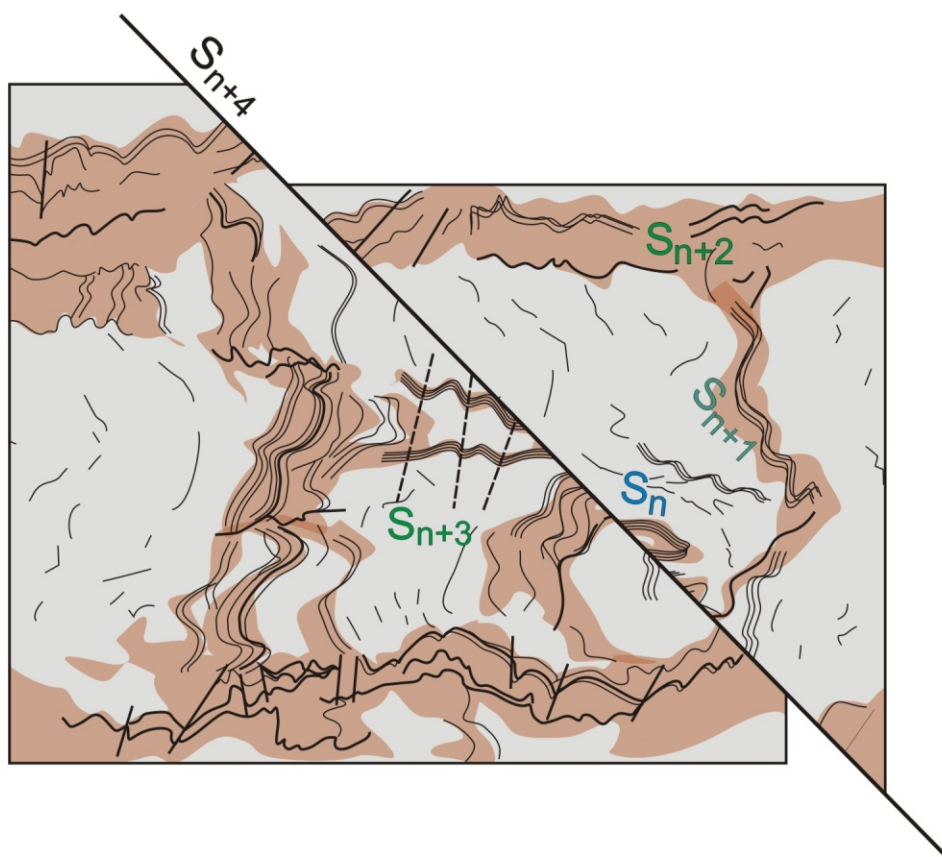




ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΟΧΗΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΟΡΟΥΣ ΌΧΗ



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ
ΜΟΥΣΤΑΚΑ ΕΛΕΝΗ

A.M. 2725

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΕΠ.ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΛΟΖΙΟΣ ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΜΑΓΚΑΝΑΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Αθήνα 2011

Στους γονείς μου

"Τάχυνα την περπατησιά μου. Σαν στον άνεμο αντίθετα πεταλούδες ανήσυχες, φτερουγίζουν οι σκέψεις μου· ένιωθα τη ζωή μου παράξενα, σαν 'να τοπείο στο χρόνο· σαν 'να σχήμα απίθανο, ένιωθα την ιδιοσυγκρασία μου άνιση· μηδά ξέρω τί ζήταγα; Λυπόμουν τα κοτρώνια πουν' άψυχα και δεν μπορούν να αιστάνονται!"

Γιάννης Σκαρίμπας

Το Θείο Τραγί

Λίγα λόγια αντί προλόγου...

Για την ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής υπήρξε σημαντική η συμβολή ορισμένων ανθρώπων, καθηγητών, συνεργατών και φίλων.

Πολύτιμη και καθοριστική υπήρξε η βοήθεια της τριμελούς επιτροπής και ιδιαίτερα του επιβλέποντά μου, επίκουρου Καθηγητή κ. Σ. Λόζιου. Θα ήθελα να τον ευχαριστήσω θερμά, τόσο για την καθοδήγησή του στην προσπάθειά μου να εντρυφήσω στα θέματα του αντικειμένου της μικροτεκτονικής και τεκτονικής ανάλυσης, για τις ημέρες που αφιέρωσε στην ύπαιθρο μαζί μου, όσο και για την αμέριστη συμπαράσταση και ενθάρρυνσή του μέχρι το τέλος της συγγραφής της παρούσας εργασίας.

Σημαντική επίσης ήταν η συμβολή του Καθηγητή κ. Α. Μαγκανά, τόσο στην ύπαιθρο όσο και σε θεωρητικό επίπεδο, αποκαλύπτοντάς μου τον όμορφο και πολύπλοκο κόσμο των ορυκτών των μεταμορφωμένων οφιολιθικών πετρωμάτων.

Θερμά ευχαριστώ επίσης τον Καθηγητή κ. Δ. Παπανικολάου για τις διορθώσεις και τις υποδείξεις βελτίωσης του τελικού αποτελέσματός της προσπάθειάς μου.

Εξαιρετικά σημαντική ήταν η βοήθεια του συνεργάτη και φίλου μου Δρ. Κ. Σούκη, χωρίς την οποία το αποτέλεσμα της παρούσας εργασίας σίγουρα δεν θα ήταν το ίδιο. Τον ευχαριστώ θερμά για το χρόνο που μου αφιέρωσε στο γραφείο και στην ύπαιθρο, την κατανόηση και υπομονή του, καθώς και για το ότι ήταν πάντα διαθέσιμος να ακούσει τους προβληματισμούς μου.

Σε αυτό το σημείο οφείλω να ευχαριστήσω επιπλέον το προσωπικό του παρασκευαστηρίου κα Ι. Μπίτσικα και κ. Β. Σκουνάκη, για την βοήθειά τους στην κατασκευή των πολυάριθμων λεπτών και στιλπνών τομών, καθώς και τον κ. Ε. Μιχαηλίδη για την καθοδήγησή του κατά τη χρήση του ηλεκτρονικού Μικροσκοπίου Σάρωσης.

Σημαντικότερη υπήρξε η υποστήριξη και κατανόηση του Διευθυντή μου και Καθηγητή Κ. Α. Κατερινόπουλου, πάντα πρόθυμου να βοηθήσει άμεσα ή έμμεσα στην ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής. Τον ευχαριστώ θερμά.

