



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Διερεύνηση της αξιοποίησης των φυσικών αδρανών υλικών από τη συντήρηση
Μικρού Υδροηλεκτρικού Έργου στον Στρυμόνα ποταμό**

του ΚΑΝΑΒΙΤΣΑ ΑΝΤΩΝΙΟΥ
ΑΜ 1114201200030

Επιβλέπων Καθηγητής: Χαράλαμπος Δ. Βασιλάτος



Αθήνα, 2023

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1.1 ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ.....	6
1.2 ΧΡΗΣΕΙΣ ΑΜΜΟΥ.....	13
1.2.1 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ.....	14
1.2.2 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΥΕΛΟΥ.....	18
1.2.3 ΤΟΥΒΛΟΠΟΙΑ.....	19
1.2.4 ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ ΕΡΓΑ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ.....	21
1.2.5 ΕΡΓΑ ΑΝΑΠΛΑΣΗΣ ΑΚΤΩΝ.....	27
1.3 ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗΣ ΑΜΜΟΛΗΨΙΑΣ.....	30
1.4 ΜΙΚΡΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΑ.....	35
1.4.1 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	35
1.4.2 ΟΙ ΚΥΡΙΟΙ ΤΥΠΟΙ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ.....	39
1.4.3 ΤΟ ΜΙΚΡΟ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΡΓΟ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	42
1.4.4 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕΓΑΛΩΝ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ.....	45
1.5 ΠΟΤΑΜΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	47
1.5.1 ΟΙ ΖΩΝΕΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.....	47
1.5.2 ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΗΣ ΚΟΙΤΗΣ ΕΝΟΣ ΠΟΤΑΜΟΥ.....	49
1.6 ΑΜΜΟΛΗΨΙΑ ΣΕ ΠΟΤΑΜΙΑ.....	52
1.7 ΣΤΟΧΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	64
3.1 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ.....	64
3.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΕΡΙΘΛΑΣΙΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΤΙΝΩΝ Χ.....	70
3.3 ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ.....	74
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	76
4.1 ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ.....	76
4.2 ΟΙ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ.....	86
4.3 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	91
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	96
5.1 ΠΡΟΣΦΑΤΗ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	96
5.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΞΟΡΥΞΗ ΑΜΜΩΝ ΚΑΙ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	99
5.3 ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΑ ΠΑΡΑΤΗΡΟΥΜΕΝΕΣ ΠΑΡΟΜΟΙΕΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΣΤΡΥΜΟΝΑ.....	104
5.4 Η ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΧΡΗΣΗ ΑΜΜΟΥ.....	106
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	107
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	108
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	113

Ευχαριστίες Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή Κοιτασματολογίας και Οικονομικής Γεωλογίας Χαράλαμπο Βασιλάτο για τις συμβουλές του, την εμπειρία, τη βοήθεια που μου πρόσφερε και τον χρόνο που αφιέρωσε για την πτυχιακή εργασία μου. Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω τον κ. Στέλιο Πετράκη για την βοήθεια του στις εργαστηριακές αναλύσεις της κοκκομετρίας που χρειάστηκε να φέρω εις πέρας, την κ. Ευαγγελία Ρεντούμη για την αναγνώριση των αρτιγόνων που συλλέχθηκαν από την περιοχή και τον Γεώργιο Τσοβίλη από την Goldeco. Τέλος, ευχαριστώ την οικογένεια μου και την Κάλλη που, καθόλη τη διάρκεια των σπουδών μου, στάθηκαν ανιδιοτελώς στο πλευρό μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας όπου, μπορεί να παράγεται ηλεκτρισμός από τη δυναμική ενέργεια του νερού που πέφτει από ένα ύψος, μετατρέπεται σε κινητική κατά την πτώση και ακολούθως σε μηχανική καθώς το νερό κινεί την τουρμπίνα του σταθμού που παράγει ηλεκτρικό ρεύμα μέσω γεννήτριας. Ενώ τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα έχουν σημαντικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα που ξεκινά από τις χρήσεις γης και επηρεάζουν τα οικοσυστήματα εκτεταμένων περιοχών, τα μικρά υδροηλεκτρικά (<15 MW) θεωρούνται περιβαλλοντικός φιλικότερα (Dimopoulos, 2018). Η μειωμένη και ελεγχόμενη παροχή νερού, που απαιτείται από ένα υδροηλεκτρικό έργο, επιτυγχάνεται με τη δημιουργία φράγματος ή υδατοφράκτη κάθετα στη ροή του ποταμού. Στο βάθος δημιουργείται συσσώρευση ιζήματος το οποίο μειώνει την απόδοση του έργου και πρέπει να αντιμετωπίζεται.

Ένα Μικρό Υδροηλεκτρικό Έργο έχει θεμελιωθεί και κατασκευάζεται στην κοίτη του Στρυμόνα ποταμού. Στους περιβαλλοντικούς όρους αδειοδότησής του περιλαμβάνεται η αφαίρεση της συνεχούς αυξανόμενης απόθεσης άμμου στην περιοχή του αναβαθμού/φράγματος. Συνολικά δεκατρία δείγματα άμμου συλλέχθηκαν από τον ποταμό Στρυμόνα, την Λίμνη Κερκίνη και τις Εκβολές του ποταμού στον Στρυμονικό Κόλπο. Κατά την παρούσα εργασία έγινε ποσοτική και ποιοτική (κοιτασματολογική) αξιολόγηση της αμμούχου απόθεσης (εκτιμώμενης έκτασης 20 χιλιάδων τ.μ.), μέσω της μελέτης των ορυκτολογικών και τα ιζηματολογικών χαρακτηριστικών της, ώστε να αναζητηθούν οι βέλτιστες προοπτικές αξιοποίησής της, βιομηχανικά ή/και περιβαλλοντικά. Τα αποτελέσματα βασίζονται σε κοκκομετρικές αναλύσεις, ερμηνεία ακτινοδιαγραμμάτων XRD, αναγνώριση συλλεγέντων αρτιγόνων και σε σύγκριση μεταξύ παρόμοιων αποθέσεων.

Λέξεις Κλειδιά: Στρυμόνας ποταμός , Ποτάμιες Αποθέσεις, Αδρανή Υλικά, Μικρό Υδροηλεκτρικό Έργο, Άμμος

ABSTRACT

Hydropower energy is a renewable energy source. When the water falls, its dynamic energy is decreasing while its kinetic energy is increasing. This mechanical force drives the hydropower plant's turbine which produces electricity through a generator. While the large hydropower projects have a significant environmental footprint which affect extensive ecosystems, small hydropower projects (<15 MW) are considered more environmentally friendly. Hydropower plants require a reducing and controlled water supply which is achieved by building a weir or dam perpendicular to the river flow. At the depth of the river, sediment accumulates which reduces the performance of the project and has to be treated.

A small hydropower plant has been established and is under construction at the bed of Strymon River. Its environmental permit terms include the removal of this continuous growing sand deposit around the weir. Thirteen samples of sand were collected from Strymon river, Kerkini lake and river's estuaries to the Strymon bay. During the present study, a quantitative and qualitative evaluation of the sand deposit (estimated area of 20 thousand sq.m.), was carried out through the study of its mineralogical and sedimentological characteristics, in order to seek the best prospects for its exploitation, industrial and / or environmental.

Key Words: Strymon river, River Deposits, Aggregates, Small Hydropower plant, Sand

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ

Αδρανή υλικά είναι τα διαβαθμισμένα, ορυκτής ή βιομηχανικής προέλευσης υλικά που χρησιμοποιούνται είτε αυτούσια σε διάφορα τεχνικά έργα, είτε με συγκολλητικό μέσο και αποτελούνται από λίθινους κόκκους. Διακρίνονται σε κατηγορίες με βάση: α) την προέλευση τους, β) την πηγή λήψης τους, γ) το ειδικό τους βάρος και δ) το μέγεθος των κόκκων τους. Με βάση την προέλευση τους διακρίνονται σε: α) φυσικής προέλευσης, β) τεχνητά ή βιομηχανικά (αν έχουν προκύψει από θραύση όγκου πετρώματος ή την θραύση φυσικών αδρανών τότε ονομάζονται θραυστά αδρανή) και γ) ανακυκλωμένα. Ενώ με βάση την πηγή λήψης τους τα φυσικής προέλευσης αδρανή διακρίνονται σε: α) φυσικά ή συλλεκτά αδρανή και β) αδρανή λατομείων (Εικόνα 3). Το φαινόμενο ειδικό βάρος των πετρωμάτων των συνηθέστερων αδρανών είναι της τάξης των $2,6 \text{ tn/m}^3$ και η αντοχή τους ξεπερνά τα 800 kg/cm^2 . Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12620 (ΦΕΚ 386B/20-03-2007), τα αδρανή κατατάσσονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων τους σε mm : α) άμμος (0/4), β) ρυζάκι (4/8), γ) γαρμπίλι (8/16), δ) χαλίκι (16/31,5) (Λίτινας, 2023). Άμμος ονομάζεται το στερεό χαλαρό κοκκώδες υλικό μεγέθους 0.25-7mm (μικρότερο του χαλικιού αλλά μεγαλύτερο της ιλύς) που αποτελείται από σκληρά απομεινάρια πετρωμάτων. Καθορίζεται από το μέγεθος κόκκων και όχι από τη χημική της σύσταση. Μπορεί να περιέχει χαλαζία αλλά και λιγότερο σκληρά ορυκτά όπως οι άστριοι, οι μαρμαρυγίες και άλλα, τα οποία έχουν σπάσει μέσω χημικής και φυσικής αποσάθρωσης.

Η ονομασία 'αδρανή' χρησιμοποιείται διότι κατά την ανάμειξη τους με συγκολλητικά υλικά (κονίες), όπως η ασφάλτος, το τσιμέντο, ο ασβέστης κ.α. ή και το νερό, τα υλικά αυτά δεν συμμετέχουν ενεργά στις διαδικασίες πήξης και σκλήρυνσης. Όμως, η χημική αδράνεια των υλικών αυτών εξαρτάται από την ορυκτολογική τους σύσταση και τα υλικά με τα οποία έρχονται σε επαφή.

Τα αδρανή υλικά είναι αναγκαία για την ανθρωπότητα, όμως είναι μη ανανεώσιμα τουλάχιστον σε ιστορικούς χρόνους. Η σωστή διαχείριση των αποθεμάτων τους είναι μείζονος σημασίας ώστε να προοδεύσει ο πολιτισμός και η οικονομία. Το 2011 ο ανθρώπινος πληθυσμός ξεπέρασε τα επτά δισεκατομμύρια και ως εκ τούτου η ζήτηση τους αυξάνεται ραγδαία τα τελευταία πενήντα χρόνια. Εκτιμάται ο ανθρώπινος πληθυσμός να φτάσει τα 8.5 δις το 2030 ενώ τα 11.2 δις ως το 2100 (Gavriletea, 2017). Η Κίνα η οποία κινεί την παγκόσμια οικονομία σε όλους τους τομείς και μάλιστα, η ετήσια παραγωγή της σε άμμο και χαλίκια είναι σχεδόν τετραπλάσια από την δεύτερη στην κατάταξη Ινδία. Σήμερα περίπου το 54% του πληθυσμού κατοικεί σε αστικές περιοχές και εκτιμάται ότι ως το 2050 το ποσοστό θα φτάσει το 66% (Gavriletea, 2017).

Τα λατομικά ορυκτά διακρίνονται στις εξής κατηγορίες (Νόμος Υπ' Αριθμ. 4512/ΦΕΚ Α'5/17.01.2018, Μέρος Β' άρθρο 43):

α) Αδρανή Υλικά (Εικόνα 2)

❖ υλικά διαφόρων διαστάσεων, που προέρχονται από την εξόρυξη και θραύση πετρωμάτων ή την απόληψη φυσικών αποθέσεων θραυσμάτων τους και είναι κατάλληλα να χρησιμοποιηθούν όπως έχουν ή ύστερα από θραύση ή λειοτριβήση ή ταξινόμηση για την παρασκευή σκυροδέματος ή κονιάματος ή με μορφή σκύρων ή μεγαλύτερων τεμαχίων στην οδοποιία ή λοιπά τεχνικά έργα ή οικοδομές

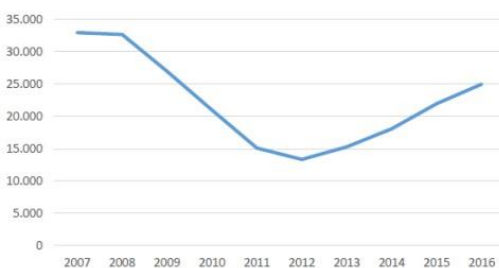
❖ υλικά που προέρχονται από την εξόρυξη ασβεστολιθικών πετρωμάτων και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ασβέστου ή υδραυλικών κονιών ή σιλικιασμάτων μεταλλουργίας

❖ η μαρμαρόσκονη και η μαρμαροψηφίδα όταν εξορύσσονται από λατομικούς χώρους, στους οποίους, παρά το γεγονός ότι το περικλειόμενο πέτρωμα είναι επιδεκτικό κοπής σε πλάκες, λείανσης και στίλβωσης, εντούτοις δεν μπορεί να εξορυχθούν μάρμαρα σε όγκους λόγω τεκτονισμού του πετρώματος

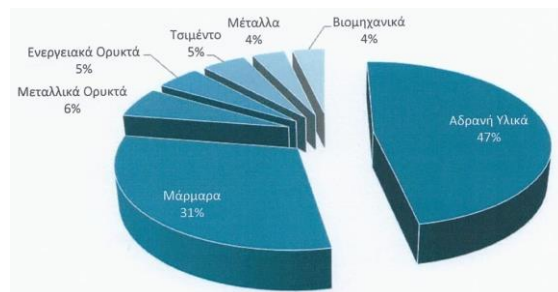
β) Μάρμαρα και Φυσικοί Λίθοι, δηλαδή διάφορα πετρώματα ποικίλων χρωμάτων εξορυσσόμενα σε όγκους, επιδεκτικά κοπής σε πλάκες, λείανσης και στίλβωσης καθώς και ο πωρόλιθος, το αλάβαστρο και ο όνυχας. Επίσης στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι λαξευτοί δομικοί λίθοι, οι σχιστολιθικές και ασβεστολιθικές πλάκες και τα διακοσμητικά πετρώματα.

γ) Βιομηχανικά Ορυκτά όπως ο μπεντονίτης, η κιμωλία, ο γύψος, ο περλίτης, η κίσηρης, η θηραϊκή γη, ο χαλαζίας, η χαλαζιακή άμμος, οι ποζολάνες, οι ζεόλιθοι καθώς και οι άργιλοι και μάργες που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία.

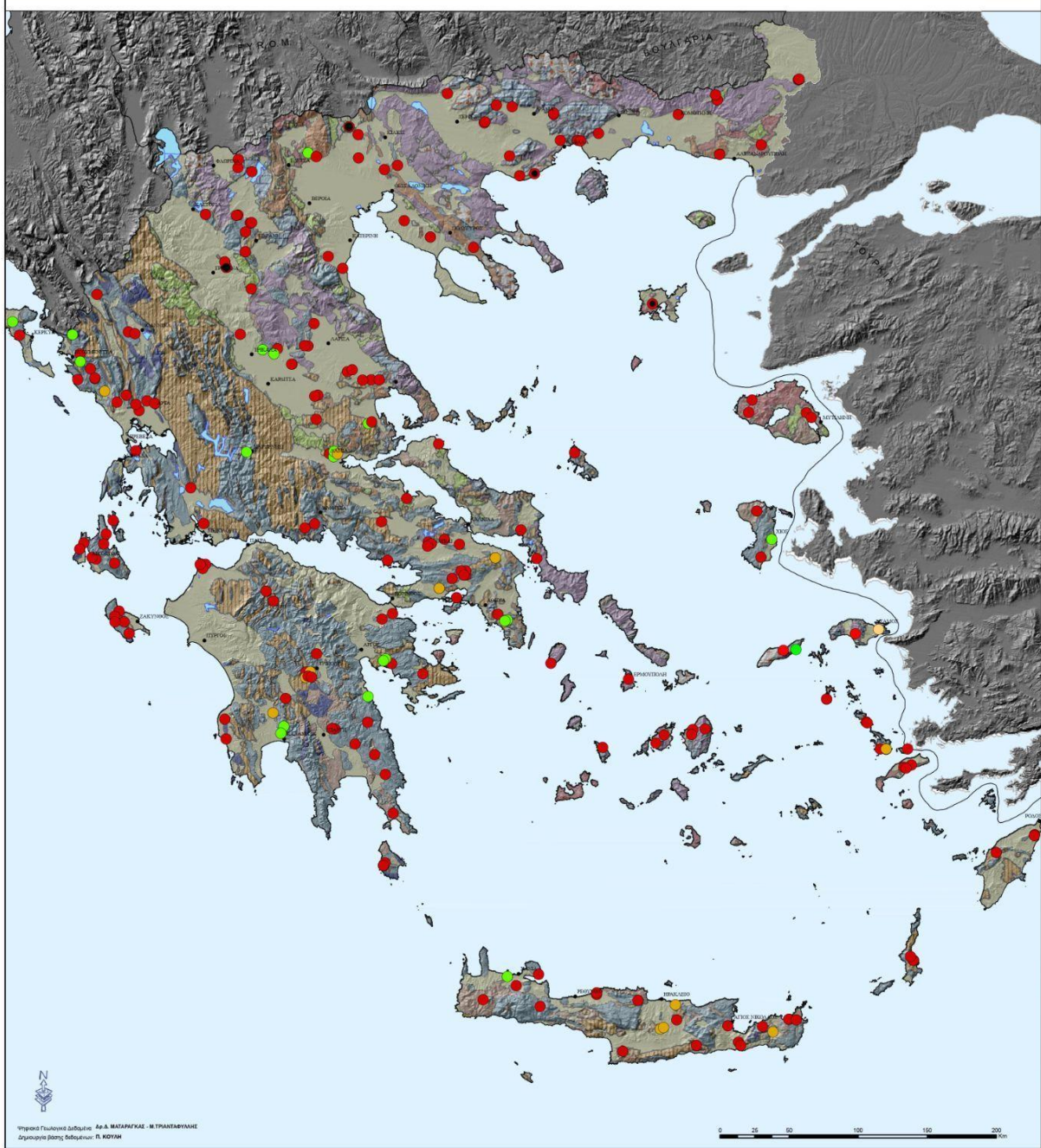
Τα ασβεστολιθικά πετρώματα χρησιμοποιούνται κατά πλείστον (>95%) στην Ελλάδα για την παραγωγή αδρανών υλικών (Εικόνα 1) λόγω του μικρού κόστους θραύσης, ικανοποιούν τις μηχανικές αντοχές των συνήθων κατασκευών και συναντώνται σε αφθονία στα περισσότερα μέρη της χώρας μας (από Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο) όπως παρουσιάζεται και στην Εικόνα 3. Σύμφωνα με στοιχεία από τα υποβληθέντα ετήσια δελτία δραστηριότητας, η παραγωγή των πρωτογενών αδρανών υλικών σε εθνικό επίπεδο κυμάνθηκε σε 38 εκ. τόνοι το 2014 έναντι 30 για το 2013 και 25 για το 2012 (Τζεφέρης, 2015). Οι ηγέτιδες του κλάδου τσιμέντου στην Ελλάδα (TITAN, ΑΓΕΤ, ΧΑΛΥΨ) παρήγαγαν πάνω από 18,1 εκατ. τον. ασβεστολιθικών αδρανών με προορισμό είτε την παραγωγή τσιμέντου είτε την αγορά των δομικών υλικών είτε τα μεγάλα οδικά και γενικότερα κατασκευαστικά έργα σε εθνικό επίπεδο (Τζεφέρης, 2015).



Εικόνα 1. Η παραγωγή ασβεστολιθικών αδρανών των μελών του ΣΜΕ για το 2007-2016 (Πηγή: [ΠΑΡΑΓΩΓΕΣ - ΣΜΕ \(sme.gr\)](#))



Εικόνα 2. Η κατανομή επιχειρήσεων με βάση το εξορυκτικό προϊόν για το 2016 (Πηγή: [ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ - ΣΜΕ \(sme.gr\)](#))



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

<ul style="list-style-type: none"> Ιζηματογενείς αποθέσεις Τεταρτογενούς-Τριτογενούς ηλικίας Φλόσχης Ασβεστώδη Τριτογενούς ηλικίας Ασβεστώδη Μεσοζωϊκής ηλικίας 	<ul style="list-style-type: none"> Ασβεστώδη Φιλλίτες Ηφαιστειακές σχηματισμοί Μάρμαρα Προαιθικοί σχηματισμοί Γενέσι, σχιστόλιθοι, αμφιβολίτες, μάρμαρα 	<ul style="list-style-type: none"> Όξινα γρανιτικά πετρώματα Βασικά-Υπερβασικά πετρώματα Ηφαιστειακά πετρώματα 	<ul style="list-style-type: none"> Ενεργό λατομείο Λατομείο σε αποκατάσταση Αργούν λατομείο Λατομείο ειδικών χρήσεων
--	--	---	--

Έκδοση: ΕΡΓΟ Γ.Κ.Π.Σ. ΠΓΜΕ 2009
 Υπεύθυνος Έργου: Δρ. Δ. ΜΠΙΤΣΙΟΣ

Εικόνα 3. Τα λατομεία αδρανών υλικών στην Ελλάδα το 2009, (Πηγή: Ι.Γ.Μ.Ε. , 2009)

Η βιομηχανία αδρανών υλικών είναι πολύ σημαντική για την Ευρώπη με συνολική παραγωγή της τάξεως των 2.5 δις. τόνων το 2013 (Εικόνα 4) . Η παραγωγή επιτυγχάνεται από 25.000 λατομεία και 15.000 εταιρείες που απασχολούν 220-230.000 εργαζόμενους. Η διαδικασία παραγωγής είναι πολυσκελής αφού αποτελείται από πλήθος γεωτρήσεων και ανατινάξεων, εξορύξεων, σύνθλιψης και αλέσματος, διαλογής και ταξινόμησης. Επίσης, η διάνοιξη νέων δρόμων προς και από τα λατομεία, κατασκευή οικίσκων για το προσωπικό και χώρων αποθήκευσης των αδρανών υλικών είναι μερικές ακόμα αναγκαίες διαδικασίες.

Η άμμος είναι το δεύτερο πιο χρησιμοποιούμενο υλικό στην Γη μετά το νερό (Gavriletea , 2017). Παρόλο που αυτή η ταπεινή ύλη σπάνια αναφέρεται, κατέχει πολυδιάστατη χρήση στην οικοδομή, στις υποδομές, στο γυαλί, στα ηλεκτρονικά, στα κοσμήματα και σε άλλα είδη. Υπάρχουν στοιχεία ότι η άμμος χρησιμοποιούνταν για κατασκευαστικούς σκοπούς ,όπως οι πυραμίδες της Αιγύπτου, από αρχαιοτάτων χρόνων (Gavriletea , 2017). Για το λόγο αυτό η άμμος, που είναι ο πιο μεταχειρισμένος στερεός πόρος στον κόσμο, βρίσκεται σε μεγάλη ζήτηση παγκοσμίως. Μάλιστα, το βάρος των ανθρωπογενών υλικών τείνει να ξεπεράσει το αντίστοιχο βάρος της φυσικής βιομάζας (Da and P. Le Billon, 2022). Παγκοσμίως, αναλογούν σαράντα τόνοι σκυροδέματος σε κάθε άνθρωπο και ο σύγχρονος ρυθμός παραγωγής προσθέτει ακόμα ένα τόνο στον καθένα (Da and P. Le Billon, 2022). Η παραγωγή αυτή βρίσκεται στην τρίτη θέση εκπομπής (ρύπανσης) αερίων του θερμοκηπίου (Da and P. Le Billon, 2022). Στην Ευρώπη, τα απορρίμματα κατεδαφίσεων αποτελούν σχεδόν το ένα τρίτο των συνολικών απορριμμάτων. Ενώ ο μέσος ρυθμός ανακύκλωσης του ανέρχεται περίπου στο 40%. Τα ανακυκλωμένα αδρανή είναι γενικά χαμηλότερης ποιότητας αλλά είναι χρήσιμα για την οδοποιία. Η ετήσια ανάγκη της ανθρωπότητας σε αδρανή υλικά εκτιμάται συντηρητικά στους 40 δισεκατομμύριο τόνους το οποίο ποσό είναι διπλάσιο από την ετήσια ποσότητα ιζήματος που μεταφέρεται από όλους του ποταμούς παγκοσμίως (Bathrellos and Skilodimou, 2022). Για να γίνει πιο κατανοητή η ανάγκη για αδρανή υλικά αξίζει να αναφερθεί ότι για την κατασκευή ενός χιλιομέτρου κλίμακας εθνικής οδού απαιτούνται 30.000 τόνοι αδρανών υλικών.

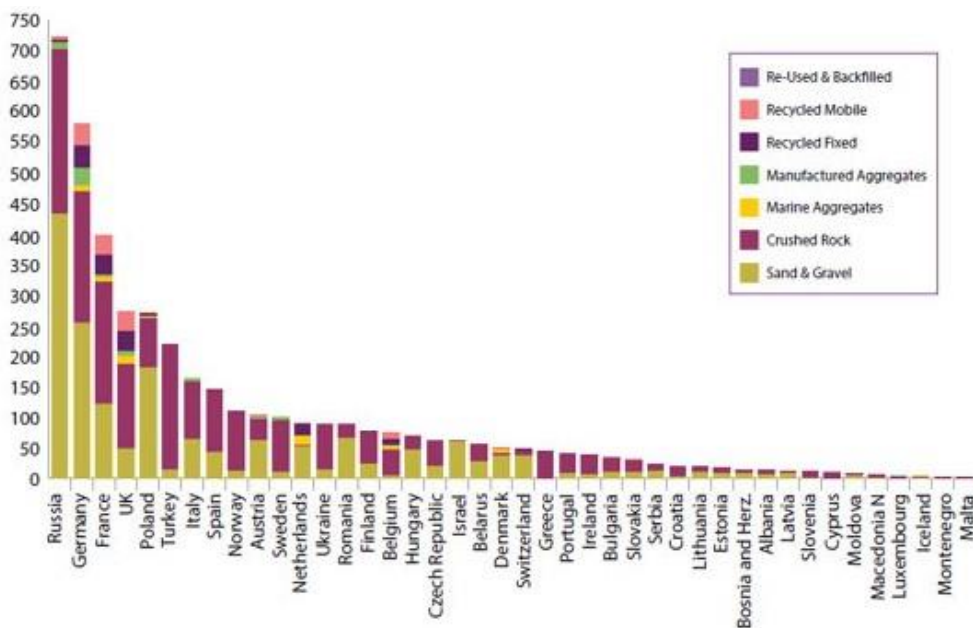
Στον γεωλογικό χρόνο η άμμος αναπληρώνεται μέσω αποσάθρωσης πετρωμάτων με ρυθμό κατά προσέγγιση της τάξεως του ενός δισεκατομμυρίου κόκκων το δευτερόλεπτο αλλά καταναλώνεται τουλάχιστον τρεις φορές πιο γρήγορα. Ανθρώπινες κατασκευές όπως τα φράγματα σε λίμνες και ποτάμια μειώνουν τη μεταφορά αδρανών υλικών προς τους ωκεανούς και τα παγιδεύουν (Reisenbuchler et al, 2019). Πλέον θεωρείται μη ανανεώσιμος πόρος διότι ένας πλήρης γεωλογικός κύκλος για να ολοκληρωθεί χρειάζεται χιλιάδες χρόνια. Οι ανάγκες της ανθρωπότητας σε αδρανή υλικά συνεχώς αυξάνονται όπως και ο πληθυσμός της. Η Κίνα χρησιμοποίησε την τριετία 2011-2014 περισσότερη άμμο από ότι οι ΗΠΑ όλο τον 20ό αιώνα (Da and P. Le Billon, 2022) και (Gavriletea , 2017). Οι ΗΠΑ εξάγουν τις μεγαλύτερες ποσότητες άμμου παγκοσμίως (Gavriletea , 2017). Για την κατασκευή των φιλόδοξων τεχνητών νησιωτικών έργων στο Ντουμπάι στις αρχές του 2000 απαιτήθηκαν σχεδόν ένα δισ εκατομμύριο τόνοι άμμοι. Δισεκατομμυριο τόνοι αυτού του υλικού εξορύσσονται κάθε χρόνο από λατομεία αμμόλοφους, κοίτες ποταμών αλλά και παράκτιες ακτές (Da and P. Le Billon, 2022). Οι δέκα μεγαλύτερες εταιρείες αδρανών υλικών αποτελούν μόνο το 5% της παγκόσμιας αγοράς αδρανών (Da and P. Le Billon, 2022). Δηλαδή ο κλάδος αποτελείται κυρίως από μικρές και μεσαίες. Σχεδόν όλες οι χώρες την εξορύσσουν και ανταλλάσσουν.

Κυρίως η χρήση της στη παραγωγή τσιμέντου (σκυρόδεμα) αυξάνει τους ρυθμούς εκσκαφής και αυτοί με τη σειρά τους τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις οι οποίες είναι συνήθως καταστροφικές και μη αναστρέψιμες. Αυτό επηρεάζει το οικοσύστημα και απειλεί την μακροχρόνια ευημερία. Όσο η άμμος γίνεται πιο σπάνια τόσο οι χώρες και οι εταιρείες εξερευνούν νέες αποθέσεις για να εισάγουν. Για παράδειγμα, το λιώσιμο των πάγων στον αρκτικό κύκλο δημιουργεί πρόσβαση σε πιθανά ιζήματα. Οι μακροχρόνιες επιπτώσεις τη εκτεταμένης εκσκαφής άμμου δεν είναι πλήρως κατανοητές από πολλούς ερευνητές (Da and P. Le Billon, 2022). Δεδομένου ότι οι έρημοι αποτελούν σχεδόν το 20% της Γήινης χέρσου και ότι το 20-30% των ερήμων καλύπτεται από άμμο, φαίνεται πως το παγκόσμιο πρόβλημα ζήτησης άμμου λύνεται εύκολα (Gavriletea , 2017). Η κοινή λογική δείχνει την έρημο Σαχάρα ως μία πηγή άμμου όπου τα αποθέματα της είναι σχεδόν ανεξάντλητα, όμως έχει υποστεί ισχυρή αποσάθρωση με τον αέρα που την έχει κάνει σφαιρική και όχι τραχιά. Επίσης, δεν είναι όλοι οι τύποι άμμου χρήσιμοι στην αγορά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το Κατάρ ,περιτριγυρισμένο από άμμο, εισάγει άμμο και χαλίκια και συγκεκριμένα το 2012 δαπάνησε περί τα 6.5 δισεκατομμύρια δολάρια για τις ανάγκες του (Gavriletea , 2017).

Η εξόρυξη άμμου μπορεί να λάβει πολλές μορφές που κυμαίνονται από τη συλλογή χειρονακτικά έως τα γιγαντιαία λατομεία και τις τεράστιες μηχανές παραγωγής (Da and P. Le Billon, 2022). Ιδανικές περιοχές είναι αυτές κοντά σε υδάτινες περιοχές όπου οι μεταφορά τους γίνεται πιο εφικτή αλλά και επειδή βρίσκονται κοντά σε πόλεις όπου η ζήτηση είναι υψηλή. Ένα μεγάλο ποσοστό των μεγαλουπόλεων βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη από 100 χιλιόμετρα από τη θάλασσα. Μία άλλη μέθοδος είναι η θραύση και κονιοποίηση πετρωμάτων και χαλικιών σε μικρότερα κομμάτια καταλληλότερα για χρήσεις σε τεχνικά έργα και κατασκευές. Επιθυμητές είναι οι περιοχές κοντά σε σημεία ζήτησης. Βάσει στοιχείων του Υπουργείου Ενέργειας στην Ελλάδα το 2010 παρήχθησαν 78 εκ. τόνοι αδρανών υλικών ενώ από το 2011-2019 κατά μέσο όρο κάθε χρόνο μόνον 36 εκ τόνοι. Στην Ευρώπη (Πίνακας 1), η μέση ετήσια κατανάλωση ,ανά κάτοικο, αδρανών υλικών είναι 6 τόνοι ενώ στην Ελλάδα 3,8 τόνοι. Η Ευρωπαϊκή ζήτηση σε αδρανή υλικά εκτιμάται στα 2.7 δις τόνοι τον χρόνο (Bathrellos and Skilodimou, 2022). Πολλές χώρες ,που θεσπίζουν περιβαλλοντικός φιλικότερους νόμους, προωθούν “πράσινα” προϊόντα για να παραμείνουν ανταγωνιστικές. Η αύξηση της τιμής του πετρελαίου κίνησης (αποτελεί >25% του κόστους παραγωγής ενός λατομείου αδρανών), των ορυκτελαίων, των ανταλλακτικών, των εκρηκτικών υλών σε συνδυασμό με τη χαμηλή τιμή πώλησης έχει αποθαρρύνει του επενδυτές. Μάλιστα για την παραγωγή ενός τόνου αδρανών υλικών απαιτούνται 0,8-1,15 λίτρα πετρελαίου. Ενθαρρυντικό είναι το γεγονός ότι βάσει του Product Complexity Index (PCI), το 2015, η άμμος κατείχε την 935η θέση από τα 1219 προϊόντα (Gavriletea , 2017). Δηλαδή δεν είναι ένα περίπλοκο προϊόν και ως εκ τούτου δεν απαιτείται ιδιαίτερη γνώση, ικανότητες ή τεχνολογία για να παραχθεί.

	Total Number of Producers (Companies)	Total Number of Extraction Sites (Quarries and Pits)	Sand & Gravel (millions tonnes)	Crushed Rock (millions tonnes)	Marine Aggregates (millions tonnes)	Manufactured Aggregates (millions tonnes)	Recycled Aggregates (millions tonnes)	Total Production (millions tonnes)
Albania	205	205	7.0	5.5	0.0	0.0	0.0	15
Austria	1069	1363	63.0	33.0	0.0	3.0	4.0	103
Belarus	100	80	28.8	26.5	0.0	0.0	0.0	55
Belgium	84	117	5.0	40.0	7.0	1.0	22.0	75
Bosnia-Herzegovina	15	30	10.0	4.0	0.0	0.0	0.0	14
Bulgaria	217	295	12.1	21.2	0.0	0.0	1.0	34
Croatia	138	225	4.5	14.9	0.0	0.0	0.0	19
Cyprus	24	24	0.0	8.4	0.0	0.0	0.5	9
Czech Rep	168	380	20.0	42.0	0.0	0.0	0.0	62
Denmark	142	372	38.8	0.5	6.6	0.5	3.0	49
Estonia	170	290	10.0	7.8	0.0	0.0	0.0	18
Finland	1500	2140	23.8	51.0	0.0	0.0	2.0	77
France	1735	3012	122	199	6.5	4.0	67.0	399
Germany	1338	2691	255	215	8.0	30.0	72.0	580
Greece	109	198	0.2	42.0	0.0	0.0	1.0	45
Hungary	399	540	48.0	21.0	0.0	0.0	0.0	69
Iceland	28	56	1.8	0.5	0.4	0.0	0.0	3
Israel	18	30	62.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62
Ireland	104	430	8.0	30.0	0.0	0.0	0.0	38
Italy	1120	2800	66.0	92.0	0.0	6.0	0.0	164
Latvia	55	105	9.2	2.5	0.0	0.0	0.0	12
Lithuania	70	220	11.4	7.3	0.0	0.0	0.0	19
Luxembourg	7	13	0.2	1.0	0.0	3.0	0.0	4
Macedonia (North)	8	20	2.0	3.0	0.0	0.0	0.0	5
Malta	5	10	0.4	1.0	0.0	0.0	0.4	2
Moldova	30	130	5.0	2.0	0.0	0.0	0.0	7
Montenegro	28	36	0.5	2.0	0.0	0.0	0.0	3
Netherlands	237	280	54.1	0.0	14.5	0.0	22.5	91
Norway	793	1023	13.9	94.4	0.0	0.0	0.5	109
Poland	1547	2816	183	79.0	1.0	2.0	7.0	272
Portugal	242	242	8.9	32.0	0.0	0.0	0.2	41
Romania	995	1090	67.5	19.8	0.0	0.0	0.0	87
Russia	1181	1485	435	268	0.0	10.0	10.0	723
Serbia	20	65	12.5	10.5	0.0	0.0	0.0	23
Slovakia	173	246	12.2	16.2	0.0	0.1	1.2	30
Slovenia	97	146	1.4	9.6	0.0	0.0	0.0	11
Spain	1056	1848	44.6	96.8	0.0	1.0	3.5	146
Sweden	704	1391	12.0	81.8	0.0	5.2	1.0	100
Switzerland	530	535	38.7	4.8	0.0	0.0	4.6	48
Turkey	1055	1165	15.9	204	0.1	0.0	0.0	220
Ukraine	140	140	16.0	72.0	0.0	0.0	0.0	88
UK	588	1301	49.8	137	13.4	7.4	64.9	272
42 Countries	18444	29385	1781	1998	38	73	288	4198
EU-28 + EFTA	15444	26199	1186	1401	37	65	278	2966
EU-28 only	14095	24385	1132	1301	37	65	273	2826

Πίνακας 1. Αναμενόμενη παραγωγή αδρανών υλικών στην Ευρώπη για το 2019. (Πηγή: UEPG (European Aggregates Association))



Εικόνα 4. Η παραγωγή αδρανών υλικών το 2019 (σε εκατομμύρια τόνους ανά χώρα και είδος). Η Ελλάδα κατέχει την 23η θέση με ~50 εκ. τόνους στην Ευρώπη. (Πηγή: UEPG)

Τέλος, η έρευνα για τη δυνατότητα υποκατάστασης φυσικών αδρανών υλικών από ανακύκλωση σκυροδέματος συνεχίζεται τα τελευταία χρόνια επιτυχώς. Παρατηρήθηκε πως τα απόβλητα από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ) καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (Χ.Υ.Τ.Α.) και δεν θεωρείται περιβαλλοντικά βιώσιμη τακτική. Μάλιστα, στην παραγωγή σκυροδέματος οφείλεται το 8% των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (Bampanis, 2023). Τα ανακυκλωμένα αδρανή υλικά διακρίνονται σε 3 κύριες κατηγορίες: α) Ανακυκλωμένα αδρανή Σκυροδέματος (ΑΑΣ), β) Μεικτά ανακυκλωμένα αδρανή (ΜΑΑ), γ) Ανακυκλωμένα αδρανή τοιχοποιίας (ΑΑΤ). Η ανάγκη για την ανακύκλωση τους είναι μείζονος σημασίας αφού τα ΑΕΚΚ αντιστοιχούν στο 30% όλων των αποβλήτων που παράγονται στην Ευρώπη. Περίπου 10 δις τόνοι ΑΕΚΚ παράγονται στην Γη κάθε χρόνο, ενώ καταλαμβάνουν το 35%-65% των Χ.Υ.Τ.Α του πλανήτη (Bampanis, 2023).

Τα ανακυκλωμένα αδρανή έχουν ποικίλες εφαρμογές στις κατασκευές όπως χύδην γεμίσματα, πλήρωση βάσης για αποχετευτικές κατασκευές, αδρανή για οδοποιία και προστασία όχθης ποταμών. Βέβαια, η χρήση τους σε δομικό σκυρόδεμα είναι περιορισμένη αφού η ποιότητα τους είναι ανομοιογενής και οι μηχανικές ιδιότητες τους είναι χαμηλές. Επίσης, η κατανάλωση τους σε εφαρμογές δόμησης περιορίζεται λόγω ζητημάτων που συνδέονται με την ποιότητα.

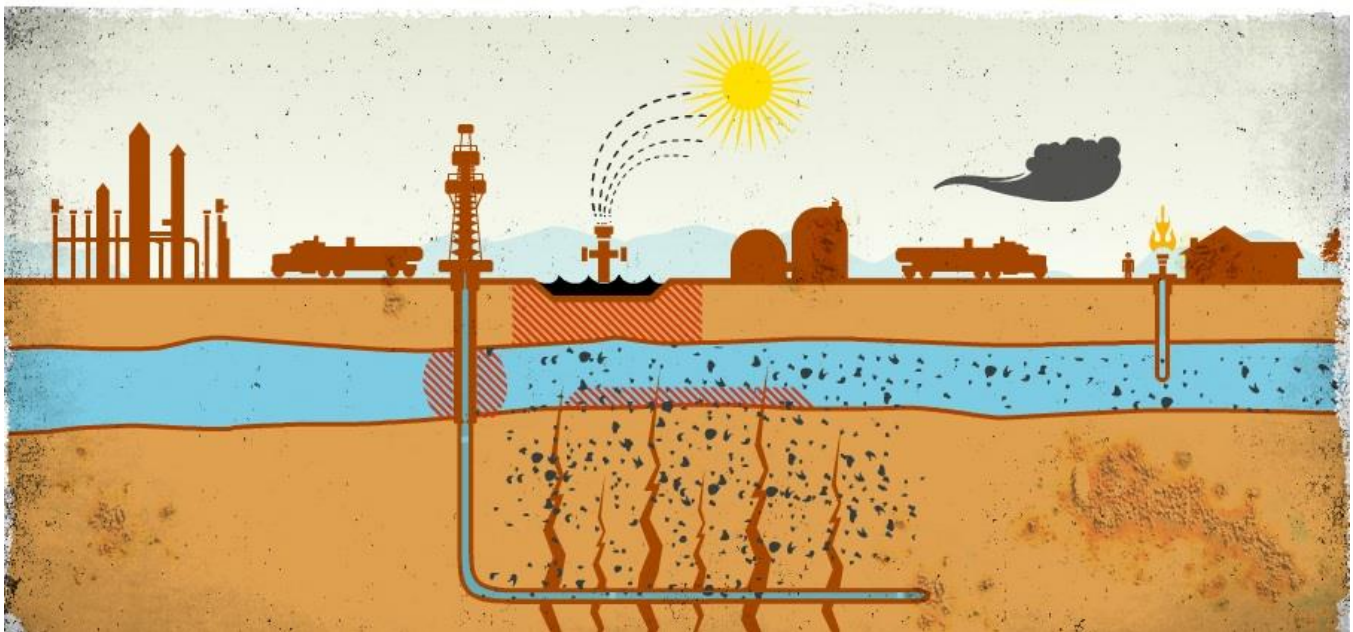
Τις τελευταίες δύο δεκαετίες, η παγκόσμια παραγωγή σκυροδέματος έχει αυξηθεί τρεις φορές, από το 1.1 δις τόνοι στο 3.27 δις τόνοι και εκτιμάται να φτάσει τα 4.83 δις τόνοι μέχρι το 2030 (Bampanis, 2023). Όσο αυξάνεται η ζήτηση για σκυρόδεμα τόσο θα αυξάνεται και η αντίστοιχη για τα αδρανή υλικά. Οι φυσικοί πόροι λιγοστεύουν και τείνουν να εξαντληθούν. Έτσι, η ανθρωπότητα καλείται να εντοπίσει νέες πηγές αδρανών υλικών όπως τα ΑΕΚΚ (Da and P. Le Billon, 2022).

1.2 ΧΡΗΣΕΙΣ ΑΜΜΟΥ

Οι χρήσεις της άμμου (επεξεργασμένη και μη) με το πέρασμα του χρόνου όλο και αυξάνονται. Μερικές δευτερεύουσες χρήσεις της άμμου είναι οι εξής:

- ως πληρωτικό λιπασμάτων (fertilizer fillers),
- ως καθαριστικό νερού (από διάφορα οργανικά μικροσωματίδια και μη),
- σε καλλιέργειες (οι ρίζες μεγαλώνουν καλύτερα σε αμμώδη χώματα επειδή το νερό ρέει καλύτερα μέσα τους),
- ως βάση σε ενυδρεία,
- υπό πίεση με τη μέθοδο της αμμοβολής κ.α.

Από τη δεκαετία του 1950 και μετά, η λεγόμενη “Fracking Sand” (Εικόνα 5) χρησιμοποιείται στην εξόρυξη πετρελαίου και φυσικού αερίου από σχηματισμούς πετρελαϊκών σχιστόλιθων. Αποτελείται κυρίως από φυσική κρυσταλλική χαλαζιακή άμμο η οποία εισέρχεται στην γεώτρηση και έχει κρίσιμο ρόλο στην βέλτιστη αξιοποίηση της.



Εικόνα 5. Χρήση της ‘fracking sand’ στην εξόρυξη πετρελαίου (Πηγή: www.w-t-w.org)

Παρακάτω αναφέρονται οι βασικότερες χρήσεις της άμμου, οι οποίες θα εξεταστούν εκτενώς:

- Στην βιομηχανία σκυροδέματος και κατασκευών
- Στην παρασκευή ύελου
- Στην τουβλοποιία
- Εγγειοβελτιωτικά έργα ακτογραμμής
- Έργα ανάπλασης ακτών

1.2.1 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ - ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Στην βιομηχανία σκυροδέματος (Εικόνα 6) , δηλαδή για χρήση σε κατασκευές, η άμμος που χρησιμοποιείται είναι κυρίως τεχνητή και λιγότερο φυσικής προέλευσης. Τα κύρια συστατικά ενός σκυροδέματος είναι το νερό, το τσιμέντο και τα αδρανή υλικά (π χ άμμος (0-4 mm) , πετρώματα, θρυμματισμένες πέτρες και άλλα κοκκώδη υλικά) , σε συγκεκριμένες αναλογίες, τα οποία δίνουν σε αυτό τον απαραίτητο όγκο, αντοχή και δύναμη που χρειάζεται. Οι αναλογίες στις οποίες τα προηγούμενα συστατικά θα χρησιμοποιηθούν είναι πολύ κρίσιμες. Τα αδρανή υλικά αποτελούν το 60-75% του τελικού όγκου του σκυροδέματος (Bampanis, 2023).

Κατά το ευρωπαϊκό πρότυπο τσιμέντο είναι μία υδραυλική κονία, δηλαδή ένα λεπτοαλεσμένο ανόργανο υλικό το οποίο όταν αναμειχθεί με νερό σχηματίζει μία πάστα που λόγω των αντιδράσεων ενυδάτωσης πηζει και σκληραίνει έχοντας έκτοτε την ικανότητα να διατηρεί τις αντοχές της και τη σταθερότητα της ακόμα και κάτω από το νερό. Ο βασικός τύπος τσιμέντου είναι το Portland. Παρασκευάζεται υπό αυστηρά ελεγχόμενους χημικούς συνδυασμούς ασβεστίου, πυριτίου, αλουμινίου, σιδήρου και άλλων συστατικών (MacLaren and White, 2003). Ασβεστόλιθος, θαλάσσια κοχύλια και κιμωλία συνδυασμένα με σχιστόλιθο, πηλό, σκωρία υψικαμίνων, χαλαζιακή άμμο και ορυκτά του σιδήρου είναι τα κοινά συστατικά του τσιμέντου τύπου Portland. Όταν θερμανθούν σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες δημιουργούν μία πετρώδη ουσία η οποία όταν συνθλιφτεί δίνει μία λεπτή σκόνη τσιμέντου. Η ονομασία προήλθε από την ομοιότητα του με τις εξαιρετικής ποιότητας πέτρες χτισίματος που εξορύσσονται στην περιοχή του Portland στην νότια Αγγλία (Ασπιώτης, 2022). Μερικά σημαντικά ιστορικά στοιχεία για το τσιμέντο είναι η ανακάλυψη ότι η ασβεστοποίηση ασβεστολιθικών πετρωμάτων που περιέχουν άργιλο παράγει ασβέστη που σκληραίνει κάτω από την επιφάνεια του νερού (υδραυλικός ασβέστης) από τον John Smeaton το 1793, η υπόδειξη ακριβέστερον αναλογιών για τις πρώτες ύλες και καταλληλότερες θερμοκρασίες για έψηση από τον I.C.Johnson το 1845. Επίσης το 1850 ιδρύεται το πρώτο εργοστάσιο τσιμέντου στην Γαλλία ενώ το 1902 ιδρύεται στην Ελλάδα (Ελευσίνα) από την εταιρεία TITAN. Τέλος, το 2014 εφαρμόζεται ο ΕΛΟΤ 206:2013 (Ασπιώτης, 2022). Το τσιμέντο αποτελεί το 10-15% κ.ο. του σκυροδέματος.



Εικόνα 6. Έκχυση σκυροδέματος (Πηγή: www.checkatrade.com)

Τα κύρια συστατικά (και οι περιεκτικότητες) του τσιμέντου Portland είναι τα εξής (Ασπιώτης, 2022):

- Κλίνκερ τσιμέντου Portland (K)
- Κοκκοποιημένη σκωρία υψικαμίνων (S)
- Ποζολανικά υλικά (P,Q)
 - Φυσικές Ποζολάνες (P)
 - Φυσικές ψημένες ποζολάνες (Q)
- Ιπτάμενες τέφρες (V,W)
 - Πυριτική ιπτάμενη τέφρα (V)
 - Ασβεστούχος ιπτάμενη τέφρα (W)
- Ψημένος σχιστόλιθος (T)
- Ασβεστόλιθος (L,LL)
- Πυριτική παιπάλη (D)

Μερικά παγκόσμια πρότυπα (ASTM C 295 2019; DIN EN 932 1996; DIN EN 933 2015) έχουν θεσπιστεί για την καταλληλότητα των ακατέργαστων κλαστικών υλικών ως προς την χρήση τους στην βιομηχανική παρασκευή σκυροδέματος (Szilagyi et al, 2021). Αυτά επιτυγχάνονται βάσει συμβατικών ορυκτολογικών και πετρογραφικών μεθόδων. Επίσης, η κοκκομετρική ανάλυση μεγέθους και σχήματος των κόκκων είναι θεμελιώδης ώστε να προσδιοριστούν οι αντίστοιχες ιδιότητες (Szilagyi et al, 2021). Παιπάλη χαρακτηρίζεται το λεπτόκοκκο υλικό που διέρχεται από το κόσκινο τετραγωνικής οπής No 200 (0,075 mm). Η παιπάλη μπορεί να είναι άργιλος, πηλός ή σκόνη από το ίδιο το πέτρωμα (Λίτινας, 2023). Βρίσκεται κολλημένη πάνω στην επιφάνεια των κόκκων, εμποδίζοντας την πρόσφυση αδρανών με το κονίαμα ή σχηματίζει συσσωματώματα (σβώλους), δημιουργώντας αδύνατα σημεία στη μάζα του σκυροδέματος. Η παιπάλη έχει γενικά την ιδιότητα να αυξάνει την αναγκαία ποσότητα του νερού στο σκυρόδεμα και να ελαττώνει αντίστοιχα την αντοχή του. Σύμφωνα με τον ΚΤΣ-97 για τα αδρανή που χρησιμοποιούνται στο σκυρόδεμα, το μέγιστο επιτρεπτό ποσοστό παιπάλης δεν πρέπει να υπερβαίνει το 16% για την άμμο και το 1% για τα χονδρόκοκκα υλικά. Η πυριτική άμμος στην βιομηχανία τσιμέντου χρησιμοποιείται ως πυριτικό πρόσθετο.

Επίσης σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ 408 (ΦΕΚ 1561B/02-06-2016), ορισμένες ουσίες (χημικές ενώσεις) θεωρούνται επιβλαβείς για τη χρήση στη παραγωγή σκυροδέματος, αυτές είναι οι παρακάτω (Λίτινας, 2023):

1. Ενώσεις του Θείου (ανυδρίτης, γύψος) , SO₃ <1%
2. Ενώσεις του Σιδήρου
3. Νιτρικά Άλατα και Αλογόνα, Cl <0,2%
4. Ενώσεις του μολύβδου ή του ψευδαργύρου
5. Χλωριόντα 1<%
6. Πυριτικοί άργιλοι (ασβεστίου, νατρίου, καλίου)
7. Αποσαθρώσιμα συστατικά (αργιλικό σχιστόλιθοι)
8. Οργανικές ουσίες
- 9 Γαιάνθρακες ή λιγνίτες <1%
10. Κερατόλιθοι <5%
11. Δολομίτης.

Η παρουσία παιπάλης /αργίλου (<0.075 mm) είναι ανεπιθύμητη για το σκυρόδεμα διότι προκαλεί διόγκωση μετά τον κορεσμό του αδρανούς με νερό και περιβάλλει τους κόκκους του αδρανούς με αποτέλεσμα να λειτουργεί ως λιπαντικό. Η δοκιμή ισοδύναμης άμμου (sand equivalent) γίνεται για να διαπιστωθεί η παρουσία επιβλαβών ποσοτήτων αργίλου στα αδρανή υλικά (Lafarge). Παράλληλα επιδρά ιδιαίτερα αρνητικά στην υγρή απορρόφηση των αδρανών, άρα και στο λόγο νερού/τσιμέντο του σκυροδέματος. Σύμφωνα με το όριο της προδιαγραφής ΕΛΟΤ 408 το αποτέλεσμά της πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 65%. Τελευταία, ένας ακριβέστερος έλεγχος, η μέθοδος του μπλε του μεθυλενίου (methylene blue method) αναπτύσσεται σε Ευρωπαϊκά Πρότυπα αδρανών, η οποία προβλέπει με μεγαλύτερη ασφάλεια τις επιβλαβείς προσμίξεις για την άμμο (Lafarge). Η ύπαρξη οργανικής ύλης, μαρμαρυγιών, σίδηρο και μαγγάνιο - οξειδία, λεπτόκοκκο πυριτικό υλικό είναι επίσης ανεπιθύμητες ιδιότητες των αδρανών.

Το σχήμα ή η μορφή των κόκκων επηρεάζει, άσχετα με το μέγεθός τους, κατά ποικίλους τρόπους τις ιδιότητες του σκυροδέματος (Al-Thaiyry, 2018). Κυρίως επηρεάζει την εργασιμότητα με την εσωτερική τριβή τους. Η σφαιρική μορφή παρουσιάζει μεγαλύτερη ευκινησία (εργασιμότητα) του υλικού. Όσο η μορφή των κόκκων γίνεται πιο πεπλατυσμένη, αυξάνεται η μεταξύ τους τριβή και η ειδική επιφάνεια, με αποτέλεσμα τη μείωση της εργασιμότητας και την αύξηση της απαίτησης σε νερό. Η αύξηση της πολυγωνικότητας των κόκκων βελτιώνει τη στήριξη των κόκκων μεταξύ τους, καθώς και την πρόσφυση με το κονίαμα (αύξηση της επιφάνειας επαφής). Η μορφή και το σχήμα των κόκκων καθορίζονται με το δείκτη πλακοειδούς (flakiness index) και με το δείκτη σχήματος (shape index), όπως περιγράφονται στα πρότυπα EN 933-3 & EN 933-4, αντίστοιχα. Ο δείκτης πλακοειδούς για τα συνήθη αδρανή κυμαίνεται στην περιοχή του 10%.

Άλλα χαρακτηριστικά και έλεγχοι αδρανών υλικών είναι τα εξής (Πηγή: www.Lafarge.gr):

Φαινόμενη πυκνότητα: Είναι η μάζα του αδρανούς προς τον όγκο του δοχείου στο οποίο περιέχεται. Ενδεικτικές τιμές: άμμος 1,6 t/m³, γαρμπίλι 1,55 t/m³, χαλίκι 1,55 t/m³).

Ειδικά βάρη, Υδαταπορρόφηση: Χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των αναλογιών των υλικών στη Μελέτη Σύνθεσης σκυροδέματος. Ενδεικτικές τιμές: Χονδρόκοκκα αδρανή: Ειδικό βάρος= 2,67 kg/L, Υδαταπορρόφηση = 0,6 % Λεπτόκοκκα αδρανή: Ειδικό βάρος= 2,65 kg/L, Υδαταπορρόφηση = 2 %

Αντοχή σε θρυμματισμό – Δοκιμή Los Angeles: Με τη δοκιμή Los Angeles προσδιορίζεται η αντοχή σε τριβή και κρούση των χονδρόκοκκων αδρανών. Τα ασβεστολιθικά αδρανή παρουσιάζουν φθορά περίπου 25-28%, φτάνουν τα 32-35% και μερικές φορές είναι δυνατό να προσεγγίζουν το 40% που αποτελεί το ανώτατο όριο της προδιαγραφής ΕΛΟΤ 408. Σύμφωνα με το πρότυπο EN 12620 τα αδρανή κατατάσσονται σε 8 κατηγορίες με το διακριτικό LA και δείκτη το συντελεστή φθοράς, π.χ. LA30.

Υγεία πετρώματος αδρανών: Με τη δοκιμή υγείας πετρώματος (EN 1367-2 Δοκιμή θεικού μαγνησίου) εκτιμάται η αντοχή των αδρανών σε καιρικές μεταβολές (ψύξης/απόψυξης νερού) που προσομοιώνονται με κύκλους διαδοχικής εμβάπτισης των αδρανών σε κορεσμένο διάλυμα MgSO₄ και ακόλουθη ξήρανση. Το συσσωρευόμενο MgSO₄ ανακρυσταλλώνεται και ενυδατώνεται διαδοχικά στους πόρους των κόκκων, δημιουργώντας φθορά λόγω διογκώσεως. Τυπική τιμή φθοράς: 3%-5%.

Αντοχή μητρικού πετρώματος: ΕΛΟΤ 408: ελάχιστη τιμή 65 MPa. Τυπικές τιμές 70-100 MPa.

Η **παρουσία** πολλών λεπτόκοκκων σωματιδίων έχει ως αποτέλεσμα (Lafarge):

- Την αύξηση της απαίτησης σε νερό στο σκυρόδεμα.
- Μεγάλη επίδραση στην εργασιμότητα και στην αντοχή του σκυροδέματος.

Η **έλλειψη** λεπτόκοκκων σωματιδίων (περισσότερα χονδρόκοκκα αδρανή) έχει ως αποτέλεσμα:

- Την ανομοιογένεια του τελικού προϊόντος (μη συνεκτικό υλικό).
- Μεγαλύτερη ανάλωση τσιμέντου στο σκυρόδεμα.

Ο προσδιορισμός της επιφανειακής υγρασίας, του περιεχομένου σε νερό, της απορροφητικότητας, του ειδικού βάρους, της πυκνότητας, του πορώδους και της ολικής ορυκτολογικής και χημικής σύστασης είναι αναγκαίος και κρίσιμος (Bampanis, 2023). Εν τέλει, όλα τα παραπάνω καθορίζουν την μηχανική απόδοση (αντίσταση στην τριβή, στον κατακερματισμό και την στίλβωση), την αντοχή στις περιβαλλοντικές συνθήκες και την χημική σταθερότητα (η αστάθεια προκαλείται από βλαβερές χημικές αντιδράσεις) του παραγόμενου σκυροδέματος (Szilagyi et al, 2021).

Στο εμπόριο κυκλοφορούν τουλάχιστον 7 είδη άμμου ικανές να αξιοποιηθούν στην παρασκευή σκυροδέματος: (Constro Facilitator, 2022)

Concrete Sand - Άμμος σκυροδέματος : Παράγεται από θρυμματισμένο σκυρόδεμα με ένα μίγμα ασφάλτου και τσιμέντου. Συνθλίβεται στο λατομείο και φιλτράρεται ώστε να αφαιρεθούν τα μεγάλα πετρώδη θραύσματα. Αναμιγνύοντας άμμο και νερό μειώνεται η τραχύτητα της και μπορεί να καλύψει κενά μεταξύ πιο τραχών αδρανών υλικών. Επειδή οι κόκκοι της είναι μικροί, είναι ιδανική για κατασκευή μαλακών πεζοδρομίων. Παρέχει θεμελιώδη ακαμψία στη βάση ενός κτιρίου.

Fill Sand - Άμμος πλήρωσης : Είναι ένα ανακυκλωμένο παραπροϊόν (αδρανών) από θρυμματισμένα τούβλα, πλακάκια και σκυροδέματος κατάλληλα για χρήση ως βάση σε σκυρόδεμα, λιθόστρωση και διαδρόμους. Επίσης, είναι χρήσιμη για να καλύψει τα χαρακώματα περιμετρικά σωλήνων όμως όχι για ηλεκτρικούς αγωγούς λόγω της τραχύτητας της. Οι έξοχες συμπαγής ιδιότητες της την καθιστούν κρίσιμο υλικό για διάφορες χρήσεις κατά τη διάρκεια ανέγερσης ενός κτιρίου. Έχει πολλά πλεονεκτήματα σε υγρές επιφάνειες τις οποίες μονώνει.

Coarse Sand - Τραχιά Άμμος : Είναι ιδανική για συστήματα αποχέτευσης και σωληνώσεις ως υλικό βάσης για πλάκες ή επιστρώσεις σκυροδέματος. Επίσης όταν αναμιχθεί φυτόχωμα και φύλλα δημιουργεί βέλτιστες συνθήκες φυτέματος τεχνητού γκαζόν.

Utility Sand : Αυτός ο τύπος άμμου παράγεται από υψηλής ποιότητας βιομηχανικό χαλαζία. Λόγω της ομοιομορφίας του σχήματος των κόκκων της, προσδίδει πολύ καλές μηχανικές ιδιότητες στο σκυρόδεμα. Είναι χρήσιμη σε περιβάλλοντα με έντονη διάβρωση διότι δεν αντιδρά στις επιπτώσεις τους. Η ολοκληρωτική παρουσία φυσικών συστατικών (χαλαζίας) παρέχει μακρόβια σταθερότητα και αντοχή στις κατασκευές.

Pit Sand : Εξάγεται δύο έως τρία μέτρα κάτω από το έδαφος. Συνήθως το χρώμα της είναι κόκκινο έως πορτοκαλί λόγω των οξειδίων σιδήρου που περιέχει. Οι εξαιρετικές συνδετικές ικανότητες της οφείλονται στην απουσία αλάτων και στην μη-αντιδραστική φύση της με την ατμοσφαιρική υγρασία. Οι κόκκοι της είναι κοφτεροί, γωνιώδης και τραχύς.

River Sand - Άμμος ποταμών : Συναντάται στις όχθες ποταμών και ρευμάτων. Τα χρώματα της κυμαίνονται από λευκό έως γκρι. Αποτελείται από καλά στρογγυλεμένες κόκκους και έχει πιο απαλή υφή. Απαιτεί πολύ λιγότερο νερό για την παραγωγή σκυροδέματος από άλλους τύπους άμμου.

Manufactured Sand : Τεχνικά κατασκευασμένη άμμος από θραύση και κονιοποίηση πετρωμάτων (όπως γρανίτες) έως ότου γίνουν μικροί κόκκοι μεγέθους άμμου. Ξεπλένονται και διαχωρίζονται

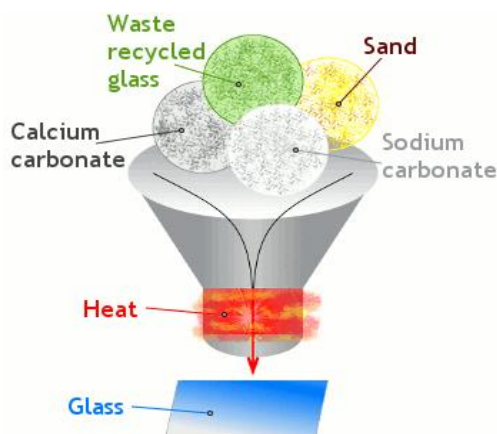
μέσω κοσκινίσματος σε κοκκομετρικά κλάσματα ώστε να ταιριάζουν στις ανάγκες των κατασκευών και να ελαχιστοποιηθούν οι ανομοιογένειες της. Θεωρείται ως υποκατάστατο της άμμου των ποταμών καθώς η τελευταία τείνει προς εξάντληση. Επίσης, το κόστος μεταφοράς είναι μικρότερο αφού οι πηγές 'γρανίτη' είναι περισσότερες και σε μικρότερη απόσταση. Τέλος, προσδίδει υψηλή αντοχή στο σκυρόδεμα (Elavenil and and Vijaya , 2013).

Για την παραγωγή ενός τόνου τσιμέντου αποδίδεται στο περιβάλλον ένας τόνος αερίων του θερμοκηπίου (Ασπιώτης, 2022). Η χημική αντίδραση με την οποία εκλύεται CO₂ στην ατμόσφαιρα είναι η εξής : $5 \text{ CaCO}_3 + 2 \text{ SiO}_2 \rightarrow (3 \text{ CaO}, \text{ SiO}_2) (2 \text{ CaO}, \text{ SiO}_2) + 5 \text{ CO}_2$.

Το σκυρόδεμα είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο σε καιρικές συνθήκες και φυσικά στοιχεία που βλάπτουν τις δομές του τόσο εσωτερικά και εξωτερικά. Το πιο σημαντικό πρόβλημα στην υποβάθμιση του σκυροδέματος είναι το ελεύθερο νερό μέσα στο σύστημα του (MacLaren and White, 2003). Το εκτεθειμένο σκυρόδεμα αποσαθρώνεται λόγω της υγρασίας, της ζέστης, του κρύου, του αλατιού, των μυκήτων αλλά και λόγω χημικών ουσιών που εισχωρούν στην δομή του (Da and P. Le Billon, 2022). Υποβαθμισμένες κατασκευές από σκυρόδεμα εμφανίζουν προβλήματα μέσα σε μήνες από την χρήση τους. Σε μερικές χώρες, η υψηλή ζήτηση για στέγαση οδηγεί στην κατασκευή κτιρίων με χαμηλή ποιότητα άμμου ή μη πλυμένης θαλάσσιας άμμου. Έτσι, ανθρώπινες ζωές κινδυνεύουν από φυσικά φαινόμενα όπως οι σεισμοί και τα τσουνάμι.

1.2.2 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΥΕΛΟΥ

Ο τύπος άμμου που χρησιμοποιείται για την παρασκευή υέλου (Εικόνα 7) είναι η χαλαζιακή άμμος η οποία θεωρείται η βασική πηγή διοξειδίου του πυριτίου. Η χημική σύσταση της άμμου θα πρέπει να αποτελείται >98,5% SiO₂, 0,2-1,6% Al₂O₃ και Fe₂O₃ <0,3% ενώ το μέγεθος των κόκκων να είναι 0.075 mm έως 1.18 mm. Η άμμος, που προορίζεται για υαλουργία, πρέπει να είναι εξαιρετικής ποιότητας. Μάλιστα, μόνο το 1% της παγκόσμιας παραγωγής άμμου είναι κατάλληλο αυτής της ποιότητας. Η καθαρότητα της άμμου επηρεάζει απευθείας την διαφάνεια και την αντοχή της υέλου. Το μέγεθος των κόκκων παίζει σημαντικό ρόλο στη διαδικασία αφού αν είναι πολύ αδρόκοκκο τότε δεν θα τηχθεί αποτελεσματικά και θα δημιουργήσει ατέλειες στο τελικό προϊόν. Από την άλλη πλευρά, πολύ αποστρωγγυλωμένοι και λεπτοί κόκκοι ενδέχεται να αιωρηθούν από τους αγωγούς αέρα της καμίνου και να χαθούν.



