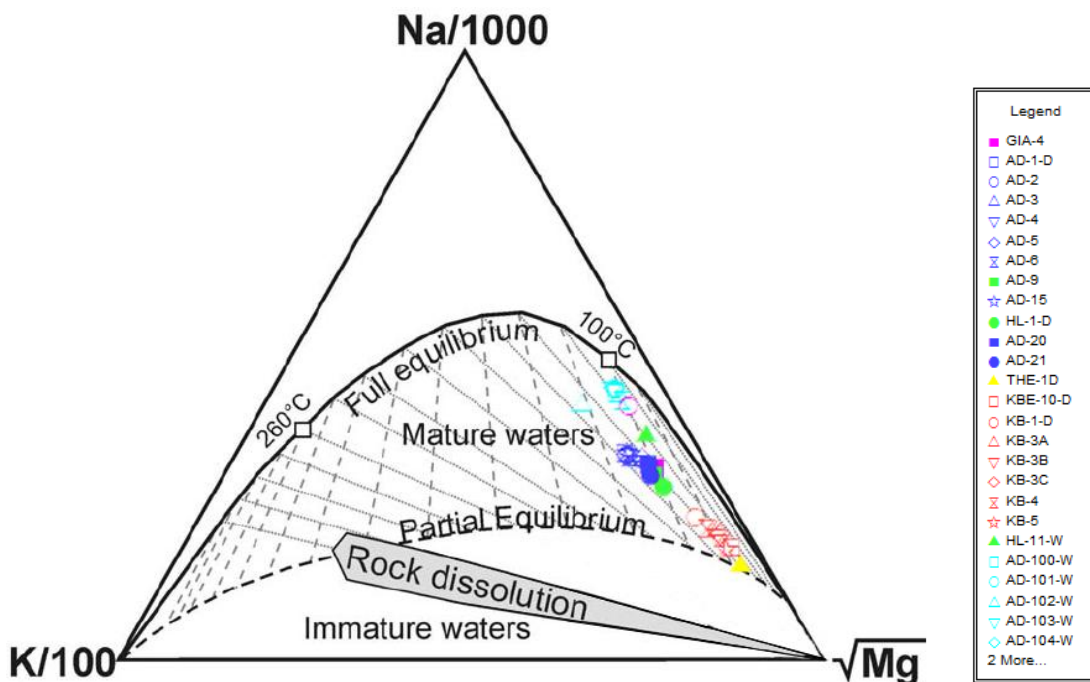
Ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι οι Dotsika et al. (2009) που μελέτησαν θερμές πηγές από όλο το ηφαιστειακό τόξο του Αιγαίου, με σκοπό να προσδιορίσουν την συμμετοχή σε αυτές μαγματικού νερού, διαπίστωσαν ότι στο συγκεκριμένο πεδίο προβάλλονται αναλύσεις από τις θερμές πηγές της Νισύρου, της Σαντορίνης και της Μήλου. Μετά από αναλύσεις ισοτόπων δ²H-δ¹⁸O κατέληξαν στο συμπέρασμα το υδροθερμικό ρευστό των θερμών πηγών, που μελέτησαν και προβάλλονται στο συγκεκριμένο πεδίο, προέρχεται από ανάμειξη θαλασσινού νερού και μαγματικού νερού του τόξου (ATMW = Arc-Type Magmatic Water), το οποίο έχει διαφοροποιηθεί μέσω της αλληλεπίδρασης με

τα πετρώματα, συμπέρασμα στο οποίο συμφωνούν και οι Marini et al. (2002), Brombach et al. (2003) και Marini et al (2005), για τις θερμές πηγές της Νισύρου τις όποιες μελέτησαν.

Στο διάγραμμα $\text{Na}/1000-\sqrt{\text{Mg}}-\text{K}/100$, που επίσης έχει προταθεί από τον Giggenbach (1988), διαπιστώνεται ότι όλα τα δείγματα προβάλλονται στο πεδίο των ώριμων νερών που ορίζονται από τη γραμμή της μερικής ισορροπίας και τη γραμμή της πλήρους χημικής ισορροπίας νερού-πετρώματος. Τα δείγματα από την Αν. Στερεά Ελλάδα να προβάλλονται πολύ κοντά στην μερική ισορροπία, ενώ τα δείγματα από την Β. Εύβοια να εντοπίζονται πολύ πιο κοντά στην πλήρη ισορροπία.



Εικόνα Δ.1.3Α. Απεικόνιση σε διάγραμμα $\text{Cl}-\text{SO}_4-\text{HCO}_3$ των χημικών αναλύσεων των θερμών πηγών.



Εικόνα Δ.1.3Β. Απεικόνιση σε διάγραμμα $\text{Na}/1000-\sqrt{\text{Mg}}-\text{K}/100$ των χημικών αναλύσεων των θερμών πηγών.

Δ.1.6. ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ ΝΕΡΩΝ – ΧΑΡΤΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ

Τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων των διαφόρων στοιχείων προβάλλονται στον χάρτη της περιοχής με σκοπό να ανιχνευθεί η πιθανή σχέση της συγκέντρωσης των διαφόρων στοιχείων με τους γεωλογικούς και άλλους παράγοντες.

Τα θερμά νερά που μελετήθηκαν στο κεφάλαιο αυτό θεωρούνται υδροθερμικά διαλύματα με θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 43 έως 82 °C στις περιοχές της Βόρειας Εύβοιας και 29,6 έως 40,6 °C στις περιοχές της Αν. Στ. Ελλάδας (Χαρ. Δ.1.1).

Η σύσταση των υδροχημικών διαλυμάτων οφείλεται: α) στην ισοχημική διάλυση που προκαλεί το υδροθερμικό διάλυμα στα πετρώματα που συναντάει κατά την άνοδο του και β) στην χημική ισορροπία στην οποία βρίσκεται το υδροθερμικό διάλυμα με την θερμοδυναμικά σταθερή ισοχημική ανακρυστάλλωση του μάγματος. Οι διάφορες χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα επηρεάζονται από την θερμοκρασία, την πίεση και την αλατότητα των νερών, καθώς και από την σύσταση των πετρωμάτων (Giggenbach, 1988).

Οι αλλαγές που συνήθως επέρχονται στο υδροθερμικό διάλυμα κατά την άνοδο του και κατά την αλληλεπίδραση του με τα πετρώματα είναι (Giggenbach, 1984): α) μετασωμάτωση του σε συνδυασμό με πυριτίωση, σε μεγάλες ζώνες ανόδου, β) μετασωμάτωση του H, που προκαλείται από την προσβολή με CO₂ των Ca-αργιλοπυριτικών ορυκτών και οδηγεί στο σχηματισμό ασβεστίτη και Al-πλούσιων αργιλικών και φυλλιτικών ορυκτών, σε περιοχές που το υδροθερμικό διάλυμα υπόκειται σε απότομη πτώση της θερμοκρασίας ή αραιώση κοντά σε μεγάλες ζώνες ανόδου, γ) μετασωμάτωση των Na, Mn, Ca που συνδέονται με παλαιότερα ζεστά διαλύματα, τα οποία αλληλεπιδρούν με τα πετρώματα στη ζώνη επαναφόρτισης του συστήματος με μετεωρικό νερό, στην περιφέρεια του συστήματος, δ) ισοχημική επανακρυστάλλωση και ενυδάτωση σε κλειστά-στάσιμα τμήματα του συστήματος και ε) σε ενεργά ηφαιστειακά περιβάλλοντα μεγάλου βάθους συντελείται προσβολή ισχυρών οξέων (HCl, H₂SO₄, HF), που σχηματίζονται από τα μαγματικά αέρια σε βαθιά υδατικά περιβάλλοντα και προκαλεί ολική καταστροφή του πετρώματος και οδηγεί σε αργιλική εξαλλοίωση και πυριτίωση (Giggenbach, 1987).

Γενικά, η σύσταση των υδροθερμικών διαλυμάτων ποικίλλει σημαντικά από πεδίο σε πεδίο. Επίσης, η σύσταση των νερών μπορεί να είναι διαφορετική από γεώτρηση σε γεώτρηση στο ίδιο πεδίο, ή μπορεί να αλλάξει με το χρόνο λόγω των διαφόρων φυσικών διεργασιών που συμβαίνουν κατά την εκμετάλλευση ή ακόμη και μόνο με την πάροδο του χρόνου (όπως μεταφορά θερμότητας μεταξύ ρευστών και πετρωμάτων, αραιώση με αλλά νερά, διείδυση θαλασσινού νερού, συμπύκνωση λόγω απώλειας ατμού κ.α.) (Καλλέργης, 2000).

Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, όπως προαναφέρθηκε, των υπό μελέτη θερμών πηγών και κυρίως στην περιοχή της Εύβοιας, είναι η υψηλή θερμοκρασία (έως 82 °C), η πλούσια περιεκτικότητα τους σε πλήθος κύριων στοιχείων, ιχνοστοιχείων, ελεύθερα αέρια (CO₂ και H₂S), καθώς και η υψηλή τους πίεση. Η γένεση τους, όπως έχει προαναφερθεί, συνδέεται με τα παράκτια ρήγματα του Ευβοϊκού κόλπου, ενώ ένα άλλο γεωλογικό φαινόμενο το οποίο φαίνεται ότι συνεισφέρει στην ποιότητα των νερών αυτών, είναι η ύπαρξη του ηφαιστειακού κέντρου των Λιχάδων στην είσοδο του Μαλιακού κόλπου.

Ως αιτία της θέρμανσης τους δεν πρέπει να θεωρείται μόνο η γηγενής θερμότητα, αλλά και η παρουσία του ηφαιστειακού κέντρου των Λιχάδων. Το ηφαιστειακό κέντρο αυτό είναι δυνατόν να αποτελεί παράλληλα και την πηγή προέλευσης των αερίων (κυρίως CO₂ και H₂S), τα οποία αποβάλλονται κατά την διάρκεια της βραδείας στερεοποίησης του μάγματος (Γκιώνη, 1998). Οι

Shimizu et al (2005), μετά από ισοτοπικές αναλύσεις $^3\text{He}/^4\text{He}$ στα εκλυόμενα αέρια, διαπίστωσαν ότι περιέχουν ικανό ποσοστό μανδυακής προέλευσης. Τα νερά κατά την υπόγεια κυκλοφορία τους εμπλουτίζονται με τα αποβαλλόμενα αέρια και απάγουν την θερμότητα του περιβάλλοντος χώρου, ενώ δημιουργούν υδροανθρακικό ασβέστιο δια της διαλύσεως του ανθρακικού ασβεστίου των πετρωμάτων, τα οποία συναντούν. Με την ελάττωση της θερμοκρασίας και της πίεσης τα νερά φθάνουν στην επιφάνεια. Το ασταθές $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ μεταπίπτει σε CaCO_3 , το οποίο καθιζάνει, ενώ εκλύεται CO_2 , υπό μορφή φυσαλίδων (Pentecost, 2005).

Έτσι αποτίθεται το ασβεστιτικό υλικό (τραβερίνης), ενώ οι πηγές αυτοκαταστρέφονται λόγω έμφραξης από τις ίδιες τις αποθέσεις τους και την θέση τους παίρνουν νέες αναβλύσεις, σε άλλες θέσεις.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι στο Data of Geochemistry, της USA Geological Survey, στο Professional Paper 400-F, στον πίνακα 16 (White et al. 1963), παρουσιάζεται ανάλυση από την περιοχή Θερμοπόταμου, στα Λουτρά Αιδηψού και αναφέρεται σαν ανάλυση πηγής τύπου Na, Ca-Cl, η οποία παρουσιάζει χαρακτηριστικά παρόμοια με oil-field brines (υφάλμυρα νερά που συνοδεύουν πετρελαϊκούς θύλακες). Τα χημικά χαρακτηριστικά αυτών των πηγών, εκτός από την υψηλή αλατότητα, είναι μεταξύ άλλων και η χαμηλή περιεκτικότητα σε SO_4 και SiO_2 . Αντικείμενο το οποίο χρίει περαιτέρω έρευνας.

Από τις τιμές του pH (Πιν. Δ.1.4, Χαρ. Δ.2) τα υδροθερμικά διαλύματα χαρακτηρίζονται κατά κανόνα ως όξινα ($\text{pH} < 7$), με τιμές pH όμως πολύ κοντά στο 7. Τις χαμηλότερες τιμές παρουσιάζουν τα δείγματα της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, καθώς σε κάποια από αυτά η τιμή του pH πέφτει οριακά κάτω από το 6. Εξαιρεση αποτελούν κάποια δείγματα, που παρουσιάζουν τιμές pH ελάχιστα υψηλότερες από το 7, τα οποία κατά την επαναληπτική δειγματοληψία τους παρουσίασαν τιμές pH μεγαλύτερες του 7 (βλ. Κεφ. Δ.1.6).

Από τους πίνακες Δ.1.3-5 που παρουσιάζονται οι χημικές αναλύσεις των θερμών πηγών από την περιοχή μελέτης, διαπιστώνεται η τάση που διέπει σχεδόν όλα τα στοιχεία, να παρουσιάζονται με λίγο έως πολύ μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στα δείγματα από την περιοχή της Β. Εύβοιας, σε σύγκριση με τα δείγματα από την περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδας.

Μόνη αισθητή εξαίρεση στο συγκεκριμένο κανόνα αποτελούν οι συγκεντρώσεις U. Στην περιοχή της Β. Εύβοιας, σχεδόν όλα τα δείγματα στα οποία μετρήθηκε U, η συγκέντρωση του ήταν κάτω από τα όρια ανιχνευσιμότητας, εκτός από τα δείγματα GIA-11-W με $9\mu\text{g/L}$ και AD-105-W με $1\mu\text{g/L}$. Αντίθετα, στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδας αισθητή είναι η παρουσία U σε αρκετά δείγματα θερμών πηγών, με πιο έντονο παράδειγμα το δείγμα KBE-10-D με $12,5\mu\text{g/L}$. Λαμβάνοντας υπόψη μας ότι αντίστοιχη εικόνα παρουσιάζεται και στα υπόγεια ψυχρά υπόγεια νερά των περιοχών, συμπεραίνεται ότι είναι πιθανό το U να προέρχεται από κάποιο πέτρωμα της περιοχής το οποίο το περιέχει σε υψηλή συγκέντρωση.

Ένα ενδιαφέρον σημείο είναι οι υψηλές περιεκτικότητες που παρατηρούνται σε στοιχεία που υποδηλώνουν συμμετοχή του θαλασσινού νερού όπως Cl, φτάνοντας την Β. Εύβοια τα 21100mg/L και στην Αν. Στερεά Ελλάδα τα 7250mg/L . Οι Dorez et al (2008) και Psomiadis et al (2008), διαπίστωσαν με την χρήση ισοτόπων ^{18}O , ^2H , ^{13}C , ότι τα θερμά νερά της Αν. Στερεάς Ελλάδος, όπου παρατηρούνται οι μικρότερες συγκριτικά συγκεντρώσεις αυτών των στοιχείων, είναι μεικτού τύπου, με συμμετοχή και μετεωρικού και θαλασσινού νερού, όπου ενδεικτικά αναφέρεται ότι η συμμετοχή του θαλασσινού νερού στην περιοχή Ψωρονέρια (κοντά στη Δαμάστα, 6Km από την θάλασσα), φτάνει το 77% και στην περιοχή των Καμένων Βούρλων φτάνει το 44% ($0,5\text{Km}$ από την θάλασσα) (Dorez et al. 2008).

Παρατηρώντας το διάγραμμα της εικόνας Δ.1.6 και τους αντίστοιχους χάρτες κατανομής (Χαρ. Δ.1.3-7), διαπιστώνεται ότι οι συγκεντρώσεις Na, K, Ca, SO₄, Cl, παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλές τιμές στα δείγματα από τις περιοχές της Β. Εύβοιας, σε σύγκριση με τα δείγματα από την περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδας.

Χαρακτηριστική είναι η συκέντρωση του Ca (Χαρ. Δ.1.5), όπου ενώ στην περιοχή της Β. Εύβοιας, τα δείγματα παρουσιάζουν μέση τιμή 1096mg/L, στην περιοχή της Α. Στ. Ελλάδας οι συγκεντρώσεις Ca όλων των δειγμάτων ελαττώνονται, παρουσιάζοντας μέση τιμή 549mg/L. Αντίστοιχη είναι η εικόνα και των άλλων ιόντων που προαναφέραμε, με μέση τιμή αντίστοιχα για το Na στη Β. Εύβοια 9877mg/L, στη Α. Στ. Ελλάδα 4106mg/L, για το K στη Β. Εύβοια 255mg/L, στη Α. Στ. Ελλάδα 101mg/L, για το SO₄ στη Β. Εύβοια 1507mg/L, στη Α. Στ. Ελλάδα 632mg/L, και για το Cl στη Β. Εύβοια 16454mg/L και στη Α. Στ. Ελλάδα 5028mg/L.

Αντίθετη εικόνα παρουσιάζουν οι συγκεντρώσεις Mg, όπου στα δείγματα από την περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδας παρουσιάζονται ελαφρώς υψηλότερες τιμές συγκεντρώσεων, από ότι τα δείγματα από την περιοχή της Β. Εύβοιας.

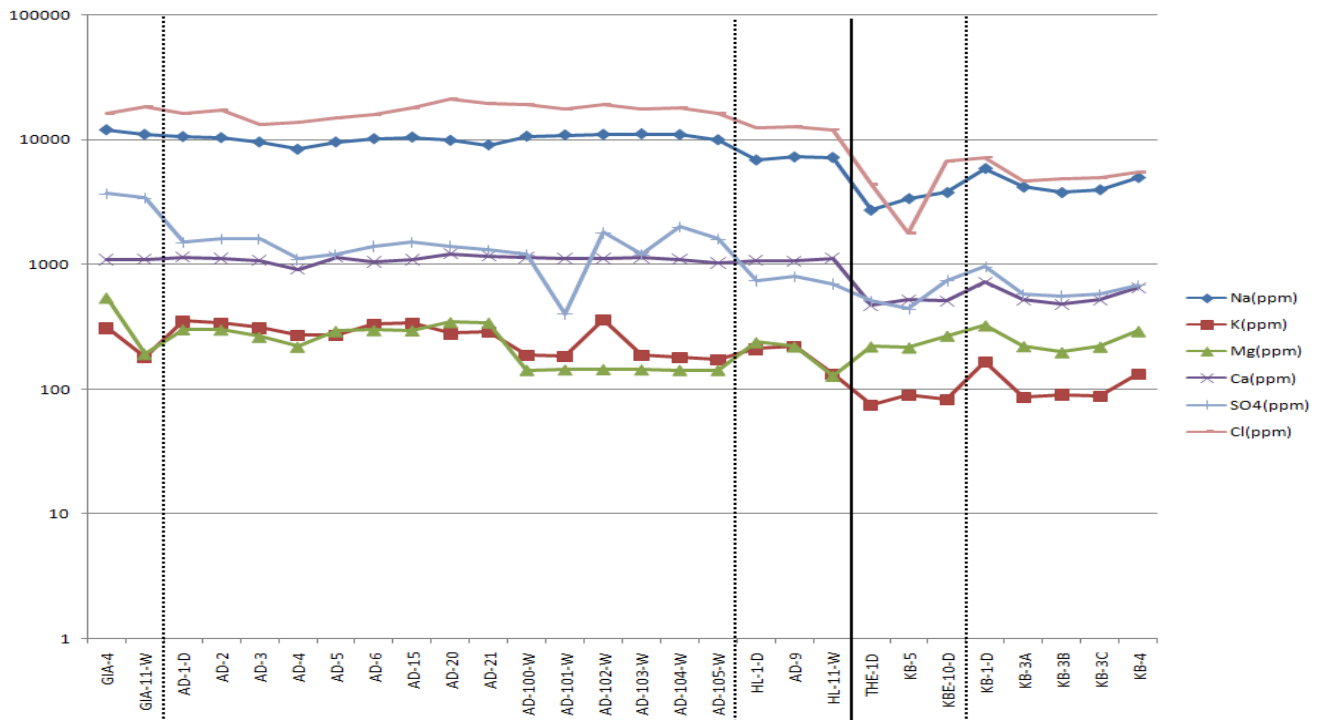
Γενικότερα, διαπιστώνεται ότι οι συγκεντρώσεις Na, K, Ca, Cl και SO₄ συμμεταβάλλονται σε ικανοποιητικό βαθμό (Εικ. Δ.1.6).

Εξετάζοντας το διάγραμμα της εικόνας Δ.1.6 και από τον πίνακα Δ.1.4, διαπιστώνεται το γεγονός ότι οι συγκεντρώσεις των συγκεκριμένων ιόντων ακολουθούν την εξής σειρά Cl>Na>SO₄>Ca. Στην περιοχή της Β. Εύβοιας η σειρά συνεχίζεται μετά το Ca με K>Mg, ενώ στην περιοχή της Α. Στ. Ελλάδας με Mg>K, αν και οι διαφοροποιήσεις στις συγκεντρώσεις Mg και K, είναι σχετικά πολύ μικρές.

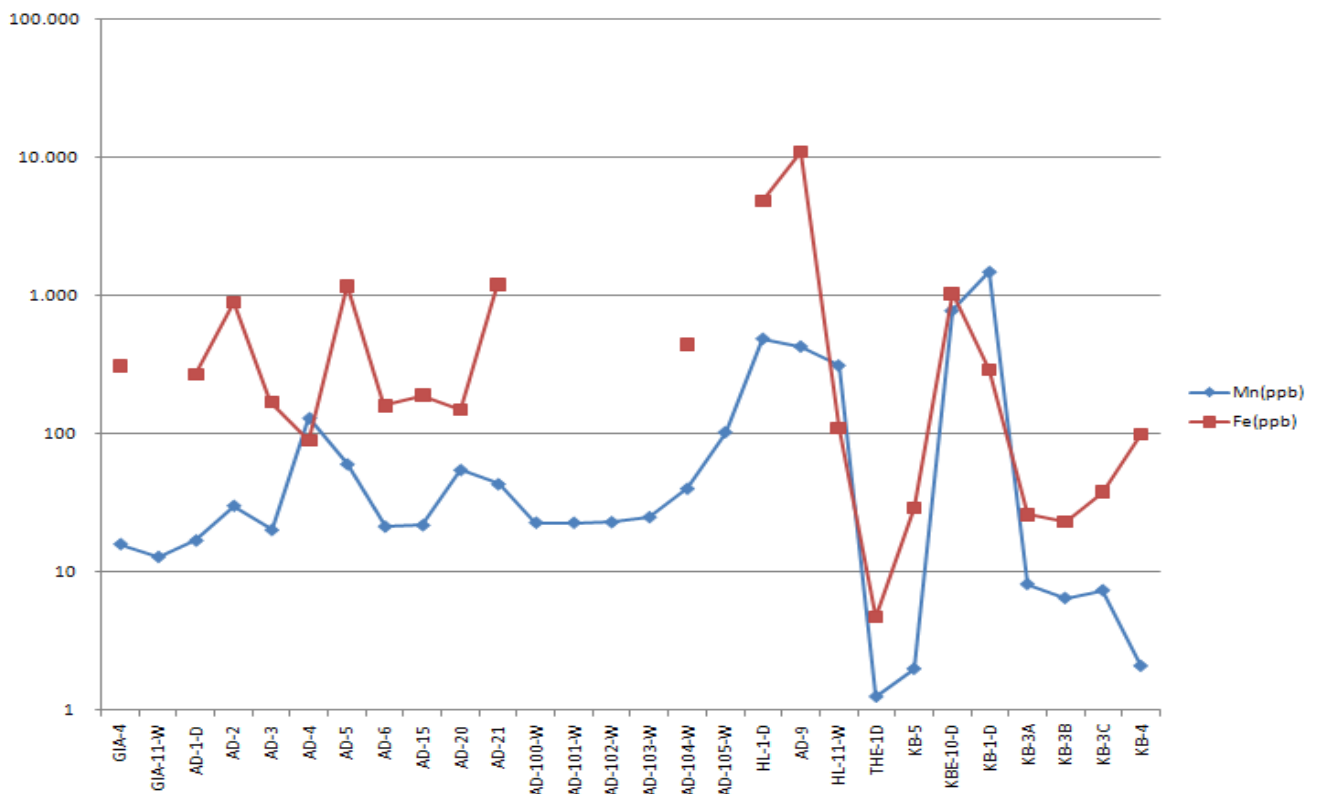
Εξετάζοντας τις συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων (Πιν. Δ.1.3-5), διαπιστώνεται ότι το Mn και ο Fe παρουσιάζουν τάση συμμεταβολής των συγκεντρώσεων τους (Εικ. Δ.1.7).

Στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδας διαπιστώνεται η ύπαρξη μιας επίσης αξιολογής συμμεταβολής των συγκεντρώσεων μιας ομάδας ιχνοστοιχείων, που απαρτίζεται από τα Co, Mn, Ni, Fe, όπως φαίνεται στο διάγραμμα της εικόνας Δ.1.8. Όλα τα ιχνοστοιχεία αυτής της ομάδας παρουσιάζουν μια έντονη τάση αύξησης των συγκεντρώσεων (φτάνοντας τις μέγιστες τιμές συγκεντρώσεων που μετρήθηκαν) στην περιοχή των Καμένων Βούρλων (Χαρ. Δ.1.8-11) και πιο συγκεκριμένα στα δείγματα KBE-10-D-WM και KB-1-D-WM. Πιο αναλυτικά, παρατηρείται ότι η συκέντρωση Co φτάνει στα 9μg/L, του Mn στα 1490μg/L, του Ni στα 37μg/L και του Fe στα 1040 μg/L. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι στην παράκτια ζώνη των Καμένων Βούρλων, βάσει γεωφυσικών δεδομένων και γεωτρητικών ερευνών (Orphanos & Sfetos 1975), διαπιστώθηκε σε βάθος κυμαινόμενο μεταξύ 90 έως 250m η ύπαρξη ασβεστόλιθων και της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης με οφιολίθους, στην ύπαρξη των οποίων αποδίδονται οι αυξημένες τιμές των παραπάνω στοιχείων, καθώς στη συγκεκριμένη περιοχή διαπιστώθηκε αντίστοιχος εμπλουτισμός στα εδάφη και υπόγεια ψυχρά νερά.

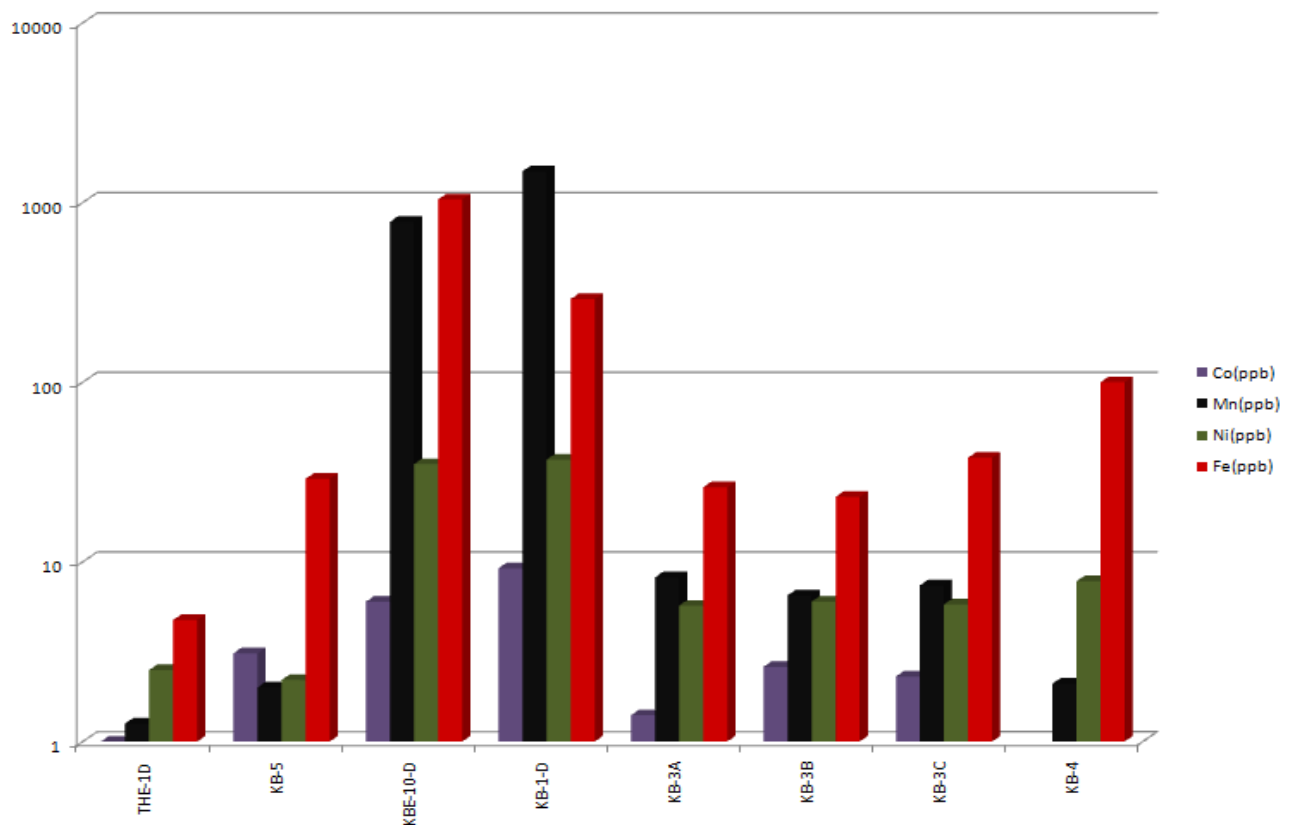
Σχεδόν παρόμοια εικόνα παρουσιάζεται και στην περιοχή της Β. Εύβοιας (Εικ. Δ.1.9), καθώς οι συγκεντρώσεις Mn και Fe, παρουσιάζουν αυξητική τάση, στην περιοχή των Ήλιων, συγκρινόμενες με τις υπόλοιπες θερμές πηγές του νησιού. Πιο αναλυτικά παρατηρείται ότι η συκέντρωση Mn φτάνει στα 490μg/L και η συκέντρωση Fe στα 10990μg/L (Χαρ. Δ.1.8, 9).



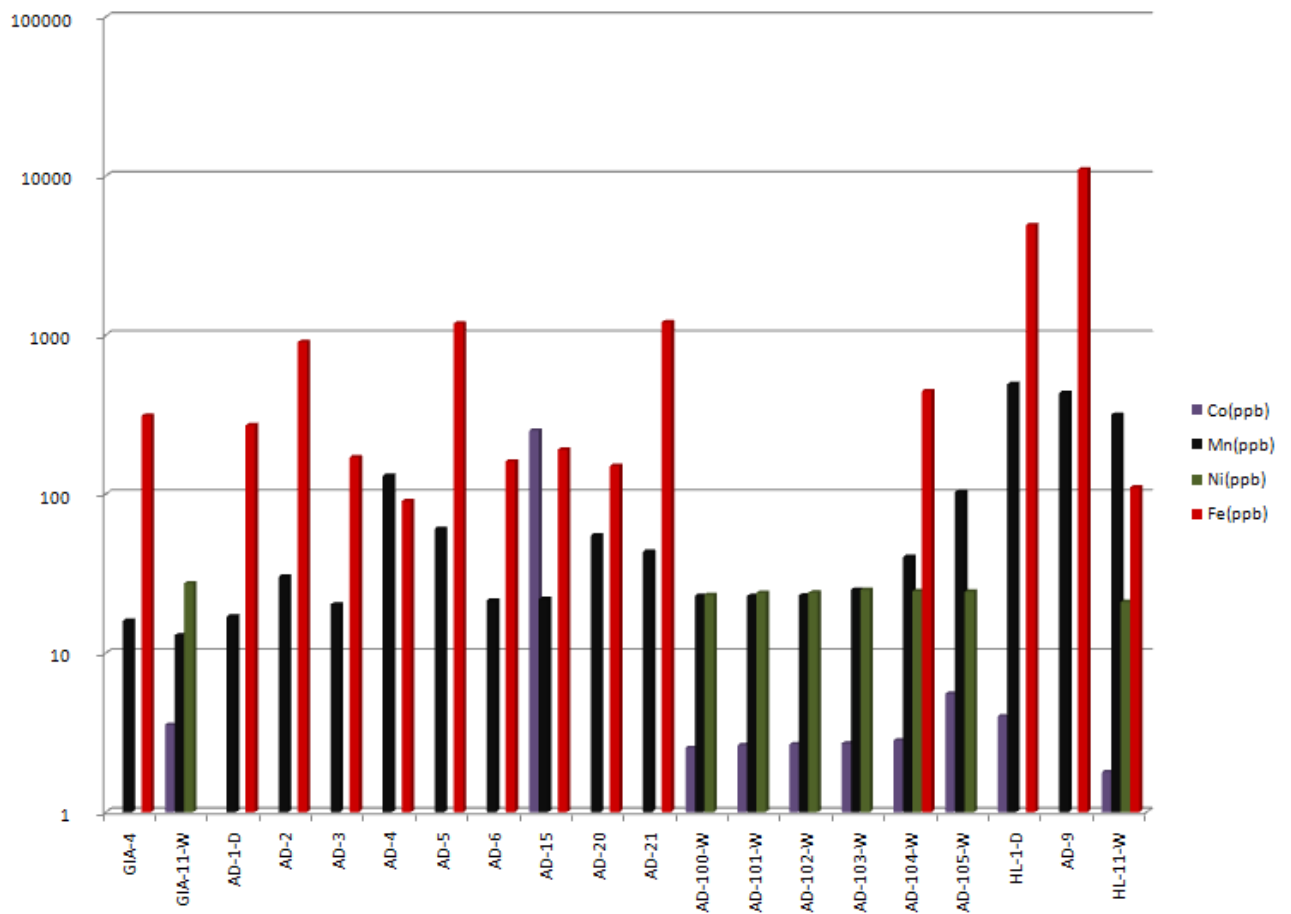
Εικόνα Δ.1.6. Λογαριθμικό διάγραμμα συγκεντρώσεων Na, K, Mg, Ca, SO₄, Cl, στις θερμές πηγές.



Εικόνα Δ.1.7. Λογαριθμικό διάγραμμα συγκεντρώσεων Mn και Fe στις θερμές πηγές.



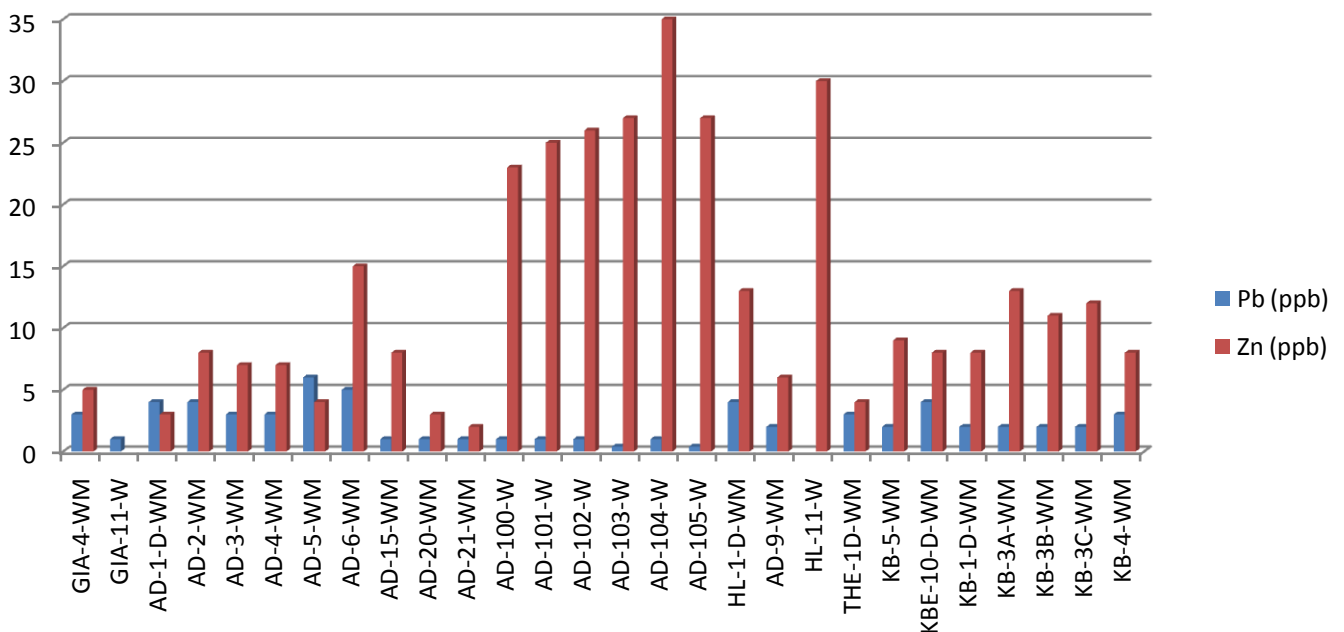
Εικόνα Δ.1.8. Ραβδόγραμμα συγκεντρώσεων Co, Mn, Ni, Fe, στις θερμές πηγές της Αν. Στ. Ελλάδος.



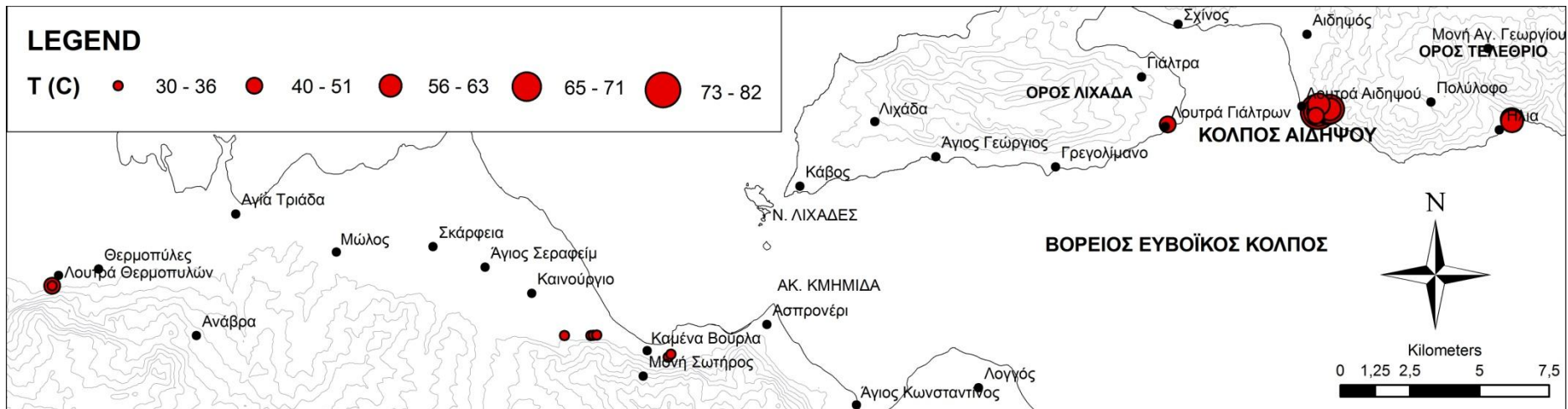
Εικόνα Δ.1.9. Ραβδόγραμμα συγκεντρώσεων Co, Mn, Ni, Fe, στις θερμές πηγές της Β. Εύβοιας.

Ακόμη, θα πρέπει να αναφερθεί πως υπάρχει μια σειρά ιχνοστοιχείων τα οποία ανιχνεύονται σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις και είναι παρόντα στις θερμές πηγές όλων των περιοχών, χωρίς να παρουσιάζουν ιδιαίτερες διαφοροποιήσεις στις συγκεντρώσεις τους (Πίν. Δ.1.3, Δ.1.5), χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι ο Zn και ο Pb (Εικ. Δ.1.10). Πιο αναλυτικά, το εύρος των συγκεντρώσεων του Pb στις θερμές πηγές της Β. Εύβοιας είναι 0,4-5,5μg/L και στην Αν. Στερεά Ελλάδα είναι 1,6-3,6μg/L, αντίστοιχα το εύρος του Zn είναι στις θερμές πηγές της Β. Εύβοιας 2-35μg/L και της Αν. Στερεάς Ελλάδας είναι 4-13μg/L (Χαρ. Δ.1.12).

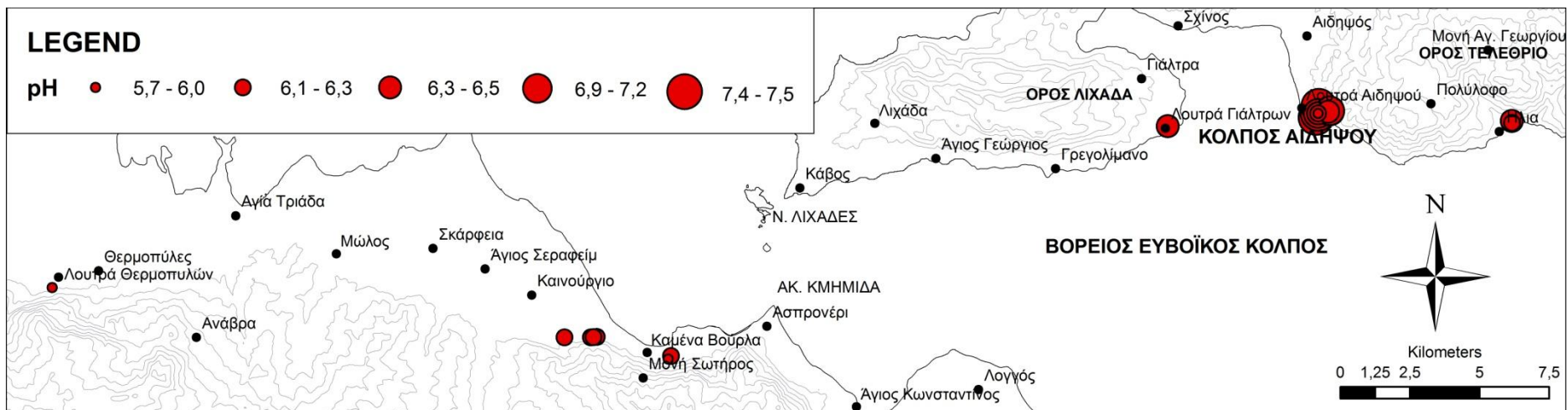
Εξετάζοντας τις συγκεντρώσεις B (έως 10,7mg/L), Sr (έως 29,9mg/L), Li (έως 1,5mg/L) (Πιν. Δ.1.5) διαπιστώνεται οι συγκεντρώσεις των υπό μελέτη θερμών πηγών να είναι ιδιαίτερα υψηλότερες έναντι των συγκεντρώσεων του θαλασσινού νερού (B 4,6mg/L, Sr 8mg/L, 0,17mg/L από Goldberg, 1963), γεγονός που ενισχύει την άποψη της βαθιάς προέλευσης των συγκεκριμένων υδροθερμικών διαλυμάτων. Ο προσδιορισμός της προέλευσης του υδροθερμικού διαλύματος και της συμμετοχής σε αυτό του θαλασσινού νερού, χρίζει περαιτέρω έρευνας.



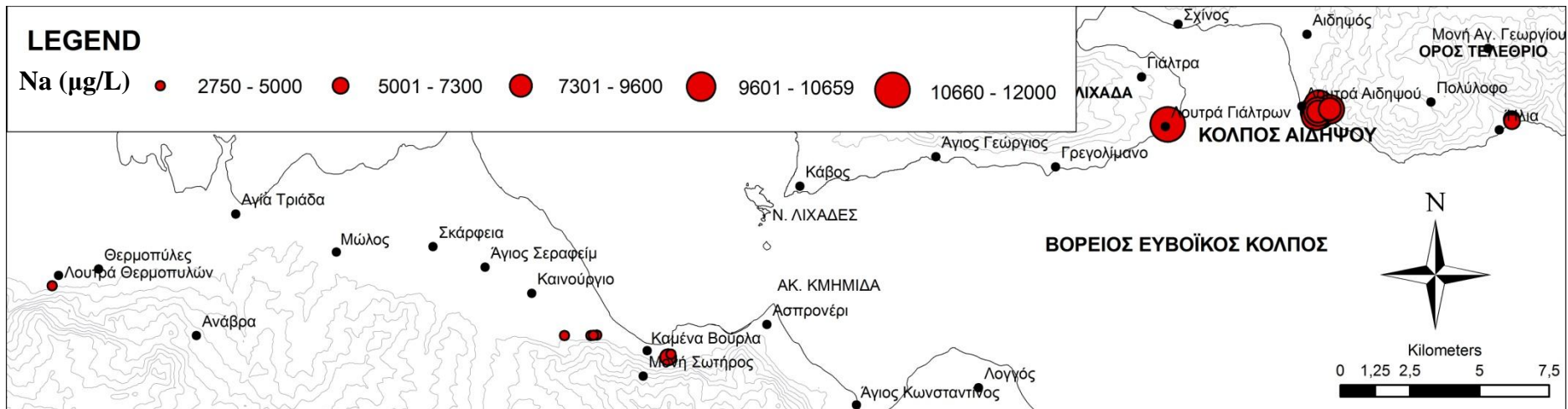
Εικόνα Δ.1.10. Ραβδόγραμμα συγκεντρώσεων Pb και Zn, στις θερμές πηγές.



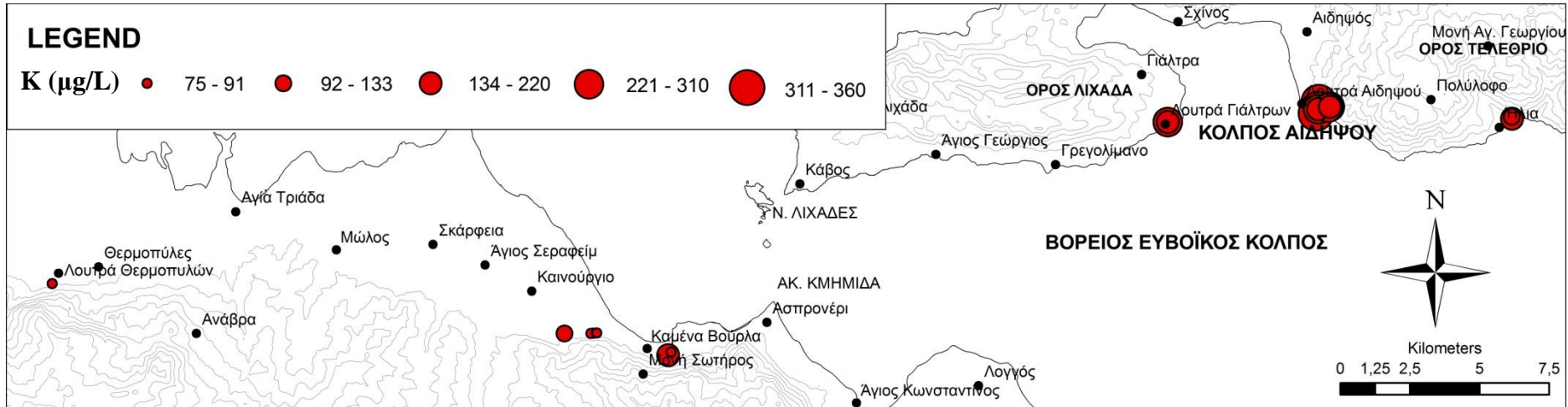
Χάρτης Δ.1. Χάρτης κατανομής των θερμοκρασιών στις θερμές πηγές.



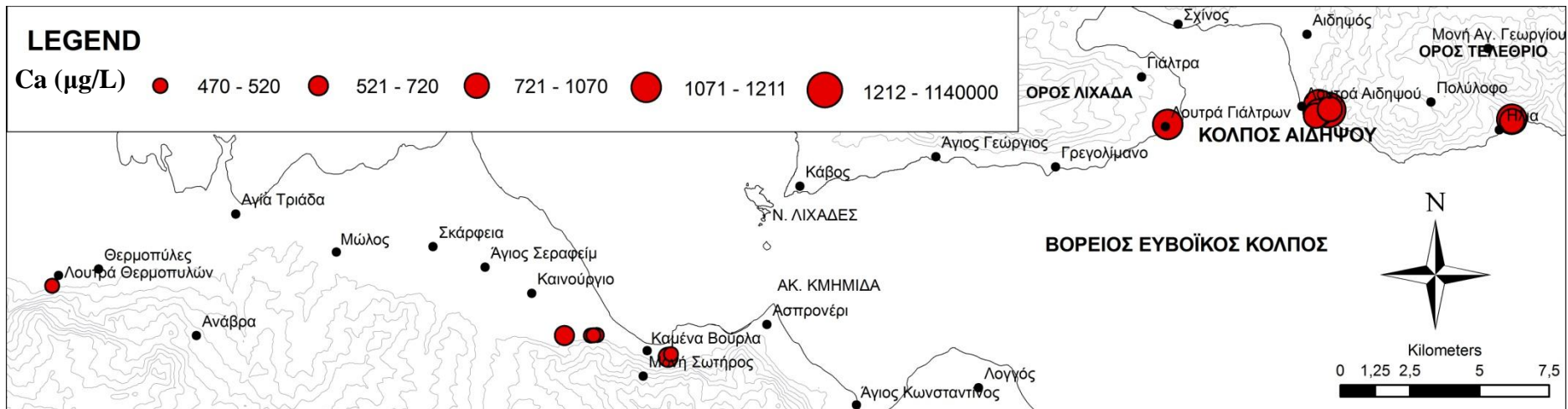
Χάρτης Δ.2. Χάρτης κατανομής τιμών pH στις θερμές πηγές.



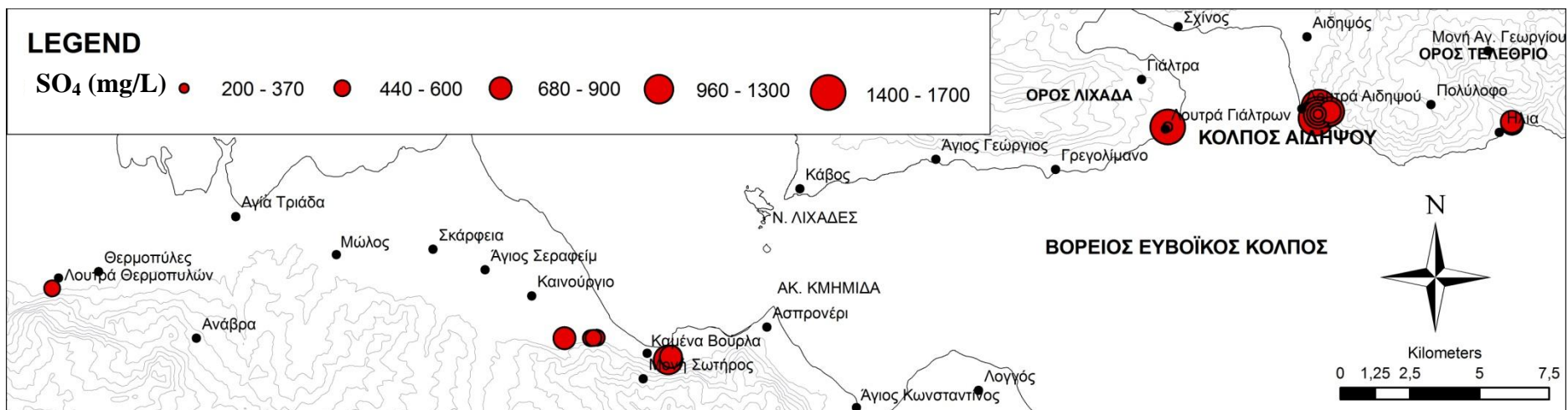
Χάρτης Δ.3. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Na στις θερμές πηγές.



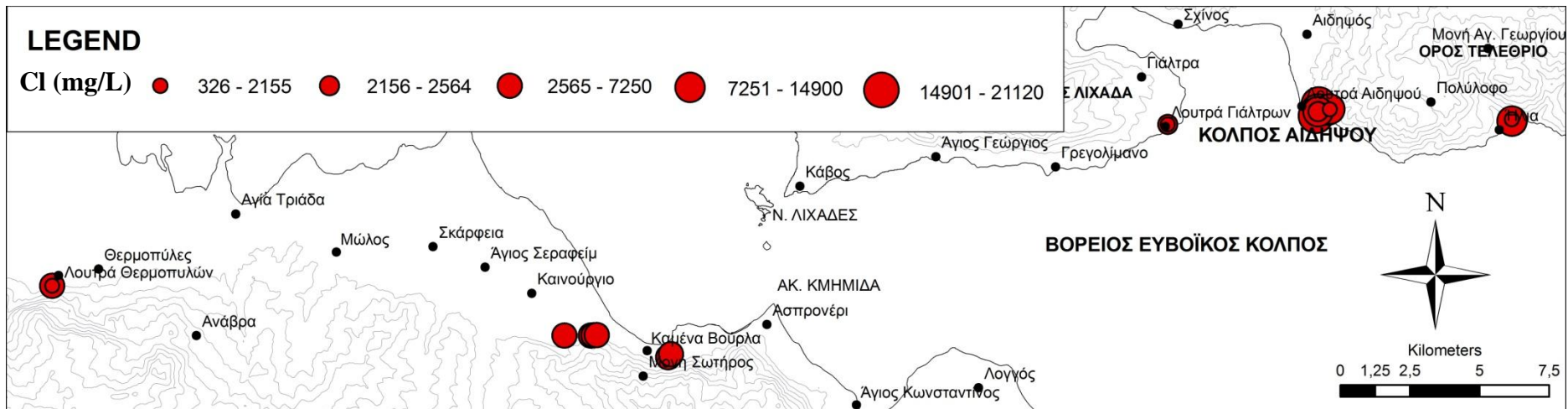
Χάρτης Δ.4. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων K στις θερμές πηγές.



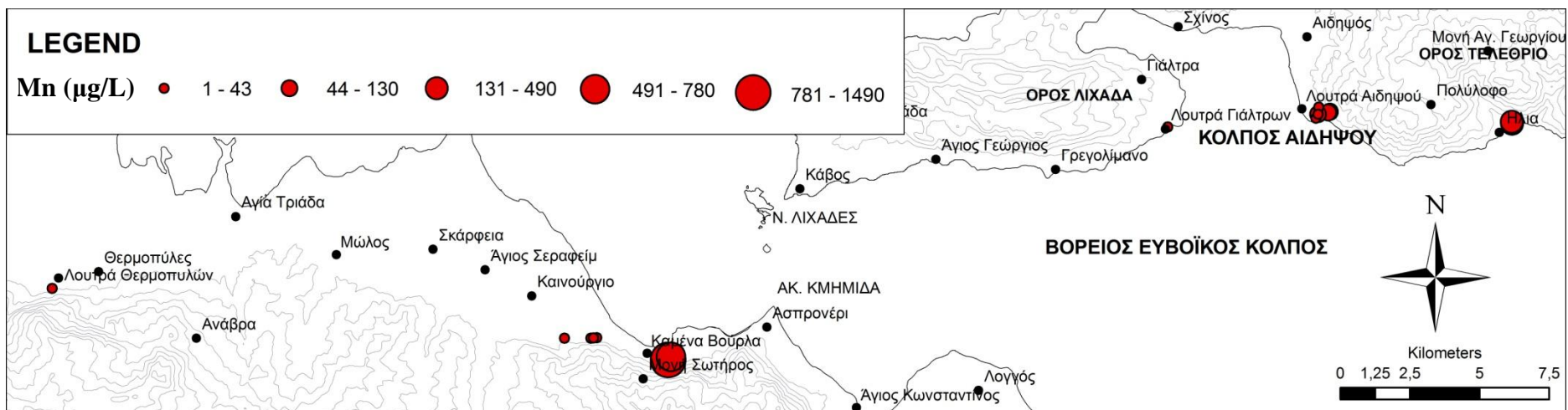
Χάρτης Δ.5. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Ca στις θερμές πηγές.



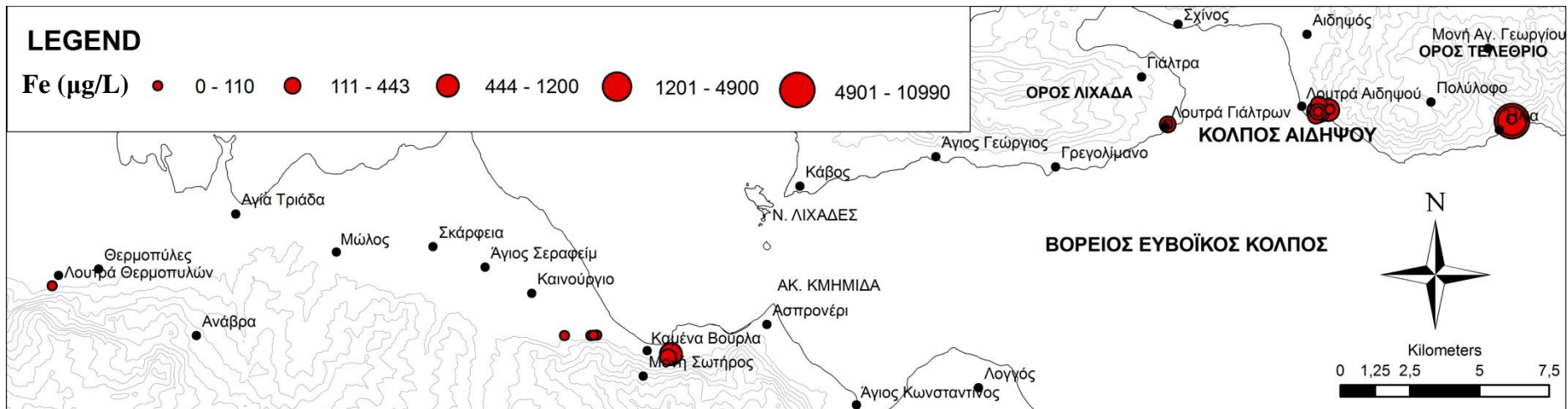
Χάρτης Δ.6. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων SO₄ στις θερμές πηγές.



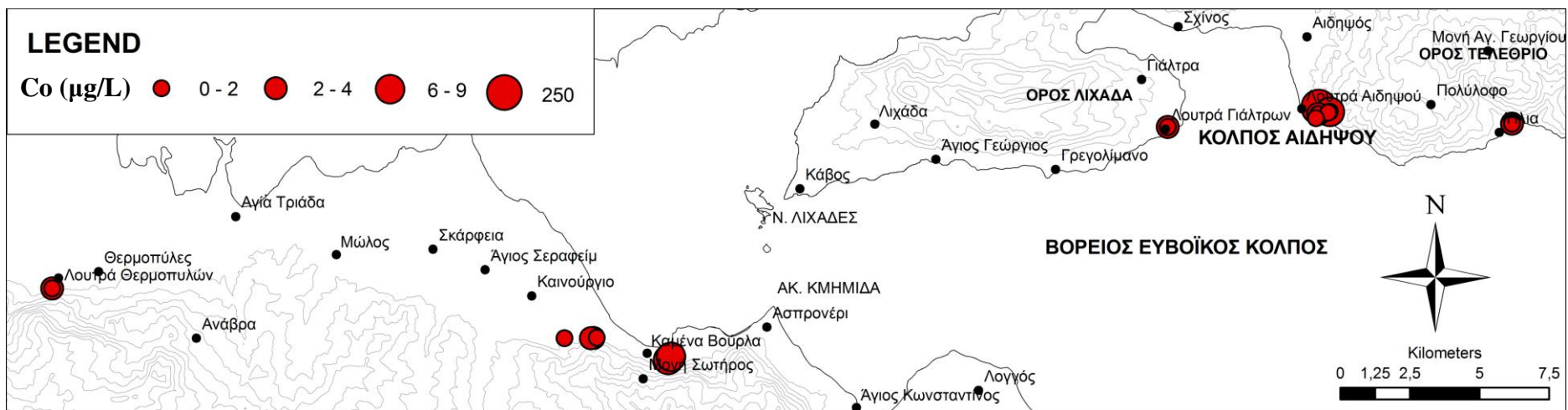
Χάρτης Δ.7. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Cl στις θερμές πηγές.



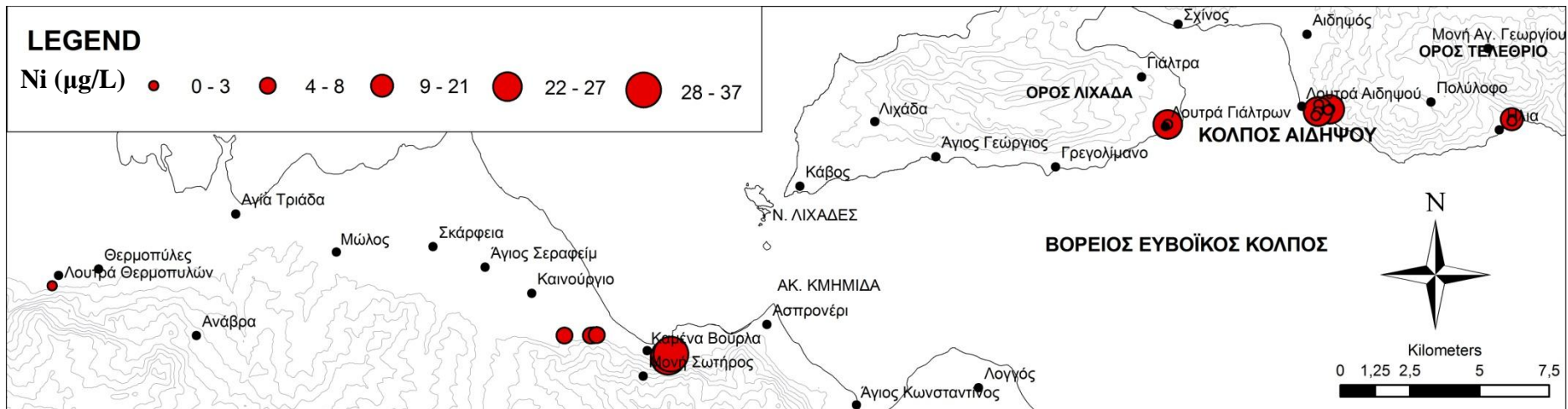
Χάρτης Δ.8. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Mn στις θερμές πηγές.



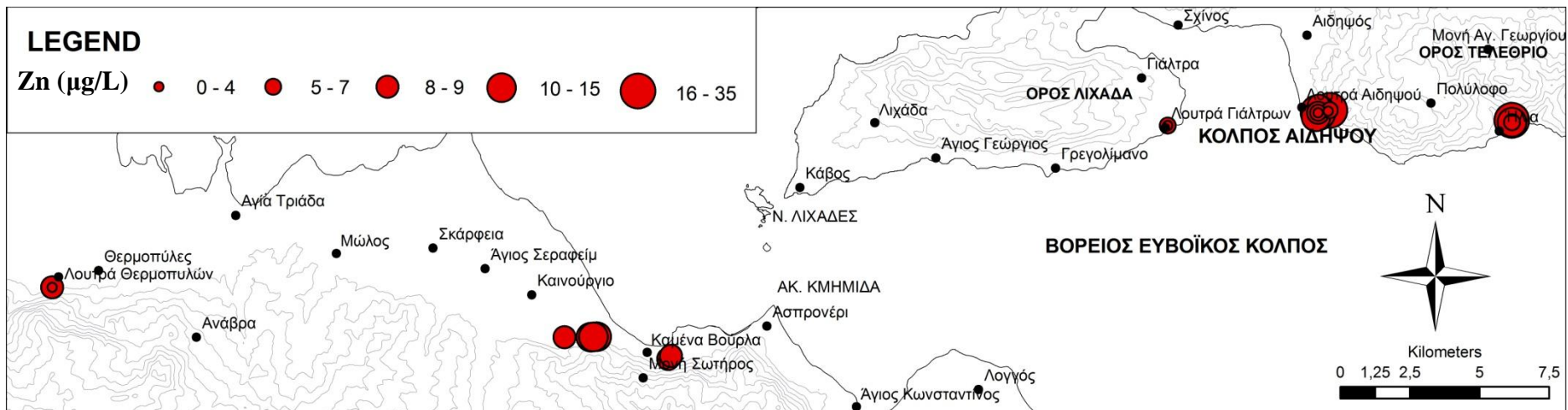
Χάρτης Δ.9. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Fe στις θερμές πηγές.



Χάρτης Δ.10. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Co στις θερμές πηγές.



Χάρτης Δ.11. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Ni στις θερμές πηγές.



Χάρτης Δ.12. Χάρτης κατανομής συγκεντρώσεων Zn στις θερμές πηγές.

Δ.1.8. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΑΛΛΑ ΕΝΕΡΓΑ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

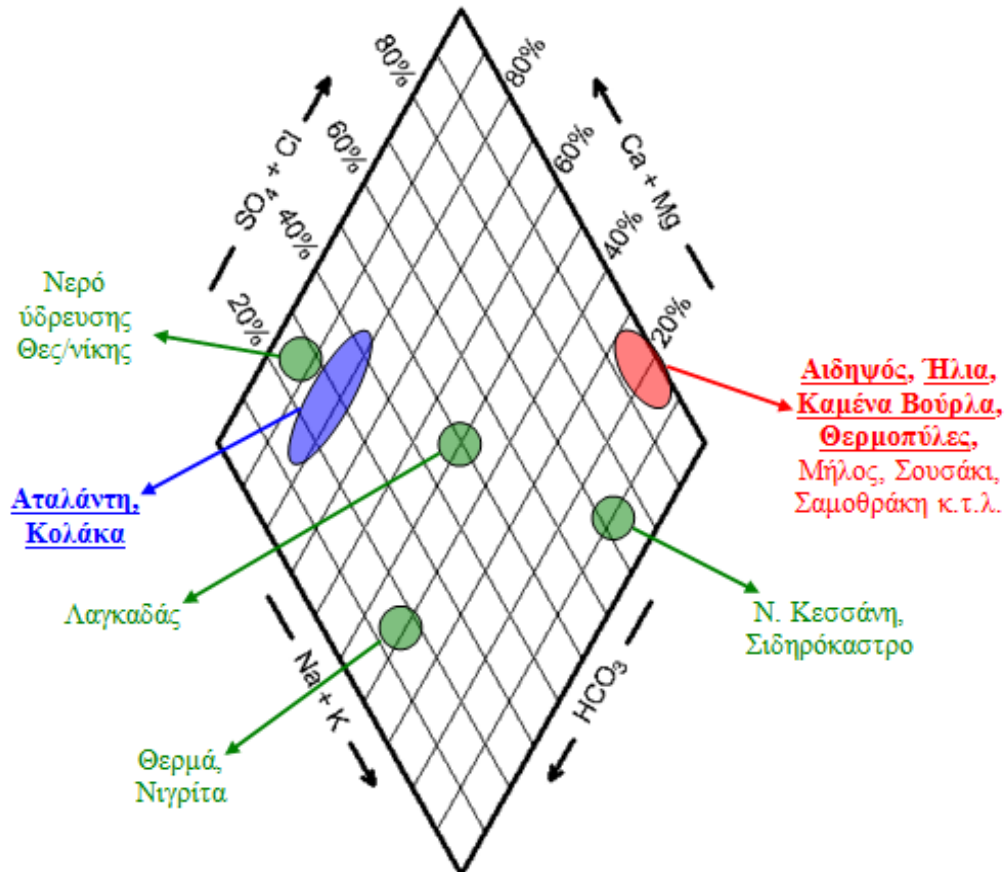
Αντιπαραβάλλοντας τα αποτελέσματα των μετρήσεων σε θερμές πηγές, οι οποίες έγιναν στα πλαίσια της παρούσας μελέτης (Πίνακες Δ.1.3-5) με μετρήσεις από ενεργά υδροθερμικά συστήματα (Πίνακες Δ.1.15, 16), τα οποία παρουσιάζουν σύγχρονες διεργασίες μεταλλογένεσης σε Παγκόσμια κλίμακα [Milos, Greece, Naden et al., 2003, Ngawha Well 1, New Zealand, Henley et al. 1986, Ahuachapan Well 20, El Salvador, Henley et al. 1986, Reykjanes Well H8, Iceland, Henley et al. 1986, Matsao Well E-205, Taiwan, Henley et al. 1986, Imperial, USA, (data from McKibben & Hardie, 1997), republ. Gallup, 1998, Dixie USA, (data from Bruton et al., 1997), republ. Gallup, 1998, Cerro Pietro, Mexico, (data from Mercado&Hurtado, 1992), republ. Gallup, 1998, Hvergerdi, Iceland, (data from Ellis & Mahon, 1977), republ. Gallup, 1998, Ohtake, Japan, (data from Ellis & Mahon, 1977), republ. Gallup, 1998, Slak, Indonesia, (data from Gallup unpublished results), republ. Gallup, 1998], παρατηρείται ότι οι συγκεντρώσεις πολλών στοιχείων, όπως Ag, As, Ba, Cu, Cl, S, Se, Sr, Zn που παρουσιάζονται στις θερμές πηγές που μελετήθηκαν (κυρίως της Β. Ευβοίας, όπου και παρουσιάζονται οι πιο αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων) είναι συγκρίσιμες.

Ακόμη, μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η σύγκριση των θερμών πηγών που εξετάστηκαν στη παρούσα μελέτη με θερμές πηγές σε συστήματα στα οποία έχουμε απόθεση τραβερτιτικού υλικού (Πίνακας Δ.1.16), π.χ. στο Βόρειο Καύκασο (Lavrushin et al., 2006), στο ηφαίστειο Savo, στα νησιά του Σολομώντα (Smith, 2008), καθώς παρουσιάζουν αρκετές ομοιότητες με το υπό μελέτη σύστημα. Από την σύγκριση αυτή διαπιστώνονται τα εξής:

- σε κάποια στοιχεία όπως, Ba, Fe, Mn, Pb κ.α., δηλαδή σε στοιχεία στα οποία είναι σύνηθες να έχουμε αυξημένες τιμές σε υδροθερμικά ρευστά, παρατηρούνται συγκρίσιμες συγκεντρώσεις,
- στο υπό μελέτη σύστημα, παρουσιάζονται μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε μια σειρά στοιχείων, όπως As, Ca, Co, Cl, Cs, K, Mg, Na, Ni, S κ.α. σε σύγκριση με τα συστήματα του Βορείου Καυκάσου και του ηφαιστείου Savo. Τα στοιχεία αυτά χαρακτηρίζουν την πηγή προέλευσης των ρευστών, άλλα και υποδηλώνουν-ταυτοποιούν έως ένα βαθμό και την υπόγεια διαδρομή του. Καθώς ο εμπλουτισμός του ρευστού σε συγκεκριμένα στοιχεία μας δείχνει ποια πετρώματα συνάντησε το ρευστό και εμπλουτίστηκε αποπλένοντας στοιχεία από τα πετρώματα αυτά (Giggenbach, 1988),
- οι περιπτώσεις κατά τις οποίες τα υπό σύγκριση συστήματα παρουσιάζουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις είναι περιορισμένες και οφείλονται σε συγκεκριμένα φαινόμενα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι πολύ αυξημένες συγκεντρώσεις Si που παρατηρούνται στις θερμές πηγές από το ηφαίστειο Savo, σε σύγκριση με τις θερμές πηγές του Βορείου Καυκάσου και τις υπό μελέτη θερμές πηγές. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι στο ηφαίστειο Savo, εκτός από αποθέσεις ασβεστιτικού υλικού, υπάρχουν και απόθεση μεικτού ασβεστο-πυριτικού υλικού, αλλά και καθαρά πυριτικού υλικού (Smith, 2008).

Συνοψίζοντας, διαπιστώνεται ότι στο υπό μελέτη σύστημα και στα συστήματα θερμών πηγών του Βόρειου Καυκάσου (Lavrushin et al., 2006), του ηφαίστειου Savo, (Smith, 2008), όπου σε όλα έχουμε απόθεση τραβερτινικού υλικού, έχουμε μια σειρά στοιχείων όπως Ba, Fe, Mn, Pb κ.α., τα οποία είναι στοιχεία που έχουν αυξημένες τιμές στα υδροθερμικά ρευστά, οι συγκεντρώσεις είναι συγκρίσιμες. Αλλά και σε μια σειρά στοιχείων όπως Ca, S, στοιχείων που σχετίζονται με το θαλασσινό νερό (Cl, Na, K), αλλά και ιχνοστοιχείων π.χ. As, Co, Cs, Mg, Ni, τα οποία χαρακτηρίζουν την πηγή προέλευσης και την υπόγεια διαδρομή του θερμού νερού, το υπό μελέτη σύστημα παρουσιάζει μεγαλύτερες συγκεντρώσεις.

Τέλος, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι παρουσιάζεται έως ένα βαθμό παραπλήσια χημική σύσταση ως προς τα συγκεκριμένα ιόντα των θερμών πηγών που εξετάστηκαν, με άλλα θερμά νερά του Ελλαδικού χώρου. Χαρακτηριστική είναι η εικόνα του διαγράμματος Piper (Εικ. Δ.1.31), στο οποίο φαίνεται ότι στην ίδια περιοχή στην οποία προβάλλονται τα δείγματα που εξετάστηκαν, προβάλλονται και άλλα δείγματα θερμού νερού από τον Ελλαδικό χώρο, όπως από την Μήλο, το Σουσάκι, την Σαμοθράκη, κ.α.



Εικόνα Δ.1.12. Προβολή σε διάγραμμα Piper τύπων θερμών και ψυχρών νερών από την Ελλάδα (Φυτίκας & Ανδρίτσος, 2004, συμπλήρωση Κανελλόπουλος, 2006).

Πίνακας Δ.1.15. Αναλύσεις θερμών πηγών βάσει βιβλιογραφίας, ενεργών υδροθερμικών συστημάτων.

	ΔΕΙΓΜΑΤΑ (βάσει βιβλιογραφίας)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12b
Ag(μg/L)	200												
Al(μg/L)						4200	1500	50		280	100		
As(μg/L)	13000		12000	150	3600								
Au(μg/L)	0,3												
B(μg/L)		1,2*10 ⁶	155*10 ³	11300	106*10 ³	282*10 ³	9900	9400	600		312*10 ³	8400	8600
Ba(μg/L)	38993					2,26*10 ⁶		11*10 ³			300		
Be(μg/L)													
Br(μg/L)			46000	87000			320	17700	450			6800	10700
Ca(mg/L)	5291	28	450	2249	1470	23700	8	521	1,5	46	320	201	180
Cd(μg/L)													
Ce(μg/L)													
Cl(mg/L)	85087	1625	10900	25054	13400	131000	438	1603	197	1750	9100	295	357
Co(μg/L)													
Cr(μg/L)													
Cs(μg/L)		400	6000		9600			39000			4500		
Cu(μg/L)	200												
Fe(μg/L)	19100					4,16*10 ⁶		1500	100	30		1720	1060
K(mg/L)	10,6*10 ⁶	80*10 ³	1,04*10 ⁶	1,99*10 ⁶	900*10 ³	12,45*10 ⁶	64*10 ³	2,21*10 ⁶	27*10 ³	137*10 ³	990*10 ³	76	94
Li(μg/L)	90*10 ³	12200	18500	6600	26000	327*10 ³	2000	27000	300	4700	17000	1020	990
Mg(mg/L)	9000	0	70	9800	131000	400.000	7	500		100	100		
Mn(μg/L)												495	380
Na(mg/L)	38390	950	6000	12730	5490	65500	407	8300	212	1210	5000	650	665
Ni(μg/L)													
Pb(μg/L)													
Rb(μg/L)	63000	800	7800	5200	12000			11000	40		5000	350	360
S(mg/L)													
Sb(μg/L)	3600												
Si(μg/L)												108000	105000
Sn(μg/L)													
Sr(μg/L)	9000						400	16000			4500	6790	6240
Tl(μg/L)													
U(μg/L)													
V(μg/L)													
Y(μg/L)													

Πίνακας Δ.1.16. Αναλύσεις θερμών πηγών, βάσει βιβλ., ενεργών υδροθερμικών συστημάτων, στα οποία έχουν απόθεση τραβερτινικού υλικού.

	ΔΕΙΓΜΑΤΑ (βάσει βιβλιογραφίας)					
	13		14		15	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Ag(μg/L)						
Al(μg/L)	3	7	3	13	11,2	771
As(μg/L)	5	69	7	11		
Au(μg/L)						
B(μg/L)	940	3100	140	180	45,8	145170
Ba(μg/L)	33,6	43,8	18,8	30,9	11,7	3282
Be(μg/L)					0,1	30,1
Br(μg/L)	20	36			37	5971
Ca(mg/L)	96	151	82	166	82	730
Cd(μg/L)						
Ce(μg/L)						
Cl(mg/L)	9	18,1	6,8	8	5,3	3369
Co(μg/L)	0,3	0,6	0,2	1,2	0,25	13,1
Cr(μg/L)						
Cs(μg/L)	1,3	3,1	1,2	2,4	0,1	1792
Cu(μg/L)						
Fe(μg/L)	20	50	20	60	175	24341
K(mg/L)	8,1	12,4	5,2	6	0,56	205,6
Li(μg/L)	106	275	35	51	4,5	13532
Mg(mg/L)	34,3	39,2	54,1	79,5	13,58	219,87
Mn(μg/L)	50	230	10	180	51,9	5940
Na(mg/L)	66	124	33,7	43	7	4212
Ni(μg/L)	3	5	3	5	1,6	23,9
Pb(μg/L)	0,3	2,4	0,5	1,1		
Rb(μg/L)	19,1	35,1	15,4	20,6	1	1326
S(mg/L)					0,25	162,9
Sb(μg/L)	0,1	0,1				
Si(μg/L)	45000	68000	53000	62000	4019	27540
Sn(μg/L)						
Sr(μg/L)	730	1560	760	1220	249	9358
Tl(μg/L)	0,02	0,04	0,02	0,02		
U(μg/L)			0,02	0,06	0,03	7,5
V(μg/L)	2	3	1	13		
Y(μg/L)	0,07	0,12	0,02	0,05	0,05	32,9

Υπόμνημα πινάκων Δ.1.15 και Δ.1.16

- 1 = Milos, Greece, Naden et al., 2003
2 = Ngawha Well 1, New Zealand, Henley et al. 1986
3 = Ahuachapan Well 20, El Salvador, Henley et al. 1986
4 = Reykjanes Well H8, Iceland, Henley et al. 1986
5 = Matsao Well E-205, Taiwan, Henley et al. 1986
6 = Imperial, USA, (data from McKibben & Hardie, 1997)), republ. Gallup, 1998
7 = Dixie USA, (data from Bruton et al., 1997), republ. Gallup, 1998
8 = Cerro Pietro, Mexico, (data from Mercado&Hurtado,1992),republ.Gallup, 1998
9 = Hvergerdi, Iceland, (data from Ellis & Mahon, 1977), republ. Gallup, 1998
10 = Ohtake, Japan, (data from Ellis & Mahon, 1977), republ. Gallup, 1998
11 = Slak, Indonesia, (data from Gallup unpublished results), republ. Gallup, 1998
12 = Tutum Bay, Ambitle Is., Papua New Guinea (Pichler et al., 2004) republ. Pichler, 2004
13 = Reoka, Savo Volcano, Solomon Islands, Smith, 2008
14 = Tanginakulu, Savo Volcano, Solomon Islands, Smith, 2008
15 = Northern Caucasus, Lavrushin et al., 2006

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Δ.2 – ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ (ΤΡΑΒΕΡΤΙΝΕΣ)

Δ.2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην υπό μελέτη περιοχή, όπως προαναφέρθηκε, θερμές πηγές εντοπίζονται στην Βόρεια Εύβοια και στην Ανατολική Στερεά Ελλάδα. Σε ορισμένες από αυτές τις περιοχές διαπιστώθηκε πως ταυτόχρονα με την λειτουργία των θερμών πηγών, αποτίθεται και ασβεστίτικο υλικό, δημιουργώντας θερμογενή τραβερτίνη.

Για τον όρο τραβερτίνη, κατά καιρούς έχουν προταθεί διάφοροι ορισμοί. Ίσως ο πιο ολοκληρωμένος και πιο σαφής είναι του Pentecost (2005), που σαν τραβερτίνη ορίζει ένα χημικά καθιζάνον, ηπειρωτικού περιβάλλοντος ασβεστόλιθο, που σχηματίζεται γύρω από πηγές ή κατά μήκος ρυακίων-ποταμών ή κάποιες φορές ακόμη και σε λίμνες. Αποτελείται από ασβεστίτη ή αραγωνίτη, με μικρό ή μέτριο ενδοκρυσταλλικό πορώδες, σε ένα περιβάλλον αβαθούς ύδατος ή φρέατος. Η καθίζηση προκαλείται κυρίως λόγω της μεταφοράς του CO₂ από ή σε μια πηγή υπογείων υδάτων, οδηγώντας σε υπερκορεσμό του CaCO₃ και σχηματισμό κρυστάλλων, μέσω πυρήνων συμπυκνώσεως, σε μια επιφάνεια που βρίσκεται βυθισμένη μέσα στο νερό.

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία σε όλες τις θερμές πηγές, στις οποίες εντοπίστηκαν σχηματισμοί απόθεσης, οι οποίοι μελετήθηκαν ως προς την ορυκτολογική και την χημική τους σύσταση.

Σε κάποιες περιοχές, διαπιστώθηκαν παλαιές και σύγχρονες-ενεργές αποθέσεις. Η παρούσα μελέτη επικεντρώνεται μόνο στις σύγχρονες αποθέσεις.

Δ.2.2. ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Πίνακας Δ.2.1. Θέσεις δειγματοληψίας αποθέσεων θερμών πηγών.

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΧΟΛΙΑ
AD- / MAST- / EOT-	ΑΙΔΗΨΟΣ	Όλα τα δείγματα από την περιοχή της Αιδηψού (πλην του AD-5-R)
AD-5-R	ΑΙΔΗΨΟΣ	Ιδιότυπες φυλλοειδής μορφές
HL- / 100-	ΗΛΙΑ	Όλα τα δείγματα από την περιοχή των Ήλιων
GIA-	Λ. ΓΙΑΛΤΡΩΝ	Όλα τα δείγματα από την περιοχή των Λ. Γιάλτρων
THE-1-R	ΘΕΡΜΟΠΥΛΕΣ	Μεταφερόμενες παλαιότερες(;) αποθέσεις
THE-2-R	ΘΕΡΜΟΠΥΛΕΣ	Ιδιότυπες βελονοειδής μορφές

Δ.2.3. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Πίνακας Δ.2.2. Χημικές αναλύσεις αποθέσεων θερμών πηγών.

	ΑΝ. ΣΤ. ΕΛΛ.		ΕΥΒΟΙΑ		
	ΘΕΡΜΟΠΥΛΕΣ		ΗΛΙΑ		
	THE-1-R	THE-2-R	HL-1-B-R	HL-1-R	HL-SMAM-R
Ca mg/kg	342100	352800	106100	218900	103300
Na mg/kg	2400	1390	4960	3280	3620
P mg/kg	<	48	104	71	277
S mg/kg	4940	4670	650	2740	890
Si mg/kg	190	200	340	86	140
Al mg/kg	75	52	67	54	150
As mg/kg	97	120	5520	4900	18300
B mg/kg	17	19	140	73	120
Ba mg/kg	51	47	83	80	90
Be μg/kg	300	380	48900	24500	57800
Cd μg/kg	13	9	18	15	16
Co μg/kg	<	<	<	<	<
Cr μg/kg	<	<	<	<	<
Cs μg/kg	320	370	1480	1230	1540
Cu μg/kg	<	<	<	<	<
Fe mg/kg	170	120	277300	130900	288700
Hf μg/kg	<	<	<	14	45
K mg/kg	230	120	510	340	420
Li μg/kg	6720	6530	1940	1670	1530
Mg mg/kg	6850	6700	610	690	550
Mn mg/kg	7	5	150	200	74
Ni μg/kg	<	<	<	<	<
Pb μg/kg	530	370	1870	730	2210
Rb μg/kg	340	<	790	520	650
Sb μg/kg	16	10	350	350	1750
Sc μg/kg	<	<	3570	2560	8870
Sn μg/kg	<	<	<	<	<
Sr mg/kg	2160	1920	2520	4260	2770
Th μg/kg	11	7	9	12	41
Ti μg/kg	1920	<	<	<	2430
U μg/kg	23	31	75	200	110
V μg/kg	<	<	1930	1040	2610
Y μg/kg	200	290	99200	71100	258900
Zn mg/kg	5	5	24	17	16
Zr μg/kg	181	253	460	290	1080
La μg/kg	<	<	18400	14300	57300
Ce μg/kg	117	100	32500	27500	119000
Pr μg/kg	15	14	4420	3640	16900
Nd μg/kg	64	52	20400	16700	76500
Sm μg/kg	15	12	6300	5280	24400
Eu μg/kg	4	3	2240	1850	8300
Gd μg/kg	18	20	11200	8830	38400
Tb μg/kg	3	2	2120	1750	7580
Dy μg/kg	18	15	15300	12700	51300
Ho μg/kg	4	4	3410	2710	10800
Er μg/kg	54	130	9740	7570	29700
Tm μg/kg	2	2	1200	940	3760
Yb μg/kg	9	6	6420	5230	19800
Lu μg/kg	1	1	820	650	2413

Πίνακας Δ.2.2. (συνέχεια)

	ΕΥΒΟΙΑ							
	ΑΙΔΗΨΟΣ							
	EOT-11-3-R	AD-13-R	AD-EOT-4-R	AD-12-R-2	EOT-11-1-R	AD-5-R	AD-3-R-1	EOT-12-R
Ca mg/kg	357400	325500	619700	359100	310000	333100	36300	344200
Na mg/kg	5630	24600	1530	3740	17700	17800	3410	16800
P mg/kg	<	<	<	33	29	87	34	<
S mg/kg	410	7820	230	2970	5200	2770	3360	3810
Si mg/kg	79	810	140	950	610	600	880	700
Al mg/kg	<	72	<	88	64	<	65	<
As mg/kg	<	<	<	<	<	71	<	<
B mg/kg	12	38	21	30	50	24	20	34
Ba mg/kg	3	98	18	140	62	57	120	110
Be μg/kg	400	380	450	240	1410	1250	430	540
Cd μg/kg	11	8	25	8	10	6	3	17
Co μg/kg	<	<	<	<	<	<	<	<
Cr μg/kg	<	<	<	<	<	<	<	<
Cs μg/kg	670	590	280	89	1140	590	75	600
Cu μg/kg	<	<	<	<	<	14700	<	<
Fe mg/kg	970	520	650	370	7930	11400	2160	1750
Hf μg/kg	<	30	<	48	20	<	39	31
K mg/kg	760	850	190	230	950	790	160	790
Li μg/kg	2260	3200	390	830	3900	2510	680	2680
Mg mg/kg	1030	830	1030	200	1100	60	190	730
Mn mg/kg	71	8	84	2	12	9	2	6
Ni μg/kg	<	<	<	<	<	<	<	<
Pb μg/kg	1660	670	1290	590	940	3190	<	<
Rb μg/kg	460	500	<	<	650	440	<	420
Sb μg/kg	680	71	730	74	280	340	110	89
Sc μg/kg	<	<	<	<	<	<	<	<
Sn μg/kg	<	<	110	<	<	810	<	<
Sr mg/kg	630	3170	250	3560	3200	3680	3740	3620
Th μg/kg	5	8	12	5	14	3	3	3
Ti μg/kg	<	<	<	<	1620	<	<	<
U μg/kg	7	11	6	13	13	91	15	14
V μg/kg	<	<	<	<	<	<	<	<
Y μg/kg	660	770	790	320	160	1222	110	85
Zn mg/kg	7	5	7	4	4	9	4	<
Zr μg/kg	98	1130	320	1950	580	140	1340	820
La μg/kg	<	<	<	<	<	180	<	<
Ce μg/kg	51	54	100	35	204	220	19	21
Pr μg/kg	7	7	14	4	10	30	2	2
Nd μg/kg	25	23	58	16	41	140	6	6
Sm μg/kg	7	7	17	4	12	51	<	3
Eu μg/kg	2	1	3	0,7	2	19	<	<
Gd μg/kg	6	10	18	<	11	95	<	<
Tb μg/kg	1	1	3	0,6	2	18	0,3	0,3
Dy μg/kg	5	11	19	4	9	130	2	<
Ho μg/kg	2	4	4	1	2	28	0,5	0,5
Er μg/kg	160	1140	930	340	110	1000	96	100
Tm μg/kg	1	5	4	2	1	12	0,6	0,4
Yb μg/kg	<	4	6	<	3	48	<	<
Lu μg/kg	0,5	1	1	0,6	0,8	6	<	<

Πίνακας Δ.2.2. (συνέχεια)

	ΕΥΒΟΙΑ							
	ΑΙΔΗΨΟΣ							
	AD-12-R-1	EOT-13-R	AD-EOT-R-3	AD-EOT-R-2	AD-11-R-1	AD-10-R-M	EOT-16W-R	EOT-16-R
Ca mg/kg	375100	366300	350200	365700	310200	368000	285800	31500
Na mg/kg	5330	6040	7760	1680	10690	4250	7830	700
P mg/kg	36	<	38	28	440	32	28	62
S mg/kg	2620	2050	3150	2300	8610	1920	67800	430
Si mg/kg	900	790	830	690	56	930	96	12
Al mg/kg	84	80	79	92	1150	94	<	6
As mg/kg	<	<	<	<	87	<	<	66
B mg/kg	26	30	31	19	48	27	29	3
Ba mg/kg	140	120	140	93	72	140	46	4
Be μg/kg	140	83	330	520	2540	140	400	380
Cd μg/kg	3	7	7	10	22	8	9	1
Co μg/kg	<	<	<	<	<	<	<	<
Cr μg/kg	<	<	<	<	<	<	<	<
Cs μg/kg	170	180	340	300	510	120	540	20
Cu μg/kg	3600	<	<	<	<	<	<	<
Fe mg/kg	86	60	550	1720	11700	370	2450	4730
Hf μg/kg	51	45	42	26	14	56	<	<
K mg/kg	300	300	420	99	660	260	400	36
Li μg/kg	1000	960	1850	730	2190	840	1900	140
Mg mg/kg	250	230	350	350	2990	220	880	87
Mn mg/kg	2	2	1	9	72	2	18	2
Ni μg/kg	<	<	<	<	<	<	<	<
Pb μg/kg	<	348	<	640	1830	420	1280	2470
Rb μg/kg	<	<	<	<	560	<	<	<
Sb μg/kg	34	38	52	120	240	47	410	1070
Sc μg/kg	<	<	<	<	<	<	<	130
Sn μg/kg	<	<	<	130	110	<	<	<
Sr mg/kg	3410	3230	3600	3400	1850	3360	2360	323
Th μg/kg	4	4	5	13	150	7	10	0
Ti μg/kg	<	<	<	1750	11500	<	1400	<
U μg/kg	13	12	14	14	76	12	54	10
V μg/kg	<	<	<	<	2560	<	<	140
Y μg/kg	200	180	110	230	1190	640	550	1430
Zn mg/kg	<	<	<	3	26	7	5	<
Zr μg/kg	1780	1820	1820	1010	330	2090	29	<
La μg/kg	<	<	<	<	890	<	<	268
Ce μg/kg	22	23	27	74	1160	32	156	420
Pr μg/kg	2	2	3	9	160	3	20	59
Nd μg/kg	6	9	14	38	670	16	90	290
Sm μg/kg	3	<	5	9	149	4	31	99
Eu μg/kg	<	<	<	2	37	<	9	39
Gd μg/kg	<	<	7	8	180	6	56	190
Tb μg/kg	0,4	0,3	0,8	2	28	0,6	9	36
Dy μg/kg	1,8	1,5	6	6	160	3	69	235
Ho μg/kg	0,6	0,5	1,5	1,6	30	2	14	47
Er μg/kg	250	140	95	210	260	790	2700	23
Tm μg/kg	1,6	0,9	0,9	1,2	10	3,4	5,1	14
Yb μg/kg	<	2,8	4,2	<	55	<	21	74
Lu μg/kg	0,6	0,6	0,6	<	8	0,5	3	9

Πίνακας Δ.2.2. (συνέχεια)

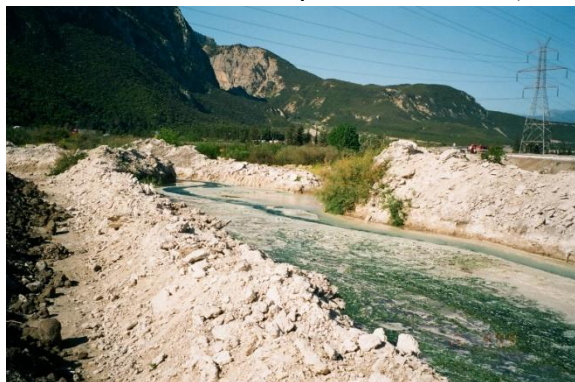
	ΕΥΒΟΙΑ						
	ΑΙΔΗΨΟΣ						
	AD-4-R-C	AD-10-RW	EOT-1W-R	EOT-1-M-R	AD-4-RS	EOT-16-M	AD-4-R-M
Ca mg/kg	32100	371000	361000	361000	346000	326000	335000
Na mg/kg	33100	3620	4150	3200	9560	5690	18500
P mg/kg	<	27	33	150	28	250	25
S mg/kg	2220	1470	1980	1890	2710	12000	2560
Si mg/kg	345	927	848	698	456	309	430
Al mg/kg	66	86	130	98	56	<	61
As mg/kg	<	<	<	<	<	230	<
B mg/kg	31	24	24	20	41	27	40
Ba mg/kg	90	130	120	120	120	64	110
Be μg/kg	180	100	170	300	230	2280	230
Cd μg/kg	9	6	8	6	6	6	9
Co μg/kg	<	<	<	<	<	<	<
Cr μg/kg	<	<	<	<	<	<	<
Cs μg/kg	1250	50	180	100	720	210	860
Cu μg/kg	<	<	<	<	<	<	<
Fe mg/kg	400	49	200	350	85	23950	160
Hf μg/kg	12	52	49	50	27	<	26
K mg/kg	1090	150	220	170	960	370	970
Li μg/kg	3720	480	760	610	3280	1510	3380
Mg mg/kg	1100	150	280	230	680	1010	760
Mn mg/kg	6	1	5	4	3	28	4
Ni μg/kg	<	<	<	<	<	<	<
Pb μg/kg	690	<	740	700	<	10600	<
Rb μg/kg	690	<	<	<	500	<	550
Sb μg/kg	97	32	43	70	51	4580	66
Sc μg/kg	<	<	<	<	<	630	<
Sn μg/kg	<	<	<	110	<	95	<
Sr mg/kg	3960	3130	3200	3500	3800	3300	3800
Th μg/kg	11	3	14	14	5	2	8
Ti μg/kg	1138	<	2480	2910	<	<	<
U μg/kg	17	10	17	17	17	91	17
V μg/kg	<	<	<	<	<	660	<
Y μg/kg	96	270	1780	230	560	7980	330
Zn mg/kg	4	<	3	3	4	13	3
Zr μg/kg	400	1960	1760	1550	930	50	780
La μg/kg	<	<	<	<	<	1100	<
Ce μg/kg	73	25	68	70	26	1660	43
Pr μg/kg	9	2	7,5	8	3	220	6
Nd μg/kg	36	8	32	25	12	1110	20
Sm μg/kg	9	<	9	8	3	390	7
Eu μg/kg	2	<	2	2	<	150	2
Gd μg/kg	10	7	12	10	8	767	9
Tb μg/kg	2	0,6	1	2	0,9	140	1
Dy μg/kg	10	4	11	6	11	950	10
Ho μg/kg	2	2	3	2	4	190	4
Er μg/kg	7	700	1070	360	380	660	104
Tm μg/kg	0,7	3	5	2	3	59	2
Yb μg/kg	5	2	4	4	9	300	7
Lu μg/kg	0,8	0,6	1,2	0,5	1,5	38	0,7

Δ.2.4. ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Στην Ανατολική Στερεά Ελλάδα, οι περιοχές στις οποίες έχουμε αναβλύσεις θερμών πηγών είναι τα Καμένα Βούρλα και οι Θερμοπύλες.

Στην περιοχή των Καμένων Βούρλων, δεν διαπιστώθηκε ύπαρξη αποθέσεων από τις θερμές πηγές, ούτε κατά την έρευνα υπαίθρου, αλλά ούτε βρέθηκε κάποια σχετική βιβλιογραφική αναφορά.

Αντίθετα, στην περιοχή των Θερμοπυλών διαπιστώθηκαν εκτεταμένες αποθέσεις τραβερτίνη. Η χαρακτηριστικότερη μορφή τραβερτίνη στη συγκεκριμένη περιοχή είναι στρωματόμορφη με μεγάλο πορώδες (Εικ. Δ.2.2). Δυστυχώς όμως, στην συγκεκριμένη περιοχή είχαν εκτελεστεί έργα για τον εγκιβωτισμό των θερμών πηγών, χρησιμοποιώντας το υλικό των αποθέσεων (Εικ. Δ.2.1), άλλα και έργα λόγω της κατασκευής την νέας Εθνικής Οδού. Για αυτούς τους λόγους δεν κατέσται δυνατό να διαπιστωθούν κάποιες, χαρακτηριστικές μακροσκοπικές δομές. Παρόλα αυτά, κοντά στην περιοχή ανάβλυσης, διαπιστώθηκαν νέες αποθέσεις, οι οποίες αποτίθεντο με σχετικά μεγάλο ρυθμό, καθώς εντοπίστηκαν και συλλέχτηκαν ιδιότυπες μορφές (Εικ. Δ.2.3Α), οι οποίες μετά από εξέταση τους στο εργαστήριο, διαπιστώθηκε ότι χρησιμοποιούν σαν πυρήνα, πευκοβελόνες από τα πεύκα της περιοχής, γύρω από τον οποίο αποθέτουν το ασβεστιτικό υλικό (Εικ. Δ.2.3Β).



Εικ. Δ.2.1. Τραβερτινικό υλικό απόθεσης στην περιοχή των Θερμοπυλών.



Εικ. Δ.2.2. Χαρακτηριστικές στρωματόμορφες τραβερτινικές αποθέσεις με μεγάλο πορώδες από την περιοχή των Θερμοπυλών.



Εικ. Δ.2.3Α. Σκελετοειδούς (framework) τύπου αποθέσεις τραβερτίνη, με υψηλό πορώδες, προκαλούμενες από παγίδευση πευκοβελόνων, στην περιοχή των Θερμοπυλών.



Εικ. Δ.2.3Β. Πυρήνας (πευκοβελόνες), γύρω από τον οποίο αποτίθεται το τραβερτινικό υλικό.

Στη Βόρεια Εύβοια, οι περιοχές στις οποίες έχουμε αναβλύσεις θερμών πηγών είναι στα Λ. Γιάλτρων, στα Ήλια και στα Λ. Αιδηψού.

Στην περιοχή των Λ. Γιάλτρων δεν εντοπίστηκε κάποια επιφανειακή απόθεση. Ο μόνος σχηματισμός στον οποίο πιθανώς να υπάρχει κάποια συμμετοχή υλικού από τις θερμές πηγές, είναι ένας ψαμμιτοκροκαλοπαγής σχηματισμός περιορισμένης έκτασης, ο οποίος εντοπίζεται στο σημείο της εκβολής των θερμών πηγών στην θάλασσα (Εικ. Δ.2.4). Πρόκειται για ένα σχηματισμό ακτόλιθου (beach rock). Κατά την εργαστηριακή μελέτη δειγμάτων, δεν διαπιστώθηκε όμως να παρουσιάζει κάποιο ιδιαίτερο ενδιαφέρον που να σχετίζεται με την παρούσα έρευνα.

Στην περιοχή των Ήλιων, διαπιστώθηκε μια λοφοειδής στρωματόμορφη απόθεση Fe-πλούσιου τραβερτίνη, που έχει σχηματιστεί στο σημείο εκφόρτωσης της θερμής πηγής (Εικ. Δ.2.5). Πρόκειται για ένα λαμινοειδή τραβερτίνη (Εικ. Δ.2.6), που παρουσιάζει Fe-πλούσιες περιοχές, που άλλοτε εμφανίζονται σαν ζωνοειδείς ενστρώσεις (Εικ. Δ.2.7) και άλλοτε με βοτρυωδή μορφή (Εικ. Δ.2.8Α, Δ.2.8Β).



Εικ. Δ.2.4. Σχηματισμός ακτόλιθου στην περιοχή των Γιάλτρων (έκταση ~1m²).



Εικ. Δ.2.5Α. Λοφοειδή απόθεση Fe-πλούσιου στρωματόμορφου τραβερτίνη, που έχει σχηματιστεί στο σημείο εκφόρτωσης της θερμής πηγής στα Ήλια.



Εικ. Δ.2.6. Τομή τραβερτίνη με lamination από την περιοχή των Ήλιων.



Εικ. Δ.2.7. Fe-πλούσιες ζώνες εντός του τραβερτίνη από την περιοχή των Ήλιων.



Εικ. Δ.2.8Α. Fe-πλούσιες βοτρυοειδείς δομές εντός του τραβερίτη, από την περιοχή των Ήλιων.



Εικ. Δ.2.8Β. Τομή σε Fe-πλούσιες βοτρυοειδείς δομές, όπου στο κάτω αριστερό μέρος του δείγματος εμφανίζονται και μορφές lamination, από την περιοχή των Ήλιων.

Στην περιοχή της Αιδηψού παρουσιάζονται ως προς την έκτασή τους οι μεγαλύτεροι σχηματισμοί αποθέσεων τραβερίτη. Αρκεί να αναφερθεί ότι ένα μεγάλο μέρος της πόλης έχει οικοδομηθεί, πάνω σε αυτό το υλικό (Εικ. Δ.2.9, Δ.2.10). Επίσης και από άποψη μορφών-δομών, παρουσιάζεται η μεγαλύτερη ποικιλία. Κατά την έρευνα διαπιστώθηκαν παλαιές και νέες αποθέσεις, καθώς στην περιοχή οι θερμές πηγές πρέπει να απέθεταν υλικό από τους ιστορικούς χρόνους. Άξιο αναφοράς είναι ότι η συγκεκριμένη περιοχή, είναι διάσπαρτη από θερμές πηγές, οι οποίες αυτοπληρώνονται μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα, με το υλικό που αποθέτουν. Αποτέλεσμα αυτού του φαινομένου είναι να εμφανίζονται συνέχεια νέες πηγές. Το γεγονός του μεγάλου ρυθμού απόθεσης υλικού δημιουργεί προβλήματα και κατά την εκμετάλλευση των θερμών πηγών για λουτροθεραπεία, καθώς σε σύντομο χρονικό διάστημα προκαλεί φράξιμο των σωληνώσεων που χρησιμοποιούνται για την μεταφορά του θερμού νερού (Εικ. Δ.2.11, 12).



Εικ. Δ.2.9. Τομή εντός της πόλης των Λουτρών της Αιδηψού, που φανερώνει μέρος του κατακόρυφου ύψους των τραβερίτινων αποθέσεων.



Εικ. Δ.2.10. Σχηματισμός ακρωτηρίου, αποτελούμενος αποκλειστικά από τραβερίτη, στην παραλία της Αιδηψού.



Εικ. Δ.2.11. Υλικό πλήρωσης σωληνώσεων (χρώματος πορτοκαλί).



Εικ. Δ.2.12. Υλικό πλήρωσης σωληνώσεων, σε ποσοστό 60% (χρώματος άσπρου).

Οι χαρακτηριστικότερες μακροσκοπικές μορφές-δομές των σύγχρονων αποθέσεων, που διαπιστώθηκαν στην περιοχή της Αιδηψού, είναι οι εξής:

i) Μικρής κλίμακας **τραβερτινικές αποθέσεις τύπου αναβαθμίδων (terraces)** (Εικ. Δ.2.13Α-Δ), αντίστοιχες μορφές σχηματίζονται στο Mammoth, Yellowstone National Park, στο Pamukkale στην Τουρκία κ.α. Η έκτασή τους στη συγκεκριμένη περιοχή συνήθως καλύπτει έκταση μερικών τετραγωνικών μέτρων.

ii) **Ανθρακικές πισσολιθικές αποθέσεις** (Εικ. Δ.2.14). Οι συγκεκριμένου τύπου αποθέσεις είναι εύθρυπτες, λευκού χρώματος. Οι πισόλιθοι είναι ελαφρά συνδεδεμένοι μεταξύ τους και διαχωρίζονται με το χέρι. Το συνηθισμένο μέγεθος τους είναι 5mm περίπου και δεν περιέχουν ξένο πυρήνα.

iii) **``Πάγος ζεστού νερού``** (**“hot-water ice”**) Allen & Day (1935) ή αλλιώς ασβεστιτικός **``πάγος``** (calcite “ice”) (Εικ. Δ.2.15). Πρόκειται για μια λεπτή κρούστα ασβεστίτη που σταδιακά σχηματίζεται στην επιφάνεια λιμνών, ζεστού νερού. Συνήθως η λεπτή αυτή στρώση σπάει και καθιζάνει στον πυθμένα της λίμνης, λόγω βαρύτητας. Αντίστοιχες μορφές έχουν διαπιστωθεί στην περιοχή Mammoth, στο Yellowstone, στην Αμερική κ.α.

iv) Στρώσεις από **θαμνοειδής (shrubs) δομές** (Εικ. Δ.2.16, 13Γ, 13Δ), οι οποίες πολλές φορές χωρίζονται από laminae που συνίσταται από μικριτικού μεγέθους υλικό.

v) Αποθέσεις **αφρώδες τύπου (Foam rock)** (Εικ. Δ.2.117Α-Δ, 13Δ), στις οποίες σχηματίζονται μικρές καμινάδες, μέσω των οποίων διαφεύγουν αέριες φάσεις. Αντίστοιχες μορφές έχουν διαπιστωθεί στις Πλειστοκαινικές αποθέσεις στο Sutto της Ουγγαρίας (Pentecost, 2005) κ.α.

vi) **Βελονοειδής δομές (spicular)** (Εικ. Δ.2.18Α-Δ), οι οποίες σχηματίζονται κατά κανόνα πλευρικά στο ρυάκι που σχηματίζει το ζεστό νερό μετά την ανάβλυσή του. Συνήθως η περιοχή που βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του θερμού νερού είναι Fe-πλούσια και η περιοχή που αναπτύσσεται εκτός θερμού νερού είναι Ca-πλούσια.

vii) **Λαμνοειδής στρωματόλιθοι (stromatolitic lamination)** (Εικ. Δ.2.19,20,21).

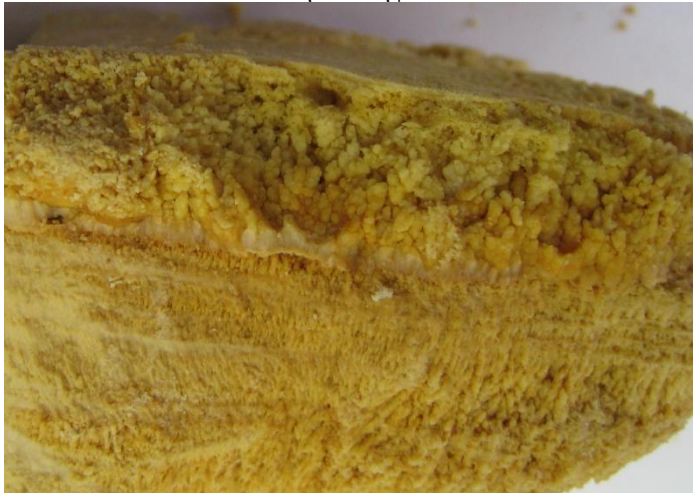
viii) **Βοτρυοειδής αποθέσεις**, που πολλές φορές αναπτύσσονται επικαλύπτοντας άλλα υλικά (Εικ. Δ.2.22Α-Β) ή επικαλύπτοντας παλαιότερες γενεές αποθέσεων (Εικ. Δ.2.23Α-Δ).



Εικ. Δ.2.13Α. Τραβερτινικές αποθέσεις, τύπου αναβαθμίδων (terraces), στην Αιδηψό.



Εικ. Δ.2.13Β. Κοντινή λήψη από τραβερτινική απόθεση τύπου αναβαθμίδας (terraces), από την Αιδηψό (EOT-12).



Εικ. Δ.2.13Γ. Τομή από τραβερτινική απόθεση τύπου αναβαθμίδας (terraces), στις οποίες παρατηρούνται στρώματα από θαμνοειδής δομές (shrubs) που χωρίζονται από laminae που συνίσταται από μικριτικού μεγέθους υλικό.



Εικ. Δ.2.13Δ. Συνύπαρξη θαμνοειδών δομών με δομές μικρο-καμινάδων (foam rock), σε αποθέσεις τύπου αναβαθμίδας (terraces).



Εικ. Δ.2.14. Πισσολιθικού τύπου ανθρακικές αποθέσεις (AD-4-R).



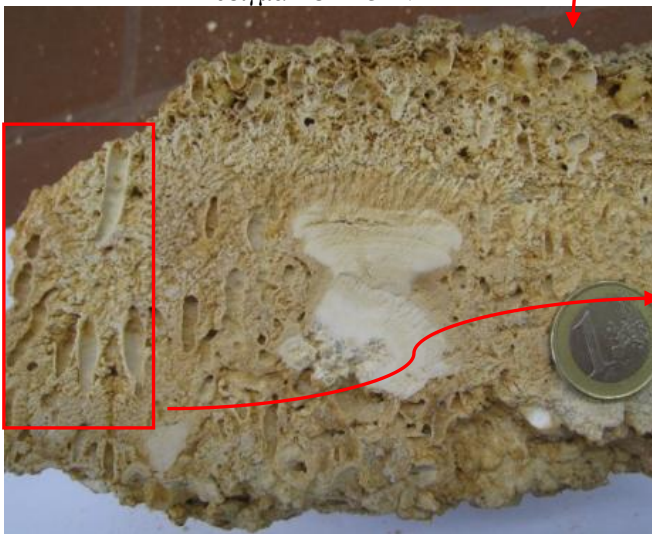
Εικ. Δ.2.15. Σχηματισμός αποθέσεων τύπου πάγου ζεστού νερού (hot-water ice).



Εικ. Δ.2.16. Στρώματα από θαμνοειδής δομές (shrubs) που χωρίζονται από laminae που συνίσταται από μικριτικού μεγέθους υλικό, δείγμα EOT-13-R.



Εικ. Δ.2.17Α. Τραβερτινικές αποθέσεις αφρώδες τύπου (foam rock).



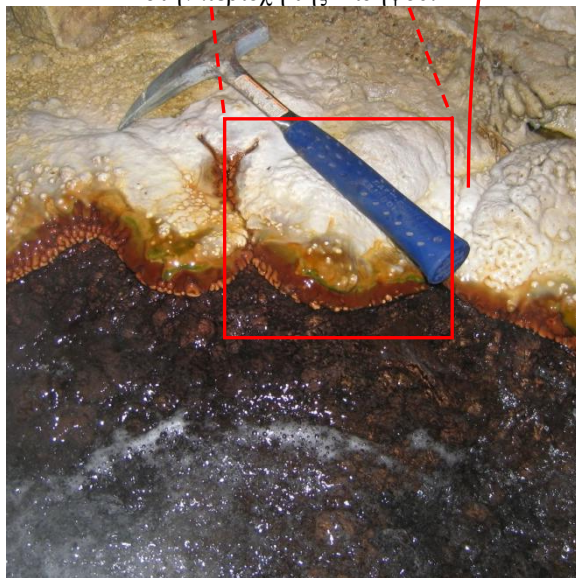
Εικ. Δ.2.17Β. Εγκάρσια τομή σε τραβερτινικές αποθέσεις αφρώδες τύπου (foam rock) (AD-EOT-R-2).



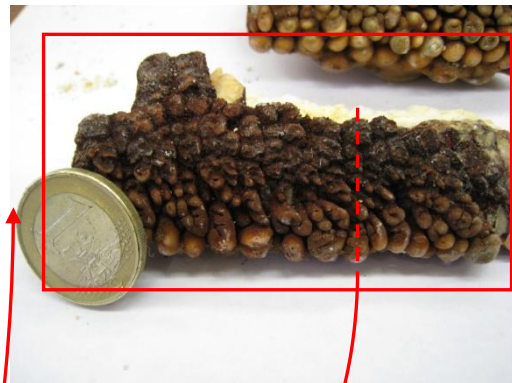
Εικ. Δ.2.17Γ. Εγκάρσια τομή σε αφρώδες τύπου αποθέσεις, οι οποίες εντοπίζονται ανάμεσα σε θαμνοειδής δομές.



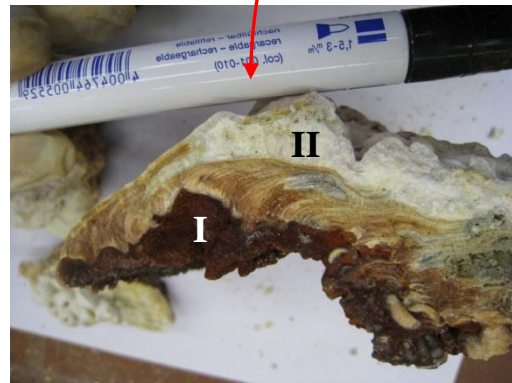
Εικ. Δ.2.18Α. Θερμή πηγή (EOT-16), στην περιοχή της Αιδηψού.



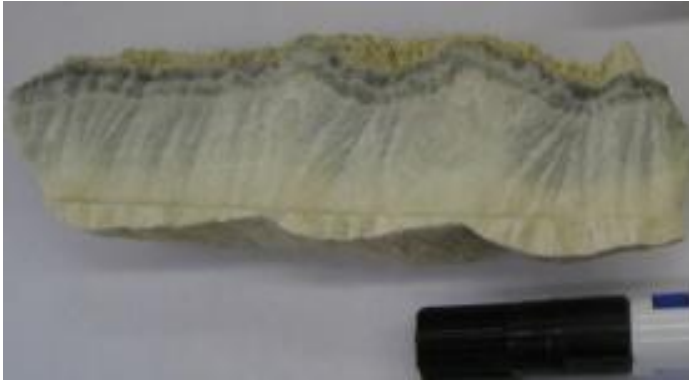
Εικ. Δ.2.18Β. Τα όρια που σχηματίζονται, στην οδό από την οποία φεύγει το νερό της θερμής πηγής.



Εικ. Δ.2.18Γ. Βελονοειδής τραβερτινικές αποθέσεις (EOT-16-R), που σχηματίζονται στην περιφέρεια της οδού από την οποία φεύγει το θερμό νερό της πηγής EOT-16, στην Αιδηψό.



Εικ. Δ.2.18Δ. Τομή των βελονοειδών αποθέσεων (EOT-16-R), από την πηγή EOT-16, στην Αιδηψό. Η περιοχή που βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του θερμού νερού (I) είναι Fe-πλούσια και η περιοχή που αναπτύσσεται εκτός θερμού νερού είναι Ca-πλούσια.



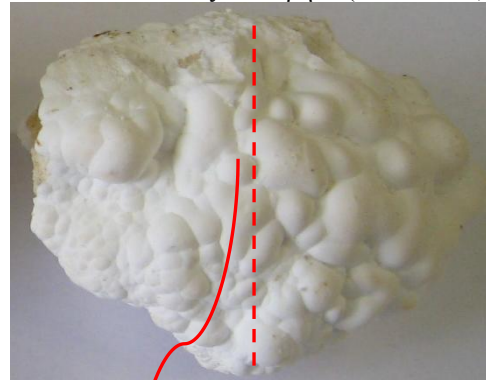
Εικ. Δ.2.19. Λαμινοειδής τραβερτινικές αποθέσεις (AD-12-R-1).



Εικ. Δ.2.20. Λαμινοειδής τραβερτινικές αποθέσεις, που αναπτύσσονται γύρω από ένα ξένο πυρήνα (AD-11-R-1).



Εικ. Δ.2.21. Μεγάλης κλίμακας λαμινοειδής στρωματολιθικές αποθέσεις, στη περιοχή της Αιδηψού.



Εικ. Δ.2.22Α. Λευκού χρώματος βοτρυοειδής αποθέσεις.



Εικ. Δ.2.22Β. Τομή σε βοτρυοειδής αποθέσεις, λευκού χρώματος. Στην οποία παρουσιάζεται η ποικιλία διαφορετικών υλικών που έχουν επικαλύψει.



Εικ. Δ.2.23Α. Γκρι χρώματος βοτρυοειδής αποθέσεις.



Εικ. Δ.2.23Β. Τομή σε βοτρυοειδής αποθέσεις, γκριζού χρώματος. Στην οποία παρουσιάζεται η εναλλαγή των διαφόρων γενεών απόθεσης.

Δ.2.5. ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ

Δ.2.5.1. Ακτινοσκοπική μελέτη

Από την ακτινοσκοπική μελέτη των αποθέσεων των θερμών πηγών, όπως φαίνεται στον Πίνακα Δ.2.3, το υλικό όλων των αποθέσεων είναι CaCO_3 . Σχεδόν σε όλα τα δείγματα έχουμε συνύπαρξη ασβεστίτη και αραγωνίτη. Το υλικό αυτό αποτελεί την κύρια μάζα όλων των αποθέσεων. Αυτό αποδεικνύεται και στην Εικ. Δ.2.24, στην οποία μπορούμε να δούμε ευκρινώς, ανάμεσα σε χαρακτηριστικές δομές αραγωνίτη (ακτινωτές σφαίρες), την ύπαρξη κρυστάλλων ασβεστίτη, πάλι σε χαρακτηριστικές δομές για τραβερίνες, τύπου Gothic arch bars (Folk et al., 1985, Pentescost, 2005). Σε κάποια δείγματα διαπιστώθηκε παρουσία και αλίτη (NaCl).

Πραγματοποιήθηκε επίσης ακτινοσκοπική εξέταση του στερεού ιζήματος, όπου αυτό σχηματίστηκε μετά την διαδικασία διαλυτοποίησης των ανθρακικών αποθέσεων των θερμών πηγών (Πίνακας Δ.2.4). Σε μια προσπάθεια προσδιορισμού με την ακτινοσκοπική μέθοδο του μη ανθρακικού υλικού των αποθέσεων. Η μελέτη του ιζήματος αυτού (Εικ. Δ.2.25), έδωσε μια εικόνα ενός άμορφου έως πολύ ατελώς κρυσταλλωμένου υλικού, το οποίο δεν μπορεί να προσδιοριστεί ακτινοσκοπικά. Εξάιρεση αποτελεί μόνο ένα δείγμα (AD-EOT-R-2), στο οποίο προσδιορίστηκαν χαλαζίας και αιματίτης.

Πίνακας Δ.2.3. Αποτελέσματα της ακτινοσκοπικής μελέτης, των αποθέσεων των θερμών πηγών.

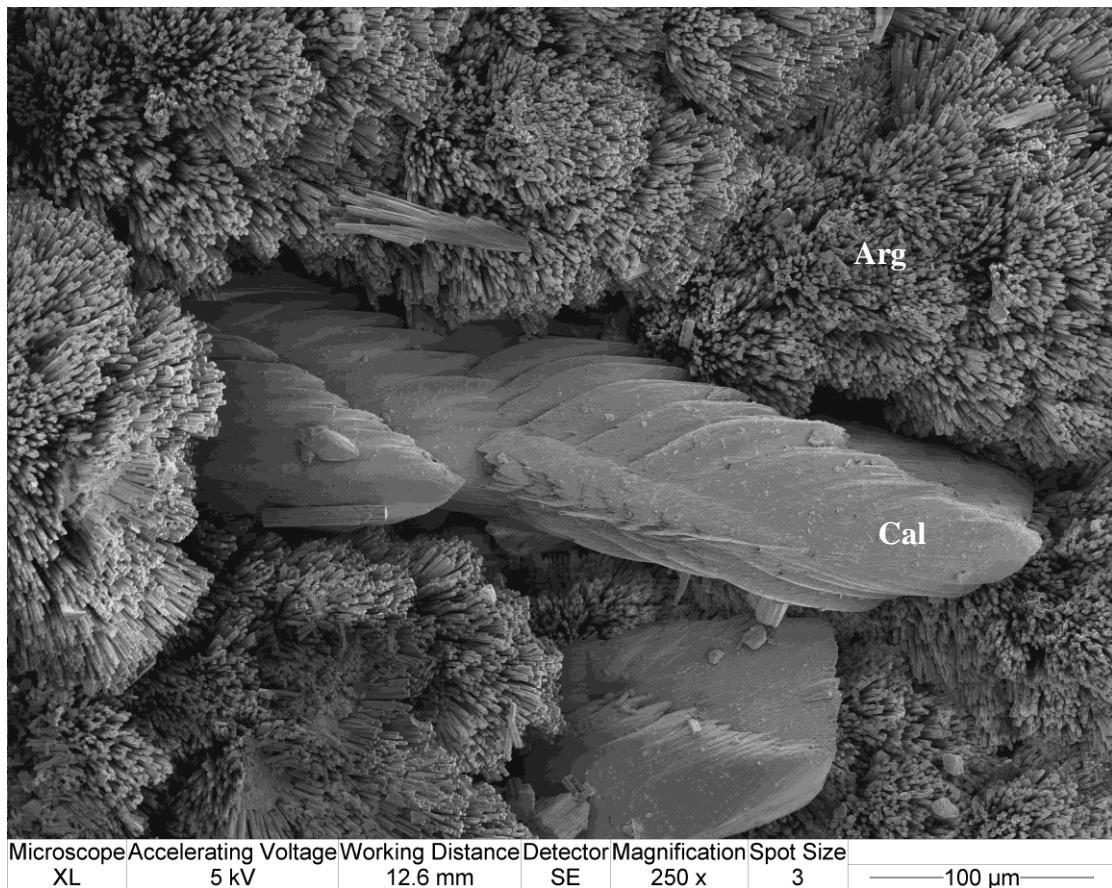
	Αραγωνίτης	Ασβεστίτης	Γύψος	Αλίτης	Φεριϋδρίτης	Δολομίτης
MAST-1	***	**				
MAST-2	***	**				
MAST-3	***					
MAST-5	**	***	***			
MAST-6	***					
MAST-7	**	***		**		
MAST-8	**	***		**		
MAST-9	***			*		
MAST-10	***	***		*		
MAST-11	***	***		*		
MAST-11A	***	**				
MAST-12	***	***				**
MAST-13	**	***				
MAST-14	***	***				
MAST-14A	***	***				
MAST-15	***	***				**
HL-SYM-MET (4h)	***				***	
HL-1-R (4h)	***	***		*		
THE-1-R		***				
THE-2-R		***				
AD-5-R	***	***		**		*
HL-1-R	***	***		*		
AD-13-R	***	***	**	*		*
HL-SYM-METAL-R	***	**				

(*** = Κύρια ορυκτή φάση, ** = Επουσιώδης ορυκτή φάση, * = Πιθανή ορυκτή φάση)

Πίνακας Δ.2.4. Αποτελέσματα της ακτινοσκοπικής μελέτης του στερεού ιζήματος, όπου αυτό προέκυψε, μετά την διαδικασία διαλυτοποίησης των αποθέσεων των θερμών πηγών.

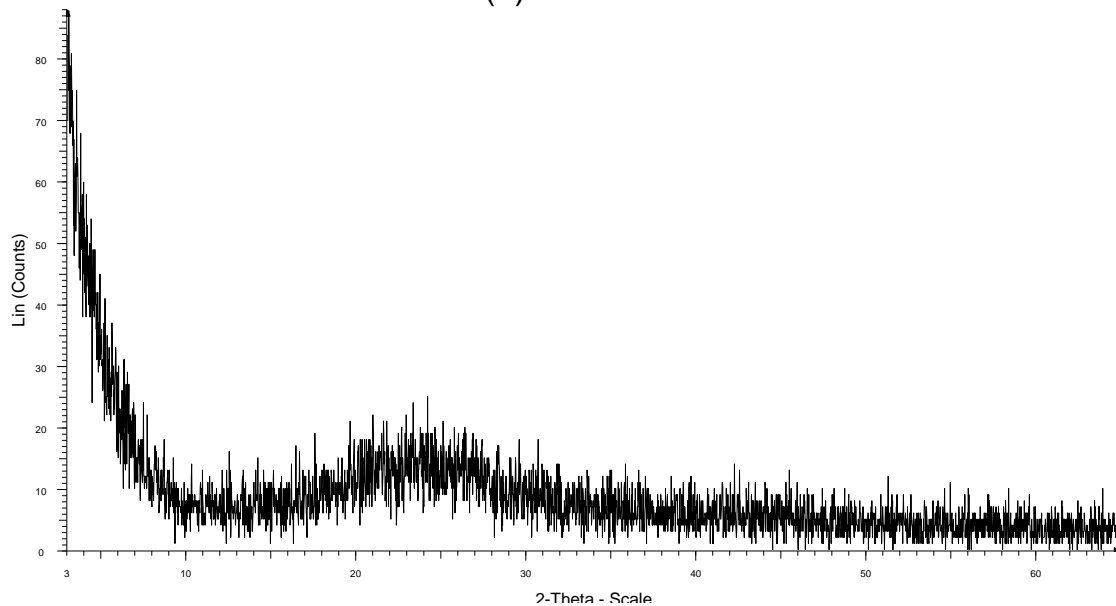
	Χαλαζίας	Αιματίτης
(22) HL-1-R	ΑΜΟΡΦΟ	
(32) AD-EOT-R-2	***	**
(49) SYMP MET HLIA MASTER	ΑΜΟΡΦΟ	
(1) HL-1-B	ΑΜΟΡΦΟ	
(11)HL-1-B	ΑΜΟΡΦΟ	
(12) EOT-11-3	ΑΜΟΡΦΟ	
(15) AD-EOT-4-R	ΑΜΟΡΦΟ	
(34) SYMP MET HLIA MASTER	ΑΜΟΡΦΟ	

(*** = Κύρια ορυκτή φάση, ** = Επουσιώδης ορυκτή φάση, * = Πιθανή ορυκτή φάση)



Εικόνα Δ.2.24. Χαρακτηριστικές δομές ακτινωτών σφαιρών αραγωνίτη (Arg), ανάμεσα στις οποίες υπάρχουν κρύσταλλοι ασβεστίτη (Cal), πάλι σε χαρακτηριστικές δομές για τραβερίνες, τύπου Gothic arch bars.

(1) HL-1-B



Εικόνα Δ.2.25. Ακτινογράφημα σε στερεό ίζημα, που σχηματίστηκε μετά την διαδικασία διαλυτοποίησης.

Δ.2.5.2. Ηλεκτρονική μικροσκοπία & Χημικές Μικροανάλυσεις

Σε όλα τα δείγματα τα οποία εξετάστηκαν, όπως έχει προαναφερθεί, διαπιστώθηκε ότι η κύρια μάζα είναι τα δύο πολύμορφα του CaCO_3 (Πιν. Δ.2.3), δηλαδή αραγωνίτης και ασβεστίτης. Σε αρκετές περιπτώσεις παρατηρήθηκε εναλλαγή της κύριας μάζας (CaCO_3), με φερριδρίτη ($5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) (Πιν. Δ.2.5) (βλ. Κεφ. Δ.2.5.5). Οι άλλες ορυκτές φάσεις (μεταλλικές και μη) που διαπιστώθηκε να είναι παρούσες, συνήθως είναι με τη μορφή πολύ μικρών κρυστάλλων, οι οποίοι είναι παγιδευμένοι μέσα στο πορώδες της κύριας μάζας.

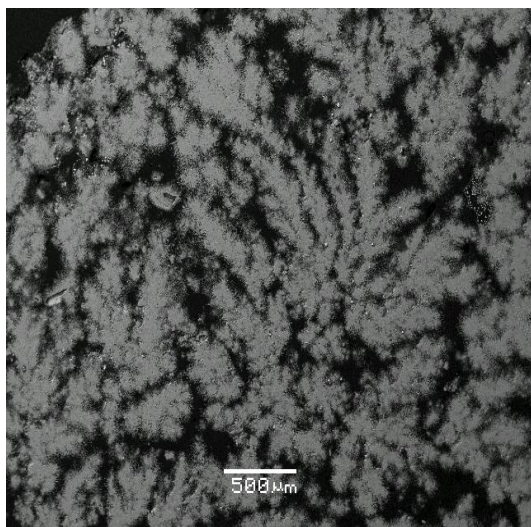
Η παρουσία πολλών ορυκτών φάσεων σε ιδιαίτερα μικρό μέγεθος, προκάλεσε πληθώρα προβλημάτων κατά την διάρκεια της μελέτης των αποθέσεων, καθώς κατέστησε αδύνατο το προσδιορισμό τους μέσω ακτινοσκοπικής μελέτης, αλλά και ιδιαίτερα δύσκολη την μελέτη τους μέσω οπτικού μικροσκοπίου. Έτσι, ως καταλληλότερος τρόπος εξέτασης των συγκεκριμένων δειγμάτων για την διαπίστωση της ορυκτολογίας τους, προέβλεπε η παρατήρηση τους μέσω ηλεκτρονικού μικροσκοπίου και χημικών μικροανάλυσεων. Αλλά ακόμη και με αυτή την μέθοδο υπήρξαν αρκετές φορές, όπου σε ορυκτά στα οποία επιχειρήθηκε να πραγματοποιηθεί μικροανάλυση, το μέγεθος τους δεν ξεπερνούσε το μέγεθος της δέσμης ανάλυσης, με αποτέλεσμα οι συγκεκριμένες μικροανάλυσεις να χρησιμοποιηθούν σαν ημι-ποσοτικές και να μην μπορεί να γίνει προσδιορισμός συγκεκριμένης ορυκτής φάσης, αλλά μόνο της σύστασης της.

2.3.2.α Ορυκτολογία αποθέσεων στην περιοχή των Θερμοπυλών

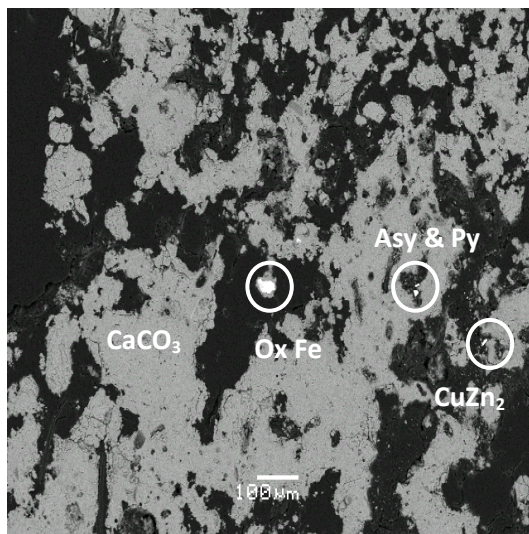
Από την περιοχή των Θερμοπυλών, ενδεικτικά παρουσιάζονται και περιγράφονται δύο δείγματα τα οποία είναι αντιπροσωπευτικά των τραβερτινικών αποθέσεων της περιοχής.

Στο **THE-1-R**, η κύρια μάζα είναι CaCO_3 , με μικρή συμμετοχή Mg (1-1,5%), Si (~0,5-1%) και S (~0,5%) (Πιν. Δ.2.4, Αναλ. X75) και σε κάποιες περιοχές παρουσιάζει εναλλαγές με φερϋδρίτη (Πιν. Δ.2.5, Αναλ. X79, X82). Η δομή των αποθέσεων, παρουσιάζει σε πολλές περιοχές θαμνοειδή δομές (Εικ. Δ.2.26). Ανάμεσα στο πορώδες της κύριας μάζας, διαπιστώθηκαν πληθώρα ορυκτών φάσεων, όπως γαληνίτης (Πιν. Δ.2.6, Αναλ. X131), αρσеноπυρίτης (Πιν. Δ.2.7, Αναλ. X84), σιδηροπυρίτης (Πιν. Δ.2.9, Αναλ. X83), οξειδία του σιδήρου, οξειδία του ζirkονίου, οξειδία του Ni , ορυκτές φάσεις θεικού Ni , μεταλλικές φάσεις χαλκού-ψευδαργύρου και θεικό αντιμόνιο.

Στο δείγμα **THE-12-R**, η κύρια μάζα είναι CaCO_3 , με μικρή συμμετοχή Mg (1%) και S (0,5%), αν και σε κάποιες περιπτώσεις είχαμε απουσία S και παρουσία Mo (1,5%) (Πιν. Δ.2.4, Αναλ. X130, X134). Ανάμεσα στο πορώδες της κύριας μάζας διαπιστώθηκαν και ορυκτά όπως γαληνίτης, οξειδία του σιδήρου, οξειδία του ζirkονίου, θεικός μόλυβδος και οξειδία του μολύβδου.



Εικ. Δ.2.26. Γενική εικόνα από τραβερτινικές αποθέσεις (THE-12-R), με θαμνοειδείς δομές.

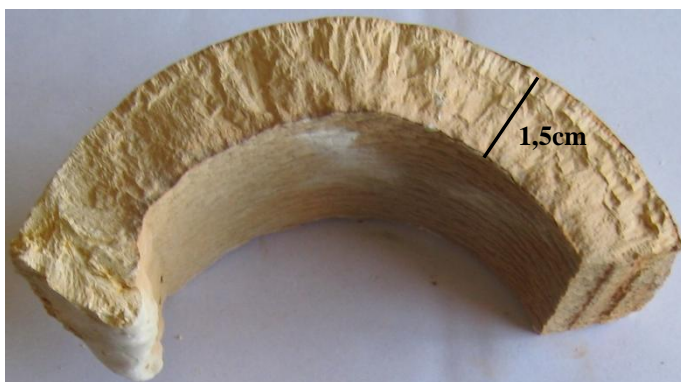


Εικ. Δ.2.27. Γενική εικόνα από τραβερτινικές αποθέσεις (THE-12-R), στην οποία παρουσιάζονται ορυκτές φάσεις παγιδευμένες, στο πορώδες της κύριας μάζας.

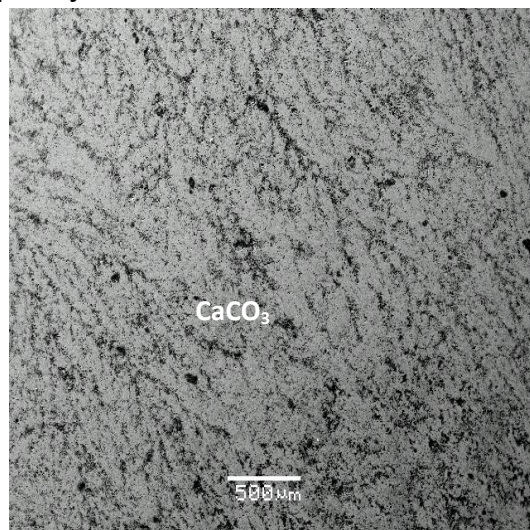
Δ.2.5.2.β Ορυκτολογία αποθέσεων στην περιοχή της Αιδηψού

Από την περιοχή της Αιδηψού, ενδεικτικά παρουσιάζονται και περιγράφονται εννέα δείγματα, τα οποία είναι αντιπροσωπευτικά των αποθέσεων της περιοχής.

Το δείγμα **AD-3-R1**, προέρχεται από υλικό πλήρωσης σωληνώσεων, μέσω των οποίων μεταφέρεται το υδροθερμικό διάλυμα. Μετά την εξέταση του δείγματος διαπιστώθηκε ότι η κύρια μάζα είναι CaCO_3 (Πιν. Δ.2.4. Αναλ. C49). Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι το συγκεκριμένο υλικό πλήρωσης παρουσιάζεται συγκριτικά με άλλα δείγματα φτωχό από ορυκτολογικής απόψεως, καθώς εκτός της κύριας μάζας δεν διαπιστώθηκαν άλλες ορυκτές φάσεις.

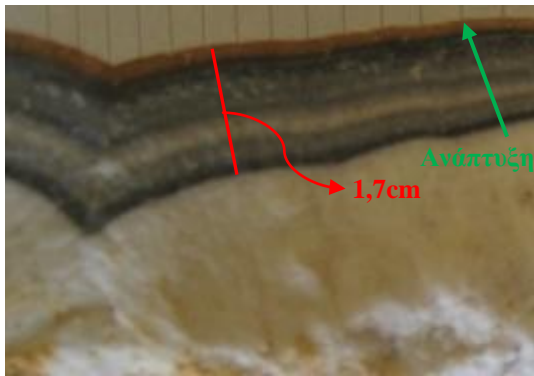


Εικ. Δ.2.27. Υλικό πλήρωσης σωληνώσεων (AD-3-R1), μέσα από τις οποίες μεταφέρεται το υδροθερμικό διάλυμα, από την περιοχή της Αιδηψού.

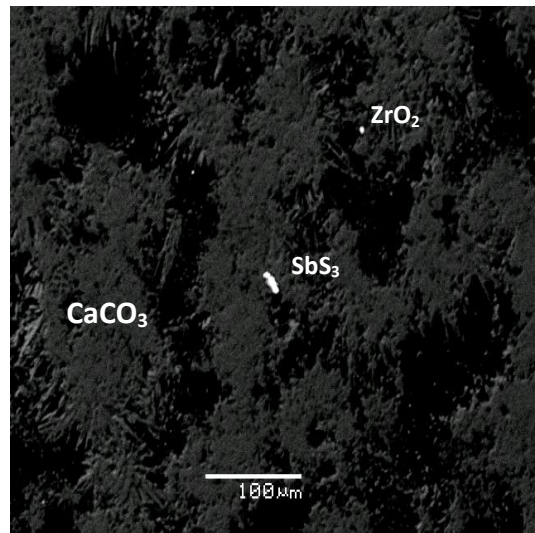


Εικ. Δ.2.27. Γενική εικόνα από το υλικό πλήρωσης σωληνώσεων (AD-3-R1), στην οποία φαίνεται η κύρια μάζα του υλικού που αποτίθεται (CaCO_3).

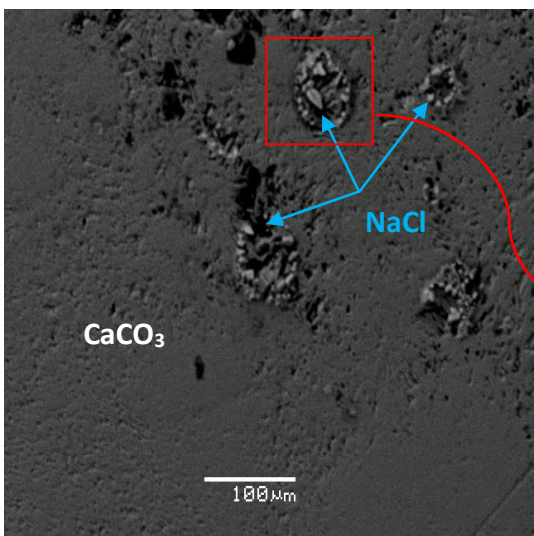
Τα δείγματα **AD-10-R1** και **AD-10-R2**, προέρχονται από τραβερτινικές αποθέσεις που παρουσιάζουν δομή lamination, που παρουσιάζουν χρωματικές διαφοροποιήσεις μακροσκοπικά (Εικ. Δ.2.28). Μετά την εξέταση των δειγμάτων διαπιστώθηκε ότι η κύρια μάζα είναι CaCO_3 . Η lamination που παρατηρείται μακροσκοπικά, δεν διαπιστώθηκε να αντιστοιχεί σε σημαντική αλλαγή της χημικής σύστασης του δείγματος. Οι μόνες αλλαγές που παρατηρήθηκαν κατά μήκος της είναι η διαφοροποίηση της χημικής σύστασης της κύριας μάζας. Πιο αναλυτικά, σε κάποιες περιοχές διαπιστώθηκε μικρή συμμετοχή S (~0,1-0,5%) και σε κάποιες άλλες συμμετοχή και Cl (~0,2%) (Πιν. Δ.2.4). Διαφοροποιήσεις κατά μήκος της lamination διαπιστώθηκαν κυρίως ως προς τη δομή του υλικού καθώς, σε άλλες περιοχές παρατηρείται ανάπτυξη καλοσχηματισμένων βελόνων αραγωνίτη (πορτοκαλί χρώματος αποθέσεις στην εικόνα Δ.2.28, εξωτερική laminae, Εικ. Δ.2.32), σε άλλες παρουσιάζεται πολύ συμπαγής δομή με μικρό πορώδες (Εικ. Δ.2.30, 31) και σε άλλες παρουσιάζονται θαμνοειδής δομές (λευκού χρώματος αποθέσεις στην εικόνα Δ.2.28). Χαρακτηριστικό του συγκεκριμένου δείγματος είναι η πλήρωση οπών του πορώδες του με κρυστάλλους αλίτη (Εικ. Δ.2.30, 31). Από αυτές τις οπές πρέπει να διερχόταν ρευστό, με υψηλή συγκέντρωση σε Cl και Na. Εκτός από την κύρια μάζα και τον αλίτη, διαπιστώθηκαν παγιδευμένες μέσα στο πορώδες της κύριας μάζας και άλλες ορυκτές φάσεις, όπως βαρύτη, οξειδία του σιδήρου με ψευδάργυρο, οξειδία του χαλκού με σίδηρο, οξειδία του σιδήρου με χρώμιο και νικέλιο, οξειδία του ζirkονίου και θειικό αντιμόνιο (Εικ. Δ.2.29).



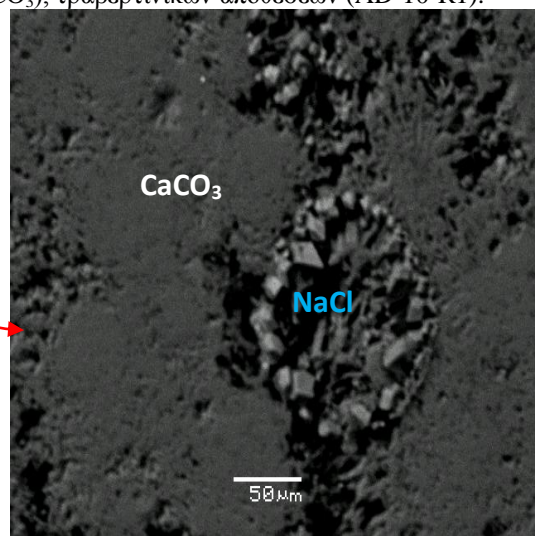
Εικ. Δ.2.28. Τραβερτινικές αποθέσεις (AD-10-R1), που παρουσιάζουν δομή lamination.



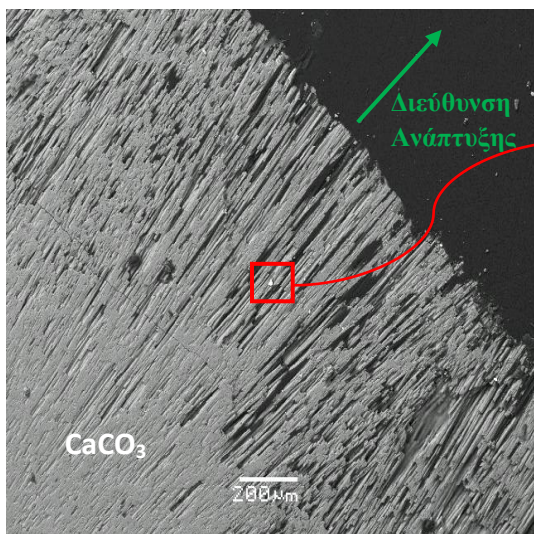
Εικ. Δ.2.29. Παγιδευμένοι κρύσταλλοι οξειδίου του ζιρκονίου και θεικού αντιμονίου, εντός της κύριας μάζας (CaCO_3), τραβερτινικών αποθέσεων (AD-10-R1).



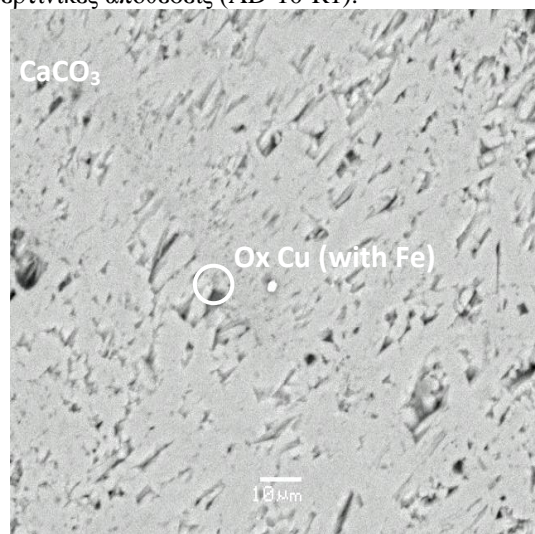
Εικ. Δ.2.30. Γενική εικόνα, στην οποία φαίνεται η πλήρωση του πορώδους της κύριας μάζας, από αλίτη, σε τραβερτινικές αποθέσεις (AD-10-R1).



Εικ. Δ.2.31. Εικόνα στην οποία φαίνονται καλοσχηματισμένοι κρύσταλλοι αλίτη, που σχηματίζονται στην περιφέρεια του πορώδους της κύριας μάζας, σε τραβερτινικές αποθέσεις (AD-10-R1).

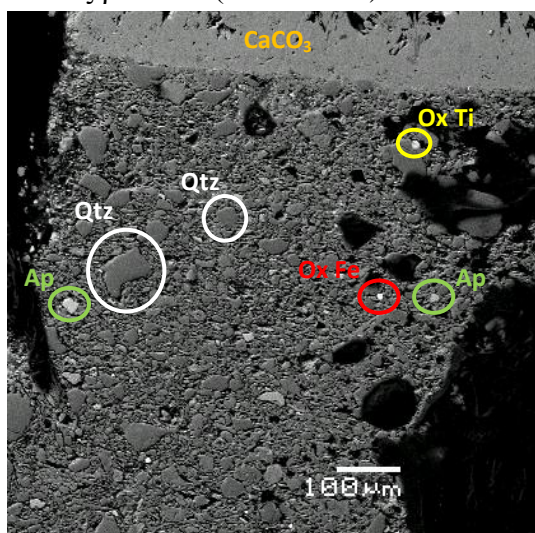


Εικ. Δ.2.32. Γενική εικόνα από την εξωτερική laminae, στην οποία φαίνονται οι βελόνες αραγωνίτη που αναπτύσσονται προς την φορά ανάπτυξης της απόθεσης.

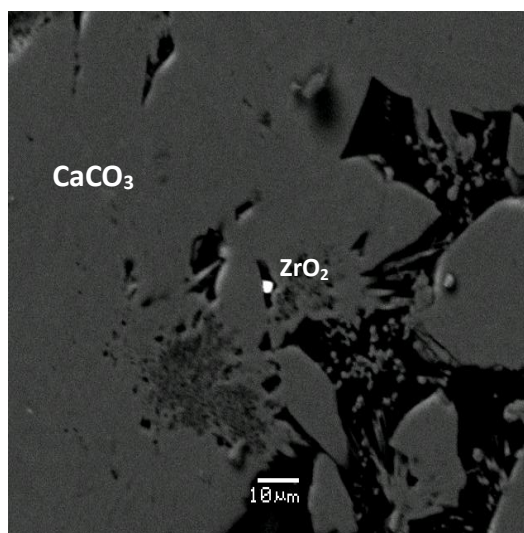


Εικ. Δ.2.33. Παγιδευμένοι κρύσταλλοι οξειδίου του χαλκού, ανάμεσα στο πορώδες που σχηματίζουν οι κρύσταλλοι αραγωνίτη, τραβερτινικών αποθέσεων (AD-10-R1).

Το δείγμα **AD-11-R1**, προέρχεται από τραβερτινικές αποθέσεις που παρουσιάζουν δομή lamination και αναπτύσσονται γύρω από ένα ξένο πυρήνα (Εικ. Δ.2.20). Μετά την εξέταση του δείγματος διαπιστώθηκε ότι ο πυρήνας γύρω από τον οποίο αποτίθεται το τραβερτινικό υλικό είναι ένα μικρο-κροκαλοπαγές, του οποίου το συνδετικό υλικό είναι CaCO_3 , μέσα στο οποίο βρίσκονται απατίτης, οξειδία του πυριτίου, οξειδία του τιτανίου και οξειδία του σιδήρου (Εικ. Δ.2.34). Στο υπόλοιπο δείγμα η κύρια μάζα είναι CaCO_3 . Η lamination που παρατηρείται μακροσκοπικά, δεν διαπιστώθηκε να αντιστοιχεί σε σημαντική αλλαγή της χημικής σύστασης του δείγματος. Διαφοροποιήσεις διαπιστώθηκαν μόνο ως προς την ανάπτυξη των κρυστάλλων του αραγωνίτη, καθώς αλλού παρουσιάζουν θαμνοειδή δομή και αλλού η κύρια μάζα παρουσιάζεται πιο συμπαγής, έχοντας πολύ μικρό πορώδες. Εντός του πορώδους της κύριας μάζας διαπιστώθηκαν παγιδευμένα Ca-ούχα ($\text{Ca} \sim 10\%$) οξειδία του ζirkονίου (Εικ. Δ.2.34).



Εικ. Δ.2.34. Γενική εικόνα του πυρήνα γύρω από τον οποίο αναπτύσσεται η τραβερτινική απόθεση του δείγματος AD-11-R1 και η περιοχή μετάβασης από τον πυρήνα στην κύρια απόθεση (επάνω μέρος).

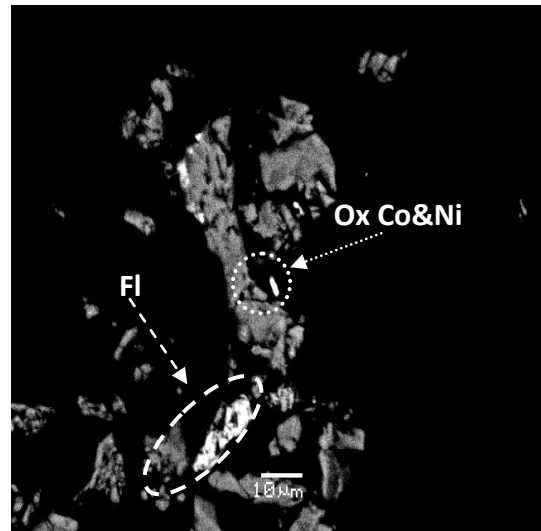


Εικ. Δ.2.35. Παγιδευμένοι κρύσταλλοι οξειδίου του ζirkονίου, εντός της κύριας μάζας (CaCO_3), των τραβερτινικών αποθέσεων (AD-11-R1).

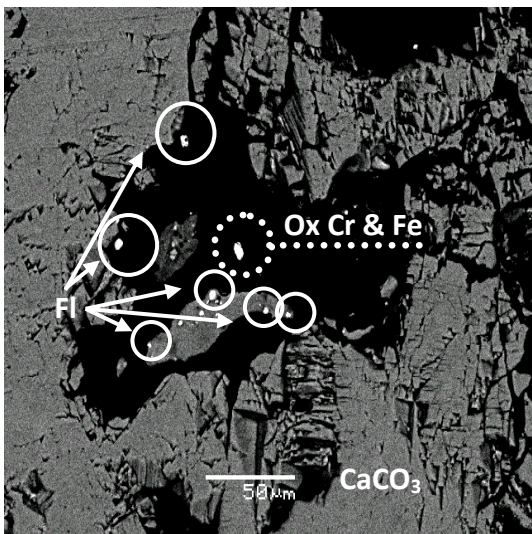
Το δείγμα **AD-EOT-R1** (Εικ. Δ.2.36), προέρχεται από τραβερτινική απόθεση, που παρουσιάζουν μεγάλο πορώδες. Μετά την εξέταση του δείγματος διαπιστώθηκε ότι η κύρια μάζα είναι CaCO_3 (Πιν. Δ.2.4). Σε κάποια σημεία, τα οποία πιθανώς να είναι φερτό υλικό παγιδευμένο μέσα στη συγκεκριμένη απόθεση, διαπιστώθηκε εναλλαγή του CaCO_3 με $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (φεριϋδρίτη) (Εικ. Δ.2.40, 41, Πιν Δ.2.5). Εντός του πορώδους της κύριας μάζας διαπιστώθηκαν παγιδευμένες πληθώρα ορυκτών φάσεων όπως φθορίτες (Πιν. Δ.2.13, Εικ. Δ.2.37, 38, 39), βαρύτες, θειούχες ενώσεις του αντιμονίου (Πιν. Δ.2.8), σιδηροπυρίτες, αλλά και οξειδία του κοβαλτίου-νικελίου (Εικ. Δ.2.37), οξειδία του σιδήρου-τιτανίου, οξειδία του χρωμίου-σιδήρου (Εικ. Δ.2.38) οξειδία του μολύβδου (Εικ. Δ.2.39), οξειδία του χαλκού-ψευδαργύρου, οξειδία του χρωμίου και οξειδία του σιδήρου.



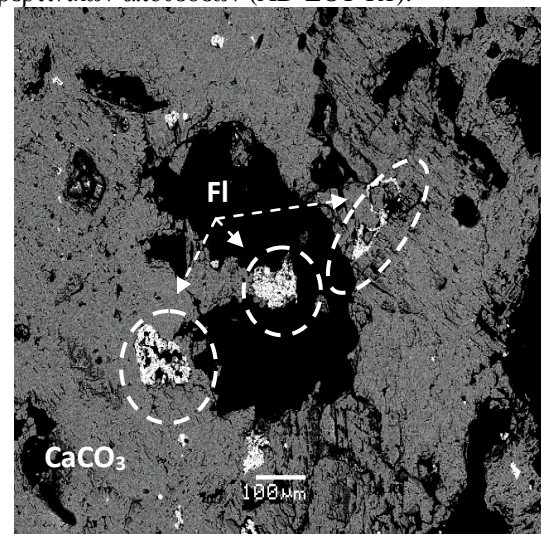
Εικ. Δ.2.36. Γενική εικόνα τραβερτινικής απόθεσης με μεγάλο πορώδες (AD-EOT-R1).



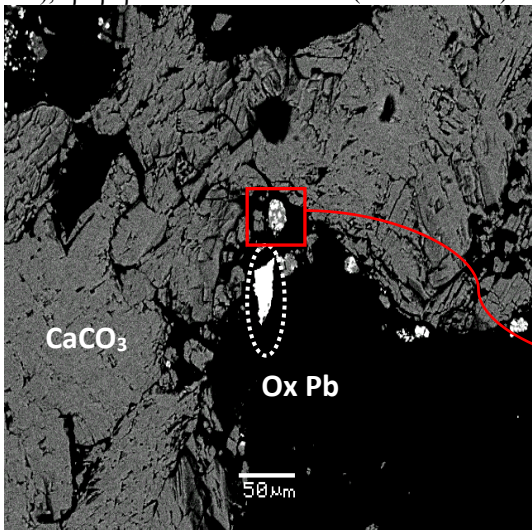
Εικ. Δ.2.37. Κρύσταλλοι οξειδίου του κοβαλτίου-νικελίου και φθορίτη, εντός της κύριας μάζας (CaCO_3), τραβερτινικών αποθέσεων (AD-EOT-R1).



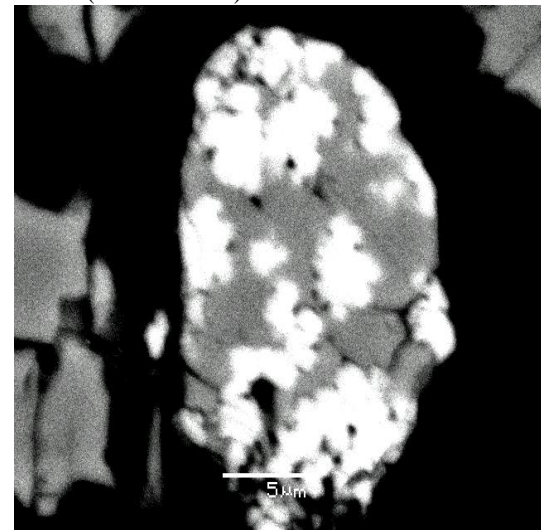
Εικ. Δ.2.38. Παγιδευμένοι κρύσταλλοι οξειδίου του χρωμίου-σιδήρου και φθορίτη, εντός της κύριας μάζας (CaCO_3), τραβερτινικών αποθέσεων (AD-EOT-R1).



Εικ. Δ.2.39. Παγιδευμένοι κρύσταλλοι οξειδίου φθορίτη, εντός της κύριας μάζας (CaCO_3), τραβερτινικών αποθέσεων (AD-EOT-R1).



Εικ. Δ.2.40. Παγιδευμένος κρύσταλλος οξειδίου του μολύβδου και κομμάτι υλικού απόθεσης στο οποίο παρουσιάζεται εναλλαγή CaCO_3 με $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, εντός της κύριας μάζας (CaCO_3), τραβερτινικών αποθέσεων (AD-EOT-R1).



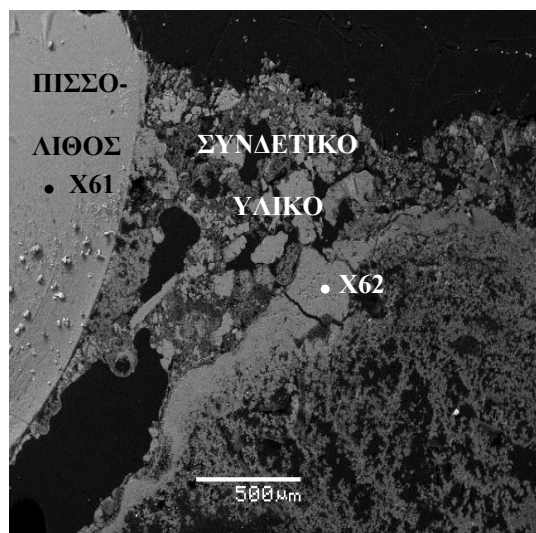
Εικ. Δ.2.41. Κοντινή εικόνα σε υλικό απόθεσης στο οποίο παρατηρείται εναλλαγή CaCO_3 με $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Οι αποχρώσεις του γκρι υποδηλώνουν τα αντίστοιχα μοριακά βάρη. Οι ανοιχτόχρωμες περιοχές παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές μοριακών βαρών και είναι Fe-πλούσιες, ενώ οι σκουρόχρωμες χαμηλότερες τιμές μοριακών βαρών και είναι Ca-πλούσιες.

Το δείγμα **AD-4-R**, προέρχεται από αποθέσεις πισσολιθικής μορφής (Εικ. Δ.2.14). Οι συγκεκριμένοι τύπου αποθέσεις είναι χαλαρά συνδεδεμένες μεταξύ τους. Από την μελέτη τους διαπιστώθηκε ότι το συνδετικό υλικό είναι CaCO_3 με συμμετοχή Cl (0,3-0,4%) και S (0,1-0,4%) (Πιν. Δ.2.4. Αναλ. X62, Εικ. Δ.2.42). Σε κάποιες περιπτώσεις ανάμεσα στο συνδετικό υλικό εντοπίστηκαν παγιδευμένοι κόκκοι Τι-ούχου (Ti~13%) βαρύτη.

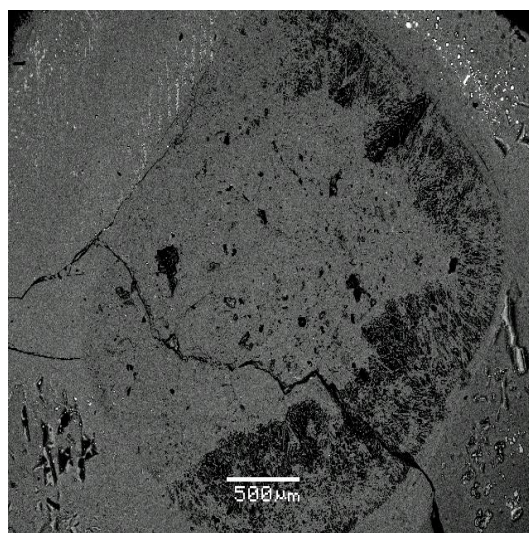
Η χημική σύσταση των πισσολιθικών σωμάτων είναι αντίστοιχη με αυτή του συνδετικού υλικού, καθώς πρόκειται για CaCO_3 με συμμετοχή και εδώ μικρού ποσοστού Cl (0,3-0,4%) και S (0,1-0,4%) (Πιν. Δ.2.4. Αναλ. X61, Εικ. Δ.2.42). Χαρακτηριστικές είναι οι εικόνες Δ.2.44, 45, στις οποίες παρουσιάζεται ένας πισσόλιθος σε μεγάλη μεγέθυνση και μπορούν να παρατηρηθούν οι βελόνων αραγωνίτη από τον οποίο συνίσταται.

Στο κέντρο αυτών των σωμάτων (Εικ. Δ.2.43) δεν διαπιστώθηκε κάποιο ορυκτό το οποίο να λειτουργήσει σαν πυρήνας, γύρω από τον οποίο να αναπτύχθηκαν αυτές οι δομές. Στην περιφέρεια του πυρήνα διαπιστώθηκαν σε κάποιες περιπτώσεις, παγιδευμένοι κόκκοι φθορίτη (Πιν. Δ.2.13, Αναλ. X66) και θειούχου μολύβδου. Σε καμία περίπτωση όμως, δεν μπορούν να θεωρηθούν αυτοί οι κρύσταλλοι σαν πυρήνας αυτών των σωμάτων.

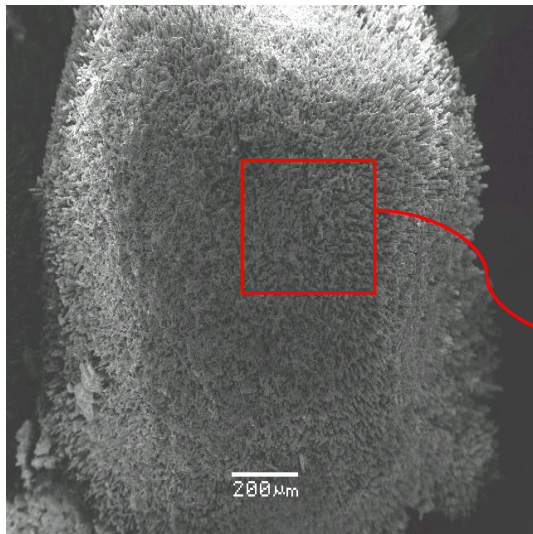
Σε πολλά πισσολιθικά σώματα διαπιστώθηκε εξαιρετικά μεγάλη συμμετοχή αλίτη (NaCl) και συλβινίτη (KCl) (Πιν. Δ.2.14, Αναλ. X69, X70), φτάνοντας σε βαθμό η περιεκτικότητάς τους να είναι σχεδόν ίση με αυτή του CaCO_3 (Εικ. Δ.2.46, 47).



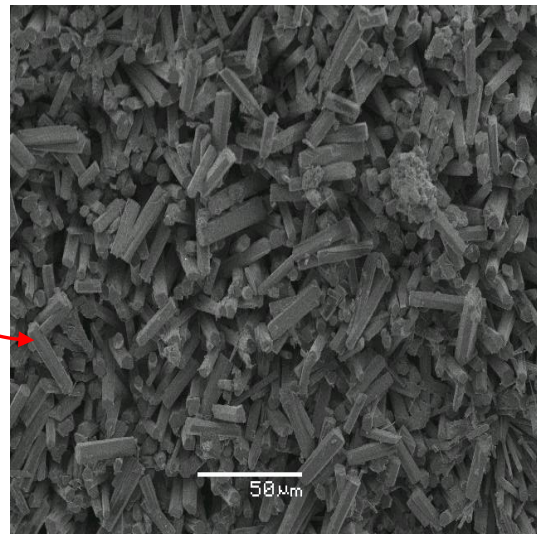
Εικ. Δ.2.42. Γενική εικόνα από πισσολιθικές αποθέσεις στην περιοχή της Αιδηψού, στην οποία φαίνεται μέρος πισσόλιθου και το συνδετικό υλικό της συγκεκριμένης απόθεσης.



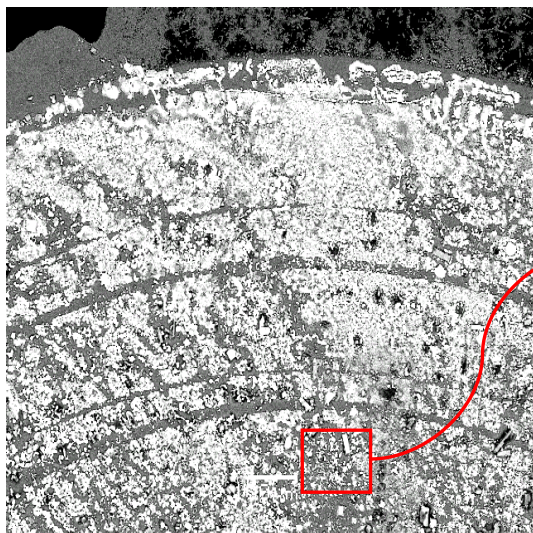
Εικ. Δ.2.43. Γενική εικόνα από τομή πισσόλιθου, στην οποία φαίνεται η μη ύπαρξη κάποιας ξεχωριστής ορυκτής φάσης που να λειτουργήσει ως πυρήνας.



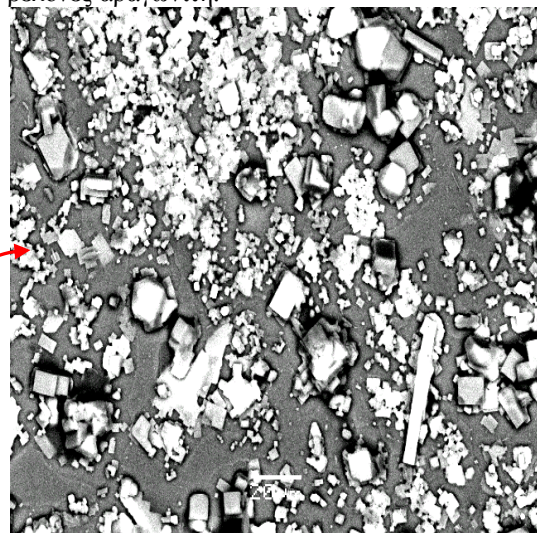
Εικ. Δ.2.44. Γενική εικόνα σε μεγέθυνση σφαίρας ενός πισσόλιθου.



Εικ. Δ.2.45. Κοντινή εικόνα στην επιφάνεια σφαίρας πισσόλιθου, στην οποία διακρίνονται βελόνες αραγονίτη.

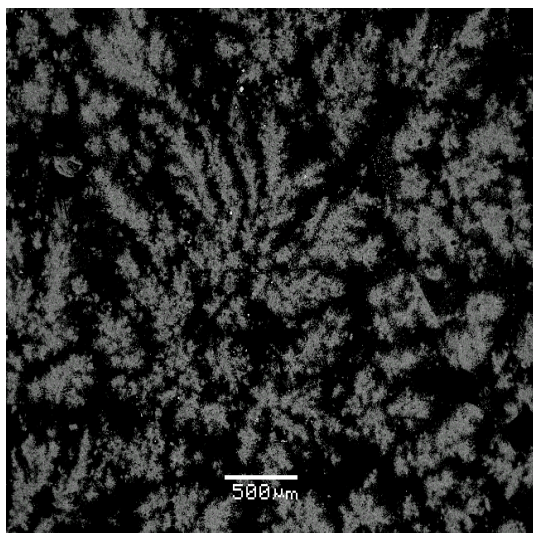


Εικ. Δ.2.46. Τομή από σφαίρα ενός πισσόλιθου, στην οποία φαίνεται η μεγάλη συμμετοχή αλίτη.

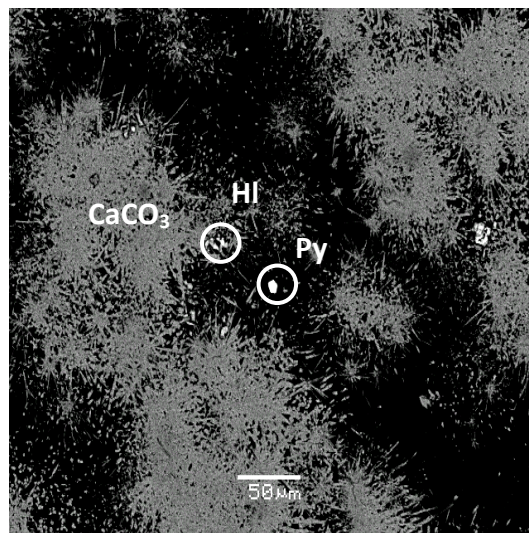


Εικ. Δ.2.47. Κοντινή εικόνα, από τομή πισσόλιθου, στην οποία φαίνεται η μεγάλη συμμετοχή κρυστάλλων αλίτη.

Το δείγμα **EOT-13-R** (Δ.2.16), προέρχεται από τραβερτινική απόθεση που παρουσιάζει στρώματα από θαμνοειδής δομές (shrubs, Εικ. Δ.2.48) που χωρίζονται από laminae που συνίσταται από μικριτικού μεγέθους υλικό. Η κύρια μάζα είναι CaCO_3 (θαμνοειδής δομές) και σε κάποια σημεία παρατηρείται εναλλαγή με $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (φεριϋδρίτη). Εντός του πορώδους της κύριας μάζας διαπιστώθηκαν παγιδευμένοι κρύσταλλοι αλίτη και σιδηροπυρίτη (Εικ. Δ.2.49).

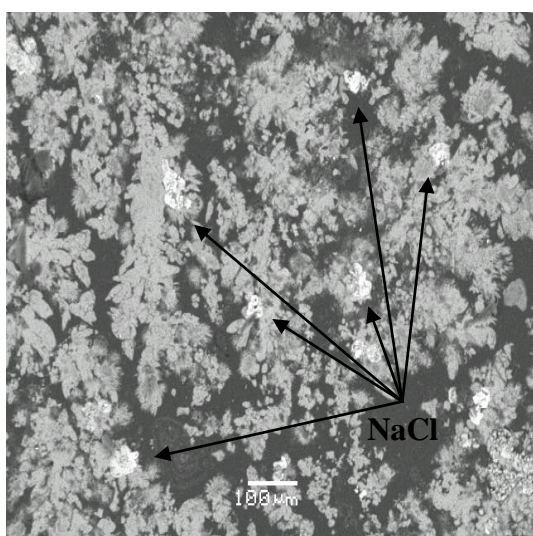


Εικ. Δ.2.48. Γενική εικόνα από τραβερτινικές αποθέσεις (EOT-13-R) που παρουσιάζουν θαμνοειδής δομές (shrubs).

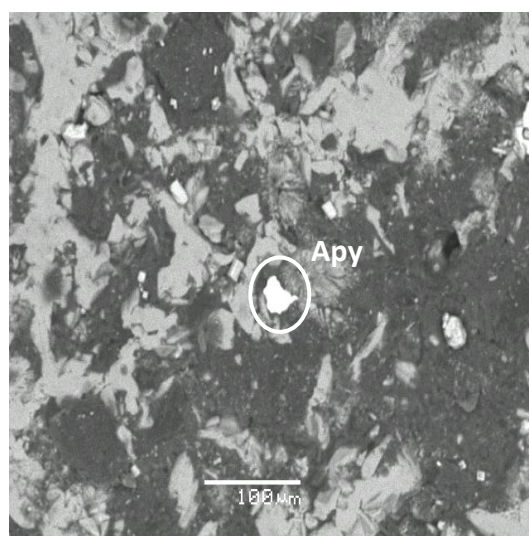


Εικ. Δ.2.49. Παγιδευμένοι κρύσταλλοι αλίτη και σιδηροπυρίτη, εντός της κύριας μάζας (CaCO_3), τραβερτινικών αποθέσεων (EOT-13-R).

Το δείγμα **AD-SMZ-R** (Εικ. Δ.2.67), προέρχεται από τραβερτινική απόθεση που παρουσιάζει δομές lamination. Μετά την εξέταση του δείγματος διαπιστώθηκε ότι η κύρια μάζα είναι CaCO_3 . Η lamination που παρατηρείται μακροσκοπικά, δεν διαπιστώθηκε να αντιστοιχεί σε σημαντική αλλαγή της χημικής σύστασης του δείγματος. Οι μόνες αλλαγές που παρατηρήθηκαν κατά μήκος της είναι μια μικρού βαθμού διαφοροποίηση της χημικής σύστασης της κύριας μάζας. Πιο αναλυτικά, σε κάποιες περιοχές διαπιστώθηκε μικρή συμμετοχή S (~1,5%), Fe (~0,5%), Na (~0,5) αλλά και Mg (~0,5%). Διαφοροποιήσεις κατά μήκος της lamination διαπιστώθηκαν κυρίως ως προς το πορώδες και την συμμετοχή κρυστάλλων αλίτη. Χαρακτηριστική είναι η εικόνα Εικ. Δ.2.51, στην οποία διαπιστώνεται μεγάλη συμμετοχή αλίτη (πρόκειται για την σκουρόχρωμη περιοχή του δείγματος στην εικόνα Δ.2.67). Εκτός από την κύρια μάζα και τον αλίτη, παγιδευμένοι μέσα στο πορώδες της κύριας μάζας διαπιστώθηκαν κόκκοι αρσеноπυρίτη (Εικ.Δ.2.52, Πιν. Δ.2.7, Αναλ. X152).

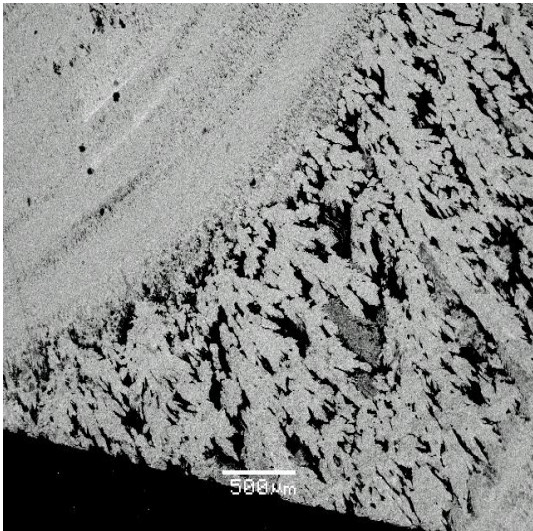


Εικ. Δ.2.50. Γενική εικόνα από τραβερτινική απόθεση (AD-SMZ-R), στην οποία διαπιστώνεται μεγάλη συμμετοχή αλίτη.