Εξίσου πολύτιμη ήταν και η κατανόηση και ενθάρρυνση των συναδέλφων γεωλόγων και φίλων Ι. Μεγέμη, Ε. Βόρρη και Θ. Ταγματάρχη, παρέχοντάς μου σημαντικές συμβουλές, διορθώσεις, αλλά και τη δυνατότητα να αφιερώσω πολύτιμο χρόνο στη συγγραφή της διατριβής μου.

Πολλές ευχαριστίες οφείλω στους καθηγητές του Εθνικού Πανεπιστημίου της Αυστραλίας (Australian National University), κ. G. Lister και κας M. Forster για την ευγενική τους προθυμία να με φιλοξενήσουν στο Πανεπιστήμιό τους και να μου δωθεί η ευκαιρία να εντρυφήσω σε θέματα που αφορούν την πετρολογία, την τεκτονική ανάλυση και την τεκτονική χαρτογράφηση των μεταμορφωμένων πετρωμάτων.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω ολόψυχα τον συνάδελφο υποψήφιο διδάκτορα Λεωνίδα Γουλιώτη για το χρόνο, τις υποδείξεις και τις συμβουλές του, αλλά και για την πολύτιμη βοήθειά του στην ύπαιθρο, χάρη στην οποία ολοκληρώθηκε το δύσκολο έργο της χαρτογράφησης.

Τη μεταπτυχιακή μου διατριβή την αφιερώνω στους γονείς μου, των οποίων η ηθική συμπαράσταση και υποστήριξη είναι άμετρη.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η περιοχή μελέτης της παρούσας διατριβής εστιάζεται στο νότιο τμήμα της νήσου Εύβοιας και συγκεκριμένα, στο ορεινό συγκρότημα της Όχης, βόρεια της παράκτιας πόλης της Καρύστου.

Στην περιοχή απαντούν τρεις τεκτονικές ενότητες. Η τεκτονικά υποκείμενη ενότητα Στύρων αποτελείται από μάρμαρα και σχιστόλιθους, ενώ η τεκτονικά υπερκείμενη ενότητα Όχης παρουσιάζει μεγαλύτερη ποικιλία λιθολογιών, με μάρμαρα, πολλούς και διαφορετικούς τύπους σχιστολίθων, καθώς και μεταβασικά σώματα. Η τεκτονικά ενδιάμεση ενότητα συνιστά ένα μεταμορφωμένο οφιολιθικό σύμπλεγμα με μεταβασικά, μεταϋπερβασικά πετρώματα και μεταϊζημάτα.

Για την αναλυτική περιγραφή των λιθολογιών αυτών, καθώς και τον προσδιορισμό των ορυκτολογικών τους παραγενέσεων συλλέχθηκαν συνολικά 143 δείγματα, τα περισσότερα εκ των οποίων χρησίμευσαν για την παρασκευή λεπτών τομών οπτικού μικροσκοπίου διερχόμενης δέσμης (πολωτικό μικροσκόπιο), καθώς και στιλπνών λεπτών τομών για ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (Scanning Electron Microscopy).

Βασικό κομμάτι της παρούσας εργασίας αποτέλεσε η γεωλογική και τεκτονική χαρτογράφηση της περιοχής. Η κύρια γεωλογική χαρτογράφηση έγινε σε κλίμακα 1:5000, ενώ χαρτογραφήθηκαν σε κλίμακα 1:2000 τρεις επιμέρους περιοχές-κλειδιά. Στις ίδιες περιοχές πραγματοποιήθηκε και τεκτονική χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:2000, έτσι ώστε να αποτυπωθούν σε μεσοσκοπική κλίμακα οι τεκτονικές δομές. Σε συνδυασμό με την τεκτονική ανάλυση μικροσκοπικής κλίμακας, προέκυψαν συνολικά πέντε (5) παραμορφωτικά στάδια, κοινά και για τις τρεις ενότητες.

Η πρώτη παραμορφωτική φάση (D_n) αντιστοιχεί σε κυανοσχιστολιθικές συνθήκες μεταμόρφωσης, η δεύτερη (D_{n+1}) σε συνθήκες MP/LT, η D_{n+2} σε πρασινοσχιστολιθικές, ενώ η D_{n+3} σε πολύ χαμηλού βαθμού μεταμόρφωση. Η D_{n+4} αποτελεί την τελευταία παραμορφωτική φάση με δομές καθαρά θραυσιγενούς παραμόρφωσης ανώτερου τεκτονικού ορόφου.

Οι όμοιες ορυκτολογικές παραγενέσεις που προέκυψαν και για τις τρεις τεκτονικές ενότητες, η κοινή αλληλουχία των τεκτονικών δομών, καθώς και οι πολυπτυχωμένες τεκτονικές επαφές μεταξύ τους, υποδηλώνουν την κοινή πορεία και εξέλιξη της περιοχής, ήδη από τα βάθη μεταμόρφωσης κυανοσχιστολιθικών συνθηκών.

Λέξεις κλειδιά: Νότια Εύβοια, κυανοσχιστόλιθοι, μεταοφιδίολιθοι, τεκτονική ανάλυση, πετρολογία.

ABSTRACT

The study area is situated at the NW part of the Attico-Cycladic Massif and includes the south part of the island of Evia and more specific, the mountain of Ochi.

Three tectonic units can be distinguished in the area. Styra Unit is composed of marbles and schists, while Ochi Unit displays a variety in lithologies, with marbles, schists and metabasic bodies. The area surrounding the peak of Mt Ochi is dominated by lithologies of the third tectonic unit, which is a metamorphosed ophiolitic mélange with metabasic, meta-ultrabasic rocks and metasediments.

The aim of this study is to unravel the tectonic history of these units. To accomplish this, the following tasks had to be achieved: petrological study of the lithologies, geochemical analysis of the minerals, microstructural analysis, geological mapping in 1:5000 scale and geological and structural mapping in 1:2000 scale.

Five deformation events have been distinguished in the study area. The first one (D_n) developed under blueschist-facies conditions, the second one (D_{n+1}) under MP/LT metamorphism, which represents the transitional face from blueschist- to greenschist-facies overprint and the third one (D_{n+2}) under greenschist-facies metamorphism (LT/LP). D_{n+3} deformation event took place under the brittle-ductile transition regime, with very low-grade metamorphism. The last D_{n+4} phase includes structures of brittle deformation.