Εικόνα 7. Διαδικασία παρασκευής υέλου (Πηγή: [What is glass? | How is glass made? - Explain that Stuff](#))

Η διαδικασία παραγωγής υέλου είναι η εξής ([Glass Manufacturing Process | How is Glass made | Saint-Gobain Glass India \(saint-gobain-glass.com\)](#)):

1. Τα κύρια συστατικά (χαλαζιακή άμμος, ασβεστόλιθος (ανθρακικό ασβέστιο), σόδα (ανθρακικό νάτριο) και ανακυκλωμένο γυαλί) ζυγίζονται και διαχωρίζονται σε παρτίδες.
2. Τα ακατέργαστα υλικά εισάγονται σε φούρνο θερμοκρασίας έως 1600 βαθμών Κελσίου και τήκονται.
3. Ύστερα, το τήγμα γυαλί τοποθετείται πάνω σε μία επιφάνεια λιωμένου κασσίτερου και τραβιέται μέσω κυλιόμενων μηχανημάτων ώσπου να ισοπεδωθεί.
4. Ψύχεται έως τους 600 βαθμούς Κελσίου. Τέλος, κόβεται και επεξεργάζεται ανάλογα το τελικό προϊόν.

Η σόδα ($CaCO_3$) χρησιμοποιείται με σκοπό να μειωθεί το σημείο τήξεως της άμμου και να χρειαστεί λιγότερη ενέργεια για την τήξη της. Όμως το γυαλί που θα παραχθεί διαλύεται στο νερό λόγω της προσθήκης σόδας. Ο ασβεστόλιθος μπορεί να αποτρέψει αυτό το φαινόμενο.

1.2.3 ΤΟΥΒΛΟΠΟΙΑ

Τα τούβλα (bricks) αποτελούν ιδιαίτερα σημαντικό μέρος των κατασκευών οικοδομής παντός τύπου. Τα βασικά υλικά από τα οποία αποτελείται είναι η άμμος (πηγή πυριτίου) και οι άργιλοι (πηγή αλουμινίου). Όταν αυτά αναμειχθούν με νερό σε ακριβής αναλογίες, αποκτά μεγαλύτερη πλαστικότητα. Έτσι, αυτή η πλαστική μάζα μπορεί πλέον εύκολα να πάρει διάφορες μορφές (καλούπι) και να ξηραθεί. Οποιοδήποτε ράγισμα ή συρρίκνωση θα βλάψει το τούβλο (Εικόνα 8).

Το αργίλιο είναι το βασικό συστατικό και λειτουργεί ως συνδετικό υλικό. Προσδίδει ελαστικότητα στο τούβλο η οποία ασφαλίσει ότι μπορεί να καλουπωθεί. Αυξημένη ποσότητα αργιλίου στην άργιλο μπορεί να προκαλέσει προβλήματα.



Εικόνα 8. Στοιβές τούβλων. (Πηγή: [Plastic And Organic Waste Turned Into Construction Materials \(intelligentliving.co\)](#))

Καλής ποιότητας τούβλα περιέχουν 50-60% πυρίτιο (Πίνακας 2). Το πυρίτιο είναι παρόν είτε σε ορυκτολογικές φάσεις οξειδίου του πυριτίου είτε σε αργιλοπυριτικά ορυκτά. Στην πρώτη παραμένει μηχανικά αναμεμιγμένο με την άργιλο ενώ στην δεύτερη αντιδρά με το αργίλιο και δημιουργεί αργιλοπυριτικές κρυσταλλικές φάσεις. Το πυρίτιο αποτρέπει τα τούβλα από το ράγισμα και τη συρρίκνωση ή στρέβλωση. Όσο περισσότερη η ποσοστιαία αναλογία της άμμου τόσο πιο ομοιόμορφη θα είναι η υφή του τούβλου. Όμως αν η τιμή αυτή ξεπεράσει ένα όριο τότε χάνεται η συνοχή ανάμεσα στα σωματίδια της αργίλου, κάνοντας το τούβλο εύθραυστο με χαμηλές αντοχές. Η συνολική αντοχή των τούβλων βασίζεται ξεκάθαρα στις σωστές αναλογίες πυριτίου και αλουμίνας.

Επίσης, σε μικρές αναλογίες χρησιμοποιείται λειοτριβημένος ασβεστόλιθος και ο ρόλος του είναι σημαντικός. Ο ασβεστόλιθος λειτουργεί ως ευκτητικό υλικό. Περίσσεια ασβεστόλιθου στο τούβλο θα προκαλέσει υαλοποίηση. Η περιεκτικότητα του σε οξείδια του σιδήρου είναι αυτό που προσδίδει στο τούβλο το ερυθρό του χρώμα. Η περιεκτικότητα του σε οργανική ύλη μεγαλώνει το πορώδες στο τούβλο και συνεπάγεται χαμηλότερες αντοχές. Η παρουσία χαλίκων και γενικότερα υλικών μεγαλύτερων του μεγέθους της άμμου είναι επιβλαβή.

SiO ₂	55%
Al ₂ O ₃	30%
Fe ₂ O ₃	8%
MgO	5%
CaO	1%
Οργανική Ύλη	1%

Πίνακας 2. Τα κύρια χημικά συστατικά των τούβλων και η ποσοστιαία αναλογία τους κατά βάρος (Πηγή: [Composition of Bricks - Function of Ingredients - Civil Engineering \(civiltoday.com\)](http://www.civiltoday.com))

1.2.4 ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ ΕΡΓΑ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ / LAND RECLAMATION PROJECTS

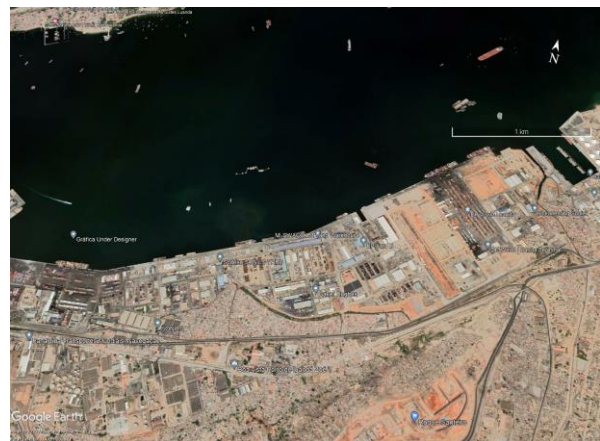
Οι άνθρωποι ανακτούν χέρσο από τη θάλασσα επί αιώνες ώστε να ελέγξουν τις πλημμύρες και να δημιουργήσουν περισσότερη στεριά για γεωργικές χρήσεις ή παράκτιες βιομηχανίες. Παραδοσιακά αυτό υλοποιείται μέσω κατασκευής μιας σειράς αναχωμάτων ώστε να περιοριστούν τα παραθαλάσσια έλη ή αποστραγγίζοντας τα ρηγά παραθαλάσσια ύδατα. Σε άλλες περιπτώσεις, ρεύματα νερού εκτρέπονται ώστε να μεταφέρουν επιπλέον ίζημα σε αυτές τις περιοχές. Στην Ολλανδία, το εν τρίτο της χώρας βρίσκεται κάτω από το επίπεδο της θάλασσας και με τεχνικούς τρόπους τα υπόγεια νερά αντλούνται και εκτρέπονται πίσω στην Βόρεια Θάλασσα.

Οι πρακτικές επέκτασης της χέρσου των λιμανιών είναι ένα παγκόσμιο φαινόμενο που συνεχώς αυξάνεται. Σύμφωνα με την έρευνα των Sengupta et al (2022), όπου χρησιμοποιήθηκαν και εξετάστηκαν δορυφορικές εικόνες παράκτιων πόλεων με πληθυσμό άνω του ενός εκατομμυρίου, ανακάλυψαν πως τα προγράμματα ανάπτυξης σε 106 πόλεις, σε όλο τον κόσμο, συνολικά δημιούργησαν 2.530 τετραγωνικά χιλιόμετρα στεριάς. Σχεδόν το 90% της στεριάς αυτής δημιουργήθηκε στην Ανατολική Ασία. Σημαντικό παράδειγμα είναι η Σαγκάη όπου μόνη της την περίοδο 2000-2020 ανέκτησε 350 τετρ. χιλιόμετρα. Ο πληθυσμός κοντά σε Low Elevated Coastal Zones (LE CZ) ήταν 750 εκατομμύρια έως 1.1 δισεκατομμύρια το 2015 ενώ εκτιμάται αύξηση έως 71% μέχρι το 2050 (Sengupta et al, 2022). Η δορυφορική διάκριση μεταξύ της επέκτασης λόγω φυσικών διεργασιών και της ανθρώπινης παρέμβασης παραμένει δύσκολη σε πολλές περιπτώσεις.

Διακρίνονται 6 βασικοί λόγοι (1. βιομηχανία, 2. μεταφορές/λιμάνια, 3. κατοικίες, 4. αναψυχή, 5. γεωργία, 6. τουρισμός) ,μεγάλης κλίμακας, εγγειοβελτιωτικών έργων ανάπτυξης ακτογραμμής (Sengupta et al, 2022). Η πηγή των δορυφορικών εικόνων 9-20 είναι το Google Earth Pro.



Εικόνα 9. Η βιομηχανική ζώνη της Luanda στην Αγκόλα (Αφρική) το 2000 (Πηγή: Google Earth Pro)



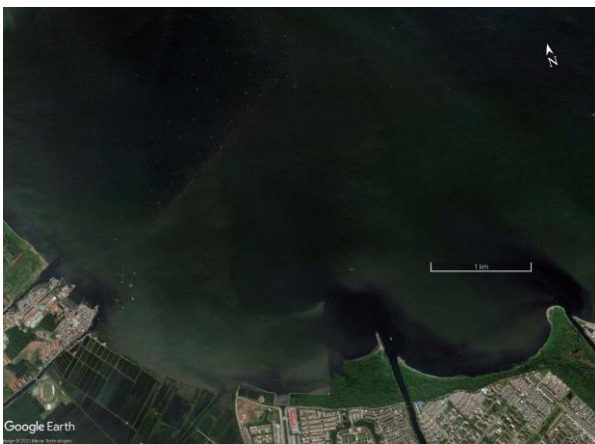
Εικόνα 10. Η βιομηχανική ζώνη της Luanda στην Αγκόλα (Αφρική) το 2022 (Πηγή: Google Earth Pro)



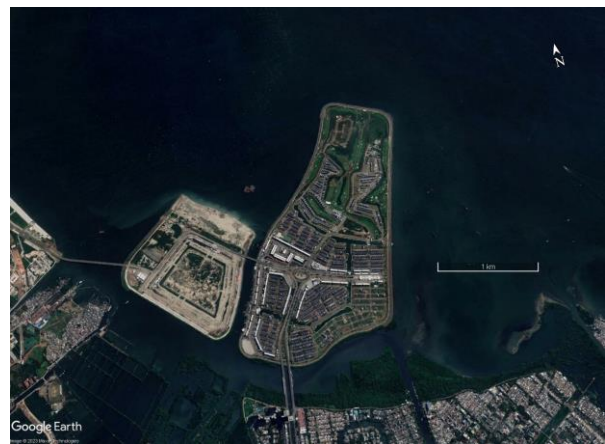
Εικόνα 11. Το λιμάνι του Rotterdam στην Ολλανδία (Ευρώπη) το 2008 (Πηγή: Google Earth Pro)



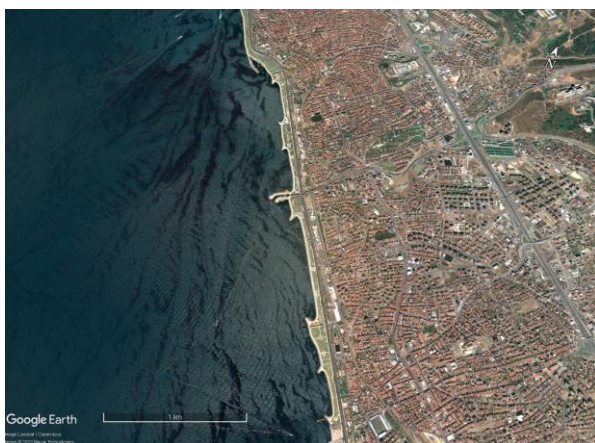
Εικόνα 12. Το λιμάνι του Rotterdam στην Ολλανδία (Ευρώπη) το 2022 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 13. Κατοικίσιμες περιοχές στην Jakarta (Ινδονησία) το 2011 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 14. Κατοικίσιμες περιοχές στην Jakarta, (Ινδονησία) το 2022 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 15. Πάρκο αναφυχής στην Κωνσταντινούπολη (Τουρκία) το 2009 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 16. Πάρκο αναφυχής στην Κωνσταντινούπολη (Τουρκία) το 2022 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 17. Αγροτικές/Γεωργικές περιοχές στην Σαγκάη το 1995 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 18. Αγροτικές/Γεωργικές περιοχές στην Σαγκάη το 2020 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 19. Η μαρίνα στο Muscat του Ομάν (Αφρική) το 2003 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 20. Η μαρίνα στο Muscat του Ομάν (Αφρική) το 2022 (Πηγή: Google Earth Pro)

Η Σιγκαπούρη (Νότια Ασία) (Εικόνες 21 και 22) έχει εισάγει άμμο από την Ινδονησία, την Μαλαισία και άλλες γείτονες της χώρας για να επεκτείνει την χερσαία της έκταση κατά 20% από το 1970. Αυτή η πράξη έχει συνδεθεί με την εξαφάνιση ολόκληρων νησιών στην Ινδονησία. Γενικότερα, τα τελευταία 50 χρόνια η γεωμορφολογία της Σιγκαπούρης έχει αλλάξει ριζικά. Επιπλέον, η Σιγκαπούρη είναι ο μεγαλύτερος εισαγωγέας άμμου στον κόσμο (Gavriletea , 2017).



Εικόνα 21. Η Σιγκαπούρη το 1984 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 22. Η Σιγκαπούρη το 2020 (Πηγή: Google Earth Pro)

Το Sino-Singapore Tianjin Eco-City, Binhai New Area, Βορειοανατολική Κίνα (Εικόνα 23) είναι ένα εγχείρημα μεταξύ των κυβερνήσεων της Κίνας και της Σιγκαπούρης. Η έκταση της νέας πόλης εκτιμάται στα 30 τετραγωνικά χιλιόμετρα και στεγάζει 100.000 ανθρώπους το 2019. Βασικός στόχος είναι η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η βέλτιστη χρήση οικολογικών μέσων μεταφοράς όπως το ποδήλατο.



Εικόνα 23. Sino-Singapore Tianjin Eco-City (Αριστερά- 2000, Δεξιά- 2019) (Πηγή www.tianjineco-city.com)

Αντίστοιχο παράδειγμα στον Ελλαδικό χώρο είναι το λιμάνι του Πειραιά (Εικόνες 24-26). Είναι το μεγαλύτερο της Ελλάδας και της Μεσογείου ενώ στην Ευρώπη κατατάσσεται μέσα στα πρώτα 15 επί σειρά ετών. Η χωρητικότητα του εκτιμάται στα 900.000 τ.μ και τείνει να αυξάνεται μέσω έργων επέκτασης προς την θάλασσα. Έχει υποστεί διάφορες τροποποιήσεις και επεκτάσεις τα τελευταία 40 χρόνια. Εξυπηρετεί πάνω από 7 εκ. επιβάτες κάθε χρόνο.



Εικόνα 24. Πειραιάς 1985
(Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 25. Πειραιάς 2008
(Πηγή: Google Earth Pro)

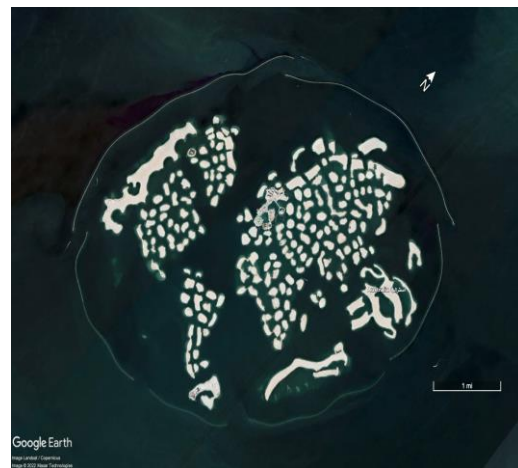


Εικόνα 26. Πειραιάς 2019
(Πηγή: Google Earth Pro)

Στα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα (Ντουμπάι) (Εικόνες 27-30) που βρίσκονται στον Περσικό Κόλπο, το 2001, ξεκίνησε η κατασκευή ενός τεχνητού νησιού σε σχήμα φοίνικα (Palm Jumeirah Island) η οποία ολοκληρώθηκε το 2006. Για την βάση του νησιού χρησιμοποιήθηκαν άμμος και πετρώματα και όχι σίδερα ή σκυρόδεμα. Παρόλο που το Ντουμπάι περιτριγυρίζεται από άμμο της ερήμου, η χρήση της είναι ελλιπής αφού υγροποιείται όταν έρθει σε επαφή με το νερό. Περισσότερα από 100 εκατομμύρια κυβικά μέτρα νερού ανασύρθηκαν από τα βάθη του Περσικού Κόλπου περίπου 10 χιλιόμετρα μακριά από την περιοχή εγκατάστασης. Επίσης, σχεδόν 7 εκατομμύριο τόνοι πετρωμάτων εξορυχθηκαν από τα βόρεια βουνά Hajar. Με αυτά κατασκευάστηκε ο ημισελήνοειδής κυματοθραύστης (μήκους 11 χιλιομέτρων) που προστατεύει το εγχείρημα από τα μεγάλα κύματα και τους δυνατούς ανέμους. Αρχικά, σχεδιάστηκε για να είναι συνεχής αλλά αργότερα παρατηρήθηκε ότι το νερό έγινε στάσιμο και έτσι δημιουργήθηκαν κενά και στις δύο πλευρές ώστε να οξυγονώνεται το νερό μέσω ροής. Η συνολική έκταση του εγχειρήματος είναι 5.6 τετραγωνικά χιλιόμετρα ενώ το κόστος κατασκευής υπολογίζεται στα 12 δις δολάρια. Το Palm Jumeirah ενώνεται με γέφυρες με την χέρσο. Το νησί διαθέτει πλήθος ξενοδοχείων, τουριστικών θέρετρων και κατοικιών.



Εικόνα 27. Διακρίνονται τα 3 μεγάλα εγχειρήματα στο Dubai (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 28. Το εγχείρημα The World (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 29. Το ολοκληρωμένο εγχείρημα Palm Jumeirah Island (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 30. Το μισοτελειωμένο εγχείρημα Palm Jumeirah Island (Πηγή: Google Earth Pro)

1.2.5 ΕΡΓΑ ΑΝΑΠΛΑΣΗΣ ΑΚΤΩΝ / BEACH NOURISHMENT PROJECTS

Ο όρος ανάπλαση ακτογραμμής περιγράφει τη διαδικασία με την οποία ίζημα (συνήθως άμμος), το οποίο έχει παρασυρθεί από την θάλασσα, αντικαθίσταται από νέο υλικό (ανθρωπογενής παρέμβαση) (Εικόνα 31). Είναι μία ήπια παρέμβαση από τεχνικής άποψης. Άλλες πιθανές λύσεις είναι η τοποθέτηση θαλάσσιου τείχους, προτείχισμα κατωφερούς εδάφους, φράγματος ή κυματοθραύστη. Ως τρίτη επιλογή είναι η υποχώρηση δηλαδή η μετεγκατάσταση των κατασκευών εσωτερικότερα της χέρσου. Η διάβρωση των παραλιών είναι ένα παγκόσμιο φυσικό φαινόμενο και δημιουργείται από την συνεχή αύξηση του επιπέδου της θάλασσας (μακροπρόθεσμα) και από την επίδραση καταιγίδων και κακοκαιρίας (βραχυπρόθεσμα).

Το πρώτο σχέδιο ανάπλασης ακτών υλοποιήθηκε μάλλον πριν δύο χιλιάδες χρόνια όπου, σύμφωνα με το θρύλο, ο ρωμαίος αρχηγός Μαρκ Άντονι μετέφερε άμμο από την έρημο της Αιγύπτου σε μία παραλία στην Τουρκία. Με σκοπό η αγαπημένη του, Αιγύπτια Βασίλισσα Κλεοπάτρα, να πατούσε σε χώμα από την πατρίδα της όταν έφτανε στην στεριά. Η παραλία αυτή πήρε το όνομα της από την Κλεοπάτρα και βρίσκεται στην Αλάνια της Τουρκίας. Στη σύγχρονη εποχή, το 1922, το πρώτο πρόγραμμα ανάπλασης ακτών υλοποιήθηκε στο Coney Island της Νέας Υόρκης.



Εικόνα 31. Οχήματα τοποθετούν άμμο σε παραλία (Πηγή: www.rinf.com)

Η ανάπλαση ακτών αποτελεί περιβαλλοντική παρέμβαση και έχει θετικές και αρνητικές συνέπειες:

Θετικά:

1. Πλάτυνση παραλίας
2. Προστασία κατασκευών πίσω από την παραλία
3. Προστασία από καταιγίδες
4. Αύξηση της αξίας των παραπλήσιων ιδιοκτησιών
5. Οικονομική ανάπτυξη μέσω τουρισμού και αναψυχής
6. Επιπλέον βιότοπος για πολλά είδη
7. Ενθαρρύνει νέα βλάστηση να μεγαλώσει η οποία ισορροπεί τα αποτελέσματα της παλίρροιας.
8. Είναι η μόνη περιβαλλοντικά φιλική πρακτική για να αντισταθμίσει την πίεση της διάβρωσης.

Αρνητικά:

1. Η προστιθέμενη άμμος μπορεί να διαβρωθεί όπως και η προηγούμενη
2. Ακριβή μέθοδος με επαναλαμβανόμενη εφαρμογή
3. Περιορισμένη πρόσβαση κατά τη διάρκεια της ανάπλασης
4. Πιθανή καταστροφή θαλάσσιας/χερσαίας ζωής (π.χ. αυγά χελωνών)
5. Δυσκολία εύρεσης επαρκώς παρόμοιων υλικών (ορυκτολογικά, χημικά, κοκκομετρία)

Αν το πλάτος μιας παραλίας αυξηθεί τότε μπορεί να αντιμετωπίσει τις επιπτώσεις φυσικών καταστροφικών φαινομένων (καταιγίδες ,τσουνάμι και ασυνήθιστα μεγάλες παλίρροιες) πιο αποτελεσματικά. Είναι μία διαδικασία επαναλαμβανόμενη σε τακτά χρονικά διαστήματα αφού δεν αφαιρεί τα αίτια διάβρωσης αλλά απλά τις αντισταθμίζει.

Τα παραδείγματα ανάπλασης ακτών είναι πολυάριθμα ανά τον κόσμο λόγω και της κλιματικής αλλαγής που βιώνει ο πλανήτης τα τελευταία εκατό χρόνια. Πολλές τουριστικές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούν άμμο η οποία έχει προέλθει από άλλες παραλίες ,όμως χωρίς αυτήν γίνονται ασταθή, δημιουργώντας σύγκρουση μεταξύ ζήτησης και προσφοράς. Ισχυρίζονται ότι τα κέρδη είναι αρκετά για να καλύψουν το κόστος της ανάπλασης των ακτών. Το ερώτημα που τίθεται είναι αν μπορεί αυτή η δαπανηρή οικονομικώς πρακτική να ανταπεξέλθει στην συνεχή κλιματική αλλαγή η οποία όπως φαίνεται δεν θα είναι προσωρινή.

Η εκμετάλλευση των κοιτασμάτων άμμου μπορεί να προέλθει είτε χερσαία είτε υποθαλάσσια (Gavriletea , 2017). Η υποθαλάσσια εξόρυξη είναι πιο ακριβή διαδικασία από την αντίστοιχη χερσαία, έτσι υλοποιείται κυρίως σε χώρες με προηγμένη οικονομία λόγω του κόστους εξειδικευμένου εξοπλισμού και απαιτούμενων ειδικών περιβαλλοντικών αδειών (Gavriletea , 2017). Η συσσώρευση φυσικής προέλευσης άμμου και χαλικιών αποτελεί τα θαλάσσια αδρανή κοιτάσματα (marine aggregates). Θεωρούνται θαλάσσιοι οικονομικοί πόροι και χρησιμοποιούνται σε κατασκευαστικά έργα αλλά και έργα ανάπλασης ακτών (ειδικά αν αποτελούνται από πλούσια πυριτικά σωματίδια) (Hasiotis et al, 2020). Πλεονέκτημα των θαλάσσιων άμμων είναι η χαμηλή περιεκτικότητα σε ιλύ επειδή τα λεπτόκοκκα υλικά απομακρύνονται κατά την βυθοκόρηση. Το μειονέκτημα τους, σε σχέση με τα χερσαία, είναι η παρουσία αλάτων όπως ο αλίτης (NaCl) και τα θραύσματα από κελύφη. Ο αλίτης είναι ένα ανεπιθύμητο συστατικό για πρώτες ύλες σε κατασκευές υλικά οπότε η άμμος πρέπει να πλυθεί με γλυκό νερό πριν την χρήση (Stamatakis et al , 2015).

Οι θαλάσσιες αποθέσεις έχουν δημιουργηθεί είτε κατά την περίοδο του Πλειστοκαίνου (λόγω θαλάσσιας οπισθοδρόμησης ή επέκτασης) είτε ως αποτέλεσμα σύγχρονων υδροδυναμικών και ιζηματολογικών διαδικασιών (ικανές να διαμορφώσουν την άμμο και τα χαλίκια σε σχηματισμούς υποβάθρου) (Hasiotis et al, 2020). Για παράδειγμα, στο Ηνωμένο Βασίλειο τα θαλάσσια αδρανή υλικά καλύπτουν το 24% των ετήσιων αναγκών της χώρας σε κατασκευαστικά υλικά άμμου και χαλικιών. Επιπλέον, το μέγεθος των κόκκων τους και το σφαιρικό τους σχήμα τα καθιστούν ιδανικά για χρήση σε έργα ανάπλασης ακτών όπως συμβαίνει στις περισσότερες χώρες της Μεσογείου. Δεν υπάρχουν καθορισμένα εθνικά νομοθετικά πλαίσιο ως προς την εξαγωγή και τη χρήση τους. Εξαίρεση αποτελεί η Ισπανία, όπου αυστηροί νόμοι επιτρέπουν τη χρήση τους μόνο για λόγους ανάπλασης ακτών.

Στην Ελλάδα, η προβλεπόμενη διάβρωση των ακτών λόγω κλιματικής αλλαγής στο αρχιπέλαγος του Αιγαίου αποδεικνύει την άμεση ανάγκη για υλικά ανάπλασης ακτών (Gazis et al, 2017). Η προηγούμενη άποψη ενισχύεται λαμβάνοντας υπόψη την άμεση σχέση καλοκαιρινού τουρισμού και οικονομίας για τα νησιά του Αιγαίου. Η έλλειψη πληροφόρησης ως προς τη κατανομή, τον τύπο και τον διαθέσιμο όγκο τέτοιων αποθέσεων δημιουργεί κλίμα αβεβαιότητας ως προς την χρήση τους. Για παράδειγμα, το ερευνητικό πρόγραμμα Marine Aggregates Prospecting and Exploitation (M.A.R.E.), των Stamatakis et al. (2015), ανέδειξε πλήθος περιοχών με δυνατότητες εξόρυξης υποθαλάσσιων αδρανών υλικών. Εκτενής έρευνα έγινε στη Λέσβο στη βορειοανατολική πλευρά του Αιγαίου. Παρατηρήθηκε ότι μεγάλος αριθμός τουριστικών παραλιών πλήττεται από διάβρωση και πρέπει να αντιμετωπιστεί με βιώσιμες ενέργειες ως προς το περιβάλλον. Υπολογίστηκε ότι 70.000 κυβικά μέτρα άμμου μπορούν να αντισταθμίσουν το πρόβλημα (Hasiotis et al, (2020). Επίσης, το 82% των παραλιών της Λέσβου έχει χαρακτηριστεί με μικρή ή μηδαμινή ανθρώπινη επέμβαση (Hasiotis et al, 2020). Η έρευνα συμπεριέλαβε συλλογή και ανάλυση βαθυμετρικών στοιχείων και σεισμικών δεδομένων υψηλής ανάλυσης αλλά και επιφανειακή δειγματοληψία ιζημάτων. Τα δείγματα αναλύθηκαν ως προς την ορυκτολογία και την κοκκομετρία τους. Η παρουσία θαλάσσιων λιβαδιών από *Posidonia oceanica* (Εικόνα 32) ως προστατευόμενο είδος (European Directive 92/43/EOC) σχεδόν σε όλες τις Ελληνικές ακτές μέχρι το βάθος των 30 μέτρων, τοπικής κλίμακας αλιείας, τουριστικής δραστηριότητας, υδατοκαλλιιεργιών κ.α. πρέπει να ληφθούν υπόψη λεπτομερώς πριν από οποιαδήποτε επιχείρηση ανάπλασης ακτής (Gazis et al ,2017). Το *Posidonia oceanica* έχει πολύ υψηλή ικανότητα απορρόφησης άνθρακα καθώς είναι σε θέση να απορροφά 15 φορές περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα κάθε χρόνο από ένα αντίστοιχο μεγέθους του δάσους του Αμαζονίου.



Εικόνα 32. *Posidonia Oceanica* (Πηγή: www.teamseagrass.com)

1.3 ΤΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΕΡΙ ΑΜΜΟΛΗΨΙΩΝ

Με τον όρο αμμοληψία χαρακτηρίζεται η εξόρυξη και αφαίρεση άμμου από παραλίες ή κοίτες ποταμών ή όχθες ποταμών και λιμνών. Αυτοί οι κοινόχρηστοι χώροι ανήκουν στο Ελληνικό Δημόσιο ,δηλαδή εμπίπτουν στο χαρακτηρισμό των δημόσιων κτημάτων. Έτσι, η αμμοληψία υπόκειται σε έλεγχο και μόνο κατόπιν σχετικής άδειας είναι εφικτή. Η άμμος ως ένα δημόσιο αγαθό προστατεύεται από νόμους και κανόνες ως προς την εκμετάλλευσή της. Οι αμμοληψίες δεν εμπίπτουν στη λατομική νομοθεσία εφόσον δεν συνιστούν λατομεία αδρανών υλικών (Ν.1428/84, Ν.2115/93). Από τη δεκαετία του 1930, ξεκίνησε η νομοθέτηση (άρθρο. 61 ΦΕΚ 399/Α/1929) ,με ειδικές διατάξεις, των εξορύξεων ή αφαίρεσης άμμου, αμμοχώματος,λίθου χαλικιών από ποταμούς, χείμαρρους, θαλάσσιες ακτές, από το βυθό της θάλασσας ακόμα και από μη δημόσιες αμμώδεις εκτάσεις. Η καταβολή τιμήματος για κάθε κυβικό μέτρο λαμβανόμενης άμμου ήταν υποχρεωτική. Αργότερα, με την υπουργική απόφαση (42279/ 24/1938 (ΦΕΚ Β' 267)) δημιουργήθηκε ένα πιο ολοκληρωμένο πλαίσιο για τις αμμοληψίες. Πρόσφατα, σύμφωνα με την υπουργική απόφαση (Αριθμ. ΕΠΠ/ΓΕΝ/οικ 12285/2014 (ΦΕΚ 348/Β' 14.2.2014) τροποποιείται η Υ.Α του 1938 , λαμβάνοντας υπόψη τους ισχύοντες νόμους και διατάξεις. Πλέον, επιτρέπεται η αμμοληψία από κοίτες ποταμών, χείμαρρων και υδατορρευμάτων για την κάλυψη των αναγκών σε δάνεια υλικά και μόνο για την κατασκευή έργων που έχουν χαρακτηριστεί ως Εθνικής Σημασίας, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 8 του Ν. 1428/1984, όπως αυτό έχει τροποποιηθεί με την παράγραφο 2 του άρθρου 9 του Ν. 2947/2001. Ως εκ τούτου απαγορεύονται οι αμμοληψίες σε:

1. Κληρυγμένους Αρχαιολογικούς χώρους και στις Ζώνες Προστασίας του.
2. Οικότοπους Προτεραιότητας εντός προστατευόμενων περιοχών που έχουν ενταχθεί στο Δίκτυο Natura 2000.
3. Στον θαλάσσιο βυθό χωρίς προηγούμενη άδεια από την Εφορεία Εναλίων Αρχαιοτήτων και από την αρμόδια λιμενική αρχή.
4. Περιοχές στρατιωτικού ενδιαφέροντος και πιθανές περιοχές ανάπτυξης Στρατιωτικών Δυνάμεων (των 3 κλάδων των Ε.Δ.).

Ενώ οι απαιτούμενες αποστάσεις για την λειτουργία των χώρων αμμοληψίας είναι:

1. Διακόσια πενήντα μέτρα (250μ) από βιομηχανικά κτίσματα και εγκαταστάσεις, τουριστικές εγκαταστάσεις, σχέδιο πόλης ή συνεκτικό οικιστικό ιστό νομίμως υφιστάμενων κατοικιών, πλατείες, νεκροταφεία και λοιπούς κοινόχρηστους χώρους.
2. Πενήντα μέτρα (50μ) από εθνικούς, επαρχιακούς και δημοτικούς δρόμους (δεν περιλαμβάνονται οι δρόμοι που θα κατασκευαστούν για την λειτουργία του έργου)
3. Είκοσι μέτρα (20μ) από θέσεις στύλων και εκατό μέτρα (100μ) από θέσεις πυλώνων γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και θέσεις πυλώνων ανεμογεννητριών.
4. Πενήντα μέτρα (50μ) από υπόγειες (εντός του εδάφους) γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και τηλεπικοινωνιών ή κεραίες.
5. Εκατό μέτρα (100μ) από θέσεις υφιστάμενων ή εκτελούμενων/ κατασκευαζόμενων τεχνικών έργων (γέφυρες, προβλήτες, επιχώματα, πρόβολοι, αρδευτικά φράγματα, κρηπιδώματα, αποστραγγιστικές ή αρδευτικές τάφροι). Εξαιρείται η απομάκρυνση, καθαρισμός των υλικών της κοίτης/βυθού για τις ανάγκες κατασκευής του έργου π.χ. γέφυρες, οχετοί, φράγμα κλπ στα πλαίσια εφαρμογής της αντίστοιχης (υδραυλικής μελέτης)
6. Διακόσια πενήντα (250 μ) από τη γραμμή παραλίας.

Προκειμένου να γίνει απόληψη άμμου αμμοχώματος, λίθων κλπ από ποταμό, χείμαρρο, ιδιωτική έκταση είναι απαραίτητο να προηγηθεί έκδοση Απόφασης της Επιτροπής Αμμοληψίας περί καταλληλότητας του χώρου για Αμμοληψία, και στην συνέχεια σε περιπτώσεις κοινόχρηστων εκτάσεων να εκδοθεί απόφαση Παραχώρησης του Δικαιώματος Εκμετάλλευσης σε ΟΤΑ (Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης) από τον αρμόδιο Νομάρχη ή απευθείας σε φορείς Δημοσίου από Υπουργό Οικονομίας και Οικονομικών ή Γ.Γ. Περιφέρειας.

Πιο αναλυτικά, για την εξόρυξη και λήψη άμμου, αμμοχώματος, λίθων, χαλίκων κλπ. εφαρμόζονται οι διατάξεις:

α) του Α.Ν. 1219/38

β) της παρ. 5 άρθρου 33 του Ν.1473/84

γ) της παρ.1 του άρθρου 49 του Ν. 1416/84

δ) της παρ. 6 του άρθρου 33 του Ν. 1473/84

ε) της παρ. 10 του άρθρου 7 του Ν. 2307/95

στ) της Κοινής Απόφασης Υπουργών Οικονομικών, Συγκοινωνίας, Κρατικής Υγιεινής, Τύπου και Τουρισμού και Διοικητή Πρωτεύουσας αριθ. 42279/24-11-1938 (ΦΕΚ 267/38 τ.Β).

Τα διαδικαστικά εν συντομία για την έκδοση Απόφασης Επιτροπής Αμμοληψίας από Χείμαρρο, Ποταμό ή Κοινόχρηστη έκταση (χερσολίβαδο κλπ) είναι:

1. Αίτημα του οικείου Ο.Τ.Α. προς την Κτηματική Υπηρεσία για την έκδοση Απόφασης της Επιτροπής μετά από αντίστοιχη Απόφαση Δημοτικού Συμβουλίου που θα επισυνάπτεται.

2. Περιβαλλοντική μελέτη στην οποία οπωσδήποτε να περιλαμβάνεται οι παρακάτω πληροφορίες για την θέση αμμοληψίας

α) αν εμπίπτει σε κηρυχθέντα αρχαιολογικό χώρο

β) αν γειτνιάζει με σιδηροδρομικές γραμμές ή Εθνικές, Επαρχιακές, Δημοτικές ή Κοινοτικές οδούς, σε πόση απόσταση από αυτές και τυχόν επιπτώσεις στην κυκλοφορία από τις δραστηριότητες της αμμοληψίας

γ) αν απέχει κάτω των 1000 μέτρων από τα όρια του πλησιέστερου οικισμού

δ) αν απέχει κάτω των 100 μέτρων από τεχνικά έργα (γέφυρες, φράγματα, τάφρους κλπ).

ε) αν απέχει κάτω των 300 μέτρων από αγωγούς ύδρευσης, αποχέτευσης, φυσικού αερίου, μεταφοράς καυσίμων κλπ).

3. Απόφαση για περιβαλλοντικούς όρους (μετά την υποβολή της περιβαλλοντικής μελέτης) από τον αρμόδιο φορέα δηλαδή Νομάρχη, Γενικό Γραμματέα Περιφέρειας ή Υπουργό.

4. Απαιτούνται διαγράμματα ως εξής:

α) Αποσπάσματα χάρτου 1:50000 με θέση αμμοληψίας και όδευση

β) Τοπογραφικό διάγραμμα του χώρου αμμοληψίας κλίμακας 1:2000 εξαρτημένο από το Κρατικό Τριγωνομετρικό Δίκτυο με προσδιορισμό περιμετρικά της θέσεως αμμοληψίας (Α,Β,Γ,...,Α) και του εμβαδού της με τα στοιχεία Διανομών του Υπουργείου Γεωργίας, εφόσον υφίσταται στην περιοχή και τα διοικητικά όρια των Ο.Τ.Α.

γ) Κατά πλάτος τομές (τουλάχιστον 2) κλίμακας 1:2000 για μήκη και 1:100 για ύψη ανά 300 μέτρα

Τα παραπάνω διαγράμματα να είναι θεωρημένα από φορείς με τυχόν έγγραφες απόψεις τους.

5. Σύμφωνη γνώμη του οικείου Δασαρχείου.

Πολλές κυβερνήσεις παγκοσμίως έχουν δείξει ανεπαρκή προσοχή σε αυτό το φαινομενικά άφθονο υλικό και συχνά εφαρμόζουν μη συνεπείς κανονισμούς (Da and P. Le Billon, 2022). Η βιομηχανία έχει προσπαθήσει να αυτό-ρυθμίσει τον εσωτερικό ανταγωνισμό της νομικά αλλά μάταια. Περιορισμένες μεταρρυθμίσεις έχουν υλοποιηθεί λόγω χαμηλών προτύπων και μη υποχρεωτικής συμμετοχής. Η πτωχή νομοθεσία από την ιδιωτική και δημόσια διοίκηση έχει δημιουργήσει μία ραγδαία αγορά άμμου στην οποία συχνά εμφανίζονται 'μαφίες' άμμου'. Βία και απειλές χρησιμοποιούνται για να εκφοβίσουν αυτούς που αρχειοθετούν σχετικές αναφορές. Η παράνομη αμμοληψία δεν είναι ευρέως γνωστή στον κόσμο όσο το παράνομο εμπόριο διαμαντιών ή σπάνιων ζώων. Η αύξηση της στάθμης της θάλασσας είναι ζήτημα εθνικής ασφάλειας σε πολλές χώρες και εμπίπτει στην γεωπολιτική. Η Ινδία κατάφερε να μειώσει τις παράνομες αμμοληψίες από το 70% στο 30% (Gavriletea , 2017)

Οι παραβάτες των διατάξεων περί αμμοληψίας, δηλαδή οι προβαίνοντες σε αμμοληψία, ανεξαρτήτου ποσότητας χωρίς σχετική άδεια, χαρακτηρίζονται γενικά λαθραμολήπτες. Λαθραμολήπτες θεωρούνται σύμφωνα με τις διατάξεις όχι μόνο οι κύριοι μετέχοντες και οι βοηθοί αυτών (εργάτες), όσο και οι ιδιοκτήτες ή οδηγοί και βοηθοί τους παντός είδους μέσω μεταφοράς, μη εξαιρουμένου ακόμα και του εργολάβου για τον οποίο προορίζεται η άμμος, αν αποδειχθεί ότι γνώριζε περί της απαγορευμένης περιοχής. Οι λαθραμολήπτες διώκονται σύμφωνα με άρθρα πολλών διατάξεων (αστυνομικών κ.λπ.) με σοβαρότερη εκείνη της "περί προστασίας δημοσίων κτημάτων", της "περί προστασίας αιγιαλού και παραλίας" ακόμα και υγειονομικών διατάξεων που προβλέπουν εκτός από φυλάκιση και υψηλό χρηματικό πρόστιμο ακόμα και κατάσχεση των μέσων εξόρυξης και μεταφοράς.

Στους χώρους αιγιαλών όπου τα κατά τόπους λιμενικά όργανα ενεργούν τακτικούς ελέγχους σε περίπτωση που εντοπίσουν αμμολήπτες χωρίς σχετική άδεια ενεργούν αυτεπάγγελτη δίωξη, συλλαμβάνοντας και παραπέμποντας τους δράστες στον εισαγγελέα, ενώ προβαίνουν παράλληλα στη κατάσχεση όλων των μέσων με τα οποία επιχειρήθηκε η παράβαση. Από την άλλη μεριά, στην Ινδία η αμμοληψία από ποτάμια είναι νόμιμη και αδειοδοτείται από την κυβέρνηση.

Στις θέσεις όπου υφίσταται αμμοληψία, ειδικότερα όταν αυτή είναι παράνομη, δεν διαμορφώνονται μόνο συνθήκες περιβαλλοντικής ζημίας, αλλά επιπλέον:

- 1) Δεν τηρούνται οι ασφαλείς κανόνες που θέτει ο Κανονισμός Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών (ΚΜΛΕ), ούτε εγκρίνονται ειδικές τεχνικές μελέτες για την ασφαλής και ορθολογική εκμετάλλευση που προβλέπει η λατομική νομοθεσία.
- 2) Δημιουργούνται συνθήκες αθέμιτου ανταγωνισμού αλλά και απώλειες συμφερόντων του Ελληνικού Δημοσίου, εφόσον οι διενεργούντες αμμοληψιών εφαρμόζουν απλώς μηχανική απόληψη χωρίς εκβραχισμούς υψηλού κόστους και δεν καταβάλλουν τα προβλεπόμενα στη λατομική νομοθεσία μισθώματα, ειδικά τέλη, αντάλλαγμα χρήσης γης, εισφορές κλπ.
- 3) Οι αμμοληψίες δεν αστυνομεύονται επαρκώς όπως συμβαίνει με τα λοιπά λατομεία που επιθεωρούνται από τις αρμόδιες Επιθεωρήσεις Μεταλλείων, υπηρεσίες του Υπουργείου Περιβάλλοντος.

Τα τελευταία είκοσι χρόνια, διενεργείται αμμοληψία από τον δήμο Σιντικής στη Βόρεια Ελλάδα. Εξετάζοντας το τεύχος της ΜΠΕ όπως αναρτήθηκε στο Ηλεκτρονικό Περιβαλλοντικό μητρώο (ΗΠΜ) με ΠΕΤ 2104505322 προκύπτουν τα εξής.

‘...Σύμφωνα με τα στοιχεία της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του έργου, ο κύριος στόχος είναι η απόληψη αμμοχάλικου από την κοίτη του Στρυμόνα της τάξεως των 50.000 m³/έτος για διάφορες χρήσεις. Η συνολική έκταση του χώρου απόληψης θα είναι 118.893,69 m² και το μέσο βάθος απόληψης ίσο με 1,5μ. Οι υφιστάμενες ποσότητες άμμου υπολογίζονται περίπου σε 232.000 m³ και οι ετήσιες λαμβανόμενες ποσότητες σε 50.000 m³. Τα μηχανήματα που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι συνηθισμένα μηχανήματα χωματουργικών εργασιών όπως εκσκαφείς dragline, φορτωτές και φορητά αυτοκίνητα. Το υλικό της αμμοληψίας αφού πρώτα στραγγιστεί από τα νερά θα απομακρύνεται από τη κοίτη με φορτωτή, θα φορτώνεται σε φορητά αυτοκίνητα και θα μεταφέρεται στις εγκαταστάσεις της εταιρείας που θα μισθώσει την εκμετάλλευση από τον Δήμο Σιντικής. Δεν προβλέπονται βοηθητικές και υποστηρικτικές εγκαταστάσεις όπως κτήρια, υπόστεγα, κατασκευές τεχνικών έργων ή νέα έργα πρόσβασης στην κοίτη του ποταμού. Η πρόσβαση στην κοίτη θα γίνει από ράμπες σε υφιστάμενα ανοίγματα της παρόχθιας βλάστησης. Η σύνδεση με το εθνικό και επαρχιακό οδικό δίκτυο θα γίνεται με το υφιστάμενο αγροτικό δίκτυο...’

‘...Η θέση της αμμοληψίας βρίσκεται 485μ βορειοδυτικά από τα όρια του οικισμού Στρυμονοχωρίου, από τη χιλιομετρική θέση 1+550 έως τη χιλιομετρική θέση 2+563 της τεχνητής κοίτης του ποταμού Στρυμόνα και εντός αυτής. Η δραστηριότητα χωροθετείται στο βόρειο μέρος του νομού Σερρών εκτός ορίων οικισμών και σχεδίων πόλεων, εντός της τεχνητής κοίτης του Στρυμόνα κατάντη της γέφυρας Ν. Πετριτσίου. Η περιοχή υπάγεται στον Δήμο Σιντικής. Έδρα του δήμου είναι το Σιδηρόκαστρο που απέχει 5,5 χλμ από τη θέση της δραστηριότητας. Η οικιστική ανάπτυξη στην περιοχή περιορίζεται εντός των ορίων των οικισμών και κανένας οικισμός της περιοχής δεν έχει χαρακτηριστεί ως αξιόλογος ή ως τουριστικός. Ο πλησιέστερος οικισμός είναι το Στρυμονοχώρι με 401 κατοίκους. Τα όρια του οικισμού βρίσκονται σε απόσταση 485μ από το πολύγωνο εγκατάστασης της αμμοληψίας...’

‘...Σύμφωνα με τους Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας του Σχεδίου Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας, στο τμήμα του ποταμού από τον οικισμό Στρυμονοχώρι μέχρι την είσοδο του στη Λίμνη Κερκίνη παρατηρούνται έντονα πλημμυρικά φαινόμενα σε όλες τις περιόδους επαναφοράς που επηρεάζουν τους γειτονικούς οικισμούς. Στόχος είναι η διαχείριση της στερεοπαροχής και η ρύθμιση της απόληψης υλικών από την κοίτη ρεμάτων και ποταμών με τρόπο ώστε αφενός να διαφυλάσσεται η αειφόρος εκμετάλλευση αυτού του πόρου και αφετέρου να εξασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή προστασία στα οικοσυστήματα που αναπτύσσονται στα σχετικά υδάτινα σώματα και να εξασφαλίζεται η προστασία των ακτών από διάβρωση...’

‘...Το τμήμα της κοίτης του ποταμού Στρυμόνα όπου θα γίνει η εγκατάσταση της δραστηριότητας χαρακτηρίζεται στους πρόσφατα κυρωμένους δασικούς χάρτες της περιοχής ως μη δασική και εμπίπτει εντός τη περιοχής Natura 2000 (ονομασία περιοχής <Λίμνη Κερκίνη - Κρούσια- κορυφές όρους Μπέλες- Άγκιστρο - Χαρωπό>)...’

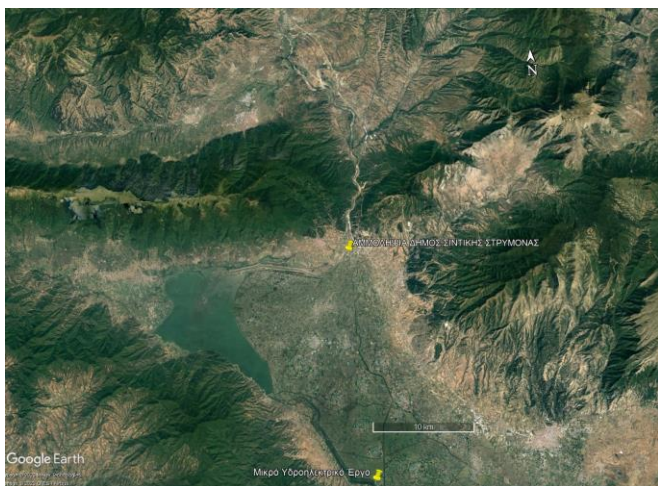
‘...Οι σημαντικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις αφορούν στο Φυσικό Περιβάλλον, στην ποιότητα του αέρα, στα μορφολογικά και τοπιολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής και στα ύδατα. Θετικές επιπτώσεις έχουμε στην τοπική οικονομία ενώ στους υπόλοιπους παράγοντες οι επιπτώσεις είναι από μηδενικές έως ασήμαντες...’

‘...Συγκεκριμένα για τις επιπτώσεις στη Γεωλογία της περιοχής, δεν αναμένονται σημαντικές και μόνιμες επιπτώσεις στα γεωλογικά και τεκτονικά χαρακτηριστικά στη θέση της δραστηριότητας ούτε στην ευρύτερη περιοχή. Το βάθος της αμμοληψίας είναι μικρό ώστε να προκαλέσει οποιαδήποτε διατάραξη στα υποκείμενα γεωλογικά στρώματα ή ασταθείς καταστάσεις. Η δραστηριότητα χωροθετείται στις φερτές ύλες της τεχνητής κοίτης του Στρυμόνα που είναι στείρες και όχι εντός παραγωγικών γεωργικών ή δασικών εδαφών. Δεν αναμένεται να δημιουργηθούν προβλήματα διάβρωσης στη όχθη, στις μπαγκίνες ή στα αναχώματα...’

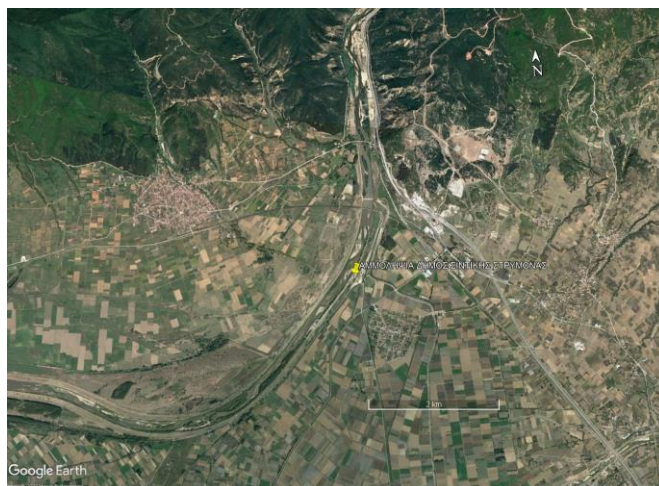
Η ΜΠΕ προτείνει μία σειρά μέτρων προστασίας των χαρακτηριστικών του τοπίου και ελαχιστοποίησης των επιπτώσεων. Επίσης, αναφέρει και τα οφέλη από τη λειτουργία της δραστηριότητας τα οποία είναι κυρίως οικονομικής φύσεως. Η ίδια δραστηριότητα (αμμοληψία) (Εικόνα 33-35) υπήρχε στο ίδιο σημείο από το δήμο Σιδηροκάστρου για τα έτη 2000-2005 ενώ ύστερα μία ιδιωτική επιχείρηση ανέλαβε για τα έτη 2005-2020 όπου δεν ανανεώθηκε η σχετική άδεια. Σήμερα, το έργο διενεργείται από τον δήμο Σιντικής.



Εικόνα 33. Η τοποθεσία της αμμοληψίας από τον δήμο Σιντικής στον Στρυμόνα (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 34. Η τοποθεσία της αμμοληψίας από τον δήμο Σιντικής στον ποταμό Στρυμόνα (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 35. Η τοποθεσία της αμμοληψίας από τον δήμο Σιντικής στον ποταμό Στρυμόνα (Πηγή: Google Earth Pro)

1.4 ΜΙΚΡΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΑ

Για να χαρακτηριστεί ένα υδροηλεκτρικό έργο ως μικρό, θα πρέπει η εγκατεστημένη δυνατότητα της τουρμπίνας του να βρίσκεται κάτω από ένα συγκεκριμένο όριο. Αυτό το όριο διαφοροποιείται παγκοσμίως αλλά οι συνήθεις τιμές είναι της τάξεως του 10 έως 30 MW. Στην Ελλάδα το όριο είναι 15 MW. Επίσης μπορούν να διαιρεθούν περαιτέρω σε mini (0,1-1 MW), micro (5-100 kW) και pico (<5 kW) (Mamassis et al, 2020).

1.4.1 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

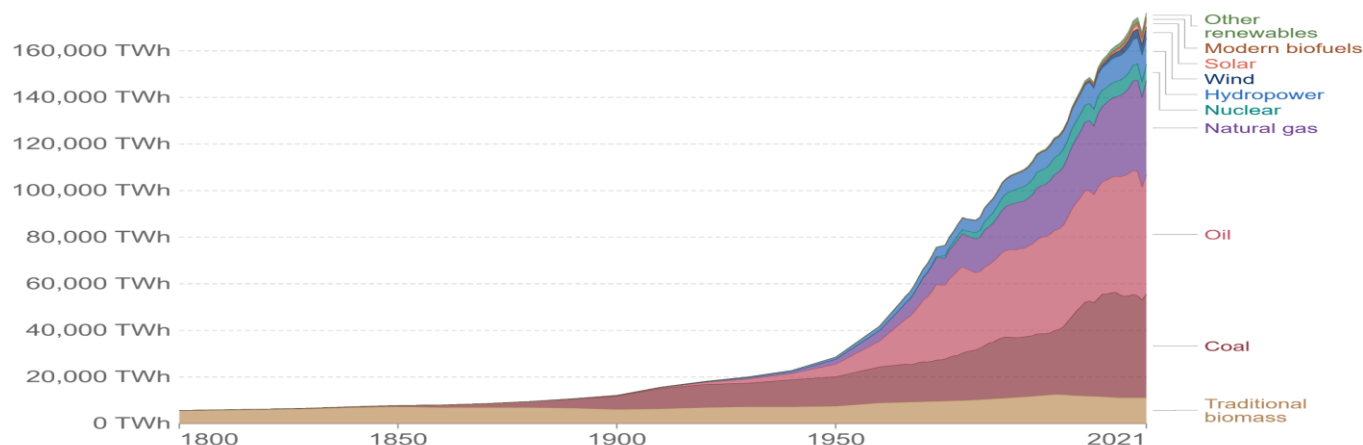
Οι συμβατικές πηγές ενέργειας είναι οι ορυκτοί άνθρακες, το πετρέλαιο, η πυρηνική ενέργεια και το φυσικό αέριο (Dimopoulos, 2018). Ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) θεωρούνται οι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από την ακτινοβολία του ήλιου, την γεωθερμία, τον άνεμο, την βιομάζα, την κυκλοφορία του νερού και άλλες (Dimopoulos, 2018). Κατά την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται εξόρυξη, καύση ή άντληση κάποιου υλικού για αυτό το λόγο ονομάζονται και 'ήπιες'. Βέβαια για την κατασκευή τους οι αντίστοιχοι σταθμοί παραγωγής χρειάζονται πολλές φορές σπάνιες ή κρίσιμες ορυκτές πρώτες ύλες. Η Γη αντιμετωπίζει πληθώρα οικολογικών προβλημάτων τα οποία μπορούν να ελαχιστοποιηθούν αφού οι ΑΠΕ δεν αποδεσμεύουν αέρια του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα αλλά ούτε παράγουν τοξικά ή ραδιενεργά απόβλητα. Τα $\frac{2}{3}$ των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου οφείλονται στην καύση ορυκτών ανθράκων, φυσικού αερίου και πετρελαίου (Alvarez et al, 2020). Η υδροηλεκτρική ενέργεια εξαλείφει τις εκπομπές καυσαερίων από την καύση ορυκτών καυσίμων. Στα συνέδρια για την κλιματική κρίση αναφέρεται συνεχώς ότι η ανθρωπότητα πρέπει να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας και τους εκπεμπόμενους ρύπους όπως το διοξείδιο του άνθρακα (Alvarez et al, 2020). Στην Ευρώπη, η ανάπτυξη των Α.Π.Ε. αποτελεί μέρος της ενεργειακής πολιτικής από το 1986, όταν το Συμβούλιο της Ευρώπης καθιέρωσε ως στόχο του την προώθηση των Α.Π.Ε. Η Ευρωπαϊκή Ένωση προτρέπει τις χώρες να ακολουθήσουν τον δρόμο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Alvarez et al, 2020). Στην Ελλάδα, η ενέργεια που παράγεται από υδροηλεκτρικά έργα ξεπερνά το 10% της συνολικής ηλεκτροπαραγωγής (Dimopoulos, 2018).

Το δυναμικό αξιοποίησης της υδροηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως είναι αρκετά μεγαλύτερο από την πραγματική παραγωγή. Το ποσοστό του δυνητικού υδροηλεκτρικού δυναμικού δηλαδή που δεν έχει ακόμα αξιοποιηθεί είναι 95% στην Αφρική και Μέση Ανατολή, 82% στην Ασία, 79% και 75% στην Νότια και Βόρεια Αμερική αντίστοιχα ενώ στην Ευρώπη έχει την μικρότερη τιμή 71%. Συνεπώς, η αγορά της υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι μόλις στο ξεκίνημα της (Bogaart, 2023). Η παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας θεωρείται μία από τις φθηνότερες τεχνολογίες σε σχέση με τα κόστη από άλλες παραγωγές (Alvarez et al, 2020). Παράλληλα, κατέχει την πρώτη θέση σε ποσότητα παραγωγής σε σύγκριση με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με ποσοστό της τάξεως του 70% (Alvarez et al, 2020).

Global primary energy consumption by source

Primary energy is calculated based on the 'substitution method' which takes account of the inefficiencies in fossil fuel production by converting non-fossil energy into the energy inputs required if they had the same conversion losses as fossil fuels.

Our World in Data



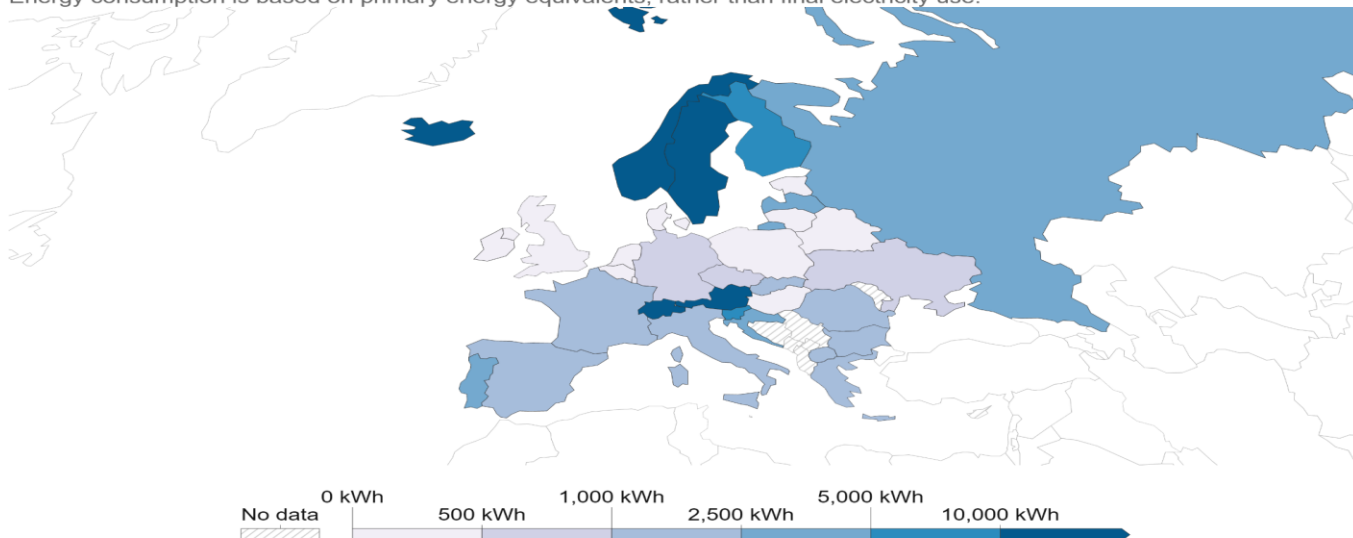
Εικόνα 36. Η κατανομή της παγκόσμιας παραγωγής ενέργειας ανά πηγή ενέργειας. (Πηγή: www.ourworldindata.org)

Από όλες τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η υδροηλεκτρική ενέργεια κατέχει το μεγαλύτερο μερίδιο της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Κατά τη δεκαετία του 1970 (Εικόνα 36) άνθισε η παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας έως και σήμερα όπου αποσπά ένα ποσοστό της τάξεως του 8-10% της συνολικής παραγωγής ενέργειας από όλες τις πηγές (π χ βιομάζα, άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο, πυρηνικά, αιολικά, ηλιακά κ.α.) και εκτιμάται στις 10.000 Twh. Η Ισλανδία, η Σουηδία, η Νορβηγία, η Αυστρία και η Ελβετία είναι πρωτοπόρες στην παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας (Εικόνα 37).

Per capita energy consumption from hydropower, 2021

Energy consumption is based on primary energy equivalents, rather than final electricity use.

Our World in Data



Εικόνα 37. Η κατανάλωση υδροηλεκτρικής ενέργειας (και παράλληλα παραγωγής) στην Ευρώπη. (Πηγή : www.ourworldindata.org)

Στην παρούσα εργασία, θα αναφερθούν οι βασικές λειτουργίες ενός μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού και συγκεκριμένα σε αυτό που βρίσκεται στην περιοχή μελέτης. Δεν θα αναφερθούν οι μαθηματικές σχέσεις αλλά ούτε και οι μηχανικές ιδιότητες που χαρακτηρίζουν του υδροηλεκτρικούς σταθμούς.

Αρχικά, ορίζουμε ως επιφάνεια A την οριζόντια θέση του τρεχόμενου νερού του ποταμού πριν την φυσική πτώση του ως την οριζόντια επιφάνεια B όπου βρίσκεται η τουρμπίνα/υδροστρόβιλος (στην περίπτωση αυτή λειτουργεί ως μετατροπέας ενέργειας). Στην θέση A, η δυναμική ενέργεια του νερού υπερσχύει της κινητικής του ενώ στην θέση B συμβαίνει το αντίθετο εφόσον στη θέση B είναι το σημείο που έχουμε ορίσει με μηδενικό υψόμετρο (Dimopoulos, 2018). Η τιμή της δυναμικής ενέργειας εξαρτάται κυρίως από το ύψος του σώματος ενώ η κινητική από την ταχύτητα του. Ύστερα, το νερό υπό πίεση κινεί την τουρμπίνα/υδροστρόβιλο του σταθμού (ESHA, 2004). Η γεννήτρια, που βρίσκεται σε κοινό άξονα με τον υδροστρόβιλο, μετατρέπει την μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια.

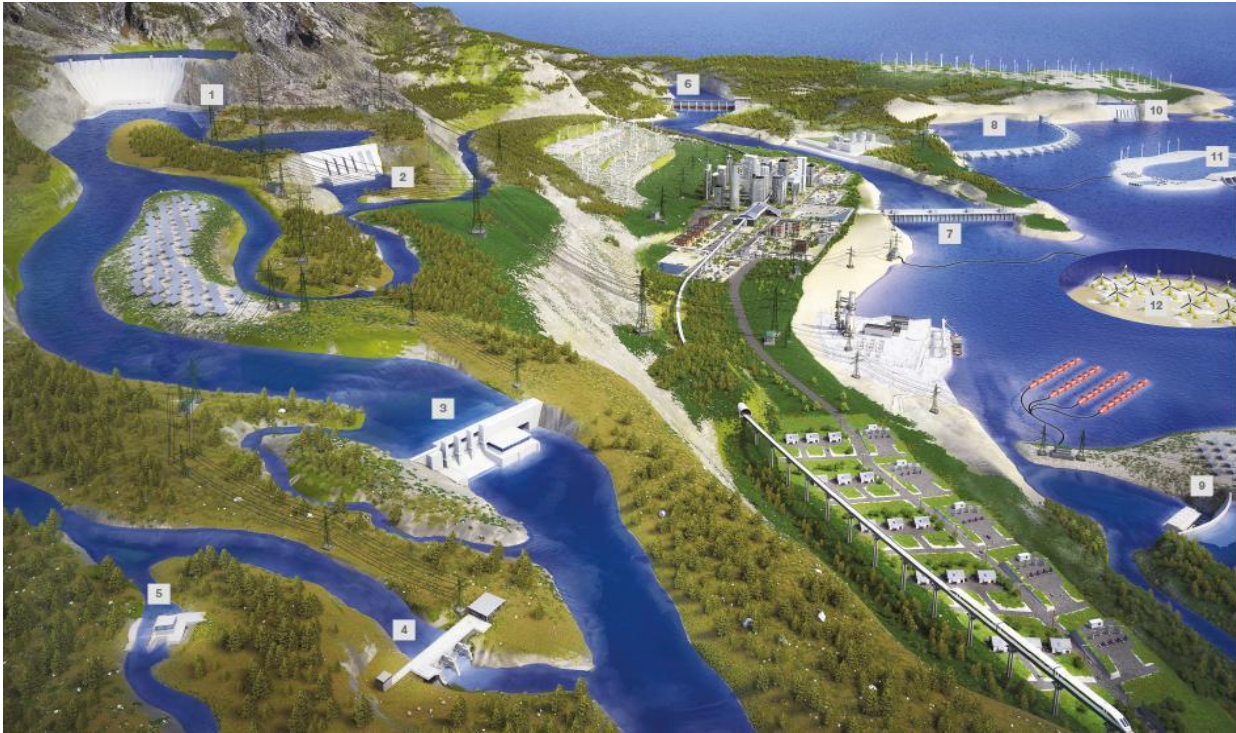
Η ενέργεια αυτή μπορεί να παραχθεί πρωτογενώς μέσω σταθμών φυσικής ροής αλλά και δευτερογενώς με διάφορους σταθμούς δεξαμενής.