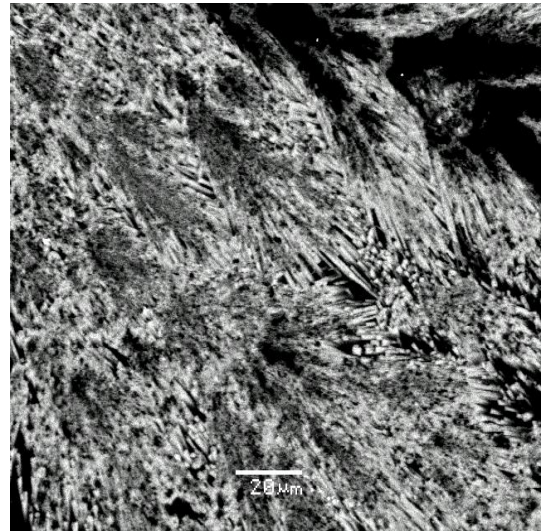


Εικ. Δ.2.51. Παγιδευμένος κρύσταλλος αρσеноπυρίτη, εντός της κύριας μάζας (CaCO_3), τραβερτινικών αποθέσεων (EOT-13-R).

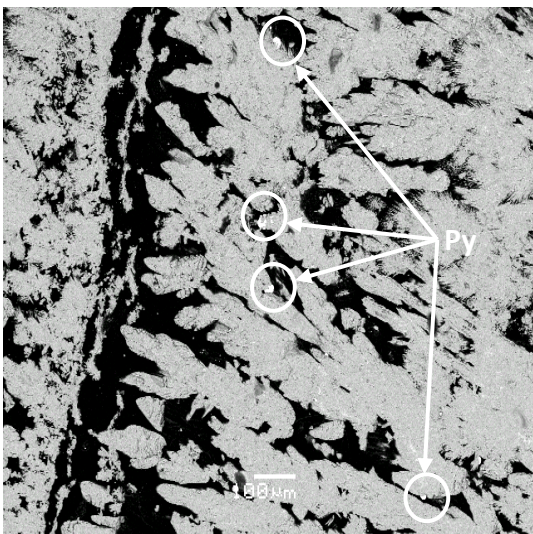
Το δείγμα **EOT-16-R** (Εικ. Δ.18Γ, 18Δ), προέρχεται από μια τραβερτινική απόθεση που παρουσιάζει δομή lamination, η οποία σχηματίζεται στα όρια του ρυακίου το οποίο χρησιμοποιεί το υδροθερμικό ρευστό, μετά την ανάβλυση του (Εικ. Δ.18Α, 18Β). Στη συγκεκριμένη απόθεση διαπιστώνονται μακροσκοπικά δύο φάσεις, μια σκουρόχρωμη, χρώματος πορτοκαλί-κόκκινου, η οποία αναπτύσσεται στο μέρος της απόθεσης το οποίο είναι κάτω από την επιφάνεια του υδροθερμικού ρευστού και μια ανοιχτόχρωμη, άσπρου χρώματος, η οποία αναπτύσσεται στο μέρος της απόθεσης το οποίο δεν καλύπτεται από το υδροθερμικό ρευστό. Μετά την εξέταση του δείγματος, διαπιστώθηκε ότι η ανοιχτόχρωμη περιοχή συνίσταται από CaCO_3 και παρουσιάζονται θαμνοειδής δομές (Ca-πλούσια φάση, Εικ. Δ.2.53). Στην κύρια μάζα (CaCO_3) παρατηρεί κάποιες φορές μικρή συμμετοχή Cl (~0,1-0,5%) και S (~0,3%). Στη σκουρόχρωμη περιοχή παρατηρούνται εναλλαγές CaCO_3 με $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (φεριϋδρίτη), σε δομές lamination (Fe-πλούσια φάση, Εικ. Δ.2.55). Στο πορώδες της συγκεκριμένη απόθεσης διαπιστώθηκαν συχνά παγιδευμένοι κρύσταλλοι αλίτη, σιδηροπυρίτη και γύψου, αλλά και σε μικρότερο ποσοστό παγιδευμένοι κρύσταλλοι βαρύτη, θεικού σιδήρου και μεταλλικές φάσεις χαλκού-ψευδαργύρου.



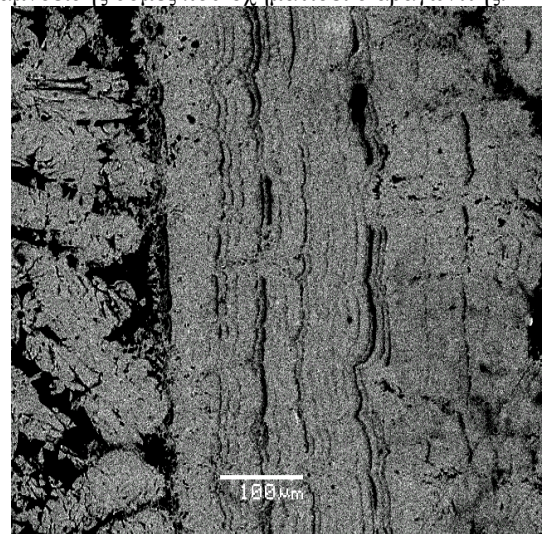
Εικ. Δ.2.52. Γενική εικόνα από το σημείο εναλλαγής των δύο φάσεων, από την τραβερτινική απόθεση EOT-16-R.



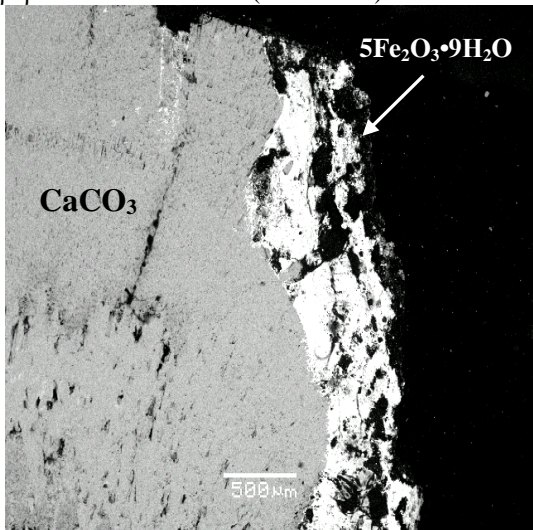
Εικ. Δ.2.53. Εικόνα από την ανοιχτόχρωμη περιοχή της τραβερτινικής απόθεσης EOT-16-R, στην οποία φαίνονται οι θαμνοειδής δομές που σχηματίζει ο αραγωνίτης.



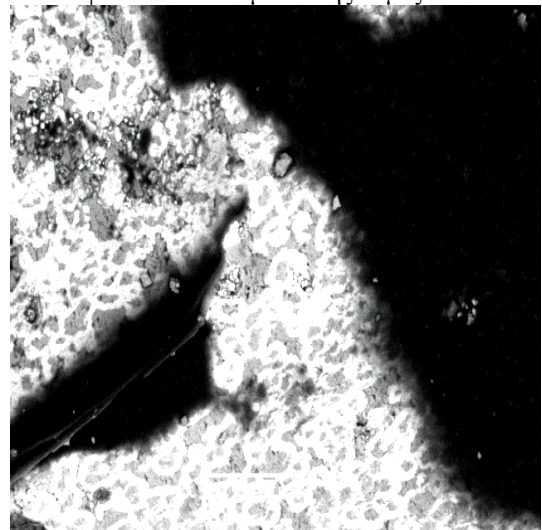
Εικ. Δ.2.54. Παγιδευμένοι κρύσταλλοι σιδηροπυρίτη, εντός της κύριας μάζας (Ca-πλούσια φάσης), των τραβερτινικών αποθέσεων (EOT-13-R).



Εικ. Δ.2.55. Γενική εικόνα από το σημείο αλλαγής των δύο φάσεων, από την τραβερτινική απόθεση EOT-16-R, στην οποία φαίνονται οι λαμνοειδής δομές.



Εικ. Δ.2.56. Εναλλαγή CaCO_3 με $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, στην τραβερτινική απόθεση EOT-16-R. Οι αποχρώσεις του γκρι υποδηλώνουν τα αντίστοιχα μοριακά βάρη. Οι ανοιχτόχρωμες περιοχές παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές μοριακών βαρών και είναι Fe-πλούσιες, ενώ οι σκουρόχρωμες χαμηλότερες τιμές μοριακών βαρών και είναι Ca-πλούσιες.



Εικ. Δ.2.57. Εναλλαγή CaCO_3 με $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, στην τραβερτινική απόθεση EOT-16-R. Οι αποχρώσεις του γκρι υποδηλώνουν τα αντίστοιχα μοριακά βάρη. Οι ανοιχτόχρωμες περιοχές παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές μοριακών βαρών και είναι Fe-πλούσιες, ενώ οι σκουρόχρωμες χαμηλότερες τιμές μοριακών βαρών και είναι Ca-πλούσιες.

Δ.2.5.2.γ. Ορυκτολογία αποθέσεων στην περιοχή των Ήλιων

Από την περιοχή των Ήλιων, ενδεικτικά παρουσιάζονται και περιγράφονται οκτώ δείγματα, τα οποία είναι αντιπροσωπευτικά των αποθέσεων της περιοχής.

Τα δείγματα **HL-M-1**, **HL-M-2**, **HL-M-3**, προέρχονται από τραβερτινικές αποθέσεις που παρουσιάζουν δομή lamination (Εικ. Δ.2.5-8B). Μετά την εξέταση των δειγμάτων διαπιστώθηκε ότι η κύρια μάζα σε όλα είναι CaCO_3 (Ca 32-35%, Fe 1-6%, Si 0,5-1%, As 0-1%) (Πιν. Δ.2.4), σε εναλλαγή με $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (φεριϋδρίτης) (Ca 2-3%, Fe 38-39%, Si 5-7%, As 2-4%) (Πιν. Δ.2.5) (Εικ. Δ.2.57B, Γ, Δ).

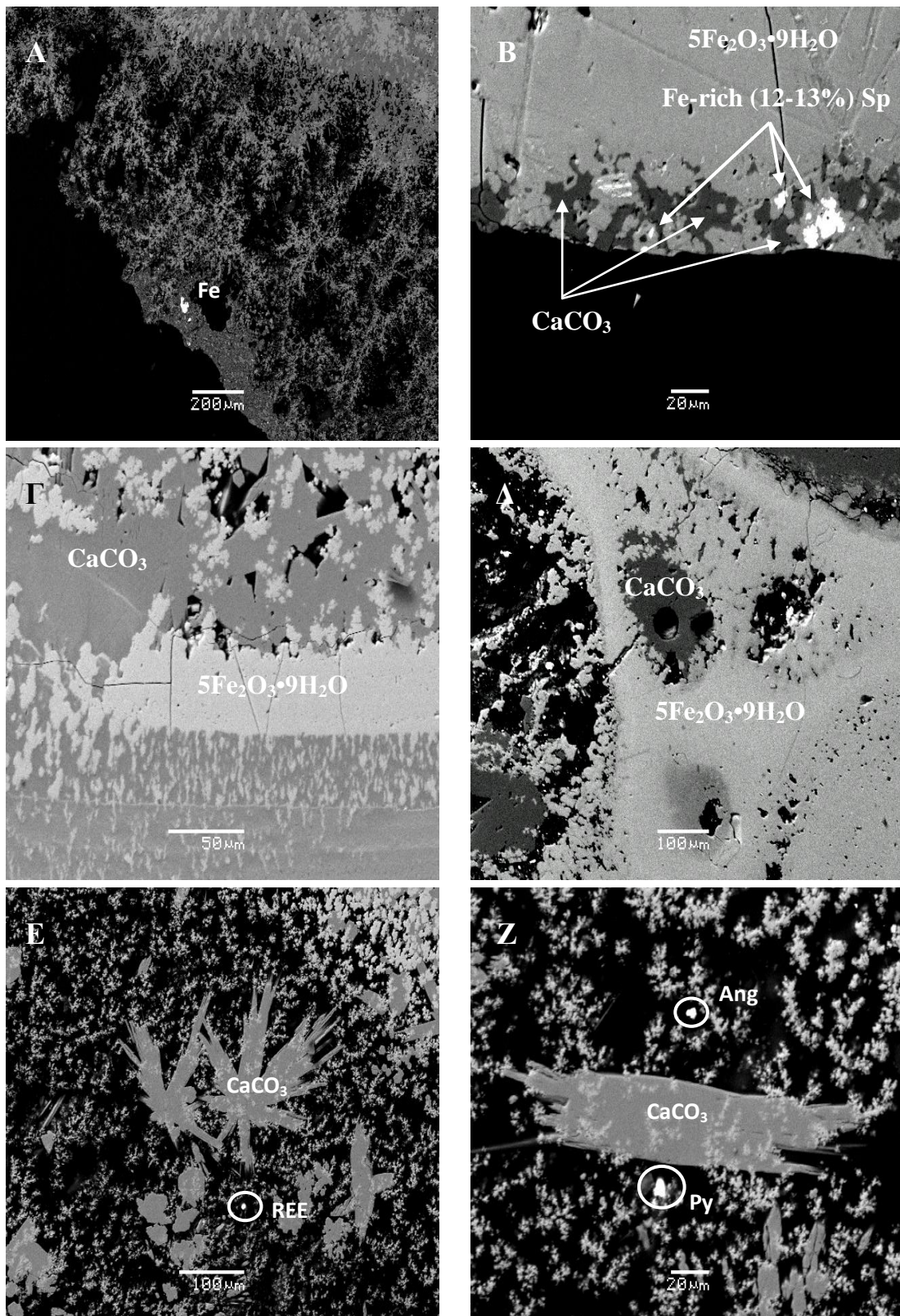
Τα συγκεκριμένα δείγματα παρουσιάζουν πλούσια ορυκτολογία καθώς παγιδευμένα μέσα στο πορώδες της κύριας μάζας (Εικ. Δ.2.58) διαπιστώθηκαν σιδηροπυρίτες (Πιν. Δ.2.9), αρσеноπυρίτες (Πιν. Δ.2.7), γαληνίτες είτε απλούς, είτε Fe-ούχους (έως 3,4%) (Πιν. Δ.2.6), σφαλερίτες (Πιν. Δ.2.10), είτε απλούς (3% Fe), είτε Fe-ούχους (έως 18% Fe), αντιμονίτες (Πιν. Δ.2.8), βαρύτες (Πιν. Δ.2.12), φθορίτες (Πιν. Δ.2.13), ζιρκόνια (Πιν. Δ.2.16), θεικό σίδηρο, θεικό αντιμόνιο με σίδηρο (~3% Fe), θεικό μόλυβδο, όπου κάποιες φορές περιέχει και σίδηρο (έως 6,5% Fe), οξειδία του σιδήρου (Πιν. Δ.2.11), είτε απλά, είτε As-ούχα (έως 13,5% As), είτε Ti-ούχα (έως 10% Ti), οξειδία του μολύβδου και ορυκτά των σπανίων γαιών (με υψηλές περιεκτικότητες σε Ce, La, Nd)

Τέλος, στα δείγματα **HL-M-1** και **HL-M-2**, υπάρχουν ευμεγέθεις κόκκοι στοιχειακού Fe, στην περιφέρεια των οποίων παρατηρούνται οξειδώσεις, πχ αιματίτη (Fe_2O_3) (βλ. Κεφ. Δ.2.5.4). Στο δείγμα **HL-M-2**, εντοπίστηκαν και μικρότεροι κόκκοι στοιχειακού σιδήρου, παγιδευμένοι μέσα στο πορώδες της κύριας μάζας (Εικ. Δ.2.57A).

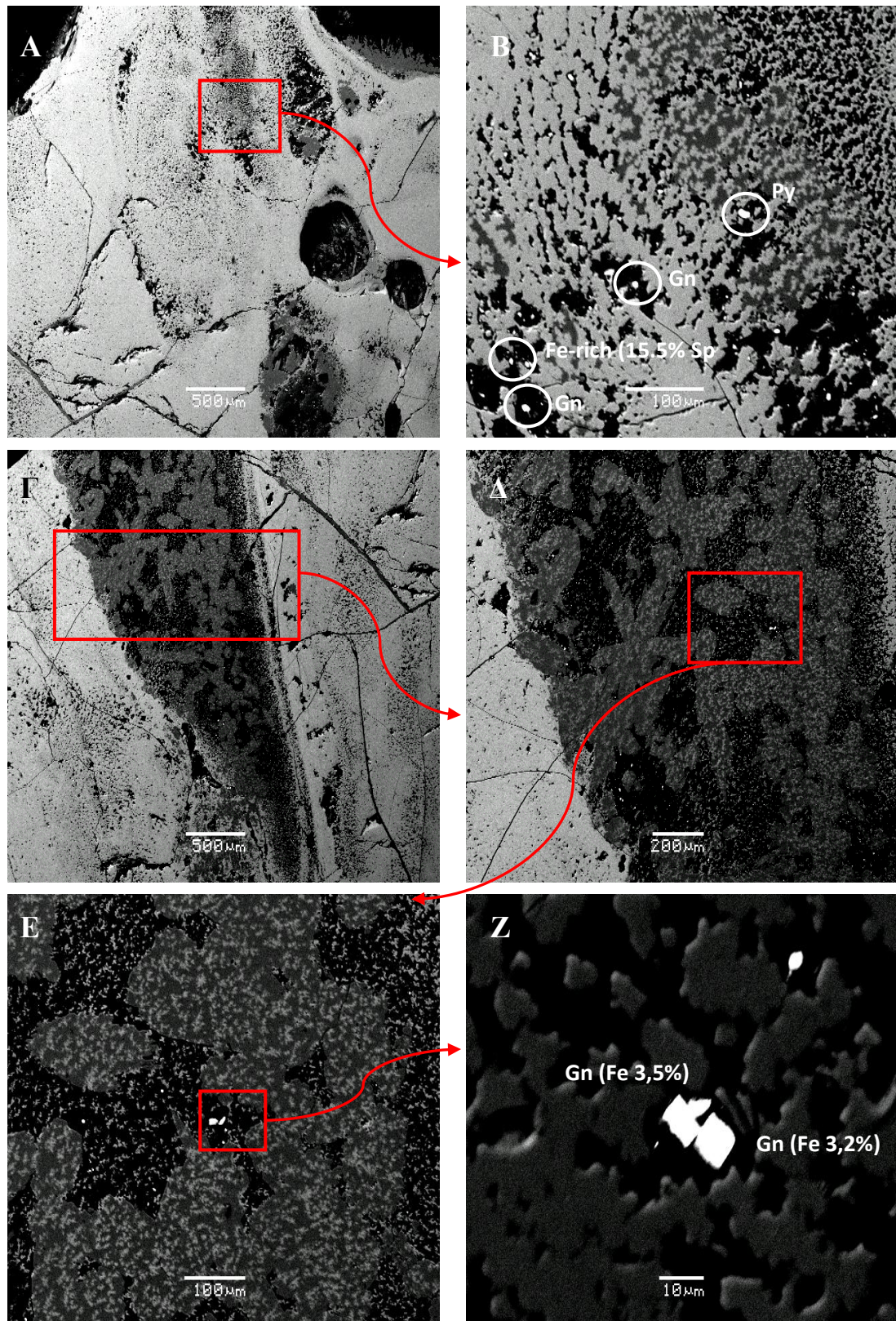
Τα δείγματα **100A**, **100B**, **100D**, **100E**, **100F**, **100A**, προέρχονται από τραβερτινικές αποθέσεις που παρουσιάζουν δομή lamination (Εικ. Δ.2.5-8B). Μετά την εξέταση των δειγμάτων διαπιστώθηκε ότι η κύρια μάζα σε όλα είναι CaCO_3 (Ca 32-35%, Fe 1-6%, Si 0,5-1%, As 0-1%, όπου σε μερικές περιπτώσεις περιέχει και Sr 0,5-1%), σε εναλλαγή με $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (φεριϋδρίτης) (Ca 2-3%, Fe 38-39%, Si 5-7%, As 2-4%) (Εικ. Δ.2.59).

Τα συγκεκριμένα δείγματα παρουσιάζουν πλούσια ορυκτολογία καθώς παγιδευμένα μέσα στο πορώδες της κύριας μάζας (Εικ. Δ.2.60) διαπιστώθηκαν σιδηροπυρίτες, αρσеноπυρίτες (Πιν. Δ.2.7), Fe-ούχους (3-17% Fe) σφαλερίτες (Πιν. Δ.2.10), Fe-ούχους (3-8% Fe) γαληνίτες (Πιν. Δ.2.6), χαλκοπυρίτες, θεικός μόλυβδος, μεταλλικές φάσεις χαλκού (39-57% Cu) – ψευδαργύρου (30-35% Zn) – σιδήρου (7-11,5% Fe), Fe-ούχους (5% Fe) μεταλλικές φάσεις του χαλκού, Zn-ούχα (34% Zn) οξειδία του χαλκού, οξειδία του αντιμονίου, οξειδία του χαλκού, Fe-ούχα (13,5-21% Fe) οξειδία του νικελίου (49-70%), οξειδία του ζιρκονίου, είτε απλά, είτε Fe-ούχα (5,5-9,5% Fe), οξειδία του μολύβδου, είτε απλά, είτε Fe-ούχα (5,5% Fe), Fe-ούχα (έως 17,5% Fe) οξειδία του κασσιτέρου, ορυκτά των σπανίων γαιών (με μεγάλη συμμετοχή Ce, La, Nd, Pr).

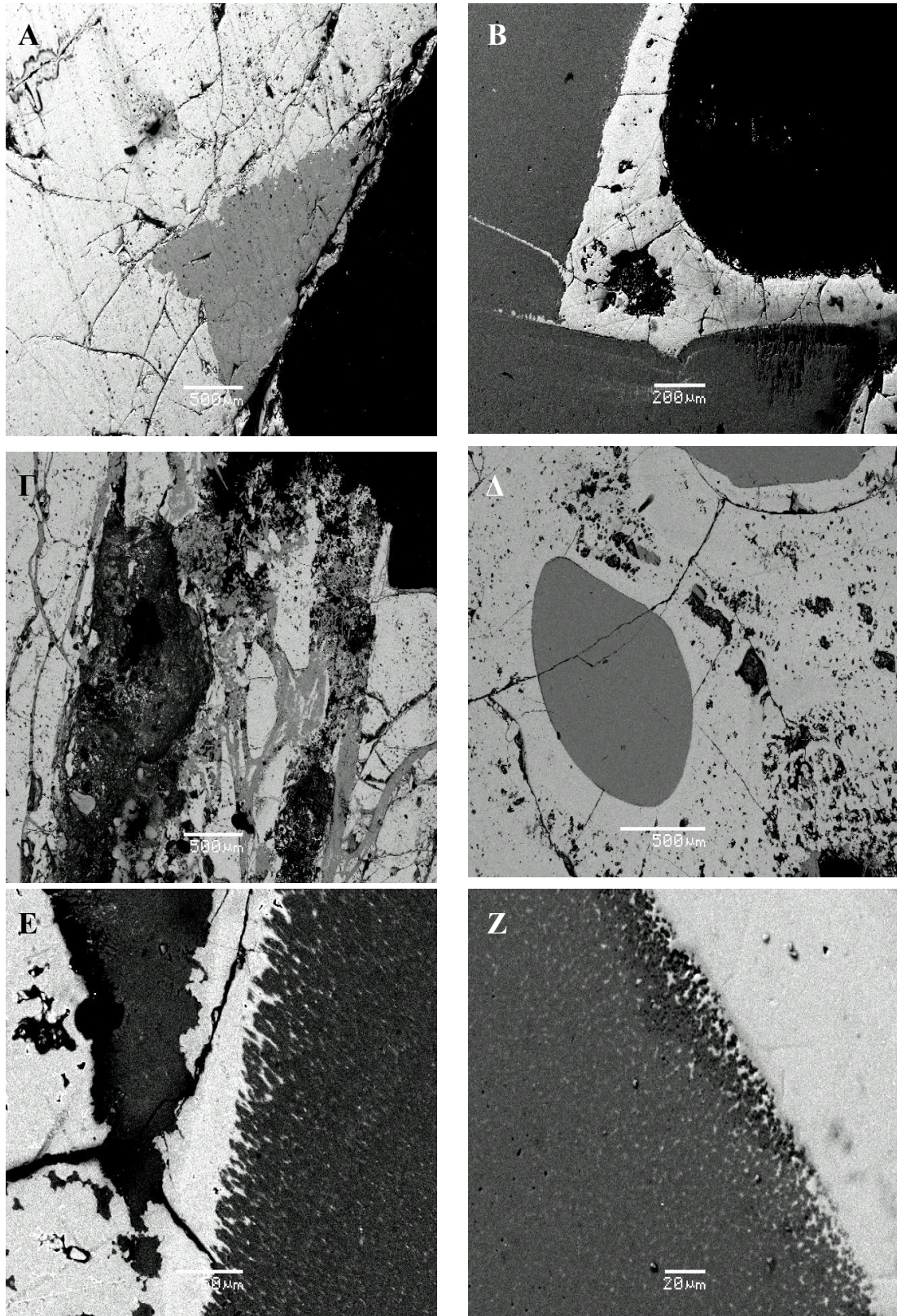
Στο δείγμα 100B, εντοπίστηκαν φάσεις χρυσού (Au 57%) – αργύρου (Ag 20%) που περιέχουν και χαλκό (16%), σίδηρο (5%) και ψευδάργυρο (1,6%).



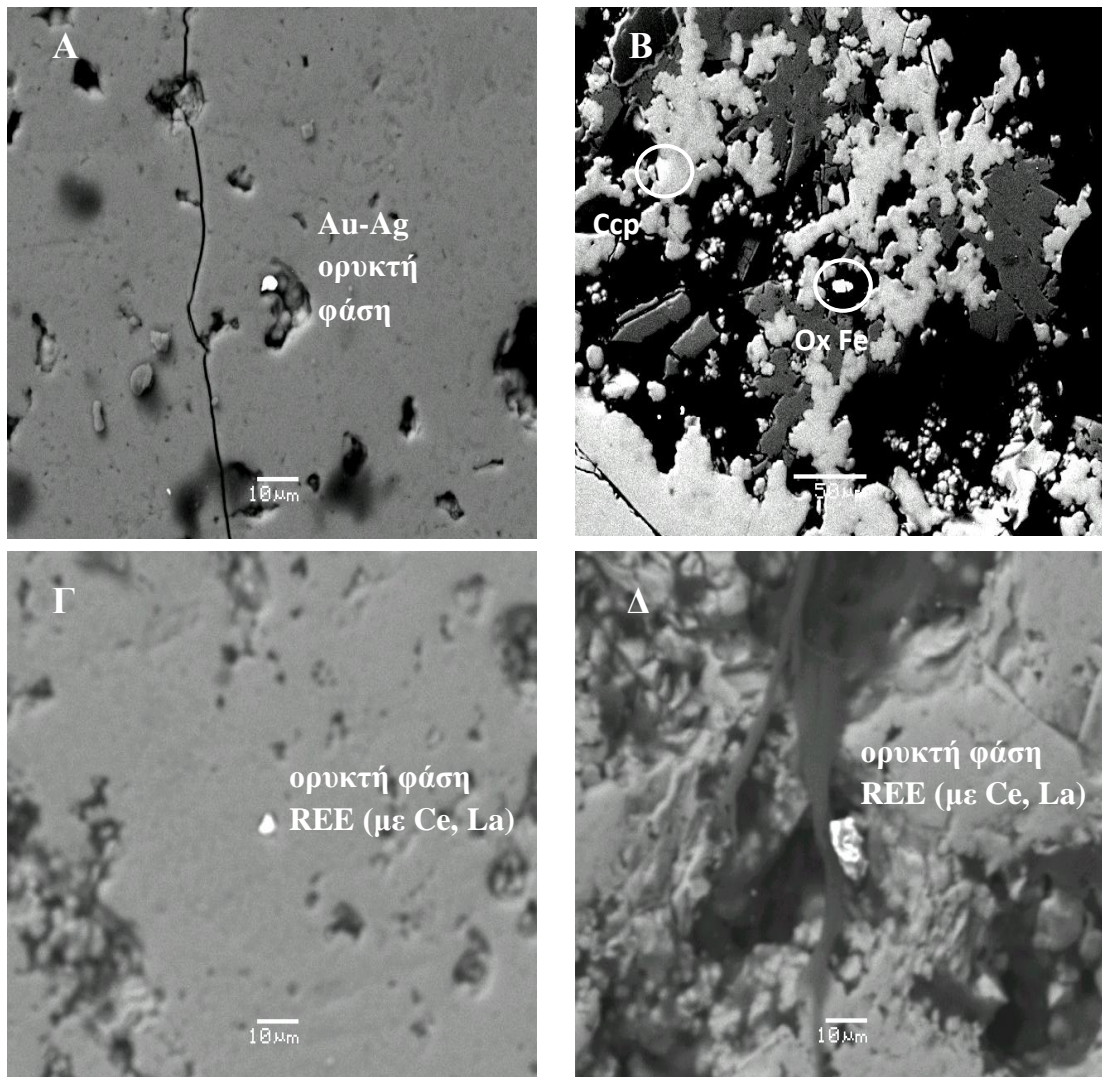
Εικ. Δ.2.57. Στην εικόνα (Α) παρατηρείται μικρός κόκκος στοιχειακού σιδήρου εγκλωβισμένος στο πορώδες της κύριας μάζας (HL-M2-R). Στις εικόνες (Β), (Γ), (Δ) φαίνονται εναλλαγές CaCO_3 με $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Πιο αναλυτικά, στην εικόνα (Γ) παρατηρείται εναλλαγή των δύο φάσεων με την παράλληλη ύπαρξη Fe-πλούσιου σφαλερίτη (HL-M1-R), στην εικόνα (Γ) παρατηρείται εναλλαγή των δύο φάσεων σχηματίζοντας lamination (HL-M2-R), στην εικόνα (Δ) παρατηρείται εναλλαγή των δύο φάσεων, με την φάση του CaCO_3 να αναπτύσσεται καλύπτοντας ελεύθερο χώρο κυκλικής οπής του πορώδους. Στις εικόνες (Ε) και (Ζ) παρατηρείται ανάπτυξη κρυστάλλων αραγωνίτη κάθετα στην διεύθυνση ανάπτυξης των υπολοίπων και εγκλωβισμό μέσα στο πορώδες της απόθεσης κόκκων σιδηροπυρίτη και ορυκτής φάσης των σπανίων γαιών.



Εικ. Δ.2.58. Οι εικόνες (Α), (Β), (Γ), (Δ), είναι χαρακτηριστικές της εναλλαγής CaCO_3 με $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (HL-M3-R). Οι αποχρώσεις του γκρι υποδηλώνουν τα αντίστοιχα μοριακά βάρη. Οι ανοιχτόχρωμες περιοχές παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές μοριακών βαρών και είναι Fe-πλούσιες, ενώ οι σκουρόχρωμες χαμηλότερες τιμές μοριακών βαρών και είναι Ca-πλούσιες. Στις εικόνες (Β), (Ε), (Ζ) παρουσιάζονται χαρακτηριστικά η παγίδευση κόκκων γαληνίτη, Fe-ούχου (15,5% Fe) σφαλερίτη και σιδηροπυρίτη, στο μικρο-πορώδες των αποθέσεων (HL-M3-R).



Εικ. Δ.2.59. Οι εικόνες (Α), (Β), (Γ), (Δ), είναι χαρακτηριστικές της εναλλαγής CaCO_3 με $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (HL-M3-R). Οι αποχρώσεις του γκρι υποδηλώνουν τα αντίστοιχα μοριακά βάρη. Οι ανοιχτόχρωμες περιοχές παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές μοριακών βαρών και είναι Fe-πλούσιες, ενώ οι σκουρόχρωμες χαμηλότερες τιμές μοριακών βαρών και είναι Ca-πλούσιες. Οι εναλλαγές παρουσιάζουν διάφορες δομές όπως φλεβοειδείς κ.α. Στις εικόνες (Ε), (Ζ) παρουσιάζονται κοντινές λήψεις από το σημείο εναλλαγής των δύο φάσεων.



Εικ. Δ.2.60. Οι εικόνες (A), (B), (Γ), (Δ) είναι χαρακτηριστικές της παγίδευσης κόκκων διαφόρων ορυκτών φάσεων, όπως χρυσού-αργύρου (100B), χαλκοπυρίτη (100F), οξειδίων του σιδήρου (100F), σπανίων γαιών (100B), στο μικρο-πορώδες των αποθέσεων.

Πίνακας Δ.2.4. Ενδεικτικές μικροανλύσεις (CaCO₃).

Sample	THE-1-R	THE-12-R		AD-EOT-R1	AD-4-R		AD-10-R2		EOT-16-R	
Analysis	X75	X130	X134	X47	X61	X62	X91	X99	X6	X7
FeO	-	-	-	-	-	-	-	-	1,30	1,24
MgO	2,04	1,39	1,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	51,46	52,86	52,72	52,57	51,44	53,61	52,18	51,64	45,70	49,87
SO ₃	0,90	1,07	-	-	0,92	0,32	1,17	0,40	0,77	0,80
Cl	-	-	-	-	0,34	0,39	-	0,18	0,44	0,16
MoO ₃	-	-	2,16	-	-	-	-	-	-	-
Total	54,40	55,33	56,17	52,57	52,70	54,32	53,35	52,22	48,21	52,06
Atoms	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Fe	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0539	0,0474
Mg	0,1033	0,0504	0,0475	-	-	-	-	-	-	-
Ca	1,8738	1,9108	1,9359	2,0000	1,9520	1,9737	1,9560	1,9778	1,8957	1,9157
S	0,0076	0,0129	-	-	0,0117	0,0040	0,0147	0,0051	0,0107	0,0102
Cl	-	-	-	-	0,0129	0,0144	-	0,0069	0,0183	0,0061
Mo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Πίνακας Δ.2.4. (συνέχεια).

Sample	AD-3-R1	HL-M-1	AD-10-R1		HL-M-2		HL-M-3
Analysis	C49	C-8	B19	B20	A22	A24	B43
FeO	1,17	7,20	-	-	13,17	-	0,36
MgO	-	0,00	0,00	-	-	-	0,00
CaO	48,62	46,17	48,50	49,67	42,14	49,87	49,85
Na₂O	-	-	0,43	0,00	0,00	-	0,47
SO₃	1,12	-	0,80	0,47	0,82	-	-
As₂O₃	-	0,62	-	-	0,52812	-	-
SrO	-	0	-	-	-	1,03	0,98
Cl	-	0,09	-	-	-	-	-
MoO₃	-	-	-	-	-	-	-
Total	50,92	54,09	49,73	50,15	56,67	50,90	51,67
Atoms	2	2	2	2	2	2	2
Fe	0,0460	0,2664	-	-	0,4649	-	0,0139
Mg	-	-	-	-	-	-	-
Ca	1,9099	1,7073	1,9505	1,9811	1,4873	1,9596	1,9298
Na	-	-	0,0347	-	-	-	0,0365
S	0,0147	-	0,0107	0,0063	0,0097	-	-
As	-	0,0153	-	-	0,0124	-	-
Sr	-	-	-	-	-	0,0404	0,0380
Cl	-	0,0033	-	-	-	-	-
Mo	-	-	-	-	-	-	-

Πίνακας Δ.2.5. Ενδεικτικές μικροανλύσεις φερριδρίτη (5Fe₂O₃*9H₂O)

Sample	THE-1-R		AD-EOT-R1	HL-1-C		HL-1-R	EOT-16-R	HL-M-1	HL-M-2	HL-M-3		
Analysis	X82	X79	X-53	Z42	Z43	D36	M28	C9	A21	B38	C29	C33
Si	1,59	5,33	7,46	9,03	7,56	7,82	0,00	0,59	6,37	6,88	5,64	4,67
Fe	49,14	36,83	35,25	33,00	37,30	38,24	43,86	3,83	38,34	40,30	34,86	39,49
Mg	0,00	0,00	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	2,41	3,93	6,17	3,14	2,28	1,25	1,03	33,27	3,12	1,89	2,55	1,60
S	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00
As	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95	2,08	0,00	0,00	2,92	2,14	3,64	5,19
Cl	0	0	0	0	0,27	0	0	0	0	0	0	0
Total	53,14	46,09	49,45	45,17	48,36	49,39	44,89	37,99	50,75	51,21	46,69	50,95
Atoms	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Si	0,0568	0,1774	0,2246	0,2920	0,2348	0,2376	0,0000	0,0236	0,1915	0,2043	0,1848	0,1429
Fe	1,7657	1,4742	1,2765	1,2833	1,3935	1,3972	1,9502	0,1842	1,3861	1,4395	1,3739	1,4539
Mg	0,0000	0,0000	0,0173	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ca	0,1207	0,1711	0,2430	0,1328	0,0926	0,0497	0,0498	1,7406	0,1227	0,0734	0,1093	0,0641
K	0,2413	0,3422	0,4860	0,2656	0,1853	0,0993	0,0996	3,4811	0,2453	0,1468	0,2186	0,1281
S	0,0000	0,0000	0,0047	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0093	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
As	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0243	0,0520	0,0000	0,0000	0,0722	0,0523	0,0982	0,1307
Cl	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0078	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Πίνακας Δ.2.6. Ενδεικτικές μικροαναλύσεις γαληνίτη (PbS).

Sample	THE-1-R	HL-M-2		HL-M-3			100D	100F
Analysis	X131	A32	B13	B32	B33	B37	X34	D21
Pb	87,32	87,57	85,46	84,53	82,51	85	82,8	88,68
Fe	-	0,76	0,86	3,93	3,40	3,00	4,20	-
S	11,84	11,05	11,49	11,16	13,10	11,39	11,26	11,12
Total	99,16	99,38	97,81	99,62	99,01	99,39	98,26	99,8
Atoms	2	2	2	2	2	2	2	2
Pb	1,0659	1,0824	1,0492	0,9873	0,9179	1,0015	0,9676	1,1047
Fe	-	0,0349	0,0392	0,1703	0,1403	0,1311	0,1821	-
S	0,9341	0,8827	0,9117	0,8424	0,9418	0,8673	0,8504	0,8953

Πίνακας Δ.2.7. Ενδεικτικές μικροαναλύσεις αρσеноπυρίτη (FeAsS).

Sample	THE-1-R	AS-SMZ-R	HL-1-R	100B
Analysis	X84	X152	D44	Z25
Fe	33,17	36,69	34,09	36,15
As	44,71	42,29	44,27	41,92
S	21,49	20,47	20,75	21,60
Total	99,37	99,45	99,11	99,67
Atoms	3	3	3	3
Fe	0,9574	1,0596	0,9906	1,0326
As	0,9620	0,9105	0,9590	0,8926
S	1,0806	1,0299	1,0504	1,0748

Πίνακας Δ.2.8. Ενδεικτικές μικροαναλύσεις αντιμονίτη (SbS₃).

Sample	AD-EOT-R1	HL-M-1	AD-10-R1
Analysis	X119	C18	B25
Fe	-	2,78	-
Sb	70,87	65,22	69,37
S	22,92	31,97	29,50
Total	93,79	99,97	98,87
Atoms	3	3	3
Fe	-	0,0944	-
Sb	1,3464	1,0154	1,1473
S	1,6536	1,8902	1,8527

Πίνακας Δ.2.9. Ενδεικτικές μικροαναλύσεις σιδηροπυρίτη (FeS₂).

Sample	THE-1-R	EOT-13-R	HL-1-R	EOT-16-R	HL-M-2		HL-M-3	
Analysis	X83	X74	D47	M25	A28	A34	B31	B53
Fe	47,01	44,02	46,64	44,07	47,86	49,42	47,20	46,38
As	-	-	1,41	-	-	-	-	-
S	53,46	57,72	52,65	55,02	52,15	50,33	53,62	55,32
Total	100,47	101,74	100,7	99,09	100,01	99,75	100,82	101,7
Atoms	3	3	3	3	3	3	3	3
Fe	1,0064	0,9135	1,0037	0,9449	1,0351	1,0814	1,0071	0,9747
As	-	-	0,0226	-	-	-	-	-
S	1,9936	2,0865	1,9737	2,0551	1,9649	1,9186	1,9929	2,0253

Πίνακας Δ.2.10. Ενδεικτικές μικροαναλύσεις σφαλερίτη [(Zn-Fe)S].

Sample	HL-M-1				HL-M-3		100B	100D	100F
Analysis	C10	C11	C19	C20	B-45	B-46	Z17	X40	
Fe	15,92	18,26	8,11	6,29	15,65	16,65	18,73	13,91	15,11
Zn	52,68	50,95	61,31	61,74	52,28	48,49	47,93	49,71	50,21
Mn	-	-	-	-	0,46	1,02	0,51	-	-
S	30,79	29,03	31,13	32,50	31,51	34,80	31,23	37,86	34,26
Total	99,39	98,24	100,55	100,53	99,9	100,96	98,4	101,48	99,58
Atoms	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Fe	0,28	0,33	0,14	0,11	0,27	0,28	0,33	0,23	0,26
Zn	0,79	0,77	0,91	0,91	0,77	0,69	0,71	0,69	0,73
Mn	-	-	-	-	0,01	0,02	0,01	-	-
S	0,94	0,90	0,95	0,98	0,95	1,01	0,95	1,08	1,01

Πίνακας Δ.2.11. Ενδεικτικές μικροαναλύσεις αιματίτη (Fe₂O₃).

Sample	HL-M-1		HL-M-2		
	C3	C4	A3	A4	A8
Fe ₂ O ₃	99,35	98,57	99,33	99,92	98,71
MnO	-	0,44	-	-	-
Total	99,35	99,01	99,33	99,92	98,71
Oxygens	5	5	5	5	5
Fe	3,3333	3,3072	3,2514	3,4017	3,2987
Mn	-	-	-	-	-

Πίνακας Δ.2.12. Ενδεικτικές μικροαναλύσεις βαρύτη (BaSO₄).

Sample	HL-M-1	HL-M-2			AD-10-R2
	C17	A33	B-4	B-15	X90
SiO ₂	-	-	0,58	2,25	-
Fe ₂ O ₃	1,49	2,89	1,21	4,60	-
CaO	2,76	4,63	14,97	0,84	1,40
BaO	58,10	55,56	46,80	57,17	64,32
SO ₃	35,73	34,86	34,91	33,93	35,64
SrO	1,60	1,54	0,77	2,02	0,00
Total	99,53	99,18	99,11	100,36	101,36
Atoms	6	6	6	6	6
Si	-	-	0,0175	0,0671	-
Fe	0,0415	0,0425	0,0144	0,0333	-
Ca	0,3246	0,2802	0,9061	0,0502	0,0828
Ba	2,5031	3,3609	2,8330	3,4182	3,8077
S	0,9825	0,7029	0,7044	0,6763	0,7032
Sr	0,1018	0,0930	0,0465	0,1209	-

Πίνακας Δ.2.13. Ενδεικτικές μικροανάλυσεις φθορίτη (CaF₂).

Sample	AD-EOT-R1				AD-4-R	HL-M-1		
Analysis	X46	X50	X115	X125	X66	B64	B73	B80
Fe	-	-	-	-	-	0,27	0,86	0,93
K	-	0,17	-	-	-	-	-	-
Ca	47,97	52,54	42,48	49,68	52,03	48,80	47,99	49,29
F	49,92	46,51	54,80	49,42	46,03	48,41	48,57	47,82
Si	-	0,25	-	-	-	-	0,20	-
Sr	1,64	-	-	-	-	-	-	-
Total	99,53	99,47	97,28	99,10	98,06	97,61	97,62	98,04
Atoms	2	2	2	2	2	2	2	2
Fe	-	-	-	-	-	0,0026	0,0082	0,0088
K	-	0,0023	-	-	-	-	-	-
Ca	0,6229	0,6951	0,5375	0,6455	0,6978	0,6452	0,6342	0,6536
F	1,3674	1,2979	1,4625	1,3545	1,3022	1,3501	1,3539	1,3376
Si	-	0,0047	-	-	-	-	0,0038	-
Sr	0,0097	-	-	-	-	-	-	-

Πίνακας Δ.2.14. Ενδεικτικές μικροαναλύσεις συλβίνη (KCl).

Sample	AD-4-R	
	X69	X70
Na	1,80	-
K	44,24	49,62
Cl	43,43	45,13
Ca	6,61	4,37
S	0,79	0,24
Total	96,87	99,36
Atoms	2	2
Na	0,0597	-
K	0,8623	0,9547
Cl	0,9336	0,9577
Ca	0,1257	0,0820
S	0,0188	0,0056

Πίνακας Δ.2.15. Ενδεικτικές μικροαναλύσεις αλίτη (NaCl).

Sample	AD-4-R	EOT-13-R	No18	EOT-16-R	AD-10-R1
	X65	X71	X148	X8	B28
Na	40,09	41,12	38,42	39,38	40,47
K	-	-	-	-	0,82
Cl	59,52	58,31	61,55	60,85	57,41
Ca	-	-	-	-	0,39
Total	99,61	99,43	99,97	100,23	99,09
Atoms	2	2	2	2	2
Na	1,0189	1,0419	0,9809	0,9990	1,0323
K	-	-	-	-	0,0123
Cl	0,9811	0,9581	1,0191	1,0010	0,9497
Ca	-	-	-	-	0,0057

Πίνακας Δ.2.16. Ενδεικτικές μικροαναλύσεις ζιρκονίων (ZrSiO₄).

Sample	HL-1-C		
	C10	Z28	Z29
SiO ₂	30,92	33,22	35,86
ZrO ₂	67,68	64,83	64,04
Total	98,60	98,05	99,90
Atoms	16	16	16
Si	3,8695	2,7105	2,8717
Zr	4,1305	5,2895	5,1283

Δ.2.5.4. Στοιχειακός σίδηρος

Ένα ενδιαφέρον σημείο, στο οποίο αξίζει να γίνει ιδιαίτερη αναφορά, είναι η ύπαρξη κόκκων στοιχειακού Fe, οι οποίοι εντοπίστηκαν εντός Fe-πλούσιων τραβερτινικών αποθέσεων από την περιοχή των Ήλιων (Εικ. Δ.2.61-65).

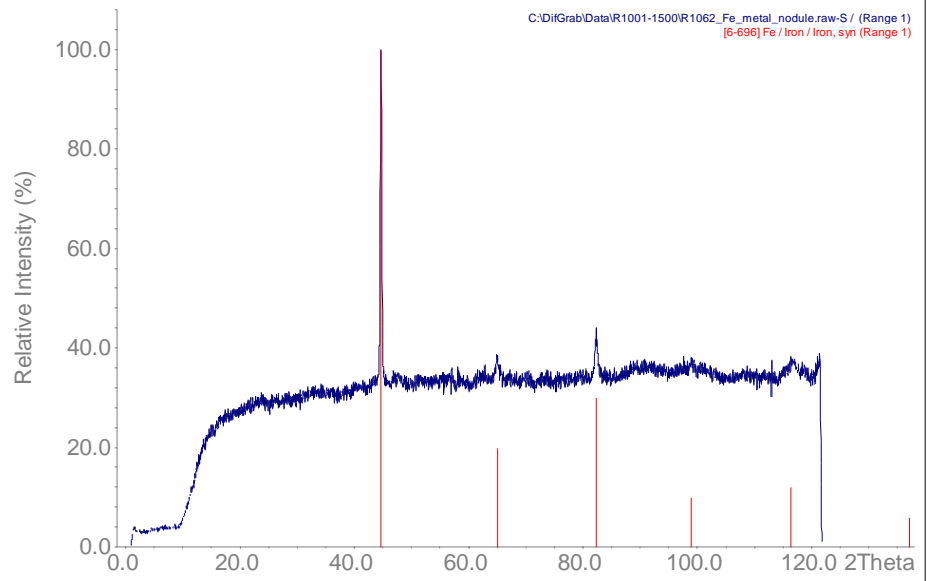
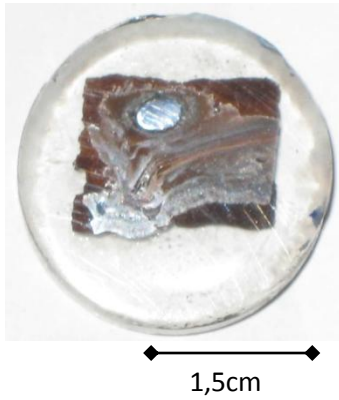
Σε δύο διαφορετικούς κόκκους Fe, έγιναν μεταλλογραφικά παρασκευάσματα (Εικ. Δ.2.61), τα οποία εξετάστηκαν σε ηλεκτρονικά μικροσκόπια, με τα οποία πραγματοποιήθηκαν μικροαναλύσεις, άλλα και *pixe analysis* (Εικ. Δ.2.65). Τέλος, έγινε σημειακό ακτινογράφημα (Εικ. Δ.2.62), σε έναν από αυτούς τους κόκκους (Εικ. Δ.2.62).

Από τις μικροαναλύσεις (Εικ. Δ.2.63), το σημειακό ακτινογράφημα και την *pixe* ανάλυση (Εικ. Δ.2.65) διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχει διαφοροποίηση της σύστασης τους από τον πυρήνα προς την περιφέρεια. Το μόνο που διαπιστώθηκε είναι η ύπαρξη κάποιων οξειδίων του σιδήρου (αιματίτης) στην περιφέρεια (Εικ. Δ.2.64).

Εμφανίσεις στοιχειακού σιδήρου, αναφέρονται συνήθως σε μετεωρίτες. Στα πετρώματα του γήινου φλοιού οι εμφανίσεις του Fe σε στοιχειακή μορφή είναι εξαιρετικά σπάνια. Αναφορές υπάρχουν για εμφανίσεις σε βασάλτες, στο Νησί Disko, επαρχία Kitaa, στη Γροιλανδία (Melson & Switzer, 1966, Klock & Plame, 1988, Klock et al., 1984), σε κοίτασμα Au-Ag-Cu, στη ζώνη Xiaolinling, στην επαρχία Henan, στη Κίνα (Liangju, 1987), αλλά και σε κίμπερλίτες της δυτικής Αφρικής (Haggerty & Toft, 1985).

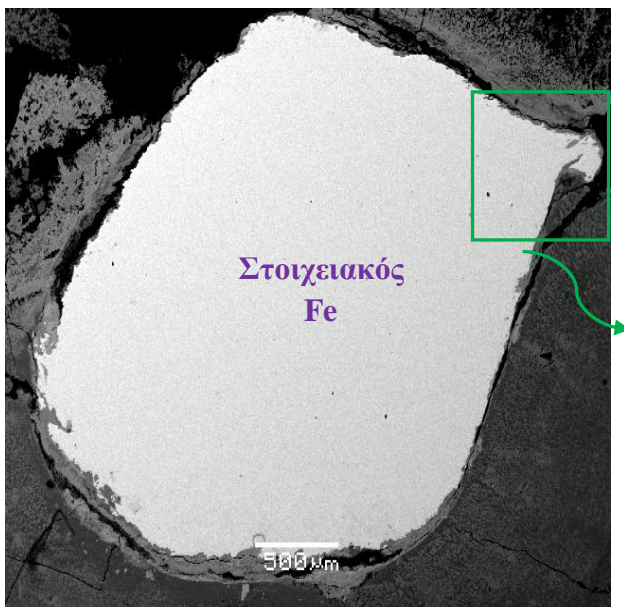
Σε περιβάλλον όμως ηφαιστειακού-υδροθερμικού συστήματος, μόλις τα τελευταία χρόνια δημοσιεύτηκαν κάποιες αναφορές για ύπαρξη σιδήρου σε στοιχειακή μορφή στα νησιά Kuril της Ρωσίας. Πιο συγκεκριμένα, οι Yudovskaya et al. (2006) αναφέρουν εμφάνιση στοιχειακού σιδήρου σε ενεργό σύστημα με φουμαρόλες στο ηφαίστειο Kudryavy, στο νησί Iturup (σύμπλεγμα νησιών Kuril), της Ρωσίας. Οι Yudovskaya et al. (2006) ερμηνεύουν την συγκεκριμένη εμφάνιση, ως αποτέλεσμα μεταφοράς και απόθεσης μέσω των αέριων φάσεων του συστήματος. Συγκρίνοντας τα μεγέθη και την μορφολογία του στοιχειακού σιδήρου από την περιοχή των Ήλιων και τα αντίστοιχα στοιχεία που αναφέρουν οι Yudovskaya et al. (2006) δεν διαπιστώνονται πολλές ομοιότητες. Στην περιοχή του Kudryavy, οι κόκκοι στοιχειακού σιδήρου είναι περίπου 18μm και γωνιώδεις, ενώ στην περιοχή των Ήλιων φτάνουν τα 4-5mm και είναι σφαιροειδής.

Μεγάλο ενδιαφέρον όμως παρουσιάζουν οι αναφορές των Rychagov et al. (2005) και Rychagov et al. (2006) ότι σε βαθιές γεωτρήσεις, στο υψηλής θερμοκρασίας υδροθερμικό-μαγματικό σύστημα των νησιών Kuril, της Kamchatka (συστήματα Baransky, North-Paramushir, Mutnovsky) στη Ρωσία, εντόπισαν σφαιροειδής κόκκους στοιχειακού σιδήρου, μαγνητίτη, Fe-Ti-Mn πυριτικών ορυκτών φάσεων (shorlomite-είδος γρανάτη) και ζωνώδη συσσωματώματα με πυρήνες σιδήρου που περιέχουν ίχνη Ti (έως 5%), Mg, Ni, Mn, Cu, Cr κ.α. και περιφέρειες μαγνητίτη και ιοζήτη. Το μέγεθος των σφαιροειδών κόκκων είναι από 0,01 έως 1,7mm. Εντοπίστηκαν σε βάθος 1,5Km σε ρηγματωμένες ζώνες, που εντάσσονται σε ένα τεκτονικό περιβάλλοντος κέρατος. Εντοπίστηκαν πάνω από την πηγή θερμότητας του υδροθερμικού πεδίου. Οι Rychagov et al. (2005) και οι Rychagov et al. (2006) υποθέτουν ότι προέρχονται από ένα υπο-ηφαιστειακό διοριστικό σώμα ή έναν περιφεριακό μαγματικό θάλαμο που τροφοδοτεί το υδροθερμικό σύστημα. Οι Rychagov et al. (2005) και Rychagov et al. (2006) πιστεύουν ότι τα σφαιροειδείς κόκκοι έχουν μεταφερθεί από βάθος $\geq 1,5$ -2Km σε μετασωματικά πετρώματα μέσω έκχυσης ανακυκλούμενου υδροθερμικού ρευστού, το οποίο ήταν σε θερμοκρασία άνω των 500-600°C. Πρέπει να αναφερθεί ότι και στο συγκεκριμένο σύστημα υπάρχει πολύ έντονη αέρια φάση.

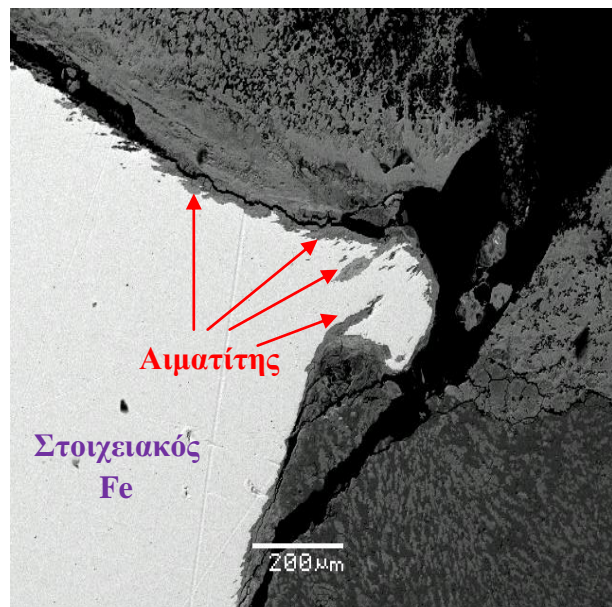


Εικ. Δ.2.61. Μεταλλογραφικό παρασκεύασμα, από Fe-πλούσια τραβερίνη, από την περιοχή των Ήλιων, το οποίο περιέχει κόκκο στοιχειακού σιδήρου.

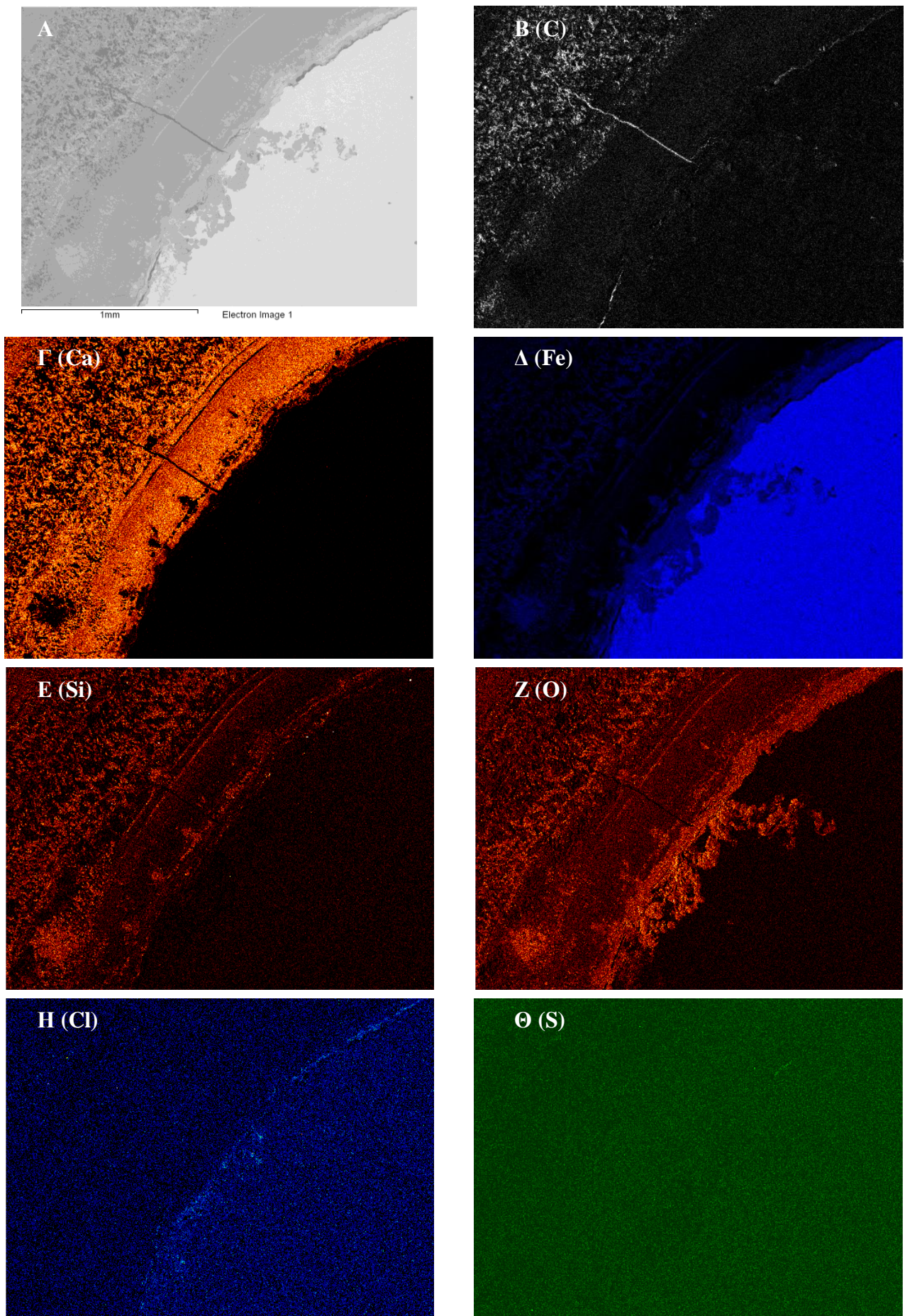
Εικ. Δ.2.62. Ακτινογράφημα, που πραγματοποιήθηκε σημειακά σε κόκκο στοιχειακού σιδήρου στο ΝΗΜ.



Εικ. Δ.2.63. Γενική εικόνα κόκκου στοιχειακού σιδήρου, από Fe-πλούσια απόθεση τραβερίνη (HL-M-1-R).



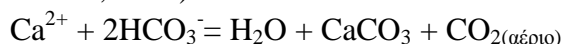
Εικ. Δ.2.64. Περιφέρεια κόκκου στοιχειακού σιδήρου, στην οποία παρατηρούνται οξειδώσεις (αιματίτης).



Εικ. Δ.2.65. Στην εικόνα (Α) παρουσιάζεται η περιοχή στην οποία κόκκος στοιχειακού σιδήρου έρχεται σε επαφή με την Fe-πλούσια τραβερτινική απόθεση που τον περιβάλλει. Στις εικόνες (Β) έως (Θ) αποτυπώνονται χαρτογραφικά οι συγκεντρώσεις συγκεκριμένων στοιχείων (pixe analysis). Πιο αναλυτικά, στη εικόνα (Β) αποτυπώνεται η συκέντρωση C, στη εικόνα (Γ) η συκέντρωση Ca, στη εικόνα (Δ) η συκέντρωση Fe, στη εικόνα (Ε) η συκέντρωση Si, στη εικόνα (Ζ) η συκέντρωση O, στη εικόνα (Η) η συκέντρωση Cl και στη εικόνα (Θ) η συκέντρωση S.

Δ.2.5.5. Lamination και πιθανή συμμετοχή βιογενών διεργασιών

Οι ανθρακικοί τραβερτίνες σχηματίζονται μέσω καθίζησης σε ζεστά νερά, πλούσια σε Ca και HCO₃, με απώλεια CO₂ (Pentecost, 2003):



και συχνά παρουσιάζονται δομές stromatolitic lamination. Στις περιοχές μελέτης, τέτοιου τύπου δομές διαπιστώθηκαν κυρίως στις τραβερτινικές αποθέσεις της Αιδηψού και των Ήλιων (Εικ. Δ.2.19, 20, 21, Δ.2.66-71).

Η δημιουργία αυτών των δομών, μπορεί να οφείλεται, είτε σε ανόργανες διεργασίες, όπου με απελευθέρωση του CO₂ προκαλείται υπερκορεσμός του διαλύματος και καθίζηση του Ca (Kitano, 1963, Jones et al., 2005), είτε σε βιογενής διεργασίες (Chafetz & Folk, 1984). Αν και πολλοί τύποι lamination έχουν διαπιστωθεί σε τραβερτίνες (Pentecost, 2005), οι πιο σύνθητες είναι σε μέγεθος μικρόμετρων (μm) (Kitano, 1963). Συνήθως παρουσιάζεται σαν ζώνες μικριτικών σωματιδίων, τα οποία βρίσκονται εντός ή σε εναλλαγή συναθροισμάτων αλλοτριόμορφων-ιδιόμορφων κρυστάλλων. Μελέτες στην Ιταλία, Ηνωμένες Πολιτείες και Ιαπωνία, που έχουν ασχοληθεί με το ρυθμό του lamination, διαπιστώνουν ότι η διαδικασία γίνεται σε ημερήσια βάση (Chafetz & Folk, 1984, Folk et al., 1985, Guo & Riding, 1992, Pentecost, 1994, Takashima & Kano, 2008, Takashima et al., 2010). Το πώς όμως σχηματίζεται η συγκεκριμένη δομή των ημερήσιων lamination, έχει ερμηνευθεί με διάφορους τρόπους.

Οι Folk et al. (1985) προτείνουν ότι οι laminations σχηματίζονται την ημέρα, από αντικατάσταση της κυρίαρχης μικροβιακής κοινότητας που υπάρχει στην επιφάνεια των τραβερτινών. Σύμφωνα με το μοντέλο τους, ορισμένα βακτήρια που φωτοσυνθέτουν, προκαλούν καθίζηση ασβεστίτη κατά την διάρκεια της ημέρας, ενώ heterotrophic βακτήρια συνέχισαν να αναπτύσσουν μια μικριτική ζώνη τη νύχτα. Ο Pentecost (1994) μελέτησε ένα σύγχρονο ασβεστίτη τραβερτίνη και πρότεινε ότι οι μικριτικές ζώνες, δημιουργήθηκαν από καθίζηση λεπτόκοκκου ασβεστίτη σε πυριτικής σύστασης πυρήνες που μεταφέρθηκαν από άνεμους κατά την διάρκεια της νύχτας. Οι Guo & Riding (1992) μελετώντας ένα σύγχρονο τραβερτίνη που αποτελείται από κρυσταλλικό ασβεστίτη και λεπτόκοκκες βελόνες αραγωνίτη, πρότειναν ότι ο αραγωνίτης καθιζάνει κατά την διάρκεια της ημέρας σε κατάσταση υπερκορεσμού του ασβεστίτη, που προκαλείται από μικροβιακή φωτοσύνθεση. Ομοίως και οι Takashima & Kano (2008), όπου στους τραβερτίνες της περιοχής Shionoha, στην ΝΔ Ιαπωνία, διαπίστωσαν ότι η διαδικασία της lamination γίνεται κατά την διάρκεια της ημέρας, χάρις στο μεταβολισμό κυανο-βακτηριδίων, διαπίστωση με την οποία συμφωνούν και οι Takashima et al. (2010).

Στις τραβερτινικές αποθέσεις που μελετήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας μελέτης ανάμεσα στις laminae διαπιστώθηκαν διαφοροποιήσεις πολλές φορές στις συγκεντρώσεις κυρίως Ca και Fe, αλλά και στις συγκεντρώσεις Si και As. Πιο αναλυτικά, οι Ca-πλούσιες περιοχές συνήθως παρουσιάζουν σύσταση Ca 32-35%, Fe 1-6%, Si 0,5-1%, As 0-1%, ενώ οι Fe-πλούσιες παρουσιάζεται μεγάλη μείωση του Ca και αντίστοιχη αύξηση του Fe και ακολουθούν το Si και ο As, με μικρότερης τάξης αύξηση των συγκεντρώσεων τους. Πιο αναλυτικά, οι Fe-πλούσιες περιοχές συνήθως παρουσιάζουν σύσταση Ca 2-3%, Fe 38-39%, Si 5-7%, As 2-4% (Εικ. Δ.2.72-76, Πιν. Δ.2.4, 5, 17, 18). Στις εικόνες Δ.2.78, 79, πραγματοποιήθηκε χαρτογραφική αποτύπωση των συγκεντρώσεων κάθε στοιχείου (mapping), σε περιοχές που παρουσιάζουν το συγκεκριμένο φαινόμενο.

Από τη μελέτη των συγκεκριμένων περιοχών συνδυάζοντας μακροσκοπικές και κρυσταλλογραφικές παρατηρήσεις, ακτινοσκοπικά δεδομένα και μικροαναλύσεις, διαπιστώθηκε ότι στις Ca-πλούσιες περιοχές σχηματίζεται κατά κανόνα αραγωνίτης (CaCO_3) και στις Fe-πλούσιες η άμορφη ορυκτή φάση του φεριϋδρίτη ($5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$).

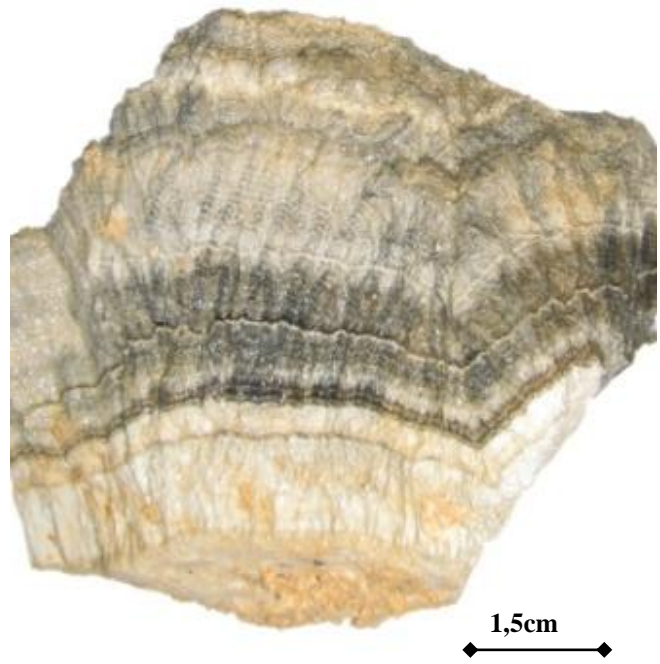
Η ταυτοποίηση της άμορφης ορυκτής φάσης του φεριϋδρίτη, πραγματοποιήθηκε μέσω κυρίως ακτινοσκοπικής μελέτης. Σε ακτινογράφημα που πραγματοποιήθηκε σε υλικό το οποίο ήταν πλούσιο στη συγκεκριμένη ορυκτή φάση διαπιστώθηκαν οι αναθλώσεις στις 35° και στις 62° , όπου προτείνονται από τη βιβλιογραφία για την αναγνώριση του (Εικ. Δ.2.77, Drits et al. 1993, Ristic et al. 2007, Takashima et al. 2008). Παράλληλα, η ταυτοποίηση του επιβεβαιώθηκε από μακροσκοπικές παρατηρήσεις και μικροαναλύσεις.

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι αναφορές των Takashima & Kano (2008) και των Takashima et al. (2010), καθώς διαπίστωσαν αντίστοιχες περιπτώσεις lamination με φεριϋδρίτη, στις αποθέσεις θερμών πηγών της περιοχής Shionoha, της ΝΔ Ιαπωνίας. Προσδιορίζοντας μάλιστα ως υπεύθυνα για τον σχηματισμό του φεριϋδρίτη, βακτήρια γένους Sideroxidans, τα οποία απέθεταν φεριϋδρίτη με ρυθμό περίπου $10 \mu\text{m}/\text{day}$.

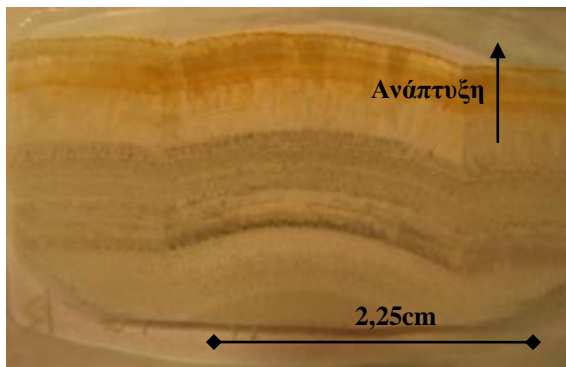
Κατά την διάρκεια της παρούσας μελέτης, συμπεριλαμβανομένων και των προαναφερθέντων, διαπιστώθηκαν και κάποιες άλλες ενδείξεις οι οποίες υποδηλώνουν συμμετοχή βιογενών διεργασιών κατά την δημιουργία κάποιων τραβερτινικών αποθέσεων. Αν και το συγκεκριμένο αντικείμενο, δεν εμπίπτει στους σκοπούς της παρούσας εργασίας, παραθέτονται κάποιες δομές οι οποίες διαπιστώθηκαν μετά από την εξέταση συγκεκριμένων δειγμάτων σε SEM, με δυνατότητα απεικόνισης σε πολύ μικρή κλίμακα στο NHM (Εικ. Δ.2.80). Για να υπάρξει ένα τελικό συμπέρασμα, πέρα από κάθε αμφιβολία, για το αν υπάρχει συμμετοχή ή όχι και σε τί βαθμό βιογενών διεργασιών στη δημιουργία των συγκεκριμένων τραβερτινικών αποθέσεων, χρειάζεται περαιτέρω έρευνα.



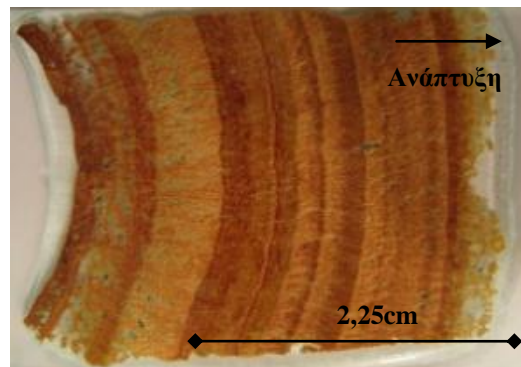
Εικ. Δ.2.66. Χαρακτηριστική δομή lamination σε τραβερτίνη, από την περιοχή της Αιδηψού (AD-EOT-R-3).



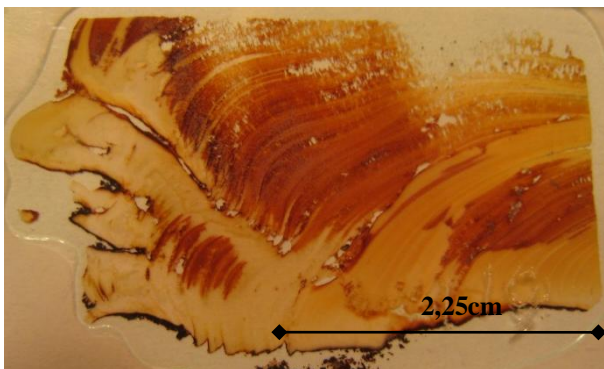
Εικ. Δ.2.67. Χαρακτηριστική δομή lamination σε τραβερτίνη, από την περιοχή της Αιδηψού.



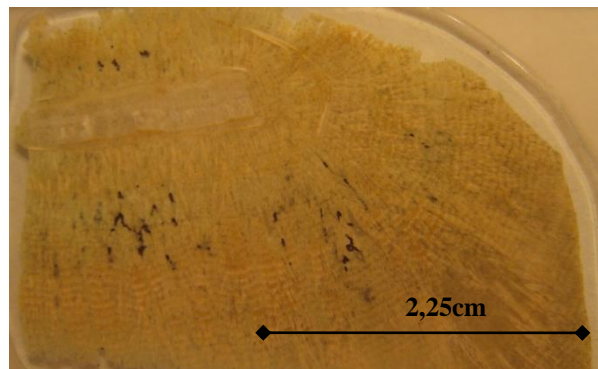
Εικ. Δ.2.68. Lamination δομή σε δείγμα στην περιοχή της Αιδηψού (AD-10-R).



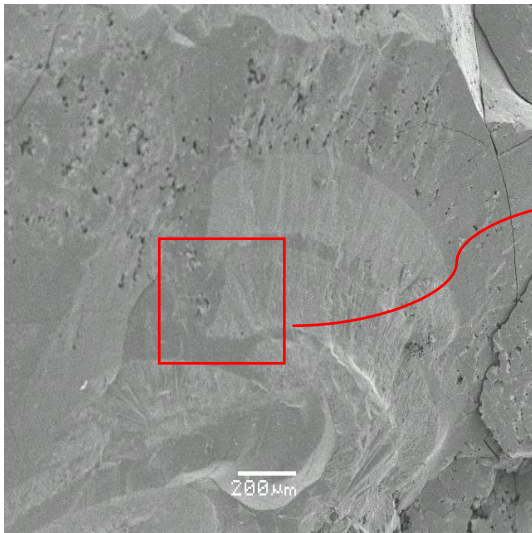
Εικ. Δ.2.69. Lamination δομή σε δείγμα στην περιοχή της Αιδηψού (AD-11-R-1).



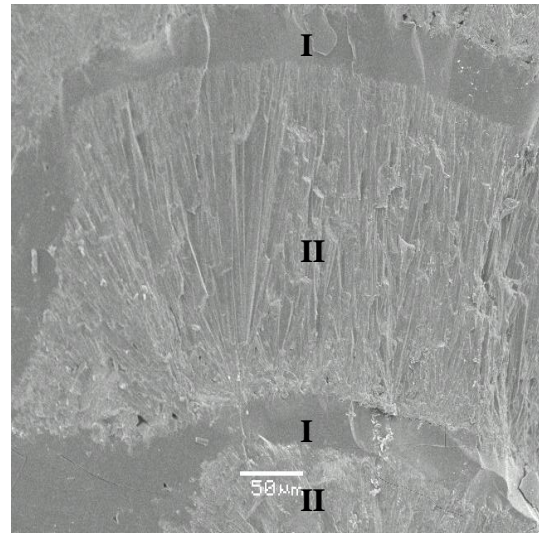
Εικ. Δ.2.70. Lamination δομή σε δείγμα στην περιοχή της Αιδηψού (EOT-16-R).



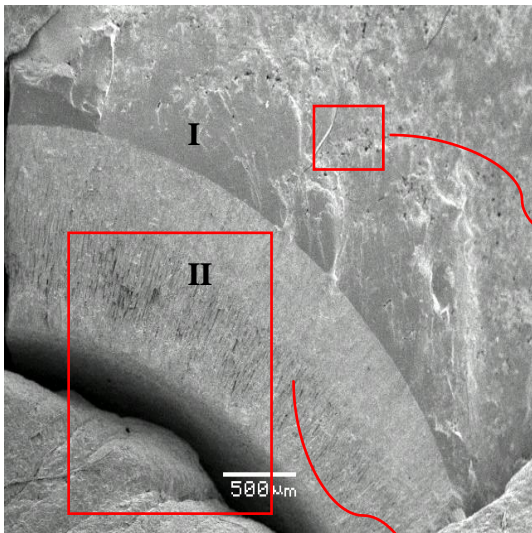
Εικ. Δ.2.71. Lamination δομή σε δείγμα στην περιοχή της Αιδηψού (AD-EOT-R-3).



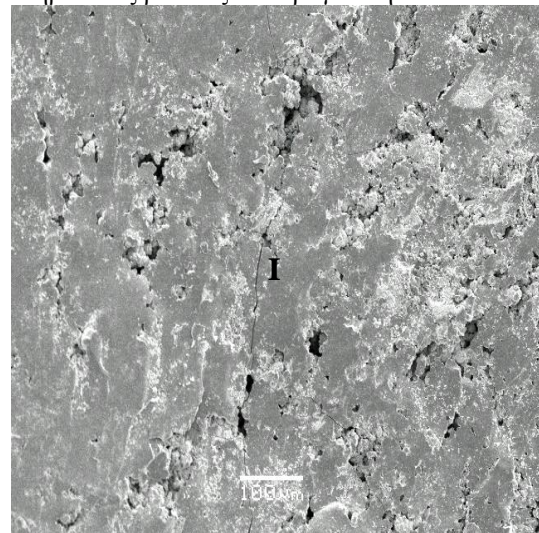
Εικ. Δ.2.72Α. Τομή από βοτρυοειδή Fe-πλούσια τραβερτινική απόθεση, θερμής πηγής από την περιοχή των Ήλιων. Στην οποία φαίνονται εναλλαγές από laminae.



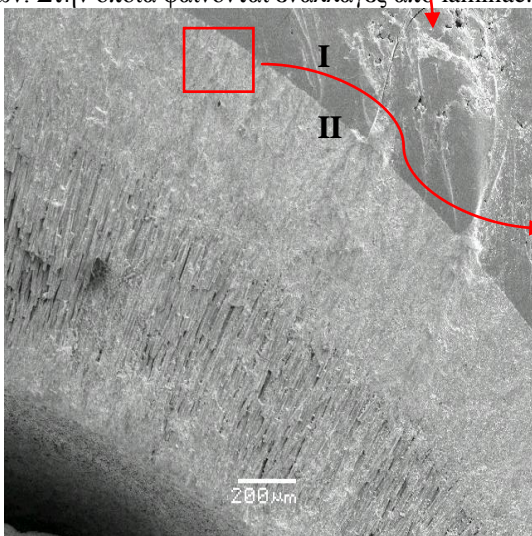
Εικ. Δ.72Β. Κοντινή εικόνα από μια laminae, στην οποία εμφανίζονται καθαρά οι εναλλαγές ανάμεσα στη Fe-πλούσια ζώνη (I) και στην Ca-πλούσια περιοχή (II), με τις χαρακτηριστικές βελόνες του αραγωνίτη.



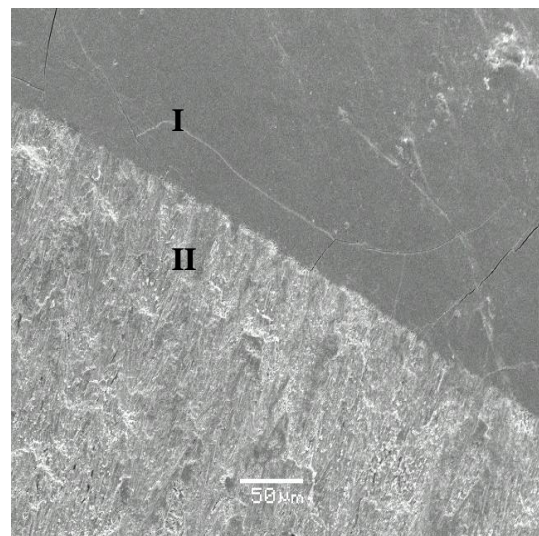
Εικ. Δ.2.73Α. Τομή από βοτρυοειδή Fe-πλούσια τραβερτινική απόθεση, θερμής πηγής από την περιοχή των Ήλιων. Στην οποία φαίνονται εναλλαγές από laminae.



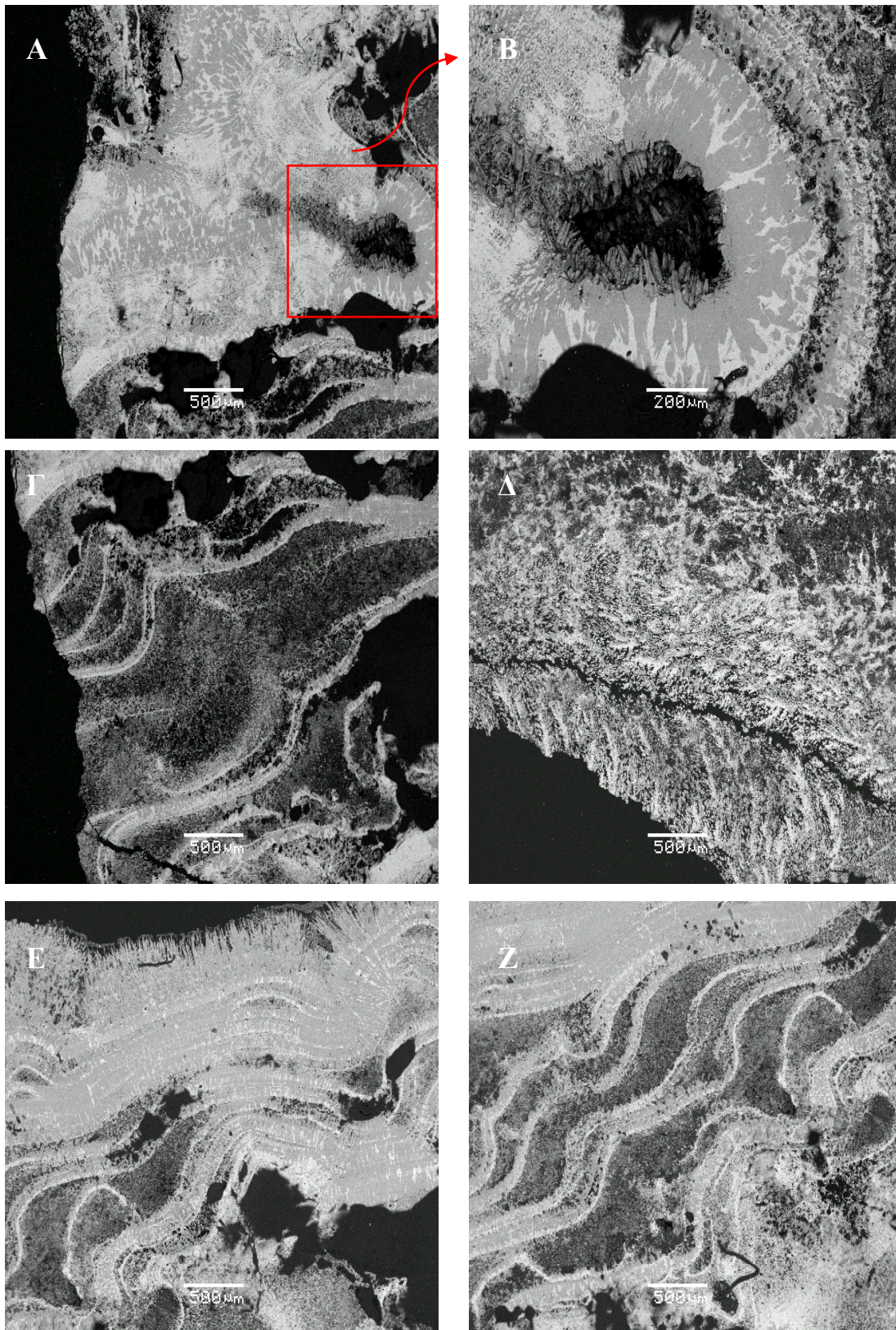
Εικ. Δ.2.73Β. Εικόνα, στην οποία φαίνεται η ανάπτυξη της Fe-πλούσιας περιοχής (I).



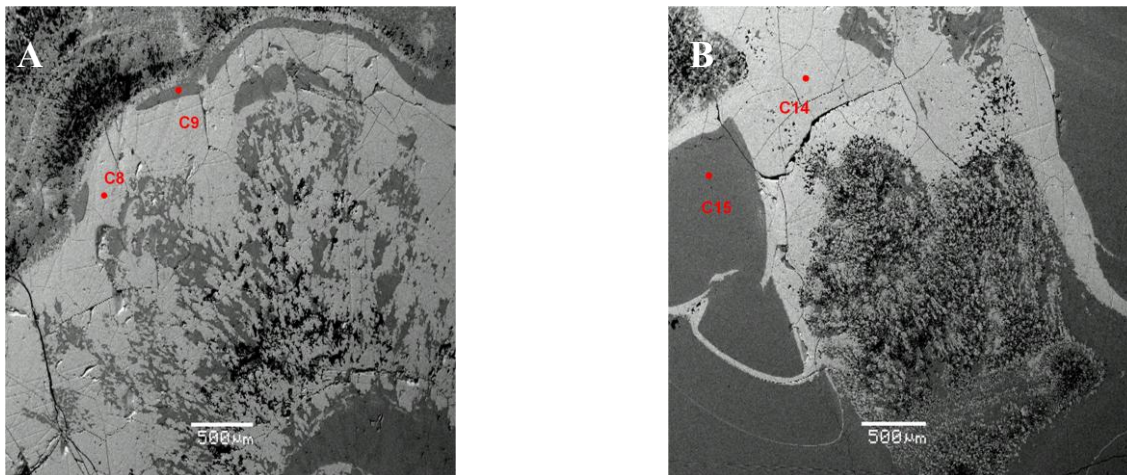
Εικ. Δ.2.73Γ. Εικόνα, στην οποία φαίνεται η ανάπτυξη της Ca-πλούσιας περιοχής (II), με τις χαρακτηριστικές βελόνες του αραγωνίτη



Εικ. Δ.2.73Δ. Κοντινή εικόνα στο σημείο εναλλαγής ανάμεσα στις δύο laminae.



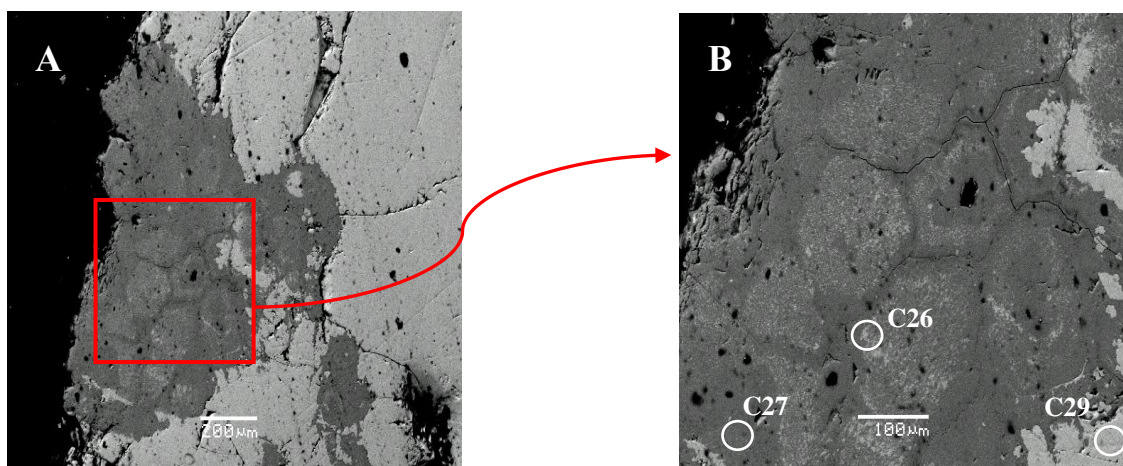
Εικόνες Δ.2.74. Γενικές εικόνες από το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, στις οποίες παρουσιάζονται δομές lamination, από Fe-πλούσιο τραβερίνη (HL-1-R), από την περιοχή των Ήλιων. Ταυτόχρονα, οι αποχρώσεις του γκρι υποδηλώνουν τα αντίστοιχα μοριακά βάρη. Οι ανοιχτόχρωμες περιοχές παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές μοριακών βαρών και είναι Fe-πλούσιες, ενώ οι σκουρόχρωμες χαμηλότερες τιμές μοριακών βαρών και είναι Ca-πλούσιες. Στις εικόνες (A), (Γ), (E), (Z) παρουσιάζονται χαρακτηριστικά οι εναλλαγές ανάμεσα στις laminae. Στην εικόνα (B) παρουσιάζεται μια περιοχή στην οποία στον ελεύθερο χώρο της οποίας αναπτύσσονται βελόνες αραγωνίτη, καθώς η τελευταία laminae, από την οποία προέρχονται είναι Ca-πλούσια (σκούρο γκρι χρώμα). Στην εικόνα (Δ) παρουσιάζεται απόθεση θαμνοειδούς μορφής (shrubs).



Εικ. Δ.2.75. Στις εικόνες (A), (B) παρουσιάζονται γενικές εικόνες από το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, στις οποίες αποτυπώνονται δομές lamination, από Fe-πλούσιο τραβερτίνη (HL-1-R), από την περιοχή των Ήλιων. Οι αποχρώσεις του γκρι υποδηλώνουν τα αντίστοιχα μοριακά βάρη. Οι ανοιχτόχρωμες περιοχές παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές μοριακών βαρών και είναι Fe-πλούσιες, ενώ οι σκουρόχρωμες χαμηλότερες τιμές μοριακών βαρών και είναι Ca-πλούσιες.

Πίνακας Δ.2.17. Μικροαναλύσεις από διαφορετικές laminae στις εικόνες Δ.2.31A, B.

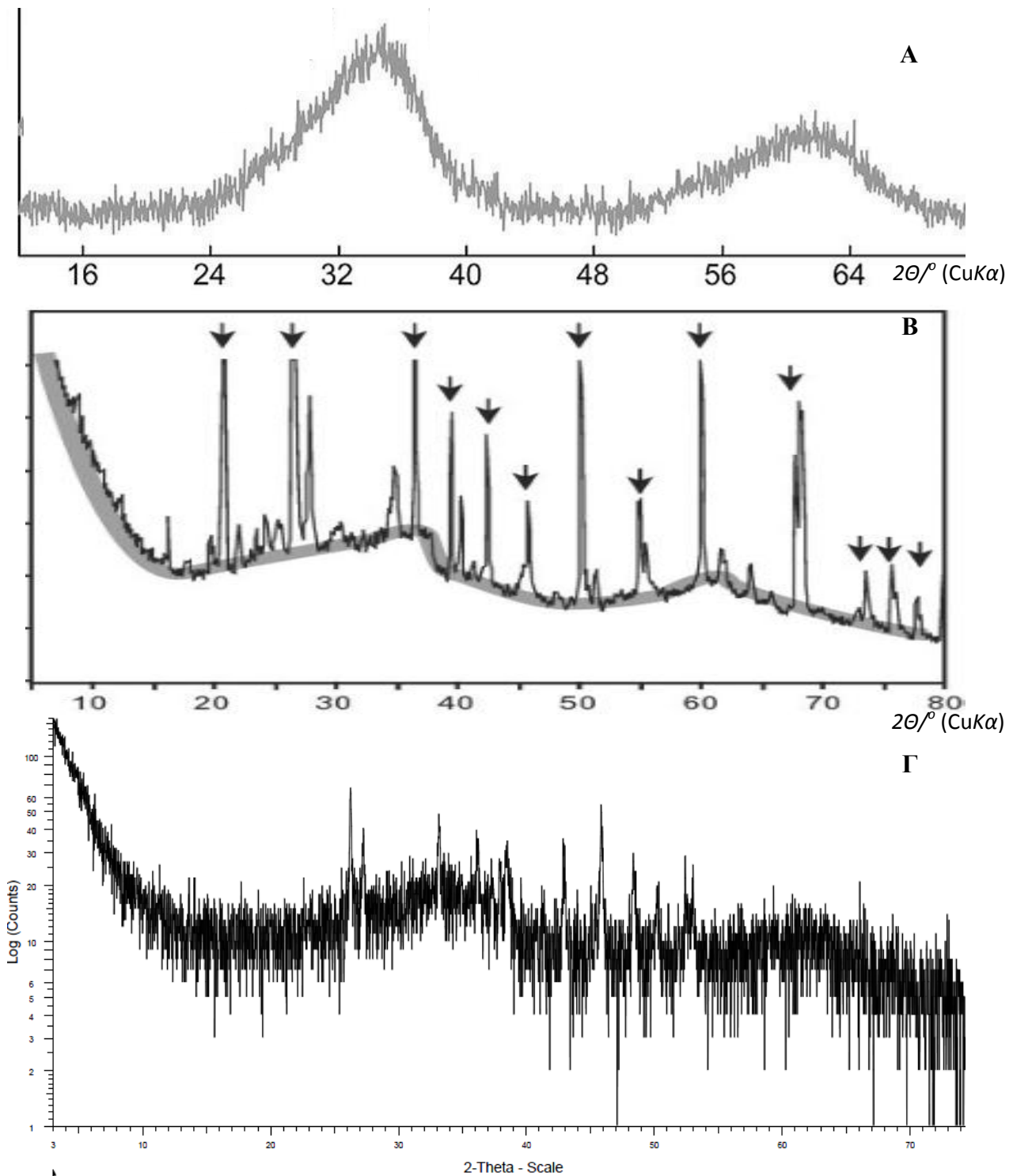
Element %	C8	C9	C14	C15
O	36.5	44.75	36	47,5
Si	6	1	6	0.5
Cl	0.25	0.1	-	0.5
Ca	2.5	32	3	34.5
Fe	39	5.5	39	2
As	2.27	0.5	4	-



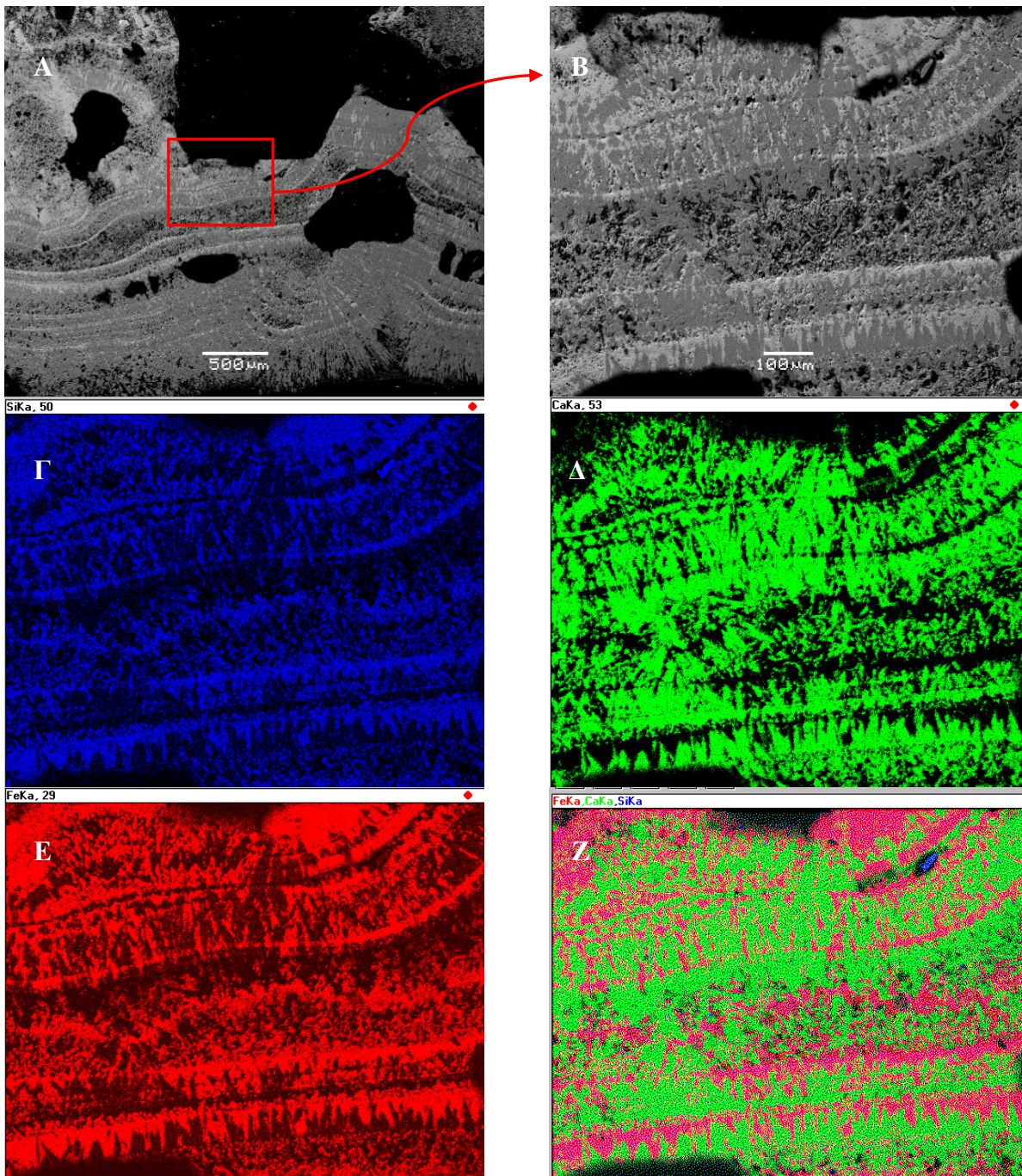
Εικ. Δ.2.76. Στην εικόνα (A) παρουσιάζεται γενική εικόνα από το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, στην οποία αποτυπώνονται κυψελοειδής δομές (cellular), από Fe-πλούσιο τραβερτίνη (100A), από την περιοχή των Ήλιων. Στην εικόνα (B) παρουσιάζεται κοντινή λήψη της συγκεκριμένης περιοχής, με επισήμανση των σημείων στα οποία πραγματοποιήθηκαν μικροαναλύσεις. Οι αποχρώσεις του γκρι, στις συγκεκριμένες εικόνες, υποδηλώνουν τα αντίστοιχα μοριακά βάρη. Οι ανοιχτόχρωμες περιοχές παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές μοριακών βαρών και είναι Fe-πλούσιες, ενώ οι σκουρόχρωμες χαμηλότερες τιμές μοριακών βαρών και είναι Ca-πλούσιες.

Πίνακας Δ.2.18. Μικροαναλύσεις από περιοχές κυψελοειδών δομών.

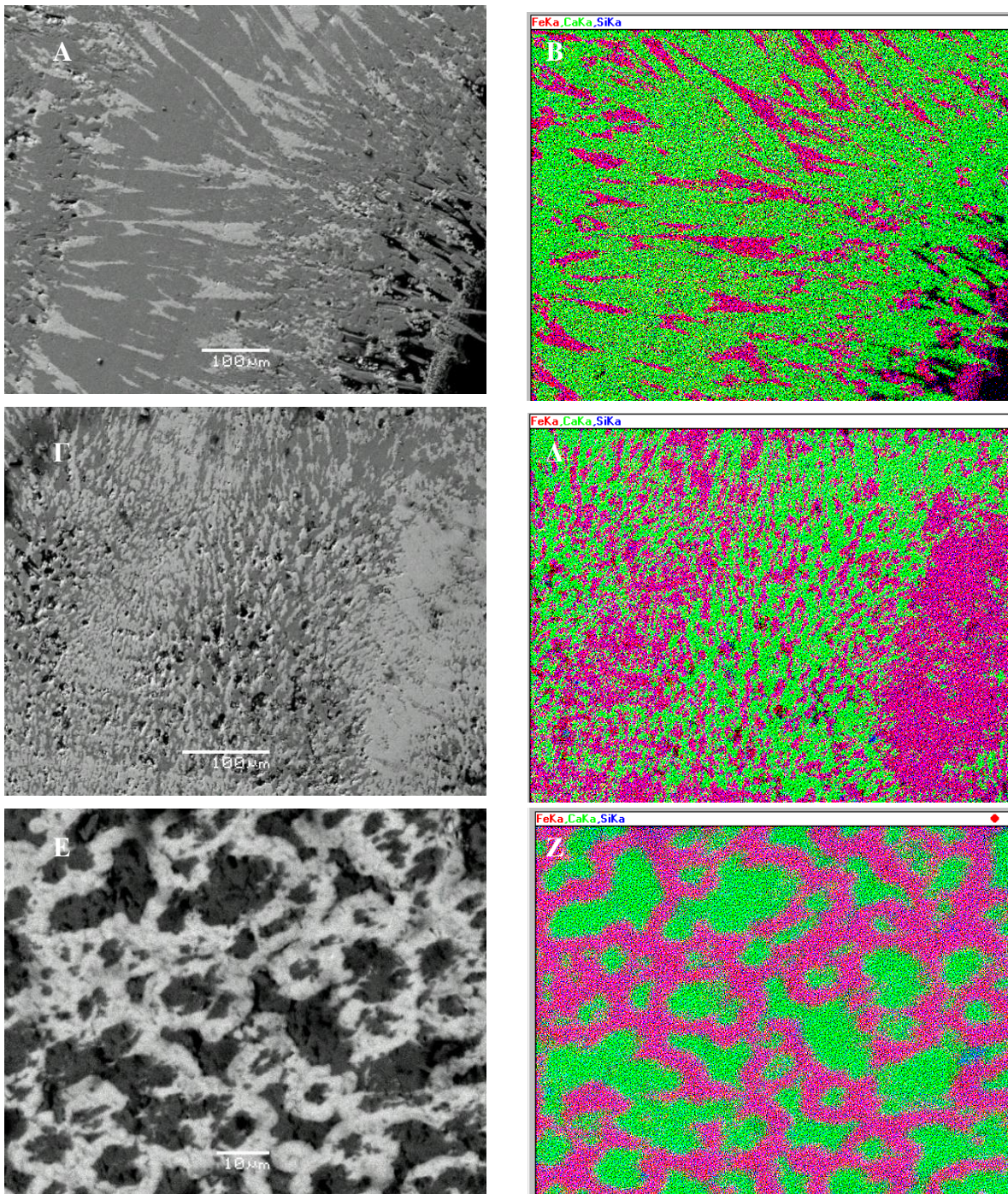
Element %	C26	C27	C29
O	18.5	14.5	-
Si	5	0.2	5.65
S	-	0.31	-
Ca	6.5	33	2.5
Fe	32.5	1.25	35
As	3.5	-	3.65
Sr	-	1	-



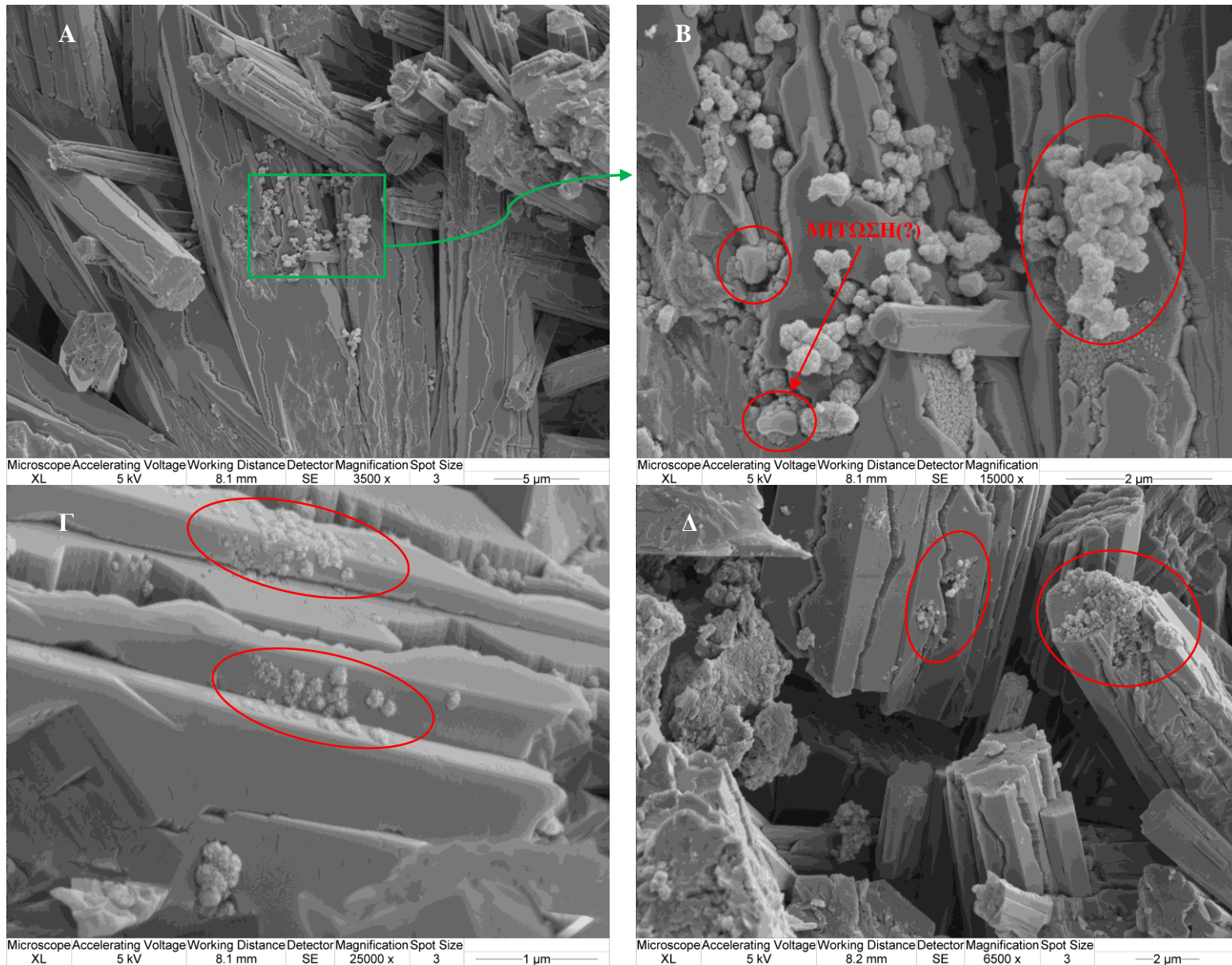
Εικ. Δ.2.77. Ακτινογραφήματα φεριϋδρίτη ($5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$). Στην εικόνα (A) παρουσιάζεται το ακτινογράφημα, των Ristic et al. (2007) στη δημοσίευσή τους "Structural model for ferrihydrite", στο περιοδικό Clay Minerals. Όπου είναι εμφανείς οι αναθλώσεις στις 35° και 62° , χαρακτηριστικές του φεριϋδρίτη. Στην εικόνα (B) παρουσιάζονται τα ακτινογραφήματα των Takashima et al. (2008), από αποθέσεις θερμών πηγών στην Ιαπωνία, όπου είναι εμφανείς οι χαρακτηριστικές αναθλώσεις στις 35° και 62° του φεριϋδρίτη, ενώ οι οξείες κορυφές ταυτοποιούν το SiO_2 . Στην εικόνα (Γ) παρουσιάζεται ακτινογράφημα από Fe-πλούσιο τραβερτίνη από την περιοχή των Ήλιων, στο οποίο είναι παρούσες οι χαρακτηριστικές αναθλώσεις του φεριϋδρίτη. Οι οξείες κορυφές του συγκεκριμένου ακτινογραφήματος ταυτοποιούν την ορυκτή φάση του αραγωνίτη, η οποία είναι επίσης παρούσα στο συγκεκριμένο δείγμα.



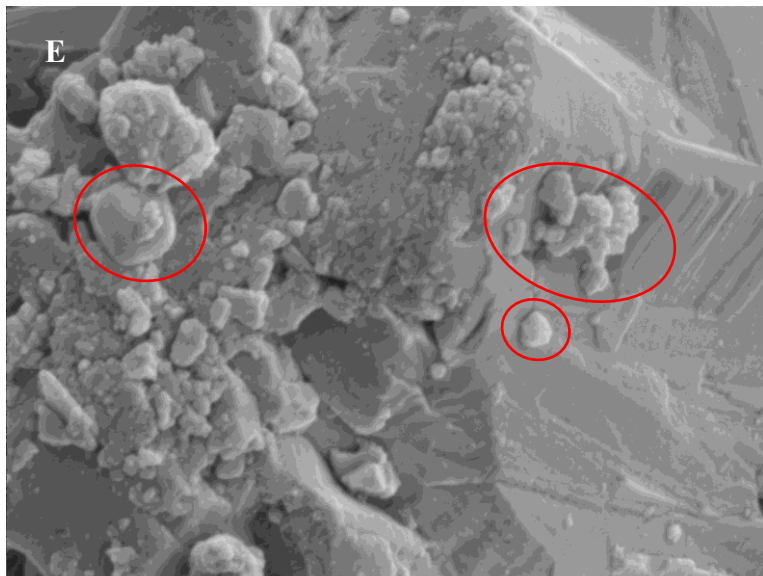
Εικ. Δ.2.78. Στην εικόνα (Α) παρουσιάζεται μια γενική εικόνα από το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, στην οποία εμφανίζονται δομές lamination, από Fe-πλούσιο τραβερτίνη (HL-1-R), από την περιοχή των Ήλιων. Στην εικόνα (Β) γίνεται εστίαση σε συγκεκριμένη περιοχή, όπου παρατηρείται lamination. Οι αποχρώσεις του γκρι στις εικόνες (Α), (Β) υποδηλώνουν τα αντίστοιχα μοριακά βάρη. Οι ανοιχτόχρωμες περιοχές παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές μοριακών βαρών και είναι Fe-πλούσιες, ενώ οι σκουρόχρωμες χαμηλότερες τιμές μοριακών βαρών και είναι Ca-πλούσιες. Στις εικόνες (Γ), (Δ), (Ε) αποτυπώνονται χαρτογραφικά συγκεντρώσεις συγκεκριμένων στοιχείων. Στην εικόνα (Γ) με μπλε χρώμα αποτυπώνεται η συγκέντρωση του πυριτίου. Στην εικόνα (Δ) με πράσινο χρώμα αποτυπώνεται η συγκέντρωση του ασβεστίου. Στην εικόνα (Ε) με κόκκινο χρώμα αποτυπώνεται η συγκέντρωση του σιδήρου. Η εικόνα (Ζ) προκύπτει από την σύνθεση των εικόνων (Γ), (Δ), (Ε), παρουσιάζοντας την συγκέντρωση πυριτίου με μπλε χρώμα, τη συγκέντρωση του ασβεστίου με πράσινο χρώμα και την συγκέντρωση του σιδήρου με κόκκινο χρώμα.



Εικ. Δ.2.79. Στις εικόνες (Α), (Γ) παρουσιάζονται εικόνες από το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, στις οποίες αποτυπώνονται διαφορετικές δομές lamination, από Fe-πλούσιο τραβερτίνη (HL-1-R), από την περιοχή των Ηλιων. Στην εικόνα (Ε) παρουσιάζεται αντίστοιχο φαινόμενο από τραβερτίνη από την περιοχή της Αιδηψού (EOT-16-R). Οι αποχρώσεις του γκρι στις εικόνες (Α), (Γ), (Ε) υποδηλώνουν τα αντίστοιχα μοριακά βάρη. Οι ανοιχτόχρωμες περιοχές παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές μοριακών βαρών και είναι Fe-πλούσιες, ενώ οι σκουρόχρωμες χαμηλότερες τιμές μοριακών βαρών και είναι Ca-πλούσιες. Οι εικόνες (Β), (Δ), (Ζ), είναι ψευδοχρωμες εικόνες οι οποίες προέρχονται από την σύνθεση της χαρτογραφικής αποτύπωσης συγκεντρώσεων συγκεκριμένων στοιχείων. Πιο συγκεκριμένα, έχουν αποτυπωθεί με μπλε χρώμα η συγκέντρωση του πυριτίου, με πράσινο χρώμα η συγκέντρωση του ασβεστίου και με κόκκινο χρώμα η συγκέντρωση του σιδήρου.

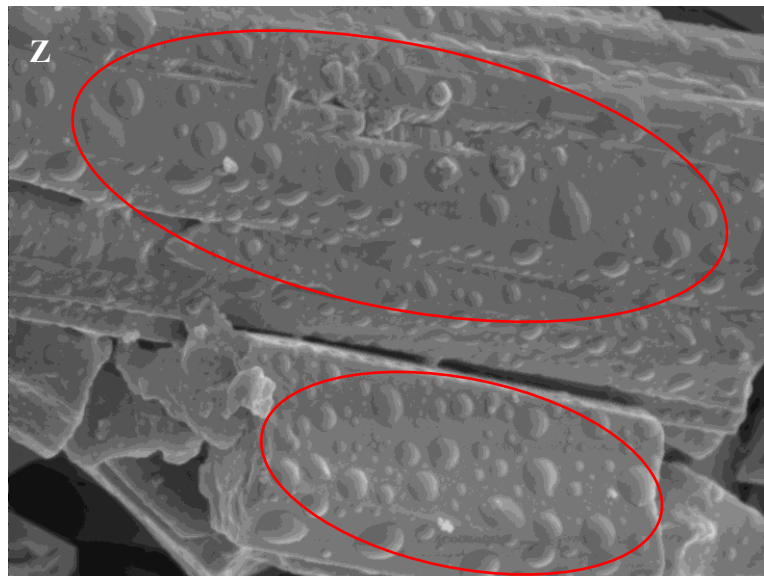


Εικόνα Δ.2. 80. Πιθανές βιο-δομές, μικρής κλίμακας, που αναπτύσσονται κατά κανόνα σε κρυστάλλους αραγωνίτη, σε τραβερτινικές αποθέσεις των θερμών πηγών, από την Αιδηψό και των Ήλιων. Οι συγκεκριμένες εικόνες λήφθηκαν με SEM Philips XL30 Field Emission, στο NHM, λόγω της δυνατότητας του να επιτυγχάνει μεγάλη μεγέθυνση (έως nm).



Microscope Accelerating Voltage Working Distance Detector Magnification Spot Size
 XL 5 kV 9.9 mm SE 25000 x 3

1 μm



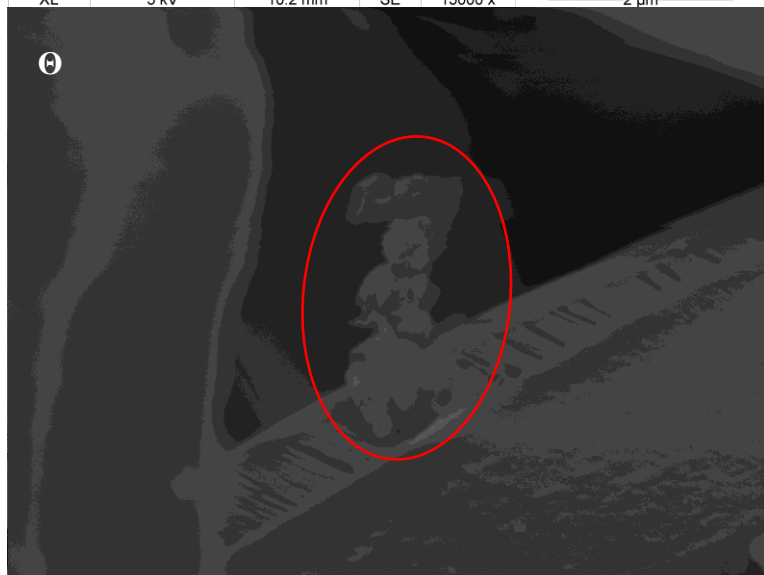
Microscope Accelerating Voltage Working Distance Detector Magnification Spot Size
 XL 5 kV 10.2 mm SE 15000 x

2 μm



Microscope Accelerating Voltage Working Distance Detector Magnification Spot Size
 XL 5 kV 10.7 mm SE 50000 x 3

500 nm



Microscope Accelerating Voltage Working Distance Detector Magnification Spot Size
 XL 5 kV 10.8 mm SE 35000 x 3

500 nm

Εικόνα Δ.2.80. (συνέχεια)

Δ.2.6. ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΤΡΑΒΕΡΤΙΝΙΚΩΝ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ ΤΩΝ ΘΕΡΜΩΝ ΠΗΓΩΝ

Δ.2.6.1 Χημικές αναλύσεις κύριων στοιχείων και ιχνοστοιχείων

Από την εξέταση των αποτελεσμάτων των χημικών αναλύσεων (Πίνακας Δ.2.2) από τις 3 περιοχές (Αιδηψός, Ήλια, Θερμοπύλες) στις οποίες εντοπίστηκαν και μελετήθηκαν αποθέσεις θερμών πηγών, διαπιστώθηκε ότι βάσει μόνο των συγκεντρώσεων που παρουσιάζουν σε κάποια στοιχεία τα δείγματα μπορούν να διακριθούν σε ποια περιοχή ανήκουν.

Παρατηρώντας τους πίνακες Δ.2.2, 19, διαπιστώνεται πως σε μια μεγάλη ομάδα στοιχείων οι μεγαλύτερες τιμές συγκεντρώσεων παρουσιάζονται στην περιοχή της Αιδηψού, χαρακτηριστικές είναι οι συγκεντρώσεις των Ca (έως 620000mg/kg), Na (έως 33100mg/kg), P (έως 440mg/kg), S (έως 67800mg/kg), Si (έως 950mg/kg) και ακολουθούν τα Al (έως 1150mg/kg), Ba (έως 140 mg/kg), Cd (έως 0,025mg/kg), Cu (έως 14,7mg/kg), Hf (έως 0,056 mg/kg), K (έως 1086 mg/kg), Pb (έως 10,6 mg/kg), Sb (έως 4,5 mg/kg), Sn (έως 0,8 mg/kg), Th (έως 0,14 mg/kg), Ti (έως 11,5 mg/kg), Zn (έως 25,8 mg/kg), Zr (έως 2 mg/kg). Πιο συγκεκριμένα οι συγκεντρώσεις Ca, Na, S, Al, Ti(;), Cu, Sn, στις αποθέσεις της Αιδηψού, είναι διακριτά ιδιαίτερα μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις των άλλων περιοχών. Τα στοιχεία Cu, Sn μάλιστα, παρουσιάζονται μόνο στις αποθέσεις της Αιδηψού.

Αντίστοιχα, στις αποθέσεις των Ήλιων, διαπιστώνεται ότι οι συγκεντρώσεις As (έως 18300 mg/kg) και Fe (έως 289000 mg/kg) και σε μικρότερο βαθμό Sc (έως 8,8 mg/kg) και Y (έως 258 mg/kg), είναι διακριτά ιδιαίτερα μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις των άλλων περιοχών. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ο σαφής εμπλουτισμός σε σπάνιες γαίες των αποθέσεων από τα Ήλια, σε σύγκριση με τις άλλες δύο περιοχές (βλ. Κεφ. Δ.2.6.2).

Στις αποθέσεις στην περιοχή των Θερμοπυλών, αν και κατά κανόνα έχουμε τις μικρότερες τιμές συγκεντρώσεων, οι συγκεντρώσεις Mg (έως 6850 mg/kg) και Li (έως 6720 mg/kg), είναι διακριτά ιδιαίτερα μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις των άλλων περιοχών.

Μετά από κανονικοποίηση των αποτελεσμάτων ως προς τη μέση σύσταση του ηπειρωτικού φλοιού (CC) και προβολή τους σε κανονικοποιημένο διάγραμμα (Εικ. Δ.2.82), διαπιστώνεται ο έντονος εμπλουτισμός των αποθέσεων σε συγκεκριμένα στοιχεία, ως προς την μέση σύσταση του ηπειρωτικού φλοιού (CC). Στα στοιχεία S και As, ο εμπλουτισμός τους φτάνει έως και τις 1.000.000 και στα στοιχεία B, Be, Sb, Sr, Y παρουσιάζεται εμπλουτισμός πάνω από 1.000 φορές. Παράλληλα, μικρότερου βαθμού εμπλουτισμό (>10 φορές) παρουσιάζουν τα Cs, Cu (μόνο σε δύο δείγματα από την περιοχή της Αιδηψού AD-5-R, AD-12-1-R), Li, Pb, Sc, Zn και εμπλουτισμός κάτω από 10 φορές παρατηρήθηκε σε Ca, Fe (μόνο τα δείγματα από τα Ήλια), U, V, Zr, Hf, Rb.

Σχετικό έλλειμμα (λιγότερο από 1/10) των αποθέσεων, ως προς την μέση σύσταση του ηπειρωτικού φλοιού (CC), παρατηρείται στο Na και το P, ενώ τα Si, Al, K, Mg,

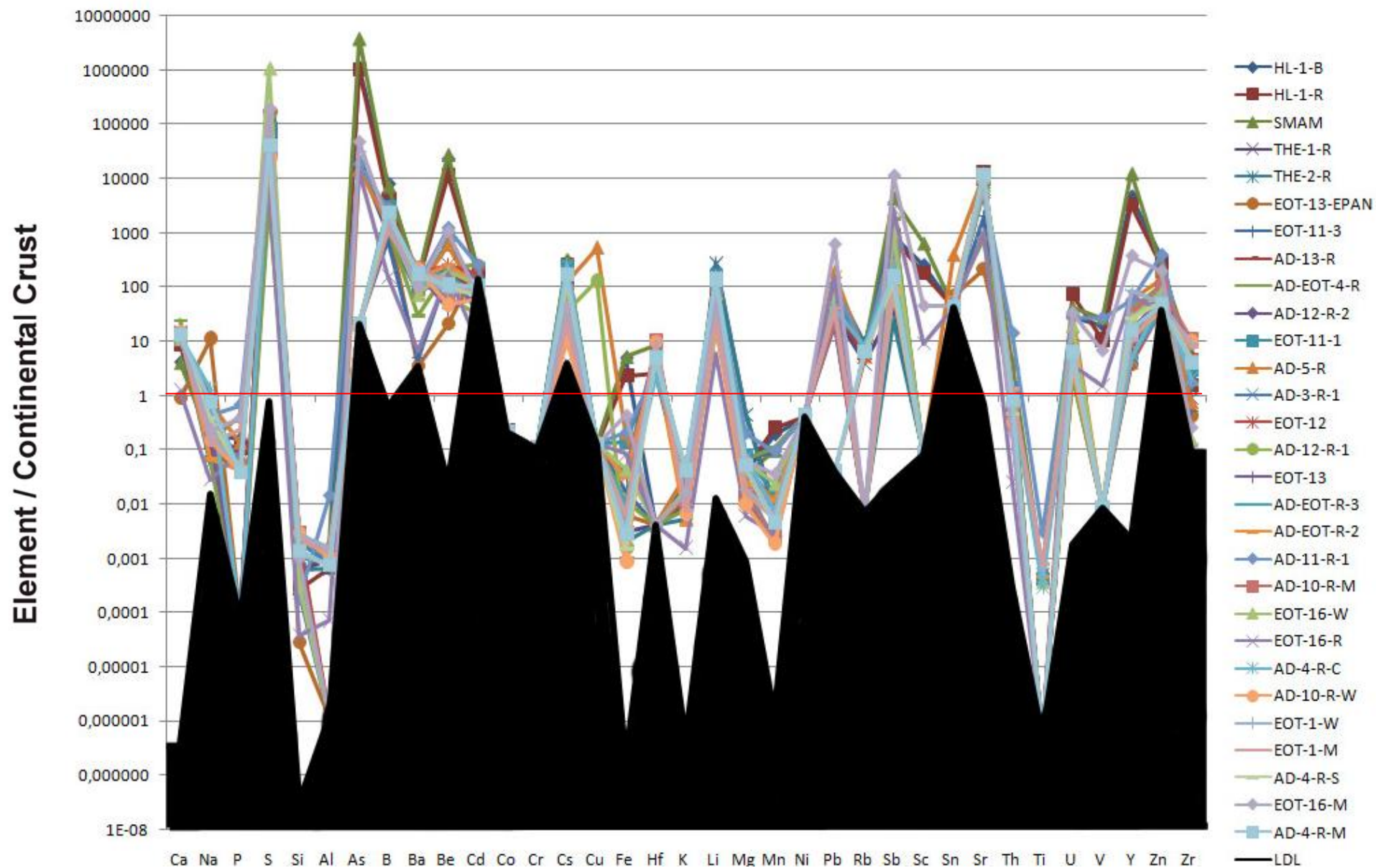
Mn, Ti το έλλειμμα των αποθέσεων ως προς την μέση σύσταση του ηπειρωτικού φλοιού παρουσιάζει μεγαλύτερη ένταση.

Αν αντιπαραβάλουμε τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων της παρούσας μελέτης, με χημικές αναλύσεις άλλων αποθέσεων επιφανειακών τραβερτινών, από ενεργά υδροθερμικά συστήματα (Πίνακας Δ.2.19), όπως τα συστήματα του Βόρειου Καυκάσου (Lavrushin et al., 2006), του ηφαιστείου Savo, στα νησιά του Σολομώντα (Smith, 2008) και του Tutum Bay, στο νησί Ambitle, στη Παπούα-Νέα Γουινέα (Pichler & Veizer, 2004), διαπιστώνεται ότι στα περισσότερα στοιχεία παρατηρούνται συγκρίσιμες συγκεντρώσεις ανάμεσα στις αποθέσεις από την περιοχή των Θερμοπυλών (που όπως προαναφέρθηκε παρουσιάζουν τις μικρότερες τιμές συγκεντρώσεων από τις τρεις περιοχές που εξετάστηκαν), με τις αποθέσεις από τα ενεργά υδροθερμικά συστήματα.

Πιο αναλυτικά, οι συγκεντρώσεις των Ca, S, B, K, Mg, Sb, Sr, στις τραβερτινικές αποθέσεις από το ηφαιστείο Savo (Πίνακας Δ.2.19), είναι παραπλήσιες με τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις που διαπιστώθηκαν από την περιοχή των Θερμοπυλών, ενώ οι συγκεντρώσεις Ba, Fe είναι παραπλήσιες με τις συγκεντρώσεις των αποθέσεων της Αιδηψού. Τέλος, με την περιοχή των Ήλιων συγκρίσιμες είναι οι συγκεντρώσεις U, Zn, S, Si. Βέβαια, σε κάποια στοιχεία οι συγκεντρώσεις μας είναι συγκρίσιμες και με του Tutum Bay, όπως του Cu και του Pb με την Αιδηψό και του Mg με Ήλια. Ενώ αντίθετα, οι τραβερνιτικές αποθέσεις από όλη την περιοχή του Βόρειου Καυκάσου είναι αισθητά μικρότερες.

Από την σύγκριση αυτή διαπιστώνεται ο μεγάλος εμπλουτισμός σε κάποια στοιχεία των αποθέσεων που εξετάστηκαν (Πιν. Δ.2.19). Ενδεικτικά αναφέρεται το Na, το οποίο στις αποθέσεις της Αιδηψού φτάνει έως 33100mg/kg και στα Ήλια 4960mg/kg και στις Θερμοπύλες 2400mg/kg, ενώ σε όλες τις άλλες υπό σύγκριση περιοχές, η μέγιστη τιμή είναι 630mg/kg. Αντίστοιχο φαινόμενο παρατηρείται και σε μέταλλα, όπως το As και ο Fe, όπου στην περιοχή των Ήλιων φτάνει στα 18300mg/kg και 288700mg/kg αντίστοιχα, ενώ σε όλες τις άλλες υπό σύγκριση περιοχές η μέγιστη τιμή As είναι 166mg/kg και Fe 22900mg/kg.

Τέλος, δεν πρέπει να παραληφθεί να αναφερθεί, ο μεγάλος εμπλουτισμός που παρατηρείται σε σπάνιες γαίες κυρίως στην περιοχή των Ήλιων.



Εικ. Δ.2.81. Κανονικοποιημένες χημικές αναλύσεις τραβερτινικών αποθέσεων, ως προς την μέση σύσταση του ηπειρωτικού φλοιού (CC) (Rudnick R. L. & Gao S., 2003).

Πίνακας Δ.2.19. Αντιπαραβολή του εύρους των συγκεντρώσεων των αποθέσεων της παρούσας μελέτης με αποθέσεις άλλων επιφανειακών τραβερτινών, από ενεργά υδροθερμικά πεδία.

	ΑΝ. ΣΤ. ΕΛΛ.		ΕΥΒΟΙΑ				RUSSIA ¹		SOLOMON ISLANDS ²		PAPUA NEW GUINEA ³	
	ΘΕΡΜΟΠΥΛΑΕΣ		ΑΙΔΗΨΟΣ		ΗΛΙΑ		N. CAUCASUS		SAVO VOLCANO		TUTUM BAY	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Ca mg/kg	342000	353000	32000	620000	103000	219000	4	490	323900	370400	371641	384791
Na mg/kg	1390	2400	700	33100	3280	4960	<	7	140	630	371	593
P mg/kg	48	48	25	440	71	280	<	1	90	410	44	87
S mg/kg	4670	4940	230	67800	650	2740	<	7	1500	10500	<	<
Si mg/kg	190	200	12	950	86	340						
Al mg/kg	52	75	6	1152	54	150	0,01	7			529	1799
As mg/kg	97	118	66	231	4896	18300			0,6	626		
B mg/kg	17	19	3	50	73	136	0,001	0,6	36	36		
Ba mg/kg	47	51	3	144	80	90	0,004	11	23	167	47	47
Be μg/kg	300	380	83	2540	24500	57800	<	48				
Cd μg/kg	9	13	1	25	15	18			50	360	400	400
Co μg/kg	<	<	<	<	<	<	<	24	100	2900		
Cr μg/kg	<	<	<	<	<	<	1	29	1700	1700		
Cs μg/kg	320	370	20	1240	1230	1540	<	78			40	14000
Cu μg/kg	0	0	3600	14700	0	0	<	59	150	780	18000	18000
Fe mg/kg	116	170	49	23950	130870	288690	0,1	68	600	22900	490	1259
Hf μg/kg	<	<	12	56	14	45	<	4			80	1400
K mg/kg	124	229	36	1087	336	513	<	1	100	100		
Li μg/kg	6520	6700	140	3900	1530	1940	<	89				
Mg mg/kg	6700	6851	87	2991	545	689	1	42	900	4300	241	543
Mn mg/kg	5	7	1	84	74	196	<	18	1260	7064	77	542
Ni μg/kg	<	<	<	<	<	<	<	48	1500	4000		
Pb μg/kg	370	530	348	10600	720	2210	<	35	30	1250	7000	27000
Rb μg/kg	340	340	417	690	520	790	<	12			430	49000
Sb μg/kg	10	16	30	4580	350	1750	<	0	90	90		
Sc μg/kg	<	<	130	630	2560	8870	27	8140	100	400		
Sn μg/kg	<	<	90	810	<	<						
Sr mg/kg	1918	2160	254	3956	2515	4259	0,02	14	1152	3974	10	9500
Th μg/kg	7	11	<	147	9	41	<	4			30	970
Ti μg/kg	1920	1920	1140	11510	2430	2430			90000	90000	59948	119897
U μg/kg	23	31	10	91	75	200	<	7	200	200	30	1100
V μg/kg	<	<	140	2560	1040	2610	<	29				
Y μg/kg	200	290	80	7980	71100	258900	<	86			18000	90000
Zn μg/kg	4520	4650	2520	25900	16000	24300	2	160	300	21000		
Zr μg/kg	180	250	29	2080	290	1070	<	340			700	49000
La μg/kg	<	<	180	1100	14300	57300	0,02	32,1	700	2700		
Ce μg/kg	100	120	19	1660	27500	119300	0,06	78,2				
Pr μg/kg	14	15	2	220	3640	16900	0,007	8,4				
Nd μg/kg	52	64	6	1110	16700	76500	0,06	31				
Sm μg/kg	12	15	3	390	5280	24400	0,01	7,2				
Eu μg/kg	3	4	1	150	1850	8300	0,01	1,7				
Gd μg/kg	18	20	6	770	8830	38400	0,02	8,7				
Tb μg/kg	2	3	<	140	1750	7580	0,004	1,6				
Dy μg/kg	15	18	1	950	12700	51300	0,03	11,9				
Ho μg/kg	4	4	<	190	2710	10800	0,003	2,8				
Er μg/kg	54	130	7	1140	7570	29700	0,01	9,8				
Tm μg/kg	2	2	<	60	940	3760	0,002	1,7				
Yb μg/kg	6	9	2	300	5230	19800	0,007	11				
Lu μg/kg	1	1	<	38	650	2410	0,002	1,8				

RUSSIA¹ = Βόρειος Καυκάσος (Lavrushin et al., 2006),

SOLOMON ISLANDS² = ηφαιστείου Savo, (Smith, 2008)

PAPUA NEW GUINEA³ = Tutum Bay, στο νησί Ambitle, (Pichler & Veizer, 2004)

Δ.2.6.2. Χημικές αναλύσεις σπανίων γαιών

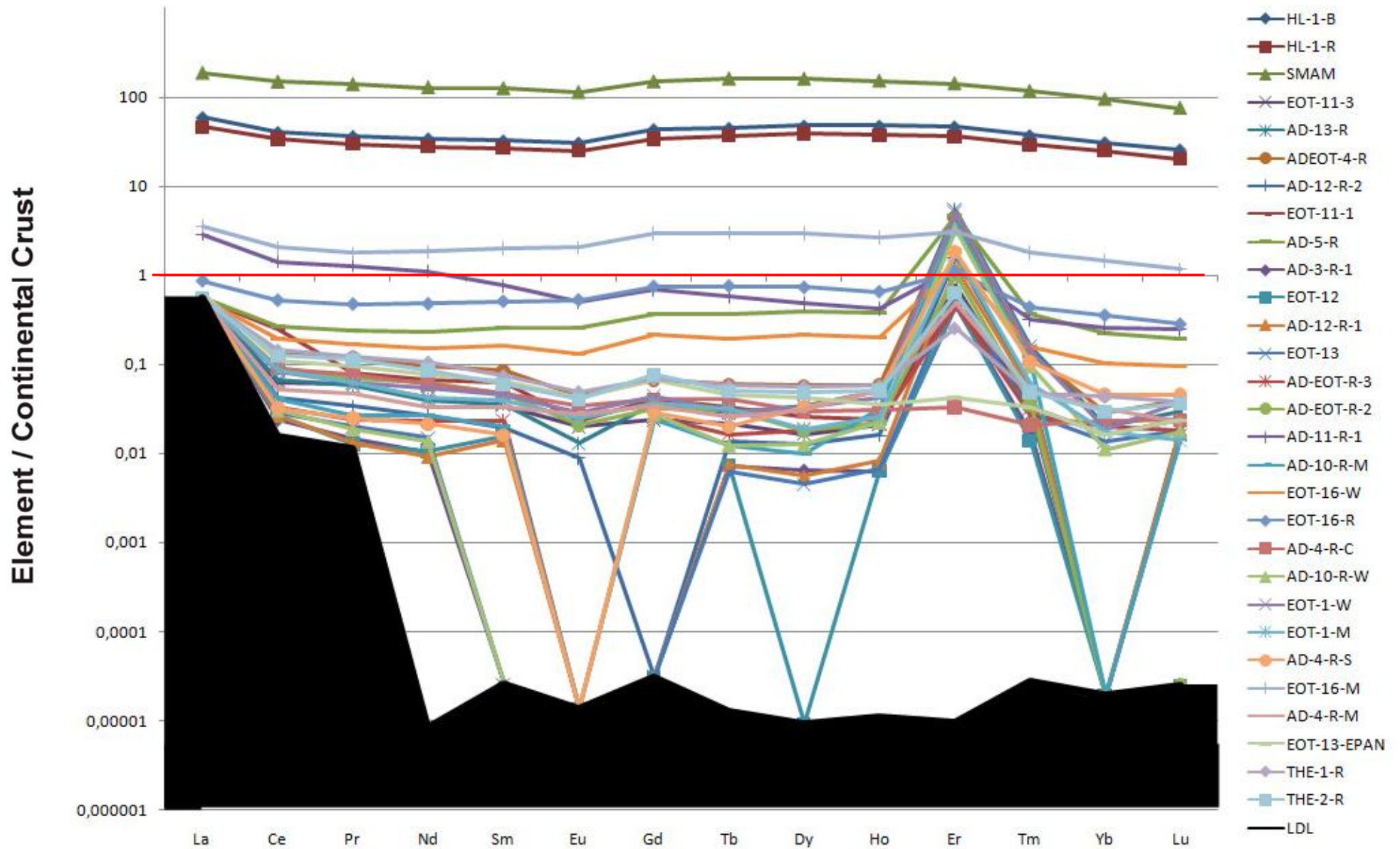
Οι σπάνιες γαίες (REE-Rare Earth Elements) ως γνωστό αφθονούν σε υδροθερμικά περιβάλλοντα (Jones et al., 1996, Wood, 2004). Ενδεικτικό είναι ότι πολλά REE ορυκτά διαπιστώθηκαν για πρώτη φορά σε υδροθερμικά περιβάλλοντα π.χ. bastnasite, cerite, lanthanite, tornebohmite (Geijer, 1921), burbankite (Pecora & Kerr, 1953) gasparite (Graeser & Schwander, 1987), huanghoite (Semenov & Chang, 1961), paraniite (Demartin et al., 1994), sahamalite (Jffe et al., 1953) και stillwellite (McAndre & Scott, 1955). Δεν πρέπει να παραληφθεί να αναφερθεί το γεγονός ότι το δημήτριο (Ce) με την μορφή του οξειδίου ανακαλύφθηκε σε μετασωματικά πετρώματα από τους Berzelius & Hisinger (1803) στο Bastnas της Σουηδίας.

Εστιάζοντας μόνο στις σπάνιες γαίες στον Πίνακα Δ.2.19, όπως προαναφέρθηκε, διαπιστώθηκε μεγάλη διαφορά των συγκεντρώσεων τους ανάμεσα στα δείγματα από την περιοχή των Ήλιων και τα δείγματα από τις δύο άλλες περιοχές που εντοπίστηκαν αποθέσεις (Αιδηψός και Θερμοπούλες). Αντίστοιχο φαινόμενο παρατηρείται και κατά την αντιπαραβολή των αποτελεσμάτων από τα Ήλια με τα αποτελέσματα από τις τραβερνιτικές αποθέσεις στο ηφαιστείου Savo, (Smith, 2008), αλλά και τις τραβερνιτικές αποθέσεις από την περιοχή του Βόρειου Καυκάσου (Lavrushin et al., 2006).

Εξετάζοντας όμως τον πίνακα Δ.1.5, διαπιστώνεται ότι τα δείγματα υδροθερμικά ρευστά που είναι υπεύθυνα για τις αποθέσεις στην περιοχή των Ήλιων δεν παρουσιάζουν κάποιο αξιόλογο εμπλουτισμό σε REE, καθώς παρουσιάζοντας συγκεντρώσεις κάτω από τα όρια ανιχνευσιμότητας, όπως και σχεδόν όλα τα δείγματα υδροθερμικών ρευστών που αναλύθηκαν, αν και μετρήθηκαν με ICP-MS, ώστε τα όρια ανιχνευσιμότητας να είναι σχετικά χαμηλός. Οι Jones et al. (1996) και Wood (2004), αναφέρουν πως τα υδροθερμικά διαλύματα με χαμηλές τιμές pH ή με υψηλές τιμές θερμοκρασίας παρουσιάζουν την δυνατότητα να μεταφέρουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις REE και κατ' επέκταση οι αποθέσεις τους είναι πιο εμπλουτισμένες σε REE. Μελετώντας τον Πίνακα Δ.1.4, δεν παρατηρείται κάποια διαφοροποίηση των δειγμάτων από τα Ήλια, όσον αφορά τις τιμές του pH και της θερμοκρασίας ώστε να δικαιολογούσε τον εμπλουτισμό τους.

Μετά από κανονικοποίηση των αποτελεσμάτων ως προς τη μέση σύσταση του ηπειρωτικού φλοιού (CC) και προβολή τους σε κανονικοποιημένο διάγραμμα (Εικ. Δ.2.82), διαπιστώνεται η σαφής διάκριση των δειγμάτων από τα Ήλια, λόγω του εμπλουτισμού τους από τα δείγματα των άλλων περιοχών.

Όσον αφορά, τα δείγματα από την περιοχή των Ήλιων, παρατηρείται μια μικρή αρνητική ανωμαλία σε ευρώπιο (Eu), φαινόμενο το οποίο επαναλαμβάνεται και στα δείγματα από τις άλλες περιοχές. Στα δείγματα από τις περιοχές της Αιδηψού και των Θερμοπουλών, παρατηρείται πολύ μεγάλη θετική ανωμαλία σε έβριο (Er) και μερικές φορές μικρή αρνητική ανωμαλία σε δημήτριο (Ce) και σε δυσπρόσιο (Dy).



Εικ. Δ.2.82. Κανονικοποιημένες χημικές αναλύσεις σπανίων γαιών από τραβερτινικές αποθέσεις, ως προς την μέση σύσταση του ηπειρωτικού φλοιού (CC) (Rudnick R. L. & Gao S., 2003).

Δ.3. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

ΘΕΡΜΕΣ ΠΗΓΕΣ

Συνοψίζοντας τα δεδομένα, που προκύπτουν από τις αναλύσεις των θερμών πηγών, διαπιστώνονται τα εξής:

- Οι θερμοκρασίες των θερμών πηγών που εξετάστηκαν κυμαίνονται στην Β. Εύβοια από 43 έως 82 °C και στην Αν. Στερεά Ελλάδα από 29,6 έως 40,6 °C.
- Οι θερμές πηγές παρουσιάζουν όξινες τιμές του pH ($\text{pH} < 7$), αλλά πολύ κοντά στο 7 (Πιν. Δ.1.4). Τις χαμηλότερες τιμές παρουσιάζουν τα δείγματα της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, καθώς σε κάποια από αυτά η τιμή του pH πέφτει οριακά κάτω από το 6. Εξαιρέση αποτελούν μόνο κάποια δείγματα, που παρουσιάζουν τιμές pH ελάχιστα υψηλότερες από το 7, τα οποία όμως κατά την επαναληπτική δειγματοληψία τους παρουσίασαν τιμές pH μεγαλύτερες του 7 (βλ. Κεφ. Δ.1.6).
- Από τα υδροχημικά διαγράμματα Piper και Durov, διαπιστώνεται η εντυπωσιακή σύμπτωση, των σημείων προβολής όλων των δειγμάτων (Εικ. Δ.1.2Α, Β). Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι στην ίδια περιοχή στην οποία προβάλλονται τα δείγματα που εξετάστηκαν, προβάλλονται και άλλα δείγματα θερμών πηγών από τον Ελλαδικό χώρο, όπως από την Μήλο, το Σουσακι, την Σαμοθράκη, κ.α. (Εικ. Δ.1.31).
- Από το διάγραμμα $\text{Cl-SO}_4\text{-HCO}_3$ του Giggenbach (1988), διαπιστώνεται ότι όλα τα δείγματα προβάλλονται στην περιοχή των ουδέτερων χλωριούχων νερών, καθώς τα χλωριόντα είναι τα επικρατέστερα ιόντα (Εικ. Δ.1.3Α). Οι Dotsika et al. (2009) που μελέτησαν θερμές πηγές από όλο το ηφαιστειακό τόξο του Αιγαίου, διαπίστωσαν ότι στο συγκεκριμένο πεδίο προβάλλονται αναλύσεις από τις θερμές πηγές της Νισύρου, της Σαντορίνης και της Μήλου. Μετά από αναλύσεις ισοτόπων κατέληξαν στο συμπέρασμα οι το υδροθερμικό ρευστό των θερμών πηγών, που μελέτησαν και προβάλλονται στο συγκεκριμένο πεδίο, προέρχεται από ανάμειξη θαλασσινού νερού και μαγματικού νερού του τόξου (ATMW = Arc-Type Magmatic Water).
Στο διάγραμμα $\text{Na}/1000\text{-}\sqrt{\text{Mg-K}}/100$ του Giggenbach (1988), διαπιστώνεται ότι όλα τα δείγματα προβάλλονται στο πεδίο των ώριμων νερών που ορίζονται από τη γραμμή της μερικής ισορροπίας και τη γραμμή της πλήρους ισορροπίας νερού-πετρώματος. Τα δείγματα από την Αν. Στερεά Ελλάδα προβάλλονται πολύ κοντά στην μερική ισορροπία, ενώ τα δείγματα από την Β. Εύβοια προβάλλονται πολύ πιο κοντά στην πλήρη ισορροπία.

- Στο Data of Geochemistry, της USA Geological Survey, στο Professional Paper 400-F, στον πίνακα 16 (White et al. 1963), παρουσιάζεται ανάλυση από την περιοχή Θερμοπόταμου, στα Λουτρά Αιδηψού και αναφέρεται σαν ανάλυση πηγής τύπου Na, Ca-Cl, η οποία παρουσιάζει χαρακτηριστικά παρόμοια με oil-field brines (υφάλμυρα νερά που συνοδεύουν πετρελαϊκούς θύλακες). Τα χημικά χαρακτηριστικά αυτών των πηγών, εκτός από την υψηλή αλατότητα, είναι μεταξύ άλλων και η χαμηλή περιεκτικότητα σε SO_4 και SiO_2 . Αντικείμενο το οποίο χρίει περεταίρω έρευνας.
- Από την μελέτη των χημικών αναλύσεων των θερμών πηγών διαπιστώνεται η τάση, κατά την οποία όλα τα δείγματα από την Β. Εύβοια και κυρίως από την περιοχή της Αιδηψού να παρουσιάζονται λίγο έως πολύ μεγαλύτερες συγκεντρώσεις, σε σύγκριση με τα δείγματα από την περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδος (Πιν. Δ.1.3-5). Το συγκεκριμένο φαινόμενο παρουσιάζει ιδιαίτερη ένταση στις συγκεντρώσεις Na, K, Ca, SO_4 , Cl (Εικ. Δ.1.6).
- Εξαιρέσεις στην τάση που προαναφέρθηκε διαπιστώνεται στις συγκεντρώσεις U και Mg.
- Στην περιοχή της Β. Εύβοιας, σχεδόν σε όλα τα δείγματα, η συγκέντρωση U είναι κάτω από τα όρια ανιχνευσιμότητας, εκτός από τα δείγματα GIA-11-W με $9\mu\text{g/L}$ και AD-105-W με $1\mu\text{g/L}$. Αντίθετα, στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδας η παρουσία U είναι αισθητή σε αρκετά δείγματα θερμών πηγών, με πιο έντονο παράδειγμα το δείγμα KBE-10-D με $12,5\mu\text{g/L}$. Λαμβάνοντας υπόψη μας ότι αντίστοιχη εικόνα παρουσιάζεται και στα υπόγεια ψυχρά νερά των περιοχών, συμπεραίνεται ότι είναι πιθανό το U να προέρχεται από κάποιο πέτρωμα της περιοχής το οποίο το περιέχει σε υψηλή συγκέντρωση.
- Οι υψηλές περιεκτικότητες παρατηρούνται σε στοιχεία που υποδηλώνουν συμμετοχή θαλασσινού νερού όπως το Cl, φτάνοντας την Β. Εύβοια τα 21100mg/L και στην Αν. Στερεά Ελλάδα τα 7250mg/L . Και ο υδροχημικός τύπος όλων των δειγμάτων, είναι νατρώχος-χλωριούχος (Na-Cl) (Πιν. Δ.1.14). Οι Dorez et al (2008) και Psomiadis et al (2008), διαπίστωσαν με την χρήση ισοτόπων ^{18}O , ^2H , ^{13}C , ότι τα θερμά νερά της Αν. Στερεάς Ελλάδος, όπου παρατηρούνται οι μικρότερες συγκριτικά συγκεντρώσεις αυτών των στοιχείων, είναι μεικτού τύπου, με συμμετοχή και μετεωρικού και θαλασσινού νερού, όπου ενδεικτικά αναφέρεται ότι η συμμετοχή του θαλασσινού νερού στην περιοχή Ψωρονέρια (κοντά στη Δαμάστα, 6Km από την θάλασσα), φτάνει το 77% και στην περιοχή των Καμένων Βούρλων φτάνει το 44% ($0,5\text{Km}$ από την θάλασσα) (Dorez et al. 2008). Οπότε το όλο σύστημα, είναι μεικτού τύπου.

- Οι συγκεντρώσεις Na, K, Ca, Cl και SO₄ συµµεταβάλλονται σε ικανοποιητικό βαθµό και ακολουθούν την εξής σειρά Cl>Na>SO₄>Ca. Στην περιοχή της Β. Εύβοιας η σειρά συνεχίζεται µετά το Ca µε K>Mg, ενώ στην περιοχή της Α. Στ. Ελλάδος µε Mg>K, αν και οι διαφοροποιήσεις στις συγκεντρώσεις Mg και K, είναι σχετικά πολύ µικρές (Εικ. Δ.1.6, Πιν. Δ.1.4).
- Στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδας διαπιστώθηκε αξιόλογη συµµεταβολλή των συγκεντρώσεων των ιχνοστοιχείων Co, Mn, Ni, Fe. Όλα τα ιχνοστοιχεία αυτής της οµάδας παρουσιάζουν µια έντονη τάση αύξησης των συγκεντρώσεων στις θερµές πηγές των Καµένων Βούρλων και πιο συγκεκριµένα στα δείγµατα KBE-10-D-WM και KB-1-D-WM (Εικ. Δ.1.8). Πιο αναλυτικά, η συγκέντρωση Co φτάνει στα 9µg/L, του Mn στα 1490µg/L, του Ni στα 37µg/L και του Fe στα 1040 µg/L.
 Η ύπαρξη αυξηµένων συγκεντρώσεων σε αυτά τα ιχνοστοιχεία στη συγκεκριµένη περιοχή αποδίδεται στα υπερβασικά πετρώµατα της οφιολιθικής σειράς, που από γεωφυσικά δεδοµένα και γεωτρητικές έρευνες (Orphanos & Sfetsos 1975), διαπιστώθηκαν στην παράκτια ζώνη των Καµένων Βούρλων σε βάθος κυµαινόµενο µεταξύ 90 έως 250m. Αντίστοιχος εμπλουτισµός στα συγκεκριµένα στοιχεία στην ίδια περιοχή διαπιστώθηκε και στα εδάφη και στα υπόγεια ψυχρά νερά.
- Στην περιοχή της Β. Εύβοιας και πιο συγκεκριµένα στις θερµές πηγές των Ήλιων, διαπιστώθηκε εμπλουτισµός σε Mn και Fe. Πιο αναλυτικά, η συγκέντρωση Mn φτάνει στα 490µg/L και η συγκέντρωση Fe στα 10990µg/L (Εικ. Δ.1.9).
- Μια οµάδα ιχνοστοιχείων διαπιστώθηκε ότι είναι παρόντα στις θερµές πηγές όλων των περιοχών, σε πολύ µικρές συγκεντρώσεις, χωρίς να παρουσιάζουν ιδιαίτερες διαφοροποιήσεις στις συγκεντρώσεις τους (Πίν. Δ.1.3, Δ.1.5), χαρακτηριστικά παραδείγµατα είναι ο Zn και ο Pb (Εικ. Δ.1.10, Δ.1.11). Πιο αναλυτικά, το εύρος των συγκεντρώσεων του Pb στις θερµές πηγές της Β. Εύβοιας είναι 0,4-5,5µg/L και στην Αν. Στερεά Ελλάδα είναι 1,6-3,6µg/L, αντίστοιχα το εύρος του Zn είναι στις θερµές πηγές της Β. Εύβοιας 2-35µg/L και της Αν. Στερεάς Ελλάδας είναι 4-13µg/L.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΑΛΛΑ ΕΝΕΡΓΑ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

- Αντιπαραβάλλοντας τα αποτελέσµατα των αναλύσεων σε θερµές πηγές, οι οποίες έγιναν στα πλαίσια της παρούσας µελέτης (Πίνακες Δ.1.3-5) µε µετρήσεις από ενεργά υδροθερµικά συστήµατα (Πίνακες Δ.1.15, 16), τα οποία παρουσιάζουν σύγχρονες διεργασίες µεταλλογένεσης σε παγκόσµια

κλίμακα παρατηρείται ότι οι συγκεντρώσεις πολλών στοιχείων, όπως Ag, As, Ba, Cu, Cl, S, Se, Sr, Zn που παρουσιάζονται στις θερμές πηγές που μελετήθηκαν (κυρίως της Β. Ευβοίας, όπου και παρουσιάζονται οι πιο αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων) είναι συγκρίσιμες.

- Μετά από σύγκριση των θερμών πηγών που εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη, με θερμές πηγές σε ενεργά υδροθερμικά συστήματα στα οποία έχουμε απόθεση τραβερτινικού υλικού (Πιν. Δ.1.16), διαπιστώθηκε ότι:
 - Σε στοιχεία όπως, Ba, Fe, Mn, Pb κ.α., οι συγκεντρώσεις είναι συγκρίσιμες.
 - Σε κύρια στοιχεία όπως Ca, S και στοιχεία που σχετίζονται με το θαλασσινό νερό (Cl, Na, K), αλλά και ιχνοστοιχείων π.χ. As, Co, Cs, Mg, Ni, τα οποία χαρακτηρίζουν την πηγή προέλευσης και την υπόγεια διαδρομή του θερμού νερού (Giggenbach, 1988), το υπό μελέτη σύστημα, παρουσιάζει μεγαλύτερες συγκεντρώσεις.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΘΕΡΜΩΝ ΚΑΙ ΨΥΧΡΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ

Από την αντιπαραβολή των χημικών αναλύσεων των εξετασθέντων θερμών πηγών και επιλεγμένα δείγματα ψυχρού υπόγειου νερού, που βρίσκονται κοντά στις αναβλύσεις των θερμών πηγών [Πιν. Δ.1.3-5 (αναλ. θερμών πηγών, Πιν. Γ.2.18, 19 (αναλ. ψυχρών νερών Αν. Στ. Ελλάδος), Πιν. Γ.3.25, 26 (αναλ. ψυχρών νερών Β. Εύβοιας)], διαπιστώθηκαν τα εξής:

- Μεγάλος βαθμός εμπλουτισμού των θερμών πηγών σε σύγκριση με τα υπόγεια ψυχρά νερά, διαφαίνεται από τις συγκεντρώσεις των ολικών διαλελημένων στερεών (TDS). Στην Β. Εύβοια οι θερμές πηγές παρουσιάζουν εύρος τιμών σε TDS 9,3-54,68g/L, ενώ τα υπό σύγκριση ψυχρά νερά 0,25-3,63g/L. Στην Αν. Στερεά Ελλάδα οι θερμές πηγές παρουσιάζουν εύρος τιμών σε TDS 5,55-22,54g/L, ενώ τα υπό σύγκριση ψυχρά νερά 0,2-0,37g/L.
- Σε όλα σχεδόν τα ιχνοστοιχεία τα νερά των θερμών πηγών είναι εξαιρετικά πιο εμπλουτισμένα σε σύγκριση με τα υπόγεια ψυχρά νερά των αντίστοιχων περιοχών. Χαρακτηριστικές είναι οι συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων όπως του Co, του Pb, του Fe, του Cr, του Ni κ.α. Τα ιχνοστοιχεία αυτά ανιχνεύτηκαν σε ικανές συγκεντρώσεις και στα υπόγεια ψυχρά νερά των αντίστοιχων περιοχών και προέρχονται από τα πετρώματα που υπάρχουν στο υπέδαφος της κάθε περιοχής. Ο μεγαλύτερος βαθμός εμπλουτισμού των θερμών πηγών σε αυτά τα ιχνοστοιχεία οφείλεται στην μεγαλύτερη δυναμική τους, λόγω της υψηλότερης θερμοκρασίας τους, να αποσπάσουν τα ιχνοστοιχεία από τα μητρικά πετρώματα στα οποία υπάρχουν. Αντίστοιχη εικόνα παρουσιάζεται για κύρια στοιχεία όπως το Ca και το Mg, τα οποία

προέρχονται από τα ανθρακικά πετρώματα των περιοχών, όπως ασβεστόλιθοι και δολομίτες.

- Τα μόνα ιόντα των οποίων οι συγκεντρώσεις των θερμών πηγών και των ψυχρών υπογείων νερών είναι συγκρίσιμες, είναι τα NO_3 και τα PO_4 . Τα συγκεκριμένα ιόντα όμως δεν σχετίζονται με το υδροθερμικό σύστημα και ταυτόχρονα παρουσιάζονται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις.

Εν κατακλείδι συμπεραίνεται ότι οι θερμές πηγές κατά κανόνα παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές συγκεντρώσεων στα κύρια στοιχεία και στα ιχνοστοιχεία. Όμως, παρά τον εμπλουτισμό τους, δεν διαφαίνεται να προκαλούν κάποιου είδους επιμόλυνση στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα των ψυχρών νερών των περιοχών, γεγονός με το οποίο συμφωνεί και ο Κανελλόπουλος (2006).

ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ ΘΕΡΜΩΝ ΠΗΓΩΝ

Συνοψίζοντας τα δεδομένα, από την μελέτη των αποθέσεων των θερμών πηγών, διαπιστώνονται τα εξής:

- Σε πολλές θέσεις στις οποίες υπάρχει λειτουργία θερμών πηγών, διαπιστώθηκε ο σχηματισμός αποθέσεων. Πιο συγκεκριμένα, σχηματισμός αποθέσεων διαπιστώθηκε στην Β. Εύβοια, στις περιοχές της Αιδηψού και των Ήλιων και στην Αν. Στερεά Ελλάδα στην περιοχή των Θερμοπυλών.
- Οι αποθέσεις που σχηματίζονται είναι κατά κύριο λόγο θερμογενής τραβερτίνη.
- Οι αποθέσεις παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία μορφών-δομών (Κεφ. Δ.2.4), όπως τραβερτινικές αποθέσεις τύπου αναβαθμίδων (Terracettes, Εικ. Δ.2.13Α-Δ), ανθρακικές πισσολιθικές αποθέσεις (Εικ. Δ.2.14), αποθέσεις τύπου πάγου ζεστού νερού (Hot-water ice, Εικ. Δ.2.15), θαμνοειδής δομές (Shrubs, Εικ. Δ.2.16, 13Γ, 13Δ), αποθέσεις τύπου μικρο-καμινάδων (Foam rock, Εικ. Δ.2.117Α-Δ, 13Δ), βελονοειδής δομές (Spicular, Εικ. Δ.2.18Α-Δ), λαμνοειδής στρωματόλιθους (Stromatolitic lamination, Εικ. Δ.2.19,20,21) και βοτρυοειδής δομές (Εικ. Δ.2.22Α-Β, Δ.2.23Α-Δ).
- Η κύρια μάζα όλων των αποθέσεων είναι CaCO_3 , με συνύπαρξη πολλές φορές ασβεστίτη και αραγωνίτη (Πιν. Δ.2.3). Η χημική της σύσταση παρουσιάζει συνήθως διαφοροποιήσεις με συμμετοχή σε μικρό ποσοστό Mg, As, Si, S, Cl, Na, Mo. Επίσης, παρατηρήθηκε η δημιουργία χαρακτηριστικών δομών (Εικ. Δ.2.24) αραγωνίτη, όπως ο σχηματισμός ακτινωτών σφαιρών και για τον ασβεστίτη ο σχηματισμός δομών τύπου Gothic arch bars, που είναι χαρακτηριστικές για τραβερτίνες (Folk et al., 1985, Pentescost, 2005).

- Σε αρκετές περιπτώσεις παρατηρήθηκε εναλλαγή της κύριας μάζας (CaCO_3), με φεριϋδρίτη ($5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) (Πιν. Δ.2.5) (βλ. Κεφ. Δ.2.5.5).
- Οι άλλες ορυκτές φάσεις (μεταλλικές και μη) που διαπιστώθηκε να είναι παρούσες, είναι κατά κανόνα με τη μορφή πολύ μικρών κρυστάλλων, παγιδευμένοι μέσα στο πορώδες της κύριας μάζας.
- Στην περιοχή των Θερμοπυλών, η κύρια μάζα των τραβερτινικών αποθέσεων είναι CaCO_3 , σε κάποιες περιπτώσεις διαπιστώθηκε μικρή συμμετοχή Mg (1-1,5%) ή/και Si (~0,5-1%) ή/και S (~0,5%) ή/και Mo (1,5%) (Πιν. Δ.2.4) και σε κάποια δείγματα παρατηρήθηκε η εναλλαγή CaCO_3 με $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (φεριϋδρίτη) (Πιν. Δ.2.5). Ανάμεσα στο πορώδες της κύριας μάζας, διαπιστώθηκε πληθώρα ορυκτών φάσεων, όπως γαληνίτης (Πιν. Δ.2.6), αρσενοπυρίτης (Πιν. Δ.2.7), σιδηροπυρίτης (Πιν. Δ.2.9), οξειδία του σιδήρου, οξειδία του ζirkονίου, οξειδία του Ni, ορυκτές φάσεις θεικού Ni, μεταλλικές φάσεις χαλκού-ψευδαργύρου, θεικός μόλυβδος, οξειδία του μολύβδου και θεικό αντιμόνιο.
- Στην περιοχή της Αιδηψού η κύρια μάζα των τραβερτινικών αποθέσεων είναι CaCO_3 , σε κάποιες περιπτώσεις διαπιστώθηκε μικρή συμμετοχή S (0,1-1,5%) ή/και Si (0,23%) ή/και Na (~0,5) ή/και Cl (0,2-0,5%) ή/και Fe (~0,5-1%) ή/και Mg (~0,5%) (Πιν. Δ.2.4) και σε κάποια δείγματα παρατηρήθηκε η εναλλαγή CaCO_3 με $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (φεριϋδρίτη) (Πιν. Δ.2.5). Ανάμεσα στο πορώδες της κύριας μάζας, διαπιστώθηκε πληθώρα ορυκτών φάσεων όπως βαρύτες είτε απλοί, είτε Ti-ούχοι (Ti~13%), αρσενοπυρίτες (Εικ.Δ.2.52, Πιν. Δ.2.7), σιδηροπυρίτες, φθορίτες (Πιν. Δ.2.13, Εικ. Δ.2.37, 38, 39), αλίτης, γύψος, θεικός σίδηρος, θεικό αντιμόνιο, θειούχο αντιμόνιο (Πιν. Δ.2.8), μεταλλικές φάσεις χαλκού-ψευδαργύρου, οξειδία του σιδήρου είτε απλά, είτε Zn-ούχα, οξειδίων του χαλκού με σίδηρο, οξειδία του σιδήρου με χρώμιο και νικέλιο, οξειδία του ζirkονίου είτε απλά, είτε Ca-ούχα (Ca~10%), οξειδία του κοβαλτίου-νικελίου, οξειδία του σιδήρου-τιτανίου, οξειδία του χρωμίου-σιδήρου, οξειδία του μολύβδου, οξειδία του χαλκού-ψευδαργύρου και οξειδία του χρωμίου.
- Στην περιοχή των Ήλιων η κύρια μάζα των τραβερτινικών αποθέσεων είναι CaCO_3 (Ca 32-35%, Fe 1-6%, Si 0,5-1%, As 0-1%) (Πιν. Δ.2.4), σε εναλλαγή με $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (φεριϋδρίτης) (Ca 2-3%, Fe 38-39%, Si 5-7%, As 2-4%) (Πιν. Δ.2.5) (Εικ. Δ.2.57B, Γ, Δ). Ανάμεσα στο πορώδες της κύριας μάζας, διαπιστώθηκε πληθώρα ορυκτών φάσεων, όπως σιδηροπυρίτες (Πιν. Δ.2.9), αρσενοπυρίτες (Πιν. Δ.2.7), γαληνίτες είτε απλοί, είτε Fe-ούχοι (έως 3,4%) (Πιν. Δ.2.6), σφαλερίτες (Πιν. Δ.2.10), είτε απλοί (3% Fe), είτε Fe-ούχους (έως 18% Fe), χαλκοπυρίτες, αντιμονίτες (Πιν. Δ.2.8), βαρύτες (Πιν. Δ.2.12), φθορίτες (Πιν. Δ.2.13), ζirkόνια (Πιν. Δ.2.16), θεικός σίδηρος, θεικό

αντιμόνιο με σίδηρο (~3% Fe), θειικός μόλυβδος, όπου κάποιες φορές περιέχει και σίδηρο (έως 6,5% Fe), μεταλλικές φάσεις χαλκού (39-57% Cu) – ψευδαργύρου (30-35% Zn) – σιδήρου (7-11,5% Fe), Fe-ούχες (5% Fe) μεταλλικές φάσεις του χαλκού, Zn-ούχα (34% Zn) οξειδία του χαλκού, οξειδία του αντιμονίου, οξειδία του χαλκού, Fe-ούχα (13,5-21% Fe) οξειδία του νικελίου (49-70%), οξειδία του ζirkονίου, είτε απλά, είτε Fe-ούχα (5,5-9,5% Fe), οξειδία του μολύβδου, είτε απλά, είτε Fe-ούχα (5,5% Fe), Fe-ούχα (έως 17,5% Fe) οξειδία του κασσιτέρου, οξειδία του σιδήρου (Πιν. Δ.2.11), είτε απλά, είτε As-ούχα (έως 13,5% As), είτε Ti-ούχα (έως 10% Ti). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον προκαλεί η παρουσία ορυκτών των σπανίων γαιών (με υψηλές περιεκτικότητες σε Ce, La, Nd) και φάσεων χρυσού (Au 57%) – αργύρου (Ag 20%) που περιέχουν και χαλκό (16%), σίδηρο (5%) και ψευδάργυρο (1,6%).

ΣΤΟΙΧΕΙΑΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΣ

- Στις Fe-πλούσιες τραβερτινικές αποθέσεις από την περιοχή των Ήλιων, εντοπίστηκαν σφαιρικοί κόκκοι στοιχειακού Fe, μεγέθους 4-5mm (Εικ. Δ.2.61-65).
- Από την μελέτη τους μέσω μικροαναλύσεων (Εικ. Δ.2.63), σημειακού ακτινογραφήματος και την ρίχε ανάλυσης (Εικ. Δ.2.65) διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχει διαφοροποίηση της σύστασης τους από τον πυρήνα προς την περιφέρεια. Το μόνο που διαπιστώθηκε είναι η ύπαρξη κάποιων οξειδίων του σιδήρου (αιματίτης) στην περιφέρεια τους (Εικ. Δ.2.64).

LAMINATION ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΒΙΟΓΕΝΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

- Στις τραβερτινικές αποθέσεις που μελετήθηκαν, πολύ συχνά διαπιστώθηκε δομή τύπου lamination.
- Δομές τύπου lamination παρατηρήθηκαν κυρίως στις Fe-πλούσιες τραβερτινικές αποθέσεις από την περιοχή των Ήλιων. Ανάμεσα στις laminae διαπιστώθηκε ότι υφίσταται διαφοροποίηση των συγκεντρώσεων κυρίως Ca και Fe, αλλά και των συγκεντρώσεων Si και As. Πιο αναλυτικά, οι Ca-πλούσιες περιοχές συνήθως παρουσιάζουν σύσταση Ca 32-35%, Fe 1-6%, Si 0,5-1%, As 0-1%, ενώ οι Fe-πλούσιες παρουσιάζουν μεγάλη μείωση του Ca και αντίστοιχη αύξηση του Fe και ακολουθούν το Si και ο As, με μικρότερης τάξης αύξηση των συγκεντρώσεων τους. Πιο αναλυτικά, οι Fe-πλούσιες περιοχές συνήθως παρουσιάζουν σύσταση Ca 2-3%, Fe 38-39%, Si 5-7%, As 2-4% (Εικ. Δ.2.72-76, Πιν. Δ.2.4, 5, 17, 18). Φαινόμενο που επιβεβαιώθηκε και με μικρο-αναλύσεις, αλλά και με χαρτογραφική αποτύπωση των

συγκεντρώσεων κάθε στοιχείου (mapping), σε περιοχές που παρουσιάζουν το συγκεκριμένο φαινόμενο (Δ.2.78-29). Από τη μελέτη των συγκεκριμένων περιοχών, συνδυάζοντας μακροσκοπικές και κρυσταλλογραφικές παρατηρήσεις, ακτινοσκοπικά δεδομένα και μικροαναλύσεις, διαπιστώθηκε ότι στις Ca-πλούσιες περιοχές σχηματίζεται κατά κανόνα αραγωνίτης (CaCO_3) και στις Fe-πλούσιες η άμορφη ορυκτή φάση του φεριϋδρίτη ($5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$).

- Η ταυτοποίηση της άμορφης ορυκτής φάσης του φεριϋδρίτη, πραγματοποιήθηκε μέσω κυρίως ακτινοσκοπικής μελέτης. Σε ακτινογράφημα που πραγματοποιήθηκε σε υλικό το οποίο ήταν πλούσιο στη συγκεκριμένη ορυκτή φάση διαπιστώθηκαν οι αναθλώσεις στις 35° και στις 62° , όπου προτείνονται από τη βιβλιογραφία για την αναγνώριση του (Εικ. Δ.2.77, Drits et al. 1993, Ristic et al. 2007, Takashima et al. 2008). Παράλληλα, η ταυτοποίηση του επιβεβαιώθηκε από μακροσκοπικές παρατηρήσεις και μικροαναλύσεις. Αντίστοιχο φαινόμενο αναφέρουν οι Takashima & Kano (2008) και οι Takashima et al. (2010), καθώς διαπίστωσαν αντίστοιχες περιπτώσεις lamination με φεριϋδρίτη, στις αποθέσεις θερμών πηγών της περιοχής Shionoha, της ΝΔ Ιαπωνίας. Προσδιορίζοντας μάλιστα ως υπεύθυνα για τον σχηματισμό του φεριϋδρίτη, βακτήρια γένους Siderooxidans, τα οποία απέθεταν φεριϋδρίτη με ρυθμό περίπου $10 \mu\text{m}/\text{day}$.
- Κατά την διάρκεια της παρούσας μελέτης, διαπιστώθηκαν ενδείξεις οι οποίες υποδηλώνουν συμμετοχή βιογενών διεργασιών κατά την δημιουργία κάποιων τραβερτινικών αποθέσεων (βλ. Κεφ. Δ.2.5.5). Για να υπάρξει ένα τελικό συμπέρασμα, πέρα από κάθε αμφιβολία, για το αν υπάρχει συμμετοχή ή όχι και σε τί βαθμό βιογενών διεργασιών στη δημιουργία των συγκεκριμένων τραβερτινικών αποθέσεων, χρειάζεται περαιτέρω έρευνα.

ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ ΤΩΝ ΘΕΡΜΩΝ ΠΗΓΩΝ

Συνοψίζοντας τα δεδομένα, από την μελέτη των χημικών αναλύσεων (Πιν. Δ.2.2) από τις 3 περιοχές (Αιδηψός, Ήλια, Θερμοπύλες) στις οποίες εντοπίστηκαν και μελετήθηκαν τραβερτινικές αποθέσεις, διαπιστώνονται τα εξής:

- Γενικά διαπιστώθηκε η τάση, οι τραβερτινικές αποθέσεις από την περιοχή της Αιδηψού να παρουσιάζονται λίγο έως πολύ μεγαλύτερες συγκεντρώσεις, σε μια μεγάλη ομάδα στοιχείων όπως των Ca (έως $620000\text{mg}/\text{kg}$), Na (έως $33100\text{mg}/\text{kg}$), P (έως $440\text{mg}/\text{kg}$), S (έως $67800\text{mg}/\text{kg}$), Si (έως $950\text{mg}/\text{kg}$) και ακολουθούν τα Al (έως $1150\text{mg}/\text{kg}$), Ba (έως $140 \text{mg}/\text{kg}$), Cd (έως $0,025\text{mg}/\text{kg}$), Cu (έως $14,7\text{mg}/\text{kg}$), Hf (έως $0,056 \text{mg}/\text{kg}$), K (έως $1086 \text{mg}/\text{kg}$), Pb (έως $10,6 \text{mg}/\text{kg}$), Sb (έως $4,5 \text{mg}/\text{kg}$), Sn (έως $0,8 \text{mg}/\text{kg}$), Th

(έως 0,14 mg/kg), Ti (έως 11,5 mg/kg), Zn (έως 25,8 mg/kg), Zr (έως 2 mg/kg) (Πιν. Δ.2.2, 19).