Apparently, it appears that Styra Unit, Ochi Unit and the meta-ophiolitic mélange have shared the same deformation and metamorphic path since at least D_n deformation event. In other words, similar mineral assemblages and common sequence of tectonic structures suggest a common evolution of the region, from the depths of blueschist conditions to the greenschist facies retrogression, until their exhumation.

Key words: South Evia, blueschists, metaophiolites, deformation events, petrology.

Extended Abstract

General

The study area is situated at the NW part of the Attico-Cycladic Massif and includes the south part of the island of Evia and more specific, the mountain of Ochi. Two tectonic units can be distinguished in the area, Styra Unit and Ochi Unit and they are part of the Cycladic Blueschist Unit. The area surrounding the peak of Mt Ochi is dominated by lithologies of a metamorphosed ophiolitic *mélange*.

The aim of this study is to unravel the tectonic history of these units. To accomplish this, the following tasks had to be achieved: petrological study of the lithologies, geochemical analysis of the minerals, microstructural analysis and mapping in 1:5000 and 1:2000 scale.

Petrology

In the study area, Styra Unit is composed of a thick marble sequence with thin horizons of schists, calc-schists and quartzites, as well as a thick sequence of schists that occur in many different types, depending on their main mineralogical constituents.

Ochi Unit is made up of a thick sequence of marbles and cipolines, alternating with thin layers of quartzites and schists. Schists of this unit show a great variety in mineralogical constituents and in the uppermost parts, it is formed by a quartzite-rich sequence with horizons of piemontite-rich schists, pyroxene-rich schists and crossite-spessartine rich schists. Isolated small lens-shaped bodies of metabasic rocks are locally preserved.

The meta-ophiolitic *mélange* is composed of ultrabasic rocks (meta-wherlites, meta-ultrabasic lavas, dykes) and of deformed blocks of metabasic rocks. In particular, the later are meter-sized deformed bodies of gabbros (flaser-gabbros) and basalts within metasedimentary host rocks.

Geochemistry

Thirty three samples were selected for geochemical studies. Results from this study are summarized below:

White micas abound in Styra and Ochi units and in the metabasic and metasediments of the *mélange*, while dark micas show the same distribution but are much less in quantity. Most of the white micas are phengites and it is noteworthy that there are no muscovites in the rocks of Ochi Unit.

Rare inclusions of clinozoisite occur within epidote in the metagabbro boudins of the *mélange* and this is interpreted to reflect sea-floor alteration.

Al-rich pumpellyites were found in the schists of Ochi unit and in the metabasalts and metagabbros of the *mélange*. In a few cases, pumpellyite shows a relatively high percentage of Mg and low Fe, which is normal when the rock crystallizes under high pressures (Seki, 1958) and may thus justify the fact that in these cases pumpellyite coexists with glaucophane.

Lawsonites are found only as inclusions within retrograde albite and epidote, in the metabasic rocks of the *mélange*. Lawsonite inclusions in epidote define the transition from lawsonite-blueschist to epidote-blueschist facies. Therefore, the mineral assemblage *Na-amphibole + lawsonite* is considered to represent pre-HP/LT relics and they record an earlier prograde metamorphic event.

In the meta-ultrabasic rocks of the *mélange*, relict igneous pyroxenes (augite) have high Fe⁺², Al and Ti contents and they are rimmed by metamorphic neo-formed diopside, rich in Mg+Ca.

In the metabasic bodies, glaucophane, eckermanite, crossite and winchite manifest the High-pressure (M1) metamorphism, while actinolite belongs to the M2 paragenesis. Metawherlites contain mainly tremolite and Ti-Mg-hornblende and in some cases igneous diopside is rimmed by actinolite. Meta-ultrabasic dykes have intruded into some meta-gabbroic bodies and they are consisted mainly of tremolite and clinocllore. They are highly sheared and represent metasomatic reaction zones. Finally, highly sheared chlorite-tremolite "blackwall" occurs at the contacts of the ultrabasic with the country rocks.

Taking into account the main deformation and metamorphic events (described below), petrological and geochemical analysis of all different types of lithologies of the study area, led to the identification of their mineral assemblages and are summarized in **Table A**.

Table A: Mineral assemblages of the lithologies of the study area, classified according to deformation and metamorphic events.

	Lithology	D _n , M1	D _{n+1}	D _{n+2} , M2	D _{n+3}
Styra Unit	Marbles	gln-phg	chl-phg+bt	chl-phg-alb	
	Schists	gln-phg-epd	chl-phg+bt	chl-phg-alb-epd+act	Wmca
Ochi Unit	Marbles	phg	chl-phg	chl-phg-Wmca	
	Schists	gln-phg	chl-phg-bt	chl-phg-alb-epd+act+pmp+sps	Wmca
	Metabasics	gln-phg-epd	chl-phg-bt	chl-phg-alb-epd	
mélange	Metabasics	gln-phg-omp-epd	chl-phg-bt-epd	chl-phg-alb-epd-act+pmp	
	Ultrabasics	di-atg-tr		chl	
	Metasediments	gln-phg-epd	chl-bt	chl-phg-alb-epd+act(+sps)	Wmca

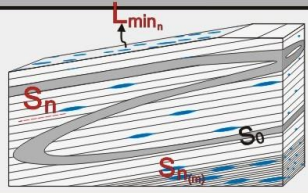
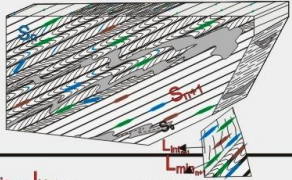
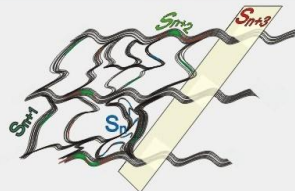
Structural Analysis

The main tectonic structures of each deformation event are summarized in **Table B**. The schematic cross section of the Hellenic orogenic arc in **figure 2b**, illustrates the subduction path and extrusion of the rocks in the study area, combined with the aforementioned deformation events. The correlation between metamorphism, geochronological data and deformation is presented in the same figure (**fig. 2a**), so as to give a complete picture of the multiphase tectonometamorphic evolution of the area.