Τα παγκόσμια αποθέματα νερού σε δεξαμενές υπολογίζεται ότι μειώνεται 0,5-1% ανά χρόνο λόγω της ιζηματογένεσης, το οποίο είναι μεγαλύτερο από την αναπλήρωση του (Reisenbuchler et al, 2019). Ένα υδροηλεκτρικό έργο απαιτεί μειωμένη και ελεγχόμενη παροχή νερού. Αυτό γίνεται μέσω κατασκευής υδατοφράκτη ή φράγματος κάθετα στη ροή του ποταμού. Οι μηχανικές κατασκευές, όπως φράγματα και υδατοφράχτες, έχουν σκοπό να βελτιστοποιήσουν τη χρήση του νερού και να εξασφαλίσουν την διαθεσιμότητα του (Reisenbuchler et al, 2019). Το νερό σε ένα φράγμα διαφεύγει μέσω σωλήνωσης ενώ στον υδατοφράκτη το νερό υπερχειλίζει, αυτή είναι και η βασική τους διαφορά. Όμως διακόπτουν την υδρομορφοδυναμική συνέχεια του ποταμού καθώς και την συμβατική πλεύση μέσω αυτού.

Έχει παρατηρηθεί ότι μεταφερόμενα ιζήματα συσσωρεύονται στις ανάντι και κατάντι κοίτες των ποταμών. Εκτός από τη προφανή μείωση αποθήκευσης νερού, ο κίνδυνος πλημμύρας αυξάνεται λόγω αύξησης του επιπέδου στάθμης της κοίτης. Οι στρατηγικές αντιμετώπισης αυτού του προβλήματος έχουν κατηγοριοποιηθεί. Πρώτον, μείωση του ιζηματογενές φορτίου από ανάντι, δεύτερον δρομολόγηση του ιζήματος μέσω του φράγματος και τρίτον επί τόπια αφαίρεση του ιζήματος (Reisenbuchler et al, 2019).

Τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα όπως η απευθείας σύνδεση με το δίκτυο ρεύματος, την άριστης ποιότητας ενέργεια που παράγεται χωρίς διακυμάνσεις, την εξαιρετική αντοχή τους στο χρόνο και την προβλεπόμενη απόσβεση της επένδυσης λόγω του μικρού κόστους συντήρησης και λειτουργίας του έργου (Dimopoulos, 2018). Επίσης, είναι φιλικά στο περιβάλλον με μηδαμινές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ταυτόχρονα ικανοποιούν άλλες χρήσεις του νερού και τέλος υπάρχει δυνατότητα παρεμβολής στις υπάρχουσες υδραυλικές εγκαταστάσεις (Dimopoulos, 2018).

Τέλος, ένα μειονέκτημα είναι πως η μέγιστη παραγωγή ενέργειας παρατηρείται κατά τους χειμερινούς μήνες όπου οι βροχοπτώσεις είναι συχνότερες, ενώ η ζήτηση αυξάνεται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Καράνης, 2015). Σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η αποθήκευση ενέργειας σε μικρούς υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι αδύνατη και ότι το σύνολο της ενέργειας αποδίδεται στην δίκτυο, εντείνει το πρόβλημα της ενεργειακής αυτονομίας (Dimopoulos, 2018).



Εικόνα 38. Υδροηλεκτρικά έργα παντός τύπου (Πηγή: www.andritz.com)

Στην Εικόνα 38 περιγράφεται τεχνικά η παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας και συνδυασμό με την παραγωγή από άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

- 1) Απόθεμα νερού ετήσιας κλίμακας
- 2) Βραχυπρόθεσμο απόθεμα νερού
- 3) Συμβατικός ηλεκτροπαραγωγικός σταθμός σε ποτάμι
- 4) Μικρό υδροηλεκτρικό έργο
- 5) Μικρότερο υδροηλεκτρικό έργο
- 6) Αστικός ποτάμιος ηλεκτροπαραγωγικός σταθμός
- 7) Υδροηλεκτρικό έργο μικρής κεφαλής
- 8) Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω παλιρροιών
- 9) Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με αντλία αποθήκευσης (γλυκού νερού), αποθήκευση ενέργειας για ηλιακή μονάδα.
- 10) Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με αντλία αποθήκευσης (θαλασσινού νερού), αποθήκευση ενέργειας για αιολικό πάρκο.
- 11) Ενεργειακό νησί: Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας πέρα από τη στεριά (αιολικά, ηλιακά, παλιρροιακά)
- 12) Συστοιχία ισχύος παλιρροιακού ρεύματος

1.4.2 ΟΙ ΚΥΡΙΟΙ ΤΥΠΟΙ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Τα υδροηλεκτρικά έργα μπορούν να ενταχθούν σε τρεις κατηγορίες:

1. Σταθμοί Δεξαμενής (Εικόνα 39): Η διαμόρφωση τους εξαρτάται κυρίως από τη μορφολογία του εδάφους η οποία αξιοποιείται όσο το δυνατόν καλύτερα ώστε να βελτιωθεί η υψομετρική διαφορά. Για την κατασκευή της δεξαμενής χτίζονται χαράδες μέσω των οποίων ρέει η φυσική κοίτη του νερού. Σε κάποιο σημείο εκροής μικρού πλάτους διακόπτεται η εκροή και δημιουργείται δεξαμενή συσσώρευσης νερού. Ο υδροηλεκτρικός σταθμός κατασκευάζεται κατάντι ενός μεγάλου φράγματος και χρησιμοποιεί την φυσική ροή η οποία όμως ελέγχεται από τα τεχνικά μέσα του φράγματος. Τέτοιου μεγέθους εγκαταστάσεις εξυπηρετούν διάφορους σκοπούς, πέρα από την παραγωγή ενέργειας, όπως η αστική ύδρευση, ο έλεγχος πλημμυρών, η άρδευση αλλά και η αναψυχή. Το βασικό πλεονέκτημα της αποθήκευσης του νερού είναι ο ρόλος της στην αποσύνδεση του χρόνου βροχοπτώσεων και του λιώσιμου των πάγων από το συνεχές μεταβαλλόμενο φορτίο που το δίκτυο πρέπει να ικανοποιήσει.

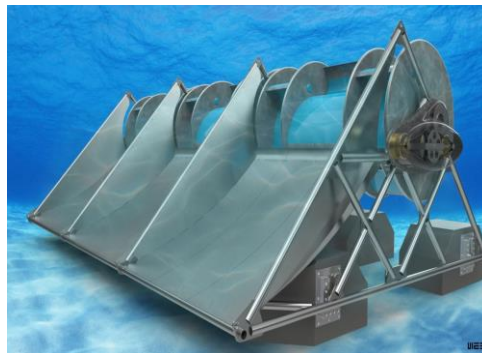
2. Σταθμοί εντός της κοίτης (Εικόνα 40): Βρίσκονται στην κοίτη του ποταμού και μέσω της φυσικής ροής στροβιλίζεται ο έλικας ο οποίος παράγει ηλεκτρική ενέργεια άμεσα (Mamassis et al, 2020). Δεν απαιτείται κατασκευή οικίσκου ή φράγματος. Τοποθετείται προστασία του έλικα από τα απορρίμματα του ποταμού. Απαιτείται μεγάλη κλίση της κοίτης. Παγκοσμίως υπάρχουν πολύ λίγα τέτοια έργα.

3. Ο πιο κοινός τύπος είναι οι σταθμοί φυσικής ροής (Εικόνα 41) όπου ένα τμήμα του ποταμού εκτρέπεται μέσω του στομίου εισόδου σε μια δεξαμενή φόρτισης που λειτουργεί ως δεξαμενή αποθήκευσης μικρής χωρητικότητας (ESHA, 2004). Από εκεί το νερό οδεύει μέσα σε ένα δίκτυο σωληνώσεων, που ονομάζεται αγωγός πτώσης και μεταφέρει νερό υπό πίεση σε έναν υδροστρόβιλο/γεννήτρια και ύστερα σε έναν σταθμό παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος που βρίσκεται σε κάποιο ύψος κάτω από το επίπεδο λήψης ή και επιτόπου κοντά. Ανάλογα με το ύψος της πτώσης του νερού διακρίνονται τρεις κατηγορίες (ESHA, 2004):

- High Head: Πάνω από 100 μέτρα,
- Medium Head: 30-100 μέτρα,
- Low Head: 2-30 μέτρα.

Στα έργα high head και medium head κατασκευάζεται παραπλήσιο κανάλι από τον ποταμό και στο κατάλληλο ύψος τοποθετούνται σωλήνες πίεσης οι οποίοι μεταφέρουν το νερό προς τον υδροηλεκτρικό σταθμό (ESHA, 2004). Οι σωλήνες πίεσης έχουν υψηλό κόστος και συνήθως αυτή η τεχνική αποφεύγεται. Αναγκαία συνθήκη η τοπογραφία της περιοχής να είναι πολυδιάστατη. Τα έργα low head υλοποιούνται συνήθως σε πεδιάδες ποταμών (Καράνης, 2015). Υπάρχουν δύο τεχνικές που μπορούν να επιλεγούν. Πρώτον, το νερό να ρέει μέσω μικρής σωλήνωσης προς την τουρμπίνα (όπως στα high head) και δεύτερον, έχοντας ένα φράγμα εξοπλισμένο με κινούμενες πύλες και ενσωματωμένη ροή. Οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας φυσικής ροής έχουν μικρή ή και καθόλου

δυνατότητα αποθήκευσης. Χωρίς να απαιτούν σημαντικά έργα υποδομής (έργα πολιτικού μηχανικού), δεν προκαλούν σχεδόν καθόλου όχληση του οικοσυστήματος εξαιτίας των φραγμάτων τους και των αντίστοιχων δεξαμενών τους. Ο σταθμοί φυσικής ροής τοποθετούνται σε σημεία όπου παρατηρείται μεγάλη κλίση στο έδαφος και το πλάτος του ποταμού είναι σχετικά μικρό με απότομες όχθες. Στην περίπτωση που η διαμόρφωση του ποταμού δεν επιτρέπει την κατασκευή εργοστασίου/ οικίσκου μέσα στον ποταμό, τότε ανοίγεται ένα παράλληλο κανάλι και ο σταθμός χτίζεται εκεί. Για την ελάττωση της περιβαλλοντικής παρέμβασης αλλά και του κόστους κατασκευής ο υδροηλεκτρικός σταθμός κατασκευάζεται χαμηλά ώστε να μην προκαλείται οπτική ρύπανση στο περιβάλλον. Το ύψος του σταθμού προσδιορίζεται κυρίως από τη γερανογέφυρα που είναι απαραίτητη για την συντήρηση και εγκατάσταση των υδροστρόβιλων και των γεννητριών.



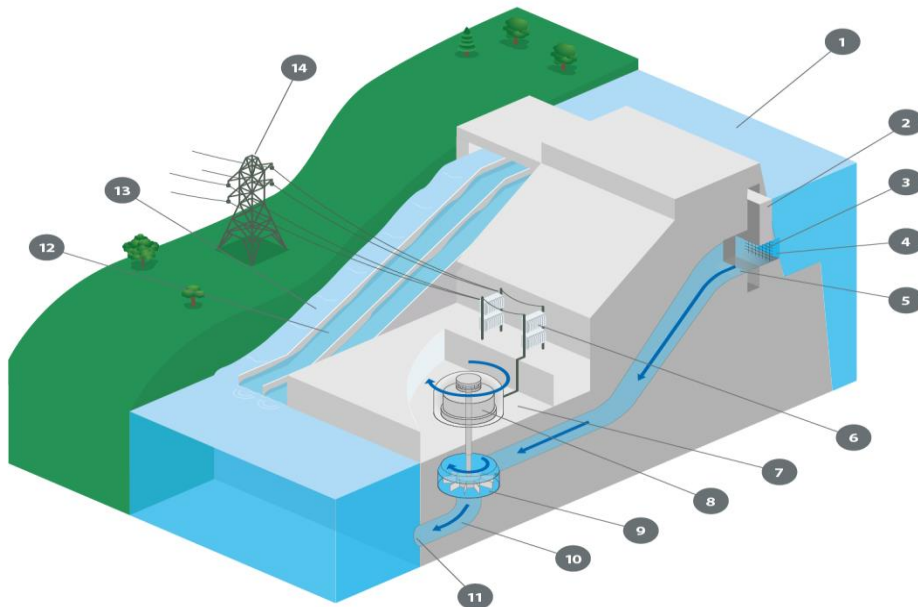
Εικόνα 39. Σταθμός δεξαμενής (Πηγή: www.zzcontrols.com)

Εικόνα 40. Σταθμός εντός της κοίτης (Πηγή: www.brightvibes.com)

Εικόνα 41. Σταθμός φυσικής ροής , Ελβετία (Πηγή: www.alpiq.com)

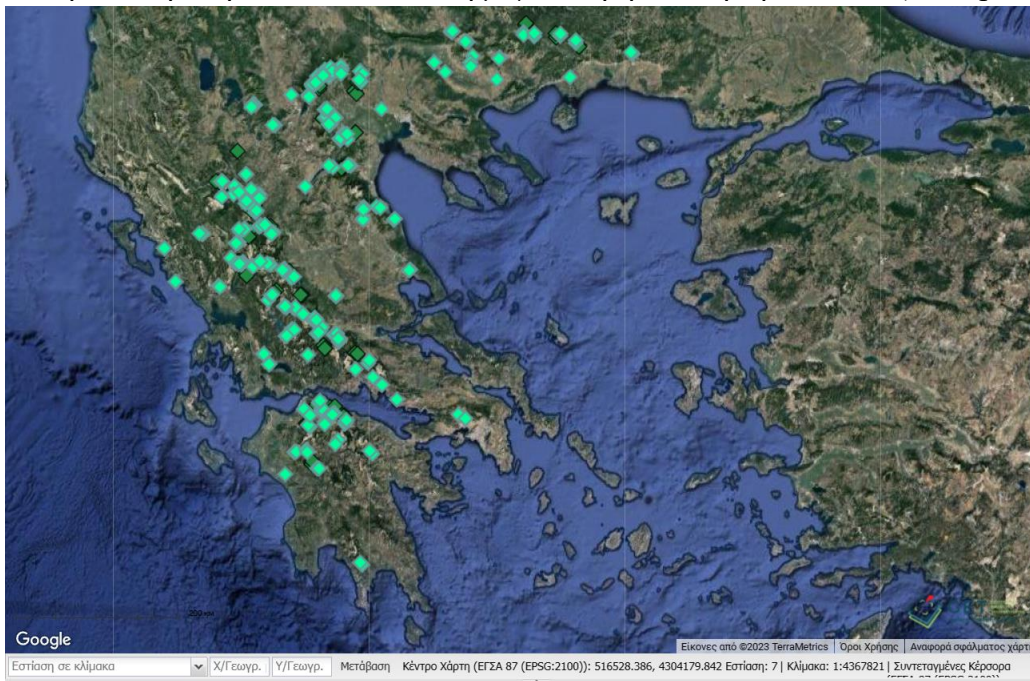
Τα βασικά στοιχεία των μικρών υδροηλεκτρικών έργων τύπου Run of River (Εικόνα 42) είναι:

- 1) Δεξαμενή νερού - Reservoir
- 2) Πύλη ελέγχου - Control Gate
- 3) Σχάρα απορριμάτων - Trash Rack
- 4) Σημείο πρόσληψης νερού - Intake
- 5) Αγωγός πτώσης- Penstock
- 6) Μετασχηματιστής - Transformer
- 7) Παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος - Powerhouse
- 8) Γεννήτρια - Generator
- 9) Τουρμπίνα - Turbine
- 10) Σωλήνας βύθισης - Draft tube
- 11) Εκροή νερού - Outflow
- 12) Υπερχειλιστής - Spillway
- 13) Ιχθυόσκαλα - Fish ladder
- 14) Μετάδοση/Μεταφορά ηλεκτρικού ρεύματος -Transmission



Εικόνα 42. Τα βασικά στοιχεία των Μ.Υ.Ε τύπου Run of River (Πηγή: www.hydropower.org)

Παρατηρείται πλήθος ΜΥΣ στην μεγάλη οροσειρά της Πίνδου, στην Κεντρική Μακεδονία και στην Βόρειο Πελοπόννησο (Εικόνα 43). Απουσιάζουν από την Θεσσαλία, την Νότιο Πελοπόννησο και την ανατολική Μακεδονία μιας και οι χρήσεις των ποταμών εκεί είναι κυρίως αρδευτική και υδρευτική. Επίσης, η ποσότητα και η συχνότητα των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στην Ήπειρο και τη Δυτική Στερεά Ελλάδα είναι η μεγαλύτερη σε όλη την Ελλάδα (Dimopoulos, 2018).



Εικόνα 43. Χάρτης της Ελλάδος που απεικονίζονται οι Μικροί Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί που έχουν άδεια εγκατάστασης (πράσινο) και άδεια λειτουργίας (ανοιχτό πράσινο) (Πηγή: www.geo.rae.gr)

Στο παράρτημα 3 διακρίνονται τα ενεργά υδροηλεκτρικά έργα στην Ελλάδα.

1.4.3 ΤΟ ΜΙΚΡΟ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΡΓΟ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Το Μικρό Υδροηλεκτρικό Έργο στον Στρυμόνα (Εικόνα 44) στο οποίο αναφέρεται η παρούσα μελέτη είναι τύπου ‘επί της κοίτης’ (Run of River Scheme) της τάξεως των 2-3 MW. Το έργο έχει εγκατασταθεί σε έκταση 10.821,15 τετραγωνικά μέτρα δίπλα από την Παλαιά Γέφυρα (μήκους 127,4 μέτρων και αποτελείται από 8 πυλώνες) του ποταμού Στρυμόνα επί της εθνικής οδού Θεσσαλονίκης-Σερρών. Η εταιρεία έχει μισθώσει τον χώρο εγκατάστασης από το Δήμο Σερρών μέχρι τον Ιούλιο του 2055. Έχει γίνει περιβαλλοντική τροποποίηση στην μία όχθη του ποταμού ώστε να δημιουργηθεί το αναγκαίο πέρασμα του νερού (κανάλι προσαγωγής και απαγωγής του νερού). Έχει κατασκευαστεί οικίσκος (Εικόνα 45) για τις ανάγκες του ανθρώπινου δυναμικού και του μηχανολογικού εξοπλισμού.. Έχει κατασκευαστεί ιχθυόσκαλα για την ασφαλή διέοδο των ποτάμιων όντων. Επίσης έχει τοποθετηθεί ένα ελαστικό-φουσκωτό-θυρόφραγμα (αναβαθμός) μήκους 120 μέτρων πάνω στον προπύργον αναβαθμό, το οποίο έχει τη δυνατότητα να κλείνει σε σημεία ώστε να περιοριστεί η ροή του νερού σε αντίστοιχα σημεία με σκοπό κυρίως την συντήρηση του αναβαθμού ή άλλες εργασίες στο Μ.Υ.Ε. Ο προπύργον αναβαθμός είχε ύψος 3,2 μέτρα και σκοπό την προστασία των γεφυρών της περιοχής ενώ ο νέος αναβαθμός πρόσθεσε 1,5 μέτρα στην συνολική κατασκευή. Έτσι αξιοποιείται η ήδη υφιστάμενη υποδομή.

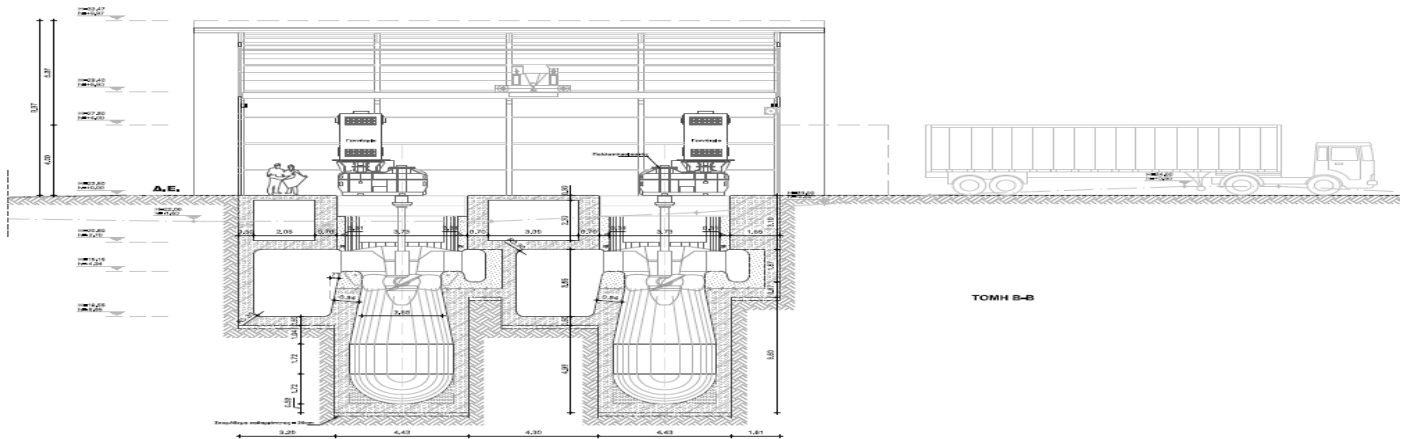
Ο παραπόταμος που ρέει παράλληλα στον Στρυμόνα έχει αρδευτική χρήση. Το φυσικό έλος δυτικά του Μ.Υ.Ε. πιθανότατα αποστραγγίζει τον ποταμό. Στην περιοχή υπάρχουν ζαρζανέτια (συρματοκιβώτια που περιέχουν πετρώματα) στις όχθες του ποταμού (κατάντι του αναβαθμού) σε σχήμα σκαλοπατιών με σκοπό τον έλεγχο του ποταμού από πιθανή διάβρωση. Το κέντρο παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας βρίσκεται in situ στην περιοχή και δεν γίνεται χρήση εξωτερικού penstock. Το νότιο τμήμα του τεχνητού καναλιού ροής είναι χτισμένο πιο βαθιά από το βόρειο ώστε να υπάρχει υψομετρική διαφορά και να λειτουργεί ο υδροστρόβιλος. Επίσης, κάθετα στο παρακαμπτήριο κανάλι έχουν τοποθετηθεί σωλήνες ώστε να παραμένει σταθερό το πλάτος του (ισοστατικά). Η βάση της παρακαμπτήριας διαδρομής είναι χτισμένη από σκυρόδεμα. Οι υδροστρόβιλοι που θα χρησιμοποιηθούν είναι τύπου Kaplan- Κάθετου Άξονα (Εικόνα 46) με μηχανική ισχύ 2 x 1.258 KW ενώ οι σύγχρονες γεννήτριες έχουν ονομαστική ισχύ 2 x 1.14000 KVA. Η λειτουργία/απόδοση της τουρμπίνας εξαρτάται από την παροχή νερού του ποταμού ή οποία κατά τη διάρκεια της ημέρας και των εποχών αλλάζει. Σημαντικό περιβαλλοντικό πλεονέκτημα είναι ότι δεν υπάρχει ηχητική όχληση από τα μηχανήματα αφού ο θόρυβος του νερού πέφτοντας υπερκαλύπτει εκείνων του έργου σε λειτουργία.



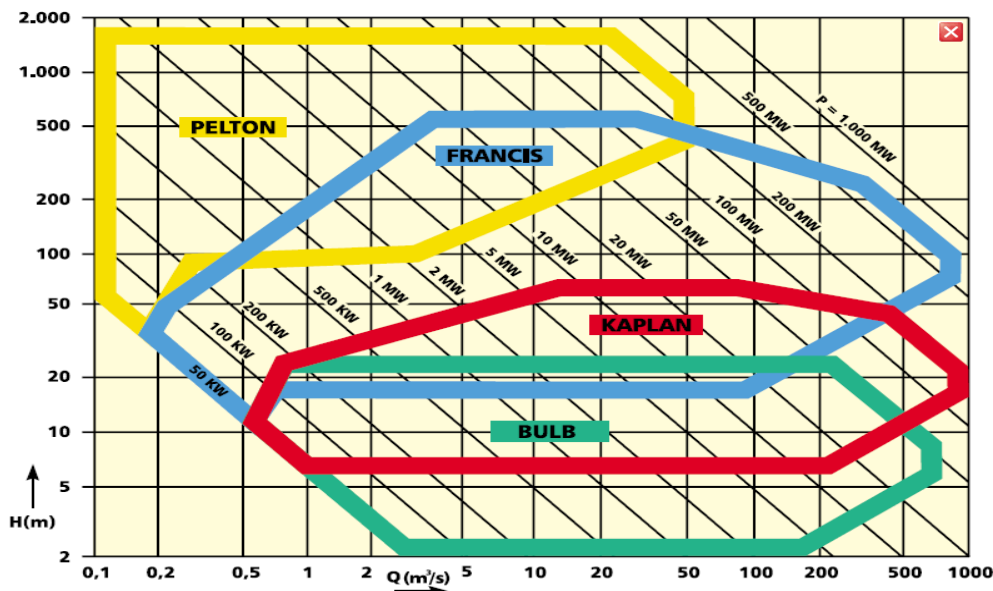
Εικόνα 44. Ο κατάντη πλευρά του αναβαθμού του Μ.Υ.Ε. της περιοχής μελέτης.

Οι παράμετροι λειτουργίας του υδροηλεκτρικού σταθμού είναι οι εξής (www.goldeco.gr) :

- Το καθαρό μανομετρικό ύψος είναι 4,7 μέτρα (ωφέλιμο ύψος υδατόπτωσης)
- Η μέγιστη παροχή τους υδροστρόβιλους είναι $60 \text{ m}^3/\text{s}$ ($30 \text{ m}^3/\text{s}$ ανά υδροστρόβιλο)
- Η αναμενόμενη μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας ανέρχεται στις 9.512.206 KWh
- Ο βαθμός απόδοσης του σταθμού εκτιμάται στο 54.29% (Capacity Factor)



Εικόνα 45. Σκαρίφημα του οικίσκου του Μ.Υ.Ε. (Πηγή: www.goldeco.gr)



Εικόνα 46. Διάγραμμα βάσει του οποίου επιλέγεται ο κατάλληλος τύπος τουρμπίνας. (Πηγή: Pereira et al, 2015)

Η επιλογή του σωστού τύπου τουρμπίνας (Εικόνα 46) είναι υψίστης σημασίας για την βέλτιστη αξιοποίηση του ποταμού για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Mamassis et al, 2020).

Το νερό όταν εξέλθει της τουρμπίνας επιστρέφει πίσω στον ποταμό. Τότε, η ταχύτητα εξόδου του νερού είναι συνήθως πολύ υψηλή και ως εκ τούτου απαιτείται ειδική διαμόρφωση του χώρου (τσιμεντοποίηση) ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι αρνητικές επιπτώσεις στο σταθμό (αύξηση της

στάθμης του νερού πέραν ενός ορίου) που θα οδηγήσουν στη λανθασμένη λειτουργία της τουρμπίνας (ESHA, 2004).

Κατά την διαδικασία έρευνας υλοποίησης ενός μικρού υδροηλεκτρικού έργου (Εικόνα 47) πρέπει να έχουν γίνει κάποιες θεμελιώδεις μελέτες για την αξιοποίηση του (Dimopoulos, 2022).

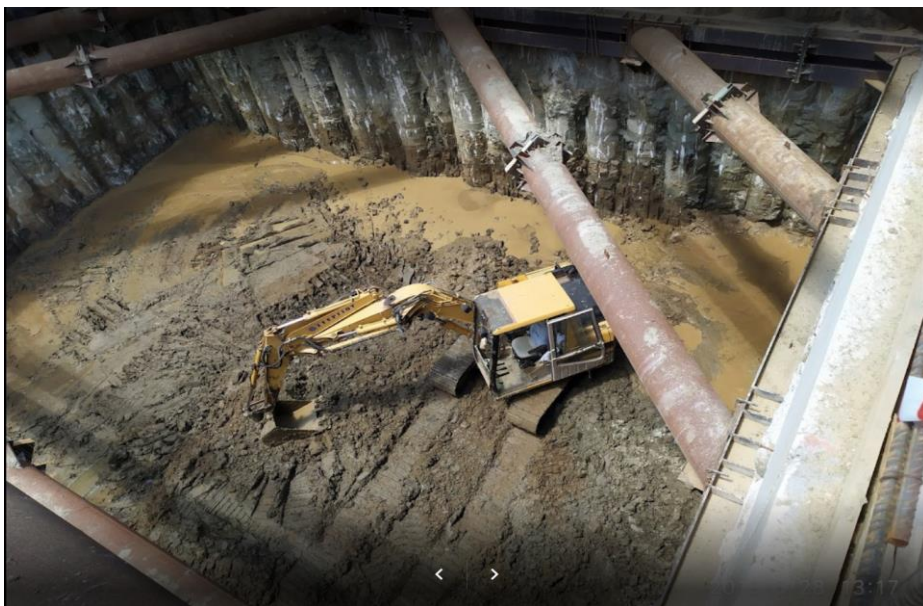
- Τοπογραφικές και γεωλογικές μελέτες
- Εκτίμηση του υδάτινου πόρου και της προοπτικής του
- Καθορισμός της περιοχής εγκατάστασης και τη βασική διάταξη του έργου στο χώρο
- Έλεγχος και αξιοπιστία των υδραυλικών τουρμπίνων και γεννητριών
- Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων και αντισταθμιστικά μέτρα
- Συνολική οικονομική αξιολόγηση του έργου
- Το θεσμικό πλαίσιο και οι απαραίτητες διαδικασίες απόκτησης αδειών.

Η αδειοδοτική κατάσταση του έργου είναι η εξής (www.goldeco.gr) :

- Άδεια Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (Αριθμ. Πρωτ. ΥΠΑΝ Ρ261/29.07.2001)
- Προκαταρκτική Περιβαλλοντική Εκτίμηση (Π.Π.Ε Αριθμ. Πρωτ. 6790/09.09.2995)
- Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο Αριθμ. Πρωτ. 725/11/14.02.2011)
- Άδεια Χρήσης Νερού (Αριθμ. Πρωτ. 21480/06.05.2011)
- Οριστική Προσφορά Σύνδεσης στο Δίκτυο (ΑΡ./ΗΜ./ΔΣΑΣ/20153/26.08.2013)
- Άδεια Εγκατάστασης (Αριθμ. Πρωτ. 83171/23.10.2014)

Αξίζει να αναφερθεί ότι η σειρά με την οποία εκδίδονται οι σχετικές άδειες είναι η παρακάτω:

1. Άδεια Παραγωγής (πρώτη)
2. Άδεια Εγκατάστασης
3. Άδεια Λειτουργίας (τελευταία)



Εικόνα 47. Οι δραστηριότητες κατασκευής της βάσης του έργου (Πηγή: www.goldeco.gr)

1.4.4 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕΓΑΛΩΝ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός πως τα μικρά και τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα δεν διαφέρουν ως προς τη διαδρομή της μετατροπής ενέργειας (κινητική, μηχανική, ηλεκτρική). Οι βασικές διαφορές είναι στον ηλεκτρομηχανικό εξοπλισμό, στη διαμόρφωση και τη λειτουργία του υδροηλεκτρικού σταθμού (Dimopoulos, 2022).

Το μεγαλύτερο υδροηλεκτρικό έργο στον κόσμο βρίσκεται στον ποταμό Yangtze στην Κίνα. Το Three Gorges Dam (Εικόνα 48) έχει δυνατότητα 22.500 megawatts (MW). Το 2012 προσπέρασε τον υδροηλεκτρικό σταθμό Itaipu στα σύνορα της Βραζιλίας και της Παραγουάης (στον ποταμό Παρανά) της τάξεως των 14.000 MW ο οποίος κρατούσε το ρεκόρ. Όμως σε περίοδο ενός χρόνου παράγουν την ίδια ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος αφού το πρώτο λόγω εποχικών διαφοροποιήσεων έχει περιορισμένη χρήση του νερού. Το ύψος του Three Gorges είναι 181 μέτρα, το μήκος του 2.335 μέτρα ενώ η λεκάνη αποταμίευσης νερού που δημιουργεί το φράγμα έχει έκταση 1.045 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Η πηγή του ποταμού βρίσκεται 600 χιλιόμετρα μακριά. Συμβάλλει ενεργά στην οικονομία της Κίνας. Στον αντίποδα, η λειτουργία του εκτόπισε/μετακίνησε πάνω από ένα εκατομμύριο ανθρώπους από τις κατοικίες τους.



Εικόνα 48. Το Three Gorges Dam στην Κίνα. (Πηγή: www.usgs.gov)

Η Ελλάδα είναι ορεινή χώρα σε ποσοστό πάνω από 80% με ανώμαλα, πετρώδη εδάφη και ποικιλία τοπικών κλιμάτων. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι εγκατεστημένοι κυρίως στο βορειοδυτικό τμήμα της χώρας, όπου βρίσκονται και οι περισσότερες οροσειρές. Η χρήση των υδροηλεκτρικών σταθμών είναι πολλαπλή (Αργυράκης, Δ.Ε.Η.):

- Παραγωγή ‘καθαρής’ και ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας, κάλυψη ενεργειακών απαιτήσεων στην αιχμή της ζήτησης, παροχής επικουρικών υπηρεσιών στο Διασυνδεδεμένο Δίκτυο
- Αντιπλημμυρική προστασία
- Ρύθμιση των εισροών μέσω των ταμιευτήρων και χρήση των νερών σε περιπτώσεις παρατεταμένης ανομβρίας
- Παροχή νερού για αρδεύσεις καλλιεργειών και ύδρευση πόλεων
- Παροχή νερού για ψύξη μονάδων Θερμοηλεκτρικών Σταθμών και άλλες βιομηχανικές χρήσεις
- Αλιεία, ναυταθλητισμός, αναψυχή, περιβαλλοντική εκπαίδευση, εναλλακτικός τουρισμός και άλλες δραστηριότητες στους ταμιευτήρες
- Κατασκευή δρόμων και δημιουργία σημαντικών υποδομών στις παροχές όπου βρίσκονται
- Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί προστατεύουν το περιβάλλον εξασφαλίζοντας οικολογική παροχή στις κοίτες των ποταμών. Οι ταμιευτήρες αποτελούν ιδανικό περιβάλλον επιβίωσης και ανάπτυξης πολλών ειδών χλωρίδας και πανίδας
- Αναβαθμίζουν αισθητικά το τοπίο και σε πολλές περιπτώσεις εξελίσσονται σε μοναδικής ομορφιάς υγροβιότοπους

Το υδροηλεκτρικό έργο Πουρνάρι II (Άρτα, Ήπειρος) κατασκευάστηκε κατάντη του Πουρναρίου I (Εικόνα 49). Λειτουργεί ως αναρρυθμιστικός ταμιευτήρας, εξασφαλίζοντας τη συνεχή ροή του νερού στην κοίτη και τις εκβολές του ποταμού Αράχθου, καθ' όλο το έτος, συμβάλλοντας στην ορθολογική και αποτελεσματική αξιοποίηση των αρδευτικών δικτύων της περιοχής. Το έργο αποτελείται από χωμάτινο φράγμα στην αριστερή όχθη, μήκους περί τα 2 km και ύψους περί τα 15m και από υπερπηδητό φράγμα σκυροδέματος για τη διόδευση των πλημμυρικών παροχών, μήκους 130m. Στο κτήριο του Σταθμού Παραγωγής στεγάζονται τρεις Μονάδες, ισχύος $2 \times 15 + 1.5 = 31.5$. Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας 45 GWH. Το μεγαλύτερο τμήμα του έργου κατασκευάστηκε από την ΤΕΡΝΑ Α.Ε για λογαριασμό της ΔΕΗ Α.Ε. Άλλα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα στην Ελλάδα είναι αυτά στον Ποταμό Αωό 220 MW, Αλιάκμονα 880 MW (Σφηκιά, Ασώματα, Ιλαρίωνας), Νέστο 500 MW (Θησαυρός, Πλατανόβρυση), Αχελώος 925 MW (Στράτος I και II, Μεσοχώρα) (Αργυράκης, Δ.Ε.Η.).



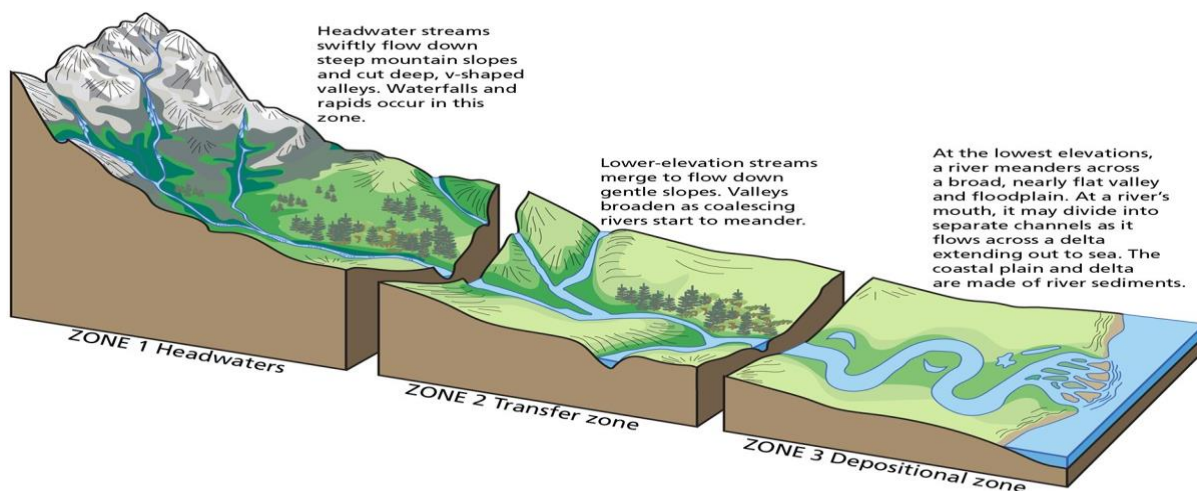
Εικόνα 49. Πουρνάρι I: Φράγμα υπερχειλιστή από σκυρόδεμα ύψους 41,6μ. Επί του ποταμού Αράχθου και σταθμός παραγωγής ενέργειας (4 μονάδων) (Πηγή www.terna.gr) Terna SA - Ενεργειακά Έργα

1.5 ΠΟΤΑΜΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Για την κατανόηση των ποτάμιων συστημάτων πρέπει να μελετηθούν οι θεμελιώδεις αρχές τους. Το περίπλοκο ποτάμιο δίκτυο διαμορφώνει το γεωμορφολογικό τοπίο και είναι αναπόσπαστο τμήμα του. Δημιουργείται καθώς το νερό ρέει από υψηλότερα προς χαμηλότερα υψόμετρα. Η διαφορά υψομέτρου στην αρχή και στο τέλος (όπου είναι διακριτό) του ποταμού, εκ φύσεως λόγω βαρύτητας, προμηθεύει το ποτάμι με ενέργεια. Η ενέργεια αυτή εκφράζεται με ποικίλους τρόπους και ποτάμιες μορφές. Η παραπανίσια ενέργεια διασκορπίζεται στην επαφή με τη βλάστηση στις όχθες, μέσω διάβρωσης στις μαινδρικές στροφές, λόγω ανωμαλιών ή τραχύτητας στην κοίτη ή στις όχθες του ποταμού. Επίσης, λόγω μεταφοράς ιζήματος, πάγου ή συντριμμιών. Η παραγωγή ιζήματος επηρεάζεται από το είδος του εδάφους, της βλάστησης και της περιοχής κάλυψης αυτής. Η χρήση γης, το κλίμα και οι ρυθμοί αποσάθρωσης/διάβρωσης δρουν εξίσου σημαντικά. Το ποτάμι χάνει ενέργεια όταν μειώνεται η πτώση ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, αυξάνεται η εξάτμιση και όταν διαβρώνεται κοντά στις όχθες του. Επίσης η ύπαρξη φυκών (algae- cyanobacteria) μειώνει την ροή.

1.5.1 ΟΙ ΖΩΝΕΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Η λεκάνη απορροής μέσω της οποίας ο ποταμός ρέει, καθορίζει το είδος και την ποσότητα του ιζήματος που θα μεταφερθεί ή θα αποτεθεί. Έχουν οριστεί τρεις ζώνες (Εικόνα 50) ανάλογα με την λειτουργία της λεκάνης απορροής (Vermont Agency, 2005). Πρώτον, η ζώνη που κολλούβιο υλικό εισάγεται στο ρεύμα από κατολισθήσεις και μεγάλες πτώσεις βράχων λόγω έντονης βροχόπτωσης, λιώσιμο πάγων, σεισμών, ηφαιστειών και γενικά όταν η κλίση του εδάφους γίνεται ασταθής. Για να μεταφερθεί αυτός ο τεράστιος όγκος υλικού χρειάζονται συγκεκριμένες συνθήκες ροής στο ποτάμι οι οποίες είναι σπάνιες. Δεύτερον, η ζώνη, η οποία είναι γεωμορφολογικά ανθεκτική, που έχει δυνατότητα να μεταφέρει μεγάλη ποσότητα ιζήματος. Γενικά, η ποσότητα που εισέρχεται σε αυτή τη ζώνη αντισταθμίζεται με τη ποσότητα που εξέρχεται της ζώνης. Τρίτον, η ζώνη ανταπόκρισης που σημαντικές προσαρμογές συμβαίνουν γεωμορφολογικά λόγω των αλλαγών στην προμήθεια σε ιζήμα. Η μετάβαση από την δεύτερη στη τρίτη ζώνη επιτελεί στην επίμονη και σαφή αστάθεια του συστήματος (Gellis et al, 2016).



Εικόνα 50. Οι ζώνες της λεκάνης απορροής (Πηγή: Schumm, 1977)

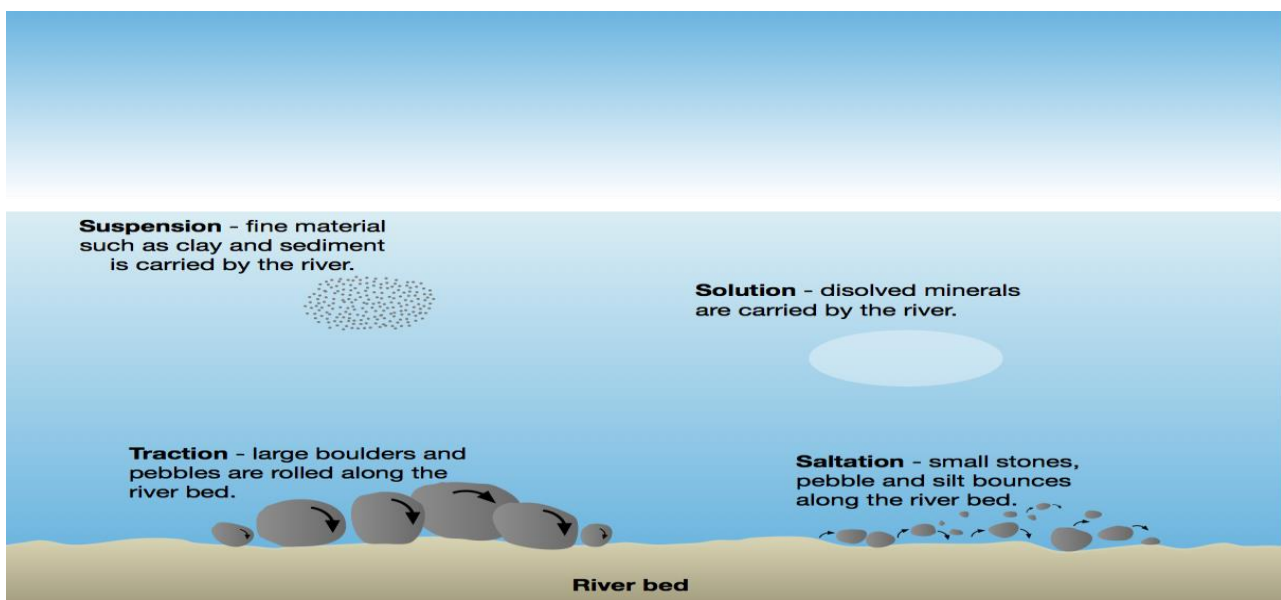
Οι κύριες διεργασίες που συμβαίνουν στο εσωτερικό των ποταμών είναι οι εξής:

1. Υδραυλική κίνηση
2. Τριβή/Διάβρωση
3. Αποσάθρωση
4. Μεταφορά

Υπάρχουν τρεις τύποι ιζήματος (Εικόνα 51) στο ποτάμι (Yochum and Reynolds, 2020):

1. Χημικό ίζημα από διαλυμένα στοιχεία μέσα στο νερό προερχόμενα από χημική αποσάθρωση πετρωμάτων της κοίτης ή του εδάφους.
2. Κλαστικό ίζημα από αιωρούμενα υλικά όπως λεπτόκοκκη άμμος, πηλός και ιλύς τα οποία παραμένουν στην υδάτινη στήλη λόγω τυρβώδους ροής.
3. Κλαστικά ιζήματα τα οποία βρίσκονται στην κοίτη του ποταμού. Μπορεί να είναι από άμμος, χαλίκι έως κροκάλες και ογκόλιθοι. Μεταφέρονται με κύλιση, ολίσθηση ή αναπήδηση.

Το φορτίο της κοίτης διαμορφώνει την μορφολογία και την σταθερότητα του καναλιού περισσότερο σε σχέση με τις άλλες δύο κατηγορίες. Η συνήθη σειρά απόθεσης (βαρύτερα προς ελαφρύτερα) είναι πρώτα τα υλικά της κοίτης, μετά τα αιωρούμενα υλικά και τέλος η χημική απόθεση



Εικόνα 51. Οι διάφοροι τρόποι μεταφοράς ιζήματος στο νερό (Πηγή: www.alevelgeography.com)

Δύο βασικές έννοιες για την μεταφοράς ιζήματος είναι η χωρητικότητα (capacity) δηλαδή ο συνολικός όγκος υλικού που μπορεί να μεταφέρει ο ποταμός και δεύτερον η επάρκεια (competence) δηλαδή το μέγιστο μέγεθος υλικού που μπορεί ο ποταμός να μεταφέρει σε δεδομένη στιγμή (Vermont Agency, 2005). Οι κύριοι παράγοντες που ελέγχουν την ικανότητα του ποταμού να μεταφέρει ίζημα είναι η ταχύτητα και το βάθος του νερού. Οποιαδήποτε αλλαγή σε αυτές τις παραμέτρους επιφέρει αλλαγή στην ικανότητα μεταφοράς του ποταμού.

Βάσει των δύο βασικών εννοιών που προαναφέρθηκαν μπορούν να εξαχθούν κάποια συμπεράσματα και υποθέσεις για την κατάσταση ενός ποταμού (Vermont Agency, 2005).

- Αν η ικανότητα μεταφοράς είναι μεγαλύτερη του παρόντος φορτίου τότε θα υπερισχύσει η διάβρωση.
- Αν η ικανότητα μεταφοράς είναι μικρότερη του παρόντος φορτίου τότε αναμένεται απόθεση ιζήματος.
- Σε περίπτωση που είναι σε ισορροπία τότε ούτε διάβρωση αλλά ούτε και απόθεση θα συμβεί. Το ποτάμι θα λειτουργήσει παθητικά χωρίς σημαντικές διαφοροποιήσεις.

Φυσικά, κάθε ποτάμιο σύστημα περιλαμβάνει και τις τρεις αυτές περιπτώσεις σε διαφορετικές αναλογίες.

1.5.2 ΣΤΑΔΙΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΗΣ ΚΟΙΤΗΣ ΕΝΟΣ ΠΟΤΑΜΟΥ

Τα ποτάμια συστήματα δεν είναι στατικά. Αντιδρούν και προσαρμόζονται στα αποτελέσματα των εξωγενών παραγόντων. Έχουν κατηγοριοποιηθεί πέντε στάδια σε ένα ποτάμιο κύκλο (Εικόνα 52) (Yochum and Reynolds, 2020).

Σταθερότητα: Είναι η βασική κατάσταση ενός ποταμού όπου η απόσταση της κοίτης του με την επιφάνεια της πλημμυρικής πεδιάδας παραμένει σταθερή.

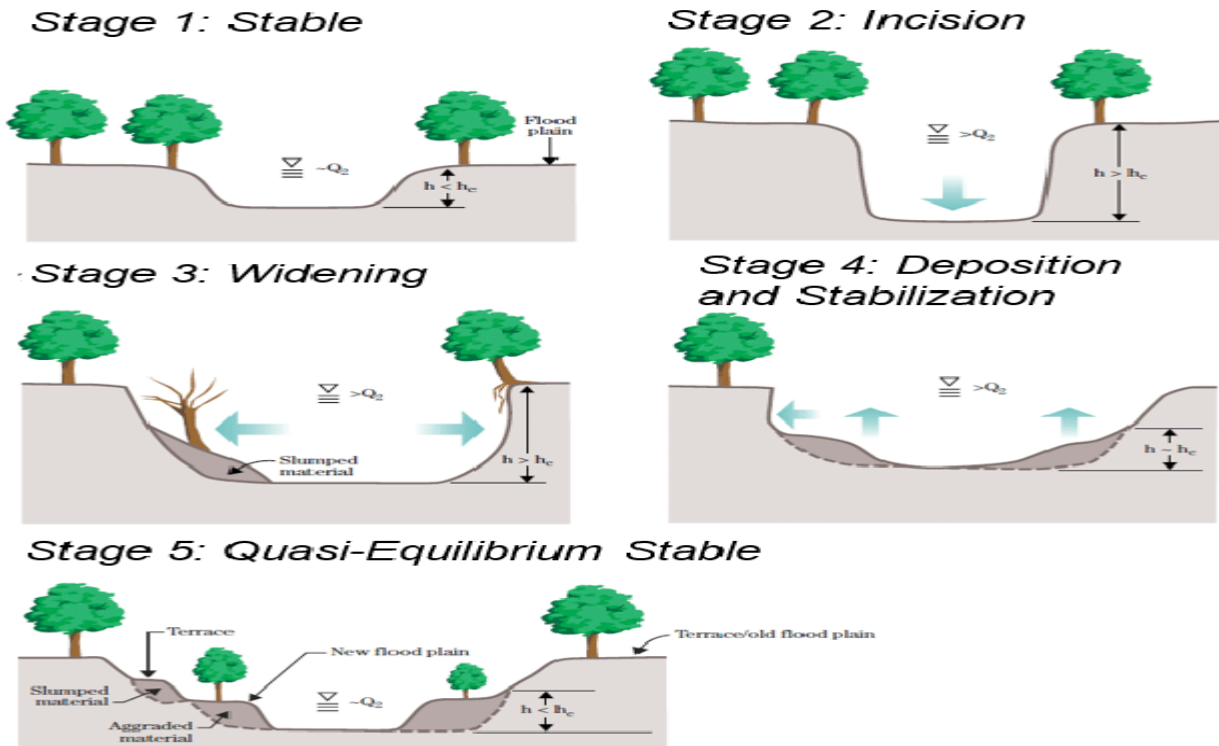
Τομή ή βύθιση: Είναι η διαδικασία με την οποία υποβιβάζεται η κοίτη του ποταμού σε χαμηλότερα υψόμετρα. Μερικά ρεύματα βαθαινούν τόσο πολύ που αποκόπτεται η πρόσβαση στο χερσαίο τμήμα. Η αύξηση της ροής, η μείωση προμήθειας ιζήματος, η αύξηση της κλίσης είναι αιτίες αυτού του γεγονότος.

Πλάτυνση: Ο περιορισμός σε υψηλές ροές οδηγεί σε πτώση ενός ή και των δύο πλευρών ενός ποταμού. Το νέο κατακυλισμένο υλικό, που πλέον βρίσκεται στα άκρα της κοίτης, δημιουργεί μία καινούργια πλημμυρική πεδιάδα σε χαμηλότερο υψόμετρο από την προηγούμενη. Η ροή επικεντρώνεται στις όχθες και έχει ως αποτέλεσμα την πλάτυνση του ποταμού.

Πρόσχωση: Είναι όρος που περιγράφει την ανύψωση της κοίτης λόγω συσσώρευσης ιζήματος σε όλη την έκταση της. Οφείλεται στην μείωση της ροής, στην αύξηση προμήθειας ιζήματος, σε σημαντική μείωση της κλίσης λόγω μαιανδρικής επιμήκυνσης ή υδραυλικής στένωσης (από γέφυρες ή οχετούς).

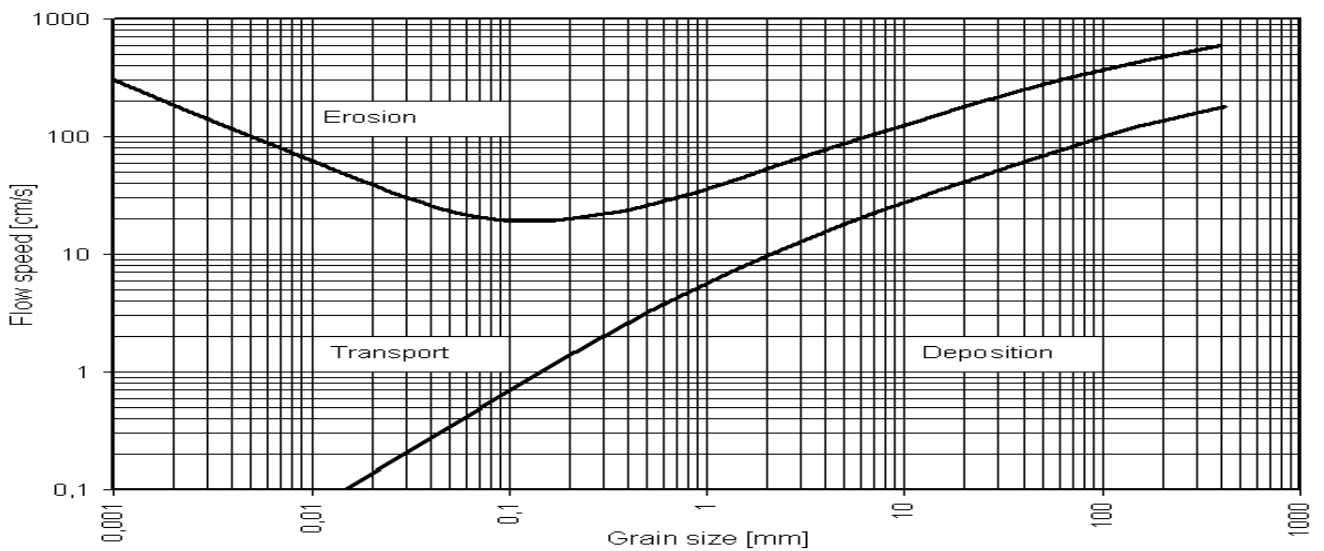
Ισορροπία: Η προσωρινή κατάσταση όπου κλείνει ο κύκλος εξέλιξης ενός ποταμού.

Οι παραπάνω διαδικασίες διαρκούν από μήνες, χρόνια έως και αιώνες. Είναι δύσκολο να προβλεφθούν συγκεκριμένα χρονικά όρια για κάθε μία. Τα ποτάμια συστήματα αλλάζουν συνεχώς με διαφορετικούς ρυθμούς.



Εικόνα 52. Τα πέντε στάδια εξέλιξης της κοίτης ενός ποταμού. (Πηγή: Yochum and Reynolds, 2020)

HJULSTRØM CURVE



Εικόνα 53. Το διάγραμμα της καμπύλης Hjulstrom (Πηγή: Vieira, 2015)

Το διάγραμμα Hjulstrom είναι ένα διάγραμμα (Εικόνα 53) που χρησιμοποιείται κυρίως από υδρογεωλόγους για να εκτιμήσουν αν ο ποταμός θα διαβρώσει, μεταφέρει ή αποθέσει ίζημα. Επίσης παρουσιάζει τις ελάχιστες ταχύτητες ροής μεταφοράς ή διάβρωσης υλικού. Η κλίμακα είναι λογαριθμική.

Ο διαχωρισμός μεταξύ αλλουβιακών (Εικόνα 54) και ποτάμιων (Εικόνα 55) αποθέσεων (deposits):

Ο όρος αλλουβιακές αναφέρεται στις ιζηματογενείς αποθέσεις, αποτελούμενες από άμμο, άργιλο, πηλό και χαλίκι, που τυπικά δημιουργούνται από τα ποτάμια. Τα ιζήματα που δημιουργούν τις αλλουβιακές αποθέσεις καλούνται αλλούβια. Οι αποθέσεις (Εικόνα 56) αυτές βρίσκονται κυρίως πέρα από τα κανονική ροή ή τις όχθες ενός ποταμού, όπως τα δέλτα και οι πλημμυρικές πεδιάδες. Αντίθετα, ο όρος ποτάμια απόθεση (fluvial deposit) αναφέρεται σε διαδικασίες και δομές (όπως η αποσάθρωση, διάβρωση, μεταφορά) λόγω της συμβατικής ροής ενός ποταμού. Επίσης, ο όρος αλλούβιο τείνει προς γεωλογική ερμηνεία ενώ ο όρος fluvial προς γεωμορφολογική ερμηνεία (περιβαλλόντων και συστημάτων). Στην περιοχή μελέτης παρατηρώ αλλουβιακή απόθεση.



Εικόνα 54. Αλλουβιακή απόθεση (alluvial)
(Πηγή: www.fastwindtoaim.com)



Εικόνα 55. Ποτάμια (fluvial) απόθεση
(Πηγή: www.fastwindtoaim.com)

MEANDERING STREAM



Εικόνα 56. Το μαιανδρικό σύστημα ενός ποταμού αποτελούμενο από αλλουβιακές αποθέσεις.
(Πηγή: www.pressbooks.senecacollege.ca)

1.6 ΑΜΜΟΛΗΨΙΕΣ ΣΕ ΠΟΤΑΜΙΑ

Η διαδικασία που ακολουθείται για να προσδιοριστούν οι θέσεις, οι περίοδοι και η ποιότητα για εξόρυξη άμμου και χαλικιού από ποτάμια συστήματα και οι γενικές κατευθυντήριες γραμμές είναι οι εξής:

- Τα τμήματα του ποταμού που δέχονται απόθεση και πρόσχωση είναι αυτά που πρέπει να αναγνωριστούν πρώτα. Οι χειριστές του έργου επιτρέπεται να αφαιρέσουν άμμο και χαλίκια της απόθεσης σε αυτές τις περιοχές για να μετριάσουν το πρόβλημα της πρόσχωσης.
- Οι αποστάσεις μεταξύ των σημείων εξόρυξης βασίζεται στο ρυθμό αναπλήρωσης με ίζημα του ποταμού. Πρέπει να μελετηθεί η μαθηματική καμπύλη παραγωγής ιζήματος σε σχέση με την ποσότητα που θα εξαχθεί.
- Άμμος και χαλίκια μπορούν να εξαχθούν σε ολόκληρο το κανάλι κατά την ξηρή περίοδο (Μάιο έως Σεπτέμβριο)
- Τα επίπεδα άμμου και χαλικιού που μπορούν να αφαιρεθούν από την κοίτη του ποταμού εξαρτώνται από το πλάτος και το ρυθμό αναπλήρωσης ιζήματος του ποταμού.
- Άμμος και χαλίκια δεν επιτρέπεται να εξαχθούν σε σημεία όπου μπορεί να προκληθεί διάβρωση όπως στα κοίλα τμήματα της όχθης.
- Άμμος και χαλίκια δεν μπορούν να εξαχθούν σε απόσταση μικρότερη των 1000 μέτρων από κάποια αξιοσημείωτη υδραυλική κατασκευή.
- Κατάντη της ποτάμιας απόθεσης άμμου είναι καλύτερα να γίνει η εξαγωγή. Ωστε ανάντι να παραμείνει. Παρόχθια βλάστηση προτείνεται ως μέθοδος ισορροπίας του καναλιού.
- Η ικανότητα του ποταμού να ανταπεξέλθει σε φαινόμενα πλημμύρας μπορεί να διατηρηθεί σε περιοχές με κατασκευές αντιπλημμυρικού χαρακτήρα.
- Εναλλακτικά, εκτός καναλιού εξόρυξη προτείνεται για να επιτρέψει στον ποταμό να ανανεώσει την ποσότητα που αφαιρέθηκε κατά τη διάρκεια εξόρυξης εντός του ποταμού.

Οι Reisenbuchler et al (2019), σε πρόσφατη έρευνα τους για τα υδροηλεκτρικά έργα, μελέτησαν έναν υδροηλεκτρικό σταθμό (τύπου Run of River) στον ποταμό Saalach της Γερμανίας ως προς τη διαχείριση των ιζημάτων που συσσωρεύονται ανάντη του αναβαθμού του. Αφού η εξόρυξη των ιζημάτων (αμμοληψία) είναι μία ακριβή και χρονοβόρα μέθοδος, επέλεξαν την μέθοδο της φυσικής έκπλυσης ιζήματος (flushing) με την οποία μειώνοντας τη στάθμη του ύδατος σε όλο το απόθεμα νερού, το σύστημα ρέει ελεύθερα κατάντη του αναβαθμού. Μελέτησαν διάφορα σενάρια ροής των πλημμυρικών φαινομένων βάσει αριθμητικών προσομοιώσεων 2D. Σημαντική παράμετρος είναι ο χρόνος κατά τον οποίο θα είναι ανοιχτός ο αναβαθμός. Επίσης, παρατήρησαν ότι χαμηλές ροές απλά μεταφέρουν το ίζημα στα άκρα του αναβαθμού και δεν έχουν αποτέλεσμα αν η κοίτη είναι χαλικώδης. Τέλος, συμπέραναν ότι αν δεν υλοποιηθεί ένα σχέδιο διαχείρισης των ιζημάτων, οι μελλοντικές πλημμύρες θα ζημιώσουν το μικρό υδροηλεκτρικό έργο.

Οι Bathrellos and Skilodimou (2022) έχουν κατηγοριοποιήσει τις παραμέτρους που εμπλέκονται στην ανάλυση καταλληλότητας εξόρυξης άμμου και χαλικιών από νέες θέσεις (Πίνακας 3). Οι παράμετροι ποικίλουν από γεωμορφολογικοί, περιβαλλοντικοί έως και κοινωνικό-οικονομικοί. Η μέγιστη βαθμολογία είναι 4 (μεγαλύτερη καταλληλότητα) και η ελάχιστη 0 (μικρότερη καταλληλότητα).

Παράμετροι	Κλάσεις	Βαθμολογία
Λιθολογία	Αλλούβιες αποθέσεις	4
	Πετρώματα	0
Απόσταση από συμβολή ρεμάτων (μέτρα)	<200	4
	200-400	3
	400-600	2
	600-800	1
	>800	0
Απόσταση από πόλεις και οικισμούς (μέτρα)	<1000	0
	>1000	4
Απόσταση από δρόμους (μέτρα)	<300	0
	300-600	1
	600-900	2
	900-1200	3
	>1200	4
Χρήση γης	Αστικές περιοχές	0
	Καλλιεργήσιμες εκτάσεις	0
	Δάση	1
	Θαμνώδεις εκτάσεις και λιβάδια	3
	Πεδιάδες άμμου	4
	Υδάτινες περιοχές	0

Δίκτυο Natura 2000	Προστατευόμενες περιοχές	0
	Μη προστατευόμενες περιοχές	4
Απόσταση από υφιστάμενους χώρους εκσκαφής (μέτρα)	<500	0
	500-1000	1
	1000-1500	2
	1500-2000	3
	>2000	4
Απόσταση από γέφυρες (μέτρα)	<100	0
	>100	4
Απόσταση από τεχνητά συστήματα άρδευσης και αποστράγγισης (μέτρα)	<100	0
	>100	4

Πίνακας 3. Ανάλυση καταλληλότητας εξόρυξης άμμου και χαλικιών (Bathrellos and Skilodimou, 2022)

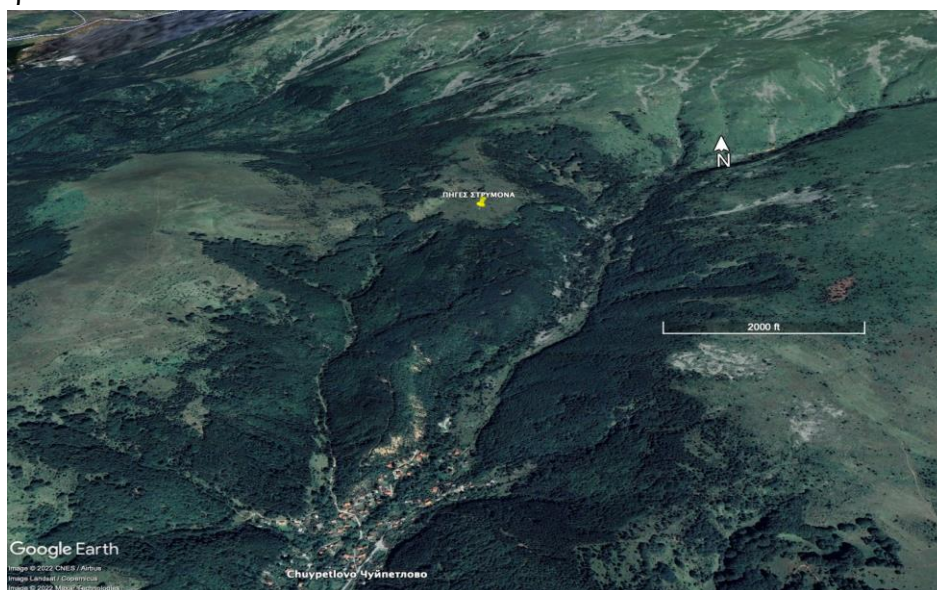
1.7 ΣΤΟΧΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Ο στόχος της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση της αξιοποίησης των φυσικών αδρανών υλικών από τη συντήρηση του μικρού υδροηλεκτρικού έργου στον Στρυμόνα ποταμό. Στο πλαίσιο της κυκλικής ανάπτυξης εξετάζεται η διαχρονική αξιοποίηση της απόθεσης στη περιοχή μελέτης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.

ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ο ποταμός Στρυμόνας, που διαρρέει τον νομό Σερρών, πηγάζει από τις νοτιοδυτικές πλαγιές του όρους Βίτοσα στη Βουλγαρία στα 2200μ (Εικόνα 57) (Γεωτεχνικό Επιμελητήριο). Στο ξεκίνημα του, ο Στρυμόνας είναι πολύ ορμητικός διασχίζοντας τις απόκρημνες χαράδρες. Μετά, συναντά την εύφορη κοιλάδα ανάμεσα στα όρη Ρίλα και Ρούγιες. Νοτιότερα, οδηγείται σε μία δίοδο των ορέων Μάλες και Πιρίν. Στην Ελληνική επικράτεια εισέρχεται δυτικά από το χωριό Προμαχώνας, δια μέσου των στενών του Ρούπελ ή της Κούλας που ο ίδιος έχει ανοίξει ανάμεσα στις οροσειρές της Κερκίνης (Μπέλες) και του Ορβήλου (Αγκίστρου). Στο σημείο αυτό, λόγω της απότομης αλλαγής κλίσης του εδάφους, ο ποταμός χάνει την ορμητικότητα του και χωρίζεται σε δύο κύριους κλάδους. Ο δυτικός κλάδος εισέρχεται στη Λίμνη Κερκίνη και υπερχειλίζει στη νότια πλευρά της. Μετά ρέει προς τα νοτιοανατολικά μέχρι το σημείο που ενώνεται με τον ανατολικό μεγαλύτερο κλάδο και σχηματίζουν ενιαία κοίτη κοντά στο χωριό Λιθότοπος. Από εκεί μέχρι 50 χλμ σε μήκος όπου βρίσκεται η συμβολή του Στρυμόνα με τον Αγγίτη (Εικόνα 58), η κοίτη του Στρυμόνα είναι τεχνητή με αναχώματα και αρδευτικά κανάλια (Εικόνα 59,60) (Γεωτεχνικό Επιμελητήριο). Εν τέλει ο Στρυμόνας διέρχεται ανάμεσα στα Κερδύλλια όρη και το Παγγαίο και εκβάλλει στον Στρυμονικό Κόλπο, ανατολικά του χωριού Νέα Κερδύλλια.



Εικόνα 57. Οι πηγές του Στρυμόνα στο χωριό Chuyetlono της Βουλγαρίας, Συντεταγμένες: 42°31'57.38''N , 23°14'49.49''E . Δορυφορική εικόνα στις 10/2022 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 58. Σημείο σύνδεσης του Στρυμόνα με τον Αγγίτη ποταμό, Συντεταγμένες: $40^{\circ}54'07.79''\text{N}$, $23^{\circ}48'37.37''\text{E}$. Δορυφορική εικόνα στις 4/2022 (Πηγή: Google Earth Pro)



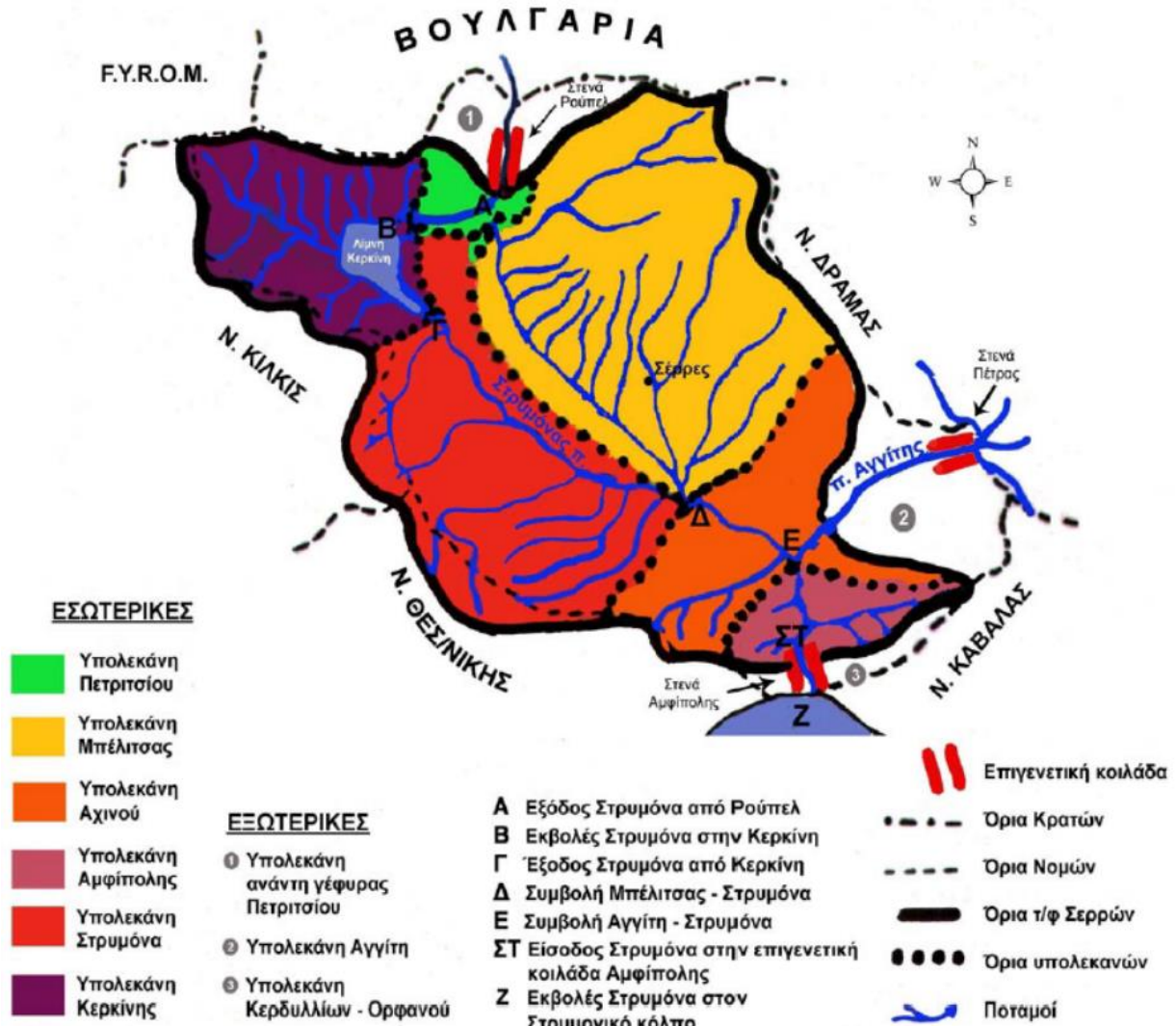
Εικόνα 59. Ανάντη του Αναβαθμού, Φωτογραφία στις 4/2022 (Συλλογή Συγγραφέα)



Εικόνα 60. Στο κεντρικό μέρος της απόθεσης, Φωτογραφία στις 4/2022 (Συλλογή Συγγραφέα)

Ο Στρυμόνας είναι ο μόνος μεγάλος ποταμός της Β. Ελλάδας που δεν σχημάτισε δέλτα στις εκβολές του. Συνολική έκταση λεκάνης 17150 km² εκ των οποίων τα 10364 km² βρίσκονται εκτός των ελληνικών συνόρων (Γεωτεχνικό Επιμελητήριο). Στην Ελλάδα αντιστοιχεί το 39,45%. Χαρακτηριστικό γεωμορφολογικό στοιχείο της πεδινής έκτασης είναι η τεχνητή λίμνη της Κερκίνης με έκταση 54 km². Η υδρολογική λεκάνη του Στρυμόνα (Εικόνα 61) στον Ελλαδικό χώρο χωρίζεται στις εξής υπολεκάνες: Κερκίνης, Μπέλιτσας, Ν.Δ. Στρυμόνα ή Βερτίσκου, Νευροκοπιού, Αγγίτη και Αμφιπόλεως.

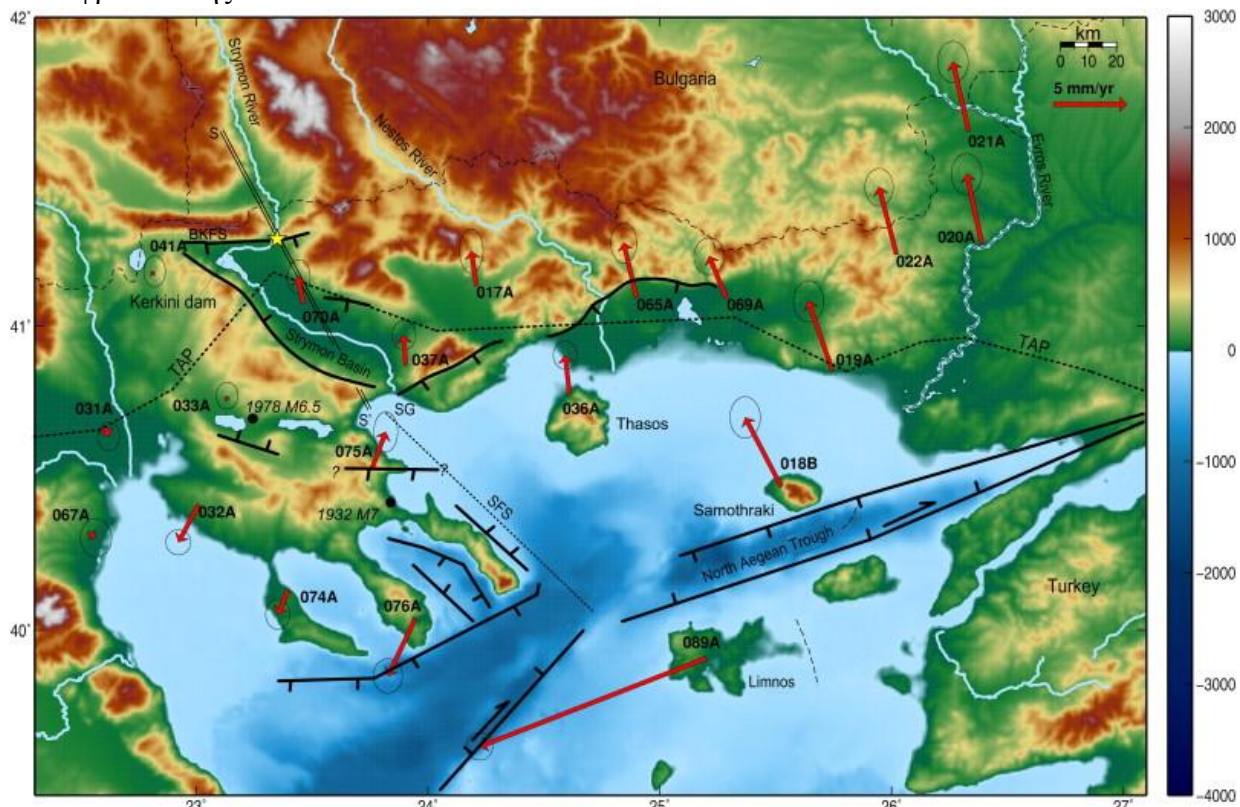
Η ορεινή ζώνη (υψόμετρο 600μ και πάνω) καταλαμβάνει περίπου το 22% της έκτασης της λεκάνης, η λοφώδης περιοχή (υψόμετρο από 200-600μ) καταλαμβάνει το 27% αυτής και τέλος η χαμηλή περιοχή (υψόμετρο μικρότερο από 200μ) καταλαμβάνει το μεγαλύτερο τμήμα της, περίπου το 51% (Γεωτεχνικό Επιμελητήριο).



Εικόνα 61. Υπολεκάνες Ταφρολεκάνης Σερρών (Πηγή: Παπαφιλίππου, 1994)

Η λεκάνη απορροής του Στρυμόνα χαρακτηρίζεται ως τεκτονικό βύθισμα (Εικόνα 62), μία ταφρολεκάνη η οποία οριοθετείται από τους περιφερειακούς ορεινούς όγκους της οροσειράς της **Δ. Ροδόπης** στα ανατολικά (Ορβηλος – Άγκιστρο, όρη Βροντούς, Μενοίκιο και Παγγαίο) και της οροσειράς της **Σερβομακεδονικής μάζας** στα δυτικά (όρη Κερκίνης, Δυσωρο, Μαυροβούνιο, Βερτίσκοκ και Κερδύλλια). Η Σερβομακεδονική είναι επωθημένη πάνω στην Ροδόπη (Αρβανίτης et al, 2001). Η τεκτονική γραμμή επαφής δεν φαίνεται στην επιφάνεια (πέραν μόνο δύο συγκεκριμένων θέσεων). Αυτό συμβαίνει λόγω της πλήρωσης της από αποθέσεις Νεογενών και Τεταρτογενών ιζημάτων.

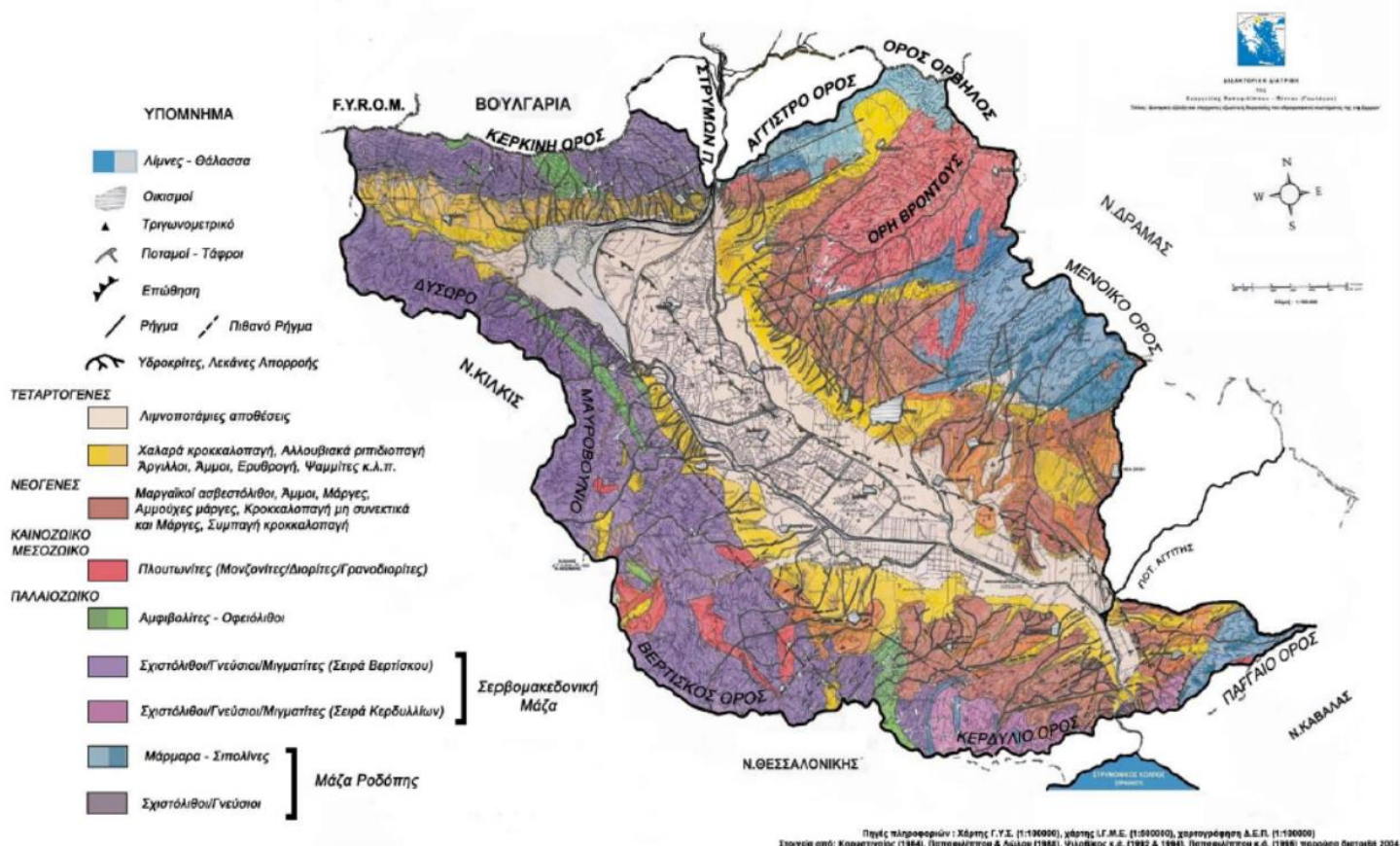
Η αρχική βύθιση συνέβη στο διάστημα Μέσο έως Ανώτερο Μειόκαινο με χερσαία, ποταμο λιμναία, δελταικά και λιμναία ιζήματα. Στο Ανώτερο Μειόκαινο έως Πλειόκαινο έχουμε επίκληση και μετακίνηση της θάλασσας στο εσωτερικό της λεκάνης με αποθέσεις θαλάσσιων, υφάλμυρων και λιμναίων ιζημάτων. Η νέα βύθιση πραγματοποιείται στο Ανώτερο Πλειόκαινο έως το Τεταρτογενές με χερσοποτάμια, ποταμολιμναία, λιμνοδελταικά και χερσοχειμάρρια ιζήματα. Το σύστημα των ιζηματογενών αποθέσεων της ταφρολεκάνης των Σερρών αποτελείται από μεγάλη ποικιλία υλικών με πολύπλοκη και ανομοιόμορφη κατανομή, εξάπλωση και τεκτονική καταπόνηση και διακρίνεται σε δύο κύριες κατηγορίες υλικών. Πρώτον την κατηγορία των νεογενών ιζημάτων που εμφανίζεται στην εσωτερική περιμετρική λοφώδη περιοχή ενώ δεύτερον οι τεταρτογενείς αποθέσεις αναπτύσσονται στην κεντρική πεδινή ζώνη της ταφρολεκάνης των Σερρών. Αποτελείται από αδρόκοκκα φερτά υλικά, προϊόντα αποσάθρωσης και διάβρωσης των πετρωμάτων του υποβάθρου των ορεινών όγκων και διάβρωσης των παλαιότερων ιζηματογενών αποθέσεων των περιθωρίων της ταφρολεκάνης.



Εικόνα 62. Γεωμορφολογικός/Τεκτονικός Χάρτης της Βόρειας Ελλάδας και της νότιας Βουλγαρίας στον οποίο απεικονίζονται τα κυριότερα ρήγματα και οι σχετικές τεκτονικές μετακινήσεις (βάσει των θέσεων των σταθμών HEPOS). (Πηγή: V. Mouslopoulou et al (2014))

Η λιθολογία του υποβάθρου αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα Παλαιοζωικής ηλικίας μέσα στα οποία έχουν διεισδύσει πλουτωνίτες Καινοζωικής ηλικίας (Εικόνα 63). Στην Ελλάδα ο Στρυμόνας διασχίζει γεωλογικά τέσσερις γεωτεκτονικές ενότητες την Βερτίσκου, Κερδυλίων, Παγγαίου και Σιδηρόνερου οι οποίες είναι μέλη των Ελληνίδων-Δειναρίδων (νότιος κλάδος του αλπικού ορογενετικού τόξου). Στην Βουλγαρία διασχίζει τις Βαλκανίδες (βόρειος κλάδος του αλπικού ορογενετικού τόξου). Μία περιστροφική αριστερόστροφη σύγκλιση ,μήκους μεγαλύτερου των 2.500 χιλιομέτρων, μεταξύ της Ευρώπης και της Αφρικής εδώ και 140 Μα έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία του ορογενετικού συστήματος των Ελληνίδων- Δειναρίδων - Ροδόπης.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΑΦΡΟΛΕΚΑΝΗΣ ΣΕΡΡΩΝ



Εικόνα 63. Γεωλογικός χάρτης της ταφρολεκάνης των Σερρών (Πηγή: Παπαφίλιππου, 1994)

Οι Kockel & Walther (1965) πρότειναν διαχωρισμό της Σερβομακεδονικής από την Μάζα της Ροδόπης λόγω πρώτον στην παρατηρούμενη διαφορά βαθμών μεταμόρφωσης εκατέρωθεν της κοιλάδας του Στρυμόνα και δεύτερον στις λιθολογικές διαφορές.

Δυτικά του Στρυμόνα, η Σερβομακεδονική μάζα υποδιαιρείται σε δύο ενότητες. Δυτικοκεντρικά είναι η ανώτερη ενότητα **Βερτίσκου** όπου στρωματογραφικά έχουμε γνεύσιους, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους με λεπτά στρώματα μαρμάρων, μεταδιαβάσεις, μεταγάββρους και αμφιβολίτες ενώ νότιο ανατολικά έχουμε την κατώτερη ενότητα των **Κερδυλλίων** με μιγματιτικούς γνεύσιους, βιοτικούς γνεύσιους, αμφιβολίτες και μάρμαρα. Σημαντικό γεγονός είναι πως η ενότητα των Κερδυλλίων περιλαμβάνει τους αρχαιότερους και βαθύτερους σχηματισμούς πετρωμάτων στην Ελληνική επικράτεια.

Ανατολικά του Στρυμόνα, η μάζα της Ροδόπης υποδιαιρείται στην κατώτερη τεκτονικά ενότητα του **Παγγαίου** και στην ανώτερη τεκτονικά ενότητα του **Σιδηρόνερου**. Η ενότητα του Παγγαίου χαρακτηρίζεται από μεγάλης κλίμακας πτυχές ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης και αποτελείται κυρίως από ογκώδη μάρμαρα τα οποία παρεμβάλλονται προς τα πάνω από πολλούς ορίζοντες σχιστόλιθων (κυρίως της πρασινοσχιστολιθικής φάσης) και λιγότερο από ορθογνεύσιους και αμφιβολίτες. Κατά το Ολιγόκαινο και Μειόκαινο διάφορα όξινα πλουτωνικά σώματα διείσδυσαν την ενότητα. Αντίθετα, η υπερκείμενη ενότητα του Σιδηρόνερου (η επώθηση έχει διεύθυνση Β-Ν κατά μήκος μιας τεκτονικής γραμμής γενικής διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ και αρκετών χιλιομέτρων) είναι υψηλότερου μεταμορφικού βαθμού από την υποκείμενη της και αποτελείται από μιγματιτικούς γνεύσιους, εκλογίτες, αμφιβολίτες, ορθογνεύσιους, μάρμαρα, μαφικά και υπερμαφικά πετρώματα.

Οι δύο μάζες έχουν υποστεί έντονη παραμόρφωση και μεταμόρφωση λόγω των διαδοχικών τεκτονο-μεταμορφικών γεγονότων. Το τελευταίο γεγονός συνέβη στο πλαίσιο της αλπικής ορογένεσης.

Η Τριτογενής εξέλιξη της ελληνικής ενδοχώρας είναι πολυδιάστατη (Tranos, 2010). Είναι ευρέως αποδεκτό πως το προ-Νεογενές κρυσταλλικό υπόβαθρο είχε ως αποτέλεσμα τις νεότερες Τριτογενής Αλπικές διαδικασίες οι οποίες ανύψωσαν το ελληνικό ορογενές λόγω της σύγκρουσης της Απούλιας και της Ευρασιατικής πλάκας (Tranos, 2010). Αργότερα, δημιουργήθηκε η ΒΑ-ΝΔ οπισθοταφρική επέκταση η οποία σχετίζεται με ένα εκτεταμένο Κατώτερο-Μέσο Ολιγοκαινικό μαγματικό επεισόδιο. Στο επεισόδιο αυτό, οφείλεται η διείσδυση κυρίως ασβεσταλκαλικών ηφαιστειακών και πλουτώνιων πετρωμάτων στην ελληνική ενδοχώρα καλύπτοντας μεγάλα τμήμα της Ανατολική Μακεδονίας, Θράκης και της νοτιοδυτικής γειτονικής Βουλγαρίας. Επιπλέον, βασικότερο ρόλο έχει το Rhodope metamorphic core complex (RMCC) αποτέλεσμα του ΒΑ-ΝΔ επεκτατικού καθεστώτους (Tranos, 2010). Το RMCC ξεκίνησε παράλληλα με το αντίστοιχο των Κυκλάδων κατά το Άνω Ολιγόκαινο - Κατώτερο Μειόκαινο.

Το σχήμα της πεδιάδας του Στρυμόνα είναι ορθογώνιο παραλληλόγραμμο και οι μεγάλες του πλευρές έχουν διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και οι μικρότερες Α-Δ (Tranos, 2010). Όμως, το ΒΑ άκρο της έχει μία αξιοσημείωτη ελικοειδή μορφή σε σύγκριση με την ΝΔ της άκρη. Έχει παρατηρηθεί ότι το βαθύτερο τμήμα της στρωματογραφικής στήλης της πεδιάδας του Στρυμόνα εμφανίζεται στο ΒΑ άκρο της, υποδεικνύοντας την ασυμμετρία της πεδιάδας. Συμπεραίνεται ότι βαθαίνει προς τα ΝΔ. Λόγω της περιορισμένης επιφανειακής έκθεσης της στρωματογραφική στήλης των Νεογενών σχηματισμών δεν έχει προσδιοριστεί επακριβώς η χωρική κατανομή των αποθέσεων αυτών (Tranos, 2010). Η λεκάνη του Στρυμόνα περιέχει χερσογενούς προέλευσης ιζήματα όπως κλαστικά αδρόκοκκα και λεπτόκοκκα σε εναλλαγές με αποθέσεις υφάλμυρων υδάτων υποδεικνύοντας ένα περιβάλλον λιμνοθάλασσας ή θαλάσσιας διείσδυσης που σημειώθηκε για μικρές χρονικές περιόδους κατά το Άνω Μειόκαινο-Πλειόκαινο (Tranos, 2010)

Οι Dinter και Roiden (1993) προτείνουν ότι η ρηξιγενής ζώνη του Στρυμόνα είναι ένα κανονικό ρήγμα Μειοκαινικής Ηλικίας και ότι η γραμμή Στρυμόνα αποτελεί το ίχνος μιας σημαντικής τεκτονικής αποκόλλησης Μειοκαινικής Ηλικίας κατά μήκος της λεκάνης του Στρυμόνα η οποία έχει μεταθέσει τις ενότητες του Βερτίσκου και των Κερδυλίων προς τα δυτικά. Επίσης, απέρριψαν της προηγούμενη ερμηνεία της επώθησης της Σερβομακεδονικής πάνω στην Μάζα της Ροδόπης και ισχυρίζονται ότι δεν έλαβε χώρα κάποιο συμπιεστικό φαινόμενο κατά το Μειόκαινο. Παρατηρείται ότι η συνέχεια της τεκτονικής αποκόλλησης (detachment) του Στρυμόνα εντοπίζεται στο νοτιοδυτικό τμήμα της νήσος Θάσου του Βορείου Αιγαίου.

ΣΕΡΒΟΜΑΚΕΔΟΝΙΚΗ ΜΑΖΑ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΒΕΡΤΙΣΚΟΥ: Καταλαμβάνει το μεγαλύτερο τμήμα της Σερβομακεδονικής αποτελώντας το κεντρικό και δυτικό τμήμα της. Υπέρεται στρωματογραφικά της ενότητας των Κερδυλίων και την χαρακτηρίζει η μεγάλη ποικιλία λιθολογικών φάσεων με περίπλοκη συσχέτιση μεταξύ τους. Οι όρθο-αμφιβολίτες είναι τα κύρια χαρακτηριστικά πετρώματα της και σε αντίθεση με την υποκείμενη ενότητα της, απουσιάζουν τα μάρμαρα (Vasilatos, 2013).

Το πάχος της ανέρχεται στα 5000μ περίπου και αποτελείται από:

- ❖ Εμφάνιση εναλλαγών μοσχοβιτικών και διμαρμαρυγιακών γνευσίων με βιοτιτικούς σχιστόλιθους, βιοτιτικούς κεροστιλβικούς γνευσίους και αμφιβολίτες στο **ανώτερο** τμήμα.
- ❖ Ύπαρξη αμφιβολιτών, υπερβασικών πετρωμάτων, μεταγάββρων, λευκογάββρων και χαλαζιακών μεταδιοριτών και στο **ενδιάμεσο** τμήμα.
- ❖ Καθαροί μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι που σε σημεία περιλαμβάνουν μάρμαρα και σιπολίτες στο **κατώτερο** τμήμα.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΚΕΡΔΥΛΙΩΝ: Είναι η κατώτερη τεκτονικά ενότητα και αποτελεί το ανατολικό τμήμα της Σερβομακεδονικής Μάζας. Η οριοθέτηση της γίνεται μεταξύ των εκβολών του Στρυμόνα και του Στρατωνίου. Συνολικά το πάχος της στρωματογραφικής κολώνας εκτιμάται στα 3 km και τα πετρώματα της είναι τα βαθύτερα της Σερβομακεδονικής (Vasilatos, 2013).

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τον Sakellariou (1989) , οι λιθοστρωματογραφικές φάσεις της ενότητας των Κερδυλίων είναι οι παρακάτω:

- ❖ Ανώτερο μάρμαρο με πάχος 30-300μ, με παρεμβολές βιοτιτικών, βιοτιτικών κεροστιλβικών γνευσίων, μαρμαρυγιακών σχιστόλιθων, ακτινολιθικών σχιστόλιθων και αμφιβολιτών. Το ανώτερο μάρμαρο είναι πλούσιο σε γραφίτη και αποτελεί το υπόβαθρο της ενότητας του Βερτίσκου, όπου αυτή έρχεται σε επαφή με την ενότητα των Κερδυλίων.
- ❖ Βιοτιτικός γνεύσιος με πάχος 700-1000μ με παρεμβολές βιοτιτικών κεροστιλβικών γνευσίων, αμφιβολιτών και λεπτών ενστρώσεων μαρμάρου.
- ❖ Κατώτερο μάρμαρο με πάχος 10-200μ , που συνοδεύεται από αμφιβολίτες, βιοτιτικούς γνευσίους και βιοτιτικούς κεροστιλβικούς γνευσίους.
- ❖ Βιοτιτικός γνεύσιος πάχους μέχρι 1000μ, με ενστρώσεις βιοτιτικών κεροστιλβικών γνευσίων, αμφιβολιτών και ασβεστοπυριτικών πετρωμάτων.
- ❖ Βαθύτερο μάρμαρο με πάχος έως 150 μ.
- ❖ Βιοτιτικό γνεύσιο με πάχος έως 700 μ.

ΜΑΖΑ ΤΗΣ ΡΟΔΟΠΗΣ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΠΑΓΓΑΙΟΥ: Είναι η υποκείμενη ενότητα της Ροδόπης με πιθανότερη ηλικία το Ανώτερο Παλαιοζωικό και Κατώτερο Μεσοζωικό. Απαρτίζεται από υψηλού βαθμού μεταμορφωμένα πετρώματα ανθρακικής πλατφόρμας. Η παλαιότερη ηλικία μεταμόρφωσης είναι στην πρασινοσχιστολιθική φάση ενώ η νεότερη είναι στην αμφιβολιτική φάση (Κρητιδικό) η οποία συνδέεται με μιγματιτώραση και διείδωυση ανατηκτικών γρανιτών. Η παραμόρφωση περιλαμβάνει τουλάχιστον δύο συµμεταμορφικές φάσεις ισοκλινών πλαστικοκρροικών πτυχών με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ και ασυµμετρία προς ΝΔ. Χρονολόγηση U-Pb σε ζirkόνια από γνευσιακά πετρώματα της Κατώτερης ενότητας έδωσαν Βαρίσκιας και μετα-Βαρίσκιας ηλικίες (334-270 Ma) που αντιστοιχούν στην κρυστάλλωση των μαγματικών πρωτόλιθων και υποδηλώνουν συνεχή μαγματισμό κατά τη κορύφωση και μετά το πέρας του Βαρίσκιου κύκλου. Ο γρανοδιορίτης της Καβάλας έχει διειδύσει στο κάτω Μειόκαινο κατά μήκος της αποκόλλησης του Στρυμόνα, η οποία ανέβασε στην επιφάνεια την ενότητα Παγγαίου (Vasilatos, 2013).

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΣΙΔΗΡΟΝΕΡΟΥ: Είναι η υπερκείμενη ενότητα της Ροδόπης και αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα μετρίου έως υψηλού βαθμού μεταμόρφωσης. Μερικά από αυτά είναι οι μοσχοβιτικοί, βιοτιτικοί, οφθαλμώδεις, βιοτιτικοί οφθαλμώδεις γνεύσιοι. Αλλά και αμφιβολίτες με ενδιαστρώσεις μαρμάρων και μοσχοβιτικούς γνευσίους. Επίσης, μιγματίτες και ανατηκτικοί γρανίτες. Την διαμόρφωσαν πολλά στάδια μεταμόρφωσης με παλαιότερη την κυανοσχιστολιθική στο Ιουρασικό. Η δομή της είναι μέγα-πτυχωσιγενής και η ενσωμάτωση και τοποθέτηση της πάνω από το Παγγαίο έγινε πριν το Άνω Κρητιδικό (Vasilatos, 2013).

Κατά τη διάρκεια του Μεσοζωικού (Μέσο Τριαδικό - Κάτω Ιουρασικό), και οι δύο μάζες, θεωρούνταν ότι κατά ένα μεγάλο μέρος τους, αποτελούσαν ρηχές θάλασσες, αν και ένα μεγάλο τμήμα, κυρίως της Μάζας της Ροδόπης ήταν χέρσος (Vasilatos, 2013).

Επίσης στο Ανατολικό/Βόρειο-Ανατολικό τμήμα της κοιλάδας του Στρυμόνα παρουσιάζονται μάρμαρα με προϋποθέσεις για ανάπτυξη καρστικής υδροφορίας (Γεωτεχνικό Επιμελητήριο). Εκδηλώνονται πολυάριθμες πηγές αλλά και εμπλουτίζονται τα υπόγεια υδροφόρα στρώματα. Στην περιοχή της Ολυμπιάδας υπάρχει ενεργό μεταλλείο μικτών θειούχων (Σακελλαριάδου, 1993). Η Σακελλαριάδου σύλλεξε 180 επιφανειακά ιζήματα από το Στρυμονικό Κόλπο και πλατώ τα οποία αναλύθηκαν με φασματοσκοπία εκπομπής πλάσματος και τα αποτελέσματα υποβλήθηκαν σε στατιστική επεξεργασία. Από το σύνολο των δειγμάτων επιλέχθηκαν 35 που υπέστησαν επί μέρους γεωχημική ανάλυση. Προσδιόρισε σε ποιους σχηματισμούς/λιθολογίες φιλοξενούνται χημικά στοιχεία όπως το Ca, Sr, Ti, Al, K, Be, Fe, V, Cr, Ni, Co.

Έντονη σεισμική δραστηριότητα παρουσιάζει η λίμνη Κερκίνη (Εικόνα 64) αφού κάτω από τον τεχνητό της ταμιευτήρα υπάρχει γεωλογικό ρήγμα το οποίο σε συνθήκες απότομης αυξομείωσης της στάθμης του νερού μπορεί να ενεργοποιηθεί με αποτέλεσμα να υφίσταται σεισμικός κίνδυνος στην περιοχή και να κινδυνεύει η ασφάλεια των αναχωμάτων (Γεωτεχνικό Επιμελητήριο). Στα παλιά χρόνια υπήρχε στον Νομό Σερρών, κοντά στο χωριό Κερκίνη, μια μικρή ρηχή λίμνη, η Κερκινίτιδα. Τροφοδοτούνταν από τον ποταμό Στρυμόνα και από άλλες πηγές. Ελάχιστα είναι γνωστά σήμερα για την οικολογία της. Τη δεκαετία του 1930 το κράτος για να απαλλάξει τον κάμπο των Σερρών από τις συχνές και καταστρεπτικές πλημμύρες που προκαλούσε ο Στρυμόνας, κατασκεύασε μεγάλο αντιπλημμυρικό φράγμα στην κοίτη του ποταμού στο ύψος περίπου όπου βρισκόταν η φυσική Λίμνη Κερκινίτιδα. Δημιουργήθηκε έτσι μια τεχνητή φραγματική λίμνη που υπερκάλυψε τη φυσική και η οποία από τότε είναι γνωστή με το όνομα Κερκίνη. Μερικοί πιστεύουν ότι η ονομασία λίμνη Κερκίνη είναι εσφαλμένη και ότι το ορθό είναι να ονομάζεται Κερκινίτιδα, όπως και η παλιά. Λόγω των φερτών υλών που μεταφέρει ο Στρυμόνας και οι οποίες αποτίθενται στη λίμνη, η χωρητικότητα σε νερό μειώθηκε. Για το λόγο αυτό κατασκευάστηκε ένα νέο μεγαλύτερο φράγμα κοντά στο παλιό, το οποίο άρχισε να λειτουργεί το 1982. Το συνολικό εμβαδόν την λίμνης ανέρχεται στα 72.000 στρέμματα (Γεωτεχνικό Επιμελητήριο). Το παλαιότερο φράγμα της Κερκίνης κατασκευάστηκε από την ξένη εταιρεία Ullen-Monks περίπου το 1930 ενώ ανακαινίστηκε το 1982.



Εικόνα 64. Η κατάντη πλευρά του φράγματος της Λίμνης Κερκίνης

Ο σκοπός της δημιουργίας της ‘τεχνητής’ λίμνης ήταν κυρίως αντιπλημμυρικός, επίσης συγκράτησης των φερτών υλών του ποταμού Στρυμόνα και άρδευσης του κάμπου των Σερρών. Τα νερά των πλημμυρών συγκρατούνταν εκεί και αφήνονταν κατόπιν να εισρεύσουν αργά-αργά πάλι προς τον Στρυμόνα, οπότε οι ζημιές στα σπαρτά και στα σπίτια σταμάτησαν. Περιορίστηκε, επίσης, η ελονοσία. Τα νερά που συγκεντρώνονταν στη λίμνη άρχισαν να χρησιμοποιούνται για την άρδευση του κάμπου των Σερρών. Το αγροτικό εισόδημα ανέβηκε δραστικά και βελτιώθηκε η υγεία των αγροτών. Από την άλλη μεριά αλλοιώθηκε το φυσικό περιβάλλον. Για παράδειγμα, περιορίστηκε πολύ η έκταση που καλύπτεται με φυσική υγρατοπική βλάστηση (υγρολίβαδα, καλαμιώνες, παρόχθιο δάσος κ.λπ.). Με την πάροδο του χρόνου η λίμνη άρχισε να αποκτά και άλλες αξίες επιπλέον της αντιπλημμυρικής αξίας για την οποία και κατασκευάστηκε. Οι σπουδαιότερες από αυτές σήμερα είναι η βιολογική, η αρδευτική και η αλιευτική, ενώ άρχισαν να αναγνωρίζονται όλο και περισσότερο η επιστημονική και η αξία αναψυχής.

Η μεγαλύτερη πρόκληση για τους επιστήμονες στην Κερκίνη είναι το πώς θα επιτευχθεί ο μακροπρόθεσμος σχεδιασμός του υδρολογικού της καθεστώτος, ώστε να διατηρηθούν και να διορθωθούν όλες οι λειτουργίες και οι αξίες της λίμνης. Η πρόσχωση της λίμνης από τον ποταμό Στρυμόνα (ιδιαίτερα στο βόρειο δελταϊκό τμήμα), εξαιτίας των μεγάλων ποσοτήτων φερτών υλικών που μεταφέρει ο ποταμός, μειώνοντας σημαντικά τον ωφέλιμο όγκο της λίμνης (Γεωτεχνικό Επιμελητήριο). Έντονα είναι τα προβλήματα πρόσχωσης, ρύθμισης της εποχικής αυξομείωσης της στάθμης του νερού, τρόπων συντήρησης των αναχωμάτων, στράγγισης και άρδευσης χωραφιών, βαθμιαίας υποβάθμισης του παρόχθιου δάσους κ.λπ. Οι συχνές και απότομες αλλαγές στην στάθμη της λίμνης προκαλούν σημαντικό πρόβλημα στο οικοσύστημα της περιοχής καθώς αφανίζονται οι περιοχές τροφοληψίας των πτηνών και οι πληθυσμοί των ιχθύων κλονίζονται από αυτές (Γεωτεχνικό Επιμελητήριο). Το συγκριτικά ικανοποιητικό επίπεδο περιβαλλοντικής ενημέρωσης αυτών που χρησιμοποιούν και διαχειρίζονται τους φυσικούς πόρους αυτού του σπουδαίου υγρατόπου επιτρέπουν αισιοδοξία για το μέλλον. Από την άλλη μεριά, υπάρχει σύγκρουση συμφερόντων μεταξύ καλλιεργητών και οικολόγων αφού οι μεν πρώτοι ζητάνε υψηλότερη στάθμη στον ταμιευτήρα ενώ οι δεύτεροι παρατηρούν πρόβλημα στην βιωσιμότητα του υγραβιότοπου με αυτή την κίνηση.

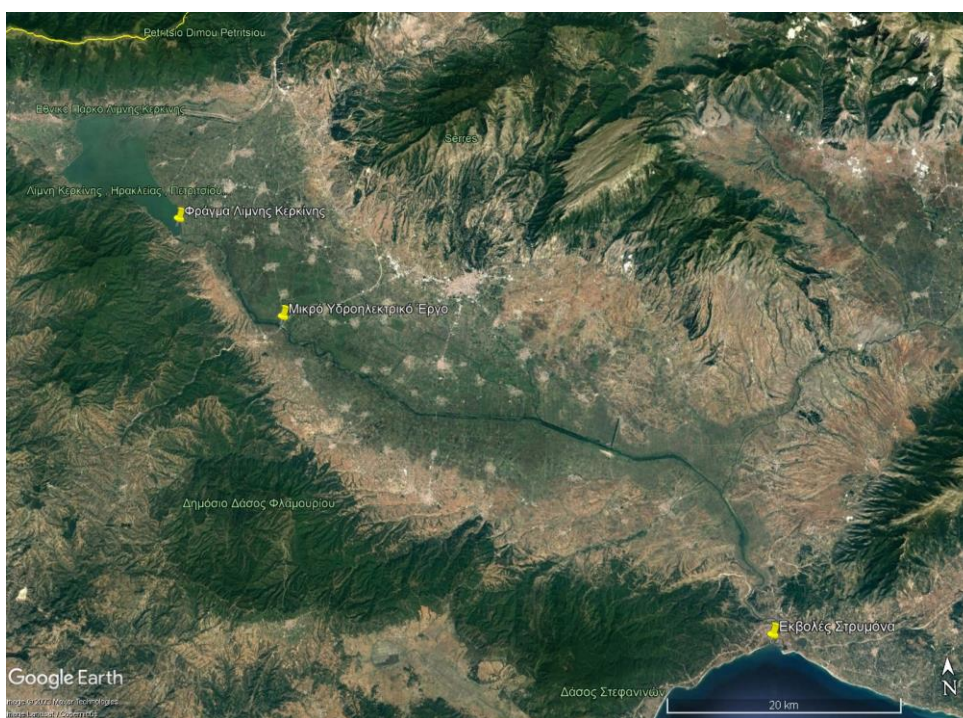
Αξίζει να επισημανθεί πως παρότι η ετήσια στερεοπαροχή του Στρυμόνα μειώνεται σταθερά λόγω της κατασκευής ορεινών υδρονομικών έργων στο βουλγαρικό τμήμα της λεκάνης απορροής, εντούτοις η συνολική ποσότητα φερτών υλικών που έχει δεχτεί ως σήμερα η λίμνη ξεπέρασε τουλάχιστον κατά τρεις φορές τον όγκο που είχε εκτιμήσει εξ αρχής η κατασκευαστική εταιρία (Γεωτεχνικό Επιμελητήριο). Η λίμνη Κερκίνη ξεπέρασε τον αρχικά προσδιορισμένο χρόνο ζωής της (Γεωτεχνικό Επιμελητήριο).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

Στις αρχές του Απρίλη 2022 προγραμματοποιήθηκε διήμερη ερευνητική αποστολή με αφετηρία την Αθήνα και τερματισμό τον ποταμό Στρυμόνα (Εικόνα 65), στις Σέρρες, από τον συγγραφέα της παρούσας εργασίας με σκοπό την συλλογή δειγμάτων πετρωμάτων/άμμων και γενικά μελέτη/παρατήρηση της περιοχής. Κατά τη διάρκεια της έρευνας, στην περιοχή μελέτης υλοποιούταν ένα υπό κατασκευή μικρό υδροηλεκτρικό έργο με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τον ποταμό διασχίζει η γέφυρα του Στρυμόνα, η Εθνική Οδός Θεσσαλονίκης-Σερρών και μία παλαιότερη μικρότερη γέφυρα. Βρίσκεται σχεδόν 12 χλμ νότια της λίμνης Κερκίνης. Μεγάλες ποσότητες άμμου έχουν συσσωρευτεί στην δυτική όχθη του ποταμού και δημιουργούν αλλουβιακές αποθέσεις (alluvial deposits). Η ποσότητα αυτή δυσκολεύει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο ΜΥΕ λόγω της μειωμένης διαφοράς ύψους νερού (μανομετρικού). Αναλόγως την εποχή η ποσότητα αυτή αλλάζει όπως και η στάθμη του νερού. Πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία και φωτογράφιση στη περιοχή μελέτης (Εικόνα 66), στο φράγμα της Λίμνης Κερκίνης (Εικόνα 68) και στις εκβολές του Στρυμόνα (Εικόνα 67) στο Στρυμονικό Κόλπο (Αιγαίο Πέλαγος). Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε ήταν φορητή συσκευή GPS, σακούλες μεγάλης αντοχής, σέσουλα, λούπα, φωτογραφική μηχανή και γεωλογικό σφυρί. Το βάρος των συλλεγέντων δειγμάτων άμμου ήταν περίπου 1 κιλό εκαστό.



Εικόνα 65. Δορυφορική εικόνα της πεδιάδας του Στρυμόνα όπου επισημαίνονται το φράγμα της Λίμνης Κερκίνης, το Μικρό Υδροηλεκτρικό Έργο και οι Εκβολές του Στρυμόνα (Πηγή: Google Earth Pro)

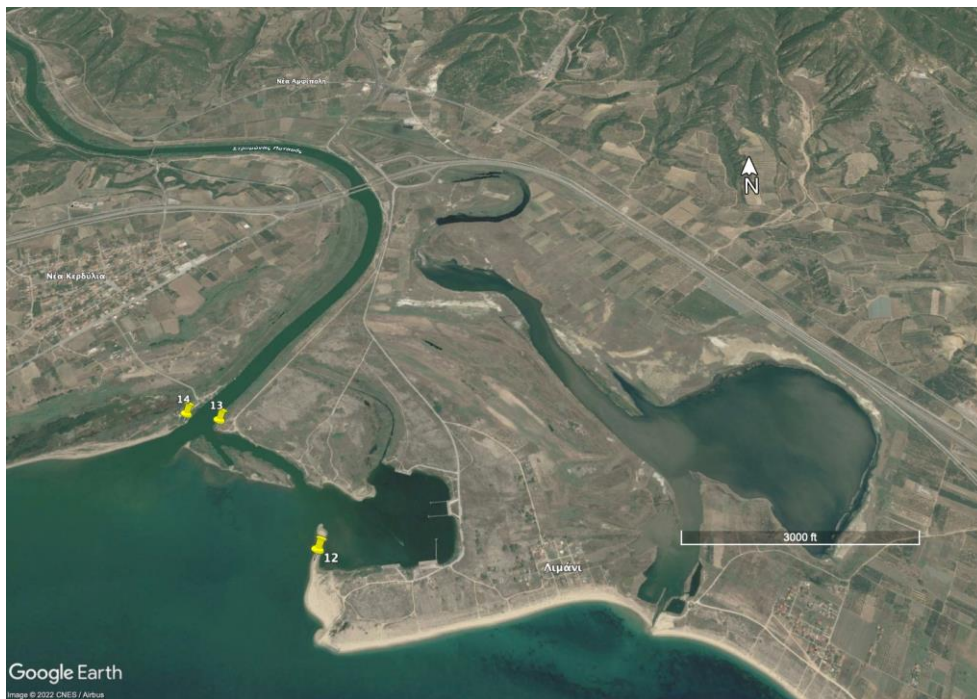
Οι γεωγραφικές Συντεταγμένες των σημείων δειγματοληψίας σε σύστημα DMS (Degrees, minutes and seconds) παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα:

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑ DMS (Degrees,Minutes,Seconds)
STRM01	ΜΙΚΡΟ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΡΓΟ	41°03'08.48"N, 23°20'52.13"E
STRM02	ΜΙΚΡΟ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΡΓΟ	41°03'11.42"N, 23°20'48.62"E
STRM03	ΜΙΚΡΟ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΡΓΟ	41°03'15.17"N, 23°20'44.02"E
STRM04	ΜΙΚΡΟ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΡΓΟ	41°03'16.86"N, 23°20'41.31"E
STRM05	ΜΙΚΡΟ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΡΓΟ	41°03'16.44"N, 23°20'39.13"E
STRM06	ΜΙΚΡΟ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΡΓΟ	41°03'17.46"N, 23°20'35.26"E
STRM07	ΜΙΚΡΟ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΡΓΟ	41°03'15.82"N, 23°20'37.14"E
STRM08	ΜΙΚΡΟ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΡΓΟ	41°03'17.54"N, 23°20'33.53"E
STRM09	ΜΙΚΡΟ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΡΓΟ	41°03'19.19"N, 23°20'30.41"E
STRM11	ΦΡΑΓΜΑ ΛΙΜΝΗΣ ΚΕΡΚΙΝΗΣ	41°08'21.84"N, 23°13'29.13"E
STRM12	ΕΚΒΟΛΕΣ ΣΤΡΥΜΟΝΑ	40°46'51.77"N, 23°51'21.88"E
STRM13	ΕΚΒΟΛΕΣ ΣΤΡΥΜΟΝΑ	40°47'11.67"N, 23°51'01.18"E
STRM14	ΕΚΒΟΛΕΣ ΣΤΡΥΜΟΝΑ	40°47'12.90"N, 23°50'54.74"E

Πίνακας 4. Οι ονομασίες των δειγμάτων και οι αντίστοιχες περιοχές δειγματοληψίας και συντεταγμένες τους.



Εικόνα 66. Οι θέσεις των δειγμάτων **STRM01-09**. Η κοίτη του Στρυμόνα είναι τεχνητή σε όλο το μήκος του δηλαδή οι όχθες του είναι οριοθετημένες. Δορυφορική εικόνα του 2017. (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 67. Οι θέσεις των δειγμάτων **STRM12-13**. Στις εκβολές του Στρυμόνα έχει γίνει μετακίνηση του σημείου που εκβάλλει ο ποταμός, Παλαιότερα βρισκόταν πιο ανατολικά. Δορυφορική εικόνα του 2017. (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 68. Η θέση του δείγματος **STRM11** και δυτικά του το φράγμα της Λίμνης Κερκίνης. Δορυφορική εικόνα του 2022. (Πηγή: Google Earth Pro)

Παρακάτω παρατίθενται οι φωτογραφίες από τα σημεία λήψης των δειγμάτων STRM01-STRM14. Υπενθυμίζεται ότι τα δείγματα STRM01-09 συλλέχθηκαν από την περιοχή μελέτης. Για την κατανόηση της κλίμακας έχει τοποθετηθεί ο δειγματολήπτης (σέσουλα) δίπλα στο σημείο λήψης. (Εικόνες 69-81 από την Συλλογή του Συγγραφέα)



Εικόνα 69. Δείγμα **STRM01** (το νοτιότερο από την περιοχή μελέτης)



Εικόνα 70. Δείγμα **STRM02** (κοντά στην βαλτώδη έκταση της περιοχής μελέτης)



Εικόνα 71. Δείγμα **STRM04** (κοντά στην εμφάνιση αρτιγόνων)



Εικόνα 72. Δείγμα **STRM05** (το πιο αδρόκοκκο υλικό της περιοχής μελέτης)



Εικόνα 73. Δείγμα **STRM06** (το πιο αντιπροσωπευτικό δείγμα της αλλουβιακής απόθεσης)



Εικόνα 74. Δείγμα **STRM07** (στον κύριο όγκο της αλλουβιακής απόθεσης)



Εικόνα 75. Δείγμα **STRM08** (διακρίνονται οι πυλώνες της εθνικής οδού)



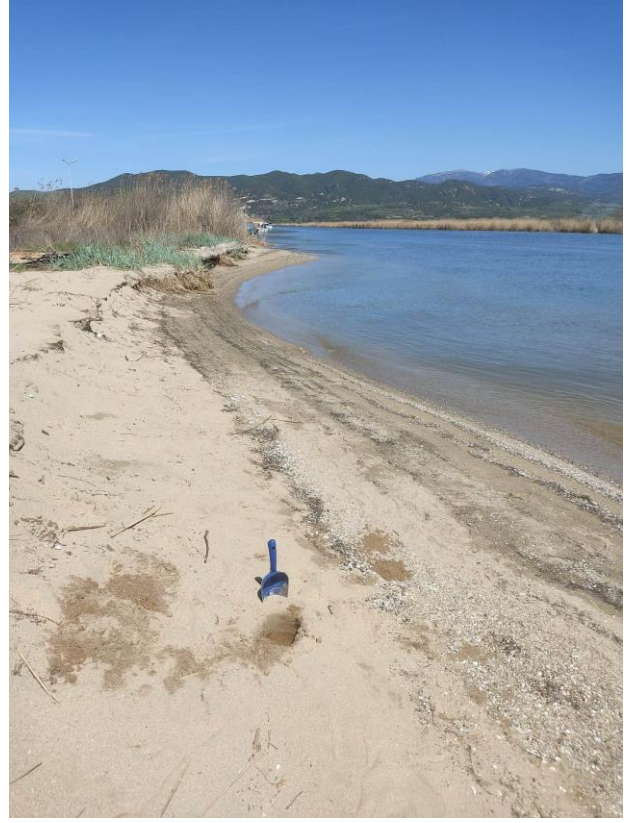
Εικόνα 76. Δείγμα **STRM09** (το βορειότερο από την περιοχή μελέτης)



Εικόνα 77. Δείγμα **STRM11** (ανατολικά από το φράγμα της Λίμνης Κερκίνης)



Εικόνα 78. Δείγμα STRM12 (στο νοτιότερο άκρο των εκβολών του Στρυμόνα)



Εικόνα 79. Δείγμα STRM14 (δυτικά των εκβολών του Στρυμόνα)



Εικόνα 80. Δείγμα STRM03 (σε περιβάλλον υψηλής υγρασίας)



Εικόνα 81. Δείγμα STRM13 (ανατολικά των εκβολών του Στρυμόνα)

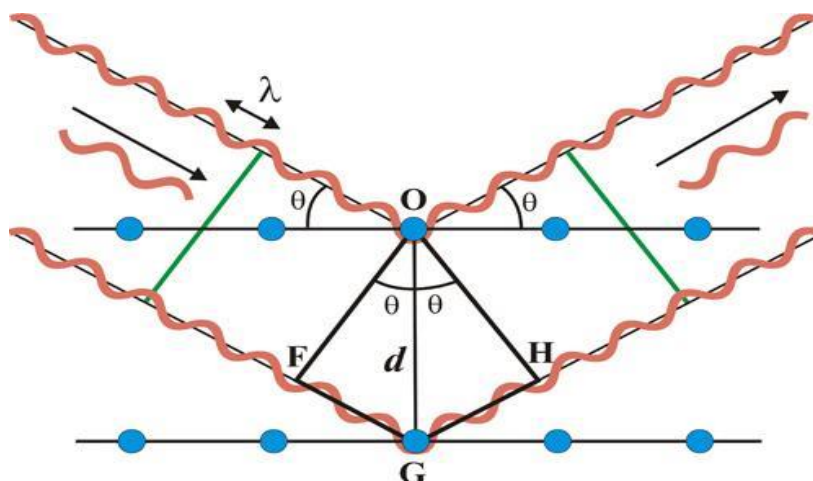
3.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΕΡΙΘΛΑΣΙΜΕΤΡΙΑΣ ΑΚΤΙΝΩΝ Χ

Η πρώτη ανίχνευση των ακτίνων Χ (Εικόνα 86) πραγματοποιήθηκε από τον Wilhem Conrad Rontgen 1895. Οι ακτίνες Χ είναι τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και διαθέτουν υψηλής τάξεως ενέργεια και μικρά μήκη κύματος τα οποία σε κάποια σημεία επικαλύπτουν την περιοχή των ακτίνων γ. Ως ακτινοβολία Χ θεωρείται η παραγόμενη από ηλεκτρόνια τα οποία έχουν επιβραδυνθεί λόγω ύπαρξης εξωτερικού πεδίου ενός ατομικού πυρήνα ή από διαφοροποίηση στους δεσμούς των ηλεκτρονίων ενός ατόμου.

Η κρυσταλλική δομή είναι η τρισδιάστατη διάταξη ενός ή περισσοτέρων στοιχείων με συγκεκριμένο τρόπο, όπως το επιβάλλουν τα χημικά χαρακτηριστικά τους, όπως το μέγεθος των ατόμων, το σθένος, η διατήρηση ουδετερότητας φορτίων και το είδος των δεσμών. Η περιοδική επανάληψη μιας δομικής μονάδας προς τρεις κατευθύνσεις δίνει το κρυσταλλικό πλέγμα. Συνήθως, τα ανιόντα (-) με τη μεγάλη ιοντική ακτίνα δημιουργούν το σκελετό του κρυστάλλου ενώ τα κατιόντα (+) με τη μικρή ιοντική ακτίνα καταλαμβάνουν τις ενδιάμεσες θέσεις.

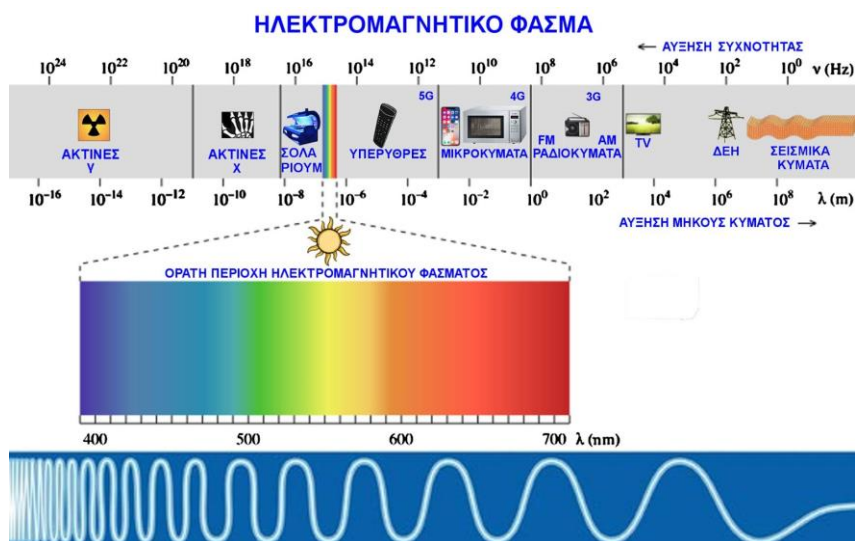
Ο Max von Laue ,το 1912, ανακάλυψε ότι οι κρυσταλλικές ουσίες δρουν ως τρισδιάστατα πλέγματα περίθλασης για τα μήκη κύματος των ακτίνων Χ (Dutrow and Clark). Η περιθλασιμετρία ακτίνων Χ βασίζεται στην εποικοδομητική παρεμβολή μονοχρωματικών ακτίνων Χ και ενός κρυσταλλικού δείγματος. Αυτές οι ακτίνες Χ δημιουργούνται από ένα καθοδικό σωλήνα ακτίνας, φιλτραρισμένος ώστε να παράγει μονοχρωματική ακτινοβολία με στόχο το δείγμα. Ο νόμος του Bragg (Bragg's Law) περιγράφει την περίθλαση των ακτίνων Χ σε ένα κρυσταλλικό πλέγμα ενός ορυκτού.

Οι μαθηματικές σχέσεις που διέπουν τον νόμο του Bragg: $\lambda = 2 d \eta\mu\theta$ (Dutrow and Clark), όπου, λ = μήκος κύματος της πηγής, d = η απόσταση μεταξύ δύο παράλληλων διαδοχικών επιπέδων του κρυσταλλικού πλέγματος , θ = η γωνία μεταξύ της προσπίπτουσας δέσμης των επιπέδων του πλέγματος (Εικόνα 82).



Εικόνα 82. Απεικόνιση σε σχήμα των παραμέτρων του νόμου Bragg (Πηγή : https://www.xtal.iqfr.csic.es/Cristalografia/parte_05_5-en.html)

Η εργαστηριακή μέθοδος περιθλασιμετρίας ακτίνων X (Εικόνα 83) βοηθάει στην κατανόηση της κρυσταλλικής δομής ενός ορυκτού και στον προσδιορισμό των κύριων ορυκτολογικών φάσεων ενός πετρώματος. Δεν ενδείκνυται για προσδιορισμό ορυκτών φάσεων που η συμμετοχή τους στη συνολική σύσταση του δείγματος είναι μικρότερη του 3%.



Εικόνα 83. Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα (Πηγή: www.epistimonikos.wordpress.com)

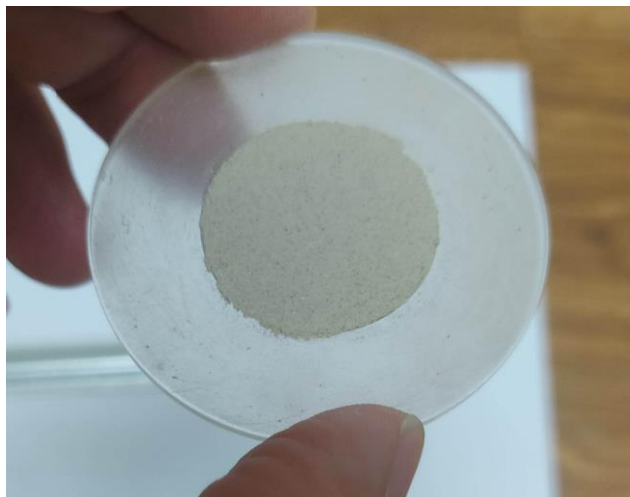
❖ Προετοιμασία δειγμάτων

Το δείγμα πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό του υλικού που θα μελετηθεί (Buhrke et al, 1998). Αυτό επιτυγχάνεται με επαναλαμβανόμενους τετραμερισμούς του συνολικού δείγματος και όσο το δυνατόν καλύτερη οπτική επιβεβαίωση. Κατά την κονιοποίηση (Εικόνα 84) και κατά την εκτέλεση του ακτινοδιαγράμματος το δείγμα δεν πρέπει να έχει υγρασία, αυτό επιτυγχάνεται φυσικά (ξήρανση στον ήλιο για κάποιες μέρες) ή τεχνητά (κάμινος περίπου 50 βαθμός Κελσίου). Το δείγμα μερικές φορές χρήζει πλυσίματος με νερό για την αφαίρεση ρύπων αλλά και βιολογικά στοιχεία. Η προτεινόμενη κοκκομετρία είναι της τάξεως των 1-5 μm (Μήτσης, 2019). Μικρότερη κοκκομετρία συνεπάγεται συμμετοχή μεγαλύτερο πλήθους κόκκων και εντούτοις καλύτερη αντιπροσωπευτική δύναμη. Επίσης, λάθος κονιοποίηση δίνει κακής ποιότητας ακτινοδιαγράμματα (υψηλός θόρυβος).



Εικόνα 84. Το χρησιμοποιούμενο αγάτινο γουδί χειρός για την επιθυμητή κονιοποίηση.

Για τις συνήθεις αναλύσεις το δείγμα θα πρέπει να είναι σε κοκκομετρία $<20 \mu\text{m}$ για την αποφυγή κακής ποιότητας ακτινογραφημάτων. Στην πράξη, ένα δείγμα χαρακτηρίζεται ως καλώς κονιοποιημένο, στην περίπτωση που αν τοποθετηθεί λίγη σκόνη του ανάμεσα στον δείκτη και τον αντίχειρα, δεν θα δώσει καμία αίσθηση αφής (Μήτσης, 2019). Επιπλέον, αχρειαστη κονιοποίηση με μηχανικό τρόπο οδηγεί συνήθως σε παραμόρφωση του κρυσταλλικού πλέγματος των ορυκτών και την δημιουργία άμορφου στρώματος (beilby layer) στην επιφάνεια των κόκκων (Μήτσης, 2019).



Εικόνα 85. Ειδικός δειγματοφορέας συγκεκριμένης διαμέτρου.

Το παρασκεύασμα πρέπει να έχει τη μορφή επίπεδου στρώματος σκόνης μικρού πάχους (Εικόνα 85). Ο προσανατολισμός των κόκκων στο χώρο πρέπει να είναι τυχαίος ενώ εξαίρεση αποτελούν τα αργιλικά δείγματα. Η σκόνη συμπιέζεται με μία γυάλινη αντικειμενοφόρο πλάκα για να επιπεδοποιηθεί (Buhrke et al, 1998).

Σε περίπτωση που η ποσότητα τη διαθέσιμης σκόνης είναι πολύ μικρή τότε χρησιμοποιείται απευθείας η αντικειμενοφόρος πλάκα. Πάνω στην αντικειμενοφόρο πλάκα μπαίνει μία σταγόνα αποσταγμένο νερό μέσα στην οποία διαλύεται ομοιόμορφα η διαθέσιμη σκόνη. Είναι εφικτό μέσω μιας μεταλλικής βελόνας. Όταν το νερό εξατμιστεί φυσικά, παραμένει ένα λεπτό στρώμα σκόνης που είναι συγκολλημένο και μπορεί να εξεταστεί περαιτέρω. Για την μη εσφαλμένη εκτίμηση του ακτινοδιαγράμματος λόγω αποτύπωσης και του υλικού της αντικειμενοφόρου ,πέρα από το υλικό προς μελέτη, συνιστάται να γίνει και ένα ακτινοδιάγραμμα μόνο με την αντικειμενοφόρο (Μήτσης, 2019).

Πριν την έναρξη της ανάλυσης με περιθλασίμετρο ακτίνων X, πρέπει να οριστούν κάθε φορά οι παράμετροι της ανάλυσης (Buhrke et al, 1998). Κάθε προς εξέταση υλικό χρίζει διαφορετικές παραμέτρους π.χ. το εύρος των γωνιών ανάλυσης, την ταχύτητα στροφής του γωνιομετρου και άλλες. Το ακτινοδιάγραμμα είναι το αποτέλεσμα αυτής της ανάλυσης. Το περιθλασίμετρο καταγράφει τις ανακλάσεις των ακτίνων X, αποτυπώνοντας αυτές ως κορυφές (peaks) βάσει της γωνίας 2θ που σχηματίζεται (ανάμεσα στον καταγραφέα και την οριζόντια βάση του δείγματος).