- Οι συγκεντρώσεις Ca, Na, S, Al, Ti(;), Cu, Sn, στις αποθέσεις της Αιδηψού, είναι διακριτά ιδιαίτερα μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις των άλλων περιοχών. Τα στοιχεία Cu, Sn μάλιστα, παρουσιάζονται μόνο στις αποθέσεις της Αιδηψού (Πιν. Δ.2.2, 19).
- Αντίστοιχα, στις αποθέσεις των Ήλιων, διαπιστώθηκε ότι οι συγκεντρώσεις As (έως 18300 mg/kg) και Fe (έως 289000 mg/kg) και σε μικρότερο βαθμό Sc (έως 8,8 mg/kg) και Y (έως 258 mg/kg), είναι διακριτά ιδιαίτερα μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις των άλλων περιοχών (Πιν. Δ.2.2, 19). Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ο σαφής εμπλουτισμός σε σπάνιες γαίες των αποθέσεων από τα Ήλια, σε σύγκριση με τις άλλες δυο περιοχές (βλ. Κεφ. Δ.2.6.2).
- Στις αποθέσεις στην περιοχή των Θερμοπυλών, αν και κατά κανόνα παρουσιάζουν τις μικρότερες τιμές συγκεντρώσεων, οι συγκεντρώσεις Mg (έως 6850 mg/kg) και Li (έως 6720 mg/kg), είναι διακριτά ιδιαίτερα μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις των άλλων περιοχών.
- Μετά από κανονικοποίηση των αποτελεσμάτων ως προς τη μέση σύσταση του ηπειρωτικού φλοιού (CC) και προβολή τους σε κανονικοποιημένο διάγραμμα (Εικ. Δ.2.82), διαπιστώνεται:
 - ο έντονος εμπλουτισμός των αποθέσεων σε S και As, καθώς ο εμπλουτισμός τους φτάνει έως και τις 1.000.000 φορές,
 - στα στοιχεία B, Be, Sb, Sr, Y παρουσιάζουν εμπλουτισμό πάνω από 1.000 φορές,
 - τα Cs, Cu (μόνο σε δύο δείγματα από την περιοχή της Αιδηψού AD-5-R, AD-12-1-R), Li, Pb, Sc, Zn παρουσιάζουν εμπλουτισμό >10 φορές,
 - τα Ca, Fe (μόνο τα δείγματα από τα Ήλια), U, V, Zr, Hf, Rb παρουσιάζουν εμπλουτισμό <10 φορές,
 - τα Na και P παρουσιάζουν σχετικό έλλειμμα (λιγότερο από 1/10),
 - και τα Si, Al, K, Mg, Mn, Ti παρουσιάζουν έλλειμμα των αποθέσεων ως προς την μέση σύσταση του ηπειρωτικού φλοιού >10 φορές.
- Από την σύγκριση των αποτελεσμάτων των χημικών αναλύσεων της παρούσας μελέτης, με χημικές αναλύσεις άλλων αποθέσεων επιφανειακών τραβερτινών, από ενεργά υδροθερμικά συστήματα (Πιν. Δ.2.19), διαπιστώθηκε ο μεγάλος εμπλουτισμός σε κάποια στοιχεία των αποθέσεων που εξετάστηκαν (Πιν. Δ.2.19). Ενδεικτικά, αναφέρεται το Na, το οποίο στις

αποθέσεις της Αιδηψού φτάνει έως 33100mg/kg και στα Ήλια 4960mg/kg και στις Θερμοπύλες 2400mg/kg, ενώ σε όλες τις άλλες υπό σύγκριση περιοχές, η μέγιστη τιμή είναι 630mg/kg. Αντίστοιχο φαινόμενο παρατηρείται και σε μέταλλα, όπως το As και ο Fe, όπου στην περιοχή των Ήλιων φτάνει στα 18300mg/kg και 288700mg/kg αντίστοιχα, ενώ σε όλες τις άλλες υπό σύγκριση περιοχές η μέγιστη τιμή As είναι 166mg/kg και Fe 22900mg/kg. Τέλος, δεν πρέπει να παραληφθεί να αναφερθεί, ο μεγάλος εμπλουτισμός που παρατηρείται σε σπάνιες γαίες κυρίως στην περιοχή των Ήλιων.

ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΠΑΝΙΩΝ ΓΑΙΩΝ

- Από την μελέτη των χημικών αναλύσεων όλων των τραβερτινικών αποθέσεων διαπιστώθηκε ο σαφής εμπλουτισμός των αποθέσεων από την περιοχή των Ήλιων, σε σπάνιες γαίες σε σύγκριση με τις αποθέσεις από την Αιδηψό και τις Θερμοπύλες (Πιν. Δ.2.19). Άξιο αναφοράς είναι ότι η μελέτη των υδροθερμικών διαλυμάτων που είναι υπεύθυνα για τις αποθέσεις των Ήλιων δεν κατέδειξε αξιόλογο εμπλουτισμό τους σε REE (Πιν. Δ.1.5), καθώς παρουσιάζουν συγκεντρώσεις κάτω από τα όρια ανιχνευσιμότητας, όπως και σχεδόν όλα τα δείγματα υδροθερμικών ρευστών που αναλύθηκαν, αν και μετρήθηκαν με ICP-MS, ώστε τα όρια ανιχνευσιμότητας να είναι σχετικά χαμηλά.
- Ο εμπλουτισμός των τραβερτινικών αποθέσεων των Ήλιων, σε σπάνιες γαίες διαπιστώνεται και κατά την αντιπαραβολή των αποτελεσμάτων από τις αποθέσεις στα Ήλια με τα αποτελέσματα από τις τραβερτινικές αποθέσεις στο ηφαιστειό του Sano, (Smith, 2008), αλλά και τις τραβερτινικές αποθέσεις από την περιοχή του Βόρειου Καυκάσου (Lavrushin et al., 2006).
- Μετά από κανονικοποίηση των αποτελεσμάτων ως προς τη μέση σύσταση του ηπειρωτικού φλοιού (CC) και προβολή τους σε κανονικοποιημένο διάγραμμα (Εικ. Δ.2.82), διαπιστώθηκε:
 - η σαφής διάκριση των δειγμάτων από τα Ήλια, λόγω του εμπλουτισμού τους,
 - μικρή αρνητική ανωμαλία σε ευρόπιο (Eu), στα δείγματα όλων των περιοχών,
 - πολύ έντονη θετική ανωμαλία σε έβριο (Er), στα δείγματα από την Αιδηψό και τις Θερμοπύλες,
 - και σε κάποια δείγματα από την Αιδηψό και τις Θερμοπύλες, διαπιστώθηκε μικρή αρνητική ανωμαλία σε δημήτριο (Ce) και σε δυσπρόσιο (Dy).

ΜΕΡΟΣ Ε

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

E.1. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

ΕΛΛΑΦΗ

Συνοψίζοντας τα δεδομένα, που προκύπτουν από την μελέτη των δειγμάτων εδάφους, συμπεραίνονται τα εξής:

Επίδραση γεωλογικών σχηματισμών στη σύσταση των εδαφών

Από την σύνθεση των στοιχείων τα οποία προέκυψαν από τις αναλύσεις της παρούσας μελέτης, διαπιστώθηκε η καταλυτική επίδραση των γεωλογικών σχηματισμών στην σύσταση των εδαφικών δειγμάτων.

- Πιο αναλυτικά, όσον αφορά την περιοχή της Αταλάντης και της Κυρτώνης, διαπιστώθηκε ότι:
 - ❖ Τα υπερβασικά πετρώματα της οφιολιθικής σειράς έχουν επιδράσει σε πολύ μεγάλο βαθμό στη σύσταση του εδάφους. Από την εξέταση των συγκεντρώσεων Co, Ni, Cr, As, Fe, Mn (Πιν. Γ1.1, 2) παρατηρήθηκε ότι παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες τιμές συγκεντρώσεων τους στην περιοχή της Κυρτώνης, όπου και έχουμε την εμφάνιση υγείων υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς, ενώ στην περιοχή της Αταλάντης παρουσιάζονται συγκριτικά χαμηλότερες τιμές συγκεντρώσεων (Χαρ. Γ.1.1-6). Τα συγκεκριμένα στοιχεία, προέρχονται από διαδικασίες αποσάθρωσης των υπερβασικών πετρωμάτων της οφ. σειράς (Alexander et al., 1989; Brooks, 1987; Gasser & Dahlgren, 1994; Gough et al. 1989; Oze et al., 2003; Schreier et al., 1987). Ο εμπλουτισμός του εδάφους στα στοιχεία αυτά είναι πολύ μεγαλύτερος στις περιοχές που γειτνιάζουν άμεσα με εμφανίσεις υπερβασικών σχηματισμών της οφ. σειράς. Σοβαρός εμπλουτισμός του εδάφους διαπιστώθηκε επίσης, σε σχετικά μεγάλη απόσταση από τους υπερβασικούς σχηματισμούς, όπως στον κάμπο της Αταλάντης, στον οποίο από την ορυκτολογική μελέτη του εδάφους του (Παρ. Γ.1.1.6) διαπιστώθηκε ότι υπάρχει τροφοδοσία του από αποσαθρωμένο υλικό των σχηματισμών αυτών, οι οποίοι εντοπίζονται τοπογραφικά υψηλότερα. Η τροφοδοσία αυτή επιτυγχάνεται κυρίως μέσω του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής, το οποίο περνάει από τον κάμπο της Αταλάντης και καταλήγει ανατολικά στην θάλασσα και πιθανότατα συμπληρώνεται και μέσω αιολικής μεταφοράς.
 - ❖ Αντίστοιχα, η επίδραση των Λιθανθρακοπέρμιων σχηματισμών διαφαίνεται από την κοινή εικόνα που παρουσιάζουν ως προς την

κατανομή των συγκεντρώσεων τους τα στοιχεία Ti, Cu, Zn (Πιν. Γ.1.2, 3, Εικ. Γ.1.47). Οι υψηλότερες τιμές συγκεντρώσεων αυτών των στοιχείων παρουσιάζεται στο ΝΔ άκρο του κάμπου της Αταλάντης (Χαρ. Γ.1.7-9) και πιο συγκεκριμένα στους πρόποδες του Όρους Χλωμό (ΒΑ τμήμα), κοντά στην πόλη της Αταλάντης. Ο Zn και ο Cu (Χαρ. Γ.1.7, 8) παρουσιάζουν υψηλές τιμές συγκεντρώσεων και κοντά στις εμφανίσεις των υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς (Κυρτώνη), φαινόμενο το οποίο δεν ακολουθούν οι συγκεντρώσεις Ti στον ίδιο βαθμό (Χαρ. Γ.1.9).

- ❖ Η επίδραση των ασβεστολιθικών σχηματισμών διαπιστώνεται από την εξέταση των συγκεντρώσεων Ba, K, Sr, Ca (Πιν. Γ.1.2, 3, Χαρ. Γ.1.10-13), αφού είναι παρόντα στο μεγαλύτερο μέρος του κάμπου της Αταλάντης και οι μέγιστες τιμές των συγκεντρώσεων τους παρουσιάζονται στα δείγματα νότια από τις Λιβανάτες (ΒΑ άκρο κάμπου της Αταλάντης). Η συγκεκριμένη θετική ανωμαλία, η οποία είναι παρούσα και στα δείγματα επιφάνειας και στα δείγματα βάθους, οφείλεται στους γύρω ορεινούς όγκους, οι οποίοι δομούνται από ασβεστολιθικά πετρώματα. Χαρακτηριστικό είναι ότι οι υψηλότερες τιμές εντοπίζονται σε δείγματα από Νεογενείς σχηματισμούς στο ΒΔ άκρο της μελετηθείσας περιοχής, όπου γειτνιάζουν στον λόφο του προφ. Ηλία (ΒΔ του Μεγαπλάτανου), ο οποίος έχει τροφοδοτήσει με ασβεστιτικό υλικό τον σχηματισμό των Νεογενών που εντοπίζεται στους πρόποδες του.
 - ❖ Η επίδραση των δολομιτικών σχηματισμών διαπιστώνεται από την κατανομή των συγκεντρώσεων Mg και U (Πιν. Γ.1.2, 3, Χαρ. Γ.1.17, 18). Η πηγή προέλευσης τους είναι οι δολομιτικοί σχηματισμοί που δομούν μεγάλο μέρος του Όρους Χλωμό. Ενδιαφέρον παρουσιάζει ο δρόμος τροφοδοσίας, καθώς αυξημένες συγκεντρώσεις δεν παρατηρούνται ακτινωτά γύρω από το Χλωμό προς όλες τις κατευθύνσεις, αλλά μόνο προς την συγκεκριμένη διεύθυνση. Για αυτό πιθανότατα υπεύθυνοι είναι γεωμορφολογικοί παράγοντες, όπως το υδρογραφικό δίκτυο που αποστραγγίζει το Χλωμό.
- Προχωρώντας στην ευρύτερη περιοχή της Αν. Στερεάς Ελλάδος, διαπιστώθηκε ότι:
- ❖ Τα στοιχεία Co, Cr, Fe, Ni, παρουσιάζουν τις μέγιστες τιμές συγκεντρώσεων τους σε δύο περιοχές, στην ευρύτερη περιοχή κοντά στην πόλη των Καμένων Βούρλων και ανατολικά-νοτιοανατολικά από την πόλη των Θερμοπυλών (Πιν. Γ.2.2, 3, Χαρ. Γ.2.1-4). Στις δύο περιοχές σε κοντινή απόσταση, υπάρχει εμφάνιση υπερβασικών σχηματισμών της οφιολιθικής σειράς, όπου εντοπίζονται

τοπογραφικά σε υψηλότερο υψόμετρο και η αποστράγγιση τους, μέσω του υδρογραφικού δικτύου, γίνεται προς την πλευρά που διαπιστώνονται οι υψηλές τιμές συγκεντρώσεων.

- ❖ Τα στοιχεία Fe, Mn, Ti, U παρουσιάζουν τις μέγιστες τιμές των συγκεντρώσεων τους στην ευρύτερη περιοχή της πόλης των Καμένων Βούρλων και ταυτόχρονα παρουσιάζουν κάποιες αυξητικές τάσεις στις τιμές των συγκεντρώσεων τους στα δείγματα που εντοπίζονται στην ευρύτερη περιοχή της Δαμάστας και του χωριού της Οίτης (Πιν. Γ.2.2, 3, Χαρ. Γ.2.5-8). Στις δύο αυτές περιοχές σε κοντινή απόσταση υπάρχει εμφάνιση υπερβασικών σχηματισμών της οφιολιθικής σειράς, είτε επιφανειακά, είτε στο υπέδαφος.
- Τέλος, στην ευρύτερη περιοχή της Β. Εύβοιας, διαπιστώθηκε ότι:
 - ❖ Τα στοιχεία Co, Cr, Fe, Mn, Ni, παρουσιάζουν τις μέγιστες τιμές συγκεντρώσεων στο δυτικότερο μέρος της Εύβοιας και πιο συγκεκριμένα στις περιοχές Λιχάδων και Κάβου, όπου υπάρχουν μικρής έκτασης στην επιφάνεια εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς (Πιν. Γ.3.2, 3, Χαρ. Γ.3.1-5). Παράλληλα, τα συγκεκριμένα στοιχεία παρουσιάζουν θετικές ανωμαλίες στις συγκεντρώσεις τους και στην περιοχή των Ήλιων και στο βορειοανατολικότερο άκρο από την περιοχή της Β. Εύβοιας που εξετάστηκε, δηλαδή, στον κάμπο του Νέου Πύργου. Στην περιοχή των Ήλιων έχουμε επηρεασμό του εδάφους από μια σειρά πετρωμάτων (πρασινίτες-πρασινόλιθοι) που απαρτίζεται από μεταμορφωμένα επιζωνικά βασικά εκρηξιγενή πετρώματα, με παρεμβολές σχιστολίθων και φυλλιτών, με ενστρώσεις κρυσταλλικών ασβεστολίθων. Στην περιοχή του κάμπου του Νέου Πύργου, οι συγκεντρώσεις παρουσιάζουν αυξητική τάση προς τα ανατολικά-βορειοανατολικά, ουσιαστικά δηλαδή προς τις εκβολές του ποταμού Ξεριά, ο οποίος διατρέχει ένα μεγάλο μέρος της Βόρειας Εύβοιας, όπου εμφανίζονται ποικίλοι γεωλογικοί σχηματισμοί.
 - ❖ Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις Pb (Πιν. Γ.3.2, 3, Χαρ. Γ.3.6) παρατηρούνται στην περιοχή του Κάβου και πιο συγκεκριμένα στα δείγματα που εντοπίζονται κοντά στην εμφάνιση των υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς (π.χ. δείγμα KABOS-10, 372μg/kg Pb). Παράλληλα, εμπλουτισμός του εδάφους σε Pb παρατηρείται και στις περιοχές που είναι κοντά στο σχηματισμό του κρυσταλλικού υποβάθρου, ο οποίος αποτελείται από ορθο-γενέσιους και σε μικρότερο ποσοστό παρα-γενέσιους, όπως γενεσιακούς σχιστόλιθους και χαλαζιακούς-σερικιτικούς σχιστόλιθους, αλλά και κατά θέσεις αμφιβολίτες και αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι (π.χ. περιοχή

Αγίοκαμπου, το δείγμα AGG-3, με 157μg/kg Pb). Ακόμη, αυξητικές τάσεις στη συγκέντρωση Pb παρατηρούνται και κοντά στην περιοχή των Λουτρών Αιδηψού και των Ήλιων (π.χ. δείγμα AD-24, με 81μg/kg Pb), στις συγκεκριμένες περιοχές οι αυξημένες συγκεντρώσεις οφείλονται στην λειτουργία των θερμών πηγών και τις αποθέσεις τους (συγκέντρωση Pb στα θερμά νερά έως 6μg/L, στις αποθέσεις έως 10600μg/kg).

- ❖ Οι μεγαλύτερες τιμές συγκεντρώσεων Ca εντοπίζονται κυρίως στην ευρύτερη περιοχή των Λουτρών Αιδηψού και στο δυτικό άκρο της χερσονήσου της Λιχάδας (Πιν. Γ.3.2, Χαρ. Γ.3.7). Στην περιοχή των Λουτρών Αιδηψού, ο εμπλουτισμός του εδάφους σε Ca οφείλεται στις εκτεταμένες αποθέσεις θερμών πηγών, των οποίων η σύσταση είναι CaCO₃ (τραβερτίνης), (συγκέντρωση Ca στις θερμές πηγές έως 1210mg/L και στις αποθέσεις έως 619000mg/kg). Στην περιοχή της χερσονήσου των Λιχάδων ο εμπλουτισμός σε Ca οφείλεται στο γεγονός ότι στη συγκεκριμένη περιοχή εντοπίζεται η μεγαλύτερη εμφάνιση ανθρακικών σχηματισμών στην ΒΔ Εύβοια, καθώς σχεδόν όλη η χερσόνησος δομείται από την ανθρακική ακολουθία (Τριαδικού-Ιουρασικού) της Υποπελαγονικής ενότητας.
- ❖ Παραπλήσια, είναι και η εικόνα που δίνει η κατανομή Mg, μόνο που σε αυτή την περίπτωση οι υψηλότερες συγκεντρώσεις εντοπίζονται ξεκάθαρα μόνο στην περιοχή του Κάβου και της Λιχάδας (Πιν. Γ.3.2, Χαρ. Γ.3.8), αποδεικνύοντας το σαφή επηρεασμό της σύστασης του εδάφους από τους δολομίτες του σχηματισμού της ανθρακικής ακολουθίας (Τριαδικού-Ιουρασικού) της Υποπελαγονικής ενότητας. Αντιπαραβάλλοντας την χωρική κατανομή που παρουσιάζουν οι συγκεντρώσεις Ca και Mg (Χαρ. Γ.3.7, 8), παρουσιάζεται χαρακτηριστικά μια αντίθεση στην περιοχή των Λουτρών της Αιδηψού, όπου ενώ παρατηρούνται οι υψηλότερες τιμές Ca, οι τιμές Mg είναι ιδιαίτερα χαμηλές. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει την σαφή επιρροή στην περιοχή των Λουτρών Αιδηψού, των αποθέσεων των θερμών πηγών, όπου έχουν χημική σύσταση CaCO₃ (τραβερτίνης).
- ❖ Εξετάζοντας τις χημικές αναλύσεις (Πιν. Γ.3.2, 3) και τους χάρτες κατανομής των στοιχείων Ti, K, Se, Zn, Ba, U (Χαρ. Γ.3.11-16), παρατηρείται ότι τα περισσότερα στοιχεία από αυτήν την ομάδα, παρουσιάζουν αυξημένες συγκεντρώσεις στο ανατολικό μέρος της μελετηθείσας περιοχής (σχηματισμοί της Πελαγονικής ενότητας), σε πλήρη αντίθεση με το δυτικό μέρος (σχηματισμοί της Υποπελαγονικής ενότητας), στο οποίο παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τιμές συγκεντρώσεων. Η συγκεκριμένη ομάδα στοιχείων επηρεάζεται από τα πετρώματα που εμφανίζονται στο ανατολικό μέρος της

μελετηθείσας περιοχής. Εξαίρεση έως ένα βαθμό παρουσιάζουν οι συγκεντρώσεις του U (Χαρ. Γ.3.16) και του Zn (Χαρ. Γ.3.14). Στην περίπτωση του Zn, διαπιστώνεται μια μικρή θετική ανωμαλία στις συγκεντρώσεις στην περιοχή του Κάβου, στα δείγματα που εντοπίζονται κοντά στην εμφάνιση των υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς. Στην περίπτωση του U, αυξημένες τιμές παρουσιάζουν τα δείγματα από την περιοχή του Αγίου Γεωργίου, δηλαδή σε μία λεπτή παραθαλάσσια λωρίδα πεδινής έκτασης, στο νότιο τμήμα της χερσονήσου των Γιάλτρων, όπου το έδαφος τροφοδοτείται αποκλειστικά με υλικό από τον σχηματισμό της ανθρακικής ακολουθίας (ηλικίας Τριαδικού-Ιουρασικού) της Υποπελαγονικής ενότητας.

Επίδραση των θερμών πηγών στην σύσταση των εδαφών

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το φαινόμενο της επίδρασης στην σύσταση των εδαφικών δειγμάτων η ύπαρξη-λειτουργία των θερμών πηγών και των αποθέσεων τους.

- Πιο αναλυτικά, όσον αφορά την περιοχή της Αν. Στερεάς Ελλάδος, διαπιστώθηκε ότι:

- ❖ Τα στοιχεία As, Ca, Sr, παρουσιάζουν τις μέγιστες τιμές συγκεντρώσεων τους κυρίως στην περιοχή Λουτρών Θερμοπυλών και στην περιοχή των Καμένων Βούρλων (Πιν. Γ.2.2, 3, Χαρ. Γ.2.9, 11). Στις δύο αυτές περιοχές υπάρχει εκδήλωση θερμών πηγών πλούσιες στα συγκεκριμένα στοιχεία. Η μόνη διαφορά είναι ότι στη περιοχή των Καμένων Βούρλων δεν διαπιστώθηκαν αποθέσεις θερμών πηγών. Σε αυτό ίσως να οφείλεται το γεγονός ότι το Sr παρουσιάζει υψηλές τιμές μόνο στα εδαφικά δείγματα στα Λουτρά Θερμοπυλών.

Σε αυτές τις περιοχές όμως καταλυτική είναι η συμβολή και των πετρωμάτων που εμφανίζονται, όπως την περιοχή των Θερμοπυλών που υπάρχει προσφορά υλικού από τους ανθρακικούς σχηματισμούς της περιοχής, όπως αυτό φάνηκε από την ορυκτολογική μελέτη των δειγμάτων της περιοχής (Κεφ. Γ.2.1.6).

- Αντίστοιχα, στην περιοχή της Β. Εύβοιας διαπιστώθηκε ότι:

- ❖ Το Ca, όπως προαναφέρθηκε, παρουσιάζει τις μέγιστες τιμές συγκεντρώσεων στην ευρύτερη περιοχή των Λουτρών Αιδηψού και στο δυτικό άκρο της χερσονήσου της Λιχάδας (Πιν. Γ.3.2, Χαρ. Γ.3.7). Στην περιοχή των Λουτρών Αιδηψού, ο εμπλουτισμός του εδάφους σε Ca οφείλεται στις εκτεταμένες αποθέσεις θερμών πηγών, των οποίων η σύσταση είναι CaCO_3 (τραβερίτης), (συγκέντρωση Ca

στις θερμές πηγές έως 1210mg/L και στις αποθέσεις έως 619000mg/kg). Στην περιοχή της χερσονήσου της Λιχάδας ο εμπλουτισμός σε Ca οφείλεται στο γεγονός ότι στη συγκεκριμένη περιοχή έχουμε την μεγαλύτερη εμφάνιση ανθρακικών σχηματισμών στην ΒΔ Εύβοια, καθώς σχεδόν όλη η χερσόνησος δομείται από την ανθρακική ακολουθία (Τριαδικού-Ιουρασικού) της Υποπελαγονικής ενότητας.

- ❖ Επίσης, στην περιοχή των Λουτρών Αιδηψού λόγω της ύπαρξης των θερμών πηγών και των αποθέσεων τους παρατηρούνται ιδιαίτερα υψηλές τιμές συγκεντρώσεων As και Sr (Πιν Γ.3.2, Χαρ. Γ.3.9, 10). Ενδεικτικά, αναφέρεται πως η συγκέντρωση Sr στις θερμές πηγές της περιοχής φτάνει τα 17300μg/L και στις αποθέσεις τους τα 3750000μg/kg και αντίστοιχα η συγκέντρωση As στις θερμές πηγές φτάνει τα 68 μg/L και στις αποθέσεις τους τα 87000μg/kg. Στην περίπτωση του As, διαπιστώθηκε επιρροή από τη λειτουργία των εκεί θερμών πηγών και στην περιοχή των Ήλιων (συγκέντρωση As στο θερμό νερό: 84μg/L, στις αποθέσεις: 5500mg/kg).

Επίδραση των λιπασμάτων στην σύσταση των εδαφών

Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα από την μελέτη των εδαφικών δειγμάτων και τις χρήσεις γης, διαπιστώθηκε η επίδραση των λιπασμάτων στα εδάφη. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι στα εδαφικά δείγματα από την περιοχή του κάμπου της Αταλάντης παρατηρούνται αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων S και P, ενώ οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις στα εδαφικά δείγματα της Κυρτώνης, υστερούν (Πιν. Γ.1.2, 3, Χαρ. Γ.1.15, 16). Κύρια πηγή προέλευσης αυτών των στοιχείων είναι τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται κατά τις αγροτικές δραστηριότητες, άρα είναι φυσικό επακόλουθο να παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες τιμές συγκεντρώσεων στις περιοχές που υφίσταται έντονη αγροτική δραστηριότητα.

Επίδραση της θάλασσας στην σύσταση των εδαφών

Σε κάποιες περιοχές είναι εμφανές ότι η σύσταση των εδαφών έχει επηρεαστεί από την θάλασσα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το ΝΑ άκρο του κάμπου της Αταλάντης, καθώς το Na παρουσιάζει ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις και στα δείγματα επιφανείας και στα δείγματα βάρους ενδεικτικά αναφέρεται ότι η συγκεκριμένη περιοχή έχει υψόμετρο πολύ κοντά στην στάθμη της θάλασσας και κατά περιόδους κατακλύζει μέρος αυτής.

Ορυκτολογική σύσταση των εδαφικών δειγμάτων και διεργασίες επιρροής από τα υπερβασικά πετρώματα

Στη μελετηθείσα περιοχή βάσει των χημικών αναλύσεων, αλλά και από την εξέταση της ορυκτολογικής σύστασης των εδαφών της, διαπιστώνεται ότι σε πολλές θέσεις περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις στοιχείων όπως Cr, Ni, Mn, εμφανίζει δηλαδή τυπικά χαρακτηριστικά επιρροής από υπερβασικά πετρώματα της οφ. σειράς.

Μια κύρια διαδικασία εξαλλοίωσης των υπερβασικών πετρωμάτων είναι η σερπεντινίωση, κατά την οποία μέσω ενυδάτωσης και οξείδωσης του ολιβίνη και των πυροξένων, οδηγεί σε σχηματισμό σερπεντινίτη (λιζαρδίτη, χρυσοτίλη, αντιγορίτη), τάλκη, χλωρίτη, τρεμολίτη, βρουκίτη και μαγνητίτη (Coleman, 1977; Brooks, 1987; Coleman & Jove, 1992; Malpas, 1992).

Ενδεικτικό είναι το γεγονός ότι πολλές από τις ορυκτές φάσεις αυτές, όπως έχει αναφερθεί, αφθονούν σε περιοχές που εξετάστηκαν.

Η αποσάθρωση υπερβασικών πετρωμάτων (πλούσιων σε σερπεντίνη), είναι γνωστό ότι δημιουργεί έδαφος και ιζήματα με υψηλή συγκέντρωση Cr και άλλων βιολογικά τοξικών ιχνοστοιχείων, όπως Ni, Mn (Alexander et al., 1989; Brooks, 1987; Gasser & Dahlgren, 1994; Gough et al., 1989; Oze et al., 2003; Schreier et al., 1987).

Οι υψηλές τιμές συγκεντρώσεων των συγκεκριμένων στοιχείων, προέρχονται από φθορά Cr-ούχων ορυκτών φάσεων και κυρίως από Cr-ούχους σπινέλιους (χρωμίτες) και Cr-ούχους μαγνητίτες, αλλά και από Cr-ούχα ορυκτά της ομάδας των μαρμαρυγιών, Cr-ούχους χλωρίτες, Cr-ούχα ορυκτά της ομάδας του επιδότου. Ωστόσο, πιθανή είναι και η επιρροή ορυκτών που έχουν προσροφήσει στην επιφάνεια τους Cr και Cr-ούχα (οξυ)υδροξείδια και αργιλικά ορυκτά. Τέτοιες καταστάσεις έχουν περιγραφεί σε διάφορες περιοχές με παρόμοια γεωλογία. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η περιοχή Santa Clara (Oze et al., 2003).

Ένα θέμα που ανακύπτει συνήθως σε αυτές τις περιπτώσεις, είναι η διαθεσιμότητα του Cr, γιατί τα Cr-ούχα ορυκτά στο έδαφος συνήθως αποσαθρώνονται με πολύ αργό ρυθμό.

Πολλά συνήθη ορυκτά που συναντάμε στα εδάφη, όπως Fe(III) (οξυ)υδροξείδια και άργιλοι, όπως προαναφέρθηκε, παρουσιάζουν δυνατότητα φιλοξενίας Cr, είτε στη δομή τους, είτε προσροφώντας το στην επιφάνεια τους. Ισόμορφη αντικατάσταση του Cr (III) με Fe (III) σε οξείδια, (οξυ)υδροξείδια και άμορφες ενώσεις του Fe, είναι σύνηθες και δικαιολογείται βάσει κρυσταλλογραφικών και πειραματικών δεδομένων που διαθέτουμε (Schwertmann et al., 1989; Gerth, 1990). Επιπλέον, το Cr (III) προσροφάται εύκολα σε Fe(III)-ούχα οξείδια όπως μαγνητίτη και αιματίτη σε συνθήκες pH > 4 (Charlet & Manceau, 1992; Peterson, 1996). Αντικαταστάσεις σε οκτάεδρες θέσεις του Cr(III) για Al(III) σε αργίλους (σμεκτίτες και βερμικουλίτες) είναι δυνατή με βάση το μέγεθος και το φορτίο τους. Η προσρόφηση του Cr (III) ανάμεσα στα στρώματα των αργιλικών ορυκτών επίσης έχει παρατηρηθεί από τους Ilton & Veblen (1994) και Ilton et al. (2000). Οργανική ύλη του εδάφους (SOM) είναι ένα ακόμη σημείο φιλοξενίας Cr, σε οργανομεταλλικά σύμπλοκα (Kaupenjohann & Wilcke, 1995; Brady & Weil, 1999).

Παρόλα αυτά, το ζητούμενο είναι ποια είναι η αρχική πηγή προέλευσης του Cr και κυρίως σε περιοχές που οι διαδικασίες εξαλλοίωσης βρίσκονται ακόμη σε αρχικό

στάδιο. Σε αυτές τις περιοχές δεν συναντάμε τόσο πολλά δευτερογενή ορυκτά, αλλά κυρίως τα πρωτογενή δυσκολο-διάβρωτα ορυκτά που προέρχονται από τα υπερβασικά πετρώματα, όπως χρωμίτες.

Οι Robles-Camacho & Armienta (2000) και Oze et al. (2004) απέδειξαν ότι οι χρωμίτες μπορούν να εξαλλοιωθούν από το νερό σε συνθήκες υψηλών πιέσεων και υψηλών θερμοκρασιών, αλλά και σε συνθήκες εδαφογένεσης.

Κατά κανόνα σε αυτά τα περιβάλλοντα ο περισσότερος σίδηρος (75-98%) και το χρώμιο (53-78%) σχετίζονται με καλά κρυσταλλωμένα οξειδία σιδηρού. Στην περίπτωση του χρωμίου το υπόλοιπο (10-42%) προέρχεται από άλλες ορυκτές φάσεις, όπως σπινέλιους (Garnier et al., 2008).

Πολλά πειράματα έχουν αποδείξει την ανθεκτικότητα των σπινελίων στην προσβολή τους ακόμη και από οξέα.

Παρόλα αυτά οι Garnier et al. (2008), κατέδειξαν τις διαφορές των χρωμιτών, όταν αυτοί είναι υγιείς, όπου παρουσιάζουν λίγες κρυσταλλικές ατέλειες και τους χρωμίτες που έχουν υποστεί διάβρωση και συμμετέχουν στο έδαφος, όπου είναι ακανόνιστοι και πολλές φορές σπασμένοι και στρογγυλεμένοι.

Κατά την διάρκεια της εδαφογένεσης οι χρωμίτες κρατάνε το Cr σε σχέση με το Mg και το Al, προκαλώντας αύξηση της συγκέντρωσης Cr (Oze, 2004). Η ενσωμάτωση του Cr(III) σε ένα οξείδιο, έχει την τάση να αυξάνει την κρυσταλλική του σταθερότητα, σε σύγκριση με το ανάλογο του, στο οποίο απουσιάζει το Cr(III). Το Cr(III) είναι ένα από τα τελευταία ιόντα τα οποία θα φύγουν από ένα σπινέλιο, σε σύγκριση με τα άλλα στοιχεία που μετακινούνται, όπως ο Fe(III). Πάρα ταύτα βάσει των Garnier et al., 2008, οι χρωμίτες μπορούν να αποσαθρωθούν και άρα αποτελούν και αυτοί πηγή Cr.

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μεταφορά και η επανατοποθέτηση του χρωμίτη και του Cr-ούχου μαγνητίτη, μέσω των διαδικασιών εδαφογένεσης, αυξάνει την ειδική τους επιφάνεια και επαγωγικά αυξάνεται η δυνατότητα τους στο να προσφέρουν Cr.

Συνοψίζοντας, το Cr στα εδάφη μπορεί να προέλθει και από τα πυριτικά ορυκτά και σε μικρότερο ποσοστό από τους σπινέλιους (Garnier et al., 2008).

Αν και το χρώμιο βρίσκεται συνήθως σε Cr-σπινέλιους, οι οποίοι είναι ανθεκτικές ορυκτές φάσεις στις διαδικασίες εξαλλοίωσης. Πειραματικά αποδείχθηκε ότι μπορεί να εξαχθεί από αυτούς ένα μικρό ποσοστό χρωμίου της τάξης του 1%. Το ποσοστό μπορεί να φαίνεται μικρό, αλλά σε ένα εδαφικό διάλυμα που περιέχει Cr-σπινέλιους με συνολική συγκέντρωση 10000mg/kg Cr, τότε αυτό το εδαφικό διάλυμα μπορεί να δώσει από τους ``δύσκολα`` εξαλλοιωμένους Cr-σπινέλιους 100mg/kg Cr.

Διαφοροποιήσεις σύστασης ανάμεσα στους δύο εδαφικούς ορίζοντες και ετερογένεια στην κατανομή των στοιχείων στα εδάφη

- Από την εξέταση των χημικών αναλύσεων και τα διαγράμματα σύγκρισης των συγκεντρώσεων ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους στην περιοχή της Αταλάντης και της Κυρτώνης (Παράρτημα Β) διαπιστώθηκε ότι σχεδόν σε όλα τα κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία, παρουσιάζεται ιδιαίτερα μικρό εύρος διαφοροποίησης των συγκεντρώσεων, ανάμεσα στα επιφανειακά

εδαφικά δείγματα (0-25cm) και τα αντίστοιχα εδαφικά δείγματα βάθους (25-50cm). Το συγκεκριμένο συμπέρασμα επιβεβαιώνεται και από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων με πολύ-παραμετρικές στατιστικές μεθόδους, π.χ. ανάλυση συσχέτιση (correlation analysis), καθώς τα ίδια ζεύγη στοιχείων παρουσιάζουν υψηλές τιμές συσχέτισης και στους 2 ορίζοντες.

- Όσον αφορά την περιοχή της Αταλάντης, στην οποία ελήφθησαν διπλά εδαφικά δείγματα στο πεδίο και ακολούθησε ανάλυση μεταβλητότητας χρησιμοποιώντας ευσταθή στατιστικά, τα οποία δίνουν μικρότερο βάρος στις απόμακρες τιμές (robust analysis of variance), τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η διακύμανση της δειγματοληψίας (s^2_{samp} – μέγεθος το οποίο δείχνει την ετερογένεια της κατανομής του στοιχείου στο έδαφος), σε μια μεγάλη σειρά στοιχείων είναι εξαιρετικά χαμηλή (Πιν. Β.2.25). Αντίστοιχο φαινόμενο διαπιστώνουν και οι Spijker et al. (2005), εξετάζοντας αγροτικές περιοχές της νοτιο-δυτικής Ολλανδίας. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο κάμπος της Αταλάντης είναι μια πεδινή περιοχή, η οποία καλλιεργείται από τον άνθρωπο από τους ιστορικούς ακόμη χρόνους. Έτσι, ο άνθρωπος όλα αυτά τα χρόνια, μέσω της αγροτικής του δραστηριότητας και κυρίως μέσω του οργώματος, ακούσια εκτελεί συστηματική ομογενοποίηση του εδαφικού ορίζοντα, με εξαιρετικά από ότι φαίνεται αποτελέσματα. Αν δεχτούμε ότι η διαδικασία του οργώματος επηρεάζει τον εδαφικό ορίζοντα ως το βάθος των 50cm (σε αυτό το σημείο πρέπει να υπενθυμίσουμε ότι αναφερόμαστε σε μια διαδικασία που γίνεται σχεδόν αδιάκοπα από τους ιστορικούς χρόνους), μπορεί αυτός να είναι και ο λόγος ή ένας από τους βασικούς λόγους για τους οποίους δεν διαπιστώθηκαν ιδιαίτερες διαφοροποιήσεις στις συγκεντρώσεις στοιχείων ανάμεσα στους 2 εδαφικούς ορίζοντες στις περισσότερες από τις περιοχές που μελετήθηκαν, καθώς η συντριπτική πλειοψηφία των δειγμάτων μας εντοπίζονται είτε σε περιοχές που έχουμε έντονη αγροτική δραστηριότητα (κάμποι), είτε σε περιοχές με ήπια αγροτική δραστηριότητα, λόγω μορφολογίας του εδάφους (ημι-ορεινές περιοχές).

Όρια ρύπανσης εδαφών

- Ένα κριτήριο το οποίο παρουσιάζει μια εικόνα του βαθμού επιβάρυνσης των εδαφών από τα διάφορα στοιχεία, είναι τα όρια καταλληλότητας που έχουν θεσπιστεί για αυτά. Από την εξέταση των συγκεντρώσεων των επιφανειακών εδαφικών δειγμάτων συναρτήσε των ορίων της Δανέζικης νομοθεσίας, καθώς δεν υπάρχει αντίστοιχη Εθνική και Κοινοτική νομοθεσία, (Πιν. Γ.1.24, Γ.2.15, Γ.3.22), διαπιστώθηκε ότι:
 - Για το As, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνει μόνο 1 δείγμα στις περιοχές Αταλάντης και Κυρτώνης (KL-12-E) και 1 στην περιοχή της Λοκρίδας (THE-6-E). Στην περιοχή της Εύβοιας την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν 7 δείγματα (AD-2-E, AD-7-E, AD-9-E, AD-10-E,

AD-24-E, HL-2-E, LIX-5-E) και 3 από αυτά υπερβαίνουν και το όριο παρέμβασης (AD-9-E, AD-24-E, LIX-5-E).

- Για το Ba, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν μόνο 4 δείγματα στις περιοχές Αταλάντης και Κυρτώνης (AT-3F-E, AT-4F-E, AT-5F-E, KL-9-E) και 9 στην περιοχή της Λοκρίδας (AR-6-E, AR-12-E, DM-5-E, OI-1-E, OI-2-E, OI-6-E, OI-8-E, OI-12-E, OI-14-E) τα περισσότερα εκ των οποίων εντοπίζονται στην περιοχή της Οίτης. Στην περιοχή της Εύβοιας την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν 52 δείγματα, βέβαια εξ αυτών μόνο 1 δείγμα υπερβαίνει και το όριο παρέμβασης (AD-9-E).
- Για το Cd, οι συγκεντρώσεις σε όλες τις περιοχές διαπιστώθηκε ότι είναι ιδιαίτερα χαμηλές. Αυτό αποδεικνύεται και από το γεγονός ότι κανένα δείγμα δεν υπερβαίνει τα Ολλανδικά όρια.
- Για το Co, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν τα 54 από τα 64 δείγματα στις περιοχές Αταλάντης και Κυρτώνης και εξ αυτών 1 δείγμα υπερβαίνει και το όριο παρέμβασης (KL-9-E). Στην περιοχή της Λοκρίδας, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνουν τα 58 από τα 74 δείγματα, εξ αυτών κανένα δεν υπερβαίνει το όριο παρέμβασης. Τέλος, στην Εύβοια, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν τα 25 από τα 90 δείγματα, όπου η συντριπτική πλειοψηφία αυτών των δειγμάτων εντοπίζεται στην περιοχή της Λιχάδας & Κάβου (σχεδόν όλα τα δείγματα αυτών των περιοχών υπερβαίνουν το συγκεκριμένο όριο), εξ αυτών κανένα δεν υπερβαίνει το όριο παρέμβασης.
- Για το Cr, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν τα 52 από τα 64 δείγματα στις περιοχές Αταλάντης και Κυρτώνης, εξ αυτών 17 δείγματα υπερβαίνουν και το όριο παρέμβασης, όπου η πλειοψηφία αυτών των δειγμάτων εντοπίζεται στην περιοχή της Κυρτώνης, για την ακρίβεια σχεδόν όλα τα δείγματα της Κυρτώνης υπερβαίνουν το συγκεκριμένο όριο. Στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδος, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν τα 62 από τα 74 δείγματα, εξ αυτών 25 δείγματα υπερβαίνουν και το όριο παρέμβασης, όπου η πλειοψηφία αυτών των δειγμάτων εντοπίζεται στις περιοχές Δαμάστας, Οίτης και Θερμοπυλών. Τέλος, στην Β. Εύβοια, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν τα 23 από τα 90 δείγματα, όπου η συντριπτική πλειοψηφία αυτών των δειγμάτων εντοπίζεται στην περιοχή της Λιχάδας & Κάβου (όλα τα δείγματα αυτών των περιοχών υπερβαίνουν το συγκεκριμένο όριο), εξ αυτών 11 δείγματα υπερβαίνουν και το όριο παρέμβασης Τα δείγματα αυτά εντοπίζονται στις περιοχές Κάβου, Λιχάδας και 2 δείγματα στην περιοχή του Αγίου Γεωργίου. Ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι οι συγκεκριμένες περιοχές είναι μονές περιοχές στην Εύβοια, στις οποίες αν και μικρής έκτασης, έχουμε εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων.
- Για το Cu, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν τα 31 από τα 64 δείγματα στις περιοχές Αταλάντης και Κυρτώνης, εξ αυτών μόνο 1

υπερβαίνει και το όριο παρέμβασης (AT-9C-E). Στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδος, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνουν τα 29 από τα 74 δείγματα, εξ αυτών κανένα δεν υπερβαίνει το όριο παρέμβασης. Τέλος, στην Β. Εύβοια την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν τα 16 από τα 90 δείγματα, εξ αυτών 2 δείγματα υπερβαίνουν το όριο παρέμβασης (AD-17-E, NP-3-E).

- Για το Ni, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν όλα τα δείγματα στις περιοχές Αταλάντης και Κυρτώνης, εξ αυτών 43 υπερβαίνουν και το όριο παρέμβασης. Στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδος, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν όλα τα δείγματα, έκτος του THE-8-E, εξ αυτών 46 από τα 74 δείγματα υπερβαίνουν και το όριο παρέμβασης. Τέλος, στην Β. Εύβοια, την τιμή του πρώτου ορίου, την υπερβαίνουν τα 46 από τα 90 δείγματα, εκ αυτών 18 δείγματα υπερβαίνουν και το όριο παρέμβασης, όπου η πλειονότητα αυτών των δειγμάτων εντοπίζεται στην περιοχή της Λιχιάδας του Κάβου.
- Για το Pb, οι συγκεντρώσεις σε όλες τις περιοχές διαπιστώθηκε ότι ήταν ιδιαίτερα χαμηλές. Αυτό αποδεικνύεται και από το γεγονός ότι μόνο τα δείγματα DM-5-E, AGG-3-E, KABOS-10-E υπερβαίνουν την τιμή του πρώτου ορίου.
- Τέλος, για τον Zn, την τιμή του πρώτου ορίου την υπερβαίνουν από όλες τις περιοχές μόνο 6 δείγματα (AT-9D-E, KL-7-E, KL-9-E, DM-5-E, KB-3-E, AGIOK-5-E).

Αντίστοιχη εικόνα προκύπτει από την εξέταση των συγκεντρώσεων των επιφανειακών εδαφικών δειγμάτων συναρτήσει της ταξινόμησης KELLY (Εικ. Γ.1.25, Γ.2.16, Γ.3.23), καθώς διαπιστώνεται σοβαρή επιβάρυνση των δειγμάτων από τις περιοχές που είναι σε γειτονία με εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων της οφ. σειράς, σε συγκεκριμένα στοιχεία όπως Cr, Mg, Ni, καθώς πολλά δείγματα χαρακτηρίζονται από έντονα ρυπασμένα έως ασυνήθιστα έντονα ρυπασμένα. Άξια αναφοράς είναι η συγκριτικά μέτρια επιβάρυνση που διαπιστώνεται σε Mn και Se σε αρκετά δείγματα. Ακριβώς αντίθετη εικόνα παρουσιάζουν κατά κανόνα τα στοιχεία As, Ba, Be, Cd, Cu, Pb, V, Zn.

Χαρακτηριστικά αναφέρουμε ότι από τα 64 επιφανειακά εδαφικά δείγματα που εξετάστηκαν από την περιοχή της Αταλάντης και της Κυρτώνης, διαπιστώθηκε ότι ως προς τα στοιχεία Be, Pb, Zn όλα τα δείγματα χαρακτηρίζονται σαν μη-ρυπασμένα. Ως προς το As 1 δείγμα (KL-12-E) χαρακτηρίζεται σαν ρυπασμένο, ως προς το Cd 2 δείγματα χαρακτηρίζονται ως ελαφρά ρυπασμένα, ως προς τον Cu 2 δείγματα (AT-3E, AT-9D-E) χαρακτηρίζονται το ένα ως ελαφρά ρυπασμένα και το άλλο ως έντονα ρυπασμένο και ως προς το V 1 δείγμα (KL-9-E) χαρακτηρίζεται ως ελαφρά ρυπασμένο.

Στα 74 επιφανειακά εδαφικά δείγματα που εξετάστηκαν από την περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδος, διαπιστώθηκε ότι στα στοιχεία Ba, Be, Pb, V, Zn όλα τα δείγματα χαρακτηρίζονται σαν μη-ρυπασμένα, ενώ σαν ρυπασμένα χαρακτηρίζονται ελάχιστα δείγματα και πιο συγκεκριμένα ως προς το As 1 δείγμα (THE-6-E) χαρακτηρίζεται ως ελαφρά ρυπασμένο, ως προς το Cd 1 δείγμα (OI-14-E) χαρακτηρίζεται ως ελαφρά

ρυπασμένο και ως προς το Cu 5 δείγματα (DM-5-E, KB-1-E, KB-9-E, OI-15-E, THE-3-E) χαρακτηρίζονται ως ελαφρά ρυπασμένα.

Στα 90 επιφανειακά εδαφικά δείγματα που εξετάστηκαν από την περιοχή της Εύβοιας, διαπιστώθηκε ότι στα στοιχεία Be, Zn όλα τα δείγματα χαρακτηρίζονται σαν μη-ρυπασμένα, ενώ από αυτή την ομάδα στοιχείων σαν ρυπασμένα χαρακτηρίζονται ελάχιστα δείγματα και πιο συγκεκριμένα ως προς το As 3 δείγματα (AD-10-E, AD-2-E, HL-2-E) χαρακτηρίζονται ως ελαφρά ρυπασμένα, 1 δείγμα (LIX-5-E) ως ρυπασμένο και 2 δείγματα (AD-24-E, AD-9-E) ως έντονα ρυπασμένα, ως προς το Ba 1 δείγμα (AD-9-E) χαρακτηρίζεται ως ελαφρά ρυπασμένο, ως προς το Cd 1 δείγμα (AGIOK-4-E) χαρακτηρίζεται ως ελαφρά ρυπασμένο, ως προς τον Cu 2 δείγματα (AD-17-E, AGIOK-1-E) χαρακτηρίζονται ως ελαφρά ρυπασμένα το ένα και ως έντονα ρυπασμένο το άλλο, ως προς τον Pb 1 δείγμα (KABOS-10-E) χαρακτηρίζεται ως ελαφρά ρυπασμένο και τέλος, ως προς το V 2 δείγματα (AD-2-E, HL-2-E) χαρακτηρίζονται ως ελαφρά ρυπασμένα.

ΥΠΟΓΕΙΑ ΨΥΧΡΑ ΝΕΡΑ

Συνοψίζοντας τα δεδομένα, που προκύπτουν από την μελέτη των υπόγειων ψυχρών νερών, συμπεραίνονται τα εξής:

Επίδραση των λιπασμάτων στην ποιότητα των υπόγειων ψυχρών νερών

Από τις χημικές αναλύσεις και τους χάρτες συγκεντρώσεων NO_3 , PO_4 , SO_4 , K , (Εικ. Γ.1.56, Γ.2.33, Γ.3.35, Χαρ. Γ1.21-24, Γ.2.17-18, Γ.3.19-22) των υπόγειων ψυχρών νερών ανά περιοχή, είναι εμφανής η επίδραση της χρήσης των λιπασμάτων στη ποιότητα τους, αλλά και η επίδραση των λημμάτων από αστικές περιοχές, όπου δεν διαθέτουν αποχετευτικό δίκτυο.

Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις NO_3 , PO_4 , SO_4 , K , παρουσιάζονται κυρίως στις πεδινές εκτάσεις, όπου υπάρχει έντονη αγροτική δραστηριότητα. Όπως στην Β. Εύβοια στις περιοχές των Γιάλτρων (π.χ. δείγματα GIA-1-D-WM, GIA-2-WM), του Νέου Πύργου (π.χ. δείγμα NP-10-WM) και του Άγιου (π.χ. δείγμα AG-1-WM). Στην περιοχή της Αταλάντης και Κυρτώνης, στα δείγματα AT-5-WM έως AT-7-WM που εντοπίζονται στο κέντρο της πεδιάδας της Αταλάντης και στα δείγματα KL-2-WM, KL-4-WM από την περιοχή της Κυρτώνης.

Σε αντίθεση με περιοχές που είναι πιο ορεινές, στην Β. Εύβοια (π.χ. δείγματα, AD-7-WM, AD-8-WM, AD-12-WM, HL-2-WM κ.α.) ή στην Οίτη, στα Καμένα Βούρλα, στη Δαμάστα όπου οι συγκεντρώσεις των παραπάνω ιόντων είναι ιδιαίτερα περιορισμένες.

Οι κατά τόπους ιδιαίτερα αυξημένες τιμές των συγκεντρώσεων των συγκεκριμένων ιόντων, ερμηνεύονται αν ληφθεί υπόψιν η διαφορετική ένταση χρήσης κάθε τύπου λιπάσματος, ανά περιοχή και ανά περίοδο.

Επίδραση γεωλογικών σχηματισμών στην ποιότητα των υπόγειων νερών

Από την σύνθεση των στοιχείων τα οποία προέκυψαν από τις αναλύσεις της παρούσας μελέτης, διαπιστώνεται η επίδραση των γεωλογικών σχηματισμών στην σύσταση-ποιότητα των υπόγειων ψυχρών νερών.

- ❖ Οι γεωλογικοί σχηματισμοί οι οποίοι φαίνεται ότι επιδρούν στα υπόγεια ψυχρά νερά της Β. Εύβοιας, είναι κυρίως οι σχηματισμοί του κρυσταλλικού υποβάθρου. Παρατηρώντας τους χάρτες των συγκεντρώσεων των ιχνοστοιχείων διαπιστώνεται πως στα δείγματα που εντοπίζονται κυρίως γύρω ή στις περιοχές που έχουμε εμφάνιση του κρυσταλλικού υποβάθρου, παρουσιάζουν ιδιαίτερα αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων σε Zn , Mg , Ni (Χαρ. Γ.3.26-28) και σε μικρότερο βαθμό Fe , Cr , Co (Χαρ. Γ.3.23-25). Οι περιοχές αυτές είναι κυρίως πεδινές εκτάσεις, που συνήθως καλύπτονται από μεταλλικούς σχηματισμούς (φερτά υλικά από την διάβρωση και

αποσάθρωση του κρυσταλλικού υποβάθρου), χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι περιοχές του Νέου Πύργου και του Αγιόκαμπου. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η συγκέντρωση Zn στο δείγμα AK-3-WM φτάνει στα 3510μg/L, αλλά και στα δείγματα AD-11-WM, AD-22-WM, AD-17-WM, AK-4-WM παρουσιάζει τιμές >150μg/L.

Επίσης, σημαντική επίδραση στη σύσταση των υπόγειων ψυχρών νερών της Β. Εύβοιας διαπιστώθηκε στην περιοχή των Ήλιων (δείγματα HL-2-WM και AD-8-WM), όπου εμφανίζεται μια σειρά πετρωμάτων (πρασινίτες-πρασινόλιθοι) που απαρτίζεται από μεταμορφωμένα επιζωνικά βασικά εκρηξιγενή πετρώματα, με παρεμβολές σχιστολίθων και φυλλιτών, με ενστρώσεις κρυσταλλικών ασβεστολίθων. Η επίδραση σε αυτή την περίπτωση των γεωλογικών σχηματισμών στον χημισμό των υπόγειων υδάτων, γίνεται άμεσα αντιληπτή από τον πίνακα Γ.3.35, στον οποίο παρουσιάζονται οι υδροχημικοί τύποι όλων των δειγμάτων από την περιοχή της Β. Εύβοιας. Τα δείγματα HL-2-WM και AD-8-WM, από την περιοχή των Ήλιων, είναι σχεδόν τα μόνα δείγματα τα οποία παρουσιάζουν υδροχημικό τύπο μαγνησιούχο-οξυανθρακικό. Τα διαφορετικής σύστασης πετρώματα μέσα στην οποία αναπτύσσεται ο συγκεκριμένος υδροφόρος ορίζοντας, είναι και ο λόγος αλλαγής του υδροχημικού τύπου των συγκεκριμένων δειγμάτων, αλλά και οι διαφοροποιήσεις τους στις συγκεντρώσεις διάφορων ιχνοστοιχείων, όπως για παράδειγμα οι μικρές τιμές συγκεντρώσεων Na, συγκριτικά με τα υπόλοιπα δείγματα της περιοχής ή ακόμη και οι αυξημένες τιμές pH κ.α.

- ❖ Στις περιοχές του Νομού Φθιώτιδας, οι γεωλογικοί σχηματισμοί που διαπιστώθηκε ότι επιδρούν στην σύσταση-ποιότητα των ψυχρών υπόγειων υδάτων της περιοχής είναι κυρίως τα υπερβασικά πετρώματα της οφιολιθικής σειράς και η σχιστοκερατολιθική διάπλαση με οφιολίθους.

Πιο αναλυτικά, στην περιοχή της Αταλάντης και της Κυρτώνης, εξετάζοντας τις συγκεντρώσεις Co, Cr, Mn, Ni, Fe, Zn, Mg (Εικ. Γ.1.57, 58), παρατηρείται πως κάποια ιχνοστοιχεία παρουσιάζουν το φαινόμενο, να έχουν αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων στα δείγματα από την περιοχή του κάμπου της Αταλάντης. Ενώ αντίθετα, στα δείγματα από την περιοχή της Κυρτώνης παρουσιάζουν μικρές έως μηδενικές τιμές συγκεντρώσεων. Παράλληλα υπάρχουν και κάποια αλλά ιχνοστοιχεία που παρατηρείται να παρουσιάζουν το ακριβώς αντίθετο φαινόμενο. Από γεωλογικής άποψης, ο κάμπος της Αταλάντης αναπτύσσεται πάνω σε μεταλικά Τεταρτογενή ιζήματα. Στην ευρύτερη περιοχή της Κυρτώνης αναπτύσσονται μεταλικά Νεογενή ιζήματα, αλλά κυρίως συναντάται η σχιστοκερατολιθική

διάπλαση με οφιολίθους και σερπεντινίτες και εκρηξιγενή πετρώματα.

Έτσι, οι συγκεντρώσεις Co, Cr, Mn, Mg, Zn, όπως φαίνεται και στα διαγράμματα των εικόνων Γ.1.57, 58 και στους χάρτες Γ.1.25-28,31, παρουσιάζουν αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων στα δείγματα από την περιοχή του κάμπου της Αταλάντης, ενώ αντίθετα στα δείγματα από την περιοχή της Κυρτώνης παρουσιάζουν μικρές έως μηδενικές τιμές συγκεντρώσεων. Το αντίθετο φαινόμενο, παρουσιάζει το Ni. Τέλος, όσον αφορά τις συγκεντρώσεις Fe, παρατηρείται πως αυξημένες συγκεντρώσεις παρουσιάζονται στα δείγματα από την περιοχή της Αταλάντης και στα δείγματα από την περιοχή της Κυρτώνης.

- ❖ Στην ευρύτερη περιοχή της Αρκίτσας – Καμένων Βούρλων – Οίτης, όπου επίσης εμφανίζονται υπερβασικά πετρώματα της οφιολιθικής σειράς, διαπιστώθηκε ότι αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων παρουσιάζουν τα ίδια ιχνοστοιχεία (Co, Cr, Mn, Ni, Fe, Zn, Χαρ. Γ.2.22-27, Εικ. Γ.2.34) στα δείγματα που εντοπίζονται, είτε σε περιοχές που υπάρχουν εμφανίσεις των υπερβασικών πετρωμάτων της οφ. σειράς, είτε κυρίως εντός Μεταλλικών σχηματισμών που περιέχουν υλικό διάβρωσης τους. Δεν πρέπει να παραληφθεί να αναφερθεί ακόμη το γεγονός ότι πολλές φορές τα υπερβασικά αυτά πετρώματα βρίσκονται κάτω από τους Μεταλλικούς σχηματισμούς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της περίπτωσης αποτελεί η παράκτια ζώνη των Καμένων Βούρλων, όπου βάσει γεωφυσικών διασκοπίσεων και γεωτρητικών ερευνών (Orphanos & Sfetsos 1975) είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε ότι σε βάθος κυμαινόμενο μεταξύ 90-250 m έχουμε ασβεστόλιθους και της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης με οφιολίθους.

Συμμεταβολλή χημικών παραγόντων

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι στα υπόγεια ψυχρά νερά που εξετάστηκαν, διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν κάποια ζεύγη ή ομάδες χημικών παραγόντων, οι οποίες εμφανίζουν το φαινόμενο να συµμεταβάλλουν τις συγκεντρώσεις τους. Πιο αναλυτικά, σε όλες τις περιοχές στα υπόγεια ψυχρά νερά, οι συγκεντρώσεις K, NO₃, SO₄, PO₄ συµμεταβάλλονται σε ικανοποιητικό βαθμό (Εικόνες Γ.1.56, Γ.2.34, Γ.3.35). Ως πηγή των συστατικών αυτών, όπως έχει προαναφερθεί, είναι η χρήση λιπασμάτων. Παρόλα αυτά, παρατηρούνται κάποιες εξάρσεις υψηλών συγκεντρώσεων NO₃ σε ορισμένα δείγματα. Σε αυτά τα δείγματα η αύξηση των NO₃, πιθανότατα οφείλεται εν μέρει και σε οικιστικά λύματα, καθώς όλα τα δείγματα που παρουσιάζουν αυτό το φαινόμενο εντοπίζονται εντός ή κοντά σε οικισμούς χωρίς αποχετευτικό δίκτυο.

Ομοίως, συμπεριφέρεται και το ζεύγος ιχνοστοιχείων Na και Cl, όπου παρατηρείται πάλι το φαινόμενο της συμμεταβολλής των συγκεντρώσεων τους σε όλες τις περιοχές που εξετάστηκαν (Εικόνες Γ.2.33, Γ.3.34). Πηγή των συστατικών αυτών είναι το θαλασσινό νερό.

Στην περιοχή της Β. Εύβοιας, τα υπόγεια ψυχρά νερά παρουσιάζουν αξιοπρόσεχτη συμμεταβολλή των συγκεντρώσεων τους στα στοιχεία Fe-Zn, Zn-Mg. Ταυτόχρονα, παρατηρείται και η κατά τόπους σύνδεση των συγκεντρώσεων αυτών των στοιχείων με τις συγκεντρώσεις του Mn (Εικόνες Γ.3.36, 37).

Στην ευρύτερη περιοχή Αρκίτσας – Καμένων Βούρλων – Οίτης, διαπιστώνεται ότι οι συγκεντρώσεις του ζεύγους των ιχνοστοιχείων Fe-Zn μεταβάλλονται (Εικ. Εικόνα Γ.2.36). Παρόμοιες μεταβολές στοιχείων, όπως Fe-Zn, έχουν διαπιστωθεί σε αναλύσεις εδαφών και φυτών σε περιοχές, όπου έχουμε εμφανίσεις λατεριτών (Μεγρέμη, 2001; Μεγρέμη 2011).

Παρουσία χρυσού στα υπόγεια ψυχρά νερά

Σε όλα δείγματα υπόγειου ψυχρού νερού από την περιοχή της Αταλάντης διαπιστώθηκε παρουσία Au σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 0,06 έως 0,17μg/L. Είναι πιθανό ο χρυσός αυτός να προέρχεται από τα υπερβασικά πετρώματα της οφ. σειράς. Σε κάθε περίπτωση όμως, ο μικρός εμπλουτισμός των υπόγειων νερών της περιοχής σε χρυσό παρουσιάζει ενδιαφέρον και απαιτεί περαιτέρω έρευνα.

Σύγκριση δειγμάτων, περιόδων υψηλής και χαμηλής στάθμης

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των αναλύσεων των δειγμάτων που ελήφθησαν στις περιόδους χαμηλής και υψηλής στάθμης των υδροφόρων οριζόντων (Κεφ. Γ.1.2.7, Γ.2.2.7, Γ.3.2.7), διαπιστώθηκε ότι κατά κανόνα υπάρχει μείωση των συγκεντρώσεων των στοιχείων την περίοδο της υψηλής στάθμης. Φαινόμενο το οποίο ήταν αναμενόμενο, καθώς κατά την περίοδο αύξησης της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα έχουμε ουσιαστικά αύξηση του όγκου του διαλύματος-ύδατος μέσα στο οποίο έχουμε διαλυμένη αρχικά μια συγκεκριμένη συγκέντρωση των στοιχείων αυτών, οπότε συντελείται ένα φαινόμενο αραίωσης. Βεβαίως, υπάρχουν εξαιρέσεις σε αυτό τον κανόνα, οι οποίες όμως είναι μεμονωμένες και οφείλονται σε συγκεκριμένες τοπικού χαρακτήρα συνθήκες.

Ποιότητα ψυχρών υπόγειων νερών και καταλληλότητα τους για διάφορες χρήσεις

Όσον αφορά την ποιότητα του νερού και την καταλληλότητα του για διάφορες χρήσεις, διαπιστώθηκαν τα εξής:



- ❖ Ως προς την **σκληρότητα** (Πίνακες Γ.1.30, Γ.2.24, Γ.3.31), σύμφωνα με τον Hem (1970), 84 δείγματα, χαρακτηρίζονται σαν ``Πολύ σκληρά`` και μόνο 2 δείγματα (OI-10-W, OI-15-W) χαρακτηρίζονται σαν ``Σκληρά``. Χρησιμοποιώντας την ταξινόμηση των Sawyer – McCarty (1967), σαν ``Πολύ σκληρά`` χαρακτηρίζονται 47 δείγματα και σαν ``Σκληρά`` χαρακτηρίζονται 39 δείγματα (τιμή διάκρισης $H_t = 300 \text{ mg/L CaCO}_3$). Δεν πρέπει να παραληφθεί να αναφερθεί, ότι κανένα από τα εξετασθέντα δείγματα δεν παρουσιάζει τιμή μικρότερη ή ίση με 80 mg/L CaCO_3 , όπου είναι το όριο για να χαρακτηριστεί ένα νερό κατάλληλο για οικιακή χρήση (Καλλέργης, 1986).

- ❖ Σχετικά με την **καταλληλότητα των υπόγειων υδάτων για ανθρώπινη κατανάλωση** χρησιμοποιήθηκε η Οδηγία 98/83/EK. Από τις χημικές αναλύσεις που παρουσιάζονται στους πίνακες Γ.1.26, Γ.2.29, Γ.3.2.3, διαπιστώνεται ότι 13 δείγματα κρίνονται ακατάλληλα προς πόση, καθώς υπερβαίνουν το ανώτατο επιτρεπτό όριο ποσιμότητας σε NO_3 , ενώ 15 δείγματα υπερβαίνουν σε μια τουλάχιστον φυσικοχημική παράμετρο το ενδεικτικό όριο ποσιμότητας.

Κάποια από τα δείγματα που εξετάστηκαν, χρησιμοποιούνται είτε περιστασιακά, είτε σε μόνιμη βάση για την υδροδότηση οικισμών. Από αυτά τα δείγματα δυο βρέθηκαν να υπερβαίνουν κάποιο από τα όρια ποσιμότητας.

Πιο αναλυτικά, το δείγμα KL-2-WM, το οποίο είναι από την γεώτρηση την οποία χρησιμοποιεί για την υδροδότηση ο οικισμός της Κυρτώνης, υπερβαίνει το ανώτατο όριο ποσιμότητας σε NO_3 . Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι όλα τα δείγματα από την περιοχή της Κυρτώνης βρέθηκαν ακατάλληλα για πόση, καθώς όλα υπερβαίνουν τα ανώτατα επιτρεπτά όρια NO_3 .

Στην περιοχή των Καμένων Βούρλων, στο δείγμα KB-2-D-WM η συγκέντρωση Na βρέθηκε να υπερβαίνει το ενδεικτικό όριο ποσιμότητας. Ωστόσο, πρέπει να αναφερθεί ότι κατά την επαναληπτική δειγματοληψία (δείγμα KBE-11-WM) η συγκέντρωση Na βρέθηκε να είναι κάτω του ενδεικτικού ορίου ποσιμότητας.
- ❖ Σχετικά με την **καταλληλότητα των υπόγειων υδάτων για αρδευτικούς σκοπούς** (Πίνακες Γ.1.35, Γ.2.29, Γ.3.36), χρησιμοποιήθηκε η κατάταξη που βασίζεται στο Συντελεστή Προσρόφησης Νατρίου (S.A.R., Sodium Assorption Ratio) και την αγωγιμότητα του U.S. Salinity Laboratory (1954). Σύμφωνα με αυτή την κατάταξη τα δείγματα που εξετάστηκαν χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:
 - i. S1-C1 (Νερό μικρής αλκαλικότητας - μικρής αλατότητας): Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το 46,5% των δειγμάτων (40 δείγματα).

- ii. S1-C2 (Νερό μικρής αλκαλικότητας - μέσης αλατότητας): Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το 44,25% των δειγμάτων (38 δείγματα).
- iii. S1-C3 (Νερό μικρής αλκαλικότητας - υψηλής αλατότητας): Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το 3,5% των δειγμάτων (3 δείγματα).
- iv. S2-C2 (Νερό μέσης αλκαλικότητας - μέσης αλατότητας): Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το 3,5% των δειγμάτων (3 δείγματα)
- v. S3-C2 (Νερό υψηλής αλκαλικότητας - μέσης αλατότητας): Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το 1,2% των δειγμάτων (1 δείγμα).
- vi. S2- C3 (Νερό μέσης αλκαλικότητας - υψηλής αλατότητας): Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το 1,2% των δειγμάτων (1 δείγμα).

Και από την εξέταση του δείκτη E.S.R. και MH (Magnesium Hazard) (Πίν. Γ.1.35, Γ.2.29, Γ.3.36), διαπιστώθηκε επιβάρυνση των νερών καθώς το 27% των δειγμάτων παρουσιάζει MH>50 και άρα δεν συνιστανται για άρδευση.

Πίνακας Ε.1. Ποσοστό κατάλληλων δειγμάτων για πόση και ποσοστό υπέρβασης των ορίων κάθε φυσικοχημικής παραμέτρου.

ΥΠΕΡΒΑΣΗ ΟΡΙΟΥ (%)	Cd	Co	Cr	Mn	Pb	Ni	Fe	Zn
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΥ	-*	-*	-*	4,6	-*	-*	1,2	-*
ΑΝΩΤΑΤΟΥ	0	-*	0	-*	0	0	-*	-*
ΠΟΣΙΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ (%)	100	-*	100	95,4	100	100	98,8	-*

ΥΠΕΡΒΑΣΗ ΟΡΙΟΥ (%)	Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺²	Ca ⁺²	P ₂ O ₅	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΥ	9,3	-*	-*	8,1	-*	-*	1,2	-*	-*
ΑΝΩΤΑΤΟΥ	-*	-*	-*	-*	-*	15,6	-*	-*	-*
ΠΟΣΙΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ (%)	90,7	-*	-*	91,9	-*	81,4	98,8	-*	-*

ΥΠΕΡΒΑΣΗ ΟΡΙΟΥ (%)	T	pH	TDS	CND
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΥ	-*	0	-*	2,9
ΑΝΩΤΑΤΟΥ	-*	-*	-*	-*
ΠΟΣΙΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ (%)	100	100	100	97,1

Βάσει των ορίων της Οδηγίας 98/83/ΕΚ, -* = Δεν ορίζεται τιμή ορίου

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΛΑΦΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΨΥΧΡΩΝ ΝΕΡΩΝ

Εστιάζοντας σε συγκεκριμένες περιοχές, όπως την Αταλάντη και την Κυρτώνη, στις οποίες αναπτύχθηκε πυκνό δίκτυο δειγματοληψίας και στις οποίες υπάρχουν εμφανίσεις χαρακτηριστικών πετρωμάτων, όπως υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς και συνδυάζοντας τα δεδομένα των αποτελεσμάτων από τις αναλύσεις των εδαφικών δειγμάτων και τις αναλύσεις δειγμάτων υπογείου ψυχρού νερού, διαπιστώνεται ότι κάποια στοιχεία παρουσιάζουν ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα συμπεριφορά ως προς την κινητικότητα τους.

- Πιο αναλυτικά, το Ni και στο έδαφος (Πιν. Γ.1.3, 4, Χαρ. Γ.1.2) και στο νερό (Πιν. Γ.1.26, Χαρ. Γ.1.29) παρουσιάζει υψηλές τιμές στην περιοχή της Κυρτώνης και αισθητά μικρότερες στην περιοχή της Αταλάντης. Ταυτόχρονα, ο Fe παρουσιάζει συγκρίσιμες τιμές στο νερό και στο έδαφος και στις δυο περιοχές. Αυτά τα δύο στοιχεία είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα στοιχείων που συμπεριφέρονται παραπλήσια και στα δύο μέσα (νερό, έδαφος), είτε μιλάμε για μια περιοχή όπως την Κυρτώνη στην οποία έχουμε εμφάνιση υγιών υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς, είτε για μια περιοχή όπως τον κάμπο της Αταλάντης, στην οποία έχουμε εξαλλοιωμένο υλικό από υπερβασικά πετρώματα της οφιολιθικής σειράς να συμμετέχει μέσω διαδικασιών εδαφογένεσης, στην σύσταση του εδάφους.
- Αντίστοιχα, υπάρχουν κάποια στοιχεία όπως Co, Cr, Mn, Mg τα οποία στο έδαφος (Πιν. Γ.1.3, 4, Χαρ. Γ.1.1, 3, 6, 17) της Κυρτώνης (υγιείς υπερβασικά πετρώματα της οφιολιθικής σειράς) παρουσιάζουν υψηλές τιμές, ενώ στην Αταλάντη (συμμετοχή εξαλλοιωμένου υλικού υπερβασικών πετρωμάτων της οφιολιθικής σειράς στο έδαφος) αισθητά μικρότερες και στο νερό παρουσιάζουν αντιστροφή της εικόνας αυτής (Πιν. Γ.1.26, Χαρ. Γ.1.25-28). Η φυσική ερμηνεία της συγκεκριμένης συμπεριφοράς των στοιχείων αυτής της ομάδας, στηρίζεται ουσιαστικά στο γεγονός ότι σε μια περιοχή σαν την Αταλάντη, όπου έχουμε συμμετοχή έντονα εξαλλοιωμένου υλικού από τα υπερβασικά πετρώματα της οφιολιθικής σειράς να περιέχεται στο έδαφος, είναι πολύ πιο εύκολο από το νερό στην υπόγεια διαδρομή του, να αποσπάσει τα συγκεκριμένα στοιχεία από τα ήδη έντονα εξαλλοιωμένα ορυκτά που τα περιέχουν και άρα να εμπλουτίζεται σε μεγάλο βαθμό. Αντίθετα, σε μια περιοχή όπως στην Κυρτώνη, στην οποία έχουμε έναν άλλο υδροφόρο ορίζοντα, η μη διάβρωση των πετρωμάτων και κατ' επέκταση των ορυκτών φάσεων που τα απαρτίζουν, δυσκολεύει την διαδικασία απόσπασης από το νερό των συγκεκριμένων στοιχείων. Στο έδαφος όπως προαναφέρθηκε, η εικόνα αντιστρέφεται, καθώς υψηλές τιμές συγκεντρώσεων διαπιστώνονται στην Κυρτώνη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα εδάφη παρουσιάζουν μεγαλύτερη συμμετοχή στα ορυκτά που λειτουργούν σαν πηγές των συγκεκριμένων στοιχείων, καθώς βρίσκονται πολύ κοντά στους

σχηματισμούς που τα προσφέρουν. Αλλά και επειδή τα συγκεκριμένα ορυκτά δεν έχουν εξαλλοιωθεί ακόμη και άρα περιέχουν σχεδόν το αρχικό (μέγιστο) ποσοστό των συγκεκριμένων στοιχείων στη σύστασή τους.

Όλα τα παραπάνω επαληθεύονται από την μελέτη της ορυκτολογίας των εδαφικών δειγμάτων από τις δύο περιοχές, αφού στην περιοχή της Κυρτώνης συναντάμε συχνά Cr-ούχους ($Cr_2O_3 \sim 2,5\%$) χλωρίτες (Πιν. Γ.1.19), χρωμίτες (Πιν. Γ.1.20), μαγνητίτες (Πιν. Γ.1.18). Ταυτόχρονα ο βαθμός εξαλλοίωσης αυτών των ορυκτών φάσεων είναι σχετικά μικρός, χαρακτηριστική του μικρού βαθμού εξαλλοίωσης των ορυκτών στην περιοχή είναι η εικόνα Γ.1.4, στην οποία φαίνεται ένας γωνιώδης κόκκος χρωμίτη, μαζί σε μια μάζα ασβεστίτη. Στην περιοχή της Αταλάντης συναντάμε ορυκτές φάσεις όπως της ομάδας των σπινελίων (Πιν. Γ.1.23), Cr-ούχους μαγνητίτες (Πιν. Γ.1.18), που είναι κατά κανόνα συγκριτικά φτωχότερες στα στοιχεία της συγκεκριμένης ομάδας. Χαρακτηριστικές είναι και οι εικόνες (Εικ. Γ.1.6-11) των ορυκτών που λειτουργούν σαν πηγές των συγκεκριμένων στοιχείων, καθώς τα ορυκτά είναι πολύ μικρότερα σε μέγεθος και πιο στρογγυλεμένα, σε σύγκριση με την περιοχή της Κυρτώνης (Εικ. Γ.1.3-5).

- Τέλος, υπάρχουν και στοιχεία όπως ο Zn, όπου παρουσιάζει διαφορετική συμπεριφορά στα δύο μέσα (νερό, έδαφος) στις δυο περιοχές. Πιο αναλυτικά, ο Zn ενώ στο έδαφος παρουσιάζει παραπλήσιες τιμές συγκεντρώσεων (Πιν. Γ.1.3, 4, Χαρ. Γ.1.8) και στις δύο περιοχές, στο νερό (Πιν. Γ.1.26, Χαρ. Γ.1.30) παρουσιάζει υψηλές τιμές στην περιοχή της Αταλάντης και χαμηλές στην περιοχή της Κυρτώνης.

Πίνακας Ε.2. Συμπεριφορά στοιχείων στο έδαφος και στο υπόγειο νερό, στις περιοχές της Αταλάντης και της Κυρτώνης.

	ΥΠΟΓΕΙΟ ΝΕΡΟ		ΕΔΑΦΟΣ	
	ΑΤΑΛΑΝΤΗ	ΚΟΛΑΚΑ	ΑΤΑΛΑΝΤΗ	ΚΟΛΑΚΑ
Fe	≈	≈	≈	≈
Ni	↓	↑	↓	↑
Co	↑	↓	↓	↑
Cr	↑	↓	↓	↑
Mn	↑	↓	↓	↑
Mg	↑	↓	↓	↑
Zn	↑	↓	≈	≈

Με πράσινο χρώμα σημειώνονται τα στοιχεία που παρουσιάζουν ίδια συμπεριφορά, με πορτοκαλί τα στοιχεία που παρουσιάζουν αντιστροφή συμπεριφοράς και με κίτρινο χρώμα στοιχεία που παρουσιάζουν άλλη συμπεριφορά

ΜΟΝΟΕΤΗ ΦΥΤΑ

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης εξετάστηκαν δείγματα από διάφορα είδη μονοετών φυτών. Κυρίως συλλέχθηκαν δείγματα από τα επικρατέστερα είδη της τοπικής χλωρίδας κάθε περιοχής. Από την μελέτη τους διαπιστώθηκαν τα εξής:

Μονοετή φυτά που φύονται σε περιοχές επιβαρυνμένες από υπερβασικά πετρώματα της οφιολιθικής σειράς

Ένας από τους στόχους της παρούσας μελέτης ήταν η συλλογή φυτών, τα οποία φύονται σε περιβάλλοντα με υψηλές τιμές συγκεντρώσεων σε μέταλλα, π.χ. Cr, Ni, Fe κ.α. για να διαπιστωθεί αν τα στοιχεία αυτά περνάνε στην χλωρίδα και σε τί βαθμό.

Βάσει αυτού του σκεπτικού, συλλέχθηκαν και είδη φυτών που είναι συσσωρευτές μετάλλων. Πιο συγκεκριμένα, σε δυο περιοχές στην Κυρτώνη και στον Κάβο (Β. Εύβοια) εντοπίστηκε σε άμεση γειτονία με εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων της οφ. σειράς το *Alyssum chalcidicum* (KL-5-P, KABOS-3-P), το οποίο είναι συσσωρευτής Ni (Kabata-Pendias & Mukherjee, 2007). Στις περιοχές αυτές, πραγματοποιήθηκε συστηματική δειγματοληψία διαφόρων φυτών, με σκοπό να διαπιστωθεί, το πώς συμπεριφέρονται τα υπόλοιπα είδη φυτών, κάτω από τις ιδιαίτερες συνθήκες stress που επικρατούν στις συγκεκριμένες περιοχές (ιδιαίτερα υψηλές τιμές μετάλλων στο έδαφος). Σε κάποιες περιπτώσεις διαπιστώθηκε το φαινόμενο, είδη φυτών να φύονται ακόμη και πάνω σε υπερβασικούς σχηματισμούς χρησιμοποιώντας τις ρωγμές του πετρώματος.

Όσον αφορά το *Alyssum chalcidicum* (KL-5-P, KABOS-3-P), το οποίο είναι συσσωρευτής Ni, παρατηρήθηκε ότι παρουσιάζει συγκεντρώσεις Ni 1700mg/kg (KABOS-3-P) και 29000mg/kg (KL-5-P), στο υπέργειο μέρος του φυτού, ενώ στο ριζικό σύστημα 109 mg/kg (KABOS-3-P) και 1400mg/kg (KL-5-P). Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι στο δείγμα KL-5-P οι σ.σ. είναι στο υπέργειο μέρος 137% και στο ριζικό σύστημα 66%. Επίσης, υψηλοί συντελεστές συσσώρευσης διαπιστώθηκαν και στο ριζικό σύστημα στα στοιχεία S (4149mg/kg, 3110%), Sr (12,8 mg/kg, 319%), Ca (2950mg/kg, 55,3%). Βέβαια, ενδιαφέρον αποτελεί το γεγονός ότι στο δείγμα KABOS-3-P, για τα στοιχεία S, Sr, Ca, στο υπέργειο μέρος του φυτού έχουμε μεγαλύτερες τιμές συγκεντρώσεων S 4054 mg/kg, Sr 35 mg/kg, Ca 35859 mg/kg, ενώ στο δείγμα KL-5-P στα συγκεκριμένα στοιχεία οι συγκεντρώσεις ήταν < LDL.

Στην περιοχή της Κυρτώνης στην οποία βρέθηκε το *Alyssum chalcidicum* (KL-5-P), συλλέχθηκε ακόμη το *Silena fabaria* (KL-4-P), στο οποίο το Ni στο υπέργειο μέρος είναι 4,2mg/kg, με σ.σ. 0,2% και στο ριζικό σύστημα είναι 7,3mg/kg, με σ.σ. 0,35%. Ενδεικτικά αναφέρεται πως ο εδαφικός ορίζοντας πάνω στον οποίο φύονται τα δείγματα στη συγκεκριμένη περιοχή, έχει συγκέντρωση Ni 2111mg/kg. Το ίδιο είδος φυτού εντοπίστηκε και στη Β. Εύβοια (KABOS-5-P), πάλι κοντά στο σημείο που συλλέχθηκε ο συσσωρευτής *Alyssum chalcidicum*, στο οποίο η συγκέντρωση Ni (KABOS-5-P) είναι 11,3mg/kg στο υπέργειο μέρος και στο ριζικό σύστημα 7,74mg/kg.

Στην περιοχή της Β. Εύβοιας μαζί με το *Alyssum chalcidicum* (KL-5-P) εντοπίστηκαν ακόμη: το *Hirschfeldia incana* (KABOS-4-P), με 4,5mg/kg Ni στο

υπέργειο μέρος του φυτού και 0,9mg/kg στο ριζικό σύστημα, το *Silena fabaria* (KABOS-5-P) με 11,31mg/kg Ni στο υπέργειο μέρος του φυτού και 7,75mg/kg στο ριζικό σύστημα, το *Melilotus indica* (KABOS-6-P), με 25,3mg/kg Ni στο υπέργειο μέρος του φυτού και 12,6mg/kg στο ριζικό σύστημα, το *Dittrichia viscosa* (KABOS-7-P), με 39mg/kg Ni στο υπέργειο μέρος του φυτού και 6mg/kg στο ριζικό σύστημα, το *Coniolum cantabrica* (KABOS-8-P) με 8,5mg/kg Ni στο υπέργειο μέρος του φυτού και 5mg/kg στο ριζικό σύστημα.

Στην περιοχή της Κυρτώνης, σε ελαιώνα (δείγμα εδάφους KL-17-E, με 960mg/kg Ni) που βρίσκεται σε πολύ κοντινή απόσταση (<30m) από το σημείο που εντοπίστηκε το *Alyssum chalcidicum*, εντοπίστηκε και συλλέχθηκε το *Verbascum sp.* (KL-3-P), το οποίο διαπιστώθηκε να έχει στο υπέργειο μέρος 5,75mg/kg Ni και σ.σ. 0,6%, ενώ στο ριζικό σύστημα το Ni είναι <LDL.

Αντίστοιχα, στην Β. Εύβοια το *Hirschfeldia incana* διαπιστώθηκε να φύεται και στην εμφάνιση των υπερβασικών πετρωμάτων (KABOS-4-P), αλλά και σε κοντινή απόσταση από αυτή (<150m) (KABOS-2-P, αντ. δείγμα εδάφους KABOS-9, με 811mg/kg Ni). Η συγκέντρωση του Ni που διαπιστώθηκε στο συγκεκριμένο είδος, είναι στο KABOS-4-P (υπερβ.) στο υπέργειο μέρος 4,5mg/kg και στο ριζικό σύστημα 0,9mg/kg και στο δείγμα KABOS-2-P (εδαφ.) στο υπέργειο μέρος 1,42mg/kg με σ.σ. 0,18% και στο ριζικό σύστημα 1,24mg/kg και σ.σ. 0,15%.

Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω στοιχεία, συμπεραίνεται ότι τα προαναφερθέντα είδη φυτών μπορούν να φύονται σε εδάφη με μεγάλες τιμές Ni, χωρίς αυτό να τους δημιουργεί κάποιο πρόβλημα. Ειδικότερα, όσον αφορά το *Alyssum chalcidicum*, όχι μόνο δεν παρουσιάζει κάποιο πρόβλημα στο να φύεται στις συγκεκριμένες συνθήκες, αλλά έχει αναπτύξει και την ιδιότητα να μπορεί να συσσωρεύει μεγάλα ποσά Ni, φαινόμενο το οποίο μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμο, σαν ένας φιλικός προς το περιβάλλον τρόπος απορρύπανσης περιοχών που παρουσιάζουν προβλήματα μόλυνσης από Ni (φυτο-αποκατάσταση).

Μια αντίστοιχα ενδιαφέρουσα περίπτωση συναντήθηκε και στην περιοχή της Οίτης. Συγκεκριμένα, εντοπίστηκε το *Spartium junceum* L. να φύεται ανάμεσα σε ρωγμές υπερβασικών πετρωμάτων της οφ. σειράς (OI-4-P), αλλά και σε κοντινή απόσταση (<15m) (OI-5-P) σε επίπεδο εδαφικό ορίζοντα. Στο συγκεκριμένο εδαφικό ορίζοντα (δείγμα εδάφους OI-16-E) το Ni είναι 516mg/kg. Η συγκέντρωση του Ni στο δείγμα OI-4-P (υπερβ.) στο υπέργειο μέρος είναι 4,35 και στο ριζικό σύστημα <LDL και στο δείγμα OI-5-P (εδαφ.) στο υπέργειο μέρος είναι 1,52mg/kg και στο ριζικό σύστημα είναι 0,52mg/kg και αντίστοιχα σ.σ. 0,3% και 0,1%.

Το ίδιο είδος φυτού εντοπίστηκε και στην περιοχή του Αγίοκαμπου της Β. Εύβοιας (AGIOK-4-P), σε πεδινή έκταση (δείγμα εδάφους AGIOK-9-E), με Ni 29,3mg/kg. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι δεν υπάρχει καμία βιβλιογραφική αναφορά για εμφάνιση υπερβασικών πετρωμάτων της οφ. σειράς στην περιοχή, αλλά ούτε κατά την υπαίθρια έρευνα διαπιστώθηκε κάποια τέτοια εμφάνιση. Η συγκέντρωση Ni και ο σ.σ., στο υπέργειο μέρος του είναι 1,1mg/kg και 3,9% και στο ριζικό σύστημα είναι 1,2mg/kg και 4,1% αντίστοιχα.

Όλα τα παραπάνω οδηγούν στα συμπεράσματα ότι η ύπαρξη *Spartium junceum* L. δεν συνδέεται απαραίτητα με εμφάνιση υπερβασικών πετρωμάτων της οφ. σειράς ή απαραίτητα υψηλών τιμών συγκέντρωσης Ni στον εδαφικό ορίζοντα, έτσι ώστε να θεωρηθεί φυτό-οδηγός. Πρόκειται για ένα είδος φυτού το οποίο μπορεί να φύεται σε επιβαρυνμένα από Ni εδάφη, χωρίς να παρουσιάζει προβλήματα στην ανάπτυξη του.

Μονοετή φυτά που φύονται σε περιοχές αποθέσεων θερμών πηγών

Συστηματική δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε και σε περιοχές στις οποίες παρατηρήθηκαν φυτά να φύονται απευθείας πάνω σε εύθρυπτο ``εδαφικό`` ορίζοντα, ο οποίος έχει προέρθει αποκλειστικά από αποθέσεις θερμών πηγών. Πιο συγκεκριμένα, τα δείγματα που εντοπίστηκαν και συλλέχτηκαν, κάτω από αυτές τις συνθήκες, είναι το *Limonium oleifolium* (AD-10-P) και το *Juncus acutus* (AD-11-P), από την περιοχή των Λουτρών Αιδηψού.

Τα δείγματα συλλέχθηκαν, σε πολύ κοντινή απόσταση (>100m) αναμεταξύ τους, ανάμεσα σε αναβλύσεις θερμών πηγών. Το υλικό με το οποίο έχει γίνει η εδαφογένεση στην συγκεκριμένη περιοχή, είναι αποκλειστικά η ανθρακικής κατά κύριο λόγο σύστασης αποθέσεις, των διαφόρων θερμών πηγών. Το έδαφος της περιοχής χαρακτηρίζεται από έντονη ετερογένεια όσον αφορά την κατανομή συγκεντρώσεων των διαφόρων στοιχείων. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι οι συγκεντρώσεις των αντίστοιχων εδαφικών δειγμάτων AD-24 (αντ. AD-10-P) και του AD-25 (αντ. AD-11-P) περιέχουν, As 154mg/kg-20mg/kg, Ba 183mg/kg-82mg/kg, Cr 32,5mg/kg-<LDL, Cu 30 mg/kg-<LDL, Pb 82mg/kg-3mg/kg, Sr 547mg/kg-3117 mg/kg, Ti 12mg/kg-16mg/kg, Zn 38mg/kg-<LDL αντίστοιχα. Φαινόμενο το οποίο οφείλεται στο διαφορετικό χημισμό των θερμών πηγών και του υλικού που αποθέτουν, παρά την μικρή απόσταση που απέχουν μεταξύ τους (βλ. Μέρος Δ).

Όσον αφορά, το δείγμα *Limonium oleifolium* (AD-10-P) ενδιαφέρον παρουσιάζει ο σ.σ. του Cu, που είναι 50,4% (15 mg/kg) στο υπέργειο μέρος και 27% (8,1mg/kg) στο ριζικό σύστημα. Ο σ.σ. του Zn είναι 64% (24,2mg/kg) στο υπέργειο μέρος, ενώ στο ριζικό σύστημα η συγκέντρωση είναι <LDL.

Στο δείγμα *Juncus acutus* (AD-11-P), αντίστοιχο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι σ.σ. διαφόρων στοιχείων, καθώς εμφανίζονται ιδιαίτερα υψηλοί. Πιο αναλυτικά, ο σ.σ. Be είναι 37% (0,27mg/kg) στο ριζικό σύστημα, του Co είναι 49,5% (0,14mg/kg), Pb είναι 37% (1,04mg/kg) στο υπέργειο μέρος του φυτού και 63% (1,79mg/kg) στο ριζικό σύστημα και τέλος, του Ti είναι 26% (4,32mg/kg) στο υπέργειο μέρος και 32% (5,32mg/kg) στο ριζικό σύστημα.

Ένα ενδιαφέρον ερώτημα που προκύπτει από τα παραπάνω είναι αν τα συγκεκριμένα είδη παρουσιάζουν και κάτω από άλλες συνθήκες τους ίδιους υψηλούς σ.σ., άρα αποτελεί χαρακτηριστικό των συγκεκριμένων ειδών (δεν υπάρχει διαθέσιμη βιβλιογραφία, που να διευκρινίζει το συγκεκριμένο θέμα). Η στην αντίθετη περίπτωση, θα πρέπει να θεωρηθεί ότι όλοι αυτοί οι υψηλοί σ.σ. οφείλονται στο γεγονός ότι ο συγκεκριμένος εδαφικός ορίζοντας διαθέτει τα στοιχεία αυτά σε μορφές οι οποίες είναι πιο ευκολοπρόσληπτες για τα φυτά.

Μονοετή βρώσιμα φυτά

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι αναλύσεις των μονοετών βρώσιμων φυτών που εξετάστηκαν, όπως το *Foeniculum vulgare* (κοιν. Μάραθος) (AT-2-P) και κυρίως το *Triticum durum* (κοιν. Σιτάρι) (AT-3-P, KL-6-P, NP-4-P).

Όσον αφορά το *Triticum durum* (κοιν. Σιτάρι) στη περιοχή μελέτης, συλλέχθηκε από τρεις διαφορετικές τοποθεσίες κατά την περίοδο του θερισμού. Πιο αναλυτικά, συλλέχθηκαν δείγματα από τον κάμπο της Αταλάντης (AT-3-P), από την κοντινή ορεινή περιοχή της Κυρτώνης (KL-6-P), στην οποία έχουμε εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων της οφ. σειράς και από την Β. Εύβοια, στον κάμπο του Νέου Πύργου (NP-4-P). Στο συγκεκριμένο είδος, λόγω του γεγονότος ότι πρόκειται για βρώσιμο είδος φυτού, αναλύθηκε το ριζικό σύστημα και ξεχωριστά ο καρπός από το υπόλοιπο υπέργειο κομμάτι (φύλλα και βλαστός).

Από την αντιπαραβολή των συγκεντρώσεων που διαπιστώθηκαν στους καρπούς στα πλαίσια της παρούσας μελέτης με τις συγκεντρώσεις που αναφέρονται σε αντίστοιχες μελέτες από άλλες χώρες, (Πιν. Ε.3, Eriksson 2001a , Kabata-Pendias & Mukherjee, 2007), διαπιστώθηκε ότι οι τιμές που παρουσιάζονται είναι συγκρίσιμες.

Μοναδικές εξαιρέσεις είναι οι συγκεντρώσεις Zn και Cd. Πιο αναλυτικά, το Cd, ενώ σαν συνήθη εύρος συγκεντρώσεων δίνεται 20-70μg/kg από Kabata-Pendias & Mukherjee (2007), στην περιοχή της Κυρτώνης (KL-6-P) η συγκέντρωση Cd φτάνει τα 147μg/kg.

Αντίστοιχα, για τον Zn, ενώ σαν συνήθη εύρος συγκεντρώσεων δίνεται 23-27μg/kg από Kabata-Pendias & Mukherjee (2007), στην περιοχή της Β. Εύβοιας (NP-4-P) η συγκέντρωση Cd φτάνει τα 40μg/kg.

Γενικότερα, παρατηρήθηκε η τάση, οι συγκεντρώσεις να ακολουθούν την σειρά Ρίζα>Υπέργειο μέρος(εκτός του καρπού)>Καρπός, για μια σειρά στοιχείων (κυρίως Al, As, Ca, K, Pb, Ti και ακολουθούν Cd, Co, Sr, U). Στα περισσότερα στοιχεία που πραγματοποιήθηκε ανάλυση, οι μεγαλύτερες τιμές συγκεντρώσεων διαπιστώθηκαν στην ρίζα, εκτός από τα στοιχεία Ba και Na, τα οποία δείχνουν να συσσωρεύουν σε μερικές περιπτώσεις μεγαλύτερα ποσά στο υπέργειο τμήμα του φυτού από ότι στην ρίζα. Τα στοιχεία Mg, P, S (όπου είναι θρεπτικά συστατικά και όχι μέταλλα) διαπιστώθηκε ότι το φυτό συσσωρεύει μεγαλύτερες ποσότητες τους στον καρπό και ακολουθεί μετά η ρίζα και μετά το υπέργειο μέρος του φυτού.

Ενδιαφέρον προκαλεί το γεγονός ότι το Cr εντοπίστηκε σε συγκεντρώσεις μετρήσιμες μόνο στις ρίζες (13,1-2,5mg/kg με σ.σ. 4,1-0,5%).

Προχωρώντας στους σ.σ., διαπιστώθηκε ότι κατά κύριο λόγο υψηλούς σ.σ. (>25% έως 700%) συναντάμε στα K, Na, P, S, σε όλα τα μέρη του φυτού που εξετάστηκαν. Βέβαια, πρέπει να σημειωθεί ότι όλα αυτά τα στοιχεία είναι θρεπτικά συστατικά. Αξιοπρόσεκτα ποσοστά σ.σ. όμως διαπιστώθηκαν και στον Zn, που στον καρπό κυμαίνονται από 17-52%. Αλλά και στον Cu στο δείγμα NP-4-P, όπου στο υπέργειο μέρος φτάνει το 51%.

Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι σε περιοχές που έχουμε εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων οι οποίες έχουν συνεισφέρει σε μεγάλο βαθμό στην εδαφογένεση της περιοχής, δίνοντας αυξημένες συγκεντρώσεις σε μια σειρά από

ιχνοστοιχεία [πχ δείγμα εδάφους (KL-18) συγκεντρώσεις Cr 2663mg/kg, Ni 2000mg/kg κ.α.]. Σε αυτές τις περιοχές το σιτάρι (KL-6-P) δεν διαπιστώθηκε να συσσωρεύει κάποια ιδιαίτερα μεγάλα ποσά από αυτά τα στοιχεία, αλλά ούτε να παρουσιάζει κάποια φαινόμενα φυτο-τοξικότητας. Βέβαια, θα πρέπει να αναφερθεί ότι στο συγκεκριμένο δείγμα η συγκέντρωση Ni στις ρίζες είναι 94mg/kg (σ.σ. 4,7%), ενώ στα άλλα δείγματα του ίδιου είδους παρουσιάζει 8,63-9mg/kg. Άρα, από ότι φαίνεται, το Ni δεν προωθείται στο υπέργειο μέρος του φυτού συμπεριλαμβανομένου και του καρπού, καθώς στο συγκεκριμένο δείγμα διαπιστώθηκε 1,13mg/kg (σ.σ. 0,06%) Ni και 1,43 mg/kg (σ.σ. 0,07%) Ni, αντίστοιχα.

Όλα τα παραπάνω οδηγούν στα συμπεράσματα ότι το σιτάρι δείχνει ότι μπορεί να φύεται σε επιβαρυσμένα (τουλάχιστον μέχρι των συγκεντρώσεων που διαπιστώσαμε) από διάφορα μέταλλα εδάφη, χωρίς να παρουσιάζει προβλήματα στην ανάπτυξη του, αλλά ούτε να συσσωρεύει σε μεγάλες ποσότητες τοξικά μέταλλα στο υπέργειο μέρος του και τον καρπό του.

Πίνακας Ε.3. Συγκεντρώσεις σε σπόρους σιταριού.

		Σιτάρι, σπόροι*		Περιοχή μελέτης
Co	Εύρος	μg/kg		10-57
	Μέση Τιμή	μg/kg		33
Cu	Εύρος	mg/kg	1,3-10	4,09-5,2
	Μέση Τιμή	mg/kg	4,7	4,79
Mn	Εύρος	mg/kg	16-103	14,06-27,73
	Μέση Τιμή	mg/kg	40	22,4
Ni	Εύρος	mg/kg	0,17-0,67	-
	Μέση Τιμή	mg/kg	0,34	1,43
Pb	Εύρος	mg/kg	0,2-0,6	<LDL
	Μέση Τιμή	mg/kg	0,5	<LDL
Sr	Εύρος	mg/kg	0,5-2,36	<LDL
	Μέση Τιμή	mg/kg	1,5	<LDL
Zn	Εύρος	mg/kg	23-37	17,26-39,6
	Μέση Τιμή	mg/kg	24	27,36
Rb	Εύρος	mg/kg		<LDL
	Μέση Τιμή	mg/kg	2,6	<LDL
Ba	Εύρος	mg/kg		0,88-1,95
	Μέση Τιμή	mg/kg	3,2	1,51
V	Εύρος	μg/kg	7-10.	<LDL
	Μέση Τιμή	μg/kg	9	<LDL
Mo	Εύρος	mg/kg	0,2-2,4	-
	Μέση Τιμή	mg/kg	1	0,37
Fe	Εύρος	mg/kg	17-50	24,12-30,5
	Μέση Τιμή	mg/kg	31	26,96
Cd	Εύρος	μg/kg	20-70	29-147
	Μέση Τιμή	μg/kg		88
Al	Εύρος	mg/kg		<LDL
	Μέση Τιμή	mg/kg	31	<LDL

* = στοιχεία των Eriksson 2001a , Kabata-Pendias & Mukherjee, 2007

Προχωρώντας στο *Foeniculum vulgare*, (κοιν. Μάραθος) από το οποίο συλλέχθηκε και αναλύθηκε μόνο ένα δείγμα κατά την περίοδο συγκομιδής από τον κάμπο της Αταλάντης (ΑΤ-2-Ρ), λόγω του γεγονότος ότι είναι βρώσιμο είδος, αναλύθηκε ξεχωριστά το ριζικό σύστημα, ο ανθός και το υπόλοιπο υπέργειο κομμάτι (βλαστός).

Στο συγκεκριμένο δείγμα παρατηρήθηκε οι συγκεντρώσεις να ακολουθούν την σειρά Καρπός > Υπέργειο μέρος (εκτός του ανθού) > Ρίζα, σε μια σειρά στοιχείων (κυρίως As, Ba, Cu, K, Mn, Zn). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η συγκέντρωση Zn, όπου στον ανθό είναι 44mg/kg, στο βλαστό 12 mg/kg, ενώ στη ρίζα η συγκέντρωση ήταν κάτω από τα όρια ανιχνευσιμότητας.

Στα στοιχεία Al, Cd (οριακά), Na, Si, Ti, V διαπιστώθηκε διαφοροποίηση ως προς την προαναφερθείσα διαπίστωση, καθώς οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις εντοπίζονται στη ρίζα, έναντι των υπέργειων τμημάτων του φυτού.

Υψηλοί σ.σ. (>100% έως περίπου 950%) στο συγκεκριμένο δείγμα παρατηρήθηκαν κατά κύριο λόγο στα K, Na, P, S, στο ριζικό σύστημα και στο βλαστό, ενώ στον ανθό οι συγκεντρώσεις των Na, P, S είναι κάτω από τα όρια ανιχνευσιμότητας. Αξιοπρόσεκτα υψηλός είναι ο σ.σ. Zn όπου στον ανθό είναι 65% (44mg/kg), αλλά και του Sr, όπου στο βλαστό είναι 29% (27mg/kg) και αντίστοιχα στη ρίζα 23% (22mg/kg).

Επικρατέστερα είδη μονοετών φυτών της τοπικής γλωρίδας

Εξετάζοντας τις συγκεντρώσεις αλλά και τους σ.σ. των στοιχείων στα διάφορα είδη φυτών που μελετήθηκαν, εκτός των προαναφερθέντων, διαπιστώθηκε ότι πολλά φυτά παρουσιάζουν αξιοπρόσεκτα αυξημένες συγκεντρώσεις ή/και σ.σ. σε συγκεκριμένα στοιχεία. Πιο αναλυτικά:

Για το Co:

- το δείγμα AD-11-P, που είναι *Juncus acutus*, παρουσιάζει σ.σ. Co 49,5% στο ριζικό σύστημα (0,14mg/kg) και στο υπέργειο μέρος του φυτού παρουσιάζει σ.σ. 19,4% (0,05mg/kg). Ενδεικτικά αναφέρεται πως σε όλα τα υπόλοιπα δείγματα ο σ.σ. Co φτάνει μόνο έως 5, 9%.

Ομοίως για το Cu:

- το ΑΤ-4-Ρ, που είναι *Hypericum triquetrifolium*, παρουσιάζει σ.σ. Cu 53,7% (21,7mg/kg) στο ριζικό σύστημα, ενώ στο υπέργειο μέρος παρουσιάζει σ.σ. 12,9% (5,2mg/kg),
- το AD-10-P, που είναι *Limonium oleifolium*, παρουσιάζει σ.σ. 50,4% (15,1 mg/kg) στο υπέργειο μέρος και στο ριζικό σύστημα παρουσιάζει σ.σ. 27% (8,1 mg/kg),
- το ΟΙ-1-Ρ, που είναι *Chamaecytisus hirsutus*, παρουσιάζει συγκέντρωση σε Cu 11,5mg/kg στο υπέργειο μέρος και στο ριζικό σύστημα μόνο 4,1 mg/kg,
- αλλά και το NP-4-Ρ, που όπως προαναφέρθηκε, είναι *Triticum durum* (κοιν. Σιτάρι) , παρουσιάζει σ.σ. Cu 51,2% (14,4mg/kg), ενώ στον καρπό μόνο 18,5% (5,2 mg/kg) και στο ριζικό σύστημα 21,4% (6mg/kg). Στα υπόλοιπα δείγματα *Triticum durum* η συγκέντρωση είναι <5 mg/kg και ο σ.σ. <15%, άρα δεν διαπιστώνεται κάποια γενική τάση.

Ομοίως για το Mn:

- το OI-1-P, που είναι *Chamaecytisus hirsutus*, παρουσιάζει συγκέντρωση σε Mn 266mg/kg και σ.σ. 23,9% στο υπέργειο μέρος και στο ριζικό σύστημα 310mg/kg και σ.σ. 28%. Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι ο αμέσως χαμηλότερος σ.σ. Mn βρέθηκε σε *Lupinus angustifolius* (AGIOK-5-P) στο υπέργειο μέρος του φυτού και είναι 16,4% (89mg/kg) και η αμέσως μικρότερη συγκέντρωση Mn μετά το *Chamaecytisus hirsutus* (OI-1-P), είναι σε *Silena fabaria* (KL-4-P) 101mg/kg, στο ριζικό της σύστημα.

Ομοίως για το Ni:

- το KL-6-P, που όπως προαναφέρθηκε, είναι *Triticum durum* (κοιν. Σιτάρι), παρουσιάζει συγκέντρωση σε Ni 94mg/kg και σ.σ. 4,7% στο ριζικό σύστημα, ενώ στον καρπό παρουσιάζει συγκέντρωση σε Ni μόνο 1,4 mg/kg και σ.σ. 0,07% και στο υπέργειο μέρος 1,13mg/kg και σ.σ. 0,06%. Στα άλλα δείγματα του ίδιου είδους, διαπιστώθηκε ξανά η τάση το Ni στο ριζικό σύστημα του φυτού να είναι περισσότερο από ότι στα υπόλοιπα μέρη του, άλλα όχι σε τόσο έντονο βαθμό. Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι η αμέσως χαμηλότερη συγκέντρωση Ni που διαπιστώθηκε (σε όλα τα δείγματα εκτός των συσσωρευτών *Alyssum*), ήταν 39mg/kg στο υπέργειο μέρος του δείγματος KABOS-7-P (*Dittrichia viscosa*).

Ομοίως για το Pb:

- το AD-10-P, που είναι *Limonium oleifolium*, παρουσιάζει συγκέντρωση σε Pb 9,9mg/kg στο ριζικό σύστημα και 3,3mg/kg στο υπέργειο μέρος. Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι η αμέσως χαμηλότερη συγκέντρωση Pb που διαπιστώθηκε, ήταν 1,8mg/kg στις ρίζες του δείγματος AD-11-P (*Juncus acutus*),
- το AD-11-P, που είναι *Juncus acutus*, παρουσιάζει σ.σ. σε Pb 63% (1,8mg/kg) στο ριζικό σύστημα και στο υπέργειο μέρος σ.σ. 37% (1,04mg/kg). Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι ο αμέσως χαμηλότερος σ.σ. Pb που διαπιστώθηκε, ήταν 12,2% στις ρίζες του δείγματος AD-10-P (*Limonium oleifolium*).

Ομοίως για το Si:

- το KB-3-P, που είναι *Rapistrum rugosum*, παρουσιάζει συγκέντρωση σε Si 132mg/kg και σ.σ. 47,7% στο υπέργειο μέρος, ενώ στο ριζικό σύστημα παρουσιάζει συγκέντρωση Si μόνο 11,6mg/kg και σ.σ. 4,2%. Στα υπόλοιπα δείγματα του ίδιου είδους διαπιστώθηκε να υπάρχει πάντα μεγαλύτερη ή έστω οριακά μεγαλύτερη συγκέντρωση Si στο υπέργειο μέρος του φυτού και αντίστοιχα μεγαλύτερος συντέλεσης συσσωρευσης. Βέβαια, αν εξαιρεθεί το δείγμα THE-3-P, στο οποίο διαπιστώθηκε υψηλή συγκέντρωση Si (87,1mg/kg) στο υπέργειο μέρος του φυτού, σε όλα τα άλλα δείγματα οι τιμές των συγκεντρώσεων δεν ξεπερνάμε τα 20mg/kg.

Ομοίως για το Sr:

- Το AD-10-P, που είναι *Limonium oleifolium*, παρουσιάζει συγκέντρωση σε Sr 75mg/kg και σ.σ. 13,5% στο υπέργειο μέρος και στο ριζικό σύστημα 56mg/kg και σ.σ. 10,2%.
- Το AD-11-P, που είναι *Juncus acutus*, παρουσιάζει συγκέντρωση σε Sr 75mg/kg και σ.σ. 2,4% στο ριζικό σύστημα και στο υπέργειο μέρος 41mg/kg και σ.σ. 1,3%.
- Στα δείγματα του είδους *Rapistrum rugosum* διαπιστώθηκαν πολύ μεγάλοι σ.σ. Sr όπως στο THE-3-P, όπου στο υπέργειο μέρος παρουσιάζει σ.σ. 103% (92 mg/kg) και στο ριζικό σύστημα 52% (46 mg/kg). Πρέπει να αναφερθεί όμως ότι στα δείγματα DM-2-P, KB-3-P, KB-4-P, NP-3-P, THE-2-P, που είναι *Rapistrum rugosum*, ο σ.σ. Sr δεν ξεπερνάει το 42%, παρότι οι τιμές των συγκεντρώσεων Sr στα αντίστοιχα δείγματα εδάφους είναι συγκρίσιμες (κυμαίνονται από 89 έως 99mg/kg).
- Το δείγμα KL-4-P, που είναι *Silena fabaria*, παρουσιάζει σ.σ. σε Sr 167% (6,7mg/kg) στο υπέργειο μέρος του φυτού και στο ριζικό σύστημα 316% (12,69mg/kg).
- Στο δείγμα KL-5-P, που είναι *Alyssum chalcidicum*, παρουσιάζει σ.σ. σε Sr 319% και συγκέντρωση 12,8mg/kg στο ριζικό σύστημα, ενώ στο υπέργειο μέρος του φυτού η συγκέντρωση ήταν κάτω από το LDL.

Ομοίως για το Ti:

- Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις Ti διαπιστώθηκαν σε ρίζες από δείγματα *Triticum durum* (κοιν. Σιτάρι). Πιο αναλυτικά, το δείγμα NP-4-P παρουσιάζει 62mg/kg (σ.σ. 6,4%), το δείγμα AT-3-P 35mg/kg (σ.σ. 3,4%) και το δείγμα KL-6-P 34,6mg/kg (σ.σ. 8,2%).
- Αν εξαιρέσουμε τα δείγματα *Triticum durum* (κοιν. Σιτάρι), οι αμέσως χαμηλότερες συγκεντρώσεις Ti παρατηρήθηκαν στο δείγμα KABOS-7-P, που είναι *Dittrichia viscosa*. Πιο αναλυτικά, το υπέργειο μέρος του παρουσιάζει 27,3mg/kg Ti, ενώ το ριζικό σύστημα 0,78mg/kg.
- Παρόμοιες τιμές συγκεντρώσεων καταγράφηκαν και στο ριζικό σύστημα του δείγματος AGIOK-4-P, που είναι *Spartium junceum* (24mg/kg), ενώ το υπέργειο μέρος περιέχει 2,6mg/kg. Βέβαια, πρέπει να αναφερθεί ότι στα άλλα δυο δείγματα (OI-4-P, OI-5-P) από το ίδιο είδος φυτού που αναλύθηκαν από την περιοχή της Οίτης, οι συγκεντρώσεις τους δεν ξεπερνούν τα 4mg/kg.

Ομοίως για τον Zn:

- το AGIOK-4-P, που είναι *Spartium junceum*, παρουσιάζει συγκέντρωση σε Zn 162mg/kg και έχει σ.σ. 157% στο υπέργειο μέρος. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι η συγκέντρωση Zn στο έδαφος στο οποίο φύτευται το συγκεκριμένο δείγμα είναι 103mg/kg και στο ριζικό του σύστημα ο Zn ήταν κάτω από το LDL.
- Από το συγκεκριμένο είδος (*Spartium junceum*) συλλέχθηκαν άλλα δυο δείγματα από την περιοχή της Οίτης. Το ένα φυτόταν ανάμεσα σε ρωγμές υπερβασικών πετρωμάτων (OI-4-P) και το άλλο σε κοντινή απόσταση

(<15m) σε επίπεδο εδαφικό ορίζοντα (OI-5-P) (συγκέντρωση Zn στον εδαφικό ορίζοντα 67,3mg/kg). Η συγκέντρωση του Zn που διαπιστώθηκε στο υπέργειο μέρος του OI-4-P, είναι 22mg/kg και στο ριζικό σύστημα <LDL και αντίστοιχα η συγκέντρωση Zn που διαπιστώθηκε στο υπέργειο μέρος, του OI-5-P, 27mg/kg (σ.σ. 40,2%) και στο ριζικό σύστημα του 21mg/kg (σ.σ. 31,4%).

- το OI-1-P, που είναι *Chamaecytisus hirsutus*, παρουσιάζει συγκέντρωση σε Zn 47mg/kg στο υπέργειο μέρος, ενώ στο ριζικό σύστημα είναι <LDL.

Ομοίως για το Rb:

- Άξιο αναφοράς, είναι η συγκέντρωση Rb που παρουσιάζει το THE-3-P, που είναι *Rapistrum rugosum*, στο υπέργειο μέρος του, που είναι 280mg/kg. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι σε κανένα άλλο δείγμα του ίδιου είδους (DM-2-P, KB-3-P, KB-4-P, NP-3-P, THE-2-P), δεν διαπιστώθηκε κάτι αντίστοιχο.
- Στο μόνο άλλο φυτικό δείγμα που η συγκέντρωση Rb ήταν μεγαλύτερη του LDL ήταν σε πυρήνες ελιάς (δείγμα AGIOS-1-P, 3,4mg/kg).

Συνοψίζοντας, βάσει των συγκεντρώσεων που διαπιστώθηκαν στα φυτά, τα αντίστοιχα εδάφη και τους σ.σ. που προκύπτουν διαπιστώνεται ότι πολύ μεγάλο μέρος των συγκεντρώσεων των κύριων στοιχείων και των ιχνοστοιχείων που βρίσκονται στα εδάφη, είναι σε βιοδιαθέσιμη μορφή. Αποτέλεσμα είναι ότι αναλόγως τα είδη που φύονται στην κάθε περιοχή μέρος αυτών των συγκεντρώσεων να περνάει στη χλωρίδα.

ΠΟΛΥΕΤΗ ΦΥΤΑ (ΕΛΙΕΣ)

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης εξετάστηκαν δείγματα από το πολυετές φυτό *Olea europaea* (κοιν. ελιά). Το συγκεκριμένο είδος φυτού είναι ένα από τα ελάχιστα είδη που εμφανίζονται σε όλη την περιοχή μελέτης. Το γεγονός αυτό μας δίνει την δυνατότητα σύγκρισης δειγμάτων από το ίδιο είδος φυτού, που προέρχονται όμως από περιοχές με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Παράλληλα, η *Olea europaea* είναι ιδιαίτερα σημαντική σαν φυτό, καθώς είναι η πρώτη σε σπουδαιότητα δενδρώδης καλλιέργεια στην χώρα μας, αφού καταλαμβάνει σε έκταση το 15% περίπου της καλλιεργήσιμης γης και το 75% των εκτάσεων που είναι φυτεμένες με δέντρα. Με την καλλιέργεια της ελιάς απασχολείται περίπου το 1/3 του αγροτικού πληθυσμού της χώρας, ενώ σε πολλές περιοχές το ελαιόλαδο αποτελεί το αποκλειστικό εισόδημα των αγροτών. Η Ελλάδα είναι η τρίτη χώρα στον κόσμο (μετά την Ισπανία και Ιταλία) στην παραγωγή ελαιολάδου. Η ελιά καλλιεργείται στους 50 από τους 54 νομούς της χώρας. Υπολογίζεται ότι υπάρχουν γύρω στα 130 εκατομμύρια ελαιόλαδα, 2800 ελαιοτριβεία, 335 συσκευαστήρια – ραφινάρισμα – πυρηνελαιργεία και 80 εργοστάσια επεξεργασίας επιτραπέζιας ελιάς. Ετησίως παράγονται περίπου 300.000 τόνοι ελαιολάδου άριστης ποιότητας (το 75% είναι της ποιοτικής κατηγορίας “παρθένο”), από το οποίο οι 100.000 τόνοι εξάγονται. Παράγονται επίσης 70.000 τόνοι επιτραπέζιες ελιές, από τις οποίες περίπου οι μισές εξάγονται. Παράγονται τέλος γύρω στους 25.000 τόνους πυρηνέλαιο. Με τα προϊόντα της αυτή η ελιά συμμετέχει κάθε χρόνο κατά 2% στα συνολικά έσοδα και κατά 15% στο εθνικό αγροτικό εισόδημα. (Γεωργία – Κτηνοτροφία 3, 2002).

Εξετάζοντας τις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας μελέτης (Πιν. Γ.1.37, Γ.2.31, Γ.3.40) και συνδυάζοντας τα αποτελέσματα από όλες τις περιοχές που μελετήθηκαν, διεξάγονται ενδιαφέροντα συμπεράσματα όσον αφορά την συμπεριφορά της *Olea europaea*.

Χρησιμοποιώντας τους συντελεστές συσσώρευσης που υπολογίστηκαν (Πιν. Γ.1.38, Γ.2.32, Γ.3.41), διαπιστώνεται ότι σε πάρα πολλά στοιχεία παρατηρούνται πολύ υψηλές τιμές σ.σ. στα φύλλα, σε σύγκριση με τα υπόλοιπα μέρη του φυτού που αναλύθηκαν. Το συγκεκριμένο φαινόμενο μπορεί να ερμηνευτεί λόγω μεταφοράς και απόθεσης του εδάφους στα φύλλα μέσω του αέρα. Αντίστοιχα φαινόμενα παρατήρησαν και οι Matejon et al. 2006. Στα δείγματα GIA-2-P, AD-1-P, AGIOS-1-P, AGIOK-1-P, AGIOK-2-P, NIS-1-P, NP-1-P, NP-2-P, AT-1-P το φαινόμενο παρατηρείται σε μεγάλη ένταση, για μια μεγάλη σειρά στοιχείων (π.χ. As, Ba, Be, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, La, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, S, Sc, Se, Si, Sr, Ti, U, V, Y, Yb, Zn).

Ενδεικτικά αναφέρετε ο σ.σ. As, όπου ενώ γενικά παρουσιάζει σχετικά μικρούς συντελεστές συσσώρευσης (<2%) και στα τρία μέρη του φυτού που εξετάστηκαν, στα φύλλα των προαναφερθέντων δειγμάτων, οι συντελεστές από το 2% ανεβαίνουν έως και το 155,6% (εύρος 81-155,6%).

Προχωρώντας στους συντελεστές συσσώρευσης στους πυρήνες, παρατηρείται ότι φτάνουν σε εξαιρετικά υψηλές τιμές όπως 300%, 600% έως και το 932%.

Τα στοιχεία που παρουσιάζουν συνήθως υψηλούς συντελεστές συσσώρευσης, είναι κυρίως τα κύρια στοιχεία K, P, S και ακολουθεί το Ca, σε όλα τα μέρη από *Olea europaea* που εξετάστηκαν (φύλλα, πυρήνας, ψίχα).

Στα ιχνοστοιχεία οι σ.σ., αν και είναι συγκριτικά μικρότεροι, διαπιστώνεται ότι κατά κανόνα ακολουθούν την τάση:

Φύλλα > Πυρήνας > Ψίχα

Συγκρίνοντας τις συγκεντρώσεις των κύριων στοιχείων (K, Ca, Mg, Na, P, S) ανάμεσα στα μέρη του φυτού που εξετάστηκαν, διαπιστώνεται ότι κατά κανόνα μεγαλύτερες συγκεντρώσεις παρουσιάζονται στα φύλλα, με μόνη εξαίρεση το K, όπου οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις παρατηρούνται στη ψίχα και ακολουθούν τα φύλλα. Στα υπόλοιπα μέρη (ψίχα και πυρήνας) δεν διαπιστώνεται κάποια γενικευμένη τάση.

Στα ιχνοστοιχεία και μέταλλα που μετρήθηκαν στα διάφορα μέρη του φυτού, διαπιστώθηκε καθαρά η τάση:

Φύλλα > Πυρήνας > Ψίχα

η οποία ταυτίζεται με αυτή που διαπιστώνεται στους συντελεστές συσσώρευσης, αν και πολλές φορές οι συγκεντρώσεις που υπάρχουν στα φύλλα, είναι πολύ μεγαλύτερες από τις συγκεντρώσεις που διαπιστώνονται στον πυρήνα και στην ψίχα.

Ενδιαφέρουσα εξαίρεση αποτελεί το Cr στο οποίο παρατηρείται η τάση

Ψίχα > Φύλλα > Πυρήνα

χωρίς να υπάρχει κάποιος εμφανής λόγος για αυτή την συμπεριφορά του χρωμίου.

Συμπερασματικά, βάσει των τιμών του συντελεστή συσσώρευσης, αλλά και της γενικής τάσης που διαπιστώνεται από αυτόν (Φύλλα > Πυρήνα > Ψίχα), φαίνεται ότι η *Olea europaea*, έχει αναπτύξει ένα μηχανισμό βάσει του οποίου προστατεύει τους καρπούς της (κυρίως την ψίχα) από την συσσώρευση βαρέων μετάλλων, γεγονός που διαπιστώνουν και οι Wilson & Pyatt (2007) για τα στοιχεία τα οποία είχαν αναλύσει (Cu, Zn, Pb). Ταυτόχρονα, επιτυγχάνει εντυπωσιακή συσσώρευση στους καρπούς της (ψίχα), από θρεπτικά συστατικά (K, P, S, Ca). Ενδεικτικά αναφέρεται το γεγονός, πως αν εξαιρεθούν τα στοιχεία K, P, S, Ca, σε όλα τα υπόλοιπα στοιχεία οι συντελεστές συσσώρευσης που διαπιστώνονται στην ψίχα φτάνουν έως το 14,7% (με τους υψηλότερους να παρατηρούνται στο Cu και το Zn).

Τέλος, διαπιστώνεται ότι η *Olea europaea*, μπορεί να φύτευται σε εδάφη με υψηλές τιμές μετάλλων στο έδαφος (π.χ. σε περιοχές κοντά σε εμφανίσεις υπερβασικών πετρωμάτων που έχουν επηρεάσει τον εδαφικό ορίζοντα), χωρίς να παρατηρείται κάποιο φαινόμενο τοξικότητας του φυτού. Αυτό το γεγονός οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η *Olea europaea*, δεν αντιμετωπίζει κάποιο ιδιαίτερο πρόβλημα όταν βρίσκεται κάτω από συνθήκες stress, λόγω μεγάλων συγκεντρώσεων μετάλλων στο έδαφος, όπως π.χ. Ni.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Στη ευρύτερη περιοχή μελέτης παρουσιάζονται εκδηλώσεις θερμών πηγών. Οι θερμοκρασίες ανάβλυσης που διαπιστώθηκαν είναι από 30° έως 80°C. Θερμές πηγές εμφανίζονται στην Β. Εύβοια και πιο συγκεκριμένα στις περιοχές της Αιδηψού, των Γιάλτρων και των Ήλιων. Στην Αν. Στερεά Ελλάδα εμφανίζονται στις περιοχές των Θερμοπυλών και των Καμένων Βούρλων.

Οι θερμές πηγές αυτές εντάσσονται σε ένα ενιαίο υδροθερμικό πεδίο, με κέντρο την Αιδηψό, που παρουσιάζει ενεργές διαδικασίες μεταλλογένεσης.

Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των υπό μελέτη θερμών πηγών, κυρίως στην περιοχή της Β. Εύβοιας, είναι η υψηλή θερμοκρασία (έως 82 °C), η πλούσια περιεκτικότητα τους σε πλήθος κύριων στοιχείων, ιχνοστοιχείων, ελεύθερων αέριων (CO₂ και H₂S), καθώς και η υψηλή τους πίεση. Η γένεση τους συνδέεται με τα παράκτια ρήγματα του Ευβοϊκού κόλπου, ενώ ένα άλλο γεωλογικό φαινόμενο το οποίο φαίνεται ότι συνεισφέρει στην ποιότητα των νερών αυτών, είναι η ύπαρξη του ηφαιστειακού κέντρου των Λιχάδων στην είσοδο του Μαλιακού κόλπου.

Πιο αναλυτικά, στην περιοχή της Β. Εύβοιας που εντοπίζονται και οι περισσότερες αναβλύσεις θερμών πηγών, διακρίνονται τρία κύρια συστήματα ρηγμάτων με διευθύνσεις Α-Δ, Α.ΝΑ-Δ.ΒΔ και Β.ΒΑ-Ν.ΝΑ (Vavassis, 2001). Τα περισσότερα από τα δείγματα είναι πλειοκαινικής-πλειστοκαινικής ηλικίας. Τα παράκτια ρήγματα διεύθυνσης Α-Δ συνδέονται άμεσα με την δημιουργία του βυθίσματος του Β. Ευβοϊκού κόλπου και την γεωμορφολογική διαμόρφωση της Εύβοιας (Ν.ΝΑ ακτές). Το σύστημα ρηγμάτων Β.ΒΑ-Ν.ΝΔκης διεύθυνσης διαμορφώνει της δυτικές ακτές της νήσου και διέρχεται από το ηφαιστειακό κέντρο των Λιχάδων και συνεχίζει στην Αν. Στερεά Ελλάδα περνώντας από τα Καμένα Βούρλα και το ακρωτήριο της Κνημίδος (Γκιώνη, 1998). Μικροτεκτονικές αναλύσεις (Μέττος et al., 1991) αποδίδουν την τεκτονική μορφή της Β. Εύβοιας στην ύπαρξη δύο εφελκιστικών φάσεων παραμόρφωσης και μιας συμπίεσης ή οριζόντιας μετατόπισης. Από το πλειστόκαινο μέχρι σήμερα, στο βόρειο τμήμα του Ευβοϊκού κόλπου έχουν πραγματοποιηθεί καθοδικές κινήσεις της τάξης των 400m. Πιθανόν το μεγάλο βάθος στο βόρειο τμήμα του Ευβοϊκού, καθώς και η διάνοιξη του διαύλου των Ωρεών να είναι δημιουργία της τελευταίας φάσης του εφελκιστικού σταδίου παραμόρφωσης (Αναγνώστου et al., 1986). Αυτή η εφελκιστική φάση τεκτονισμού που χαρακτηρίζει την περιοχή σήμερα, έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία πολλών και βαθιών ρηγμάτων που συντελούν στην κυκλοφορία σε βάθος αλλά και στην άνοδο προς την επιφάνεια των υδροθερμικών ρευστών (Χατζής et al., 2008).

Σχετικά με το ηφαιστειακό κέντρο των Λιχάδων θα πρέπει να αναφερθεί ότι πρόκειται για εκδηλώσεις Τεταρτογενούς ηφαιστειότητας (Μαρίνος et al., 1957), που απαντώνται στα νησιά Λιχάδες και στη Λοκρίδα στη θέση Βρωμολίμνη και στον Άγιο Κωνσταντίνο. Οι ηφαιστειακές λάβες στις νήσους Λιχάδες είναι ανδεσιτικής συστάσεως, ενώ στην περιοχή της Λοκρίδας είναι βασαλτικής. Οι λάβες της Λοκρίδας χαρακτηρίζονται από μεγάλο ποσοστό συμμετοχής ολιβίνη και πολύ μικρό ποσοστό κεροστίλβης, ενώ στις λάβες των Λιχάδων η ποσοτική συμμετοχή των δύο ορυκτών αντιστρέφεται. Η ηλικία των πετρωμάτων που δομούν τις Λιχάδες είναι 0,5Ma, ενώ της Λοκρίδας η ηλικία είναι

1,7Ma, (Fytikas et al. 1985). Η ηφαιστειότητα αυτή κατά τους Πη & Πανάγος (1976) και Pe-Piper (1989) εντάσσεται στο δυτικό άκρο του ηφαιστειακού τόξου του Αιγαίου. Οι Fytikas et al. (1985) θεωρούν ότι προέρχεται από μια βαθιά πηγή, ανεξάρτητη του τόξου την οποία συνδέουν με την νοτιοδυτική προέκταση του ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας. Μετά από νεότερες έρευνες των Innocenti et al. (2010), οι οποίοι εξέτασαν την χημική σύσταση των συγκεκριμένων ηφαιστειακών πετρωμάτων, αλλά και με μελέτη ισότοπων Sr–Nd–Pb, συνδέουν την συγκεκριμένη ηφαιστειότητα με τις ηφαιστειότητες της Βορείου Ελλάδας, που εντοπίζονται Βόρεια της Πελαγονικής και της Αττικοκυκλαδικής γεωτεκτονικής ενότητας.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα αποτελέσματα των γεωφυσικών ερευνών που έχουν γίνει στην περιοχή. Οι Makris & Veas (1977) και Makris et al. (1996) διαπίστωσαν μέσω μικροσεισμικών μεθόδων ότι η ασυνέχεια Moho βρίσκεται σε βάθος 19Km, στο κέντρο του Β. Ευβοϊκού Κόλπου, αν και ο φλοιός στο βόρειο τμήμα της Εύβοιας πλησιάζει σε πάχος τα 32Km και πιο δυτικά προς την Κεντρική Στερεά Ελλάδα τα 40Km. Οι Karastathis et al. (2010) πάλι με τη επεξεργασία μικροσεισμικών και αερομαγνητικών δεδομένων, διαπίστωσαν την ύπαρξη ενός κρυσταλλωμένου μαγματικού θαλάμου σε βάθος άνω των 8Km στην περιοχή των Λιχάδων και της Βρωμολίμνης.

ΘΕΡΜΕΣ ΠΗΓΕΣ

Από την μελέτη των θερμών πηγών διαπιστώθηκαν τα εξής:

- Οι θερμοκρασίες των θερμών πηγών που εξετάστηκαν κυμαίνονται στην Β. Εύβοια από 43 έως 82 °C και στην Αν. Στερεά Ελλάδα από 29,6 έως 40,6 °C.
- Οι θερμές πηγές παρουσιάζουν όξινες τιμές του pH ($\text{pH} < 7$), αλλά πολύ κοντά στο 7 (Πιν. Δ.1.4). Τις χαμηλότερες τιμές παρουσιάζουν τα δείγματα της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, καθώς σε κάποια από αυτά η τιμή του pH πέφτει οριακά κάτω από το 6. Εξαιρέση αποτελούν μόνο κάποια δείγματα, που παρουσιάζουν τιμές pH ελάχιστα υψηλότερες από το 7, τα οποία όμως κατά την επαναληπτική δειγματοληψία τους παρουσίασαν τιμές pH μεγαλύτερες του 7 (βλ. Κεφ. Δ.1.6).
- Από τα υδροχημικά διαγράμματα Piper και Durov, διαπιστώθηκε η εντυπωσιακή σύμπτωση των σημείων προβολής όλων των δειγμάτων (Εικ. Δ.1.2Α, Β). Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι στην ίδια περιοχή στην οποία προβάλλονται τα δείγματα που εξετάστηκαν, προβάλλονται και άλλα δείγματα θερμών πηγών από τον Ελλαδικό χώρο, όπως από την Μήλο, το Σουσάκι, την Σαμοθράκη, κ.α. (Εικ. Δ.1.31).
- Από το διάγραμμα Cl-SO₄-HCO₃ του Giggenbach (1988), διαπιστώθηκε ότι όλα τα δείγματα προβάλλονται στην περιοχή των ουδέτερων χλωριούχων νερών, γεγονός αναμενόμενο, καθώς τα χλωριόντα είναι τα επικρατέστερα

ίοντα (Εικ. Δ.1.3Α). Οι Dotsika et al. (2009) που μελέτησαν θερμές πηγές από όλο το ηφαιστειακό τόξο του Αιγαίου, διαπίστωσαν ότι στο συγκεκριμένο πεδίο προβάλλονται αναλύσεις από τις θερμές πηγές της Νισύρου, της Σαντορίνης και της Μήλου. Μετά από αναλύσεις ισοτόπων κατέληξαν στο συμπέρασμα το υδροθερμικό ρευστό των θερμών πηγών που μελέτησαν και προβάλλονται στο συγκεκριμένο πεδίο, προέρχεται από ανάμειξη θαλασσινού νερού και μαγματικού νερού του τόξου (ATMW = Arc-Type Magmatic Water).

Από το διάγραμμα $\text{Na}/1000-\sqrt{\text{Mg}-\text{K}}/100$ του Giggenbach (1988), διαπιστώθηκε ότι όλα τα δείγματα προβάλλονται στο πεδίο των ώριμων νερών που ορίζονται από τη γραμμή της μερικής ισορροπίας και τη γραμμή της πλήρους ισορροπίας νερού-πετρώματος. Τα δείγματα από την Αν. Στερεά Ελλάδα προβάλλονται πολύ κοντά στην μερική ισορροπία, ενώ τα δείγματα από την Β. Εύβοια προβάλλονται πολύ πιο κοντά στην πλήρη ισορροπία.

- Στο Data of Geochemistry, της USA Geological Survey, στο Professional Paper 400-F, στον πίνακα 16 (White et al. 1963), παρουσιάζεται ανάλυση από την περιοχή Θερμοπόταμου στα Λουτρά Αιδηψού και αναφέρεται σαν ανάλυση πηγής τύπου Na, Ca-Cl, η οποία παρουσιάζει χαρακτηριστικά παρόμοια με oil-field brines (υφάλμυρα νερά που συνοδεύουν πετρελαϊκούς θύλακες). Τα χημικά χαρακτηριστικά αυτών των πηγών, εκτός από την υψηλή αλατότητα, είναι μεταξύ άλλων και η χαμηλή περιεκτικότητα σε SO_4 και SiO_2 . Αντικείμενο το οποίο χρίει περαιτέρω έρευνας.
- Από την μελέτη των χημικών αναλύσεων των θερμών πηγών διαπιστώνεται η τάση, κατά την οποία όλα τα δείγματα από την Β. Εύβοια και κυρίως από την περιοχή της Αιδηψού να παρουσιάζουν λίγο έως πολύ μεγαλύτερες συγκεντρώσεις, σε σύγκριση με τα δείγματα από την περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδος (Πιν. Δ.1.3-5). Το συγκεκριμένο φαινόμενο παρουσιάζει ιδιαίτερη ένταση στα Na, K, Ca, SO_4 , Cl (Εικ. Δ.1.6).
- Εξαιρέσεις στην τάση που προαναφέρθηκε διαπιστώνεται στις συγκεντρώσεις U και Mg.
- Στην περιοχή της Β. Εύβοιας, σχεδόν σε όλα τα δείγματα, η συγκέντρωση U είναι κάτω από τα όρια ανιχνευσιμότητας, εκτός από τα δείγματα GIA-11-W με $9\mu\text{g/L}$ και AD-105-W με $1\mu\text{g/L}$. Αντίθετα, στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδας η παρουσία U είναι αισθητή σε αρκετά δείγματα θερμών πηγών, με πιο έντονο παράδειγμα το δείγμα KBE-10-D με $12,5\mu\text{g/L}$. Λαμβάνοντας υπόψη μας ότι αντίστοιχη εικόνα παρουσιάζεται και στα υπόγεια ψυχρά νερά των περιοχών, συμπεραίνεται ότι είναι πιθανό το U να προέρχεται από κάποιο πέτρωμα της περιοχής το οποίο το περιέχει σε υψηλή συγκέντρωση.

- Υψηλές περιεκτικότητες παρατηρούνται σε στοιχεία που υποδηλώνουν συμμετοχή θαλασσινού νερού όπως το Cl, φτάνοντας την Β. Εύβοια τα 21100mg/L και στην Αν. Στερεά Ελλάδα τα 7250mg/L. Και ο υδροχημικός τύπος όλων των δειγμάτων, είναι νατρώχος-χλωριούχος (Na-Cl) (Πιν. Δ.1.14). Οι Dorez et al (2008) και Psomiadis et al (2008), διαπίστωσαν με την χρήση ισοτόπων ^{18}O , ^2H , ^{13}C , ότι τα θερμά νερά της Αν. Στερεάς Ελλάδος, στα οποία διαπιστώσαμε τις μικρότερες συγκριτικά συγκεντρώσεις αυτών των στοιχείων, είναι μεικτού τύπου, με συμμετοχή και μετεωρικού και θαλασσινού νερού, όπου ενδεικτικά αναφέρεται ότι η συμμετοχή του θαλασσινού νερού στην περιοχή Ψωρονέρια (κοντά στη Δαμάστα, 6Km από την θάλασσα), φτάνει το 77% και στην περιοχή των Καμένων Βούρλων φτάνει το 44% (0,5Km από την θάλασσα) (Dorez et al. 2008). Οπότε το όλο σύστημα, είναι μεικτού τύπου.
- Οι συγκεντρώσεις Na, K, Ca, Cl και SO_4 συμεταβάλλονται σε ικανοποιητικό βαθμό και ακολουθούν την εξής σειρά $\text{Cl} > \text{Na} > \text{SO}_4 > \text{Ca}$. Στην περιοχή της Β. Εύβοιας η σειρά συνεχίζεται μετά το Ca με $\text{K} > \text{Mg}$, ενώ στην περιοχή της Α. Στ. Ελλάδος με $\text{Mg} > \text{K}$, αν και οι διαφοροποιήσεις στις συγκεντρώσεις Mg και K, είναι σχετικά πολύ μικρές (Εικ. Δ.1.6, Πιν. Δ.1.4).
- Στην περιοχή της Αν. Στ. Ελλάδας διαπιστώθηκε αξιόλογη συμεταβολή των συγκεντρώσεων των ιχνοστοιχείων Co, Mn, Ni, Fe. Όλα τα ιχνοστοιχεία αυτής της ομάδας παρουσιάζουν μια έντονη τάση αύξησης των συγκεντρώσεων στις θερμές πηγές των Καμένων Βούρλων και πιο συγκεκριμένα στα δείγματα KBE-10-D-WM και KB-1-D-WM (Εικ. Δ.1.8). Πιο αναλυτικά, η συγκέντρωση Co φτάνει στα 9μg/L, του Mn στα 1490μg/L, του Ni στα 37μg/L και του Fe στα 1040 μg/L.
 Η ύπαρξη αυξημένων συγκεντρώσεων σε αυτά τα ιχνοστοιχεία στη συγκεκριμένη περιοχή αποδίδεται στα υπερβασικά πετρώματα της οφιολιθικής σειράς, που από γεωφυσικά δεδομένα και γεωτρητικές έρευνες (Orphanos & Sfetso 1975), διαπιστώθηκαν στην παράκτια ζώνη των Καμένων Βούρλων σε βάθος κυμαινόμενο μεταξύ 90 έως 250m. Αντίστοιχος εμπλουτισμός στα συγκεκριμένα στοιχεία στην ίδια περιοχή διαπιστώθηκε και στα εδάφη και στα υπόγεια ψυχρά νερά.
- Στην περιοχή της Β. Εύβοιας και πιο συγκεκριμένα στις θερμές πηγές των Ήλιων, διαπιστώθηκε εμπλουτισμός σε Mn και Fe. Πιο αναλυτικά, η συγκέντρωση Mn φτάνει στα 490μg/L και η συγκέντρωση Fe στα 10990μg/L (Εικ. Δ.1.9).
- Μια ομάδα ιχνοστοιχείων διαπιστώθηκε ότι είναι παρόντα στις θερμές πηγές όλων των περιοχών, σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις και μικρό εύρος τιμών (Πίν. Δ.1.3, Δ.1.5), χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι ο Zn και ο Pb (Εικ. Δ.1.10, Δ.1.11). Πιο αναλυτικά, το εύρος των συγκεντρώσεων του Pb στις

θερμές πηγές της Β. Εύβοιας είναι 0,4-5,5μg/L και στην Αν. Στερεά Ελλάδα είναι 1,6-3,6μg/L, αντίστοιχα το εύρος του Zn είναι στις θερμές πηγές της Β. Εύβοιας 2-35μg/L και της Αν. Στερεάς Ελλάδας είναι 4-13μg/L.

Σύγκριση με αλλά ενεργά υδροθερμικά συστήματα

- Από την αντιπαραβολή των χημικών αναλύσεων των υπό μελέτη θερμών πηγών (Πίνακες Δ.1.3-5) με χημικές αναλύσεις από ενεργά υδροθερμικά συστήματα (Πίνακες Δ.1.15, 16), τα οποία παρουσιάζουν σύγχρονες διεργασίες μεταλλογένεσης σε παγκόσμια κλίμακα, παρατηρήθηκε ότι οι συγκεντρώσεις πολλών στοιχείων, όπως Ag, As, Ba, Cu, Cl, S, Se, Sr, Zn που παρουσιάζονται στις θερμές πηγές που μελετήθηκαν (κυρίως της Β. Ευβοίας, όπου και παρουσιάζονται οι πιο αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων) είναι συγκρίσιμες.
- Μετά από σύγκριση των θερμών πηγών που εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη, με θερμές πηγές σε ενεργά υδροθερμικά συστήματα στα οποία έχουμε απόθεση τραβερτινικού υλικού (Πιν. Δ.1.16), διαπιστώθηκε ότι:
 - Σε στοιχεία όπως, Ba, Fe, Mn, Pb κ.α., οι συγκεντρώσεις είναι συγκρίσιμες.
 - Σε κύρια στοιχεία όπως Ca, S και στοιχεία που σχετίζονται με το θαλασσινό νερό (Cl, Na, K), αλλά και ιχνοστοιχείων π.χ. As, Co, Cs, Mg, Ni, τα οποία χαρακτηρίζουν την πηγή προέλευσης και την υπόγεια διαδρομή του θερμού νερού (Giggenbach, 1988), το υπό μελέτη σύστημα παρουσιάζει μεγαλύτερες συγκεντρώσεις.

Σύγκριση θερμών και ψυχρών υπόγειων νερών

Από την αντιπαραβολή των χημικών αναλύσεων των εξετασθέντων θερμών πηγών και επιλεγμένα δείγματα ψυχρού υπόγειου νερού, που εντοπίζονται κοντά στις θερμές πηγές [Πιν. Δ.1.3-5 (αναλ. θερμών πηγών, Πιν. Γ.2.18, 19 (αναλ. ψυχρών νερών Αν. Στ. Ελλάδος), Πιν. Γ.3.25, 26 (αναλ. ψυχρών νερών Β. Εύβοιας)], διαπιστώθηκαν τα εξής:

- Μεγάλος βαθμός εμπλουτισμού παρουσιάζουν οι θερμές πηγές σε σύγκριση με τα υπόγεια ψυχρά νερά, στις συγκεντρώσεις των ολικών διαλελημένων στερεών (TDS). Στην Β. Εύβοια οι θερμές πηγές παρουσιάζουν εύρος τιμών σε TDS 9,3-54,68g/L, ενώ τα υπό σύγκριση ψυχρά νερά 0,25-3,63g/L. Στην Αν. Στερεά Ελλάδα οι θερμές πηγές παρουσιάζουν εύρος τιμών σε TDS 5,55-22,54g/L, ενώ τα υπό σύγκριση ψυχρά νερά 0,2-0,37g/L.
- Σε όλα σχεδόν τα ιχνοστοιχεία τα νερά των θερμών πηγών είναι εξαιρετικά πιο εμπλουτισμένα σε σύγκριση με τα υπόγεια ψυχρά νερά των αντίστοιχων περιοχών. Χαρακτηριστικές είναι οι συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων όπως του Co, του Pb, του Fe, του Cr, του Ni κ.α. Τα ιχνοστοιχεία αυτά ανιχνεύτηκαν

σε ικανές συγκεντρώσεις και στα υπόγεια ψυχρά νερά των αντίστοιχων περιοχών και προέρχονται από τα πετρώματα που υπάρχουν στο υπέδαφος της κάθε περιοχής. Ο μεγαλύτερος βαθμός εμπλουτισμού των θερμών πηγών σε αυτά τα ιχνοστοιχεία οφείλεται στην μεγαλύτερη δυναμική τους, λόγω της υψηλότερης θερμοκρασίας τους, να αποσπάσουν τα ιχνοστοιχεία από τα μητρικά πετρώματα στα οποία υπάρχουν. Αντίστοιχη εικόνα παρουσιάζεται και σε κύρια στοιχεία όπως το Ca και το Mg, τα οποία προέρχονται από τα ανθρακικά πετρώματα των περιοχών, όπως ασβεστόλιθοι και δολομίτες.

- Τα μόνα ιόντα των οποίων οι συγκεντρώσεις των θερμών πηγών και των ψυχρών υπόγειων νερών είναι συγκρίσιμες, είναι τα NO₃ και τα PO₄. Τα συγκεκριμένα ιόντα όμως δεν σχετίζονται με το υδροθερμικό σύστημα και ταυτόχρονα παρουσιάζονται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις.

Εν κατακλείδι, συμπεραίνεται ότι οι θερμές πηγές κατά κανόνα παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές συγκεντρώσεων στα κύρια στοιχεία και στα ιχνοστοιχεία. Όμως, παρά τον εμπλουτισμό τους, δεν διαφαίνεται να προκαλούν κάποιου είδους επιμόλυνση στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα των ψυχρών νερών των περιοχών, γεγονός με το οποίο συμφωνεί και ο Κανελλόπουλος (2006).

ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ ΘΕΡΜΩΝ ΠΗΓΩΝ

Σε πολλές θέσεις στις οποίες υπάρχει λειτουργία θερμών πηγών, διαπιστώθηκε ο σχηματισμός αποθέσεων. Πιο συγκεκριμένα, σχηματισμός αποθέσεων διαπιστώθηκε στην Β. Εύβοια, στις περιοχές της Αιδηψού και των Ήλιων και στην Αν. Στερεά Ελλάδα στην περιοχή των Θερμοπυλών. Συνοψίζοντας τα δεδομένα, από την μελέτη των αποθέσεων των θερμών πηγών, διαπιστώνονται τα εξής:

- Οι αποθέσεις που σχηματίζονται είναι κατά κύριο λόγο θερμογενής τραβερτινής.
- Οι αποθέσεις παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία μορφών-δομών (Κεφ. Δ.2.4), όπως τραβερτινικές αποθέσεις τύπου αναβαθμίδων (Terracettes, Εικ. Δ.2.13Α-Δ), ανθρακικές πισσολιθικές αποθέσεις (Εικ. Δ.2.14), αποθέσεις τύπου πάγου ζεστού νερού (Hot-water ice, Εικ. Δ.2.15), θαμνοειδής δομές (Shrubs, Εικ. Δ.2.16, 13Γ, 13Δ), αποθέσεις τύπου μικρο-καμινάδων (Foam rock, Εικ. Δ.2.117Α-Δ, 13Δ), βελονοειδής δομές (Spicular, Εικ. Δ.2.18Α-Δ), λαμινοειδής στρωματόλιθους (Stromatolitic lamination, Εικ. Δ.2.19,20,21) και βοτρυοειδής δομές (Εικ. Δ.2.22Α-Β, Δ.2.23Α-Δ).
- Η κύρια μάζα όλων των αποθέσεων είναι CaCO₃, με συνύπαρξη πολλές φορές ασβεστίτη και αραγωνίτη (Πιν. Δ.2.3). Η χημική της σύσταση παρουσιάζει συνήθως διαφοροποιήσεις με συμμετοχή σε μικρό ποσοστό Mg, As, Si, S, Cl,

Na, Mo. Επίσης, παρατηρήθηκε η δημιουργία χαρακτηριστικών δομών (Εικ. Δ.2.24) αραγωνίτη, όπως ο σχηματισμός ακτινωτών σφαιρών και για τον ασβεστίτη ο σχηματισμός δομών τύπου Gothic arch bars, που είναι χαρακτηριστικές για τραβερτίνες (Folk et al., 1985, Pentescost, 2005).

- Σε αρκετές περιπτώσεις παρατηρήθηκε εναλλαγή της κύριας μάζας (CaCO_3), με φεριϋδρίτη ($5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) (Πιν. Δ.2.5) (βλ. Κεφ. Δ.2.5.5).
- Οι άλλες ορυκτές φάσεις (μεταλλικές και μη) που διαπιστώθηκε να είναι παρούσες, είναι κατά κανόνα με τη μορφή πολύ μικρών κρυστάλλων, παγιδευμένοι μέσα στο πορώδες της κύριας μάζας.
- Στην περιοχή των Θερμοπυλών, η κύρια μάζα των τραβερτινικών αποθέσεων είναι CaCO_3 . Σε κάποιες περιπτώσεις διαπιστώθηκε μικρή συμμετοχή Mg (1-1,5%) ή/και Si (~0,5-1%) ή/και S (~0,5%) ή/και Mo (1,5%) (Πιν. Δ.2.4) και σε κάποια δείγματα παρατηρήθηκε η εναλλαγή CaCO_3 με $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (φεριϋδρίτη) (Πιν. Δ.2.5). Ανάμεσα στο πορώδες της κύριας μάζας, διαπιστώθηκε πληθώρα ορυκτών φάσεων, όπως γαληνίτης (Πιν. Δ.2.6), αρσενοπυρίτης (Πιν. Δ.2.7), σιδηροπυρίτης (Πιν. Δ.2.9), οξειδία του σιδήρου, οξειδία του ζirkονίου, οξειδία του Ni, ορυκτές φάσεις θεικού Ni, μεταλλικές φάσεις χαλκού-ψευδαργύρου, θεικός μόλυβδος, οξειδία του μολύβδου και θεικό αντιμόνιο.
- Στην περιοχή της Αιδηψού η κύρια μάζα των τραβερτινικών αποθέσεων είναι CaCO_3 . Σε κάποιες περιπτώσεις διαπιστώθηκε μικρή συμμετοχή S (0,1-1,5%) ή/και Si (0,23%) ή/και Na (~0,5) ή/και Cl (0,2-0,5%) ή/και Fe (~0,5-1%) ή/και Mg (~0,5%) (Πιν. Δ.2.4) και σε κάποια δείγματα παρατηρήθηκε η εναλλαγή CaCO_3 με $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (φεριϋδρίτη) (Πιν. Δ.2.5). Ανάμεσα στο πορώδες της κύριας μάζας, διαπιστώθηκε πληθώρα ορυκτών φάσεων όπως βαρύτες είτε απλοί, είτε Ti-ούχοι (Ti~13%), αρσενοπυρίτες (Εικ.Δ.2.52, Πιν. Δ.2.7), σιδηροπυρίτες, φθορίτες (Πιν. Δ.2.13, Εικ. Δ.2.37, 38, 39), αλίτης, γύψος, θεικός σίδηρος, θεικό αντιμόνιο, θειούχο αντιμόνιο (Πιν. Δ.2.8), μεταλλικές φάσεις χαλκού-ψευδαργύρου, οξειδία του σιδήρου είτε απλά, είτε Zn-ούχα, οξειδίων του χαλκού με σίδηρο, οξειδία του σιδήρου με χρώμιο και νικέλιο, οξειδία του ζirkονίου είτε απλά, είτε Ca-ούχα (Ca~10%), οξειδία του κοβαλτίου-νικελίου, οξειδία του σιδήρου-τιτανίου, οξειδία του χρωμίου-σιδήρου, οξειδία του μολύβδου, οξειδία του χαλκού-ψευδαργύρου και οξειδία του χρωμίου.
- Στην περιοχή των Ήλιων η κύρια μάζα των τραβερτινικών αποθέσεων είναι CaCO_3 (Ca 32-35%, Fe 1-6%, Si 0,5-1%, As 0-1%) (Πιν. Δ.2.4), σε εναλλαγή με $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (φεριϋδρίτης) (Ca 2-3%, Fe 38-39%, Si 5-7%, As 2-4%) (Πιν. Δ.2.5) (Εικ. Δ.2.57B, Γ, Δ). Ανάμεσα στο πορώδες της κύριας μάζας, διαπιστώθηκε πληθώρα ορυκτών φάσεων, όπως σιδηροπυρίτες (Πιν. Δ.2.9),

αρσενοπυρίτες (Πιν. Δ.2.7), γαληνίτες είτε απλοί, είτε Fe-ούχοι (έως 3,4%) (Πιν. Δ.2.6), σφαλερίτες (Πιν. Δ.2.10), είτε απλοί (3% Fe), είτε Fe-ούχους (έως 18% Fe), χαλκοπυρίτες, αντιμονίτες (Πιν. Δ.2.8), βαρύτες (Πιν. Δ.2.12), φθορίτες (Πιν. Δ.2.13), ζιρκόνια (Πιν. Δ.2.16), θειικός σίδηρος, θειικό αντιμόνιο με σίδηρο (~3% Fe), θειικός μόλυβδος, όπου κάποιες φορές περιέχει και σίδηρο (έως 6,5% Fe), μεταλλικές φάσεις χαλκού (39-57% Cu) – ψευδαργύρου (30-35% Zn) – σιδήρου (7-11,5% Fe), Fe-ούχες (5% Fe) μεταλλικές φάσεις του χαλκού, Zn-ούχα (34% Zn) οξειδία του χαλκού, οξειδία του αντιμονίου, οξειδία του χαλκού, Fe-ούχα (13,5-21% Fe) οξειδία του νικελίου (49-70%), οξειδία του ζιρκονίου, είτε απλά, είτε Fe-ούχα (5,5-9,5% Fe), οξειδία του μολύβδου, είτε απλά, είτε Fe-ούχα (5,5% Fe), Fe-ούχα (έως 17,5% Fe) οξειδία του κασσιτέρου, οξειδία του σιδήρου (Πιν. Δ.2.11), είτε απλά, είτε As-ούχα (έως 13,5% As), είτε Ti-ούχα (έως 10% Ti). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον προκαλεί η παρουσία ορυκτών των σπανίων γαιών (με υψηλές περιεκτικότητες σε Ce, La, Nd) και φάσεων χρυσού (Au 57%) – αργύρου (Ag 20%) που περιέχουν και χαλκό (16%), σίδηρο (5%) και ψευδάργυρο (1,6%).

Στοιχειακός σίδηρος

- Στις Fe-πλούσιες τραβερτινικές αποθέσεις από την περιοχή των Ήλιων, εντοπίστηκαν σφαιρικοί κόκκοι στοιχειακού Fe, μεγέθους 4-5mm (Εικ. Δ.2.61-65).
- Από την μελέτη τους μέσω μικροαναλύσεων (Εικ. Δ.2.63), σημειακού ακτινογραφήματος και την ριχε ανάλυσης (Εικ. Δ.2.65) διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχει διαφοροποίηση της σύστασης τους, από τον πυρήνα προς την περιφέρεια. Το μόνο που διαπιστώθηκε είναι η ύπαρξη κάποιων οξειδίων του σιδήρου (αιματίτης) στην περιφέρεια τους (Εικ. Δ.2.64).

Lamination και πιθανή συμμετογή βιογενών διεργασιών

- Στις τραβερτινικές αποθέσεις που μελετήθηκαν, πολύ συχνά διαπιστώθηκε δομή τύπου lamination.
- Δομές τύπου lamination παρατηρήθηκαν κυρίως στις Fe-πλούσιες τραβερτινικές αποθέσεις από την περιοχή των Ήλιων. Ανάμεσα στις laminae διαπιστώθηκε ότι υφίσταται διαφοροποίηση των συγκεντρώσεων κυρίως Ca και Fe, αλλά και των συγκεντρώσεων Si και As. Πιο αναλυτικά, οι Ca-πλούσιες περιοχές συνήθως παρουσιάζουν σύσταση Ca 32-35%, Fe 1-6%, Si 0,5-1%, As 0-1%, ενώ οι Fe-πλούσιες Ca 2-3%, Fe 38-39%, Si 5-7%, As 2-4% (Εικ. Δ.2.72-76, Πιν. Δ.2.4, 5, 17, 18). Φαινόμενο που επιβεβαιώθηκε και με μικρο-αναλύσεις, αλλά και με χαρτογραφική αποτύπωση των συγκεντρώσεων κάθε στοιχείου (mapping), σε περιοχές που παρουσιάζουν το συγκεκριμένο

φαινόμενο (Δ.2.78-29). Από τη μελέτη των συγκεκριμένων περιοχών, συνδυάζοντας μακροσκοπικές και κρυσταλλογραφικές παρατηρήσεις, ακτινοσκοπικά δεδομένα και μικροαναλύσεις, διαπιστώθηκε ότι στις Ca-πλούσιες περιοχές σχηματίζεται κατά κανόνα αραγωνίτης (CaCO_3) και στις Fe-πλούσιες η άμορφη ορυκτή φάση του φεριϋδρίτη ($5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$).

- Η ταυτοποίηση της άμορφης ορυκτής φάσης του φεριϋδρίτη, πραγματοποιήθηκε μέσω κυρίως ακτινοσκοπικής μελέτης. Σε ακτινογράφημα που πραγματοποιήθηκε σε υλικό το οποίο ήταν πλούσιο στη συγκεκριμένη ορυκτή φάση διαπιστώθηκαν οι αναθολώσεις στις 35° και στις 62° , όπου προτείνονται από τη βιβλιογραφία για την αναγνώριση του (Εικ. Δ.2.77, Drits et al. 1993, Ristic et al. 2007, Takashima et al. 2008). Παράλληλα, η ταυτοποίηση του επιβεβαιώθηκε από μακροσκοπικές παρατηρήσεις και μικροαναλύσεις. Αντίστοιχο φαινόμενο αναφέρουν οι Takashima & Kano (2008) και οι Takashima et al. (2010), καθώς διαπίστωσαν αντίστοιχες περιπτώσεις lamination με φεριϋδρίτη, στις αποθέσεις θερμών πηγών της περιοχής Shionoha, της ΝΔ Ιαπωνίας. Προσδιορίζοντας μάλιστα ως υπεύθυνα για τον σχηματισμό του φεριϋδρίτη, βακτήρια γένους Siderooxidans, τα οποία απέθεταν φεριϋδρίτη με ρυθμό περίπου $10 \mu\text{m}/\text{day}$.
- Κατά την διάρκεια της παρούσας μελέτης, διαπιστώθηκαν ενδείξεις οι οποίες υποδηλώνουν συμμετοχή βιογενών διεργασιών κατά την δημιουργία κάποιων τραβερτινικών αποθέσεων (βλ. Κεφ. Δ.2.5.5). Για να υπάρξει ένα τελικό συμπέρασμα, πέρα από κάθε αμφιβολία, για το αν υπάρχει συμμετοχή ή όχι και σε τί βαθμό βιογενών διεργασιών στη δημιουργία των συγκεκριμένων τραβερτινικών αποθέσεων, χρειάζεται περαιτέρω έρευνα.

Χημικές αναλύσεις των αποθέσεων των θερμών πηγών

Συνοψίζοντας τα δεδομένα, από την μελέτη των χημικών αναλύσεων (Πιν. Δ.2.2) από τις 3 περιοχές (Αιδηψός, Ήλια, Θερμοπύλες) στις οποίες εντοπίστηκαν και μελετήθηκαν τραβερτινικές αποθέσεις, διαπιστώνονται τα εξής:

- Γενικά διαπιστώθηκε η τάση, οι τραβερτινικές αποθέσεις από την περιοχή της Αιδηψού να παρουσιάζονται λίγο έως πολύ μεγαλύτερες συγκεντρώσεις, σε μια μεγάλη ομάδα στοιχείων όπως των Ca (έως $620000\text{mg}/\text{kg}$), Na (έως $33100\text{mg}/\text{kg}$), P (έως $440\text{mg}/\text{kg}$), S (έως $67800\text{mg}/\text{kg}$), Si (έως $950\text{mg}/\text{kg}$) και ακολουθούν τα Al (έως $1150\text{mg}/\text{kg}$), Ba (έως $140 \text{mg}/\text{kg}$), Cd (έως $0,025\text{mg}/\text{kg}$), Cu (έως $14,7\text{mg}/\text{kg}$), Hf (έως $0,056 \text{mg}/\text{kg}$), K (έως $1086 \text{mg}/\text{kg}$), Pb (έως $10,6 \text{mg}/\text{kg}$), Sb (έως $4,5 \text{mg}/\text{kg}$), Sn (έως $0,8 \text{mg}/\text{kg}$), Th (έως $0,14 \text{mg}/\text{kg}$), Ti (έως $11,5 \text{mg}/\text{kg}$), Zn (έως $25,8 \text{mg}/\text{kg}$), Zr (έως $2 \text{mg}/\text{kg}$) (Πιν. Δ.2.2, 19).

- Οι συγκεντρώσεις Ca, Na, S, Al, Ti(:), Cu, Sn, στις αποθέσεις της Αιδηψού, είναι διακριτά ιδιαίτερα μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις των άλλων περιοχών. Τα στοιχεία Cu, Sn μάλιστα, παρουσιάζονται μόνο στις αποθέσεις της Αιδηψού (Πιν. Δ.2.2, 19).
- Αντίστοιχα, στις αποθέσεις των Ήλιων, διαπιστώθηκε ότι οι συγκεντρώσεις As (έως 18300 mg/kg) και Fe (έως 289000 mg/kg) και σε μικρότερο βαθμό Sc (έως 8,8 mg/kg) και Y (έως 258 mg/kg), είναι διακριτά ιδιαίτερα μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις των άλλων περιοχών (Πιν. Δ.2.2, 19). Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ο σαφής εμπλουτισμός σε σπάνιες γαίες των αποθέσεων από τα Ήλια, σε σύγκριση με τις άλλες δυο περιοχές (βλ. Κεφ. Δ.2.6.2).
- Στις αποθέσεις στην περιοχή των Θερμοπυλών, αν και κατά κανόνα παρουσιάζουν τις μικρότερες τιμές συγκεντρώσεων, οι συγκεντρώσεις Mg (έως 6850 mg/kg) και Li (έως 6720 mg/kg), είναι διακριτά ιδιαίτερα μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις των άλλων περιοχών.
- Μετά από κανονικοποίηση των αποτελεσμάτων ως προς τη μέση σύσταση του ηπειρωτικού φλοιού (CC) και προβολή τους σε κανονικοποιημένο διάγραμμα (Εικ. Δ.2.82), διαπιστώνεται:
 - ο έντονος εμπλουτισμός των αποθέσεων σε S και As, καθώς ο εμπλουτισμός τους φτάνει έως και τις 1.000.000 φορές,
 - τα στοιχεία B, Be, Sb, Sr, Y παρουσιάζουν εμπλουτισμό πάνω από 1.000 φορές,
 - τα Cs, Cu (μόνο σε δύο δείγματα από την περιοχή της Αιδηψού AD-5-R, AD-12-1-R), Li, Pb, Sc, Zn παρουσιάζουν εμπλουτισμό >10 φορές,
 - τα Ca, Fe (μόνο τα δείγματα από τα Ήλια), U, V, Zr, Hf, Rb παρουσιάζουν εμπλουτισμό <10 φορές,
 - τα Na και P παρουσιάζουν σχετικό έλλειμμα (λιγότερο από 1/10),
 - και τα Si, Al, K, Mg, Mn, Ti παρουσιάζουν έλλειμμα των αποθέσεων ως προς την μέση σύσταση του ηπειρωτικού φλοιού >10 φορές.
- Από την σύγκριση των αποτελεσμάτων των χημικών αναλύσεων της παρούσας μελέτης, με χημικές αναλύσεις άλλων αποθέσεων επιφανειακών τραβερτινών, από ενεργά υδροθερμικά συστήματα (Πιν. Δ.2.19), διαπιστώθηκε ο μεγάλος εμπλουτισμός σε κάποια στοιχεία των αποθέσεων που εξετάστηκαν (Πιν. Δ.2.19). Ενδεικτικά, αναφέρεται το Na, το οποίο στις αποθέσεις της Αιδηψού φτάνει έως 33100mg/kg και στα Ήλια 4960mg/kg και στις Θερμοπύλες 2400mg/kg, ενώ σε όλες τις άλλες υπό σύγκριση περιοχές, η μέγιστη τιμή είναι 630mg/kg. Αντίστοιχο φαινόμενο παρατηρείται και σε μέταλλα, όπως το As και ο Fe, όπου στην περιοχή των Ήλιων φτάνει στα

18300mg/kg και 288700mg/kg αντίστοιχα, ενώ σε όλες τις άλλες υπό σύγκριση περιοχές η μέγιστη τιμή As είναι 166mg/kg και Fe 22900mg/kg. Τέλος, δεν πρέπει να παραληφθεί να αναφερθεί, ο μεγάλος εμπλουτισμός που παρατηρείται σε σπάνιες γαίες κυρίως στην περιοχή των Ήλιων.

Χημικές αναλύσεις σπανίων γαιών

- Από την μελέτη των χημικών αναλύσεων όλων των τραβερτινικών αποθέσεων διαπιστώθηκε ο σαφής εμπλουτισμός των αποθέσεων από την περιοχή των Ήλιων, σε σπάνιες γαίες σε σύγκριση με τις αποθέσεις από την Αιδηψό και τις Θερμοπύλες (Πιν. Δ.2.19). Άξιο αναφοράς είναι ότι η μελέτη των υδροθερμικών διαλυμάτων που είναι υπεύθυνα για τις αποθέσεις των Ήλιων δεν κατέδειξε αξιόλογο εμπλουτισμό τους σε REE (Πιν. Δ.1.5), καθώς παρουσιάζουν συγκεντρώσεις κάτω από τα όρια ανιχνευσιμότητας, όπως και σχεδόν όλα τα δείγματα υδροθερμικών ρευστών που αναλύθηκαν, αν και μετρήθηκαν με ICP-MS, ώστε τα όρια ανιχνευσιμότητας να είναι σχετικά χαμηλά.
- Ο εμπλουτισμός των τραβερτινικών αποθέσεων των Ήλιων, σε σπάνιες γαίες διαπιστώνεται και κατά την αντιπαραβολή των αποτελεσμάτων των υπο μελέτη τραβερτινών με τα αποτελέσματα από τις τραβερτινικές αποθέσεις στο ηφαιστείο Savo, (Smith, 2008), αλλά και τις τραβερτινικές αποθέσεις από την περιοχή του Βόρειου Καυκάσου (Lavrushin et al., 2006).
- Μετά από κανονικοποίηση των αποτελεσμάτων ως προς τη μέση σύσταση του ηπειρωτικού φλοιού (CC) και προβολή τους σε κανονικοποιημένο διάγραμμα (Εικ. Δ.2.82), διαπιστώθηκε:
 - η σαφής διάκριση των δειγμάτων από τα Ήλια, λόγω του εμπλουτισμού τους,
 - μικρή αρνητική ανωμαλία σε ευρώπιο (Eu), στα δείγματα όλων των περιοχών,
 - πολύ έντονη θετική ανωμαλία σε έβριο (Er), στα δείγματα από την Αιδηψό και τις Θερμοπύλες,
 - και σε κάποια δείγματα από την Αιδηψό και τις Θερμοπύλες, διαπιστώθηκε μικρή αρνητική ανωμαλία σε δημήτριο (Ce) και σε δυσπρόσιο (Dy).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Αβράμου Α., Λαμπράκη Ε., 2004. Υδρογεωλογική και περιβαλλοντική μελέτη Δήμου Αιδηψού, Διπλ. Εργασία, Παν. Αθηνών.
2. Αγγελίδης Χ., 1992. Τεχνικογεωλογικές συνθήκες ευρύτερης περιοχής Αταλάντης Ν. Φθιώτιδας, Διδ. Διατριβή, Ι.Γ.Μ.Ε.
3. Αλμπαντάκης Ν.Δ., 1974. Τα Νικελιούχα σιδηρομεταλλεύματα Λοκρίδος και Ευβοίας. Διδακτ. Διατρ., Παν/μιο Αθηνών.
4. Αλεβίζος Γ., 1997. Ορυκτολογία, γεωχημεία και γένεση ιζηματογενών νικελιούχων σιδηρομεταλλευμάτων Λοκρίδας, Διδ. Διατριβή, Πολυτ. Κρήτης.
5. Αλεξάκης Δ., 2002. Η επίδραση γεωλογικών και ανθρωπογενών παραγόντων στην ποιότητα και χημική σύσταση των υπόγειων νερών περιοχών της Ανατολικής Αττικής. Διδ. Διατριβή, Παν. Αθηνών.
6. Αναγνώσου Χ., Σιούλας Α., Σταυρακάκης Σ., Τζιάβος Χ., 1998. Σχέση μεταξύ νεοτεκτονικής και ιζηματογένεσης στον Β. Ευβοϊκό Κόλπο. 30ο Συνέδριο Ε.Γ.Ε.
7. Αργυράκη Α., 2007. Σημειώσεις του μαθήματος αναλυτικής γεωχημείας. Παν/μιο Αθηνών.
8. Βαλαβανίδης Αθ., 2000. Βασικές αρχές περιβαλλοντικής χημείας οικοτοξικολογίας και εκτίμησης οικολογικού κινδύνου, Παν. Αθήνας
9. Βορεάδου Γ., 1954. Η θερμομεταλλική πηγή των Καμένων Βούρλων από γεωλογικής σκοπιάς. Δ.Ε.Τ.Ε., Νο. 2, Αθήνα.
10. Γαλανάκης Δ., 1997. Νεοτεκτονική δομή και στρωματογραφία των Νεογενών – Τεταρτογενών ιζημάτων της λεκάνης του Αλμυρού – Παγασητικού, Πηλίου, Διαύλου Ωρεών – Τρικεριού και Μαλιακού, Διδ. Διατριβή, Παν. Θεσ/νικης.
11. Γαλανάκης Δ., Παυλίδης Σ., Μουντράκης Δ., 1998. Πρόσφατη ρηξιγενής τεκτονική του Αλμυρού – Παγασητικού – Μαλιακού, Βόρειας Εύβοιας και Πηλίου, Πρακτικά 8^{ου} Διεθ. Συνεδρίου, Πάτρα, Δελτ. Ελ. Γεωλ. Εταιρ. Τομ. XXXII/1, σελ. 263-273.
12. Γεωλογικός χάρτης Ελλάδας, Φύλλο "Αμφίκλεια", Ι.Γ.Μ.Ε., 1962, κλίμακα 1:50000.
13. Γεωλογικός χάρτης Ελλάδας, Φύλλο "Ελάτεια", Ι.Γ.Μ.Ε., 1967, κλίμακα 1:50000.
14. Γεωλογικός χάρτης Ελλάδας, Φύλλο "Ιστιαία", Ι.Γ.Μ.Ε., 1984, κλίμακα 1:50000.
15. Γεωλογικός χάρτης Ελλάδας, Φύλλο "Λιβανάται (Αταλάντη)", Ι.Γ.Μ.Ε., 1965, κλίμακα 1:50000.
16. Γεωλογικός χάρτης Ελλάδας, Φύλλο "Πελασγία (Μύλοι)", Ι.Γ.Μ.Ε., 1975, κλίμακα 1:50000.
17. Γεωλογικός χάρτης Ελλάδας, Φύλλο "Στυλίσ", Ι.Γ.Μ.Ε., 1963, κλίμακα 1:50000.
18. Γκιώνη – Σταυροπούλου Γ., 1983. Απογραφή θερμομεταλλικών πηγών Ελλάδος Ι, Αιγαίο Πέλαγος. Υδρολογικές και υδρογεωλογικές έρευνες Αρ. 39, Ι.Γ.Μ.Ε.
19. Γκιώνη – Σταυροπούλου Γ., 1998. Υδρογεωλογική έρευνα θερμομεταλλικών νερών βυθίσματος Ευβοϊκού – Μαλιακού, Ι.Γ.Μ.Ε., Αθηνά.
20. Ζανάκης Κ., 2001. Έλεγχος Ποιότητας Νερού, εκδ. Ιών, 2^η εκδ.
21. Θεωδωρίκας Σ., 2000. Γεωχημεία, εκδ. 2η, εκδόσεις Ζήτη.
22. Θεωδωρίκας Σ., 2002. Ορυκτολογία – Πετρολογία, εκδ. 2η, εκδόσεις Ζήτη.
23. Κακαβάς Ν., 1984. Απογραφή καρστικών πηγών Ελλάδος VI, Ανατολική Στερεά Ελλάδα (Νομός Φθιώτιδος). Υδρολογικές και υδρογεωλογικές έρευνες Αρ. 28, Ι.Γ.Μ.Ε.
24. Κακαβάς Ν., 1984. Υδρολογικό ισοζύγιο της λεκάνης απορροής του Σπερχειού ποταμού, Διδ. Διατριβή, Παν. Αθηνών, Ι.Γ.Μ.Ε.