Geological and structural mapping of three representative sections of the study area at a scale of 1:2.000, led to the construction of structural maps. Emphasis was placed on tectonic structures such as schistosity and lineation and how these may vary or differ in type, orientation and/or intensity across the tectonic contacts. According to these maps, the aforementioned tectonic structures show little to no differences as one moves across the tectonic contacts: a) the main schistosity observed is quite penetrative and affects all the lithologies and b) lineations of each deformation phase are consistent in sense and direction within different types of lithologies. Minor differences that may occur are mainly due to the different ductility of the rocks or may represent different concentration of shear movement in distinct bands.

To summarize, it appears that Styra unit, Ochi unit and the meta-ophiolitic mélange have shared the same deformation and metamorphic path since at least D_n deformation event. In other words, similar mineral assemblages and common sequence of tectonic structures suggest a common evolution of the region, from the depths of blueschist conditions to the greenschist facies retrogression, until their exhumation.

Table B: The main tectonic structures of each deformation event.

Deformation event	Main tectonic features
D_n	- Blueschist-facies metamorphism (HP/LT) - Penetrative schistosity S_n $L(min)_n$ by glaucophane - Isoclinal, intrafolial, rootless and sheath folds ➔ <i>Mylonitic and ultra-mylonitic zones</i> ➔ <i>Mylonitic foliation $S(m)_n$</i> 
D_{n+1}	- MP/LT transitional metamorphism - Penetrative schistosity S_{n+1} $L(min)_{n+1}$ by biotite and chlorite, trending WNW-ESE and $L(int)_{n+1}$ - Isoclinal, asymmetrical, intrafolial, rootless and sheath folds 
D_{n+2}	- Greenschist-facies metamorphism (LT/LP) - Main penetrative schistosity S_{n+2} $L(min)_{n+2}$ by chlorite, micas, quartz, albite, actinolite, trending WSW-ENE and $L(int)_{n+2}$ - Isoclinal, intrafolial, rootless and sheath folds ➔ <i>Mylonitic zones, mylonitic foliation $S(m)_{n+2}$</i> ➔ <i>Sense of shear top-to-the-NE</i> 
D_{n+3}	- Low grade metamorphism - recrystallization - Schistosity S_{n+3} $L(int)_{n+3}$ and $L(cren)_{n+3}$ - Overturned large-scale open to tight folds, chevron and box folds, conjugate fractures and kink bands - Conjugate high angle fracture system striking NNE-SSW and NW-SE. 
D_{n+4}	- Brittle deformation - Conjugate joint sets striking NNE-SSW and NE-SE - Faults

The above findings come in contrast with the recent studies of Ring et al. (2007) and Xypolias et al. (2010), who imply that main movements along the Ochi thrust zone occurred during greenschist-facies retrogression of the HP-assemblages and less penetrative ductile shearing at the base of the thrust was coeval with the growth of fine-grained HP-related minerals. Additionally, abundant early Oligocene ages (30–35 Ma, Maluski et al., 1981) for glaucophane-bearing rocks of the Ochi nappe in combination with the above observations indicate that early ductile shearing along the Ochi thrust post-dates peak HP-metamorphism of Eocene (40–50 Ma) age.