Κάθε πρότυπο ορυκτό διαθέτει αντίστοιχες έντυπες καρτέλες που τα προσδιορίζουν σε ακτινοδιαγράμματα. Πλέον, υπάρχουν ηλεκτρονικές σύγχρονες βάσεις δεδομένων όπου μέσω λογισμικών επιταχύνουν την αναζήτησή τους. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα DIFFRAC PLUS EVA της Bruker με σκοπό την αποτίμηση των ορυκτών φάσεων των δειγμάτων άμμου. Το International Center of Diffraction Data παρέχει καρτέλες πρότυπων ορυκτών

φάσεων οι οποίες εμφανίζονται ως κατακόρυφες στήλες (stick patterns) στο πρόγραμμα EVA. Το πρόγραμμα διαθέτει αρκετές επιλογές ως προς την αναζήτηση των ορυκτών φάσεων. Είτε προτείνει φάσεις βάσει του καλύτερου δυνατού ταιριάσματος είτε πληκτρολογώντας απευθείας την ορυκτή φάση ή τον κωδικό της καρτέλας που ψάχνουμε. Άλλος ένας τρόπος αναζήτησης είναι βάσει συγκεκριμένης κορυφής ενδιαφέροντος.

Πριν από οποιαδήποτε αναζήτηση απαιτείται γνώση της γεωλογίας της περιοχής μελέτης ώστε να αποφευχθούν τυχόν παρερμηνείες. Προτείνεται μακροσκοπική αναγνώριση των ορυκτών φάσεων κατά το δυνατότερο.

Στις αναλύσεις ακτινοδιαγραμμάτων XRD, συνήθως, στον οριζόντιο άξονα 2θ έχουμε στο 10-11 τα φυλλοπυριτικά, χλωρίτες, μαρμαρυγίες, στο 12-14 ινοπυριτικά, πυρόξενοι, αμφίβολοι, στο 27-29 χαλαζία και αστρίους, στο 30-32 ανθρακικά και στο 35-60 θειούχα σε γενικές γραμμές. Αν η κορυφή ενός ορυκτού είναι μυτερή τότε πρόκειται για κρυσταλλικό ενώ αν είναι φαρδιά τότε είναι άμορφο. Με άλλες μεθόδους όπως η XRF μπορώ να προσδιορίσω την χημική σύσταση του δείγματος ακριβέστερα (Muliawan et al, 2019).

Οι δυνατότητες και οι περιορισμοί της περιθλασιμετρίας ακτίνων X συνοψίζονται παρακάτω (από Dutrow and Clark):

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ

- Ισχυρή και ταχεία (<1 ώρα) τεχνική για αναγνώριση γνωστών και αγνώστων ορυκτών
- Συνήθως παρέχει ξεκάθαρο ορυκτολογικό προσδιορισμό
- Η απαραίτητη προετοιμασία του δείγματος είναι ελάχιστη
- Οι μονάδες XRD είναι ευρύτερα διαθέσιμες
- Η ερμηνεία των δεδομένων είναι σχετικώς εύκολα κατανοητή

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

- Η αναγνώριση ενός αγνώστου ορυκτού γίνεται βέλτιστη αν το υλικό είναι ομογενοποιημένο και μονοορυκτολογικό.
- Απαραίτητη η πρόσβαση σε πρότυπες καρτέλες αναφοράς ανόργανων ενώσεων.
- Απαιτούνται τουλάχιστον μερικά δέκατα του γραμμαρίου υλικό το οποίο πρέπει να υποστεί κονιοποίηση.
- Για μικτά υλικά, το όριο ανίχνευσης ανέρχεται περίπου στο 2% του συνόλου.
- Για τον προσδιορισμό του κρυσταλλικού πλέγματος, η εύρεση προτύπων για μη ισομετρικά κρυσταλλικά συστήματα είναι πολύπλοκη.
- Επικάλυψη κορυφών (peaks) μπορεί να συμβεί για ανακλάσεις μεγάλης γωνίας πρόσπτωσης και κατά συνέπεια σφάλμα στα αποτελέσματα.



Εικόνα 86. Περιθλασίμετρο Ακτίνων Χ της Σχολής Θετικών Επιστημών του ΕΚΠΑ.

Το όργανο που χρησιμοποιήθηκε για την εξαγωγή των ακτινοδιαγραμμάτων είναι το περιθλασίμετρο SIEMENS D5005 X-Ray Diffractometer του Εργαστηρίου Ορυκτολογίας και Πετρολογίας (ΕΚΠΑ). Το περιθλασίμετρο SIEMENS D5005 λειτουργούσε υπό ακτινοβολία Cu-K α (40kV, 40mA), με μονοχρωμάτορα γραφίτη και ταχύτητα περιστροφής 0.020 $^\circ$ ανά sec. Η σάρωση έγινε σε εύρος 2 θ 3-65 $^\circ$. Η αποτίμηση των ακτινοδιαγραμμάτων έγινε με τη χρήση του προγράμματος EVA 10.0 του λογισμικού πακέτου Bruker DIFFRAC plus.


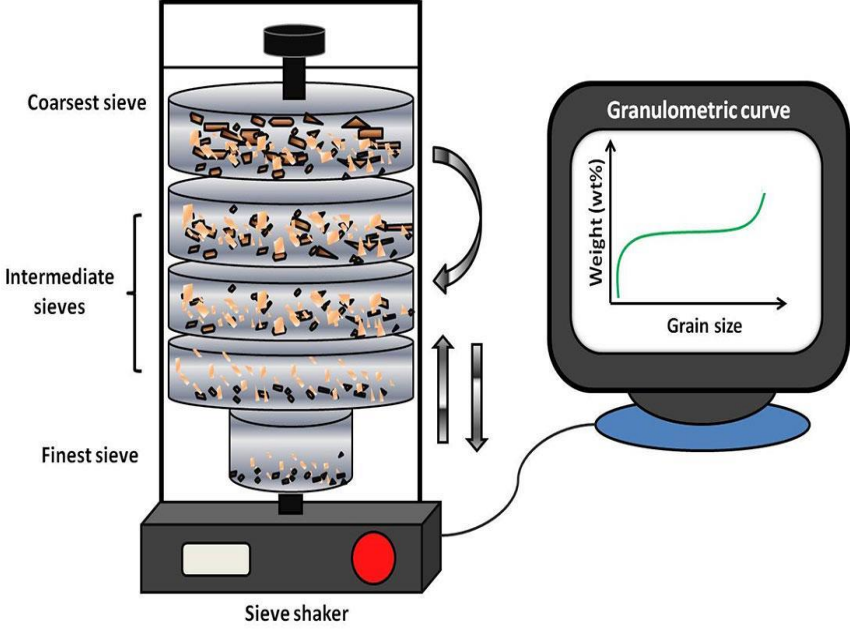
3.3 ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Κοκκομετρική ανάλυση είναι η τυπική εργαστηριακή διαδικασία που διεξάγεται για τα ιζήματα. Σκοπός της είναι να υπολογιστεί το μέγεθος/διάμετρο ενός πλήθους σωματιδίων είτε εδαφών είτε αδρανών στην προκειμένη.

Κόκκοι μεγαλύτεροι της τάξεως των 100 μm (διάμετρο) μπορούν να αναλυθούν μακροσκοπικά.

Κόκκοι μεταξύ 0.075 μm και 100 μm μπορούν να αναλυθούν με τη μέθοδο των κοσκίνων.

Ενώ κόκκοι μικρότεροι των 0.075 μm μπορούν να κατηγοριοποιηθούν μόνο με το υδρόμετρο.

	
<p>Εικόνα 87. Όργανο κοκκομετρικής ανάλυσης (Πηγή: www.911metallurgist.com)</p>	<p>Εικόνα 88. Η μέθοδος των κοσκίων για την κοκκομετρική ανάλυση (Πηγή: www.viaduct-diadrasis.net)</p>

Το πείραμα διεξάγεται με την αξιοποίηση πολλών κοσκίων (Εικόνα 87,88) με διαφορετικά πλεγματικά μεγέθη. Κάθε κόσκιο έχει τετραγωνισμένα ανοίγματα συγκεκριμένου μεγέθους το οποίο αναγράφεται. Τοποθετώντας κόσκινα το ένα πάνω στο άλλο, με ανώτερο αυτό με τη μεγαλύτερη διάμετρο και κατώτερο αυτό με τη μικρότερη διάμετρο, δημιουργείται ένας στοιβαγμένος πύργος. Ένα επιπλέον ταγί τοποθετείται στη βάση της στήλης για τους κόκκους που είναι μικρότεροι και από το κατώτερο κόσκιο ενώ στην κορυφή τοποθετείται ένα καπάκι το οποίο έχει ρόλο ασφαλείας στην κατασκευή.

Τα βήματα της διαδικασίας για άμμο είναι:

1. Πλήρης ξήρανση του δείγματος μέσω καμίνου (θερμοκρασία 60-80 Κελσίου)
2. Μέτρηση ενός ξηρού δείγματος που πρέπει να είναι τουλάχιστον 50 γραμμάρια.
3. Ζύγιση και καταγραφή του βάρους κάθε κοσκίνου που θα χρησιμοποιηθεί. Πρέπει να είναι τελείως καθαρά από προηγούμενες μετρήσεις.
4. Στοίβαξη των κοσκίων με ανερχόμενη σειρά.
5. Τοποθέτηση του δείγματος στο κορυφαίο κόσκιο.
6. Τοποθέτηση της κατασκευής στο μηχανικό αναδευτήρα και λειτουργία για 15 έως 20 λεπτά.
7. Μετατόπιση των κοσκίων και ζύγιση κάθε κοσκίνου.
8. Αφαίρεση του βάρους του αρχικού κοσκίνου από το τελικό για να υπολογιστεί το πραγματικό βάρος του κάθε μεγέθους.
9. Αν η ποσοστιαία διαφορά του αρχικού με του τελικού βάρους είναι μικρότερη του 2% τότε τα αποτελέσματα είναι αρκετά αξιόπιστα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1. ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Βάσει των κορυφών (peaks) κάποιων ορυκτών φάσεων, η ημιποσοτική σύσταση των κυριότερων ορυκτών φάσεων που διακρίνεται είναι η εξής:

Πίνακας 5. Παρακάτω παρατίθενται η ημιποσοτική ορυκτολογική σύσταση των δειγμάτων. Οι συντομογραφίες των ορυκτών βάσει της International Mineralogical Association είναι οι εξής Qz=Quartz, Fd= Feldspar, Ms=Muscovite, Amp=Amphibole, Vrm=Vermiculite, Clc=Clinochlore, Cal=Calcite, Crd=Cordierite, Pyr=Px, Ru=Rutile. (Με ***** παρουσιάζεται η μέγιστη τιμή ενώ με * η ελάχιστη):

Ορυκτολογική Φάση/ Ονομασία Δείγματος	Qz	Fsp	Ms	Amp	Vrm	Clc	Cal	Crd	Px	Rt
STRM01	*****	***	**	*	*					
STRM02	*****	*****	**	*	*			*		
STRM03	*****	***	*	**	*	*			*	
STRM04	*****	*****	*	*	*				*	
STRM05	*****	*****	*	**	*	*				
STRM06	*****	*****	*	*	*	*			*	
STRM07	*****	*****	**	*	*				**	
STRM08	*****	*****	*	*	*				*	***
STRM08-125	*****	***	**	**	*					
STRM08-250	*****	*****	**	*	*					**
STRM08-500	*****	**	*	*	*					**
STRM09	*****	***	*	**	*		*		*	
STRM11	***	*****	*		*		*			
STRM12	***	*****	*				*			
STRM13	*****	**	*				*			
STRM14	*****	***	*				*			**

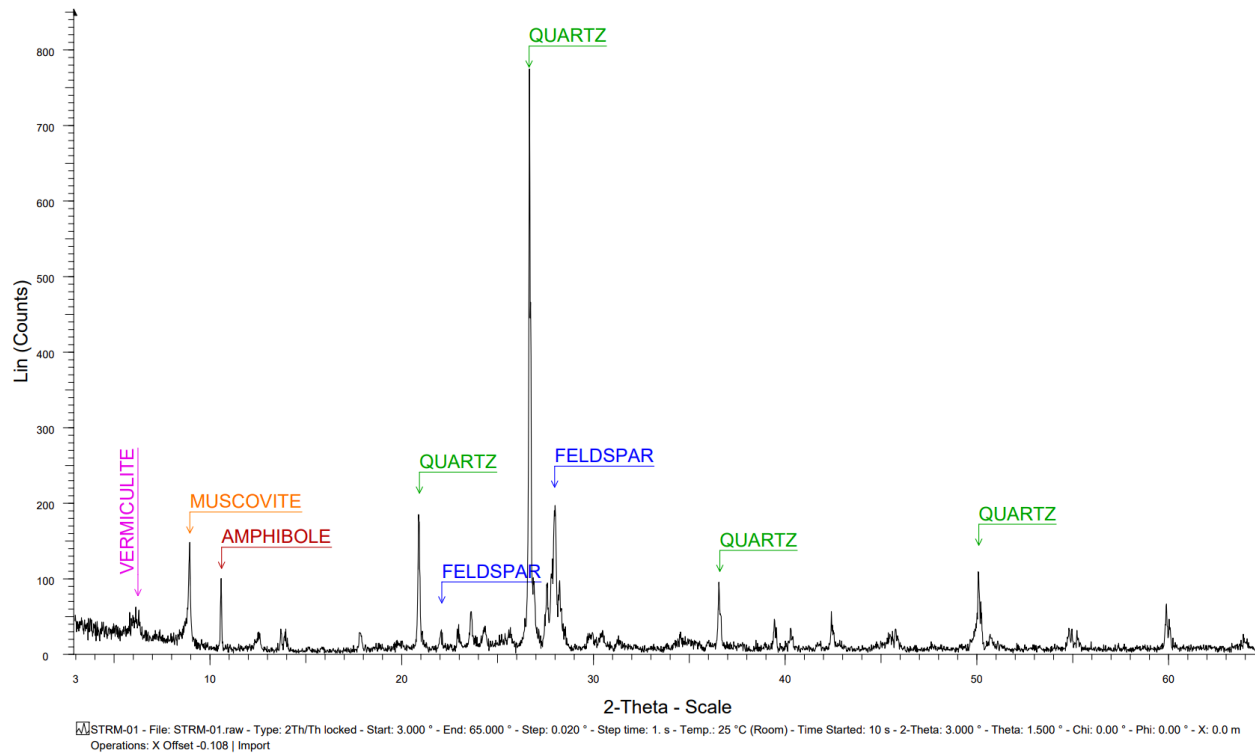
Τα δείγματα STRM08-125 (125-250 μm), STRM08-250 (250-500 μm), STRM08-500 (>500 μm) αποτελούν κοκκομετρικά κλάσματα του δείγματος STRM08.

Δεδομένου ότι η άμμος είναι ένα πολύμικτο υλικό, η αναγνώριση των φάσεων της είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη σε σχέση με τα μονόμετα (Εικόνες 89-105).

- Μακροσκοπικά παρατηρήθηκε ότι τα δείγματα περιέχουν μοσχοβίτη (ασημί χρώμα) και όχι φλογοπιτη (μπρούτζινο χρώμα). Το γεγονός αυτό επιβεβαιώθηκε και από το XRD.
- Ο χαλαζίας είναι η κύρια ορυκτολογική φάση όλων των δειγμάτων πέραν των δειγμάτων STRM11 και STRM12 όπου η κύρια ορυκτολογική φάση είναι οι άστριοι.
- Οι άστριοι είναι η δεύτερη ορυκτολογική φάση όλων των δειγμάτων πέραν των δειγμάτων STRM11 και STRM12 όπου η δεύτερη ορυκτολογική φάση είναι ο χαλαζίας.
- Στα δείγματα STRM12, STRM13, STRM14 απουσιάζουν οι μαρμαρυγίες λόγω απομάκρυνσης των ορυκτών αυτών από τον θαλάσσιο κυματισμό.
- Στα δείγματα STRM01, STRM02, STRM07, STRM08.1250 και STRM08.250 παρατηρείται η μεγαλύτερη ποσότητα μαρμαρυγιών (μοσχοβίτη).
- Στα δείγματα STRM03, STRM05, STRM8.125 και STRM09 παρατηρείται η μεγαλύτερη ποσότητα αμφιβόλων (συνήθως ριβεκίτης).
- Σχεδόν σε όλα τα δείγματα πέραν των STRM12, STRM13, STRM14 παρατηρείται μικρή ποσότητα βερμικουλίτη.
- Στα δείγματα STRM03, STRM05, STRM06 εντοπίστηκε κλινόχλωρο σε μικρή ποσότητα.
- Στα δείγματα STRM09, STRM11, STRM12, STRM13, STRM14 εντοπίστηκε μικρή ποσότητα ασβεστίτη.
- Κορδιερίτης εμφανίζεται μόνο στο δείγμα STRM03.
- Στα δείγματα STRM03, STRM04, STRM06, STRM08, STRM09 υπάρχουν τυρόξενοι σε μικρή ποσότητα ενώ στο δείγμα STRM07 η ποσότητα είναι ελαφρώς μεγαλύτερη.
- Ρουτίλιο υπάρχει στο δείγμα STRM14 και στο δείγμα STRM08 (συγκεκριμένα εντοπίστηκε στα κλάσματα 8.250 και 8.500)
- Στο δείγμα STRM08 και στα κοκκομετρικά κλάσματα του, η κύρια ορυκτολογική φάση είναι ο χαλαζίας ενώ στο κλάσμα (250-500 μm) παρατηρείται το μεγαλύτερο ποσοστό αστρίων μεταξύ των κλασμάτων.

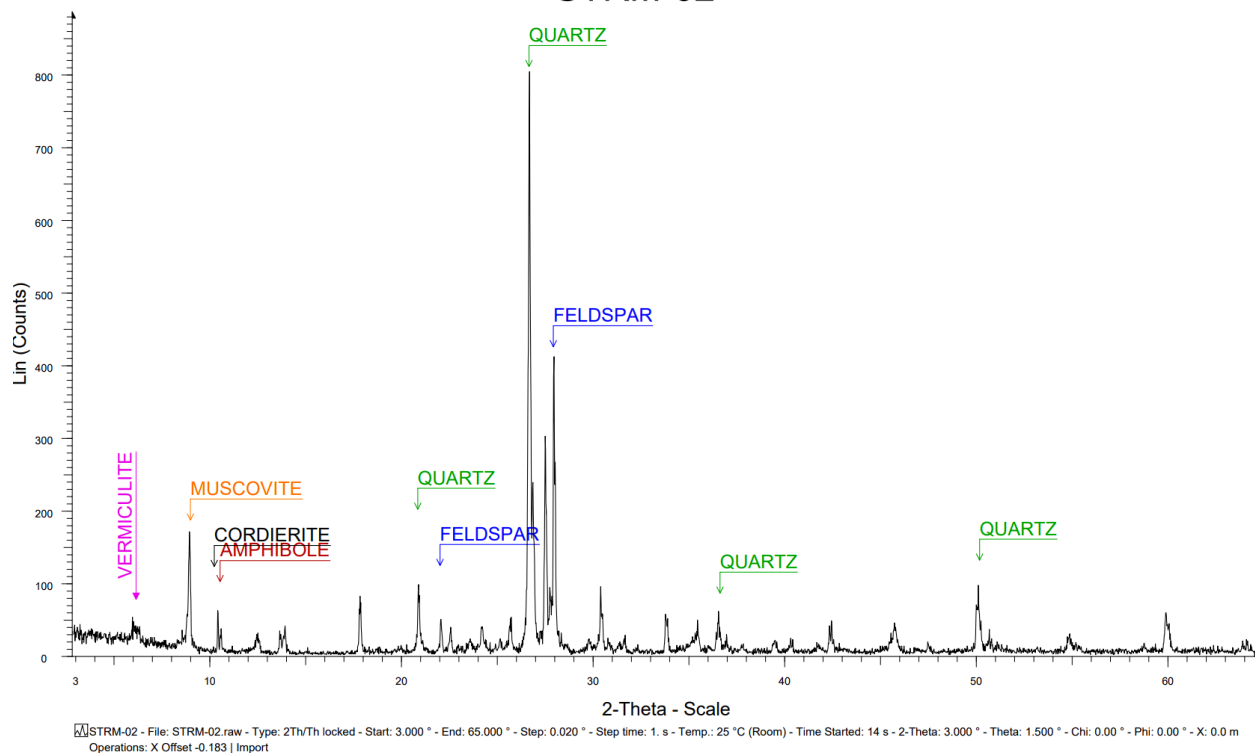
Οι εικόνες 89-105 αποτελούν τα ακτινο-διαγράμματα. Στο παράρτημα 1 βρίσκονται τα αντίστοιχα ακτινο-διαγράμματα με τη διαφορά ότι προβάλλονται τα sticks των ορυκτολογικών φάσεων.

STRM-01

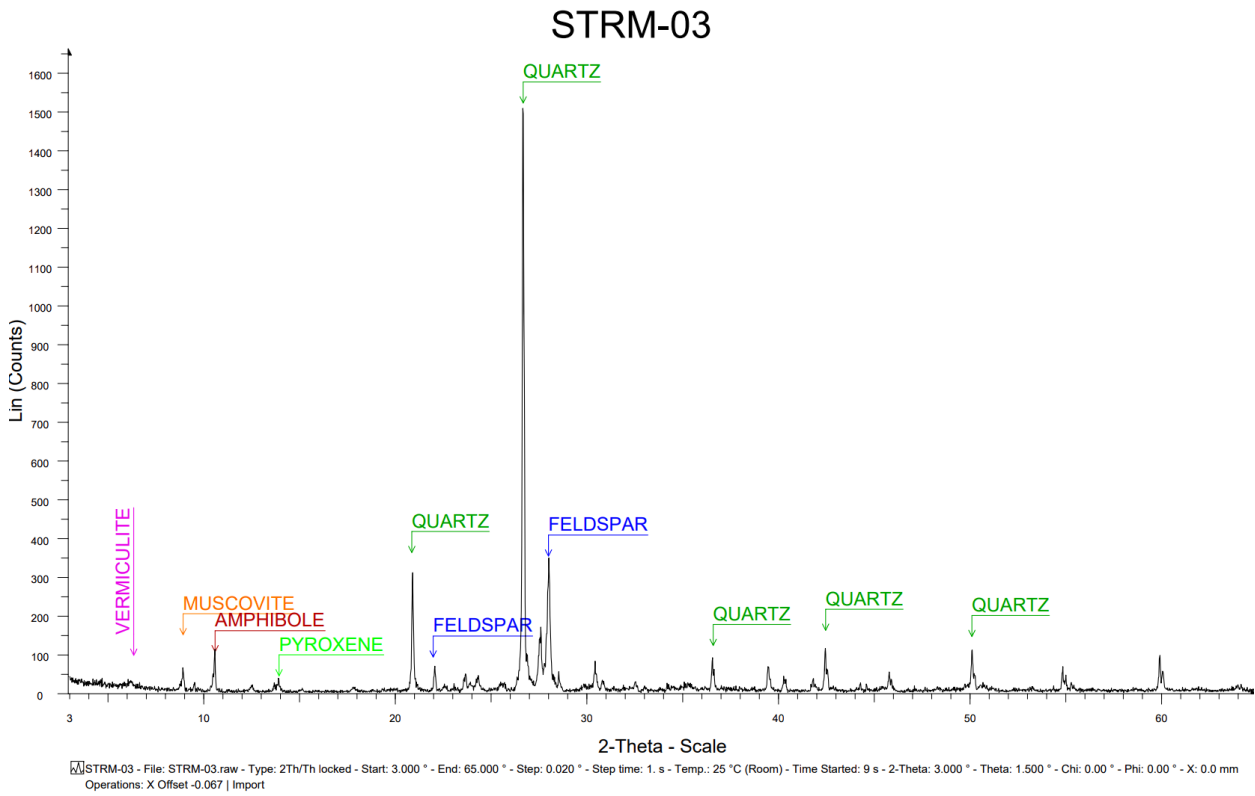


Εικόνα 89. Το ακτινοδιάγραμμα του δείγματος STRM01.

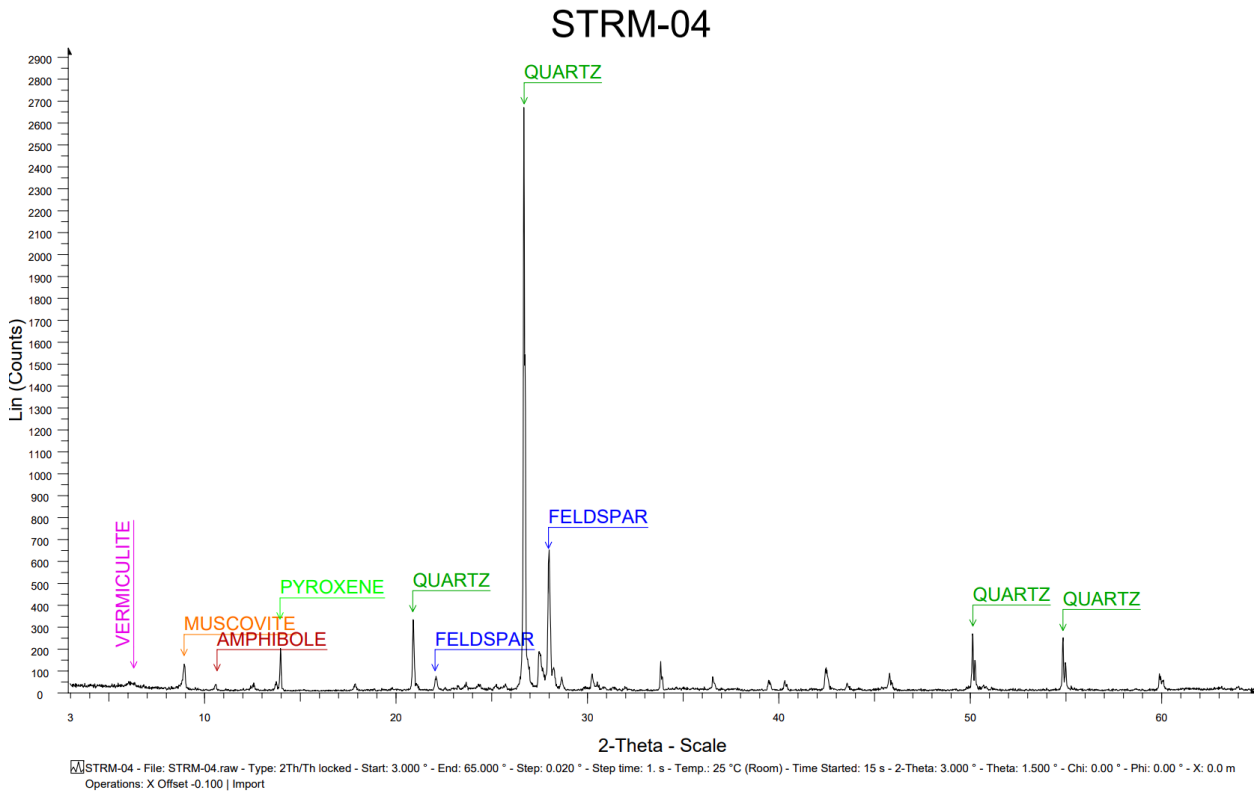
STRM-02



Εικόνα 90. Το ακτινοδιάγραμμα του δείγματος STRM02.

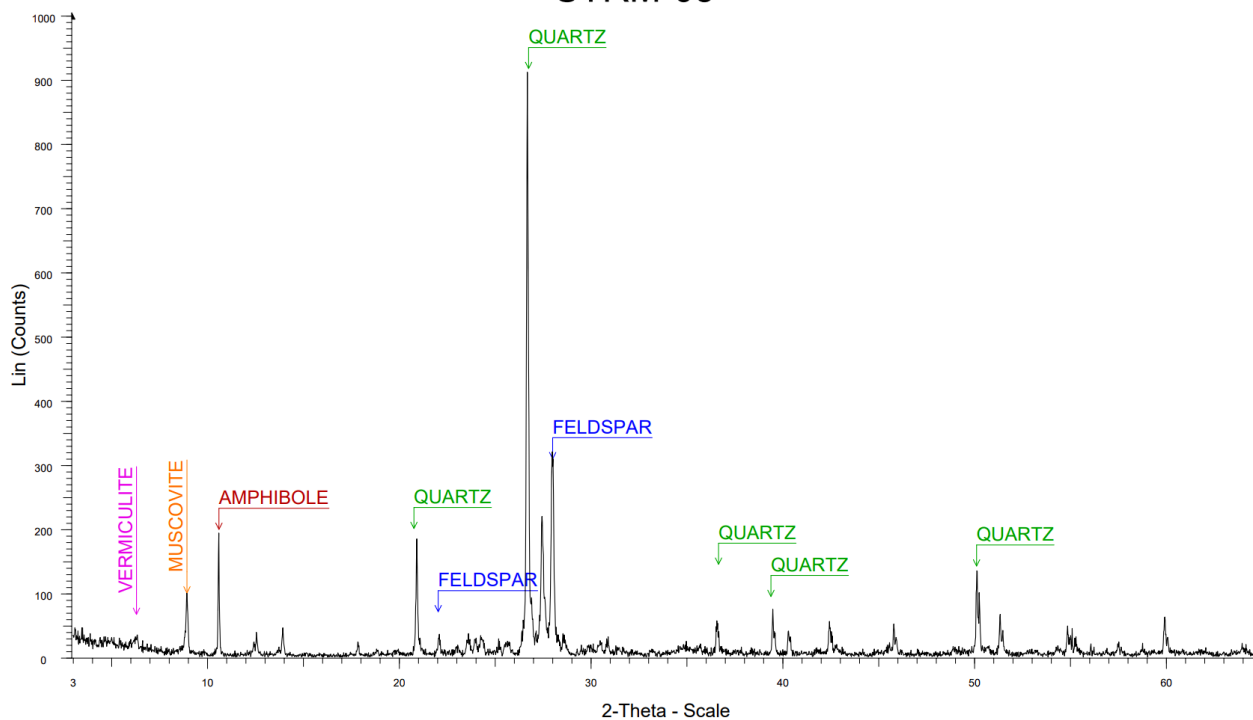


Εικόνα 91. Το ακτινοδιάγραμμα του δείγματος STRM03.



Εικόνα 92. Το ακτινοδιάγραμμα του δείγματος STRM04.

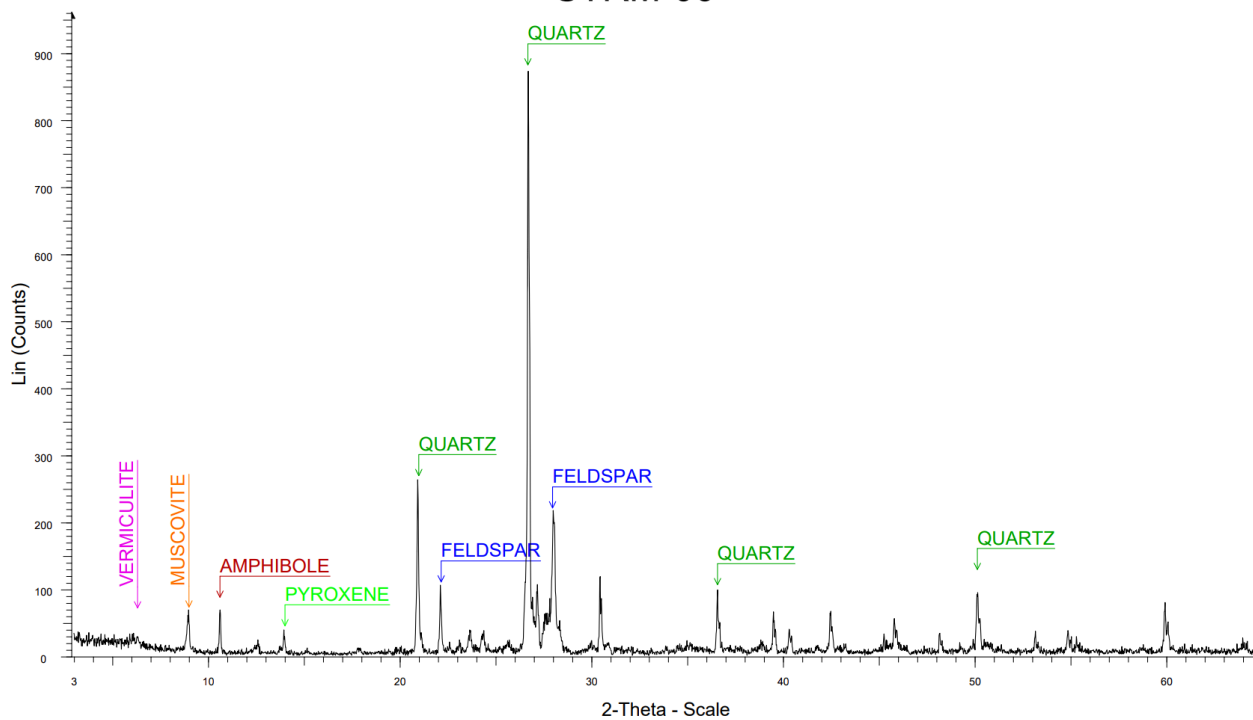
STRM-05



STRM-05 - File: STRM-05.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: X Offset -0.083 | Import

Εικόνα 93. Το ακτινοδιάγραμμα του δείγματος STRM05.

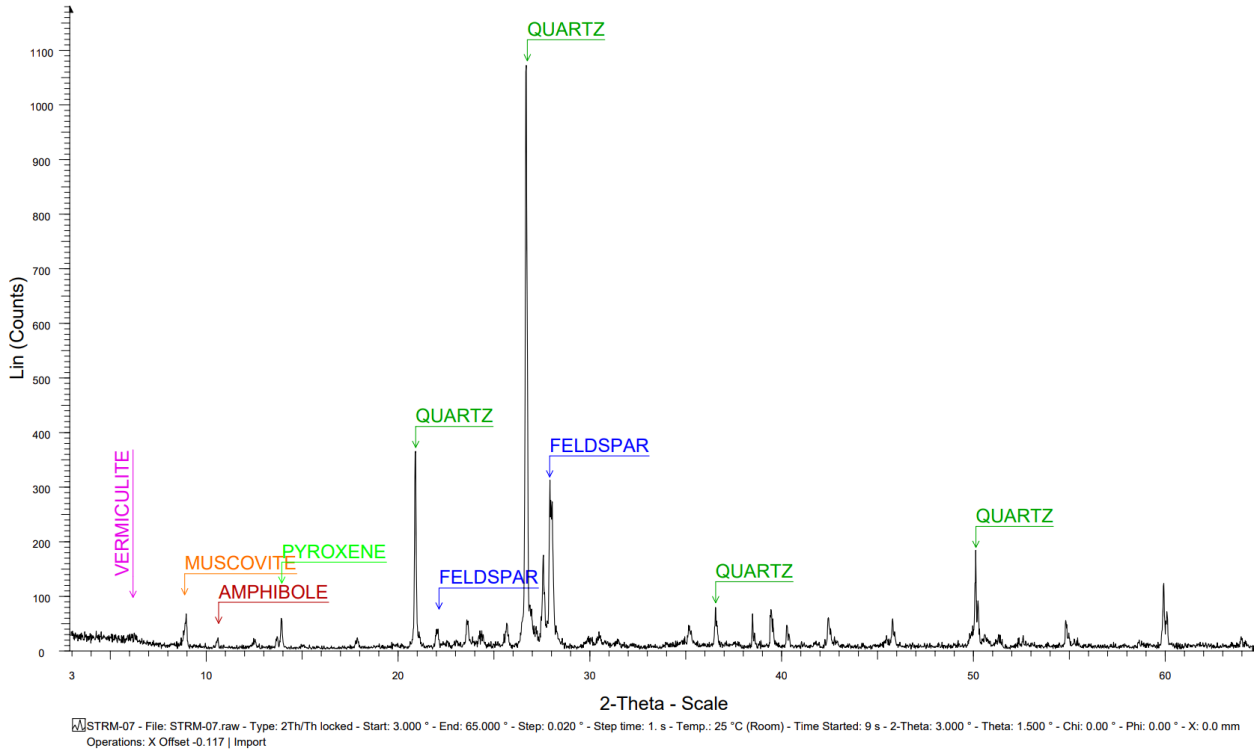
STRM-06



STRM-06 - File: STRM-06.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: X Offset -0.092 | Import

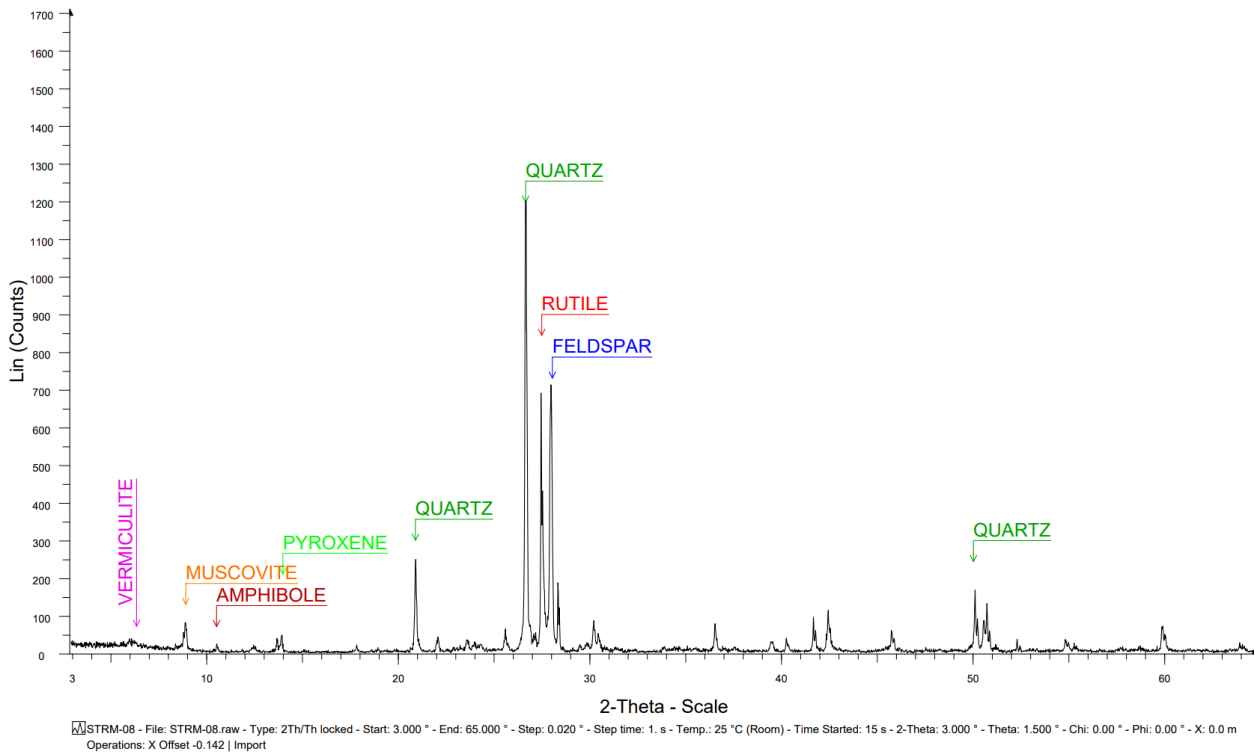
Εικόνα 94. Το ακτινοδιάγραμμα του δείγματος STRM06.

STRM-07



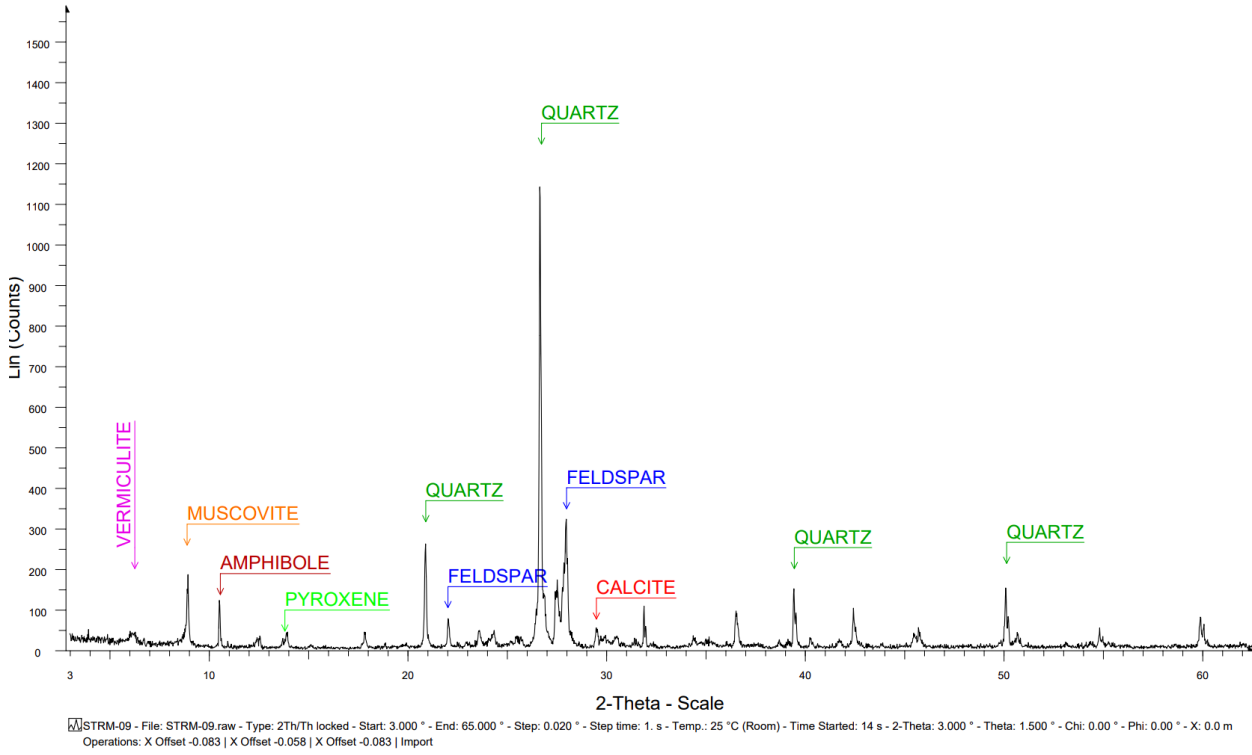
Εικόνα 95. Το ακτινοδιάγραμμα του δείγματος STRM07.

STRM-08



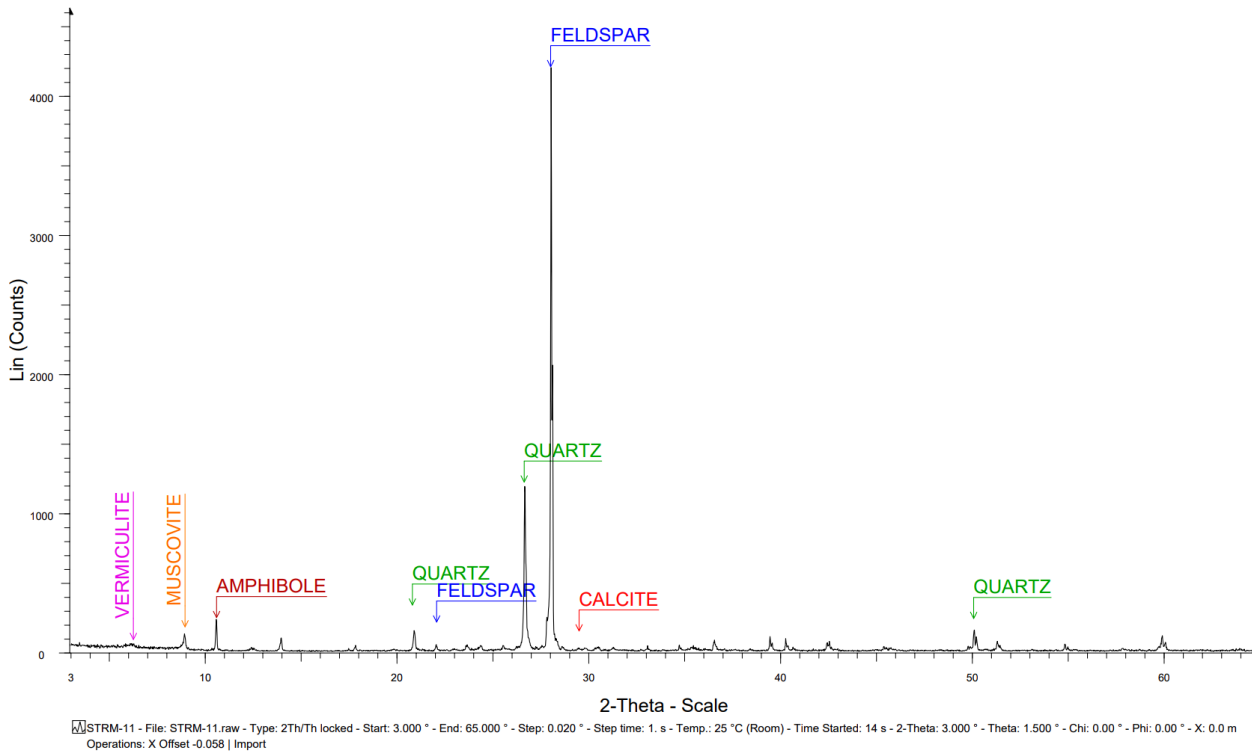
Εικόνα 96. Το ακτινοδιάγραμμα του δείγματος STRM08.

STRM-09



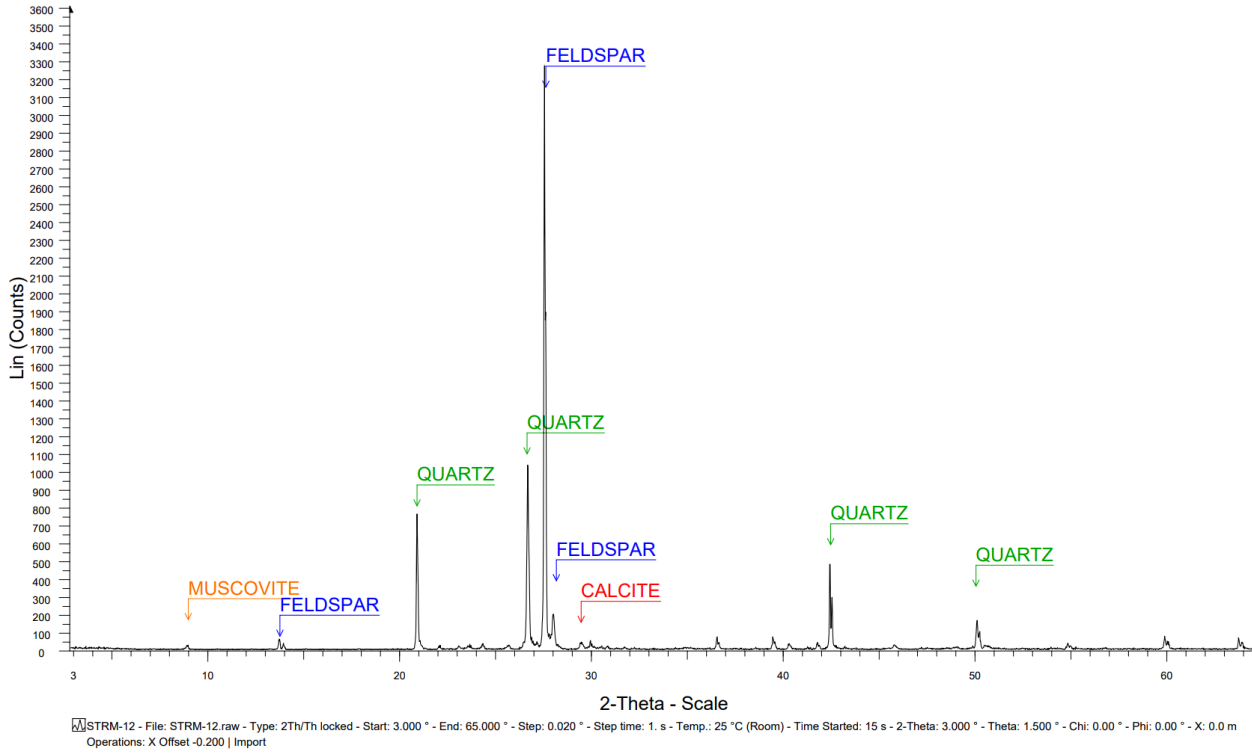
Εικόνα 97. Το ακτινοδιάγραμμα του δείγματος STRM09.

STRM-11



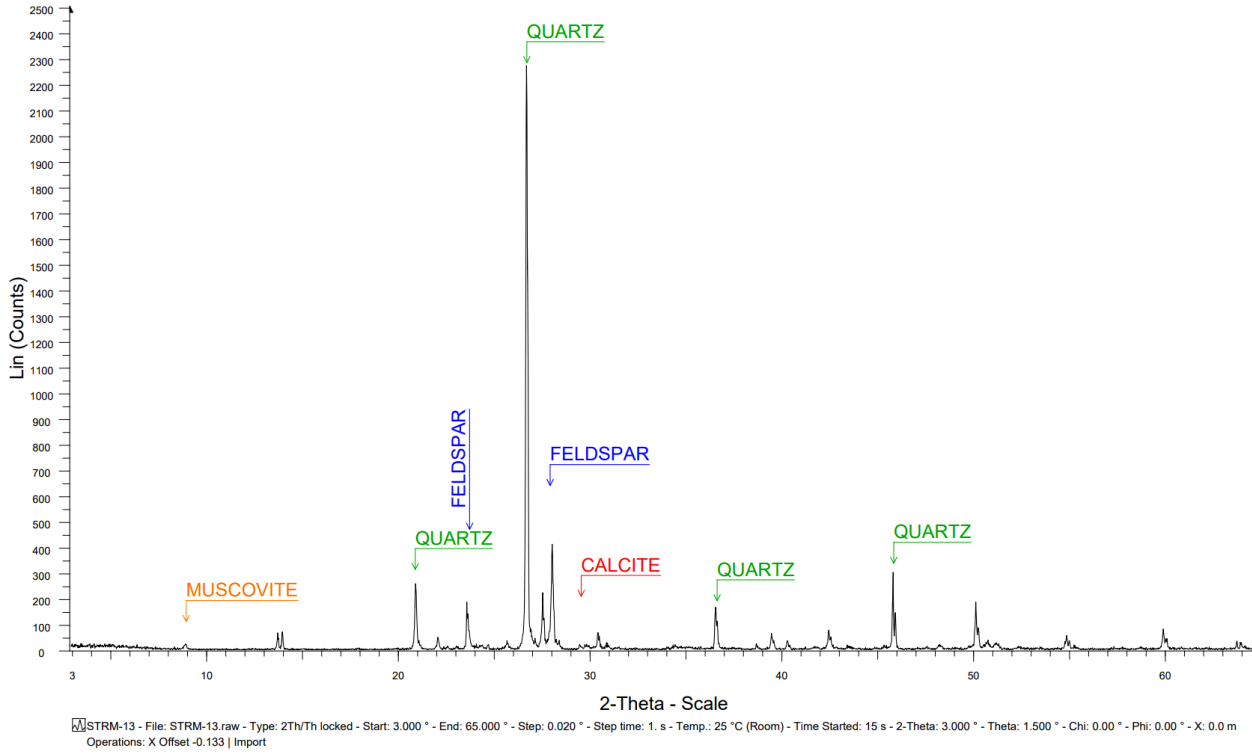
Εικόνα 98. Το ακτινοδιάγραμμα του δείγματος STRM11.

STRM-12



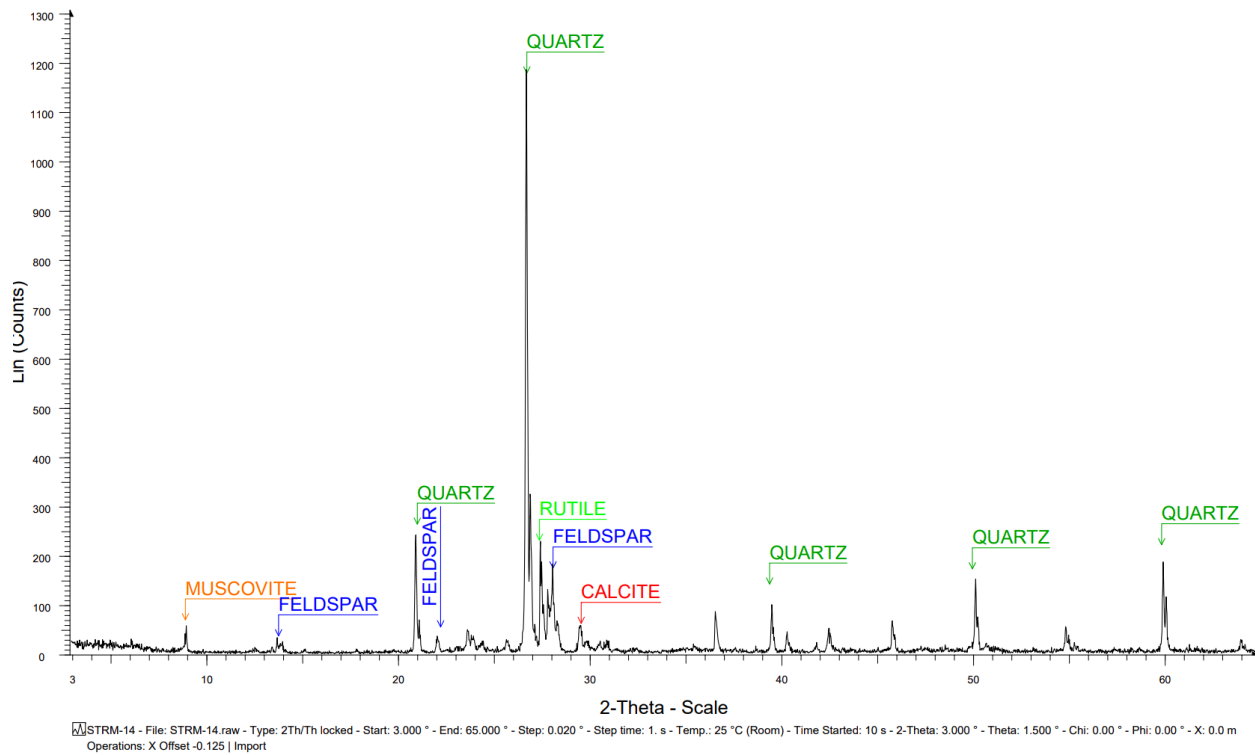
Εικόνα 99. Το ακτινοδιάγραμμα του δείγματος STRM12.

STRM-13



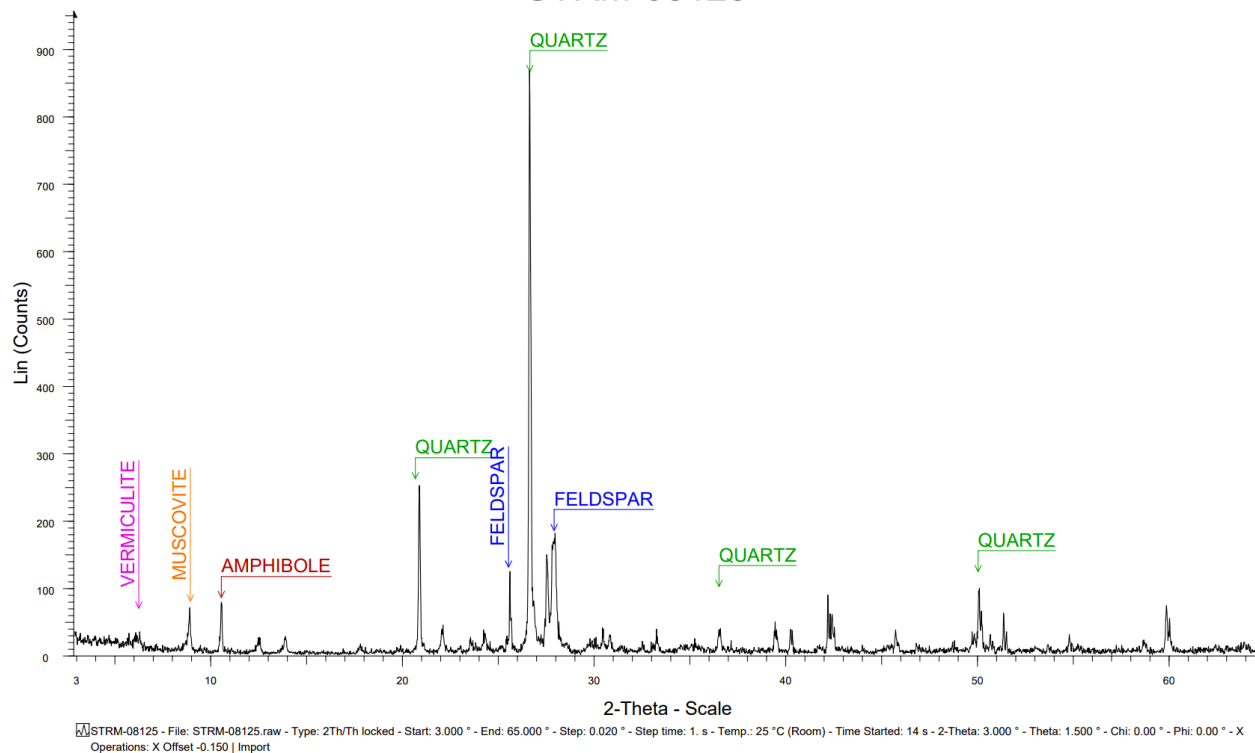
Εικόνα 100. Το ακτινοδιάγραμμα του δείγματος STRM03.

STRM-14



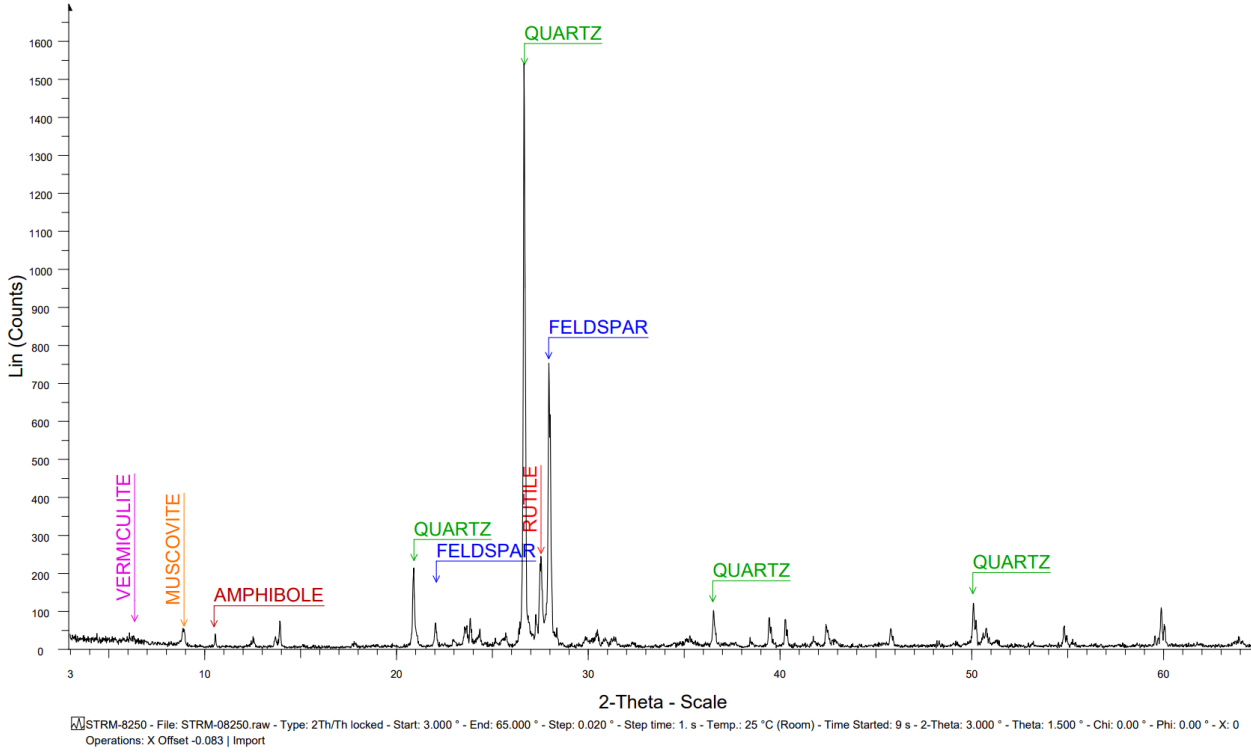
Εικόνα 101. Το ακτινοδιάγραμμα του δείγματος STRM14.

STRM-08125



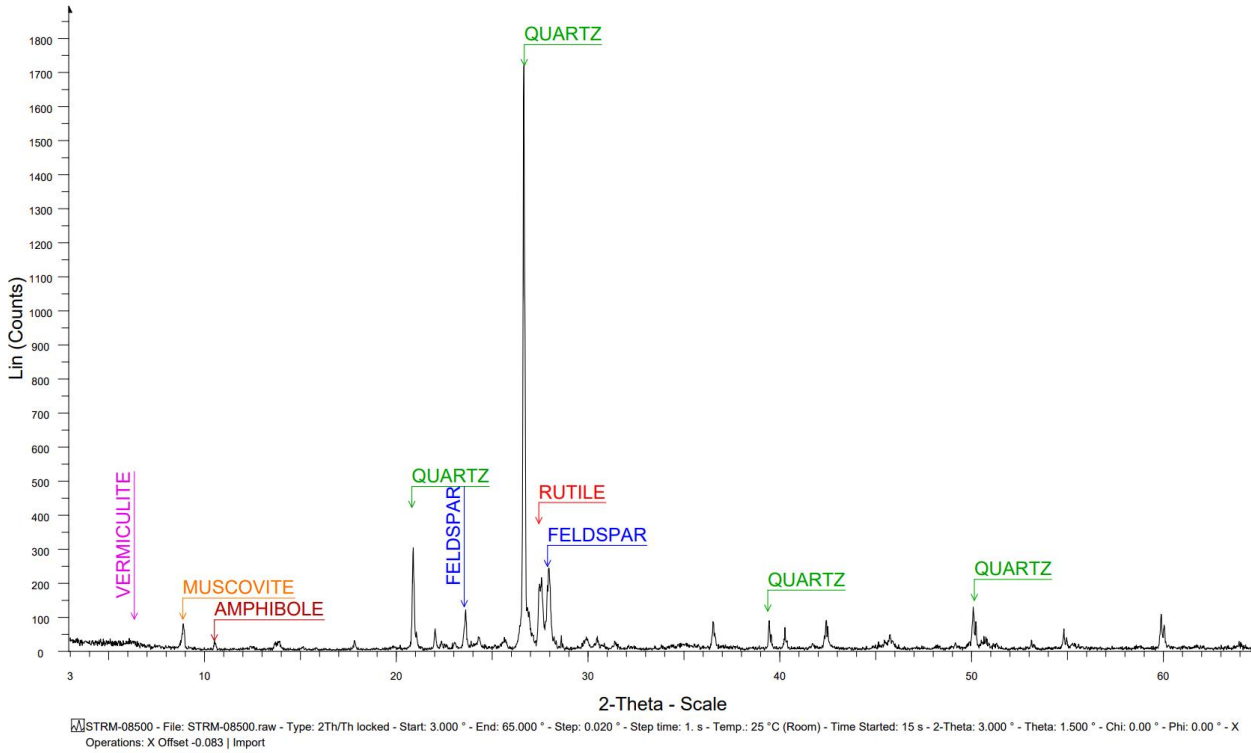
Εικόνα 102. Το ακτινοδιάγραμμα του δείγματος STRM08-125.

STRM-8250

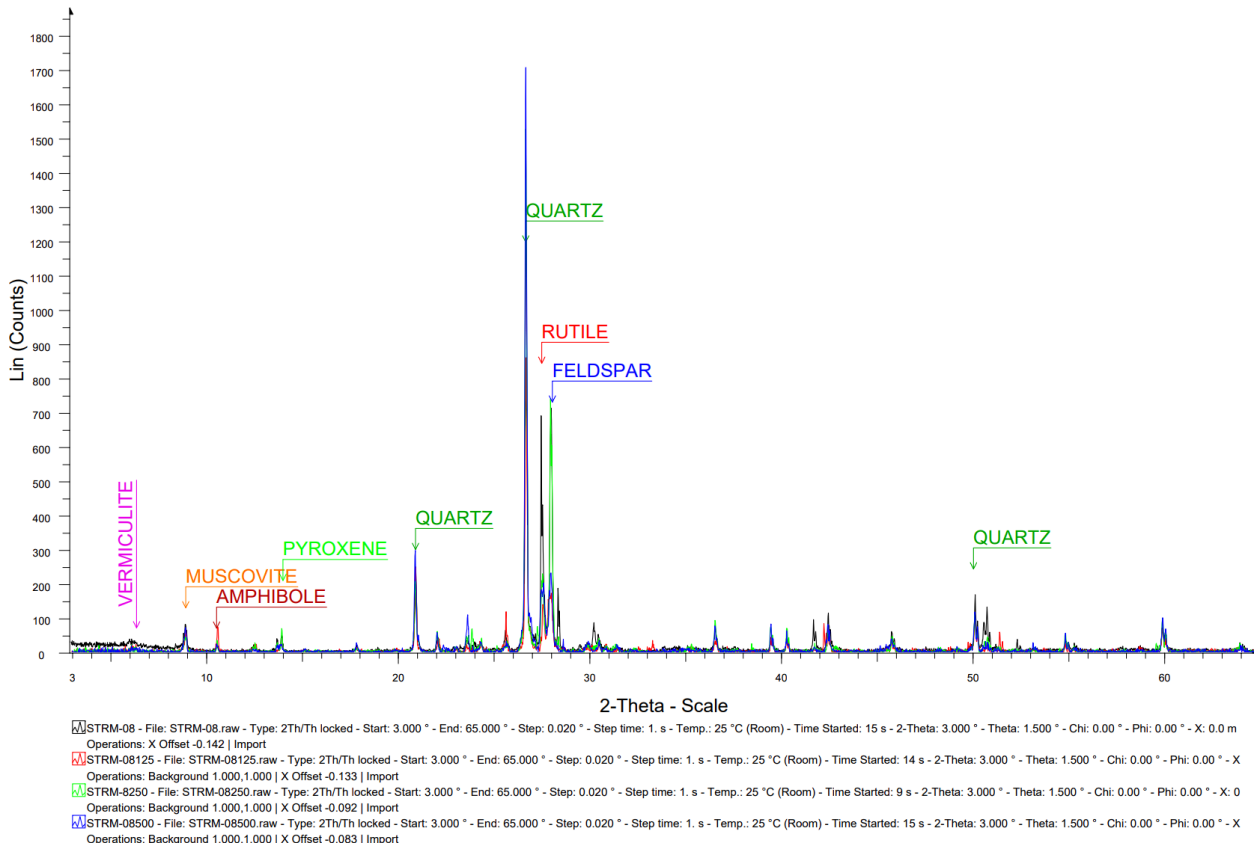


Εικόνα 103. Το ακτινοδιάγραμμα του δείγματος STRM08-250.