25. Κακαβάς, Ν.Ι., 1984. Απογραφή καρστικών πηγών Ελλάδος, τόμος VI, Ανατολική Στερεά Ελλάδα (Νομός Φθιώτιδος). ΙΓΜΕ.
26. Καλλέργης Γ. (2000). Εφαρμοσμένη Περιβαλλοντική Υδρογεωλογία, Εκδόσεις Τ.Ε.Ε., Τομ. 1-3, Αθήνα 2000.
27. Κανελλόπουλος, Χ., 2006. Γεωχημική έρευνα της κατανομής μεταλλικών και άλλων στοιχείων στα υπόγεια νερά περιοχών του Ν. Φθιώτιδας και της Β. Εύβοιας. Μεταπτ. Διπλ. Εργασία, Παν. Αθηνών.
28. Κατερινόπουλος Αθ. & Μαγκανάς Α., 1996. Συστηματική ορυκτολογία, Παν. Αθηνών.
29. Κατσικάτσος Γ., 1992. Γεωλογία Ελλάδος.
30. Κελεπερτζής Α. & Μητρόπουλος Π., 1995. Γεωχημεία, Παν. Αθηνών.
31. Κοκκινάκης Α., 1998. Μαγματικά πετρώματα, Παν. Αθηνών.
32. Κόλλιας Κ., 2006. Γεωχημική έρευνα κατανομής μεταλλικών και άλλων στοιχείων σε ψυχρά και θερμά ύδατα περιοχών του Νομού Φθιώτιδας. Διπλωμ. Εργ., Παν. Αθηνών.
33. Κουϊμτζή Θ., Φυτιάνου Κ., Σαμαρά – Κωνσταντίνου Σ., 1998. Χημεία περιβάλλοντος, University Studio Press.
34. Κράνης Χ., 1999. Νεοτεκτονική δραστηριότητα ρηξιγενών ζωνών κεντροανατολικής Στέρας Ελλάδος (Λοκρίδα), Διδ. Διατριβή, Παν. Αθηνών.
35. Λαμπράκης Ν., 1991. Εισαγωγή στην υδρογεωλογία, Παν Πάτρας
36. Λέκκας Ε, Λόγος Ε., Θεοχάρης Δ., Μπαντέκας Ι., Ζορμπάς Β., Τσιούμα Ι., 2002. Υδρογεωλογική έρευνα – διαχείριση υδροφόρων οριζόντων Δήμου Αιδηψού, Εφαρμοσμένο ερευνητικό πρόγραμμα, Παν. Αθηνών.
37. Λέκκας Σπ., 1984. Μαθήματα υδρογεωλογίας, Παν. Αθηνών.
38. Μακρής Κ.Γ., Μακρή Α.Κ., Στρατής Β., Οικονόμου Μ.Ν., Παναγιωτίδης Ι. και Αγαθοκλής Γ., 1965. Νεώτερα έρευναι των θερμομεταλλικών ραδιενεργών πηγών της νήσου Ικαρίας, Φυσικομαθηματική Σχολή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
39. Μαράτος Γ., Ρηγόπουλος Κ. και Αθανασίου Α., 1967. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας: Φύλλο Ελάτεια, ΙΓΕΥ, Αθήνα.
40. Μαρίνος Γ. & Reichel M., 1958. Η εξάπλωση του απολιθωματοφόρου Περμίου εις Ανατολικήν Στερεάν Ελλάδα και Εύβοιαν, Ειδ. Μελ. Γεωλογίας Ελλάδος, 8, 1-16, ΙΓΕΥ, Αθήνα.
41. Μαρίνος Γ., 1951. Λιγνιτοφόρος λεκάνη Λοκρίδος (Αταλάντης). Γεωλ. Αναγν., 9, Υπ. Συντ.-Υπ. Ερ. Υπεδάφους, Αθήνα.
42. Μαρίνος Γ., 1958. Περί της κατά γεωτεκτονικάς ζώνας διαιρέσεως της Ανατολικής Ελλάδας. Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρείας, III, (1), 73-83.
43. Μαρίνος Γ., 1961. Παλαιοντολογική και στρωματογραφική έρευνα εις την Ανατολικήν Στερεά Ελλάδα, Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ., 4, 14-28, Αθήνα.
44. Μέττος Α., Ροντογιάννη Θ., Παπαδάκης Γ., Πάσχος Π., Γεωργίου Χ., 1991. Νέα δεδομένα στη Γεωλογία των Νεογενών από θέσεων της Β. Εύβοιας. Ε.Γ.Ε.
45. Μεγρέμη Ιφ., 2001. Κατανομή Cr, Ni, Mn και Zn σε Fe-Ni-ούχους λατερίτες από την ευρύτερη περιοχή Ν. Αρτάκη, Ευβοίας και η επίδραση τους στο περιβάλλον. Μεταπτ. Διπλ. Εργασία, Παν. Αθηνών.
46. Μεγρέμη Ιφ., 2010(;) (in press). Παράγοντες που ελέγχουν την βιοδιαθεσιμότητα μετάλλων σε περιβάλλον λατεριτών. Διδ. Διατριβή, Παν. Αθηνών.
47. Μητρόπουλος Π. & Κίτα Ι., 1997. Γεωχημεία ισοτόπων οξυγόνου και υδρογόνου γεωθερμικών νερών του Ελληνικού χώρου. Bull. Geol. Soc. Greece 4^ο Υδρογεωλογικό Συνέδριο, 285-291.
48. Μητρόπουλος Π., Δελημπασής Ν., Βουδούρης Π., Notsu K., Κακαβάς Ν., 2001. Μεταβολές της συγκέντρωσης Ραδονίου σε υπόγεια νερά πριν από όλες τις σεισμικές δονήσεις ($M \geq 2,5$), από τον Σεπτέμβριο 1998 έως τον Ιανουάριο 1999, στην περιοχή του ρήγματος της Αταλάντης, Δελτ. Ελ. Γεωλ. Ετ. 34/4, 1433-1439.

49. Μητρόπουλος Π., Δελήμπασης Ν., Βουδούρης Π., Notsu K., Κακαβάς Ν., 2004. Πρόγνωση σεισμικών δονήσεων στην περιοχή της Βόρειας Εύβοιας με βάση τις μεταβολές της περιεκτικότητας του ραδονίου στα υπόγεια νερά, Δελτ. Ελ. Γεωλ. Ετ. Τομ. XXXVI, 1356-1360.
50. Μπαράκου Θ., 2000. Σεισμοτεκτονικά χαρακτηριστικά Βορείου Αιγαίου, Διδ. Διατριβή, Παν. Αθηνών
51. Ορφανός Γ. & Σφέτσος Κ., 1975. Υδρογεωλογική έρευνα Καμένων Βούρλων (ραδιενεργά ύδατα), Ι.Γ.Μ.Ε., Αθηνά.
52. Ορφανός, Γ., Σφέτσος, Κ., 1975. Υδρογεωλογική έρευνα Καμένων Βούρλων. Υδρολογικά και υδρογεωλογικά ερευνητά Αριθ. 16. ΙΓΜΕ.
53. Πάλυβος Ν., 2001. Γεωμορφολογική μελέτη της ευρύτερης περιοχής Αταλάντης Φθιώτιδος, Διδ. Διατριβή, Παν. Αθηνών.
54. Παπανικολάου Δ., 1986. Γεωλογία της Ελλάδας, Παν. Αθηνών.
55. Παπανικολάου Δ., 1986. Η ενδιάμεση τεκτονομεταμορφική ζώνη των Ελληνίδων. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ., XX/1, 101-120.
56. Παπασταματίου Δ. Βετούλης και Τάταρης Α., 1963. Το Καλλίδρομον. Γεωλογία αυτού και συσχέτισης με Παρνασσόν, Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ., V, (1), 43-51, Αθήνα.
57. Περτέσης Μ. Α., 1926a. Περί της ραδιενέργειας των πηγών των Καμένων Βούρλων. Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας, Γεωλογική Υπηρεσία της Ελλάδος, Αρ. 16.
58. Περτέσης Μ.Α., 1926b. Ελληνικά μεταλλικά πηγαία, Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας, Γεωλογική Υπηρεσία της Ελλάδος, Αρ. 24.
59. Περτέσης Μ.Α., 1939. Περί των ραδιενεργών θερμοπηγών της νήσου Ικαρίας. Πρακτικά της Ακαδημίας Αθηνών, 14, Σελ. 155-157.
60. Πη Γ. & Πανάγος Α., 1976. Συγκριτική γεωχημική έρευνα των λαβών του Β. Ευβοϊκού. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ. XII, 95-133.
61. Πίππος Χ., 1983. Ραδιομετρική διασκόπηση στην Θεσσαλία και Εύβοια, DEMO 82/3G, Δημόκριτος
62. Πλατάκης Ε. Κ., 1959. Αι ραδιενεργοί θερμομεταλλικά πηγαία της Ικαρίας.
63. Σίδερης Χ., 1981. Μια νέα θεώρηση του "Παλαιοζωικού" της Αταλάντης, Ann. Geol. de Pays Hell., 30/2, 637-646, Athènes.
64. Σίδερης Χ., 1986. Συμβολή στη γνώση της γεωδυναμικής εξέλιξης κατά το Περμοτριάδικό στο χώρο της Ανατολικής Ελλάδας. Διδ. Διατρ., Παν. Αθηνών.
65. Σκάγια Σ., 1986. Απογραφή καρστικών πηγών Ελλάδος VIII, υδατικό διαμέρισμα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδος (Νομός Ευβοιας). Υδρολογικές και υδρογεωλογικές έρευνες Αρ. 28, Ι.Γ.Μ.Ε.
66. Σταματάκης Μ., 1987. Η κατανομή του βορίου σε ατμίδες-θερμομεταλλικές πηγές-θαλασσιους εβαπορίτες και σε ηφαιστειακούς-ιζηματογενείς Καινοζωικούς σχηματισμούς του Ελλαδικού χώρου. Διδ. Διατριβή, Παν. Αθηνών.
67. Σταύρου Κ. & Αιβατζόγλου Πρ., 2001. Ανάλυση νερών στην ευρύτερη περιοχή του Κορωπίου, Διπλ. Εργασία, Παν. Αθηνών.
68. Σφέτος Κ. Σ., 1988. Απογραφή θερμομεταλλικών πηγών Ελλάδος III, Ηπειρωτική Ελλάδα. Υδρολογικές και υδρογεωλογικές έρευνες Αρ. 39, Ι.Γ.Μ.Ε.
69. Τάταρης Α. & Κούνης Γ., 1969. Η Γεωλογική ενότης των προνεογενών – μεσοζωικών σχηματισμών Αττικής – Βοιωτίας – Λοκρίδος και τμήματος της Βακχης Πελοποννήσου, Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ., VIII, 137-154.
70. Τοπογραφικός χάρτης, Φύλλο "Αμφίκλεια", Γ.Υ.Σ., κλίμακα 1:50000.
71. Τοπογραφικός χάρτης, Φύλλο "Ελάτεια", Γ.Υ.Σ., κλίμακα 1:50000.
72. Τοπογραφικός χάρτης, Φύλλο "Ιστιαία", Γ.Υ.Σ., κλίμακα 1:50000.
73. Τοπογραφικός χάρτης, Φύλλο "Λιβανάται (Αταλάντη)", Γ.Υ.Σ., κλίμακα 1:50000.
74. Τοπογραφικός χάρτης, Φύλλο "Πελασγία (Μύλοι)", Γ.Υ.Σ., κλίμακα 1:50000.

75. Τοπογραφικός χάρτης, Φύλλο "Στυλίσ", Γ.Υ.Σ., κλίμακα 1:50000.
76. Φράγκος Χ., 2002. Στατιστική επεξεργασία & ανάλυση δεδομένων, εκδόσεις Σταμουλης.
77. Φυτίκας Μ. & Ανδρίτσος Ν., 2005. Γεωθερμία, εκδ. Τζιόλα.
78. Φυτίκας Μ., 1977. Γεωλογική και γεωθερμική μελέτη της νήσου Μήλου. Διδακτ. Διατρ. Θεσ/νικη.
79. Οδηγία 98/83/ΕΚ – Σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης.
80. Χατζής Μ., Καβουρίδης Θ., Βακαλόπουλος Π., Ξενάκη Μ., 2008. Έρευνα και εντοπισμός γεωθερμικών πεδίων στη Βόρεια Εύβοια. Ι.Γ.Μ.Ε., Γ' ΚΠΣ, Έργο 7.3.1.4, Υποέργο 7.3.1.4.1.2.

Διεθνής Βιβλιογραφία

81. A.S.T.M., 1967. Water quality criteria, ASTM Spl. Tech. Publ. No 416, Philadelphia.
82. A.S.T.M., 1969. Manual on water, ASTM Spl. Tech. Publ. No 442, Philadelphia.
83. A.S.T.M., 1971. Water quality and treatment, AWWA, Mc Graw-Hill, New York.
84. Albandakis N., 1968. Nuovi dati stratigrafici sulla regime di Locrida (Grecia). Boll. Soc. Geol. Ital., 87, 4, 737-741.
85. Alexander, E.B., Adamson, C., Zinke, P.J., and Graham, R.C., 1989. Soils and conifer forest productivity on serpentized peridotite of the Trinity Ophiolite, California. Soil Science, 148(6), 412-423.
86. Allen, E. T. & Day, A. L., 1935. Hot springs of the Yellowstone National Park: Carnegie Inst. Washington Pub. No. 466, p.525.
87. Anagnostakis M.J., Hinis. E.P., Simopoulos. M.G. and Angelopoulos M.G., 1996. Natural radioactivity mapping of Greek surface soils, Environmental International, 23(1-6), Elsevier Sciences Ltd, USA.
88. Ardaens R., Colin Jp. Kozur H., 1979. Sur la presence du Scythien supérieur fossilifère dans la chaîne du Vardousia (Grèce continentale). Conséquences paléogéographiques. C.R. Somm. Soc. Geol. France, 132-135.
89. Argyraki, A., Ramsey, M.H., and Thompson, M., 1995. Proficiency testing in sampling: Pilot study on contaminated land, Analyst, 120, 2799-2803.
90. Asikainen M., 1980. State of disequilibrium between ²³⁸U, ²³⁴U, ²²⁶Ra and ²²²Rn in groundwater from bedrock. Geoch. et Cosmoch. Acta. Vol. 45, 201-206.
91. Asikainen M., 1981. Radium content and the ²²⁶Ra/²²⁸Ra activity ratio in groundwater from bedrock. Geoch. et Cosmoch. Acta. Vol. 45, 1375-1381.
92. Aubouin J., 1959. Contribution a l'étude géologique de la Grèce septentrionale: Les confins de l'Épire et de la Thessalie. Ann. Géol. Pays Hellen 10, 1-483.
93. Aubouin J., 1977. Alpine Tectonics and Plate Tectonics: Thoughts about the Eastern Mediterranean. In: Europe from Crust to Core, 143-158, J. Wiley.
94. Ayers R. S., 1977. Quality of Water for Irrigation. Journal of the Irrigation and Drainage Division, ASCE, Vol. 103, No. IR 2, Proc. Paper 13010, 135-154.
95. Bebien J. 1982. L'association ignée de Guevgueli (Macédoine, Grèce). Expression d'un magmatisme ophiolitique dans une déchirure continentale. Thèse, Nancy.
96. Blanchard R.I., Hahne R.M.A., Kahn B., McCurdy D., Mellor R.A., Moore W.S., Sedlet J. and Whittaker E., 1985. Radiological sampling and analytical methods for primary drinking water regulations. Hlth Phys. 48(5), 587-600.
97. Boltwood B. B., 1905. On the radioactive properties of the water of the springs on the water springs reservation, Arkansas. Am. J. 4th Ser., 20, 128-32.
98. Borsi S., Ferrara G. Mercier J., 1964. Détermination de l'âge des séries métamorphiques du Massif Serbo - Macedonien au Nord-est de Thessalonique (Grèce) par les méthodes Rb/Sr et K/Ar. Ann. Soc. Geol. Nord, LXXXIV, 223-225.
99. Bouwer H., 1977. Land subsidence and cracking due to ground-water depletion: Ground

Water, v. 15, p. 358 - 364.

100. Bouwer H., 1978. Groundwater Hydrology, 378-390, McGraw-Hill Co.
101. Brady, N. C., and Weil, R. R., 1999. The Nature and Properties of Soils: Upper Saddle River, Prentice-Hall, 881 p.
102. Brindley, G.W. and Brown, G., 1980. Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification. London: Mineralogical Society pp495.
103. Brombach, T., Caliro, S., Chiodini, G., Fiebig, J., Hunziker, J., Raco, B., 2003. Geochemical evidence for mixing of magmatic fluids with seawater, Nisyros hydrothermal system, Greece. Bull. Volcanol. 65, 505–516.
104. Brooks, R. R., 1987. Serpentine and its vegetation: Portland, OR, Dioscorides Press, 454 p.
105. Brooks, RR., 1998. Phytochemistry of hyperaccumulators. In: Brooks RR (ed) Plants that hyperaccumulate heavy metals. CAB Intern, Wallingford, pp 15–53.
106. Brunn J., 1956. Contribution a étude Géologique du Pinde Septentrional et d'une partie de la Macédoine Occidental. Ann. Geol. Pays Hellen, 7, 1-358.
107. Bulmer, C. E., Lavkulich, L. M., and Schreier, H. E., 1992. Morphology, chemistry, and mineralogy of soils derived from serpentinite and tephra in southwestern British Columbia: Soil Science, v. 154, p. 72–82.
108. Buntebarth G., 1976. Methoden zur Abschätzung der Warmefluss - dichte aus dem oberen, Mantel. Geol.
109. Burkhard, D. J. M., 1993. Accessory chromium spinels: Their coexistence and alteration in serpentinites: *Geochemica et Cosmochimica Acta*, v. 57, p. 1297–1306.
110. Cadigan R. A. and Felmlee J. K., 1977. Radioactive springs geochemical data related to uranium exploration. *J. of Geochemical Exploration*, Vol. 8, 381-395.
111. Caputo M. G., Panza F., Postpichi D., 1970. Deep structure of the Mediterranean, Basin. *J. Geophys.Res.* 74, 4919-4923.
112. Célet P. 1962. Contribution a étude géologique du Parnasse-Kiona et d'une partie des régions méridionales de la Grèce continentale. Ann. Geol. Pays Hellen 7, 1-358.
113. Célet P., Clement B., Ferriere J., 1976. La zone béotienne en Grèce : implications paléogéographiques et structurales. *Eclogae Geol. Helv.*, 69, 577-599.
114. Célet P., Ferrière J., 1978. Les Hellenides internes: Le Pélagonien. *Ecl. Geol. Helv.* 71.3, 467-495.
115. Chafetz, H.S., Folk, R.L., 1984. Travertines: depositional morphology and the bacterially constructed constituents. *J. Sediment. Petrol.* 54, 289–316.
116. Chafetz, H.S., Guidry, S.A., 1999. Bacterial shrubs, crystal shrubs, and ray-crystal shrubs: bacterial vs. abiotic precipitation. *Sediment. Geol.* 126, 57–74.
117. Challis, A., Grapes, R., and Palmer, K., 1995. Chromian muscovite, uvarovite, and zincian chromite: Products of regional metasomatism in northwest Nelson, New Zealand: *Canadian Mineralogist*, v. 33, p. 1263–1284.
118. Charlet, L., and Manceau, A., 1992. X-ray absorption spectroscopic study of the sorption of Cr(III) at the oxide water interface 2. Adsorption, coprecipitation, and surface precipitation on hydrous ferric-oxide: *Journal of Colloid and Interface Science*, v. 148, p. 443–458.
119. Cherdynsthev V. V., 1971. Uranium-234. Israel program for scientific translations.
120. Christofides, G., Thimiatis, G., Koroneos, A., Sklavounos, S., and Eleftheriadis, G., 1994. Mineralogy and chemistry of Cr-chlorites associated with chromites from Vavdos and Vasilika Ophiolite Complexes (Chalkidiki, Macedonia, N. Greece): *Chemie der Erde.*, v. 54, p. 151–166.
121. Clément B., 1971. Découverte d'un flysch éocène en Béotie (Grèce continentale). *C.R. Acad. Sc. Paris*, 272, 791-792.
122. Cline W., Adamovits S., Blackman C., 1983. Radium and uranium concentrations in Georgia community water systems. *Health Phys.*44: 1-12.

123. Coleman, R. G., 1977. *Ophiolites: Ancient oceanic lithosphere?*: Berlin, Germany, Springer-Verlag, 229 p.
124. Coleman, R. G., and Jove, C., 1992. Geological origin of serpentinites, in Baker, A. J. M., Proctor, J., and Reeves, R. D., eds., *The vegetation of ultramafic (serpentine) soils*: Andover, UK: Intercept, p. 1–17.
125. Comninakis P. E., Papazachos B. C., 1972. Seismicity of the Eastern Mediterranean and some Tectonic Features of the Mediterranean Ridge, *Geol. Soc. Am. Bull.*, v. 83. 1093-1102.
126. Cooper, A. F., 1980. Retrograde alteration of chromian kyanite in metachert and amphibolite whiteschist from the Southern Alps, New Zealand, with implications for uplift on the Alpine Fault: *Contributions to Mineralogy and Petrology*, v. 75, p. 153–164.
127. Crawford-Brown D. J. and Cothorn C. R., 1987. A bayesian analysis of scientific judgment of the uncertainties in estimating risk due to ²²²Rn in U.S. public water supplies, *Hlth Phys.* vol. 53, No 1 (July), 11-21.
128. Davis S. N., DeWiest R. J. M., 1966. *Hydrogeology*, New York: John Wiley and Sons.
129. De Bono A., Martini Z., Zaninetti L., Hirsch I., Stampfli G., Vavassis I., 2001. Permo-Triassic stratigraphy of the Pelagonian zone in central Evia Island (Greece). *Eclog. geol. Helv.*, 94(3), 289-311.
130. Deer, W. A., Howie, R. A., and Zussman, J., 1996. *An introduction to the rock-forming minerals*: Essex, UK, Longman, 696 p.
131. Dotsika, E., Michelot, J.L., 1993. Hydrochemistry, isotope contents and origin of geothermal fluids at Nisyros (Dodecanese). *Bull. Geol. Soc. Greece XXVIII/2*, 293–304.
132. Dotsika, E., Poutoukis, D., Michelot, J.L., Raco, B. (2009) Natural tracers for identifying the origin of the thermal fluids emerging along the Aegean Volcanic Arc (Greece): Evidence of arc-type magmatic water (ATMW) participation, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 179, 19-32.
133. Demartin F., Gramaccioli C.M., Pilati T., 1994. Paraniite-(Y), a new tungsten arsenate mineral from Alpine fissures. *Schweiz Mineral. Petrogr. Mitt.*, 74/2, 155-60.
134. Drits V.A., Sakharov B.A., Salyn A.L, Manceau A. Structural model for Ferrihydrite. *Clay Minerals*, 1993, Vol.28, 185-207.
135. Dulski, P., 2003. *Geostandards Newsletter*, 25, 87-125
136. Duriez A., Marlin C., Dotsika E., Massault M., Noret A., Morel J.L., 2007. Geochemical evidence of sea-water intrusion into a coastal geothermal field of central Greece: example of the Thermopylae system. *Environmental Geology* 54 (3), 551-564.
137. Eisenbund M., 1973. *Environmental radioactivity*, 2nd Academic Press, New York, San Fransisco, London.
138. Ellins K.K., Roman-Mas A. and Lee R., 1990. Using ²²²Rn to examine groundwater/surface discharge interaction in the Rio Gronde de Manati, Puerto Rico. *J. of Hydrology*, Vol. 115, 319-341.
139. Eriksson, JE., 2001a. Concentrations of 61 trace elements in sewage sludge, farmyard manure, mineral fertilizers, precipitation and in oil and crops. *Swedish EPA Rep. 5159*, Stockholm.
140. Faure G., 1998. *Principles and applications of geochemistry*, edition 2, Prentice Hall.
141. Ferrière J., 1976. Sur la signification de séries du massif d'Othris (Grèce continentale centrale): la zone isopique maliaque. *Ann. Soc. Geol. Nord*, 96/2, 121-134.
142. Ferrière J., 1982. Paléogéographie et tectoniques superposes dans les Hellenides internes: les massifs de l'Othrys et du Pélion. *Soc. Geol. Nord, Publ.8*.
143. Fetter C.W., 2001. *Applied hydrology*, Edition 4, Prentice Hall.
144. Folk, R.L., Chafetz, H.S., Tiezzi, P.A., 1985. In: Scheiderman, N., Harris, P.M. (Eds.), *Bizarre forms of depositional and diagenetic calcite in hot-spring travertines, central Italy*, 36. *Carbonate Cements*, SEPM Special Publication, pp. 349–369.

145. Fournier O., Rowe J., 1966. Estimation of underground temperatures from silica content of water from
146. Fournier O., White E., Truesdell H., 1974. Geothermal indicators of subsurface temperatures, *J. Res. U.S. Geol. Survey*, No 2, 259-262.
147. Fournier, R.D., 1991. Water geothermometers applied to geothermal energy. In: D'Amore, F. Co-ord., *Application of Geochemistry in Geothermal Reservoir Development*. UNITAR, USA, pp. 37-69.
148. Fournier, R.O., 1977. Chemical geothermometers and mixing models for geothermal systems. *Geothermics* 5, 41-50.
149. Fournier, R.O., 1981. Application of water geochemistry to geothermal exploration and reservoir engineering. In L. Rybach and L.J.P. Muffler, eds., *Geothermal Systems, Principles and Case Histories*, Wiley, New York, p. 109-143.
150. Fournier, R.O., Potter, R.W. II, 1982. A revised and expanded silica-quartz geothermometer. *Geotherm. Resour. Coun. Bull.* 11r10, 3-12.
151. Fournier, R.O., Truesdell, A.H., 1973. An empirical Na-K-Ca geothermometer for natural waters. *Geochim. Cosmochim. Acta* 37, 1255-1275.
152. Freeze R. & Cherry A., 1979. *Groundwater and the hydrologic cycle*, Univ. of British Columbia, 192-232.
153. Freeze R.A., and Cherry J.A., 1979. *Groundwater*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 604.
154. Fukai R., Yokohama Y., 1982. Natural radionuclides in the environment, *Handbook of Environmental Chemistry*, Vol. I Springer-Verlag Berlin. (Hutzinger ed.).
155. Fytikas M., Innocenti F., Manetti P., Mazzuoli R., Peccerillo A. and Villari L., 1984. Tertiary to Quaternary evolution of volcanism in the Aegean region, in J.E. Dixon and A.H.F. Robertson (Eds.) *The geological evolution of the eastern Mediterranean*, *Geol. Soc. Pub. Sp. Pub.*, 19, 687-699.
156. Fytikas M., Kolios N., 1979. Preliminary Heat Flow Map of Greece. In Germak, V. - Rybach, L. *Terrestrial Heat Flow in Europe*, Springer - Verlag, pp. 197-205, Berlin.
157. Fytikas M., Marinelli G., 1976. *Geology and geothermics of the island of Milos (Greece)*. Intern. Congress on thermal waters, geothermal energy and volcanism of the Mediterranean area, Athens.
158. Gallup D., 1998. Geochemistry of geothermal fluids and well scales and potential for mineral recovery, *Ore geology reviews* 12, 225-236.
159. Ganas A. and White K., 1996. Neotectonic fault segments and footwall geomorphology in Eastern Central Greece from Landsat TM data. *Geol. Soc. Greece Sp. Publ.*, 6, 169-175.
160. Ganas A., 1997. *Fault segmentation and seismic hazard assessment in the Gulf of Evia rift, Central Greece*. Unpubl. PhD Thesis, Univ. of Reading.
161. Gans I., 1985. Natural radionuclides in mineral waters. *Sci. Total Environ.* 45: 93-99.
162. Gardner, M.J. & Hunt, D.T.E., 1981. Adsorption of trace metals during filtration of potable water samples with particular reference to the determination of filterable lead concentration. *Analyst, Lond.*, 106, 471-474.
163. Garnier J., Quantin C., Guimara E., Becquer T., 2008. Can chromite weathering be a source of Cr in soils? *Mineralogical Magazine*, Vol. 72(1), pp. 49-53.
164. Gartzos E., 1986. On the genesis of cryptocrystalline magnesite deposits in the ultramafic rocks of Northern Evia, Greece, Doctor of Natural Sciences, Zurich.
165. Gartzos, E. & Stamatis, G., 1996. Genesis of the thermal springs of Sperchios graben, Greece. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Mh.* 1996/H2:91-115 Stuttgart.
166. Gasser, U. G., and Dahlgren, R. A., 1994. Solid-phase speciation and surface association of metals in serpentinitic soils: *Soil Science*, v. 158, p. 409-420.
167. Geijer P., 1921. The cerium minerals of Basnas at Riddarhyttan. *Sver. Geol. Unders. Ser. C*, No. 304, *Arsbok* 14/6, 5-24.

168. Gerth, J., 1990. Unit-cell dimensions of pure and trace metal-associated goethites: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 54, p. 363–371.
169. Giggenbach, 1984. W.F. Giggenbach, Mass transfer in hydrothermal alteration system. *Geochimica Cosmochimica Acta* 48 (1984), pp. 2693–2711.
170. Giggenbach, 1987. W.F. Giggenbach, Redox processes governing the chemistry of fumarolic gas discharges from White Island, New Zealand. *Applied Geochemistry* 2 (1987), pp. 143–161.
171. Giggenbach, W.F., 1988. Geothermal solute equilibria. Derivation of Na–K–Ca–Mg geothermometers. *Geochim. Cosmochim. Acta* 52, 2749–2765.
172. Goguel J., 1953. Le regime thermique de l' eau souterraine, *Annales des Mines*, vol. 10, 3-32.
173. Gough, L.P., Meadows, G.R., Jackson, L.L., and Dudka, S., 1989. Biogeochemistry of a highly serpentinized, chromite-rich ultramafic area, Tehama County, California. *U.S. Geological Survey Bulletin* 1901, 1-24.
174. Graeser S. & Schwander H., 1987. Gasparite-(Ce) and monazite-(Nd): two new minerals to the monazite group from the Alps. *Schweiz Mineral. Petrogr. Mitt.*, 67, 1103-13.
175. Graham, R. C., Diallo, M. M., and Lund, L. J., 1990. Soils and mineral weathering on phyllite colluvium and serpentinite in Northwestern California: *Soil Science Society of America Journal*, v. 54, p. 1682–1690.
176. Green B. M. R., Hughes J. S., Lomas P. R. *Radiation Atlas, Natural Sources of Ionizing Radiation in Europe-CEC-NRPB*.
177. Greger, M., 1999. Metal availability and bioconcentration in plants. In: Prasad MN, Hagemeyer J (eds) *Heavy metal stress in plants*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp 1–27.
178. Grim R. E. & Guven N., 1978. *Bentonites: Geology, Mineralogy, Use and Physical Properties*. Elsevier Publishing Company, pp. 256.
179. Guo, L., Riding, R., 1992. Aragonite laminae in hot water travertine crusts, Rapolano Terme, Italy. *Sedimentology* 39, 1067–1079.
180. Haggerty, S. & Toft, P., 1985. Native Iron in the Continental Lower Crust: Petrological and Geophysical Implications. *Science* 16: 647-649.
181. HALL & BONHAM-CARTER, 1996
182. Hamada H., 2000. Estimation of groundwater flow rate using the decay of ²²²Rn in a well. *J. Environ. Radioactivity*, Vol. 47, 1-13.
183. Harman H.H., 1960. *Modern Factor Analysis*, U. of Chicago Press, Chicago.
184. Helena B., Pardo R., Vega M., Barrado E., Fernández J.M., Fernández L., 2000. Temporal evolution of groundwater composition in an alluvial aquifer (Pisuerga River, Spain) by principal component analysis, *WAT. RES.* 34(3), pp. 807-816.
185. Hem J. D., 1970. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. *Water Supply Paper* 1473. Washington, DC: U.S. Department of the Interior; Geological Survey.
186. Henley R. W.; Roberts P. J., Hedenquist J. W., 1986. *Monograph Series on Mineral Deposits, Number 26: Guide to the Active Epithermal (Geothermal) Systems and Precious Metal Deposits of New Zealand*, Gebruder Borntraeger, Berlin.
187. Hess C. T., Michel J., Horton T.R., 1985. The occurrence of radioactivity in public water supplies in the United States. *Health Phys.* 48: 553-586.
188. Hotz, P. E., 1964. Nickeliferous laterites in southwestern Oregon and northwestern California: *Economic Geology*, v. 59, p. 355–396.
189. Hounslow, A. W., 1995. *Water Quality Data: Analysis and Interpretation*, Bk&Disk ed. Lewis Publishers, Inc., USA.
190. Hynes A.J., Nisbet E.G., Smith A.G. Welland M.D.J, REX D.C., 1972. Spreading and emplacement ages of some ophiolites in the Othris region (eastern central Greece). *Zeit.*

- deuts. Geol. Ges., 123, 455-468.
191. ICRP, 1977. Recommendation of the International Commission on Radiological Protection. Publication 26 (Oxford: Pergamon Press).
 192. Ilton, E. S., and Veblen, D. R., 1994. Chromium sorption by phlogopite and biotite in acidic solutions at 25 C: Insights from X-ray photoelectron spectroscopy and electron microscopy: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 58, p. 2777–2788.
 193. Ilton, E. S., Moses, C. O., and Veblen, D. R., 2000. Using X-ray photoelectron spectroscopy to discriminate among different sorption sites of micas: With implications for heterogeneous reduction of chromate at the mica-fluid interface: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 64, p. 1437–1450.
 194. Innocenti F., Agostini S., Doglioni C., Manetti P., Tonarini S., 2010. Geodynamic evolution of the Aegean: constraints from the Plio-Pleistocene volcanism of the Volos–Evia area. *Journal of the Geological Society*, vol. 167, no. 3, p. 475-489.
 195. ISO/IEC Guide 98:1995 Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM).
 196. Iyengar M.A.R., 1990. The natural distribution of radium, *The Environmental Behaviour of radium*. IAEA Technical Reports Series No 310, IAEA, Vienna, Vol. 1, 59-128.
 197. Jacobshagen V., 1979. Structure and geotectonic evolution of the Hellenides. *Proc.6th Coll. Geol. Aegean Region, Athens 1977*, 3, 1355-67.
 198. Jacobshagen V., 1986. *Geologie von Griechenland*. Gebrüder Bernträger.
 199. Jaffe, H.W., Meyrowitz, R., Evans, H.T., 1953. Sahamalite, a new rare earth carbonate mineral. *Am. Mineral.*, 38, 741-54.
 200. Jayakumar R. and Siraz L., 1997. Factor analysis in hydrogeochemistry of coastal aquifers - a preliminary study *Environmental Geology* 31 174-178.
 201. Join J-L., Coudray J., Longworth K., 1997. Using principal components analysis and Na/Cl ratios to trace groundwater circulation in a volcanic island: the example of Reunion, *Journal of Hydrology*, 190, 1-18.
 202. Jolivet L., Bryn J.P., Gautier P., Lallemand S. and Patriat M., 1994. 3-D kinematics of extension in the Aegean region from the early Miocene to the Present, insights from the ductile crust. *Bull. Soc. géol. France*, 165, 3, 195-209.
 203. Jones A.P., Wall F., Williams C.T., 1996. Rare earth minerals: Chemistry, origin and ore deposits. *The mineralogical Society Series No7*.
 204. Jones, B., Kahle, C.F., 1993. Morphology, relationship, and origin of fiber and dendrite calcite crystals. *J. Sediment. Petrol.* 63, 1018–1031.
 205. Jones, B., Renaut, W.R., Owen, B.R., Torfason, H., 2005. Growth patterns and implications of complex dendrites in calcite travertines from Lýsuhóll, Snæfellsnes, Iceland. *Sedimentology* 52, 1277–1301.
 206. Kabata-Pendias, A. & Mukherjee, A., 2007. Trace Elements from Soil to Human.
 207. Karastathis V.K., Papoulia J., Di Fiore B., Makris J., Tsambas A., Stampolidis A., Papadopoulos G.A., 2010. Exploration of the deep structure of the central Greece geothermal field by passive seismic and Curie depth analysis. *72nd EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2010*, Barcelona, Spain.
 208. Karpov, G.A., Kireev, F.A., Eroshchevshak, V.A., 1984. Native Iron in the Hydrothermal System of Kamchatka, *Doklady Akademii Nauk Sssr*, Vol. 274, Issue: 6, Pages: 1440-1443.
 209. Kaupenjohann, M. and Wilcke, W., 1995. Heavy metal release from a serpentine soil using a pH-stat technique: *Soil Science Society of America Journal*, v. 59, p. 1027–1031.
 210. Kelepertsis A., Alexakis D., Kita I., 2001. Environmental Geochemistry of Soils and Waters of Susaki Area, Korinthos, Greece, *Env. Geochem. and Health*, Vol. 23, Num. 2, June 2001, pp. 117-135(19).
 211. Kharaka, Y.K. and R.H. Mariner, 1989, Chemical geothermometers and their application to formation waters from sedimentary basins. In N.D Naeser and T.H. McCulloh, eds.,

- Thermal History of Sedimentary Basins, Springer-Verlag, New York, p. 99-117.
212. Kitano, Y., 1963. Geochemistry of calcareous deposits found in hot springs. *J. Earth Sci. Nagoya Univ.* 1, 68–100.
 213. Kitano, Y., 1963. Geochemistry of calcareous deposits found in hot springs. *J. Earth Sci. Nagoya Univ.* 1, 68–100.
 214. Klöck, W. & Plame, H., 1988. Partitioning of siderophile and chalcophile elements between sulfide, olivine and glass in a naturally reduced basalt from Disko Island, Greenland. *Proceedings of the Lunar and Planetary Science Conference*: 18: 471-483.
 215. Klöck, W., Palme, H., & Tobschall, H.J, 1984. Trace Elements in Native Iron from Disko Island, West Greenland. *Journal: Meteoritics*, Vol. 19, p.252.
 216. Koepke J., Kreuzer H., Seidel T., 1985. Ophiolites in the southern Aegean arc (Crete, Karpathos, Rhodes) – linking the ophiolite belts of the Hellenides and Taurides. *Ophiolite*, 10, 343-354.
 217. Kogan R.M., Nazarov I.M., Fridman Sh. D., 1971. Gamma Spectrometry of natural environments and formations.
 218. Konarski, P., Haluszka, J., Cwil, M., 2006. Comparison of urban and rural particulate air pollution characteristics obtained by SIMS and SSMS. *Applied Surface Science*, 252, 7010–7013.
 219. Laigle M., Hirn A., Sachpazi M., Roussos N., 2000. Northern Aegean crustal deformation: An active fault imaged to 10Km depth by reflection seismic data. *Geology* 28, 1, 71-74
 220. Langelier W. F., 1936. The Analytical Control of Anti-Corrosion Water Treatment, *Journal of the American Water Works Association*, Vol. 28.
 221. Lavrushin, V., Kuleshov, V., Kikvadze, O., 2006. Travertines of the Northern Caucasus. *Lithology and Mineral Resources*, Vol. 41, No. 2, pp. 137–164.
 222. Lee, B. D., Sears, S. K., Graham, R. C., Amrhein, C., and Vali, H., 2003. Secondary mineral genesis from chlorite and serpentine in an ultramafic soil toposequence: *Soil Science Society of America Journal*, v. 67, p. 1309–1317.
 223. Leeder M.R. and Jackson J.A., 1993. The interaction between normal faulting and drainage in active extensional basins, with examples from the western United States and central Greece, *Bas. Res.*, 5, 79-102.
 224. Lemeille F., 1977. Etudes néotectoniques en Grèce Centrale Nord-orientale (Eubée Centrale, Attique, Beotie, Locride) et dans les Sporades du Nord (île de Skiros). Thèse, Univ. Paris XI – Centre d'Orsay.
 225. Liangju, Z., 1987. The study and discovery of native iron in No. 9 quartz vein of Jindongcha gold deposit, Xiaoqinling. *Journal of China University of Geoscience* 12(6), 579-588 (in Chinese with English abstract).
 226. Liu C-W., Lin K-H., and Kuo Y-M., 2003. Application of Factor Analysis in the Assessment of Groundwater Quality in a Blackfoot Disease Area in Taiwan, *The Science of the Total Environment*. vol. 313, 77-89.
 227. Lopez R., Garcia-Talavera M., Pardo R., Deban L. and Nalda J. C., 2004. Natural radiation doses to the population in a granitic region in Spain. *Rad. Prot. Dos.* Vol. 111(1):83-88.
 228. Madejo, P., Maranon, T., Murillo, J., 2006. Biomonitoring of trace elements in the leaves and fruits of wild olive and holm oak trees. *Science of the total environment*, 355, pp187-203.
 229. Makris J. & Veis R. 1977. Crustal structure of the central Aegean Sea and the islands of Evia and Crete (Greece), obtained by refraction seismic measurements, *J. Geophys.* 42, 329-341
 230. Makris J., Papanikolaou D., Stavrakakis G., Liu J., Papoulia J., Sakellariou D., Sachpazi M., Wodtke D., 1996. Detection of thin continental crust below Northern Evoikos gulf, central Greece, In: XXV General Assembly of the ESC, Reykjavik, Abstracts.
 231. Makris J., Papoulia J., Papanikolaou D., Stavrakakis G., 2001. Thinned continental crust

- below northern Evoikos Gulf, central Greece, detected from deep seismic soundings, *Tectonophysics* 341 p.225-236.
232. Malpas, J., 1992. Serpentine and the geology of serpentinized rocks, in Roberts, B. A., and Proctor, J., eds., *The ecology of areas with serpentinized rocks. A world view: Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic Publishers*, p. 7–30.
 233. Mandel S. & Shifan Z. L., 1981. *Groundwater Resources*, Academic Press, N.Y.
 234. Marakis G., 1970. Geochronology studies of some granites from Macedonia. *Ann. Geol. Pays Hellén.* 21, 121- 152.
 235. Marinelli G., 1976. Geothermie et theories metallogenetiques. *Ann. des Mines de Belgique.* Dec. 1976, 1067-1074.
 236. Marinelli G., 1978. Le probleme de la permeabilite des rockes d'origine volcanique dans la recherche d'une champ geothermique. *Sympos. I.H.E.S.*, 397-404, Montpellier.
 237. Marini, L., Fiebig, J., 2005. Fluid geochemistry of the magmatic-hydrothermal system of Nisyros (Greece). In: Hunziker, J.C., Marini, L. (Eds.), *The Geology, Geochemistry and Evolution of Nisyros Volcano (Greece). Implications for the Volcanic Hazards*, vol. 44, pp. 121–163. *Memoires de Géologie (Lausanne)*.
 238. Mariolakos I. & Papanikolaou D., 1982. Cretaceous emplacement of the ophiolites in northern Greece and related tectonosedimentary environments. *Geol Evolution East. Mediterranean, Abs.*, p. 71, Edinburgh.
 239. Mariolakos I., Fountoulis I.G. & Logos E.K., 1997. The crucial role of neotectonic deformation in landfill site selection: the case study of Avlonas, Attiki, Greece. In Marinos, Koukis, Tsiambaos & Stournaras (eds.) *Proc. Int Symp. Eng. Geology and the Environment*, 2, 2007-2010.
 240. Mastinu G.G. & Santorini G.P., 1980. The exposure of the Italian population to natural radioactivity in drinking water and food. 349-368 in : *Seminar on the Radiological Burden of Man from Natural Radioactivity in the Countries of the European Communities.* CEC, V/2408/80 .
 241. Mathiesen, L., 1999. A petrographic study of Ba-Cr-muscovite from Isua, SW Greenland: Copenhagen, Denmark, University of Copenhagen.
 242. McAndre, J. & Scott, T.R., 1955. Stillwellite, a new rare-earth mineral from Queensland. *Nature*, 176, 509-10.
 243. McKenzie D. & Jackson J.A., 1983. The relationship between strain rates, crustal thickening, paleomagnetism, finite strain and fault movements within a deforming zone. *Earth planet. Sci. let.*, 65, 182-202.
 244. McKenzie D. & Jackson J.A., 1986. A block model of distributed deformation by faulting. *J. Geol. Soc. Lond.*, 143, 249-253.
 245. Melloul A. J., 1995. Use of the Principal Components Analysis for studying deep aquifers with scarce data: Application to the Nubian Sandstone aquifer, Egypt and Israel. *Hydrogeology Journal*, Vol. 5(2): 19-35.
 246. Melson, W. & Switzer G., 1966. "Plagioclase-spinel-graphite xenoliths in metallic iron-bearing basalts, Disko Island, Greenland." *American Mineralogist*: 51: 664-676.
 247. Mercier J., 1968. Etude géologique des zones internes des Hellenides au Macédoine centrale (Grèce). *Ann. Geol. Pays Hellen.*, 20, 1-792.
 248. Mercier J., Végely P., 1972. Les mélanges colores (coloured mélanges) de la zone d'Almopias (Macedoine, Grèce). *C.R. Somm. Soc. Geol, France*, 70
 249. Mettos A., Rondogianni Th., Ioakim Ch. et Papadakis I. (1992). Evolution geodynamique et reconstruction paleoenvironnementale des basis Neogenes-quaternaires de la Grece centrale, *Paleontologia I Evolucion*, 24-25, 393-402.
 250. Mico, C., Recatala, L., Peris, M., & Sanchez, J., 2006. Assessing heavy metal sources in agricultural soils of a European Mediterranean area by multivariate analysis. *Chemosphere*, 65, 863–872.

251. Morell I., Giménez E. y Esteller M.V., 1996. Application of the principal components analysis to the study of salinization on the Castellon Plain (Spain), *Science of the Total Environment* 177, 161-171.
252. Mountrakis D. 1986. The Pelagonian zone in Greece: A polyphase deformed fragment of the Cimmerian continent and its role in the geotectonic evolution of the Eastern Mediterranean. *Journal of Geology*, 94, 335 - 347.
253. Mutlu, H., Gulec, N., 1998. Hydrogeochemical outline of thermal waters and geothermometry applications in Anatolia (Turkey), *J. Volcanol. Geoth. Res.*, 85, 495-515.
254. Naden J., Kiliass S.P., Liakopoulos A., 2003. Land-based geothermal systems with entrained seawater as an alternative to the Broadlands epithermal-Au paradigm: the case for Milos Island, Aegean Sea, Greece, *Mineral Exploration and Sustainable Development*, 2003.
255. Nergiz, C. & Engez, Y., 2000. Compositional variation of olive fruit during ripening. *Food chemistry*, 69, 55-59.
256. Neri L.C., Hewitt D., Schreiber G.B., Anderson T.W., Mandel J.S., Zdrojewsky A., 1975. Health aspects of hard and soft waters. *Journal AWWA* 67: 403-409.
257. Oze, C., Fendorf, S., Bird, D.K. and Coleman, R.G., 2004. Chromium geochemistry in serpentinized ultramafic rocks and serpentine soils from the Franciscan complex of California. *American Journal of Science*, Vol. 304, January, 2004, 67-101.
258. Oze, C., LaForce, M., Wentworth, C., Hanson, R., Bird, D., Coleman, R., 2003. Chromium geochemistry of serpentinitic sediment in the Willow core, Santa Clara County, CA. U.S. Department of the interior, U.S. geological survey, Open-File Report 03-251.
259. Pan, U., and Fleet, M. E., 1991. Barian feldspar and barian-chromian muscovite from the Hemlo area, Ontario: *The Canadian Mineralogist*, v. 29, p. 481–498.
260. Papanikolaou D., 1986a. Late Cretaceous Paleogeography of the Metamorphic Hellenides. *Geol. Geoph. Res. IGME*, Special issue, 315-328.
261. Papanikolaou D., 1988c. Triassic in the Hellenides. *Atti del 74o Congresso della Soc.Ged.It.*, 1988, A, 529-530.
262. Papanikolaou D., 1989a. Are the Medial Crystalline Massifs of the Eastern Mediterranean drifted Gondwanan fragments? *Geol. Soc. Greece, Spec. Publ.*, 1, 63-90.
263. Papanikolaou D., 1990. Probable geodynamic interpretation of the schist-chert formations in the Hellenides. *Bull. Geol. Soc. Greece*, XXIV, 135-148.
264. Papanikolaou D., 1993. Geotectonic evolution of the Aegean. 6th Congress of the Geological Society of Greece, Athens 1992, *Bull. Geol. Soc. Greece*, 28/1, 33-48.
265. Papanikolaou D., 1993. Geotectonic evolution of the Aegean. *Bull. Geol. Soc. Greece*, XXVIII/1, 33-48.
266. Papanikolaou D., 1997. The tectonostratigraphic terranes of the Hellenides. *Ann. Geol. Soc. Hellen.*, 37, 495-514.
267. Papanikolaou D., Bargathi H., Dabovski C., Dimitriu R., El-Hawat A., Ioane D., Kranis H., Obeidi A., Oaie G., Seghedi A., Zagorchev I. (2004). The TRANSMED Atlas - Απόσπασμα από τη Γεωτομή VII (από Δημήτριο Παπανικολάου & Χαράλαμπο Κράνη), 32nd International Geological Congress.
268. Papanikolaou D., Baud A. 1982. Complexes a' blocs et séries a caractère flysch au passage Permien- Trias en Attique (Grèce orientale). 9o R.A.S.T. Paris, 1982.
269. Papanikolaou D., Sideris C. 1979. Sur la signification des zones "ultrapindique" et "béotienne" d'après la géologie de la région de Karditsa: L' Unité de Thessalie Occidentale. *Eclogae geol. Helv.*, 72/1, 251-261.
270. Papanikolaou D., Sideris Ch., 1983a. Le Paleozoïque de l' autochthone de Chios: une formation à blocs de type wild flysch d'âge Permien (pro parte). *C.R. Acad. Sci. Paris*, 297, 603-606.
271. Papanikolaou D., Stojanov R., 1983. Geological Correlation between the Greek and the

- Yugoslave part of the Pelagonian Metamorphic Belt. In Sassi F.P. (Ed.): IGCP No 5, Newsletter, 5, 146-152.
272. Papanikolaou D., Zambetakis-Lekkas A., 1980. Nouvelles observations et datations de la base de la série pélagonienne (s.s.) dans la région de Kastoria, Grèce. C.R. Acad. Sci. Paris, 291, 155-158.
 273. Pecora W.T. & Kerr J.H., 1953. Burbankite and calkinsite, two carbonate minerals from Montana. *Am. Mineral.*, 38, 1169-83.
 274. Pentecost, A., 1994. Formation of laminate travertines at Bagno Vignone, Italy. *Geomicrobiol. J.* 12, 239–251.
 275. Pentecost, A., 2005. *Travertine*. Springer–Verlag, Berlin, p. 445.
 276. Pe-Piper & Piper D.J.W., 1989. Spatial and temporal variation in Late Cenozoic back-arc volcanic rocks, Aegean Sea region, *Tectonophysics* 169, 113-134.
 277. Pe-Piper G. & Piper D., 2002. *The igneous rocks of Greece, the anatomy of an orogen*, Gebruder Borntraeger, Berlin.
 278. Peterson, M. L., 1996. Chromium (VI) Reduction by Magnetite: Spectroscopic Evidence of Sorption, Precipitation, and Heterogeneous Oxidation-Reduction Reactions, *Environmental & Geological Sciences: Stanford*, Stanford University, p. 115.
 279. Philip H., 1974. Etude néotectonique des rivages égéens en Locride et Eubée nord-occidentale (Grèce), Thèse doc. sp., Acad. de Montpellier.
 280. Pichler, T. & Veizer, J., 2004. The precipitation of aragonite from shallow-water hydrothermal fluids in a coral reef, Tutum Bay, Ambitle Island, Papua New Guinea. *Chemical Geology* 207, 31– 45.
 281. Piper A. M., 1944. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses: *American Geophysical Union Transactions*, v. 25, 914-923.
 282. Piper A.M., 1955. Groundwater notes, *Geochemistry*, 12.
 283. Probonas M. & Kritidis P., 1993. The exposure of the Greek population to natural gamma radiation of terrestrial origin, *Rad. Prot. Dos.*, 46(2), 123-126.
 284. Psomiadis D., Dotsika E., Poutoukis D., Albanakis K., Karidakis G., Metaxas A., Raco B., Zisi N., Tzavidopoulos I., 2008. Geochemical study of the geothermal field of the Sperchios area, Greece. 8th International Hydrogeological Congress, Athens, Hellas, Vol. 2: 361-370.
 285. Raase, P., Raith, M., Ackermann, D., Viswanatha, M. N., and Lal, R. K., 1983, Mineralogy of chromiferous quartzites from South India: *Journal of the Geological Society of India*, v. 24, p. 502–521.
 286. Rabenhorst, M. C., Foss, J. E., and Fanning, D. S., 1982. Genesis of Maryland soils formed from serpentinite: *Soil Science Society of America Journal*, v. 46, p. 607–616.
 287. Ramsey, M. H., Argyraki, A., 1997. Estimation of measurement uncertainty from field sampling: implications for the classification of contaminated land. *The Science of the Total Environment*, 198, 243-257.
 288. Ramsey, M.H., Argyraki, A., and Thompson, M., 1995. Estimation of sampling bias between different sampling protocols on contaminated land, *Analyst*, 120, 1353-1356.
 289. Ramsey, M.H., Argyraki, A., and Thompson, M., 1995. On the collaborative trial in sampling, *Analyst*, 120, 2309-2311.
 290. Reimann C., 2005. Geochemical mapping-technique or art? *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, vol. 5, no. 4, p. 359-370.
 291. Reimann C, Siewers U, Tarvainen T, Bityukova L, Eriksson J, Gilucis A, 2003. Agricultural Soils in Northern Europe: A Geochemical Atlas. *Geologisches Jahrbuch, Sonderhefte, Reihe D, Heft SD 5*, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
 292. Renz C., 1940. Die Tektonik der Griechischen Gebirge. *Prakt. Acad. Athinon*, v. 8.
 293. Renz C., 1955. Die vorneogene Stratigraphie der normal sedimentären Formationen Griechenlands. IGSR, Athen.

294. Revelle R., 1941. Criteria for recognition of seawater in groundwater, Transactions of Amer. Geophys. Union, v. 22, p. 593-597.
295. Richards L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Agricultural Handbook No. 60, US Department of Agriculture, Washington DC.
296. Ristic, M., De Grave, E., Music, S., Popovic, S., Orehovec, Z., 2007. Transformation of low crystalline ferrihydrite to alpha-Fe₂O₃ in the solid state. J. Mol. Struct. 834–836, 454–460.
297. Roberts S. & Jackson J., 1991. Active normal faulting in central Greece: an overview, in Roberts, A.M., G, Yielding and B. Freeman (eds.): The Geometry of Normal Faults, Geol. Soc. Sp. Pub., 56, 125-142.
298. Robertson A.H.F., Pickett E., 2000. Paleozoic – Early Tertiary Tethyan evolution of mélanges, rift and passive margin units in the Karaburun peninsula (western Turkey) and Chios Island, (Greece). Geol. Soc. London, Sp. Publ., 173, 43-82.
299. Robles-Camacho, J. and Armienta, M.A., 2000. Natural chromium contamination of groundwater at Leon Valley, Mexico. Journal of Geochemical Exploration, 68, 167-181.
300. Rondoyianni - Tsiambaou Th., 1984. Étude néotectonique des rivages occidentaux du canal d'Ata-lanti (Grèce centrale), UnPub. These 3^{eme} cycle, Université de Paris Sud, Centre d'Orsay.
301. Rudnick R. L. & Gao S., 2003. Composition of the Continental Crust. Treatise on Geochemistry, Volume 3, Chap. 3.01.
302. Rutherford E., 1905. Harper's Magazine, February 1905.
303. Rychagov, S.N., Belousov, V.I., Sandimirova, E.I., Davletbayev, R.G., 2006. Hydrothermal ore minerals: composition, distribution and formation conditions in a conductive geothermal environment. Alaska geothermal condence and renewable energy fair.
304. Rychagov, S.N., Glavatskikh, S.F., Sandimirova, E.I., Belousov, V.I., 2005. Ore minerals in the structure of hydrothermal-magmatic systems: contents, distribution, conditions of formation. International Kuril-Kamchotka field workshop.
305. Sack, R. O., and Ghiorso, M. S., 1991. Chromian spinels as petrogenetic indicators: Thermodynamics and petrological applications: American Mineralogist, v. 76, p. 827–847.
306. Sahan, Y., Basoglu, F., Gücer, S., 2006. ICP-MS analysis of a series of metals (Namely: Mg, Cr, Co, Ni, Fe, Cu, Zn, Sn, Cd and Pb) in black and green olive samples from Bursa, Turkey. Food Chemistry, Vol. 105, Issue 1, pp 395-399
307. Sanchez-Vizcaino, V. L., Franz, G., and Gomez-Pugnaire, M. T., 1995. The behavior of Cr during metamorphism of carbonate rocks from the Nevado-Filabridge Complex, Betic Cordilleras, Spain: The Canadian Mineralogist, v. 33, p. 85–104.
308. Sawyer C.N. & McCarty, P.L., 1967. Chemistry for sanitary engineers 2nd rd., McGraw-Hill, New York.
309. Schellmann, W., 1964. Lateritic weathering of serpentinite: Geologisches Jahrbuch, v. 81, p. 645–678.
310. Schermer E.R., Lux D. Burchfiel B.C. 1989. Age and tectonic significance of metamorphic events in the Mt. Olympos region, Greece. Bull. Geol. Soc. Greece, 23/1, 13-27.
311. Schermer E.R., Lux D. Burchfiel B.C. 1989. Age and tectonic significance of metamorphic events in the Mt. Olympos region, Greece. Bull. Geol. Soc. Greece, 23/1, 13-27.
312. Schoeller H., 1935. Utilité de la notion des échanges de bases pour la comparaison des eaux souterraines, France, Société Géologie Comptes rendus Sommaire et Bulletin Série, 5, v. 5, 651-657.
313. Schoeller H., 1955. Geochemie des eaux souterraines, Revue de L' Institute Français du Pétrole, v.10, 230-244.
314. Schoeller H., 1962. Les eaux souterraines, Paris, France, Mason et Cie.
315. Scholz C., 1990. The mechanics of earthquakes and faulting. Cambridge University Press.

316. Schreier, H., Omuetti, J. A., and Lavkulich, L. M., 1987. Weathering processes of asbestos-rich serpentinitic sediments: *Soil Science Society of America Journal*, v. 51, p. 993–999.
317. Schwertmann, U., and Latham, M., 1986. Properties of iron oxides in some New Caledonian Oxisols: *Geoderma*, v. 39, p. 105–123.
318. Semenov E.I. & Chang P.S., 1961. Huanghoite – a new rare earth mineral. *Sci. Sin.*, 10, 1007-11.
319. Shimizu et al., 2005 A. Shimizu, H. Sumino, K. Nagao, K. Notsu and P. Mitropoulos, Variation in noble gas isotopic composition of gas samples from the Aegean arc, Greece, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* **140** (4) (2005), pp. 321–339.
320. Sideris C., 1989. Late Paleozoic in Greece. *Geol. prace*, 88, 191-202, Bratislava.
321. Siegel F., 2002. *Environmental geochemistry of potentially toxic metals*, Springer.
322. Siivola J. & Schmid R., 2007. List of Mineral Abbreviations, Recommendations by the IUGS Subcommittee on the Systematics of Metamorphic Rocks: Web version 01.02.07
323. Smith, D., 2008. From slab to sinter: the magmatic-hydrothermal system of Savo volcano, Solomon islands. PhD Thesis, University of Leicester.
324. Spijker, J., M. van der Straaten-Zwiers, C. Kempenaar, C.J. van Dijk, & J. Hekman, 2006. Kosten voor onkruidbestrijding op verhardingen. Syncera Water, Delft.
325. Spray J.G., Roddick J.C., 1980. Petrology and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology of some Hellenic sub-ophiolite metamorphic rocks. *Contrib. Min. Petrol.* 72, 43-55.
326. Stiros S.C. & Rondogianni T., 1985. Recent vertical movements across the Atalandi fault zone (Central Greece), *PAGEOPH*, 123, 837-848.
327. Subbarao C., Subbarao N.V., Chandu S.N., 1996. Characterization of groundwater contamination using factor analysis, *Environ. Geol.* 28(4), 175–180.
328. Takashima, C. & Kano, A., 2008. Microbial processes forming daily lamination in a stromatolitic travertine. *Sedimentary Geology*, 208, 114–119.
329. Takashima, C., Kano, A., Naganuma, T., Tazaki, K., 2008. Laminated iron texture by iron-oxidizing bacteria in a calcite travertine. *Geomicrobiology Journal*, 25: 3, 193 — 202.
330. Tani, Y., Miyata, N., Ohashi, M., Iwahori, K., Soma, M., Seyma, H., 2003. Interaction of Co(II), Zn(II) and As(III/V) with manganese oxides formed by Mn-oxidizing fungus. 16th Intern Symp Environ Biogeochem, Oirase, p.113.
331. Tasdemir, Y., Kural, C., Cindoruk, S. S., & Vardar, N., 2006. Assessment of trace element concentrations and their estimated dry deposition fluxes in an urban atmosphere. *Atmospheric Research*, 81, 17–35.
332. Tataris A., 1975. Some question regarding the ``course`` of the Sh₂-formation and the relationships of Mt Pelion to Mt Olympus. *Bull. Geol. Soc. Greece*, 12, 95-112.
333. Thompson, M. & Walsh, N., 1983. *A handbook of inductively coupled plasma spectrometry*
334. Todd D. K., 1959. *Groundwater Hydrology*, John Wiley and Sons.
335. Trabidou G., Florou H., Angelopoulos A. and Sakelliou L., 1996. *Radiat. Protec. Dosim.*, 63(1), 63-67.
336. Treloar, P. J., 1987a. Chromian muscovites and epidotes from Outokumpu, Finland: *Mineralogical Magazine*, v. 51, p. 593–599.
337. U.S. Environmental Protection Agency (1976). *Quality criteria for water*, Washington, D.C.
338. UNSCEAR, 1988. Sources, effects and risks of ionizing radiation, Report to the general assembly (with annexes). United Nation, New York, USA.
339. Vardaki C. & Kelepertsis A., 1999. Environmental impact of heavy metals (Fe, Ni, Cr, Co) in soils waters and plants of Triada in Euboea from ultrabasic rocks and nickeliferous mineralisation. *Environmental Geochemistry and Health*, 21, 211-226.
340. Vavassis I., 2001. *Geology of the Pelagonian zone in Northern Evia island (Greece): Implications for the geodynamic evolution of the Hellenides*, Lausanne, These de doctorat, Univ. de Lausanne.

341. Vavassis I., De Bono A., Stampfli G., Giorgis D., Valloton A., Amelia Y., 2000. U-Pb and Ar-Ar geochronological data from the Pelagonian basement in Evia (Greece): geodynamic implications for the evolution of Paleotethys. *Schweiz. Min. Petr. Mitteilung.*, 80, 21-43.
342. Veniale, F., and Van der Marel, H. W., 1963. An interstratified saponite-swelling chlorite mineral as weathering product of lizardite rock from St. Margherita Staffora (Pavia Province), Italy: *Beitrage zur Mineralogie und Petrologie (Contributions to Mineralogy and Petrology)*, v. 9, p. 198–245.
343. Végely P., 1976. Chevauchement vers l'ouest et retrocharriage vers l'est des ophiolites: deux phases tectoniques au cours du Jurassique supérieur – Crétacé dans les Hellenides internes. *Bull. Geol. Soc. France*, 18, 231-244.
344. Végely P., 1984. Tectonique des ophiolites dans les Hellenides internes (déformation, métamorphisme et phénomènes sédimentaires). Conséquences sur l'évolution des régions tethysiennes occidentales. Thèse, Univ. Paris-Sud.
345. Von Knorring, O., Condliffe, E., and Tong, Y. L., 1986. Some mineralogical and geochemical aspects of chromium-bearing skarn minerals from Northern Karelia, Finland: *Bulletin of the Geological Society of Finland*, v. 58, p. 277–292.
346. Waterlot G., 1950. L' évolution du chimisme des eaux d lalcaire Carbonifère de Lille – Roubaix – Tourcoing et régions limitrophes. *An. Soc. Geol. Nord*, Vol. 70, 79-109.
347. Whicker F.W. & Schultz V., 1982. Radioecology: Nuclear energy and
348. White D., Hem J., Waring G., 1963. Data of geochemistry. Chemical composition of subsurface waters. U.S. Government Printing Office.
349. Whitney D. L. & Evans B. W., 2010. Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, Volume 95, pages 185–187
350. Wilcox L.V., (1955). Classification and use of irrigation waters, U.S. Dept. Agric. Circ. 969, Washington, D.C.
351. Wildman, W. E., Jackson, M. L., and Whittig, L. D., 1968. Iron-rich montmorillonite formation in soils derived from serpentinite: *Soil Science Society of America Proceedings*, v. 32, p. 787–794.
352. Wilson, B. & Pyatt, F. B., 2007. Heavy Metal Bioaccumulation by the Important FoodPlant, *Olea europaea* L., in an Ancient Metalliferous Polluted Area of Cyprus. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, Vol. 78, Num. 5.
353. Wood, S., 2004. The hydrothermal geochemistry of the rare earth elements. *The gangue*, issue 81.
354. World Health Organization & United Nations Environment Programme, 2001. Water quality monitoring.
355. World Health Organization, 2004. Guidelines for drinking-water quality, Geneva.
356. Wrenn M.E., Durbin P.W., Howard B., Lipsztein J., Rundo J., Still E.T. and Willis D.I. 1985. Metabolism of ingested U and Ra, *HlthPhys.* Vol. 48, 601-33.
357. Yarwood G.A. Aftalion M. 1976. Field relation and U-Pb geochronology of a granite from the Pelagonian zone of the Hellenides (High Pieria, Greece). *Bull. Soc. Geol. France* (7), 18 , 2, 259-264.
358. Yasar, B. S. & Gucer, S. 2004. Fractionation analysis of magnesium in olive products by atomic absorption spectrometry. *Analytica Chimica Acta*, 505, 43–49.
359. Yasuhiro, K., 2008. Rare Earth Elements as an Indicator to Origins of Skarn Deposits: Examples of the Kamioka Zn-Pb and Yoshiwara-Sannotake Cu(–Fe) Deposits in Japan. *Resource Geology*, Vol. 49 Issue 4, p. 183 – 198.
360. Yudovskaya, M., Distler, V., Chaplygin, I., Mokhov, A., Trubkin, N., Gorbacheva, S., 2006. Gaseous transport and deposition of gold in magmatic fluid: evidence from the active Kudryavy volcano, Kurile Islands. *Mineralium Deposita*, Vol. 40, Num. 8.
361. Zervas S. 1980. Age determination by the ⁷Rb-⁸⁷Sr method of some pigmatites in the area

- of Lagada (Macedonia, Greece). *Ann. Geol. Pays Hellen.* 30/1, 143-153.
362. Zhang Liangju, 1987. The study and discovery of native iron in No. 9 quartz vein of Jindongcha gold deposit, Xiaoqinling. *Journal of China University of Geoscience* 12(6), 579-588 (in Chinese with English abstract).
363. Kissel C. & Laj C., 1988. Le Plio-Pleistocene marin et oligohalin en Grece stratigraphie et paleogeographie, *Tectonophysics*, 146, 183-201.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΙΑΣ

ΕΛΛΦΗ

		mean (mg/kg)	Certified Value (mg/kg)	Absolute Bias (mg/kg)	Relative Bias (%)	statistically significant?	Translational (mg/kg)	±	Sig?	Rotational (%)	±	Sig?	Translational (mg/kg)	±	Sig?	Rotational (%)	±	Sig?		
Be	Blank (before correction)	0		-0,04	-	NO														
	Nist 2709	1,20		1,20	-	YES														
	Nist 2710	1,28		1,28	-	YES														
	Nist 2711	1,29		1,29	-	YES	-0,1	0,0		-4,1	0,0	YES	-	-	-	-	-	-		
	HRM 1	0,16	0,23	-0,07	-32,38	NO														
	HRM 2	2,33	2,5	-0,17	-6,73	NO														
Na	Blank (before correction)	9555		9555	-	YES														
	Nist 2709	1148	11600	-10452	-90	YES														
	Nist 2710	854	11400	-10546	-93	YES														
	Nist 2711	625	11400	-10775	-95	YES	-22519,1	11389,0		104,0	99,3		-28022,0	74668,2		151,7	650,1			
	HRM 1	-151	35	-186	-531	NO														
	HRM 2	774	1000	-226	-23	NO														
Mg	Blank (before correction)	-77		-77	-	YES														
	Nist 2709	12773	11500	1273	11	YES														
	Nist 2710	5918	8530	-2612	-31	YES														
	Nist 2711	7640	10500	-2860	-27	YES	-744,2	2048,6		-1,6	20,8		68,8	46,3		-19,2	4,4		YES	
	HRM 1	411	420	-9	-2	NO														
	HRM 2	12797	13000	-203	-2	NO														
Al	Blank (before correction)	-45		-45	-	YES														
	Nist 2709	40620	75000	-34380	-46	YES														
	Nist 2710	29559	64400	-34841	-54	YES														
	Nist 2711	30361	65300	-34939	-54	YES	8617,1	8207,3		-60,3	14,8	YES	2561,3	385,2	YES	-49,4	3,8		YES	
	HRM 1	4792	4500	292	6	NO														
	HRM 2	34616	35000	-384	-1	NO														
P	Blank (before correction)	-43		-43	-	YES														
	Nist 2709	519	620	-101	-16	YES														
	Nist 2710	846	1060	-214	-20	YES														
	Nist 2711	706	860	-154	-18	YES	59,2	20,6		-25,4	2,4		52,3	246,2		-24,5	31,0			
	HRM 1	386	420	-34	-8	NO														
	HRM 2	641	670	-29	-4	NO														

		mean (mg/kg)	Certified Value (mg/kg)	Absolute Bias (mg/kg)	Relative Bias (%)	statistically significant?	Translational (mg/kg)	±	Sig?	Rotational (%)	±	Sig?	Translational (mg/kg)	±	Sig?	Rotational (%)	±	Sig?
S	Blank (before correction)	-146		-146	-	NO												
	Nist 2709	1344	890	454	51	NO	486,4	21,7	YES	-5,4	1,5		482,6	678,4		-5,4	39,0	
	Nist 2710	2752	2400	352	15	NO												
	Nist 2711	871	420	451	107	NO												
	HRM 1	974	180	794	441	NO												
	HRM 2	2785	2200	585	27	NO												
Blank (before correction)	99		99	-	YES													
K	Nist 2709	5828	20300	-14472	-71	YES	1278,6	8174,7		-74,0	37,1		-3247,1	5368,8		-53,3	24,8	YES
	Nist 2710	7663	21100	-13437	-64	YES												
	Nist 2711	7476	24500	-17024	-69	YES												
	HRM 1	706	650	56	9	NO												
	HRM 2	7666	7500	166	2	NO												
	Blank (before correction)	36		36	-	NO												
Ca	Nist 2709	14447	18900	-4453	-24	YES	-6483,1	4490,2		0,2	21,2		-8212,6	2107,0	YES	5,4	13,1	
	Nist 2710	4826	12500	-7674	-61	YES												
	Nist 2711	21583	28800	-7217	-25	YES												
	HRM 1	642	450	192	43	NO												
	HRM 2	16151	5900	10251	174	NO												
	Blank (before correction)	-2		-2	-	YES												
Ti	Nist 2709	840	3420	-2580	-75	YES	3793,3	1708,8		-188,5	54,9		4968,2	1676,2	YES	-226,2	56,7	YES
	Nist 2710	1404	2830	-1426	-50	YES												
	Nist 2711	899	3060	-2161	-71	YES												
	HRM 1	239	280	-41	-15	YES												
	HRM 2	584	680	-96	-14	NO												
	Blank (before correction)	-1		-1	-	YES												
V	Nist 2709	62	112	-50	-44	YES	7,3	3,2		-50,6	3,5	YES	5,8	16,7		-49,2	20,1	YES
	Nist 2710	44	76,6	-32	-42	YES												
	Nist 2711	48	81,6	-33	-41	YES												
	HRM 1	13	14	-1	-9	NO												
	HRM 2	54	58	-4	-7	NO												
	Blank (before correction)	-1		-1	-	YES												

		mean (mg/kg)	Certified Value (mg/kg)	Absolute Bias (mg/kg)	Relative Bias (%)	statistically significant?	Translational (mg/kg)	±	Sig?	Rotational (%)	±	Sig?	Translational (mg/kg)	±	Sig?	Rotational (%)	±	Sig?
Cr	Blank (before correction)	-2		-2	-	YES												
	Nist 2709	30	130	-100	-77	YES												
	Nist 2710	6		6	-	YES												
	Nist 2711	7	0	7	-	YES	-42,5	61,8		0,1	24,4		-17,6	7,5	YES	-46,3	7,0	YES
	HRM 1	11	13	-2	-13	NO												
	HRM 2	394	420	-26	-6	NO												
Mn	Blank (before correction)	0		0	-	YES												
	Nist 2709	480	538	-58	-11	YES												
	Nist 2710	7551	10100	-2549	-25	YES												
	Nist 2711	504	638	-134	-21	YES	55,8	27,0		-25,8	0,5	YES	58,6	49,7		-25,9	4,3	YES
	HRM 1	126	100	26	26	NO												
	HRM 2	1518	1400	118	8	NO												
Fe	Blank (before correction)	-70		-70	-	YES												
	Nist 2709	33329	35000	-1671	-5	NO												
	Nist 2710	29690	33800	-4110	-12	YES												
	Nist 2711	25154	28900	-3746	-13	YES	-10351,5	11187,3		22,0	34,2		-8215,5	17200,6		14,3	52,7	
	HRM 1	8474	8200	274	3	NO												
	HRM 2	49737	47000	2737	6	NO												
Co	Blank (before correction)	0		0	-	NO												
	Nist 2709	12,7	13,4	-0,7	-4,9	NO												
	Nist 2710	8		8	-	YES												
	Nist 2711	9	0	9	-	YES	-1,1	1,3		12,2	4,5		-1,2	1,9		7,6	13,4	
	HRM 1	2	2	0	2	NO												
	HRM 2	53	48	5	10	NO												
Ni	Blank (before correction)	2		2	-	NO												
	Nist 2709	81	88	-7	-8	YES												
	Nist 2710	12,7	14,3	-1,6	-11,0	YES												
	Nist 2711	18,2	20,6	-2,4	-11,8	YES	39,1	40,5		-9,8	34,0		-2,3	1,9		2,1	8,1	
	HRM 1	143	5	138	2763	NO												
	HRM 2	281	250	31	13	NO												
Cu	Blank (before correction)	4		4	-	YES												
	Nist 2709	32,0	34,6	-2,6	-7	NO												
	Nist 2710	2794	2950	-156	-5	YES												
	Nist 2711	107	114	-7	-6	YES	11,9	16,7		-5,4	1,2	YES	-2,2	1,9		-2,7	4,4	
	HRM 1	1	3	-2	-81	NO												
	HRM 2	618	590	28	5	NO												

		mean (mg/kg)	Certified Value (mg/kg)	Absolute Bias (mg/kg)	Relative Bias (%)	statistically significant?	Translational (mg/kg)	±	Sig?	Rotational (%)	±	Sig?	Translational (mg/kg)	±	Sig?	Rotational (%)	±	Sig?
Zn	Blank (before correction)	-55		-55	-	YES												
	Nist 2709	213	106	107	101	NO	51,8	28,2		-8,4	0,9	YES	1,4	5,1		-6,1	3,6	
	Nist 2710	6421	6952	-531	-8	YES												
	Nist 2711	333,1	350,4	-17,3	-4,9	NO												
	HRM 1	22	22	0	-2	NO												
	HRM 2	445	400	45	11	NO												
Blank (before correction)	2		2	-	YES													
As	Nist 2709	17,7	17,7	0,0	0,1	NO	1,3	4,3		-2,0	1,3		0,3	2,3		-1,9	6,1	
	Nist 2710	614	626	-12	-2	NO												
	Nist 2711	99	105	-6	-5	NO												
	HRM 1	6		6	-	NO												
	HRM 2	175	170	5	3	NO												
	Blank (before correction)	-2		-2	-	YES												
Se	Nist 2709	8,99	1,57	7,42	473	YES	152,4	0,0		-9236,4	0,0		-	-	-	-	-	-
	Nist 2710	8,68		8,68	-	YES												
	Nist 2711	13,56	1,52	12,04	792	YES												
	HRM 1	1,79		1,79	-	NO												
	HRM 2	15,53		15,53	-	NO												
	Blank (before correction)	0		0,07	-	NO												
Mo	Nist 2709	0,78		0,78	-	YES	-0,3	0,0		-5,9	0,0		0,0	0,0		-100,0	0,0	
	Nist 2710	12,68		12,68	-	YES												
	Nist 2711	1,75		1,75	-	NO												
	HRM 1	0,07	0,35	-0,28	-80,43	NO												
	HRM 2	1,62	2	-0,38	-18,98	NO												
	Blank (before correction)	0		0	-	YES												
Ag	Nist 2709	0,17	0,41	-0,24	-59	YES	0,3	0,3		-63,0	1,7	YES	0,0	0,0		-60,6	4,5	YES
	Nist 2710	13,32	35,30	-21,98	-62	YES												
	Nist 2711	1,78	4,63	-2,85	-62	YES												
	HRM 1	0	0	0	-	NO												
	HRM 2	2	2	0	-11	NO												
	Blank (before correction)	1		1	-	YES												
Cd	Nist 2709	0,37	0,38	-0,01	-2	NO	0,1	0,3		-8,1	1,4	YES	0,1	0,1		-9,6	3,5	YES
	Nist 2710	19,57	21,80	-2,23	-10	YES												
	Nist 2711	38,78	41,70	-2,92	-7	YES												
	HRM 1	0	0	0	-	NO												
	HRM 2	2,96	2,50	0,46	18	NO												
	Blank (before correction)	1		1	-	YES												

		mean (mg/kg)	Certified Value (mg/kg)	Absolute Bias (mg/kg)	Relative Bias (%)	statistically significant?	Translational (mg/kg)	±	Sig?	Rotational (%)	±	Sig?	Translational (mg/kg)	±	Sig?	Rotational (%)	±	Sig?	
Sb	Blank (before correction)	0		0	-	NO													
	Nist 2709	0,5	7,9	-7,4	-93	YES													
	Nist 2710	3,1	38,4	-35,3	-92	YES													
	Nist 2711	1,4	19,4	-18,0	-93	YES	-0,2	0,1		-91,5	0,4	YES	-0,2	0,6		-91,7	2,8	YES	
	HRM 1	0,0		0,0	-	NO													
	HRM 2	0,3		0,3	-	NO													
Ba	Blank (before correction)	-3		-3	-	YES													
	Nist 2709	476	968	-492	-51	YES													
	Nist 2710	274	707	-433	-61	YES													
	Nist 2711	258	726	-468	-64	YES	-9,7	47,9		-55,9	7,0	YES	11,8	1,8	YES	-60,6	2,8	YES	
	HRM 1	19	18	1	5	NO													
	HRM 2	256	600	-344	-57	YES													
Tl	Blank (before correction)	0		0	-	NO													
	Nist 2709	1		1	-	YES													
	Nist 2710	1		1	-	YES													
	Nist 2711	2		2	-	YES	-	-		-	-		-	-		-	-		
	HRM 1	0		0	-	NO													
	HRM 2	1		1	-	YES													
Pb	Blank (before correction)	0		0	-	NO													
	Nist 2709	13,3	18,9	-5,6	-29	YES													
	Nist 2710	4722	5532	-810	-15	YES													
	Nist 2711	1111	1162	-51	-4	NO	45,9	34,5		-15,1	1,4	YES	-2,7	1,4		-12,1	3,8	YES	
	HRM 1	13	13	0	-2	NO													
	HRM 2	512	510	2	0	NO													
U	Blank (before correction)	0		0	-	NO													
	Nist 2709	1		1	-	YES													
	Nist 2710	15		15	-	YES													
	Nist 2711	2		2	-	YES	-	-		-	-		-	-		-	-		
	HRM 1	0		0	-	NO													
	HRM 2	6		6	-	YES													

MONOETH ΦΥΤΑ

		Bias on individual CRMs				Bias as a function of concentration						
		mean (mg/kg)	Certified Value (mg/kg)	Absolute Bias (mg/kg)	Relative Bias (%)	statistically significant?	Translational (mg/kg)	±	Sig?	Rotational (%)	±	Sig?
Be	Blank (before correction)	0		0	-	NO						
	Nist 1570a	0,01		0,01	-	NO						
	HRM 11	0,03		0,03	-	NO	0,0	0,0		-100,0	0,0	
	HRM 14	0,03		0,03	-	YES						
Na	Blank (before correction)	507		507	-	YES						
	Nist 1570a	18031	18180	-149	-1	NO						
	HRM 11	67	56	11	19	NO	198,6	243,3		-1,6	2,3	
	HRM 14	4272	3900	372	10	NO						
Mg	Blank (before correction)	-3		-3	-	YES						
	Nist 1570a	7278	11500	-4222	-37	YES						
	HRM 11	796	420	-124	-13	NO	-345,3	0,0		24,1	0,0	
	HRM 14	5487	300	787	17	NO						
Al	Blank (before correction)	6		6	-	YES						
	Nist 1570a	164	310	-146	-47	YES						
	HRM 11	149	120	29	24	NO	-269,3	293,0		113,5	59,9	
	HRM 14	1462	780	682	87	NO						
P	Blank (before correction)	-1		-1	-	YES						
	Nist 1570a	4831	5180	-349	-7	NO						
	HRM 11	2405	2580	-175	-7	NO	-15,3	9,3		-6,4	0,3	YES
	HRM 14	1431	1550	-119	-8	NO						
S	Blank (before correction)	44		44	-	YES						
	Nist 1570a	4301		4301	-	YES						
	HRM 11	3261		3261	-	YES	0,0	0,0		-100,0	0,0	
	HRM 14	1963		1963	-	YES						
K	Blank (before correction)	15		15	-	YES						
	Nist 1570a	23975	29030	-5055	-17	YES						
	HRM 11	14802	12000	2802	23	YES	3888,5	3376,7		-28,8	18,2	
	HRM 14	6723	6500	223	3	NO						
Ca	Blank (before correction)	12		12	-	YES						
	Nist 1570a	13819	15270	-1451	-10	YES						
	HRM 11	3606	3800	-194	-5	NO	1355,8	1542,2		-17,3	16,0	
	HRM 14	7046	5600	1446	26	NO						

Ti	Blank (before correction)	0		0	-	YES					
	Nist 1570a	0		0	-	NO					
	HRM 11	3	3,2	-0,6	-18,9	NO	2,5	0,0		-96,6	0,0
	HRM 14	3	24	-21	-86	YES					
V	Blank (before correction)	0		0	-	NO					
	Nist 1570a	0,4	0,57	-0,17	-29,03	NO					
	HRM 11	2,6	2,9	-0,3	-10,6	NO	-0,1	1,1		11,8	47,1
	HRM 14	3,3	2,5	0,8	32,2	NO					
Cr	Blank (before correction)	0		0	-	NO					
	Nist 1570a	2		2	-	NO					
	HRM 11	0,9	1,3	-0,4	-30,3	NO	-1,2	0,0		60,5	0,0
	HRM 14	31	20	11	55	NO					
Mn	Blank (before correction)	0		0	-	YES					
	Nist 1570a	74,0	75,9	-1,9	-2,5	NO					
	HRM 11	58	95	-37	-39	NO	185,3	50,6		-235,8	62,0
	HRM 14	94	72	22	31	YES					
Fe	Blank (before correction)	2		2	-	NO					
	Nist 1570a	248		248	-	YES					
	HRM 11	248	260	-12	-5	NO	-209,1	0,0		75,8	0,0
	HRM 14	2604	1600	1004	63	YES					
Co	Blank (before correction)	0		0	-	NO					
	Nist 1570a	0,34	0,39	-0,05	-13,48	YES					
	HRM 11	0,13	0,34	-0,21	-62,01	YES	-0,3	0,1		42,0	4,7
	HRM 14	3,83	2,9	0,93	32,13	NO					
Ni	Blank (before correction)	0		0	-	YES					
	Nist 1570a	2,11	2,14	-0,03	-1,41	NO					
	HRM 11	1,3	1,9	-0,6	-30,1	NO	-1,3	0,2		48,3	1,2
	HRM 14	46	32	14	44	YES					YES
Cu	Blank (before correction)	0		0,1	-	NO					
	Nist 1570a	10,6	12,2	-1,6	-13,4	NO					
	HRM 11	9,0	8,2	0,8	9,5	NO	2,7	2,2		-33,6	23,6
	HRM 14	6,4	6,3	0,1	1,1	NO					
Zn	Blank (before correction)	-1		-1	-	NO					
	Nist 1570a	60	82	-22	-27	YES					
	HRM 11	36	45	-9	-21	YES	10,8	4,1		-40,3	7,1
	HRM 14	33	35	-2	-5	NO					
As	Blank (before correction)	0		0,029	-	YES					
	Nist 1570a	0,075	0,068	0,007	10,464	NO					
	HRM 11	0,298		0,298	-	YES	0,0	0,0		-100,0	0,0
	HRM 14	0,818		0,818	-	YES					
Se	Blank (before correction)	0		-0,143	-	YES					

	Nist 1570a	0,088	0,117	-0,029	-25,034	NO	0,0	0,0		-100,0	0,0	
	HRM 11	0,105		0,105	-	NO						
	HRM 14	0,501		0,501	-	YES						
Mo	Blank (before correction)	0		0	-	NO	0,0	0,0		-100,0	0,0	
	Nist 1570a	0		0	-	YES						
	HRM 11	0		0	-	YES						
	HRM 14	1		1	-	YES						
Ag	Blank (before correction)	0		0	-	NO	0,0	0,0		0,0	0,0	
	Nist 1570a	0,01		0,01	-	YES						
	HRM 11	0,03	0,24	-0,21	-85,77	YES						
	HRM 14	0,02	0,21	-0,19	-89,79	YES						
Cd	Blank (before correction)	0		0	-	YES	0,0	0,0		-19,0	0,5	YES
	Nist 1570a	2,33	2,89	-0,56	-19,34	YES						
	HRM 11	0,16	0,2	-0,04	-19,09	NO						
	HRM 14	0,10	0,14	-0,04	-31,16	NO						
Sb	Blank (before correction)	0		0	-	NO	0,1	0,3		-92,1	1,4	YES
	Nist 1570a	0		0	-	NO						
	HRM 11	0		0	-	NO						
	HRM 14	0		0	-	YES						
Ba	Blank (before correction)	0		0	-	YES	-3,4	0,0		132,2	0,0	
	Nist 1570a	6		6	-	YES						
	HRM 11	29	14	15	108	YES						
	HRM 14	7,3	4,6	2,7	58,8	YES						
Tl	Blank (before correction)	0		0	-	YES	0,0	0,0		-100,0	0,0	
	Nist 1570a	0		0	-	YES						
	HRM 11	0		0	-	NO						
	HRM 14	0		0	-	NO						
Pb	Blank (before correction)	0		0	-	YES	2,8	0,0		-23,8	0,0	
	Nist 1570a	0		0	-	YES						
	HRM 11	23	26	-3	-13	NO						
	HRM 14	10	9	1	8	NO						
U	Blank (before correction)	0		0	-	NO	0,0	0,0		-100,0	0,0	
	Nist 1570a	0		0	-	YES						
	HRM 11	0		0	-	NO						
	HRM 14	0		0	-	YES						

EAIES

		mean (mg/kg)	Certified Value (mg/kg)	Bias on individual CRMs			Bias as a function of concentration						Bias as a function of concentration based at FERLM								
				Absolute Bias (mg/kg)	Relative Bias (%)	statistically significant?	Translational (mg/kg)		±	Sig?	Rotational (%)		±	Sig?	Translational (mg/kg)		±	Sig?	Rotational (%)		±
Be	Blank (before correction)																				
	Nist 2709	0,98		0,98	-	NO															
	Nist 2710	1,23		1,23	-	YES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nist 2711	1,14		1,14	-	YES															
Na	Blank (before correction)	873		873	-	YES															
	Nist 2709	764	11600	-10836	-93	YES															
	Nist 2710	930	11400	-10470	-92	YES	-1005,6	19481,9						2,6	5,3						
	Nist 2711	537	11400	-10863	-95	YES															
Mg	Blank (before correction)	-6		-6	-	YES															
	Nist 2709	9144	11500	-2356	-20	YES															
	Nist 2710	4856	8530	-3674	-43	YES	-6991,2	4671,8													
	Nist 2711	6487	10500	-4013	-38	YES															
Al	Blank (before correction)	4		4	-	NO															
	Nist 2709	29099	75000	-45901	-61	YES															
	Nist 2710	24222	64400	-40178	-62	YES	-5950,5	1018,3													
	Nist 2711	24468	65300	-40832	-63	YES															
P	Blank (before correction)	1		1	-	NO															
	Nist 2709	367	620	-253	-41	YES															
	Nist 2710	657	1060	-403	-38	YES	-31,5	102,8													
	Nist 2711	570	860	-290	-34	YES															
S	Blank (before correction)	109		109	-	YES															
	Nist 2709	432	890	-458	-51	NO															
	Nist 2710	1642	2400	-758	-32	NO	-111,9	128,0													
	Nist 2711	266	420	-154	-37	NO															
K	Blank (before correction)	28		28	-	YES															
	Nist 2709	4181	20300	-16119	-79	YES															
	Nist 2710	6080	21100	-15020	-71	YES	-1450,5	8278,3													
	Nist 2711	6063	24500	-18437	-75	YES															
Ca	Blank (before correction)	17		17	-	YES															
	Nist 2709	10435	18900	-8465	-45	YES															
	Nist 2710	3945	12500	-8555	-68	YES	-5905,2	1695,4													

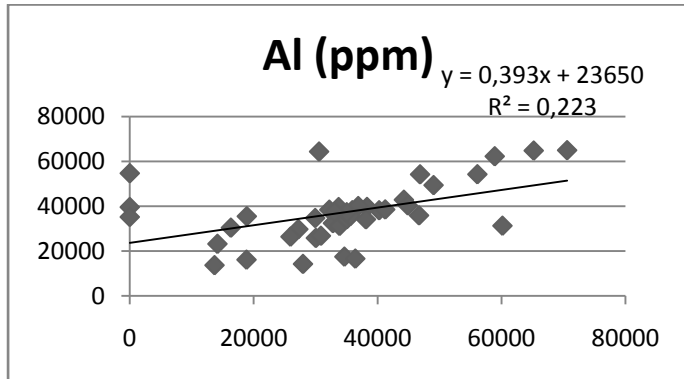
	Nist 2711	17549	28800	-11251	-39	YES												
Ti	Blank (before correction)	0		0	-	NO												
	Nist 2709	44	3420	-3376	-99	YES												
	Nist 2710	36	2830	-2794	-99	YES	-1,0	7,7		-98,7	0,2	YES	-4,1	18,2		-98,6	0,6	YES
	Nist 2711	41	3060	-3019	-99	YES												
V	Blank (before correction)	0,0		0	-	NO												
	Nist 2709	44,3	112,0	-67,7	-60,4	YES												
	Nist 2710	36,3	76,6	-40,3	-52,7	YES	23,3	8,4		-81,0	9,1		19,0	3,1	YES	-77,2	3,6	YES
	Nist 2711	40,7	81,6	-40,9	-50,1	YES												
Cr	Blank (before correction)	0		0	-	YES												
	Nist 2709	20	130	-110	-84	YES												
	Nist 2710	4		4	-	YES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Nist 2711	7		7	-	YES												
Mn	Blank (before correction)	0		0	-	YES												
	Nist 2709	430	538	-108	-20	NO												
	Nist 2710	6960	10100	-3140	-31	YES	70,1	7,5		-31,8	0,1	YES	73,3	18,6	YES	-31,8	0,3	YES
	Nist 2711	512	638	-126	-20	YES												
Fe	Blank (before correction)	2		2	-	YES												
	Nist 2709	33025	35000	-1975	-6	NO												
	Nist 2710	27748	33800	-6052	-18	YES	-3983,8	20940,5		0,6	64,1		-10873,8	8163,6		22,1	25,5	
	Nist 2711	25522	28900	-3378	-12	NO												
Co	Blank (before correction)	0,0		0	-	YES												
	Nist 2709	12,1	13,4	-1,3	-9,9	NO												
	Nist 2710	7,4		7	-	YES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Nist 2711	8,3		8	-	YES												
Ni	Blank (before correction)	0,2		0	-	YES												
	Nist 2709	74,3	88,0	-13,7	-15,6	YES												
	Nist 2710	10,6	14,3	-3,7	-26,1	YES	-1,5	0,3		-13,9	0,7	YES	-1,7	1,3		-13,1	6,0	YES
	Nist 2711	16,5	20,6	-4,1	-19,8	YES												
Cu	Blank (before correction)	0		0	-	YES												
	Nist 2709	28,5	34,6	-6,1	-17,5	YES												
	Nist 2710	2297	2950	-653	-22	YES	4,1	2,6		-22,3	0,2	YES	0,7	1,2		-19,3	2,7	YES
	Nist 2711	95	114	-19	-16	NO												
Zn	Blank (before correction)	-5		-5	-	YES												
	Nist 2709	83	106	-23	-22	YES												
	Nist 2710	5037	6952	-1915	-28	YES	14,0	8,3		-27,7	0,2	YES	5,5	3,0		-26,5	1,8	YES
	Nist 2711	275,4	350,4	-75,0	-21,4	NO												
As	Blank (before correction)	0		0	-	NO												
	Nist 2709	15,2	17,7	-2,5	-14,0	YES												
	Nist 2710	531	626	-95	-15	NO	1,9	2,1		-15,4	0,6		0,0	1,1		-14,0	4,8	YES
	Nist 2711	93	105	-12	-12	NO												

Se	Blank (before correction)	-0,1		0	-	NO												
	Nist 2709	7,0	1,6	5,4	342,8	YES	162,2	0,0	-9990,5	0,0	0,0	0,0	-100,0	0,0				
	Nist 2710	7,7		8	-	YES												
	Nist 2711	11,9	1,5	10,4	682,7	YES												
Blank (before correction)	0		0	-	NO													
Mo	Nist 2709	1		1	-	YES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Nist 2710	11		11	-	YES												
	Nist 2711	1		1	-	YES												
	Blank (before correction)	0		0	-	YES												
Ag	Nist 2709	0,15	0,41	-0,26	-64,11	YES	0,1	0,0	-69,7	0,2	YES	0,0	0,0	-67,8	2,9	YES		
	Nist 2710	10,74	35,30	-24,56	-69,57	NO												
	Nist 2711	1,51	4,63	-3,12	-67,31	YES												
	Blank (before correction)	0		0	-	YES												
Cd	Nist 2709	0,32	0,38	-0,06	-15,46	NO	-1,1	2,5	-14,0	9,3		0,0	0,0	-27,3	1,2	YES		
	Nist 2710	15,47	21,80	-6,33	-29,03	YES												
	Nist 2711	35,95	41,70	-5,75	-13,79	NO												
	Blank (before correction)	0		0	-	NO												
Sb	Nist 2709	0,23	7,90	-7,67	-97,11	YES	-0,3	0,3	-92,0	1,0	YES	-0,4	0,2	YES	-91,7	1,0	YES	
	Nist 2710	2,72	38,40	-35,68	-92,91	YES												
	Nist 2711	1,44	19,40	-17,96	-92,59	YES												
	Blank (before correction)	0		0	-	YES												
Ba	Nist 2709	478	968	-490	-51	YES	-271,7	125,9	-22,7	15,6		-306,6	139,8	YES	-18,7	16,9		
	Nist 2710	297	707	-410	-58	YES												
	Nist 2711	266	726	-460	-63	YES												
	Blank (before correction)	0		0	-	YES												
Tl	Nist 2709	0		0	-	YES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nist 2710	0		0	-	YES												
	Nist 2711	2		2	-	YES												
	Blank (before correction)	0		0	-	NO												
Pb	Nist 2709	13,44	18,90	-5,46	-28,87	YES	244,8	310,6	-53,8	9,5		3,7	0,4	YES	-48,4	0,9	YES	
	Nist 2710	2739	5532	-2793	-50	YES												
	Nist 2711	1085	1162	-77	-7	NO												
	Blank (before correction)	0		0	-	NO												
U	Nist 2709	1		1	-	YES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nist 2710	9		9	-	YES												
	Nist 2711	1		1	-	YES												
	Blank (before correction)	0		0	-	NO												

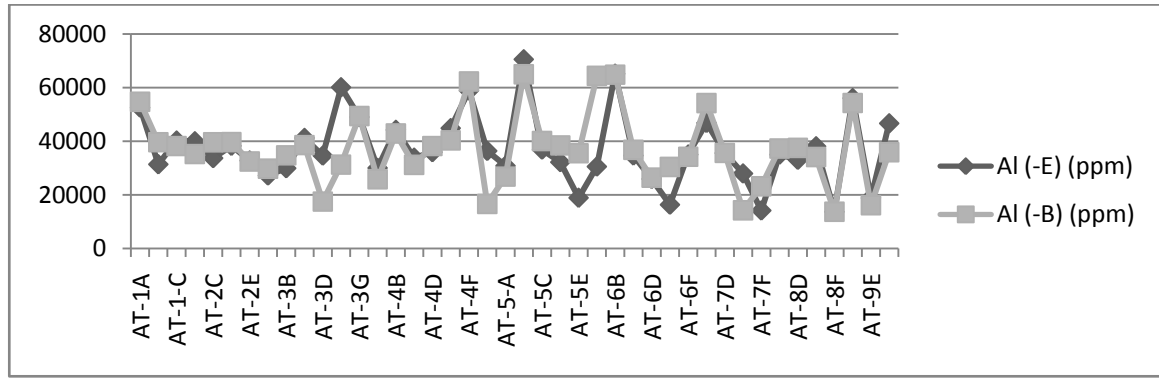
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΤΩΝ ΔΥΟ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΩΝ

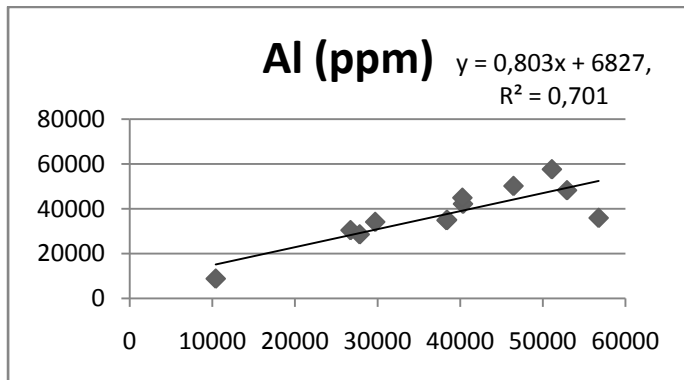
ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ ΚΑΙ ΚΥΡΤΩΝΗΣ



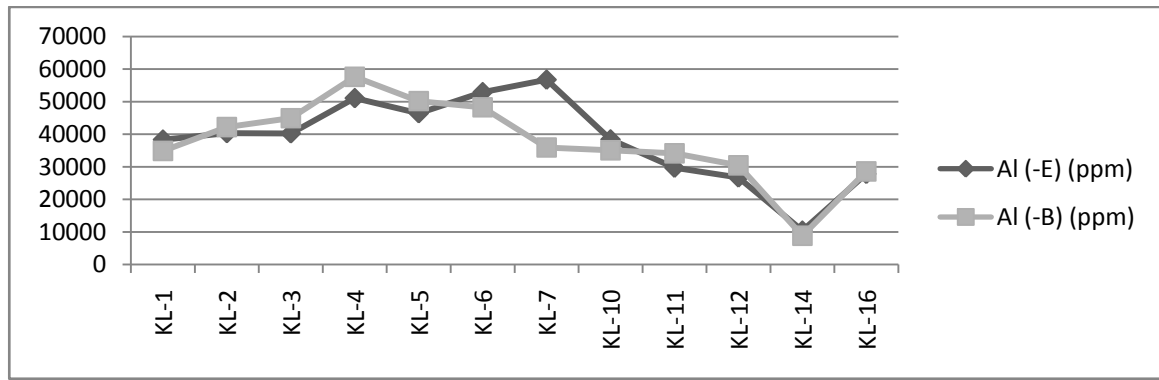
Εικ. Γ.1.12Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Al, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάρους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Αταλάντης.



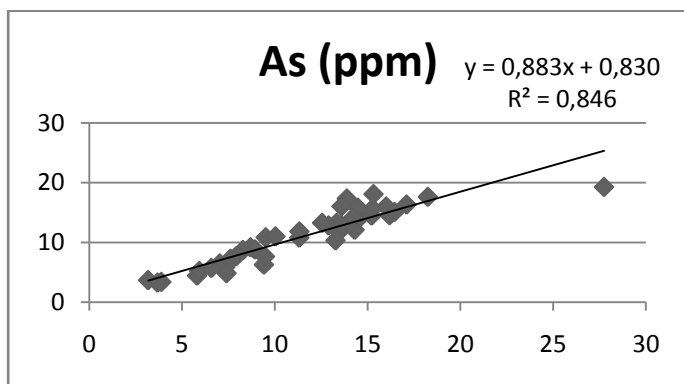
Εικ. Γ.1.12Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Al, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάρους, από την περιοχή της Αταλάντης.



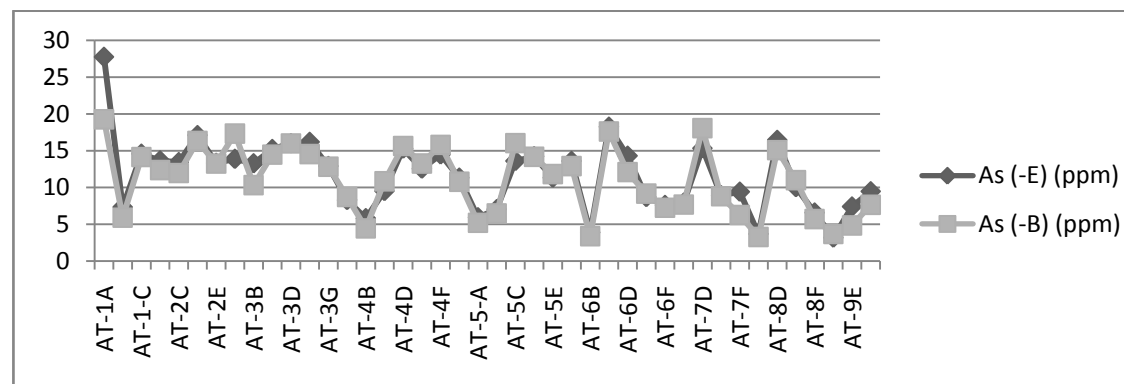
Εικ. Γ.1.13Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Al, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάρους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Κυρτώνης.



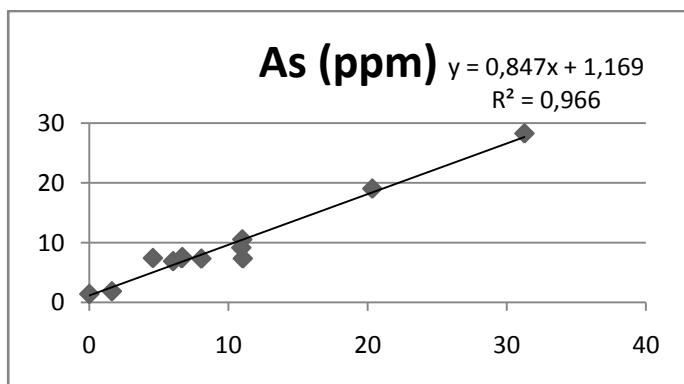
Εικ. Γ.1.13Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Al, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάρους, από την περιοχή της Κυρτώνης.



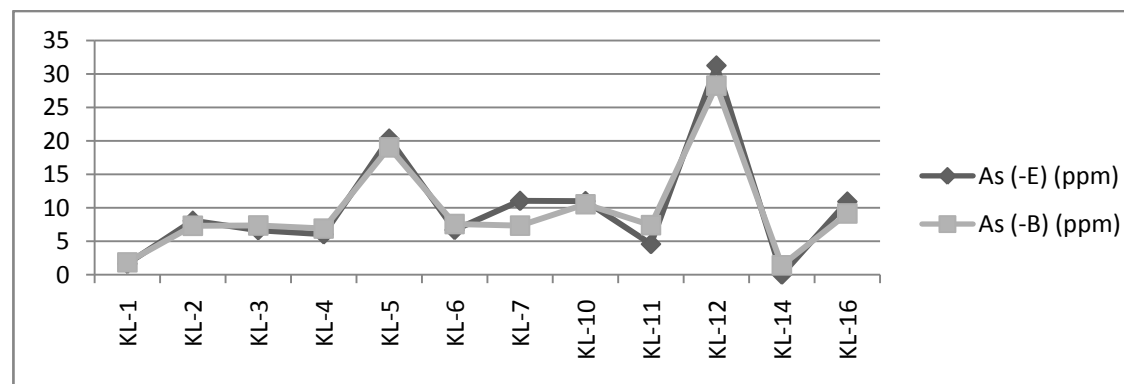
Εικ. Γ.1.14Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων As, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Αταλάντης.



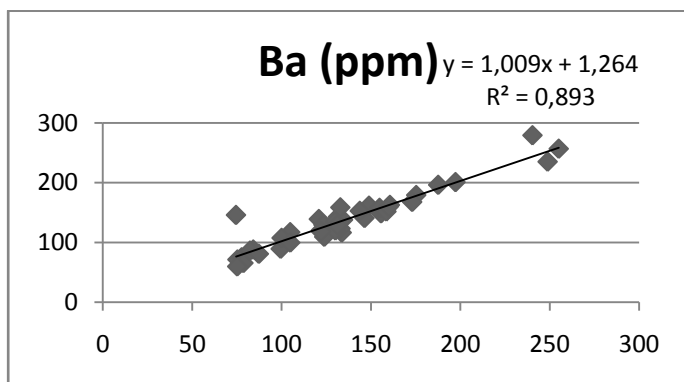
Εικ. Γ.1.14Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων As, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Αταλάντης.



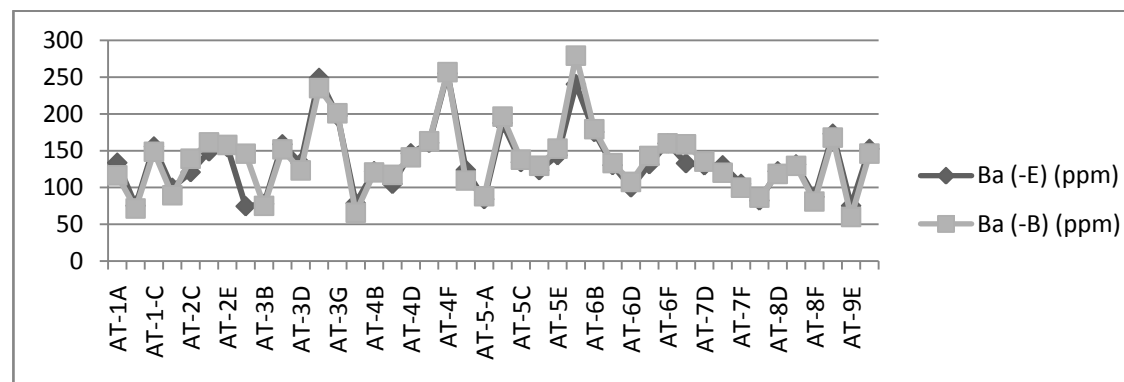
Εικ. Γ.1.15Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων As, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Κυρτώνης.



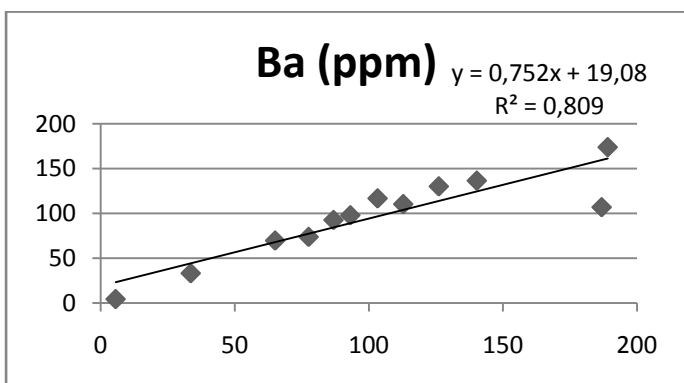
Εικ. Γ.1.15Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων As, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Κυρτώνης.



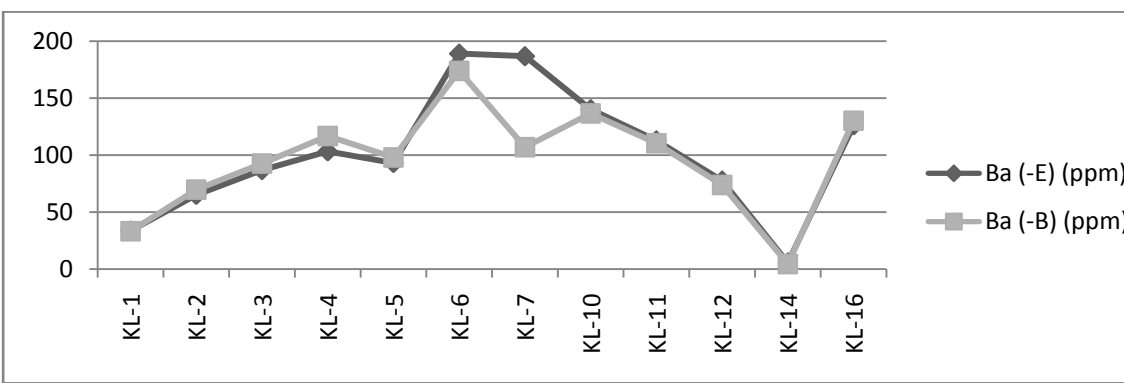
Εικ. Γ.1.16Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Ba, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Αταλάντης.



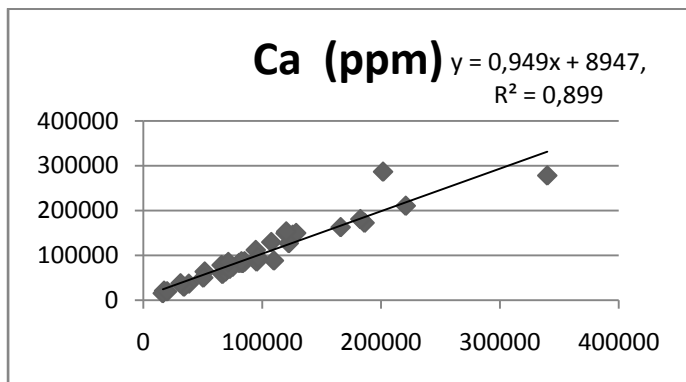
Εικ. Γ.1.16Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Ba, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Αταλάντης.



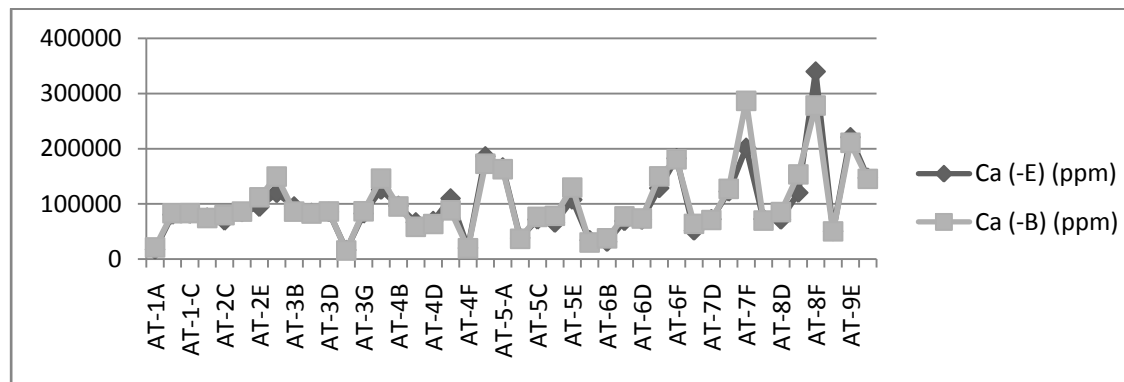
Εικ. Γ.1.17Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Ba, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Κυρτώνης.



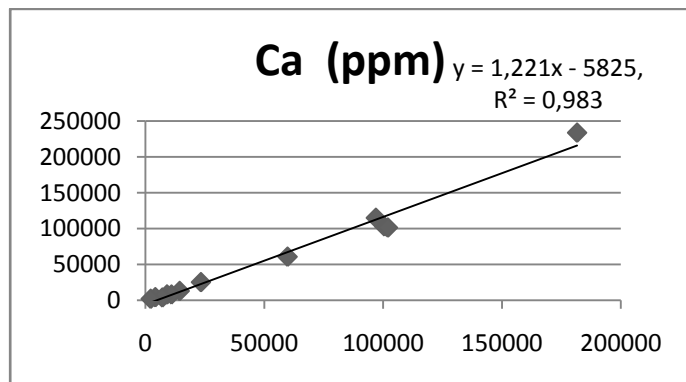
Εικ. Γ.1.17Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Ba, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Κυρτώνης.



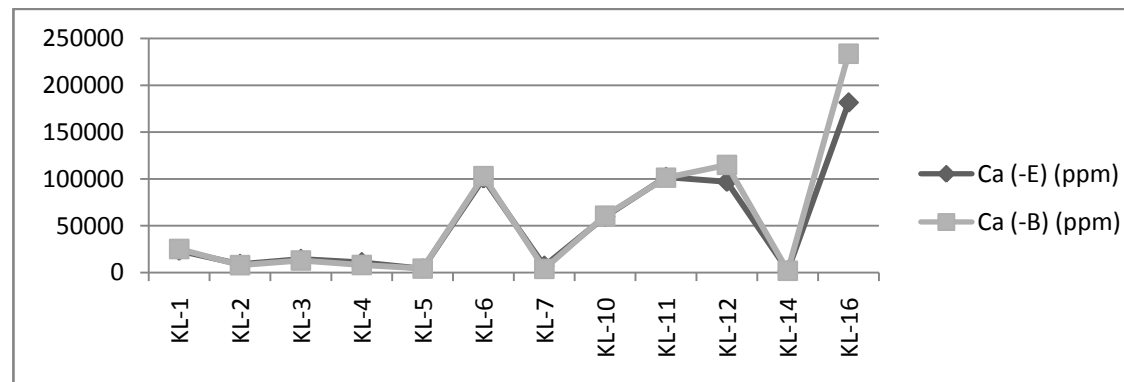
Εικ. Γ.1.18Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Ca, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Αταλάντης.



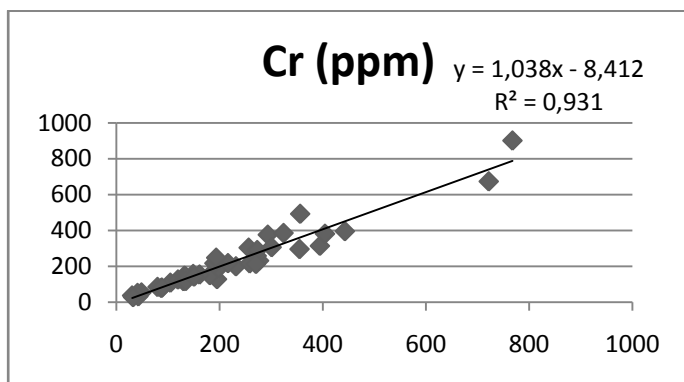
Εικ. Γ.1.18Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Ca, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Αταλάντης.



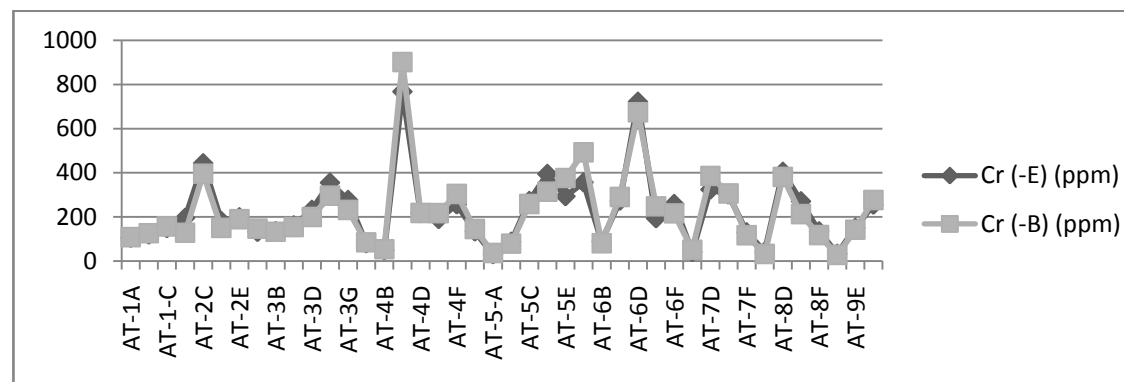
Εικ. Γ.1.19Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Ca, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Κυρτώνης.



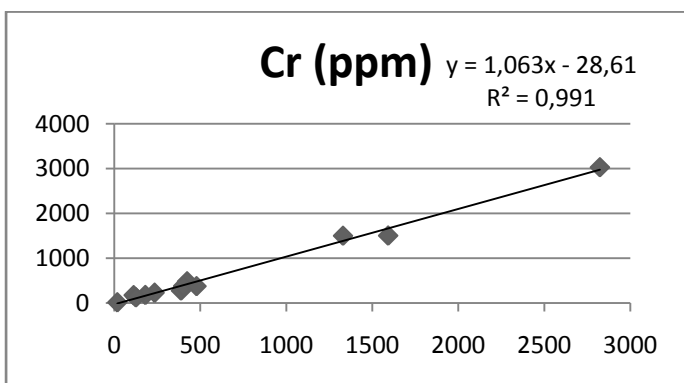
Εικ. Γ.1.19Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Ca, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Κυρτώνης.



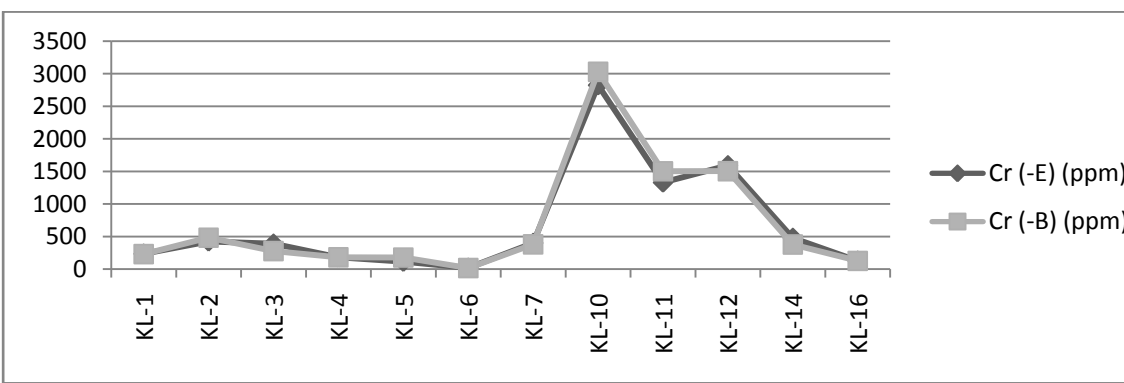
Εικ. Γ.1.20Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Cr, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Αταλάντης.



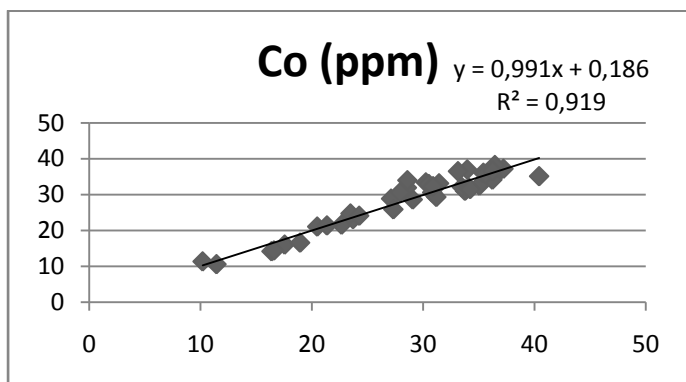
Εικ. Γ.1.20Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Cr, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Αταλάντης.



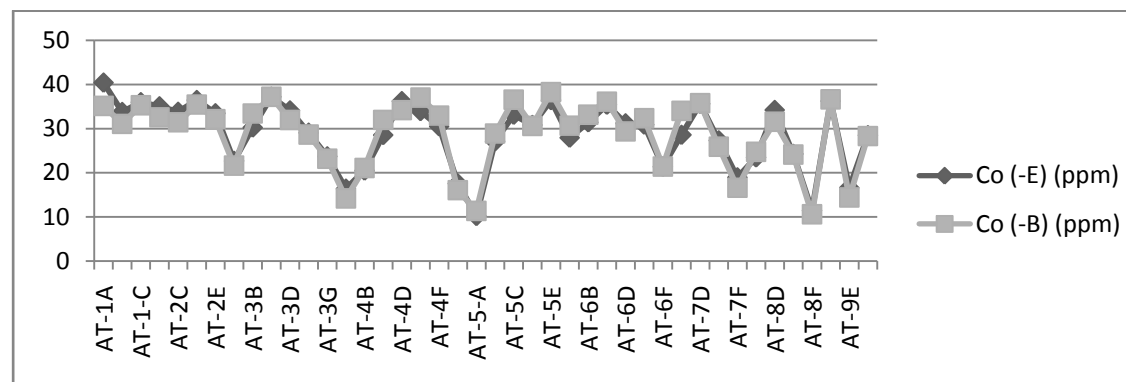
Εικ. Γ.1.21Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Cr, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Κυρτώνης.



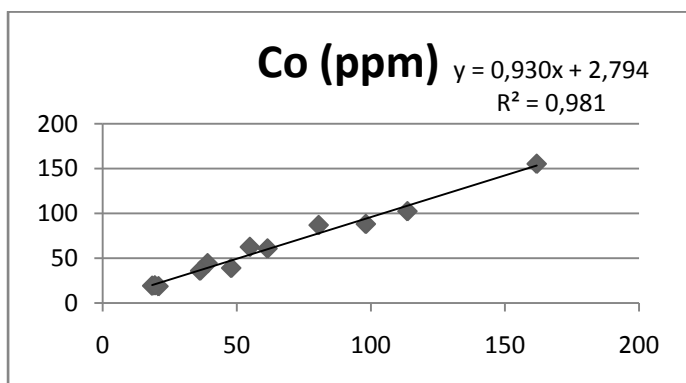
Εικ. Γ.1.21Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Cr, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Κυρτώνης.



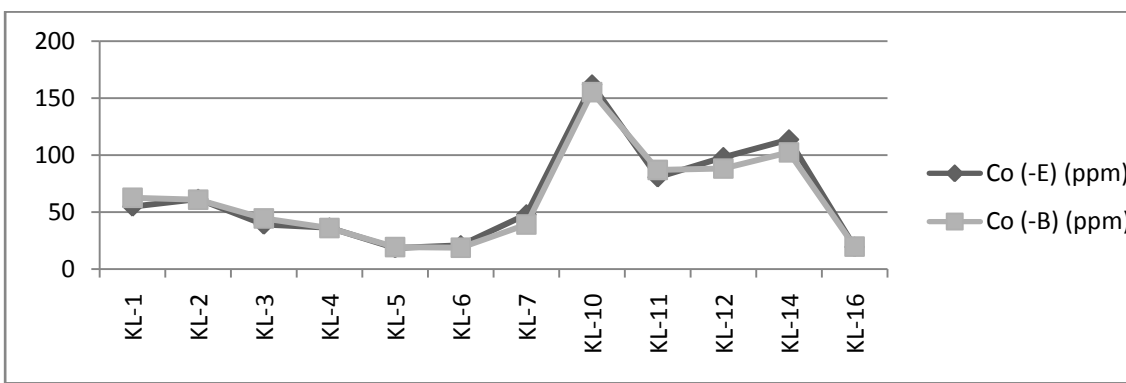
Εικ. Γ.1.22Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Co, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Αταλάντης.



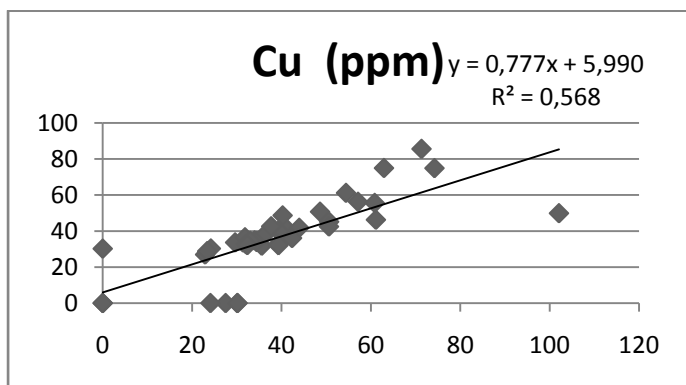
Εικ. Γ.1.22Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Co, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Αταλάντης.



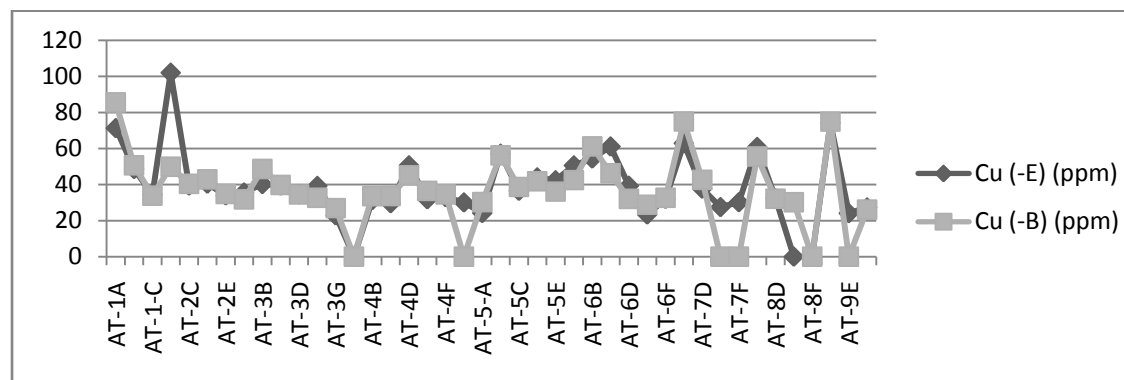
Εικ. Γ.1.23Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Co, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Κυρτώνης.



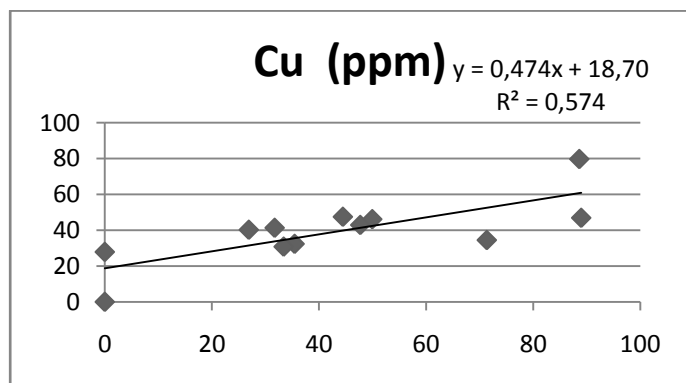
Εικ. Γ.1.23Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Co, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Κυρτώνης.



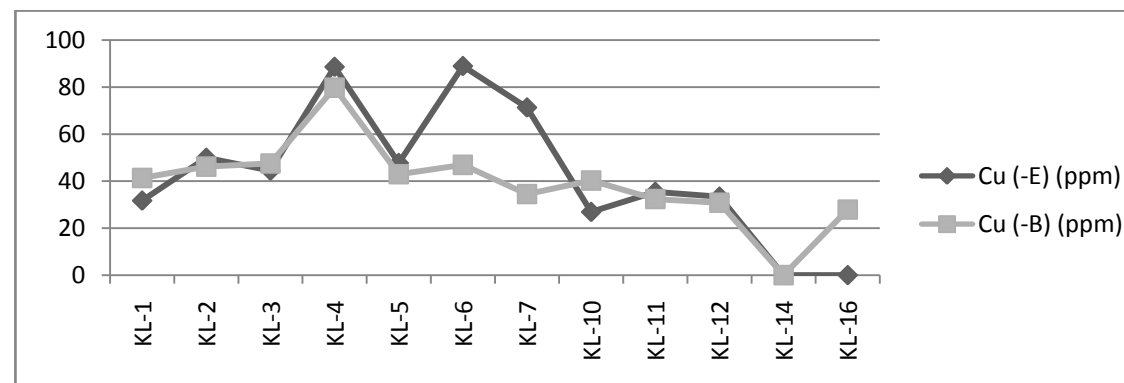
Εικ. Γ.1.24Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Cu, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Αταλάντης.



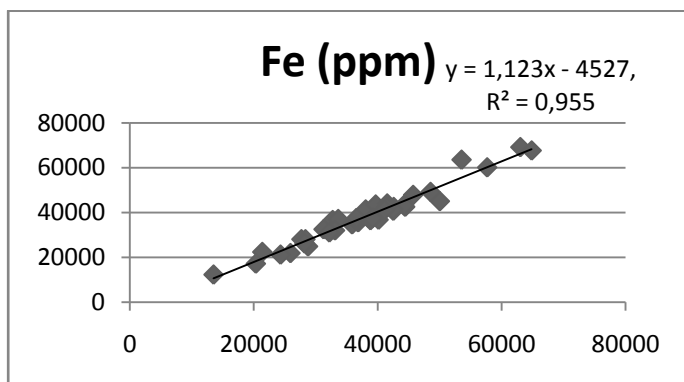
Εικ. Γ.1.24Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Cu, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Αταλάντης.



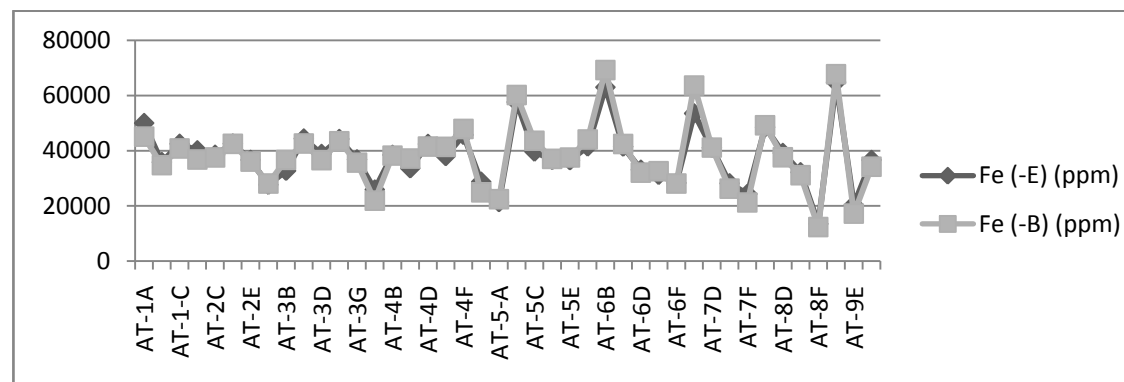
Εικ. Γ.1.25Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Cu, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Κυρτώνης.



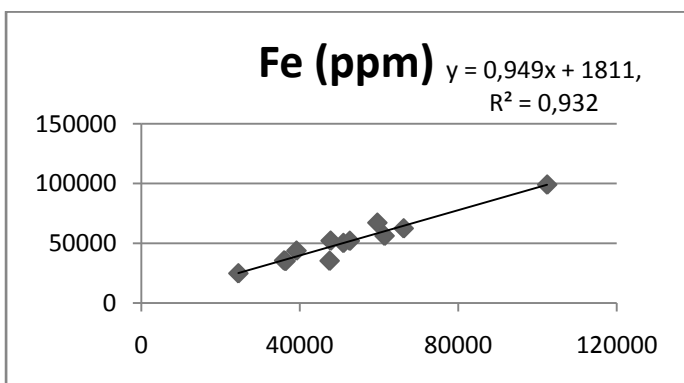
Εικ. Γ.1.25Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Cu, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Κυρτώνης.



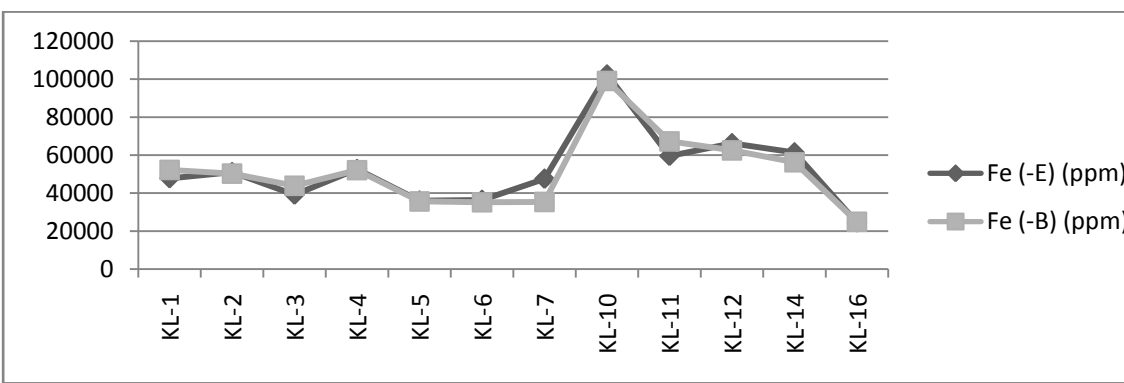
Εικ. Γ.1.26Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Fe, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Αταλάντης.



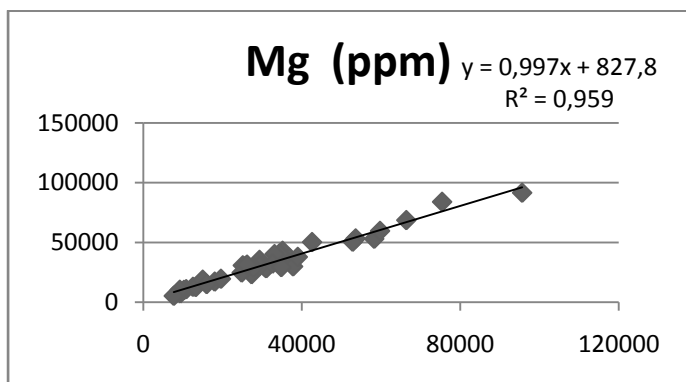
Εικ. Γ.1.26Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Fe, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Αταλάντης.



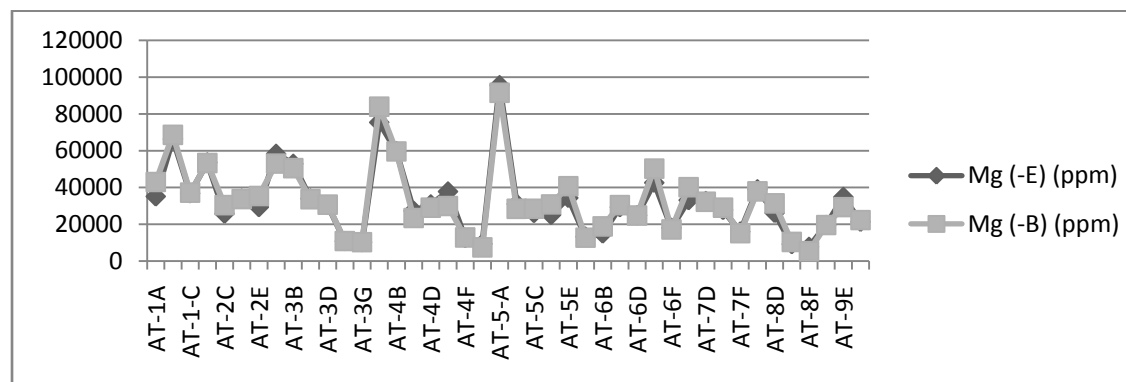
Εικ. Γ.1.27Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Fe, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Κυρτώνης.



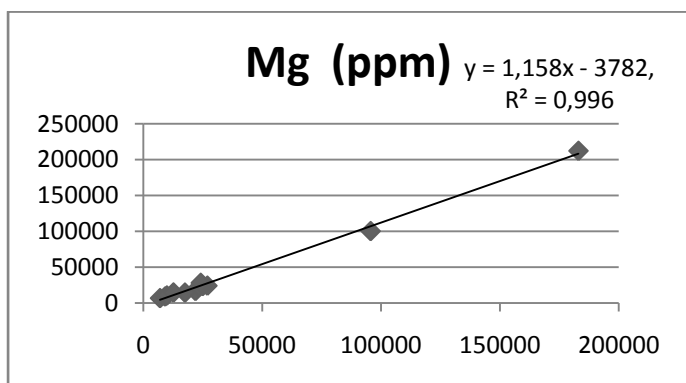
Εικ. Γ.1.27Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Fe, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Κυρτώνης.



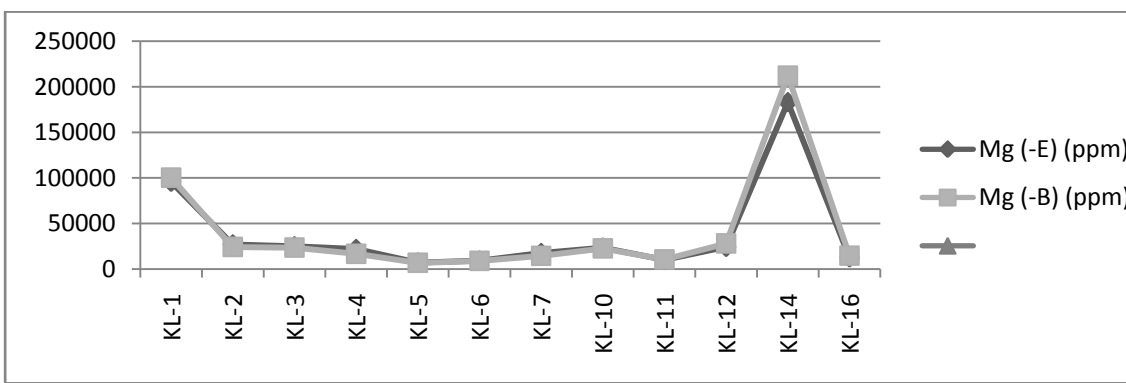
Εικ. Γ.1.28Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Mg, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Αταλάντης.



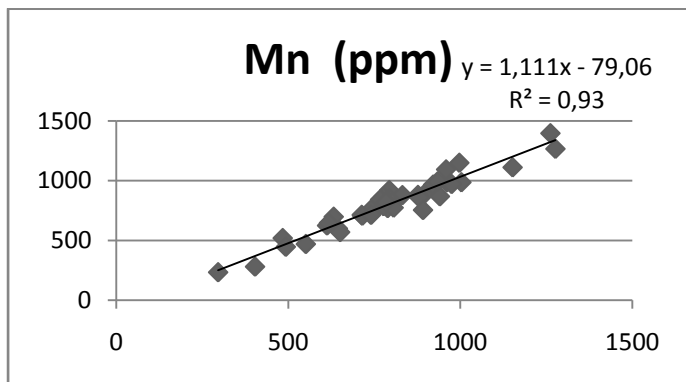
Εικ. Γ.1.28Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Mg, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Αταλάντης.



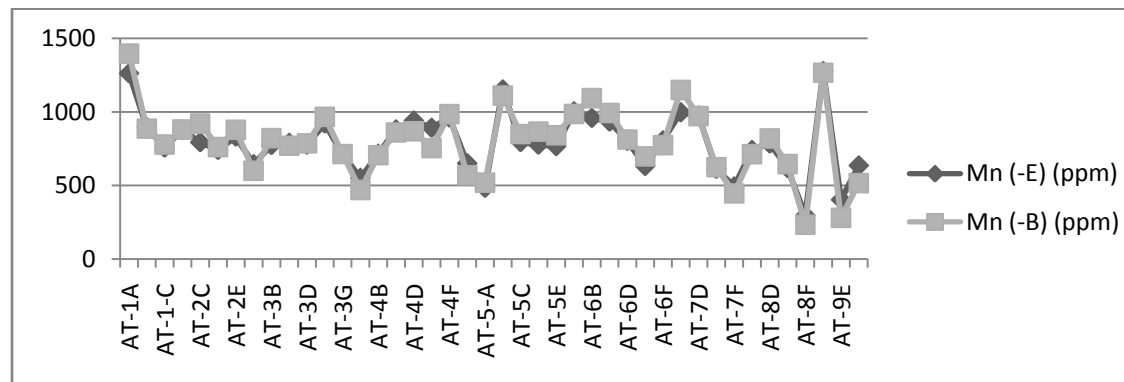
Εικ. Γ.1.29Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Mg, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Κυρτώνης.



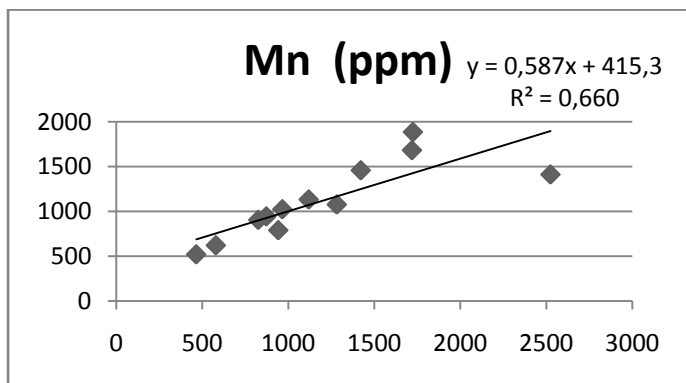
Εικ. Γ.1.29Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Mg, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Κυρτώνης.



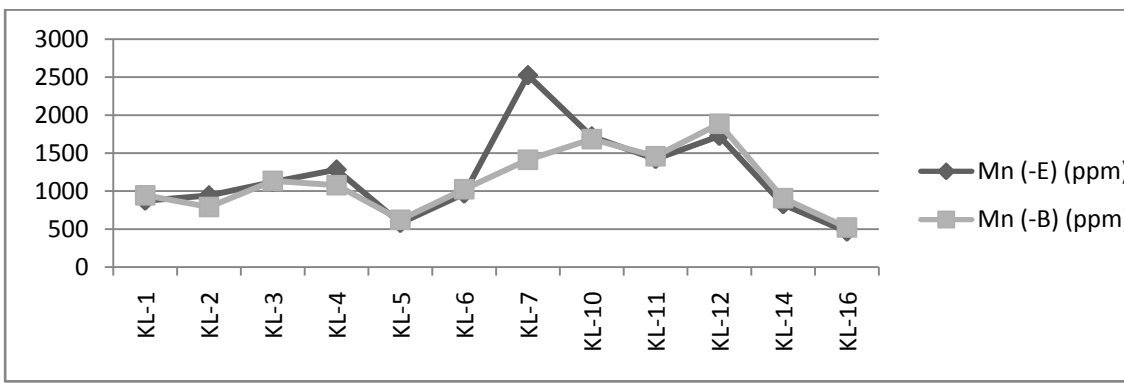
Εικ. Γ.1.30Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Mn, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Αταλάντης.



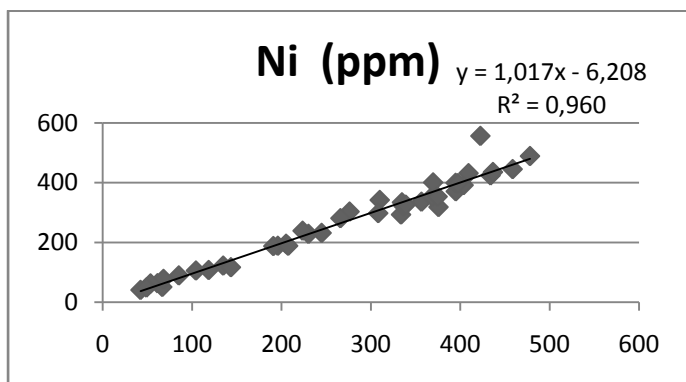
Εικ. Γ.1.30Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Mn, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Αταλάντης.



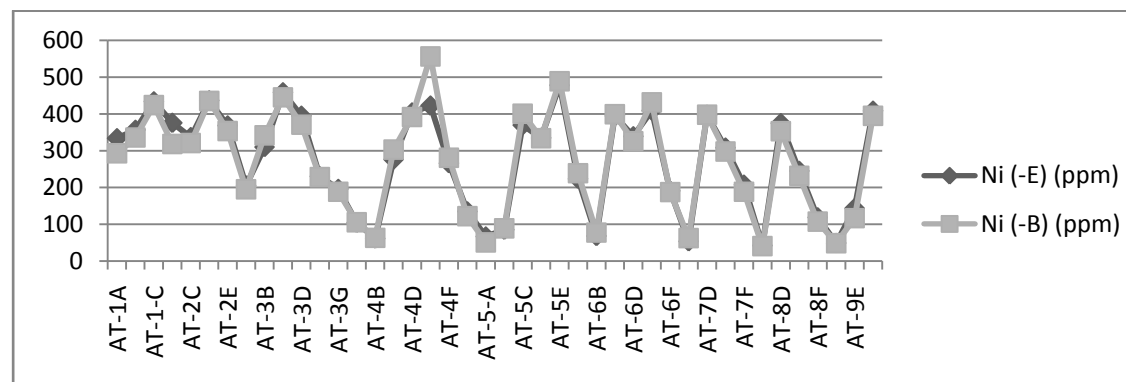
Εικ. Γ.1.31Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Mn, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Κυρτώνης.



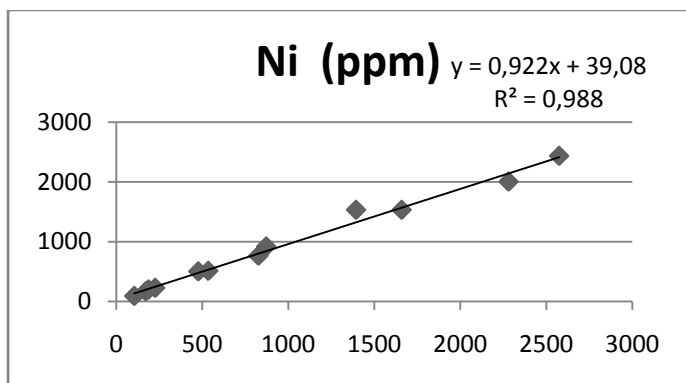
Εικ. Γ.1.31Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Mn, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Κυρτώνης.



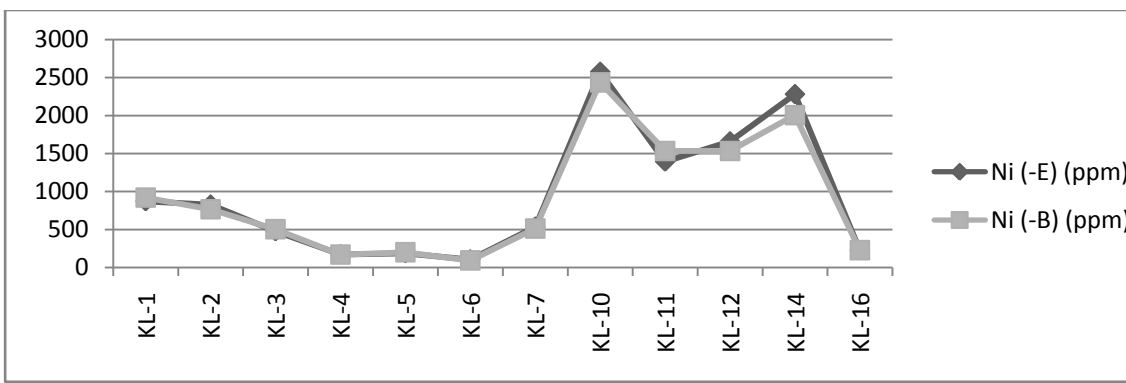
Εικ. Γ.1.32Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Ni, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Αταλάντης.



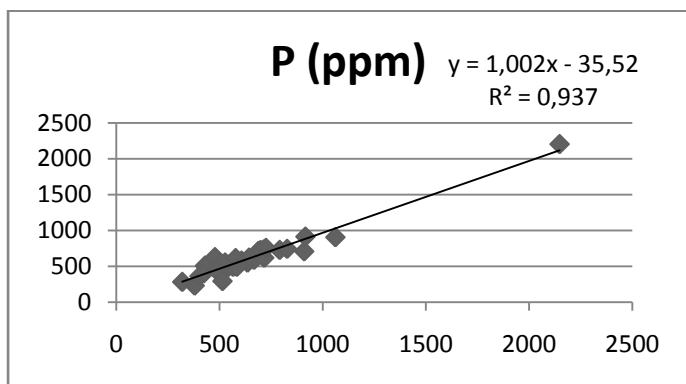
Εικ. Γ.1.32Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Ni, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Αταλάντης.



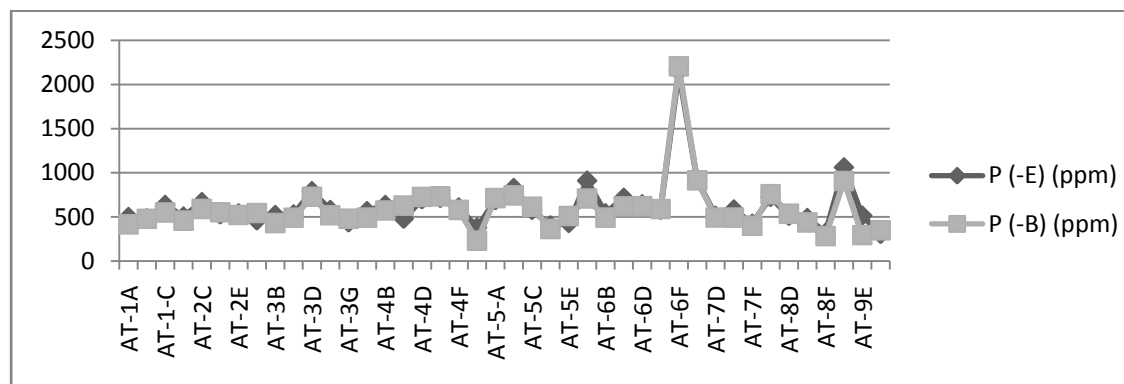
Εικ. Γ.1.33Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Ni, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Κυρτώνης.



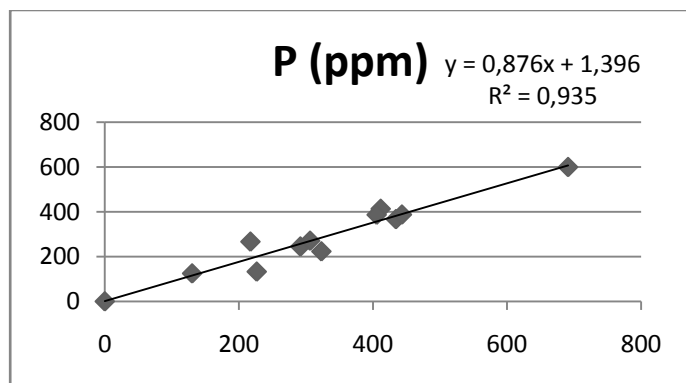
Εικ. Γ.1.33Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Ni, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Κυρτώνης.



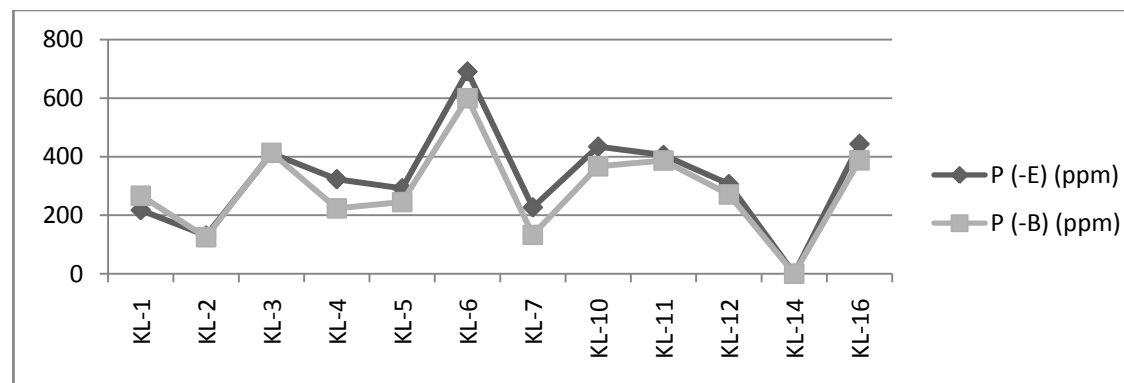
Εικ. Γ.1.34Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων P, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Αταλάντης.



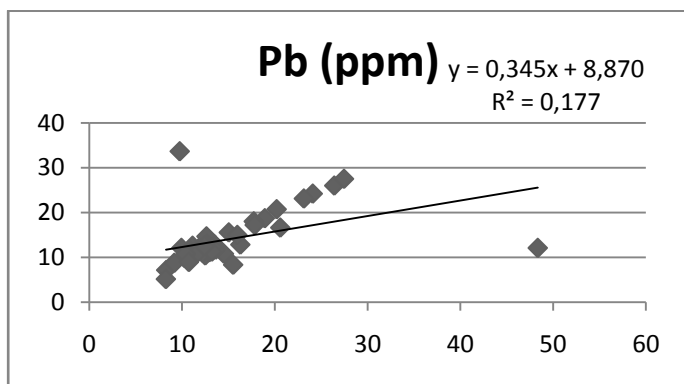
Εικ. Γ.1.34Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων P, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Αταλάντης.



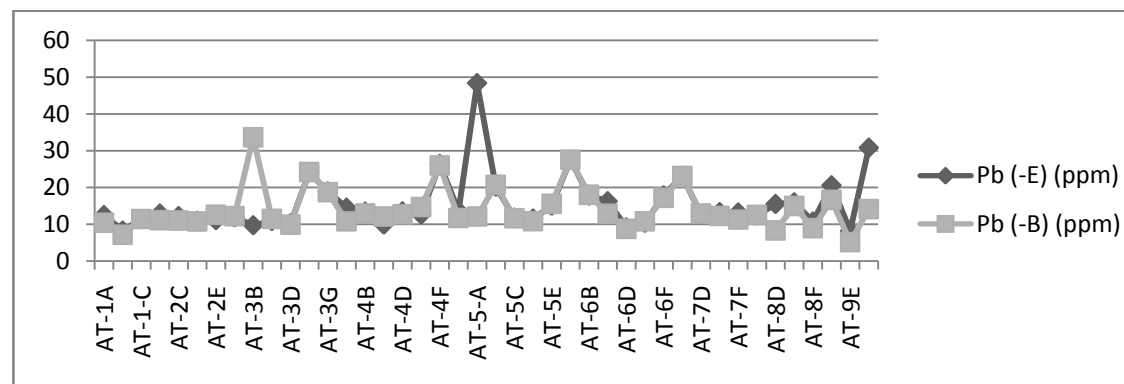
Εικ. Γ.1.35Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων P, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Κυρτώνης.



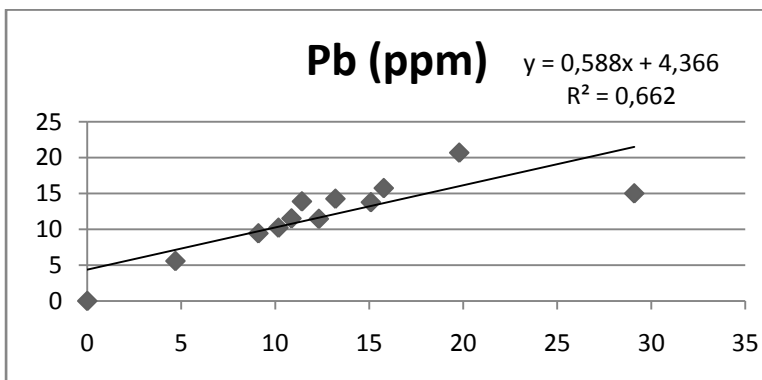
Εικ. Γ.1.35Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων P, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Κυρτώνης.



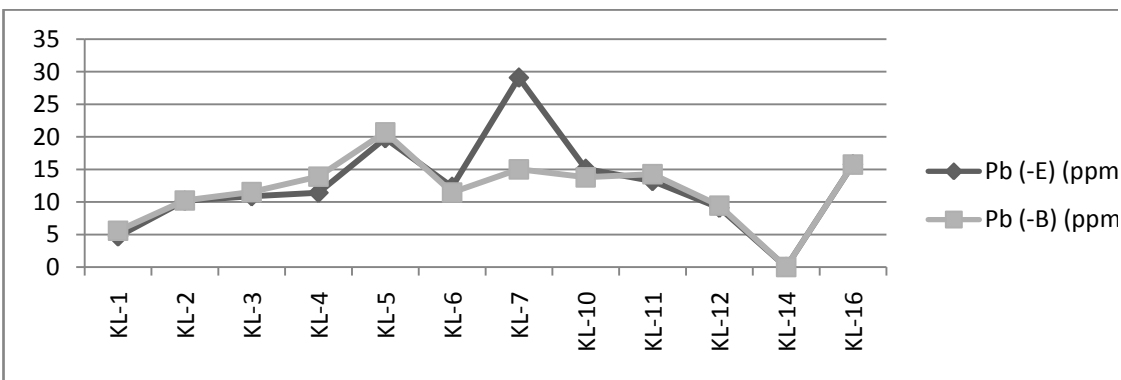
Εικ. Γ.1.36Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Pb, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Αταλάντης.



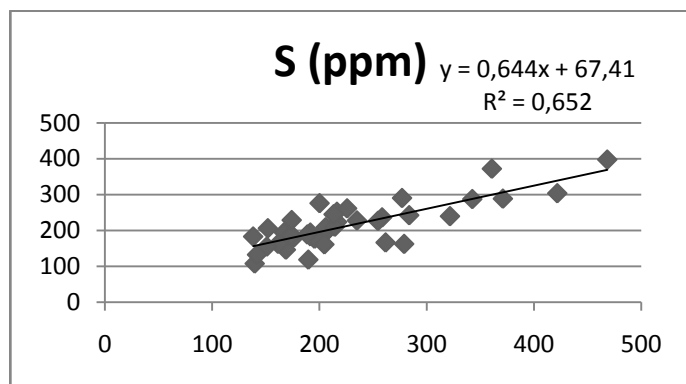
Εικ. Γ.1.36Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Pb, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Αταλάντης.



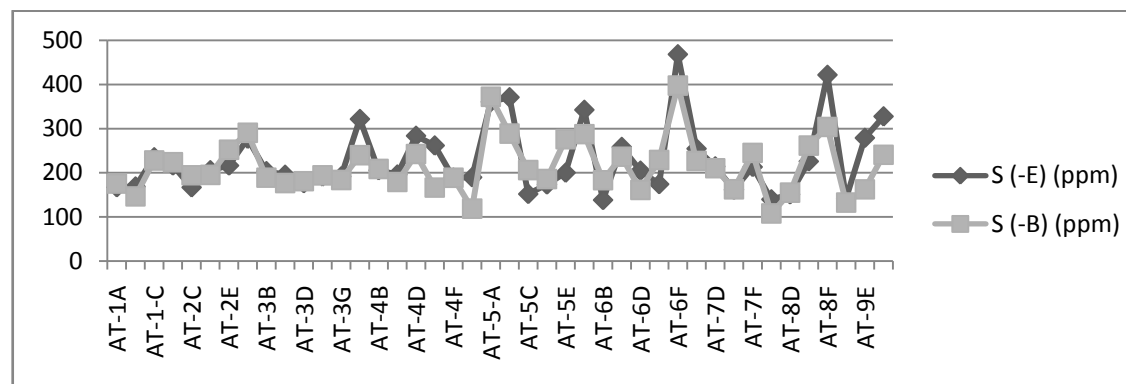
Εικ. Γ.1.37Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Pb, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Κυρτώνης.



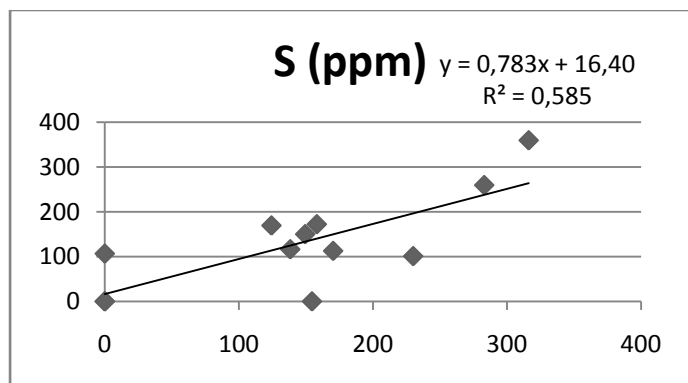
Εικ. Γ.1.37Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Pb, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Κυρτώνης.



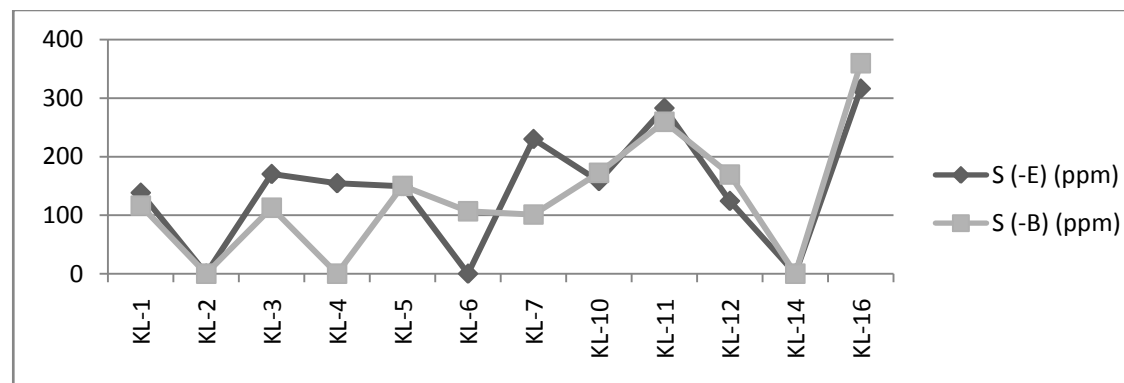
Εικ. Γ.1.38Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων S, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Αταλάντης.



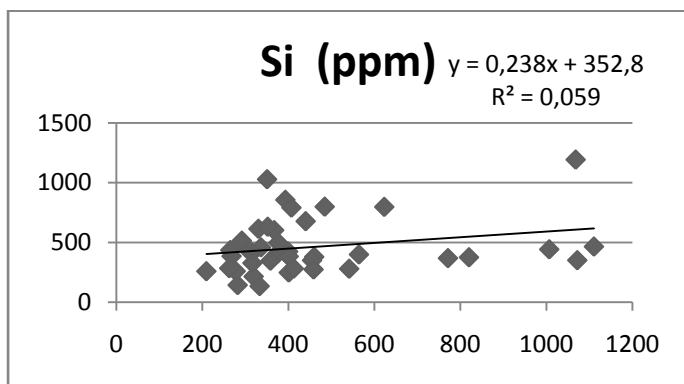
Εικ. Γ.1.38Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων S, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Αταλάντης.



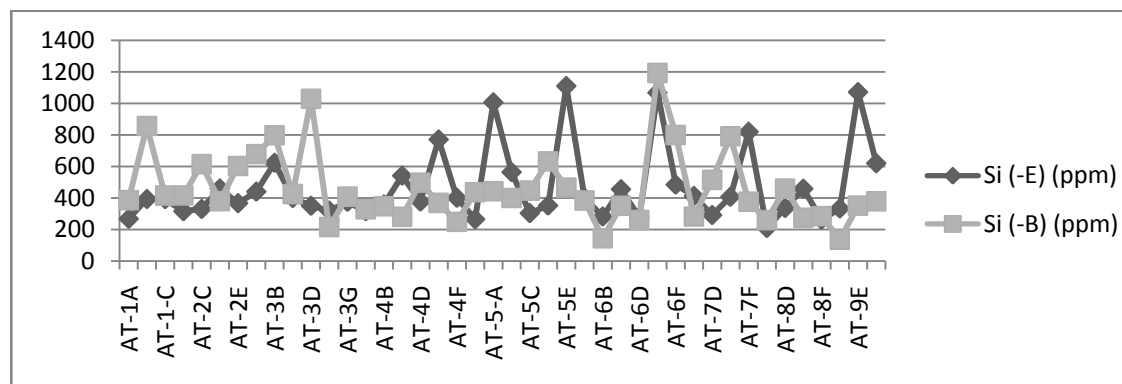
Εικ. Γ.1.39Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων S, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Κυρτώνης.



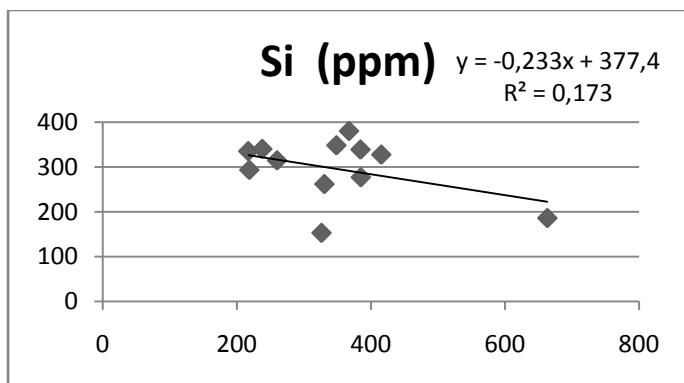
Εικ. Γ.1.39Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων S, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Κυρτώνης.



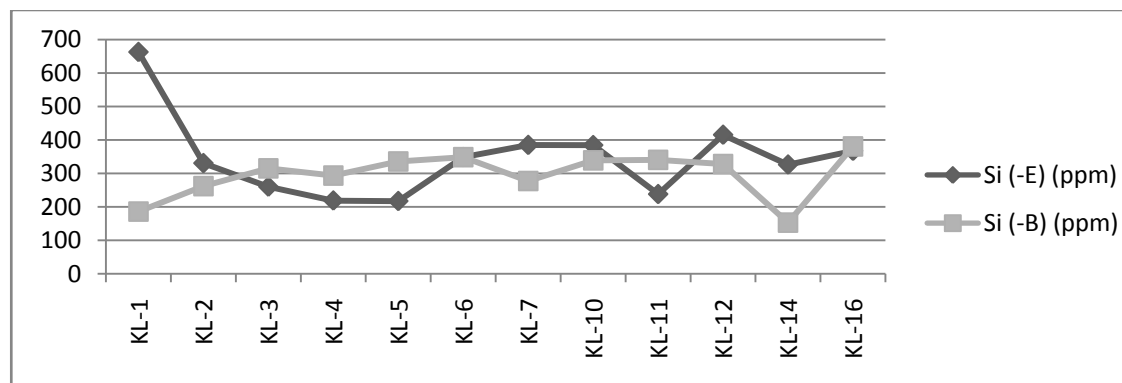
Εικ. Γ.1.40Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Si, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Αταλάντης.



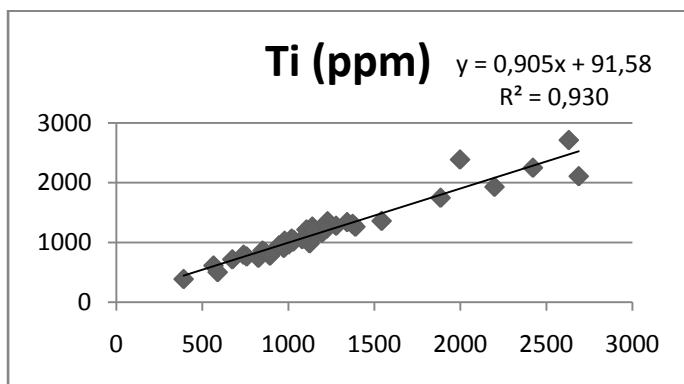
Εικ. Γ.1.40Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Si, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Αταλάντης.



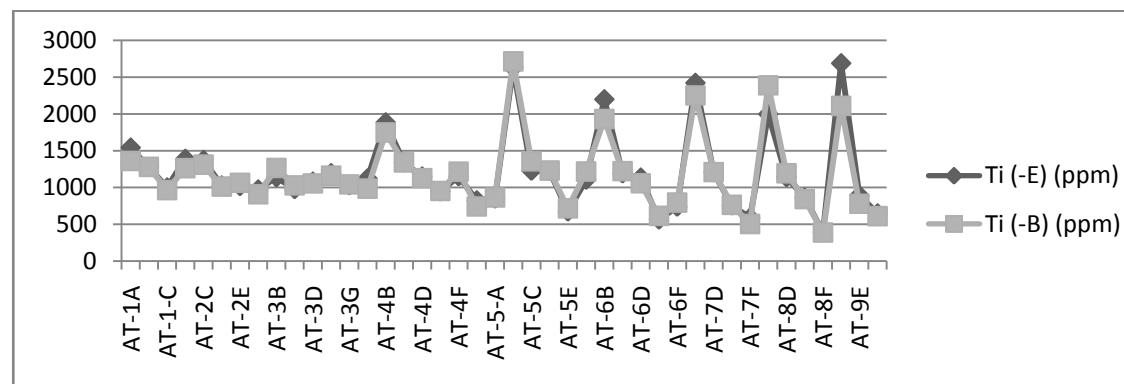
Εικ. Γ.1.41Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Si, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Κυρτώνης.



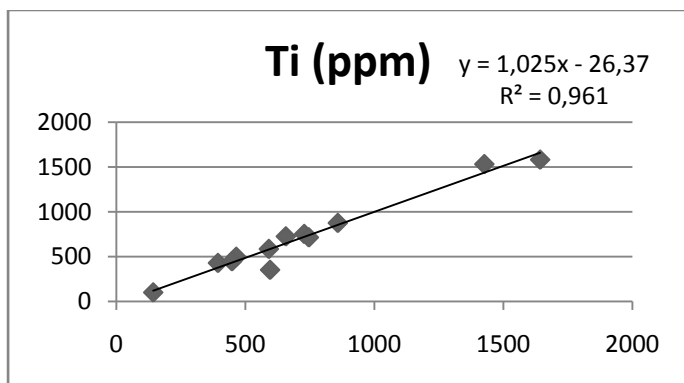
Εικ. Γ.1.41Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Si, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Κυρτώνης.



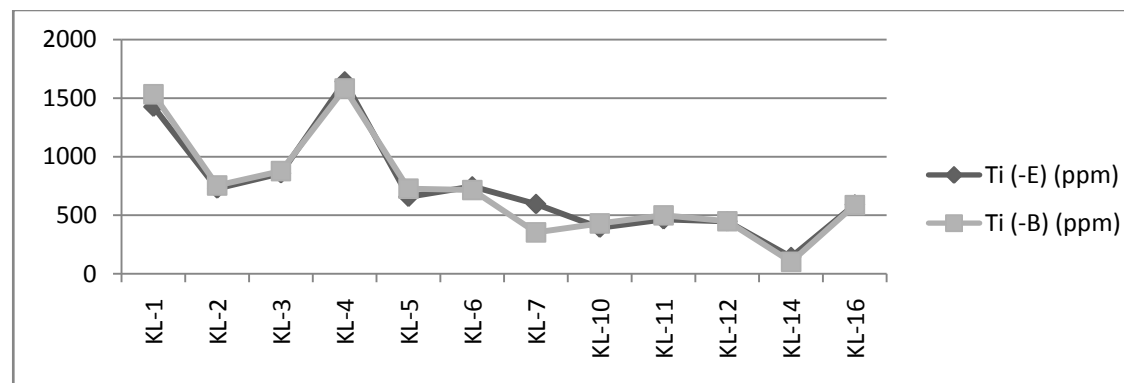
Εικ. Γ.1.42Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Ti, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Αταλάντης.



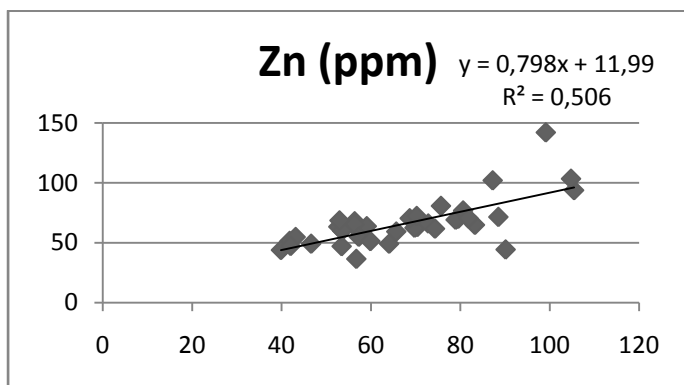
Εικ. Γ.1.21Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Ti, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Αταλάντης.



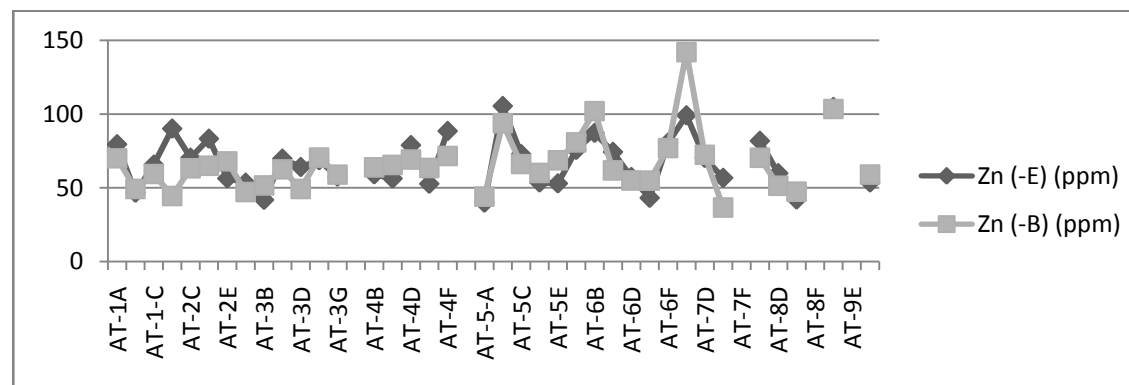
Εικ. Γ.1.43Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Ti, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Κυρτώνης.



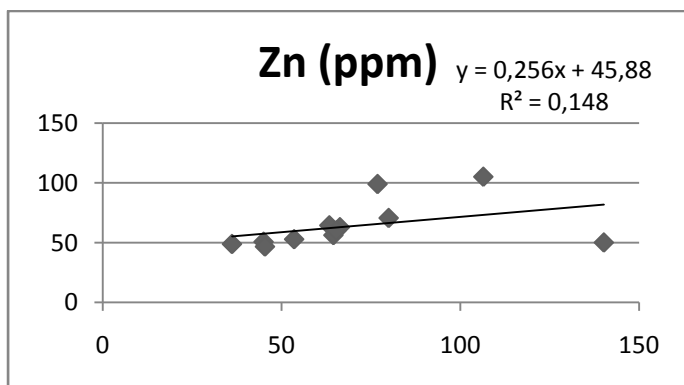
Εικ. Γ.1.43Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Ti, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Κυρτώνης.