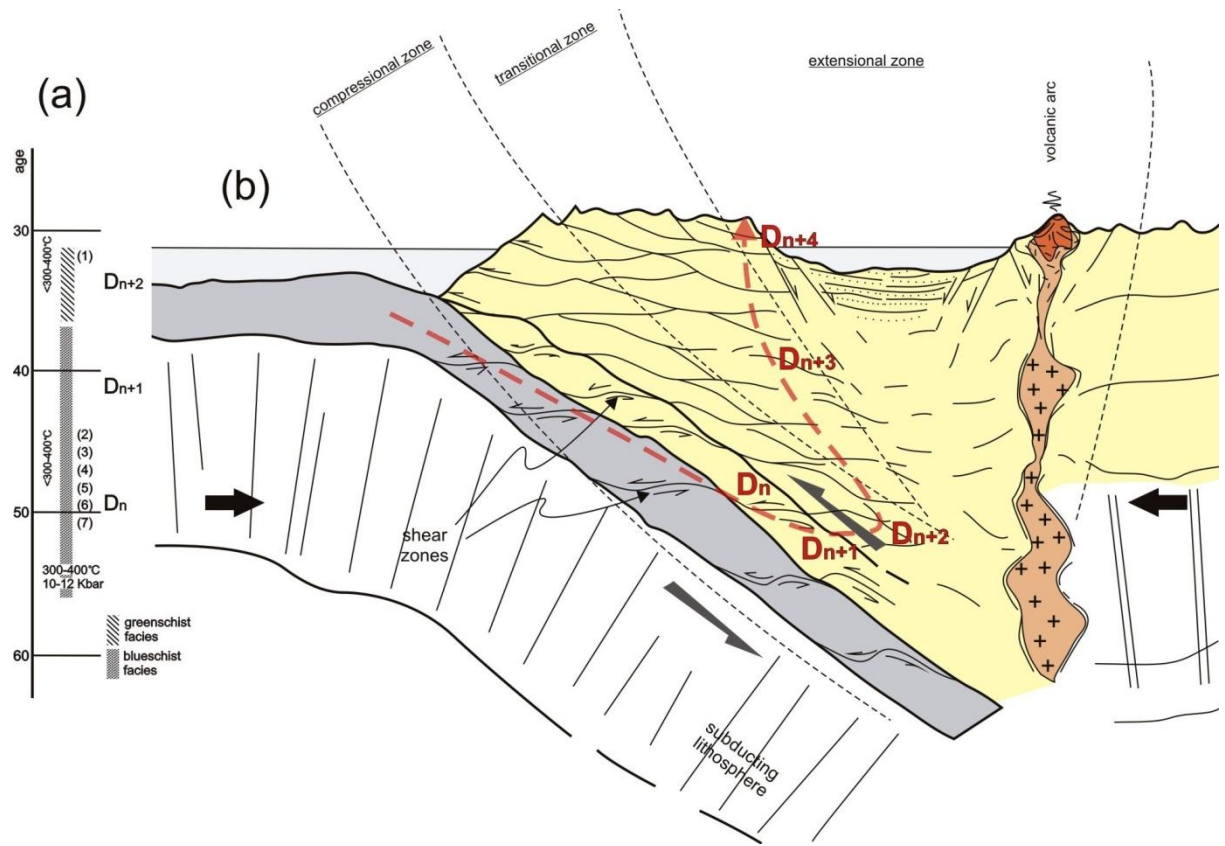


Figure 2. (a) Timechart of the southern Evia in which the metamorphic history is summarized (van Hinsbergen et al., 2005) and is associated with the deformation events of the area. Reference key: 1) Ring & Layer, 2003, 2) Bonneau & Kienast, 1982, 3) Klein-Helmkamp et al., 1995, 4) Lensky et al., 1997, 5) Maluski et al., 1981, 6) Reinecke, 1986, 7) Shaked et al., 2000. **(b)** Schematic cross section of the Hellenic orogenic arc (after Papanikolaou & Karotsieris, 2005), illustrating the subduction path and extrusion of the rocks in the study area in correlation with the deformation events, as presented in this study.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Λίγα λόγια αντί προλόγου	i
Περίληψη	ii
Abstract	iii
Extended abstract	iv
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
1.1. Περιοχή μελέτης	1
1.2. Σκοπός και μεθοδολογία εργασίας	2
1.3. Γενική γεωλογική τοποθέτηση	3
1.4. Τεκτονοστρωματογραφία Νότιας Εύβοιας και όρους Όχη	4
1.5. P-T συνθήκες και χρονολογήσεις των μεταμορφικών γεγονότων των κυανοσχιστολίθων της Ν. Εύβοιας	9
1.6. Παραμορφωτικές φάσεις στους κυανοσχιστόλιθους της Νότιας Εύβοιας	12
1.7. Προέλευση και μεταμορφική εξέλιξη του οφιολιθικού mélange της Όχης	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΙΘΟΛΟΓΙΩΝ - ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	
2.1. Γενικά	17
2.2. Ενότητα Στύρων	18
2.2.1. Μάρμαρα Στύρων	18
2.2.2. Σχιστόλιθοι Στύρων	21
2.3. Ενότητα Όχης	23
2.3.1. Μάρμαρα Όχης	23
2.3.2. Σχιστόλιθοι και χαλαζιοαστριούχα πετρώματα Όχης	25
2.3.3. Μεταβασικά πετρώματα Όχης	30
2.4. Μεταοφιολιθικό mélange	33
2.4.1. Μεταγάββροι	33
2.4.2. Μεταβασάλτες	36
2.4.3. Υπερβασικά πετρώματα	38
2.4.4. Σχιστόλιθοι εντός του μεταοφιολιθικού melange	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΟΡΥΚΤΟΧΗΜΕΙΑ	
3.1. Γενικά	43
3.2. Μαρμαρυγίες	43
3.3. Χλωρίτης	47
3.4. Άστριοι	48
3.5. Ομάδα επιδότου	49
3.6. Πιεμοντίτης	50
3.7. Πουμπελλυίτης	50
3.8. Λωζονίτης	51
3.9. Σερπεντίνης	52
3.10. Πυρόξενοι	53
3.11. Αμφίβολοι	57
3.12. Γρανάτες	61

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

4.1.	Εισαγωγή	63
4.2.	Περιγραφή τεκτονικού ιστού	63
4.2.1.	Πρωτογενείς δομές	63
4.2.2.	Παραμορφωτική φάση D_n	64
4.2.3.	Παραμορφωτική φάση D_{n+1}	69
4.2.4.	Παραμορφωτική φάση D_{n+2}	73
4.2.5.	Παραμορφωτική φάση D_{n+3}	82
4.2.6.	Παραμορφωτική φάση D_{n+4}	87

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ανακεφαλαίωση – Συμπεράσματα	91
------------------------------	----

Βιβλιογραφία	103
---------------------	-----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	109
------------------	-----

Συντομογραφίες ορυκτών φάσεων	110
Πίνακας Συντεταγμένων Χ-Υ	111
Πίνακας SEM	112
Χημικές αναλύσεις ορυκτών φάσεων	113
Υπόμνημα τεκτονικών χαρτών	151

ΧΑΡΤΕΣ

Γεωλογικός Χάρτης Όρους Όχης, κλίμακα χαρτογράφησης 1:5000	
Γεωλογικός – Τεκτονικός χάρτης Καταφυγίου Όχης, κλίμακα χαρτογράφησης 1:2000	
Γεωλογικός – Τεκτονικός χάρτης Αγίας Παρασκευής Όχης, κλίμακα χαρτογράφησης 1:2000	
Γεωλογικός – Τεκτονικός χάρτης Δεξαμενής Όχης, κλίμακα χαρτογράφησης 1:2000	
Τεκτονικός χάρτης Καταφυγίου Όχης, κλίμακα χαρτογράφησης 1:2000	
Τεκτονικός χάρτης Αγίας Παρασκευής Όχης, κλίμακα χαρτογράφησης 1:2000	
Τεκτονικός χάρτης Δεξαμενής Όχης, κλίμακα χαρτογράφησης 1:2000	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής εστιάζεται στο νότιο τμήμα της νήσου Εύβοιας. Πρόκειται για το ορεινό συγκρότημα βόρεια της παράκτιας πόλης της Καρύστου, γνωστό με το όνομα Όχη (εικ. 1.1).

Το όρος της Όχης αποτελείται από δύο κορυφές, του Προφήτη Ηλία στα νότια (1399m) και του Γιούδα βόρεια (1386m). Σχηματίζεται συνεπώς, ένας επιμήκης ορεινός όγκος με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ, η ιδιομορφία και το ανάγλυφο του οποίου δίνουν δύο διαφορετικές εικόνες των περιοχών εκατέρωθεν αυτού. Οι βορειοδυτικές πλαγιές του όρους είναι απότομες, δασώδεις και διατρέχονται από πολλά φαράγγια που καταλήγουν στο Αιγαίο Πέλαγος, ενώ οι νοτιοανατολικές έχουν πιο ομαλό ανάγλυφο και λιγότερη βλάστηση.



Εικόνα 1.1: Προοπτική της περιοχής μελέτης στη Νότια Εύβοια (πηγή Google Earth). Εκατέρωθεν της κορυφογραμμής του όρους της Όχης σημειώνονται με κόκκινο στίγμα οι τρεις κύριες περιοχές.