STRM-08500



Εικόνα 104. Το ακτινοδιάγραμμα του δείγματος STRM08-500.



Εικόνα 105. Το αθροιστικό ακτινοδιάγραμμα των δειγμάτων STRM08, STRM08-125, STRM08-250, STRM08-500.

4.2 ΟΙ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Οι κοκκομετρικές αναλύσεις υλοποιήθηκαν μέσω Microsoft Excel και συγκεκριμένα του προγράμματος GRADISTAT Version 9.1 (A Grain Size Distribution and Statistics Package for the Analysis of Unconsolidated Sediments by Sieving or Laser Granulometer) που αναπτύχθηκε από τον Dr Simon J Blott. Στον Πίνακα 6 διακρίνονται τα βάρη των κοκκομετρικών κλασμάτων κάθε συλλεγέντος δείγματος. Τα αποτελέσματα της ταξινόμησης διακρίνονται στον Πίνακα 7:

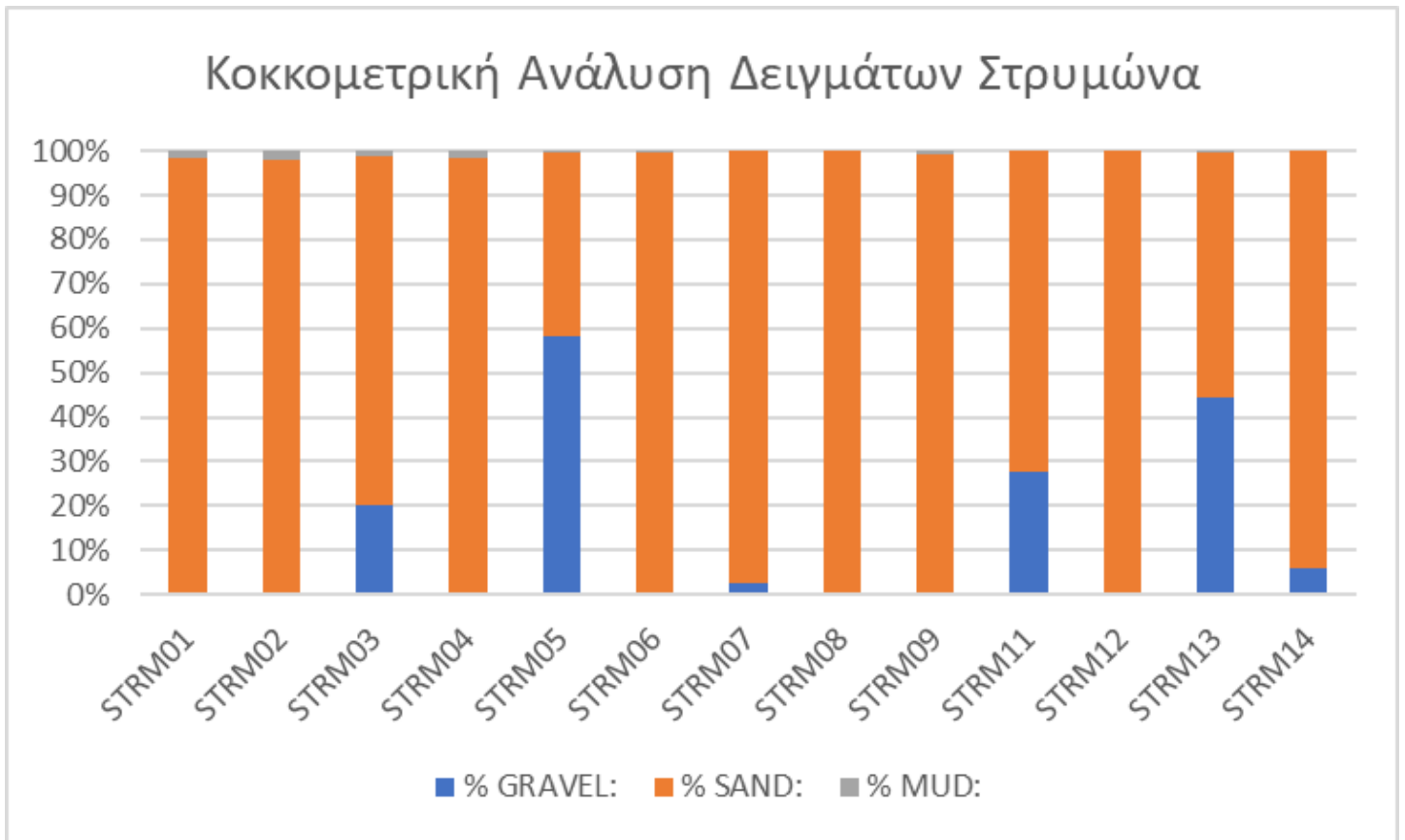
- Τα δείγματα STRM01, STRM02, STRM04 ταξινομούνται ως Sand (άμμος).
- Τα δείγματα STRM06, STRM07, STRM08, STRM09, STRM12 ταξινομούνται ως Slightly Gravelly Sand (ελαφρώς χαλικώδης άμμος).
- Τα δείγματα STRM03, STRM11, STRM14 ταξινομούνται ως Gravelly Sand (χαλικώδης άμμος).
- Τα δείγματα STRM05, STRM13 ταξινομούνται ως Sandy Gravel (αμμώδης χαλίκι).

Aperture (microns)	Class Weight Retained (g or %) in Different Samples													
	Sample Identity:	ΣΤΡΜ01	ΣΤΡΜ02	ΣΤΡΜ03	ΣΤΡΜ04	ΣΤΡΜ05	ΣΤΡΜ06	ΣΤΡΜ07	ΣΤΡΜ08	ΣΤΡΜ09	ΣΤΡΜ11	ΣΤΡΜ12	ΣΤΡΜ13	ΣΤΡΜ14
Analyst:	A. Kanavitsas	A. Kanavitsas	A. Kanavitsas	A. Kanavitsas	A. Kanavitsas	A. Kanavitsas	A. Kanavitsas	A. Kanavitsas	A. Kanavitsas	A. Kanavitsas	A. Kanavitsas	A. Kanavitsas	A. Kanavitsas	A. Kanavitsas
Date:	8/6/2022	8/6/2022	8/6/2022	8/6/2022	8/6/2022	8/6/2022	8/6/2022	8/6/2022	8/6/2022	8/6/2022	8/6/2022	8/6/2022	8/6/2022	8/6/2022
Initial Sample Weight:	55,64	60,64	84,96	60,73	112,32	82,07	58,64	61,56	64,4	72,46	68,25	86,77	52,78	
90000														
63000														
45000														
31500														
22400														
16000					18,03					16,4				
8000			5,89		12,67					2,64		14,48	2,55	
4000			5,73		21,27		0,12			0,53		14,38	0,29	
2000			5,68		13,24	0,25	1,29	0,034	0,036	0,48	0,39	9,65	0,38	
1000		0,14	6,03	0,25	10,12	1,1	3,7	0,45	0,143	0,47	4,25	11,55	0,91	
500	1,21	1,16	11,07	10,25	11,89	12,13	31,18	14,42	5,029	6,6	34,44	18,61	14,33	
250	23,88	32,11	31,7	34,53	15,94	49,55	15,82	44,34	36,52	38,37	17,24	14,57	31,56	
125	25,93	22,02	15,75	11,7	7,13	16,49	4,81	2,8	19,72	6,8	10,73	2,79	2,87	
63	3,93	3,87	2,57	3,02	1,31	2,03	0,37	0,13	2,48	0,18	1,09	0,57	0,17	
31,5	0,91	1,23	0,92	0,93	0,54	0,4			0,4	0,07		0,23	0,04	

Πίνακας 6. Τα συλλεγμένα κοκκομετρικά στοιχεία από τη μέθοδο των κοσκίνων.

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΤΑΞΙΝΟΜΗΘΗΚΕ ΩΣ
STRM01	SAND
STRM02	SAND
STRM03	GRAVELLY SAND
STRM04	SAND
STRM05	SANDY GRAVEL
STRM06	SLIGHTLY GRAVELLY SAND
STRM07	SLIGHTLY GRAVELLY SAND
STRM08	SLIGHTLY GRAVELLY SAND
STRM09	SLIGHTLY GRAVELLY SAND
STRM11	GRAVELLY SAND
STRM12	SLIGHTLY GRAVELLY SAND
STRM13	SANDY GRAVEL
STRM14	GRAVELLY SAND

Πίνακας 7. Οι κοκκομετρική ταξινόμηση των δειγμάτων.



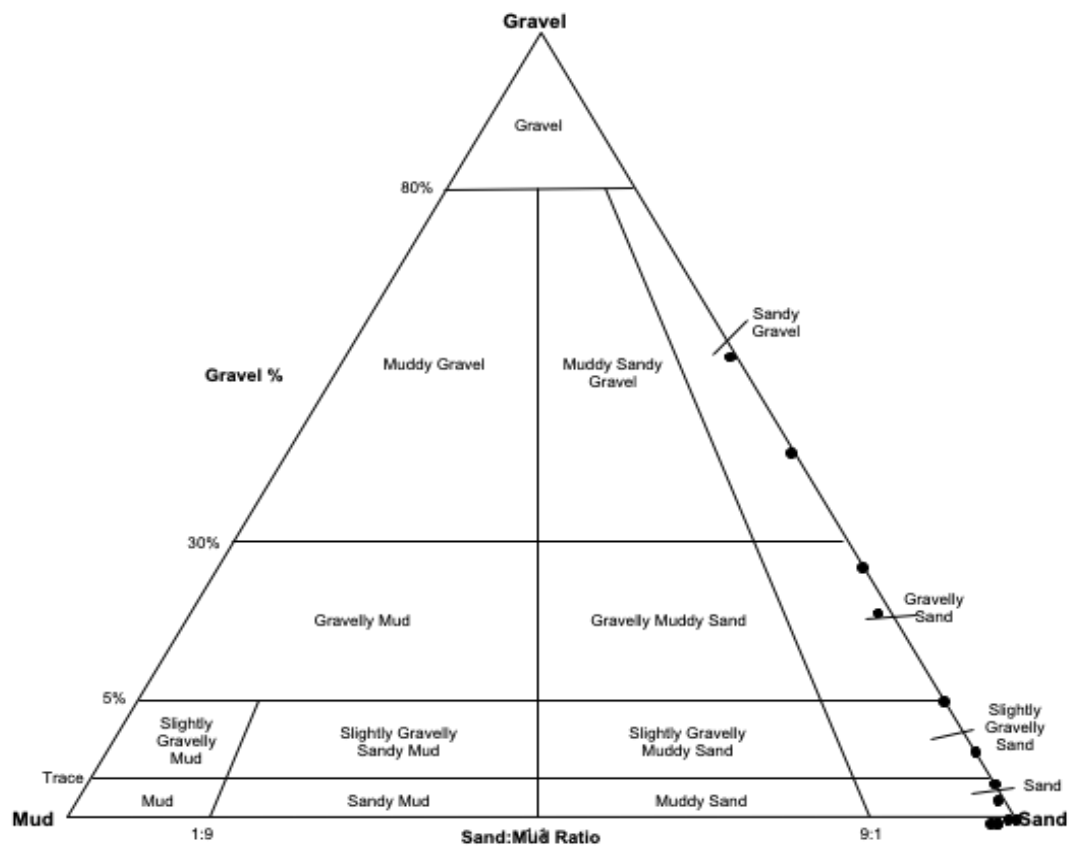
Πίνακας 8. Η κοκκομετρική ανάλυση εκφρασμένη σε στήλες.

Η πλειοψηφία των δειγμάτων αποτελείται από >70% άμμο (Πίνακας 8). Αντίθετα, το δείγμα STRM05 έχει μόνο 40% και το STRM13 έχει 55%. Το δείγμα STRM05 διαθέτει το μεγαλύτερο ποσοστό χαλικιών (~58%). Μικρό ποσοστό πηλού (<3%) παρατηρείται στα δείγματα STRM01, STRM02, STRM03, STRM04, STRM09. Τα ποσοστά επιβεβαιώνουν την αρχική μακροσκοπική παρατήρηση στο εργαστήριο και στην ύπαιθρο.

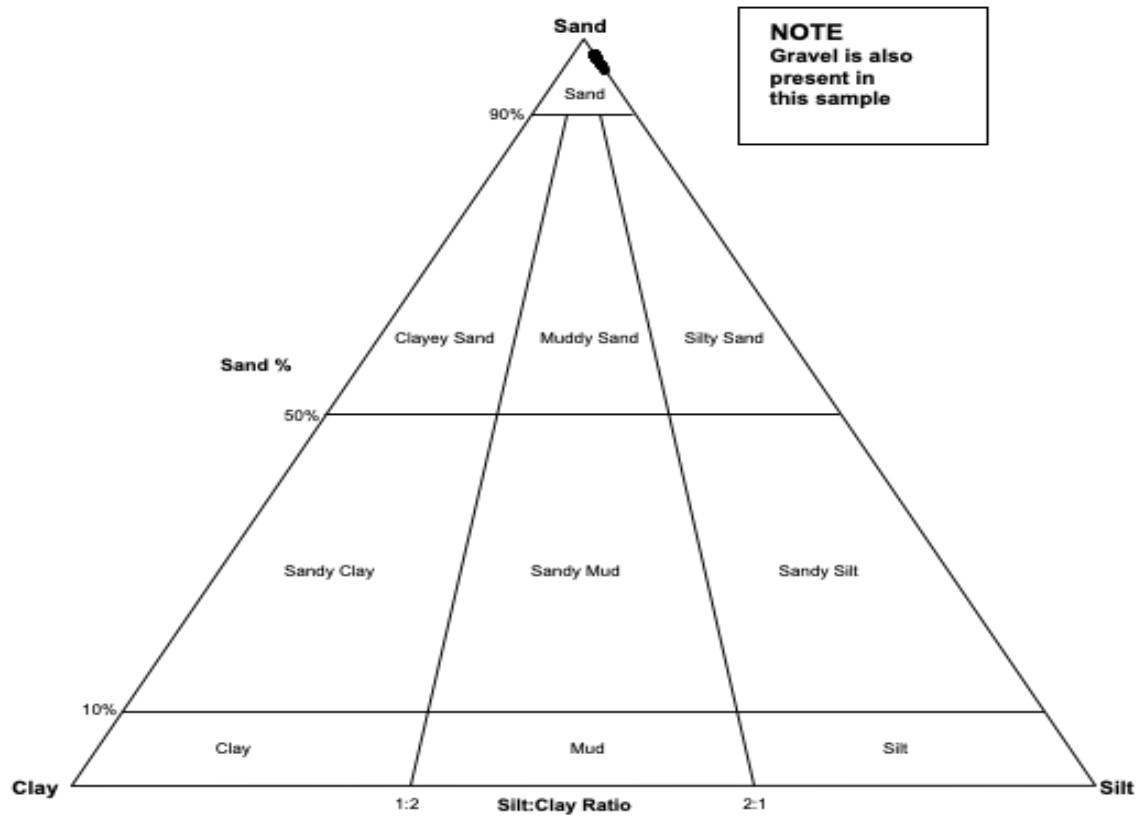
Στο τριγωνικό διάγραμμα Πηλού-Χαλικιού-Άμμου της Εικόνας 106, τα δείγματα αποτυπώνονται από την μέση της πλευράς Χαλίκι-Άμμος ως το άκρο της (Άμμος). Στο τριγωνικό διάγραμμα Αργίλου-Ιλύς-Άμμου της Εικόνας 107, όλα τα δείγματα αποτυπώνονται μέσα στο τρίγωνο της Άμμου.

Στην Εικόνα 108 παρουσιάζεται το διάγραμμα διαμέτρου κόκκων (μm) - βάρους κλάσης και συγκεκριμένα διακρίνεται ένα μέγιστο στο ~350 μm (διάμετρος κόκκων) και ~60% (βάρους κλάσης). Στην Εικόνα 109 παρουσιάζεται το διάγραμμα διαμέτρου κόκκων (μm) - διατηρούμενης αθροιστικής μάζας. Στο κάτω δεξί άκρο της καμπύλης οι τιμές αγγίζουν το μηδέν διότι εκεί βρίσκονται οι κλάσεις >16000 μm ενώ στο πάνω αριστερό άκρο της καμπύλης βρίσκονται οι κλάσεις <63μm. Η κλίμακα των Εικόνων 108 και 109 είναι λογαριθμική.

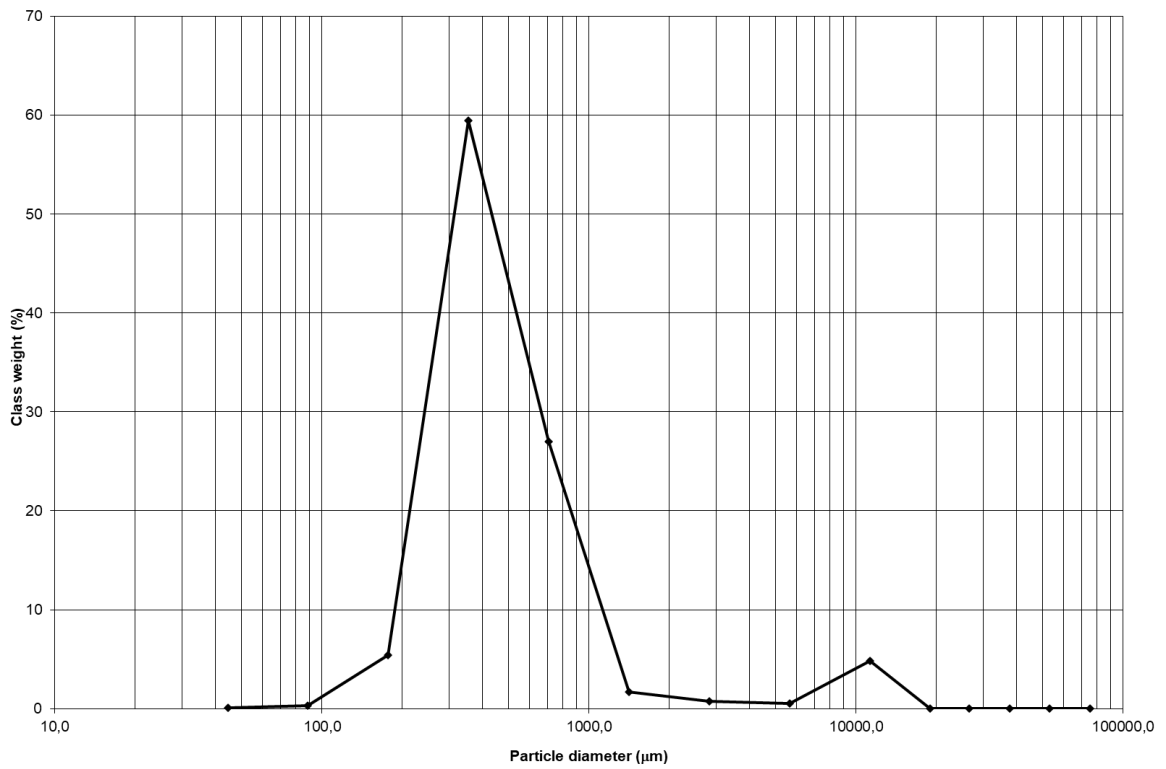
Στο παράρτημα 2 παρατίθενται τα συνολικά αποτελέσματα του GRADISTAT.



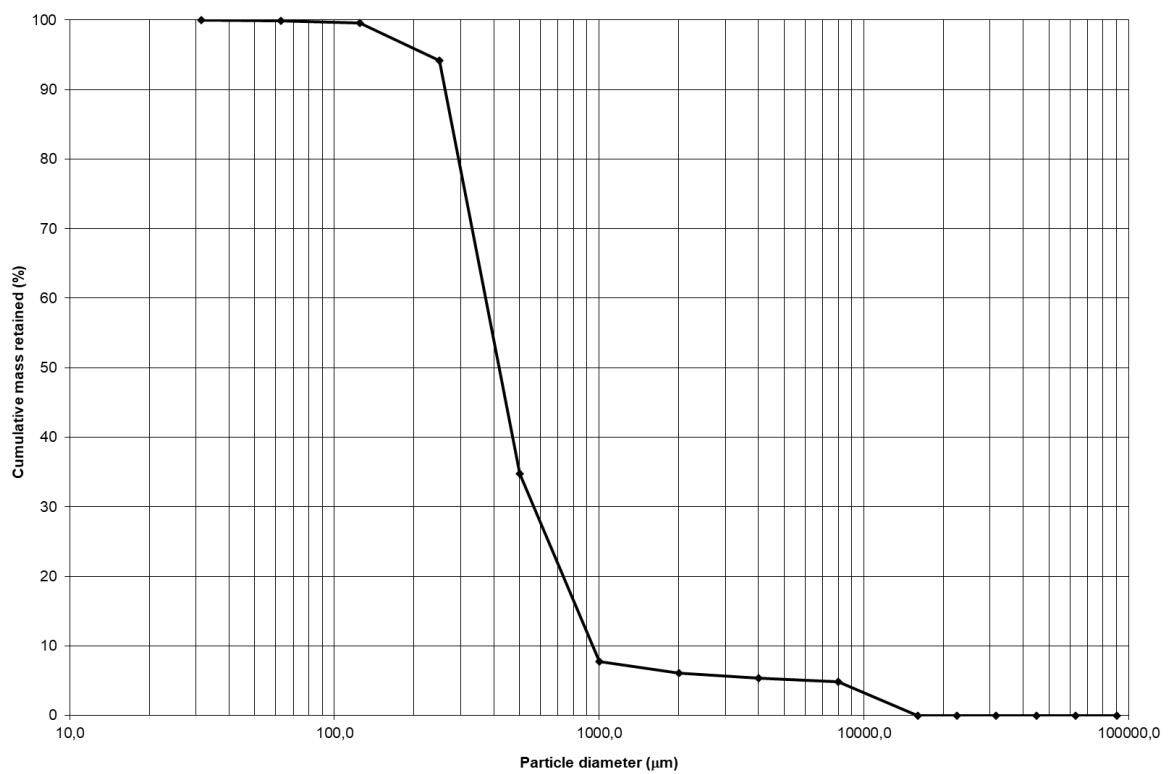
Εικόνα 106. Τριγωνικό διάγραμμα Πηλού-Χαλικιού-Άμμου.



Εικόνα 107. Τριγωνικό διάγραμμα Αργίλου-Ιλύς-Άμμου.



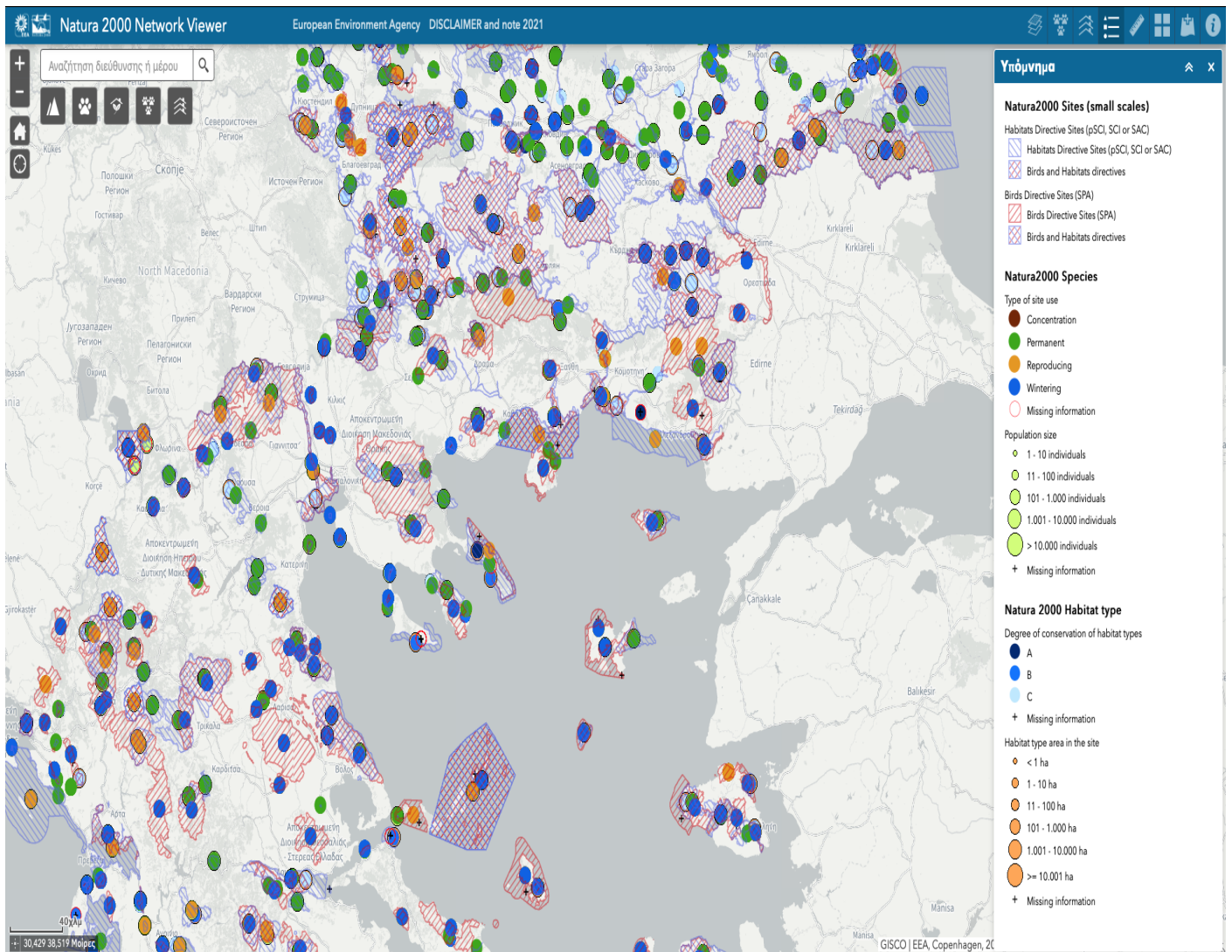
Εικόνα 108. Διάγραμμα διαμέτρου κόκκων (σε μm) - βάρους κλάσης.



Εικόνα 109. Διάγραμμα διαμέτρου κόκκων (σε μm) - διατηρούμενης σωρευτικής μάζας.

4.3 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Το Ευρωπαϊκό Οικολογικό Δίκτυο Natura 2000 είναι ένα δίκτυο ζωνών προστασίας της φύσης που εκτείνεται σε ολόκληρη την επικράτεια και έχει ως στόχο να διασφαλίσει τη μακροπρόθεσμη διατήρηση των πιο πολύτιμων και των πλέον απειλούμενων ειδών και ενδιαιτημάτων της σε ικανοποιητικό επίπεδο. Αποτελείται από δύο κατηγορίες περιοχών (Τόπων Κοινοτικής Σημασίας - Ειδικών Ζωνών Διατήρησης και Ζωνών Ειδικής Προστασίας) και λειτουργεί με κοινούς ευρωπαϊκούς κανόνες. Ν. 3937/ 28-3-2011 (ΦΕΚ 60Α/31-3-2011) Στις περιοχές αυτές πρέπει να εφαρμόζονται μέτρα διαχείρισης, να αποφεύγεται η υποβάθμιση και η σημαντική όχληση και να εφαρμόζεται η δέουσα εκτίμηση των επιπτώσεων, σχεδίων, έργων και δραστηριοτήτων. Το Δίκτυο Natura 2000 αποτελεί εργαλείο εφαρμογής της πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη φύση και τη βιοποικιλότητα. Οι περιοχές εντός του δικτύου Natura 2000 βάσει της Ευρωπαϊκής πολιτικής και στρατηγικής (CEC 2008, EC 2011) και των νόμων Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων πρέπει να προστατεύονται από εξορύξεις παντός τύπου (Bathrellos and Skilodimou, 2022). Η περιοχή μελέτης δεν ανήκει εντός του δικτύου Natura 2000.



Εικόνα 110. Οι περιοχές που ανήκουν στο δίκτυο Natura 2000. (Πηγή: Υπουργείο Περιβάλλοντος)

Στην περιοχή μελέτης και συγκεκριμένα στην έκταση μεταξύ των δειγμάτων STRM05, STRM06, STRM07 εντοπίστηκε και συλλέχθηκε, με ιδιαίτερη προσοχή λόγω της θραυσσιμότητας των, πλήθος αρτιγόνων. Αναγνωρίστηκαν έξι είδη αρτιγόνων τα οποία παρουσιάζονται και χαρακτηρίζονται παρακάτω:

- *Planorbarius Corneus* (Εικόνα 111): Ευδοκιμεί σε ήσυχα, στάσιμα ή αργά κινούμενα γλυκά νερά με πολύ βλάστηση. Ενώ μπορεί να επιβιώσει και σε συνθήκες παροδικής ξηρασίας. Το κέλυφος του έχει σπειροειδή μορφή.
- *Lymnaea Stagnalis* (Εικόνα 112): Ζει σε παρόμοια λιμναία περιβάλλοντα όπως το *Planorbarius Corneus*. Σε μικρές λιμνούλες, συναντάται σε μεγάλο πληθυσμό και σε πυκνή βλάστηση.
- *Helix Lucorum* - χερσαίο (Εικόνα 113): Ζει σε δασωμένες εκτάσεις με πολύ υγρασία.
- *Bithynia sp* (Εικόνα 114): Ζει σε λίμνες, έλη και γενικά σε εκτεθειμένες επιφάνειες κάτω από βράχους. Επίσης στα περιθώρια λιμνών και σε πυκνή βλάστηση (μέσα στην κοίτη).
- *Anodonta Cf. Cygnea* (Εικόνα 115): Συναντάται σε φυσικές και τεχνητές λίμνες, λασπώδης πυθμένες (άμμους) και αργά κινούμενα σώματα νερού και σε arm rivers.
- *Unio Cf Tumidus* (Εικόνα 116): Ζει σε αργά κινούμενα ποτάμια, σε παρακλάδια ποταμών και σε αμμώχους πυθμένες.



Εικόνα 111. *Planorbarius Corneus*



Εικόνα 112. *Lymnaea Stagnalis*



Εικόνα 113. *Helix Lucorum* - χερσαίο



Εικόνα 114. *Bithynia sp*



Εικόνα 115. *Anodonta Cf. Cygnea*



Εικόνα 116. *Unio Cf. Tumidus*



Εικόνα 117. Πλήθος *Anadonta Cf. Cygnea*
(τροποποιημένη κλιμακα)



Εικόνα 118. Δύο *Anadonta Cf. Cygnea*

Η παρόχθια βλάστηση προσφέρει πολλά οφέλη για τα ποτάμια, συμπεριλαμβανομένης της μειωμένης διάβρωσης, την εισροή ιζημάτων στα ποτάμια. Επίσης, αυξάνεται η σταθερότητα στις όχθες, υπάρχει μεγαλύτερη αντίσταση στη ροή, καλύτερη ποιότητα νερού, ρύθμιση της θερμοκρασίας (Yochum and Reynolds, 2020). Είναι απαραίτητη για την υγεία πληθυσμών βενθικών μακροασπονδύλων, το οποίο με τη σειρά του παρέχει ένα κρίσιμο πόρο τροφής για τα ψάρια. Ως εκ τούτου, η κατανόηση της κατάστασης και των δυνατοτήτων των παρόχθιων φυτικών κοινοτήτων είναι απαραίτητη συνιστώσα του σχεδιασμού αποκατάστασης ποταμών (Yochum and Reynolds, 2020). Παρατηρείται έντονη βλάστηση και χλωρίδα πάνω στις αμμώδεις αποθέσεις (Εικόνες 119-126).



Εικόνα 119. Έντονη βλάστηση στην περιοχή πλησίον του δείγματος **STRM05**



Εικόνα 120. Το κεντρικό τμήμα της απόθεσης πλησίον του δείγματος **STRM03**



Εικόνα 121. Έλος, νοτιοδυτικά του αναβαθμού του ΜΥΕ



Εικόνα 122. Παραπόταμος, βορειοανατολικά του αναβαθμού του ΜΥΕ



Εικόνα 123. Παχύφυτα πλησίον του δείγματος **STRM07**



Εικόνα 124. Αμμώδη φυτά πλησίον του δείγματος **STRM08**



Εικόνα 125. Παχύφυτα πλησίον του δείγματος **STRM06**



Εικόνα 126. Η κατάντη πλευρά της απόθεσης πλησίον του δείγματος **STRM02**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 ΠΡΟΣΦΑΤΗ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η επιθεώρηση αεροφωτογραφιών από διάφορα έτη, συμπεριλαμβανομένων των ιστορικών εικόνων, μπορεί να παρέχει μεγάλη βοήθεια στην κατανόηση κυρίαρχων μηχανισμών του οικοσυστήματος (Yochum and Reynolds, 2020). Με το πέρασμα του χρόνου, η περιοχή μελέτης έχει διαφοροποιήσει λόγω ανθρώπινης χρήσης αλλά και φυσικής λειτουργίας του ποταμού.

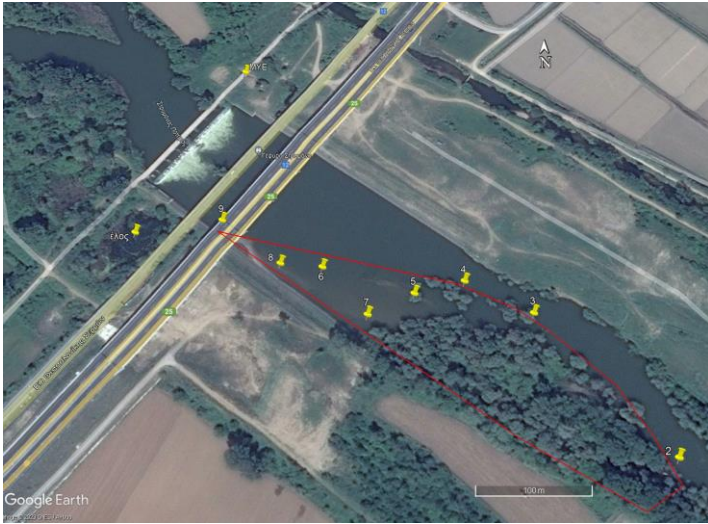
Παρατίθενται δορυφορικές εικόνες από το 2012-2022 (Πηγή: Google Earth Pro). Στην Εικόνα 138, κατά την θεμελίωση της Εθνικής Οδού εντός του ποταμού, για κατασκευαστικούς λόγους έχει δημιουργηθεί πέρασμα προς τα επιθυμητά σημεία και ο ποταμός έχει εκτραπεί. Στην Εικόνα 127 διακρίνονται τα θεμέλια της Εθνικής Οδού ενώ στην Εικόνα 128 έχουν ολοκληρωθεί τα έργα. Επίσης στις Εικόνες 127 και 129, η αλλουβιακή απόθεση δεν διακρίνεται αφού αναφέρονται σε χρονικές περιόδους υψηλής στάθμης του νερού (Οκτώβριο-Απρίλιο) ενώ σε όλες τις άλλες είναι εμφανής η ύπαρξη της αλλουβιακής απόθεσης. Στις Εικόνες 132,133,134 διακρίνεται η κατασκευαστική περίοδος του Μικρού Υδροηλεκτρικού Έργου ενώ στην Εικόνα 136, η οποία είναι η πιο πρόσφατη, έχει ολοκληρωθεί η κατασκευή του έργου.



Εικόνα 127. Δορυφορική εικόνα στις 03/2012 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 128. Δορυφορική εικόνα στις 08/2013 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 129. Δορυφορική εικόνα στις 04/2016 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 130. Δορυφορική εικόνα στις 10/2016 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 131. Δορυφορική εικόνα στις 10/2017 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 132. Δορυφορική εικόνα στις 09/2018 (Πηγή: Google Earth Pro)



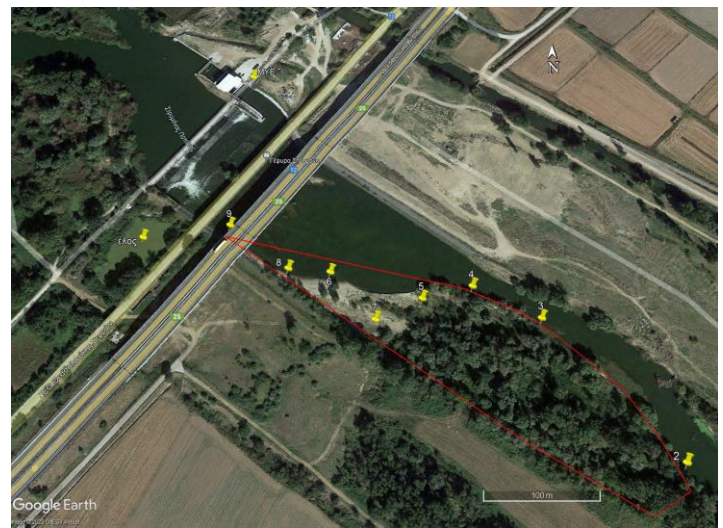
Εικόνα 133. Δορυφορική εικόνα στις 08/2019 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 134. Δορυφορική εικόνα στις 08/2020 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 135. Δορυφορική εικόνα το 2015-2016 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 136. Δορυφορική εικόνα στις 10/2022 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 137. Δορυφορική εικόνα το 1945 - 1960 (Πηγή: Εθνικό Κτηματολόγιο)



Εικόνα 138. Δορυφορική εικόνα το 2007-2009 (Πηγή: Εθνικό Κτηματολόγιο)

5.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΞΟΡΥΞΗ ΑΜΜΩΝ ΚΑΙ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από την εξόρυξη αδρανών υλικών εντάσσονται σε διάφορες κατηγορίες όπως στην βιοποικιλότητα και στα οικοσυστήματα. Η αμμοληψία από το νερό αυξάνει τη θολότητα και μειώνει το φως που είναι αναγκαία για τους μικροοργανισμούς αλλά και τα πλάσματα σε αυτό. Ως εκ τούτου η ποικιλομορφία και ο πληθυσμός των ψαριών και του πλαγκτόν μειώνεται (Da and P. Le Billon, 2022).

Οι χωματουργικές εργασίες μιας αμμοληψίας επιβάλλουν καθαρισμό της χλωρίδας περιμετρικά από το σημείο εκσκαφής με αποτέλεσμα την έντονη διάβρωση του εδάφους. Επιπλέον η κινητικότητα των φορτηγών μεταφέροντας όλο αυτό τον όγκο ενοχλεί το οικοσύστημα και μέσω θορύβου αλλά και κραδασμών. Η διαρροή του ντίζελ των μηχανημάτων προς το έδαφος επηρεάζει την ποιότητα των ψαριών.

Σε αναπτυσσόμενες χώρες, τα πρωτόκολλα προστασία είναι συχνά ελλιπή. Η εργασία είναι συνήθως επικίνδυνη και έχει επιπτώσεις στην υγεία όπως αναπνευστικά, δερματικά, προσωρινές ή μόνιμες απώλειες όρασης και ακοής. Η διαφθορά και τα ελλιπή εργατικά δικαιώματα είναι συχνό φαινόμενο στην εφοδιαστική αλυσίδα. Στην Καμπότζη, χρησιμοποιούν άμμο για να πληρώσουν τους υγρότοπους της πρωτεύουσας (συχνά για πλούσιους πολίτες σε περιορισμένες γειτονιές). Όμως, χωρίς ένα καλό λειτουργικά σύστημα αποχέτευσης, ο υγρότοπος και οι λίμνες δρουν ως φυσικό φίλτρο. Έτσι οι κοινότητες που βασίζονται σε αυτά για την καθημερινή χρήση τους σε πόσιμο νερό, βρίσκονται σε κίνδυνο μόλυνσης.

Η υπερβολική αφαίρεση άμμου επηρεάζει τις παρόχθιες περιοχές άμεσα αλλά και έμμεσα. Αλλοιώνεται η μορφολογία τους, ζημιώνονται οι βιότοποι και τα οικοσυστήματα. Οι ακτογραμμές υποχωρούν, το θαλασσινό νερό εισχωρεί και μολύνει το γλυκό νερό. Μεγάλες ποσότητες νερού συλλέγονται, κατά την αμμοληψία, και ύστερα απορρίπτονται και πάλι.. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αλλαγή της ροής ποταμών και τη διάβρωση του εδάφους. Έτσι, η παρόχθια ανάπτυξη δάσους παρεμποδίζεται. Οι κατασκευές και οι κοινότητες πλησίον σε κοίτες ποταμών απειλούνται από την τυχόν ανισορροπία του ποταμού. Η επιθυμία για ιδιοκτησίες κοντά σε παραλίες έχει σαν αποτέλεσμα να αφαιρούνται φυσικοί αμμόλοφοι. Η άμμος των θινών προστατεύει το σύστημα από διάβρωση από τα μεγάλα κύματα και τις φυσικές καταστροφές.

Οι μεγάλες εξορυκτικές εταιρείες (Worldwide Companies) οι μικρομεσαίες επιχειρήσεις και οι τεχνίτες μικρής κλίμακας (Artisan and Small Scale Miners) κινούν την αγορά της άμμου με διαφορετική δυναμική αντίστοιχα (Da and P. Le Billon, 2022). Η βασική πηγή άμμου είναι τα ποτάμια, οι λίμνες, οι χερσαίες περιοχές, οι παραλίες και η θάλασσα. Αφότου εξορυχθούν τα αδρανή, μεταφέρονται, πιστοποιούνται και συσκευάζονται, τότε ξεκινάει η συναλλαγή μέσω εμπόρων χονδρικής και λιανικής. Περίπου 3 κιλά διοξειδίου του άνθρακα εκχύνονται στην ατμόσφαιρα για να παραχθεί ένας τόνος αδρανών υλικών.

Οι Collins et al (1990) αναφέρουν τις επιπτώσεις εξόρυξης άμμου και χαλικιών από ποτάμια:

- Η εξόρυξη υλικού της κοίτης, το οποίο δεν μπορεί να πληρωθεί με μεταφορά από ανάντι, οδηγεί στην υποβάθμιση της κοίτης ανάντι και κατάντι του σημείου εξαγωγής.
- Η υποβάθμιση της κοίτης μπορεί να υπονομεύσει τις υποστυλώσεις γεφυρών, τους αγωγούς και άλλα κατασκευές πλησίον.
- Η υποβάθμιση μπορεί να τροποποιήσει την μορφολογία της κοίτης του ποταμού η οποία απαρτίζει μία πτυχή του υδάτινου βιότοπου.
- Επίσης, η υποβάθμιση μπορεί να εξαντλήσει ολόκληρο τον πυθμένα από φερτά υλικά και να εκθέσει το υπόστρωμα στο νερό ή σε άλλους κινδύνους.
- Αν ο υδροφόρος ορίζοντας της πλημμυρικής πεδιάδας διοχετευτεί μέσα στη κοίτη του ποταμού, η στάθμη των υπόγειων νερών μπορεί να μειωθεί.
- Μείωση του επιπέδου του νερού μπορεί να καταστρέψει παρόχθια βλάστηση.
- Οι πλημμύρες μειώνονται όσο το ύψος της κοίτης και τα πλημμυρικά ύψη μειώνονται, μειώνοντας τον κίνδυνο για ανθρώπινες ζωές και κατασκευές.
- Το απόθεμα των παρόχθιων ιζημάτων προς τις πλημμυρικές πεδιάδες μειώνεται καθώς τα ύψη της πλημμύρας μειώνονται.
- Απότομη υποβάθμιση της κοίτης μπορεί να προκαλέσει κατάρρευση της όχθης και διάβρωση από την αύξηση του ύψους της όχθης.

- Σε ποτάμια στα οποία τα ιζήματα συσσωρεύονται ανεμπόδιστα στην κοίτη, η εξαγωγή χαλικιών μπορεί να μειώσει ή να σταματήσει την πρόσχωση και ως εκ τούτου να διατηρήσει την ικανότητα του καναλιού να μεταφέρει τα πλημμυρικά νερά.
- Η μείωση σε μέγεθος ή ύψος των παρόχθιων αποθέσεων μπορεί να προκαλέσει στις γειτονικές όχθες ταχύτερη διάβρωση ή σταθεροποίηση ,ανάλογα της ποσότητας άμμου και χαλικιών που θα εξορυχθεί, της κατανομή της εξόρυξης και της γεωμετρίας του ποταμού.
- Αφαίρεση των χαλικιών από τις παρόχθιες αποθέσεις μπορεί να προκαλέσει στις κατάντι παρόχθιες αποθέσεις διάβρωση αν συνεχίσουν να δέχονται λιγότερο ίζημα.

Στον παρακάτω Πίνακα 9 διακρίνονται οι κύριες επιπτώσεις και συνέπειες στον αέρα, στη χλωρίδα και πανίδα, στις υδάτινες περιοχές, στο έδαφος και στις χερσαίες εκτάσεις από τη διαδικασία της αμμοληψίας.

	ΚΥΡΙΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ
Αέρας	Αύξηση του επιπέδου συγκέντρωσης ατμοσφαιρικών ρύπων	Κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία
Χλωρίδα και Πανίδα	Απώλεια του οικοσυστήματος	Αλλαγή του πληθυσμού των ψαριών και ενόχληση των αγριόχορτων
Χλωρίδα και Πανίδα	Διατάραξη του οικοσυστήματος	Υποβάθμιση των υδρόβιων οργανισμών και αλλαγή του αριθμού των ζωικών ειδών
Χλωρίδα και Πανίδα	Καταστροφή της βλάστησης	Μείωση του αριθμού των γεωργικών εκτάσεων και των βοσκοτόπων
Νερό - Υδάτινες περιοχές	Αύξηση της θολότητας του νερού	<ul style="list-style-type: none"> • Μείωση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτών • Αλλαγές στις παραμέτρους των θρεπτικών συστατικών των ψαριών • Όχληση των διατροφικών διαδικασιών για διάφορα υδρόβια είδη ζώων • Μείωση της διείσδυσης του φωτός και των επιπέδων οξυγόνου που μπορούν να επηρεάσουν τις δραστηριότητες των υδρόβιων ζώων και τη σύνθεση φυτοπλαγκτού • Επηρεάζουν την ωοτοκία και την εκκόλαψη • Προκαλούν αναπνευστική δυσχέρεια στα υδρόβια πλάσματα • Σημαντική μείωση του πληθυσμού τους • Αύξηση των λοιμώξεων και του κινδύνου θανάτου για τα υδρόβια ζώα • Ανακατανομή μικρό σωματιδίων στο νερό

Νερό - Υδάτινες περιοχές	Αύξηση της διάβρωσης του εδάφους και των ακτών	<ul style="list-style-type: none"> • Διείσδυση θαλασσινού νερού • Επηρεάζουν τα έργα υποδομής
Νερό - Υδάτινες περιοχές	Υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων	<ul style="list-style-type: none"> • Αυξάνεται η αλατότητα του νερού • Αλλοίωση των πηγών νερού • Αύξηση του κόστους επεξεργασίας του νερού
Νερό - Υδάτινες περιοχές	Ρύπανση των υδάτων	Επηρεάζει την βιοποικιλότητα
Νερό - Υδάτινες περιοχές	Βύθιση και παραμόρφωση κοιτών και οχθών ποταμών	<ul style="list-style-type: none"> • Ξήρανση πηγών γύρω από τον ποταμό • Διάβρωση και αστάθεια πλευρικών καναλιών • Αρνητικές επιπτώσεις στα υπόγεια ύδατα • Προσχώσεις πλωτών οδών • Επηρεάζουν την σταθερότητα του πρανούς και του αναχώματος
Νερό - Υδάτινες περιοχές	Επηρεάζει την υδρολογική λειτουργία	Αλλαγή στην υδάτινη ροή, στη ρύθμιση των πλημμυρών και των θαλάσσιων ρευμάτων
Έδαφος - Χώμα	Μείωση της ποιότητας του εδάφους	<ul style="list-style-type: none"> • Αύξηση των σκοτεινών περιοχών (εύφορες περιοχές γίνονται άγονες λόγω μείωσης της στάθμης των υπογείων υδάτων) • Αλλαγές στην γεωχημεία του εδάφους (αύξηση της συγκέντρωσης μολύβδου, αρσενικού, υδραργύρου κ.α.)
Έδαφος - Χώμα	Διάβρωση του εδάφους	Ρύπανση των υδάτινων ρευμάτων, υγροτόπων και λιμνών
Χερσαίες Εκτάσεις	Διατάραξη τοπίου	<ul style="list-style-type: none"> • Δραματική αλλαγή του τοπίου • Αποψίλωση των δασών • Απώλεια επισκέψιμων παραλιών • Μείωση του αποθέματος άμμου για την αντιμετώπιση καταγίδων στην παραλία
Χερσαίες Εκτάσεις	Σεισμικότητα που προκαλείται από τα ορυχεία	
Χερσαίες Εκτάσεις	Σταθερότητα των κατασκευών	Ζημιές σε δημόσιες και ιδιωτικές ιδιοκτησίες

Πίνακας 9. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την αμμοληψία (από Gavriletea (2017))

Συγκρίνοντας τις μεθόδους εκμετάλλευσης άλλων φυσικών πόρων (όπως οι ορυκτοί άνθρακες ,ο χρυσός κ.α.) (Πίνακας 10), συμπεραίνεται ότι οι επιπτώσεις της αμμοληψίας είναι λιγότερες. (Πηγή: Τροποποιημένο από www.healingearth.net)

Είδος Εξόρυξης	Μέθοδος	Κύριος Φυσικός Πόρος	Περιβαλλοντική επίπτωση
Επιφανειακή Εξόρυξη	Αφαίρεση του εδάφους και των πετρωμάτων που καλύπτουν τα κοιτάσματα ορυκτών	Χαλίκια, άμμος, ορυκτοί άνθρακες	<ul style="list-style-type: none"> • Αποψίλωση δασών • Απώλεια βιοποικιλότητας • Διάβρωση εδάφους • Όξινη απορροή
Απομάκρυνση υπερκειμένων	Χρήση εκρηκτικών υλών για την απομάκρυνση μέρους του βουνού ώστε να δημιουργηθεί πρόσβαση σε φλέβες ορυκτών ανθράκων	Ορυκτοί Άνθρακες	<ul style="list-style-type: none"> • Αποψίλωση δασών • Διάβρωση εδάφους • Καταστροφή ανάγλυφου • Απώλεια βιοποικιλότητας • Διαταραχές στο οικοσύστημα • Έκθεση σε πιθανόν τοξικά μέταλλα και αποσπασμένα ραδιενεργά στοιχεία • Καταστροφή χιλιάδων ρεμάτων • Ρύπανση υδάτων για τις τοπικές κοινότητες
Εξόρυξη προσχωματικών αποθέσεων τύπου Placer	Χρήση του νερού ώστε να διαχωριστούν τα βαρύτερα ορυκτά από ελαφρύτερα	Πολύτιμοι λίθοι, Χρυσός	<ul style="list-style-type: none"> • Ρύπανση των ρεμάτων • Παραγωγή τοξικών απορριμμάτων • Διάβρωση της όχθης του ποταμού • Απώλεια ενδιαιτημάτων
Εξόρυξη ανοιχτού ορυχείου	Εμπεριέχει εκσκαφή ώστε να προσεγγιστεί ο επιθυμητός πόρος	Χαλκός, σίδηρος, διαμάντια, χρυσός, ορυκτοί άνθρακες	<ul style="list-style-type: none"> • Ολοκληρωτική καταστροφή οικοσυστήματος • Όξινη απορροή ορυχείων • Παραγωγή τοξικών απορριμμάτων
Υπόγεια εξόρυξη	Δημιουργία υπόγειων φρεατίων	Χρυσός, χαλκός, ουράνιο, ψευδάργυρος, μόλυβδος, νικέλιο, ορυκτοί άνθρακες, αλάτι και άλλα μέταλλα	<ul style="list-style-type: none"> • Κίνδυνος για την υγεία των μεταλλωρύχων και των τοπικών κοινοτήτων • Ρύπανση του αέρα • Όξινη απορροή μεταλλείων • Πιθανή παραγωγή τοξικών απορριμμάτων

Πίνακας 10. Σύγκριση μεθόδων εκμετάλλευσης άλλων φυσικών πόρων.

Φαινόμενα παράνομης εξόρυξης άμμου εμφανίζονται σε χώρες όπως η Ινδία, η Μαλαισία, η Σρι Λάνκα, το Νεπάλ, το Βαγλαδεζ, η Νότια Αφρική, η Τανζανία, η Μποτσουάνα, το Πουέρτο Ρίκο και οι Φιλιππίνες (Gavriletea , 2017). Πολλές από αυτές τις χώρες θεωρούνται αναπτυσσόμενες χωρίς νομοθετικό πλαίσιο που να ρυθμίζει τις αμμοληψίες.

Οι γενικές οδηγίες για τη διαχείριση και τη μακροβιότητα μιας ποτάμιας αμμοληψίας είναι η εξής (Salahuddin, 2009):

- Αδειοδότηση του μέγιστου όγκου εξόρυξης βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας αναπλήρωσης των αδρανών υλικών
- Καθορισμός ενός απόλυτου υψομέτρου κάτω από το οποίο δεν επιτρέπεται εξόρυξη
- Εξόρυξη των αδρανών υλικών από το κατάντη τμήμα της απόθεσης του ποταμού και με τη μέθοδο της επιφανειακή εξόρυξης της απόθεσης (bar skimming).
- Συγκέντρωση των εξορυκτικών διεργασιών ώστε να ελαχιστοποιηθεί η περιοχή όχλησης
- Επανεξέταση των αθροιστικών επιπτώσεων της εξόρυξης
- Διατήρηση της ικανότητας του ποταμού να διαχειρίζεται τα πλημμυρικά φαινόμενα
- Καθιέρωση μακροπρόθεσμου προγράμματος παρακολούθησης του ποταμού
- Ελαχιστοποίηση δραστηριοτήτων που απελευθερώνουν λεπτόκοκκα ιζήματα στον ποταμό
- Διατήρηση της παρόχθιας ζώνης του ποταμού
- Περιορισμός τη εξόρυξης μόνο κατά την περίοδο Μάιος-Σεπτέμβριος και τη διάρκεια της ξηρασίας
- Εκπόνηση ετήσιων εκθέσεων της κατάστασης του ποταμού.

5.3 ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΑ ΠΑΡΑΤΗΡΟΥΜΕΝΕΣ ΠΑΡΟΜΟΙΕΣ ΠΟΤΑΜΙΕΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ (ΜΕ ΕΚΕΙΝΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ) ΣΤΟΝ ΣΤΡΥΜΟΝΑ

Ακολουθώντας την διαδρομή του Στρυμόνα από την πηγή του ως τις εκβολές του, μέσω του Google Earth Pro, παρατηρούνται παρόμοιες ποτάμιες αποθέσεις κατά μήκος του. Εκείνες με το μεγαλύτερο γεωλογικό ενδιαφέρον παρατίθενται στις παρακάτω εικόνες. Συγκεκριμένα, οι 139-142 βρίσκονται εντός της Βουλγαρίας ενώ οι 143-146 βρίσκονται εντός της Ελλάδας.



Εικόνα 139. Ribnik, Συντεταγμένες: 41°29'17.66''N, 23°15'46.05''E 10/22 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 140. Struma, Συντεταγμένες: 41°32'12.02''N, 23°14'31.87''E 6/22 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 141. Mursalevo, Συντεταγμένες:
 $42^{\circ}06'45.87''\text{N}$, $23^{\circ}02'04.74''\text{E}$ 6/21 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 142. Boboshevo, Συντεταγμένες:
 $42^{\circ}08'58.36''\text{N}$, $23^{\circ}01'12.22''\text{E}$ 6/21 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 143. Βαρικό, Συντεταγμένες: $41^{\circ}01'50.55''\text{N}$,
 $23^{\circ}23'54.52''\text{E}$ 8/20 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 144. Πεπονιά, Συντεταγμένες: $40^{\circ}58'34.91''\text{N}$,
 $23^{\circ}30'40.37''\text{E}$ 4/22 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 145. Πεθεινός, Συντεταγμένες:
 $40^{\circ}56'34.05''\text{N}$, $23^{\circ}41'34.62''\text{E}$, 4/22 (Πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 146. Βαλτοτόπι, Συντεταγμένες:
 $40^{\circ}58'10.58''\text{N}$, $23^{\circ}36'15.36''\text{E}$, 4/22 (Πηγή: Google Earth Pro)

5.4 Η ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΧΡΗΣΗ ΑΜΜΟΥ

Παρακάτω γίνεται λόγος για την καταλληλότητα της συλλεχθείσας άμμου ως προς τις χρήσεις άμμου που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 1.2 :

- Βιομηχανία Σκυροδέματος - Κατασκευών: Λόγω υψηλής περιεκτικότητας σε αστρίους και μαρμαρυγίες, ορυκτών που περιέχουν αλκάλια (Na, K) , η χρήση της άμμου για παραγωγή τσιμέντου και παρασκευή σκυροδέματος απορρίπτεται/ δεν ενδείκνυται αφού διαβρώνουν τον οπλισμό του σκυροδέματος. Τα αλκάλια είναι γενικά ανεπιθύμητα για το σκυρόδεμα.
- Παρασκευή Ύελου: Επίσης, δεν ενδείκνυται για χρήση στην παραγωγή υέλου αφού η περιεκτικότητα σε χαλαζία είναι χαμηλή (60-70%) σε σχέση με τις απαιτήσεις της βιομηχανίας (>90% SiO₂).
- Τουβλοποιία: Δεν ενδείκνυται για ποιοτική και ποσοτική παρασκευή τούβλων λόγω αυξημένης περιεκτικότητας σε αλκάλια στα συλλεγόμενα δείγματα αλλά και λόγω της περιστασιακής διαθεσιμότητας της άμμου.
- Εγγειοβελτιωτικά έργα ακτογραμμής: Δεν ενδείκνυται για αυτή τη χρήση διότι προτιμούνται τα υποθαλάσσια αδρανή υλικά τα οποία υπερτερούν σε ποσότητα.
- Έργα ανάπλασης ακτών: Η συλλεχθείσα άμμος είναι κατάλληλη για χρήση σε έργα ανάπλασης ακτών. Η ασβεστίτη άμμος δεν θεωρείται ιδανική για χρήση στην ανάπλαση ακτών διότι αντιδρά με το θαλασσινό νερό και δημιουργεί συσσωματώματα. Ένα μεγάλο πλεονέκτημα της ποτάμιας άμμου είναι ότι δεν χρειάζεται πλύσιμο (απομάκρυνση αλάτων) σε σχέση με τη θαλάσσια άμμο (marine).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η άμμος είναι το δεύτερο πιο χρησιμοποιούμενο υλικό στην Γη μετά το νερό. Οι άνθρωποι ανακτούν χέρσο από τη θάλασσα ώστε να ελέγξουν τις πλημμύρες και να δημιουργήσουν περισσότερη στεριά για διάφορες χρήσεις. Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 1, η σημασία και τα οφέλη της υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι αδιαμφισβήτητα. Τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα είναι βασικός άξονας της αειφόρου ανάπτυξης και πρέπει να διασφαλιστεί η μελλοντική τους χρήση.

Για την ορθή λειτουργία του Μικρού Υδροηλεκτρικού Έργου στον Στρυμόνα και βάσει των περιβαλλοντικών όρων που το χαρακτηρίζουν απαιτείται η αφαίρεση της συνεχούς απωθημένης άμμου. Ουσιαστικά γίνεται η εφαρμογή των περιβαλλοντικών όρων και όχι αμμοληψία με εμπορικό σκοπό. Η συχνότητα που θα αφαιρείται η άμμος εξαρτάται από τον ρυθμό απόθεσης από τον ποταμό. Εκτιμάται ότι χρήζει συντήρησης μία φορά στο διάστημα ενός ή δύο χρόνων. Η περιστασιακή διαθεσιμότητα του υλικού (μόνο σε περιόδους συντήρησης του έργου) το καθιστά μη ελκυστικό για χρήση στη βιομηχανία.

Δεδομένης της κοκκομετρίας, της ορυκτολογίας και του χημισμού της υπό μελέτης άμμου: η χρήση που προτείνεται, ως βέλτιστη είναι η **ανάπλαση αμμοδών παραλιών** σε κοντινές μάλιστα αποστάσεις ώστε να ελαχιστοποιούνται τα κόστη μεταφοράς. Ειδικότερα, υπάρχει μεγάλη ζήτηση άμμου από ξενοδοχεία όπου οι φιλοξενούμενοι κάνουν χρήση της παραλίας έμπροσθεν του ξενοδοχείου στις οποίες έχει παρατηρηθεί διάβρωση σε πολλές περιπτώσεις. Η συγκεκριμένη άμμος υπερτερεί σε σχέση με ασβεστολιθικές, καθώς δεν ευνοεί τον σχηματισμό συγκριμάτων ή ανθρακικής κρούστας στις παραλίες που θα χρησιμοποιηθεί.

Βασική προϋπόθεση είναι η απόθεση να είναι ομοιογενής κατα το πλείστον μιας και τα δείγματα που συλλέχθηκαν είναι σχεδόν επιφανειακά (επιφανειακό βάθος 20-30 cm).

Σε περίπτωση που δεν βρεθεί λύση για την χρήση της άμμου, θα χρειαστεί να μεταφερθεί σε Χ.Υ.Τ.Α. κάτι το οποίο είναι ζημιογόνο για το περιβάλλον αλλά και για τους ιδιοκτήτες του ΜΥΕ.

ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Προτείνεται στο μέλλον η διενέργεια περαιτέρω εργαστηριακών αναλύσεων και μεθόδων όπως η XRF κ.α. είτε στα υπάρχοντα δείγματα είτε σε νέα. Η συλλογή δειγμάτων ανάντι του αναβαθμού του Μ.Υ.Ε. θα βοηθήσει στη συνολική αναγνώριση της αλλουβιακής απόθεσης. Η συστηματική μελλοντική παρακολούθηση της γεωμορφολογικής και ορυκτολογικής εξέλιξης της περιοχής μελέτης έχει μεγάλη σημασία διότι τα ποτάμια βρίσκονται διαρκώς σε κίνηση και εξελίσσονται. Ο υπολογισμός του πάχους της αλλουβιακής απόθεσης σε περίπτωση αξιοποίησης της θα ήταν χρήσιμος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1.** Da, S.; Le Billon, P.; Sand mining: Stopping the grind of unregulated supply chains, 2022.
- 2.** Stamatakis, M.; Poulos, S.; Tsoutsia, A.; Anastasatou, M.; Karditsa, K.; Koukounari, I.; Papavlassopoulou, N.; Hasiotis, T.; Evaggelopoulos, A.; Koutsoumbas, D.; Kapsimalis, V.; Roussakis, G.; Panagiotopoulos, I.; Marine Aggregates Prospecting and Exploitation (MARE project) in Greek Waters: Methods, Environmental Impacts and Usage possibilities, 2015.
- 3.** Bathrellos, G.; Skilodimou, H.; Estimation of sand and gravel extraction sites, 2022.
- 4.** Bampanis, I.; Master Thesis; Recycling concrete to aggregates. Calculation of CO2 footprint, 2023.
- 5.** Τζεφέρης, Π.; Έκθεση-Αναφορά της Δ/σης Πολιτικής και Ερευνών ΥΠΙΑΠΕΝ (τ. ΥΠΕΚΑ); Η εξορυκτική/μεταλλουργική δραστηριότητα στην Ελλάδα. Στατιστικά δεδομένα για τη διετία (2013-2014), 2015.
- 6.** Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο; Αδρανή Υλικά. [Αδρανή Υλικά \(hmu.gr\)](http://hmu.gr) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
- 7.** Gazis, I-Z.; Hasiotis, T.; Velegrakis, A.F.; Anastasatou, M.; Karditsa, A.; Andreadis, O.; Kapsimalis, V.; Stamatakis, M.; Poulos S.; The potential of marine aggregate deposits off a highly eroded coastal area in Lesvos Isl. (Greece) - Implications for coastal management, 2017.
- 8.** Hasiotis, T.; Kapsimalis, V.; Anastasatou, M.; Manoutsoglou, E.; Searching for potential marine sand resources to mitigate beach erosion in island settings, 2020.
- 9.** Λίτινας Ν.; Αδρανή στο Σκυρόδεμα (TITAN A.E.) [ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ ΣΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ \(skyrodemanet.gr\)](http://skyrodemanet.gr) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
- 10.** Maclaren, D.; White, M.; Cement: Its Chemistry and Properties, 2003.
- 11.** Elavenil, S.; Vijaya, B.; Manufactured Sand, a Solution and an Alternative to River sand in concrete manufacturing, 2013.
- 12.** Sengupta, D.; Choi, Y.; Tian, B.; Brown, S.; Meadows, M.; Hackney, C.; Banerjee, A.; Li, Y.; Chen, R.; Zhou, Y.; Mapping 21st Century Global Coastal Land Reclamation, 2022.
- 13.** Ασπιώτης, Κ.; Βιομηχανία Τσιμέντου και Κονιαμάτων (Παρουσίαση), 2022.
- 14.** Al-Thairy, H.; Effect of Using River Sand on The Strength of Normal and High Strength Concrete, 2018.
- 15.** Szilagyi, V.; Gmeling, K.; Jozsa, S.; Harsanyi, I.; Szentmiklosi, L.; Oligomictic alluvial aggregates: petro-mineralogical and geochemical evaluation of sandy gravel formations on the middle course of the Danube (Hungary) , 2020.
- 16.** Ελληνική Νομοθεσία (Φύλλα Ελληνικής Κυβερνήσεως)
- 17.** Χαπιζάνης, Π.; Κοινόχρηστη Δημόσια Περιουσία (Αιγιαλός-Όχθη) Αρμοδιότητας Υπουργείου Οικονομικών και Διαδικασία Αμοληψίας (www.portal.tee.gr). (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
- 18.** River Management Program Vermont Agency of Natural Resources, River Dynamics 101 - Fact Sheet, 2005.