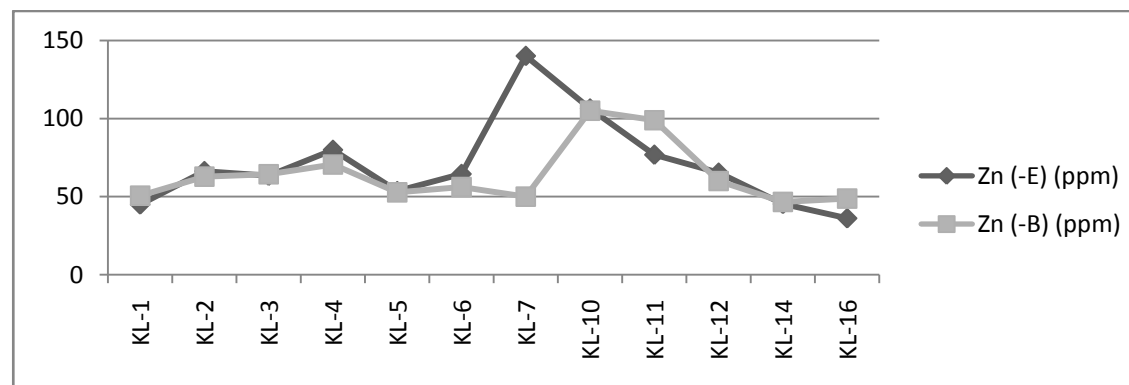
Εικ. Γ.1.44Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Zn, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Αταλάντης.



Εικ. Γ.1.44Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Zn, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Αταλάντης.

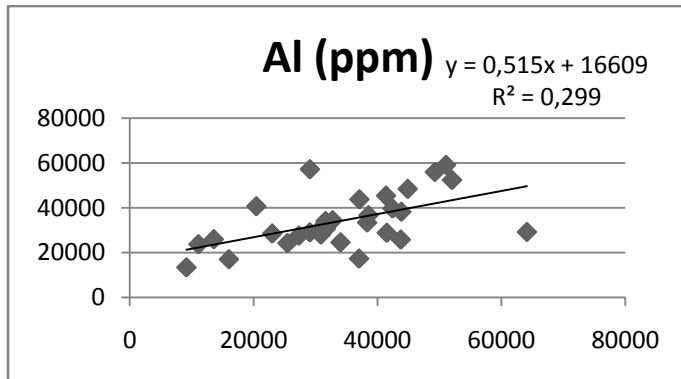


Εικ. Γ.1.45Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Zn, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας), στην περιοχή της Κυρτώνης.

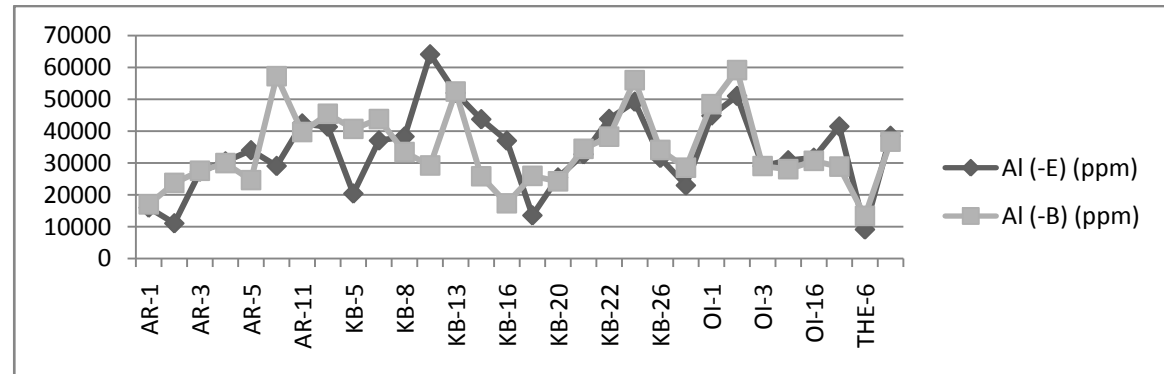


Εικ. Γ.1.45Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Zn, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους, από την περιοχή της Κυρτώνης.

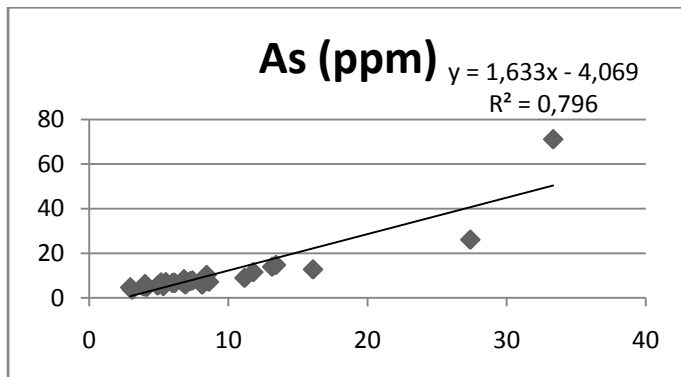
ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΝ. ΣΤΕΡΑΙΑΣ ΕΛΛΑΔΟΣ



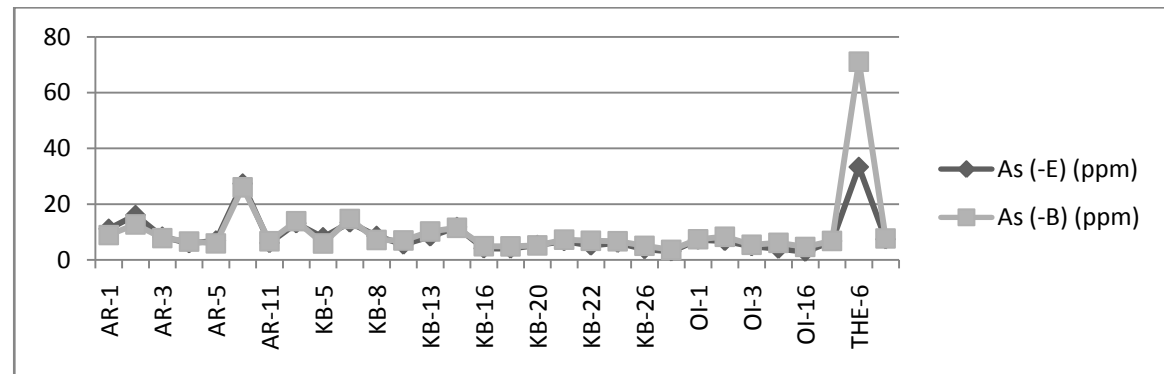
Εικ. Γ.2.12Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Al, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



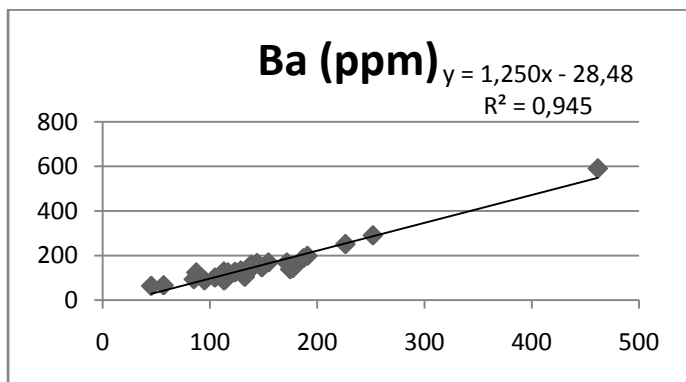
Εικ. Γ.2.12Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Al, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



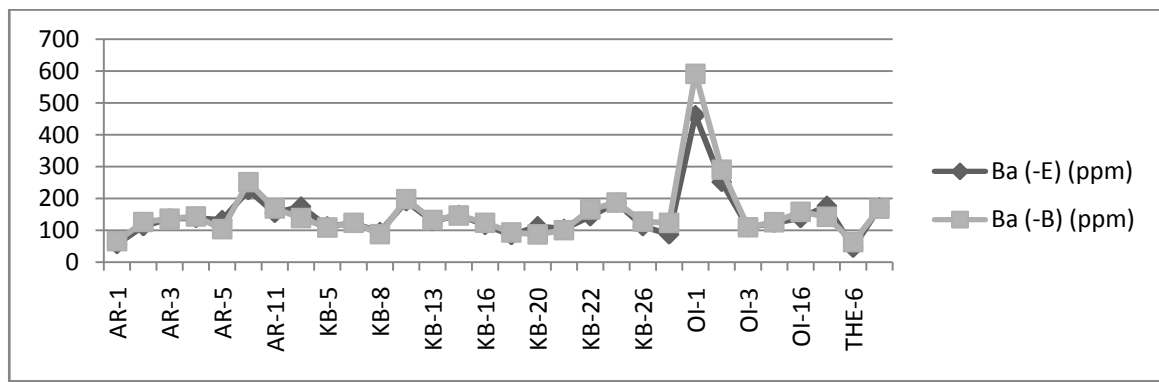
Εικ. Γ.2.13Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων As, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



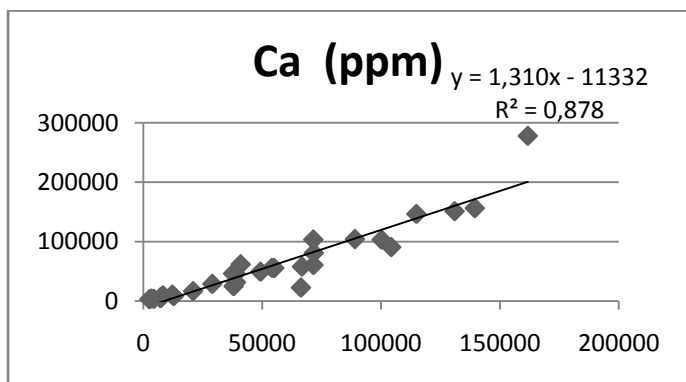
Εικ. Γ.2.13Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων As, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



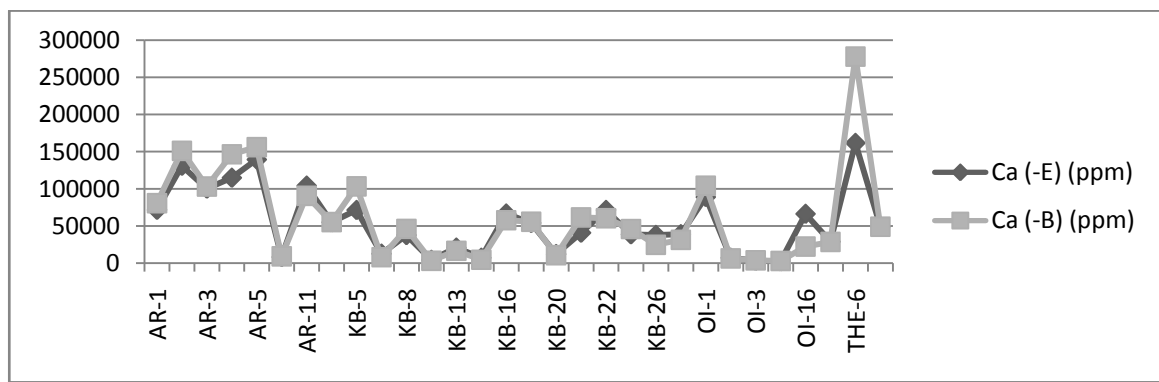
Εικ. Γ.2.14Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Ba, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



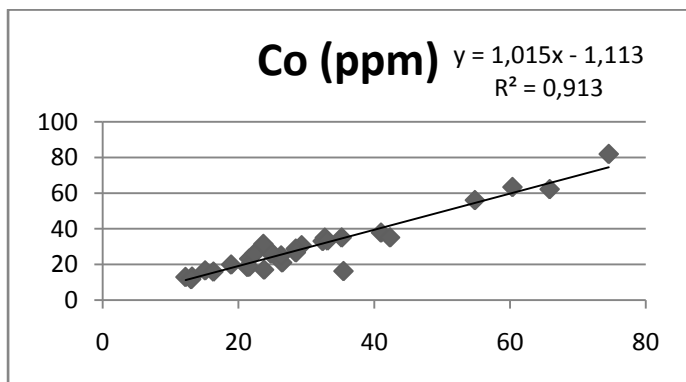
Εικ. Γ.2.14Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Ba, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



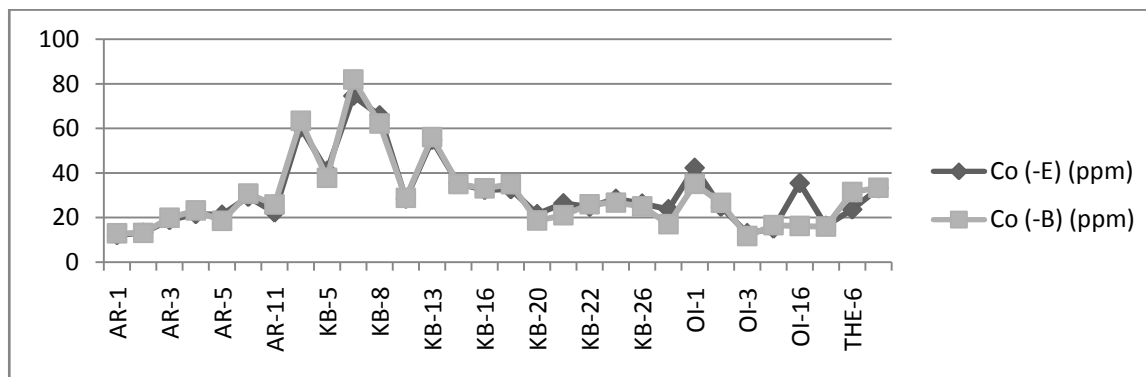
Εικ. Γ.2.15Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Ca, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



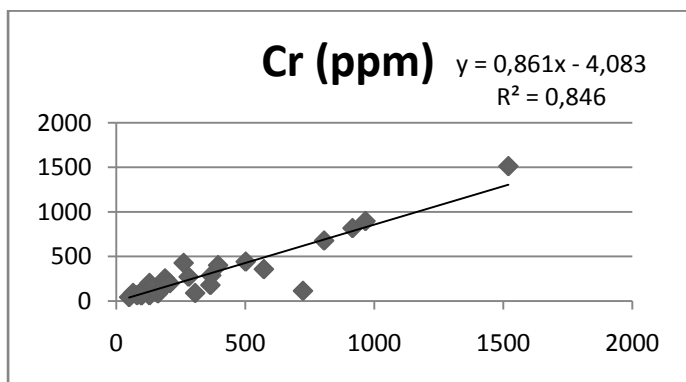
Εικ. Γ.2.15Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Ca, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



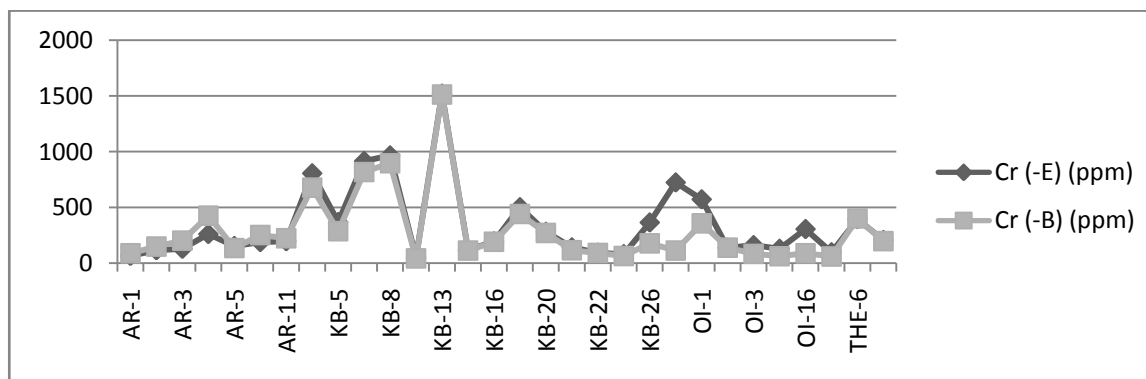
Εικ. Γ.2.16Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Co, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



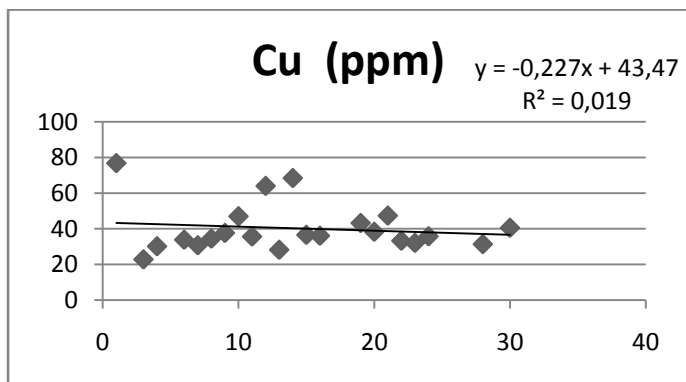
Εικ. Γ.2.16Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Co, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



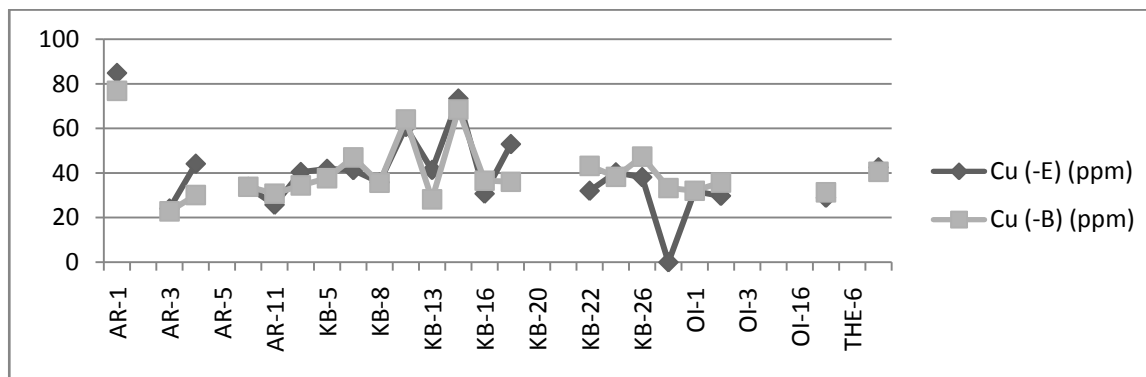
Εικ. Γ.2.17Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Cr, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



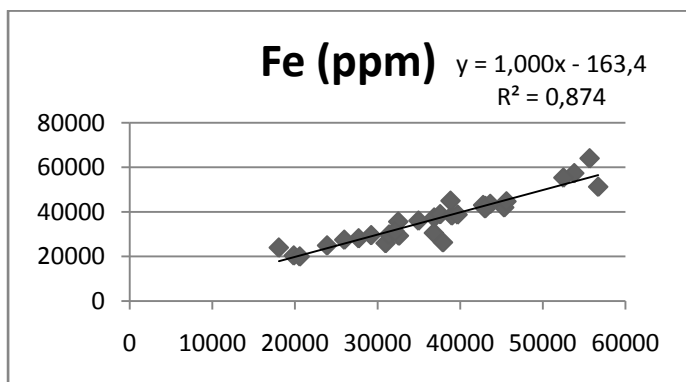
Εικ. Γ.2.17Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Cr, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



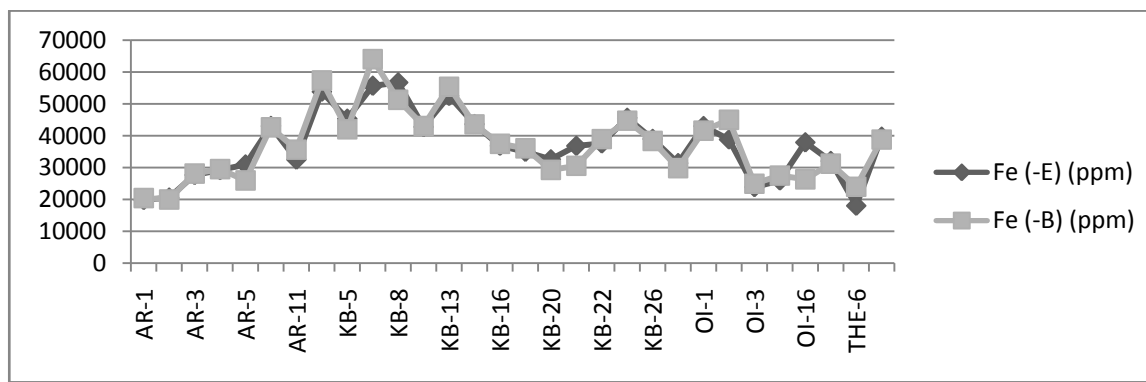
Εικ. Γ.2.18Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Cu, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



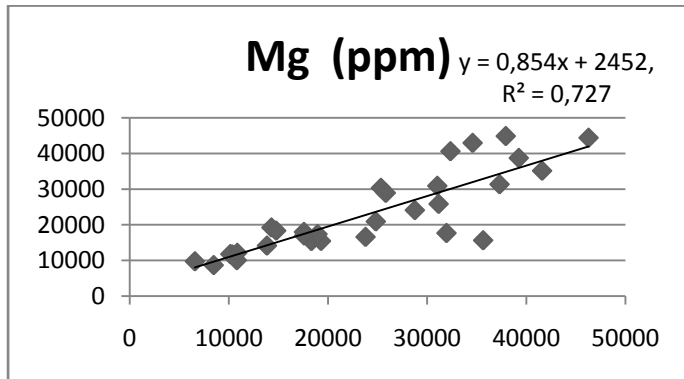
Εικ. Γ.2.18Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Cu, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



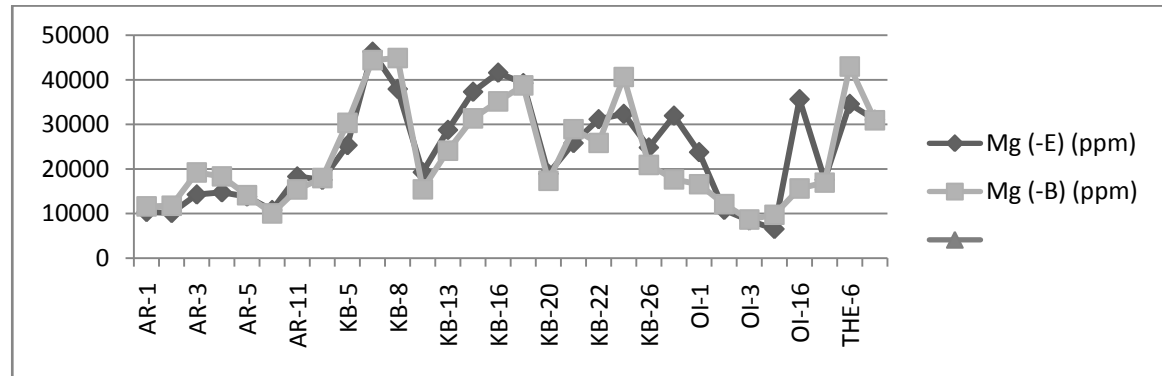
Εικ. Γ.2.19Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Fe, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



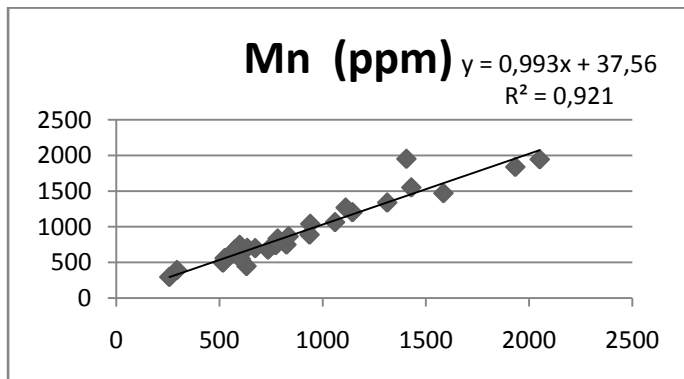
Εικ. Γ.2.19Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Fe, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



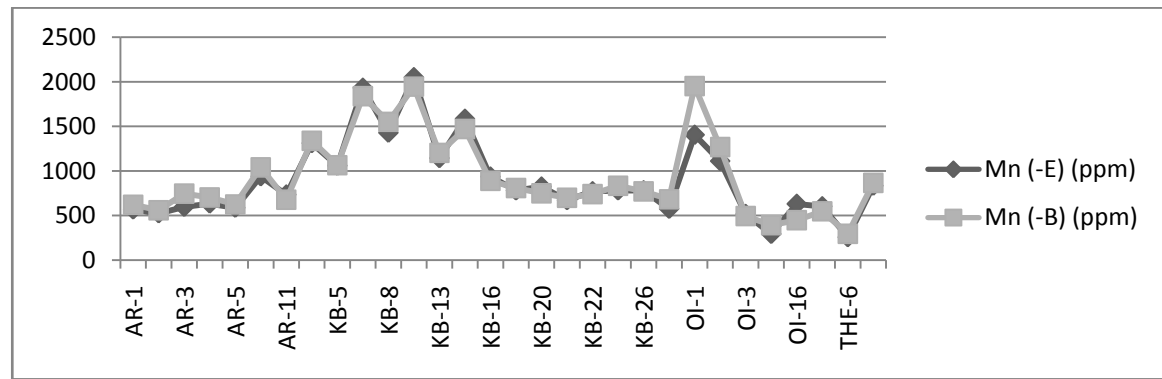
Εικ. Γ.2.20Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Mg, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



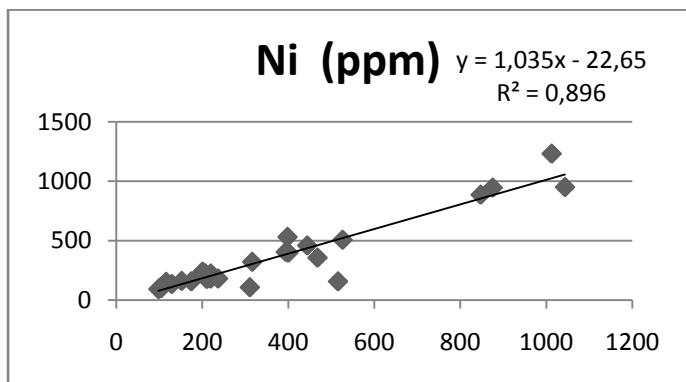
Εικ. Γ.2.20Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Mg, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



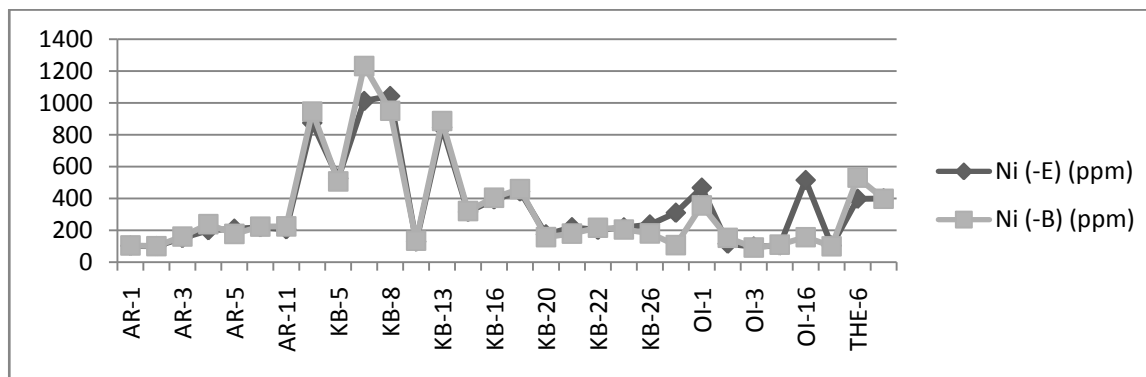
Εικ. Γ.2.21Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Mn, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



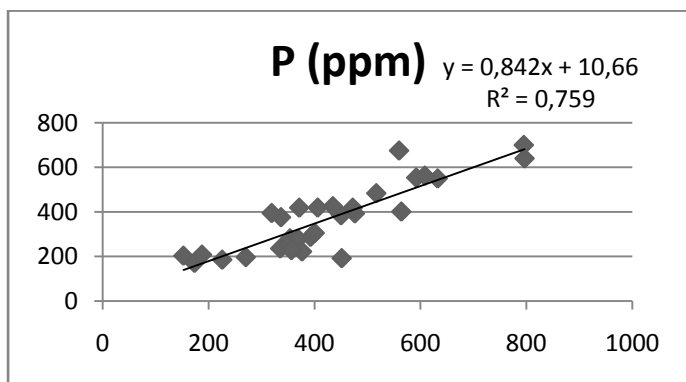
Εικ. Γ.2.21Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Mn, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



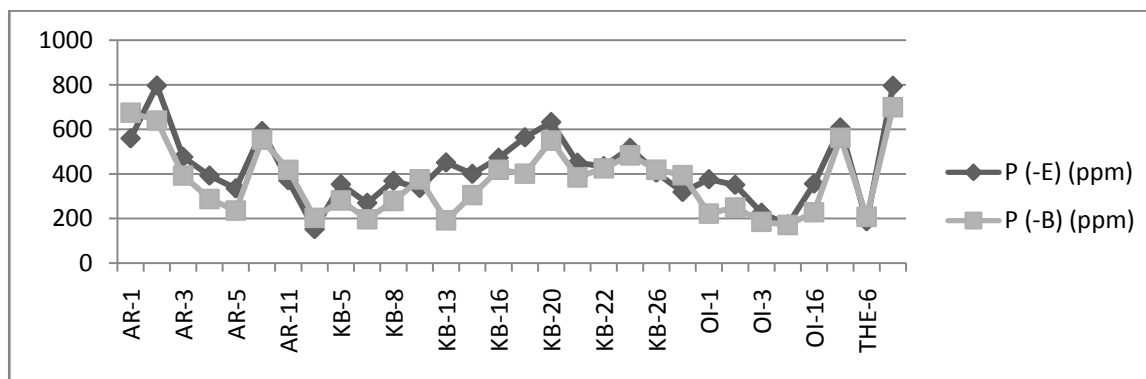
Εικ. Γ.2.22Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Ni, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



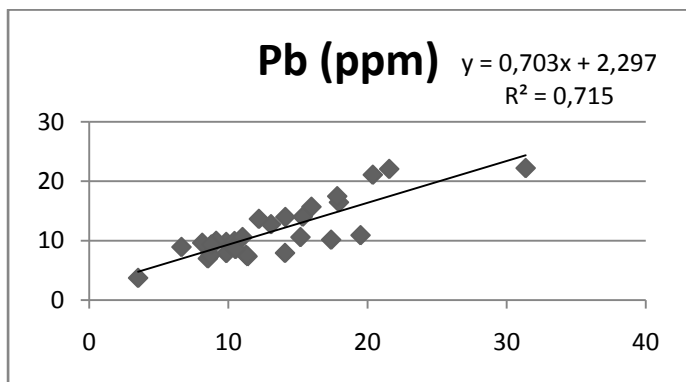
Εικ. Γ.2.22Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Ni, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



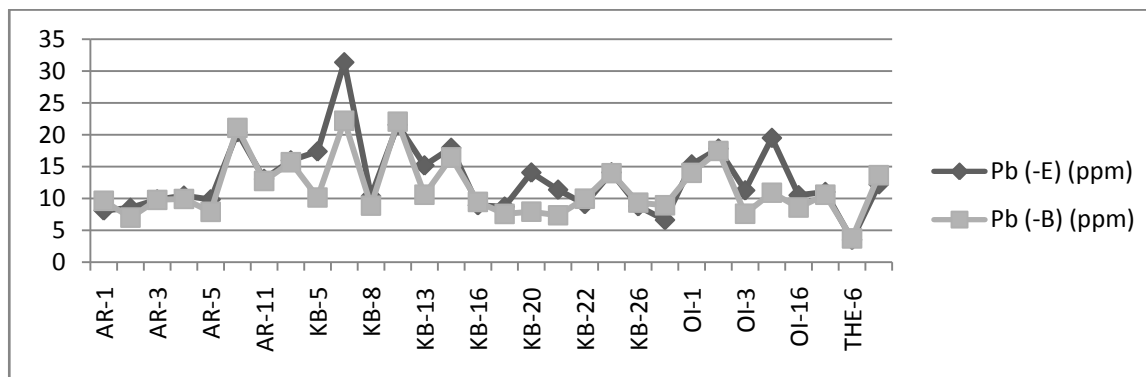
Εικ. Γ.2.23Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων P, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



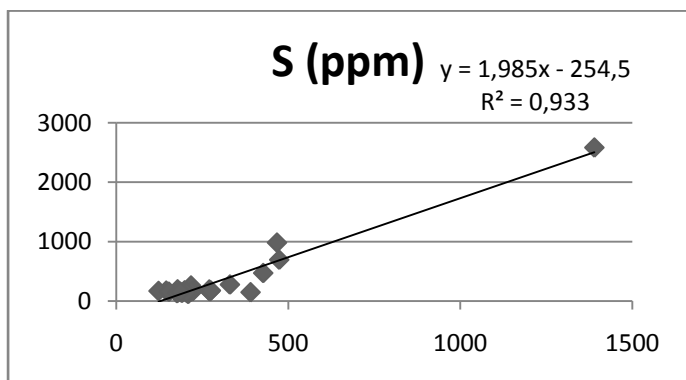
Εικ. Γ.2.23Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων P, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



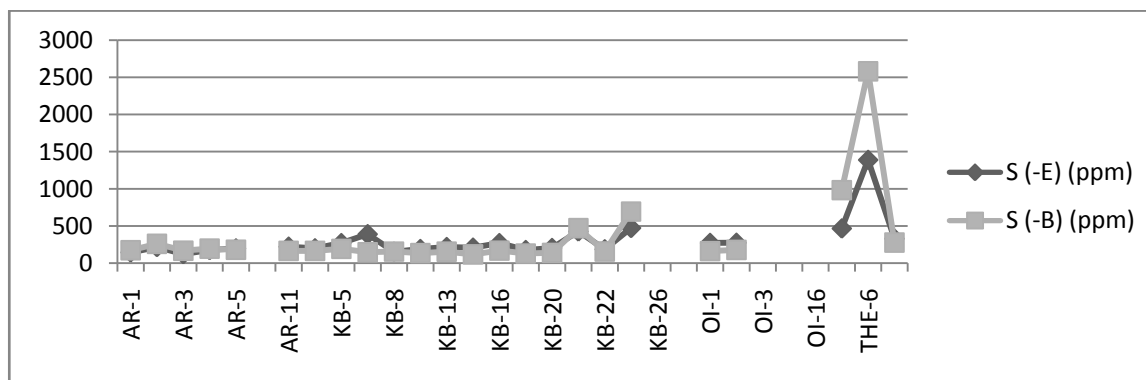
Εικ. Γ.2.24Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Pb, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



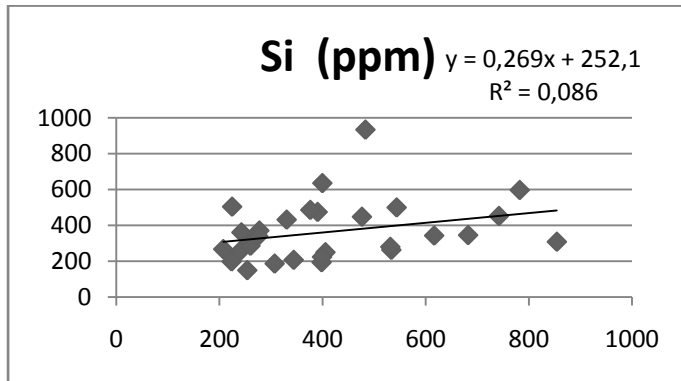
Εικ. Γ.2.24Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Pb, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



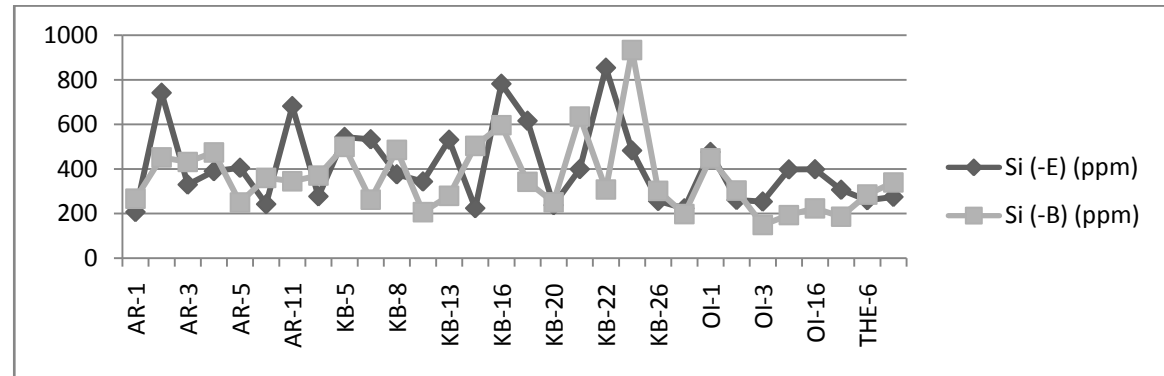
Εικ. Γ.2.25Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων S, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



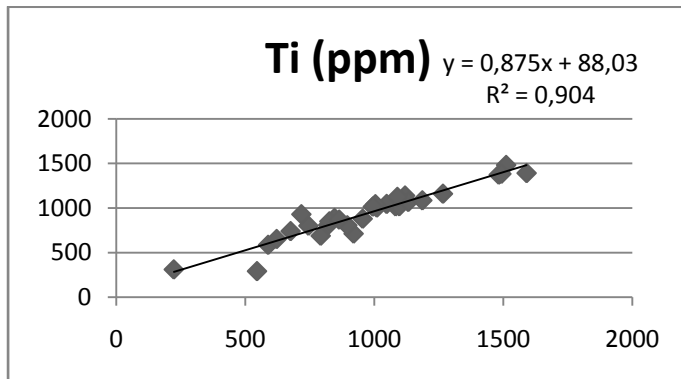
Εικ. Γ.2.25Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων S, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



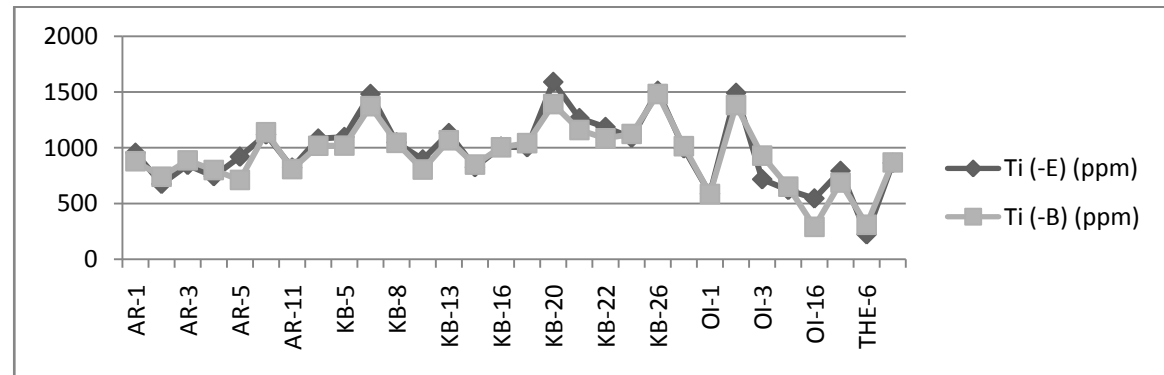
Εικ. Γ.2.26Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Si, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



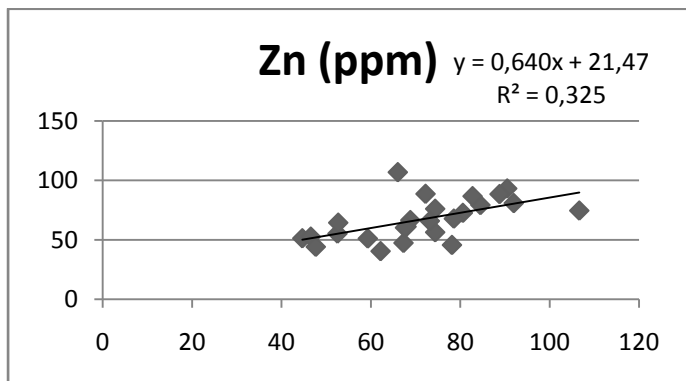
Εικ. Γ.2.26Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Si, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



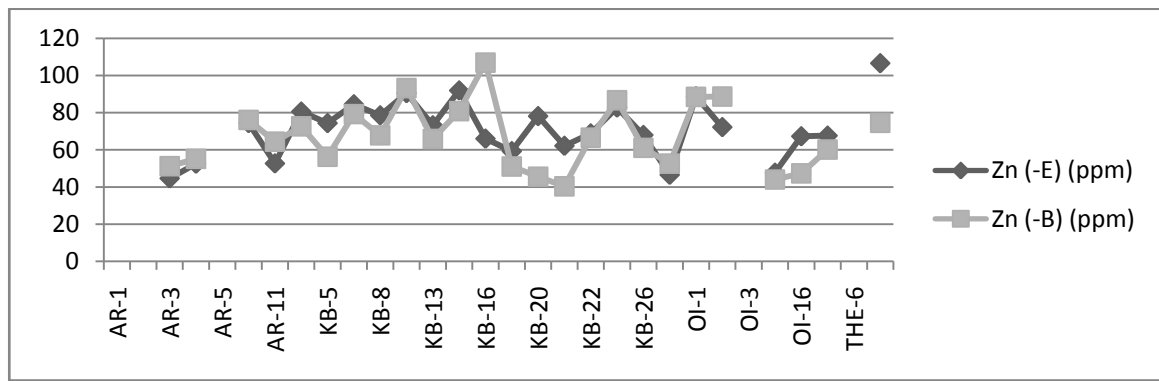
Εικ. Γ.2.27Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Ti, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



Εικ. Γ.2.27Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Ti, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.

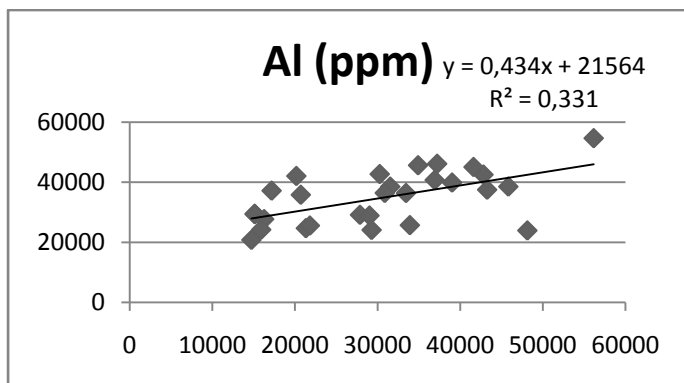


Εικ. Γ.2.28Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Zn, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).

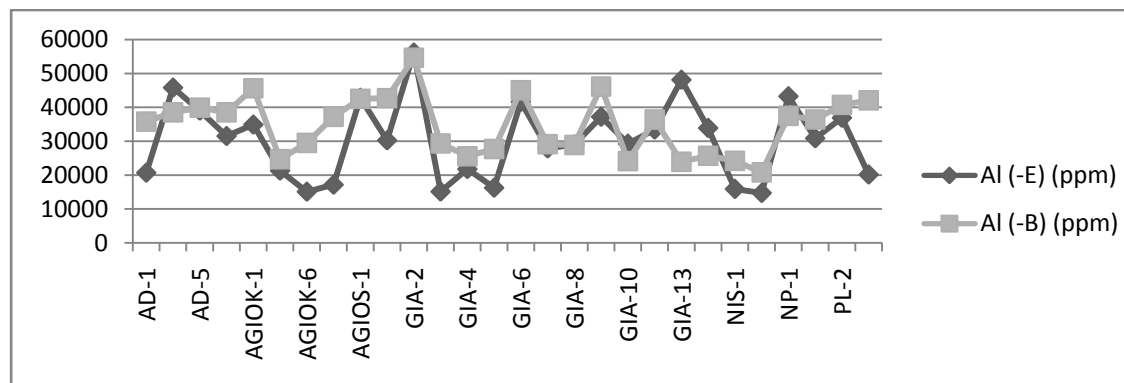


Εικ. Γ.2.28Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Zn, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.

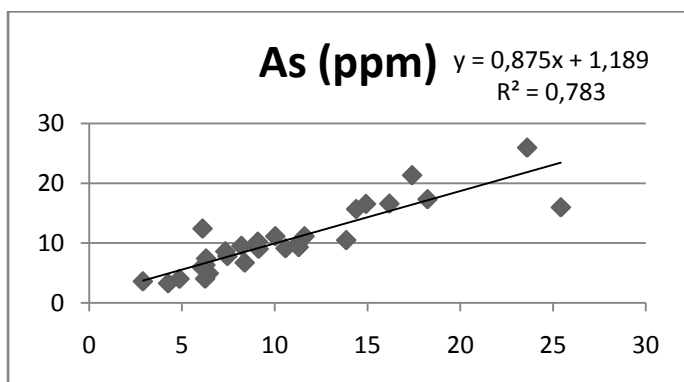
ΠΕΡΙΟΧΗ Β. ΕΥΒΟΙΑΣ



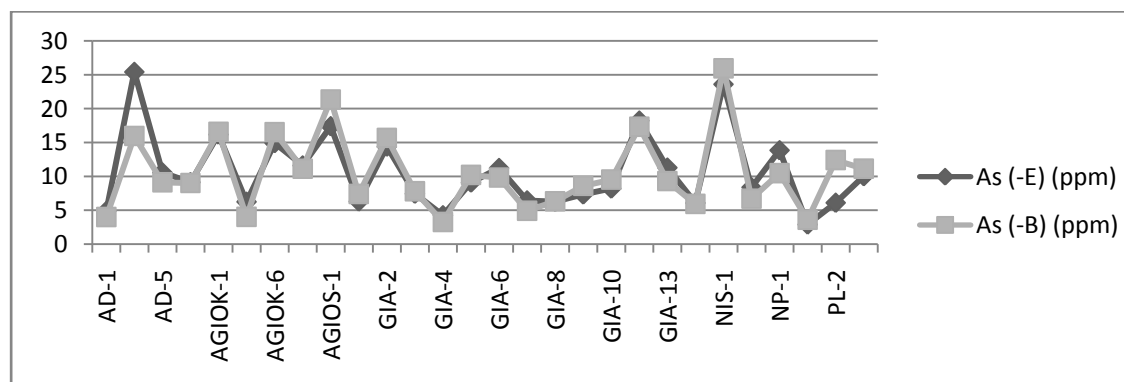
Εικ. Γ.3.13Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Al, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



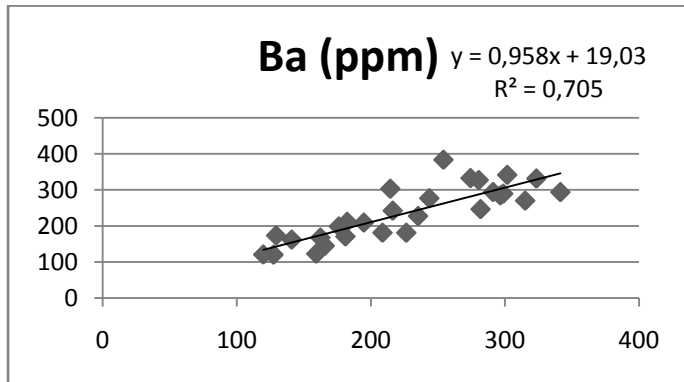
Εικ. Γ.3.13Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Al, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



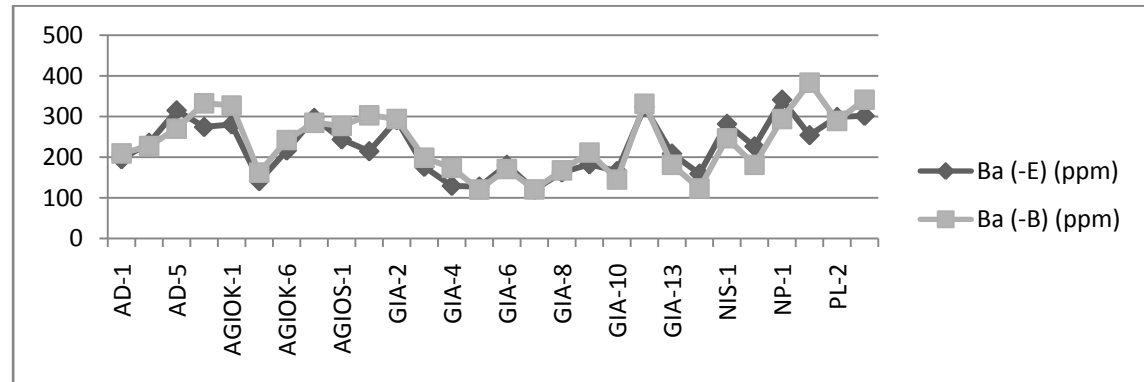
Εικ. Γ.3.14Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων As, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



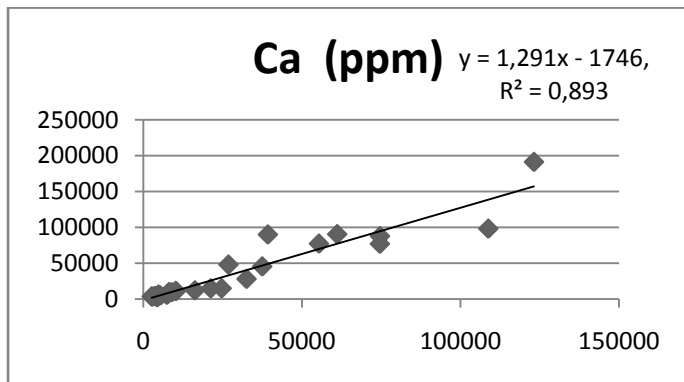
Εικ. Γ.3.14Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων As, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



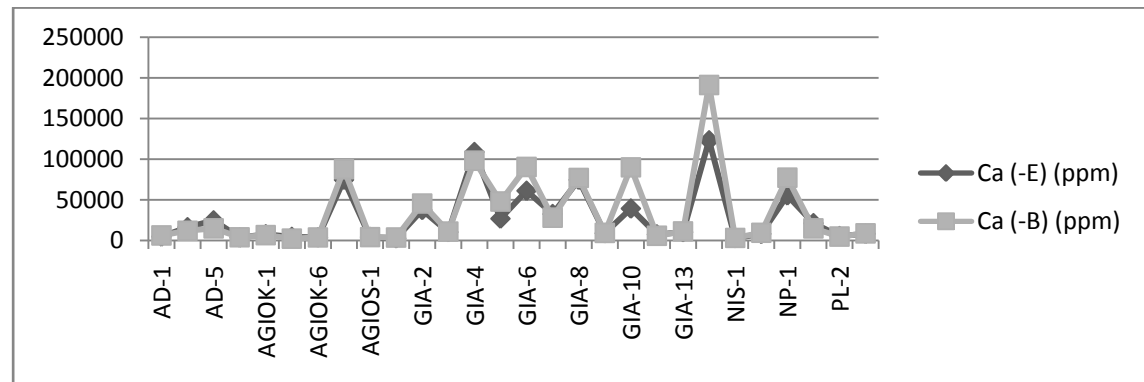
Εικ. Γ.3.15Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Ba, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



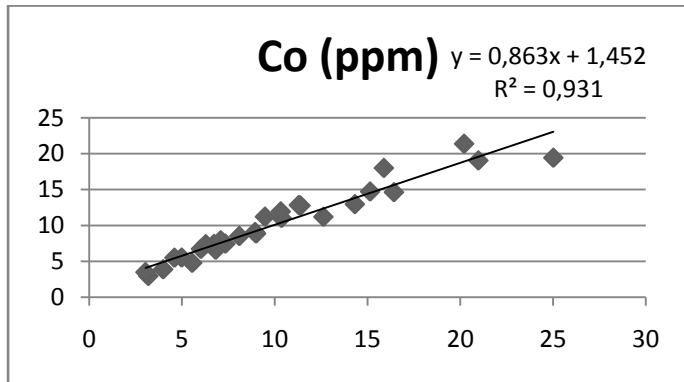
Εικ. Γ.3.15Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Ba, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



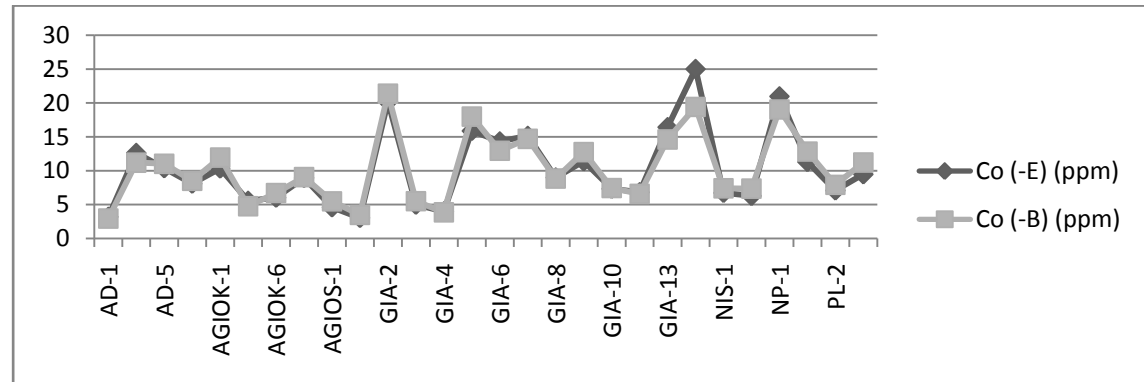
Εικ. Γ.3.16Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Ca, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



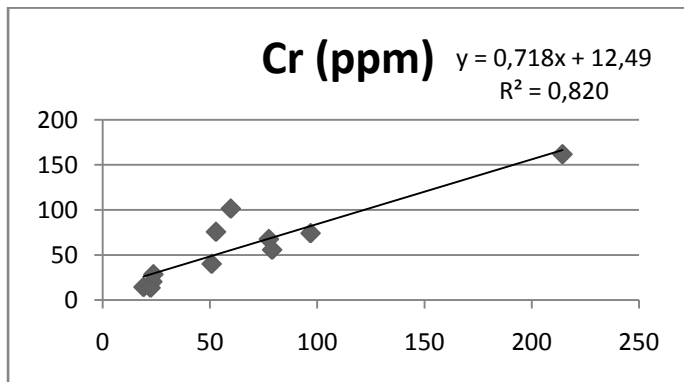
Εικ. Γ.3.16Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Ca, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



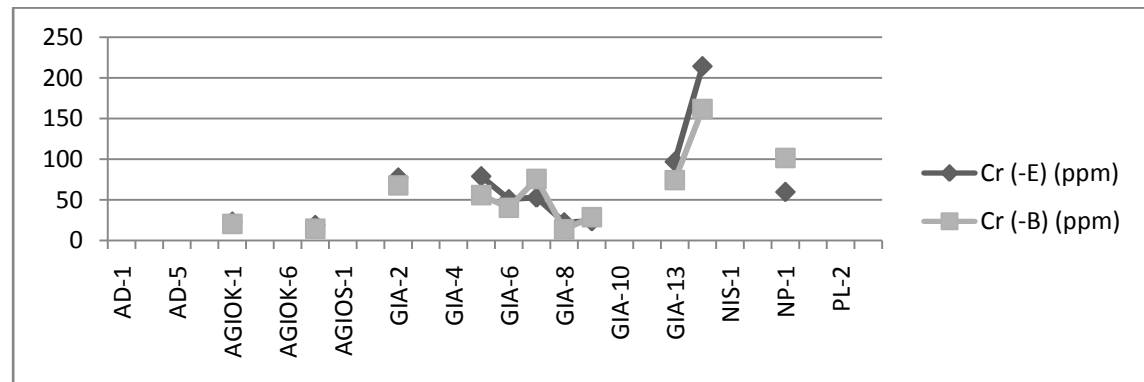
Εικ. Γ.3.17Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Co, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



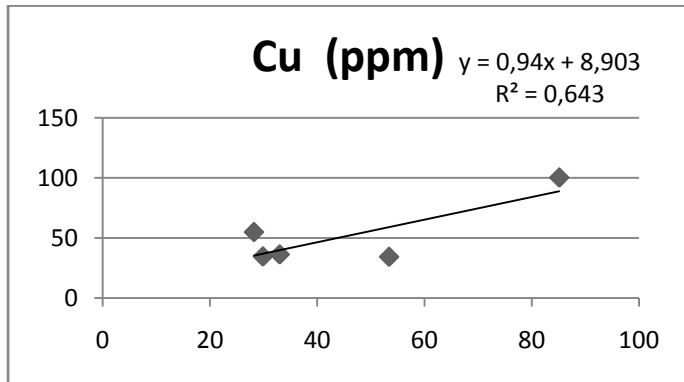
Εικ. Γ.3.17Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Co, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



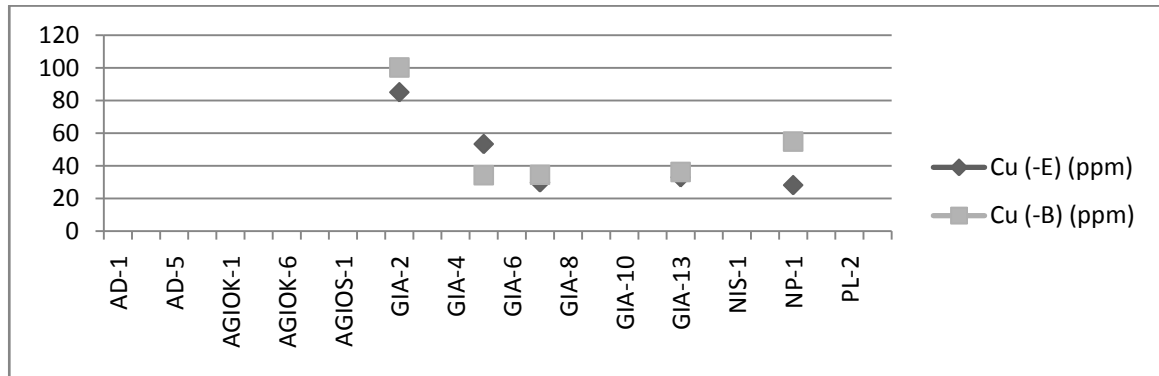
Εικ. Γ.3.18Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Cr, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



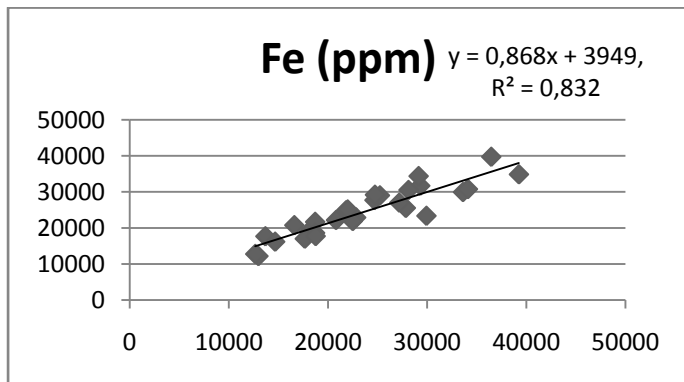
Εικ. Γ.3.18Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Cr, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



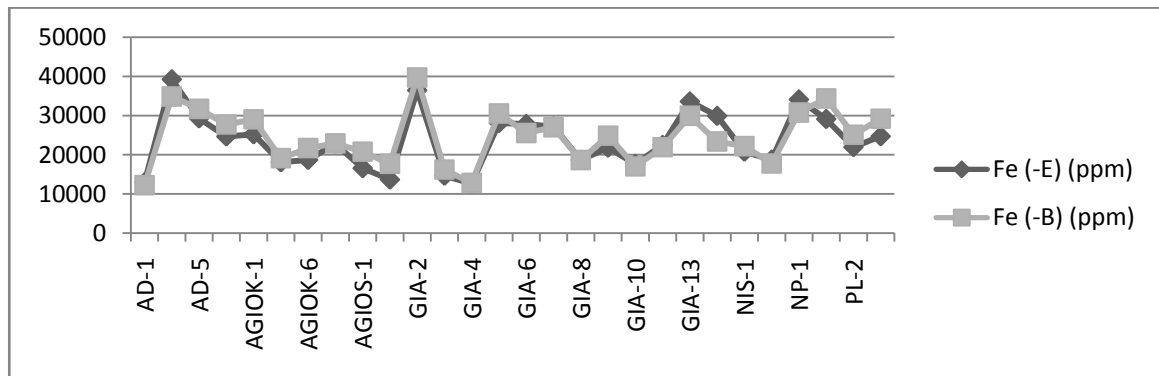
Εικ. Γ.3.19Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Cu, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



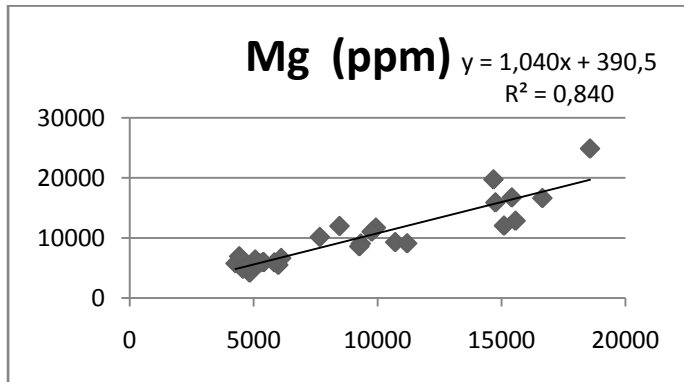
Εικ. Γ.3.19Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Cu, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



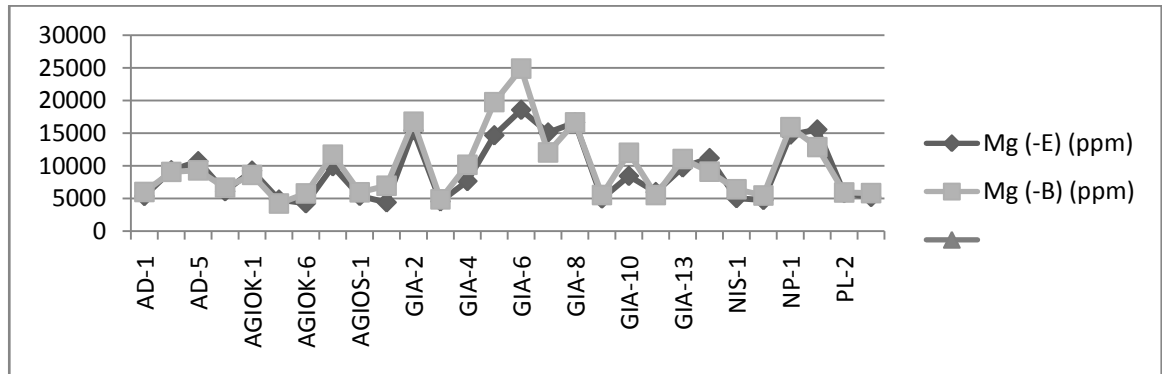
Εικ. Γ.3.20Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Fe, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



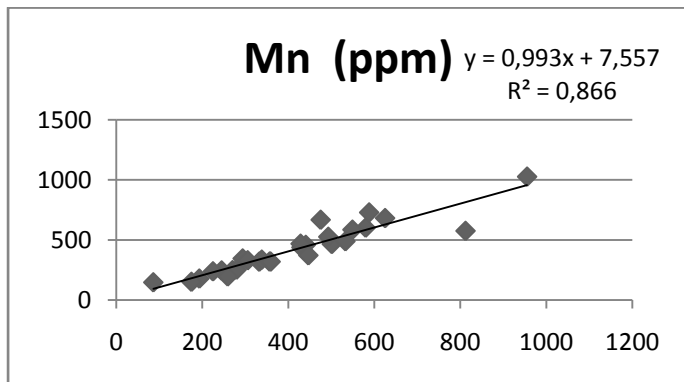
Εικ. Γ.3.20Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Fe, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



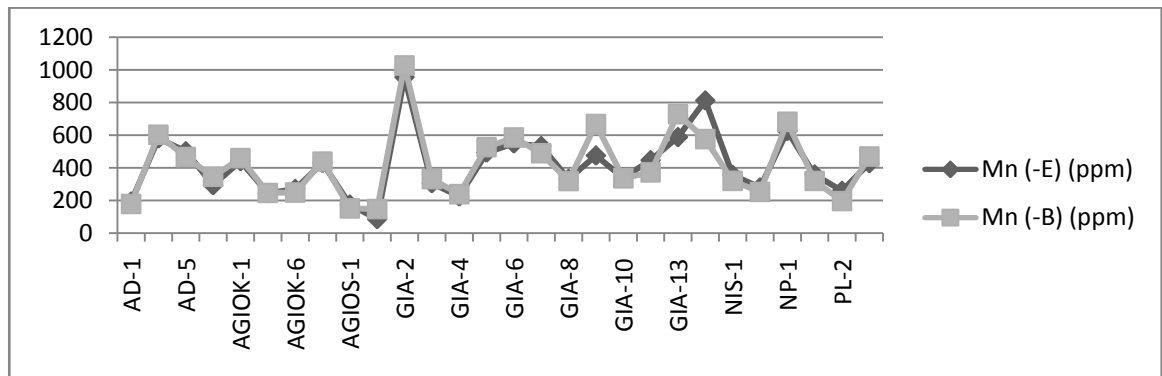
Εικ. Γ.3.21Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Mg, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



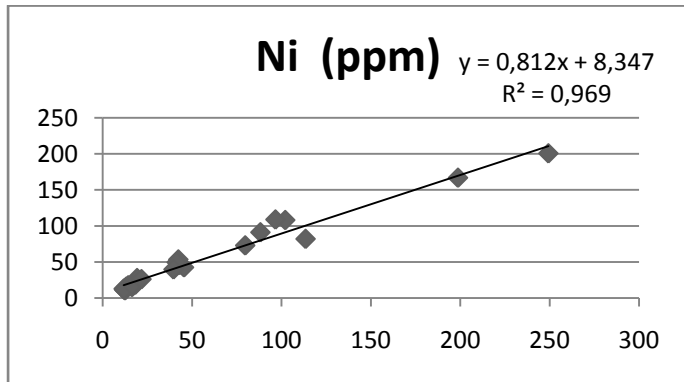
Εικ. Γ.3.21Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Mg, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



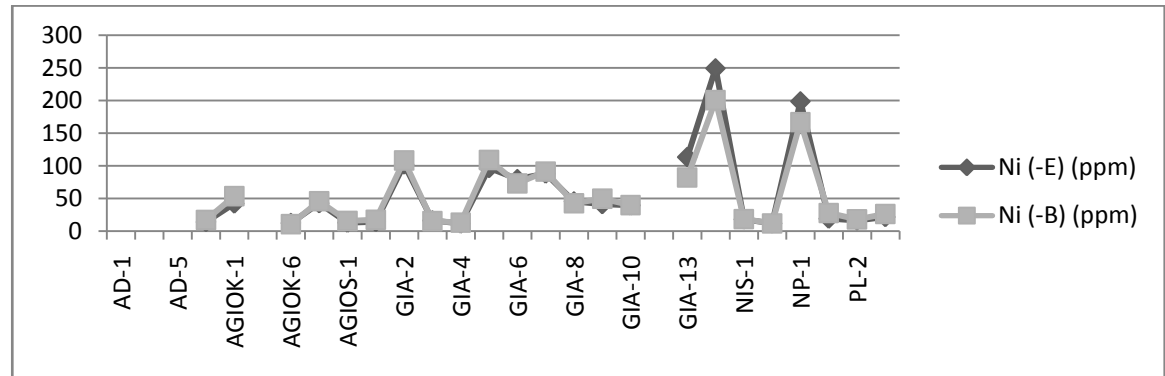
Εικ. Γ.3.22Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Mn, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



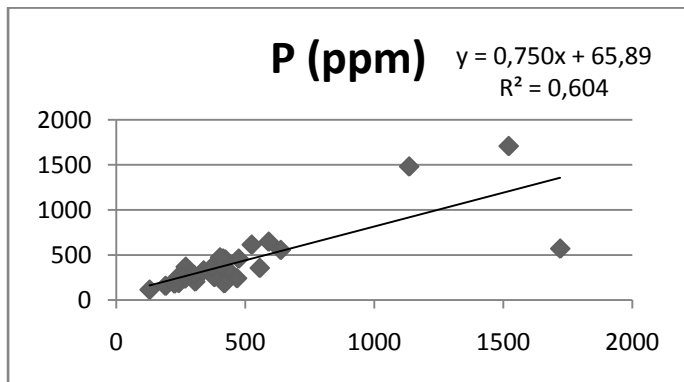
Εικ. Γ.3.22Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Mn, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



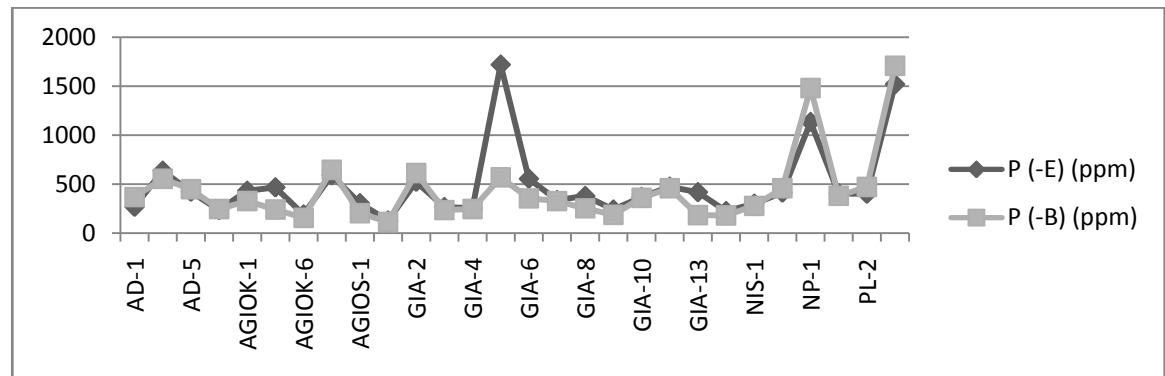
Εικ. Γ.3.23Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Ni, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



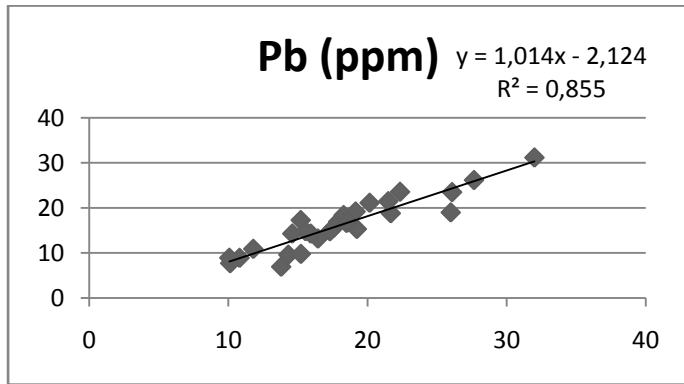
Εικ. Γ.3.23Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Ni, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



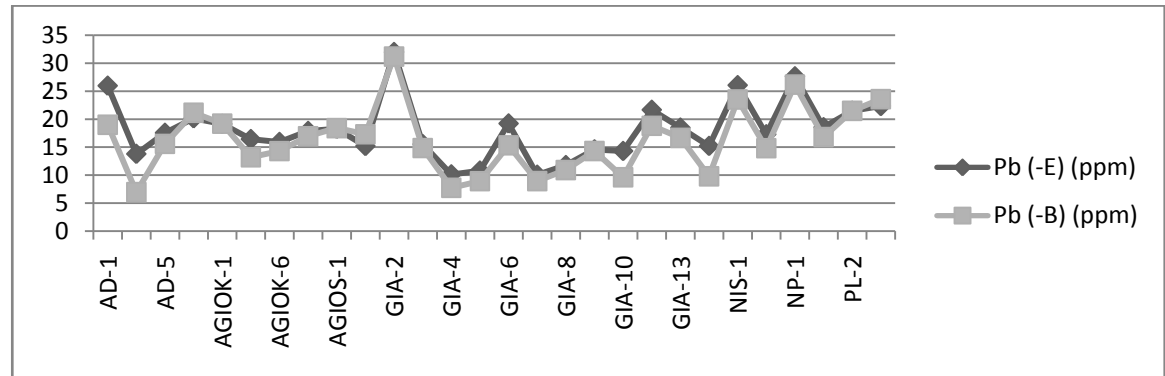
Εικ. Γ.3.24Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων P, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



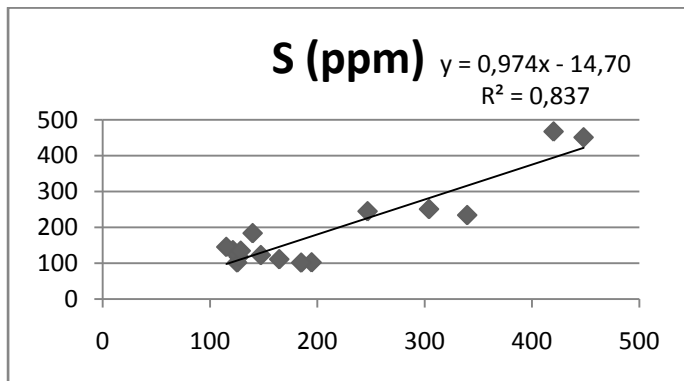
Εικ. Γ.3.24Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων P, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



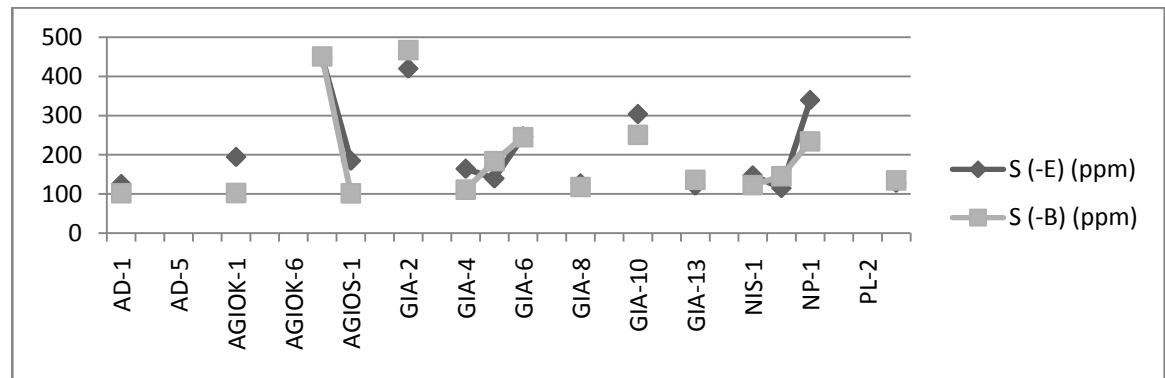
Εικ. Γ.3.25Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Pb, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



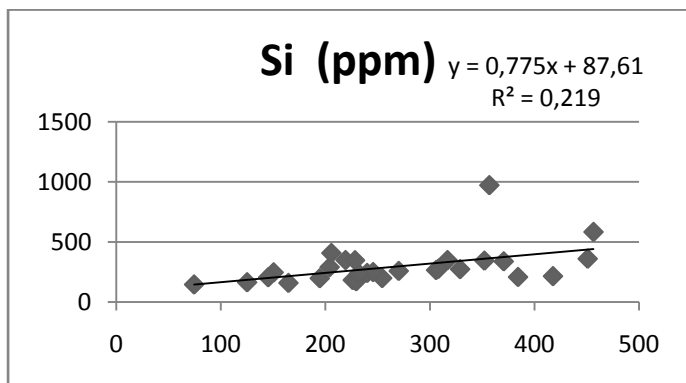
Εικ. Γ.3.25Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Pb, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



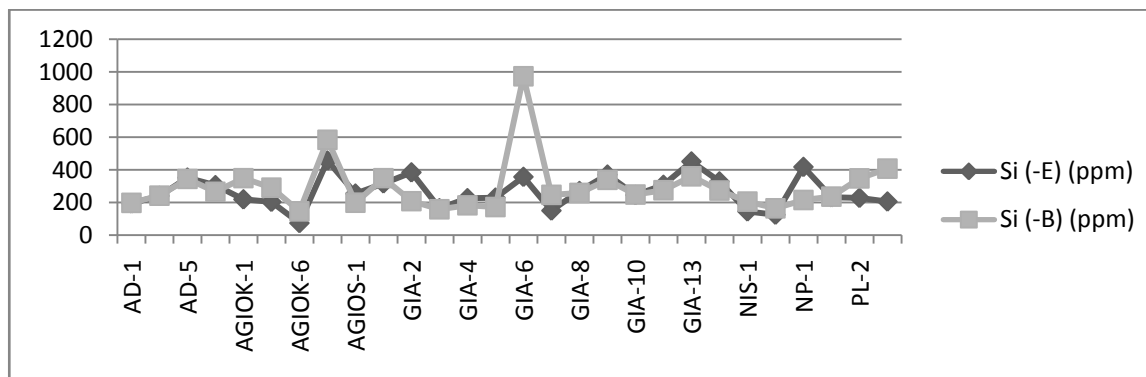
Εικ. Γ.3.26Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων S, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



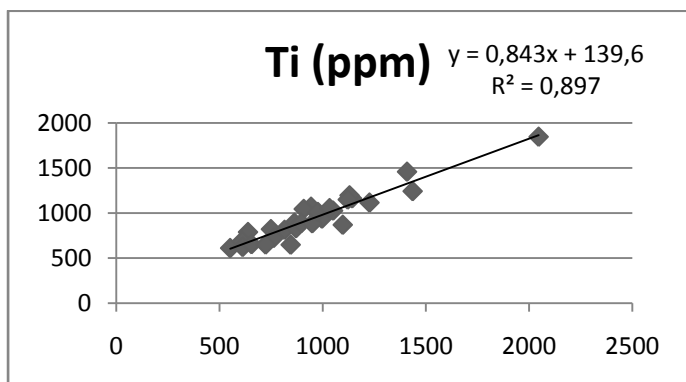
Εικ. Γ.3.26Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων S, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



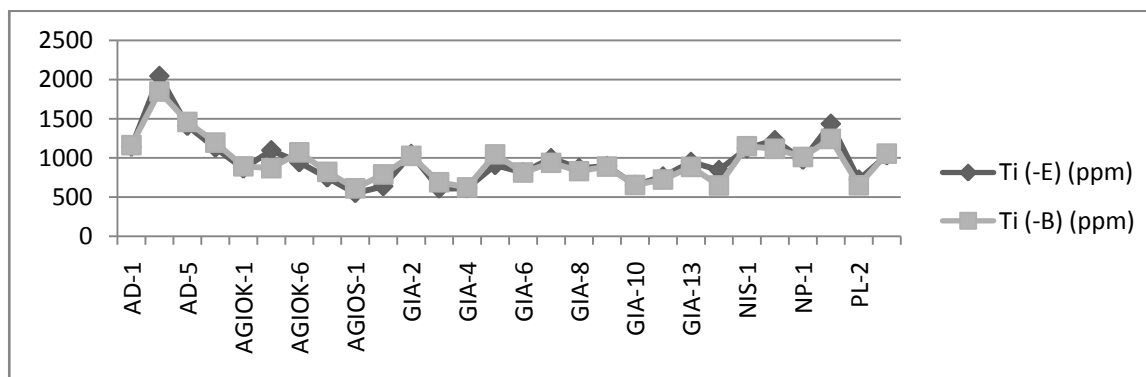
Εικ. Γ.3.27Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Si, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



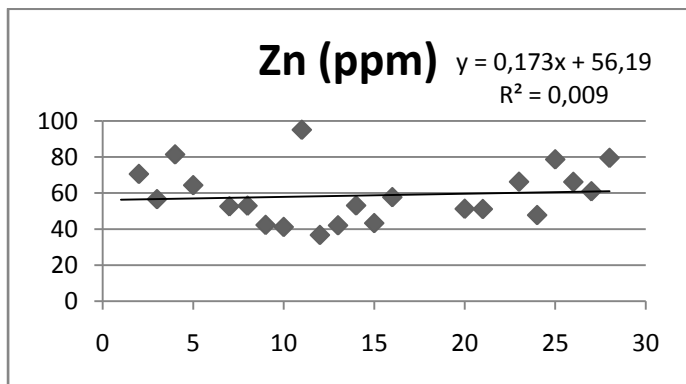
Εικ. Γ.3.27Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Si, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



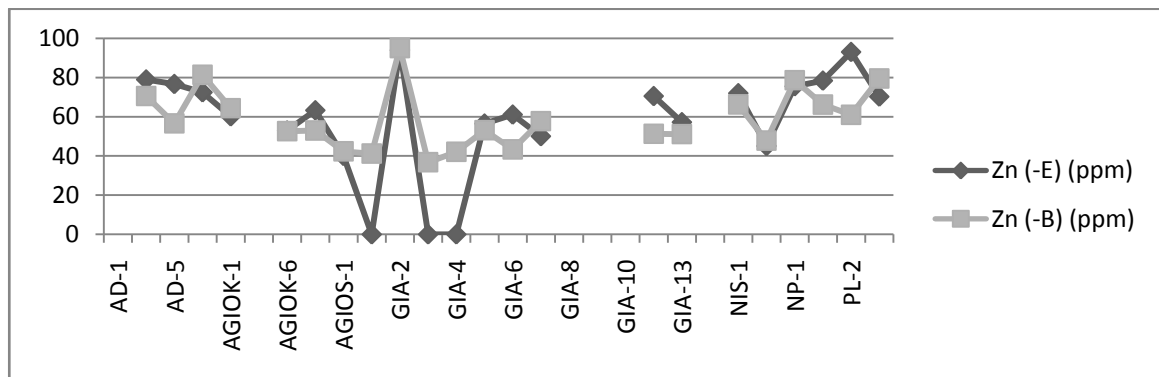
Εικ. Γ.3.28Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Ti, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



Εικ. Γ.3.28Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Ti, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.



Εικ. Γ.3.29Α. Διάγραμμα συσχέτισης των συγκεντρώσεων Zn, των εδαφικών δειγμάτων επιφάνειας (οριζόντιος άξονας), ως προς τα εδαφικά δείγματα βάθους (κατακόρυφος άξονας).



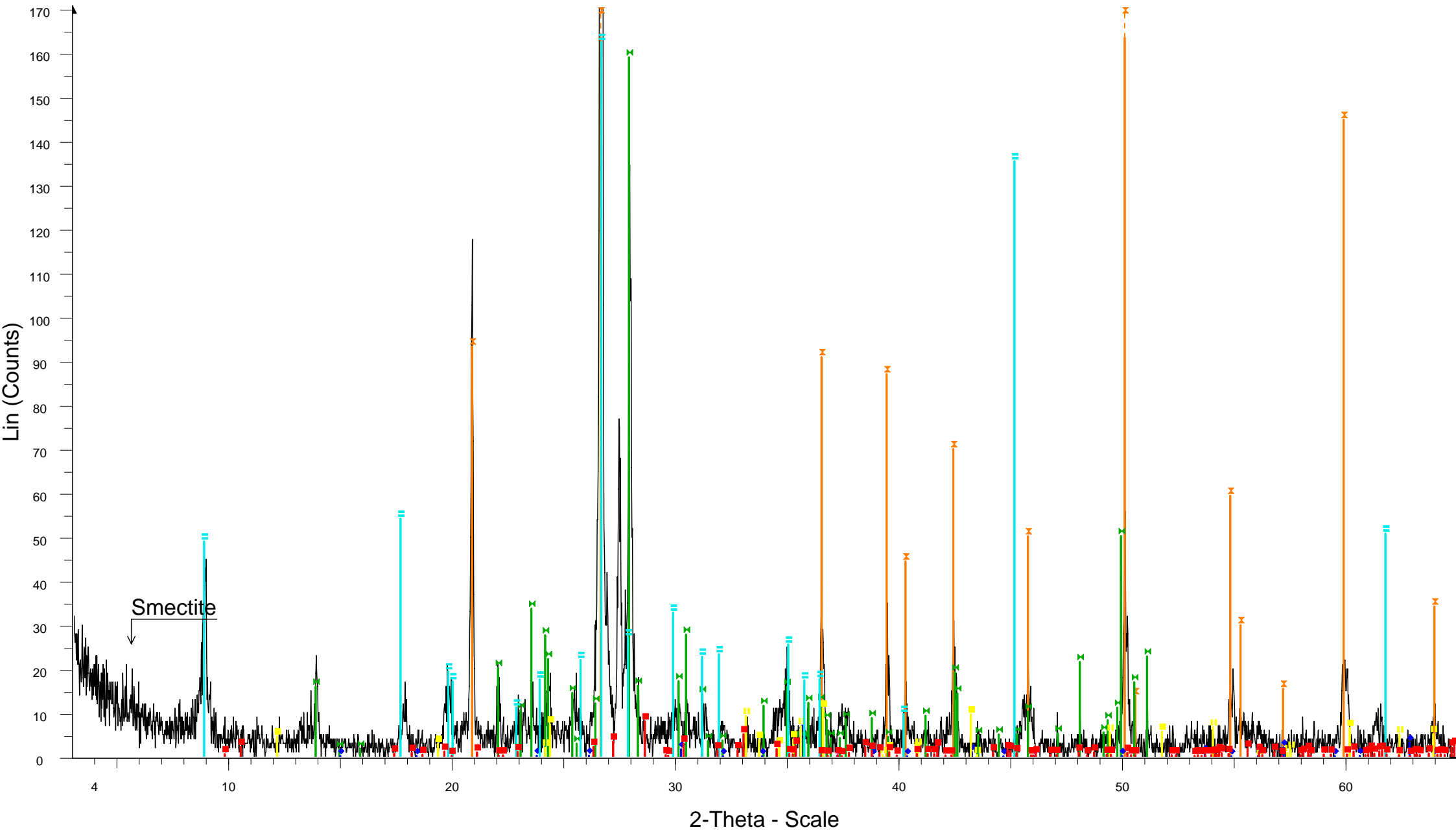
Εικ. Γ.3.29Β. Διάγραμμα αντιπαραβολής των συγκεντρώσεων Zn, ανάμεσα στα εδαφικά δείγματα επιφάνειας και βάθους.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3
ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

ΜΕΡΟΣ Α

**ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ
ΕΠΙΦΑΝΙΑΚΩΝ ΕΛΑΦΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ**

AD-1-EPIF



AD-1-EPIF - File: AD-1-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step tim Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 1.53 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - Operations: Import

Quartz, syn - SiO₂ - Y: 141.75 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -

Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 30.39 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -

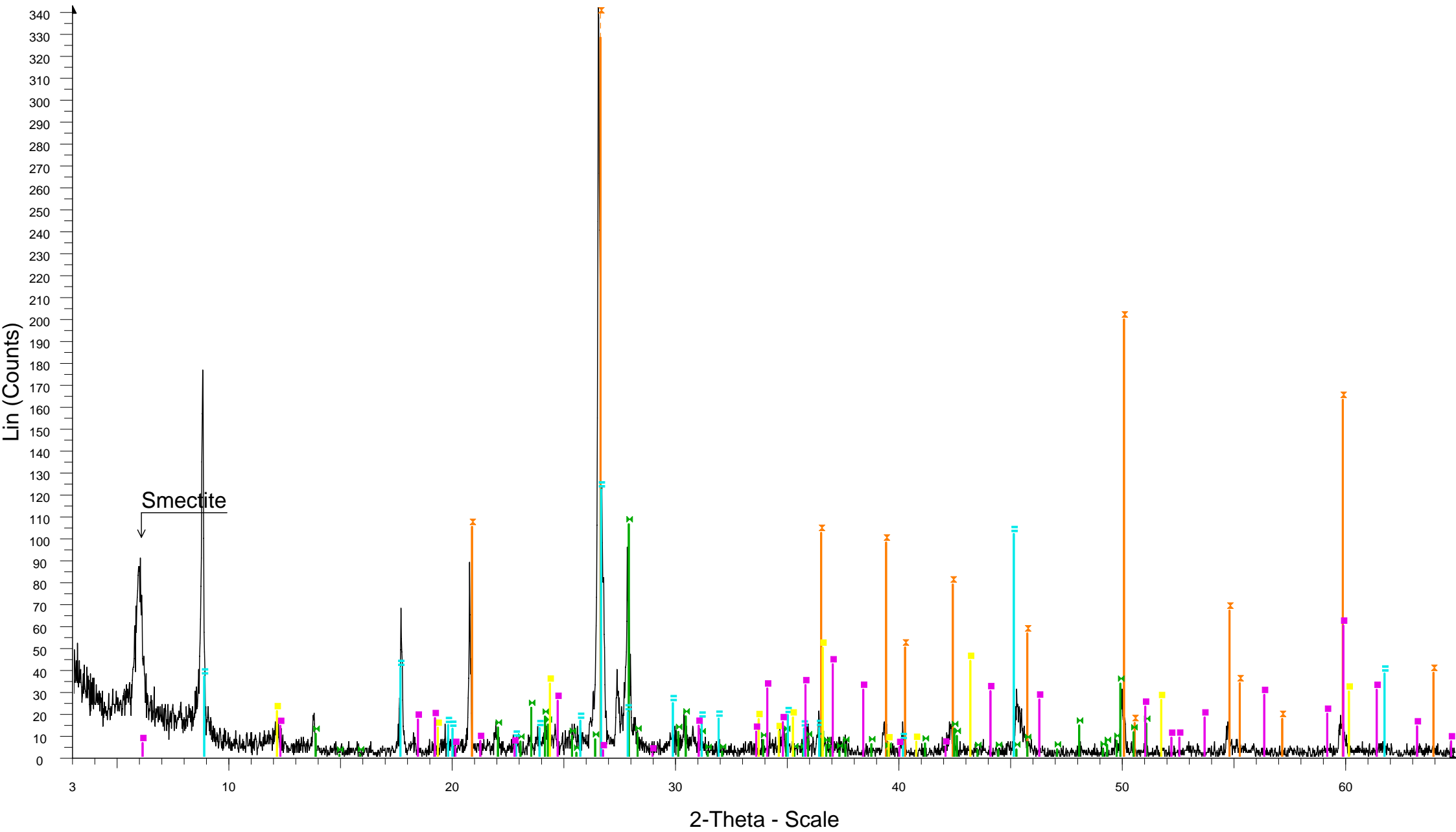
Maghemite-C, syn - Fe₂O₃ - Y: 1.04 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.4 -

Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 1.76 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.4 -

Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 31.06 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 2.08 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

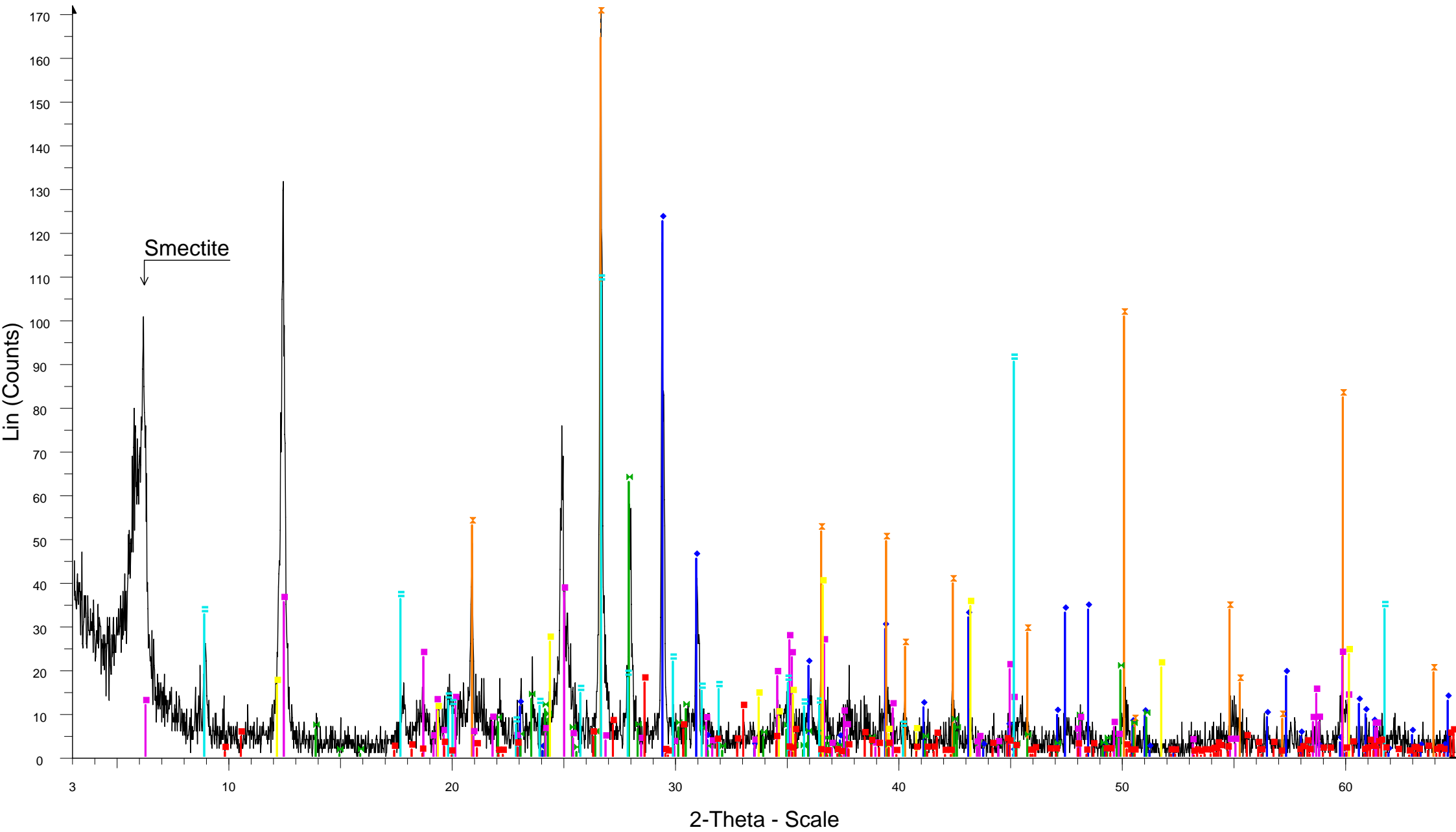
AD-22-EPIF



AD-22-EPIF - File: AD-22-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: 0.00 ° - X: 0
Operations: Import

- Quartz, syn - SiO_2 - Y: 244.09 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/Ic PDF 3.4 -
- Albite, ordered - $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - Y: 31.05 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/Ic PDF 2.1 -
- Illite-2M1 - $(\text{K},\text{H}_3\text{O})\text{Al}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$ - Y: 35.70 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Clinochrysoile-2Mc1 - $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ - Y: 14.58 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Clinochlore-2A, chromian - $(\text{Mg},\text{Cr})_6(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ - Y: 17.51 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

AD-2-EPIF

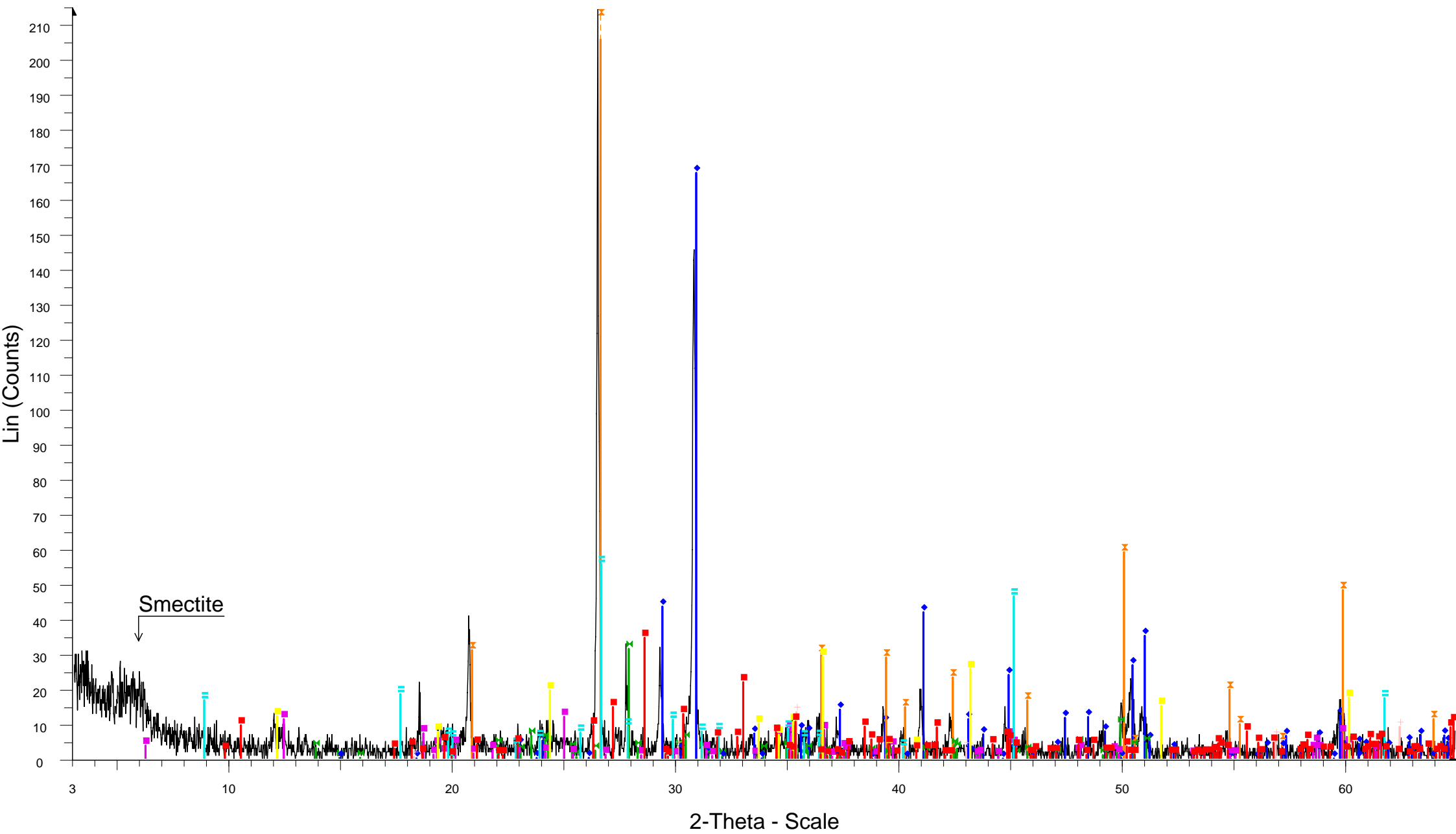


AD-2-EPIF - File: AD-2-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step tim
Operations: Import

- Dolomite - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ - Y: 26.47 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -
- Calcite, syn - CaCO_3 - Y: 71.48 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/lc PDF 2. -
- Quartz, syn - SiO_2 - Y: 245.75 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -
- Albite, ordered - $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - Y: 36.70 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -
- Clinocllore-1M11b - $(\text{Mg}_5\text{Al})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ - Y: 21.95 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Illite-2M1 - $(\text{K},\text{H}_3\text{O})\text{Al}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$ - Y: 63.30 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Clinochrysotile-2Mc1 - $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ - Y: 22.92 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
Actinolite - $\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ - Y: 9.95 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

AGG-3-EPIF

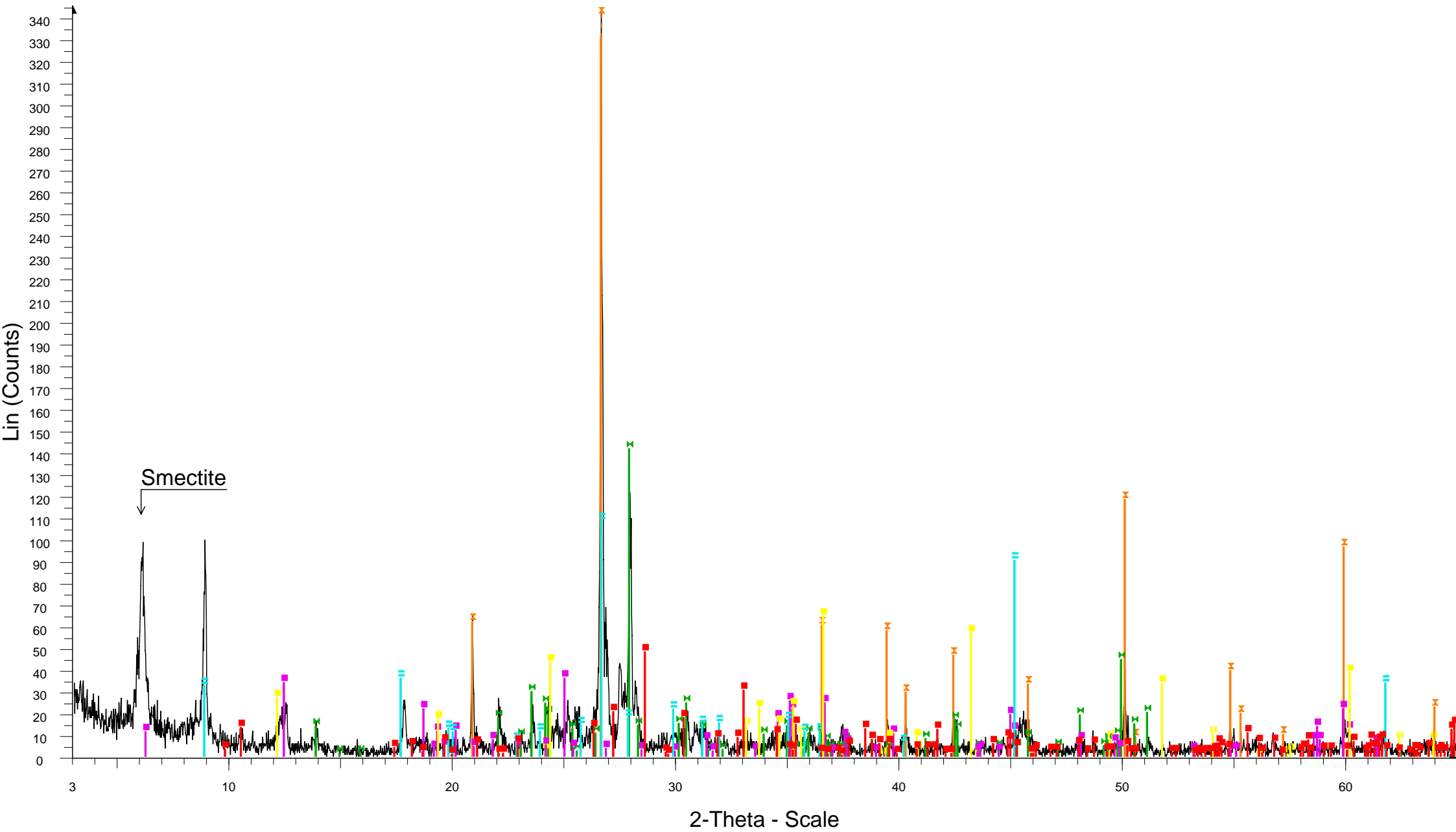


AGG-3-EPIF - File: AGG-3-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Ste
Operations: Import

- ◆ Dolomite - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ - Y: 78.17 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -
- ◆ Calcite, syn - CaCO_3 - Y: 20.33 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/lc PDF 2. -
- ◇ Quartz, syn - SiO_2 - Y: 115.39 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -
- ◇ Albite, ordered - $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - Y: 14.68 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -
- ◆ Maghemite-C, syn - Fe_2O_3 - Y: 3.83 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.4 -
- ◇ Magnetite, syn - $\text{Fe}_3\text{Fe}_2\text{O}_4$ - Y: 6.25 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 4.9 -

- ◇ Clinochlore-1MIIb - $(\text{Mg}_5\text{Al})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ - Y: 5.62 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ◇ Illite-2M1 - $(\text{K},\text{H}_3\text{O})\text{Al}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$ - Y: 26.02 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ◇ Clinochrysotile-2Mc1 - $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ - Y: 13.63 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ◇ Actinolite - $\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ - Y: 16.16 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

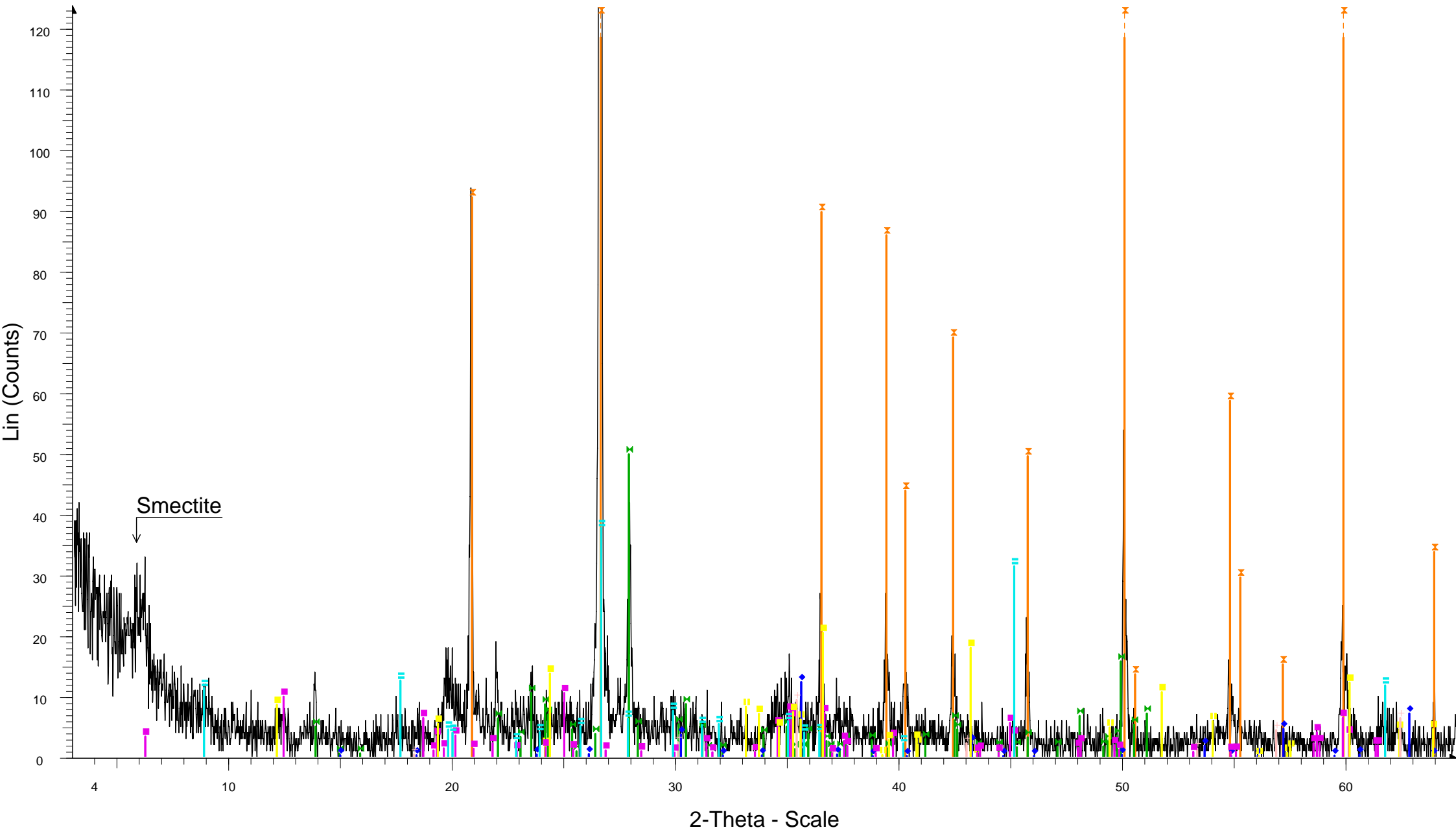
AGIOK-9-EPIF



AGIOK-9-EPIF - File: AGIOK-9-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 13.96 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - Y: 143.38 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4
- Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 41.04 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1
- Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 4.12 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.4
- Clinochlore-1MIIb - (Mg₅Al)(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 10.47 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 31.47 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 18.75 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

AR-14-EPIF

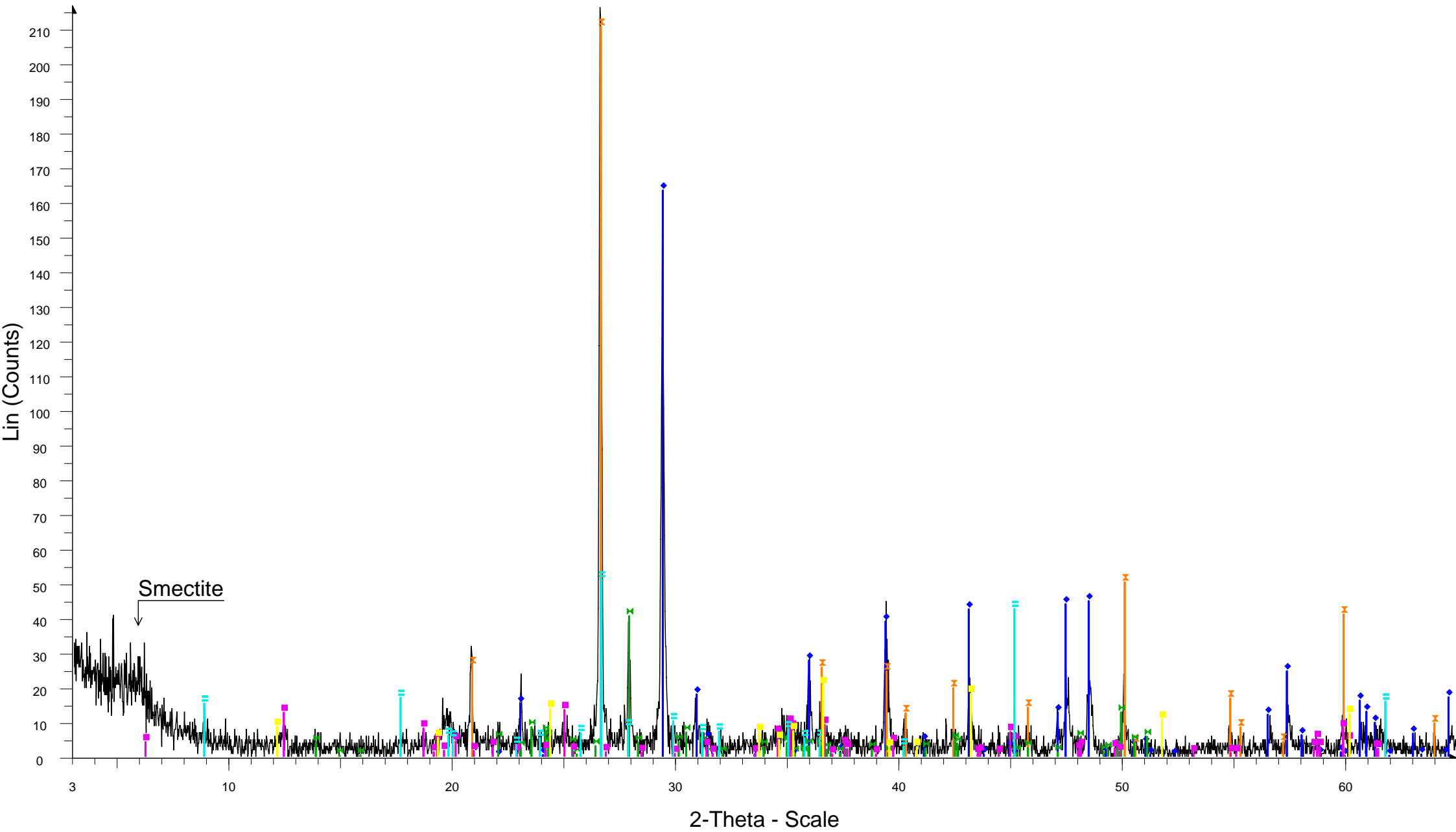


AR-14-EPIF - File: AR-14-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step
Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - Y: 149.73 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -
- Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 10.18 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -
- Maghemite-C, syn - Fe₂O₃ - Y: 2.52 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.4 -
- Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 1.68 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.4 -
- Magnetite, syn - Fe₃Fe₂O₄ - Y: 1.91 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 4.9 -
- Clinocllore-1MIIb - (Mg₅Al)(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 2.15 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

- Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 7.70 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 4.17 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

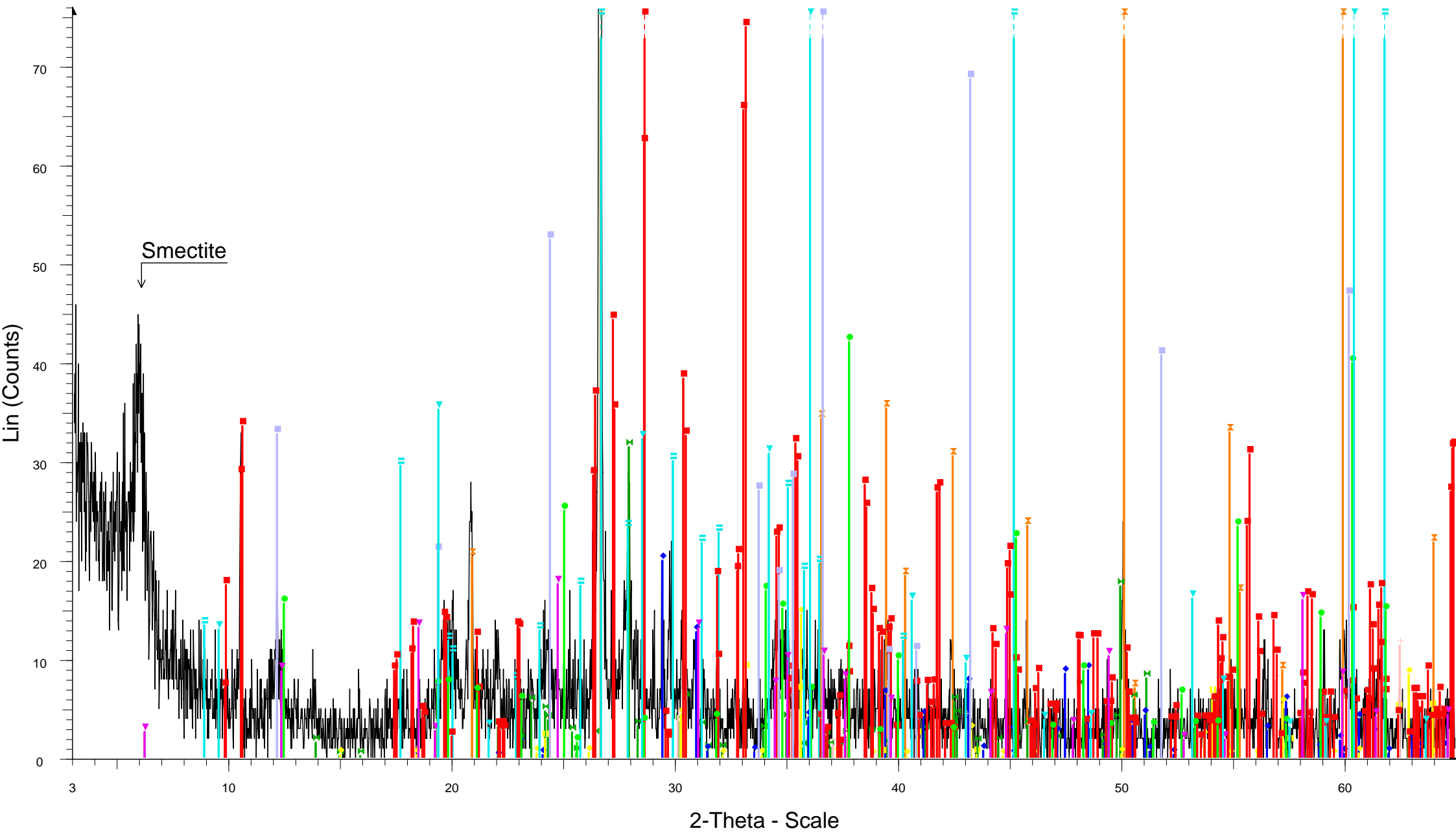
AR-5-EPIF



AR-5-EPIF - File: AR-5-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step tim Clinochrysotile-2Mc1 - Mg3Si2O5(OH)4 - Y: 9.58 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
Operations: Import

- Dolomite - CaMg(CO3)2 - Y: 8.33 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -
- Calcite, syn - CaCO3 - Y: 75.56 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/lc PDF 2. -
- Quartz, syn - SiO2 - Y: 97.40 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -
- Albite, ordered - NaAlSi3O8 - Y: 18.78 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -
- Clinochlore-1M11b - (Mg5Al)(Si,Al)4O10(OH)8 - Y: 6.26 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Illite-2M1 - (K,H3O)Al2Si3AlO10(OH)2 - Y: 23.70 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

AT-1-A-EPIF



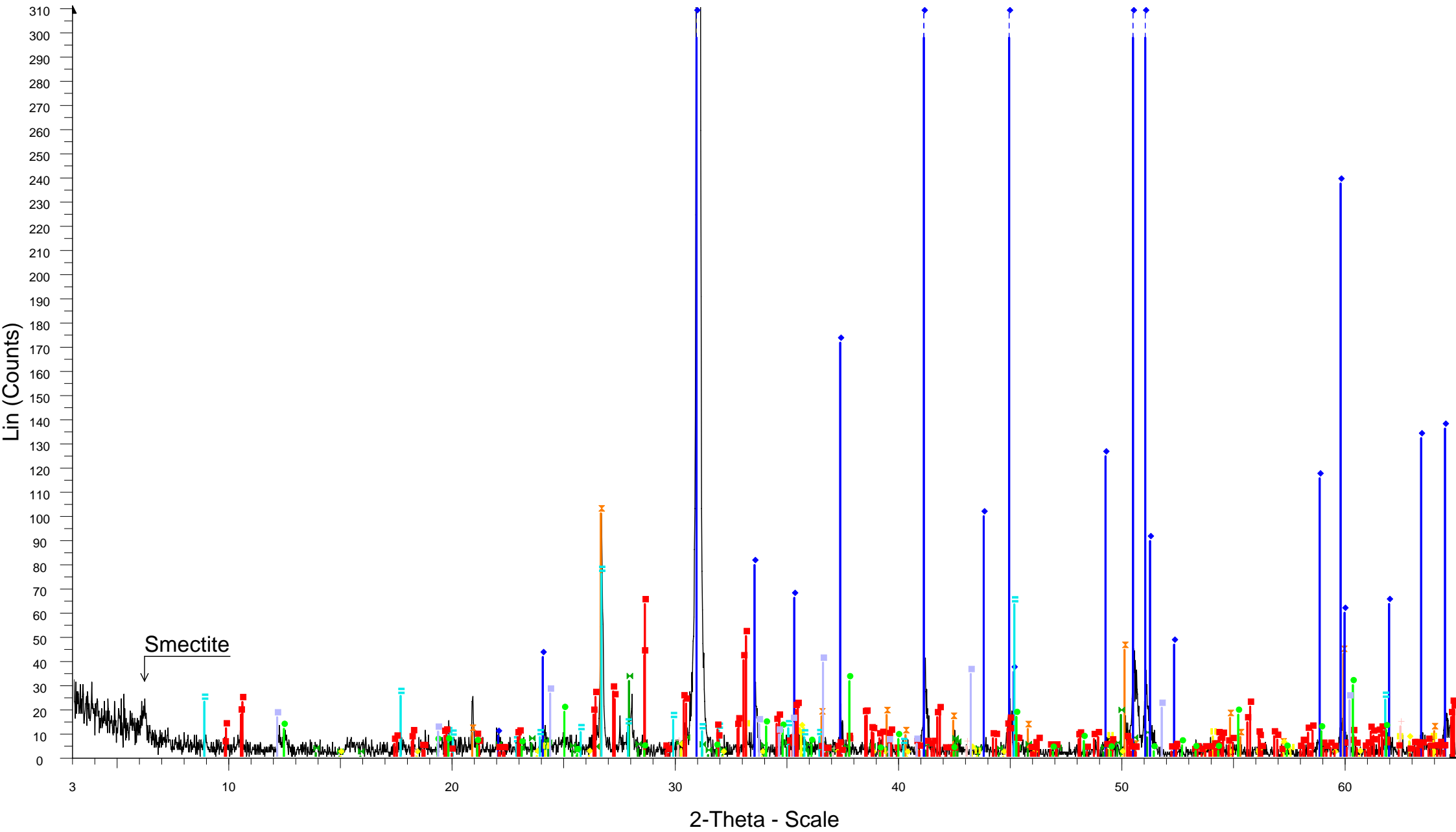
2-Theta - Scale

AT-1-A-EPIF - File: AT-1-A-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Ste
 Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - Y: 126.07 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -
- Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 19.24 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -
- Dolomite - CaMg(CO₃)₂ - Y: 7.80 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -
- Calcite, syn - CaCO₃ - Y: 12.22 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/lc PDF 2. -
- Maghemite-C, syn - Fe₂O₃ - Y: 8.88 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.4 -
- Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 5.46 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.4 -

- Magnetite, syn - FeFe₂O₄ - Y: 10.20 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 4.9 -
- Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 113.40 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 63.36 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Tremolite - Ca₂Mg₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 45.24 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.1 -
- Lizardite-6(3)T, aluminian - (Mg,Al)₃(Si,Al)₂O₅(OH)₄ - Y: 25.75 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal -
- Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 47.77 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Clinochlore-2MIIb - (Mg,Al)₆(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 10.77 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Talc - Mg₃Si₄O₁₀(OH)₂ - Y: 64.59 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

AT-4A-EPIF



2-Theta - Scale

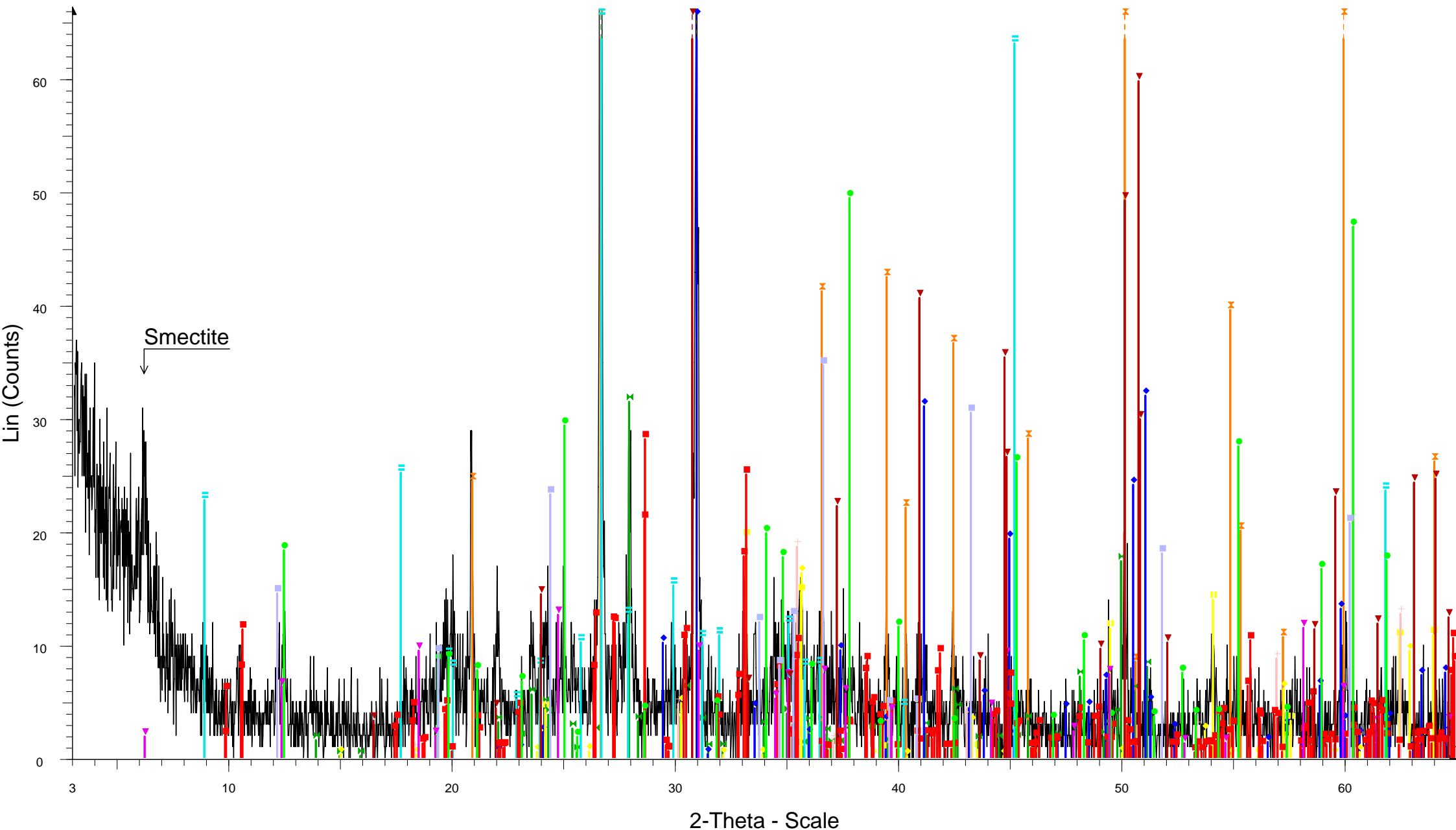
AT-4A-EPIF - File: AT-4A-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step

Operations: Import

- ⊠ Quartz, syn - SiO₂ - Y: 8.53 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -
- ⊠ Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 2.66 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -
- ◆ Dolomite - CaMg(CO₃)₂ - Y: 143.56 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -
- ◆ Maghemite-C, syn - Fe₂O₃ - Y: 0.94 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.4 -
- ⊠ Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 1.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.4 -
- ⊠ Magnetite, syn - FeFe₂O₄ - Y: 1.57 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 4.9 -

- ⊠ Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 6.41 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ⊠ Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 5.35 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ⊠ Tremolite - Ca₂Mg₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 4.23 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.1 -
- Lizardite-6(3)T, aluminian - (Mg,Al)₃(Si,Al)₂O₅(OH)₄ - Y: 2.65 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal -
- ⊠ Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 3.30 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

AT-5-B-EPIF



2-Theta - Scale

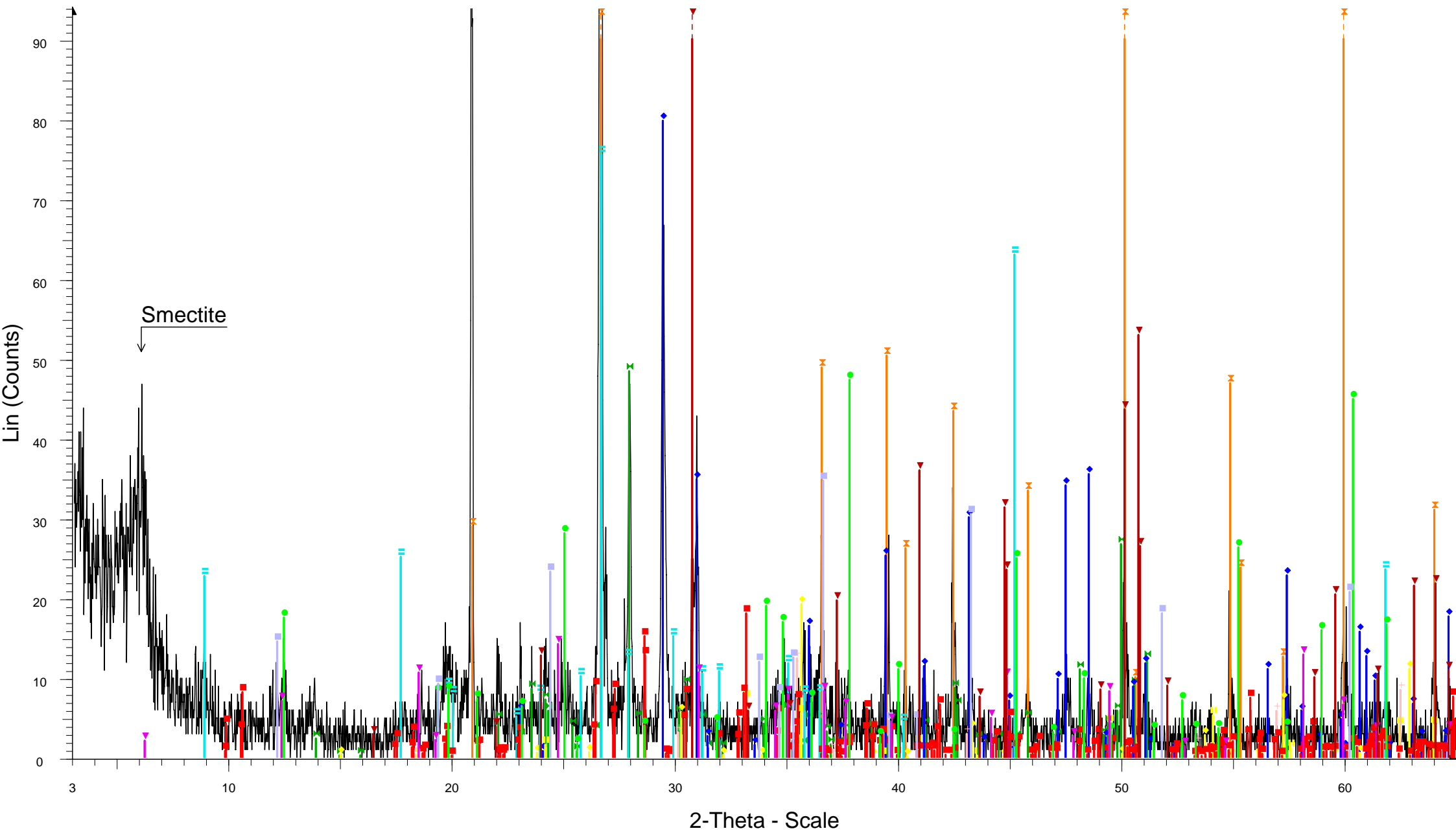
AT-5-B-EPIF - File: AT-5-B-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Ste
 Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - Y: 149.46 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -
- Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 19.01 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -
- Dolomite - CaMg(CO₃)₂ - Y: 56.95 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -
- Calcite, syn - CaCO₃ - Y: 6.16 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/lc PDF 2. -
- Maghemite-C, syn - Fe₂O₃ - Y: 9.88 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.4 -
- Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 11.80 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.4 -

- Magnetite, syn - FeFe₂O₄ - Y: 11.29 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 4.9 -
- Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 45.77 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 17.02 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Tremolite - Ca₂Mg₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 15.13 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.1 -
- Lizardite-6(3)T, aluminian - (Mg,Al)₃(Si,Al)₂O₅(OH)₄ - Y: 29.88 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal -
- Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 20.95 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Clinochlore-2MIIb - (Mg,Al)₆(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 7.65 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Ankerite - Ca(Fe,Mg)(CO₃)₂ - Y: 372.21 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.8 -

695

AT-5D-EPIF



2-Theta - Scale

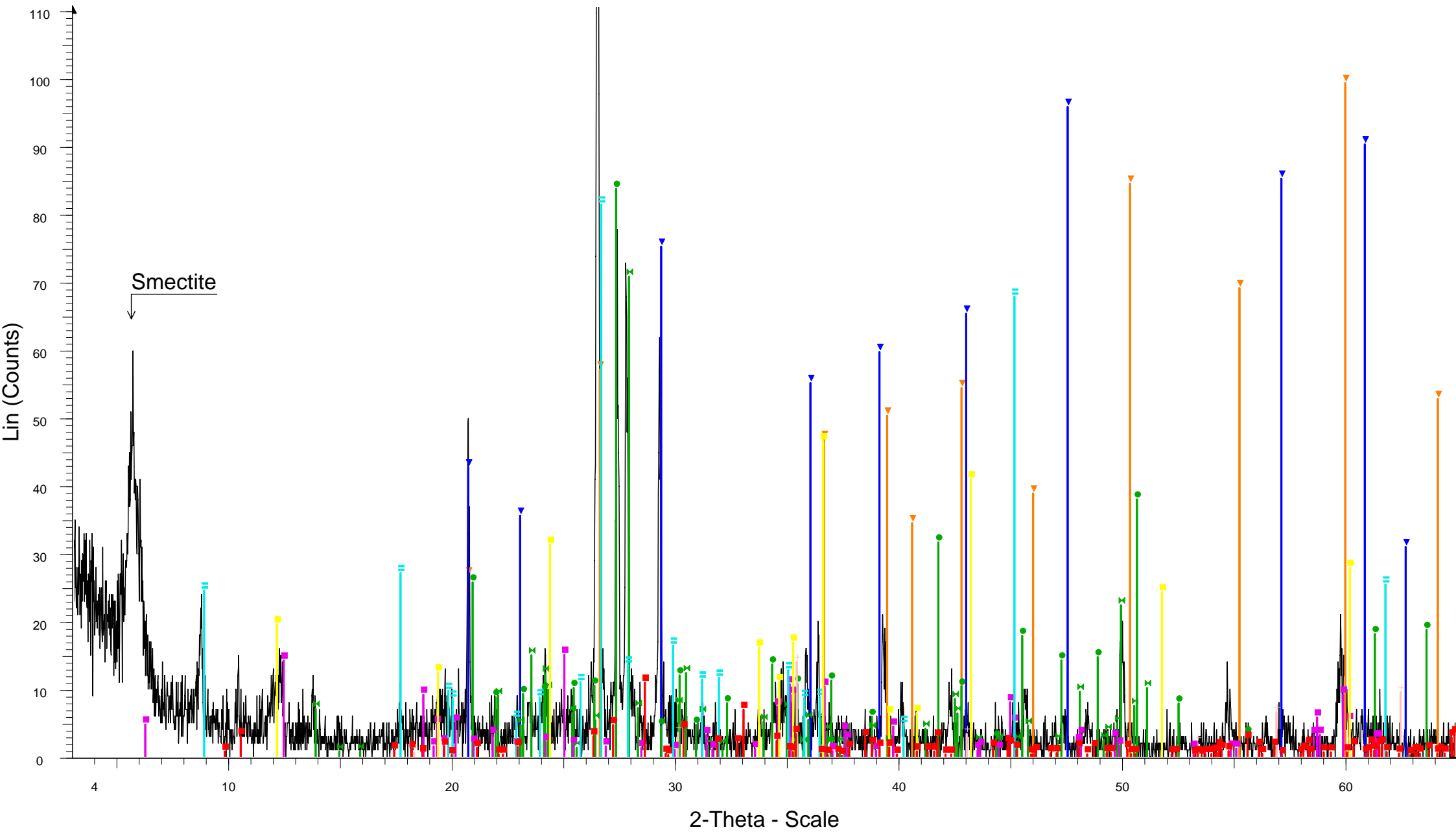
AT-5D-EPIF - File: AT-5D-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step

Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - Y: 95.34 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/Ic PDF 3.4 -
- Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 15.74 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/Ic PDF 2.1 -
- Dolomite - CaMg(CO₃)₂ - Y: 11.33 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -
- Calcite, syn - CaCO₃ - Y: 25.94 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/Ic PDF 2. -
- Maghemite-C, syn - Fe₂O₃ - Y: 6.26 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 1.4 -
- Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 2.42 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 2.4 -

- Magnetite, syn - FeFe₂O₄ - Y: 4.05 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 4.9 -
- Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 24.59 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 4.18 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Tremolite - Ca₂Mg₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 5.88 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 1.1 -
- Lizardite-6(3)T, aluminian - (Mg,Al)₃(Si,Al)₂O₅(OH)₄ - Y: 15.39 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal -
- Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 11.28 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Clinochlore-2MIIb - (Mg,Al)₆(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 4.63 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Ankerite - Ca(Fe,Mg)(CO₃)₂ - Y: 177.40 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 2.8 -

DM-4-EPIF



DM-4-EPIF - File: DM-4-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step ti

Operations: Import

Quartz - SiO₂ - Y: 50.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Calcite - CaCO₃ - Y: 72.90 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 31.69 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -

Microcline - KAlSi₃O₈ - Y: 37.50 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic -

Magnetite, syn - FeFe₂O₄ - Y: 6.25 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 4.9 -

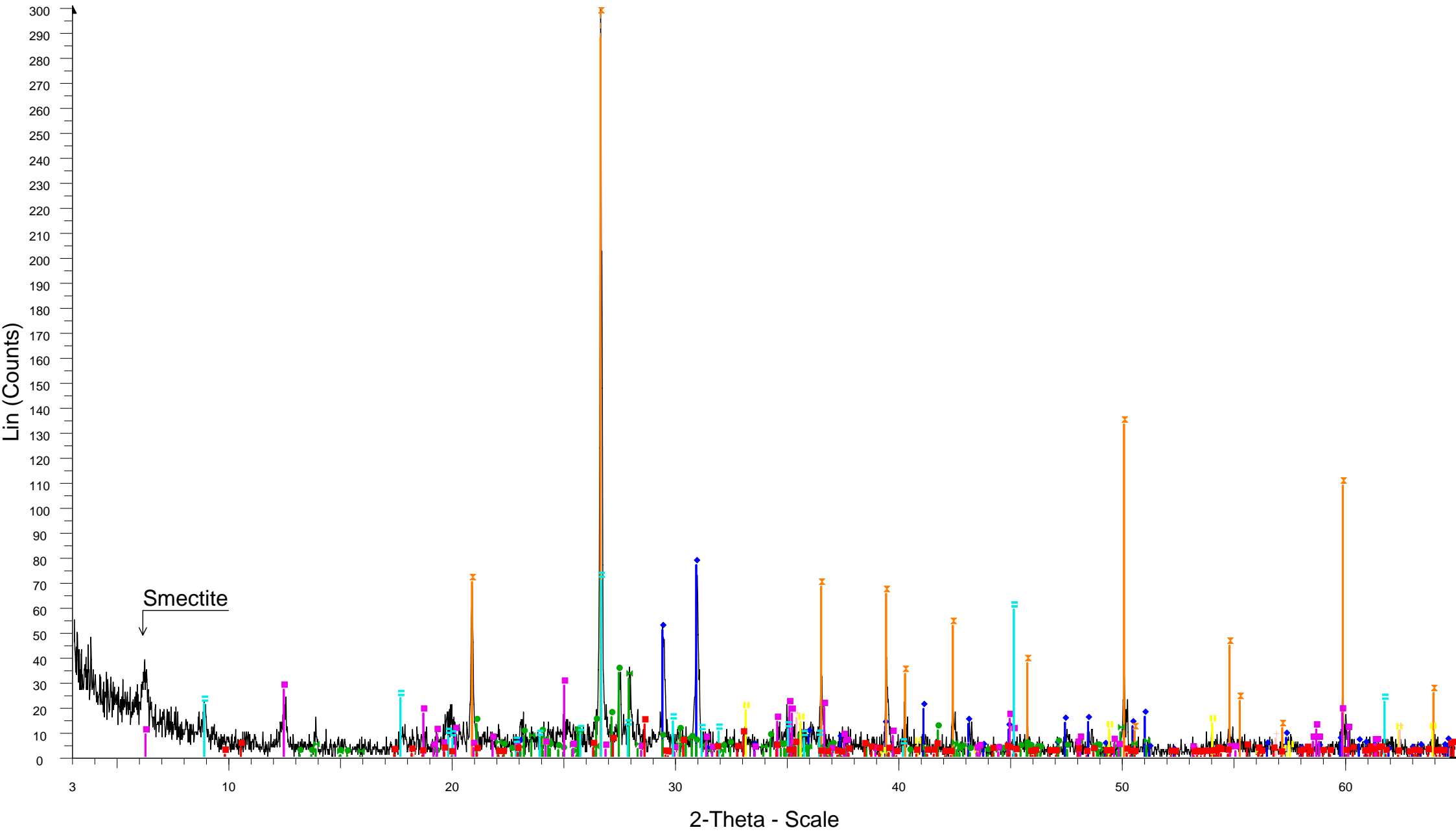
Clinochlore-1MIIb - (Mg₅Al)(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 6.74 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 36.47 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 20.83 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 4.89 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

GIA-11-EPIF



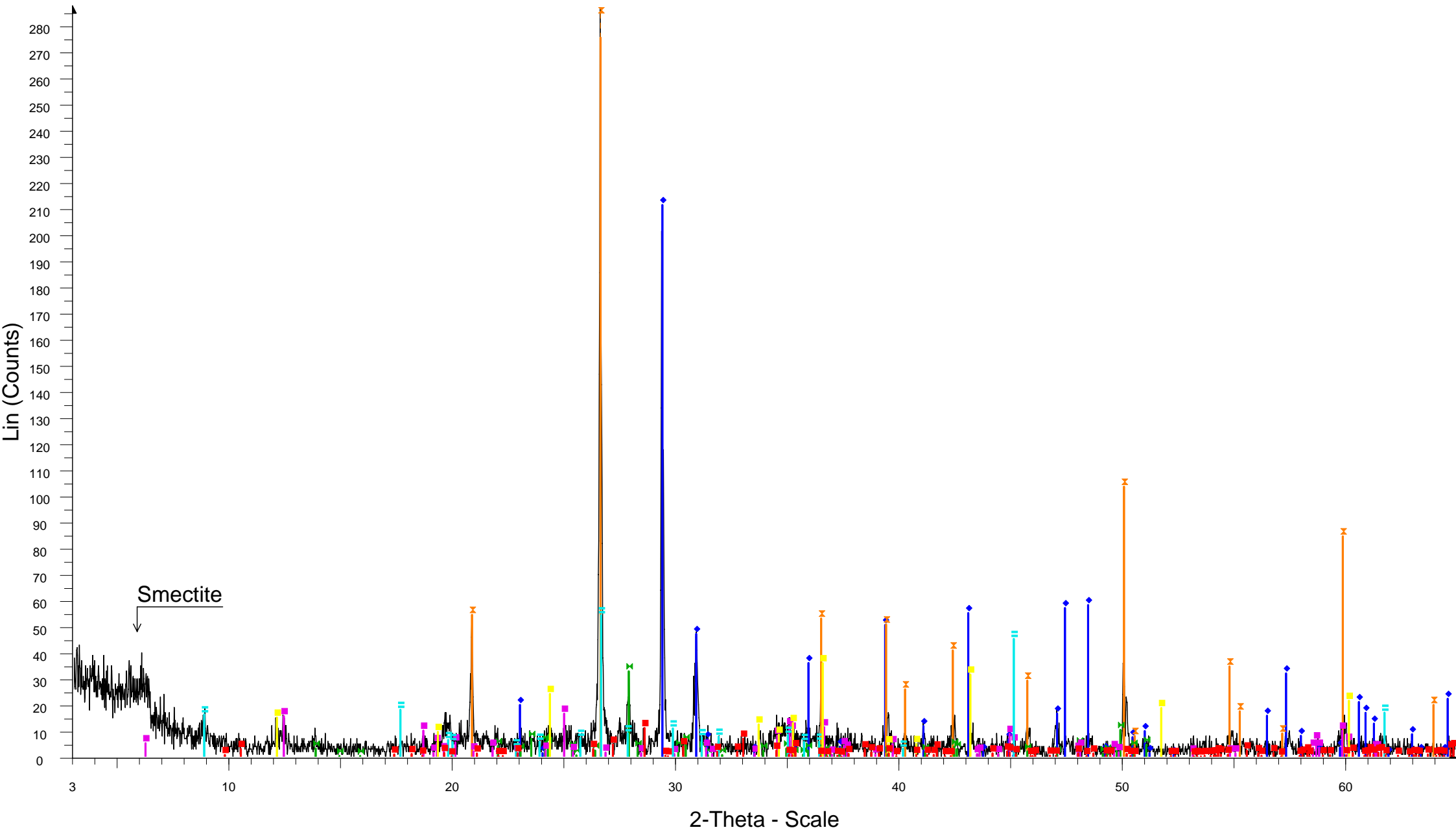
2-Theta - Scale

GIA-11-EPIF - File: GIA-11-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Ste
Operations: Import

- ◆ Dolomite - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ - Y: 25.59 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -
- ◆ Calcite, syn - CaCO_3 - Y: 16.94 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/lc PDF 2. -
- ▣ Quartz, syn - SiO_2 - Y: 185.49 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -
- ▣ Albite, ordered - $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - Y: 10.48 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -
- Microcline, ordered - KAlSi_3O_8 - Y: 11.22 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic -
- ▣ Hematite, syn - Fe_2O_3 - Y: 6.25 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.4 -

- ▣ Magnetite, syn - FeFe_2O_4 - Y: 5.21 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 4.9 -
- ▣ Clinocllore-1M11b - $(\text{Mg}_5\text{Al})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ - Y: 9.53 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ▣ Illite-2M1 - $(\text{K},\text{H}_3\text{O})\text{Al}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$ - Y: 23.62 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ▣ Actinolite - $\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ - Y: 4.35 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

GIA-15-EPIF



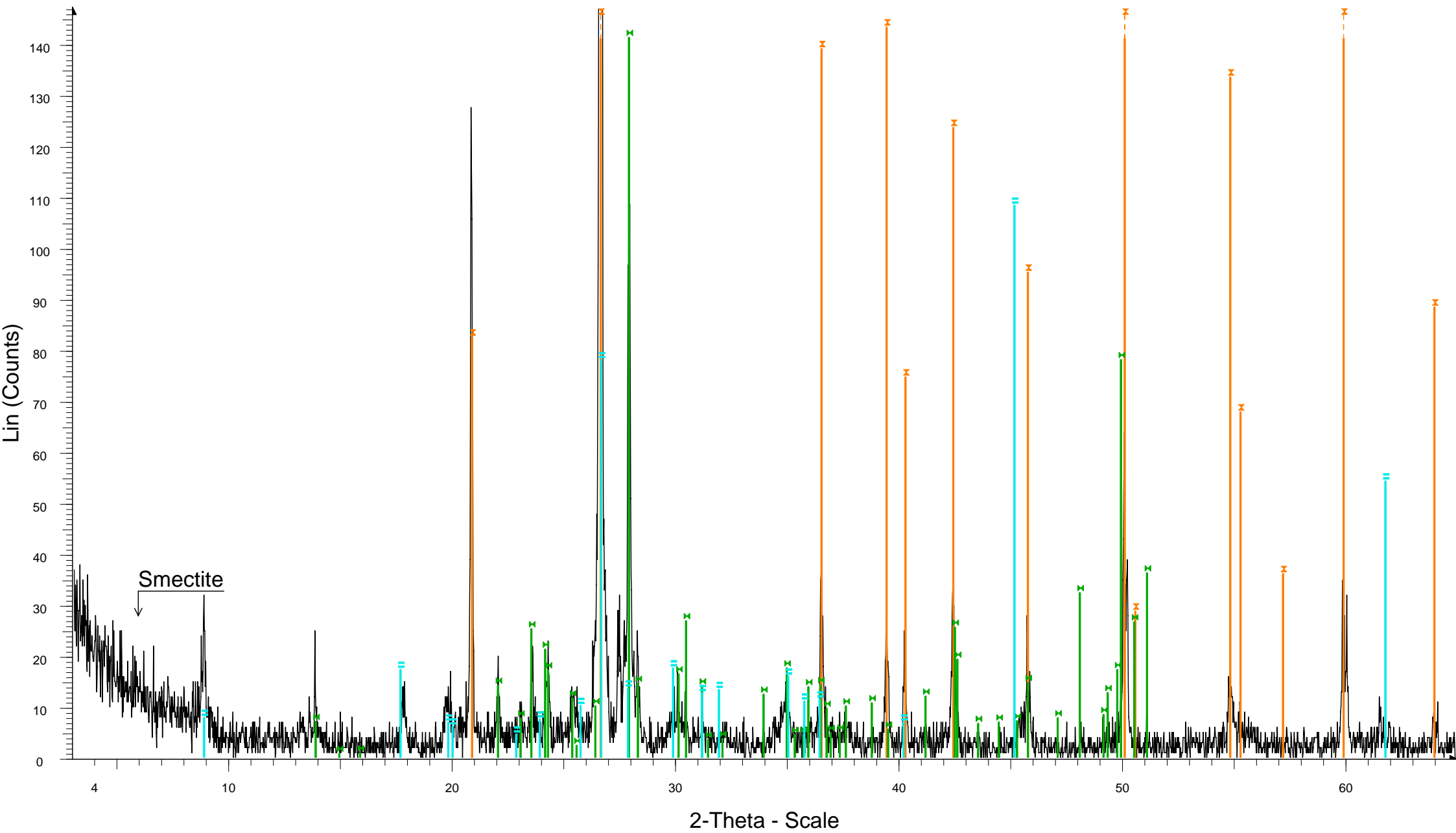
GIA-15-EPIF - File: GIA-15-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Ste
Operations: Import

- ◆ Dolomite - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ - Y: 16.41 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -
- ◆ Calcite, syn - CaCO_3 - Y: 73.63 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/lc PDF 2. -
- ▮ Quartz, syn - SiO_2 - Y: 150.74 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -
- ▮ Albite, ordered - $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - Y: 11.42 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -
- ▮ Clinocllore-1Mllb - $(\text{Mg}_5\text{Al})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ - Y: 5.77 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ▮ Illite-2M1 - $(\text{K},\text{H}_3\text{O})\text{Al}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$ - Y: 18.90 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

▮ Clinochrysotile-2Mc1 - $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ - Y: 12.50 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

▮ Actinolite - $\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ - Y: 3.85 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

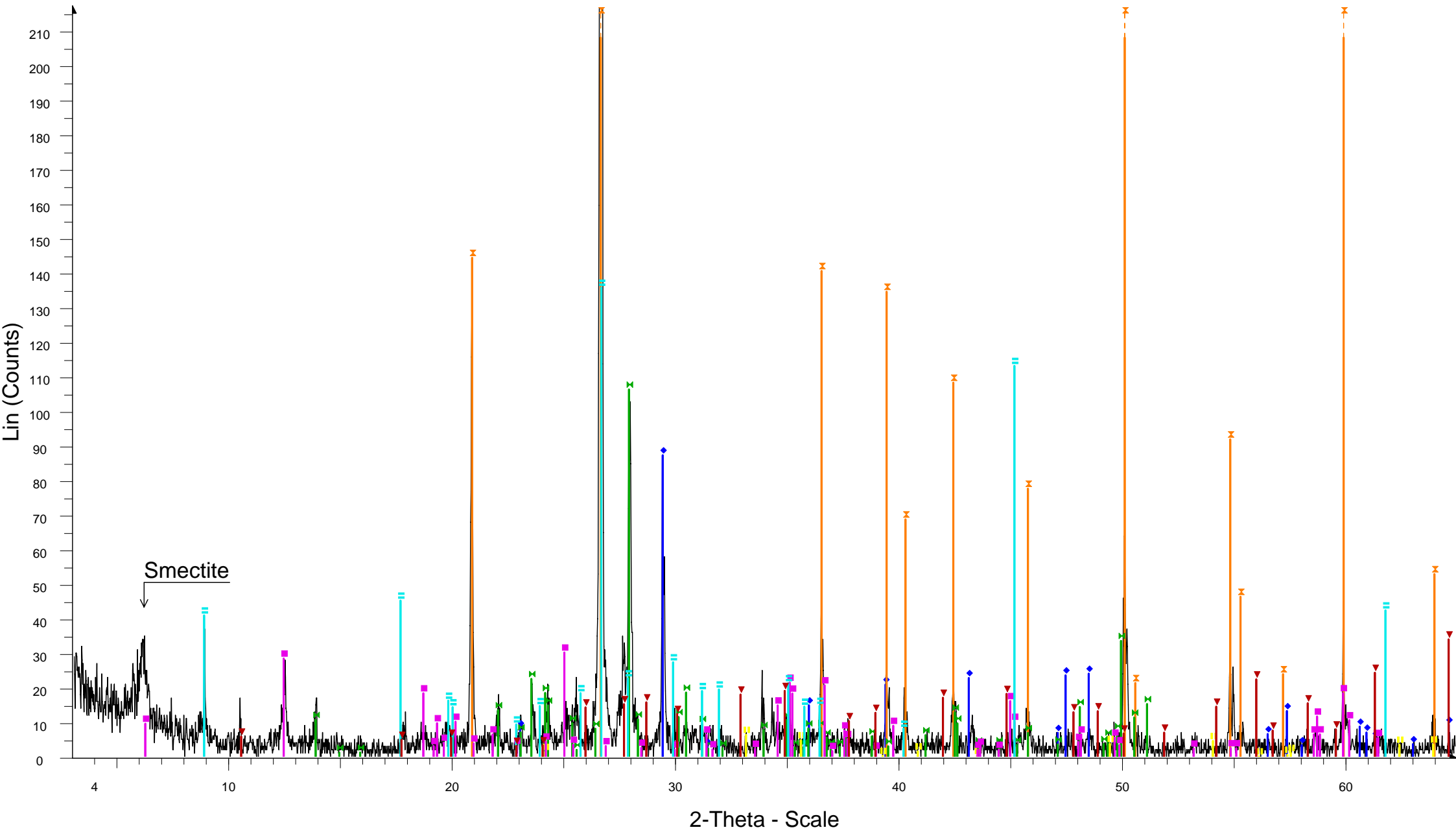
GIA-1-EPIF



GIA-1-EPIF - File: GIA-1-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: 0.00 ° - X: 0.
Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - Y: 113.28 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -
- Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 19.18 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -
- Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 14.71 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

GIA-5-EPIF



X GIA-5-EPIF - File: GIA-5-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step ti ▼ Actinolite - Ca(Mg,Fe)Si₂O₆-2(Mg,Fe)SiO₃ - Y: 6.13 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
 Operations: Import

◆ Calcite, syn - CaCO₃ - Y: 13.52 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/lc PDF 2. -

× Quartz, syn - SiO₂ - Y: 177.91 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -

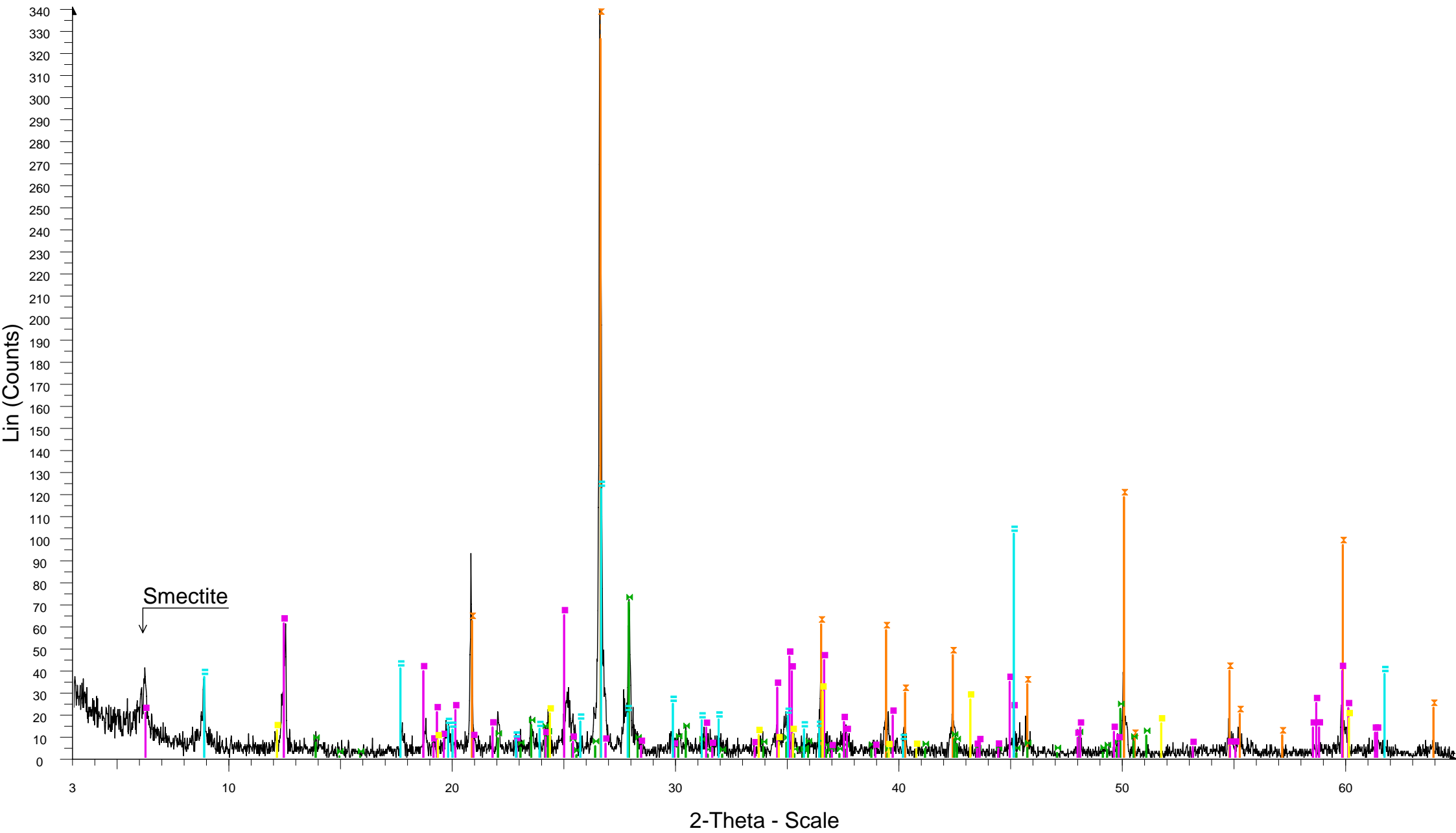
◀ Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 16.47 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -

▭ Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 0.98 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.4 -

■ Clinocllore-1Mllb - (Mg₅Al)(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 4.67 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

▭ Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 21.04 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

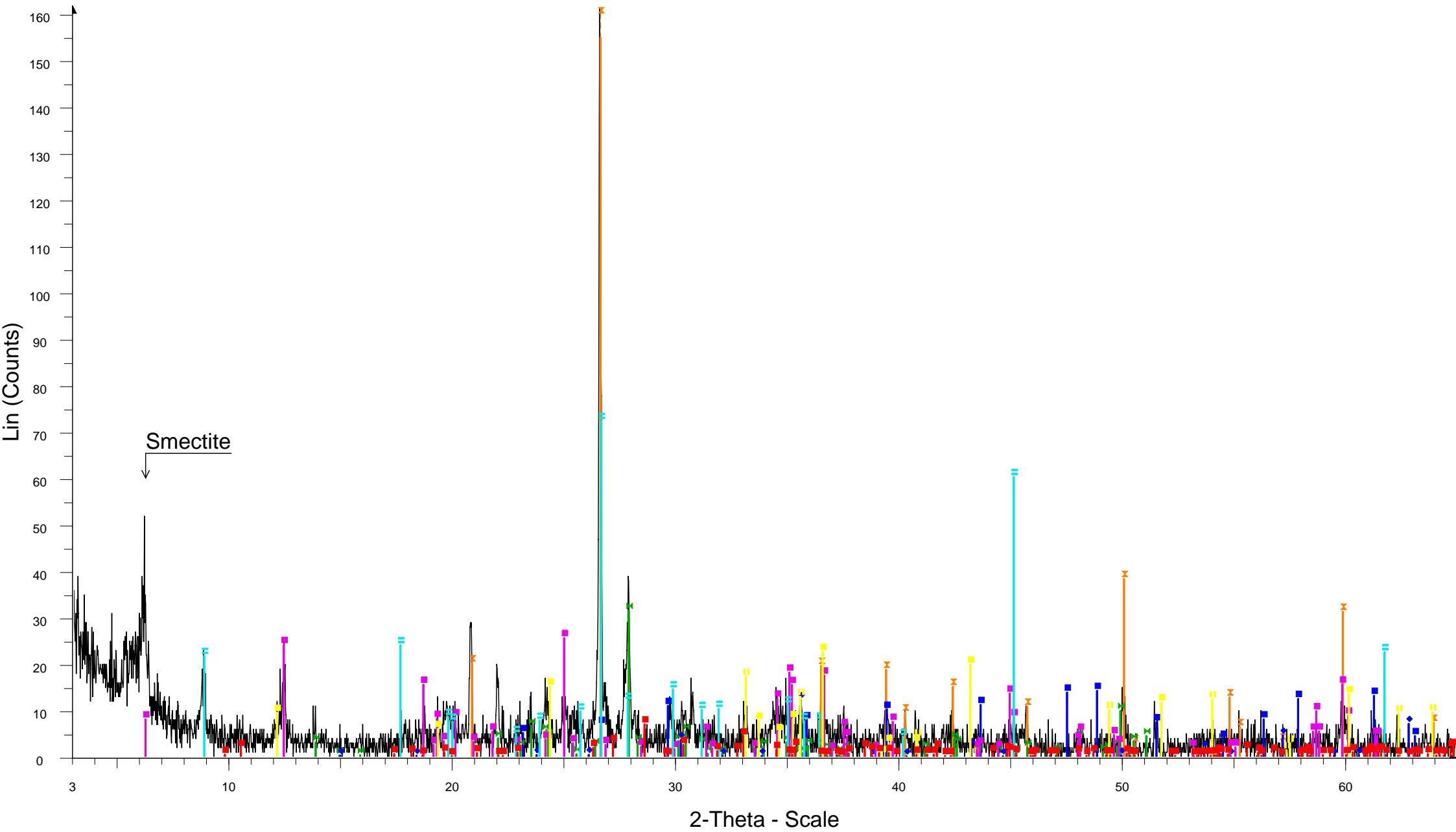
HL-1-EPIF



HL-1-EPIF - File: HL-1-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: 0.00 ° - X: 0.0
Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - Y: 145.53 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/Ic PDF 3.4 -
- Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 20.80 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/Ic PDF 2.1 -
- Clinochlore-1MIIb - (Mg₅Al)(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 19.05 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 35.92 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 8.87 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

HL-2-EPIF



HL-2-EPIF - File: HL-2-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step tim
Operations: Import

Quartz, syn - SiO₂ - Y: 99.27 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/Ic PDF 3.4 -

Calcite - CaCO₃ - Y: 13.80 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 19.48 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/Ic PDF 2.1 -

Maghemite-C, syn - Fe₂O₃ - Y: 7.62 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 1.4 -

Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 10.69 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 2.4 -

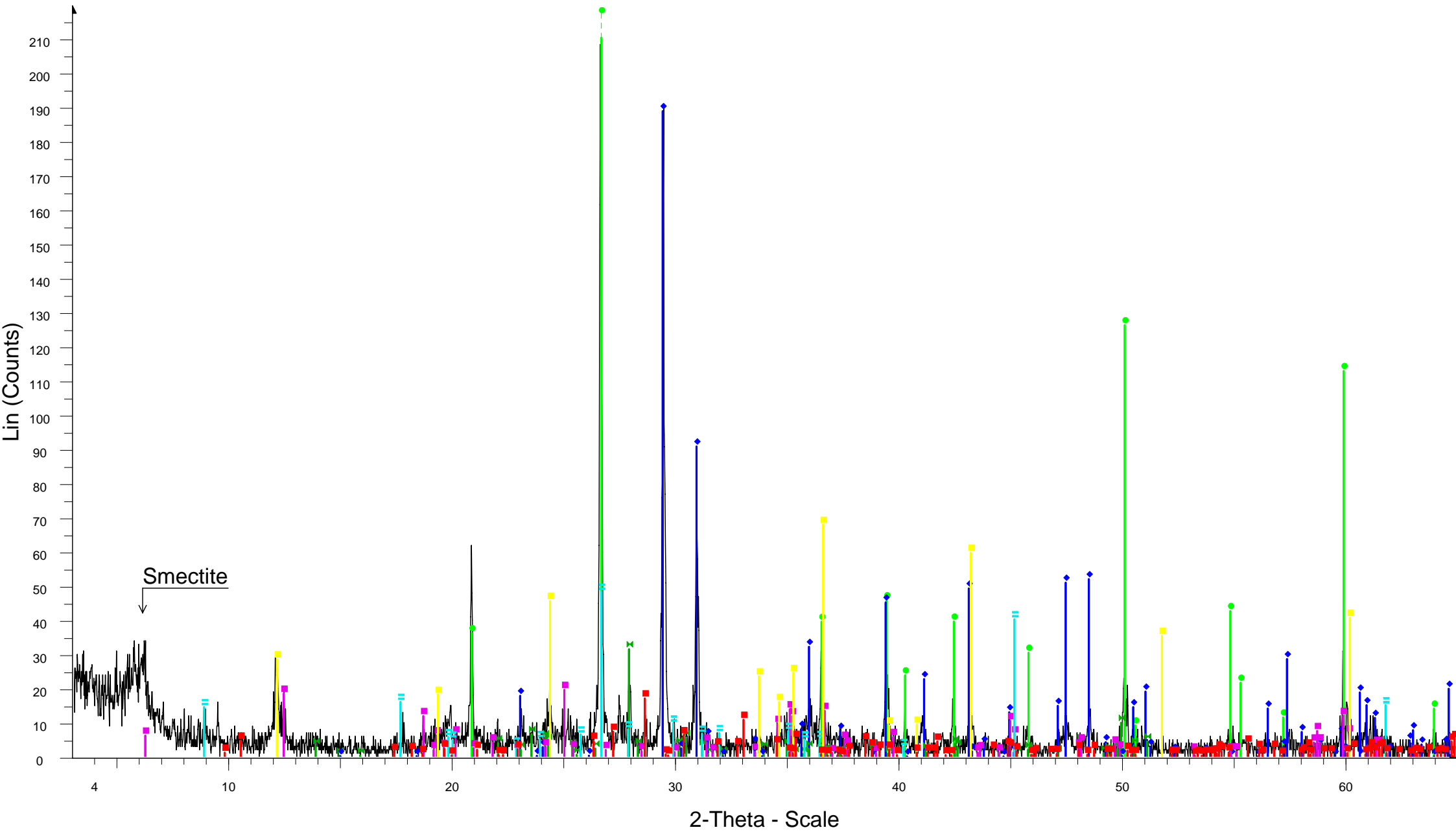
Clinochlore-1MIIb - (Mg₅Al)(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 15.85 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 44.82 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 14.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 4.35 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

KABOS-2-EPIF

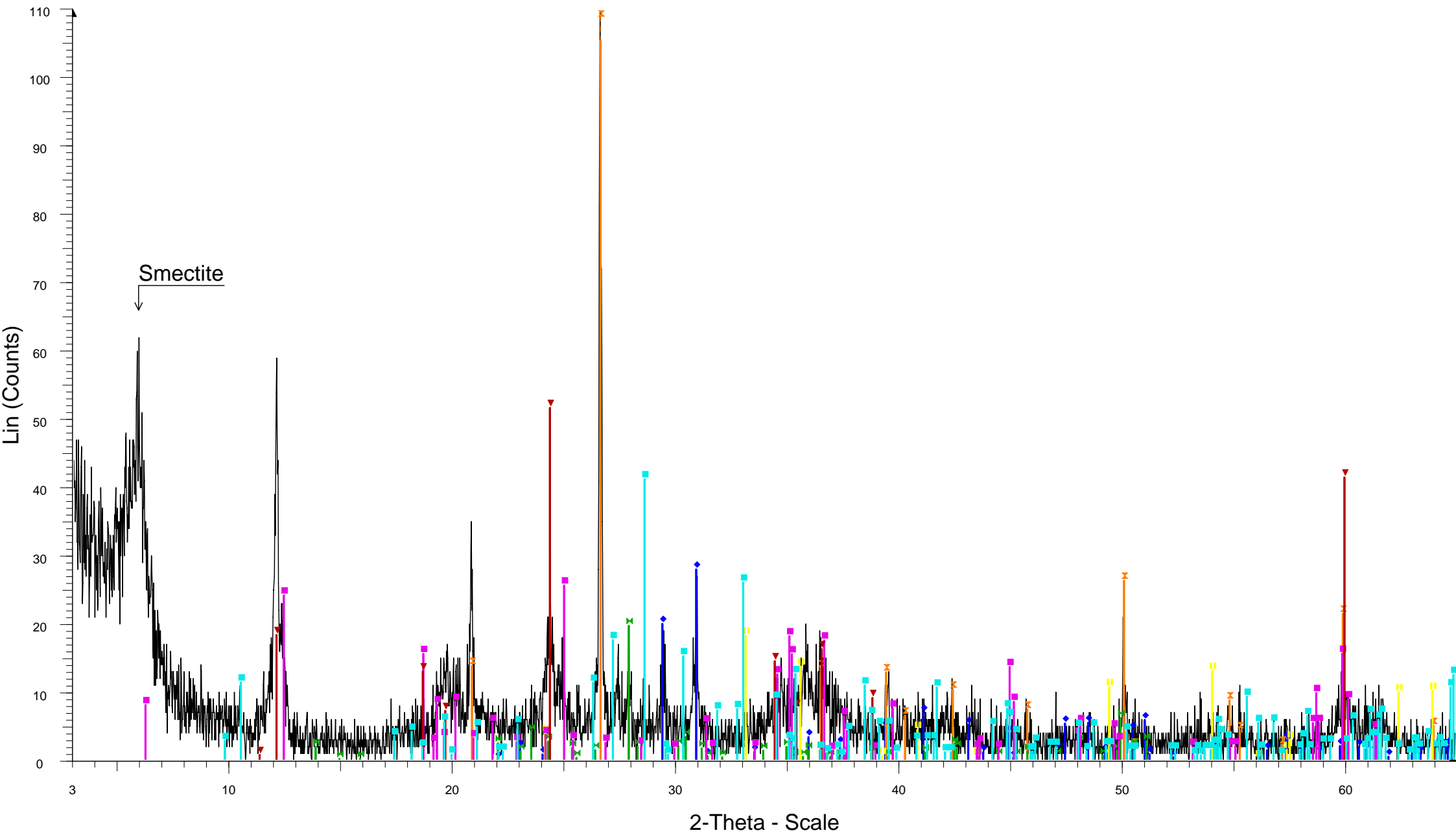


KABOS-2-EPIF - File: KABOS-2-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 °
Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - Y: 128.13 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.6 -
- Dolomite - CaMg(CO₃)₂ - Y: 43.56 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -
- Calcite, syn - CaCO₃ - Y: 90.65 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/lc PDF 2. -
- Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 15.10 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -
- Maghemite-C, syn - Fe₂O₃ - Y: 3.94 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.4 -
- Clinocllore-1MIIb - (Mg₅Al)(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 9.39 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

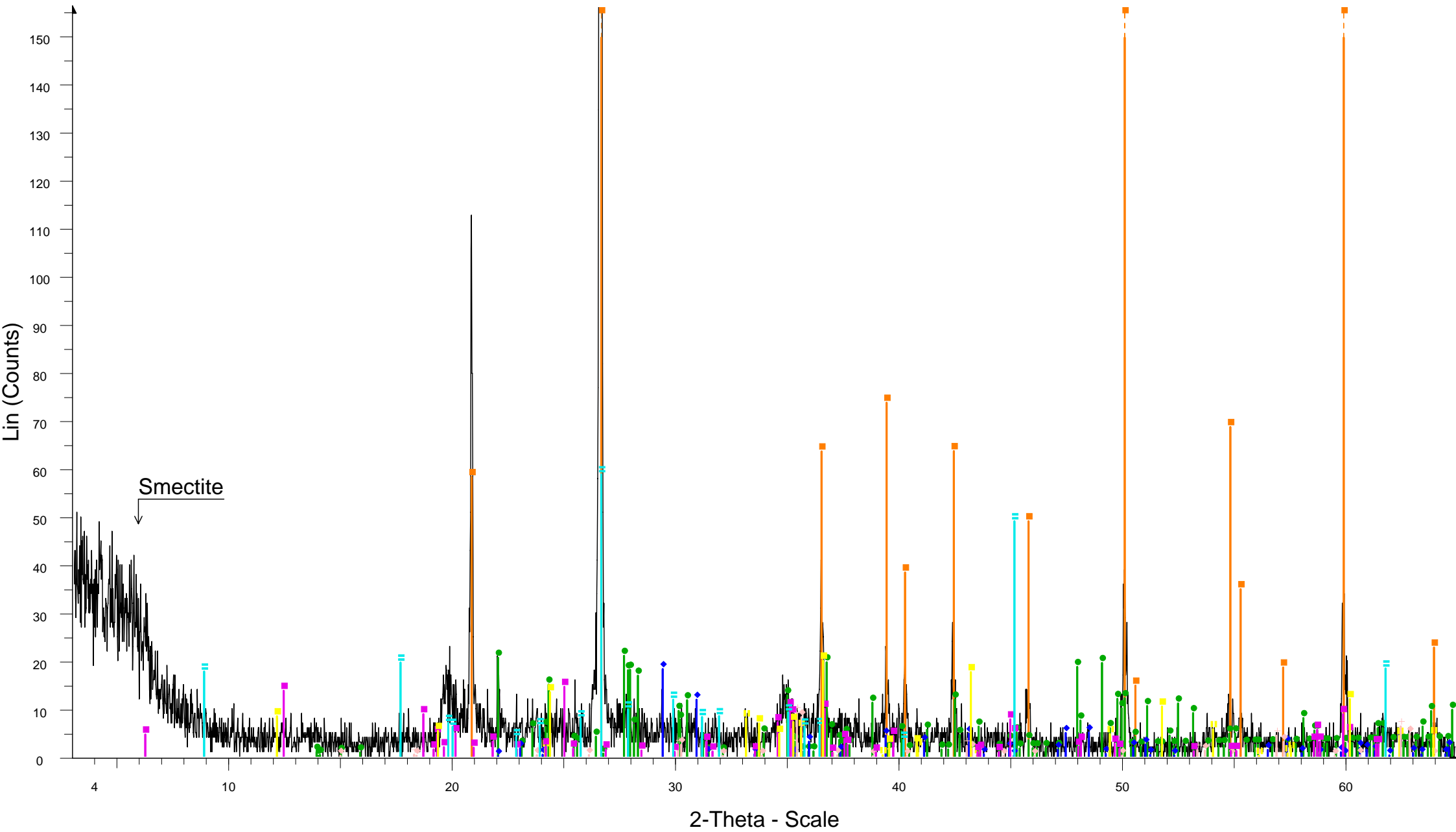
- Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 23.16 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 32.56 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 8.19 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

KABOS-4EPIF



- ▣ KABOS-4EPIF - File: KABOS-4-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Operations: Import
- ▣ Dolomite - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ - Y: 25.46 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -
 - ▣ Calcite, syn - CaCO_3 - Y: 18.21 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/Ic PDF 2. -
 - ▣ Quartz, syn - SiO_2 - Y: 100.25 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/Ic PDF 3.4 -
 - ▣ Albite, ordered - $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - Y: 17.93 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/Ic PDF 2.1 -
 - ▣ Hematite, syn - Fe_2O_3 - Y: 16.67 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 2.4 -
 - ▣ Clinocllore-1MIIb - $(\text{Mg}_5\text{Al})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ - Y: 23.34 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
 - ▣ Clinochrysotile - $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ - Y: 47.01 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Monoclinic -
 - ▣ Actinolite - $\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ - Y: 37.51 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