Στην κορυφή της Όχης απαντά το μεγαλύτερο, αρχαιότερο και καλύτερα διατηρημένο οικοδόμημα της ευρύτερης περιοχής, γνωστό με το όνομα «Δρακόσπιτο». Είναι χτισμένο από μεγάλους τετραγωνισμένους ογκόλιθους, με περίτεχνο τρόπο σύνδεσης και μοναδική αρχιτεκτονική. Η πρώτη ύλη είναι από πετρώματα της γύρω περιοχής και έχει χρονολογηθεί στα τέλη του 4ου με αρχές του 3ου αιώνα π.Χ.

Στα ανατολικά του όρους και σε υψόμετρο 900-1000m, βρίσκεται ένα μικρό αιωνόβιο δάσος από άγριες καστανιές (Καστανόλογγος Όχης) που καλύπτουν έκταση 600 περίπου στρεμμάτων. Δίπλα στο δάσος υπάρχει ορειβατικό καταφύγιο, ενώ η όλη περιοχή έχει ενταχθεί στα Τοπία Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους της Ελλάδας.

1.2. Σκοπός και μεθοδολογία εργασίας

Ο κύριος σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η μελέτη της τεκτονικής δομής και εξέλιξης της περιοχής του όρους της Όχης, ο καθορισμός των λιθολογιών των τεκτονικών ενοτήτων που απαντούν σε αυτήν, καθώς και το είδος των επαφών μεταξύ τους.

Καθώς στην περιοχή απαντούν μεταμορφωμένα πετρώματα, κρίθηκε αρχικά σκόπιμο να γίνει όσο το δυνατόν ακριβέστερη προσέγγιση και περιγραφή των γεωλογικών σχηματισμών, με σκοπό να προσδιοριστούν οι διάφοροι λιθολογικοί τύποι, οι συνθήκες μεταμόρφωσής τους και, εάν είναι εφικτό, να γίνει μια προσέγγιση της προέλευσής τους.

Για την όσο το δυνατόν ακριβέστερη προσέγγιση και περιγραφή των ενοτήτων της περιοχής κρίθηκε αρχικά σκόπιμο να προσδιοριστούν οι γεωλογικοί σχηματισμοί που τις αποτελούν και οι διάφοροι λιθολογικοί τύποι των σχηματισμών. Για το λόγο αυτό, πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία πετρωμάτων από όλη την περιοχή μελέτης.

Συλλέχθηκαν συνολικά 143 δείγματα, τα περισσότερα εκ των οποίων χρησίμευσαν για την παρασκευή λεπτών τομών οπτικού μικροσκοπίου διερχόμενης δέσμης (πολωτικό μικροσκόπιο), καθώς και στιλπνών λεπτών τομών για ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (Scanning Electron Microscopy). Οι πρώτες χρησίμευσαν για την περιγραφή των λιθολογιών και τη μικροτεκτονική τους ανάλυση. Οι δεύτερες αποτέλεσαν σημαντικό εργαλείο για τον ακριβή προσδιορισμό των ορυκτολογικών παραγενέσεων, αλλά και για τη σύγκριση της ορυκτοχημείας μεταξύ πετρωμάτων διαφορετικών ενοτήτων. Δεδομένου ότι η περιοχή μελέτης έχει υποστεί αλληπάλληλα μεταμορφικά γεγονότα, η αναζήτηση και ανεύρεση ορυκτών εγκλεισμάτων αποτελεί σημαντικό παράγοντα καθορισμού της μεταμορφικής πορείας και εξέλιξής της.

Το βασικό κομμάτι της παρούσας εργασίας αποτέλεσε η γεωλογική χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:5000, χρησιμοποιώντας:

- Τοπογραφικά διαγράμματα της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού, με κωδικούς 6542/3, 4, 5, 6.
- Ορθοφωτοχάρτες κλίμακας 1:5.000 με κωδικούς 536-209, 536-212, 540-209 και 540-212.
- Γεωλογικό χάρτη, κλίμακας 1:50.000 του Ι.Γ.Μ.Ε, φύλλο Κάρυστος – Πλατανιστός.

Σε τρεις περιπτώσεις κρίθηκε σκόπιμη η χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:2000, έτσι ώστε να αποτυπωθούν με μεγαλύτερη λεπτομέρεια οι μακροσκοπικές τεκτονικές δομές και να απαντηθούν καίρια ερωτήματα για το είδος των επαφών μεταξύ των λιθολογιών και των ενοτήτων. Τα τοπογραφικά υπόβαθρα για αυτές τις χαρτογραφήσεις προήλθαν από μεγέθυνση των υπαρχόντων διαγραμμάτων 1:5.000 της Γ.Υ.Σ. Τις περιπτώσεις αυτές αποτέλεσαν η περιοχή του καταφυγίου στο ανατολικό τμήμα της κορυφής του όρους, η περιοχή της δεξαμενής νερού στο βορειοδυτικό τμήμα και η ευρύτερη περιοχή της Αγίας Παρασκευής στα νοτιοδυτικά (**εικ. 1.1**).

Για τον προσδιορισμό της τεκτονικής ανάλυσης και τον καθορισμό των παραμορφωτικών φάσεων των ενοτήτων συνδυάστηκαν στοιχεία εργασίας υπαίθρου και μακροσκοπικές παρατηρήσεις, με δεδομένα από τη μελέτη λεπτών τομών προσανατολισμένων δειγμάτων στο πολωτικό μικροσκόπιο.