19. Βασιλάτος, Χ.; Διδακτορική Διατριβή: Συγκριτική μελέτη της γεωχημείας ιχνοστοιχείων και στοιχείων της ομάδας των σπάνιων γαιών (REE), τριτογενών γρανιτικών σωμάτων της Κεντρικής Μακεδονίας, που σχετίζονται ή μη, με γνωστή μεταλλοφορία: προσδιορισμός του γεωτεκτονικού περιβάλλοντος γένεσης των γρανιτικών σωμάτων, 2013.
20. Παπαφιλίππου-Πέννου, Ε.; Διδακτορική Διατριβή: Δυναμική εξέλιξη και σύγχρονες εξωγενείς διεργασίες του υδρογραφικού συστήματος της ταφρολεκάνης Σερρών, 1994.
21. Reisenbuchler, M.; Bui, M.; Skublics, D.; Rutschmann, P.; Sediment Management at Run-of-River Reservoirs Using Numerical Modelling, 2020.
22. Álvarez, X.; Valero, E.; Torre-Rodríguez, N.; Acuña-Alonso, C.; Influence of Small Hydroelectric Power Stations on River Water Quality, 2020.
23. European Small Hydropower Association (ESHA); Guide on How to Develop a Small Hydropower Plant, 2004.
24. Dimopoulos S.; (2018) Energy production by small hydropower plants in Greece. Selected case study (MSC), 2018.
25. Argyrakis, I.; Εκμετάλλευση των Υδροηλεκτρικών Σταθμών ως Έργων πολλαπλού σκοπού.
26. Καράνης, Ι.; Διπλωματική εργασία, Σχεδιασμός Μικρού Υδροηλεκτρικού Έργου στον ποταμό Πηνειό, 2015.
27. Mammasis, N.; Efstratiadis, A.; Koutsoyiannis, D.; Παρουσίαση, Small Hydroelectric Projects. School of Civil Engineering, 2020.
28. Bogaart, P.; The potential of sustainable hydropower, 2023. <https://doi.org/10.1038/s44221-022-00018-9>
29. Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, απόψεις και προτάσεις της ομάδας εργασίας Γεωτεχνικών του ΓΕΩΤ.Ε.Ε. Ανατολικής Μακεδονίας για τη λεκάνη Στρυμόνα (2016) [20161201052635_4.pdf](https://www.geotee.gr/20161201052635_4.pdf) ([geotee.gr](https://www.geotee.gr))
30. Tranos, M.; Strymon and Strymonikos Gulf basins (Northern Greece): Implications on their formation and evolution from faulting, 2011.
31. Mouslopoulou, V; Saltogianni, V.; Gianniou, M.; Stiros, S.; Geodetic evidence for tectonic activity on the Strymon Fault System, northeast Greece, 2014.
32. Ανάδοχος Σύμπραξη των: 1. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Ειδικός Λογαριασμός Κονδυλίων, Εργαστήριο Γεωργικών Φαρμάκων 2. Σπυρίδης Α. - Κουτάλου Β. Ο.Ε. - "ΥΕΤΟΣ" 3. Περγλέρος Βασίλειος, Γεωλόγος 4. Λιόνης Μιχαήλ, Γεωλόγος 5. Λεβογιάννης Μιχαήλ, Γεωπόνος; Έλεγχος Χημικής Ποιότητας Αρδευτικών Υδάτων (Επιφανειακών και Υπογείων) σε Κλίμακα Λεκανών Απορροής Ποταμών Μακεδονίας - Θράκης και Θεσσαλίας - Αποτελέσματα Λεκάνης Στρυμόνα Υδρογεωλογικά Στοιχεία.
33. Αρβανίτης, Α.; Φύτικας, Μ.; Καβουρίδης, Θ.; Καρυδάκης, Γ.; Geochemical characteristics of geothermal fluids in Thermopigi - Sidirokastro area (Strymon basin, Macedonia), 2001.
34. Σακελλαριάδου, Φ.; Παρουσίαση των αποτελεσμάτων της επιμέρους κατανομής στοιχείων σε γεωχημικά κλάσματα και της στατιστικής επεξεργασίας γεωχημικών δεδομένων ιζημάτων της ευρύτερης περιοχής του Στρυμονικού κόλπου. 1993.
35. Bish, D.L.; Post, J.E.; Modern Powder Diffraction, Mineralogical Society of America, Reviews in Mineralogy, vol 20, 1989.
36. Giенcke, J.; Introduction to EVA. A Complete Orientation to Features and Functions (31 p.), 2007.
37. Μήτσης, Ι.; Η Περιθλασιμετρία ακτίνων Χ (XRD) ως ορυκτοδιαγνωστική μέθοδος, 2019.

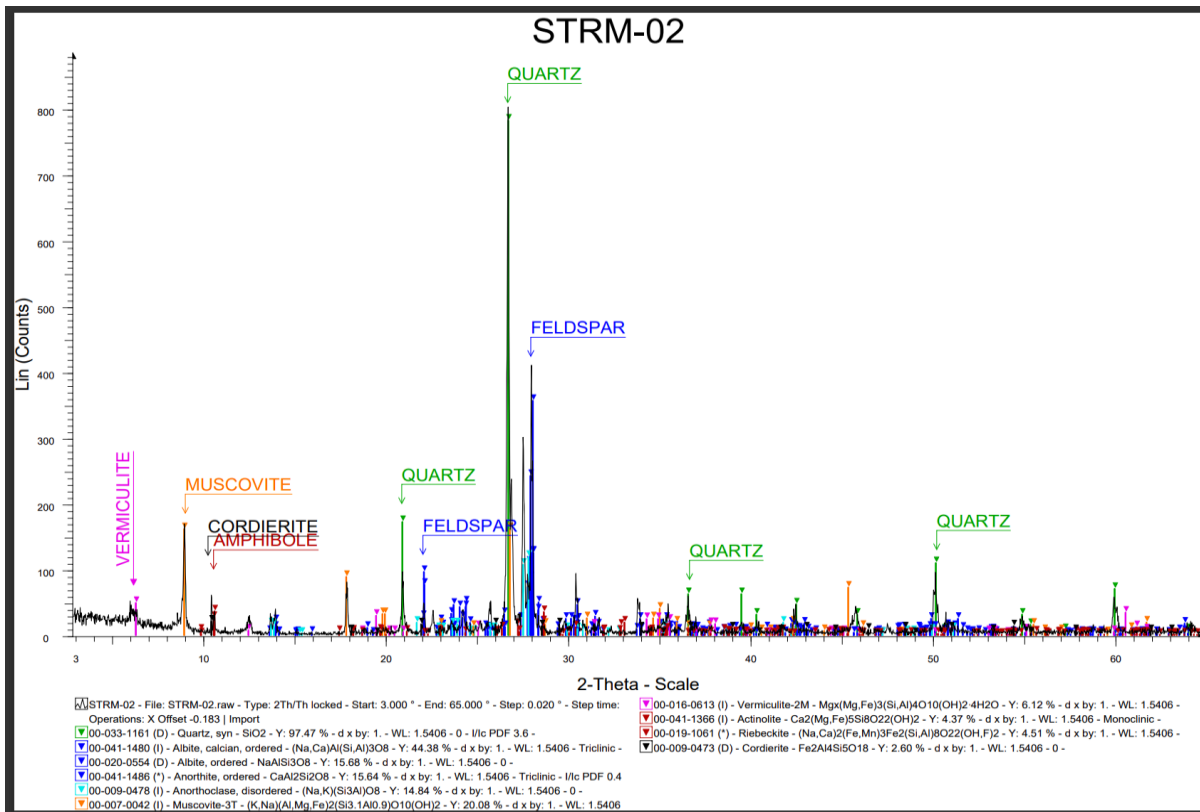
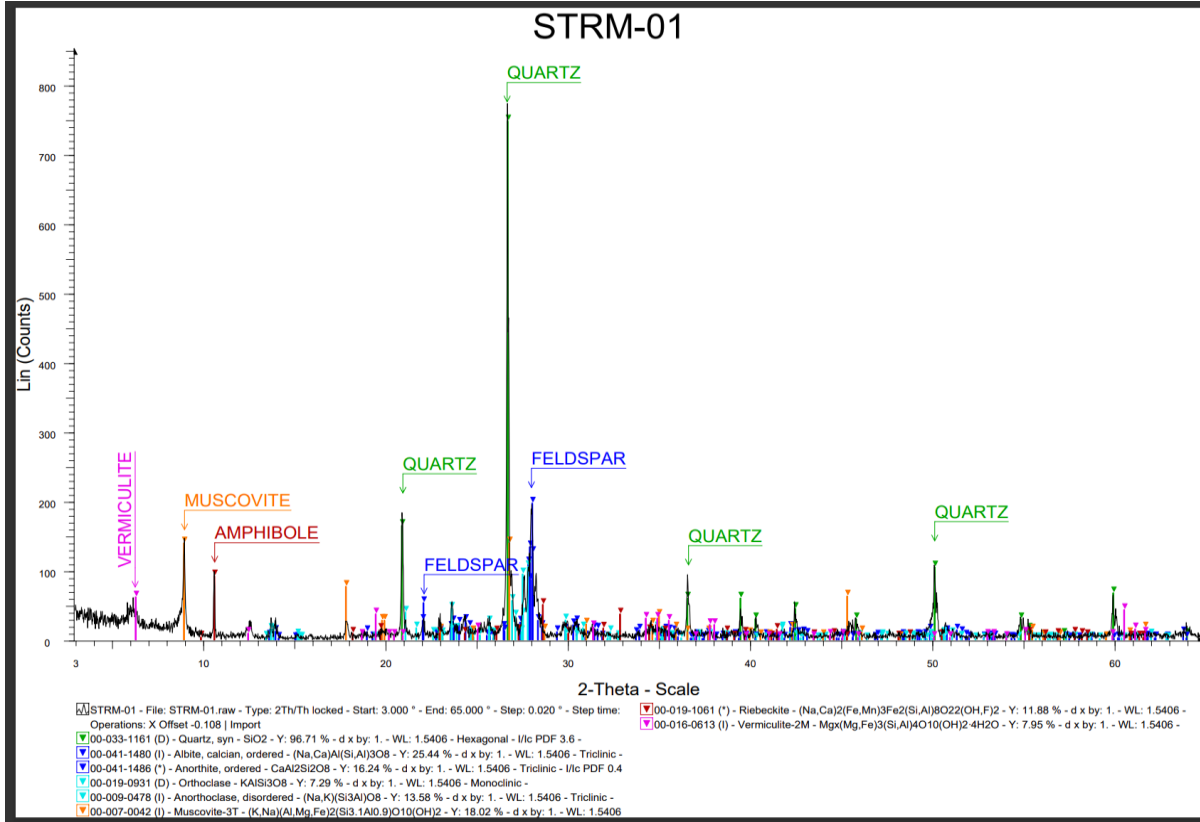
61. [Inside the deadly world of India's sand mining mafia \(nationalgeographic.com\)](https://www.nationalgeographic.com) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
62. www.lafarge.gr (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
63. ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘΜ. 4512/ΦΕΚ Α' 5/17.01.2018 [ΕΦΗΜΕΡΙΔΑ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ \(kodiko.gr\)](http://www.kodiko.gr)
64. [Αναζήτηση Φ.Ε.Κ./Έτος | Εθνικό Τυπογραφείο | ΕΦΗΜΕΡΙΔΑ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ | \(et.gr\)](http://www.et.gr) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
65. ΕΛΟΤ 206:2013 [ΣΧΕΔΙΟ ΕΘΝΙΚΟΥ ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΕΛΟΤ EN 206:2013 \(elot.gr\)](http://www.elot.gr) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
66. ΕΛΟΤ 408 , ΦΕΚ 1561B/02.06.2016
67. [Νέα απόφαση για αμμογαλικοληψίες από κοίτες ποταμών, χειμάρρων και υδατορρεμάτων! - Ελληνικός Ορυκτός Πλούτος \(oryktosploutos.net\)](http://www.oryktosploutos.net) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
68. [Στατιστικά – Ε.Σ.Μ.Υ.Ε. \(microhydropower.gr\)](http://www.microhydropower.gr) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
69. [River Systems and Fluvial Landforms - Geology \(U.S. National Park Service\) \(nps.gov\)](http://www.nps.gov) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
70. www.naturegraeca.com , [Εθνικά πάρκα / Εθνικό-Πάρκο-Κερκίνης, NaturaGraeca](http://www.natura2000.gov.gr) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
71. www.geoengineer.org , [Step-by-Step Guide for Grain Size Analysis | Geoengineer.org](http://www.geoengineer.org) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
72. [Δίκτυο NATURA 2000 - \(ypen.gov.gr\)](http://www.natura2000.gov.gr) , [Natura 2000 Viewer \(europa.eu\)](http://www.natura2000.eu) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
73. [ArcGIS Web Application \(igme.gr\)](http://www.igme.gr) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
74. www.diavgeia.gr (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
76. www.openarchives.gr (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
77. www.scholar.google.com (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
78. www.researchgate.net (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
79. www.eagme.gr (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
80. www.differencebetween.net (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
81. [Hydropower - Wikipedia](https://en.wikipedia.org/wiki/Hydropower) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
82. [Sand - Wikipedia](https://en.wikipedia.org/wiki/Sand) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
83. [Beach nourishment - Wikipedia](https://www.greengarageblog.org) [20 Beach Renourishment Pros and Cons – Green Garage \(greengarageblog.org\)](https://www.greengarageblog.org) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
84. [GEODATA.gov.gr - Maps](http://www.geodata.gov.gr) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
85. [Υδροηλεκτρική Ενέργεια | ΔΕΗ \(dei.gr\)](http://www.dei.gr) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
86. Muliawan, A.; Sali, M.; Mustakyudin; Lutfi, M.; XRD and XRF characterization of white sand from Samber Village, East Kalimantan, Indonesia, 2019.
87. Ichikawa, S.; Sakito, Y.; Kurisaki, T.; Mineral Analysis of River Sand around Mt. Tsukuba Provenance Estimation of Atamadai Type Pottery (2500-1500 BC) from Hinoki Site (Tochigi, Japan), 2019.
88. ACS Nano; Tutorial on Powder X-Ray Diffraction for Characterizing Nanoscale Materials, 2019.

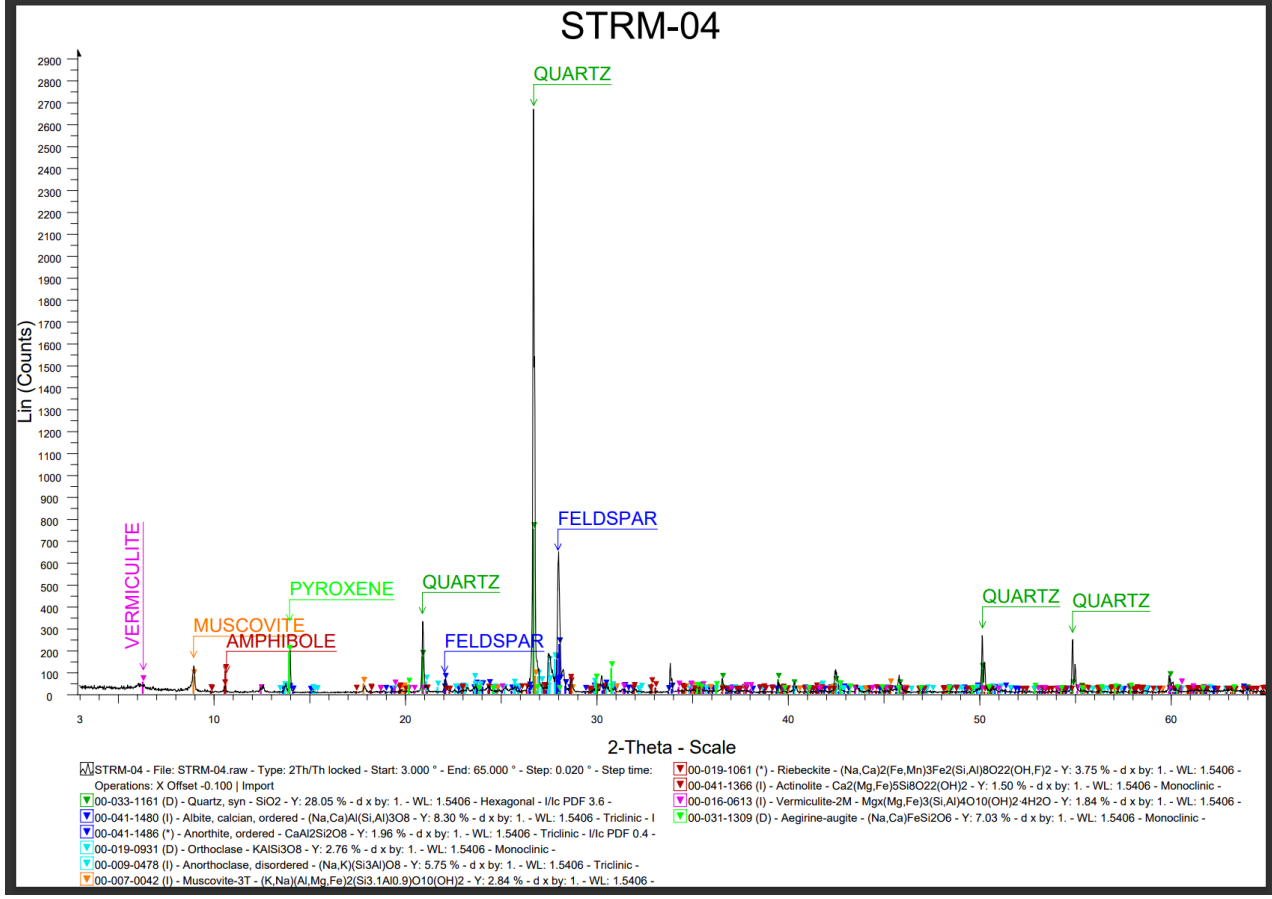
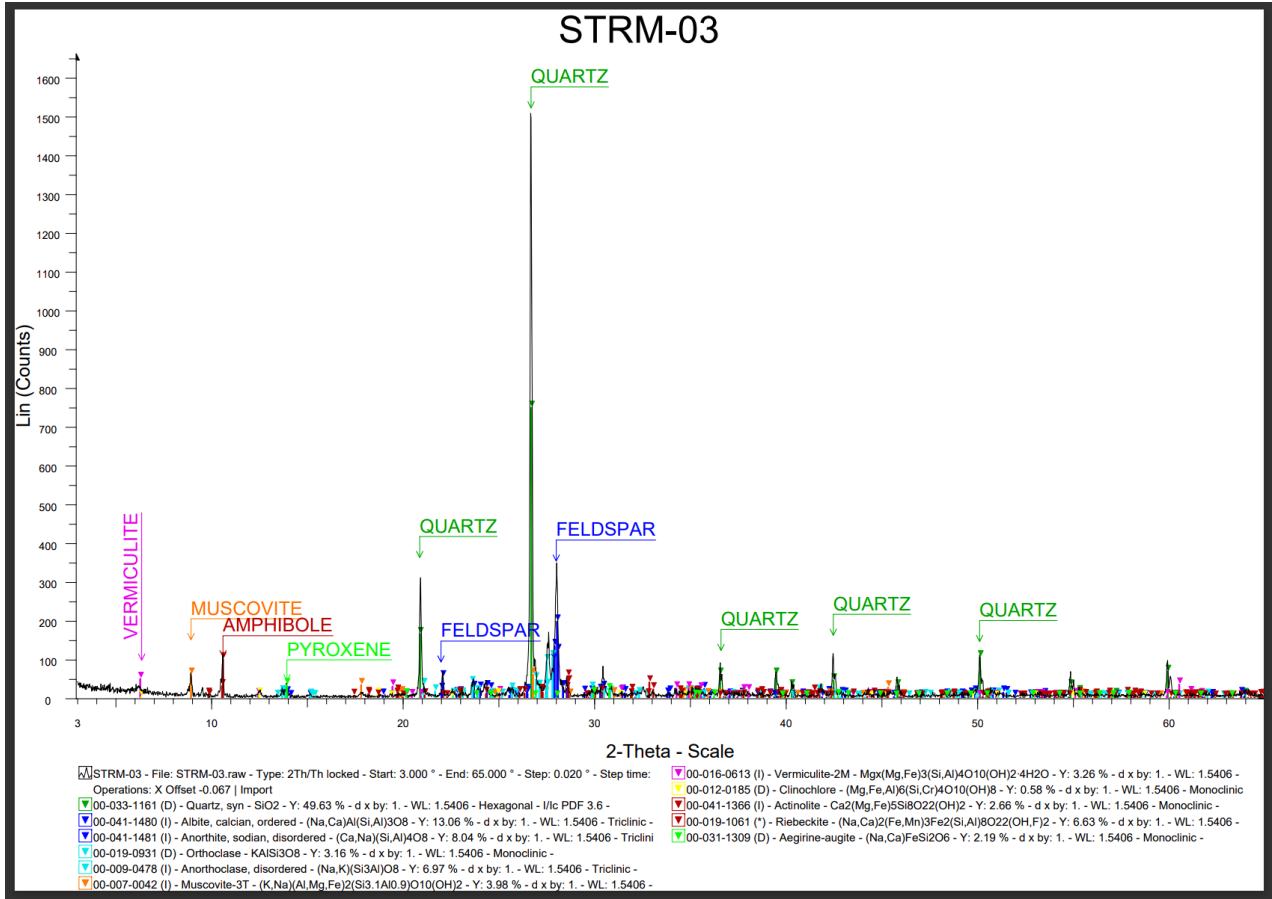
89. Sakellariou, D.; The geology of the Serbomacedonian massif in the northeastern Chalkidiki peninsula, North Greece. Deformation and metamorphism. Ph.D. thesis, Univ. Mainz, 177 pp, 1989.
90. www.healingearth.net (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
91. [ΠΑΡΑΓΩΓΕΣ - ΣΜΕ \(sme.gr\)](http://www.sme.gr) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
92. [ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ - ΣΜΕ \(sme.gr\)](http://www.sme.gr) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
93. www.orykta.gr , [adrani_xartis_elladas_igme.pdf \(orykta.gr\)](http://adrani_xartis_elladas_igme.pdf) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
94. www.uepg.eu , [Figures - UEPG](#) , [Trends - UEPG](#) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
95. [Demand for Fracking Sands to Extract Oil | W-T-W.org](http://www.w-t-w.org) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
96. [How Much Does Concrete Pouring Cost in 2023? | Checkatrade](http://www.checkatrade.com) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
97. [What is glass? | How is glass made? - Explain that Stuff](http://www.explainthatstuff.com) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
98. [Plastic And Organic Waste Turned Into Construction Materials \(intelligentliving.co\)](http://www.intelligentliving.co) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
99. Google Earth Pro [Google Earth](http://www.google.com)
100. [Sino-Singapore Tianjin Eco-City](http://www.tianjineco.com) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
101. [Reinforce and Build \(rinf.com\)](http://www.rinf.com) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
102. [teamseagrass: Seagrass meadows may be oldest and largest organisms on earth](http://www.teamseagrass.com) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
103. www.ourworldindata.org (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
104. [Hydropower \(andritz.com\)](http://www.andritz.com) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
105. www.zzcontrols.com (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
106. www.brightvibes.com (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
107. [Flumenthal run-of-river power plant \(alpiq.com\)](http://www.alpiq.com) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
108. www.hydropower.org (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
109. www.geo.rae.gr (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
110. www.goldeco.gr , [ΥΗΣ Στρυμόνας - Goldeco - Goldeco](#) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
111. www.usgs.gov (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
112. www.terna.gr Terna SA - [Ενεργειακά Έργα](#) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
113. [River Processes: erosion, transportation and deposition & Hjulström Curve | A Level Geography](http://www.levelgeography.com) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
114. Vieira, M.; An assessment of instream flow requirements in the Sabie-Sand river catchment, 2015.
115. www.fastwindtoaim.com (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
116. www.pressbooks.senecacollege.ca (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
117. https://www.xtal.iqfr.csic.es/Cristalografia/parte_05_5-en.html (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
118. www.epistimonikos.wordpress.com (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)

119. www.911metallurgist.com (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
120. www.viaduct-diadrasis.net (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)
121. [Home | Ελληνικό Κτηματολόγιο \(ktimatologio.gr\)](http://Home | Ελληνικό Κτηματολόγιο (ktimatologio.gr)) (Πρόσβαση στο Διαδίκτυο στις 20/07/2023)

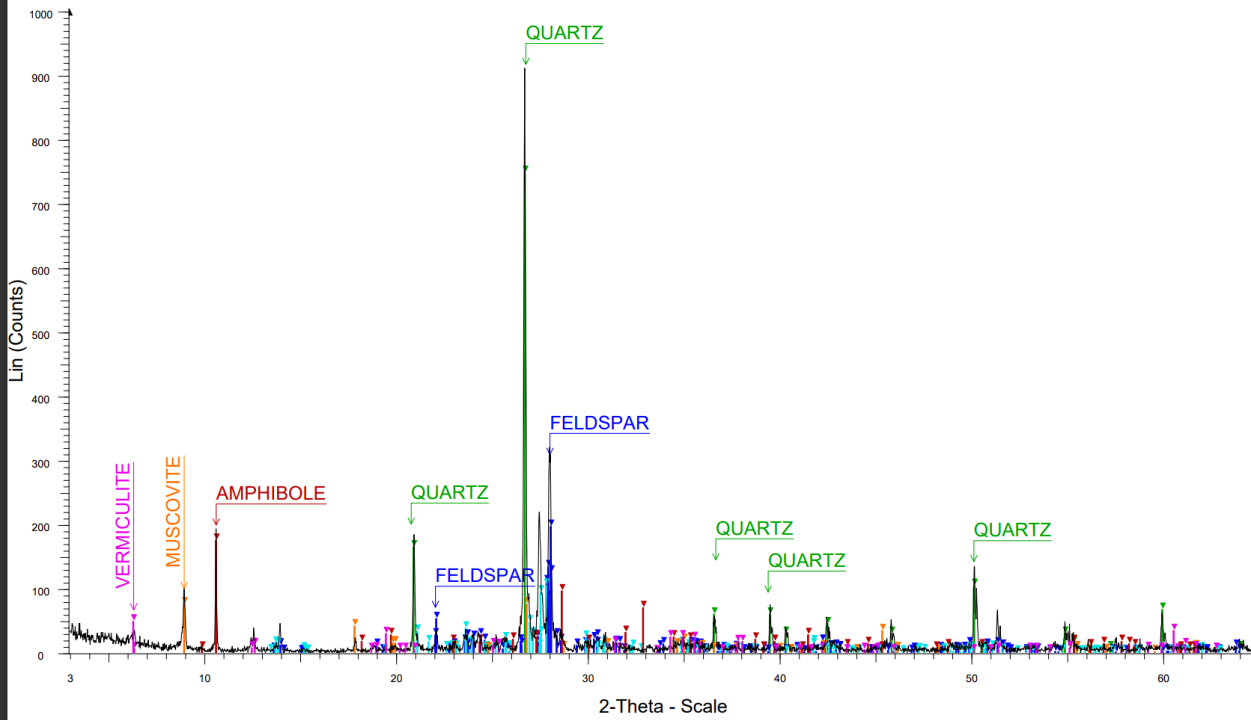
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1. ΑΚΤΙΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΟΥ ΧRD ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ



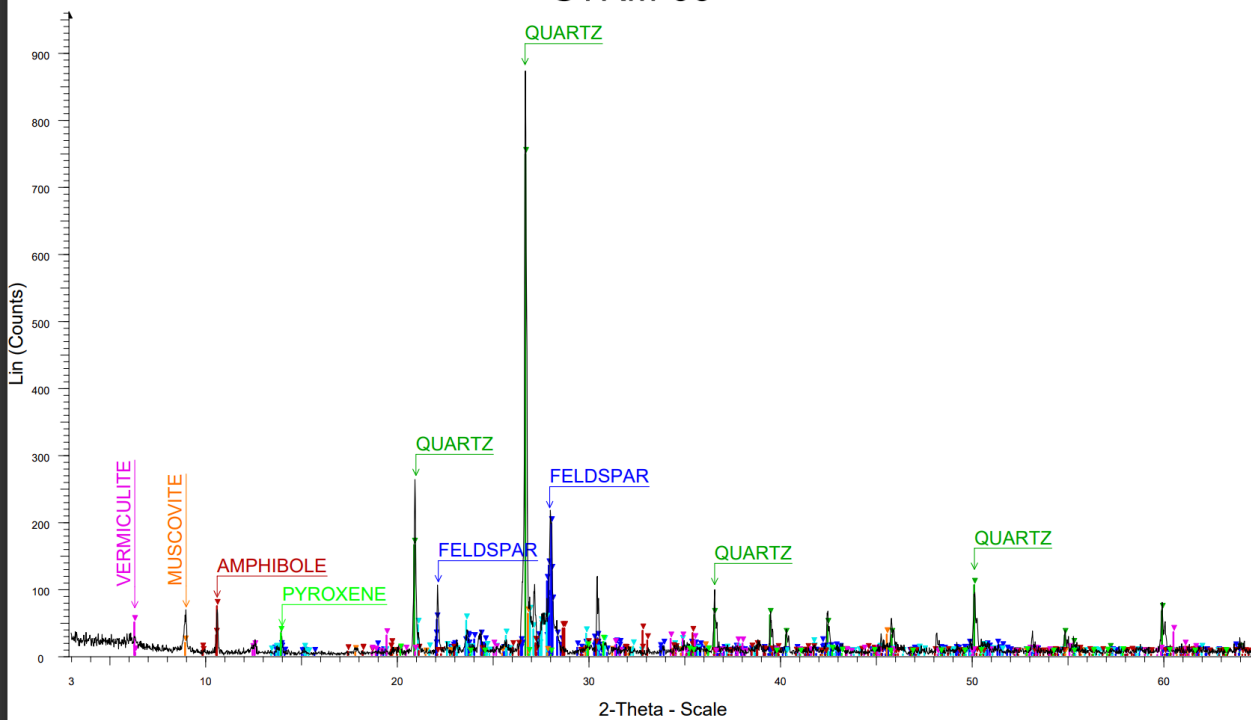


STRM-05



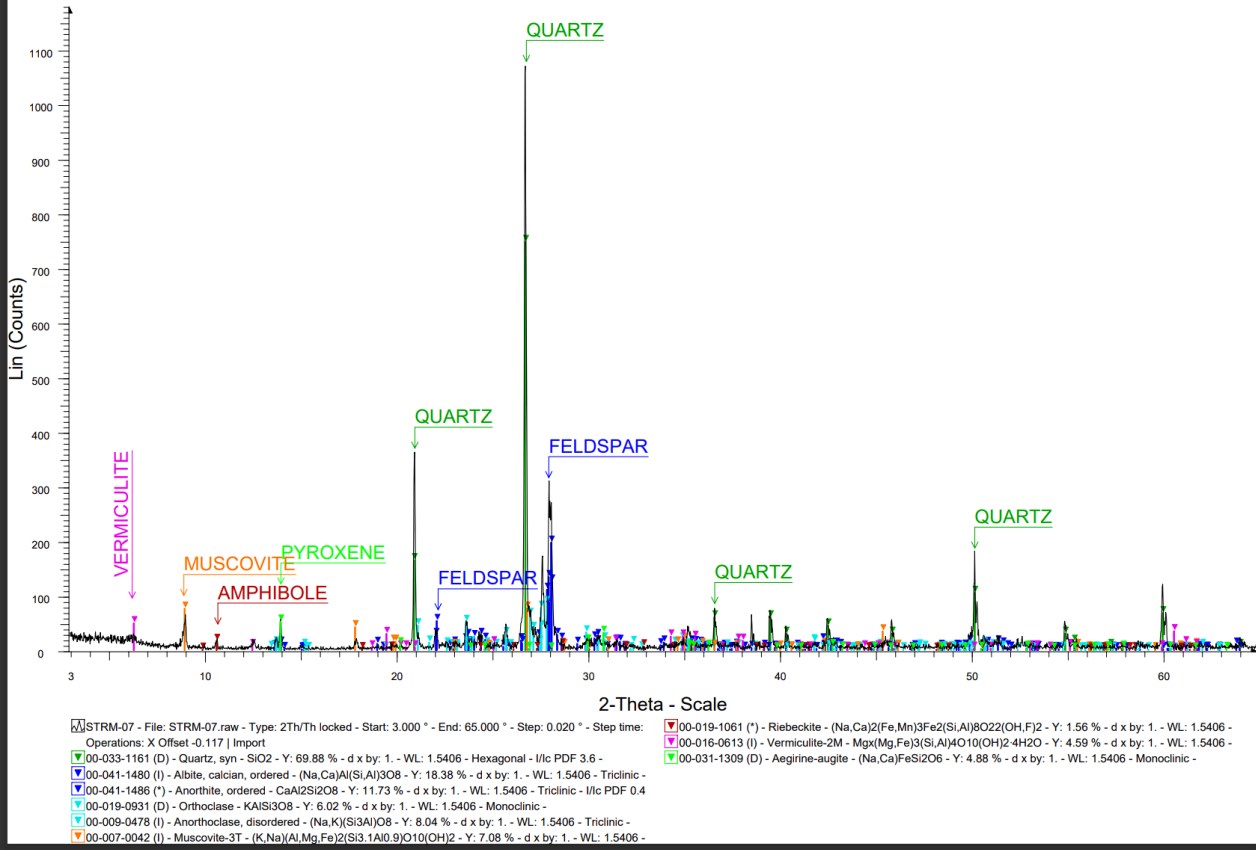
STRM-05 - File: STRM-05.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 00-019-1061 (*) - Riebeckite - (Na,Ca)2(Fe,Mn)3Fe2(Si,Al)8O22(OH,F)2 - Y: 19.21 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 -
Operations: X Offset -0.083 | Import 00-012-0243 (D) - Clinocllore - Mg-Fe-Al-Si-O-OH - Y: 1.36 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Orthorhombic -
00-033-1161 (D) - Quartz, syn - SiO2 - Y: 82.10 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.6 - 00-016-0613 (I) - Vermiculite-2M - Mgx(Mg,Fe)3(Si,Al)4O10(OH)2·4H2O - Y: 5.39 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 -
00-041-1480 (I) - Albite, calcian, ordered - (Na,Ca)Al(Si,Al)3O8 - Y: 21.60 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic -
00-041-1486 (*) - Anorthite, ordered - CaAl2Si2O8 - Y: 13.79 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 0.4
00-019-0931 (D) - Orthoclase - KAlSi3O8 - Y: 5.23 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Monoclinic -
00-009-0478 (I) - Anorthoclase, disordered - (Na,K)(Si3Al)O8 - Y: 11.53 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic -
00-007-0042 (I) - Muscovite-3T - (K,Na)(Al,Mg,Fe)2(Si3,Al)O10(OH)2 - Y: 8.32 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 -

STRM-06

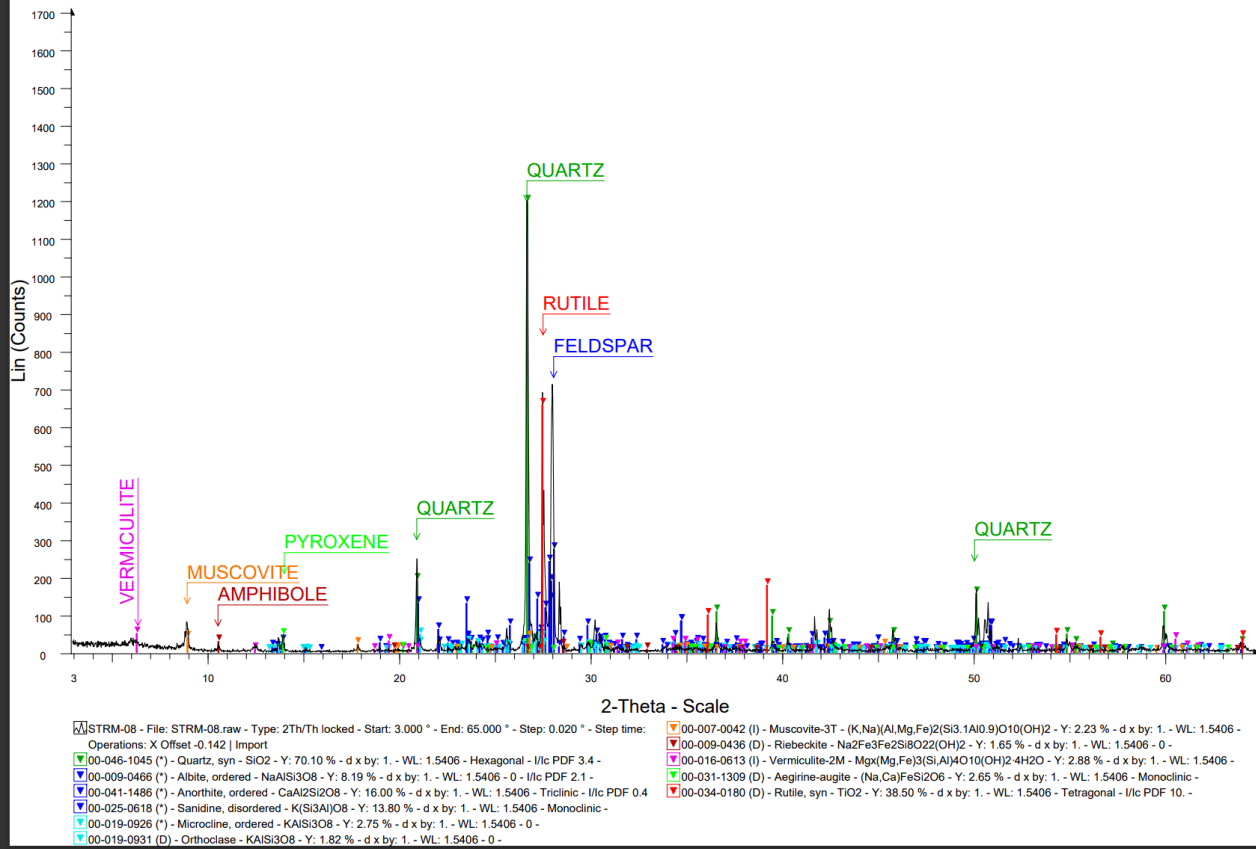


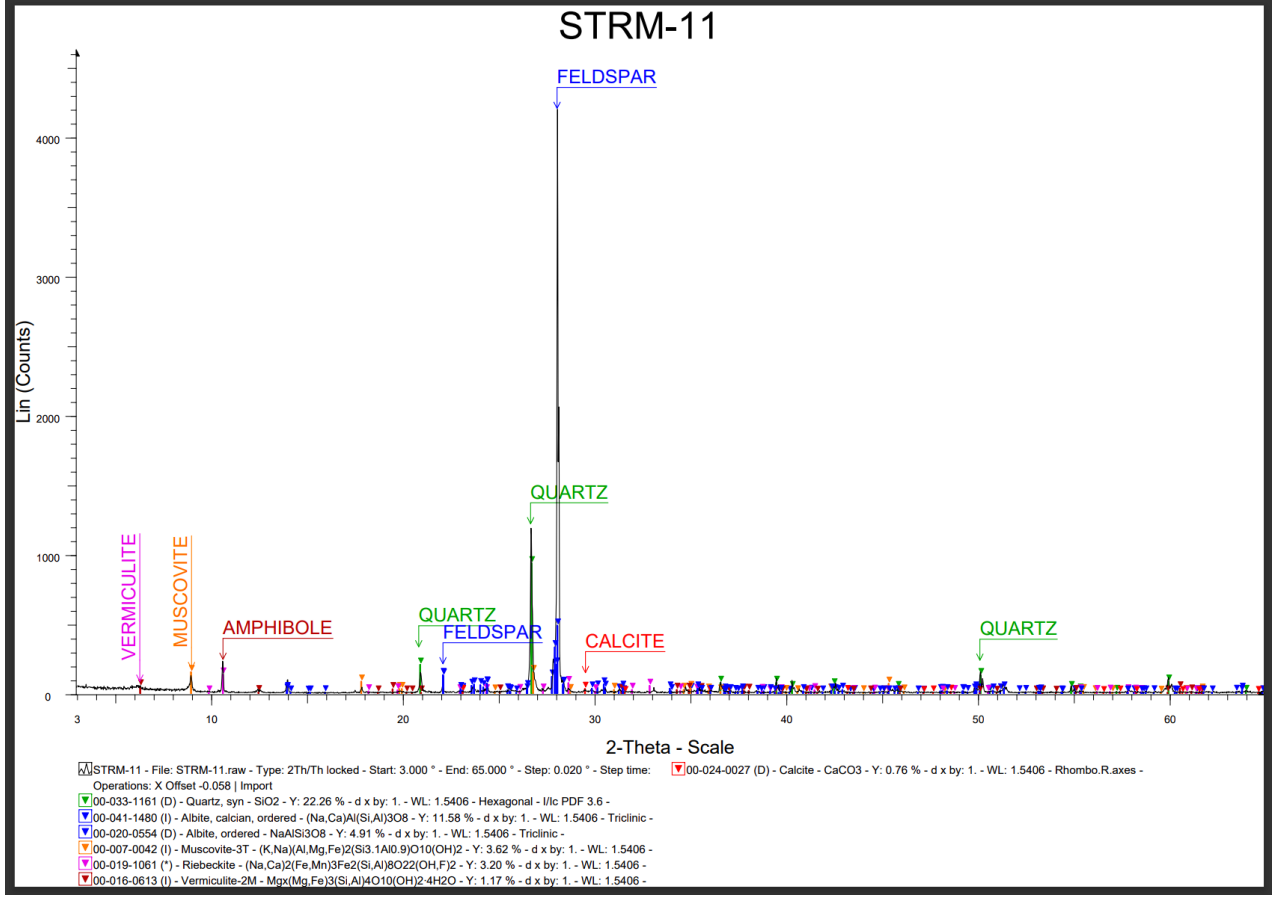
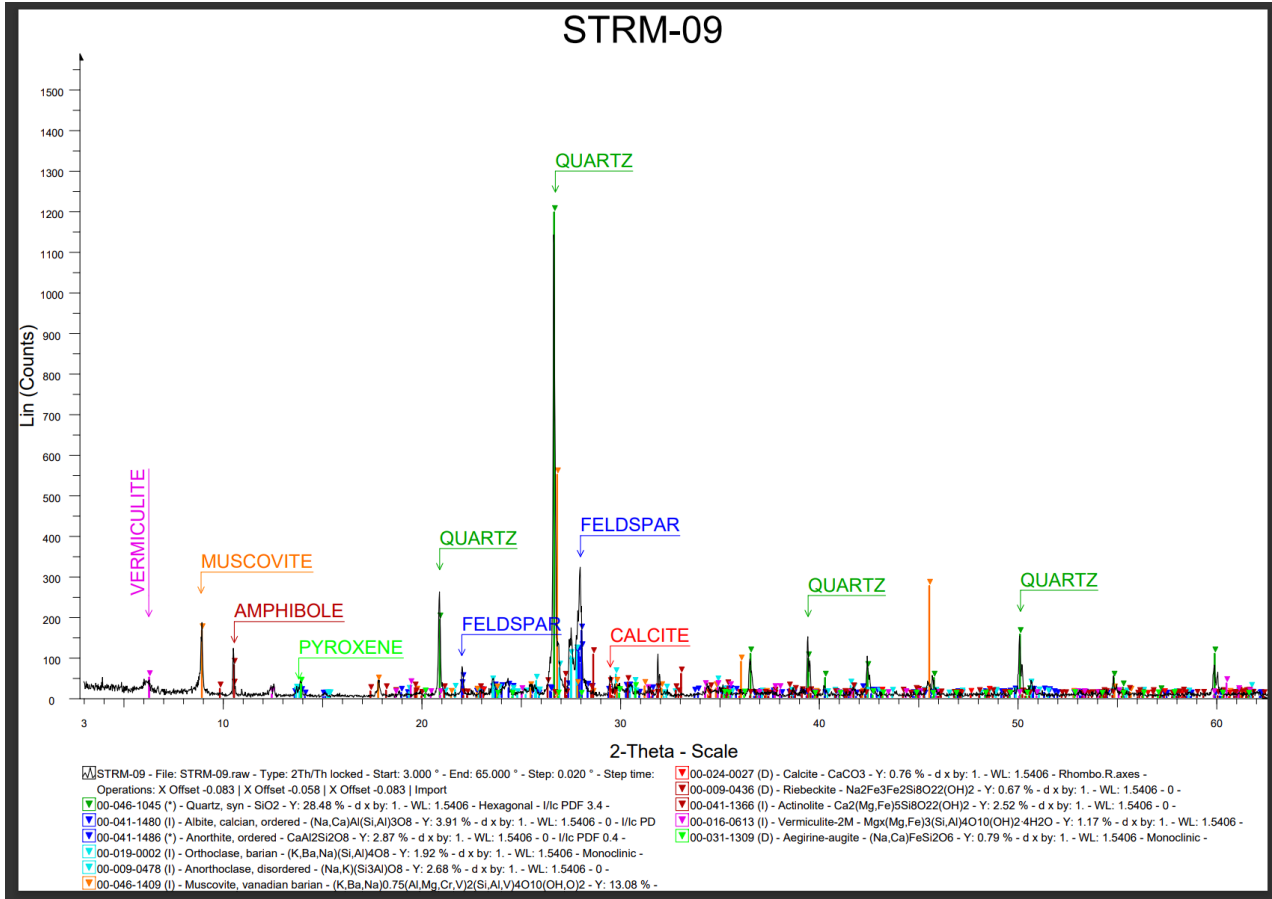
STRM-06 - File: STRM-06.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 3.000 ° - End: 65.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 00-046-1409 (I) - Muscovite, vanadian barian - (K,Ba,Na)0.75(Al,Mg,Cr,V)2(Si,Al,V)4O10(OH,O)2 - Y: 7.11 % -
Operations: X Offset -0.092 | Import 00-041-1366 (I) - Actinolite - Ca2(Mg,Fe)5Si8O22(OH)2 - Y: 4.60 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Monoclinic -
00-033-1161 (D) - Quartz, syn - SiO2 - Y: 85.77 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - I/lc PDF 3.6 - 00-015-0516 (D) - Riebeckite, syn - Na2Fe3Fe2Si8O22(OH)2 - Y: 8.39 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Monoclinic -
00-041-1480 (I) - Albite, calcian, ordered - (Na,Ca)Al(Si,Al)3O8 - Y: 22.56 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - 00-029-0701 (I) - Clinocllore-1M1lb, ferroan - (Mg,Fe)6(Si,Al)4O10(OH)8 - Y: 1.31 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 -
00-010-0393 (*) - Albite, disordered - Na(Si3Al)O8 - Y: 9.15 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - 00-016-0613 (I) - Vermiculite-2M - Mgx(Mg,Fe)3(Si,Al)4O10(OH)2·4H2O - Y: 5.64 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 -
00-041-1486 (*) - Anorthite, ordered - CaAl2Si2O8 - Y: 14.40 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - I/lc PDF 0.4 00-031-1309 (D) - Aegirine-augite - (Na,Ca)FeSi2O6 - Y: 3.78 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Monoclinic -
00-019-0931 (D) - Orthoclase - KAlSi3O8 - Y: 7.39 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Monoclinic -
00-009-0478 (I) - Anorthoclase, disordered - (Na,K)(Si3Al)O8 - Y: 6.02 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic -

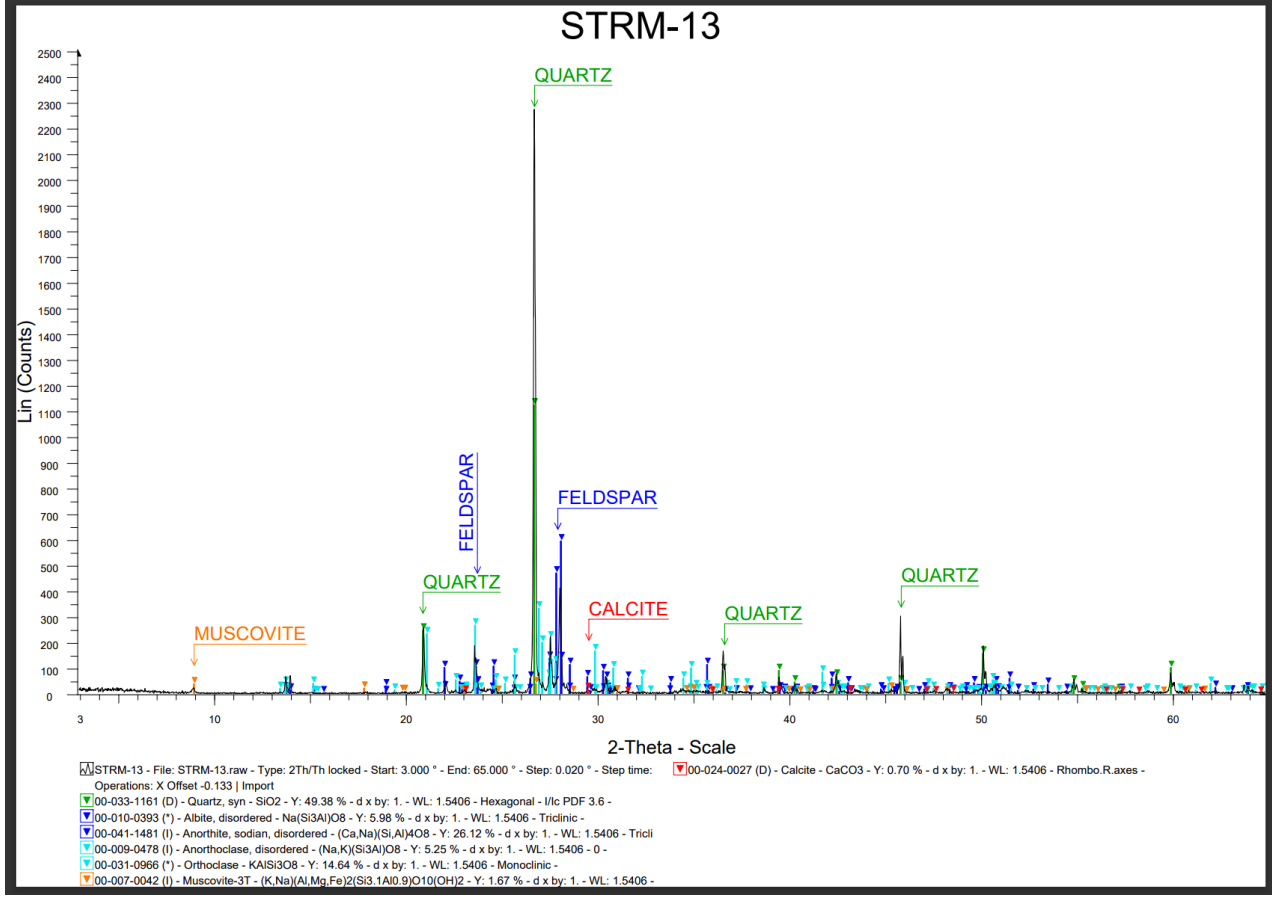
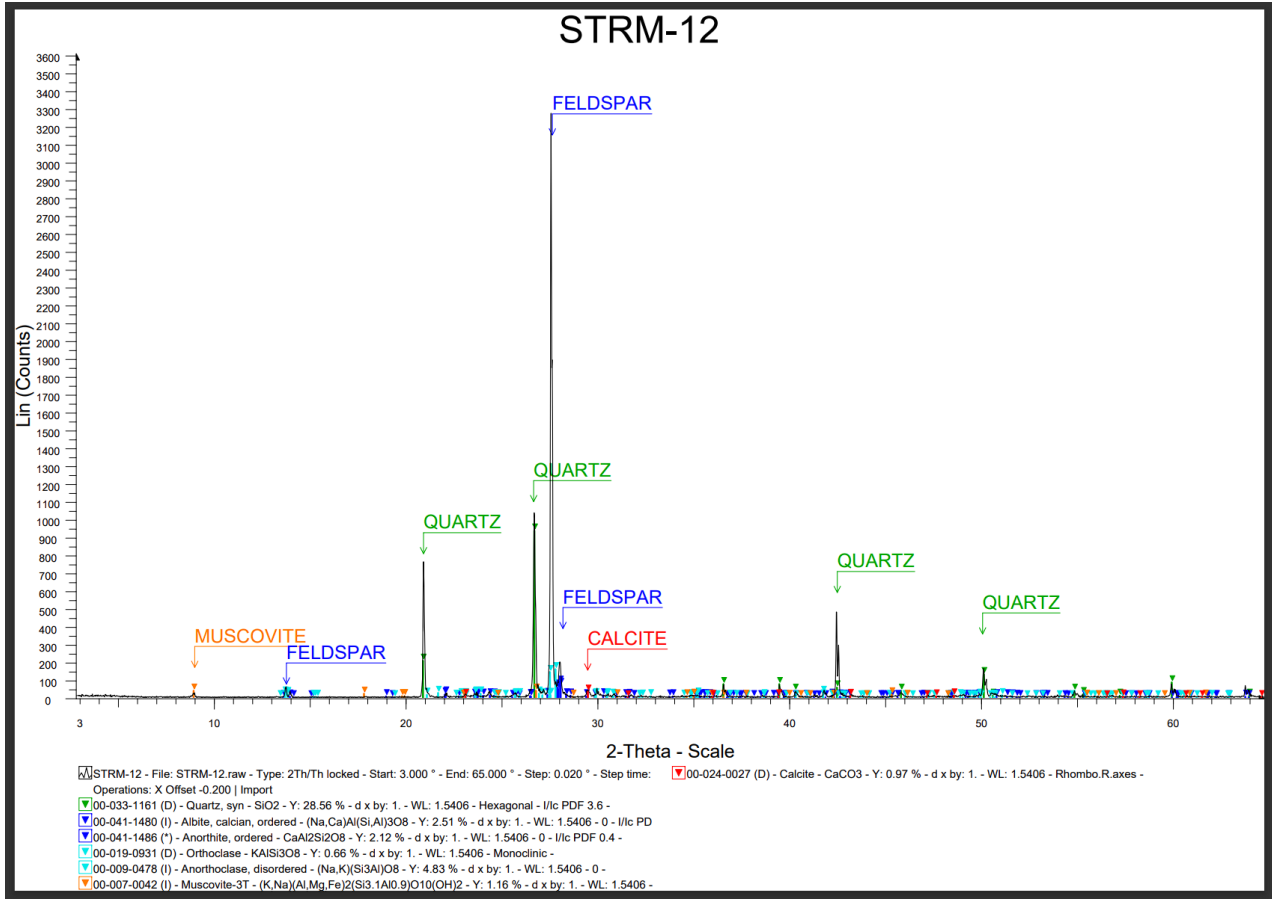
STRM-07

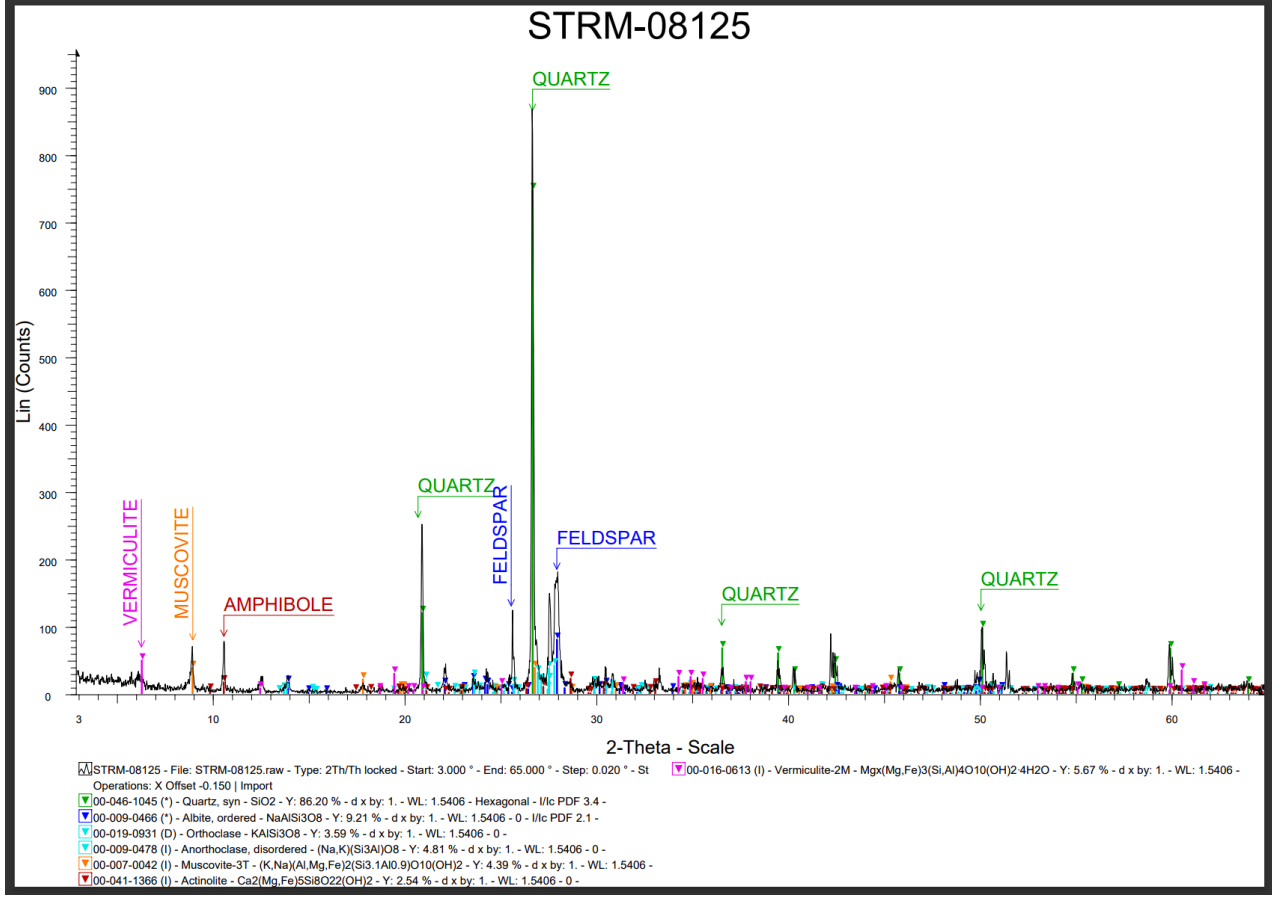
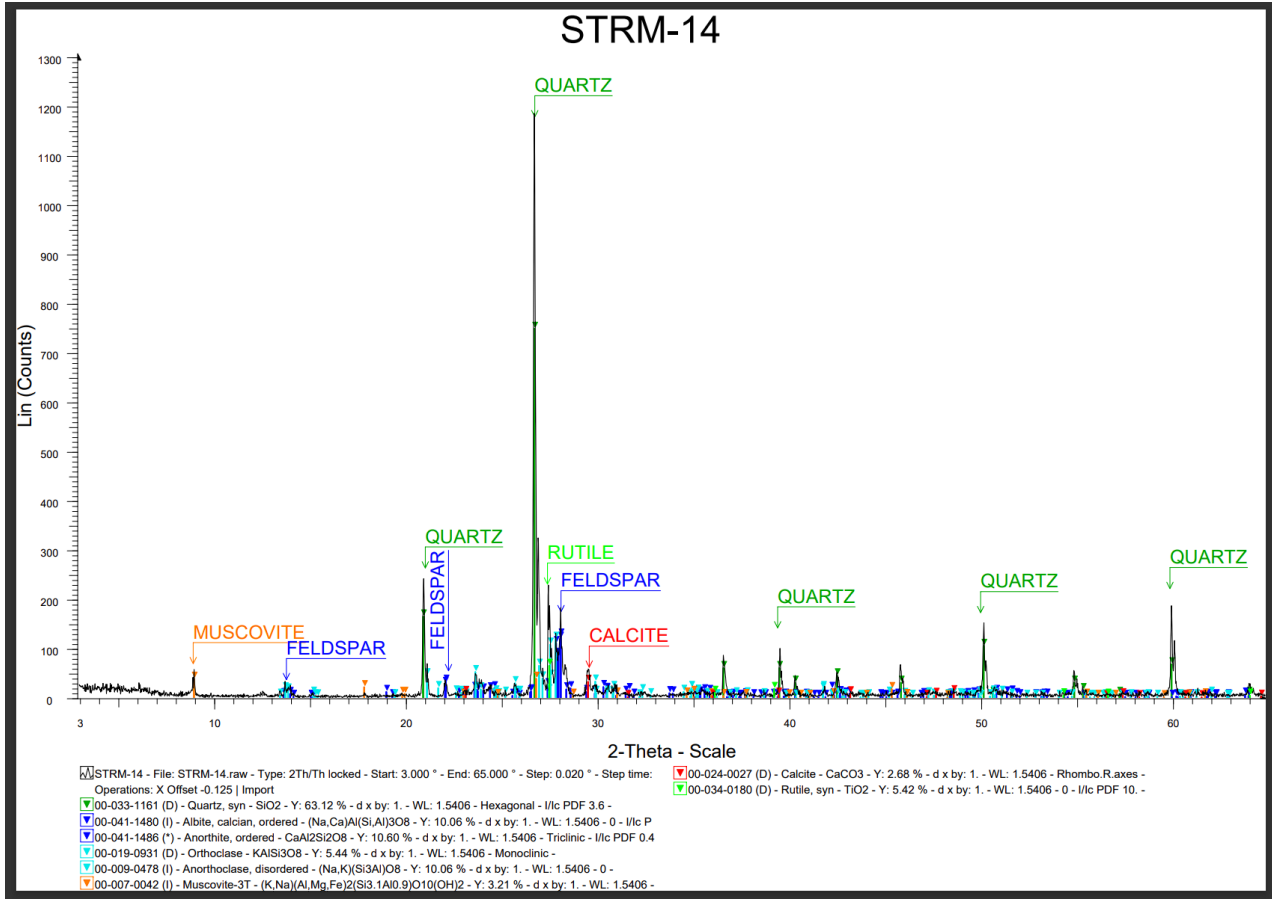


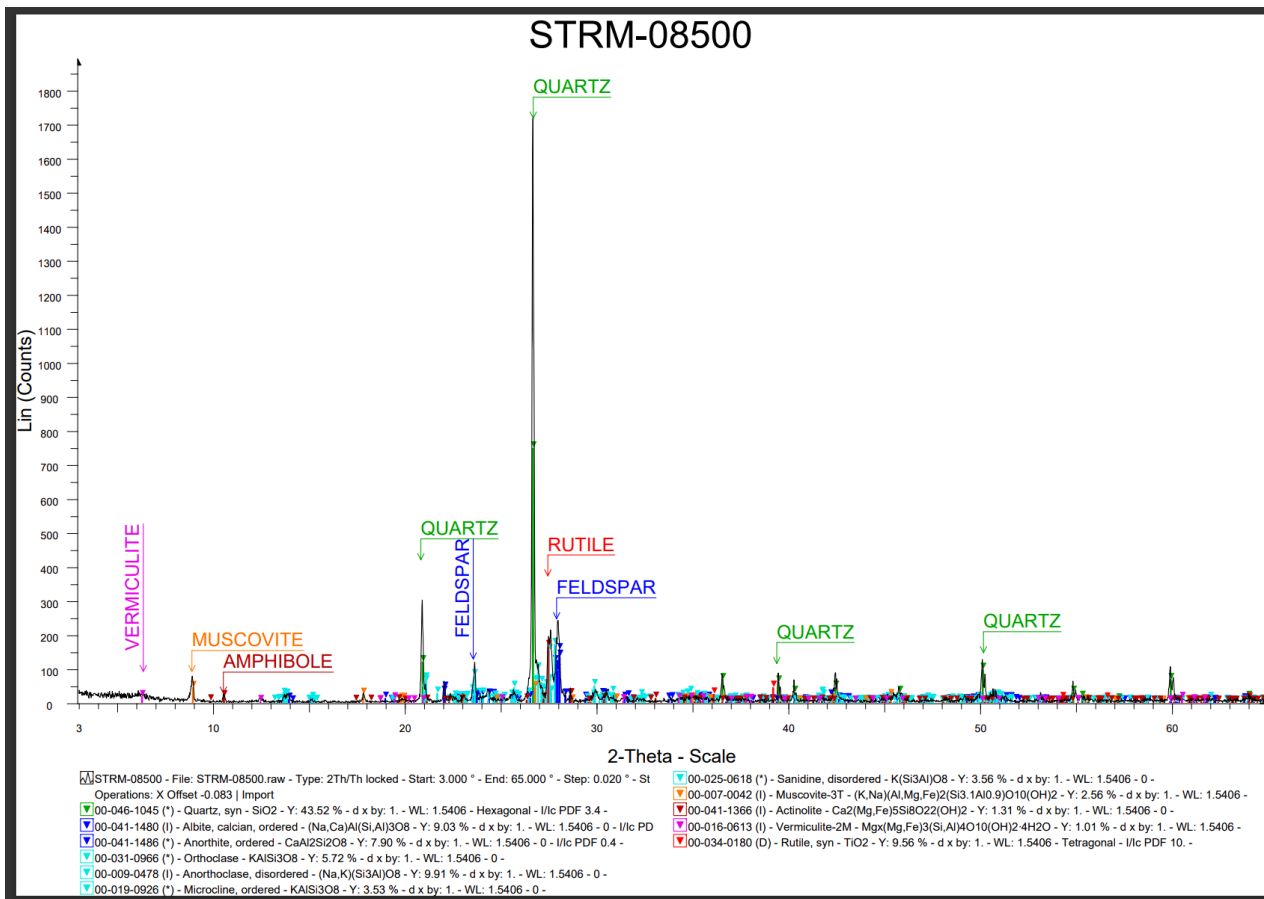
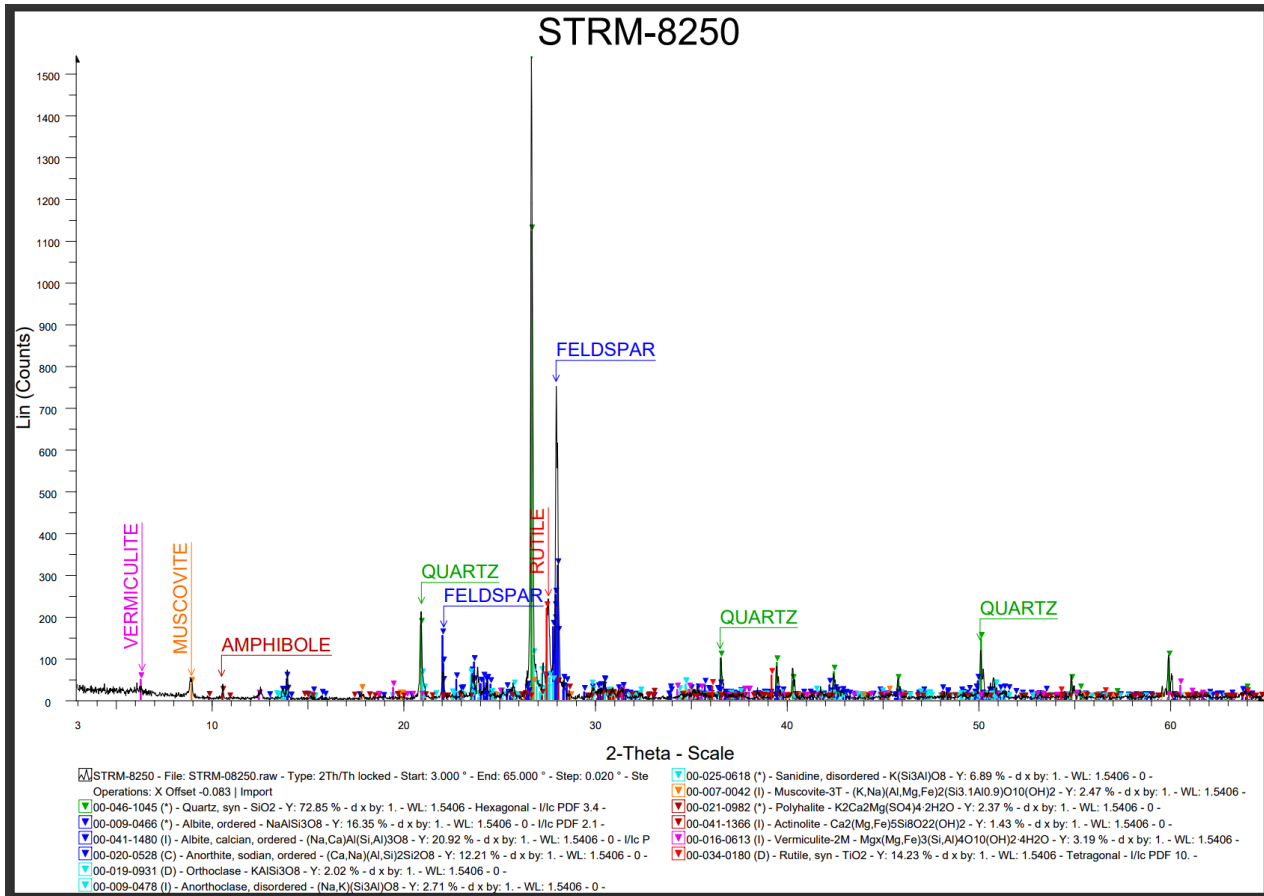
STRM-08