KABOS-8-EPIF

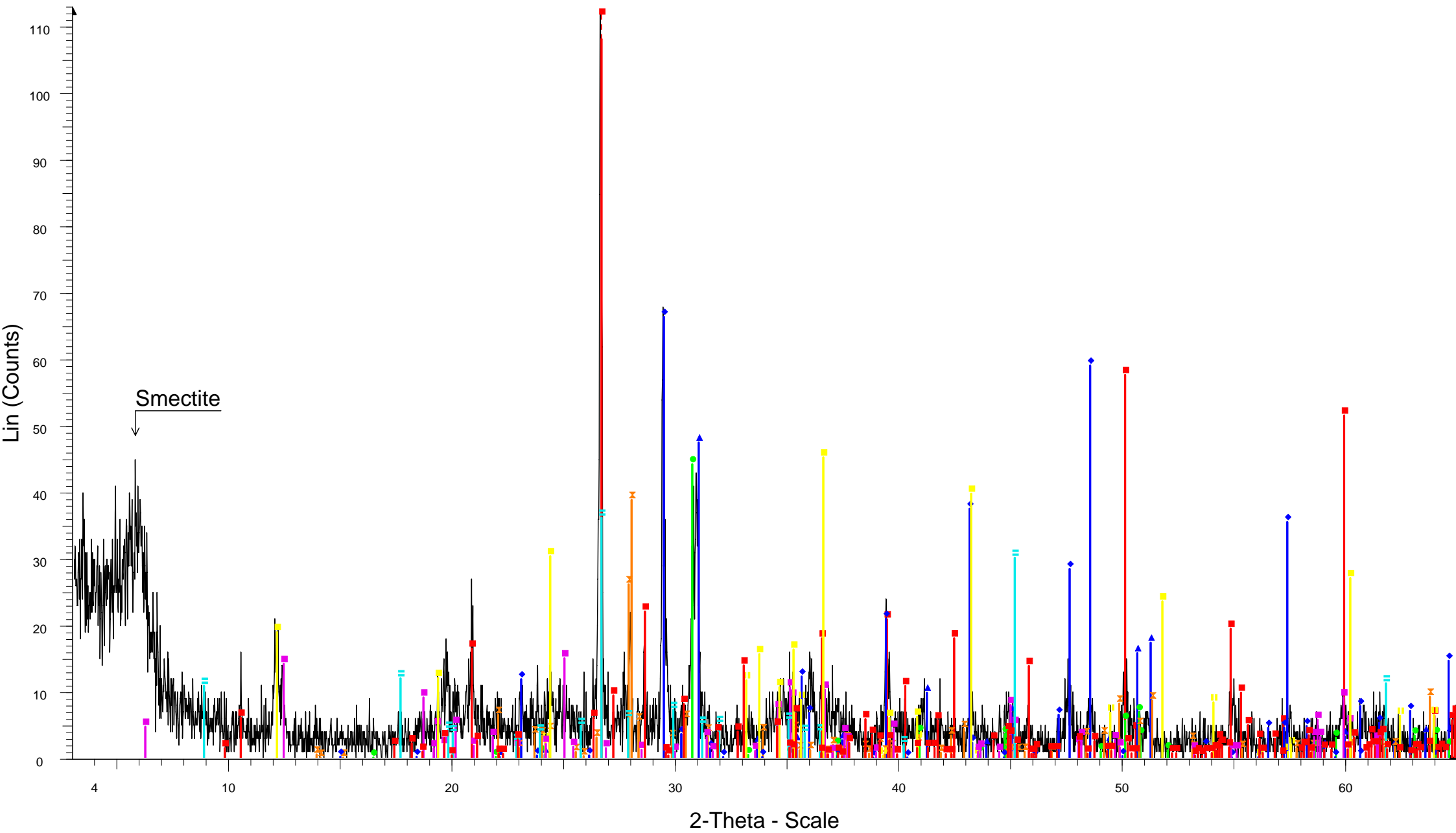


KABOS-8-EPIF - File: KABOS-8-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 °
Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - Y: 89.72 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/Ic PDF 3.6 -
- Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 4.38 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/Ic PDF 2.1 -
- Dolomite - CaMg(CO₃)₂ - Y: 2.47 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -
- Calcite, syn - CaCO₃ - Y: 3.80 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/Ic PDF 2. -
- Maghemite-C, syn - Fe₂O₃ - Y: 1.71 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 1.4 -
- Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 1.66 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 2.4 -

- Magnetite, syn - FeFe₂O₄ - Y: 1.92 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 4.9 -
- Clinocllore-1MIIb - (Mg₅Al)(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 3.03 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 12.28 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 4.17 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

KABOS-9-EPIF



2-Theta - Scale

KABOS-9-EPIF - File: KABOS-9-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 °
 Operations: Import

Quartz, syn - SiO₂ - Y: 108.16 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.6 -

Calcite - CaCO₃ - Y: 58.89 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -

Dolomite - CaMg(CO₃)₂/CaO-MgO-2CO₂ - Y: 42.12 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -

Ankerite - Ca(Fe,Mg)(CO₃)₂ - Y: 39.23 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/lc PDF 2.8 -

Albite, calcian, ordered - (Na,Ca)Al(Si,Al)3O₈ - Y: 34.47 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 1.1 -

Maghemite-C, syn - Fe₂O₃ - Y: 10.92 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.4 -

Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 10.42 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.4 -

Clinocllore-1MIIb - (Mg₅Al)(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 13.36 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

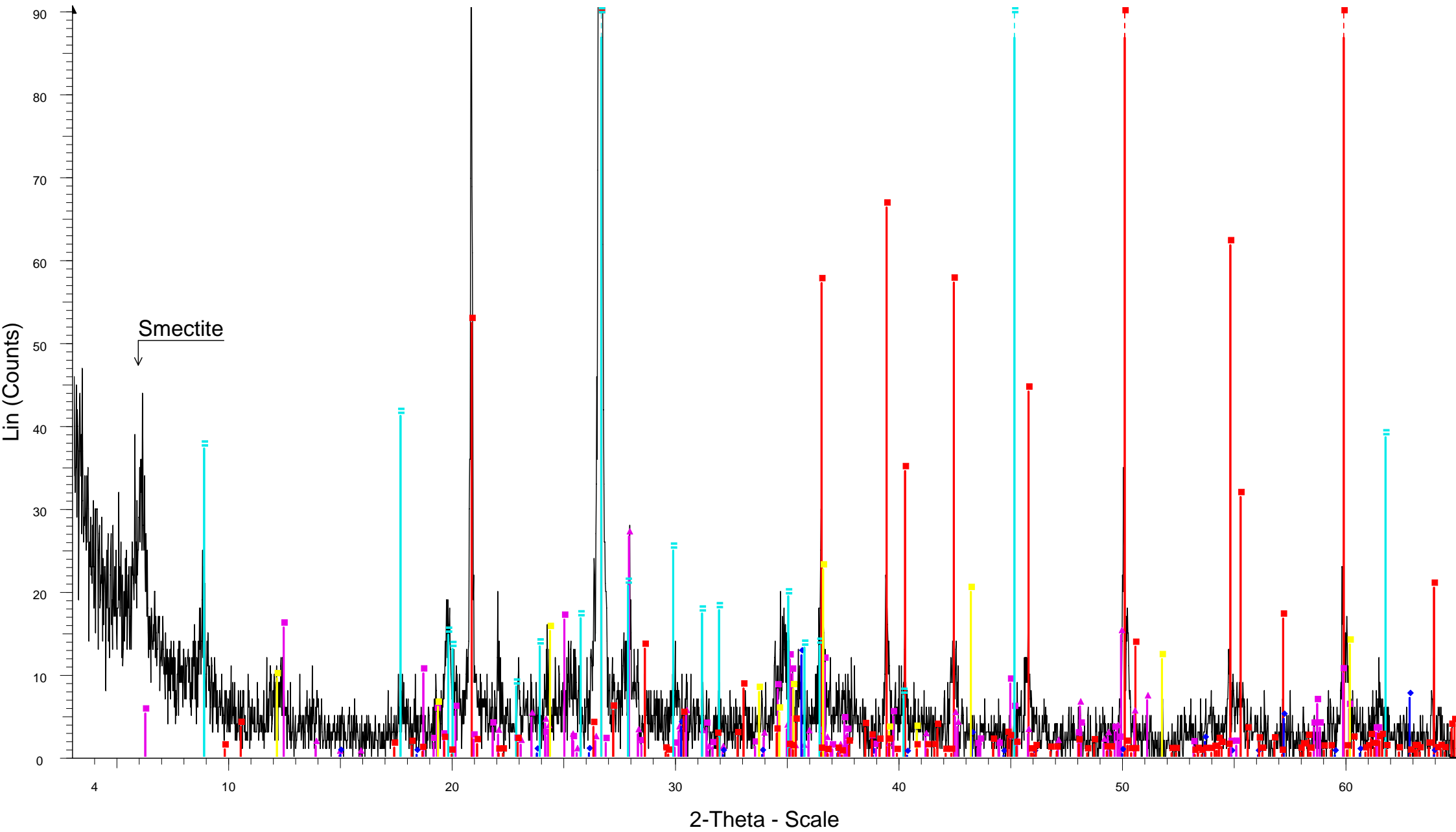
Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 32.12 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 40.14 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 19.60 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

707

KB-10-EPIF

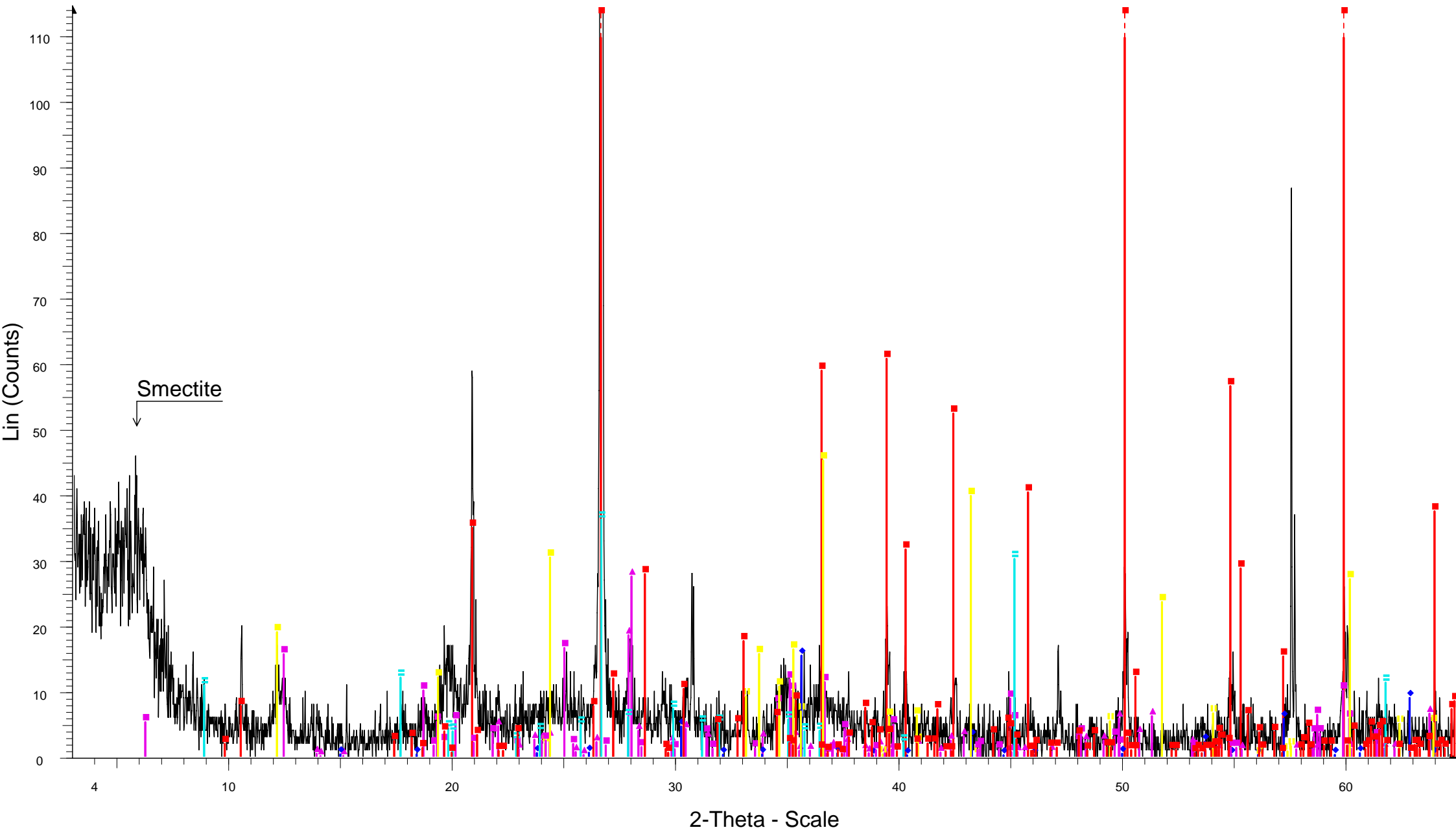


KB-10-EPIF - File: KB-10-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step t Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - Y: 103.39 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.6 -
- Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 7.12 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -
- Maghemite-C, syn - Fe₂O₃ - Y: 3.28 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.4 -
- Clinochlore-1M11b - (Mg₅Al)(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 4.43 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 33.07 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 6.05 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 3.49 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

KB-13-EPIF

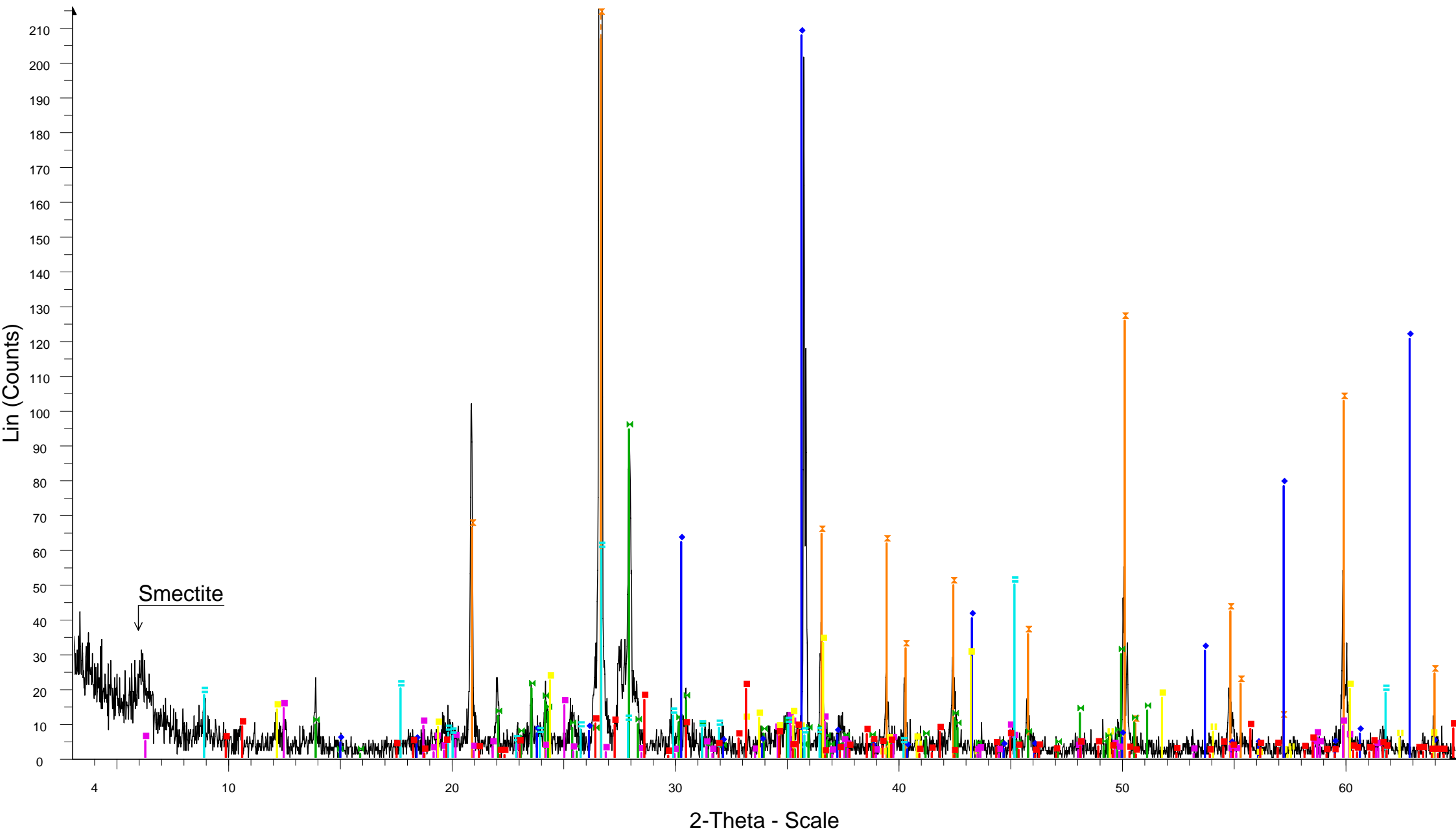


KB-13-EPIF - File: KB-13-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step t
 Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - Y: 100.68 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -
- ▲ Albite, calcian, ordered - (Na,Ca)Al(Si,Al)3O₈ - Y: 7.83 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 1.1 -
- ◆ Maghemite-C, syn - Fe₂O₃ - Y: 4.39 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.4 -
- Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 2.62 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.4 -
- Clinocllore-1Mllb - (Mg₅Al)(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 4.72 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 10.31 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

- Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 12.88 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 7.93 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

KB-20-EPIF



KB-20-EPIF - File: KB-20-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step t
Operations: Import

Quartz, syn - SiO₂ - Y: 83.14 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -

Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 14.93 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -

Maghemite-C, syn - Fe₂O₃ - Y: 32.86 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.4 -

Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 1.63 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.4 -

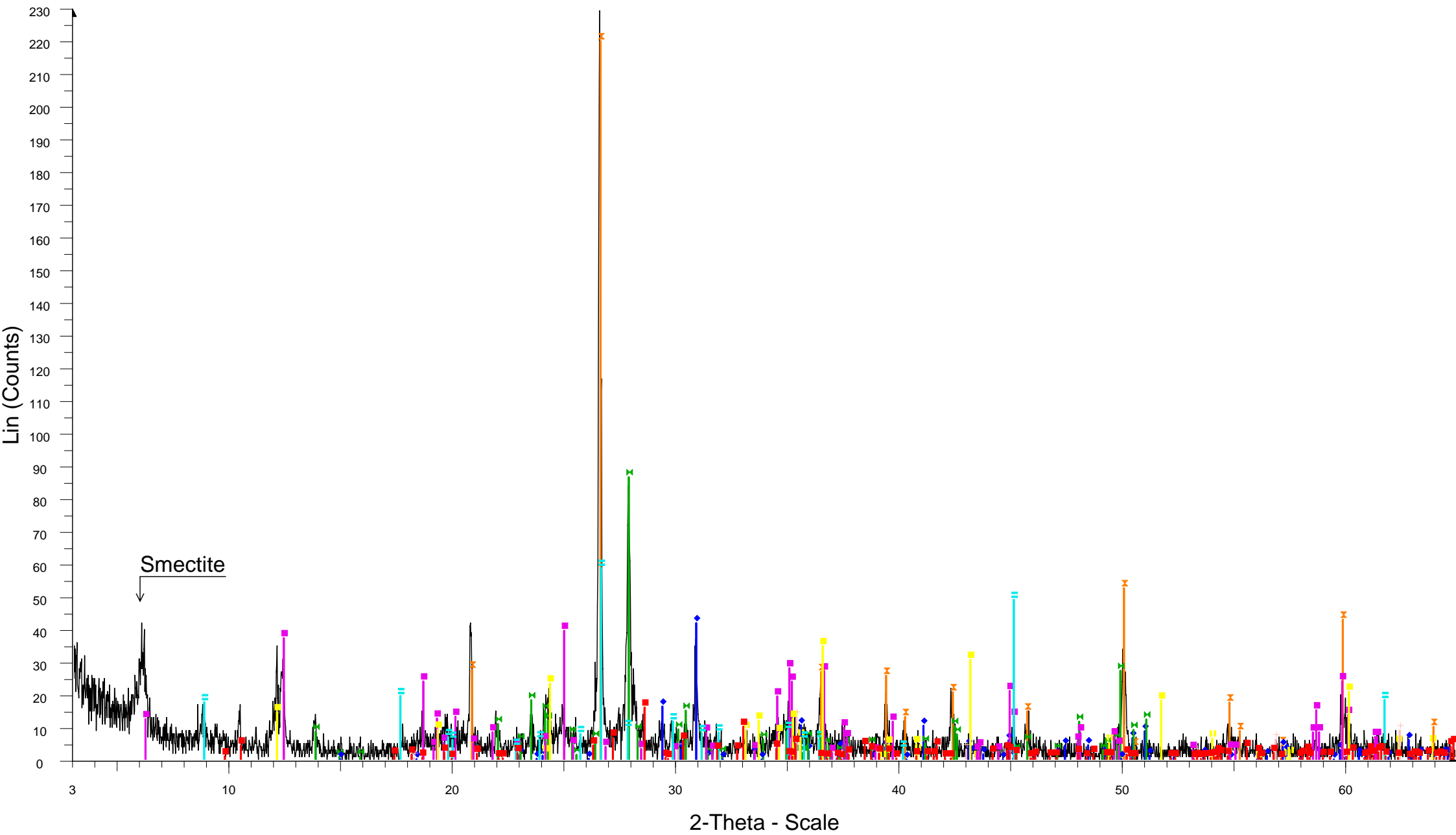
Clinochlore-1M11b - (Mg₅Al)(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 2.38 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 9.45 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 5.22 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Tremolite - Ca₂Mg₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 3.12 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.1 -

KB-3-EPIF

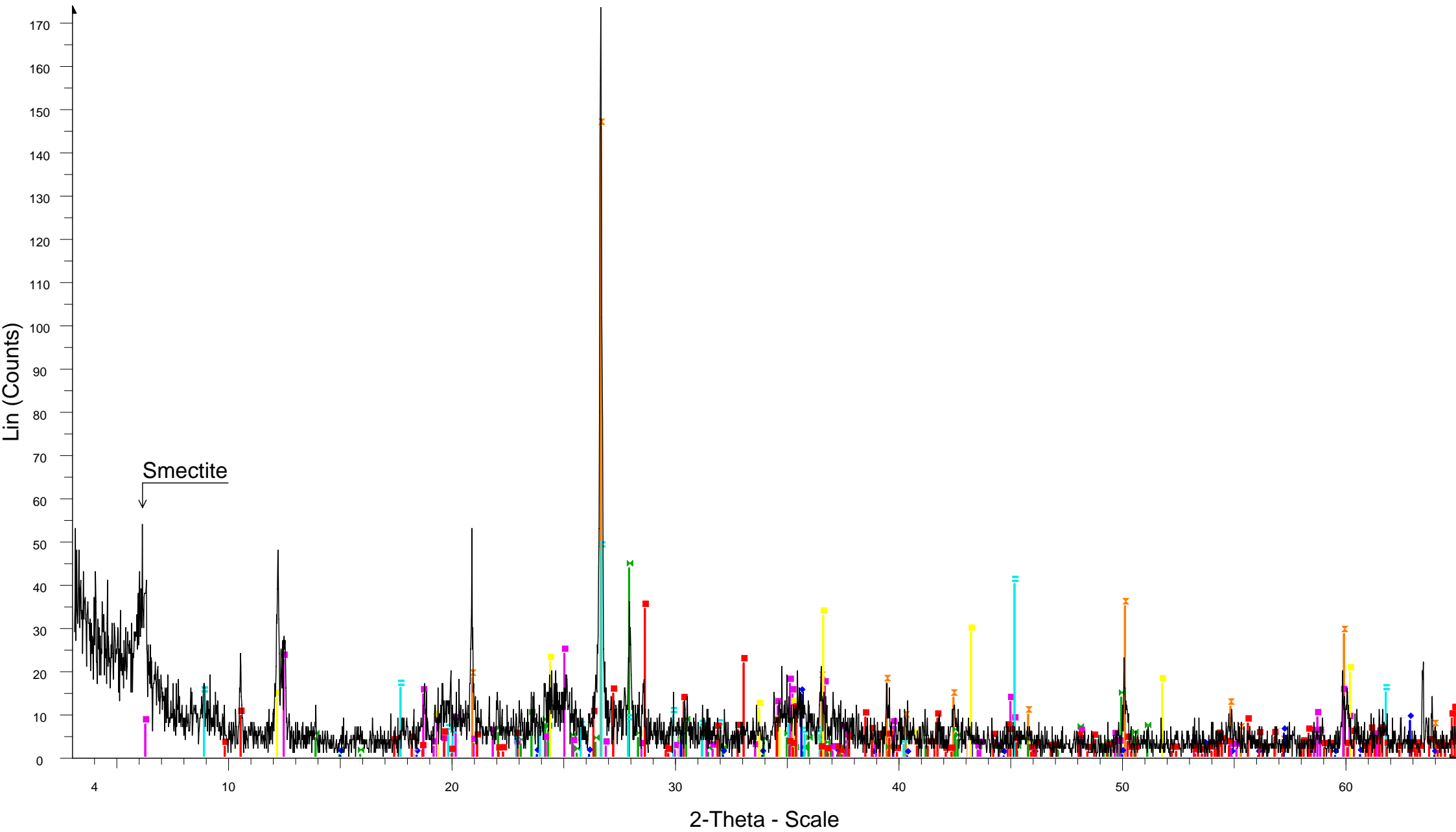


KB-3-EPIF - File: KB-3-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step tim
 Operations: Import

- ◆ Dolomite - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ - Y: 18.27 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -
- ◆ Calcite, syn - CaCO_3 - Y: 7.13 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/Ic PDF 2. -
- ▣ Quartz, syn - SiO_2 - Y: 95.90 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/Ic PDF 3.4 -
- ▣ Albite, ordered - $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - Y: 37.73 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/Ic PDF 2.1 -
- ◆ Maghemite-C, syn - Fe_2O_3 - Y: 4.62 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 1.4 -
- ▣ Hematite, syn - Fe_2O_3 - Y: 4.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 2.4 -

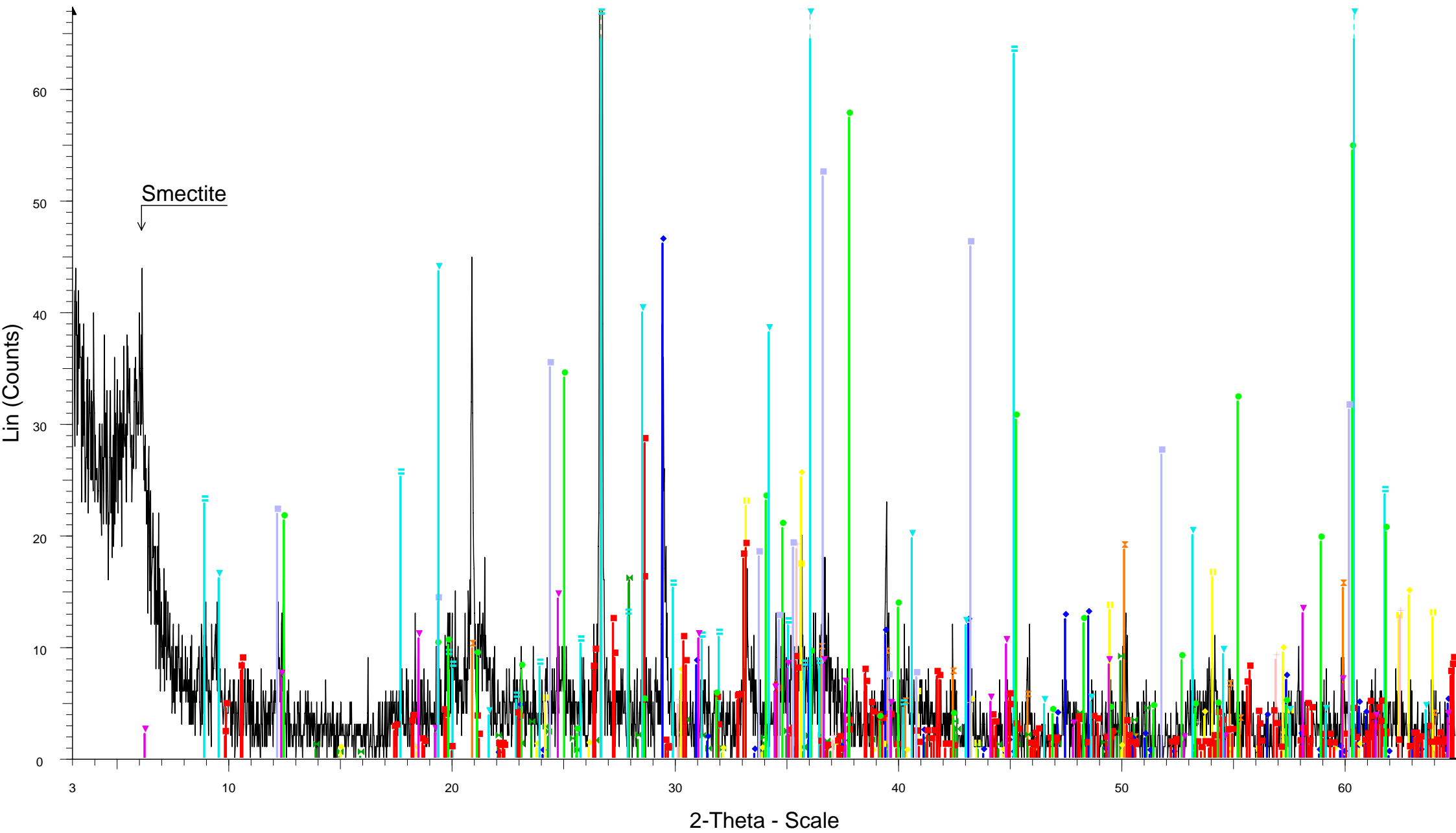
- ▣ Magnetite, syn - FeFe_2O_4 - Y: 5.76 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 4.9 -
- ▣ Clinocllore-1M11b - $(\text{Mg}_5\text{Al})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ - Y: 17.24 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ▣ Illite-2M1 - $(\text{K},\text{H}_3\text{O})\text{Al}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$ - Y: 25.64 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ▣ Clinochrysotile-2Mc1 - $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ - Y: 15.20 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ▣ Actinolite - $\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ - Y: 7.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

KB-6-EPIF



- KB-6-EPIF - File: KB-6-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step tim
Operations: Import
- Quartz, syn - SiO₂ - Y: 84.08 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4
 - Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 25.18 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1
 - Maghemite-C, syn - Fe₂O₃ - Y: 8.33 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.4
 - Magnetite, syn - FeFe₂O₄ - Y: 6.67 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 4.9
 - Clinochlore-1M11b - (Mg₅Al)(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 13.76 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
 - Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 27.70 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
 - Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 18.86 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
 - Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 19.76 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

KL-9-EPIF



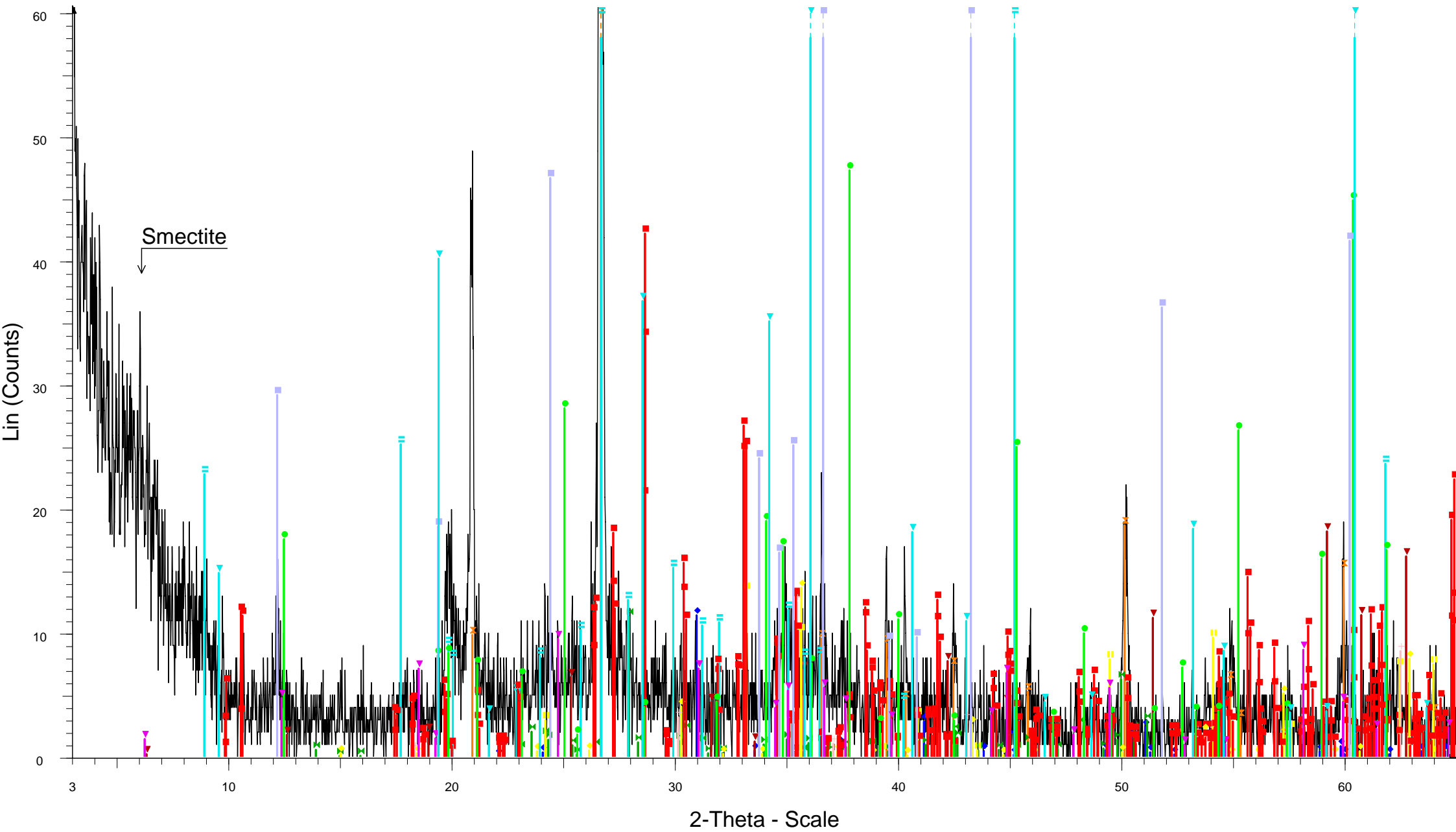
2-Theta - Scale

KL-9-EPIF - File: KL-9-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step tim
Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - Y: 48.95 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/Ic PDF 3.4 -
- Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 9.84 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/Ic PDF 2.1 -
- Calcite, syn - CaCO₃ - Y: 28.90 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/Ic PDF 2. -
- Dolomite - CaMg(CO₃)₂ - Y: 5.21 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -
- Maghemite-C, syn - Fe₂O₃ - Y: 15.77 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 1.4 -
- Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 14.17 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 2.4 -

- Magnetite, syn - FeFe₂O₄ - Y: 11.74 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 4.9 -
- Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 47.49 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 17.68 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Tremolite - Ca₂Mg₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 11.79 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 1.1 -
- Lizardite-6(3)T, aluminian - (Mg,Al)₃(Si,Al)₂O₅(OH)₄ - Y: 35.97 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal -
- Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 32.67 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Clinochlore-2MIIb - (Mg,Al)₆(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 8.95 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Talc - Mg₃Si₄O₁₀(OH)₂ - Y: 81.90 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

KO-7-EPIP



2-Theta - Scale

KO-7-EPIP - File: KO-7-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 °
Operations: Import

Quartz, syn - SiO₂ - Y: 32.63 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/

Dolomite - CaMg(CO₃)₂ - Y: 4.77 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.

Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 4.73 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclin

Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)5Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 14.16 % - d x by: 1. - WL: 1.5

Clinocllore - Mg-Fe-Fe-Al-Si-O-OH - Y: 7.60 % - d x by: 1. - WL: 1.5406

Maghemite-C, syn - Fe₂O₃ - Y: 5.70 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - I/Ic

Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 5.60 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PD

Magnetite, syn - FeFe₂O₄ - Y: 5.22 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic

Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 31.66 % - d x by: 1. - WL: 1.5

Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)5Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 17.64 % - d x by: 1. - WL: 1.5

Tremolite - Ca₂Mg₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 10.48 % - d x by: 1. - WL: 1.5406

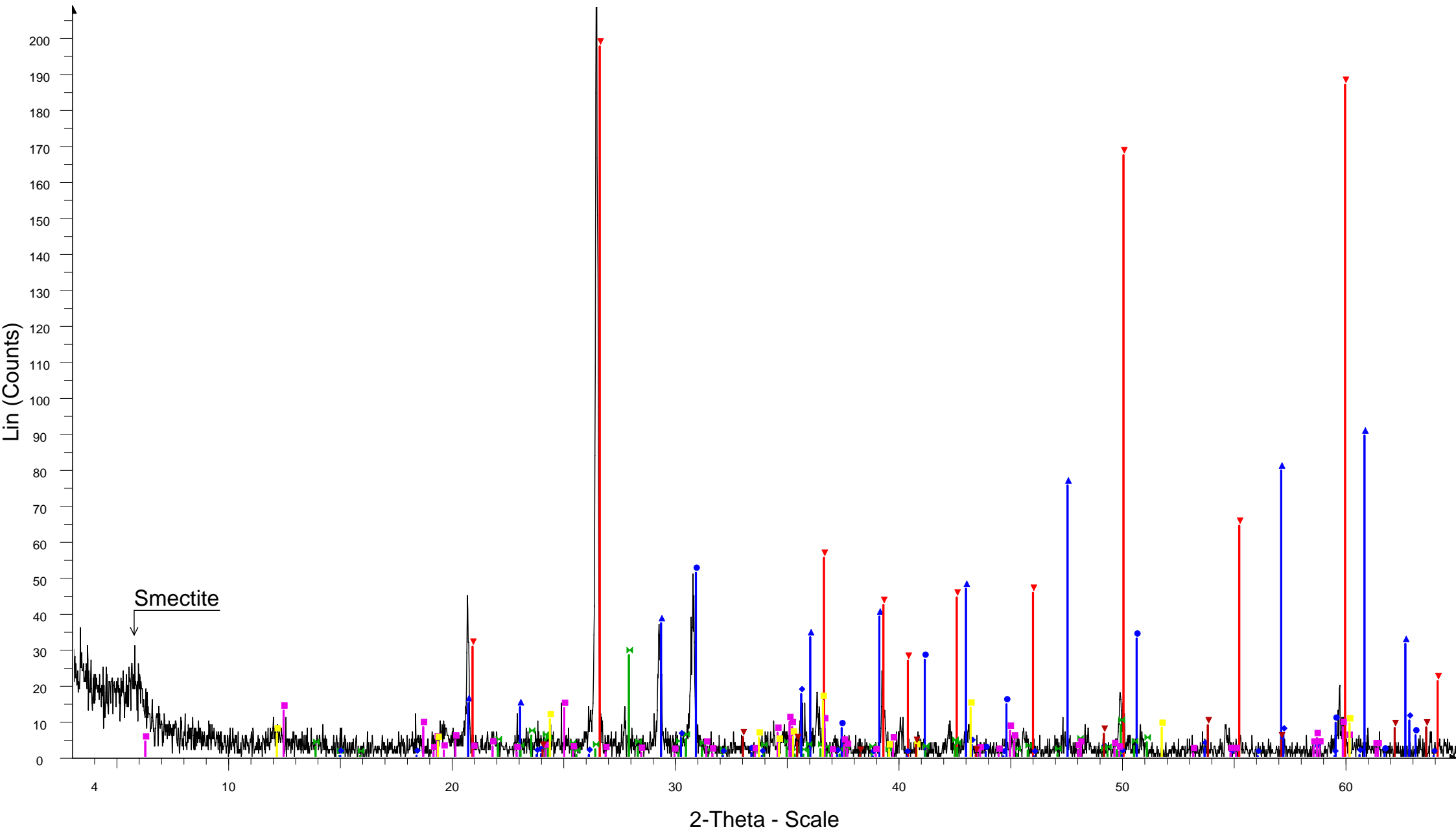
Lizardite-6(3)T, aluminian - (Mg,Al)₃(Si,Al)₂O₅(OH)₄ - Y: 19.77 % - d x

Clinochrysolite-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 29.04 % - d x by: 1. - WL: 1

Clinocllore-2MIIb - (Mg,Al)₆(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 3.97 % - d x by: 1. -

Talc - Mg₃Si₄O₁₀(OH)₂ - Y: 50.28 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

LIX-6-EPIF

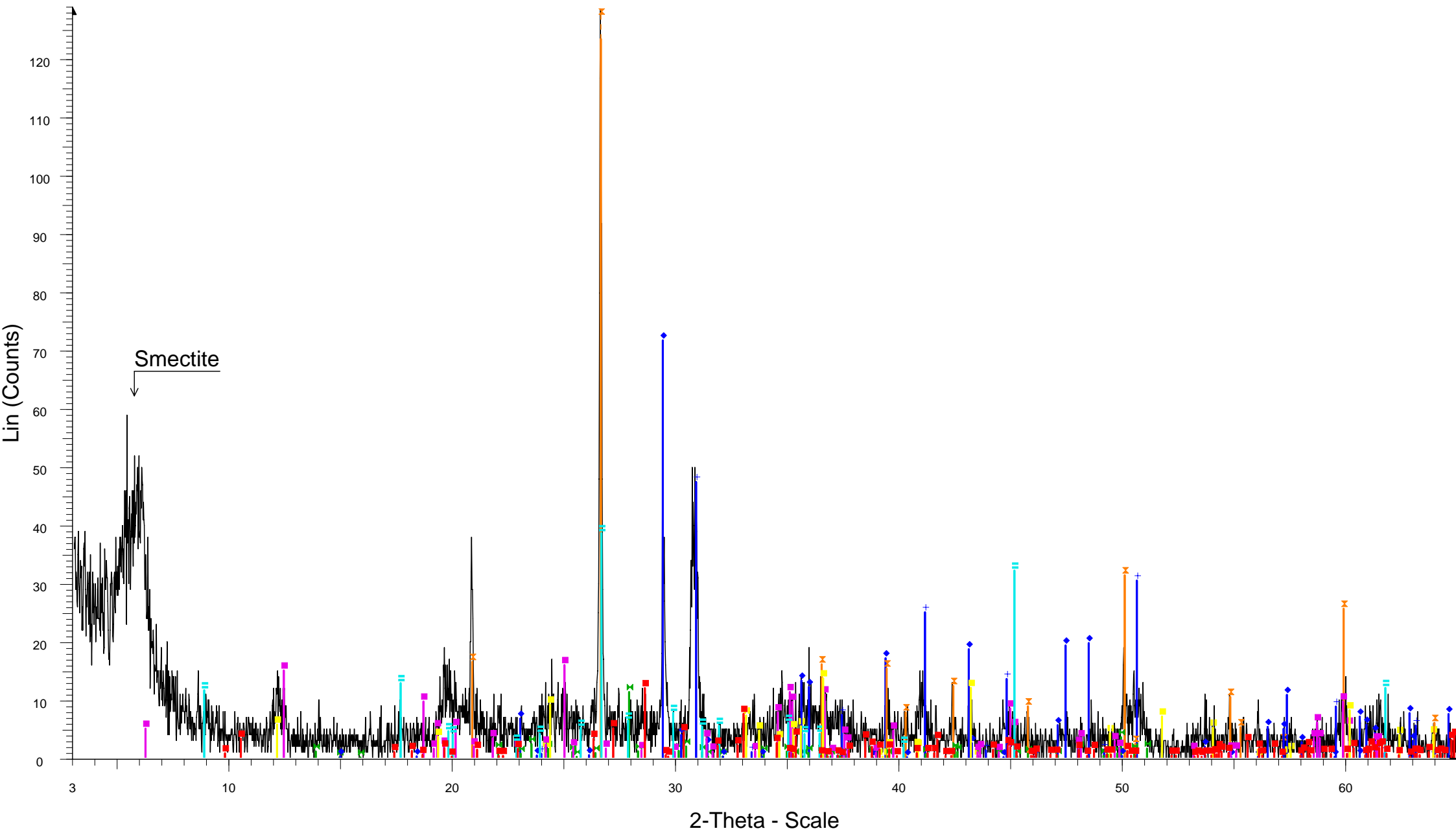


LIX-6-EPIF - File: LIX-6-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step ti
Operations: Import

- ▲ Calcite - CaCO_3 - Y: 124.02 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 -
- Dolomite - $\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot 2\text{CO}_2$ - Y: 21.87 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -
- ▼ Quartz - SiO_2 - Y: 124.15 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal -
- ✕ Albite, ordered - $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - Y: 12.09 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -
- ◆ Maghemite-C, syn - Fe_2O_3 - Y: 7.47 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.4 -
- Clinocllore-1MIIb - $(\text{Mg}_5\text{Al})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ - Y: 5.84 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

■ Clinochrysotile-2Mc1 - $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ - Y: 6.67 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
▼ Hematite - Fe_2O_3 - Y: 4.83 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

LIX-7-EPIF

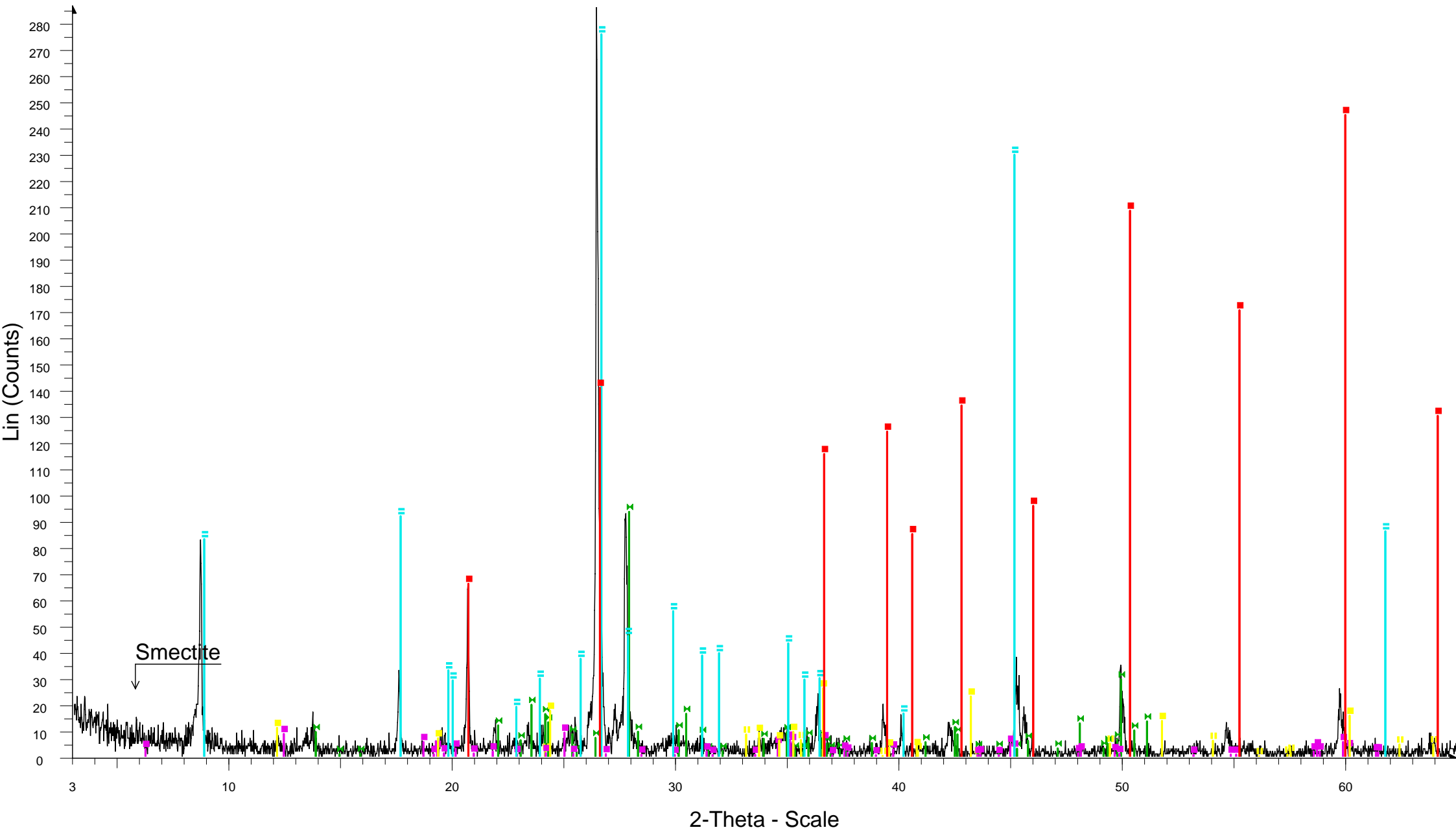


LIX-7-EPIF - File: LIX-7-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step ti
Operations: Import

- ◆ Calcite, syn - CaCO_3 - Y: 55.73 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/lc PDF 2. -
- + Dolomite - $\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot 2\text{CO}_2$ - Y: 36.84 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ✂ Quartz, syn - SiO_2 - Y: 102.03 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -
- ✂ Albite, ordered - $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - Y: 8.81 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -
- ◆ Maghemite-C, syn - Fe_2O_3 - Y: 10.34 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.4 -
- Hematite, syn - Fe_2O_3 - Y: 5.67 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.4 -

- Clinocllore-1M11b - $(\text{Mg}_5\text{Al})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ - Y: 12.40 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Illite-2M1 - $(\text{K},\text{H}_3\text{O})\text{Al}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$ - Y: 30.02 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Clinochrysotile-2Mc1 - $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ - Y: 10.64 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Actinolite - $\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ - Y: 9.33 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

NIS-1-EPIF



NIS-1-EPIF - File: NIS-1-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: 0.00 ° - X: 0.

Operations: Import

Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 32.66 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -

Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 2.94 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.4 -

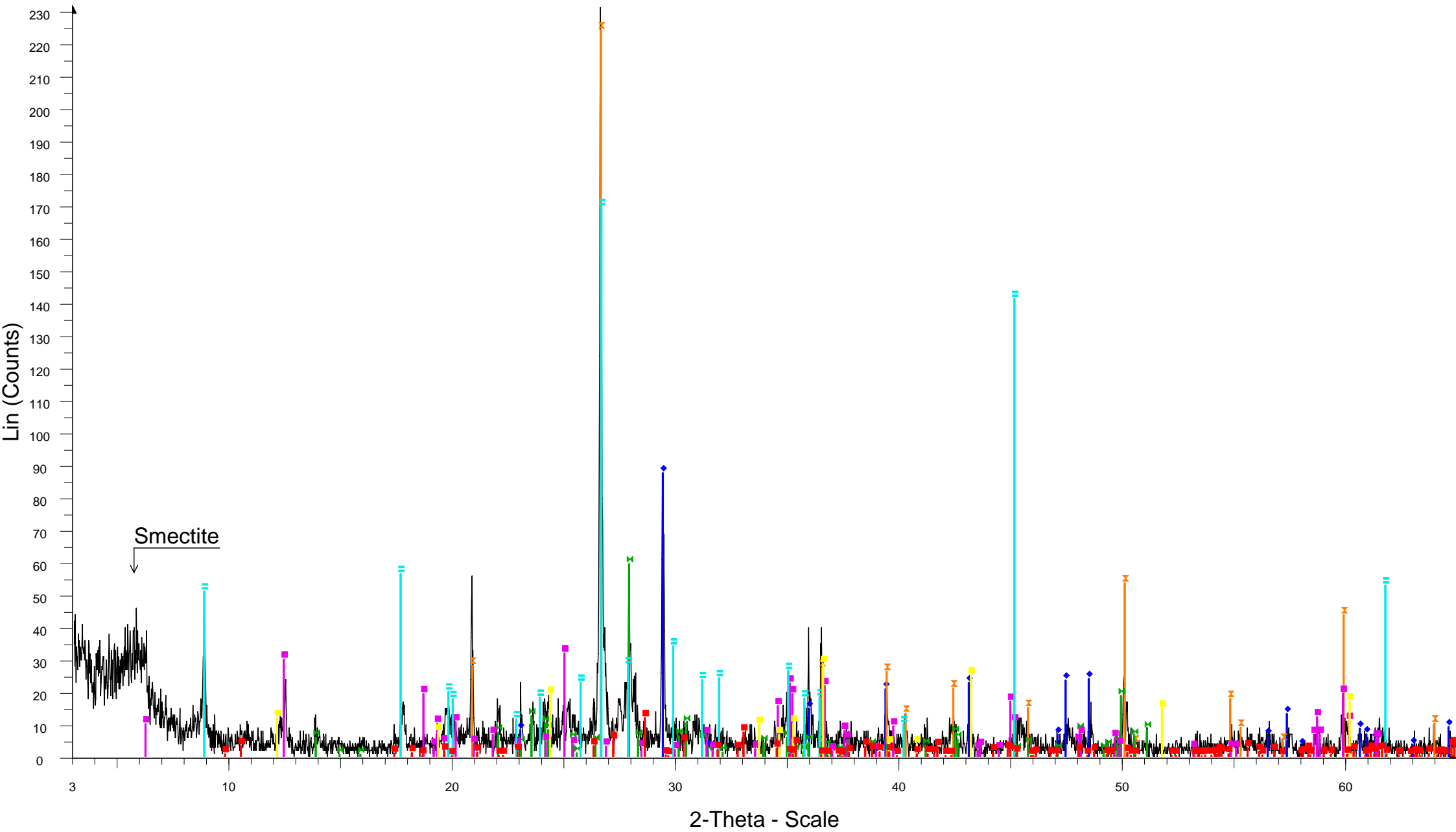
Clinochlore-1MIIb - (Mg₅Al)(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 3.19 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 96.39 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Clinochrysothile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 9.10 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Quartz - SiO₂ - Y: 96.25 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

NP-1-EPIF



NP-1-EPIF - File: NP-1-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step tim Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 5.18 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
 Operations: Import

◆ Calcite, syn - CaCO₃ - Y: 37.85 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/lc PDF 2. -

✕ Quartz, syn - SiO₂ - Y: 96.91 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -

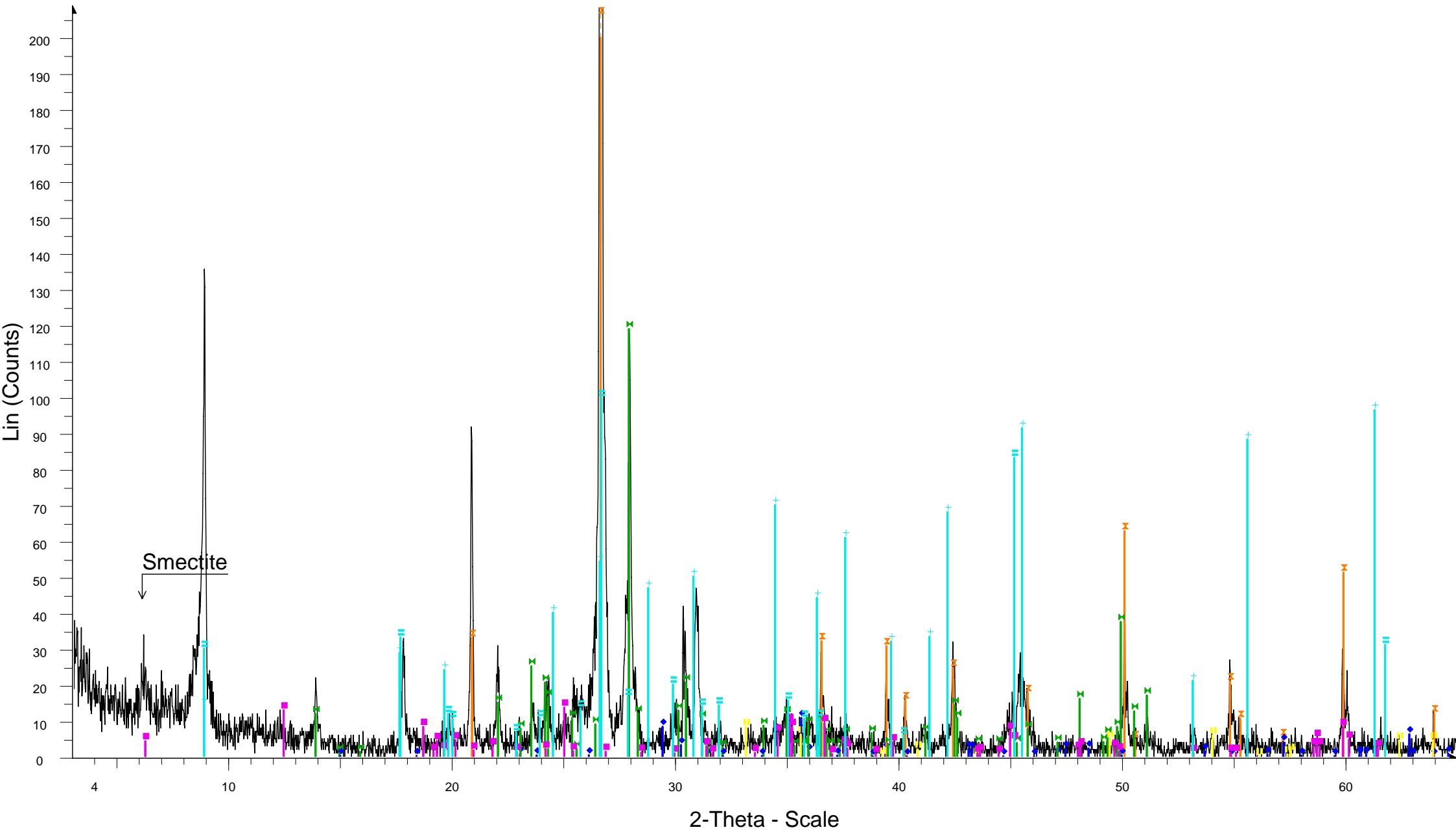
✕ Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 25.71 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -

■ Clinochlore-1MIIb - (Mg₅Al)(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 13.80 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

▤ Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 73.36 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

■ Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 12.39 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

NP-2-EPIF

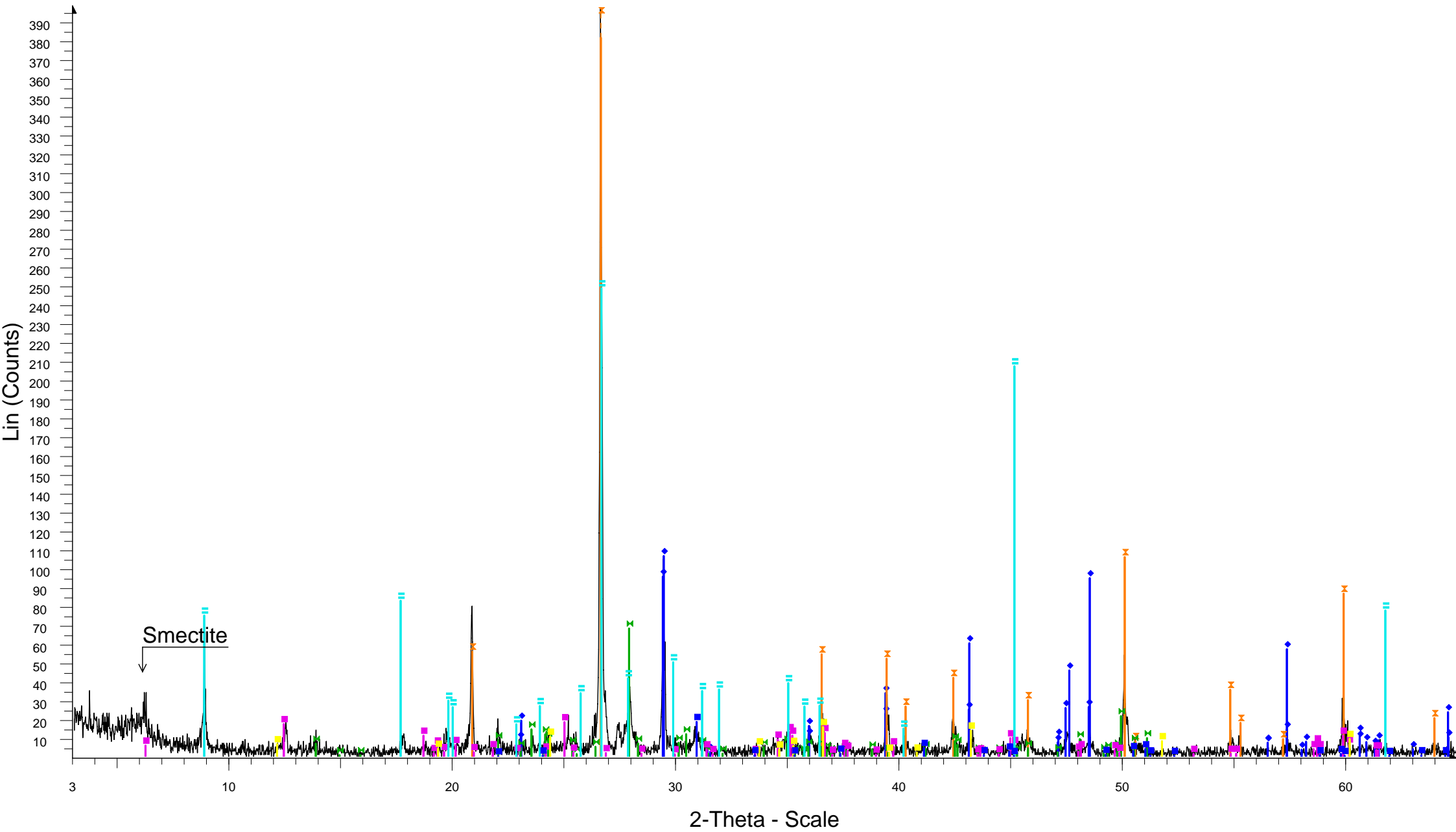


NP-2-EPIF - File: NP-2-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step tim
Operations: Import

- ◆ Calcite, syn - CaCO₃ - Y: 1.22 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/Ic PDF 2. -
- ◇ Quartz, syn - SiO₂ - Y: 38.38 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/Ic PDF 3.4 -
- ◇ Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 17.39 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/Ic PDF 2.1 -
- ◆ Maghemite-C, syn - Fe₂O₃ - Y: 1.58 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 1.4 -
- Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 1.21 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 2.4 -
- Clinocllore-1MIIb - (Mg₅Al)(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 2.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

■ Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 14.59 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
+ Illite, 1M - KAl₂(Si₃AlO₁₀)(OH)₂ - Y: 14.10 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

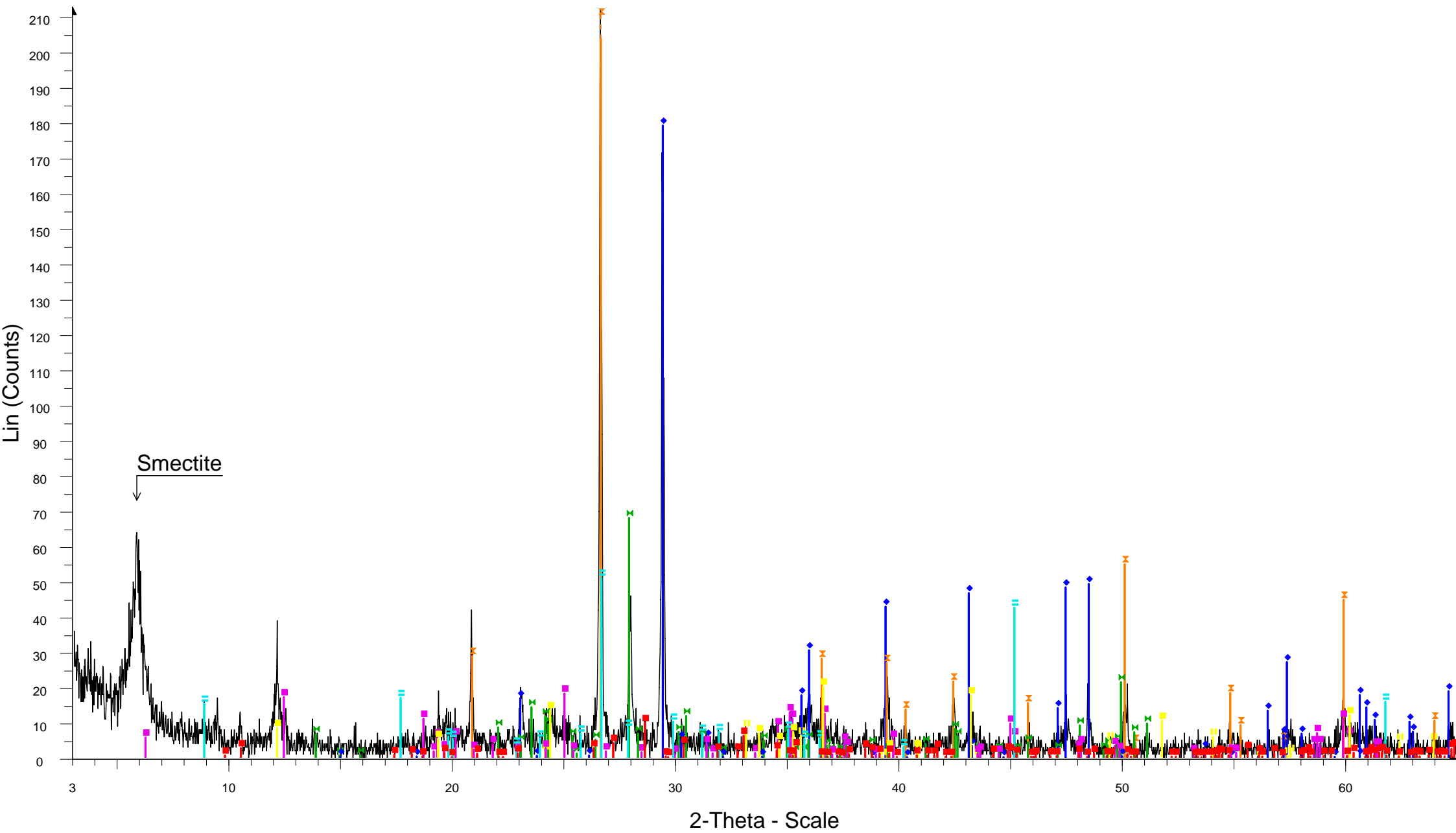
NP-9-EPIF



2-Theta - Scale

- NP-9-EPIF - File: NP-9-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step tim
 Operations: Import
- Illite-2M1 - (K,H3O)Al2Si3AlO10(OH)2 - Y: 62.50 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
 - Calcite - CaCO3 - Y: 26.76 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -
 - Calcite, syn - CaCO3 - Y: 24.01 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/Ic PDF 2. -
 - Quartz, syn - SiO2 - Y: 111.33 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/Ic PDF 3.4 -
 - Albite, ordered - NaAlSi3O8 - Y: 17.09 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/Ic PDF 2.1 -
 - Clinocllore-1M11b - (Mg5Al)(Si,Al)4O10(OH)8 - Y: 4.58 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
 - Clinochrysotile-2Mc1 - Mg3Si2O5(OH)4 - Y: 3.93 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
 - Dolomite - CaMg(CO3)2 - Y: 4.61 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -

OI-11-EPIF



OI-11-EPIF - File: OI-11-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step ti
Operations: Import

Calcite, syn - CaCO_3 - Y: 84.37 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/lc PDF 2. -

Quartz, syn - SiO_2 - Y: 108.13 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -

Albite, ordered - $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - Y: 32.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -

Maghemite-C, syn - Fe_2O_3 - Y: 8.33 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.4 -

Hematite, syn - Fe_2O_3 - Y: 3.96 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.4 -

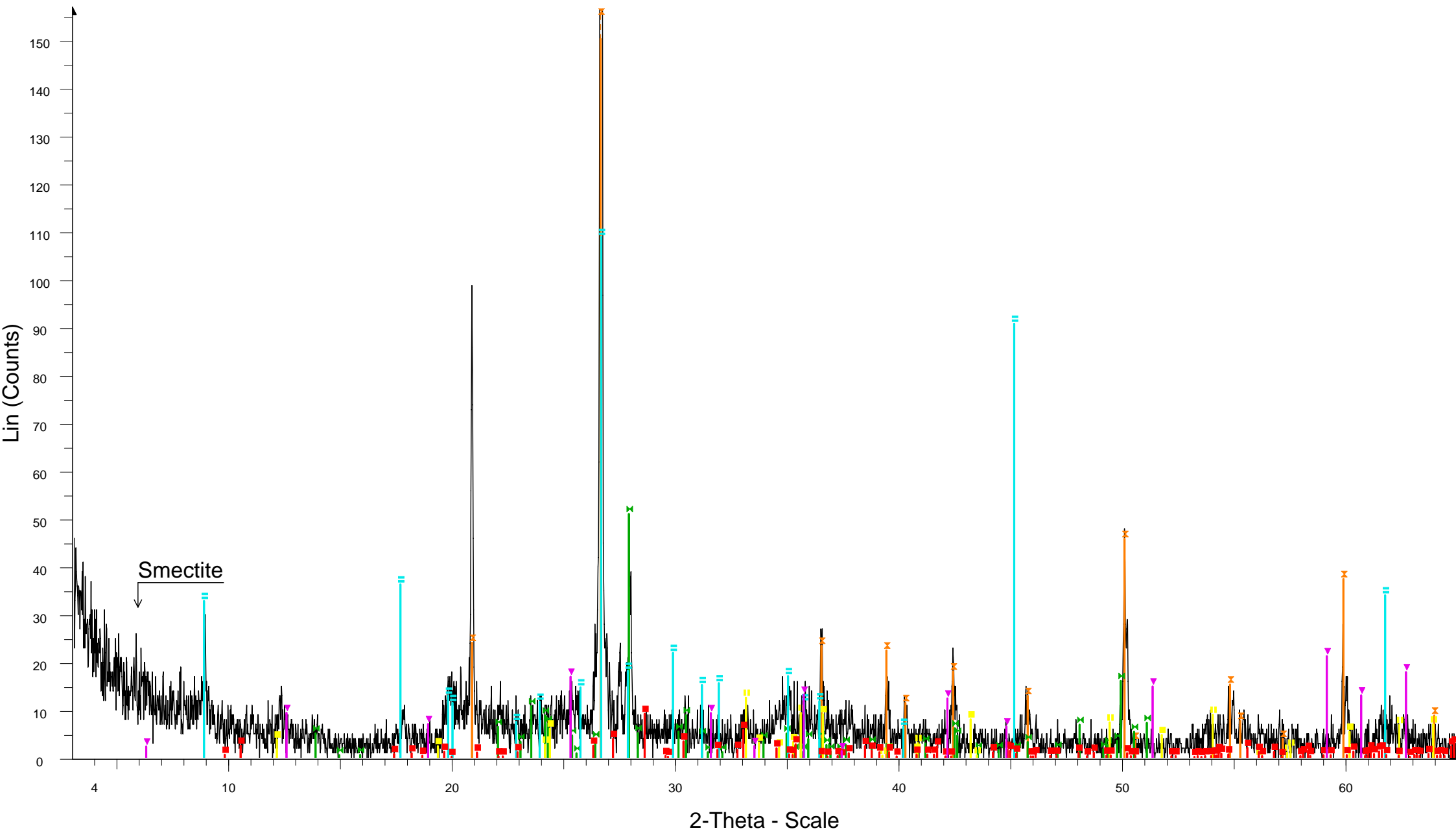
Clinochlore-1MIIb - $(\text{Mg}_5\text{Al})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ - Y: 8.59 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Illite-2M1 - $(\text{K},\text{H}_3\text{O})\text{Al}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$ - Y: 24.06 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Clinochrysotile-2Mc1 - $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ - Y: 9.51 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Actinolite - $\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ - Y: 4.65 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

OI-14-EPIF



OI-14-EPIF - File: OI-14-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step ti Clinochlore - Mg-Fe-Fe-Al-Si-O-OH - Y: 6.85 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - Operations: Import

Quartz, syn - SiO₂ - Y: 61.72 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -

Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 16.44 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -

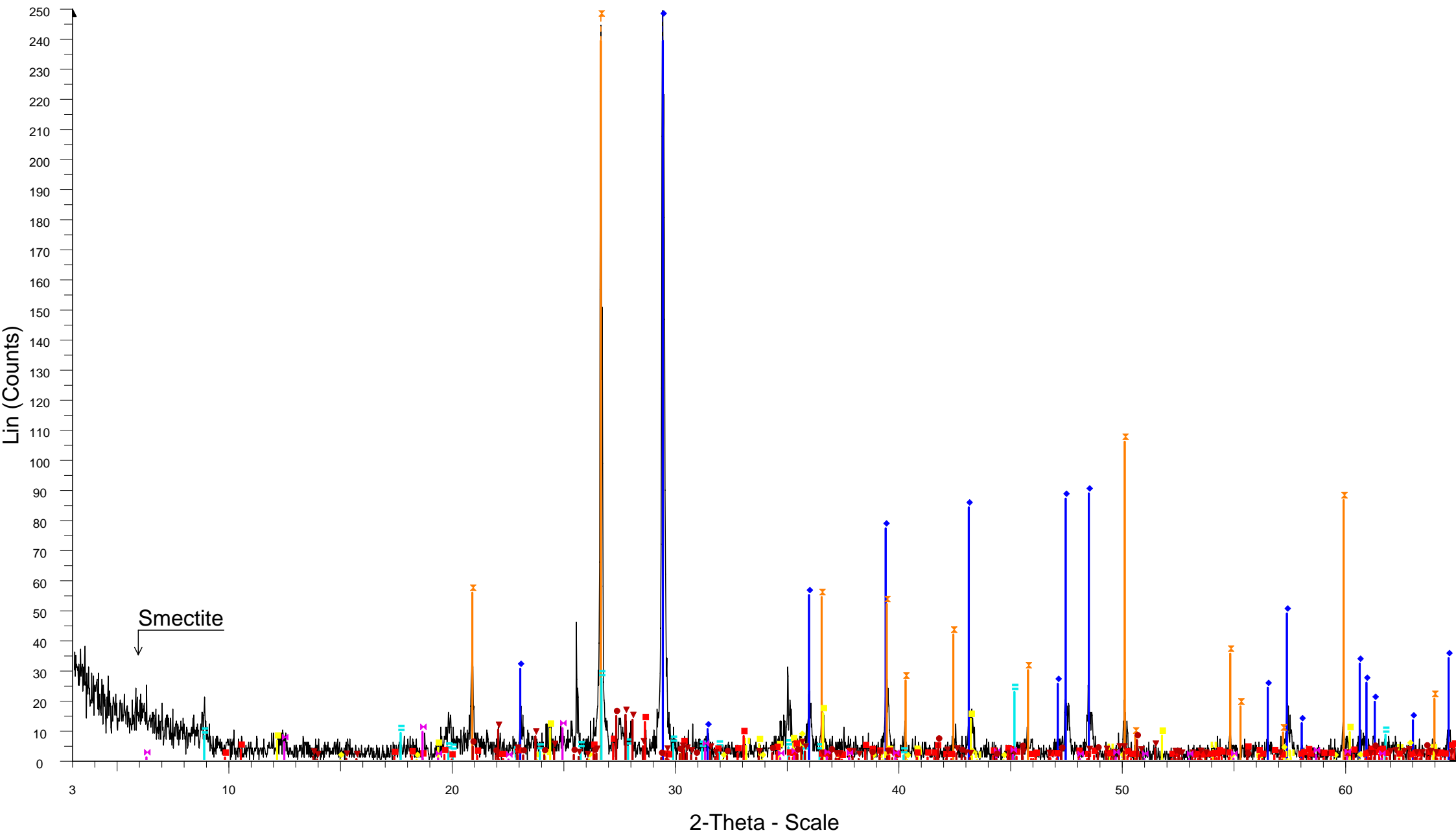
Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 4.05 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.4 -

Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 35.13 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Clinochrysothile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 2.94 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 2.96 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

OI-9-EPIF



OI-9-EPIF - File: OI-9-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time
Operations: Import

Calcite, syn - CaCO_3 - Y: 129.36 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/lc PDF 2. -

Quartz, syn - SiO_2 - Y: 177.67 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -

Maghemite-C, syn - Fe_2O_3 - Y: 2.86 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.4 -

Hematite, syn - Fe_2O_3 - Y: 1.91 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.4 -

Illite-2M1 - $(\text{K},\text{H}_3\text{O})\text{Al}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$ - Y: 10.93 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Clinochrysoile-2Mc1 - $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ - Y: 6.27 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

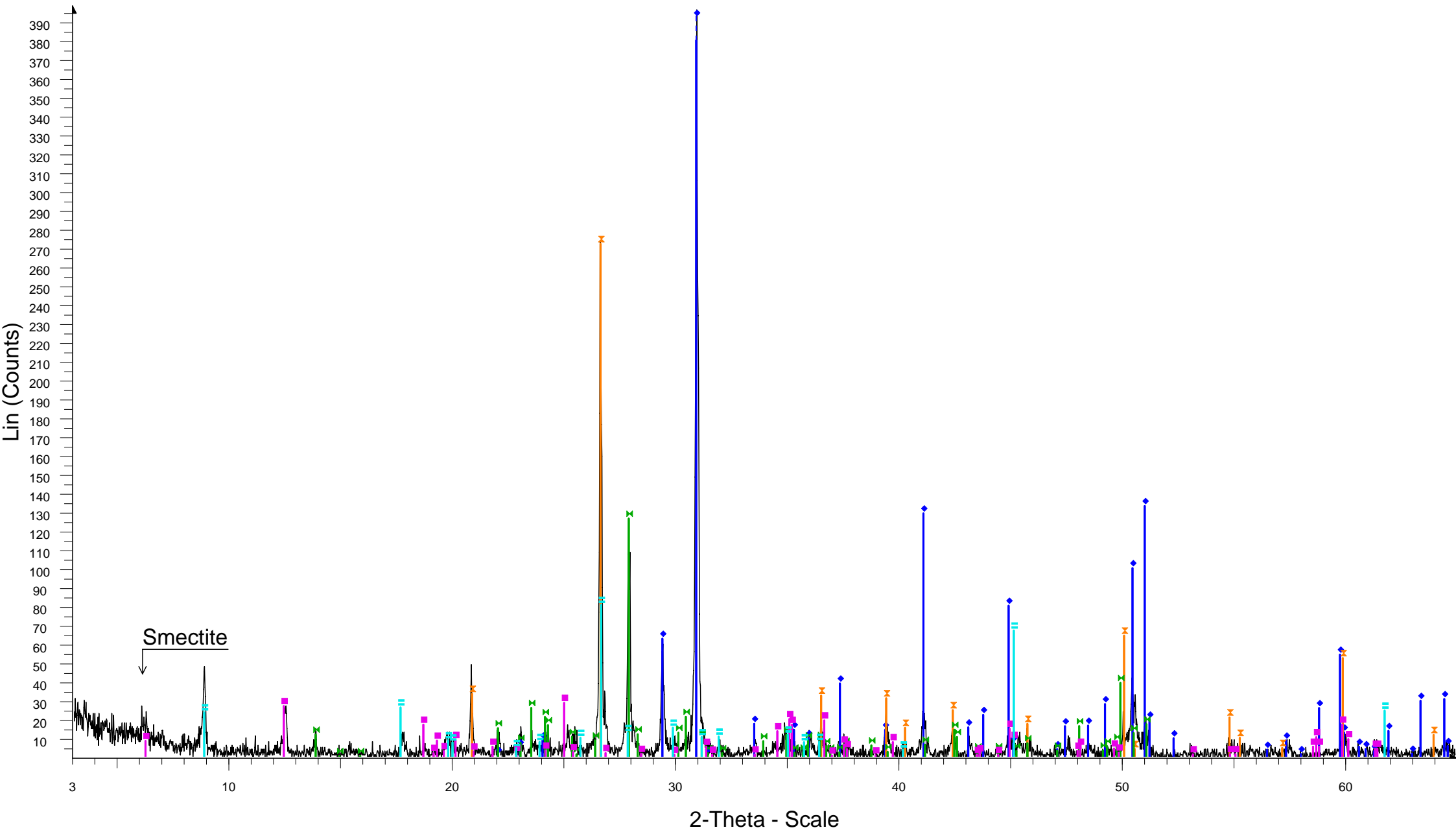
Actinolite - $\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ - Y: 5.10 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Albite, disordered - $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - Y: 6.06 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Clinochlore - $(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al})_6(\text{Si},\text{Cr})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ - Y: 4.28 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Microcline - KAISi_3O_8 - Y: 5.90 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic -

PL-3-EPIF

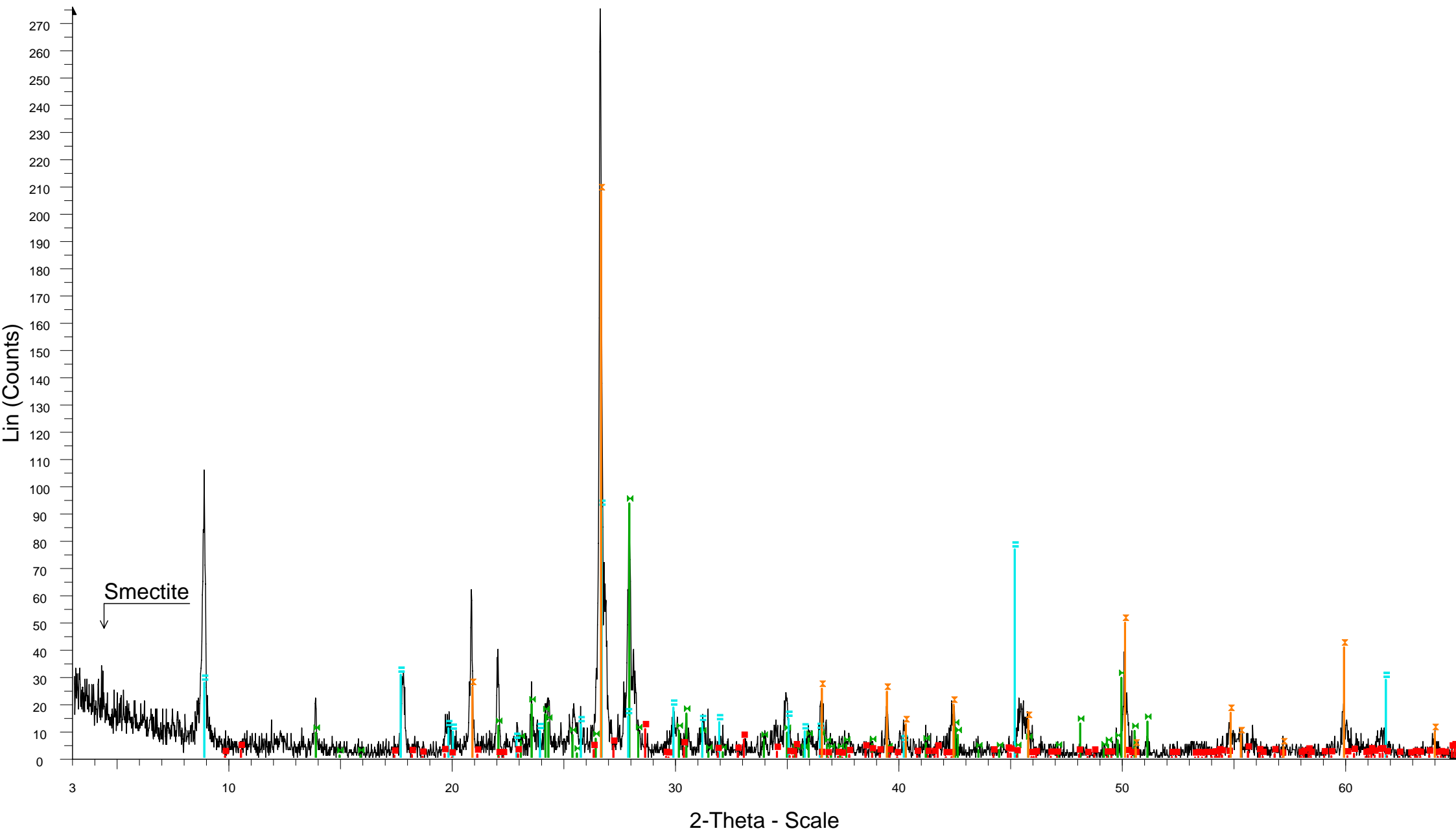


PL-1-EPIF - File: PL-1-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 9 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: 0.00 ° - X: 0.0 m

Operations: Import

- ◆ Dolomite - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ - Y: 143.61 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -
- ◆ Calcite, syn - CaCO_3 - Y: 23.16 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/lc PDF 2. -
- ✕ Quartz, syn - SiO_2 - Y: 99.36 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -
- ✕ Albite, ordered - $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - Y: 46.32 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -
- Clinocllore-1Mllb - $(\text{Mg}_5\text{Al})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ - Y: 10.77 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Illite-2M1 - $(\text{K},\text{H}_3\text{O})\text{Al}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$ - Y: 29.68 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

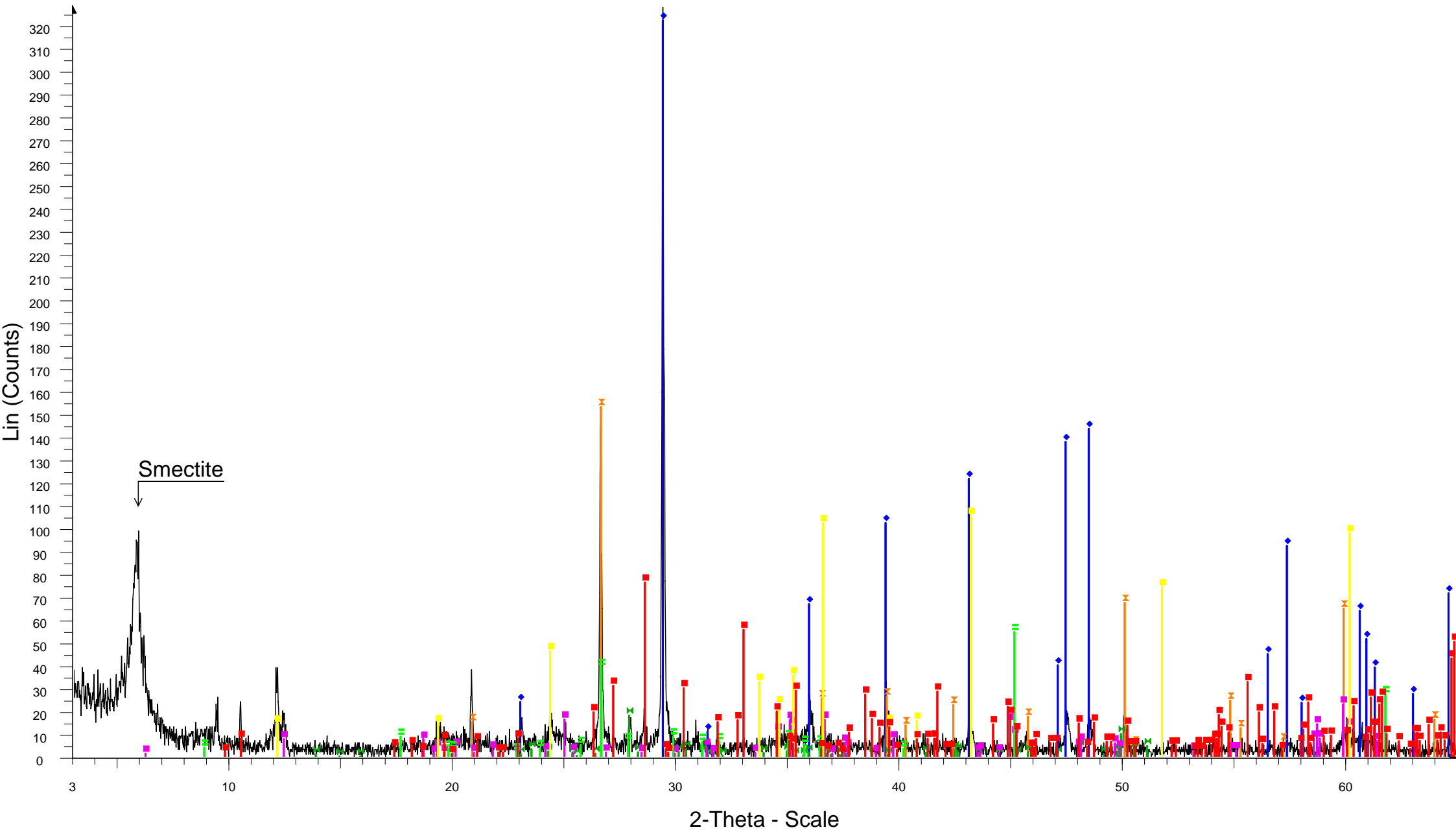
PL-3-EPIF



PL-3-EPIF - File: PL-3-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: 0.00 ° - X: 0.0
Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - Y: 75.51 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/Ic PDF 3.4 -
- Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 33.96 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/Ic PDF 2.1 -
- Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 33.40 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 3.85 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

THE-3-EPIF



THE-3-EPIF - File: THE-3-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 23.23 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
Operations: Import

Calcite, syn - CaCO₃ - Y: 98.23 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/Ic PDF 2. -

Quartz, syn - SiO₂ - Y: 46.67 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/Ic PDF 3.4 -

Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 5.47 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/Ic PDF 2.1 -

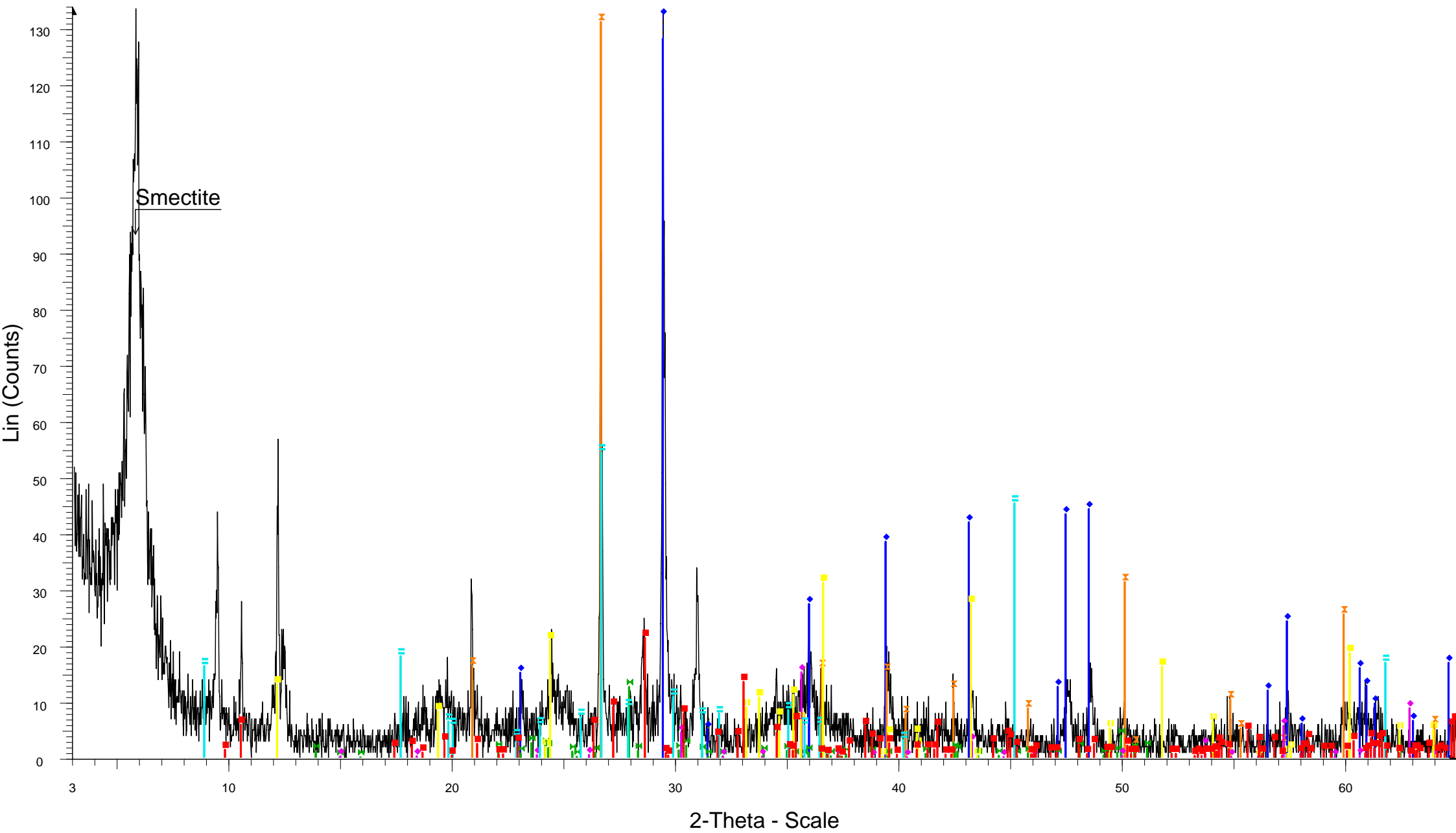
Clinochlore-1MIIb - (Mg₅Al)(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 6.95 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 16.62 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 32.14 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

726

THE-4-EPIF



2-Theta - Scale

THE-4-EPIF - File: THE-4-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step
Operations: Import

Calcite, syn - CaCO_3 - Y: 120.69 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/Ic PDF 2. - 00-005-0586 (*)

Quartz, syn - SiO_2 - Y: 98.22 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/Ic PDF 3.4 - 00-046-1045 (*)

Albite, ordered - $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - Y: 9.48 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/Ic PDF 2.1 - 00-009-0466 (*)

Maghemite-C, syn - Fe_2O_3 - Y: 11.45 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 1.4 - 00-039-1346 (*)

Hematite, syn - Fe_2O_3 - Y: 6.79 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 2.4 - 00-033-0664 (*)

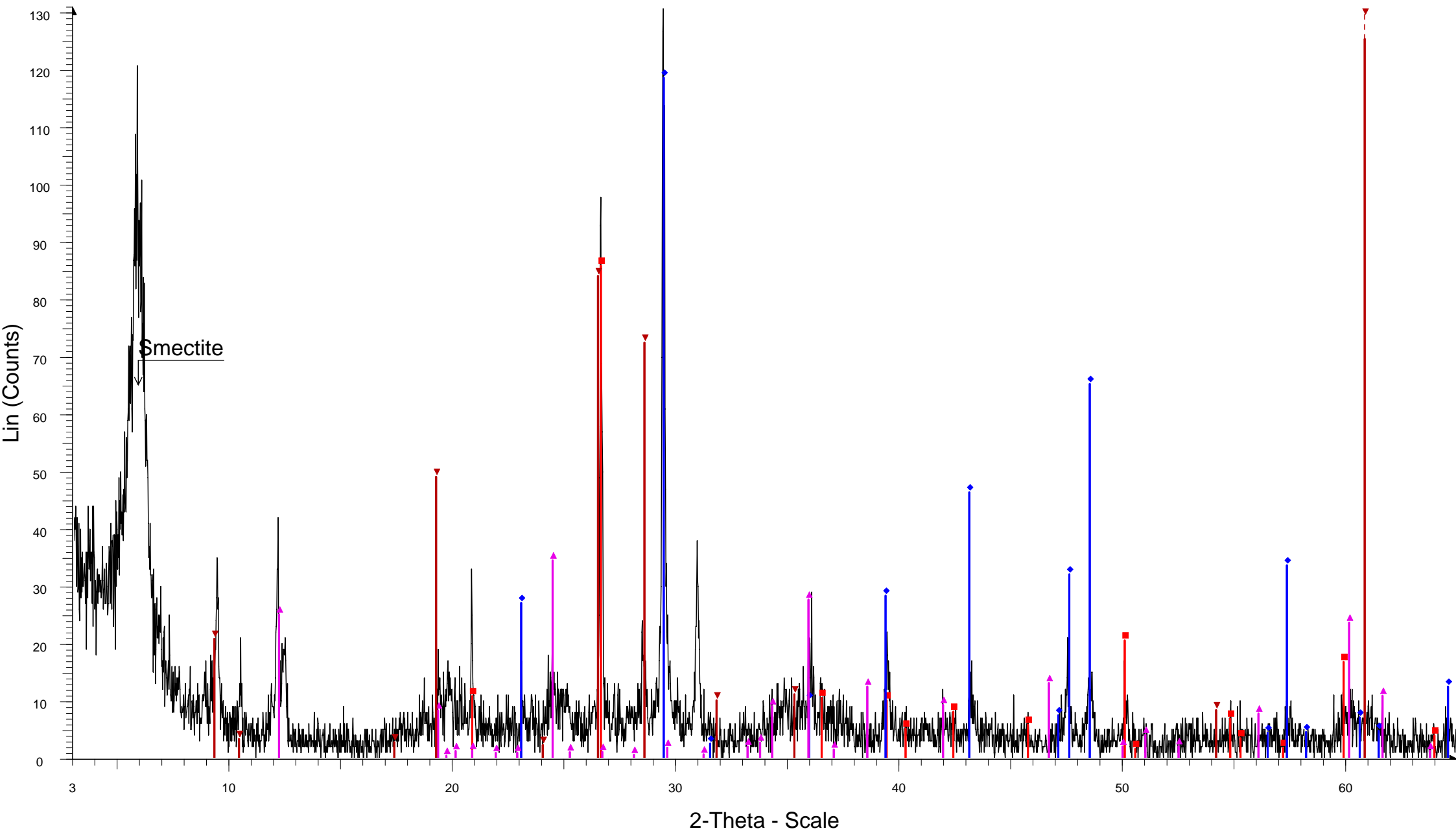
Illite-2M1 - $(\text{K},\text{H}_3\text{O})\text{Al}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$ - Y: 40.80 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - 00-026-0911 (I)

Clinochrysotile-2Mc1 - $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ - Y: 23.40 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - 00-043-0662 (I)

Actinolite - $\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ - Y: 16.05 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - 00-041-1366 (I)

727

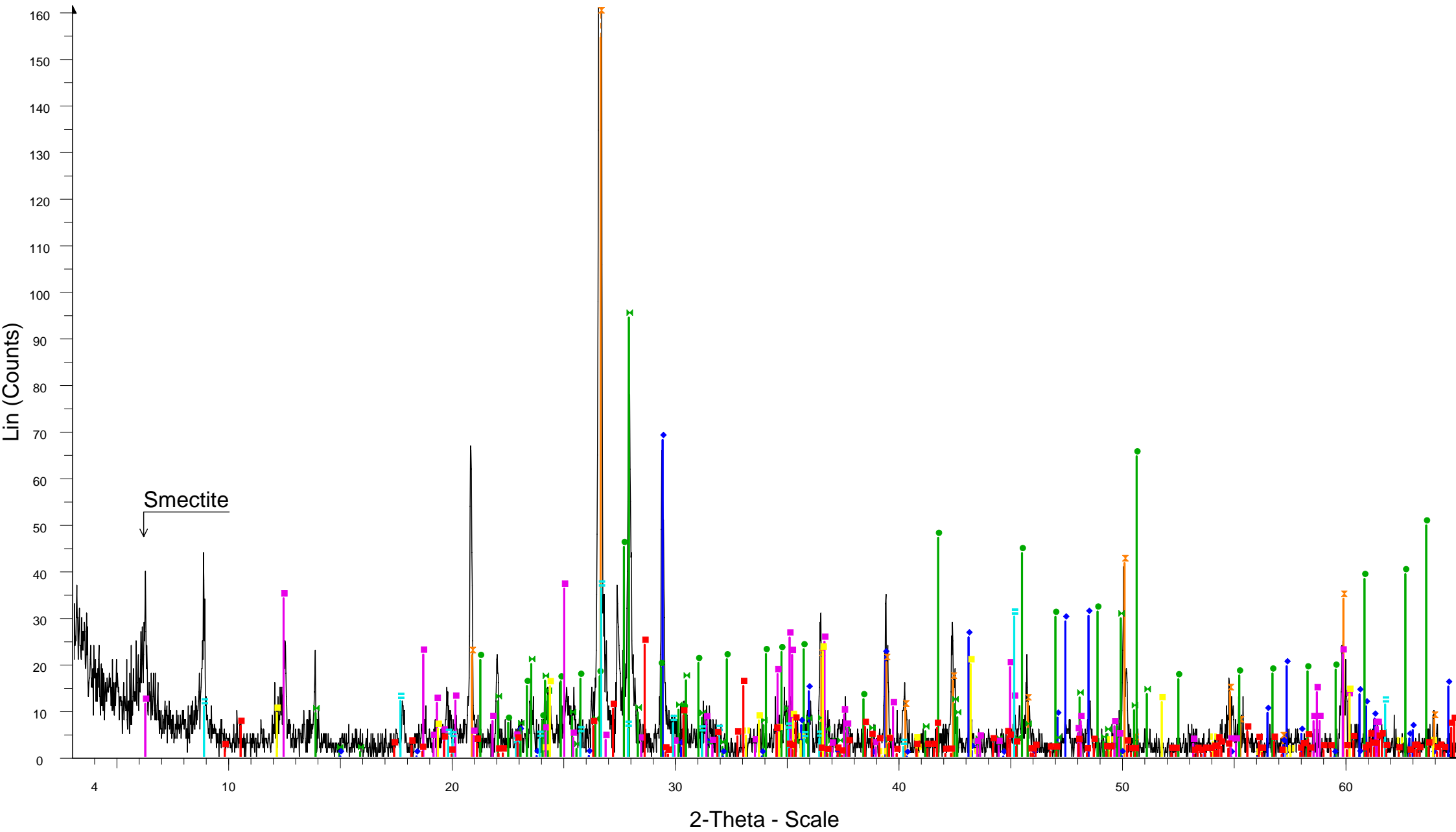
THE-4-EPIF-X2



THE-4-EPIF-X2 - File: THE-4-EPIF-X2.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 9 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: 0.00 °
Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - Y: 65.69 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/Ic PDF 3.4 -
- ◆ Calcite - CaCO₃ - Y: 90.78 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -
- ▲ Orthochrysotile-6Oc1 - (Mg,Fe,Ca)₃(Si,Al)₂O₅(OH)₄ - Y: 26.37 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Orthorhombic -
- ▼ Tremolite - CaMg₃(SiO₄)₃ - Y: 142.21 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Monoclinic -

THE-5-EPIF

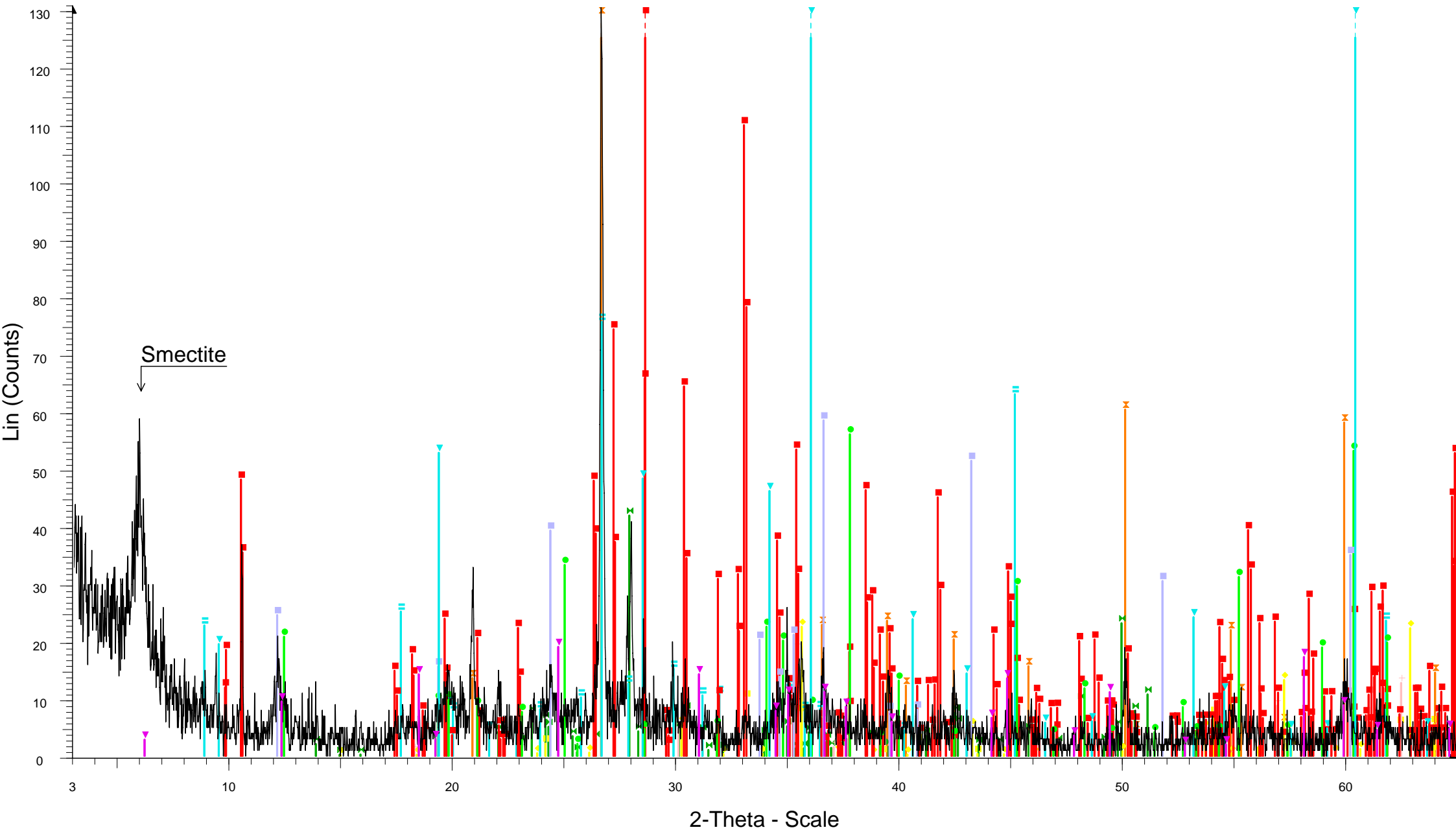


- THE-5-EPIF - File: THE-5-EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step
 Operations: Import
- | | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Calcite, syn - CaCO ₃ - Y: 15.11 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes - I/lc PDF 2. - | <input checked="" type="checkbox"/> Clinocllore-1MIIb - (Mg ₅ Al)(Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₈ - Y: 8.02 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - |
| <input checked="" type="checkbox"/> Quartz, syn - SiO ₂ - Y: 38.63 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 - | <input checked="" type="checkbox"/> Illite-2M1 - (K,H ₃ O)Al ₂ Si ₃ AlO ₁₀ (OH) ₂ - Y: 8.03 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - |
| <input checked="" type="checkbox"/> Albite, ordered - NaAlSi ₃ O ₈ - Y: 20.94 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 - | <input checked="" type="checkbox"/> Clinochrysotile-2Mc1 - Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄ - Y: 5.02 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - |
| <input checked="" type="checkbox"/> Microcline - Al ₂ O ₃ -K ₂ O-6SiO ₂ - Y: 14.33 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - | <input checked="" type="checkbox"/> Actinolite - Ca ₂ (Mg,Fe) ₅ Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂ - Y: 5.35 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - |
| <input checked="" type="checkbox"/> Maghemite-C, syn - Fe ₂ O ₃ - Y: 1.52 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.4 - | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Hematite, syn - Fe ₂ O ₃ - Y: 1.02 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.4 - | |

ΜΕΡΟΣ Β

ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΒΑΘΟΥΣ

AT-1-A-BATH



2-Theta - Scale

AT-1-A-BATH - File: AT-1-A-BATH.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - St

Operations: Import

00-046-1045 (*) - Quartz, syn - SiO₂ - Y: 105.22 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -

00-009-0466 (*) - Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 32.12 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -

00-039-1346 (*) - Maghemite-C, syn - Fe₂O₃ - Y: 17.27 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.4 -

00-033-0664 (*) - Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 7.69 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.4 -

00-019-0629 (*) - Magnetite, syn - Fe₃O₄ - Y: 14.32 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 4.9 -

00-026-0911 (I) - Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 58.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

00-041-1366 (I) - Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 133.12 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

00-044-1402 (I) - Tremolite - Ca₂Mg₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 59.95 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.1 -

00-031-0782 (I) - Lizardite-6(3)T, aluminian - (Mg,Al)₃(Si,Al)₂O₅(OH)₄ - Y: 42.97 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - H

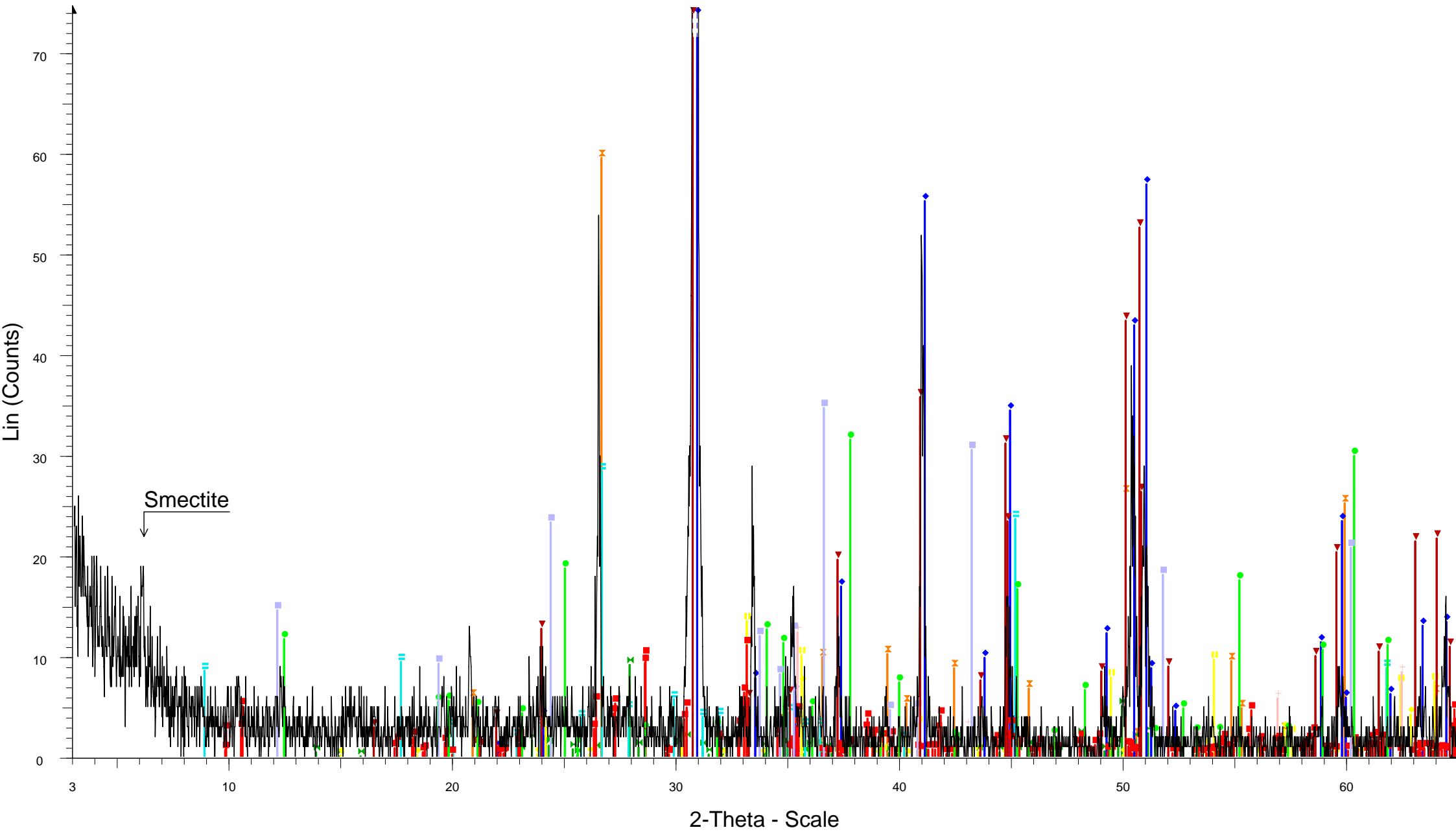
00-043-0662 (I) - Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 44.83 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

00-010-0183 (D) - Clinochlore-2MIIb - (Mg,Al)₆(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 14.58 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

00-003-0881 (D) - Talc - Mg₃Si₄O₁₀(OH)₂ - Y: 121.29 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

731

AT-4-A-BATH



2-Theta - Scale

AT-4-A-BATH - File: AT-4-A-BATH.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - St
 Operations: Import

00-046-1045 (*) - Quartz, syn - SiO₂ - Y: 7.55 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -

00-009-0466 (*) - Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 1.16 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -

00-036-0426 (*) - Dolomite - CaMg(CO₃)₂ - Y: 21.25 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -

00-039-1346 (*) - Maghemite-C, syn - Fe₂O₃ - Y: 0.92 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.4 -

00-033-0664 (*) - Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 1.71 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.4 -

00-019-0629 (*) - Magnetite, syn - Fe₃O₄ - Y: 1.57 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 4.9 -

00-026-0911 (I) - Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 3.60 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

00-041-1366 (I) - Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 1.28 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

00-044-1402 (I) - Tremolite - Ca₂Mg₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 1.41 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.1 -

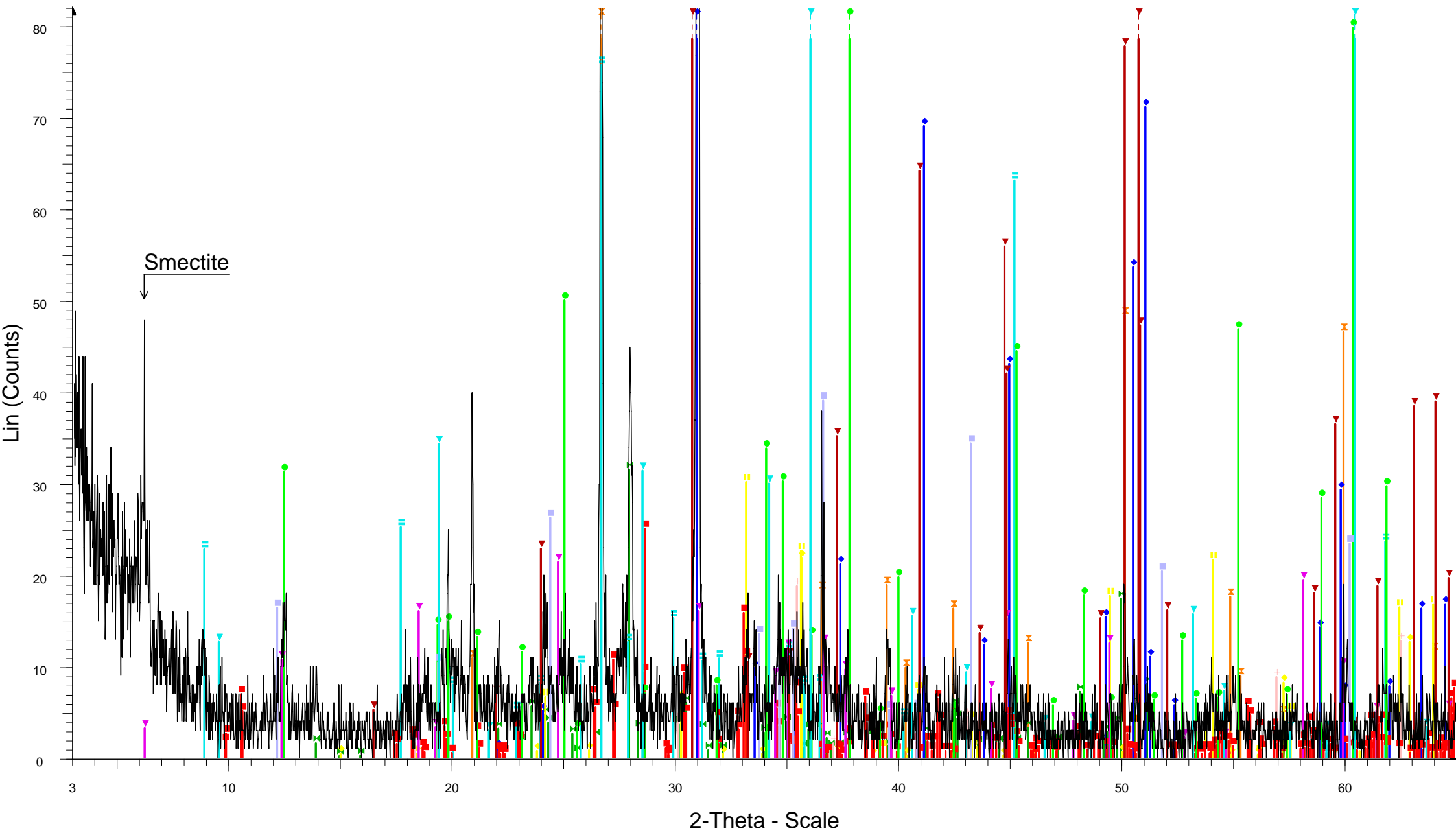
00-031-0782 (I) - Lizardite-6(3)T, aluminian - (Mg,Al)₃(Si,Al)₂O₅(OH)₄ - Y: 4.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - He

00-043-0662 (I) - Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 4.40 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

00-041-0586 (*) - Ankerite - Ca(Fe,Mg)(CO₃)₂ - Y: 68.77 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.8 -

732

AT-5-B-BATH

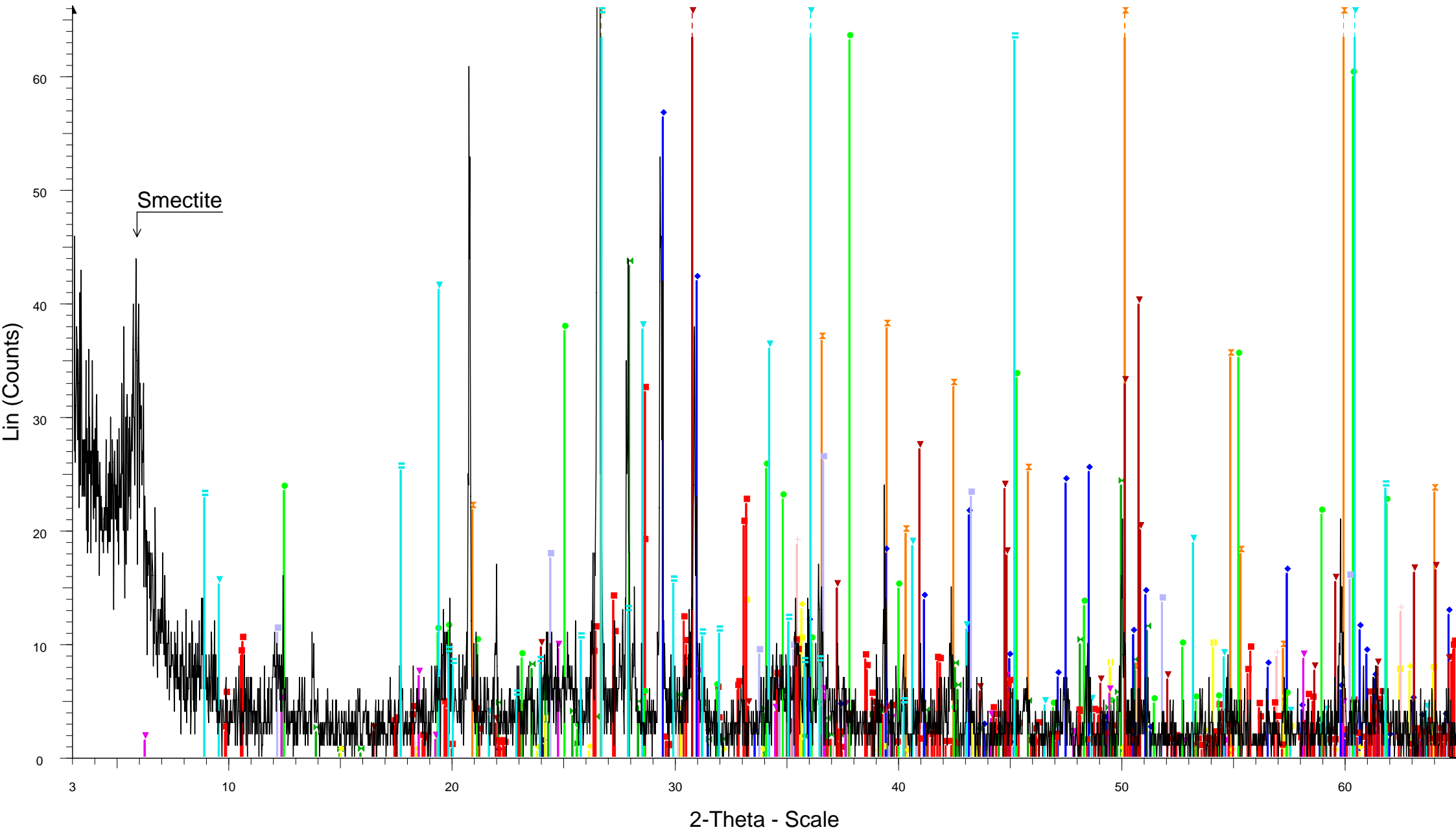


AT-5-B-BATH - File: AT-5-B-BATH.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - St
 Operations: Import

- 00-046-1045 (*) - Quartz, syn - SiO₂ - Y: 54.59 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -
- 00-009-0466 (*) - Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 15.62 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -
- 00-036-0426 (*) - Dolomite - CaMg(CO₃)₂ - Y: 104.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -
- 00-039-1346 (*) - Maghemite-C, syn - Fe₂O₃ - Y: 10.83 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.4 -
- 00-033-0664 (*) - Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 14.96 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.4 -
- 00-019-0629 (*) - Magnetite, syn - FeFe₂O₄ - Y: 9.31 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 4.9 -

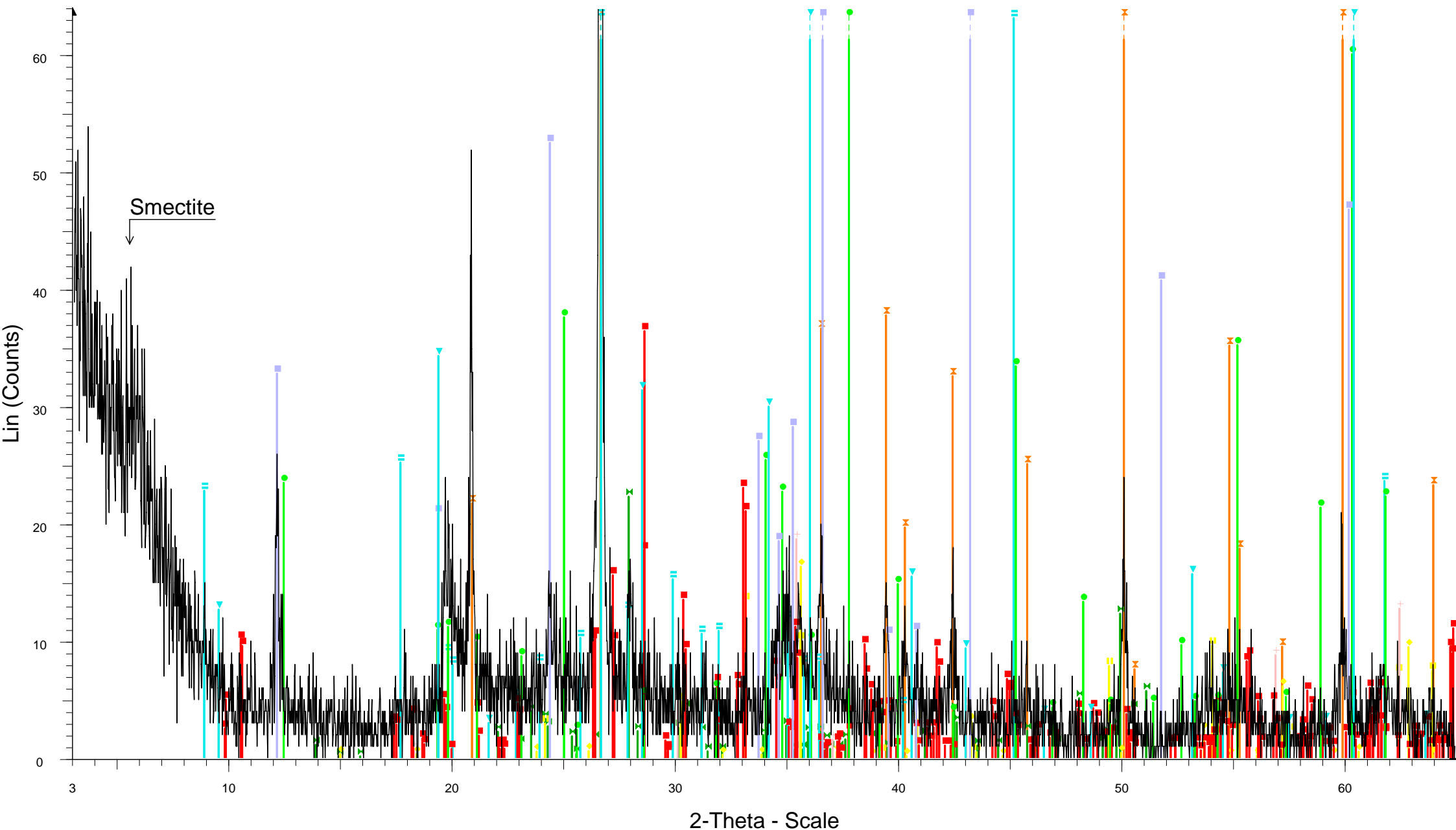
- 00-026-0911 (I) - Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 37.61 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- 00-041-1366 (I) - Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 12.43 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- 00-044-1402 (I) - Tremolite - Ca₂Mg₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 5.53 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.1 -
- 00-031-0782 (I) - Lizardite-6(3)T, aluminian - (Mg,Al)₃(Si,Al)₂O₅(OH)₄ - Y: 41.77 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - H -
- 00-043-0662 (I) - Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 19.39 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- 00-010-0183 (D) - Clinochlore-2MIIb - (Mg,Al)₆(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 10.62 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- 00-041-0586 (*) - Ankerite - Ca(Fe,Mg)(CO₃)₂ - Y: 482.98 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.8 -
- 00-003-0881 (D) - Talc - Mg₃Si₄O₁₀(OH)₂ - Y: 50.98 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

AT-5D-BATH



- AT-5D-BATH - File: AT-5-D-BATH.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.0
 Operations: Import
- | | | |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 00-046-1045 (*) - Quartz, syn - SiO₂ - Y: 123.21 % - d x by: 1. - WL: 1.5 00-009-0466 (*) - Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 24.24 % - d x by: 1. - 00-036-0426 (*) - Dolomite - CaMg(CO₃)₂ - Y: 23.48 % - d x by: 1. - WL: 00-005-0586 (*) - Calcite, syn - CaCO₃ - Y: 31.57 % - d x by: 1. - WL: 1. 00-039-1346 (*) - Maghemite-C, syn - Fe₂O₃ - Y: 7.29 % - d x by: 1. - W 00-033-0664 (*) - Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 7.51 % - d x by: 1. - WL: 1. | <ul style="list-style-type: none"> 00-019-0629 (*) - Magnetite, syn - FeFe₂O₄ - Y: 10.48 % - d x by: 1. - W 00-026-0911 (I) - Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 42.45 % - d 00-041-1366 (I) - Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 18.01 % - d 00-044-1402 (I) - Tremolite - Ca₂Mg₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 12.48 % - d x by 00-031-0782 (I) - Lizardite-6(3)T, aluminian - (Mg,Al)₃(Si,Al)₂O₅(OH)₄ - 00-043-0662 (I) - Clinochrysoite-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 14.59 % - 00-010-0183 (D) - Clinochlore-2MIIb - (Mg,Al)₆(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - Y: 5. 00-041-0586 (*) - Ankerite - Ca(Fe,Mg)(CO₃)₂ - Y: 230.05 % - d x by: 1. | <ul style="list-style-type: none"> 00-003-0881 (D) - Talc - Mg₃Si₄O₁₀(OH)₂ - Y: 69.03 % - d x by: 1. - W |
|--|--|--|

KL-7-BATH



2-Theta - Scale

KL-7-BATH - File: KL-7-BATH.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step ti
Operations: Import

- 00-046-1045 (*) - Quartz, syn - SiO₂ - Y: 97.57 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.4 -
- 00-009-0466 (*) - Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - Y: 9.89 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 2.1 -
- 00-039-1346 (*) - Maghemite-C, syn - Fe₂O₃ - Y: 7.24 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.4 -
- 00-033-0664 (*) - Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 5.94 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 2.4 -
- 00-019-0629 (*) - Magnetite, syn - FeFe₂O₄ - Y: 8.29 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 4.9 -
- 00-026-0911 (I) - Illite-2M1 - (K,H₃O)Al₂Si₃AlO₁₀(OH)₂ - Y: 33.62 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- 00-041-1366 (I) - Actinolite - Ca₂(Mg,Fe)₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 16.16 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- 00-044-1402 (I) - Tremolite - Ca₂Mg₅Si₈O₂₂(OH)₂ - Y: 9.35 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 1.1 -
- 00-031-0782 (I) - Lizardite-6(3)T, aluminian - (Mg,Al)₃(Si,Al)₂O₅(OH)₄ - Y: 28.08 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - H
- 00-043-0662 (I) - Clinochrysotile-2Mc1 - Mg₃Si₂O₅(OH)₄ - Y: 34.66 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- 00-003-0881 (D) - Talc - Mg₃Si₄O₁₀(OH)₂ - Y: 45.57 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

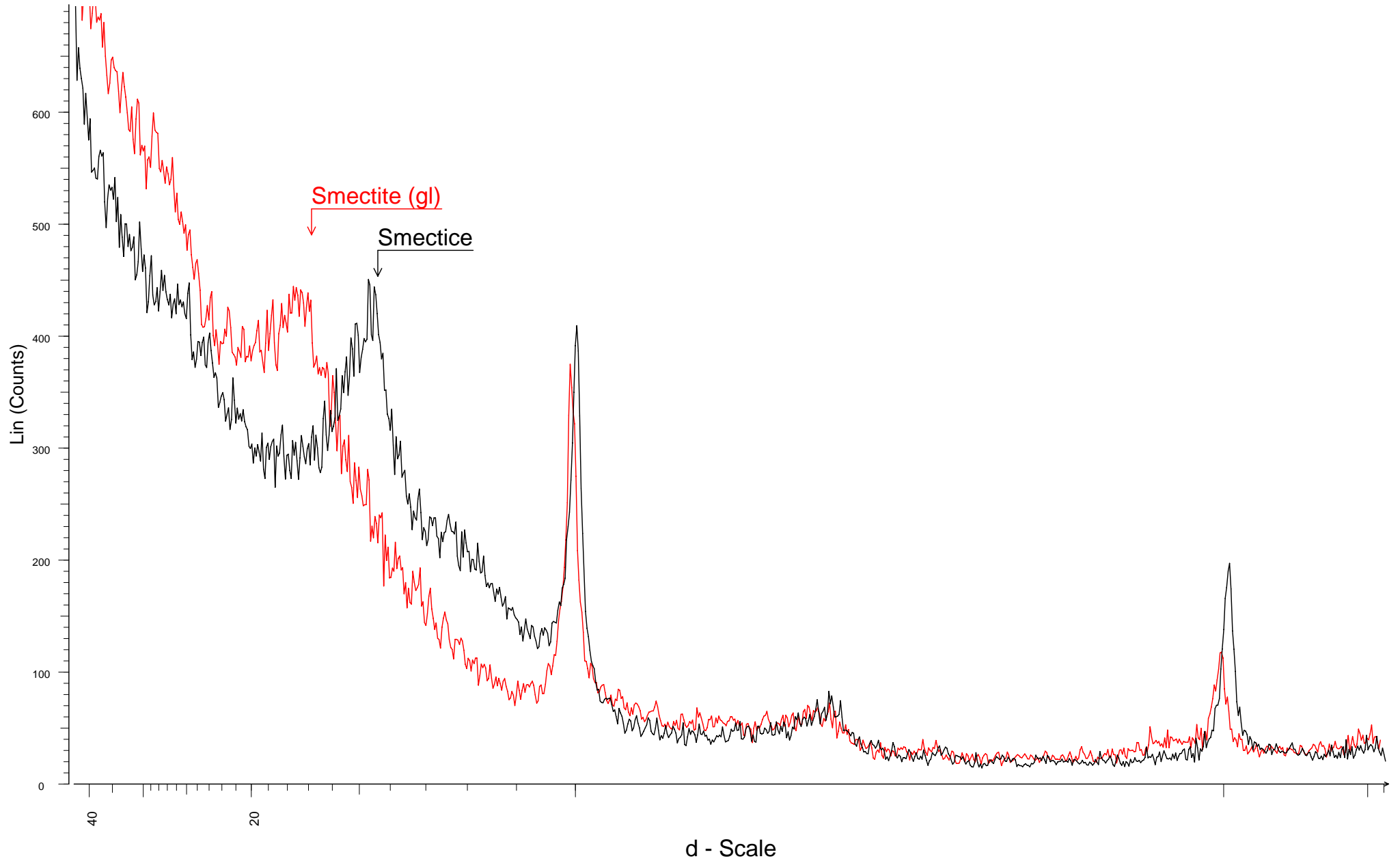
ΜΕΡΟΣ Γ

ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

ΕΛΔΑΦΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

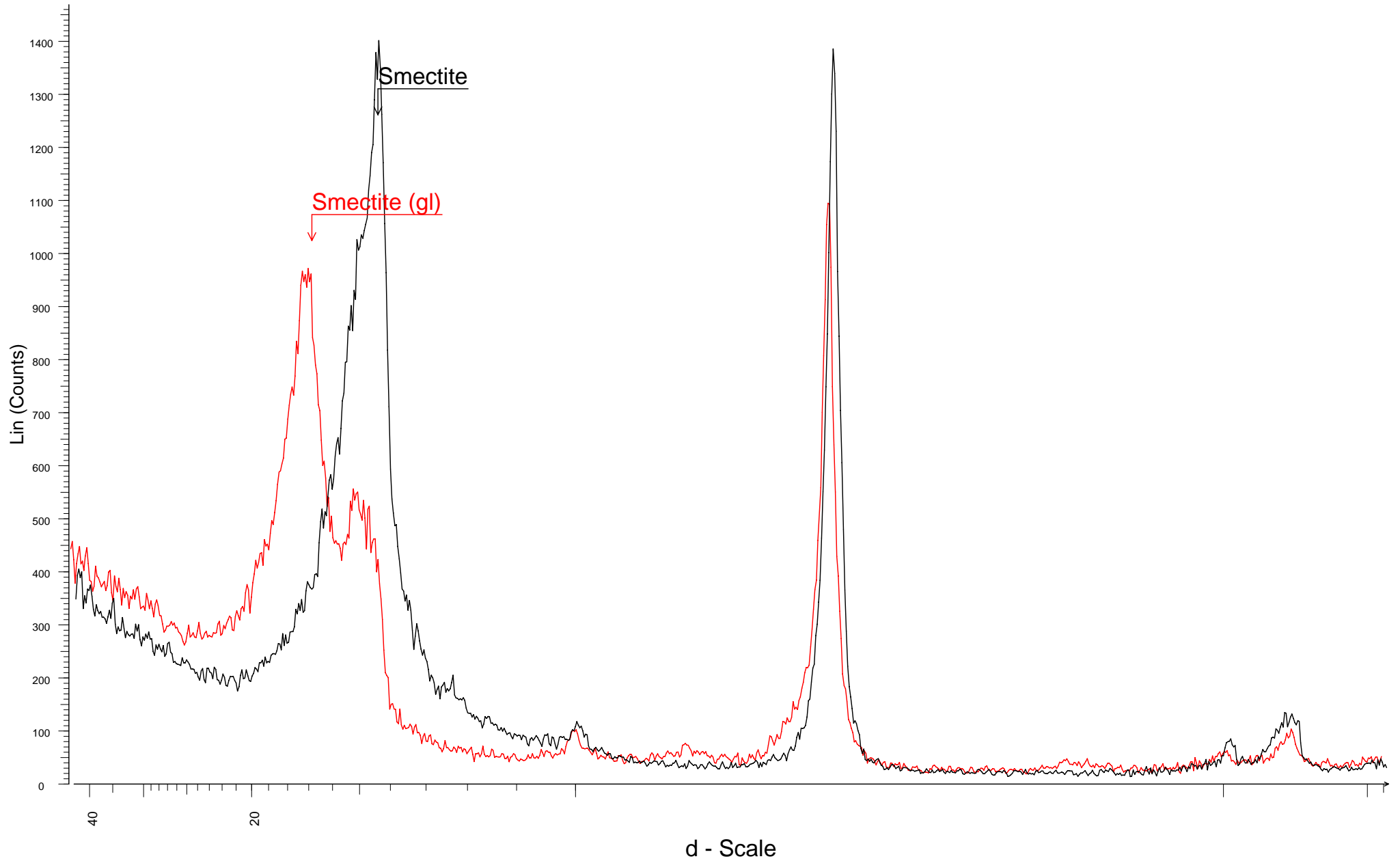
ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΣΜΕΚΤΙΤΩΝ

AD-22-EPIF---CLAY



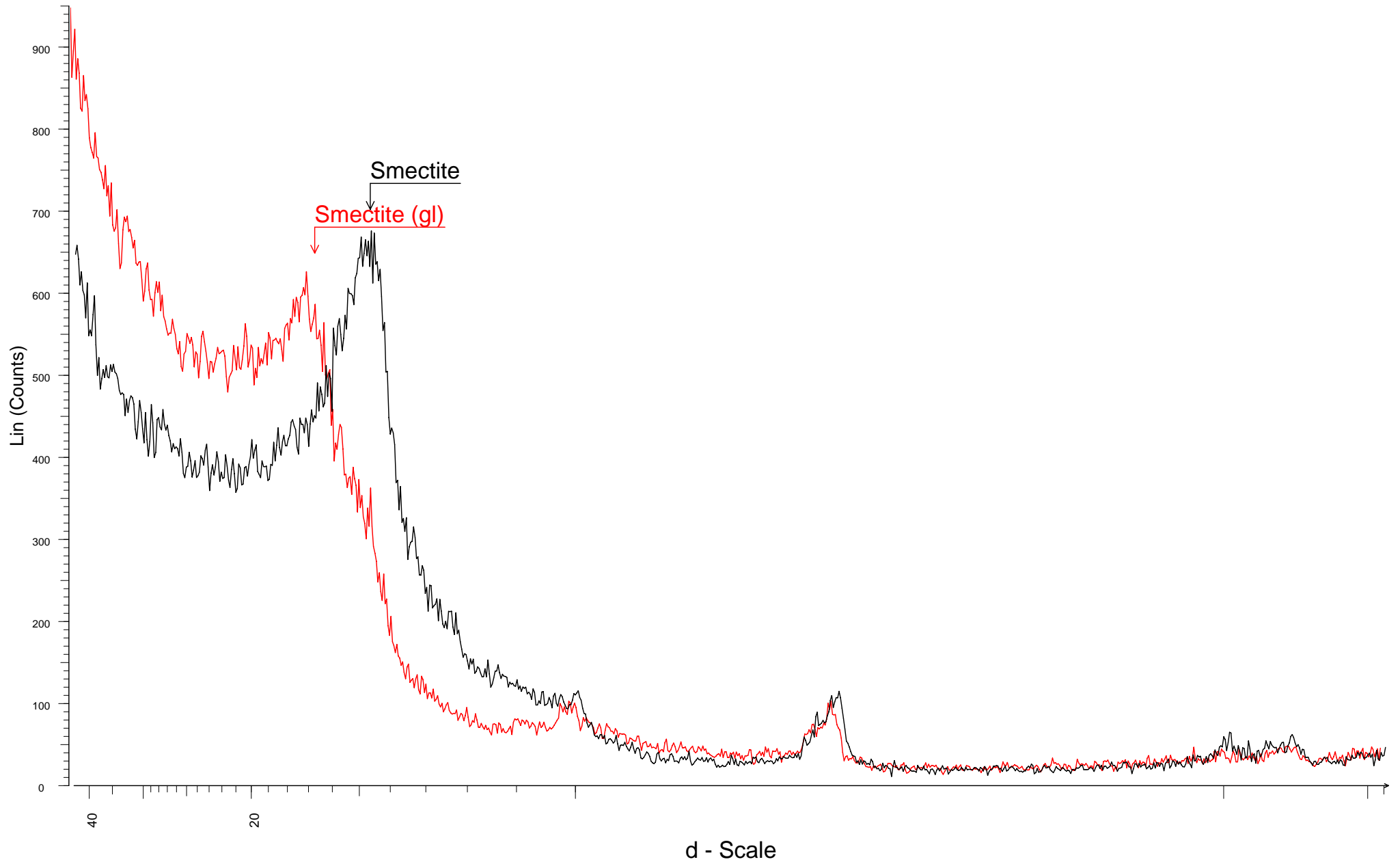
AD-22-EPIF-BEFORE - File: AD-22-EPIF-BEFORE.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 20.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta
X - 1.0 mm - AD-22-EPIF-AFTER - File: AD-22-EPIF-AFTER.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 20.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s

AD-2-EPIF---CLAY



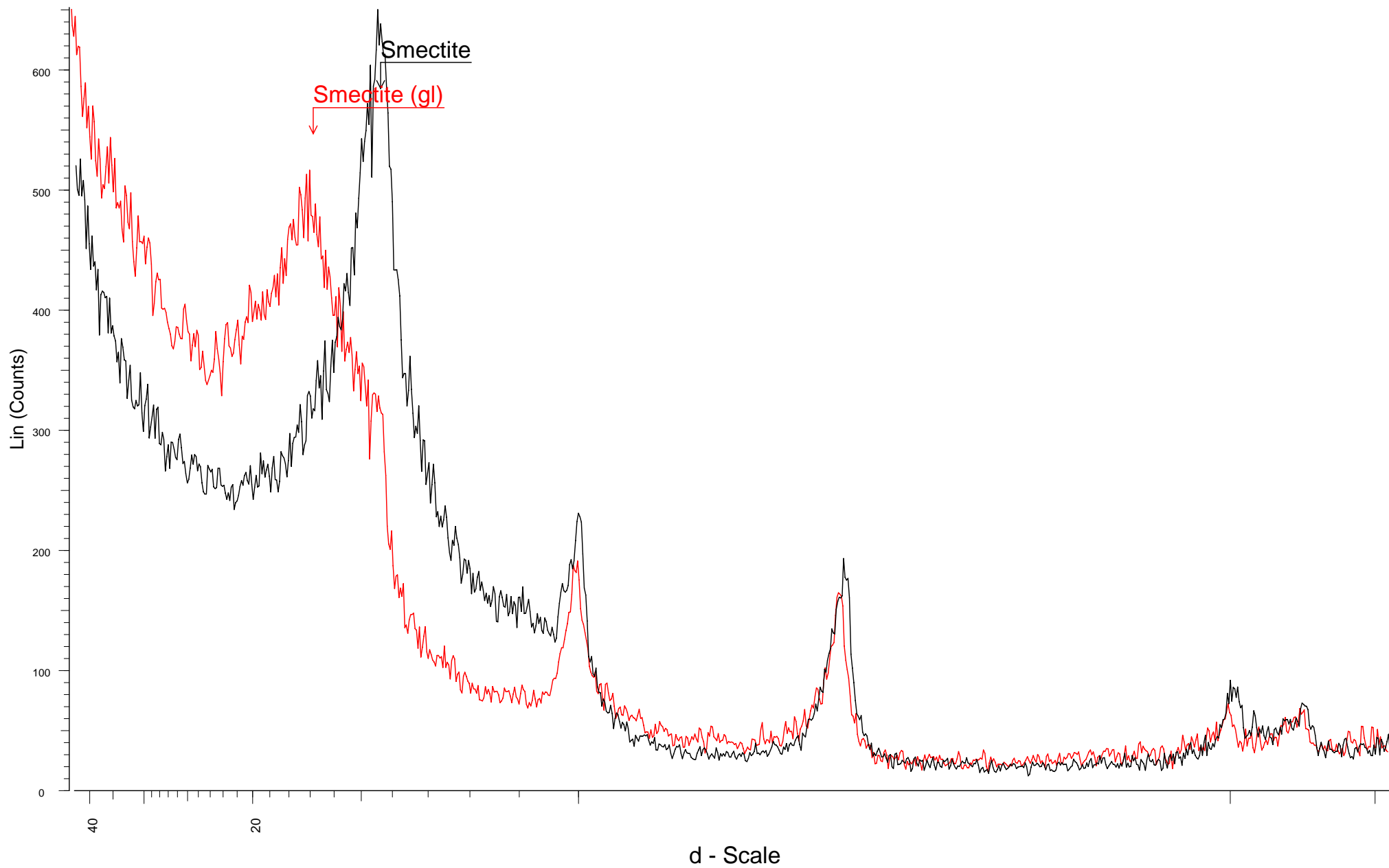
AD-2-EPIF-BEFORE - File: AD-2-EPIF-BEFORE.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 20.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 16 s - 2-Theta: 2
X - 1.0 mm - AD-2-EPIF-AFTER - File: AD-2-EPIF-AFTER.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 20.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s -

AT-5D-EPIF---CLAY



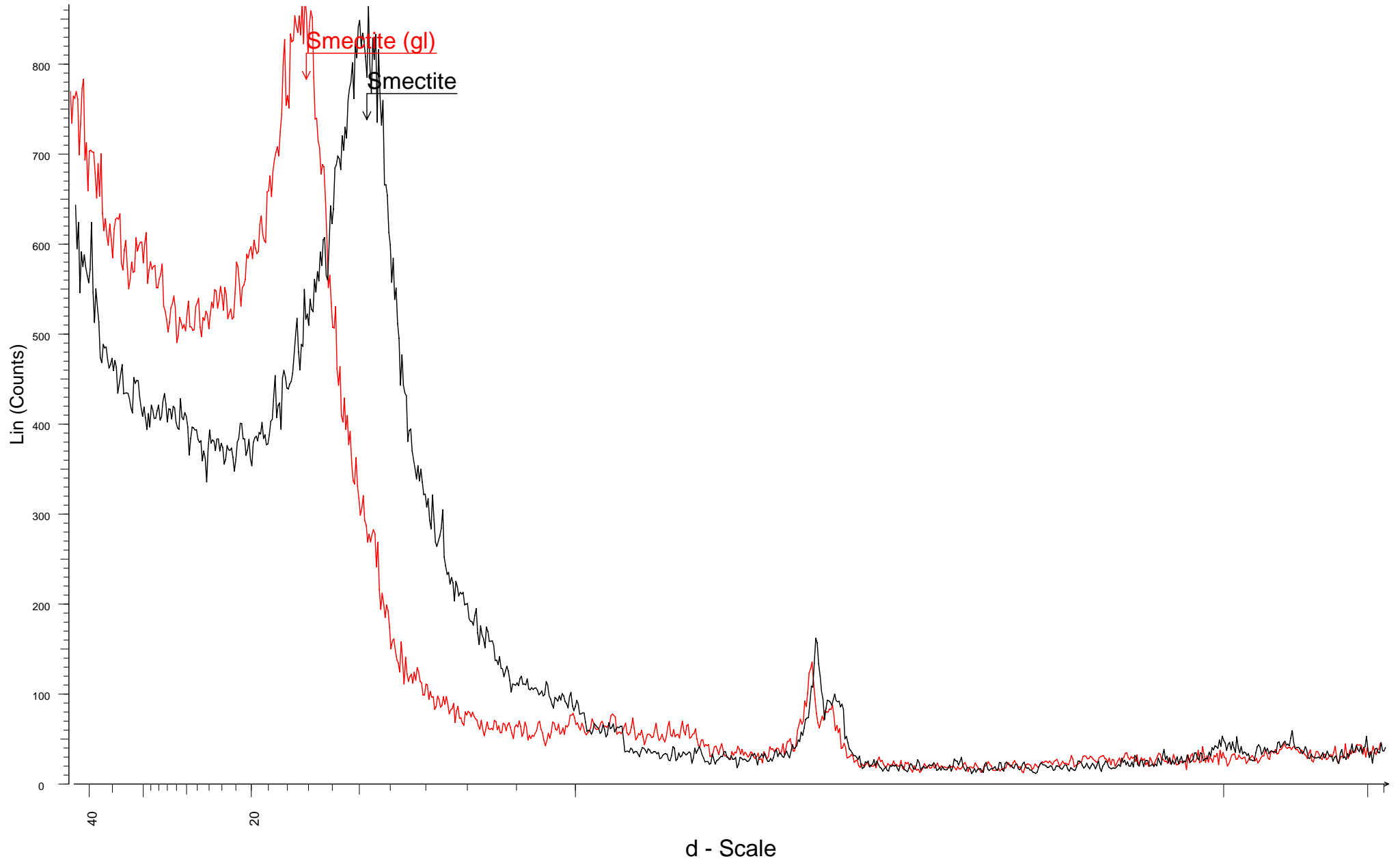
■ AT-5-D-EPIF-BEFORE - File: AT-5-D-EPIF-BEFORE.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 20.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-The
■ X - 1.0 mm - AT-5-D-EPIF-AFTER - File: AT-5-D-EPIF-AFTER.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 20.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15

GIA-5-EPIF---CLAY



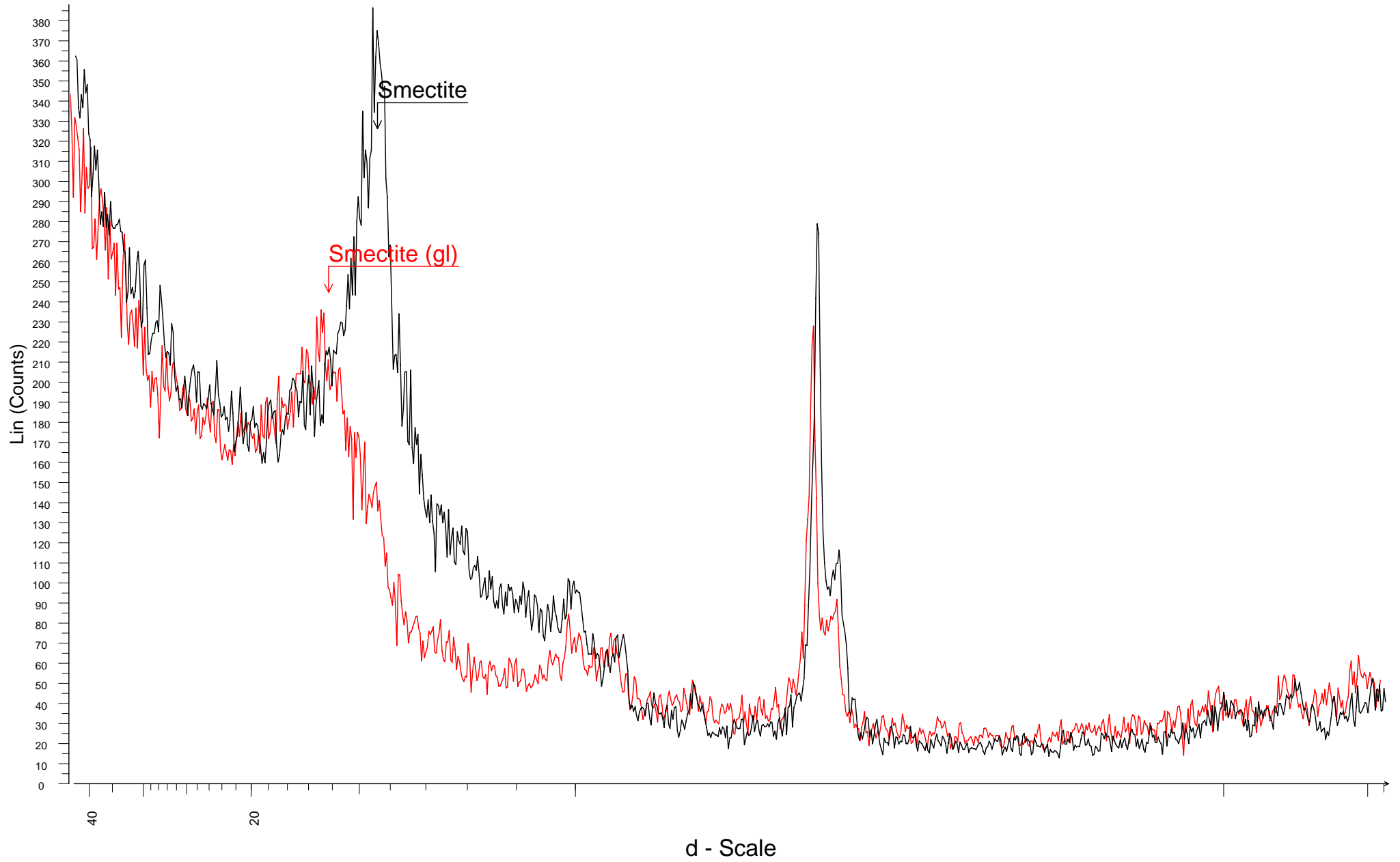
■ GIA-5-EPIF-BEFORE - File: GIA-5-EPIF-BEFORE.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 20.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 9 s - 2-Theta:
■ X - 1.0 mm - GIA-5-EPIF-AFTER - File: GIA-5-EPIF-AFTER.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 20.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 16 s -

KABOS-9-EPIF---CLAY



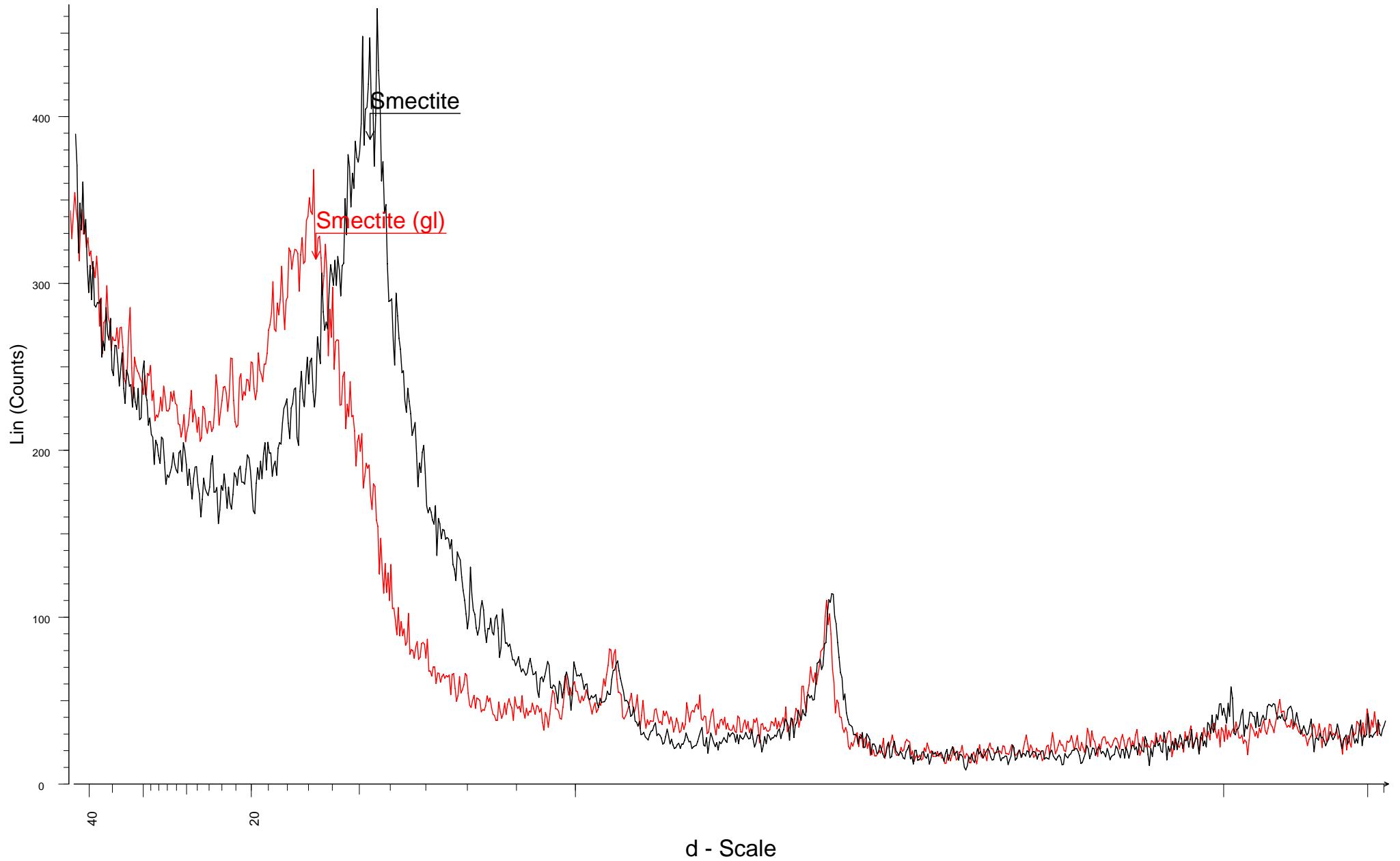
■ KABOS-9-EPIF-BEFORE - File: KABOS-9-EPIF-BEFORE.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 20.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s -
■ X - 1.0 mm - KABOS-9-EPIF-AFTER - File: KABOS-9-EPIF-AFTER.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 20.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Starte

KB-6-EPIF---CLAY



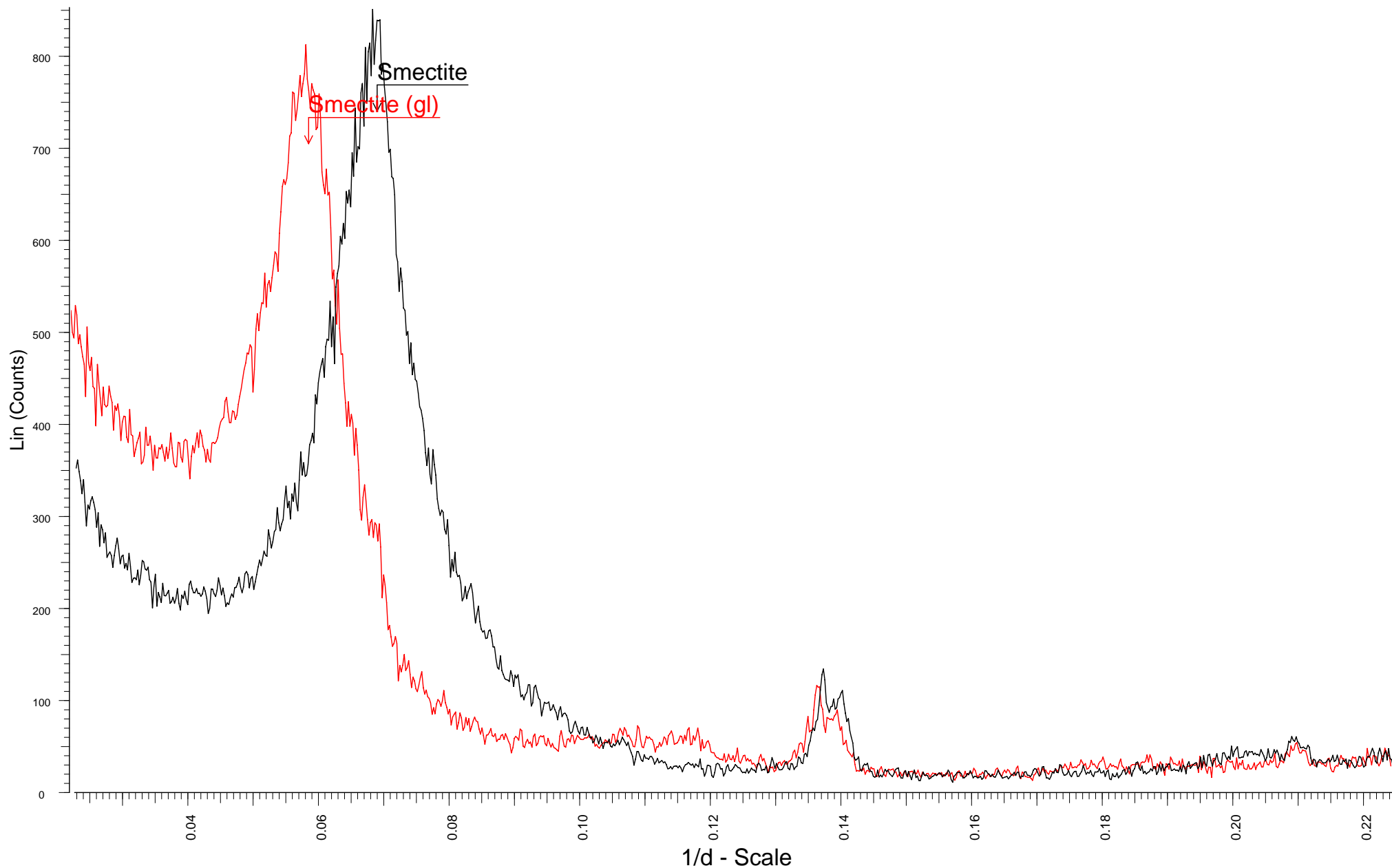
KB-6-EPIF-BEFORE - File: KB-6-EPIF-BEFORE.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 20.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 2
X - 1.0 mm - KB-6-EPIF-AFTER - File: KB-6-EPIF-AFTER.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 20.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2

KL-9-EPIF---CLAY



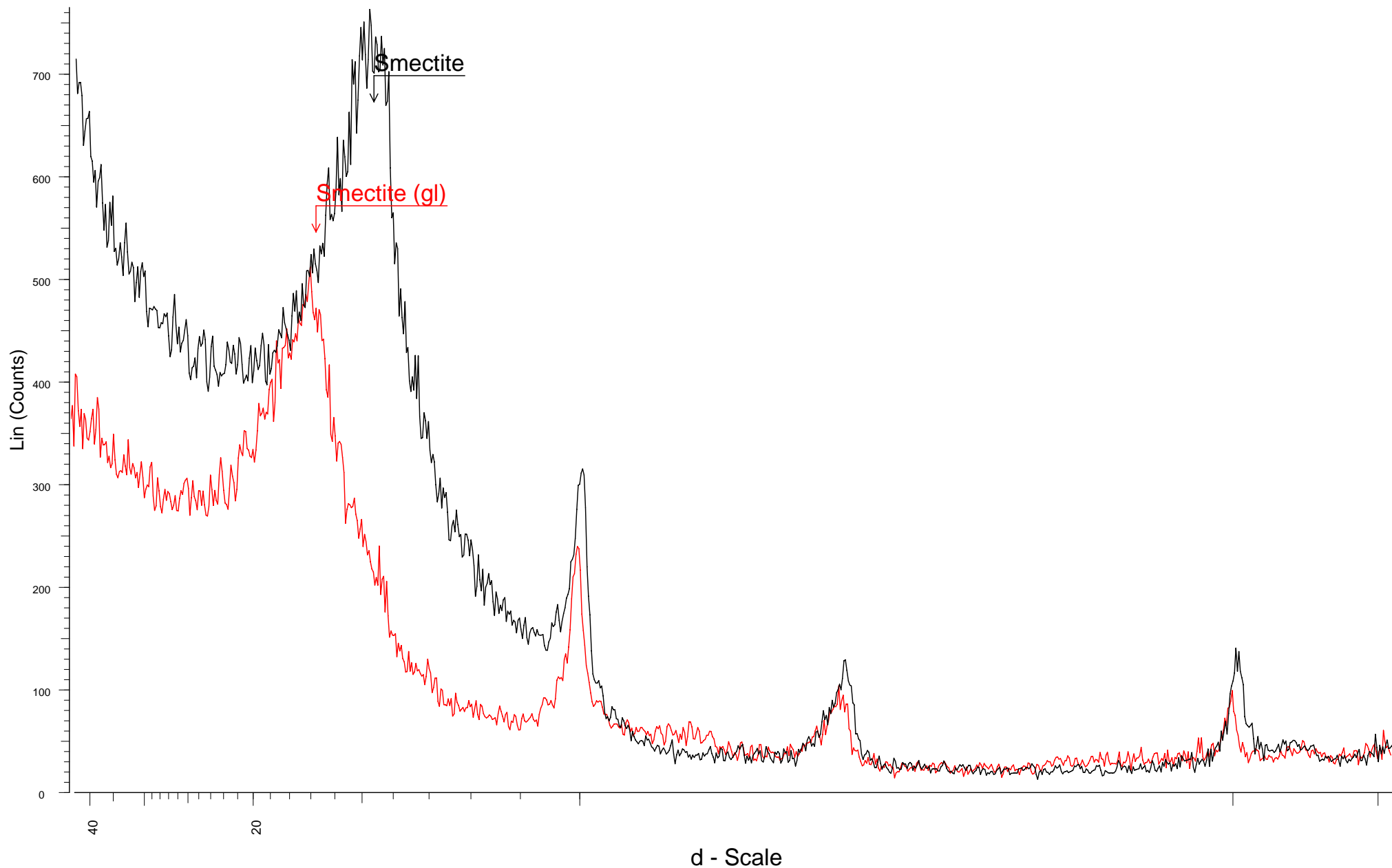
KL-9-EPIF-BEFORE - File: KL-9-EPIF-BEFORE.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 20.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 5 s - 2-Theta: 2.0
X - 1.0 mm - KL-9-EPIF-AFTER - File: KL-9-EPIF-AFTER.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 20.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2

LIX-7-EPIF---CLAY



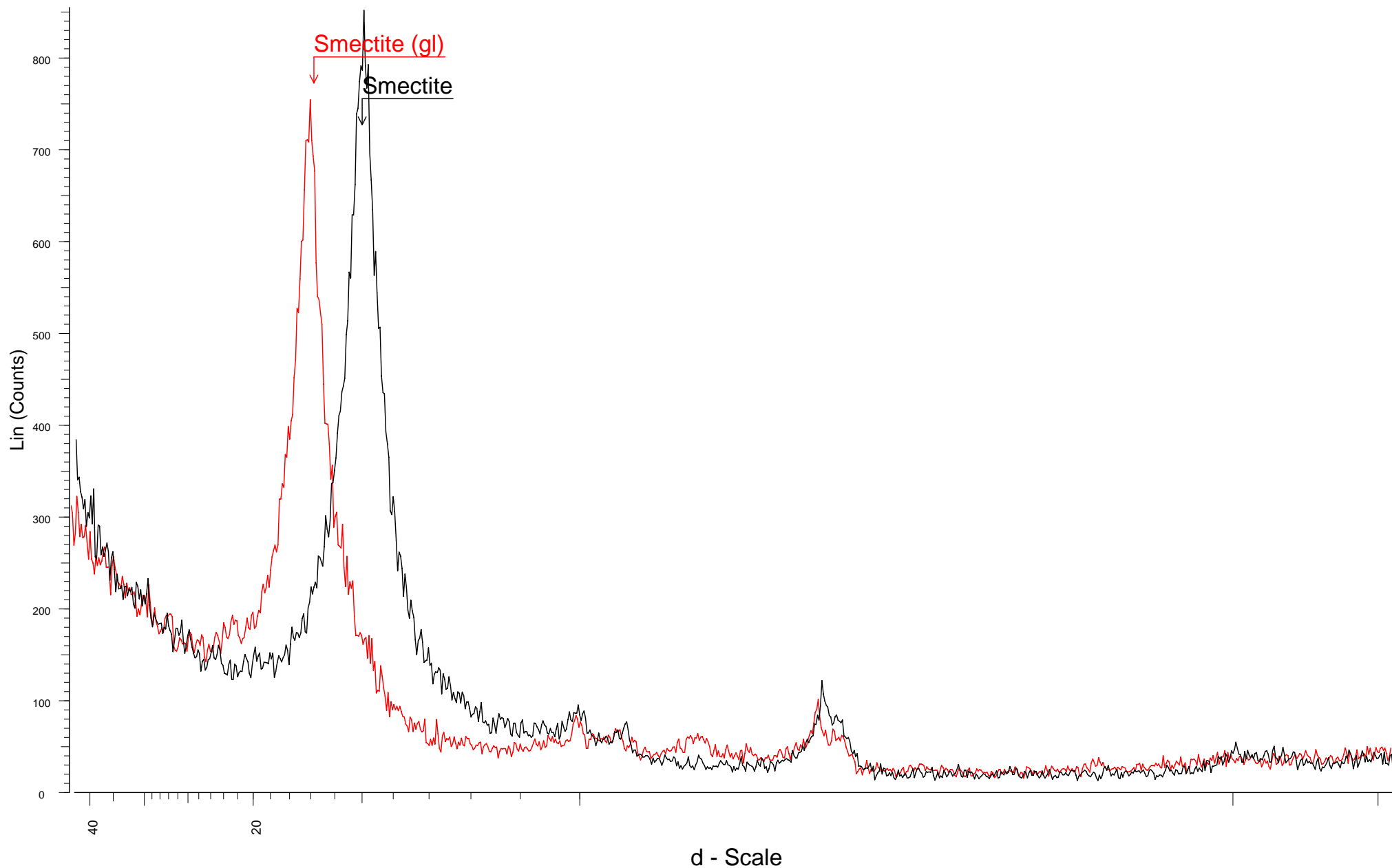
■ LIX-7-EPIF-BEFORE - File: LIX-7-EPIF-BEFORE.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 20.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta:
■ X - 1.0 mm - LIX-7-EPIF-AFTER - File: LIX-7-EPIF-AFTER.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 20.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 5 s - 2

NP-1-EPIF---CLAY



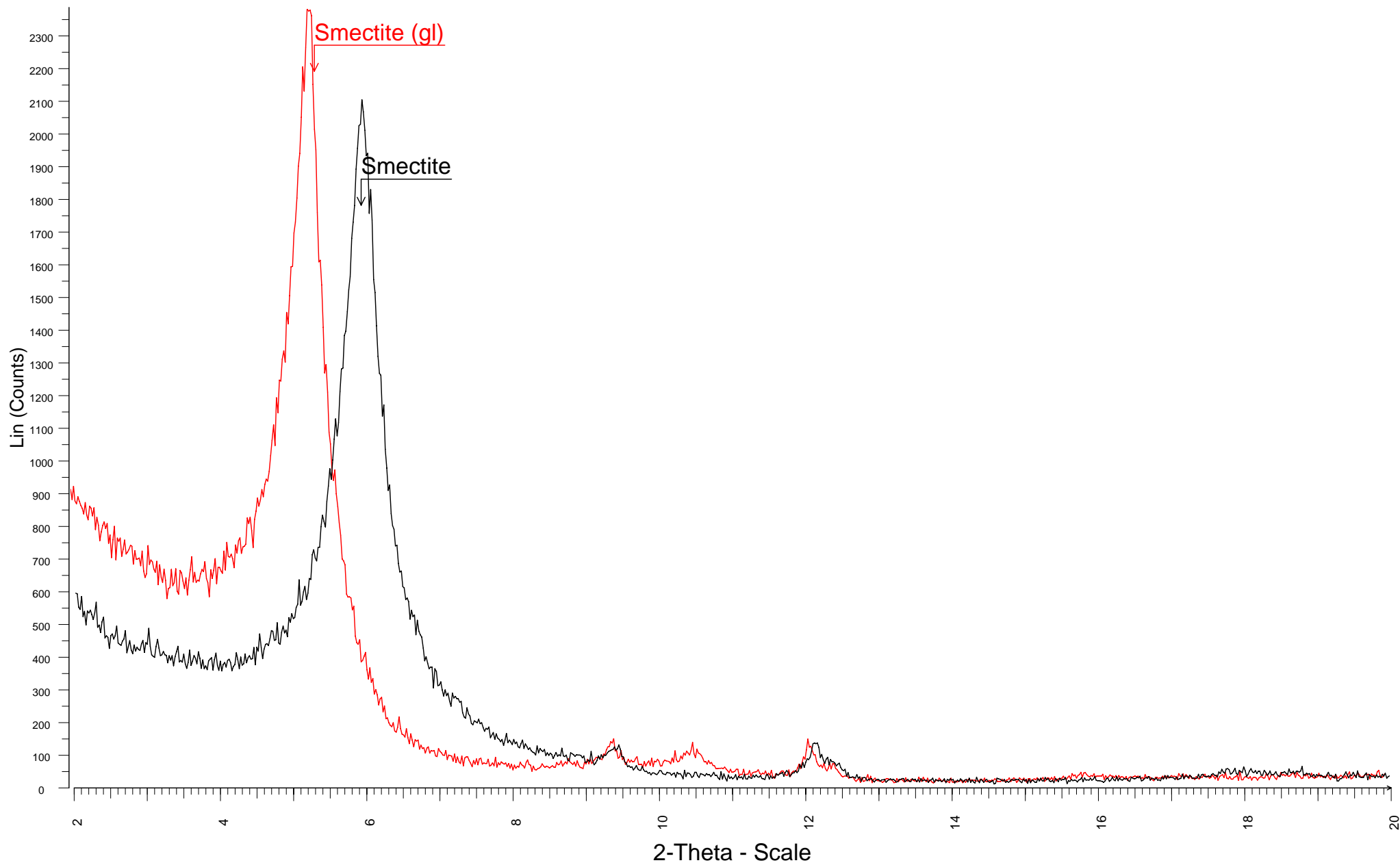
NP-1 EPIF - File: NP-1 EPIF.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 20.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 2.000 ° - Theta: 1.00
X - 1.0 mm - NP-1-EPIF-AFTER - File: NP-1-EPIF-AFTER.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 20.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 14 s -