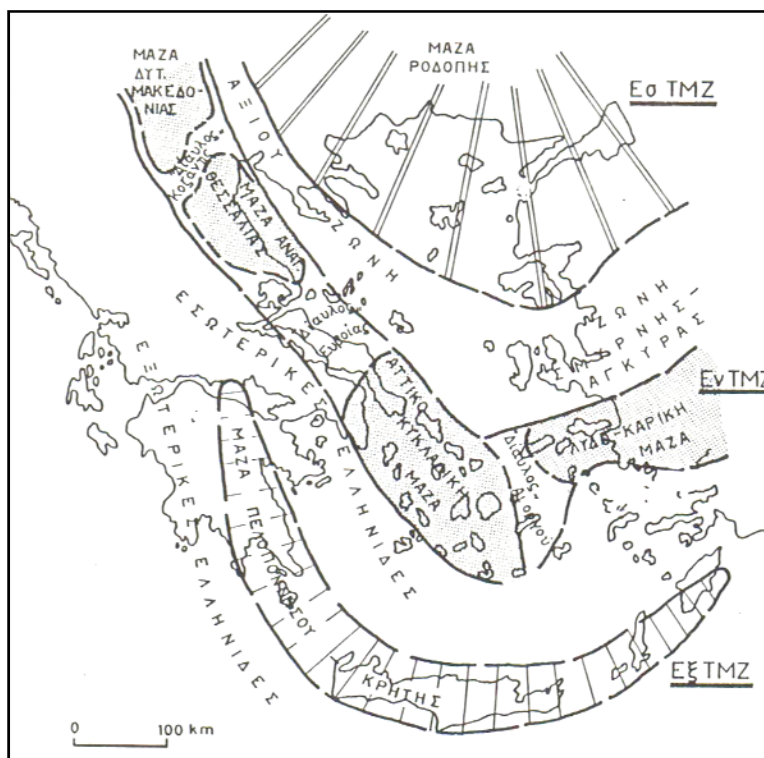
Σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκαν βιβλιογραφικά στοιχεία ως δεδομένα, ενώ υιοθετήθηκε η διάκριση των ενοτήτων της περιοχής σε Ενότητα Στύρων και Ενότητα Όχης, παρόλο που υπάρχουν αντικρουόμενες απόψεις για το εάν πρόκειται για μία ή για δύο ξεχωριστές ενότητες. Έγινε προσπάθεια προσέγγισης του ζητήματος αυτού μέσα από συγκριτικές παρατηρήσεις της ορυκτοχημείας των λιθολογιών, σίγουρα όμως αυτό αποτελεί τα πρώτα μόνο στάδια μιας χρονοβόρας έρευνας, εκτός των πλαισίων μιας μεταπτυχιακής διατριβής.

1.3. Γενική γεωλογική τοποθέτηση

Πολλοί ερευνητές έχουν μελετήσει την πολύπλοκη τεκτονική δομή και εξέλιξη της ευρύτερης περιοχής των Κυκλάδων, καθιστώντας την ως ένα από τα πιο πολυμελετημένα πεδία. Στο χώρο αυτό έχουν καταγραφεί όλα τα επιμέρους στάδια του Αλπικού ορογενετικού κύκλου, το τελικό αποτέλεσμα του οποίου είναι οι εκτεταμένες αποκαλύψεις των μεταμορφωμένων πετρωμάτων υψηλών πιέσεων-χαμηλών θερμοκρασιών (HP/LT) (Durr et al., 1978, Ridley, 1984, Avigad & Garfunkel, 1991, Gautier & Brun, 1994).

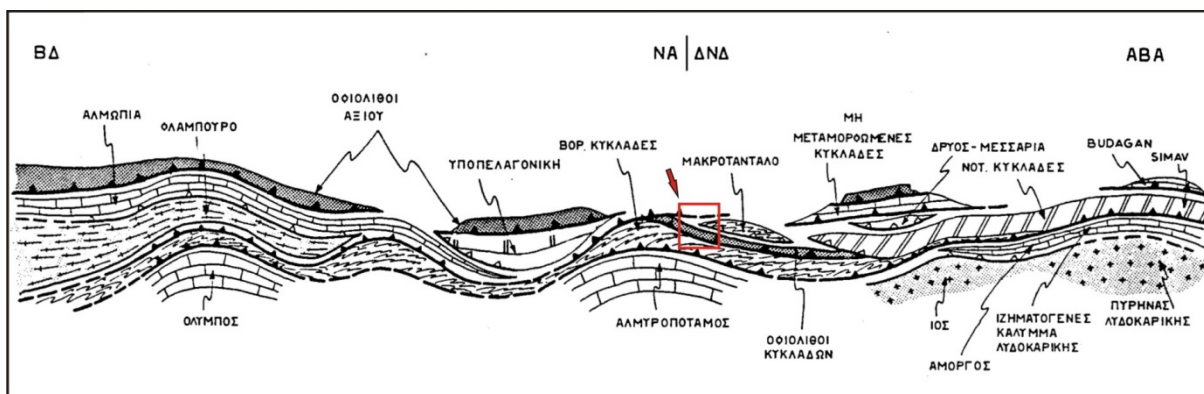
Μία από τις κύριες ενότητες της περιοχής αποτελεί η τεκτονική ενότητα των Κυανοσχιστολίθων των Κυκλάδων (Cycladic Blueschist Unit), η βορειοδυτική απόληξη της οποίας απαντάται στην Νότια Εύβοια. Η ενότητα αυτή αντιπροσωπεύεται από μεταμορφωμένες Μεσοζωϊκές ανθρακικές ακολουθίες, κλαστικούς σχηματισμούς και ηφαιστειακά πετρώματα (Dürr et al., 1978), με χαρακτηριστικές εμφανίσεις κατά τόπους οφιολιθικών συμπλεγμάτων, συνήθως υπό μορφή *mélange* (Jacobshagen, 1986, Dixon & Ridley, 1987, Papanikolaou, 1987, Papanikolaou, 2008).

Ο χώρος της νοτιοανατολικής Εύβοιας αποτελεί τμήμα της Ενδιάμεσης Τεκτονομεταμορφικής Ζώνης των Ελληνίδων (εικ. 1.2) (Παπανικολάου, 1984, 1986). Πρόκειται για έναν πολύπλοκο χώρο που χαρακτηρίζεται από πολλές αποσφηνούμενες τεκτονικές ενότητες κυανοσχιστολίθων και μεγάλα τεκτονικά παράθυρα ενοτήτων των Εξωτερικών Ελληνίδων.



Εικόνα 1.2: Η Αιτικοκυκλαδική Μάζα ως τμήμα της Ενδιάμεσης Τεκτονομεταμορφικής Ζώνης κατά Brunn, (1956).

Σύμφωνα με τον Παπανικολάου (1988), η ενότητα των Στύρων ταυτίζεται με την ενότητα των Βορείων Κυκλάδων και το μεταοφιολιθικό σύμπλεγμα με τους «οφιόλιθους Κυκλάδων». Η ενότητα Όχης εμφανίζεται και στη βόρεια Άνδρο και αναφέρεται ως ενότητα Μακροτάνταλου-Όχης (Papanikolaou, 1978, **εικ. 1.3**). Παρουσιάζει κυανοσχιστολιθική μεταμόρφωση, ίδια τεκτονική δομή, αλλά άλλη λιθοστρωματογραφία σε σχέση με την ενότητα Βορείων Κυκλάδων, ενώ η επώθηση της πρώτης πάνω στη δεύτερη αποτελεί μια πολύπλοκη τεκτονική επαφή, τόσο στο νησί της Άνδρου, όσο και της Εύβοιας.