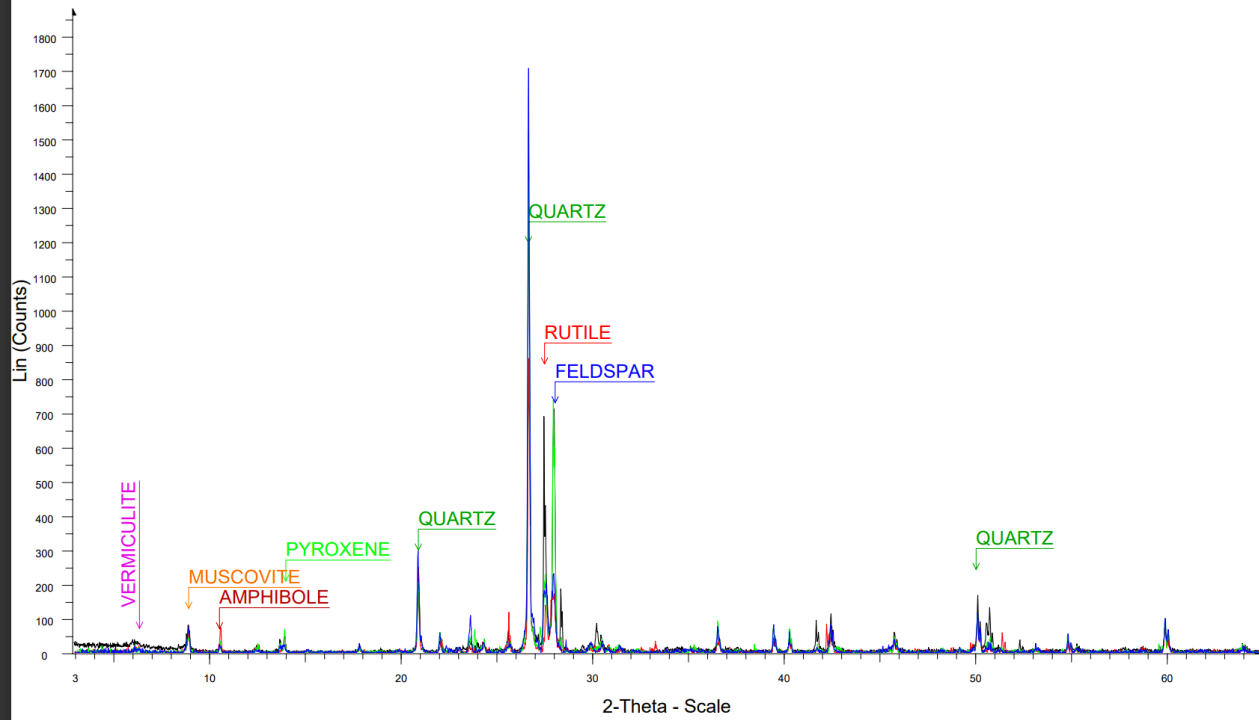








STRM-08



STRM-08 - File: STRM-08.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 m
Operations: X Offset -0.142 | Import

STRM-08125 - File: STRM-08125.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 ° - X: 0
Operations: Background 1.000,1.000 | X Offset -0.133 | Import

STRM-8250 - File: STRM-8250.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
Operations: Background 1.000,1.000 | X Offset -0.092 | Import

STRM-08500 - File: STRM-08500.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 | X Offset -0.083 | Import

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2. ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ GRADISTAT

SAMPLE STATISTICS

	ΣΤΡΜ01	ΣΤΡΜ02	ΣΤΡΜ03	ΣΤΡΜ04	ΣΤΡΜ05	ΣΤΡΜ06	ΣΤΡΜ07
ANALYST AND DATE:	A. Kanavitsas, 6/8/2022	A. Kanavitsas, 6/8/2022	A. Kanavitsas, 6/8/2022	A. Kanavitsas, 6/8/2022	A. Kanavitsas, 6/8/2022	A. Kanavitsas, 6/8/2022	A. Kanavitsas, 6/8/2022
SIEVING ERROR:	-0.4%	0.2%	-0.4%	0.1%	0.2%	0.1%	2.4%
SAMPLE TYPE:	Unimodal, Moderately Sorted	Unimodal, Moderately Sorted	Bimodal, Poorly Sorted	Unimodal, Moderately Sorted	Trimodal, Very Poorly Sorted	Unimodal, Moderately Sorted	Unimodal, Moderately Sorted
TEXTURAL GROUP:	Sand	Sand	Gravelly Sand	Sand	Sandy Gravel	Slightly Gravelly Sand	Slightly Gravelly Sand
SEDIMENT NAME:	Moderately Sorted Fine Sand	Moderately Sorted Medium Sand	Medium Gravelly Medium Sand	Moderately Sorted Medium Sand	Sandy Fine Gravel	Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand	Slightly Very Fine Gravelly Coarse Sand
METHOD OF MOMENTS							
Arithmetic (μm)							
MEAN (\bar{x}):	271.0	292.0	1811.3	387.8	6216.5	407.3	705.1
SORTING (σ_s):	125.9	136.9	3156.7	202.9	6713.5	259.5	523.7
SKEWNESS (sk_s):	1.012	1.954	2.409	1.230	0.981	4.206	4.127
KURTOSIS (K_s):	5.266	17.10	7.734	5.961	2.520	35.25	30.68
Geometric (μm)							
MEAN (\bar{x}_g):	228.2	245.2	618.8	316.3	2439.2	334.2	555.7
SORTING (σ_{sg}):	1.642	1.671	3.698	1.776	4.770	1.684	1.803
SKEWNESS (sk_{sg}):	-0.580	-0.881	0.827	-0.806	-0.319	-0.122	-0.040
KURTOSIS (K_{sg}):	3.716	4.308	2.857	4.309	1.922	4.849	4.138
METHOD OF MOMENTS							
Logarithmic (φ)							
MEAN (\bar{x}_l):	2.132	2.028	0.692	1.661	-1.286	1.581	0.847
SORTING (σ_{sl}):	0.716	0.741	1.887	0.829	2.254	0.752	0.850
SKEWNESS (sk_{sl}):	0.580	0.881	-0.827	0.806	0.319	0.122	0.040
KURTOSIS (K_{sl}):	3.716	4.308	2.857	4.309	1.922	4.849	4.138
FOLK AND WARD METHOD (μm)							
MEAN (M_w):	234.6	252.6	633.8	314.6	2672.7	324.1	544.3
SORTING (σ_w):	1.682	1.691	3.844	1.809	5.247	1.682	1.831
SKEWNESS (sk_w):	-0.056	-0.239	0.455	-0.159	-0.187	-0.080	-0.173
KURTOSIS (K_w):	0.901	0.911	1.127	1.370	0.707	1.324	1.123
FOLK AND WARD METHOD (φ)							
MEAN (M_w):	2.092	1.985	0.658	1.668	-1.418	1.626	0.878
SORTING (σ_w):	0.751	0.758	1.942	0.855	2.391	0.751	0.872
SKEWNESS (sk_w):	0.056	0.239	-0.455	0.159	0.187	0.080	0.173
KURTOSIS (K_w):	0.901	0.911	1.127	1.370	0.707	1.324	1.123
FOLK AND WARD METHOD (Description)							
MEAN:	Fine Sand	Medium Sand	Coarse Sand	Medium Sand	Very Fine Gravel	Medium Sand	Coarse Sand
SORTING:	Moderately Sorted	Moderately Sorted	Poorly Sorted	Moderately Sorted	Very Poorly Sorted	Moderately Sorted	Moderately Sorted
SKEWNESS:	Symmetrical	Fine Skewed	Very Coarse Skewed	Fine Skewed	Fine Skewed	Symmetrical	Fine Skewed
KURTOSIS:	Mesokurtic	Mesokurtic	Leptokurtic	Leptokurtic	Platykurtic	Leptokurtic	Leptokurtic
MODE 1 (μm):	187.5	375.0	375.0	375.0	19200.0	375.0	750.0
MODE 2 (μm):			12000.0		6000.0		
MODE 3 (μm):					375.0		
MODE 1 (φ):	2.500	1.500	1.500	1.500	-4.243	1.500	0.500
MODE 2 (φ):			-3.500		-2.500		
MODE 3 (φ):					1.500		
D ₁₀ (μm):	127.5	128.8	156.1	141.7	275.5	159.3	256.1
D ₃₀ (μm):	231.7	267.6	417.3	335.7	3227.3	340.4	592.6
D ₅₀ (μm):	440.4	451.2	5810.1	674.7	18170.3	676.3	986.3
(D ₃₀ / D ₁₀) (μm):	3.453	3.503	37.23	4.761	65.95	4.246	3.852
(D ₃₀ - D ₁₀) (μm):	312.8	322.4	5654.1	533.0	17894.8	517.0	730.2
(D ₇₅ / D ₂₅) (μm):	2.164	2.164	4.806	1.874	15.44	1.774	2.183
(D ₇₅ - D ₂₅) (μm):	185.8	199.5	996.0	212.3	8656.1	197.8	441.6
D ₁₀ (φ):	1.183	1.148	-2.539	0.568	-4.184	0.564	0.020
D ₃₀ (φ):	2.110	1.902	1.261	1.575	-1.690	1.555	0.755
D ₅₀ (φ):	2.971	2.957	2.680	2.819	1.860	2.650	1.965
(D ₃₀ / D ₁₀) (φ):	2.511	2.575	-1.056	4.966	-0.445	4.697	99.00
(D ₃₀ - D ₁₀) (φ):	1.788	1.809	5.218	2.251	6.043	2.086	1.945
(D ₇₅ / D ₂₅) (φ):	1.726	1.778	-5.845	1.798	-0.230	1.724	4.813
(D ₇₅ - D ₂₅) (φ):	1.114	1.114	2.265	0.906	3.948	0.827	1.127
% GRAVEL:	0.0%	0.0%	20.3%	0.0%	58.2%	0.3%	2.5%
% SAND:	98.4%	98.0%	78.7%	98.5%	41.4%	99.2%	97.5%
% MUD:	1.6%	2.0%	1.1%	1.5%	0.5%	0.5%	0.0%
% V COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
% COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.1%	0.0%	0.0%
% MEDIUM GRAVEL:	0.0%	0.0%	6.9%	0.0%	11.3%	0.0%	0.0%
% FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%	6.7%	0.0%	19.0%	0.0%	0.2%
% V FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%	6.7%	0.0%	11.8%	0.3%	2.3%
% V COARSE SAND:	0.0%	0.2%	7.1%	0.4%	9.0%	1.3%	6.5%
% COARSE SAND:	2.2%	1.9%	13.0%	16.9%	10.6%	14.8%	54.4%
% MEDIUM SAND:	42.7%	53.0%	37.1%	56.9%	14.2%	60.5%	27.6%
% FINE SAND:	46.4%	36.4%	18.5%	19.3%	6.4%	20.1%	8.4%
% V FINE SAND:	7.1%	6.4%	3.0%	5.0%	1.2%	2.5%	0.6%
% V COARSE SILT:	1.6%	2.0%	1.1%	1.5%	0.5%	0.5%	0.0%
% COARSE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
% MEDIUM SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
% FINE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
% V FINE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
% CLAY:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

	ETPM08	ETPM09	ETPM11	ETPM12	ETPM13	ETPM14
	A. Kanavitsas, 6/8/2022	A. Kanavitsas, 6/8/2022	A. Kanavitsas, 6/8/2022	A. Kanavitsas, 6/8/2022	A. Kanavitsas, 6/8/2022	A. Kanavitsas, 6/8/2022
	-1.0%	0.1%	-0.1%	0.2%	-0.1%	-0.6%
	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Moderately Sorted	Bimodal, Very Poorly Sorted	Unimodal, Moderately Sorted	Bimodal, Poorly Sorted	Unimodal, Poorly Sorted
	Slightly Gravelly Sand	Slightly Gravelly Sand	Gravelly Sand	Slightly Gravelly Sand	Sandy Gravel	Gravelly Sand
	Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand	Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand	Coarse Gravelly Medium Sand	Slightly Very Fine Gravelly Coarse Sand	Sandy Medium Gravel	Medium Gravelly Medium Sand
	462.5	337.9	5135.4	615.7	3758.2	1092.0
	199.1	175.4	7916.9	371.9	4158.9	2501.9
	2.663	3.294	1.136	2.017	1.104	4.007
	21.00	36.68	2.365	12.05	2.753	17.44
	405.8	283.7	1022.2	485.6	1689.8	508.7
	1.443	1.638	5.795	1.872	3.694	2.330
	0.462	-0.422	0.915	-0.467	0.002	2.402
	4.450	4.134	2.040	2.895	1.873	9.475
	1.301	1.818	-0.032	1.042	-0.757	0.975
	0.529	0.712	2.535	0.904	1.885	1.220
	-0.462	0.422	-0.915	0.467	-0.002	-2.402
	4.450	4.134	2.040	2.895	1.873	9.475
	409.6	280.5	1266.4	486.1	1710.4	457.0
	1.486	1.661	5.850	1.921	3.835	2.153
	0.250	-0.120	0.709	-0.274	0.122	0.438
	1.060	0.944	0.558	0.942	0.700	1.888
	1.288	1.834	-0.341	1.041	-0.774	1.130
	0.571	0.732	2.548	0.942	1.939	1.106
	-0.250	0.120	-0.709	0.274	-0.122	-0.438
	1.060	0.944	0.558	0.942	0.700	1.888
	Medium Sand	Medium Sand	Very Coarse Sand	Medium Sand	Very Coarse Sand	Medium Sand
	Moderately Well Sorted	Moderately Sorted	Very Poorly Sorted	Moderately Sorted	Poorly Sorted	Poorly Sorted
	Coarse Skewed	Fine Skewed	Very Coarse Skewed	Fine Skewed	Coarse Skewed	Very Coarse Skewed
	Mesokurtic	Mesokurtic	Very Platykurtic	Mesokurtic	Platykurtic	Very Leptokurtic
	375.0	375.0	375.0	750.0	750.0	375.0
			19200.0		12000.0	
	1.500	1.500	1.500	0.500	0.500	1.500
			-4.243		-3.500	
	263.2	141.6	250.9	180.9	318.5	262.5
	388.2	299.8	423.8	553.0	1490.0	418.6
	759.1	488.5	19302.5	957.2	10558.6	944.5
	2.884	3.449	76.93	5.291	33.15	3.598
	495.9	346.9	19051.6	776.3	10240.0	682.0
	1.626	2.046	33.22	2.527	9.895	2.055
	190.5	207.9	9840.3	470.9	5076.0	329.8
	0.398	1.034	-4.271	0.063	-3.400	0.082
	1.365	1.738	1.238	0.855	-0.575	1.256
	1.926	2.820	1.995	2.467	1.650	1.929
	4.844	2.728	-0.467	39.07	-0.485	23.43
	1.528	1.786	6.265	2.403	5.051	1.847
	1.691	1.796	-0.512	4.717	-0.324	2.628
	0.701	1.033	5.054	1.338	3.307	1.039
	0.1%	0.1%	27.6%	0.6%	44.4%	6.1%
	99.9%	99.3%	72.3%	99.4%	55.4%	93.9%
	0.0%	0.6%	0.1%	0.0%	0.3%	0.1%
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	0.0%	0.0%	22.6%	0.0%	0.0%	0.0%
	0.0%	0.0%	3.6%	0.0%	16.7%	4.8%
	0.0%	0.0%	0.7%	0.0%	16.6%	0.5%
	0.1%	0.1%	0.7%	0.6%	11.1%	0.7%
	0.7%	0.2%	0.6%	6.2%	13.3%	1.7%
	23.2%	7.8%	9.1%	50.5%	21.4%	27.0%
	71.3%	56.8%	52.9%	25.3%	16.8%	59.4%
	4.5%	30.7%	9.4%	15.7%	3.2%	5.4%
	0.2%	3.9%	0.2%	1.6%	0.7%	0.3%
	0.0%	0.6%	0.1%	0.0%	0.3%	0.1%
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3. Τα ενεργά υδροηλεκτρικά έργα στην Ελλάδα (πηγή www.rae.gr)

Α/Α	Όνομασία Φορέα	Αριθμός Μητρώου	Θέση εγκατάστασης	Περιφέρεια	Περιφερειακή Ενότητα	Δημοτική Ενότητα	Δήμος	Ισχύς (ΜW)
1	ΛΑΚΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	ΑΔ-00001	ΓΚΟΥΡΑ ΜΙΚΡΟ ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	ΗΠΕΙΡΟΥ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΕΓΝΑΤΙΑΣ	ΜΕΤΣΟΒΟΥ	2,155
2	ΑΡΑΜΠΙΛΙΤΖΗΣ Β.Γ. ΑΕ	ΑΔ-00002	ΤΟΥΤΛΙΤΣΑ ΠΡΟΜΑΧΩΝΑ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΠΕΛΛΑΣ	ΑΡΙΔΑΙΑΣ	ΑΛΜΟΠΙΑΣ	0,830
3	ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ ΑΕ	ΑΔ-00023	ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ	ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	ΑΓΡΑΦΩΝ	ΑΓΡΑΦΩΝ	3,000
4	ΥΔΡΟΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΛΛΑΔΟΣ ΑΕ	ΑΔ-00027	ΑΡΟΑΝΙΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΑΧΑΪΑΣ	ΚΛΕΙΤΟΡΙΑΣ	ΚΑΛΑΒΡΥΤΩΝ	1,300
5	ΔΗΜ. ΕΠΙΧ. ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ Μ.Π.ΒΟΛΟΥ	ΑΔ-00029	ΣΑΡΑΚΗΝΟΣ	ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	ΝΕΑΣ ΙΩΝΙΑΣ	ΒΟΛΟΥ	0,750
6	ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΕ	ΑΔ-00050	ΧΕΙΜΑΡΟΣ ΒΟΡΕΙΝΟΥ ΠΕΛΛΑΣ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΠΕΛΛΑΣ	ΑΡΙΔΑΙΑΣ	ΑΛΜΟΠΙΑΣ	0,653
7	ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΕ	ΑΔ-00051	ΧΕΙΜΑΡΟΣ ΑΡΚΟΥΔΟΡΕΜΑ ΠΡΟΜΑΧΩΝ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΠΕΛΛΑΣ	ΑΡΙΔΑΙΑΣ	ΑΛΜΟΠΙΑΣ	0,175
8	ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΚΕΡΚΙΝΗΣ ΑΕ	ΑΔ-00052	ΡΟΥΦΡΑΧΤΗ - ΚΕΡΚΙΝΗ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΣΕΡΡΩΝ	ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ	ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ	5,000
9	ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΤΑΘΜΟΣ ΤΣΙΒΛΟΥ	ΑΔ-00054	ΠΟΤΑΜΟΣ ΚΡΑΘΙ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΑΧΑΪΑΣ	ΑΚΡΑΤΑΣ	ΑΚΡΑΤΑΣ	2,724
10	ΥΔΡΟΒΑΤ ΑΕ ΒΕ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΑΔ-00055	ΠΟΤΑΜΟΣ ΣΜΗΝΟΣ	ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	ΛΑΚΩΝΙΑΣ	ΣΜΥΝΟΥΣ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΝΗΣ	1,000
11	ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	ΑΔ-00056	ΓΚΟΥΡΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ	ΗΠΕΙΡΟΥ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΠΑΜΒΟΤΙΔΟΣ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	0,700
12	ΥΔΡΟΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	ΑΔ-00057	ΓΚΟΥΡΑ ΑΝΘΩΧΩΡΙΟΥ	ΗΠΕΙΡΟΥ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΜΕΤΣΟΒΟΥ	ΜΕΤΣΟΒΟΥ	0,930
13	ΕΥΔΑΠ ΑΕ	ΑΔ-00058	ΥΔΑΤΑΓΩΓΟΣ ΜΟΡΝΟΥ-ΕΛΙΚΩΝΑΣ	ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΒΟΙΩΤΙΑΣ	ΚΟΡΟΝΕΙΑΣ	ΛΕΒΑΔΕΩΝ	0,650
14	ΣΥΝΤΙΚΗ ΔΑΕ (ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ)	ΑΔ-00059	ΡΕΜΑΤΙΑ - ΜΥΛΟΙ ΑΓΚΙΣΤΡΟΥ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΣΕΡΡΩΝ	ΑΓΚΙΣΤΡΟΥ	ΣΥΝΤΙΚΗΣ	0,500
15	ΕΥΔΑΠ ΑΕ	ΑΔ-00060	ΥΔΑΤΑΓΩΓΟΣ ΜΟΡΝΟΥ-ΚΙΡΦΗΣ	ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΒΟΙΩΤΙΑΣ	ΔΙΣΤΟΜΟΥ	ΔΙΣΤΟΜΟΥ - ΑΡΑΧΟΒΑΣ - ΑΝΤΙΚΥΡΑΣ	0,760
16	ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΑΤΟ ΟΛΥΜΠΟΥ ΑΕ	ΑΔ-00061	ΔΕΣΗ ΜΠΟΥΛΒΑΡΙΑ ΡΕΜΑ ΠΡΟΔΡΟΜΟΥ	ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΚΑΤΟ ΟΛΥΜΠΟΥ	ΤΕΜΠΩΝ	0,995
17	ΔΕΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ Α.Ε.	ΑΔ-00062	ΜΟΝΗ ΠΑΝΑΓΙΑΣ ΟΙΝΟΥΣΑ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΣΕΡΡΩΝ	ΣΕΡΡΩΝ	ΣΕΡΡΩΝ	1,500
18	ΗΛΥΣΙΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΑΕ	ΑΔ-00074	ΓΚΟΥΡΑ (ΣΜΕΗ-ΠΑΓΙΑ-ΑΠΑ ΤΡΙΑΔΑ)	ΗΠΕΙΡΟΥ	ΑΡΤΑΣ	ΘΕΟΔΩΡΙΑΝΩΝ	ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΤΣΟΥΜΕΡΚΩΝ	3,900
19	ΠΙΟΡΟΙ ΑΕ	ΑΔ-00088	ΜΕΡΛΙΚΑ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΠΕΛΛΑΣ	ΑΡΙΔΑΙΑΣ	ΑΛΜΟΠΙΑΣ	2,460
20	ENEL GREEN POWER HELLAS ΑΕ	ΑΔ-00089	ΚΛΕΙΔΕΡΕΣ ΤΟΥ ΡΕΜΑΤΟΣ ΠΛΑΤΑΝΙΑΣ	ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	ΑΧΕΛΩΝΑΣ	ΑΡΓΙΘΕΑΣ	6,850
21	ΔΕΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ - ΤΕΡΜΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	ΑΔ-00090	ΕΛΕΟΥΣΑ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	ΧΑΛΚΗΔΟΝΟΣ	ΧΑΛΚΗΔΟΝΟΣ	6,600
22	ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΕ ΑΕ	ΑΔ-00093	ΣΑΡΑΝΤΟΒΡΥΣΣΕΣ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΗΜΑΘΙΑΣ	ΒΕΡΟΙΑΣ	ΒΕΡΟΙΑΣ	0,570
23	ΠΙΝΔΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	ΑΔ-00095	ΡΕΜΑ ΝΕΡΟΤΡΙΒΗΣ	ΗΠΕΙΡΟΥ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΔΙΣΤΡΑΤΟΥ	ΚΟΝΙΤΣΑΣ	1,935
24	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗ ΠΑΝΑΓΙΤΣΑΣ ΑΕ	ΑΔ-00104	ΜΕΣΑΙΑ ΤΕΧΝΗΤΗ ΛΙΜΝΗ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΠΕΛΛΑΣ	ΒΕΓΟΡΤΙΔΑΣ	ΕΔΕΣΣΑΣ	0,060
25	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗ ΠΑΝΑΓΙΤΣΑΣ ΑΕ	ΑΔ-00105	ΚΑΤΩ ΤΕΧΝΗΤΗ ΛΙΜΝΗ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΠΕΛΛΑΣ	ΒΕΓΟΡΤΙΔΑΣ	ΕΔΕΣΣΑΣ	0,150
26	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗ ΠΑΝΑΓΙΤΣΑΣ ΑΕ	ΑΔ-00106	ΑΝΩ ΤΕΧΝΗΤΗ ΛΙΜΝΗ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΠΕΛΛΑΣ	ΒΕΓΟΡΤΙΔΑΣ	ΕΔΕΣΣΑΣ	0,500
27	Γ. ΚΑΡΑΝΗΣ & ΣΙΑ ΟΕ	ΑΔ-00112	ΔΗΜΗΤΡΑ	ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΓΟΝΝΩΝ	ΤΕΜΠΩΝ	0,650
28	ΕΥΔΑΠ ΑΕ	ΑΔ-00115	ΚΑΡΤΑΛΑ - ΚΙΘΑΙΡΩΝΑΣ	ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΒΟΙΩΤΙΑΣ	ΔΕΡΒΕΝΟΧΩΡΙΩΝ	ΤΑΝΑΓΡΑΣ	1,200
29	ΕΥΔΑΠ ΑΕ	ΑΔ-00117	ΜΑΝΔΡΑ	ΑΤΤΙΚΗΣ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΥ	ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΥ	0,630
30	ΟΛΓΑΝΟΣ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΑΚΙΝΗΤΩΝ	ΑΔ-00120	ΠΟΤΑΜΟΣ ΑΡΑΠΙΤΣΑΣ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΗΜΑΘΙΑΣ	ΑΝΘΕΜΙΩΝ	ΗΡΩΙΚΗΣ ΠΟΛΕΟΣ ΝΑΟΥΣΑΣ	0,625
31	ENEL GREEN POWER HELLAS ΑΕ	ΑΔ-00121	ΠΟΤΑΜΟΣ ΙΝΑΧΟΣ	ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΦΘΙΩΤΙΑΣ	ΣΤΕΡΕΙΑΔΟΣ	ΜΑΚΡΑΚΟΜΗΣ	4,500
32	ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΓΚΙΣΤΡΟΥ ΙΙ ΕΠΕ	ΑΔ-00122	ΚΡΑΣΧΟΡΗΤΙΚΟ ΑΓΚΙΣΤΡΟΥ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΣΕΡΡΩΝ	ΑΓΚΙΣΤΡΟΥ	ΣΥΝΤΙΚΗΣ	0,900
33	ΙΩΑΝΝΗΣ ΣΑΜΑΡΑΣ ΚΑΙ ΥΙΟΙ Ο.Ε.	ΑΔ-00123	ΖΛΑΤΙΝΟ ΤΟΥ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ ΜΠΙΣΤΡΙΤΣΑ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΠΕΛΛΑΣ	ΑΡΙΔΑΙΑΣ	ΑΛΜΟΠΙΑΣ	0,220
34	ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΕ ΚΑΙ ΣΙΑ ΟΕ	ΑΔ-00124	ΚΑΚΟΡΕΜΑ	ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΦΘΙΩΤΙΑΣ	ΑΠΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΤΥΜΦΡΗΣΤΟΥ	ΜΑΚΡΑΚΟΜΗΣ	0,950
35	ENEL GREEN POWER HELLAS ΑΕ	ΑΔ-00125	ΠΟΥΤΚΑΚΙΑ	ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΦΘΙΩΤΙΑΣ	ΣΤΕΡΕΙΑΔΟΣ	ΜΑΚΡΑΚΟΜΗΣ	0,935
36	ENEL GREEN POWER HELLAS ΑΕ	ΑΔ-00126	ΚΑΣΤΑΝΙΩΤΙΚΟ ΡΕΜΑ	ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ	ΜΕΤΕΩΡΩΝ	1,950
37	ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΥΗΣ ΘΕΡΜΟΡΕΜΑ ΑΕ	ΑΔ-00128	ΘΕΡΜΟΡΕΜΑ	ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΦΘΙΩΤΙΑΣ	ΥΠΙΑΤΗΣ	ΛΑΜΙΕΩΝ	3,500
38	ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΧΑΪΑΣ ΑΕ	ΑΔ-00157	ΠΟΤΑΜΟΣ ΚΕΡΥΝΗΤΗΣ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΑΧΑΪΑΣ	ΑΙΓΙΟΥ	ΑΙΓΙΟΥ	2,600
39	ΠΙΤΑΝΗ Α.Ε.	ΑΔ-00160	ΠΟΤΑΜΟΣ ΚΑΛΑΜΑΣ	ΗΠΕΙΡΟΥ	ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑΣ	ΦΙΛΙΑΤΩΝ	ΦΙΛΙΑΤΩΝ	4,200
40	ENEL GREEN POWER HELLAS ΑΕ	ΑΔ-00162	Π. ΠΛΑΥΚΟΣ ΖΟΥΠΑΤΑ ΣΟΥΛΙΟΥ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΑΧΑΪΑΣ	ΠΑΤΡΕΩΝ	ΠΑΤΡΕΩΝ	5,500
41	ΣΠΕΡΧΕΙΟΣ ΑΕ	ΑΔ-00176	ΧΕΙΜΑΡΡΟΣ ΛΟΥΤΚΙΣ	ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΦΘΙΩΤΙΑΣ	ΑΠΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΤΥΜΦΡΗΣΤΟΥ	ΜΑΚΡΑΚΟΜΗΣ	1,150
42	ΔΕΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΑΕ - ΜΕΚ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ	ΑΔ-00177	ΑΣΠΡΟΡΕΜΑ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΠΕΛΛΑΣ	ΑΡΙΔΑΙΑΣ	ΑΛΜΟΠΙΑΣ	4,100
43	ΜΥΗΣ ΣΜΕΙΩΤΙΚΟ ΑΕ	ΑΔ-00184	ΠΟΤ. ΣΜΕΙΩΤΙΚΟΣ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΓΡΕΒΕΝΩΝ	ΘΕΟΔΩΡΟΥ ΖΙΑΚΑ	ΓΡΕΒΕΝΩΝ	4,950
44	ECCONVOLT Μ.ΕΠΕ	ΑΔ-00187	ΑΣΠΡΗ ΠΕΤΡΑ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΠΕΛΛΑΣ	ΑΡΙΔΑΙΑΣ	ΑΛΜΟΠΙΑΣ	0,150
45	ΙΩΑΝΝΗΣ ΣΗΦΑΚΗΣ ΑΕ	ΑΔ-00188	ΧΕΙΜΑΡΡΟΣ ΒΑΘΥΡΕΜΑ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΠΕΛΛΑΣ	ΑΡΙΔΑΙΑΣ	ΑΛΜΟΠΙΑΣ	1,300
127	ΥΔΡΟΤΡΟΧΟΣ Ο.Ε.	ΑΔ-02082	ΟΙΚΙΣΜΟΣ ΤΟΥ Δ.Δ.ΣΠΗΛΑΙΟΥ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΘΕΟΔΩΡΟΥ ΖΙΑΚΑ	ΓΡΕΒΕΝΩΝ	ΓΡΕΒΕΝΩΝ	1,160
128	ΥΔΑΤΙΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ Ε.Ε.	ΑΔ-02085	ΡΕΜΑ ΑΓΙΟΥΑΡΑ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΠΕΡΙΒΟΛΙΟΥ	ΓΡΕΒΕΝΩΝ	ΓΡΕΒΕΝΩΝ	0,836
129	ΦΑΝΠΑΡ Α.Β.Ε.Ε.	ΑΔ-02105	ΠΑΛΑΙΟ ΚΛΩΣΤΟΪΦΑΝΤΟΥΡΓΙΚΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΗΜΑΘΙΑΣ	ΝΑΟΥΣΑΣ	ΗΡΩΙΚΗΣ ΠΟΛΕΟΣ ΝΑΟΥΣΑΣ	0,515
130	ΚΕΔΡΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΕ	ΑΔ-02113	ΧΙΟΝΟΡΕΜΑ	ΑΝ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ & ΘΡΑΚΗΣ	ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ	ΡΟΔΟΠΗΣ	ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ	1,250
131	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΑΚΣΑ Ο.Ε.	ΑΔ-02255	ΡΕΜΑ ΤΣΟΥΚΑΛΙ Δ.Δ.ΣΙΛΛΗΣ	ΑΝ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ & ΘΡΑΚΗΣ	ΠΑΡΑΝΕΣΤΙΟΥ	ΔΡΑΜΑΣ	ΠΑΡΑΝΕΣΤΙΟΥ	1,710
132	ΑΡΙΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Μ. ΕΠΕ	ΑΔ-02283	ΣΑΜΑΡΙΝΑ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΓΡΕΒΕΝΩΝ	ΣΑΜΑΡΙΝΑΣ	ΓΡΕΒΕΝΩΝ	1,089
133	ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΠΑΡΓΑΣ	ΑΔ-03363	ΑΝΘΟΥΣΑ	ΗΠΕΙΡΟΥ	ΠΑΡΓΑΣ	ΠΡΕΒΕΖΑΣ	ΠΑΡΓΑΣ	0,204
134	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΑΛΑΚΑΣΙΟΥ Α.Ε.	ΑΔ-03460	ΡΕΜΑ ΜΠΑΛΤΑ	ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	ΜΑΛΑΚΑΣΙΟΥ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΜΕΤΕΩΡΩΝ	0,999
135	ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Ο.Ε.	ΑΔ-03486	ΤΡΙΠΟΤΑΜΟΣ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΒΕΡΟΙΑΣ	ΗΜΑΘΙΑΣ	ΒΕΡΟΙΑΣ	0,550

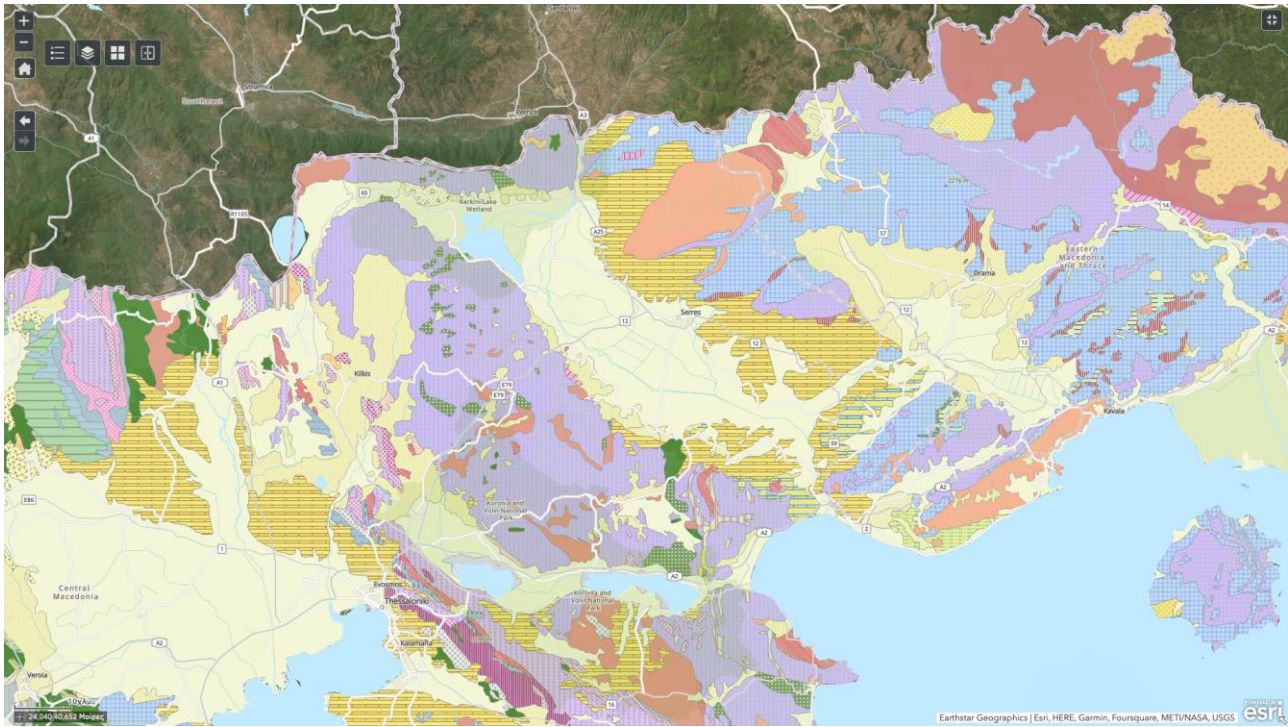
Ιούλιος 2022

Πηγή: www.rae.gr

46	ΚΟΙΝ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡ ΕΠΙΧ ΒΑΤΣΟΥΝΙΑΣ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	ΑΔ-00189	ΣΤΕΜΕΚΟ ΣΚΑΜΙΑΣ ΑΓΡΑΦΟΝ Δ.Δ ΒΑΤΣΟΥΝΙΑΣ	ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ	ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ	0,600
47	ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΛΛΑΔΟΣ ΑΕ	ΑΔ-00192	ΕΛΑΦΟΚΡΕΜΙ	ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	ΝΕΜΕΑΣ	ΝΕΜΕΑΣ	2,000
48	ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	ΑΔ-00201	ΚΑΤΑΝΤΗ ΣΤΑΘΜΟΥ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ	ΗΠΕΙΡΟΥ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΠΑΜΒΟΤΙΔΟΣ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	0,700
49	ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	ΑΔ-00211	ΧΕΙΜΑΡΡΟΣ ΚΟΥΦΑΛΟΡΕΜΑ ΣΕΛΛΩΝ	ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	ΚΑΡΠΕΝΗΣΙΟΥ	ΚΑΡΠΕΝΗΣΙΟΥ	1,650
50	ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	ΑΔ-00228	ΜΥΗΣ ΚΛΗΜΑΤΙΑΣ	ΗΠΕΙΡΟΥ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΕΥΡΥΜΕΝΟΝ	ΕΥΡΥΜΕΝΟΝ	7,400
51	ΕΥΡΑΤ ΑΕ	ΑΔ-00233	ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ ΕΥΡΗΝΟΥ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	ΠΑΥΣΑΝΟΥ	ΝΑΥΠΑΚΤΙΑΣ	0,820
52	ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	ΑΔ-00234	ΜΥΗΣ ΠΑΛΙΟΥΡΗ	ΗΠΕΙΡΟΥ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΕΥΡΥΜΕΝΟΝ	ΖΙΤΣΑΣ	7,400
53	ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΛΛΑΔΟΣ ΑΕ	ΑΔ-00237	ΡΕΜΑ ΛΑΓΚΑΛΙΩΝ	ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	ΑΡΚΑΔΙΑΣ	ΛΑΓΚΑΛΙΩΝ	ΓΟΥΡΥΝΙΑΣ	1,800
54	ΔΗΜΟΣ ΚΑΤΖΑΝΟΧΟΡΙΩΝ	ΑΔ-00248	ΠΗΓΕΣ ΚΛΙΦΙΚΗΣ Δ.Δ. ΚΑΛΕΝΤΙΟΥ	ΗΠΕΙΡΟΥ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΚΑΤΖΑΝΟΧΟΡΙΩΝ	ΒΟΡΕΙΟΝ ΤΣΟΥΜΕΡΚΩΝ	0,100
55	ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	ΑΔ-00289	ΡΕΜΑ ΓΚΟΥΡΑ	ΗΠΕΙΡΟΥ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΠΑΜΒΟΤΙΔΟΣ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	0,700
56	ΥΔΡΗ ΑΕ	ΑΔ-00307	ΓΕΦΥΡΑ ΦΛΟΚΑ ΑΛΦΕΙΟΥΣ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΗΛΕΙΑΣ	ΑΡΧΑΙΑΣ ΟΛΥΜΠΙΑΣ	ΑΡΧΑΙΑΣ ΟΛΥΜΠΙΑΣ	6,594
57	ΙΩΑΝΝΗΣ ΚΛΟΥΚΙΝΑΣ - ΙΩΑΝΝΗΣ ΛΑΓΠΙΑΣ ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΩΝΥΜΟΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	ΑΔ-00309	ΒΟΥΡΚΟΓΙΟΤΑΜΟΣ/ΓΕΦΥΡΑ ΚΑΡΑΜΟΥΣΗ	ΗΠΕΙΡΟΥ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΚΟΝΙΤΣΑΣ	ΚΟΝΙΤΣΑΣ	2,255
58	ΒΑΣΕΡΚΡΑΦΤ Α.Ε.	ΑΔ-00320	ΛΑΜΠΕΙΑ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΗΛΕΙΑΣ	ΛΑΜΠΕΙΑΣ	ΑΡΧΑΙΑΣ ΟΛΥΜΠΙΑΣ	1,300
59	ΦΘΙΩΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕΒΕ	ΑΔ-00348	ΡΕΜΑ ΚΡΥΑ ΒΡΥΣΗ ΘΕΣΗ ΠΥΡΙΟΣ	ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	ΥΠΙΑΤΗΣ	ΛΑΜΙΕΩΝ	0,825
60	ΦΘΙΩΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕΒΕ	ΑΔ-00351	ΠΟΤΑΜΟΣ ΣΕΛΑΙΟΥΝΤΑΣ, ΡΕΜΑ ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΑ	ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	ΥΠΙΑΤΗΣ	ΛΑΜΙΕΩΝ	1,500
61	ΑΦΟΙ Η. ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗ Ο.Ε.	ΑΔ-00355	ΚΥΡΑΣΛΙ ΤΡΙΠΟΤΑΜΟΥ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΗΜΑΘΙΑΣ	ΒΕΡΟΙΑΣ	ΒΕΡΟΙΑΣ	0,150
62	ΟΡΙΖΑΝΤΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΚΑΙ ΣΙΑ ΟΕ	ΑΔ-00359	ΠΑΤΙΝΤΑ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΠΕΛΛΑΣ	ΑΡΙΔΑΙΑΣ	ΑΛΜΟΓΙΑΣ	1,520
63	ΝΟΜΑΡΧΙΑΚΗ ΑΥΤΟΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΟΖΑΝΗΣ	ΑΔ-00364	ΦΡΑΓΜΑ ΠΡΟΜΟΡΙΤΣΑ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΚΟΖΑΝΗΣ	ΠΕΝΤΑΛΟΦΟΥ	ΒΟΙΟΥ	1,035
64	ΝΑΝΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΒΕΤΕ	ΑΔ-00381	ΡΕΜΑ ΑΓΟΡΙΑΝΙΤΗΣ Δ.Δ. ΕΠΙΤΑΛΟΦΟΥ	ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΦΟΚΙΔΑΣ	ΠΑΡΝΑΣΣΟΥ	ΔΕΛΦΩΝ	1,900
65	ΦΟΚΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	ΑΔ-00388	ΑΓΙΑ ΑΝΝΑ	ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΦΟΚΙΔΑΣ	ΔΕΛΦΩΝ	ΔΕΛΦΩΝ	1,900
66	ΝΑΝΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΒΕΤΕ	ΑΔ-00391	ΡΕΜΑ ΠΕΡΙΚΟΠΗΣ Δ.Δ. ΑΣΠΡΟΓΕΙΩΝ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΦΛΟΡΙΝΑΣ	ΑΕΤΟΥ	ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ	1,360
67	ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΓΝΑΝΤΩΝ ΑΕ	ΑΔ-00435	ΡΕΜΑ ΣΤΑΡΑΣ	ΗΠΕΙΡΟΥ	ΑΡΤΑΣ	ΑΓΝΑΝΤΩΝ	ΚΕΝΤΡΙΚΟΝ ΤΣΟΥΜΕΡΚΩΝ	1,390
68	ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΕ	ΑΔ-00446	ΜΑΛΑΚΑΣΙΩΤΙΚΟ ΡΕΜΑ	ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ	ΜΕΤΕΩΡΩΝ	4,177
69	ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	ΑΔ-00450	ΠΟΤΑΜΟΣ ΠΕΙΡΟΣ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΑΧΑΪΑΣ	ΦΑΡΩΝ	ΕΡΥΜΑΘΩΝ	1,200
70	ΝΑΝΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΒΕΤΕ	ΑΔ-00451	ΡΕΜΑ ΚΡΥΟΠΗΓΗΣ	ΗΠΕΙΡΟΥ	ΑΡΤΑΣ	ΑΓΝΑΝΤΩΝ	ΚΕΝΤΡΙΚΟΝ ΤΣΟΥΜΕΡΚΩΝ	0,250
71	ΑΛΜΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΟΕ	ΑΔ-00456	ΧΡΥΣΟΤΟΠΟΣ ΣΤΟ ΡΕΜΑ ΚΑΘΑΡΟ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΠΕΛΛΑΣ	ΑΡΙΔΑΙΑΣ	ΑΛΜΟΓΙΑΣ	0,470
72	ΚΑΘΑΡΟ Α.Ε.	ΑΔ-00469	ΒΑΚΟΥΦΙ ΣΤΟ ΡΕΜΑ ΚΑΘΑΡΟ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΠΕΛΛΑΣ	ΕΞΑΓΓΙΛΑΤΑΝΟΥ	ΑΛΜΟΓΙΑΣ	0,919
73	Α. Χ. ΚΑΡΑΓΕΩΡΓΙΟΣ ΑΤΕΕ	ΑΔ-00475	ΡΕΜΑ ΠΕΡΑΣΜΑ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΓΡΕΒΕΝΩΝ	ΓΡΟΡΙΑΝΗΣ	ΓΡΕΒΕΝΩΝ	1,960
74	ΝΑΝΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΒΕΤΕ	ΑΔ-00477	ΡΕΜΑ ΚΑΤΑΡΡΑΚΤΗΣ (ΠΑΡΑΠ ΑΡΑΧΩΟΥ)	ΗΠΕΙΡΟΥ	ΑΡΤΑΣ	ΑΓΝΑΝΤΩΝ	ΚΕΝΤΡΙΚΟΝ ΤΣΟΥΜΕΡΚΩΝ	2,400
75	ΦΥΣΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΕ	ΑΔ-00486	ΡΕΜΑ ΠΟΡΟΙ (ΜΕΛΙΣΣΟΤΟΠΟΣ) ΔΔ. ΓΑΡΕΦΙΟΥ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΠΕΛΛΑΣ	ΑΡΙΔΑΙΑΣ	ΑΛΜΟΓΙΑΣ	0,940
76	ΑΜΙΝΗΣ ΔΗΜ. ΕΠΙΧ/ΣΗ "ΛΟΥΤΡΑ ΛΟΥΤΡΑΚΙΟΥ" Δ.Δ. ΑΡΙΔΑΙΑΣ Ν. ΠΕΛΛΑΣ	ΑΔ-00490	ΘΕΡΜΟΠΟΤΑΜΟΣ ΛΟΥΤΡΑ ΛΟΥΤΡΑΚΙΟΥ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΑΡΙΔΑΙΑΣ	ΠΕΛΛΑΣ	ΑΛΜΟΓΙΑΣ	0,130
77	ΠΙΝΔΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	ΑΔ-00513	ΡΕΜΑ ΛΟΥΜΝΙΤΣΗΣ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΓΡΕΒΕΝΩΝ	ΠΕΡΙΒΟΛΙΟΥ	ΓΡΕΒΕΝΩΝ	3,140
78	ΠΙΝΔΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	ΑΔ-00525	ΡΕΜΑ ΒΡΥΣΟΧΟΡΙΟΥ	ΗΠΕΙΡΟΥ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΤΥΜΦΗΣ	ΖΑΓΟΡΙΟΥ	1,560
79	ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΜΠΟΥΡΝΑΖΗ ΟΕ	ΑΔ-00527	ΧΕΙΜΑΡΡΟΣ ΜΕΓΑ ΡΕΜΑ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΗΜΑΘΙΑΣ	ΝΑΟΥΣΑΣ	ΗΡΩΙΚΗΣ ΠΟΛΕΟΣ ΝΑΟΥΣΑΣ	1,100
80	ΒΑΣΕΡΚΡΑΦΤ Α.Ε.	ΑΔ-00541	ΠΟΤΑΜΟΣ ΜΑΝΕΖΑΙΚΟΣ ΠΕΤΣΑΚΟΙ ΔΡΟΣΑΤΟ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΑΧΑΪΑΣ	ΚΑΛΑΒΡΥΤΩΝ	ΚΑΛΑΒΡΥΤΩΝ	1,900
81	ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΚΑΡΑΝΗΣ & ΣΙΑ ΟΕ	ΑΔ-00562	ΡΕΜΑ ΚΑΛΛΙΠΕΥΚΗΣ	ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΓΟΝΩΝ	ΤΕΜΠΩΝ	0,750
82	ΑΠ. ΕΝΕΡΓΗΤΗ ΑΝΩΝΥΜΟΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΑΔ-00563	ΡΕΜΑ ΚΑΡΒΑΘΙΑ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΠΕΛΛΑΣ	ΕΞΑΓΓΙΛΑΤΑΝΟΥ	ΑΛΜΟΓΙΑΣ	2,460
83	ΣΤΑΜΠΟΥΛΙΑΝΗΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ (ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΦΛΟΡΙΝΑΣ ΑΕ)	ΑΔ-00582	ΡΕΜΑ ΑΝΤΑΡΤΙΚΟΥ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΦΛΟΡΙΝΑΣ	ΠΡΕΣΠΩΝ	ΠΡΕΣΠΩΝ	0,840
84	ΥΔΡΟΧΩΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	ΑΔ-00602	ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ Δ7 ΤΟΥ ΓΩΒ ΑΓΡΙΝΙΟΥ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	ΑΓΡΙΝΙΟΥ	ΑΓΡΙΝΙΟΥ	0,830
85	ΑΘΑΜΑΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΕ	ΑΔ-00656	ΠΗΓΕΣ ΚΡΥΟΠΗΓΗΣ	ΗΠΕΙΡΟΥ	ΑΡΤΑΣ	ΑΓΝΑΝΤΩΝ	ΚΕΝΤΡΙΚΟΝ ΤΣΟΥΜΕΡΚΩΝ	0,270
86	ΥΔΡΟΚΑΤ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ - Ν. ΒΛΑΧΟΣ & ΣΙΑ Ε.Ε.	ΑΔ-00716	ΡΕΜΑ ΑΛΕΣΤΙΑ	ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	ΠΡΟΥΣΣΙΟΥ	ΚΑΡΠΕΝΗΣΙΟΥ	0,163

87	ΔΗΜ ΕΠΙΧ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧ ΞΑΝΘΗΣ (Δ.Ε.Υ.Α.Ξ)	ΑΔ-00734	Π ΝΕΣΤΟΣ	ΑΝ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ & ΘΡΑΚΗΣ	ΚΑΒΑΛΑΣ	ΧΡΥΣΟΠΟΛΗΣ	ΝΕΣΤΟΥ	0,938
88	ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΧΑΪΑΣ ΑΕ	ΑΔ-00767	ΠΟΤΑΜΟΣ ΚΕΡΥΝΙΤΗΣ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΑΧΑΪΑΣ	ΑΙΓΙΟΥ	ΑΙΓΙΟΥ	1,015
89	ΥΔΡΟΚΙΝΗΣΗ ΑΕ (Δ.Τ. ΥΔΡΟΚΙΝΗΣΗ ΑΧΑΪΑΣ ΑΕ)	ΑΔ-00769	ΤΣΕΤΣΕΒΙΚΟ ΡΕΜΑ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΑΧΑΪΑΣ	ΕΡΙΝΕΟΥ	ΕΡΙΝΕΟΥ	1,871
90	ΤΟΕΒ ΒΕΛΒΕΝΤΙΟΥ	ΑΔ-00770	ΡΕΜΑ ΛΑΦΙΣΤΑ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΚΟΖΑΝΗΣ	ΒΕΛΒΕΝΤΟΥ	ΒΕΛΒΕΝΤΟΥ	1,900
91	ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΔΑΦΝΗΣ ΟΕ	ΑΔ-00788	ΡΕΜΑ ΠΙΣΕΣ	ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	ΒΙΝΙΑΝΩΝ	ΑΓΡΑΦΩΝ	0,470
92	ΚΙΓΚΟΡΙ ΒΑΘΥΓΕΔΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ - ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΕ	ΑΔ-00789	ΡΕΜΑ ΓΚΟΥΡΑ ΜΑΡΕ	ΗΠΕΙΡΟΥ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΒΑΘΥΓΕΔΟΥ	ΒΟΡΕΙΟΝ ΤΣΟΥΜΕΡΚΩΝ	0,940
93	ΚΑΖΙΑΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ & ΣΙΑ ΟΕ	ΑΔ-00799	Ρ ΚΟΝΤΟΡΡΕΜΑ ΚΑΙ ΠΙΣΟΔΕΡΙΟΥ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΦΛΟΡΙΝΑΣ	ΠΡΕΣΠΩΝ	ΠΡΕΣΠΩΝ	0,490
94	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΙΣΣΑΒΟΥ ΟΕ	ΑΔ-00830	ΡΕΜΑ ΓΚΟΥΡΑΣ (ΚΑΛΥΨΟ) ΟΙΚΙΣΜΟΣ ΚΟΚΚΙΝΟ ΝΕΡΟ	ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΕΥΡΥΜΕΝΟΝ	ΑΓΙΑΣ	0,500
95	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ	ΑΔ-00832	ΑΝΑΒΑΘΜΟΣ ΠΟΤΑΜΟΥ ΑΠΙΤΗ Δ.Δ. ΛΕΥΚΟΘΕΑΣ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΑΛΙΣΤΡΑΤΗΣ	ΣΕΡΡΩΝ	ΝΕΑΣ ΖΙΧΝΗΣ	1,800
96	ΣΙΟΥΚΙΟΥΡΩΛΟΥ ΧΡ. - ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ Κ. & ΣΙΑ ΕΕ	ΑΔ-00845	ΔΙΚΤΥΟ ΤΟΕΒ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓ.ΘΕΟΔΩΡΟΣ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΗΜΑΘΙΑΣ	ΝΑΟΥΣΑΣ	ΗΡΩΙΚΗΣ ΠΟΛΕΟΣ ΝΑΟΥΣΑΣ	0,431
97	ΝΕΓΑΑΚ Ο.Ε.	ΑΔ-00859	ΡΕΜΑ ΠΙΣΤΕΡΙΕΣ Δ.Δ. ΡΗΤΙΝΗΣ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΠΙΕΡΙΑΣ	ΠΙΕΡΙΩΝ	ΚΑΤΕΡΙΝΗΣ	1,140
98	ΝΑΝΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑ Α.Β.Ε.Τ.Ε.	ΑΔ-00864	ΡΕΜΑ ΜΟΥΣΣΑ	ΑΝ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ & ΘΡΑΚΗΣ	ΔΡΑΜΑΣ	ΣΙΔΗΡΟΝΕΡΟΥ	ΔΡΑΜΑΣ	1,250
99	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ Α.Β.Ε.Τ.Ε.	ΑΔ-00865	ΚΕΡΑΣΙΩΤΙΚΟ ΡΕΜΑ	ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	ΝΕΒΡΟΠΟΛΗΣ ΑΓΡΑΦΩΝ	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ	0,790
100	ΝΕΓΑΑΚ Ο.Ε.	ΑΔ-00930	ΡΕΜΑ ΜΑΥΡΟ ΡΕΜΑ - Δ.Δ. ΚΑΡΠΗΣ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΚΙΛΙΚΕΣ	ΓΟΥΜΕΝΙΣΣΑΣ	ΠΑΙΟΝΙΑΣ	1,580
101	ΥΦΑΝΤΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ & ΣΙΑ ΟΕ	ΑΔ-00931	ΡΕΜΑ ΡΟΥΣΤΙΑΝΙΤΗΣ Δ.Δ. ΛΕΥΚΑΔΕΣ	ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	ΣΤΕΡΧΕΙΑΔΟΣ	ΜΑΚΡΑΚΟΜΗΣ	2,835
102	ΑΠΙΤΗΣ ΑΕ	ΑΔ-00953	ΑΞΟΜΑ ΑΓΡ ΠΡΟΣΤΟΣΑΝΗΣ	ΑΝ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ & ΘΡΑΚΗΣ	ΔΡΑΜΑΣ	ΠΡΟΣΤΟΣΑΝΗΣ	ΠΡΟΣΤΟΣΑΝΗΣ	0,780
103	ΟΡΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Ε.Π.Ε.	ΑΔ-00976	ΡΕΜΑ ΤΣΑΙ - ΡΕΥΜΑ	ΑΝ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ & ΘΡΑΚΗΣ	ΞΑΝΘΗΣ	ΜΥΚΗΣ	ΜΥΚΗΣ	1,200
104	ΥΔΡΟΤΡΟΧΟΣ ΟΕ	ΑΔ-01065	ΔΕΣΗ (ΠΟΤΑΜΟΥ ΒΕΝΕΤΙΚΟΥ)	ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΓΡΕΒΕΝΩΝ	ΘΕΟΔΩΡΟΥ ΖΙΑΚΑ	ΓΡΕΒΕΝΩΝ	0,990
105	ΑΚΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Α.Ε.	ΑΔ-01093	ΑΓΡΟΚΤΗΜΑ ΦΛΑΜΟΥΡΙΑΣ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΕΔΕΣΣΑΣ	ΠΕΛΛΑΣ	ΕΔΕΣΣΑΣ	0,530
106	ΚΑΡΠΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	ΑΔ-01105	ΚΟΤΣΑ (ΜΕΓΑΛΟ) ΝΤΕΡΕ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΑΙΩΙΟΥΠΟΛΗΣ	ΚΙΛΙΚΕΣ	ΠΑΙΟΝΙΑΣ	1,320
107	ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΗ ΑΧΑΪΑΣ ΑΕ	ΑΔ-01112	ΠΟΤΑΜΟΣ ΜΕΓΑΝΕΠΙΣ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΣΥΜΠΟΛΙΤΕΙΑΣ	ΑΧΑΪΑΣ	ΣΥΜΠΟΛΙΤΕΙΑΣ	1,430
108	AQUA WATT ΑΕ	ΑΔ-01159	ΤΣΕΡΕΓΟΥΝΑ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΗΛΕΙΑΣ	ΛΑΣΙΩΝΟΣ	ΑΡΧΑΙΑΣ ΟΛΥΜΠΙΑΣ	2,000
109	ΕΝΔΕΛΑΚΤΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ POWERGREEN ΕΠΕ	ΑΔ-01163	ΡΕΜΑ ΠΕΤΡΟΡΡΕΜΑ	ΑΝ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ & ΘΡΑΚΗΣ	ΔΡΑΜΑΣ	ΣΙΔΗΡΟΝΕΡΟΥ	ΔΡΑΜΑΣ	1,000
110	ΔΕΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΑΕ	ΑΔ-01165	ΡΕΜΑ ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗ - ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΟΣ ΤΗΣ ΜΟΝΗΣ ΤΙΜΙΟΥ ΠΡΟΔΡΟΜΟΥ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΣΕΡΡΩΝ	ΣΕΡΡΩΝ	ΣΕΡΡΩΝ	0,600
111	ΔΕΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΑΕ	ΑΔ-01166	ΠΟΤΑΜΟΣ ΑΛΜΥΡΟΣ - ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΙΘΩΝ ΠΟΤΑΜΟΥ ΑΛΜΥΡΟΥ	ΚΡΗΤΗΣ	ΧΑΝΙΩΝ	ΓΕΩΡΓΙΟΥΠΟΛΕΟΣ	ΑΓΙΟΚΟΡΩΝΟΥ	0,300
112	ΔΕΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΑΕ	ΑΔ-01168	ΠΟΤΑΜΟΣ ΤΡΙΠΟΤΑΜΟΣ-ΠΑΡΦΕΣ-ΒΕΡΟΙΑΣ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΗΜΑΘΙΑΣ	ΒΕΡΟΙΑΣ	ΒΕΡΟΙΑΣ	1,800
113	ΔΕΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΑΕ	ΑΔ-01169	ΠΟΤΑΜΟΣ ΑΧΕΛΩΟΣ - ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΤΡΑΤΟΥ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	ΝΕΑΓΟΛΗΣ	ΑΓΡΙΝΙΟΥ	6,200
114	ΔΕΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΑΕ	ΑΔ-01170	ΑΡΔΕΥΤΙΚΗ ΔΙΟΥΡΤΑ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ (ΜΑΚΡΟΧΟΡΗ)	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΗΜΑΘΙΑΣ	ΑΓΙΟΣΤΑΘΟΥ ΠΑΥΛΟΥ	ΒΕΡΟΙΑΣ	10,800
115	ΔΕΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΑΕ	ΑΔ-01171	ΕΞΟΔΟΣ ΣΗΡΑΪΤΑΣ ΜΟΡΦΟΥ	ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΦΟΚΙΔΑΣ	ΑΜΦΙΣΣΗΣ	ΔΕΛΦΩΝ	8,500
116	ΔΕΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΑΕ	ΑΔ-01183	ΠΟΤΑΜΟΣ ΓΕΡΟΠΟΤΑΜΟΣ - ΠΕΡΙΟΧΗ ΟΙΚΙΣΜΟΥ ΣΧΟΠΙΟΣ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΦΛΟΡΙΝΑΣ	ΜΕΛΙΤΗΣ	ΦΛΟΡΙΝΑΣ	0,500
117	ΔΕΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΑΕ	ΑΔ-01184	ΠΟΤΑΜΟΣ ΛΟΥΡΟΣ	ΗΠΕΙΡΟΥ	ΑΡΤΑΣ	ΕΠΗΡΕΘΟΥΜΙΟΥ	ΑΡΤΑΙΩΝ	8,700
118	ΔΕΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΑΕ	ΑΔ-01185	ΠΟΤΑΜΟΣ ΓΛΑΥΚΟΣ - ΡΟΥΦΡΑΚΤΗΣ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΑΧΑΪΑΣ	ΑΓΡΟΝΩΝ	ΠΑΤΡΩΝ	3,700
119	ΔΕΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΑΕ	ΑΔ-01186	ΠΟΤΑΜΟΣ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑΣ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΗΜΑΘΙΑΣ	ΜΑΚΕΔΟΝΙΔΟΣ	ΒΕΡΟΙΑΣ	0,920
120	ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΚΑΙ ΣΙΑ ΟΕ	ΑΔ-01222	ΡΕΜΑ ΑΧΛΑΔΙΤΗΣ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΑΧΛΑΔΟΧΟΡΙΟΥ	ΣΕΡΡΩΝ	ΣΙΝΤΙΚΗΣ	0,756
121	ΔΕΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΑΕ	ΑΔ-01273	ΕΞΟΔΟΣ ΣΗΡΑΪΤΑΣ ΛΕΟΝΤΑΡΙΟΥ	ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	ΤΑΜΑΣΙΟΥ	ΣΟΦΑΔΩΝ	10,000
122	ΔΕΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΑΕ	ΑΔ-01279	ΣΜΟΚΟΒΟ ΝΟ.2 ΣΤΟ ΛΕΟΝΤΑΡΙΟ	ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	ΤΑΜΑΣΙΟΥ	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	ΣΟΦΑΔΩΝ	3,200
123	ΔΕΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΑΕ	ΑΔ-01525	ΠΟΤΑΜΟΣ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑΣ - ΜΟΝΗ ΙΔΑΡΙΩΝΑ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΚΟΖΑΝΗΣ	ΑΙΑΝΤΗΣ	ΚΟΖΑΝΗΣ	4,200
124	ΥΦΑΝΤΟΥΡΓΙΚΗ ΕΝΔΕΣ-Α. ΧΑΤΖΗΑΝΤΩΝΙΟΥ & ΣΙΑ	ΑΔ-01855	ΛΑΖΑΡΑΣΚΑ (Ο.Τ. Γ1)	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΗΜΑΘΙΑΣ	ΝΑΟΥΣΑΣ	ΗΡΩΙΚΗΣ ΠΟΛΕΟΣ ΝΑΟΥΣΑΣ	0,745
125	ΑΝΤ. ΧΟΥΤΟΣ - ΑΙΚ. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ - ΒΑΣ. ΔΕΓΕΡΜΕΝΤΖΙΔΗΣ & ΣΙΑ Ε.Ε. (δ.τ. Α.Π.ΕΝ.ΝΑ. Ε.Ε.)	ΑΔ-01859	ΡΕΜΑ ΣΠΗΛΑΙΟ-ΜΓΑΧΟΥΤΣΙ	ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΗΜΑΘΙΑΣ	ΝΑΟΥΣΑΣ	ΗΡΩΙΚΗΣ ΠΟΛΕΟΣ ΝΑΟΥΣΑΣ	0,810
126	ΚΟΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΛΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ & ΣΙΑ Ε.Ε.	ΑΔ-01868	ΜΥΗΣ ΠΟΤΑΜΙΑΣ, ΚΑΤΟ ΠΟΤΑΜΙΑ	ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΑΚΡΑΤΑΣ	ΑΧΑΪΑΣ	ΑΚΡΑΤΑΣ	2,220

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4. Γεωλογικός Χάρτης της Βόρειας Ελλάδας (χωρίς κλίμακα και υπόμνημα). (Πηγή: Ηλεκτρονική Πλατφόρμα του Ι.Γ.Μ.Ε.)



ΚΑΝΑΒΙΤΣΑΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