OI-11-EPIF---CLAY



▲ OI-11-EPIF-BEFORE - File: OI-11-EPIF-BEFORE.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 20.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta:
▲ X - 1.0 mm - OI-11-EPIF-AFTER - File: OI-11-EPIF-AFTER.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 20.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 14 s -

THE-4-EPIF---CLAY

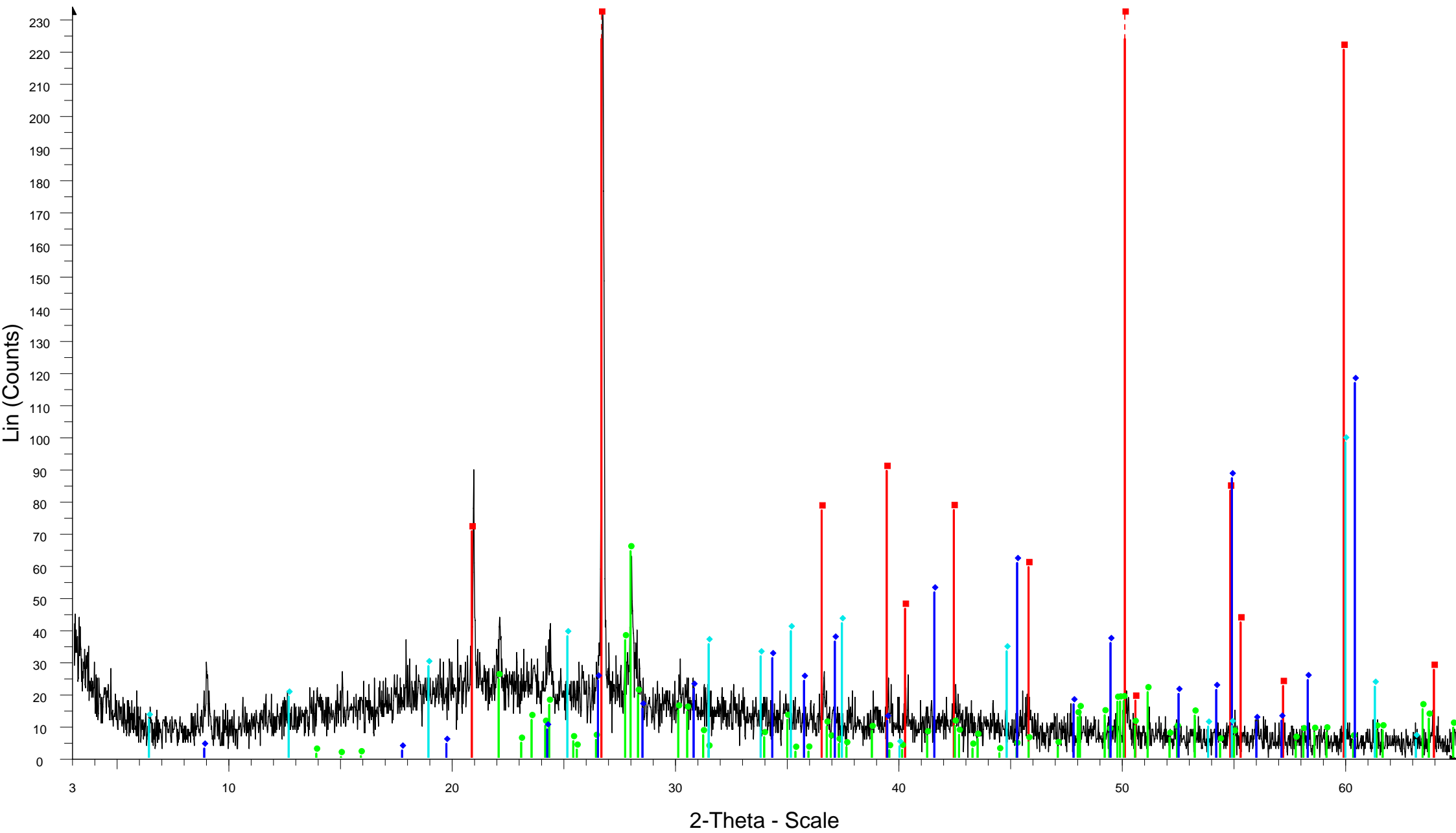


THE-4-EPIF-BEFORE - File: THE-4-EPIF-BEFORE.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 20.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Thet
X - 1.0 mm - THE-4-EPIF-AFTER - File: THE-4-EPIF-AFTER.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 20.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s

ΜΕΡΟΣ Δ

**ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ
ΣΤΟ ΣΤΕΡΕΟ ΥΠΟΛΟΙΜΑ
ΤΩΝ ΕΛΑΦΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ
ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΔΙΑΛΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥΣ**

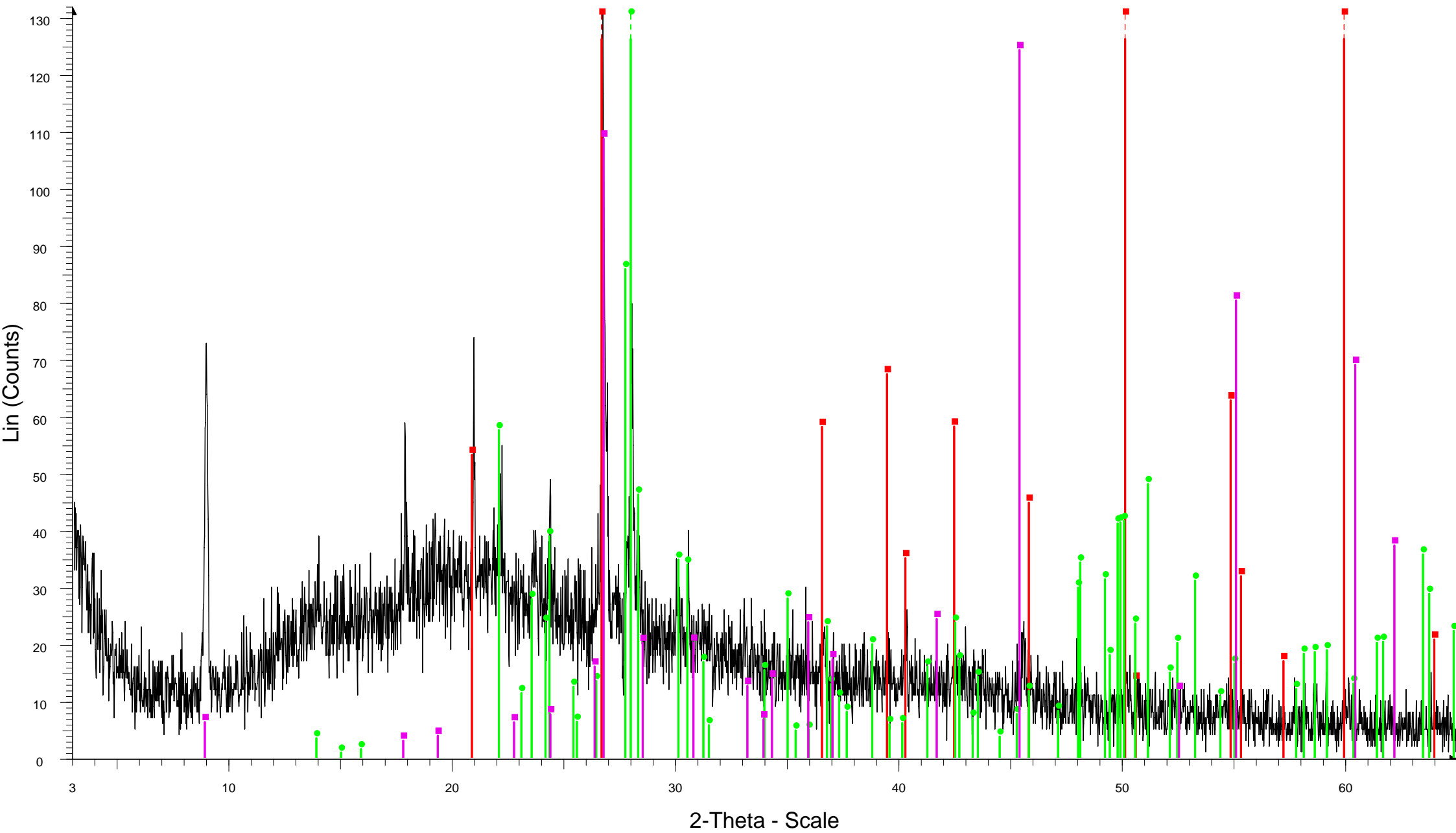
AD-1-EPIF-AFTER DIGESTION



AD-1-EPIF-AFTER DIGESTION - File: AD-1-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - Thet
Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 223.57 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6
- Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - 00-020-0554 (D) - Y: 27.63 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 71.40 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Chlorite - (Mg,Fe)₅(Al,Si)₅O₁₀(OH)₈ - 00-002-0028 (D) - Y: 42.13 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

AD-22-EPIF-AFTER DILUTION



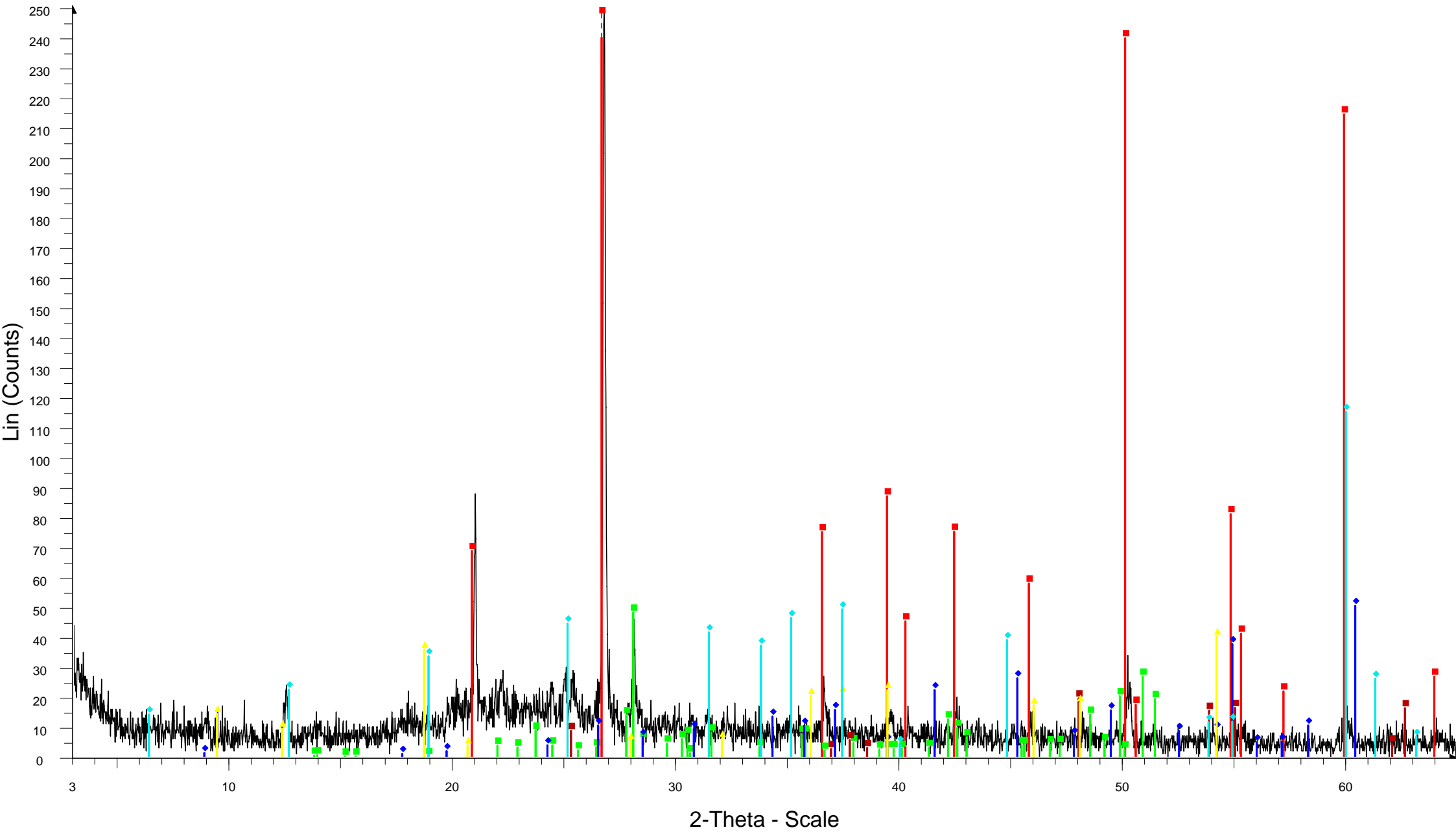
AD-22-EPIF-AFTER DILUTION - File: AD-22-EPIF-AFTER DILUTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 9 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: Operations: Import

Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 298.49 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6 -

Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - 00-020-0554 (D) - Y: 114.40 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Phlogopite-1M, syn - KMg₃(Si₃Al)O₁₀F₂ - 00-016-0344 (*) - Y: 94.46 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

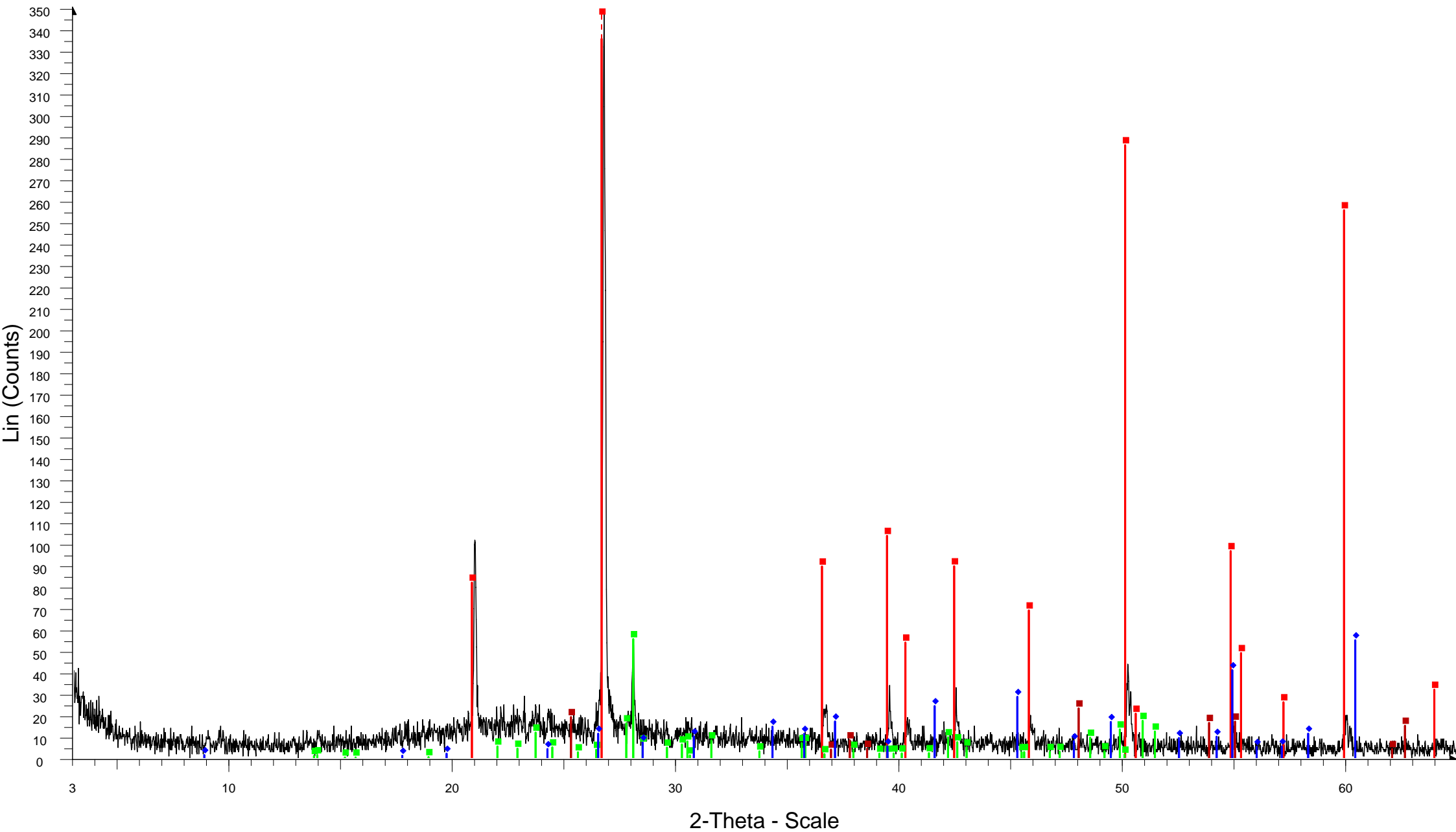
AD-2-EPIF-ADTER DILUTION



AD-2-EPIF-ADTER DILUTION - File: AD-2-EPIF-AFTER DILUTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.
Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 202.77 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 19.26 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Anatase, syn - TiO₂ - 00-021-1272 (*) - Y: 11.92 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.3
- Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 28.76 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Chlorite - (Mg,Fe)₅(Al,Si)₅O₁₀(OH)₈ - 00-002-0028 (D) - Y: 46.03 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Todorokite - (Mn,Ca)Mn₅O₁₁·4H₂O - 00-021-0553 (D) - Y: 16.09 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

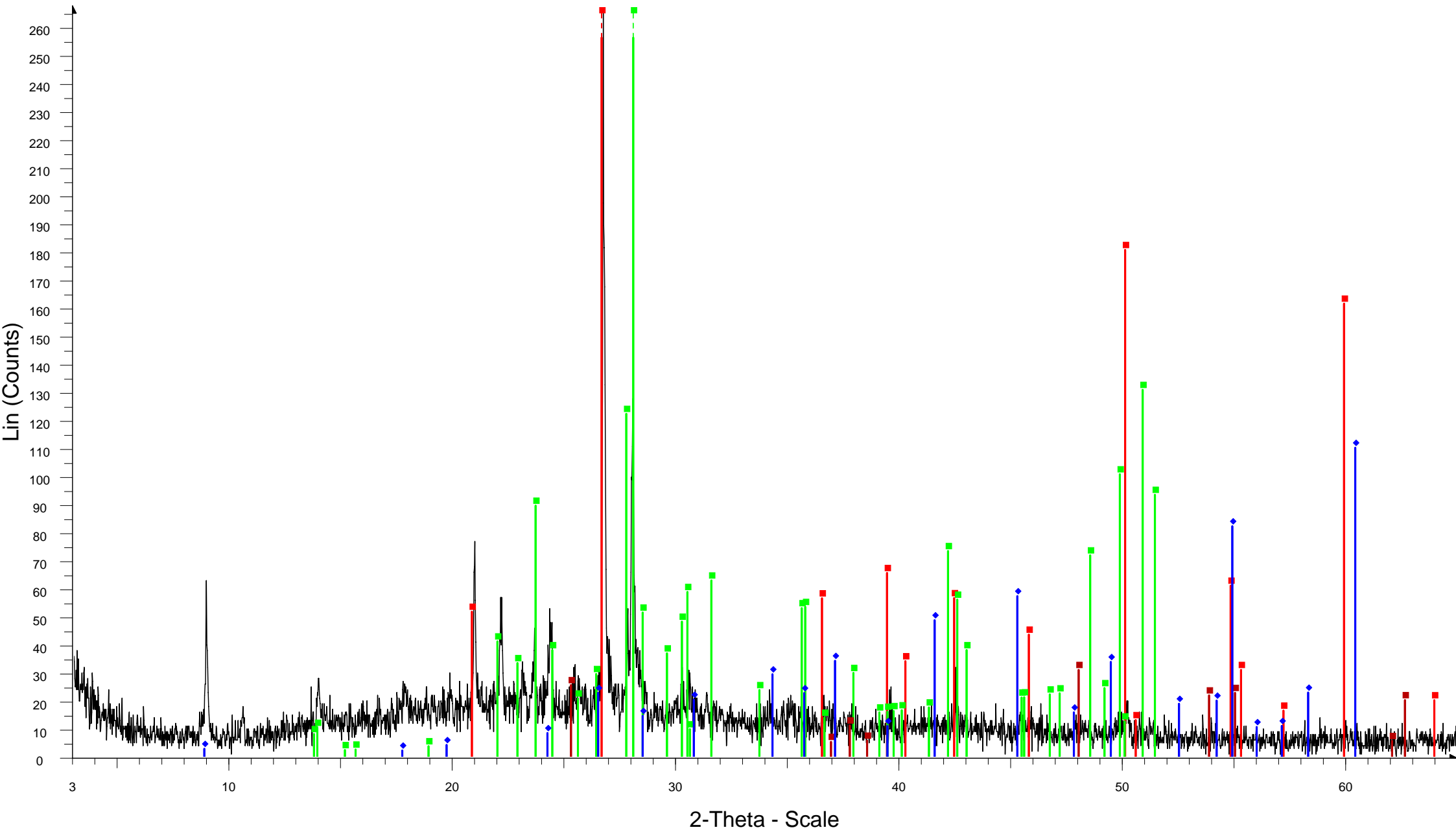
AGG-3-EPIF-AFTER DILUTION



AGG-3-EPIF-AFTER DILUTION - File: AGG-3-EPIF-AFTER DILUTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Thet
Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 172.92 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6 -
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 15.88 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Anatase, syn - TiO₂ - 00-021-1272 (*) - Y: 6.64 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.3 -
- Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 22.44 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

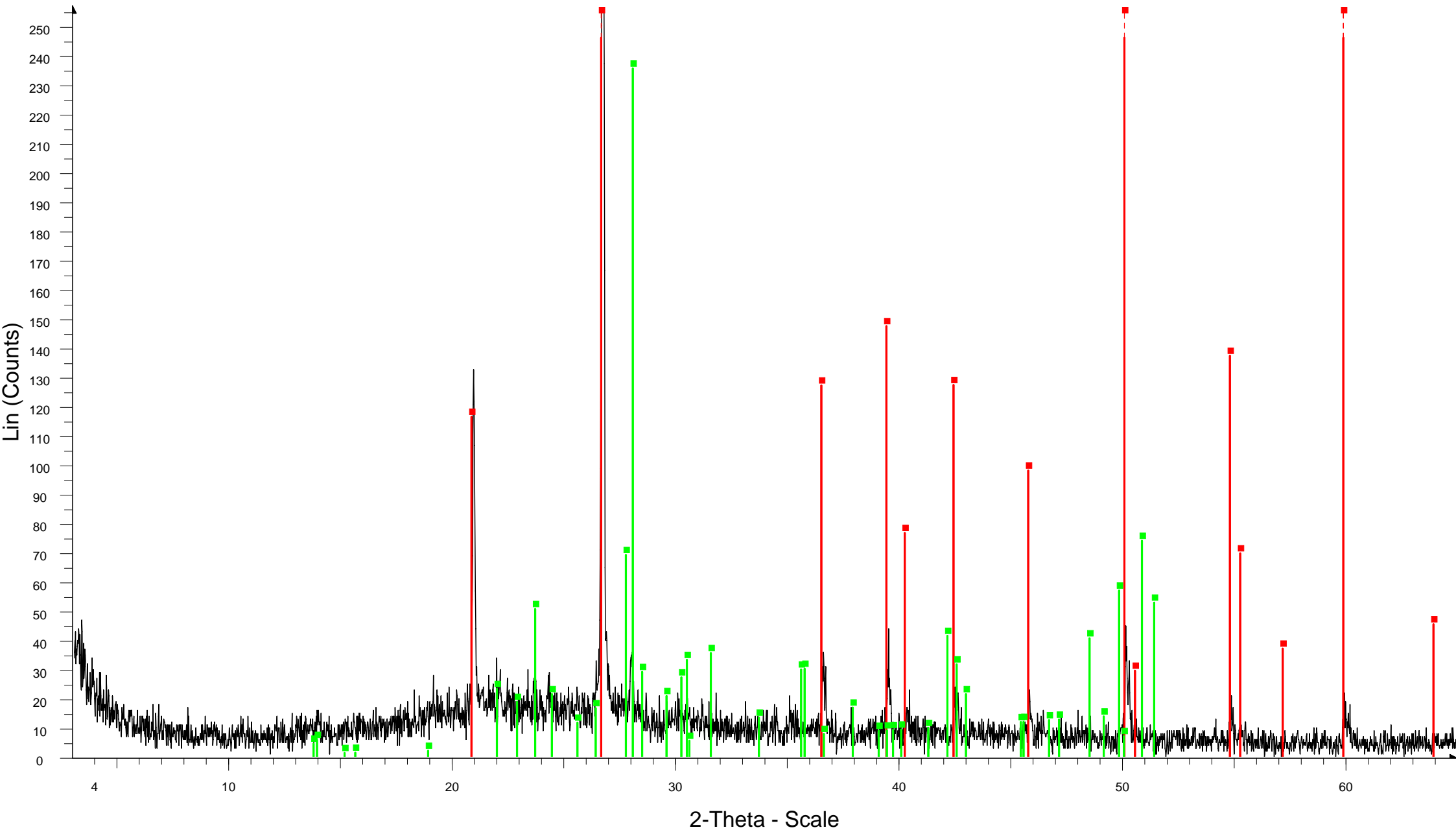
AGIOK-9-EPIF-AFTER DILUTION



AGIOK-9-EPIF-AFTER DILUTION - File: AGIOK-9-EPIF-AFTER DILUTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 143.03 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 155.89 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Anatase, syn - TiO₂ - 00-021-1272 (*) - Y: 11.60 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.3
- Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 58.80 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

AR-14-EPIF-AFTER DILUTION

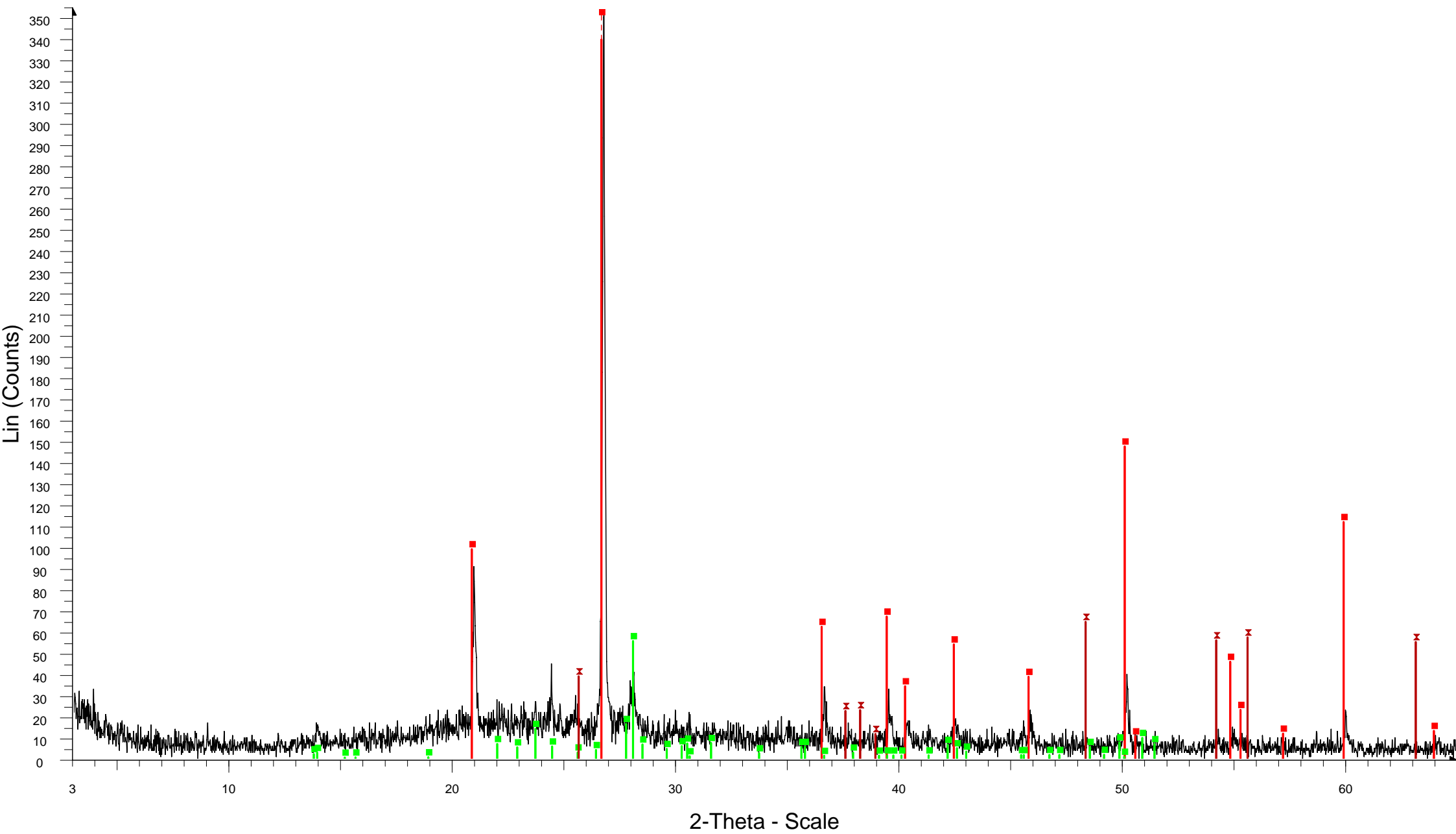


AR-14-EPIF-AFTER DILUTION - File: AR-14-EPIF-AFTER DILUTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 9 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: Operations: Import

Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 186.67 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6 -

Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 51.16 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

AR-5-EPIF-AFTER DILUTION



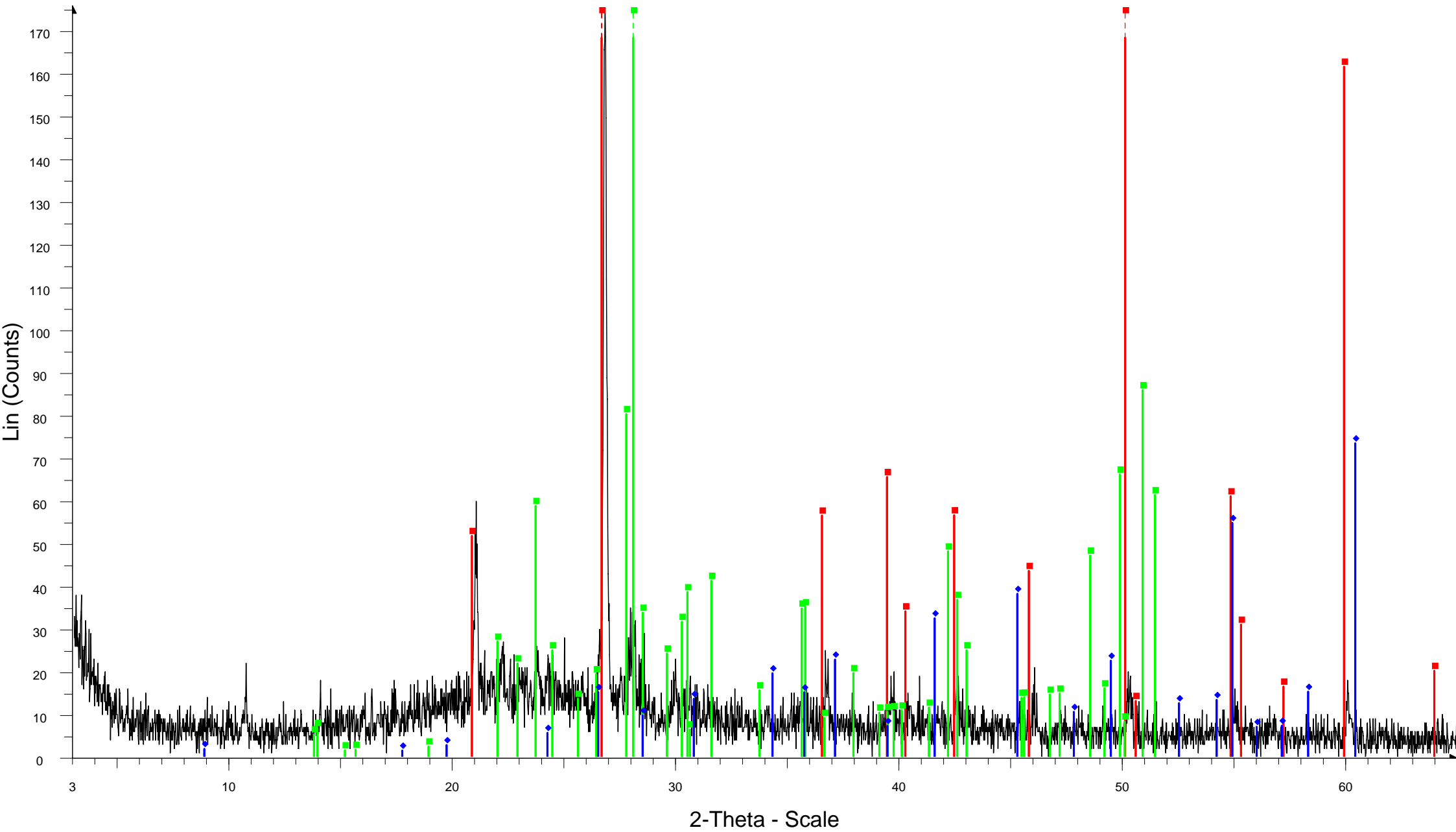
AR-5-EPIF-AFTER DILUTION - File: AR-5-EPIF-AFTER DILUTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.
Operations: Import

Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 161.97 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6 -

Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 15.70 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Anatase - TiO₂ - 00-002-0406 (D) - Y: 25.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

AT-1A-EPIF-AFTER DILUTION



AT-1A-EPIF-AFTER DILUTION - File: AT-1A-EPIF-AFTER DILUTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 9 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta:

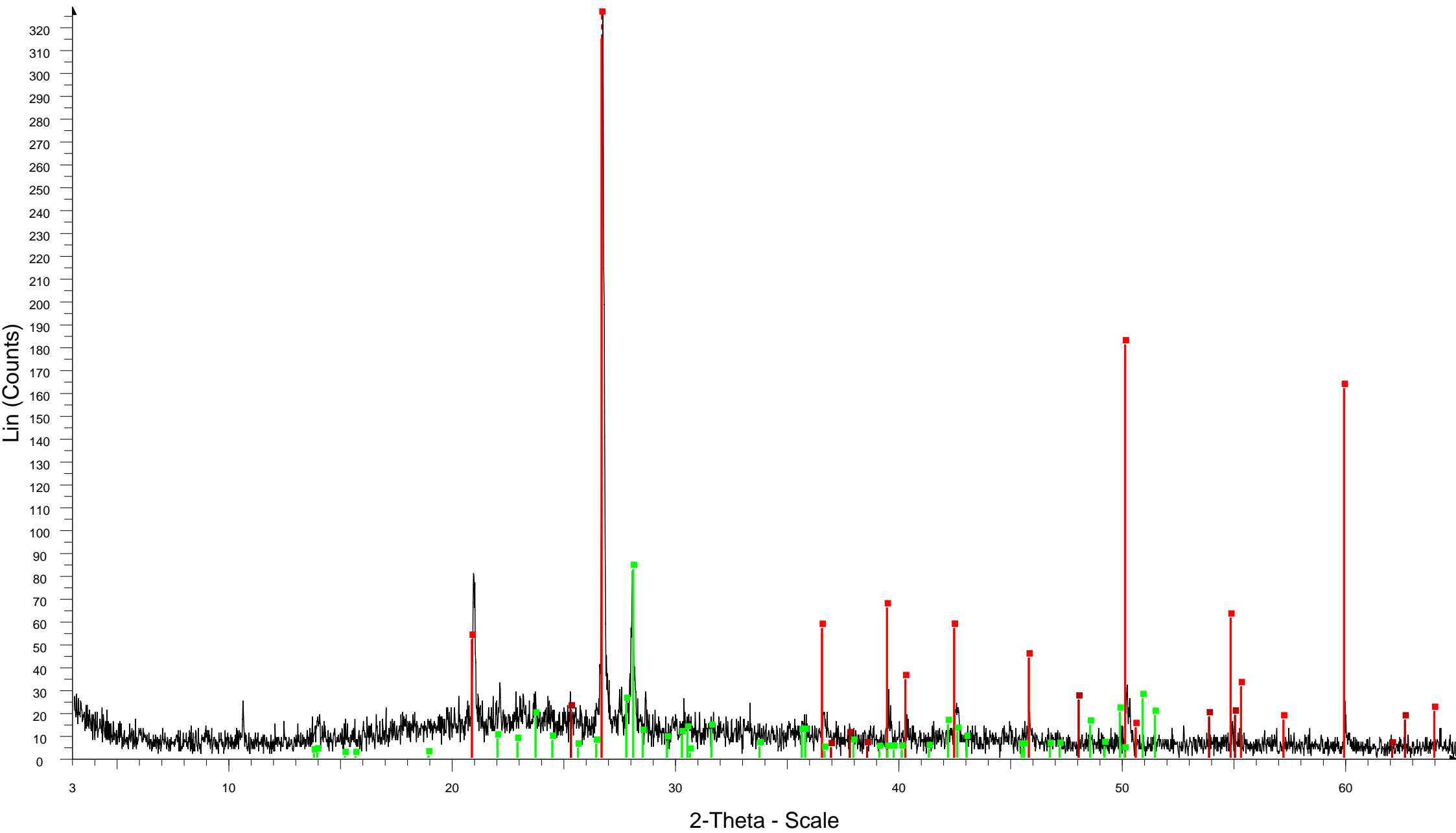
Operations: Import

Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 217.79 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6 -

Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 155.80 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 59.68 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

AT-4A-EPIF-AFTER DILUTION



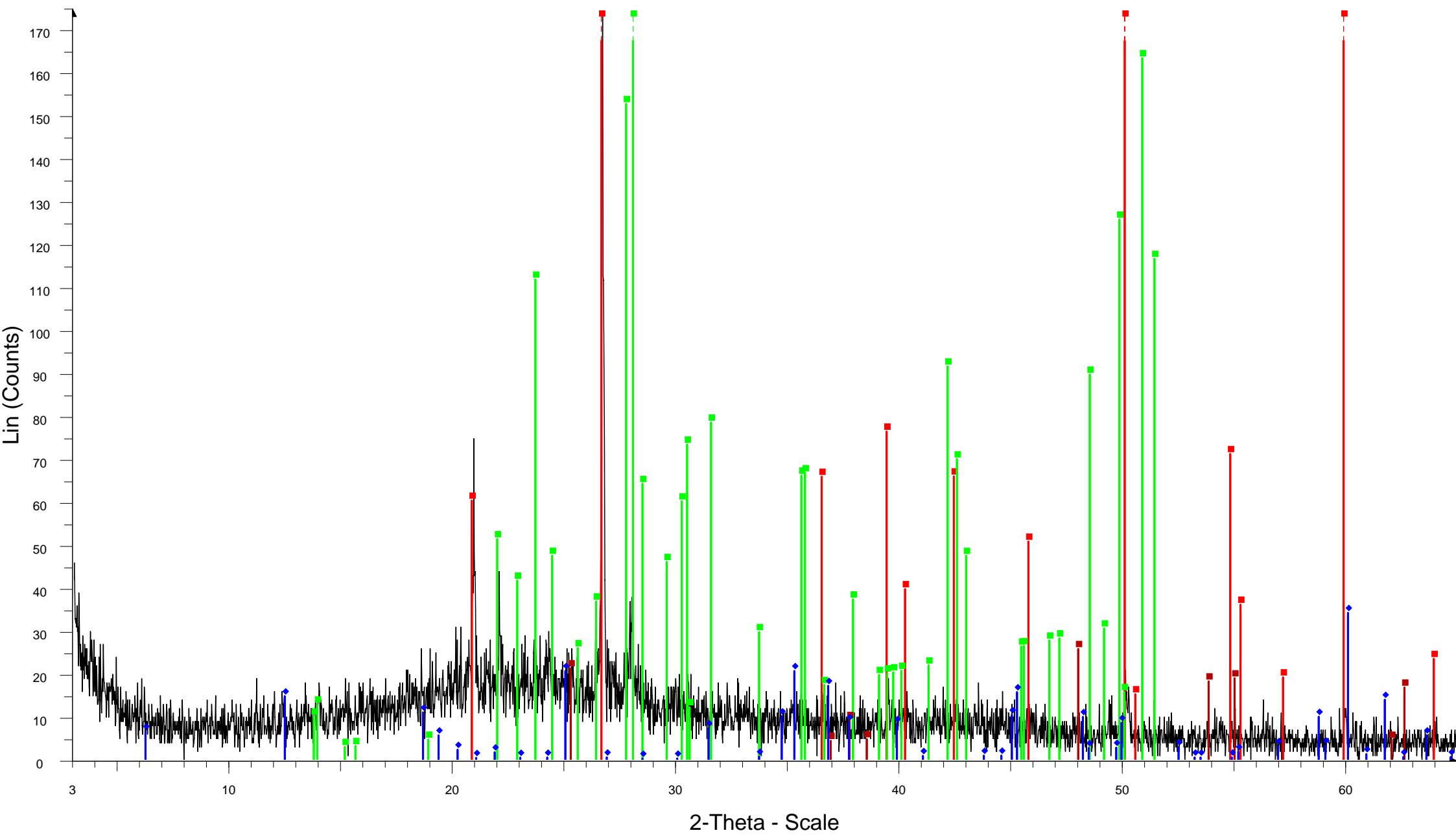
AT-4A-EPIF-AFTER DILUTION - File: AT-4-EPIF-AFTER DILUTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1
Operations: Import

Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 116.51 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6 -

Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 25.10 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Anatase, syn - TiO₂ - 00-021-1272 (*) - Y: 7.69 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.3 -

AT-5B-EPIF-AFTER DILUTION



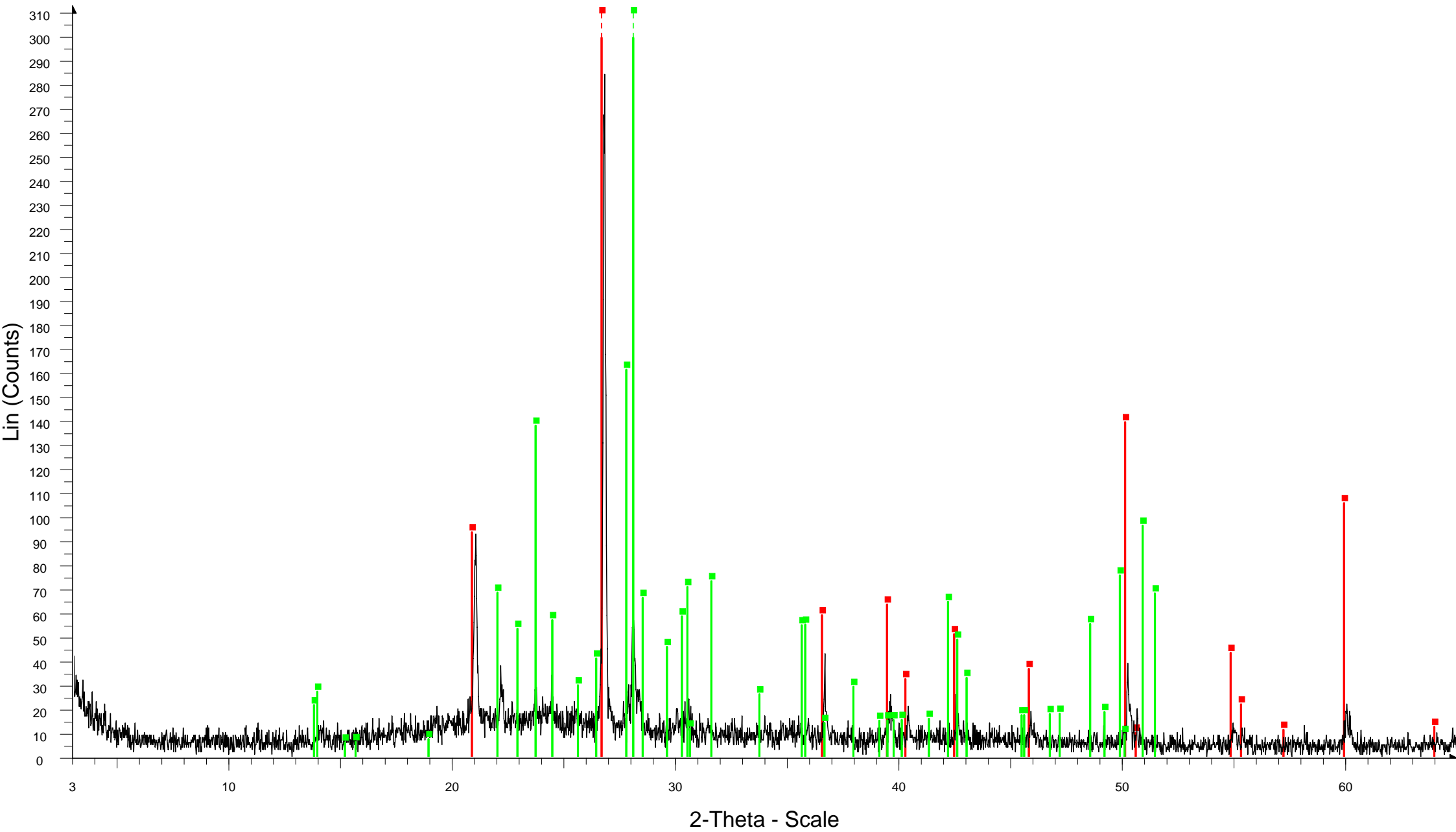
AT-5B-EPIF-AFTER DILUTION - File: AT-5B-EPIF-AFTER DILUTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta:

Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 255.55 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 298.17 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Anatase, syn - TiO₂ - 00-021-1272 (*) - Y: 14.82 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.3 -
- Clinocllore-1Mllb-4 - Mg₅Al(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - 00-046-1322 (I) - Y: 19.63 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic -

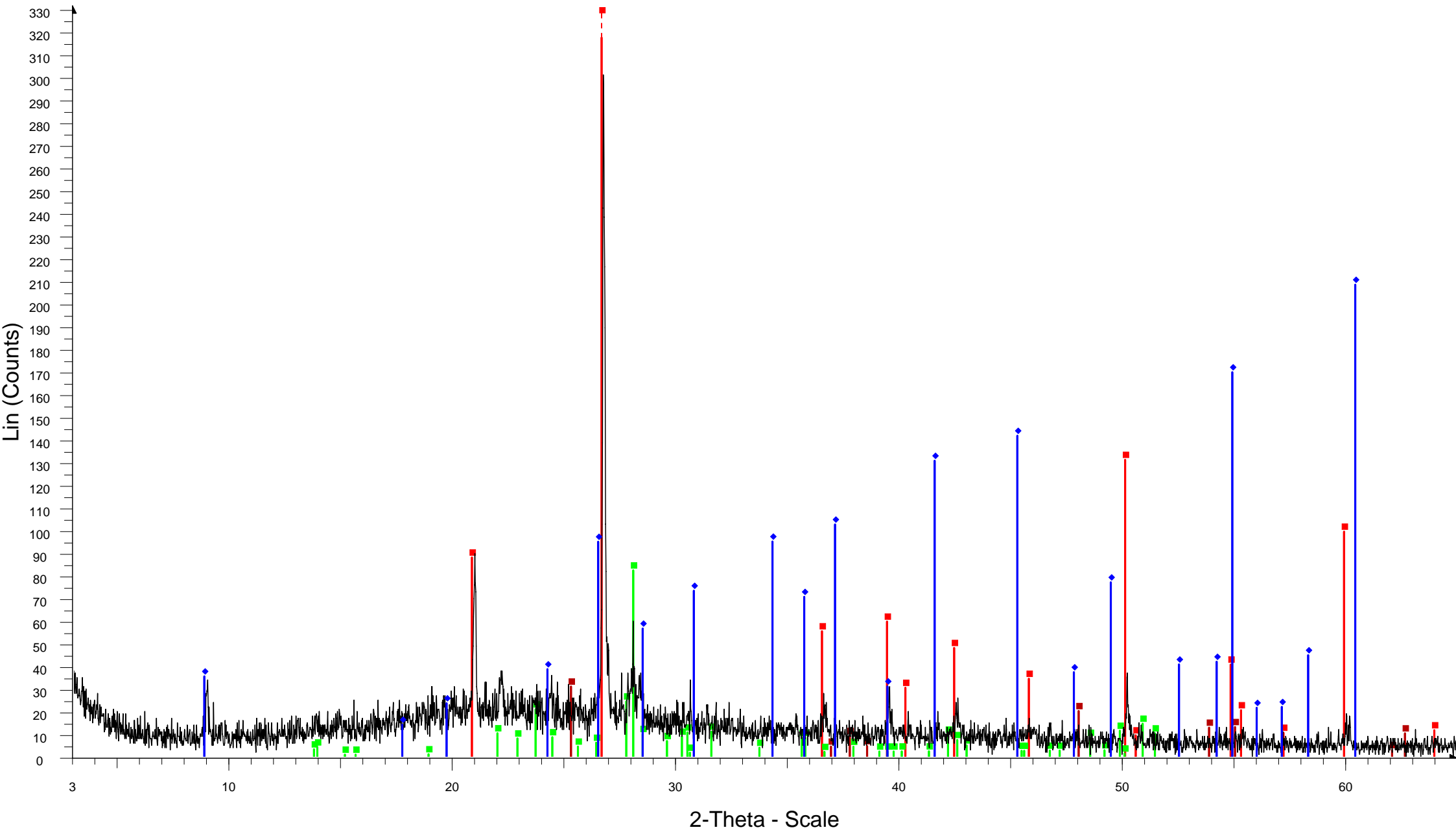
758

AT-5D-EPIF-AFTER DIGESTION



AT-5D-EPIF-AFTER DIGESTION - File: AT-5D-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - Th
Operations: Import
Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 190.54 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6 -
Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 191.08 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

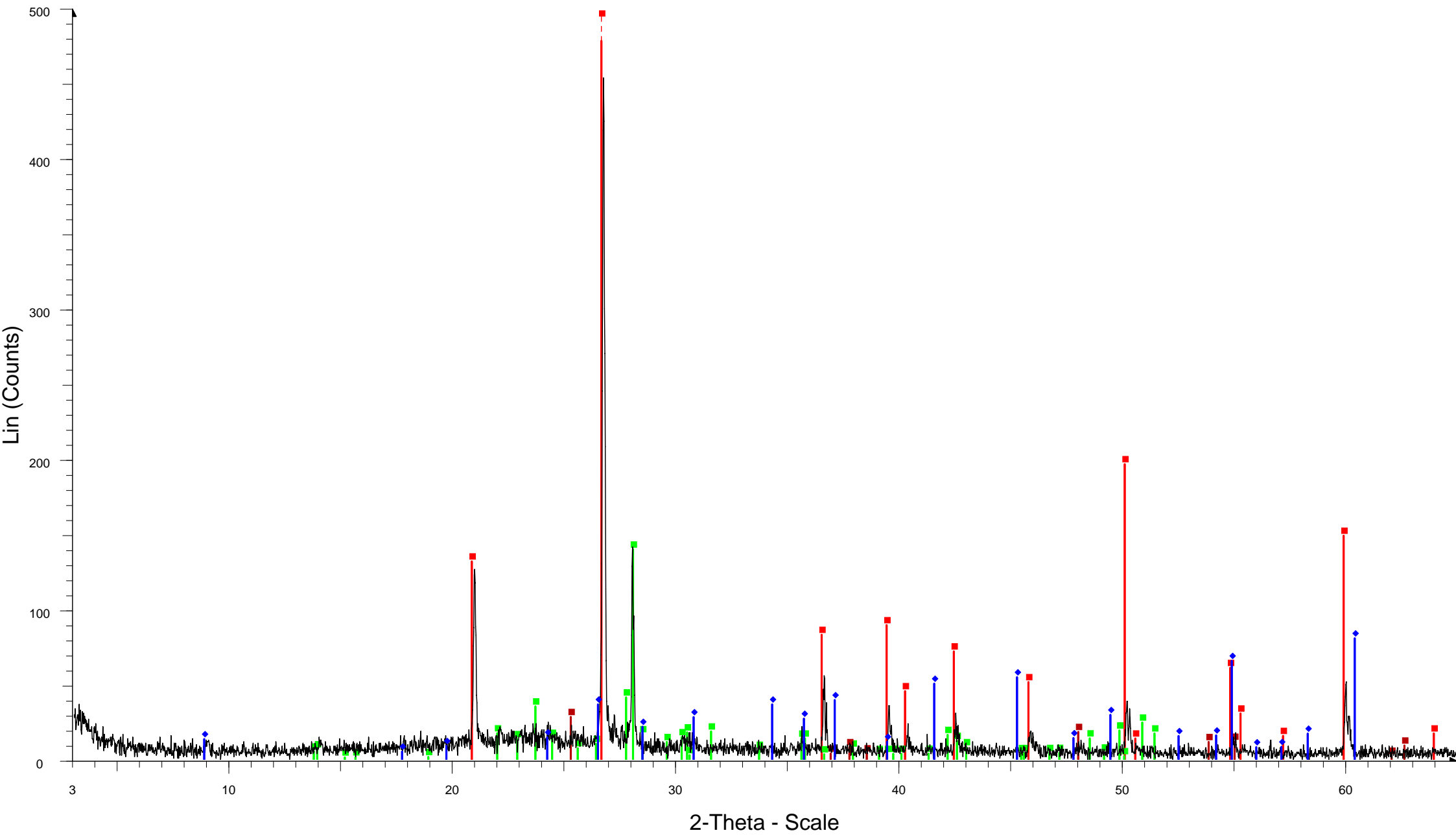
DM-4-EPIF-AFTER DILUTION



DM-4-EPIF-AFTER DILUTION - File: DM-4-EPIF-AFTER DILUTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1
Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 169.24 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6 -
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 27.33 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Anatase, syn - TiO₂ - 00-021-1272 (*) - Y: 10.30 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.3 -
- Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 72.92 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

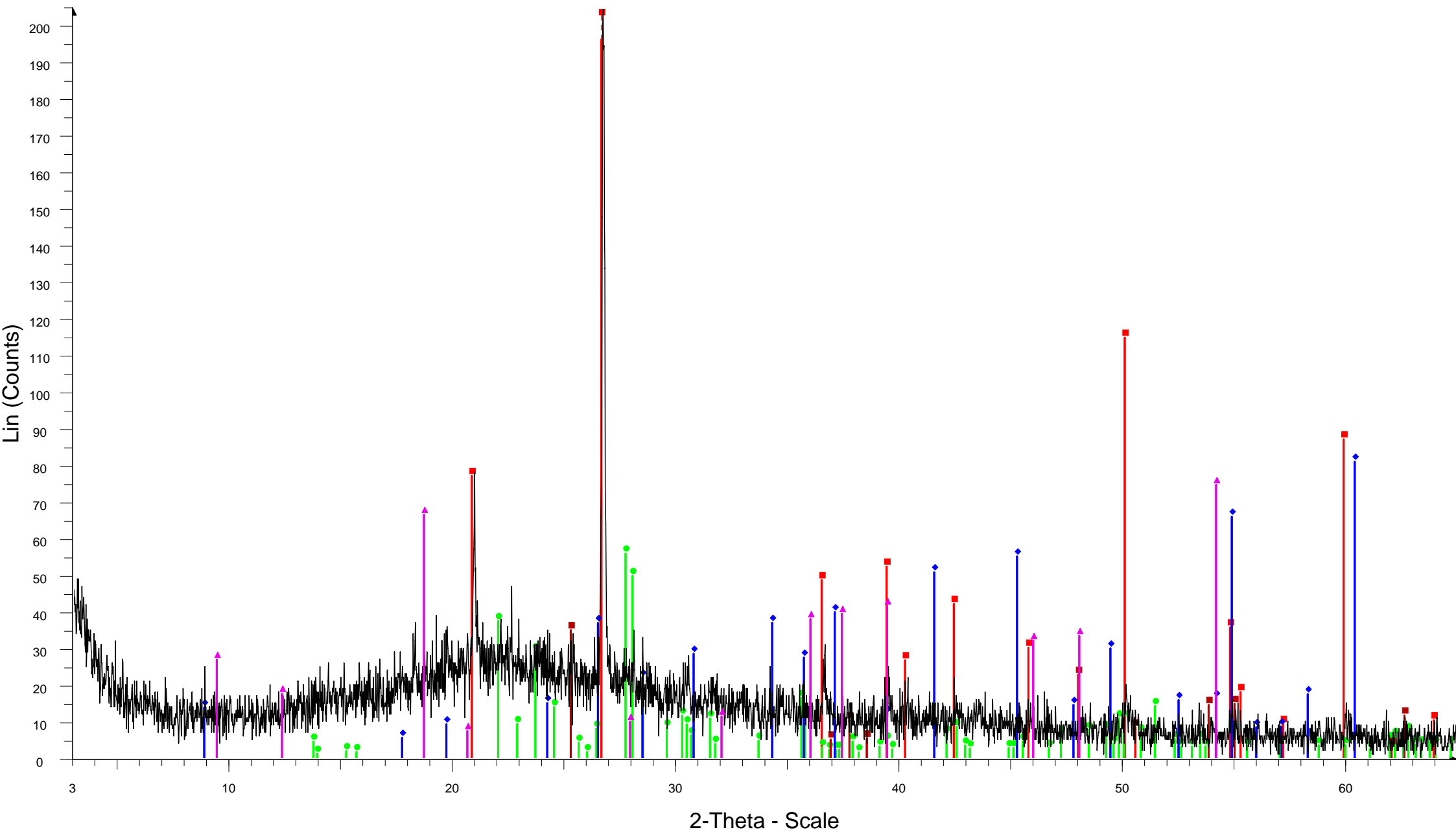
GIA-11-EPIF-AFTER-DIGESTION



GIA-11-EPIF-AFTER-DIGESTION - File: GIA-11-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - T
Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 168.50 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6 -
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 30.83 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Anatase, syn - TiO₂ - 00-021-1272 (*) - Y: 6.27 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.3 -
- Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 18.75 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

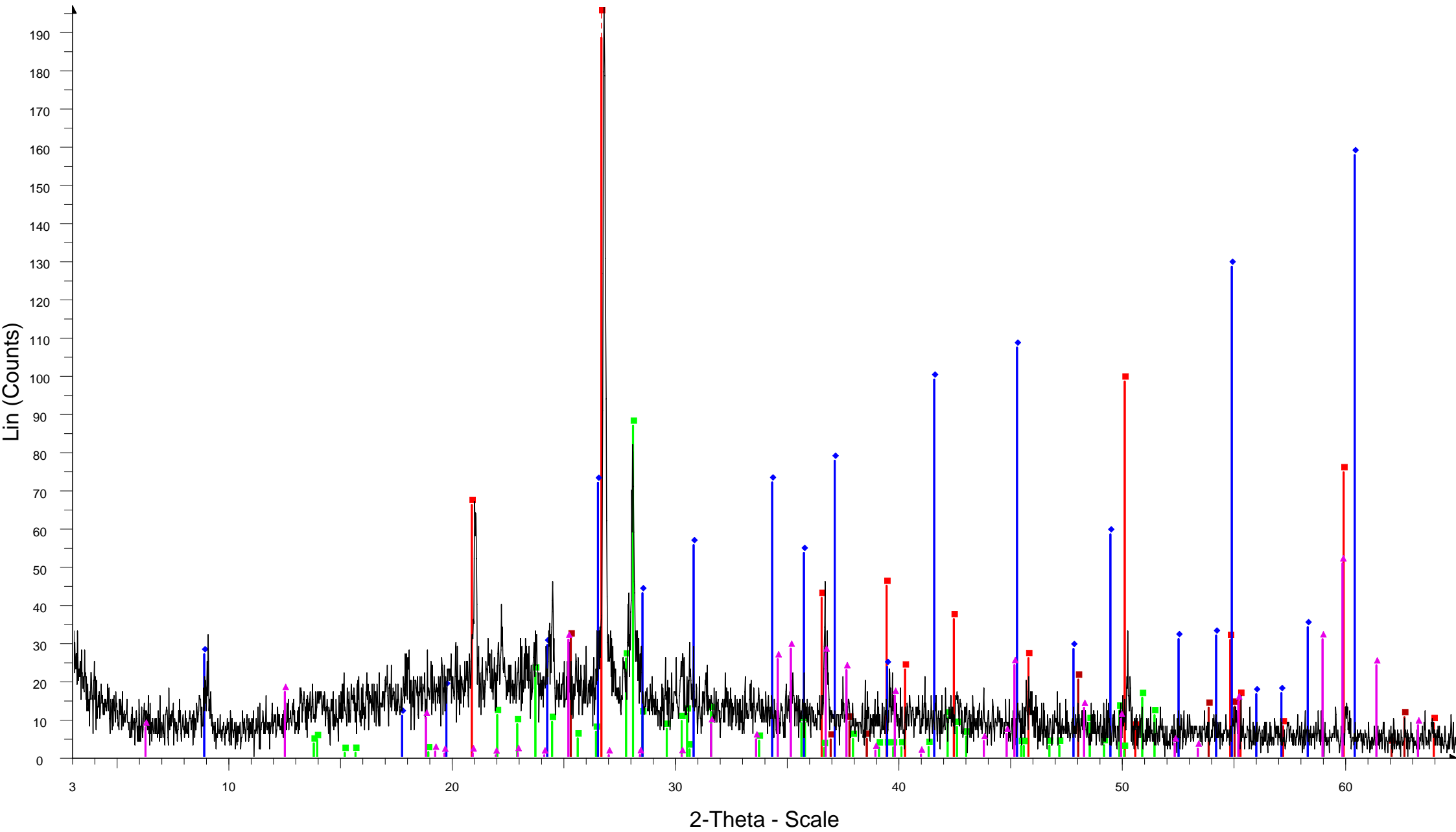
GIA-15-EPIF-AFTER DIGESTION



☒ GIA-15-EPIF-AFTER DIGESTION - File: GIA-15-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - T
Operations: Import

- ☒ Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 218.14 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6 -
- ☒ Albite, disordered - NaAlSi₃O₈ - 00-020-0572 (D) - Y: 27.31 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ☒ Anatase, syn - TiO₂ - 00-021-1272 (*) - Y: 17.05 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.3 -
- ☒ Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 41.67 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ☒ Todorokite - (Mn,Ca)Mn₅O₁₁·4H₂O - 00-021-0553 (D) - Y: 36.45 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

GIA-1-EPI-AFTER DIGESTION



GIA-1-EPI-AFTER DIGESTION - File: GIA-1-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Thet
Operations: Import

■ Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 194.58 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 3.6 -

■ Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 44.17 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

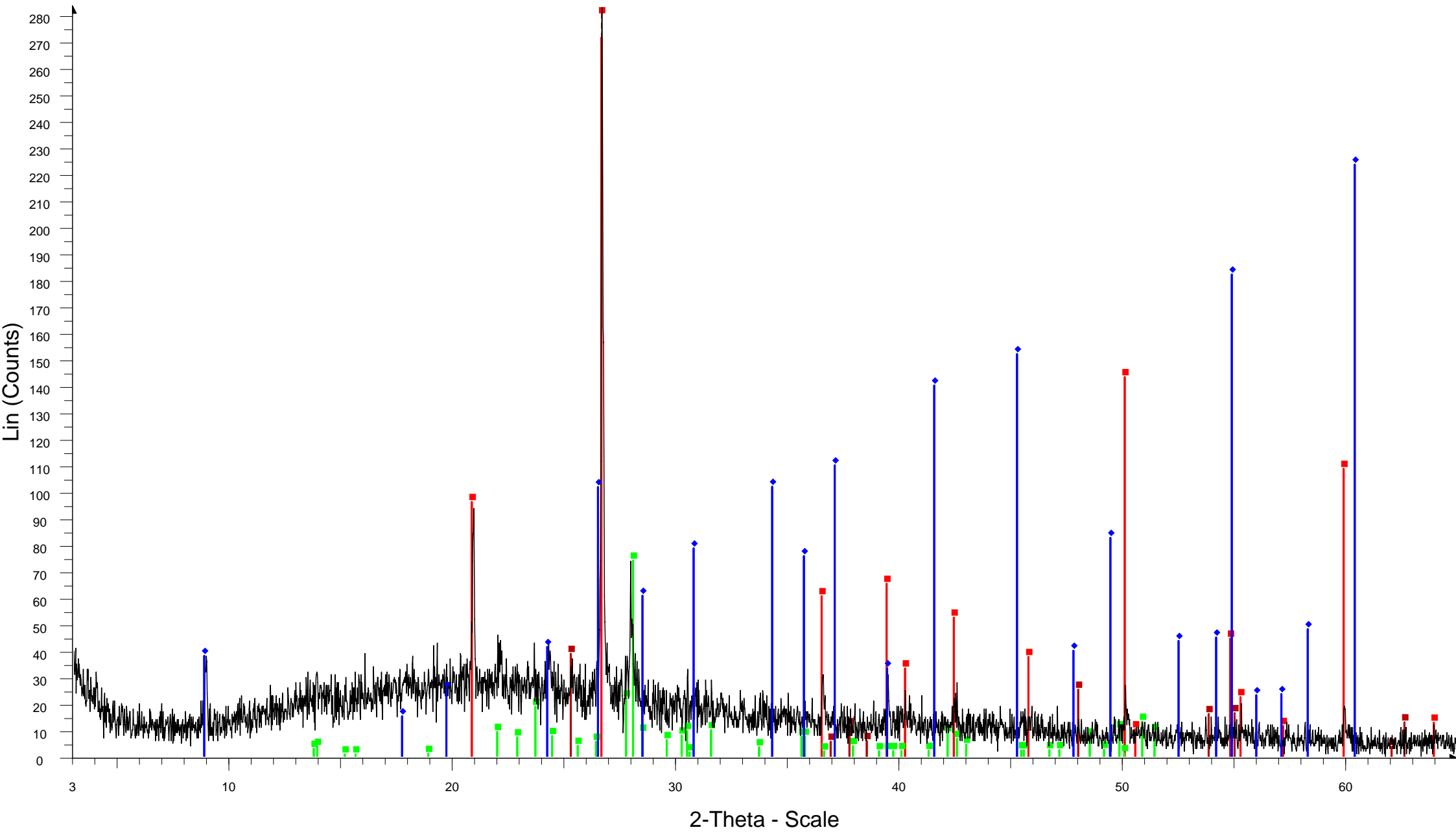
■ Anatase, syn - TiO₂ - 00-021-1272 (*) - Y: 15.77 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 3.3 -

◆ Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 84.55 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

▲ Clinocllore-1Mllb-2 - (Mg,Al,Fe)₆(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - 00-046-1323 (I) - Y: 25.80 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Monoclinic -

763

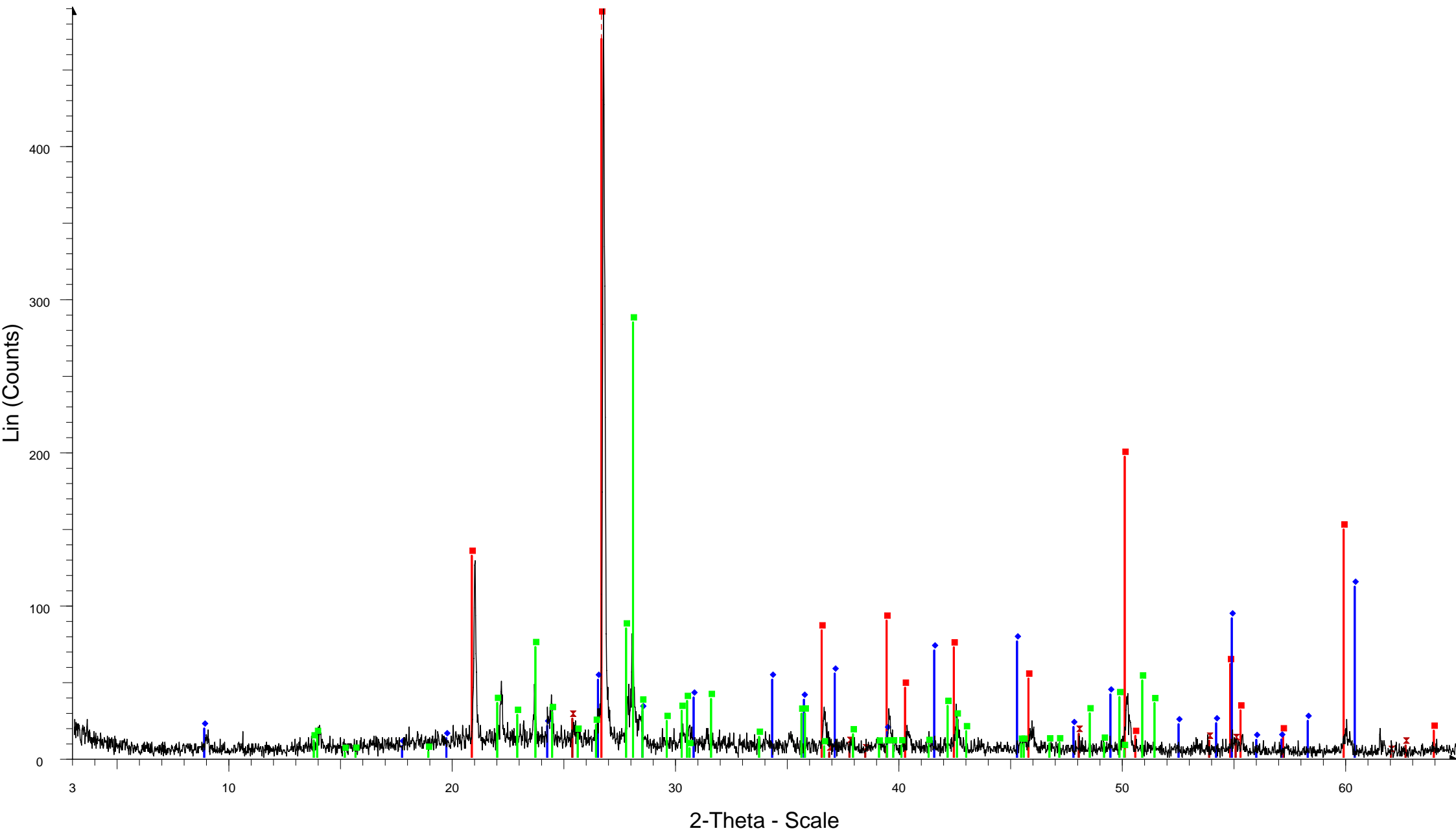
GIA-5-EPIF-AFTER DIGESTION



☒ GIA-5-EPIF-AFTER DIGESTION - File: GIA-5-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - The Operations: Import

- ☒ Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 196.83 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6 -
- ☒ Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 26.16 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ☒ Anatase, syn - TiO₂ - 00-021-1272 (*) - Y: 13.70 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.3 -
- ☒ Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 83.20 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

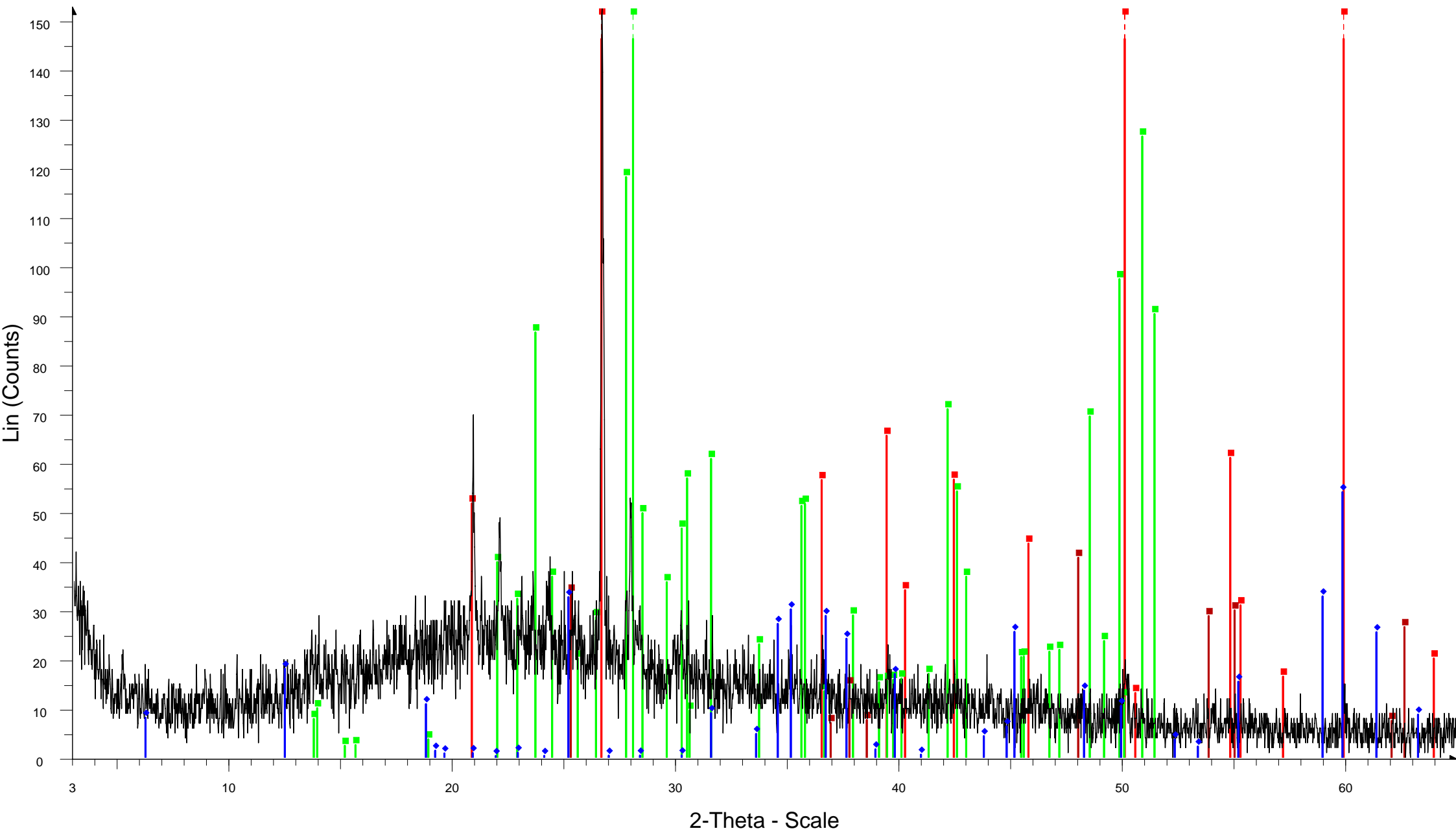
HL-1-EPIF-AFTER DIGESTION



HL-1-EPIF-AFTER DIGESTION - File: HL-1-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta
Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 156.14 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 58.11 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 24.04 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Anatase, syn - TiO₂ - 00-004-0477 (D) - Y: 5.19 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

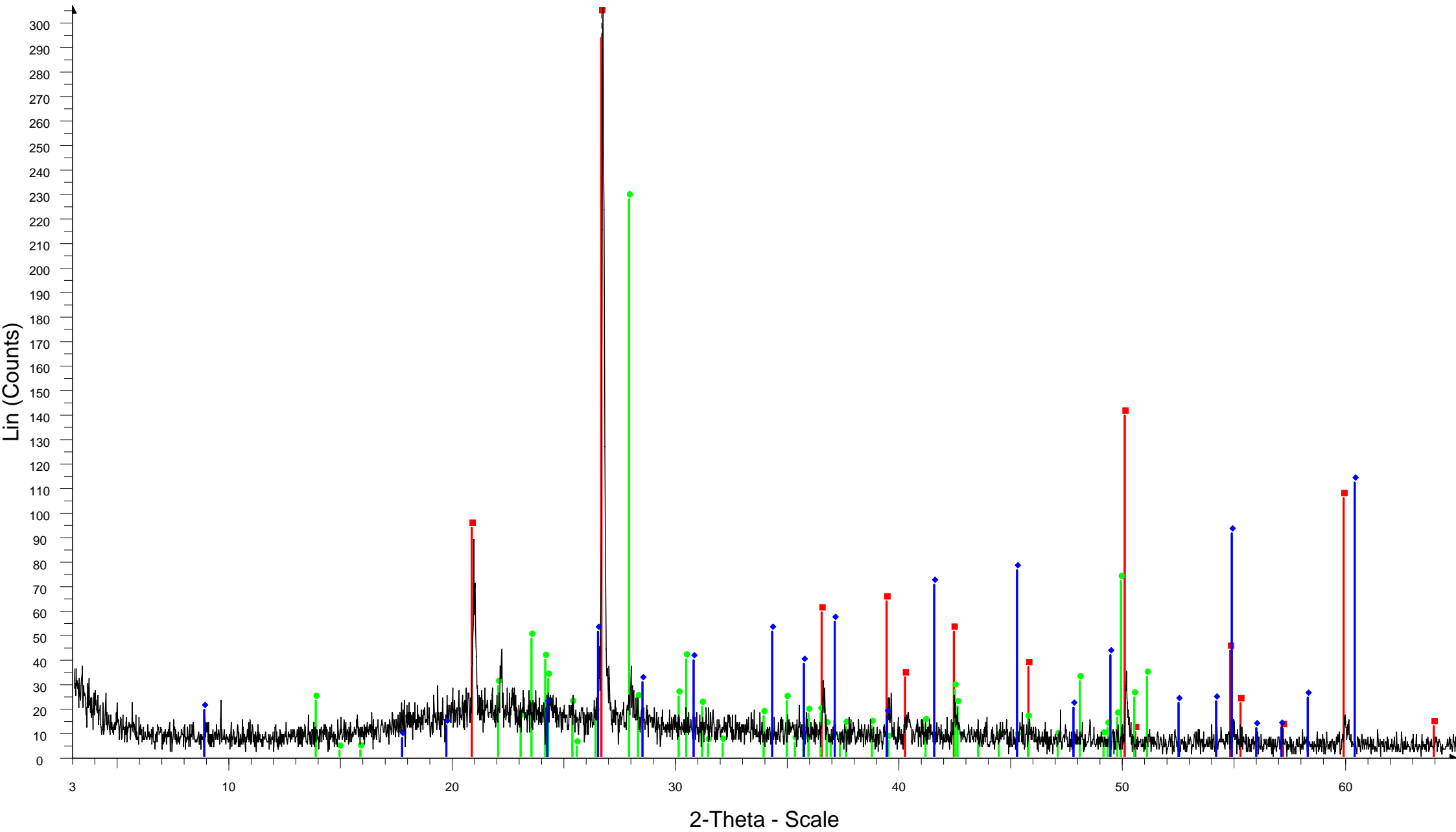
HL-2-EPIF-AFTER DIGESTION



HL-2-EPIF-AFTER DIGESTION - File: HL-2-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta
Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 250.53 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6 -
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 264.07 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Anatase, syn - TiO₂ - 00-021-1272 (*) - Y: 26.67 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.3 -
- Clinocllore-1Mllb-2 - (Mg,Al,Fe)₆(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - 00-046-1323 (I) - Y: 35.44 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - Monoclinic -

KABOS-2-EPIF-AFTER DIGESTION

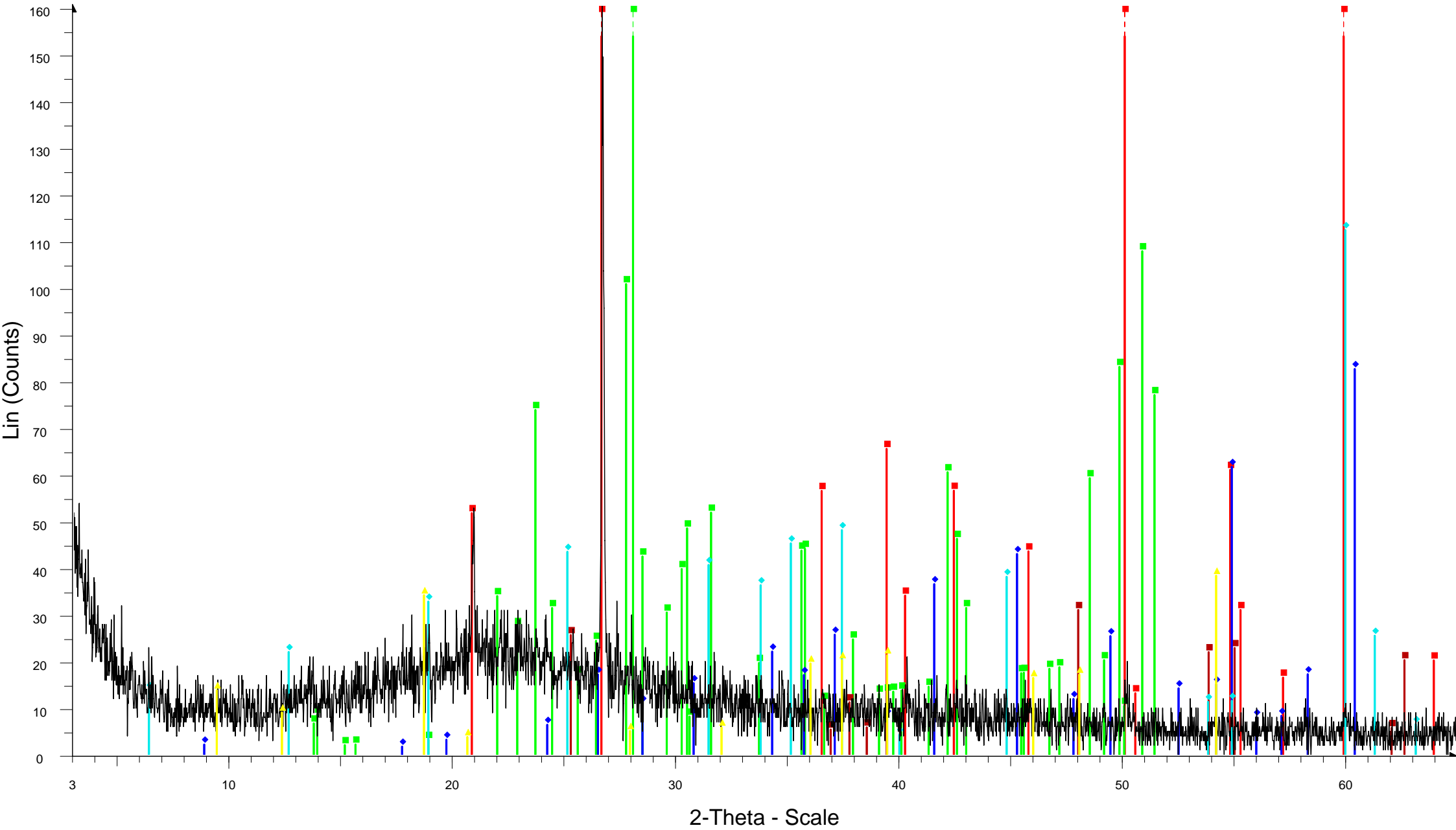


KABOS-2-EPIF-AFTER DIGESTION - File: KABOS-2-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.00

Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 176.88 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6
- Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - 00-009-0466 (*) - Y: 74.36 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 2.1
- ◆ Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 38.52 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

KABOS-4-EPIF-AFTER DIGESTION



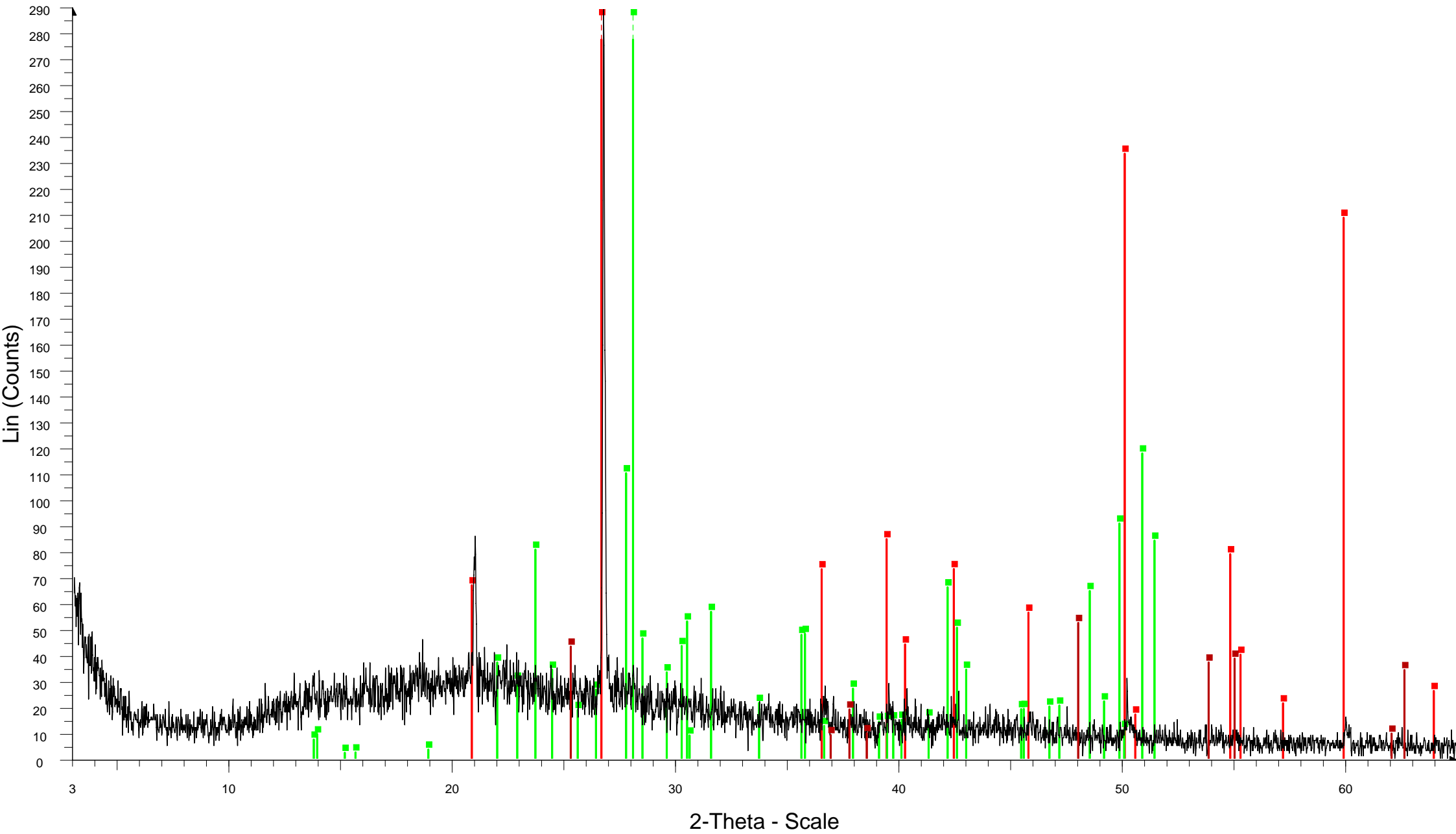
2-Theta - Scale

KABOS-4-EPIF-AFTER DIGESTION - File: KABOS-4-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.00

Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 238.08 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 214.12 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Anatase, syn - TiO₂ - 00-021-1272 (*) - Y: 19.32 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.3
- Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 73.44 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Chlorite - (Mg,Fe)₅(Al,Si)₅O₁₀(OH)₈ - 00-002-0028 (D) - Y: 70.07 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Todorokite - (Mn,Ca)Mn₅O₁₁·4H₂O - 00-021-0553 (D) - Y: 23.89 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

KABOS-8-EPIF-AFTER DIGESTION



KABOS-8-EPIF-AFTER DIGESTION - File: KABOS-8-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.00

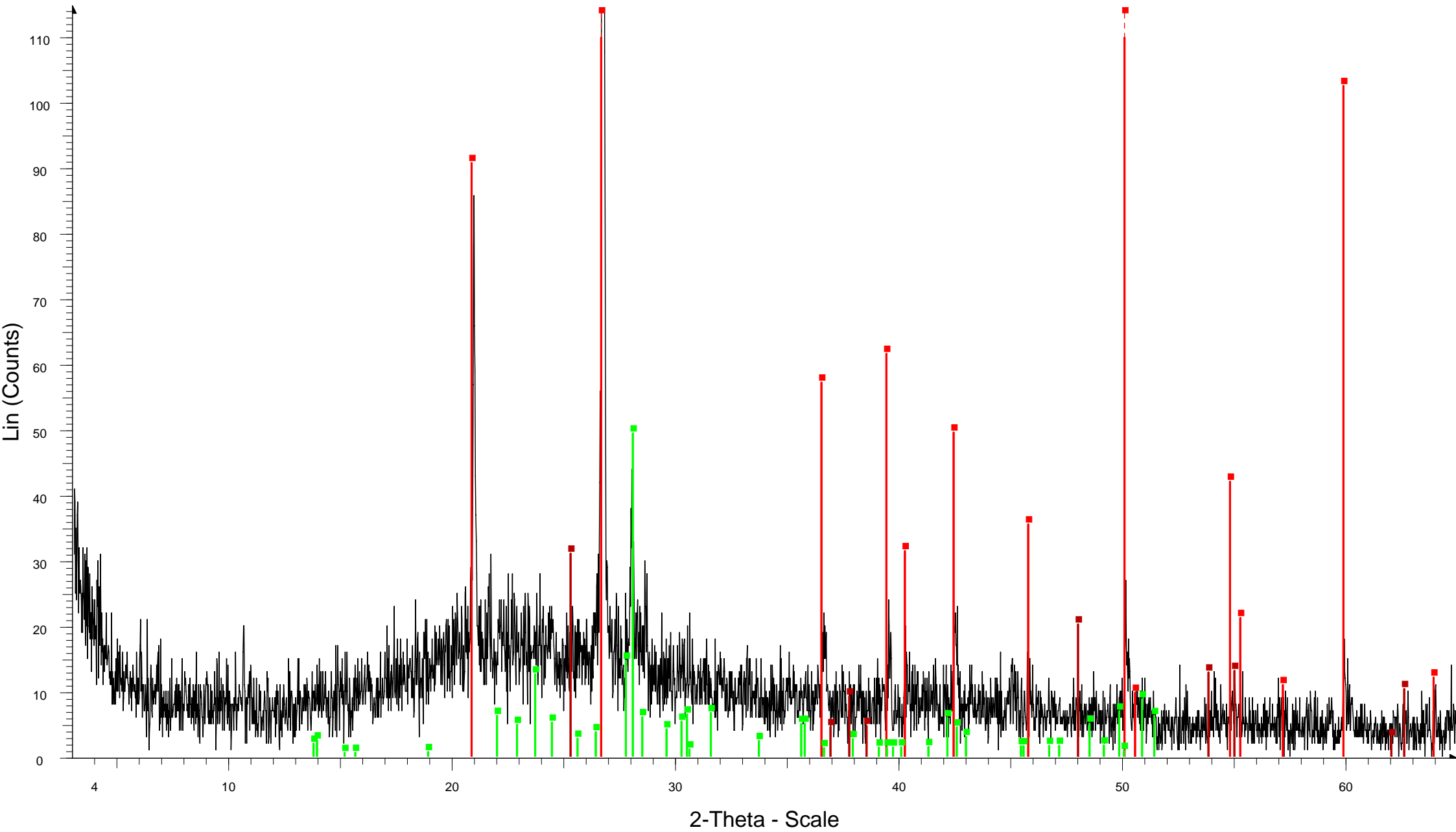
Operations: Import

Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 170.73 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6 -

Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 129.69 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Anatase, syn - TiO₂ - 00-021-1272 (*) - Y: 18.09 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.3 -

KABOS-9-EPIF-AFTER DILUTION



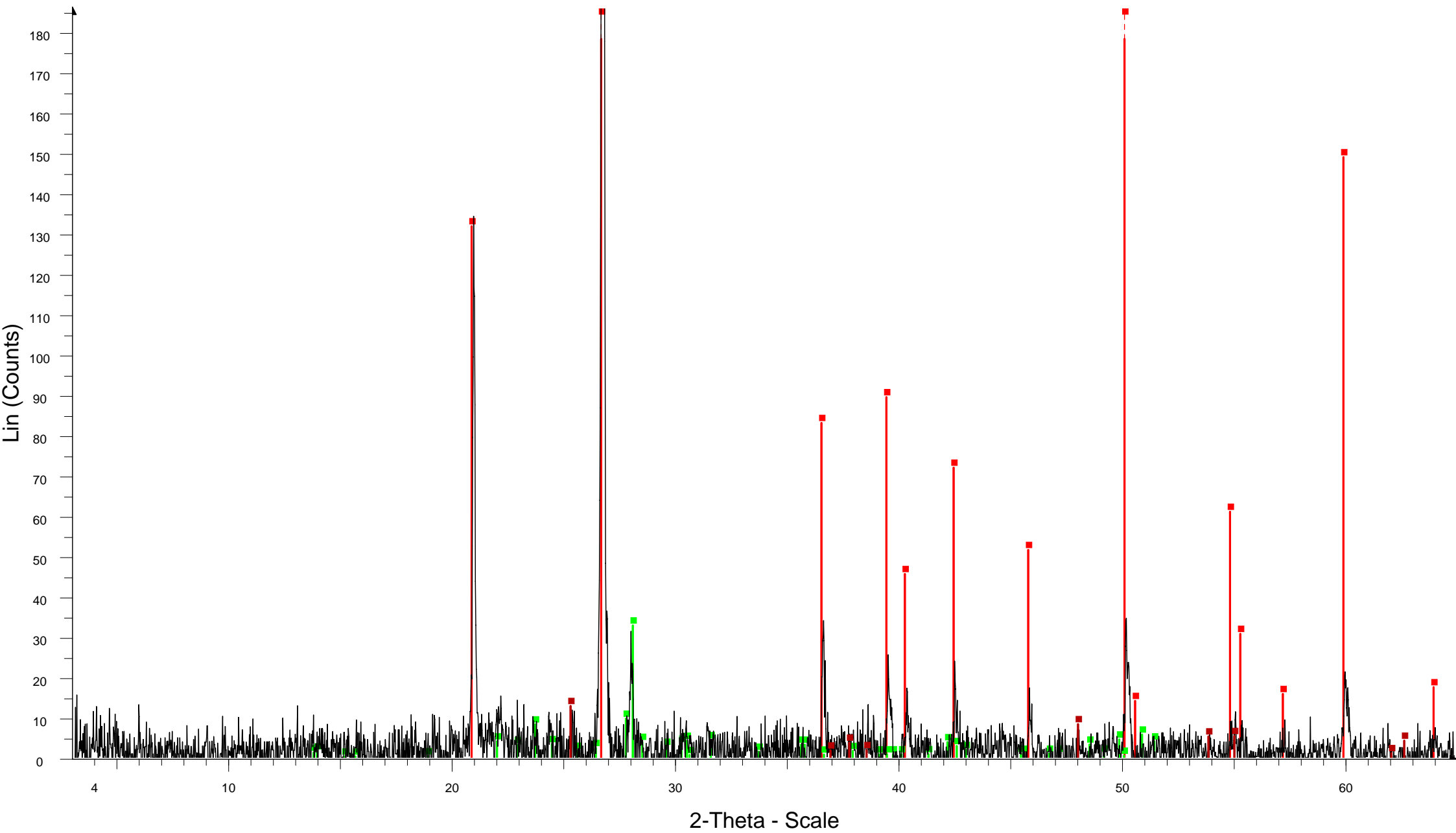
KABOS-9-EPIF-AFTER DILUTION - File: KABOS-9-EPIF-AFTER DILUTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 14 s - 2-Theta: 3.000 ° - Operations: Import

Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 202.72 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6 -

Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 19.05 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Anatase, syn - TiO₂ - 00-021-1272 (*) - Y: 11.96 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.3 -

KB-10-EPIF-AFTER DIGESTION



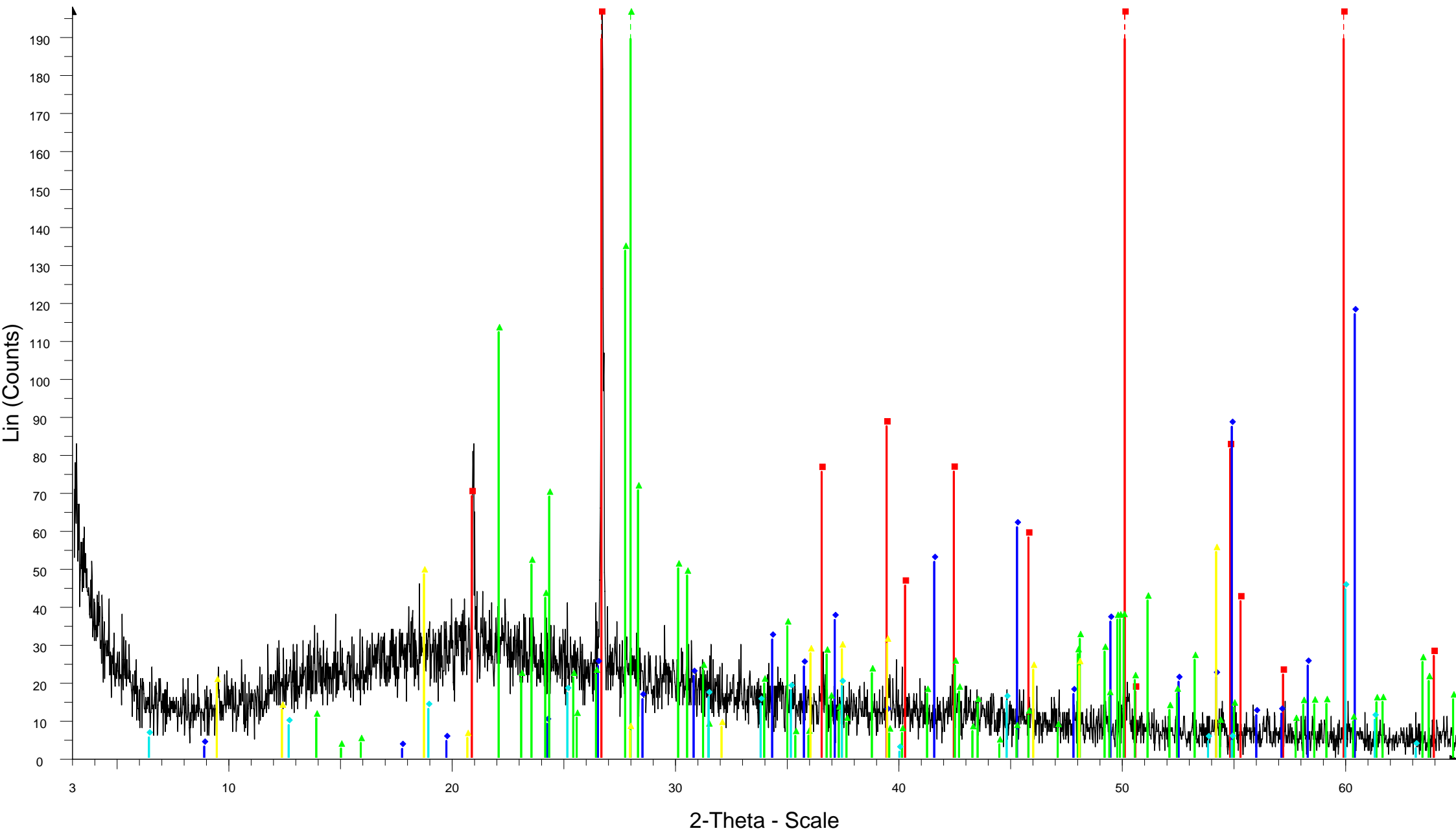
KB-10-EPIF-AFTER DIGESTION - File: KB-10-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 14 s - 2-Theta: 3.000 ° - Th Operations: Background 1.000,1.000 | Import

Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 146.86 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6 -

Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 6.32 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Anatase, syn - TiO₂ - 00-021-1272 (*) - Y: 2.48 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.3 -

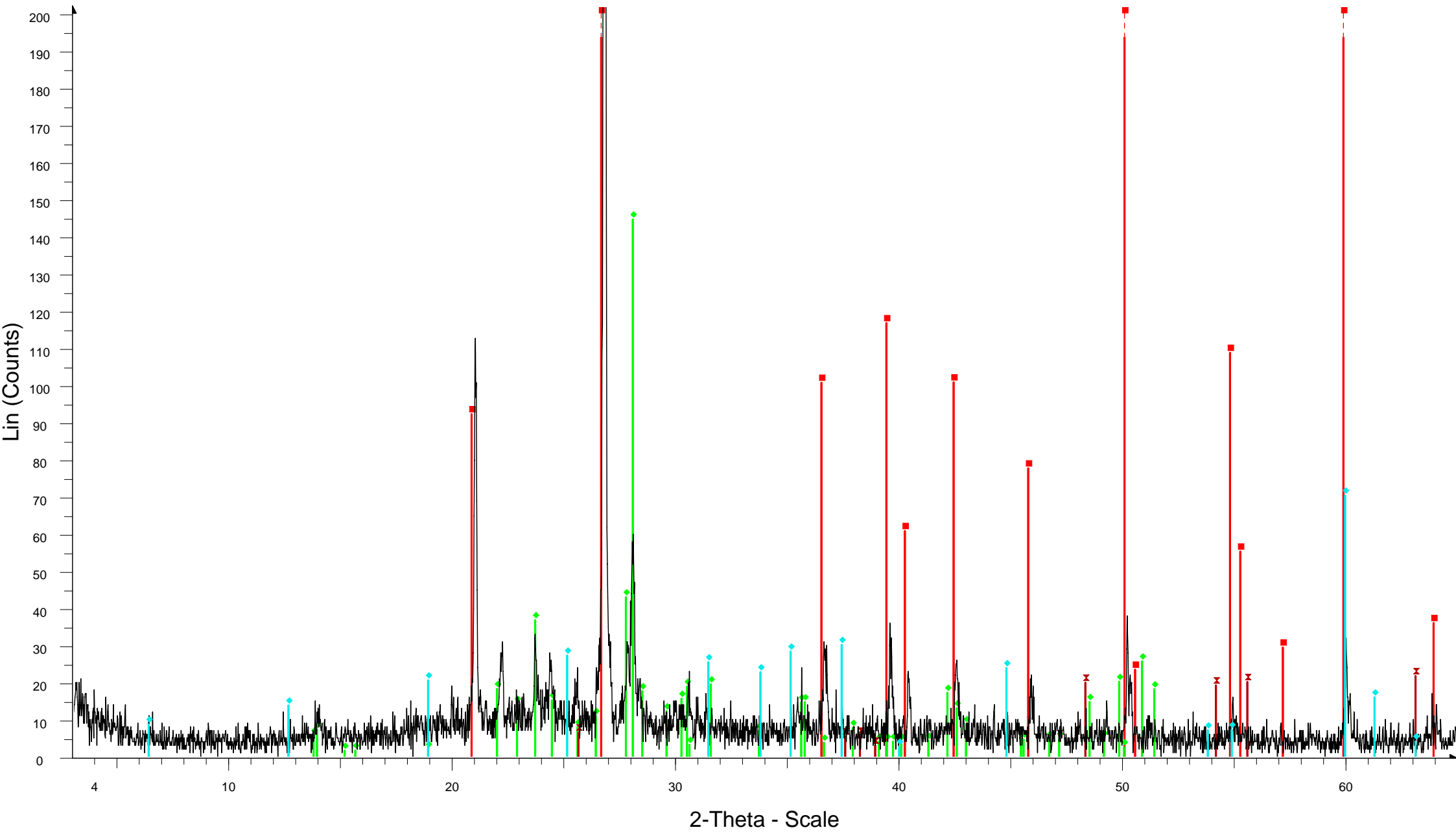
KB-13-EPIF-AFTER DIGESTION



KB-13-EPIF-AFTER DIGESTION - File: KB-13-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 14 s - 2-Theta: 3.000 ° - Th Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 258.12 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6
- Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 84.46 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0
- Albite, ordered - NaAlSi₃O₈ - 00-020-0554 (D) - Y: 117.72 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic -
- Todorokite - (Mn,Ca)Mn₅O₁₁·4H₂O - 00-021-0553 (D) - Y: 27.51 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Chlorite - (Mg,Fe)₅(Al,Si)₅O₁₀(OH)₈ - 00-002-0028 (D) - Y: 22.51 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

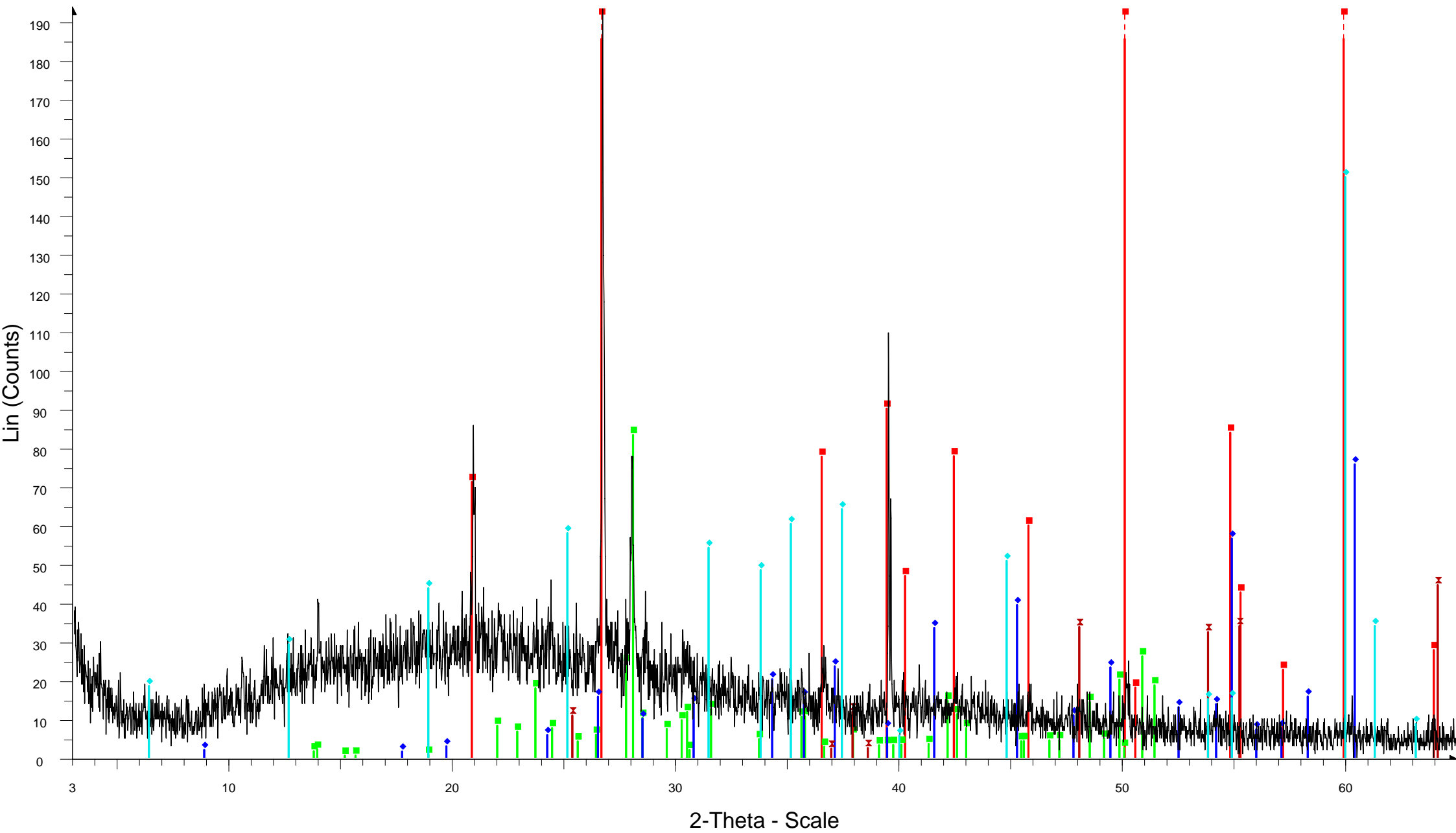
KB-20-EPIF-AFTER DIGESTION



KB-20-EPIF-AFTER DIGESTION - File: KB-20-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - Th Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 131.04 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 27.85 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic -
- Anatase - TiO₂ - 00-002-0406 (D) - Y: 10.75 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Chlorite - (Mg,Fe)5(Al,Si)5O10(OH)8 - 00-002-0028 (D) - Y: 13.54 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

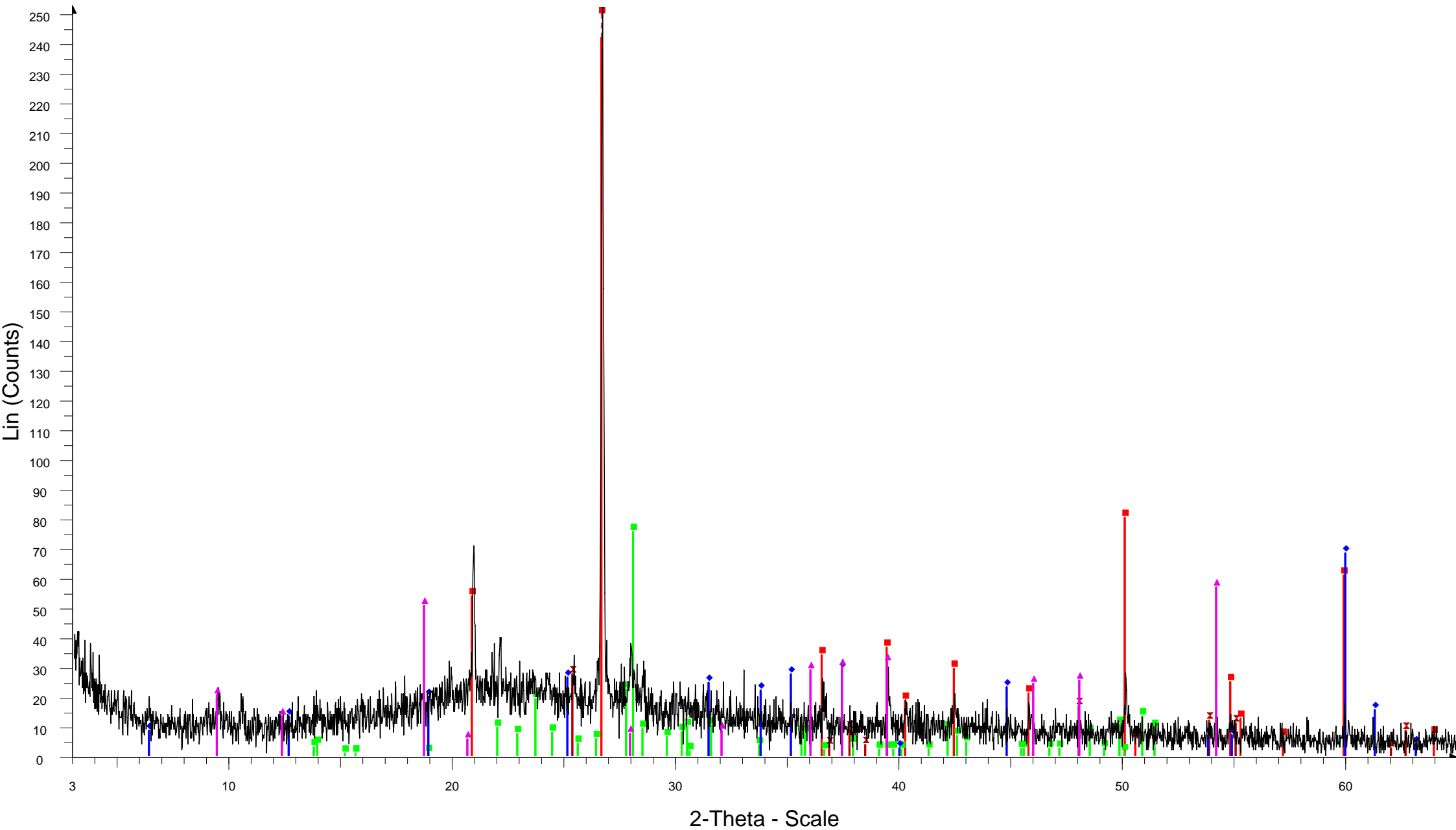
KB-3-EPIF-AFTER DIGESTION



KB-3-EPIF-AFTER DIGESTION - File: KB-3-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 271.69 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 43.08 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 55.85 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Anatase - TiO₂ - 00-002-0387 (D) - Y: 58.34 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Chlorite - (Mg,Fe)₅(Al,Si)₅O₁₀(OH)₈ - 00-002-0028 (D) - Y: 77.50 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

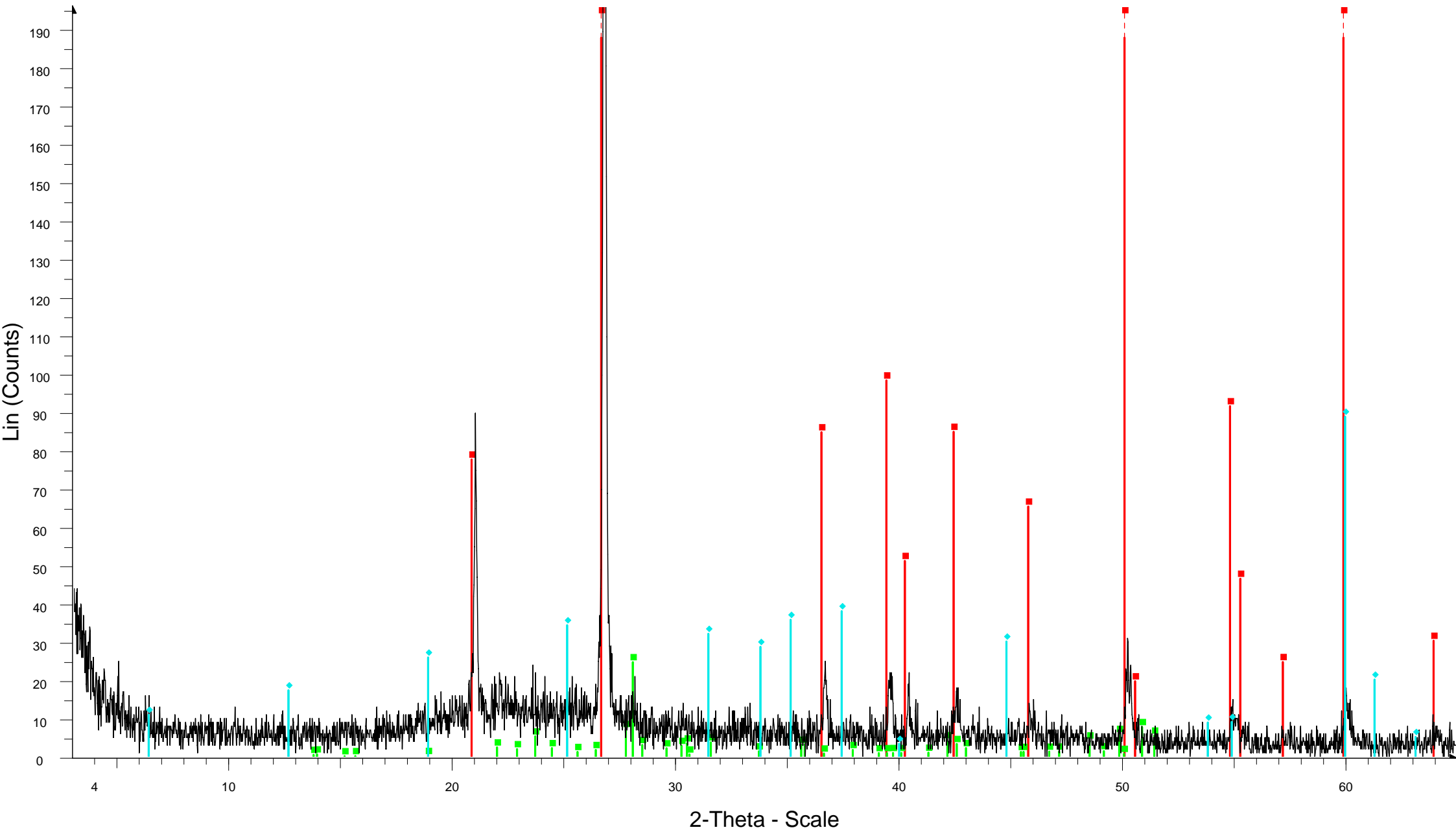
KB-6-EPIF-AFTER DIGESTION



KB-6-EPIF-AFTER DIGESTION - File: KB-6-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 123.62 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6 -
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 29.93 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Anatase, syn - TiO₂ - 00-004-0477 (D) - Y: 10.90 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Chlorite - (Mg,Fe)₅(Al,Si)₅O₁₀(OH)₈ - 00-002-0028 (D) - Y: 27.06 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Todorokite - (Mn,Ca)₅Mn₅O₁₁·4H₂O - 00-021-0553 (D) - Y: 22.53 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

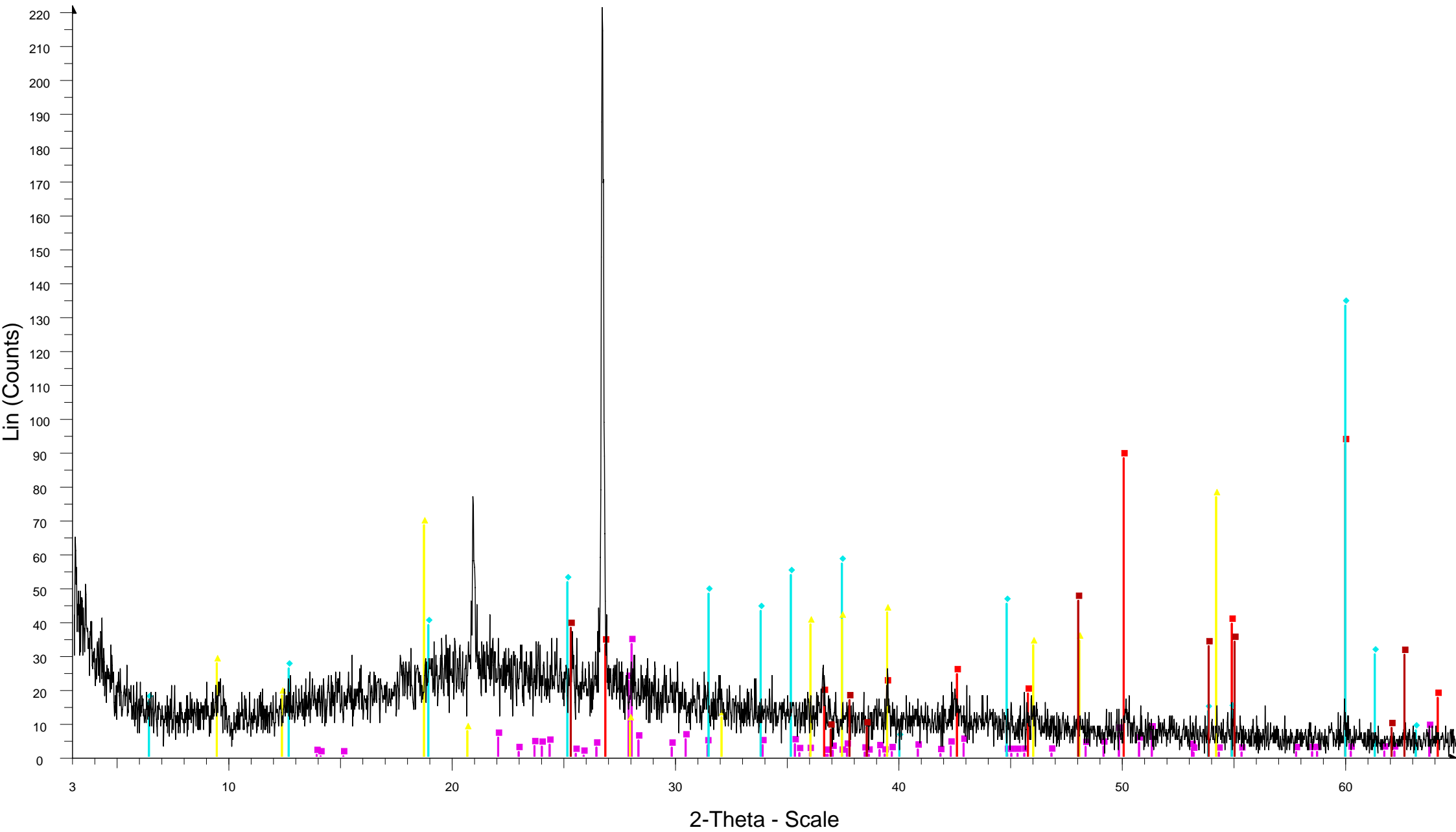
KL-7-EPIF-AFTER DIGESTION



KL-7-EPIF-AFTER DIGESTION - File: KL-7-E-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.
Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 172.15 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 7.42 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Chlorite - (Mg,Fe)₅(Al,Si)₅O₁₀(OH)₈ - 00-002-0028 (D) - Y: 26.68 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

KL-9-EPIF-AFTER DIGESTION



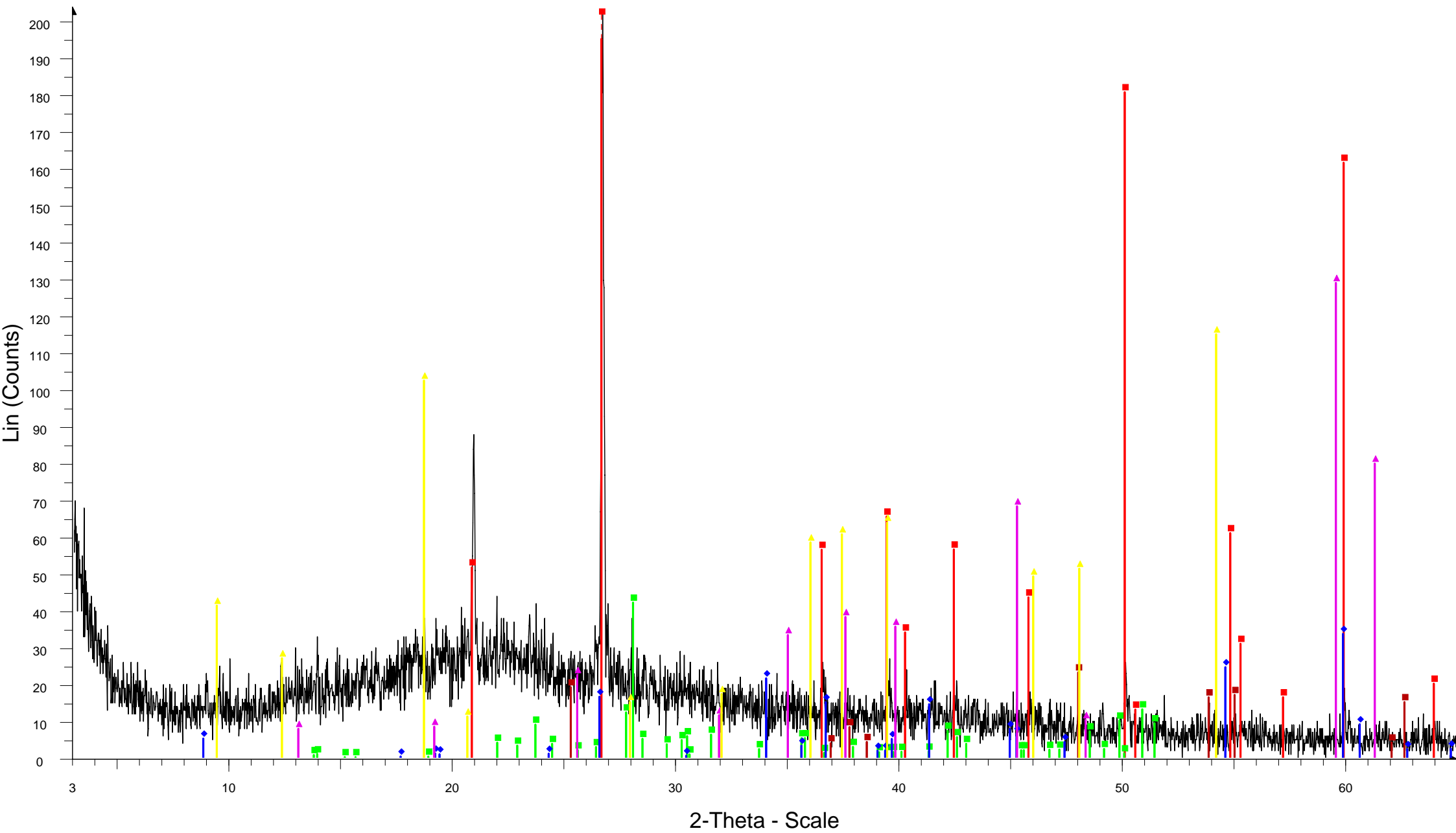
KL-9-EPIF-AFTER DIGESTION - File: KL-9-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta

Operations: Import

- Albite, calcian, ordered - (Na,Ca)Al(Si,Al)3O8 - 00-041-1480 (I) - Y: 15.02 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/c PDF 1.1 -
- Quartz - SiO2 - 00-002-0471 (D) - Y: 60.58 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Anatase, syn - TiO2 - 00-021-1272 (*) - Y: 20.80 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/c PDF 3.3 -
- Chlorite - (Mg,Fe)5(Al,Si)5O10(OH)8 - 00-002-0028 (D) - Y: 60.19 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Todorokite - (Mn,Ca)Mn5O11·4H2O - 00-021-0553 (D) - Y: 34.64 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

777

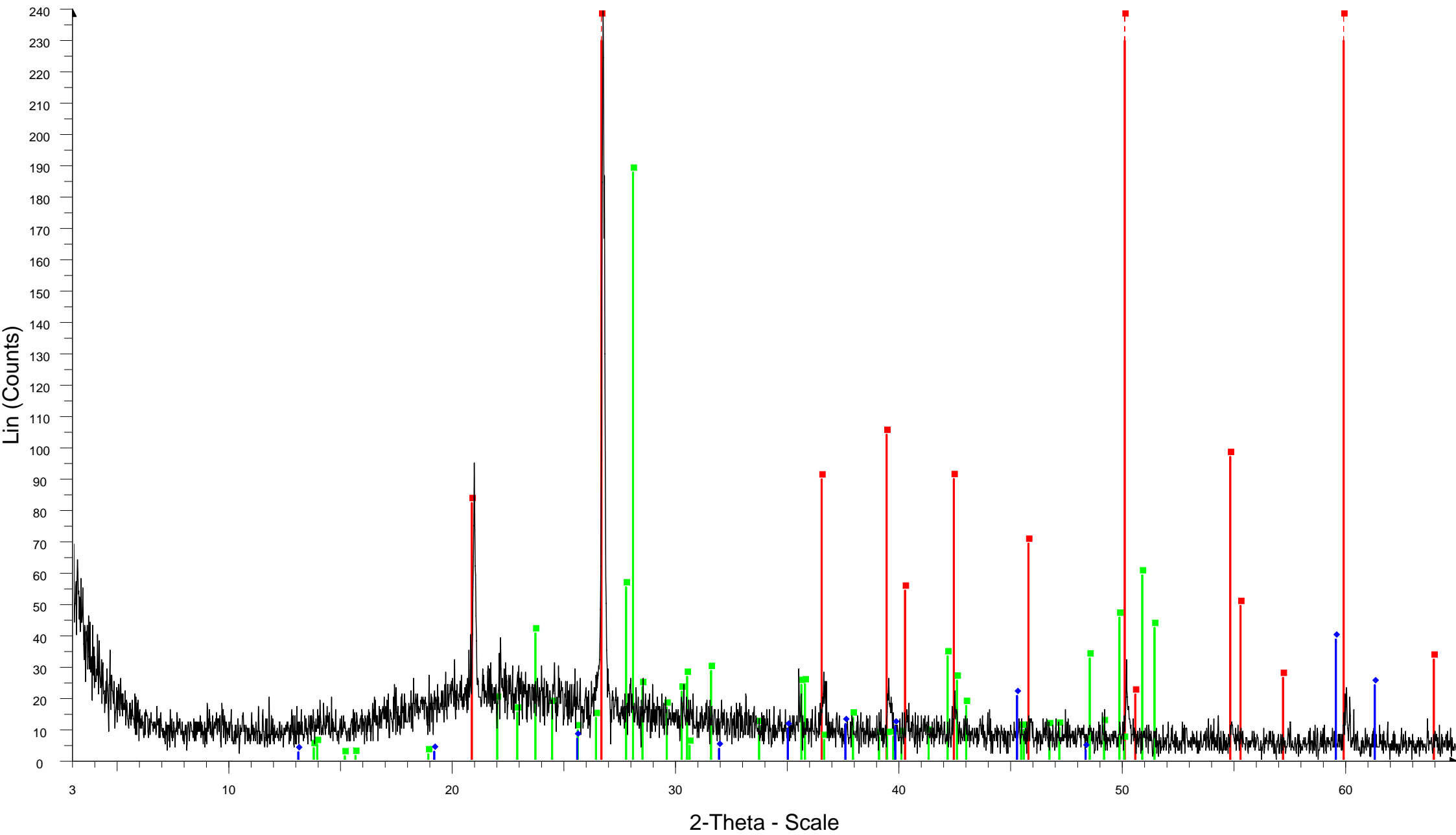
LIX-6-EPIF-AFTER DIGESTION



LIX-6-EPIF-AFTER DIGESTION - File: LIX-6-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Thet
Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 187.90 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/c PDF 3.6
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 20.74 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Anatase, syn - TiO₂ - 00-021-1272 (*) - Y: 11.43 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/c PDF 3.3
- Biotite-1M - K(Mg,Fe+2)3(Al,Fe+3)Si₃O₁₀(OH,F)₂ - 00-042-1437 (I) - Y: 16.57 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/c PDF 3.4
- Chlorite [NR] - Fe₄Al₄Si₂O₁₀(OH)₈ - 00-003-0072 (D) - Y: 63.40 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Todorokite - (Mn,Ca)Mn₅O₁₁·4H₂O - 00-021-0553 (D) - Y: 56.53 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

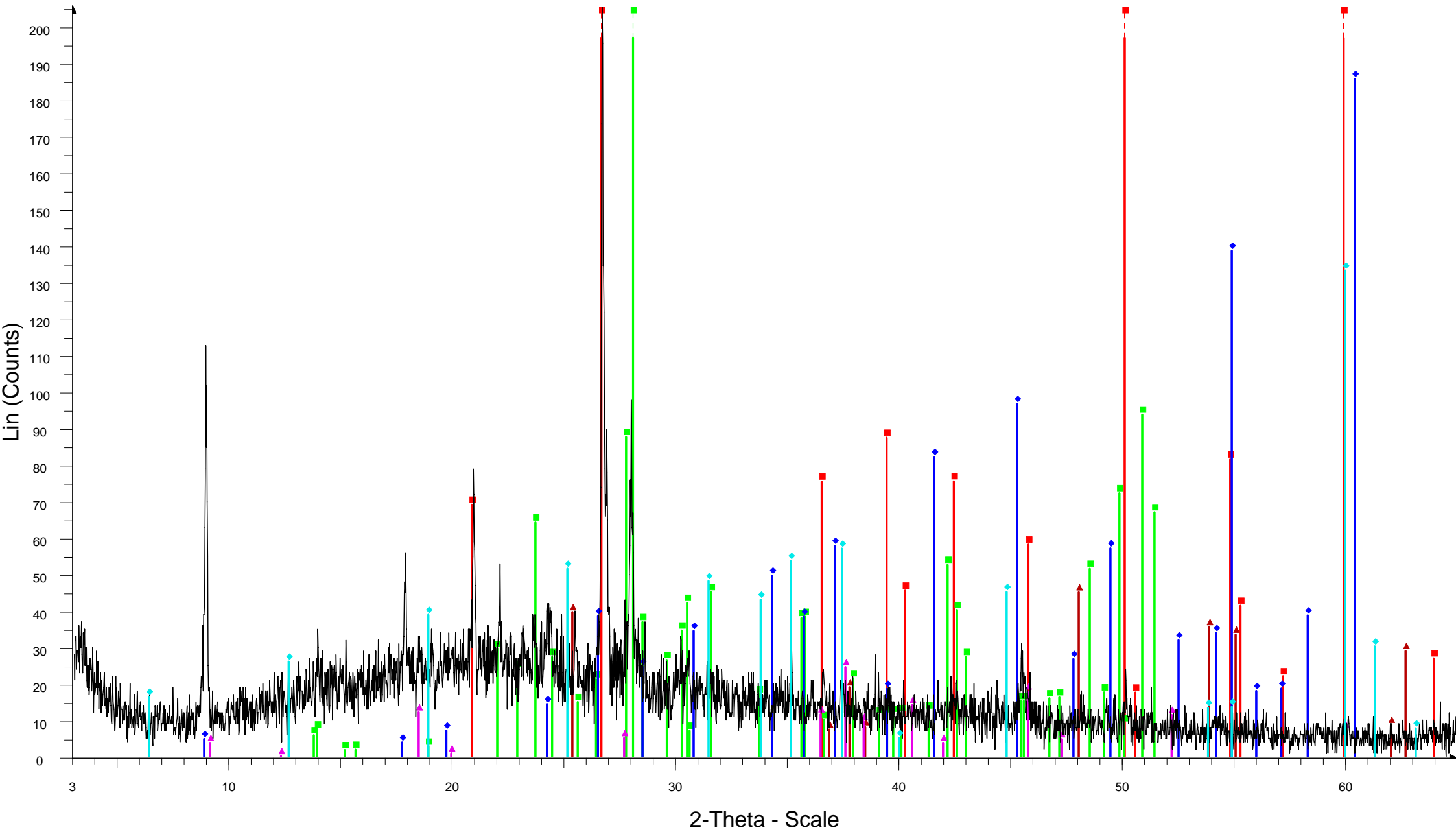
LIX-7-EPIF-AFTER DIGESTION



LIX-7-EPIF-AFTER DIGESTION - File: LIX-7-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 14 s - 2-Theta: 3.000 ° - Thet
Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 252.89 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 78.37 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Chlorite [NR] - Fe₄Al₄Si₂O₁₀(OH)₈ - 00-003-0072 (D) - Y: 16.03 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

NIS-1-EPIF-AFTER DILUTION

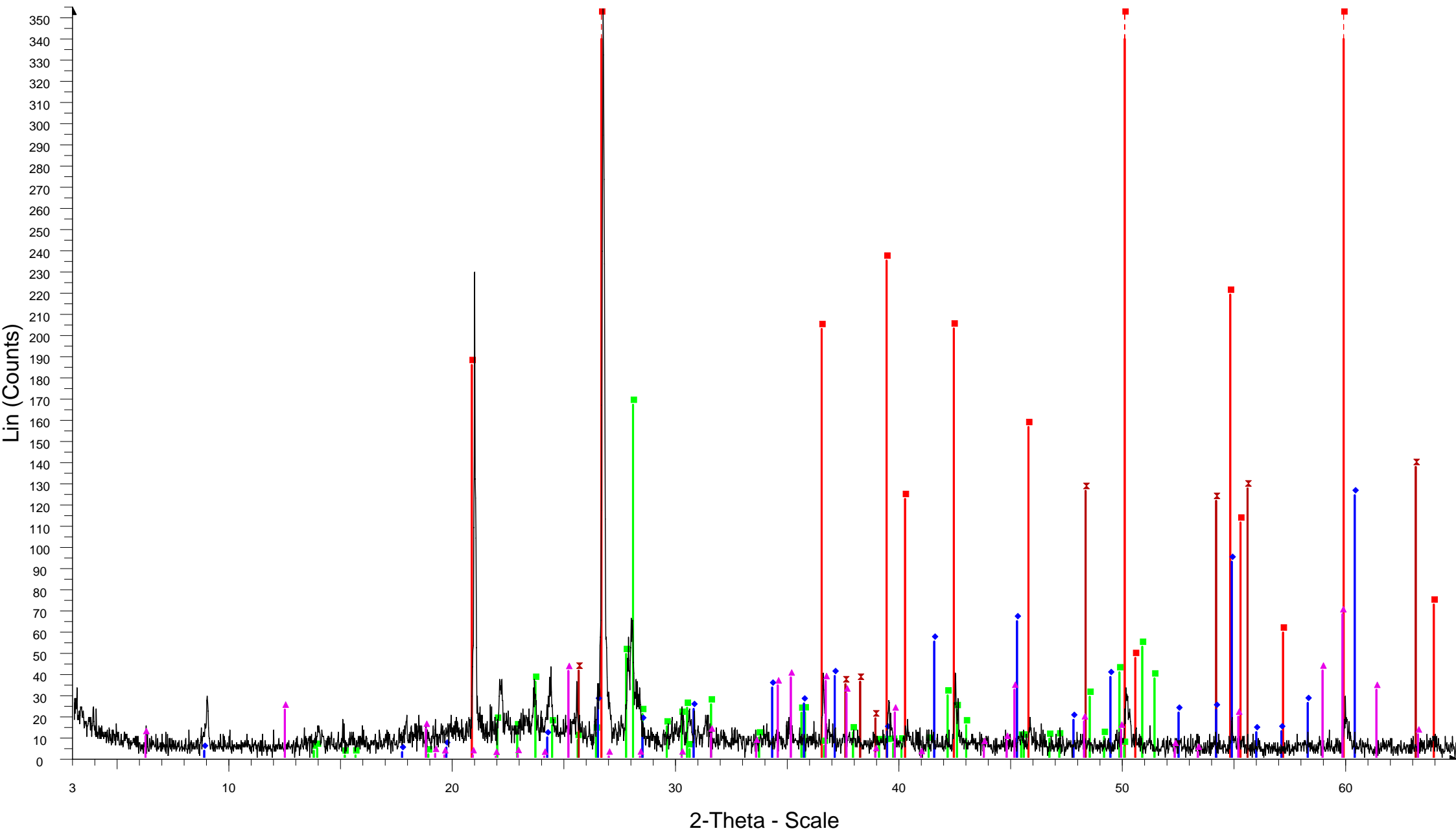


NIS-1-EPIF-AFTER DILUTION - File: NIS-1-EPIF-AFTER DILUTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta:

Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 248.11 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 145.34 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ▲ Anatase, syn - TiO₂ - 00-004-0477 (D) - Y: 21.93 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ◆ Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 129.01 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ▲ Todorokite - Mn-O-H₂O - 00-012-0183 (D) - Y: 48.14 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ◆ Chlorite - (Mg,Fe)₅(Al,Si)₅O₁₀(OH)₈ - 00-002-0028 (D) - Y: 64.87 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

NP-1-EPIF-AFTER DILUTION



NP-1-EPIF-AFTER DILUTION - File: NP-1-EPIF-AFTER DILUTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.

Operations: Import

Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 386.93 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6 -

Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 47.11 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

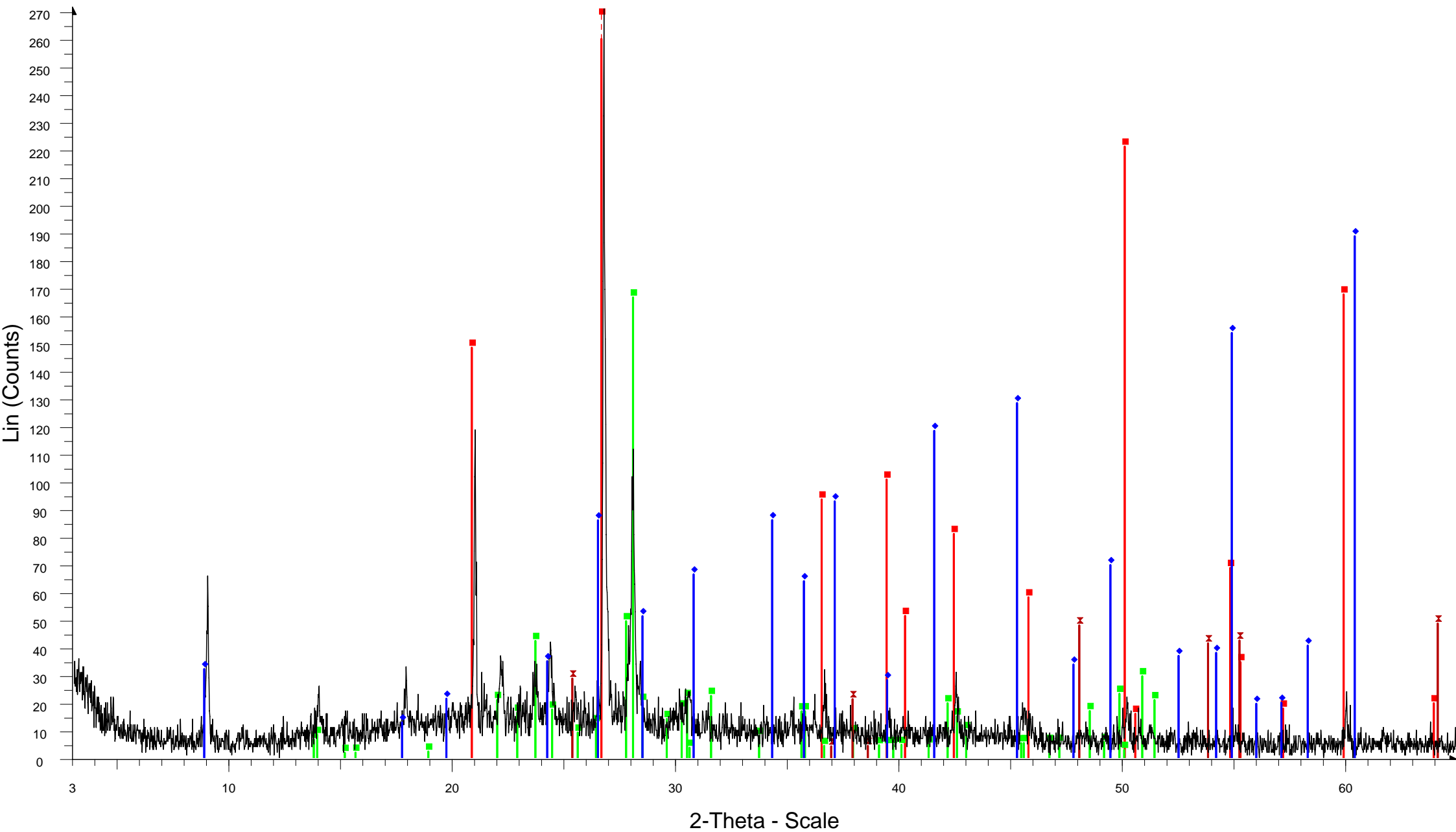
Anatase - TiO₂ - 00-002-0406 (D) - Y: 100.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 49.95 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Clinoclchlore-1Mllb-2 - (Mg,Al,Fe)₆(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - 00-046-1323 (I) - Y: 19.15 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Monoclinic -

781

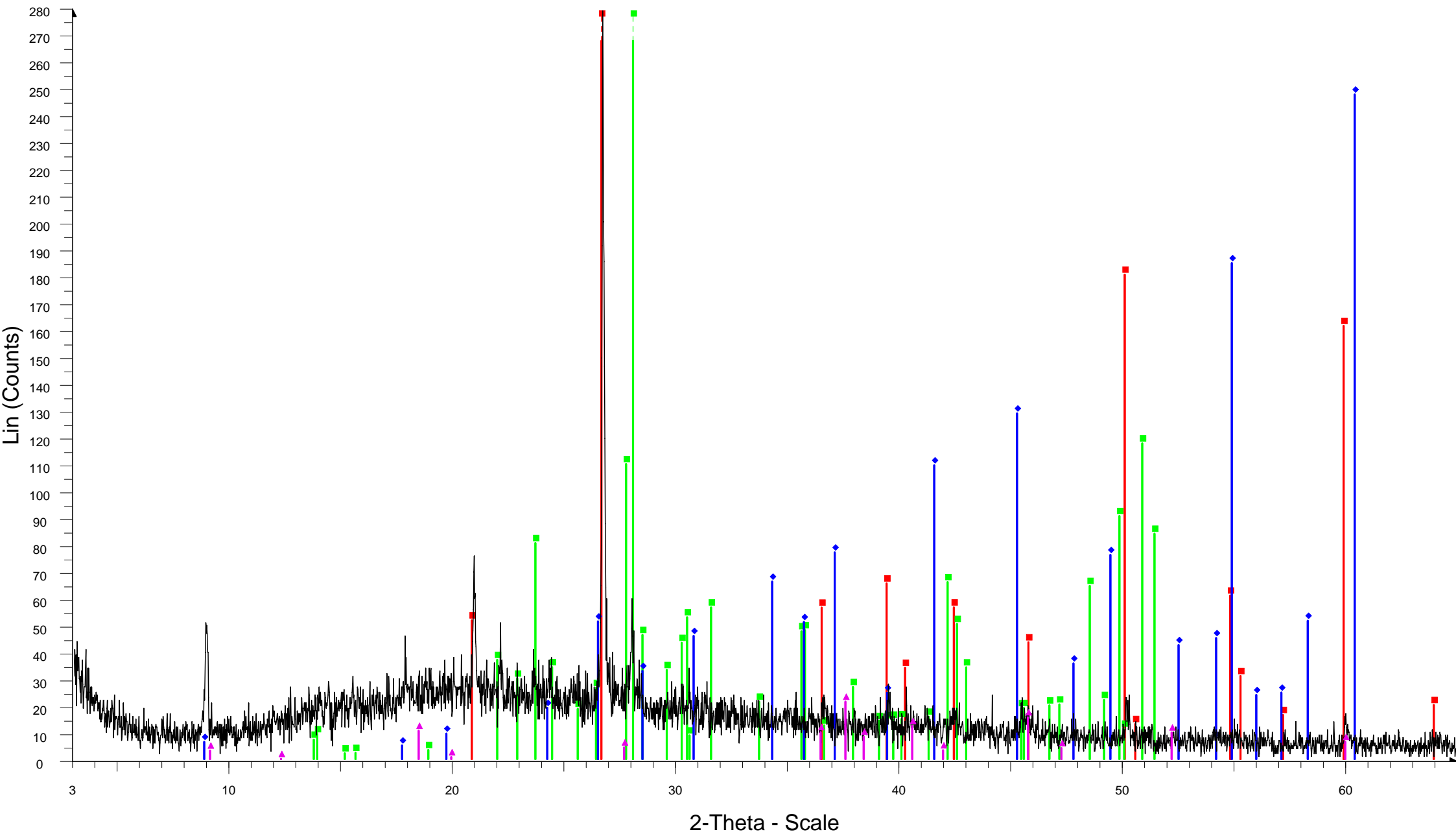
NP-2-EPIF-AFTER DIGESTION



NP-2-EPIF-AFTER DIGESTION - File: NP-2-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 14 s - 2-Theta: 3.000 ° - Thet
Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 317.08 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6 -
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 61.45 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Anatase - TiO₂ - 00-002-0387 (D) - Y: 28.53 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 73.32 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

NP-9-EPIF-AFTER DIGESTION

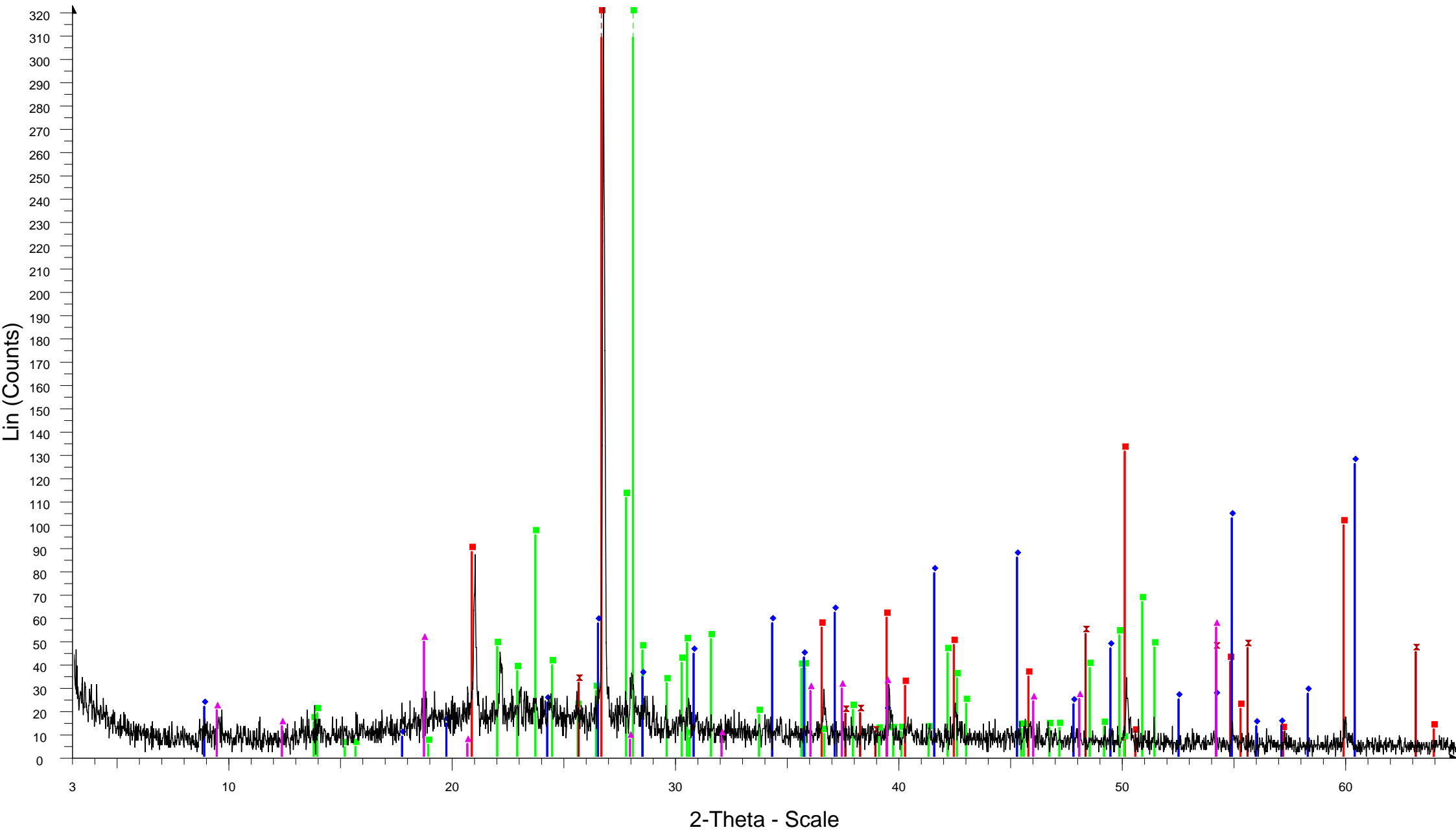


NP-9-EPIF-AFTER DIGESTION - File: NP-9-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 9 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta:

Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 136.90 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 134.29 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 126.61 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Todorokite - Mn-O-H₂O - 00-012-0183 (D) - Y: 30.94 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

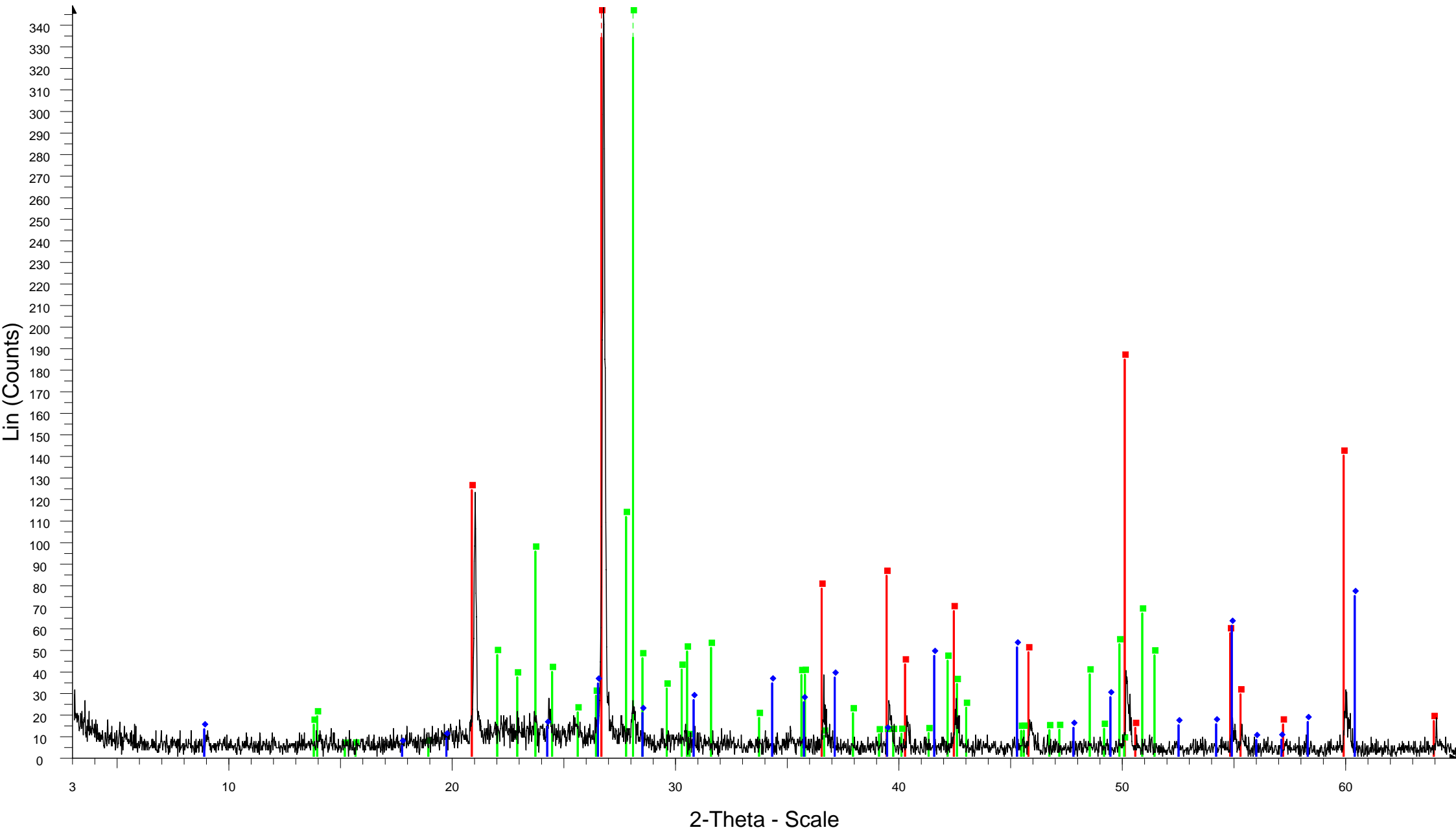
OI-11-EPIF-AFTER DIGESTION



OI-11-EPIF-AFTER DIGESTION - File: OI-11-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - Thet
Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 158.23 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 116.37 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Anatase - TiO₂ - 00-002-0406 (D) - Y: 22.39 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 41.13 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Todorokite - (Mn,Ca)Mn₅O₁₁·4H₂O - 00-021-0553 (D) - Y: 17.21 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

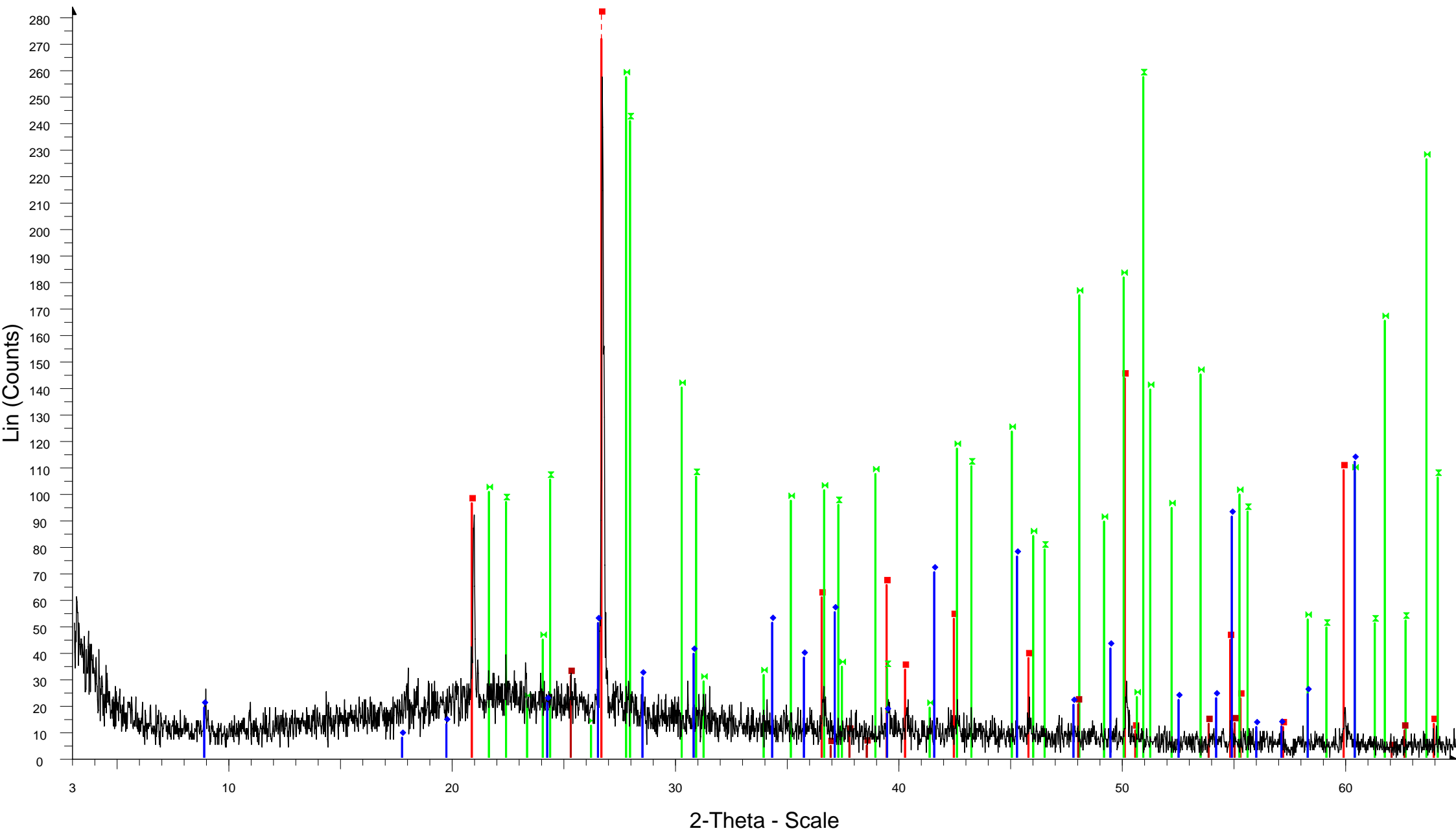
OI-14-EPIF-AFTER DIGESTION



OI-14-EPIF-AFTER DIGESTION - File: OI-14-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 9 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 205.92 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 107.76 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 22.57 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

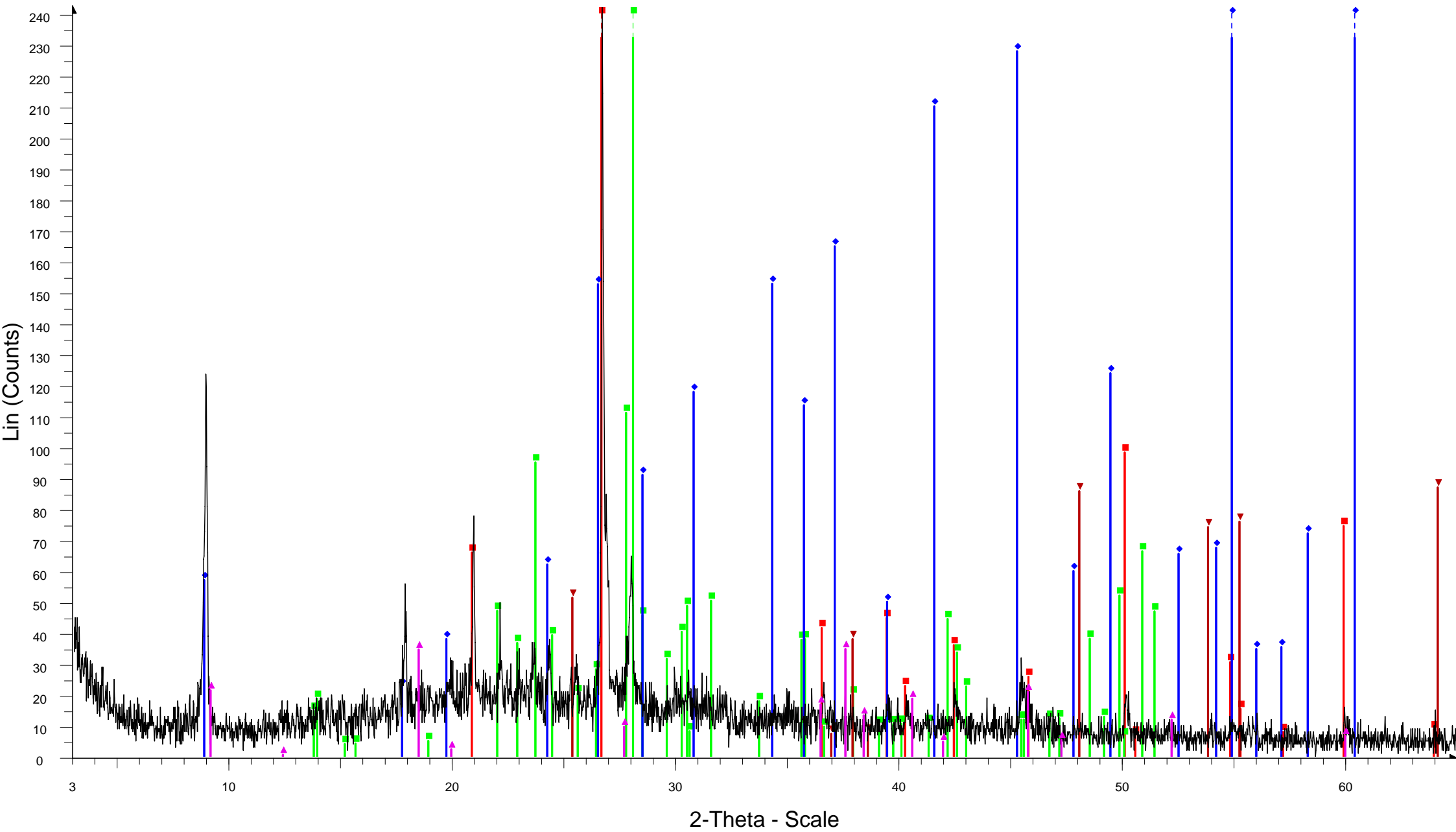
OI-9-EPIF-AFTER DIGESTION



OI-9-EPIF-AFTER DIGESTION - File: OI-9-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 216.66 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 3.6 -
- Albite - NaAlSi₃O₈ - 00-003-0508 (D) - Y: 100.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Albite - Al₂O₃-Na₂O-6SiO₂ - 00-002-0515 (D) - Y: 100.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Anatase, syn - TiO₂ - 00-021-1272 (*) - Y: 12.05 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 3.3 -
- Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 45.81 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

PL-1-EPIF-AFTER DIGESTION

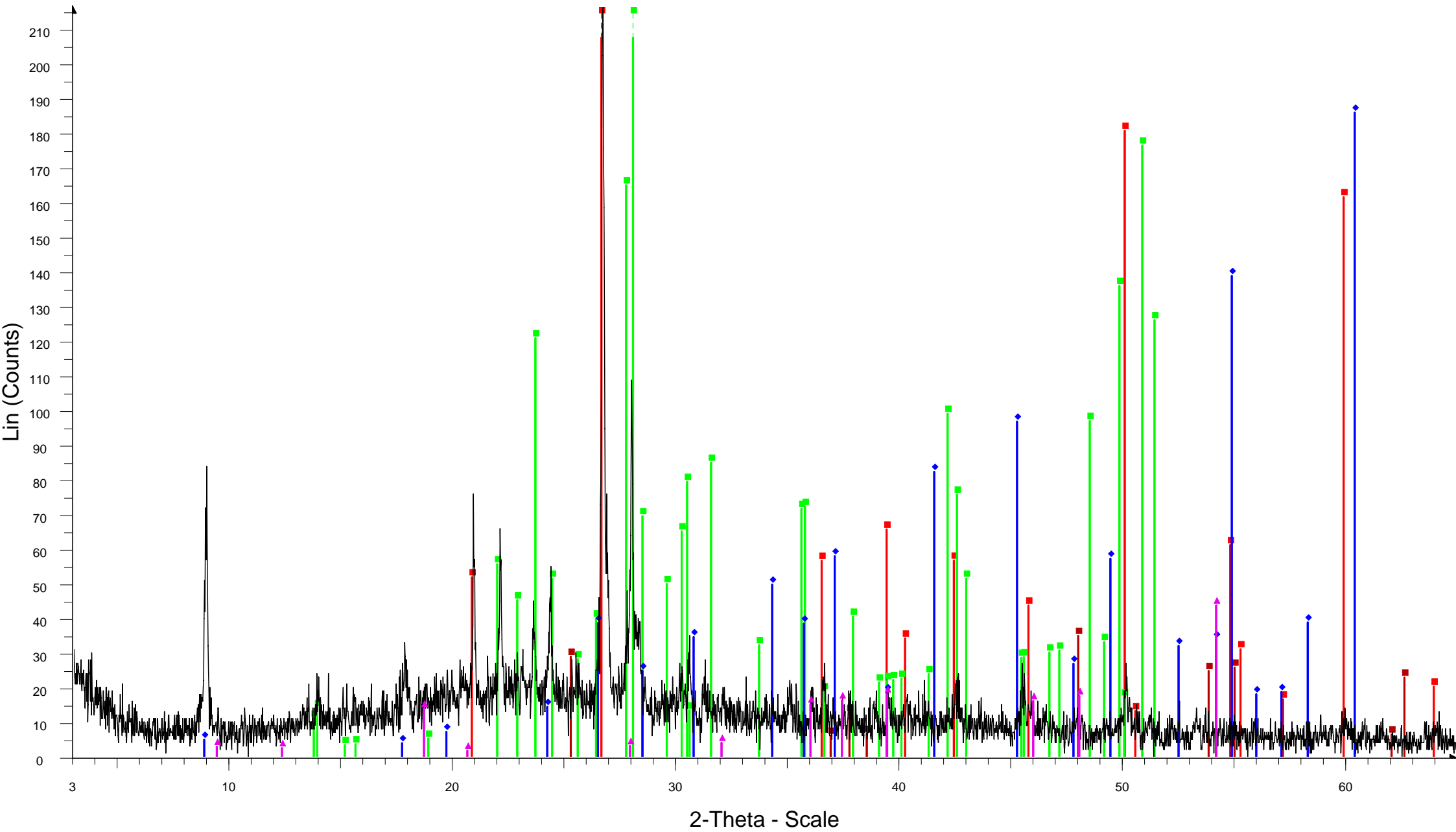


PL-1-EPIF-AFTER DIGESTION - File: PL-1-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta

Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 157.74 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 154.63 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Anatase - TiO₂ - 00-002-0387 (D) - Y: 57.15 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 145.81 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Todorokite - Mn-Mg-Ca-Ba-K-Na-Mn-O-H₂O - 00-013-0164 (D) - Y: 32.21 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

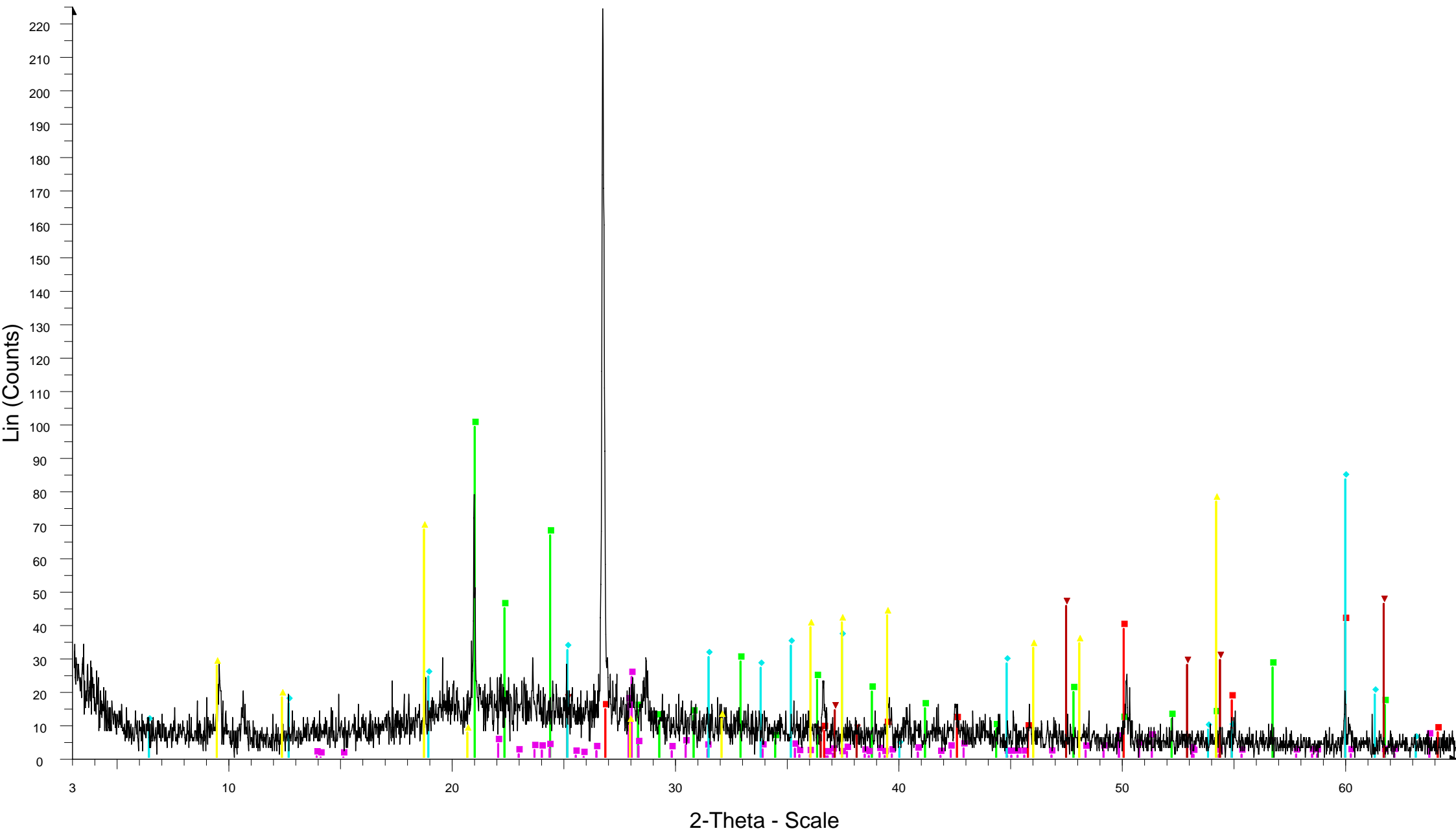
PL-3-EPIF-AFTER DIGESTION



PL-3-EPIF-AFTER DIGESTION - File: PL-3-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 9 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 176.64 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 259.75 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Anatase, syn - TiO₂ - 00-021-1272 (*) - Y: 16.12 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.3 -
- Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 122.58 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Todorokite - (Mn,Ca)Mn₅O₁₁·4H₂O - 00-021-0553 (D) - Y: 20.17 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

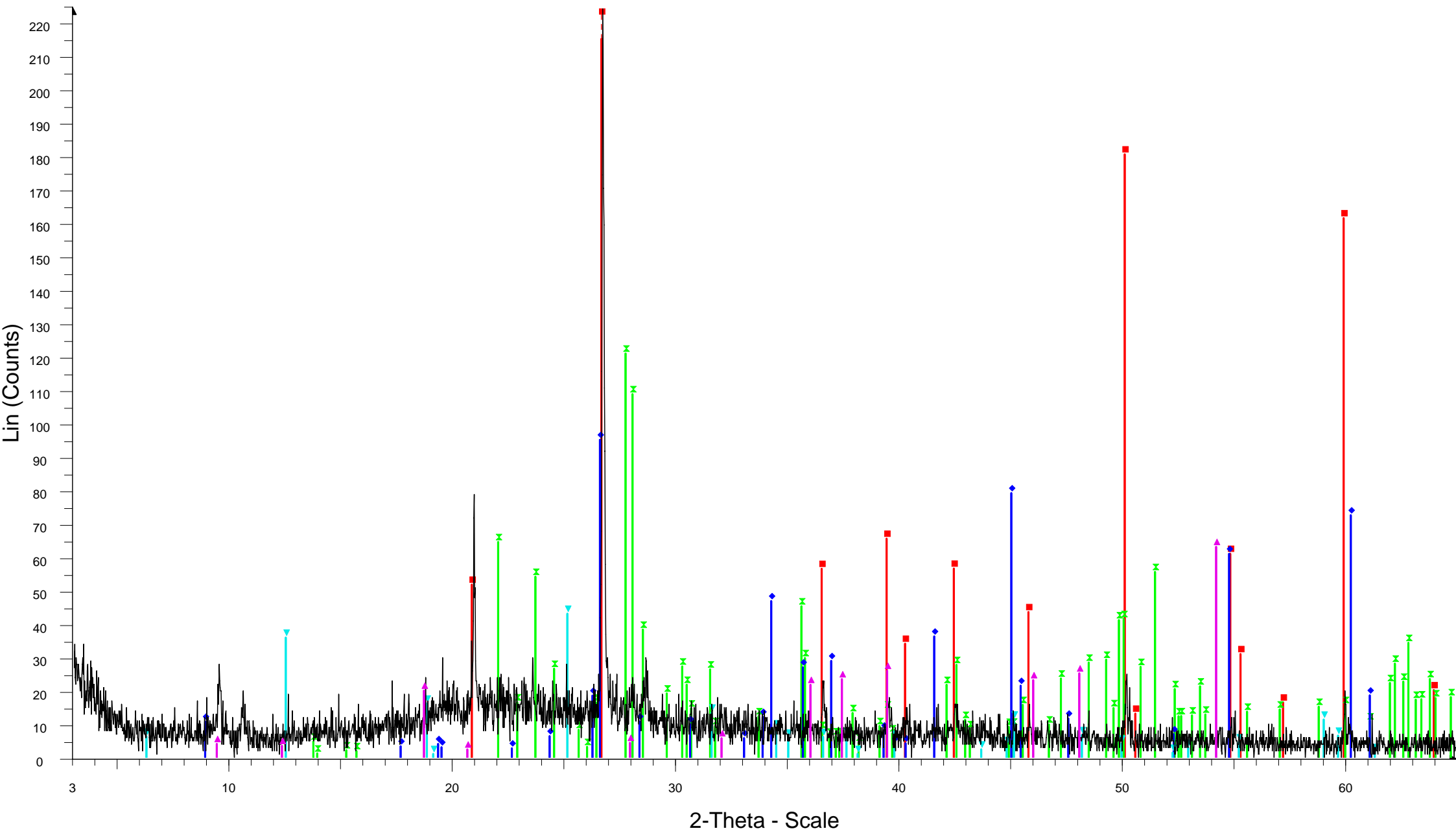
THE-3-EPIF-AFTER DIGESTION



THE-3-EPIF-AFTER DIGESTION - File: THE-3-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Th Operations: Import

- Sodium alum - $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ - 00-001-0397 (D) - Y: 44.15 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Albite, calcian, ordered - $(\text{Na,Ca})\text{Al}(\text{Si,Al})_3\text{O}_8$ - 00-041-1480 (I) - Y: 10.78 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 1.1 -
- Quartz - SiO_2 - 00-002-0471 (D) - Y: 26.13 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Anatase, niobian - $(\text{Ti,Nb,Fe})\text{O}_2$ - 00-046-1391 (I) - Y: 20.53 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Chlorite - $(\text{Mg,Fe})_5(\text{Al,Si})_5\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ - 00-002-0028 (D) - Y: 37.14 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- Todorokite - $(\text{Mn,Ca})\text{Mn}_5\text{O}_{11} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ - 00-021-0553 (D) - Y: 34.18 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

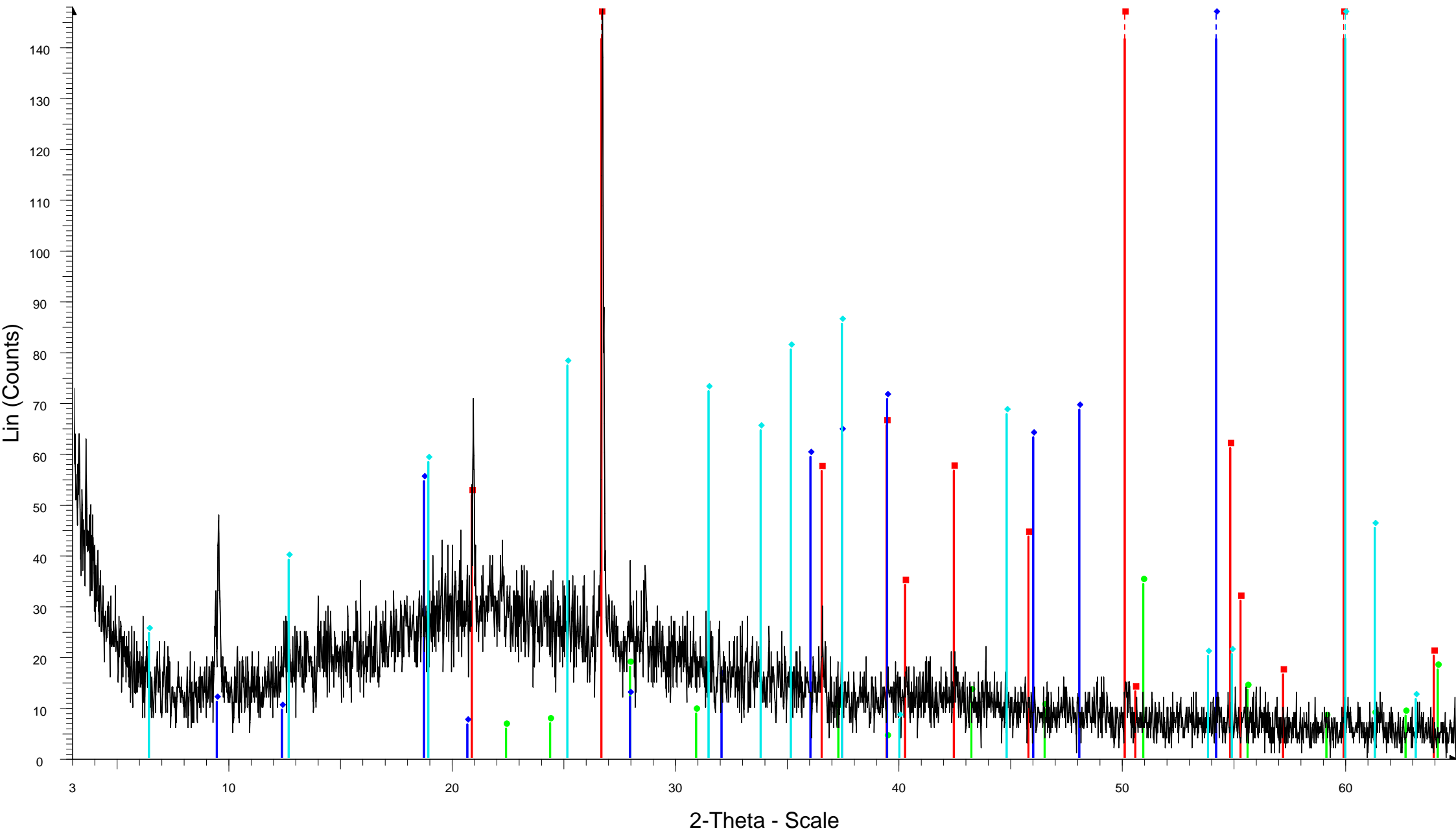
THE-3-EPIF-AFTER DIGESTION



THE-3-EPIF-AFTER DIGESTION - File: THE-3-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Th Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 170.36 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6 -
- × Albite, disordered - NaAlSi₃O₈ - 00-020-0572 (D) - Y: 53.95 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ◆ Phlogopite-1M - KMg₃(Si₃Al)O₁₀(OH)₂ - 00-010-0495 (I) - Y: 42.42 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ▲ Todorokite - (Mn,Ca)Mn₅O₁₁·4H₂O - 00-021-0553 (D) - Y: 28.12 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ▼ Clinocllore-1Mllb, ferroan - (Mg,Fe)₆(Si,Al)₄O₁₀(OH)₈ - 00-029-0701 (I) - Y: 19.21 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Monoclinic -

THE-4-EPIF-AFTER DIGESTION



2-Theta - Scale

THE-4-EPIF-AFTER DIGESTION - File: THE-4-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - Th Operations: Import

THE-4-EPIF-AFTER DIGESTION - File: THE-4-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - Th Operations: Fourier 20.000 x 1 | Import

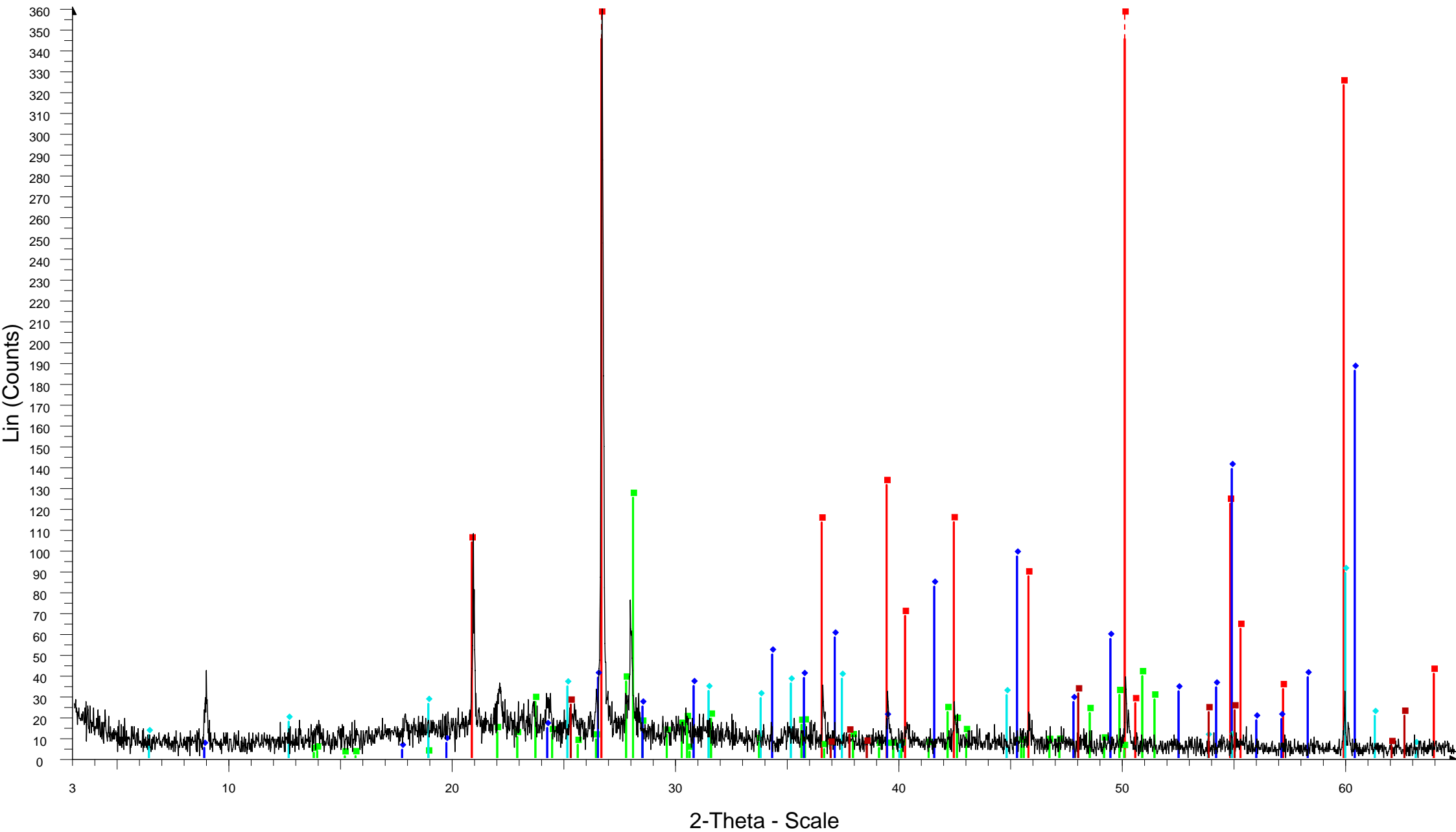
Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 259.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/lc PDF 3.6 -

Albite - NaAlSi₃O₈ - 00-003-0508 (D) - Y: 23.23 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Todorokite - (Mn,Ca)Mn₅O₁₁·4H₂O - 00-021-0553 (D) - Y: 116.34 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

Chlorite - (Mg,Fe)₅(Al,Si)₅O₁₀(OH)₈ - 00-002-0028 (D) - Y: 135.46 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

THE-5-EPIF-AFTER DIGESTION



2-Theta - Scale

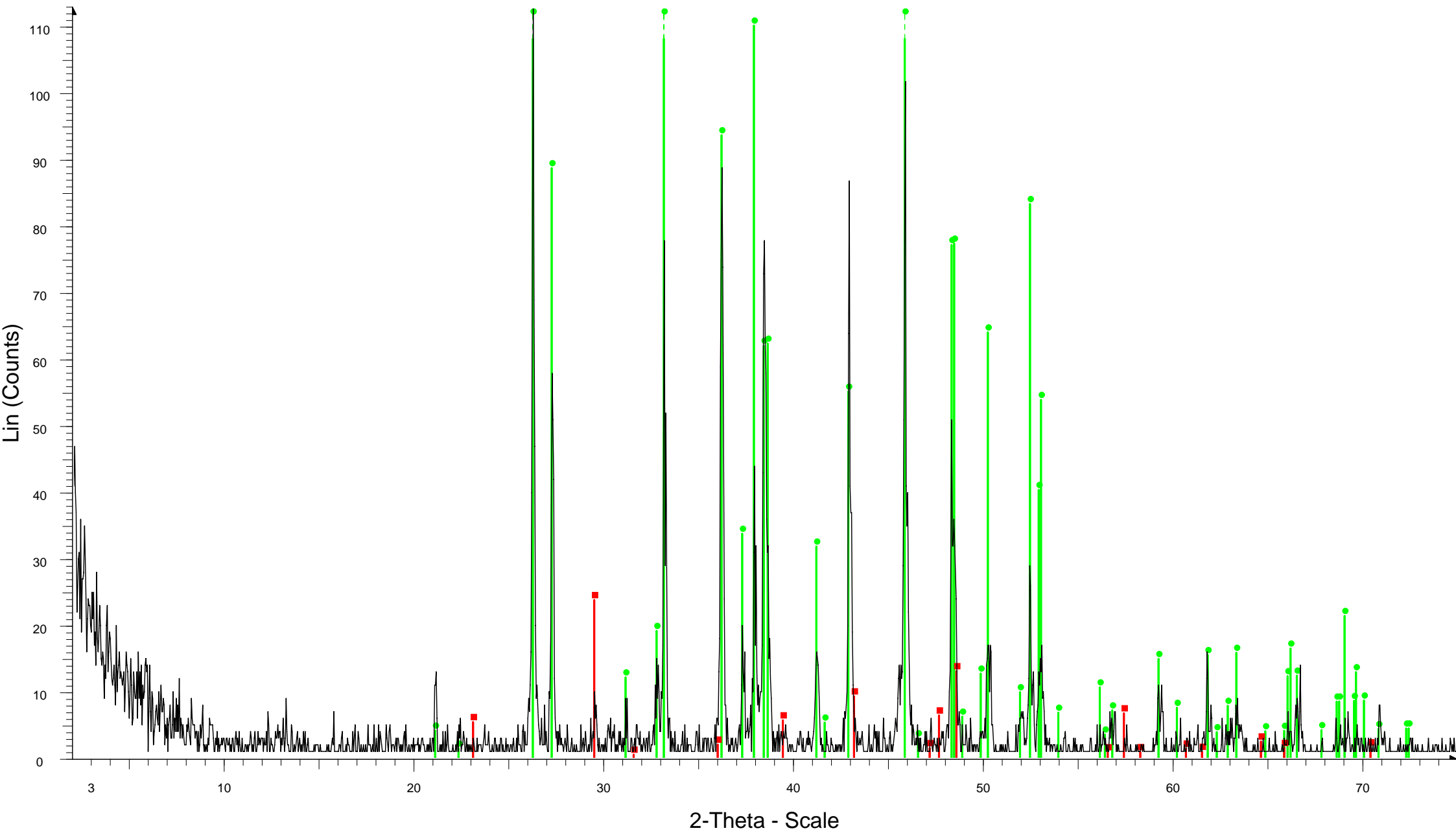
THE-5-EPIF-AFTER DIGESTION - File: THE-5-EPIF-AFTER DIGESTION.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Th Operations: Import

- Quartz, syn - SiO₂ - 00-033-1161 (D) - Y: 212.36 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6
- Albite, disordered - Na(Si₃Al)O₈ - 00-010-0393 (*) - Y: 34.71 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0
- Anatase, syn - TiO₂ - 00-021-1272 (*) - Y: 8.61 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.3
- Phlogopite - KMg₃(AlSi₃O₁₀)(OH)₂ - 00-002-0053 (D) - Y: 73.69 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0
- Chlorite - (Mg,Fe)₅(Al,Si)₅O₁₀(OH)₈ - 00-002-0028 (D) - Y: 24.68 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0

ΜΕΡΟΣ Ε

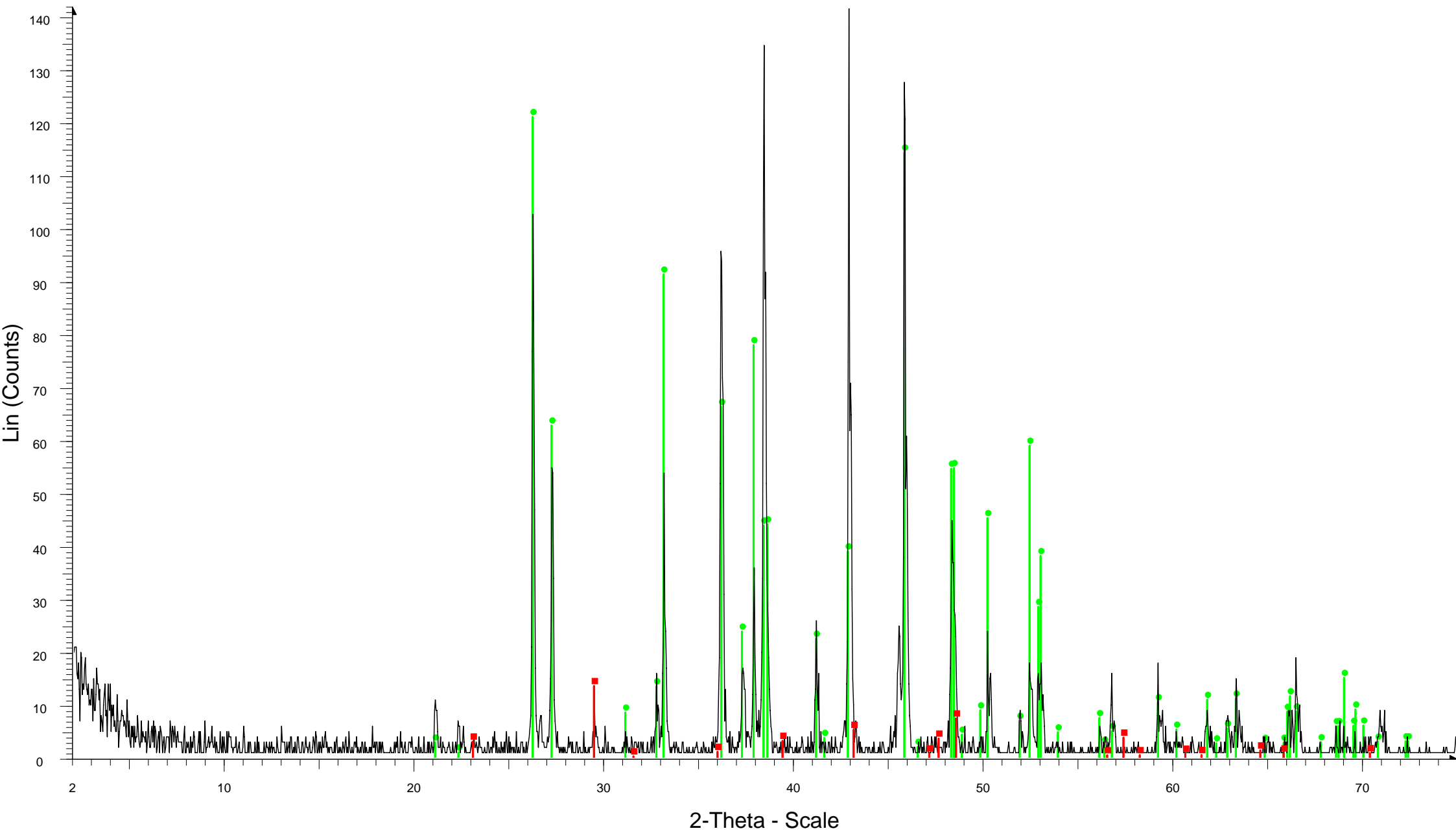
ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ ΘΕΡΜΩΝ ΠΗΓΩΝ

CHRISTOS-1



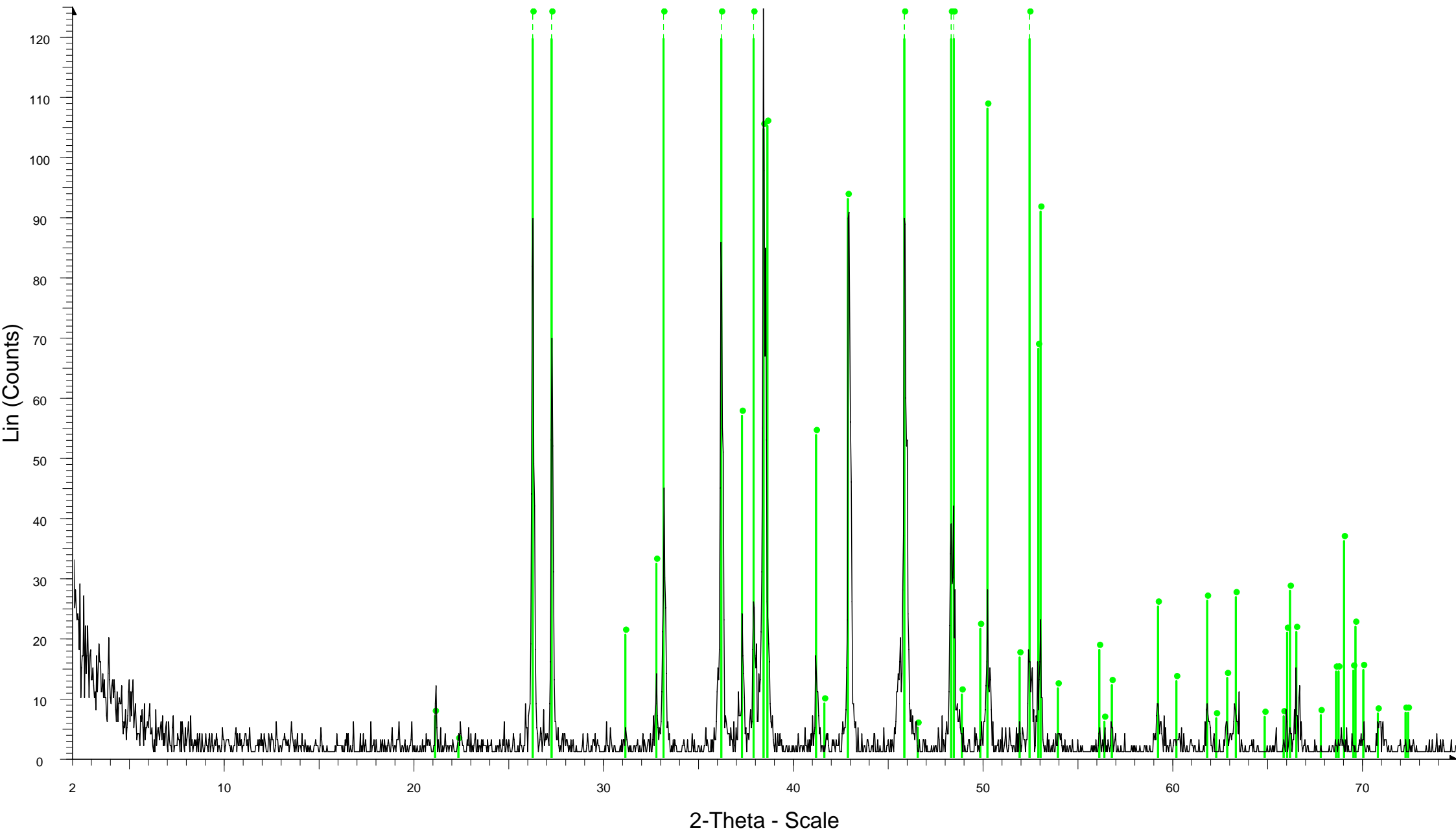
CHRISTOS-1 - File: CHRISTOS-1.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 75.000 ° - Step: 0.040 ° - Step time: 1. s - Temp.: 27 °C - Time Started: 8 s - 2-Theta: 2.000 ° - Theta: 1.000 ° - Phi: 0.00 ° - Aux1: 0.0 - Aux2: 0.0
Operations: Import
Aragonite - CaCO₃ - 00-041-1475 (*) - Y: 151.74 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 - I/Ic PDF 1. -
Calcite - CaCO₃ - 00-024-0027 (D) - Y: 21.09 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 -

CHRISTOS-2



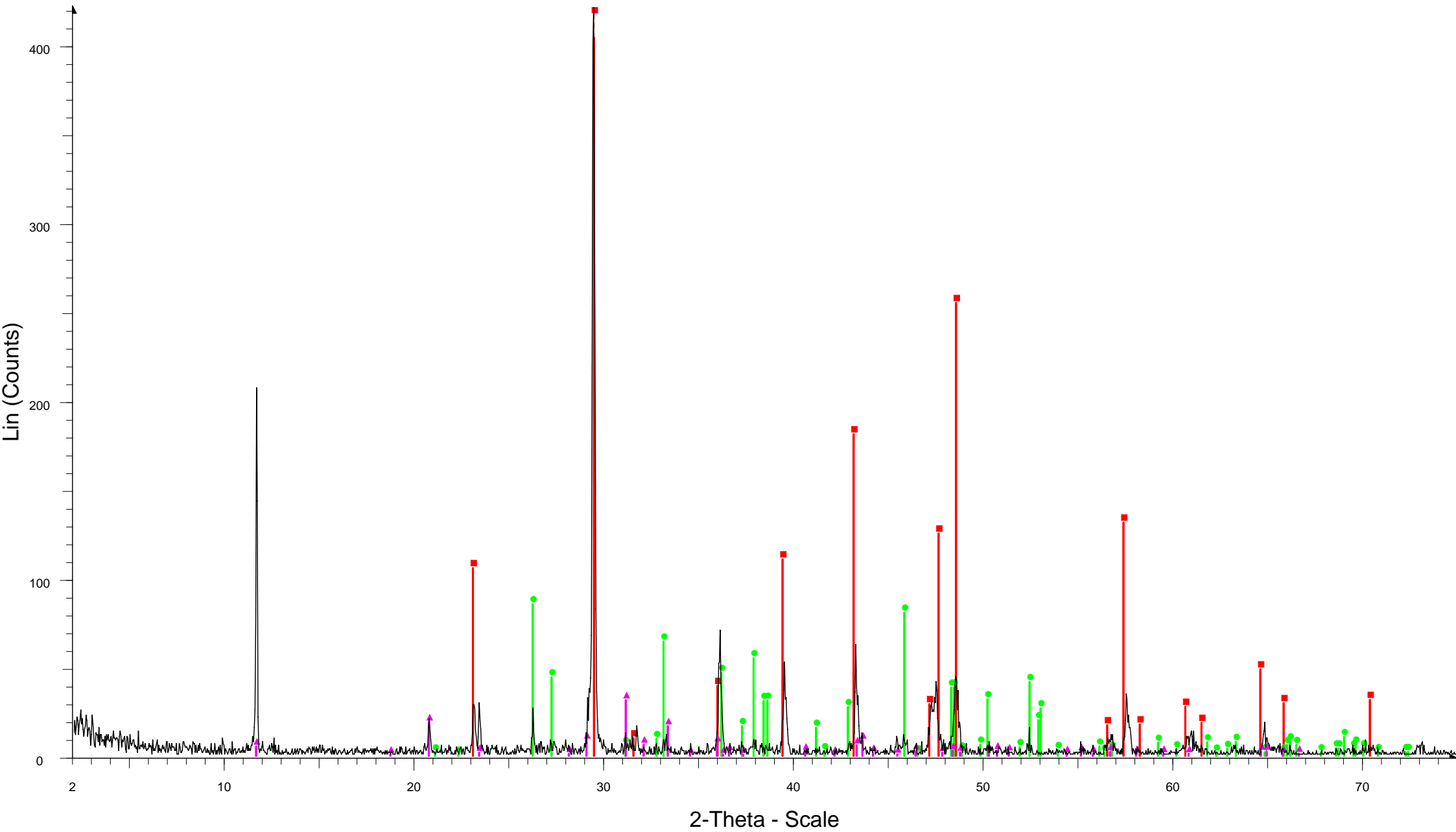
CHRISTOS-2 - File: CHRISTOS-2.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 75.000 ° - Step: 0.040 ° - Step time: 1. s - Temp.: 27 °C - Time Started: 3 s - 2-Theta: 2.000 ° - Theta: 1.000 ° - Phi: 0.00 ° - Aux1: 0.0 - Aux2: 0.0
Operations: Import
Calcite - CaCO₃ - 00-024-0027 (D) - Y: 9.59 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 -
Aragonite - CaCO₃ - 00-041-1475 (*) - Y: 85.54 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 - I/Ic PDF 1. -

CHRISTOS-3



CHRISTOS-3 - File: CHRISTOS-3.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 75.000 ° - Step: 0.040 ° - Step time: 1. s - Temp.: 27 °C - Time Started: 3 s - 2-Theta: 2.000 ° - Theta: 1.000 ° - Phi: 0.00 ° - Aux1: 0.0 - Aux2: 0.0
Operations: Import
Aragonite - CaCO₃ - 00-041-1475 (*) - Y: 231.48 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 - I/Ic PDF 1. - S-Q 100.0 % -

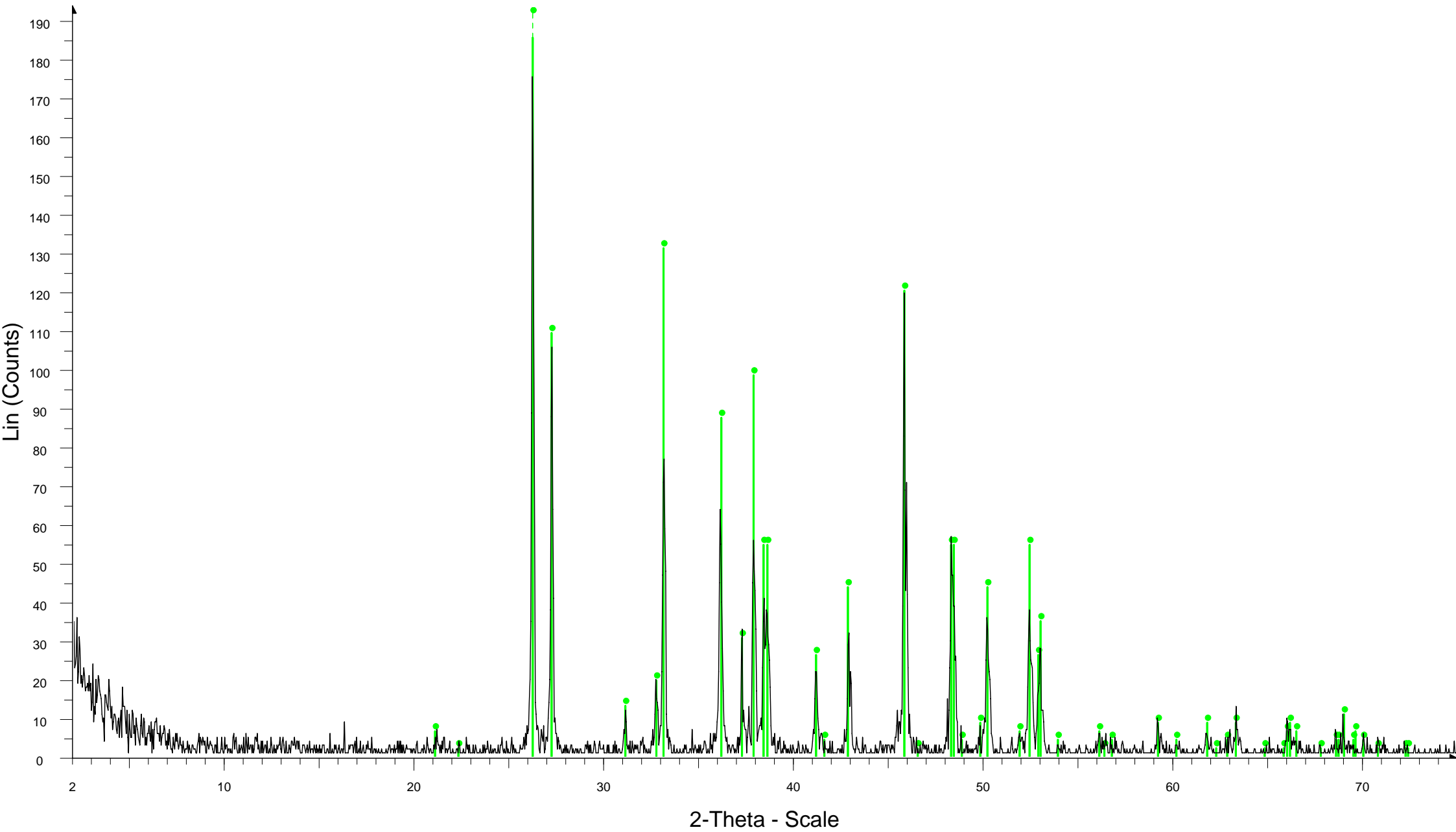
CHRISTOS-5



CHRISTOS-5 - File: CHRISTOS-5.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 75.000 ° - Step: 0.040 ° - Step time: 1. s - Temp.: 27 °C - Time Started: 3 s - 2-Theta: 2.000 ° - Theta: 1.000 ° - Phi: 0.00 ° - Aux1: 0.0 - Aux2: 0.0
Operations: Import

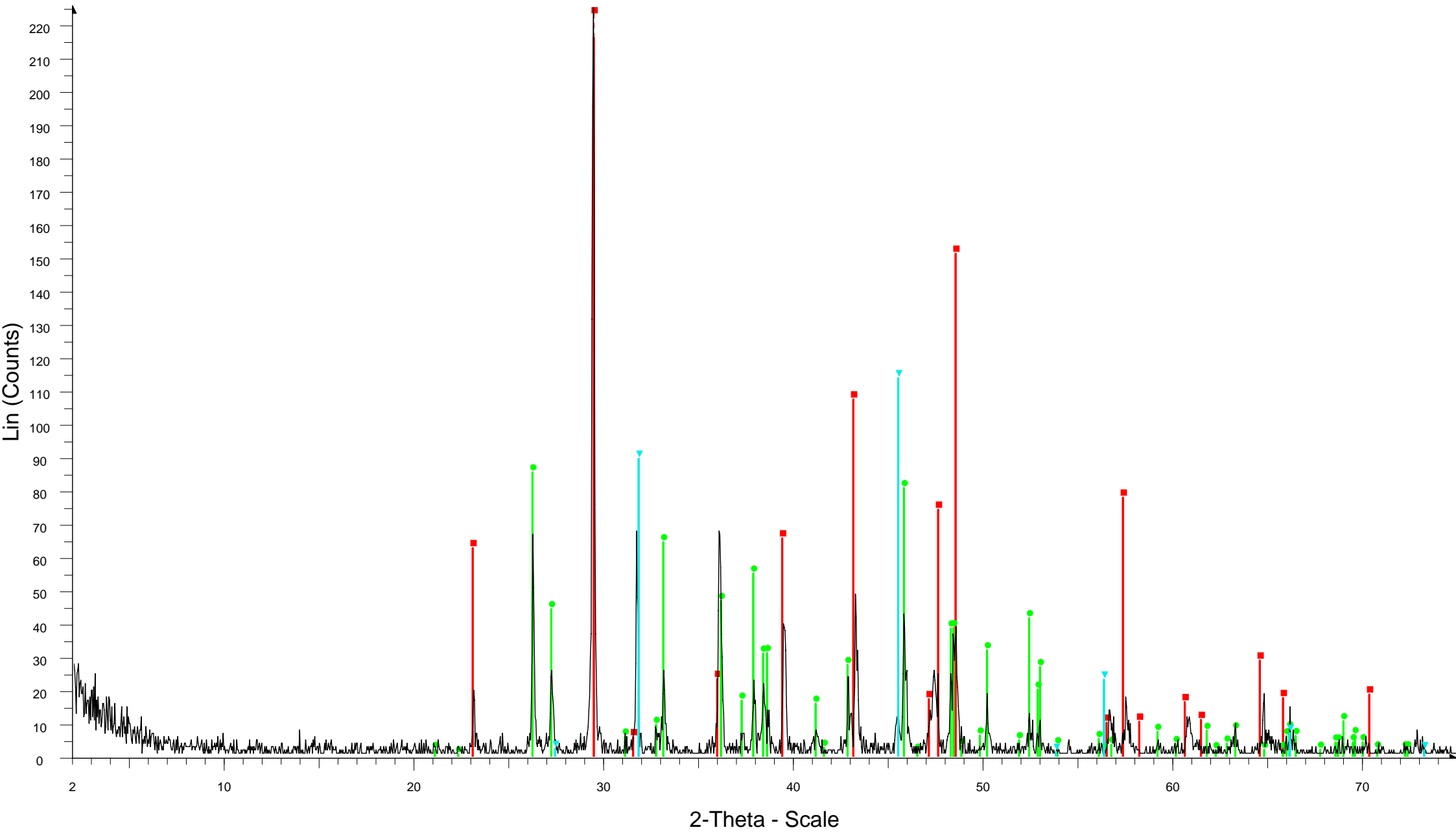
- Calcite - CaCO₃ - 00-024-0027 (D) - Y: 109.98 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 -
- Aragonite - CaCO₃ - 00-041-1475 (*) - Y: 20.27 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 - I/Ic PDF 1. -
- Gypsum - CaSO₄·2H₂O - 00-021-0816 (*) - Y: 7.44 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 - I/Ic PDF 1.7 -

CHRISTOS-6



CHRISTOS-6 - File: CHRISTOS-6.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 75.000 ° - Step: 0.040 ° - Step time: 1. s - Temp.: 27 °C - Time Started: 3 s - 2-Theta: 2.000 ° - Theta: 1.000 ° - Phi: 0.00 ° - Aux1: 0.0 - Aux2: 0.0
Operations: Import
00-041-1475 (*) - Aragonite - CaCO₃ - Y: 124.63 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 - I/Ic PDF 1. - S-Q 100.0 % -

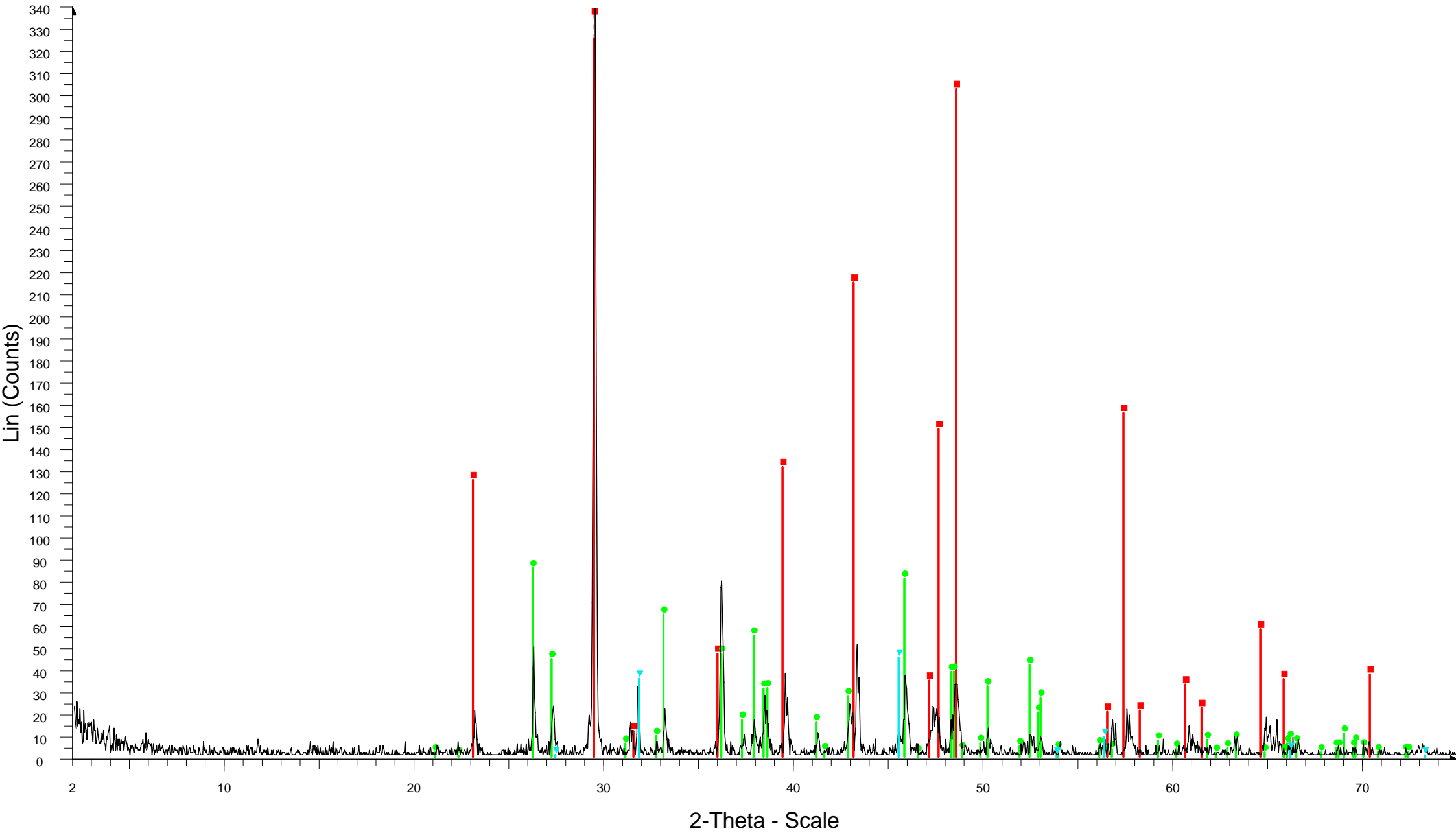
CHRISTOS-7



CHRISTOS-7 - File: CHRISTOS-7.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 75.000 ° - Step: 0.040 ° - Step time: 1. s - Temp.: 27 °C - Time Started: 3 s - 2-Theta: 2.000 ° - Theta: 1.000 ° - Phi: 0.00 ° - Aux1: 0.0 - Aux2: 0.0
Operations: Import

- Calcite - CaCO₃ - 00-024-0027 (D) - Y: 122.04 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 -
- Aragonite - CaCO₃ - 00-041-1475 (*) - Y: 37.94 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 - I/Ic PDF 1. -
- Halite - NaCl - 00-001-0994 (D) - Y: 50.50 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 -

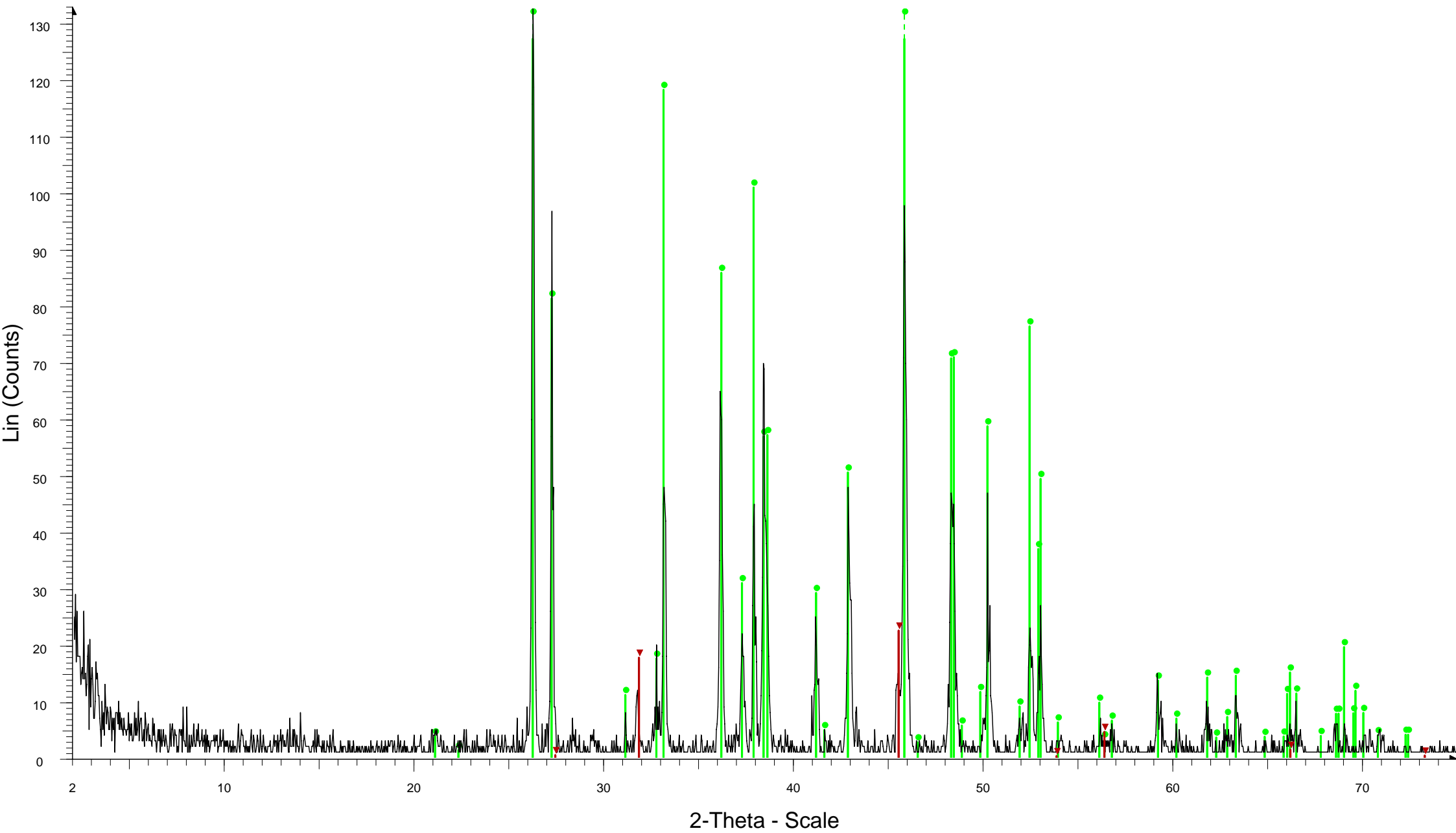
CHRISTOS-8



CHRISTOS-8 - File: CHRISTOS-8.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 75.000 ° - Step: 0.040 ° - Step time: 1. s - Temp.: 27 °C - Time Started: 3 s - 2-Theta: 2.000 ° - Theta: 1.000 ° - Phi: 0.00 ° - Aux1: 0.0 - Aux2: 0.0
Operations: Import

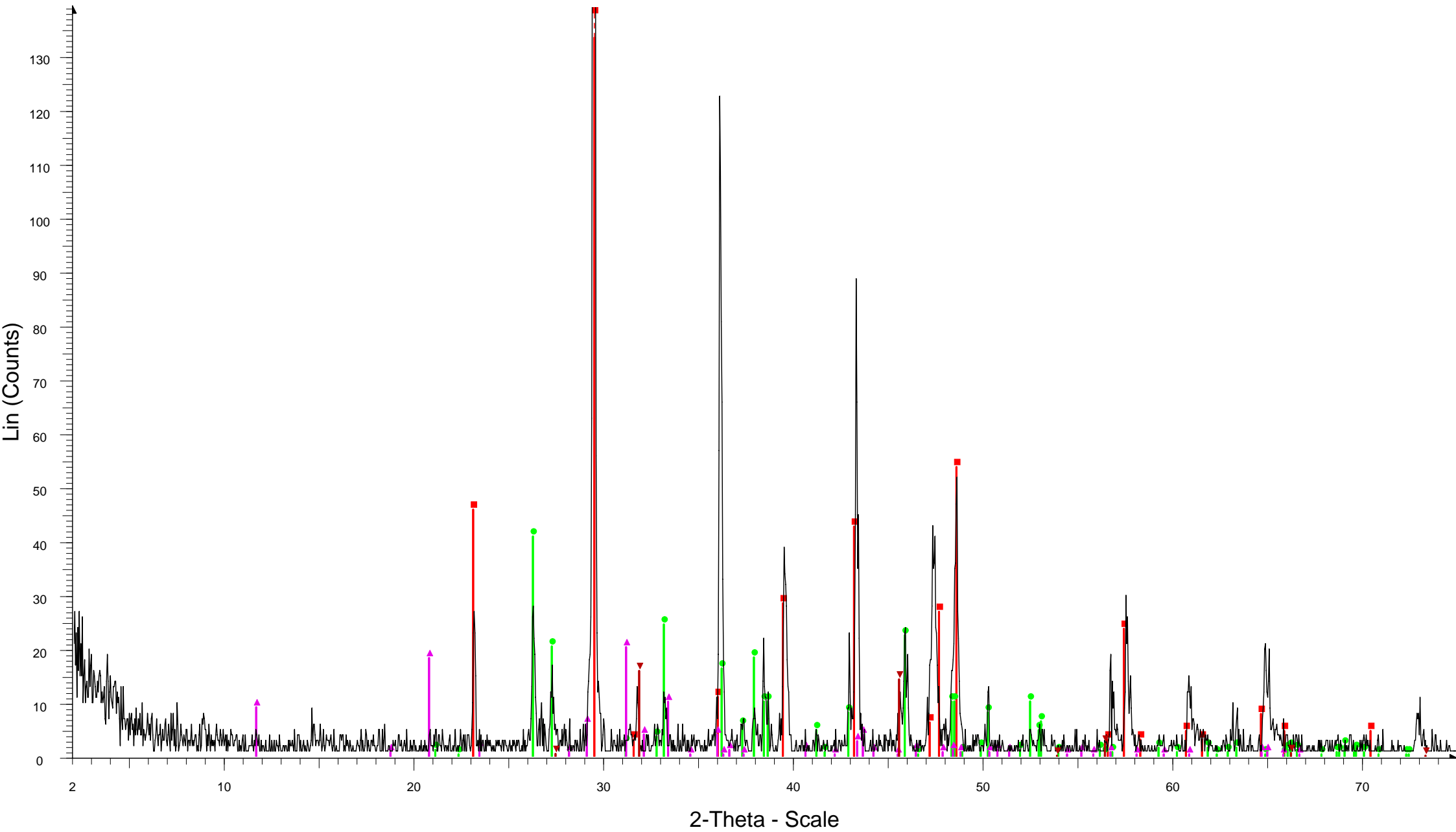
- Calcite - CaCO₃ - 00-024-0027 (D) - Y: 162.27 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 -
- Aragonite - CaCO₃ - 00-041-1475 (*) - Y: 25.22 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 - I/Ic PDF 1. -
- Halite - NaCl - 00-001-0994 (D) - Y: 13.28 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 -

CHRISTOS-9



CHRISTOS-9 - File: CHRISTOS-9.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 75.000 ° - Step: 0.040 ° - Step time: 1. s - Temp.: 27 °C - Time Started: 3 s - 2-Theta: 2.000 ° - Theta: 1.000 ° - Phi: 0.00 ° - Aux1: 0.0 - Aux2: 0.0
Operations: Import
Aragonite - CaCO₃ - 00-041-1475 (*) - Y: 118.18 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 - I/Ic PDF 1. -
Halite - NaCl - 00-001-0994 (D) - Y: 16.97 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 -

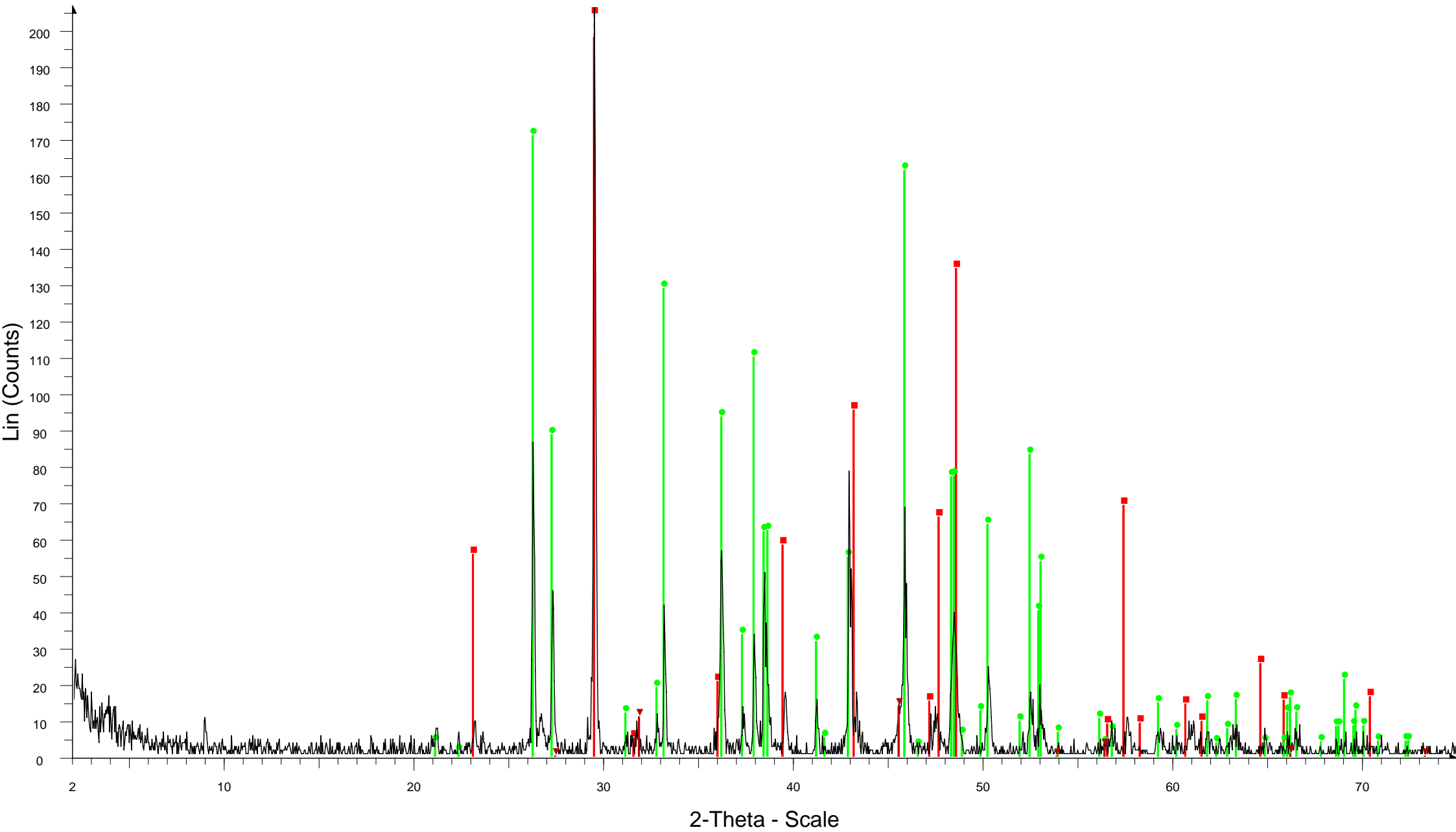
CHRISTOS-10



CHRISTOS-10 - File: CHRISTOS-10.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 75.000 ° - Step: 0.040 ° - Step time: 1. s - Temp.: 27 °C - Time Started: 3 s - 2-Theta: 2.000 ° - Theta: 1.000 ° - Phi: 0.00 ° - Aux1: 0.0 - Aux2: 0.0
Operations: Import

- 00-024-0027 (D) - Calcite - CaCO3 - Y: 41.19 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 -
- 00-041-1475 (*) - Aragonite - CaCO3 - Y: 10.65 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 - I/Ic PDF 1. -
- 00-021-0816 (*) - Gypsum - CaSO4-2H2O - Y: 5.29 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 - I/Ic PDF 1.7 -
- 00-001-0994 (D) - Halite - NaCl - Y: 4.14 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 -

CHRISTOS-11



CHRISTOS-11 - File: CHRISTOS-11.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 75.000 ° - Step: 0.040 ° - Step time: 1. s - Temp.: 27 °C - Time Started: 3 s - 2-Theta: 2.000 ° - Theta: 1.000 ° - Phi: 0.00 ° - Aux1: 0.0 - Aux2:

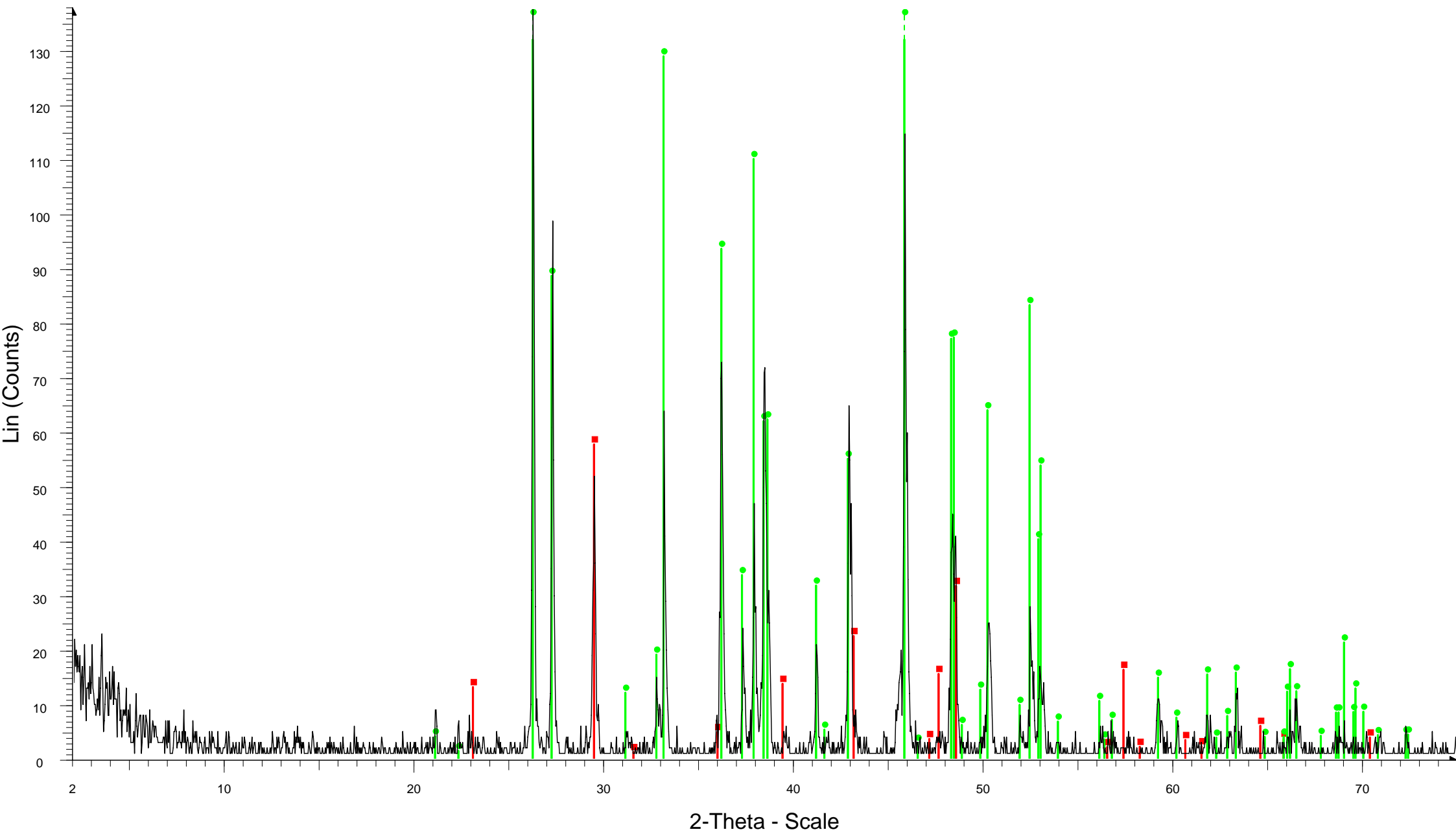
Operations: Import

Calcite - CaCO₃ - 00-024-0027 (D) - Y: 118.44 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 -

Aragonite - CaCO₃ - 00-041-1475 (*) - Y: 82.84 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 - I/Ic PDF 1. -

Halite - NaCl - 00-001-0994 (D) - Y: 6.81 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 -

CHRISTOS-11a

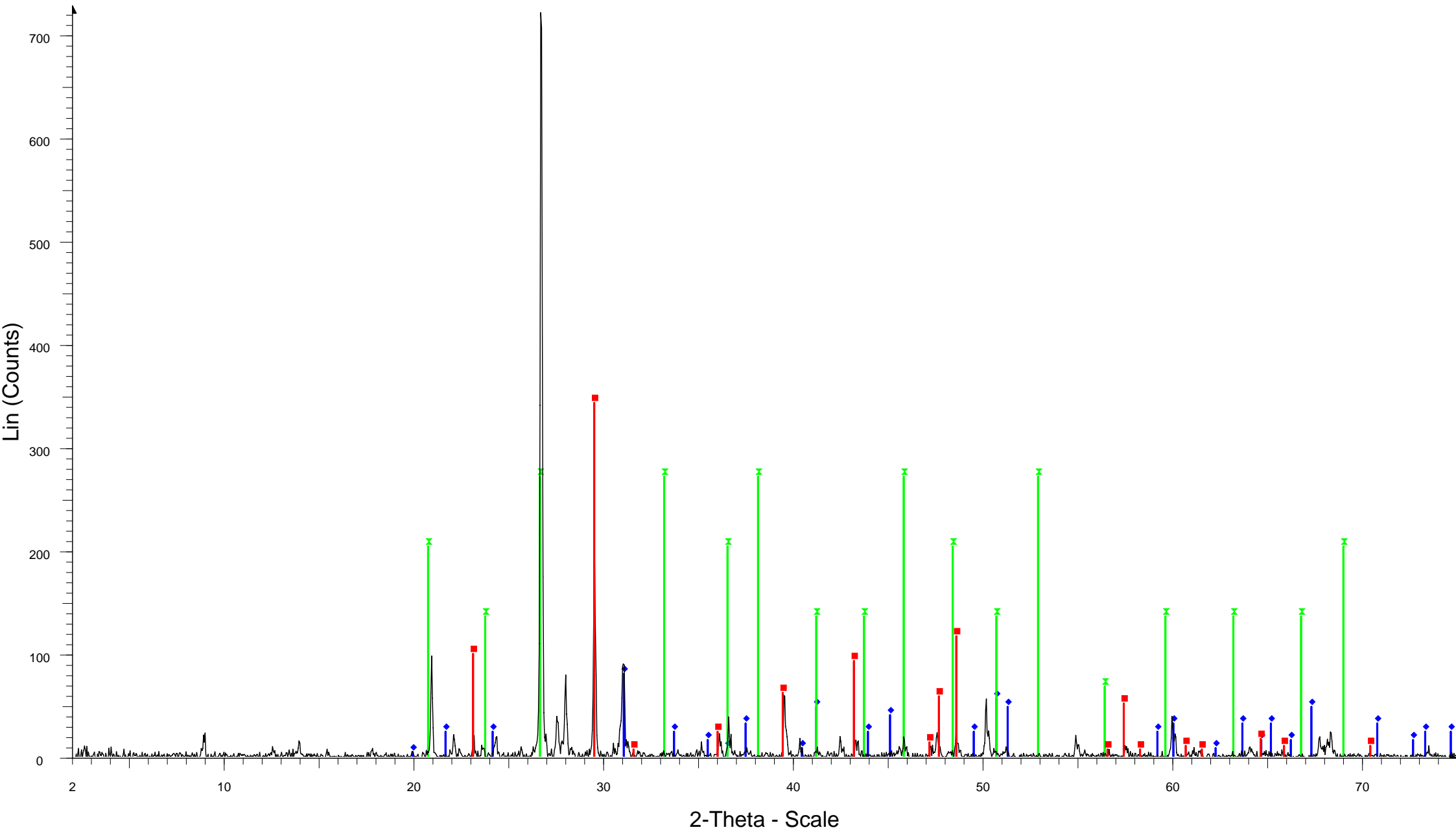


CHRISTOS-11a - File: CHRISTOS-11a.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 75.000 ° - Step: 0.040 ° - Step time: 1. s - Temp.: 27 °C - Time Started: 3 s - 2-Theta: 2.000 ° - Theta: 1.000 ° - Phi: 0.00 ° - Aux1: 0.0 - Aux
Operations: Import

Calcite - CaCO₃ - 00-024-0027 (D) - Y: 41.95 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 -

Aragonite - CaCO₃ - 00-041-1475 (*) - Y: 124.25 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 - I/Ic PDF 1. -

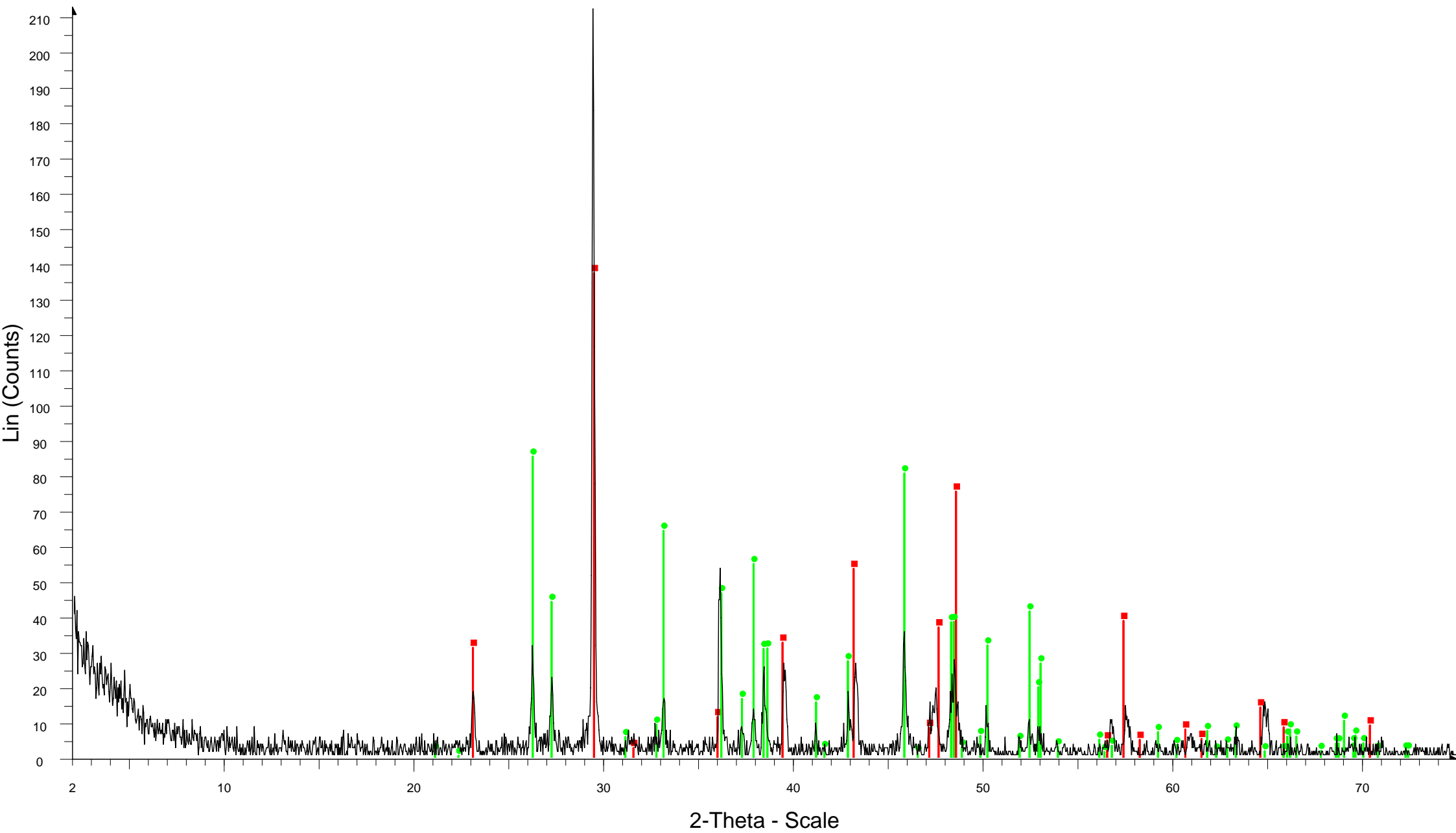
CHRISTOS-12



CHRISTOS-12 - File: CHRISTOS-12.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 75.000 ° - Step: 0.040 ° - Step time: 1. s - Temp.: 27 °C - Time Started: 3 s - 2-Theta: 2.000 ° - Theta: 1.000 ° - Phi: 0.00 ° - Aux1: 0.0 - Aux2: 0.0
Operations: Background 1.000,1.000 | Import

- 00-024-0027 (D) - Calcite - CaCO_3 - Y: 47.20 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 -
- 00-002-0767 (D) - Dolomite - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ - Y: 11.03 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 -
- 00-003-0425 (D) - Aragonite - CaCO_3 - Y: 37.35 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 -

CHRISTOS-13

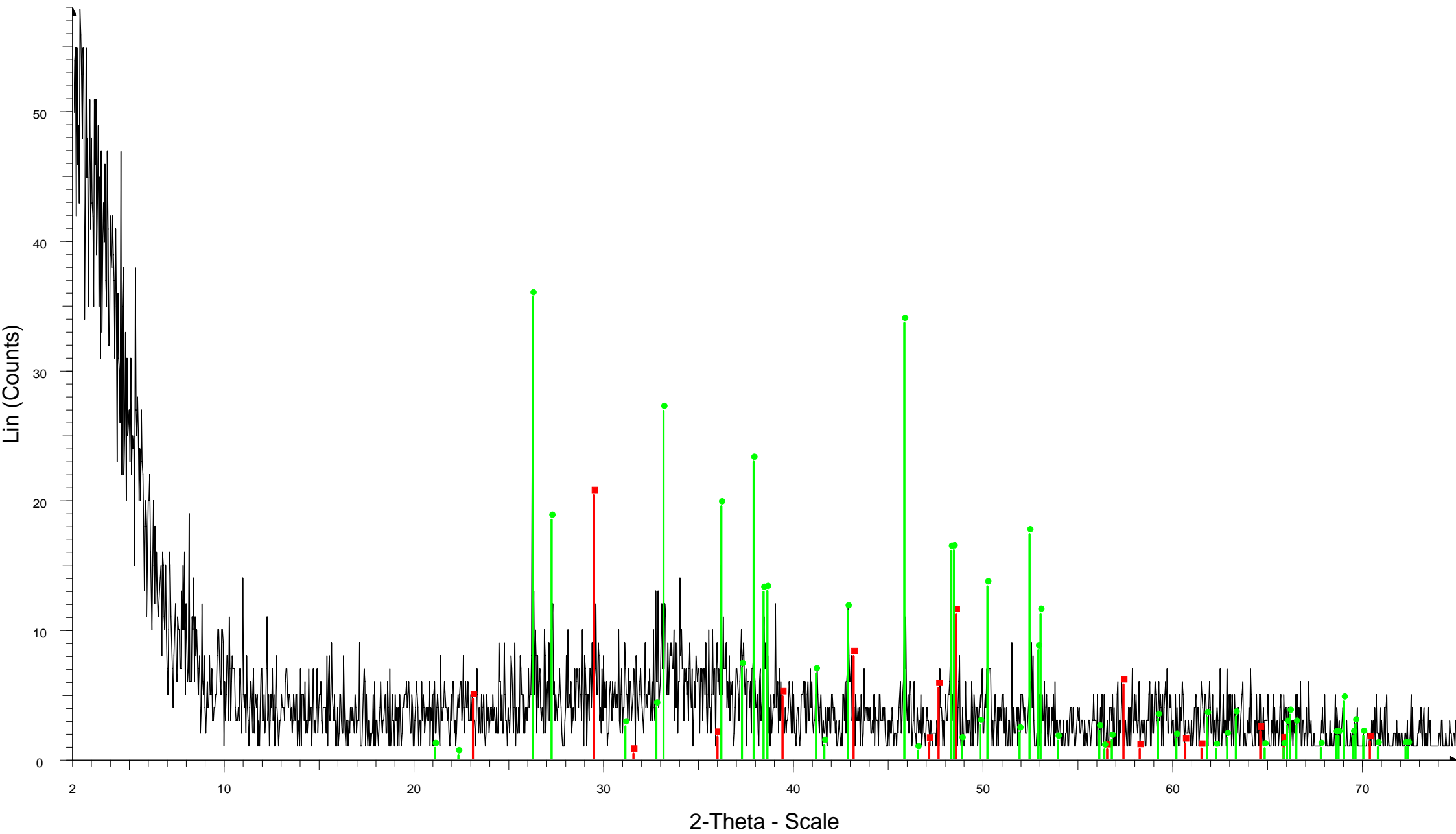


CHRISTOS-13 - File: CHRISTOS-13.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 75.000 ° - Step: 0.040 ° - Step time: 1. s - Temp.: 27 °C - Time Started: 3 s - 2-Theta: 2.000 ° - Theta: 1.000 ° - Phi: 0.00 ° - Aux1: 0.0 - Aux2: 0.0
Operations: Import

Calcite - CaCO₃ - 00-024-0027 (D) - Y: 64.72 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 -

Aragonite - CaCO₃ - 00-041-1475 (*) - Y: 40.25 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 - I/Ic PDF 1. -

CHRISTOS-14

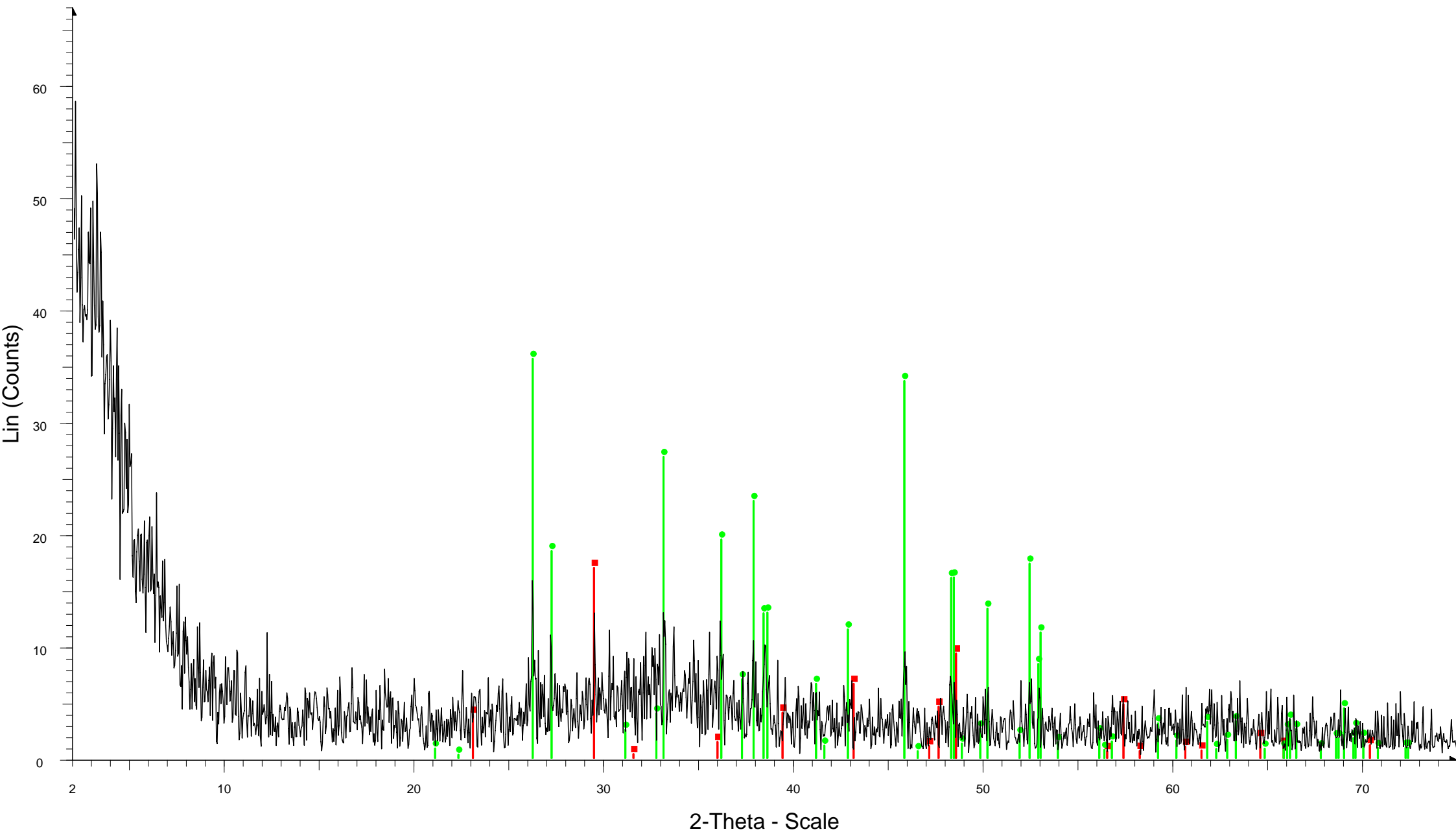


CHRISTOS-14 - File: CHRISTOS-14.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 75.000 ° - Step: 0.040 ° - Step time: 1. s - Temp.: 27 °C - Time Started: 3 s - 2-Theta: 2.000 ° - Theta: 1.000 ° - Phi: 0.00 ° - Aux1: 0.0 - Aux2: 0.0
Operations: Import

Calcite - CaCO₃ - 00-024-0027 (D) - Y: 35.22 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 -

Aragonite - CaCO₃ - 00-041-1475 (*) - Y: 61.58 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 - I/Ic PDF 1. -

CHRISTOS-14a

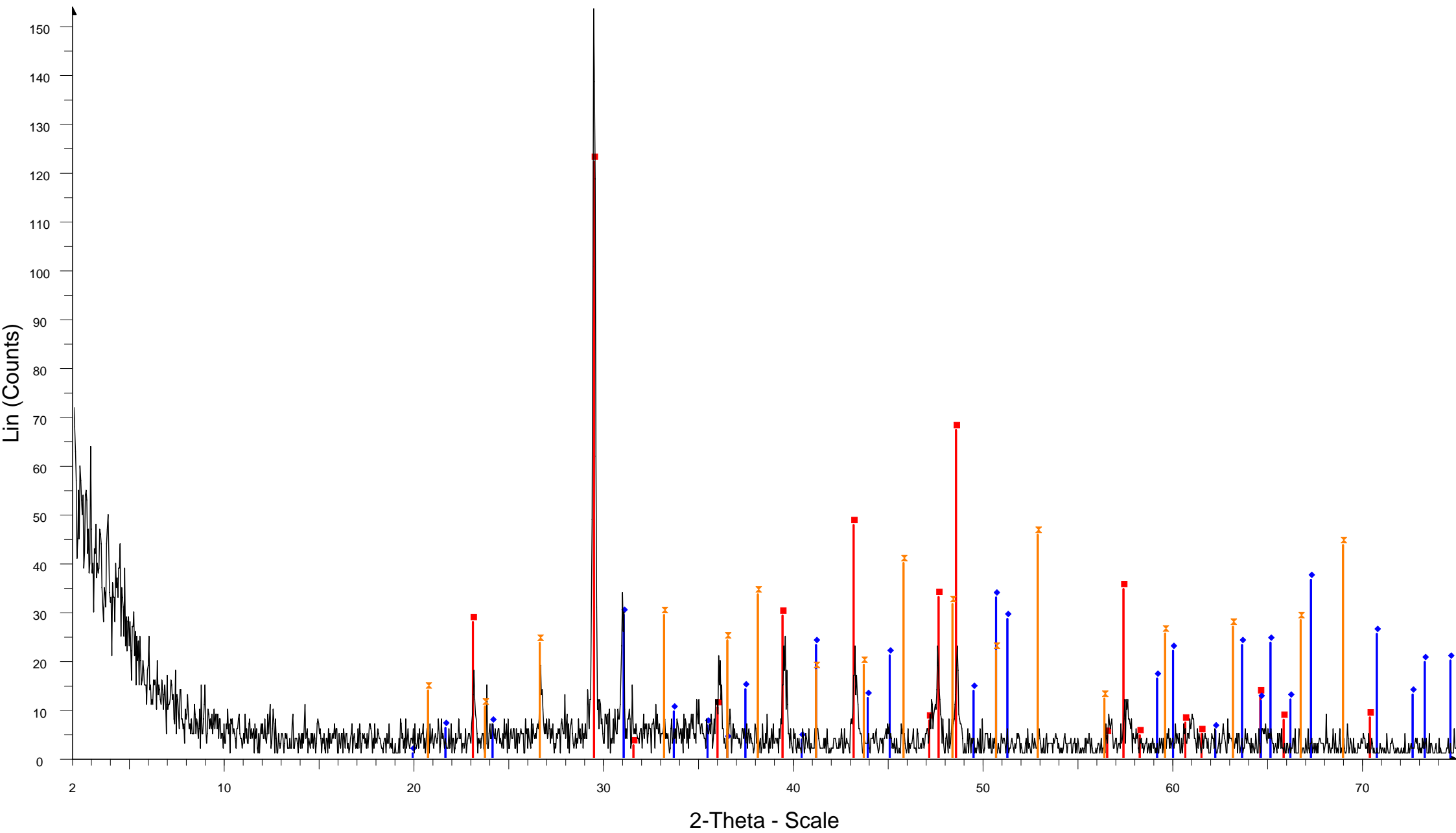


CHRISTOS-14a - File: CHRISTOS-14a.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 75.000 ° - Step: 0.040 ° - Step time: 1. s - Temp.: 27 °C - Time Started: 3 s - 2-Theta: 2.000 ° - Theta: 1.000 ° - Phi: 0.00 ° - Aux1: 0.0 - Aux
Operations: Fourier 20.000 x 1 | Import

Calcite - CaCO₃ - 00-024-0027 (D) - Y: 25.41 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 -

Aragonite - CaCO₃ - 00-041-1475 (*) - Y: 53.32 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 - I/Ic PDF 1. -

CHRISTOS-15



2-Theta - Scale

CHRISTOS-15 - File: CHRISTOS-15.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.000 ° - End: 75.000 ° - Step: 0.040 ° - Step time: 1. s - Temp.: 27 °C - Time Started: 3 s - 2-Theta: 2.000 ° - Theta: 1.000 ° - Phi: 0.00 ° - Aux1: 0.0 - Aux2:

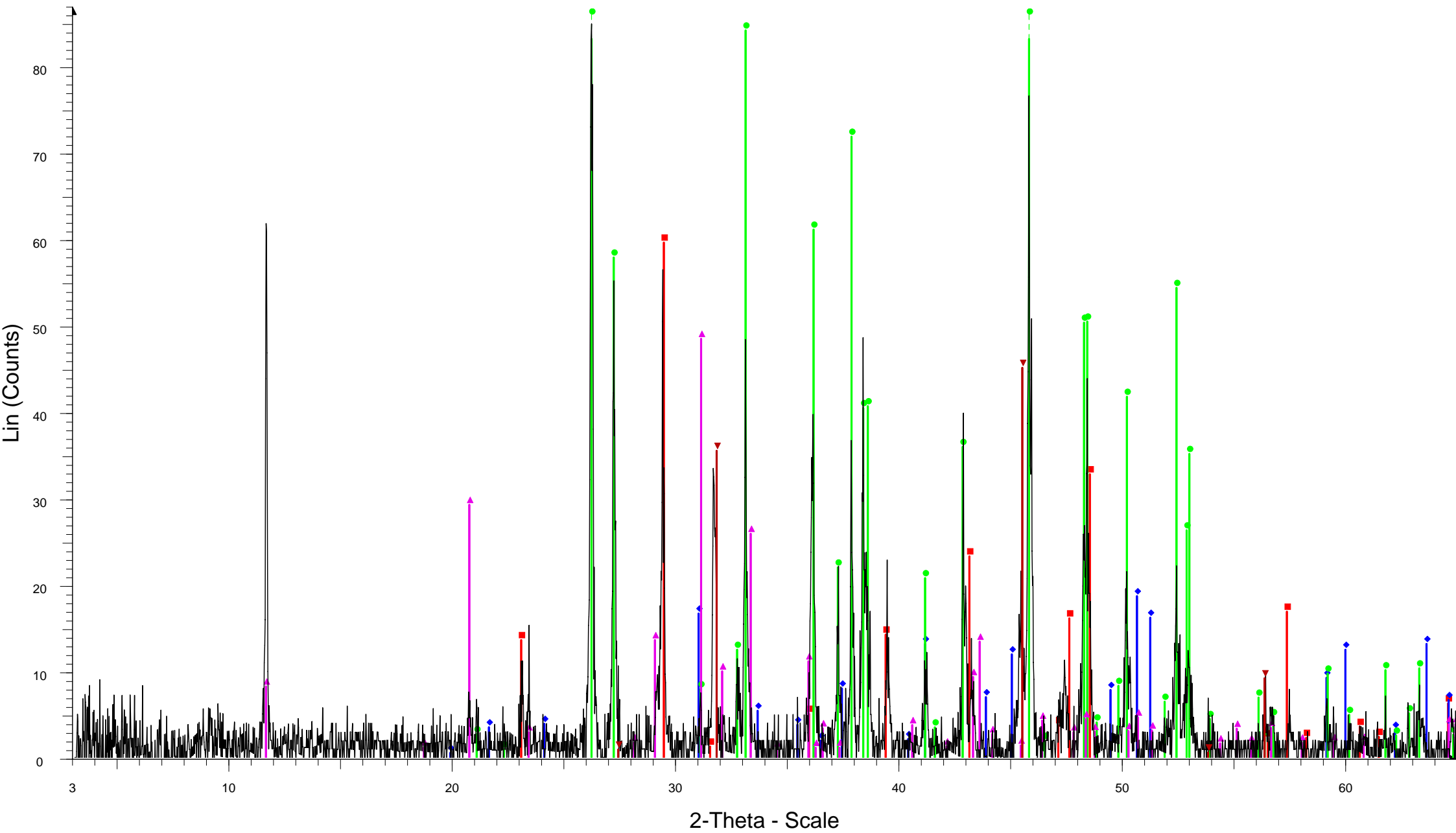
Operations: Import

Calcite - CaCO₃ - 00-024-0027 (D) - Y: 79.57 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 -

Dolomite - CaMg(CO₃)₂ - 00-002-0767 (D) - Y: 23.77 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - 0 -

Aragonite - CaCO₃ - 00-003-0425 (D) - Y: 43.12 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - Orthorhombic -

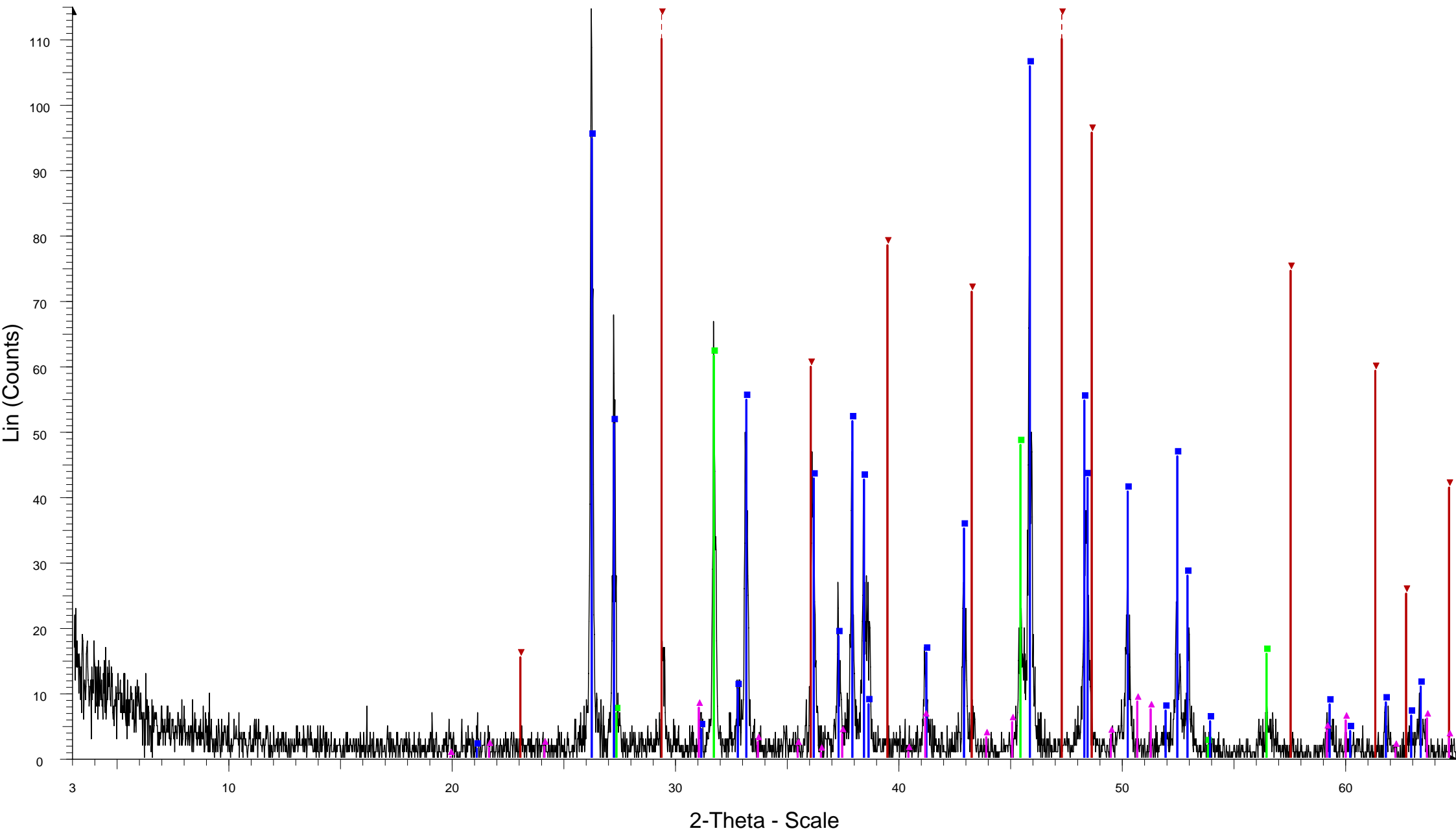
AD-13-R



AD-13-R - File: AD-13-R.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 9 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: 0.00 ° - X: 0.0 mm - Operations: Background 1.000,1.000 | Import

- 00-024-0027 (D) - Calcite - CaCO_3 - Y: 68.76 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- 00-002-0767 (D) - Dolomite - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ - Y: 23.91 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- 00-041-1475 (*) - Aragonite - CaCO_3 - Y: 128.71 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 1. -
- 00-021-0816 (*) - Gypsum - $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - Y: 55.90 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 1.7 -
- 00-001-0994 (D) - Halite - NaCl - Y: 52.03 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

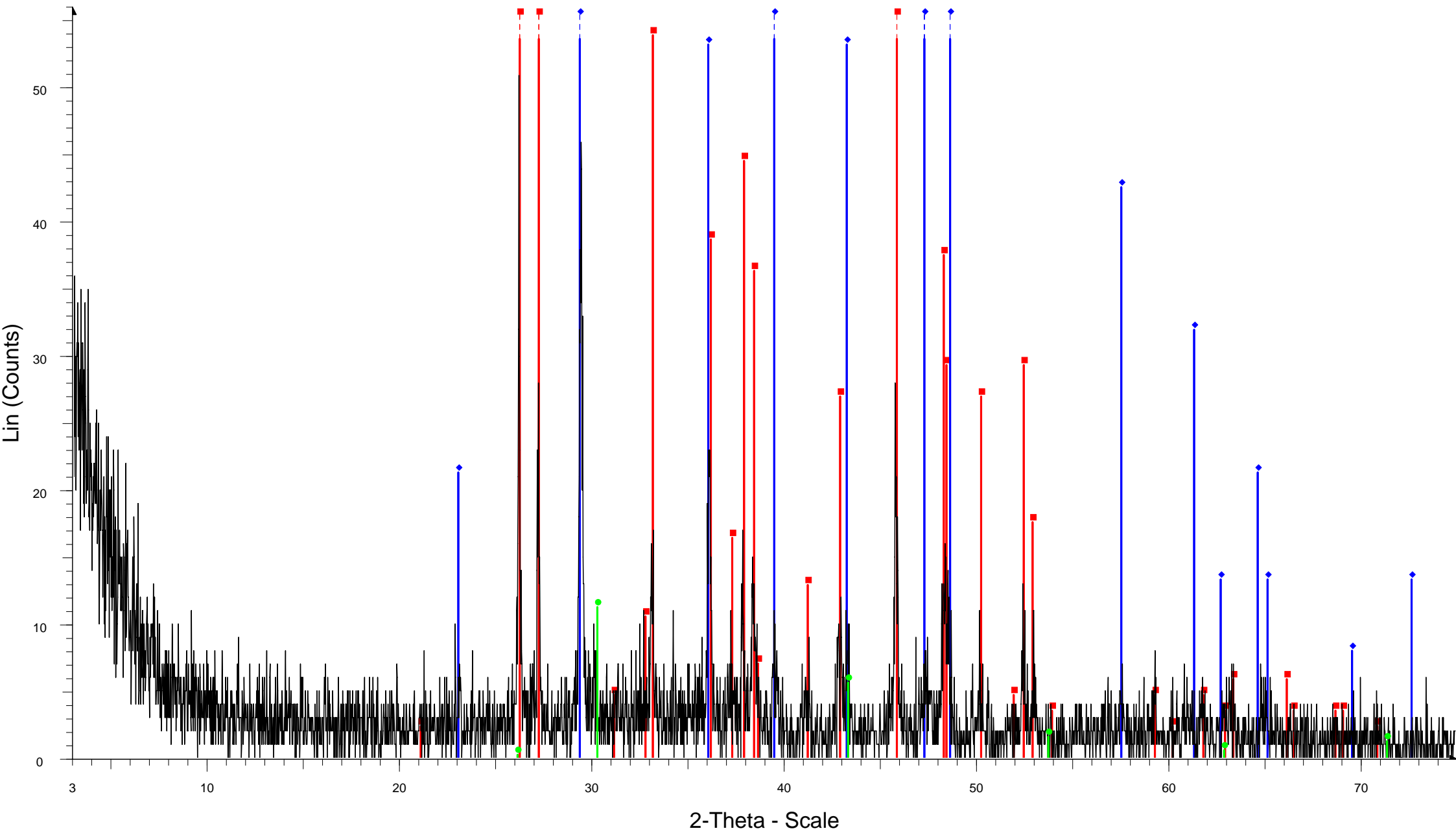
AD-5-R



AD-5-R - File: AD-5-R.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: 0.00 ° - X: 0.0 mm -
Operations: Import

- Halite, syn - NaCl - Y: 53.73 % - d x by: 1. - 00-005-0628 (*) - WL: 1.5406 - Cubic - I/Ic PDF 4.4 -
- Aragonite, syn - CaCO₃ - Y: 92.31 % - d x by: 1. - 00-005-0453 (D) - WL: 1.5406 - Orthorhombic -
- Calcite - CaCO₃ - Y: 213.85 % - d x by: 1. - 00-001-0837 (D) - WL: 1.5406 - 0 -
- Dolomite - CaMg(CO₃)₂ - Y: 8.41 % - d x by: 1. - 00-002-0767 (D) - WL: 1.5406 - 0 -

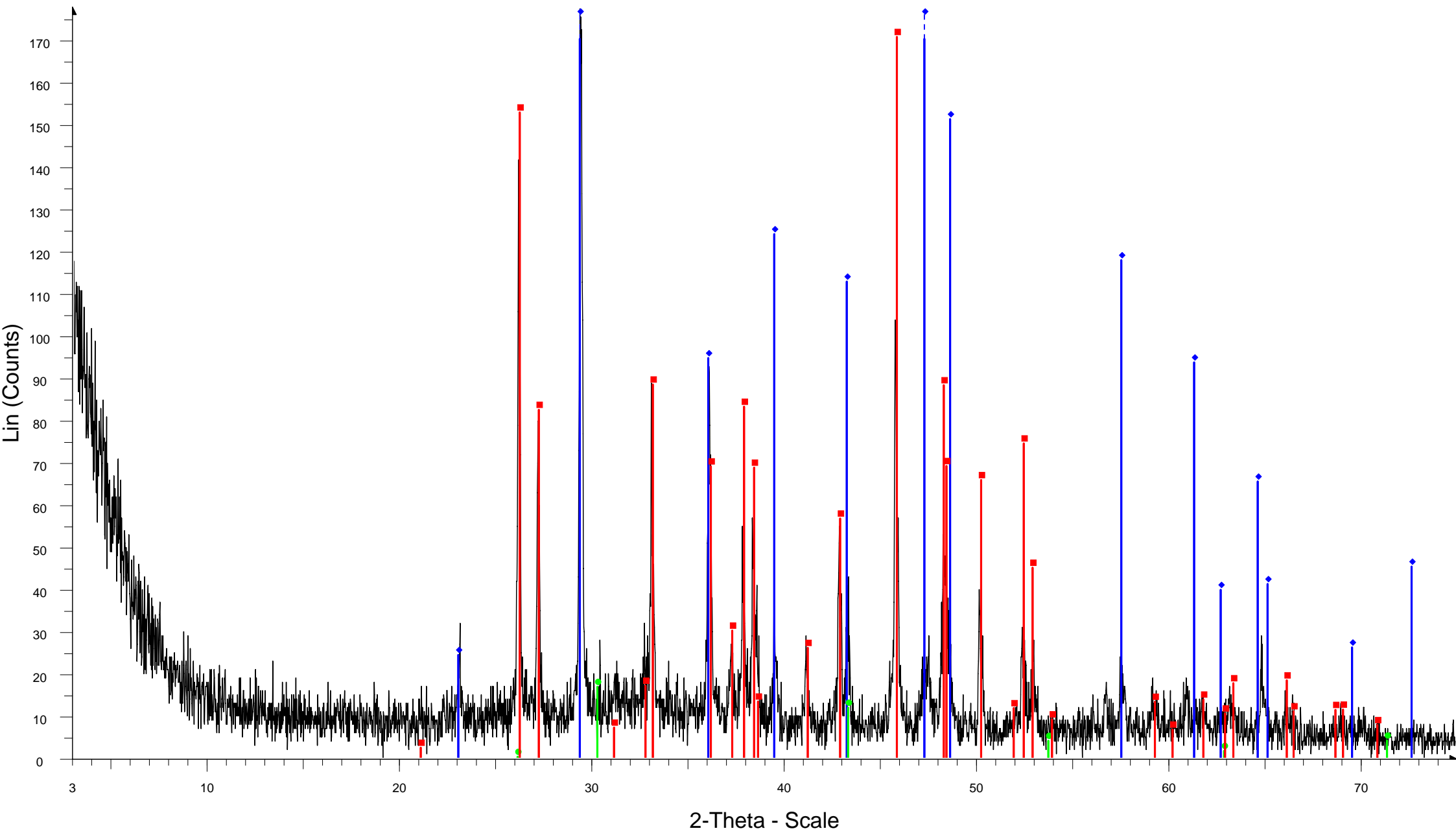
HL-1-R



HL-1-R - File: HL-1-R.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 75.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 11 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: 0.00 ° - X: 0.0 mm - Y
Operations: Import

- 00-005-0453 (D) - Aragonite, syn - CaCO₃ - Y: 230.19 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Orthorhombic -
- 00-001-0837 (D) - Calcite - CaCO₃ - Y: 522.62 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -
- 00-026-0919 (C) - Halite, potassian, syn - K_{0.4}Na_{0.6}Cl - Y: 22.06 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Cubic -

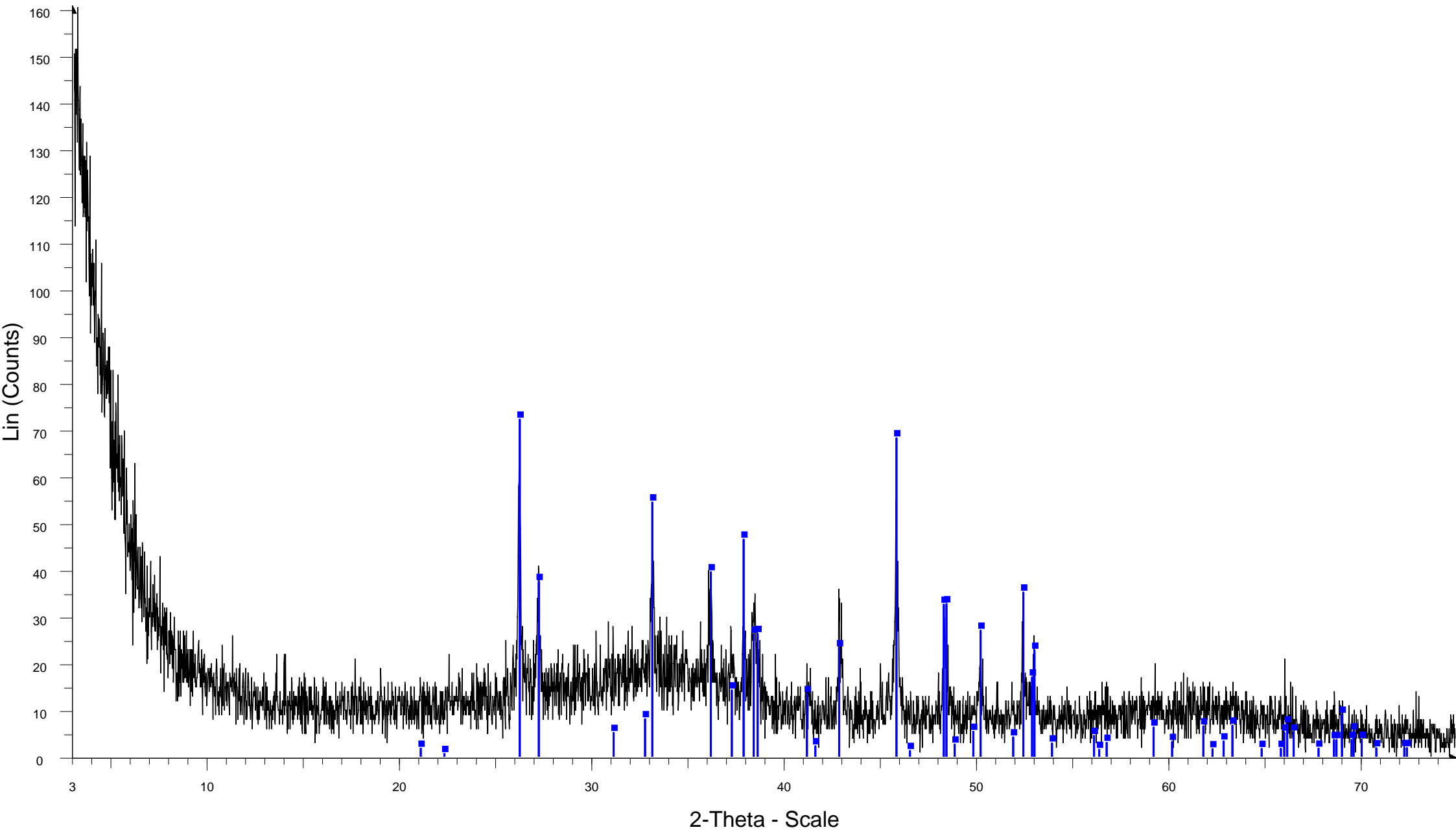
HL-1-R-4-HOURS



HL-1-R-4-HOURS - File: HL-1-R-4-HOURS.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 75.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: Operations: Import

- Aragonite, syn - CaCO₃ - Y: 96.20 % - d x by: 1. - 00-005-0453 (D) - WL: 1.5406 - Orthorhombic -
- ◆ Calcite - CaCO₃ - Y: 218.44 % - d x by: 1. - 00-001-0837 (D) - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -
- Halite, potassian, syn - K_{0.4}Na_{0.6}Cl - Y: 9.50 % - d x by: 1. - 00-026-0919 (C) - WL: 1.5406 - Cubic -

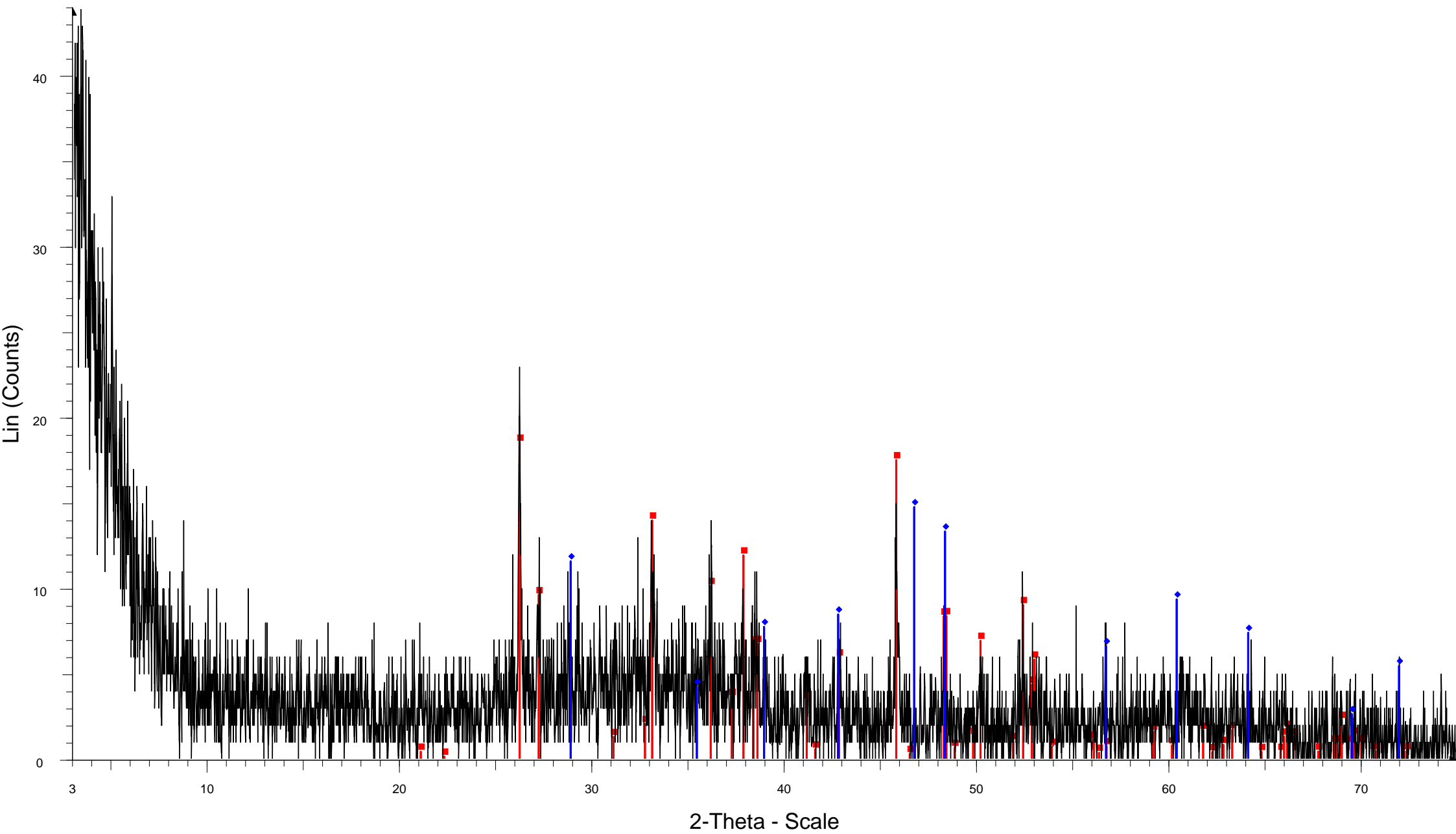
HL-SYMP-MET-4HOURS



2-Theta - Scale

HL-SYMP-MET-4HOURS - File: HL-SYM-MET-4HOURS.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 75.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi
Operations: Import
Aragonite - CaCO₃ - Y: 45.00 % - d x by: 1. - 00-041-1475 (*) - WL: 1.5406 - Orthorhombic - I/Ic PDF 1. -

HL-SYM-METAL-R



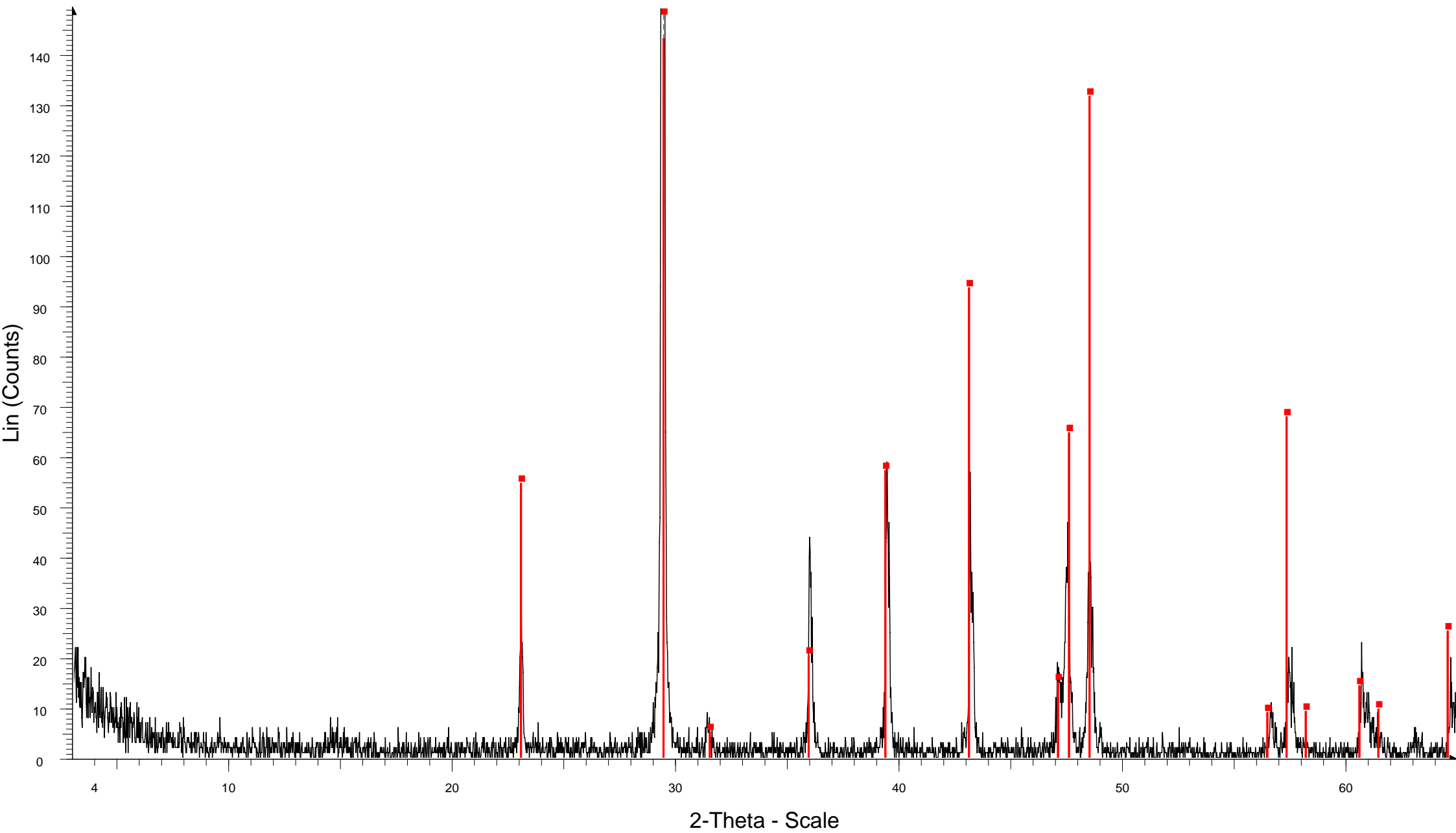
HL-SYM-METAL-R - File: HL-SYM-METAL-R.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 75.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - P
Operations: Import

HL-SYM-METAL-R - File: HL-SYM-METAL-R.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 75.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - P
Operations: Fourier 20.000 x 1 | Import

00-041-1475 (*) - Aragonite - CaCO₃ - Y: 42.22 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 1. -

00-003-0569 (D) - Calcite - CaCO₃ - Y: 38.84 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

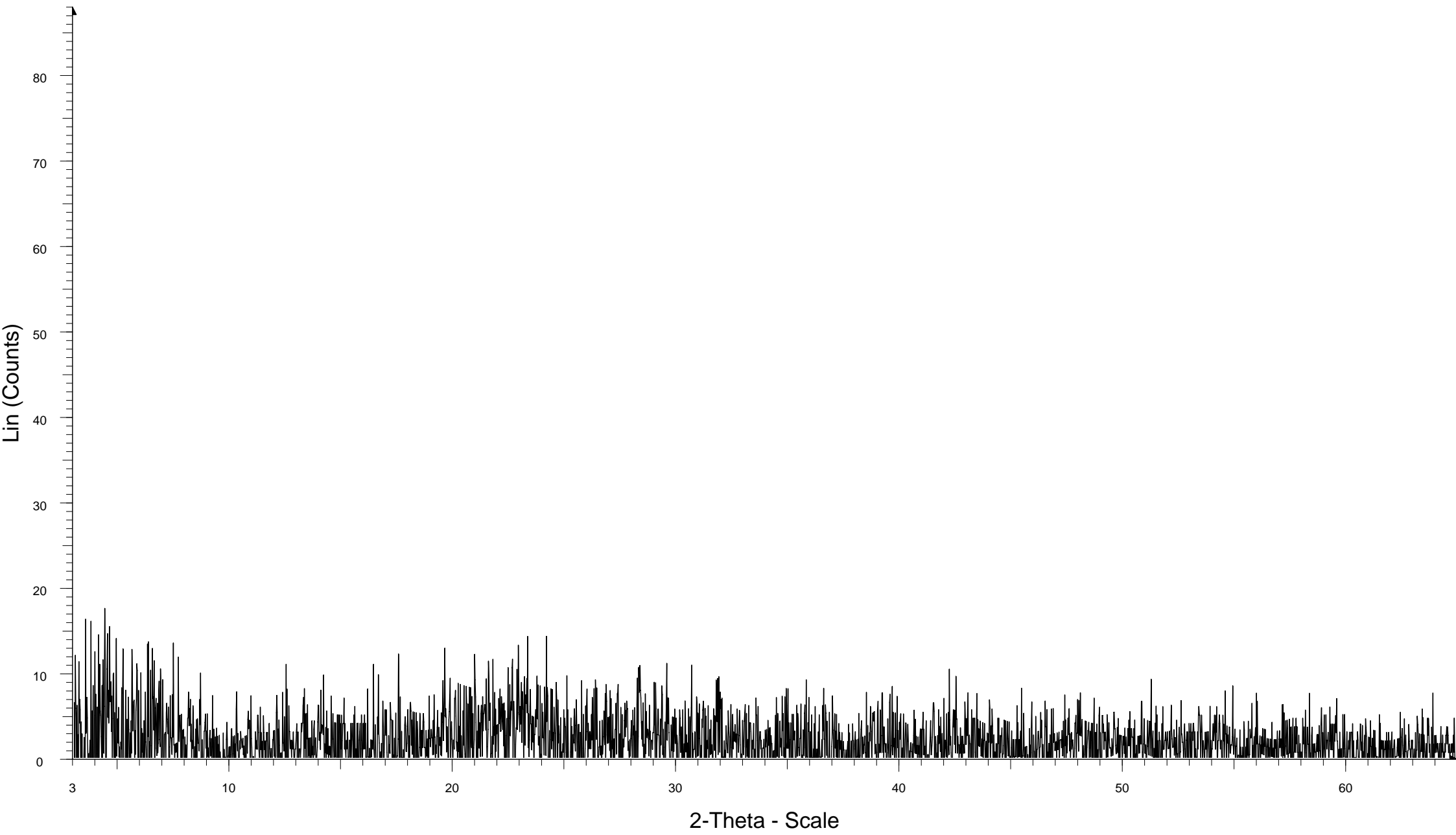
THE-1-R



THE-1-R - File: THE-1-R.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 10 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: 0.00 ° - X: 0.0 mm
Operations: Import
Calcite - CaCO₃ - Y: 53.94 % - d x by: 1. - 00-024-0027 (D) - WL: 1.5406 - Rhombo.R.axes -

ΜΕΡΟΣ Ζ

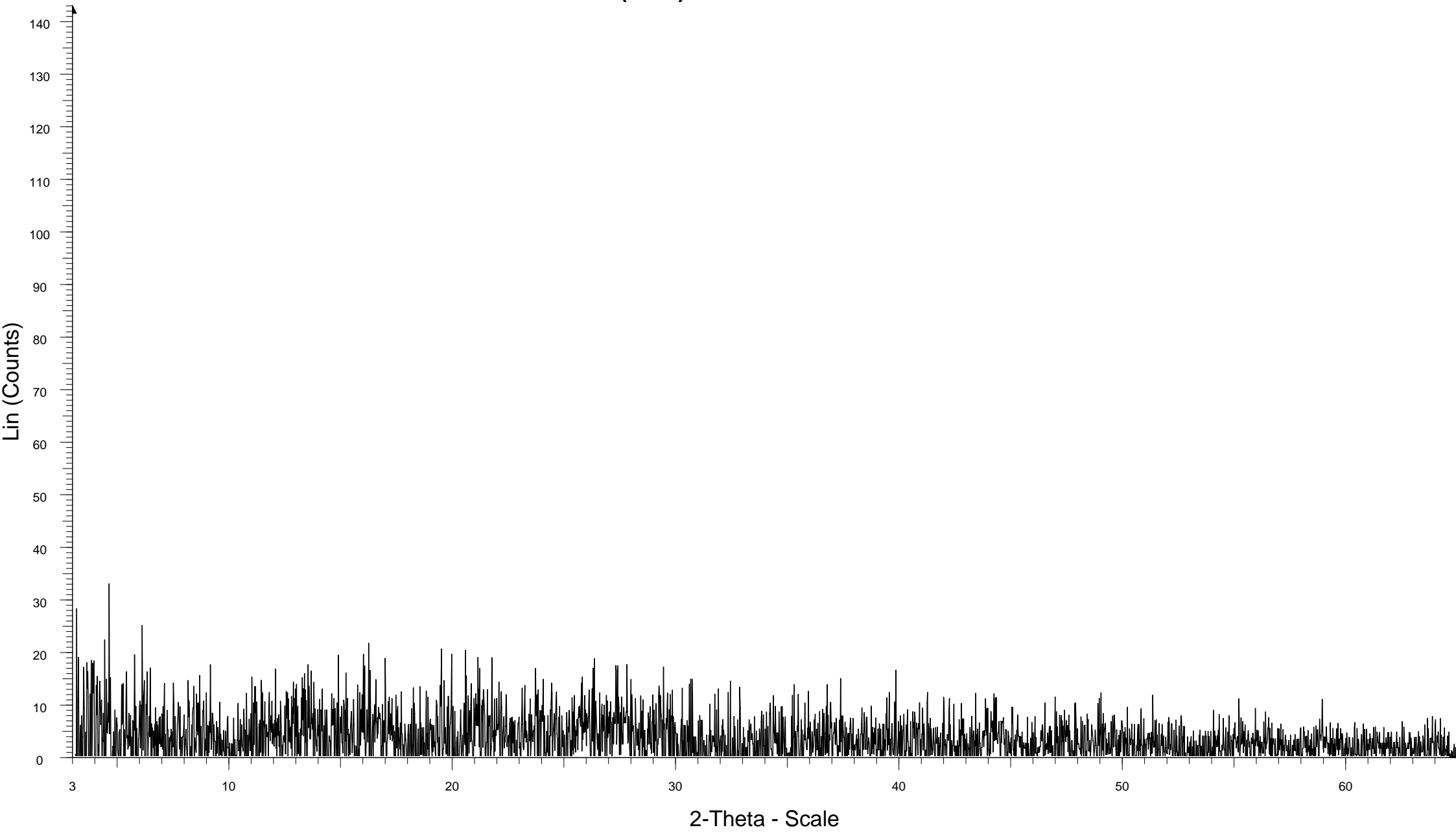
ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΣΤΟ ΣΤΕΡΕΟ ΥΠΟΛΟΙΜΑ ΤΩΝ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ ΘΕΡΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΔΙΑΛΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥΣ




2-Theta - Scale

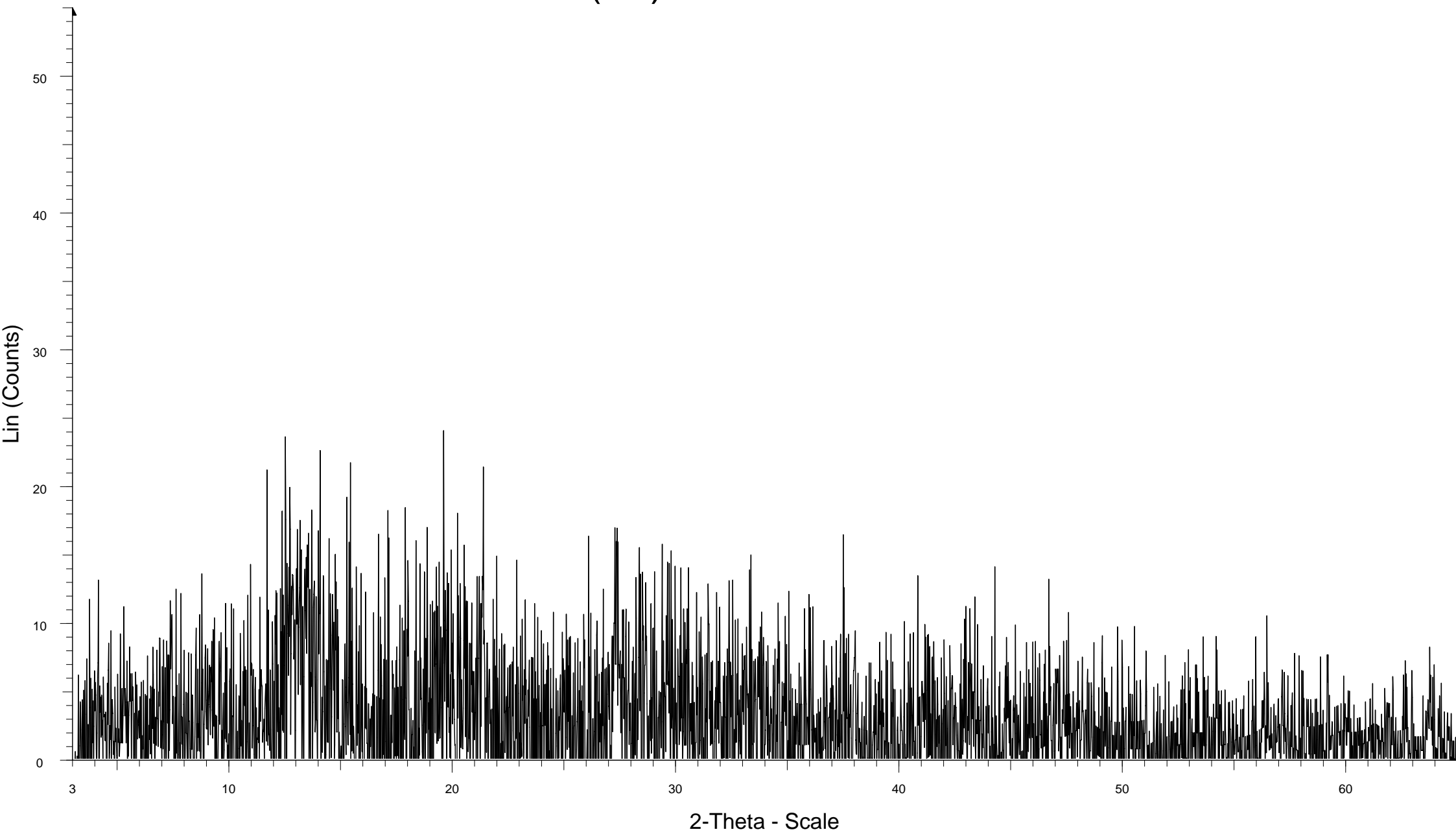
1 - File: (1) HL-1-B.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: 0.00 ° - X: 0.0 mm - Y: 0. Operations: Background 1.000,1.000 | Import

(11) HL-1-B



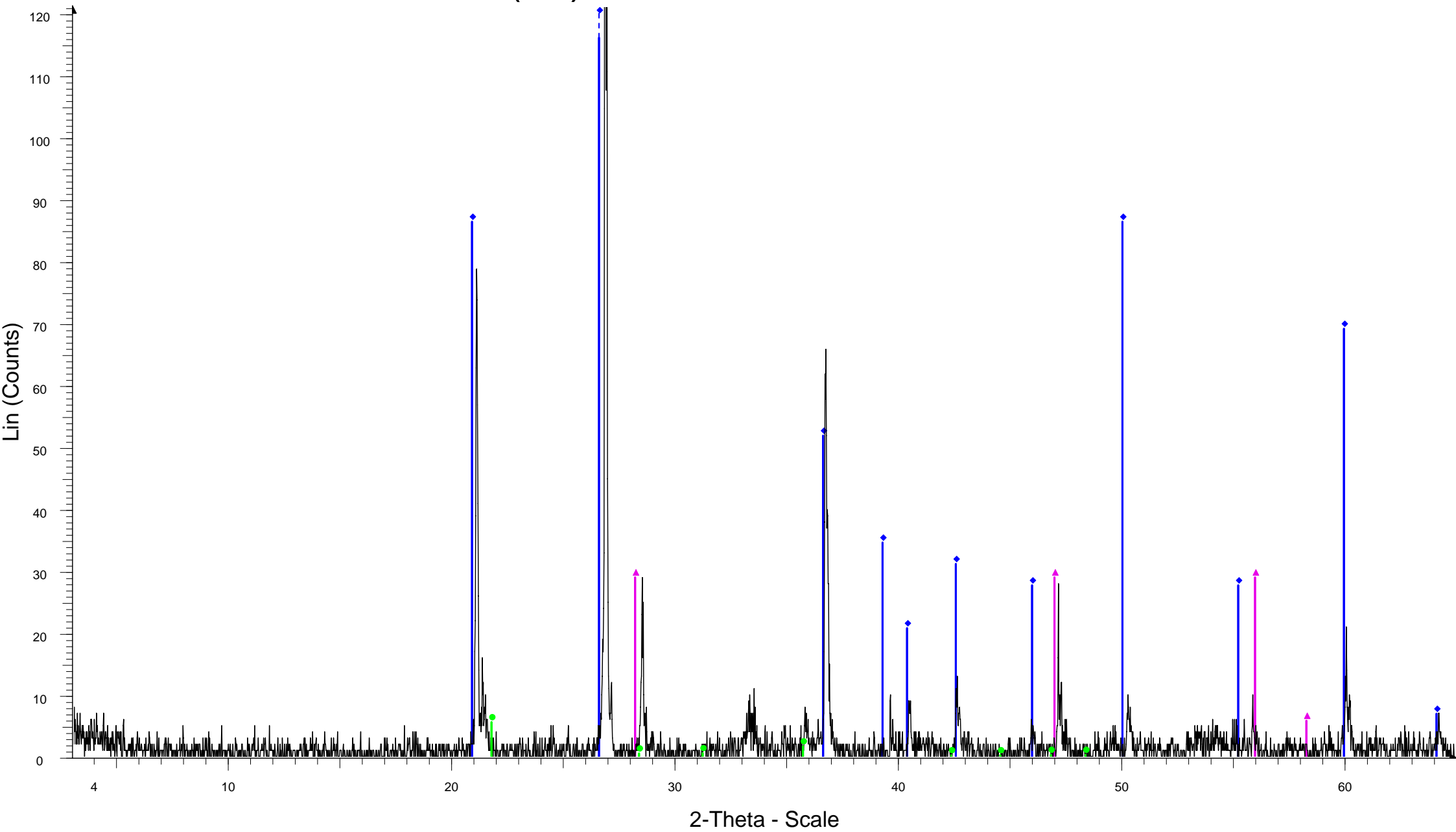
 (11) HL-1-B - File: (11)HL-1-B.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: 0.00 ° - X: 0.
Operations: Background 1.000,1.000 | Import

(12) EOT-11-3



(12) EOT-11-3 - File: (12) EOT-11-3.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 14 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: 0.00 ° - Operations: Background 1.000,1.000 | Import

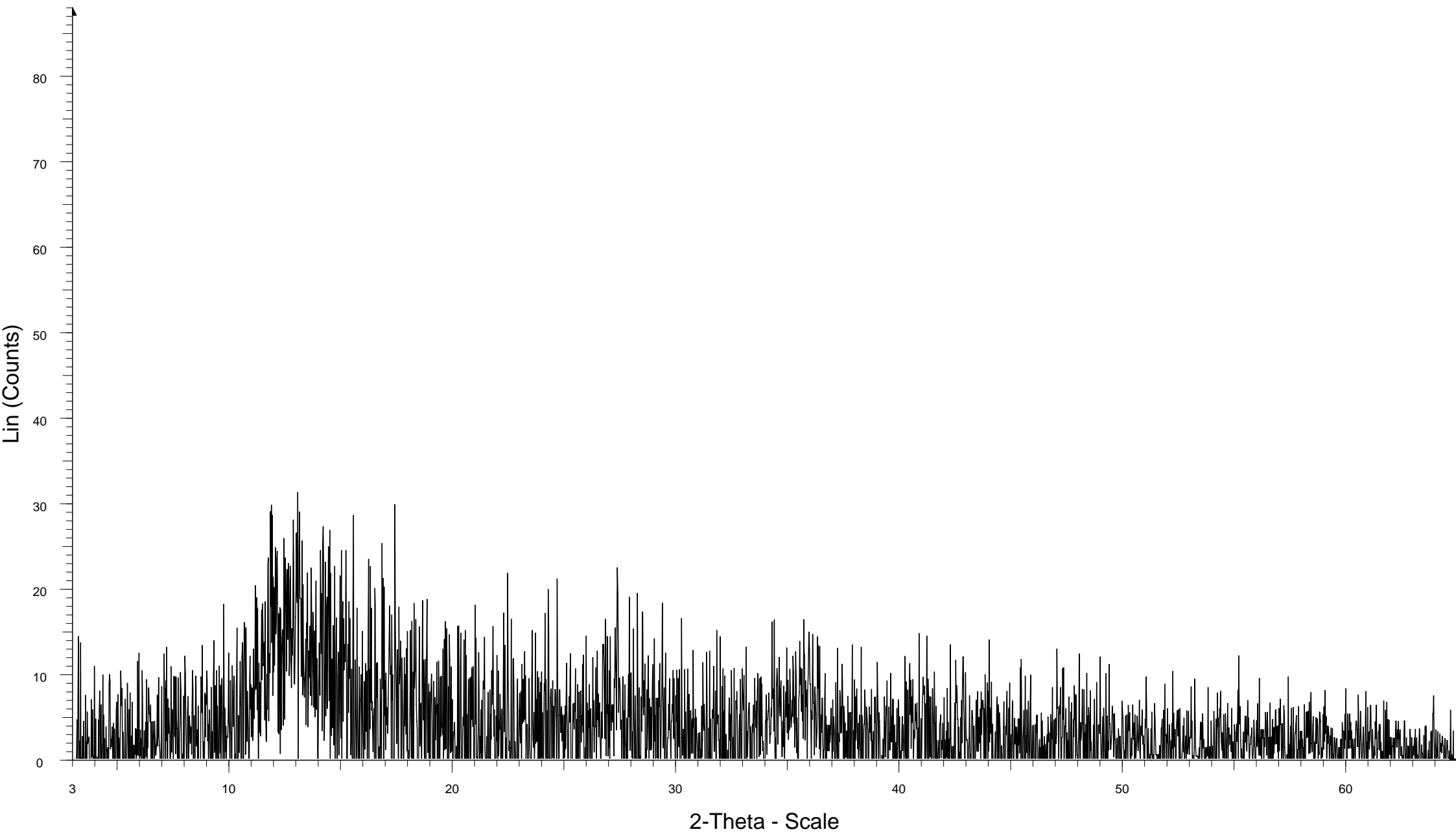
(14) AD-FEG-MAGG-2



(14) AD-FEG-MAGG-2 - File: (14) AD-GEF-MAGG-2.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.0
Operations: Import

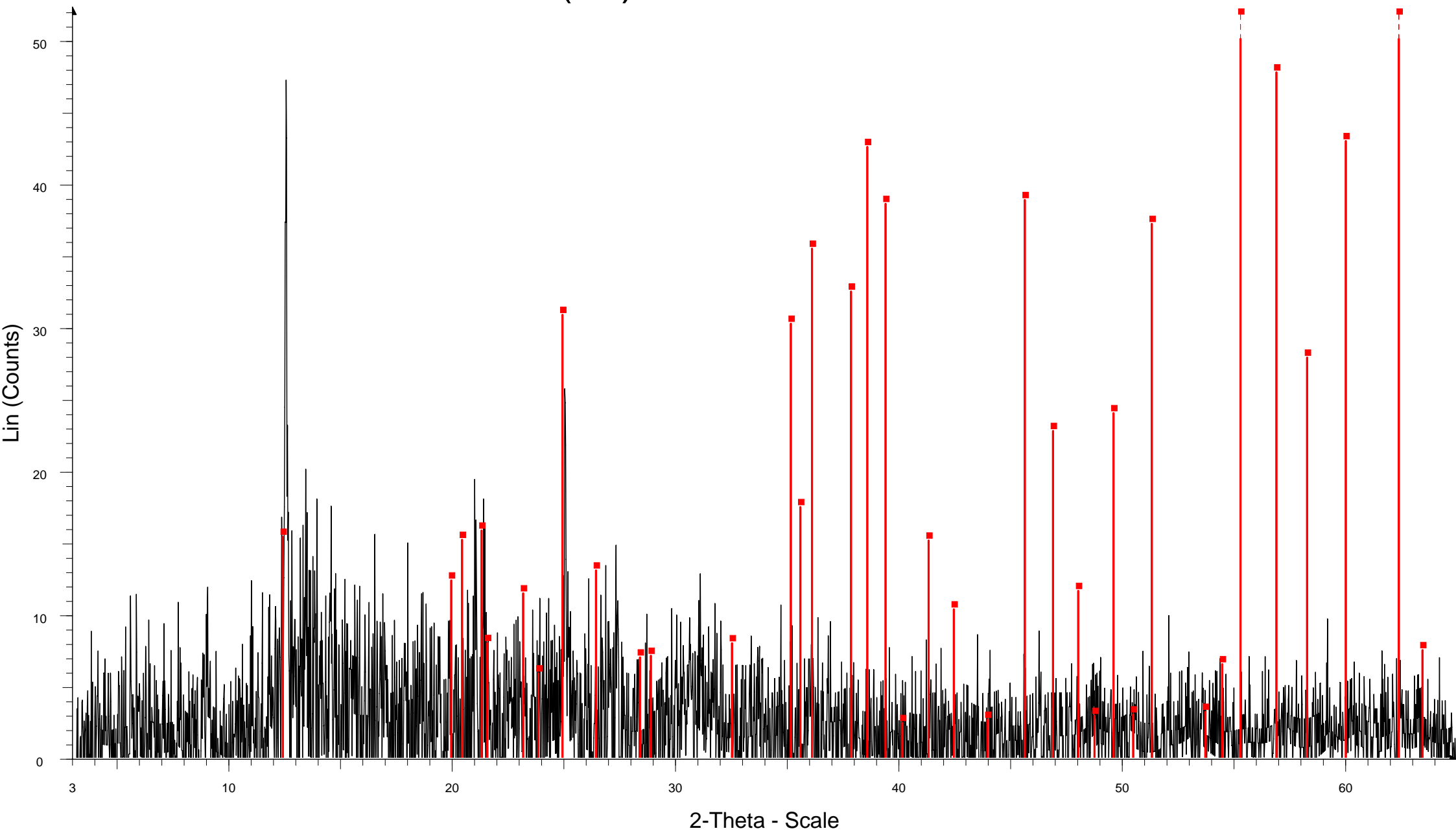
- 00-001-0649 (D) - Quartz - SiO₂ - Y: 103.50 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- 00-038-0448 (Q) - Opal - SiO₂·xH₂O - Y: 1.66 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- 00-003-0524 (D) - Sphalerite - ZnS - Y: 8.67 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Cubic -

AD-EOT-4-R



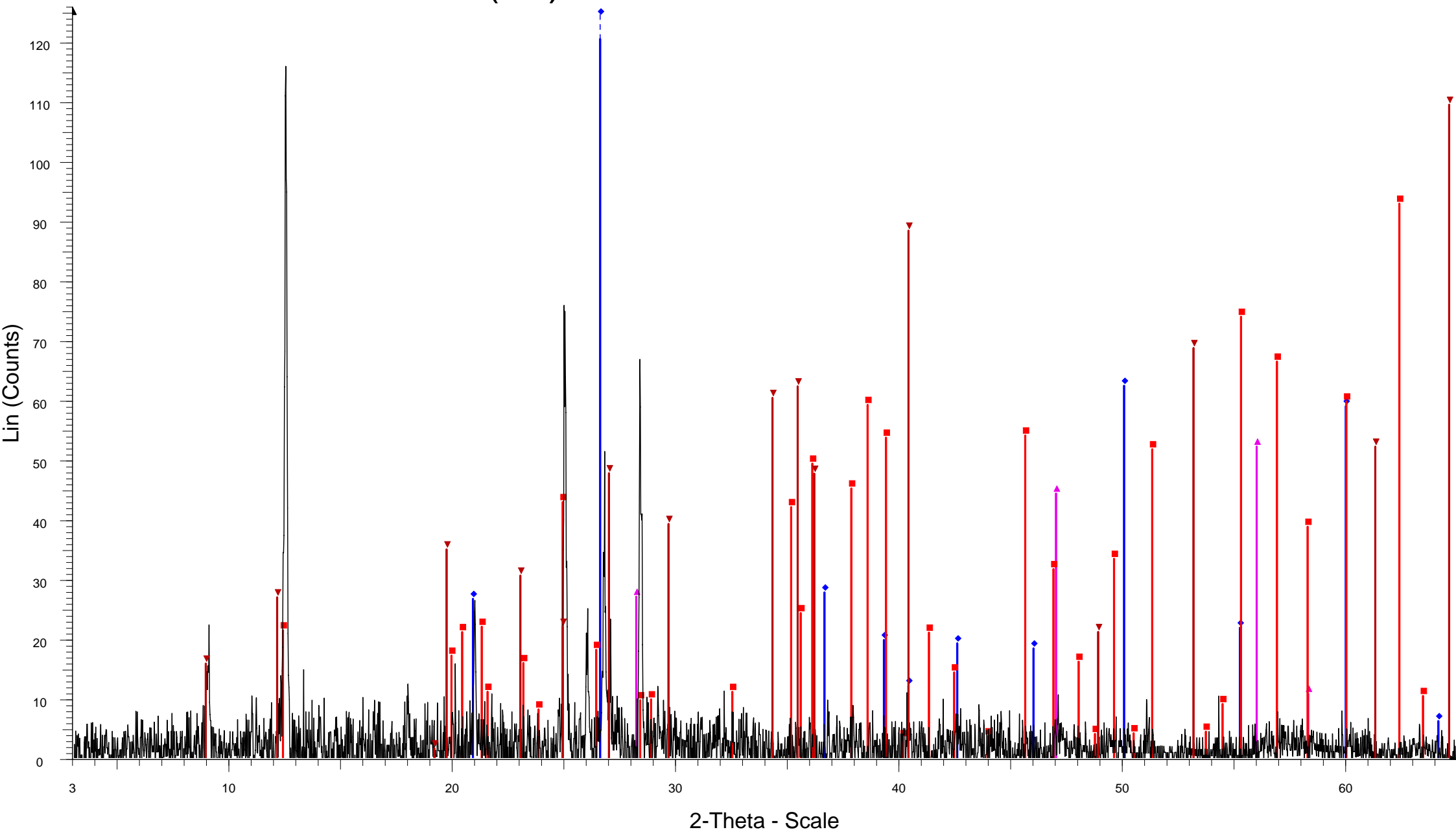
AD-EOT-4-R - File: (15) AD-EOT-4-R.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: 0.00 °
Operations: Background 1.000,1.000 | Import

(21) AD-GEF-1-R



⚠ (21) AD-GEF-1-R - File: (21) AD-GEF-1-R.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 0.5 s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: Operations: Background 1.000,1.000 | Import
■ 00-005-0143 (D) - Kaolinite - $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4/\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - Y: 100.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic -

(17) AD-GEF-LAST-ROZ



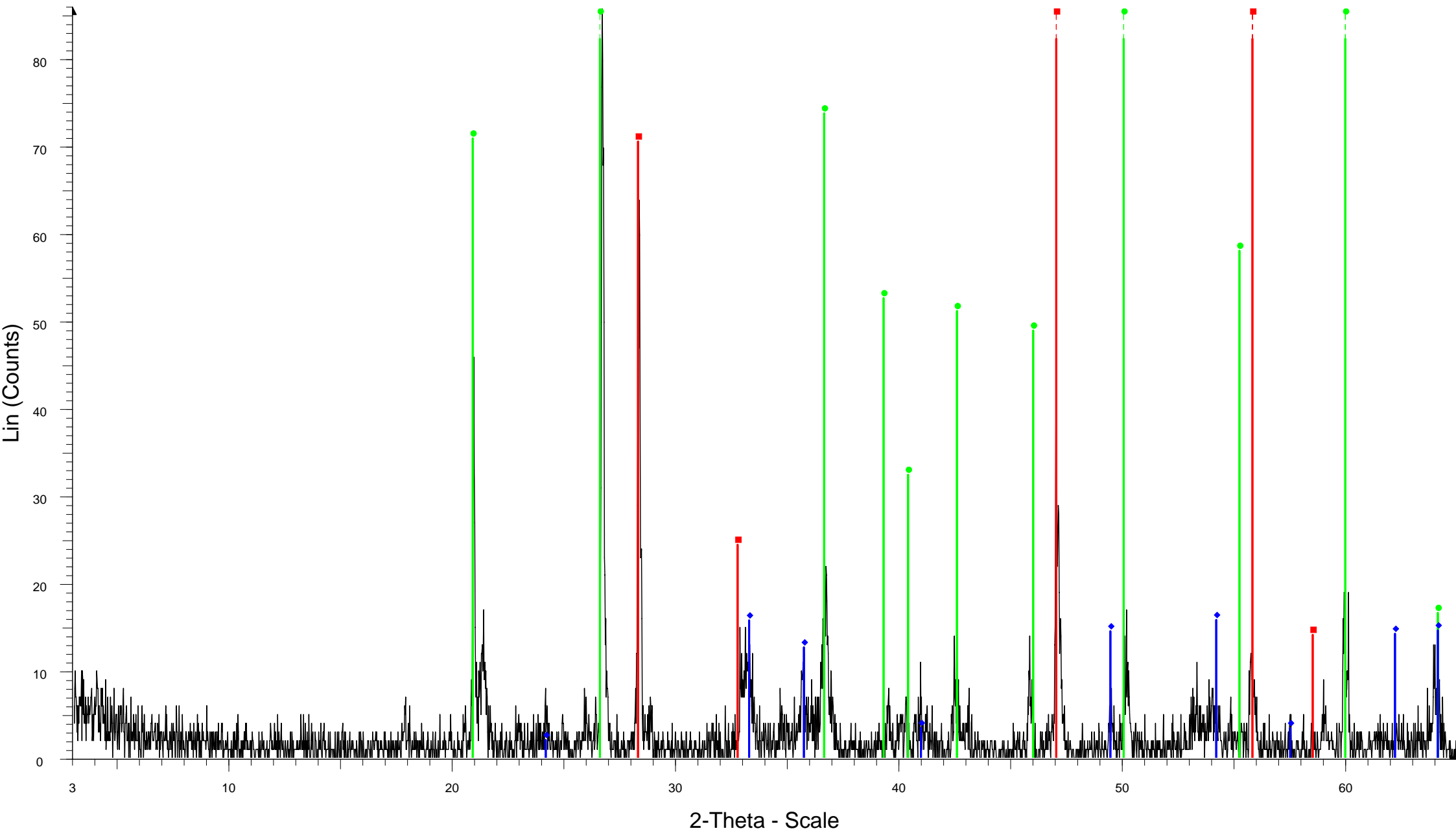
2-Theta - Scale

(17) AD-GEF-LAST-ROZ - File: (17) AD-GEF-LAST-ROZ.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 0.5 s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - C

Operations: Background 1.000,1.000 | Import

- 00-001-0649 (D) - Quartz - SiO₂ - Y: 108.01 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- 00-003-0524 (D) - Sphalerite - ZnS - Y: 67.02 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Cubic -
- 00-005-0143 (D) - Kaolinite - Al₂Si₂O₅(OH)₄/Al₂O₃·2SiO₂·2H₂O - Y: 73.97 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic -
- 00-010-0403 (D) - Talc - Mg₃Si₄O₁₀(OH)₂ - Y: 94.15 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 -

2-SE TSAMAKI



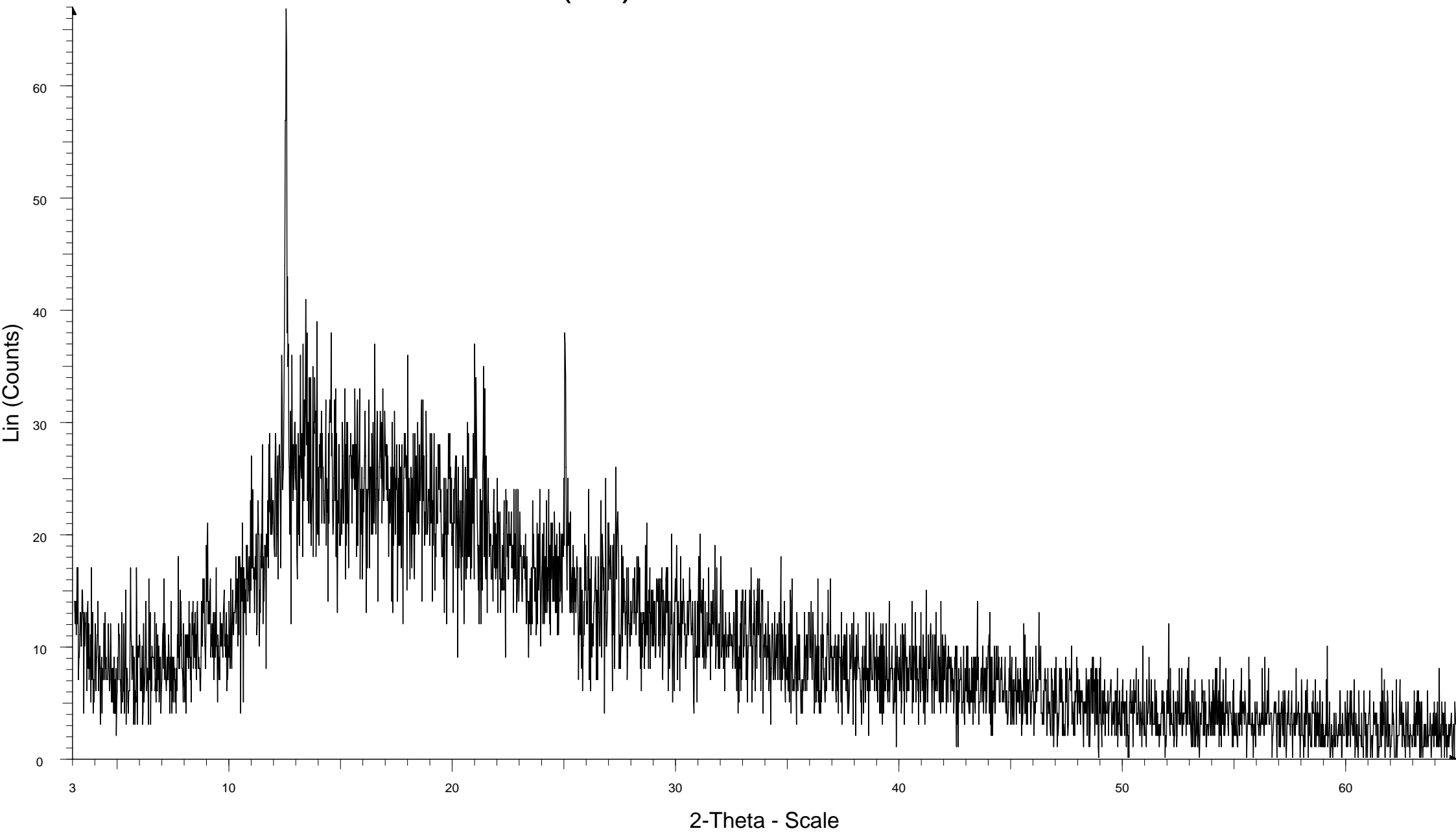
2-SE TSAMAKI - File: (2) AD-GEF-MAG-2 SE TSAMAKI.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 14 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: Operations: Import


00-022-0731 (N) - Sphalerite, mercurian - (Zn,Hg)S - Y: 126.11 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

00-001-0649 (D) - Quartz - SiO₂ - Y: 419.52 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

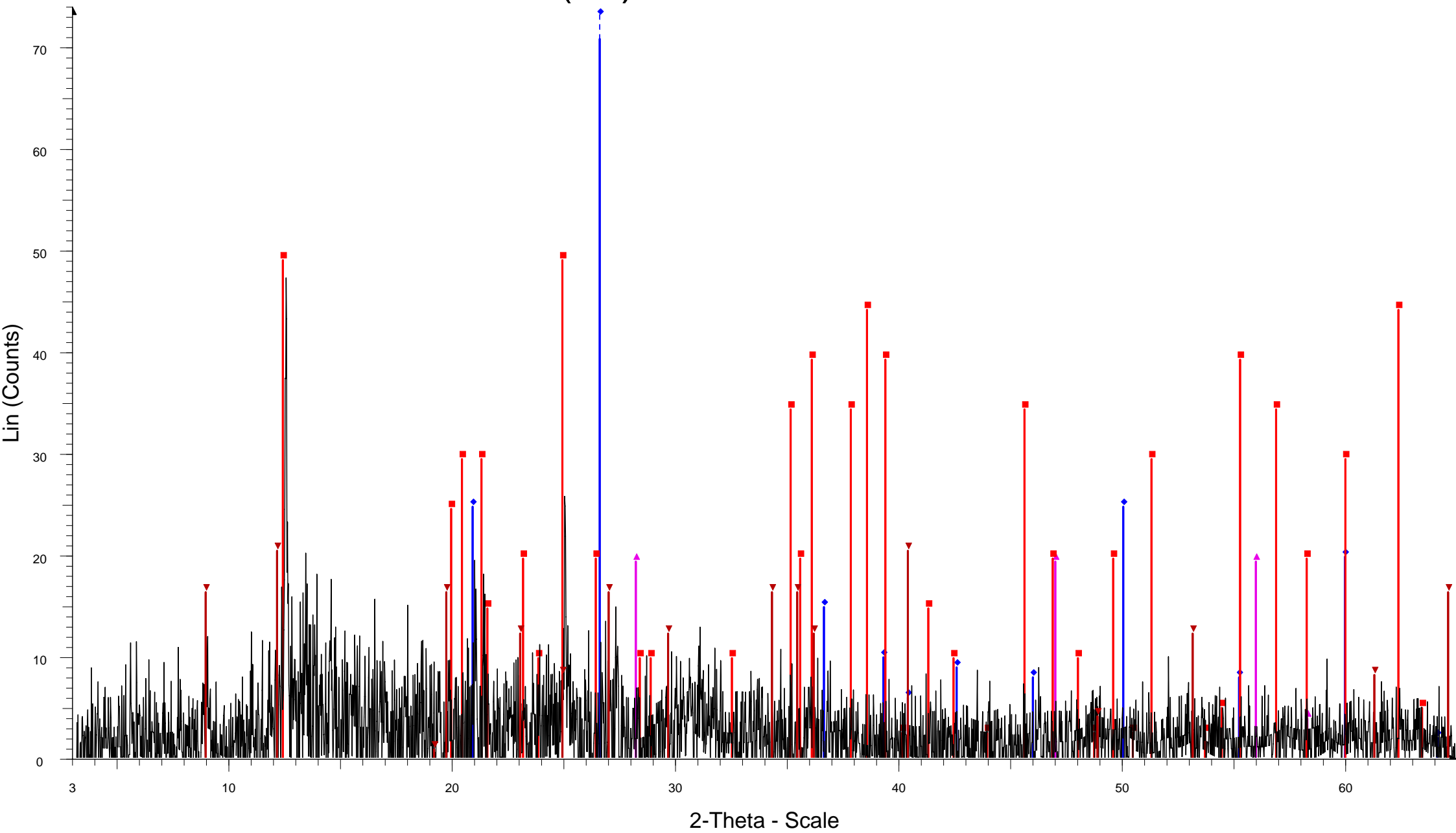
00-001-1053 (D) - Hematite - Fe₂O₃ - Y: 18.44 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

(21) AD-GEF-1-R



 (21) AD-GEF-1-R - File: (21) AD-GEF-1-R.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 0.5 s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: Operations: Import

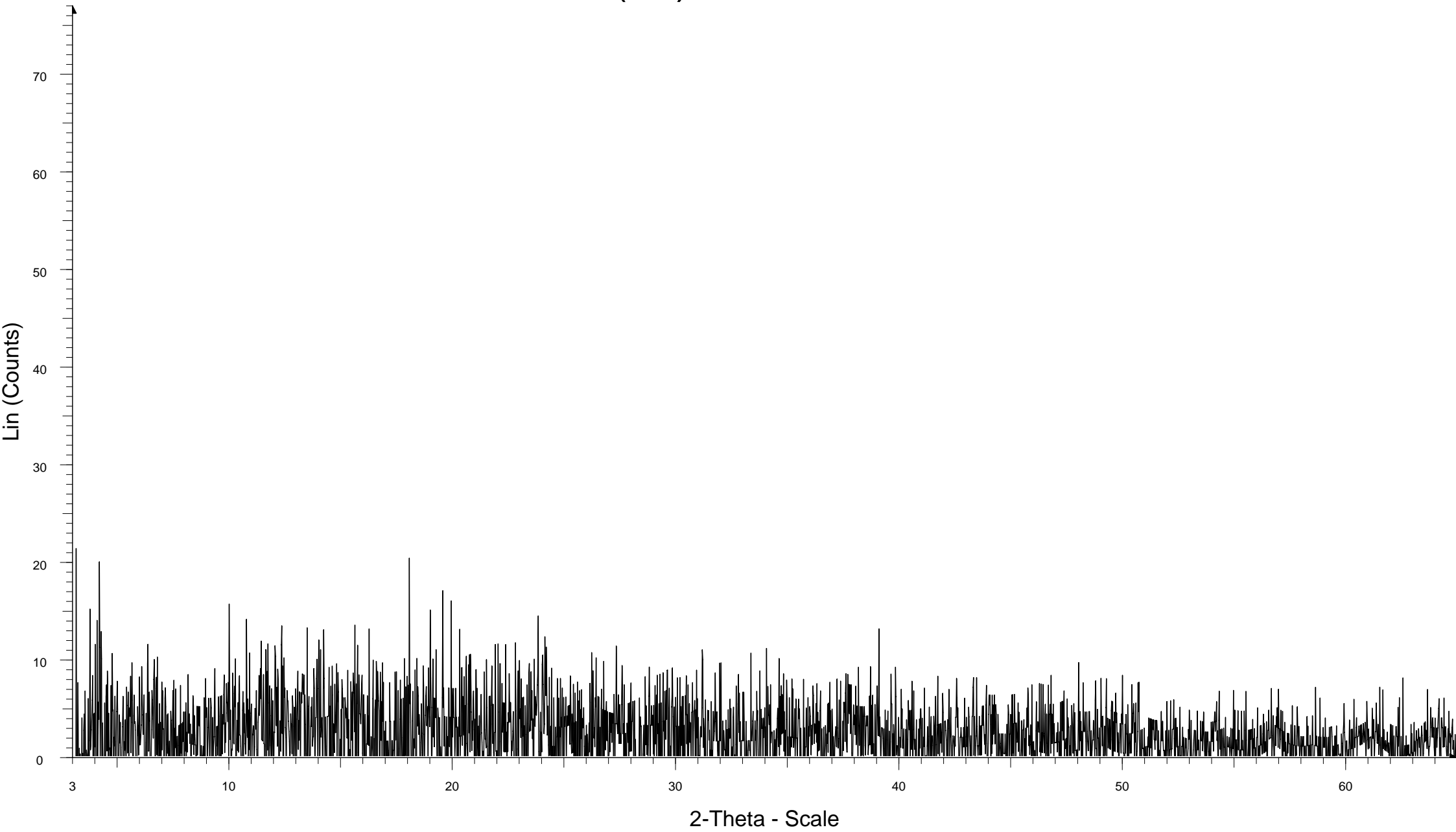
(21) AD-GEF-1-R



(21) AD-GEF-1-R - File: (21) AD-GEF-1-R.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 0.5 s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: Operations: Background 1.000,1.000 | Import

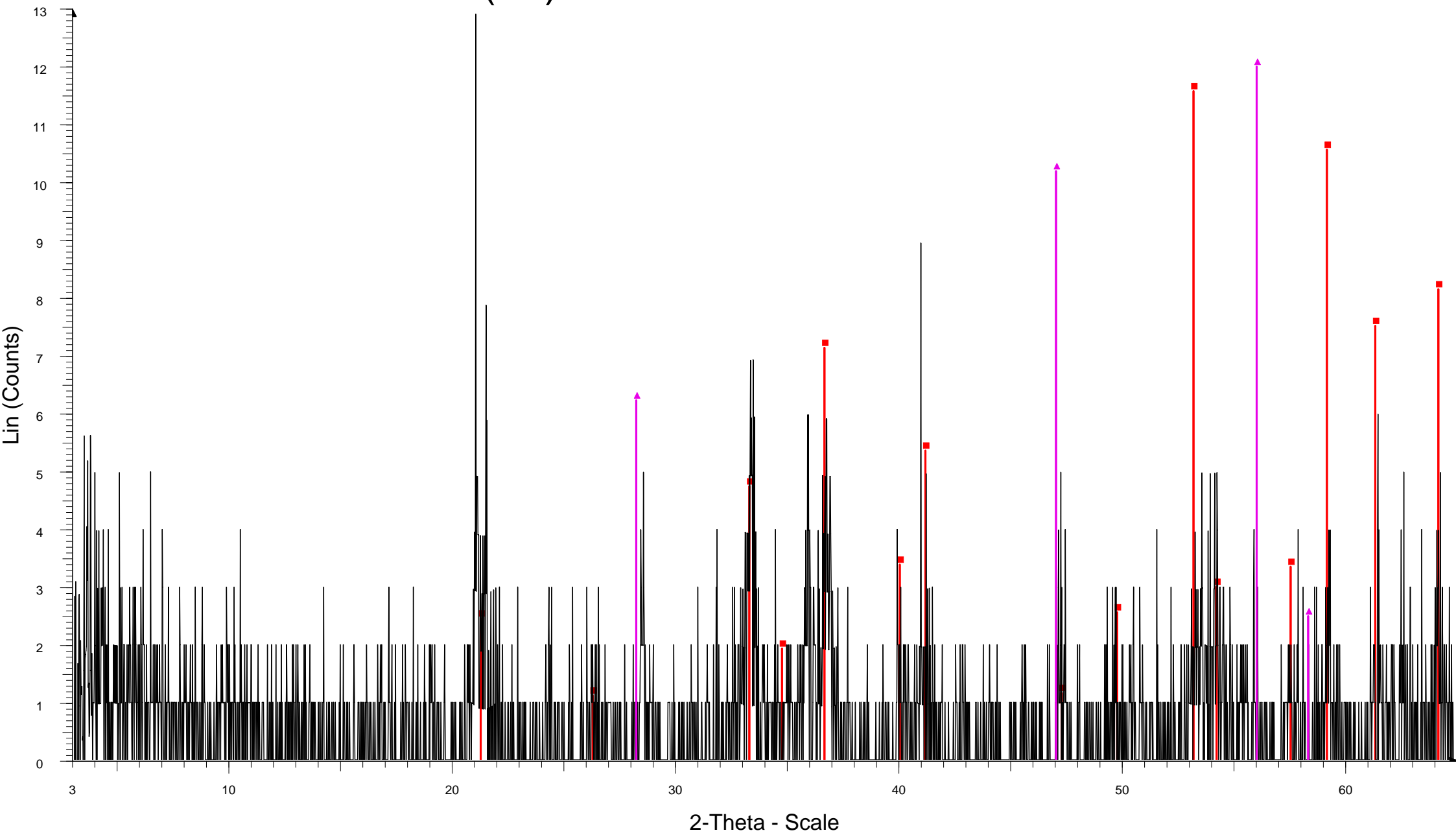
- 00-001-0649 (D) - Quartz - SiO₂ - Y: 147.97 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- 00-003-0524 (D) - Sphalerite - ZnS - Y: 28.92 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Cubic -
- 00-005-0143 (D) - Kaolinite - Al₂Si₂O₅(OH)₄/Al₂O₃·2SiO₂·2H₂O - Y: 73.35 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic -
- 00-010-0403 (D) - Talc - Mg₃Si₄O₁₀(OH)₂ - Y: 30.49 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 -

(22) HL-1-R



(22) HL-1-R - File: (22) HL-1-R.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 0.5 s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: 0.00 ° - X:
Operations: Background 1.000,1.000 | Import

(29) AD-GEF-LAST-MAG

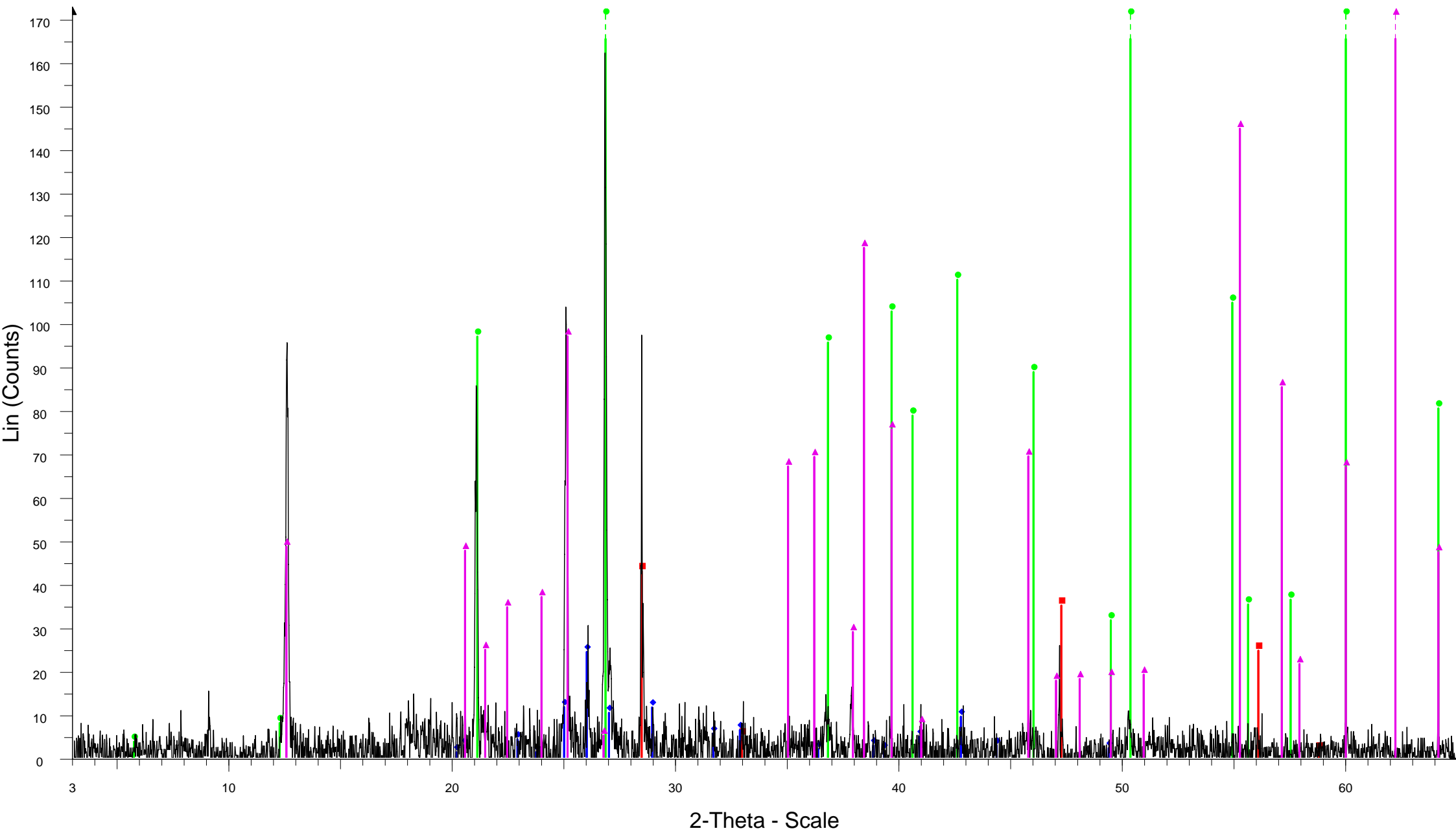


2-Theta - Scale

(29) AD-GEF-LAST-MAG - File: (29) AD-GEF-LAST-MAG.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 0.5 s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 14 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° -
Operations: Background 1.000,1.000 | Import

00-002-0273 (D) - Goethite - Fe₂O₃·H₂O·xH₂O - Y: 89.24 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -

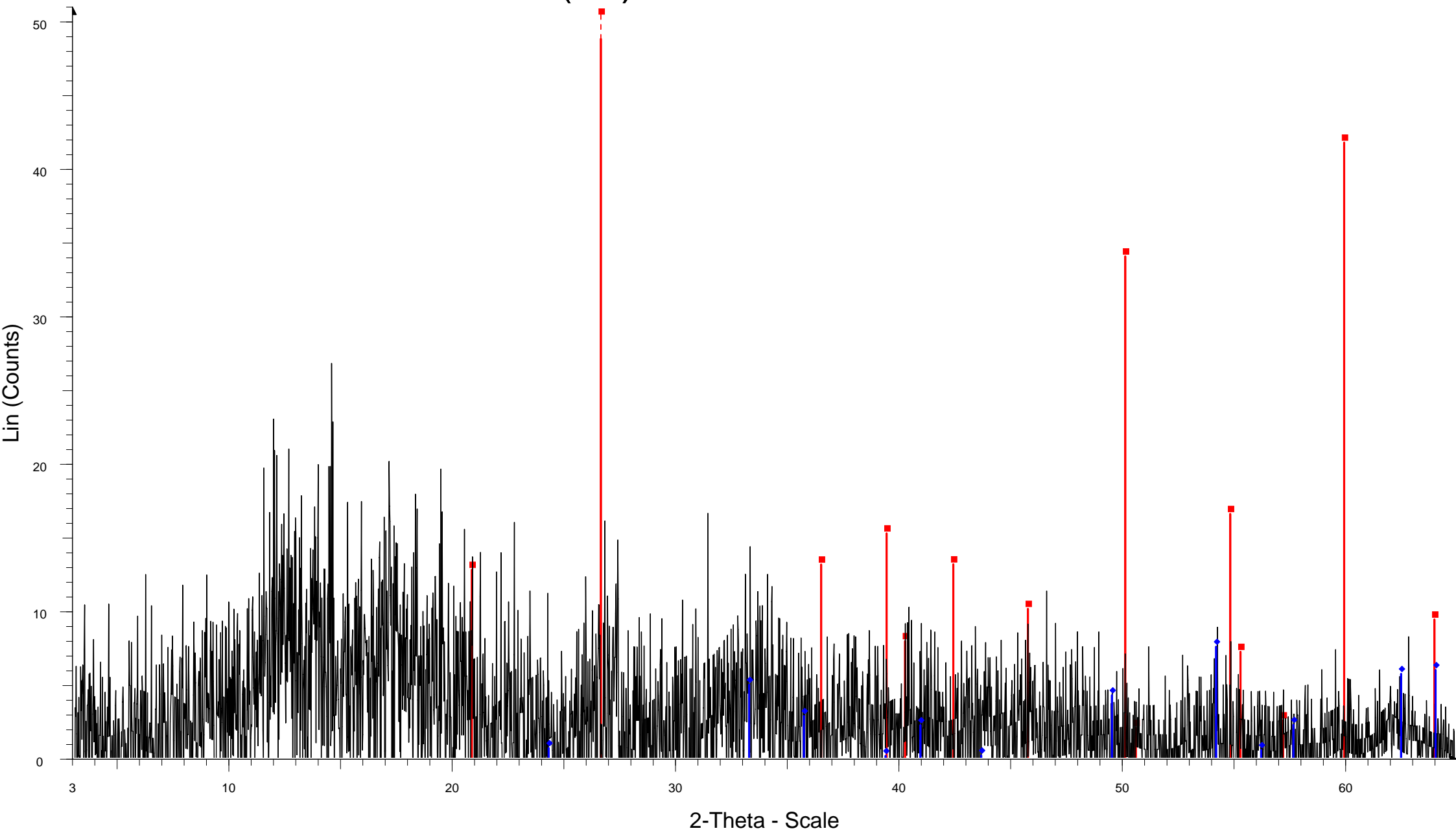
00-003-0524 (D) - Sphalerite - ZnS - Y: 149.02 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Cubic -



3 - File: (3) AD-GEF-LAST-ROZ.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 16 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: 0.00 ° - X:
 Operations: Background 1.000,1.000 | Import

- 00-024-1137 (D) - Sphalerite, cadmian, syn - Zn0.9Cd0.1S - Y: 24.94 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 6.4 -
- ◆ 00-046-1415 (*) - Barite, plumbian - (Ba,Pb)SO4 - Y: 14.15 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- 00-003-0444 (D) - Quartz - SiO2 - Y: 219.19 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 -
- ▲ 00-003-0058 (D) - Kaolinite - Al2Si2O5(OH)4 - Y: 106.93 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic -

(32) AD-EOT-R-2

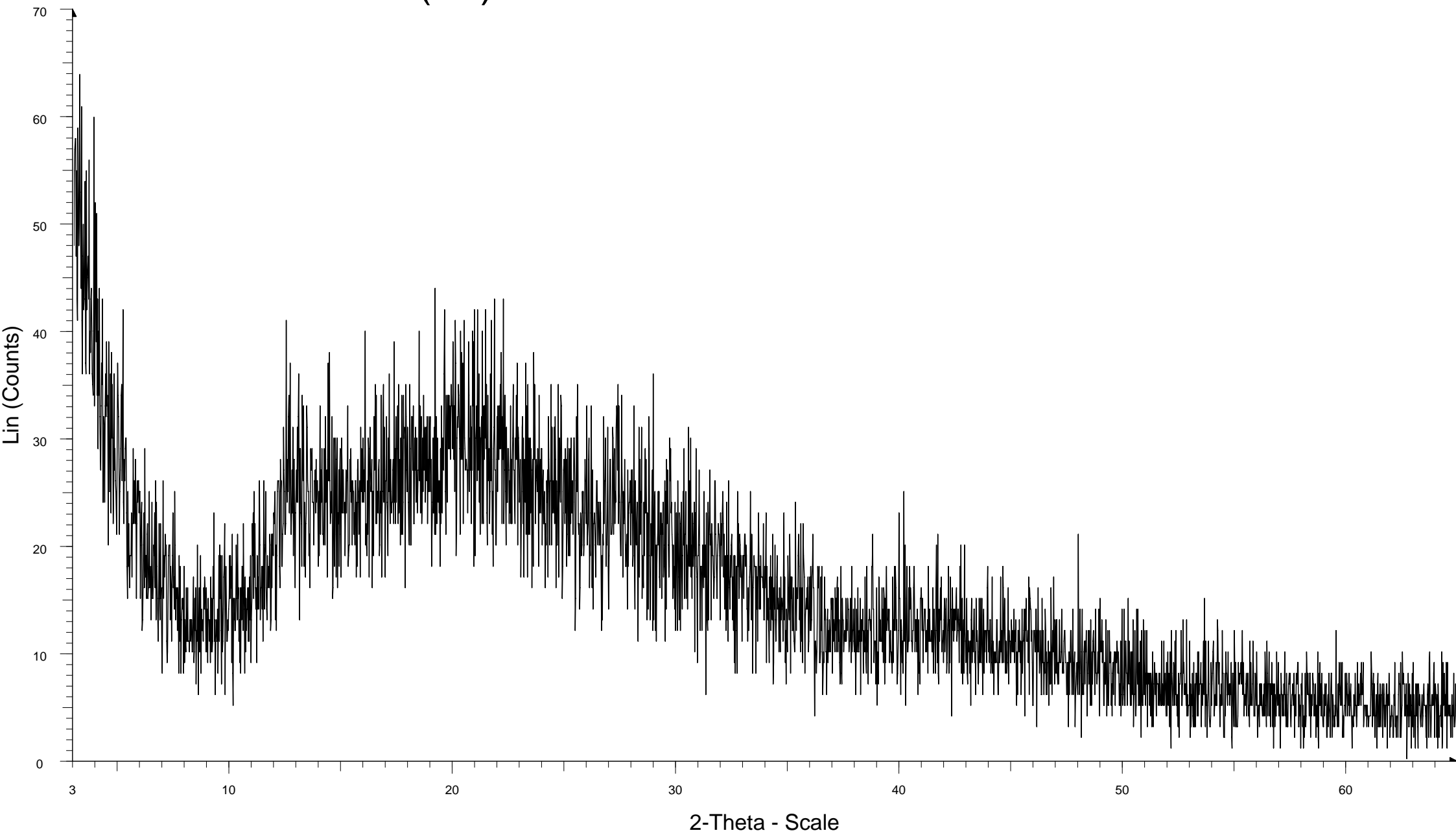



⚠ (32) AD-EOT-R-2 - File: (32) AD-EOT-R-2.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 0.5 s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Theta: 1.500 ° - Chi: 0.00 ° - Phi: Operations: Background 1.000,1.000 | Import

■ 00-005-0490 (D) - Quartz, low - SiO₂ - Y: 116.28 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 3.6 - S-Q 79.7 % -

◆ 00-013-0534 (D) - Hematite, syn - Fe₂O₃ - Y: 21.41 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - 0 - I/Ic PDF 2.6 - S-Q 20.3 % -

(34) SYMP MET HLIA MASTER



 (34) SYMP MET HLIA MASTER - File: (34) SYMP MET HLIA MASTER.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 15 s - 2-Theta: 3.000 ° - Thet Operations: Import