Εικόνα 1.3: Η θέση της περιοχής μελέτης στη δομή της Ενδιάμεσης Τεκτονοστρωματογραφικής Ζώνης των Ελληνίδων, κατά Παπανικολάου, 1988. Σημειώνονται οι κυριότερες τεκτονικές ενότητες και οι κυριότερες τεκτονικές επαφές

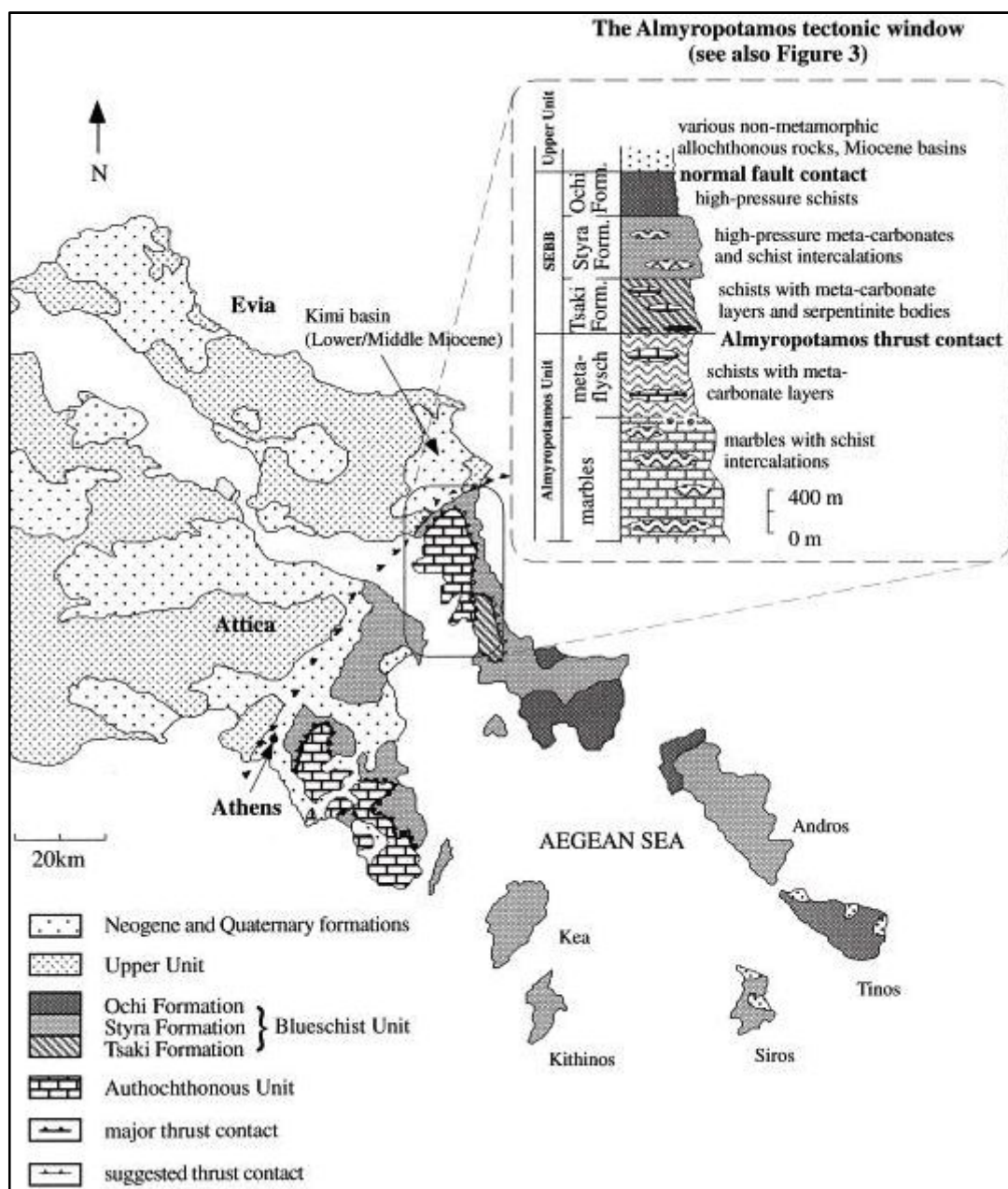
Ο Katsikatsos (1977) συμπεριέλαβε τους σχηματισμούς της Νότιας Εύβοιας, της Νότιας Αττικής και των Κυκλάδων σε μία ενότητα που την ονόμασε «Νεοελληνικό Τεκτονικό Κάλυμμα» ή «Τεκτονικό κάλυμμα κυανοσχιστολίθων». Ο ίδιος ερευνητής αναφέρει ότι αποτελούνται κυρίως από μεταμορφωμένα πετρώματα ιζηματογενούς και λιγότερο μαγματικής προέλευσης, όπως σχιστόλιθους πρασινοσχιστολιθικής έως κυανοσχιστολιθικής κυρίως φάσης, χαλαζίτες και μεταβασίτες. Οι Katzir et al. (2007) θεωρούν μάλιστα ότι τα νησιά των κεντρικών Κυκλάδων (Νάξος, Πάρος) αντιστοιχούν σε πετρώματα ηπειρωτικής προέλευσης, ενώ παρατηρείται μία αλλαγή σε πιο πελαγικές και αβυσσικές ακολουθίες κατά τη μετάβαση προς τα νησιά των ΒΔ Κυκλάδων (Σύρος, Τήνος, Άνδρος) και τη Νότια Εύβοια.

1.4. Τεκτονοστρωματογραφία Νότιας Εύβοιας και όρους Όχη

Στην περιοχή της Νότιας Εύβοιας απαντώνται δύο κύριες τεκτονικές ενότητες: η σχετικά αυτόχθονη ενότητα Αλμυροποτάμου και η υπερκείμενη αλλόχθονη Ενότητα των Κυανοσχιστολίθων Κυκλάδων (**εικ. 1.4**) (Dürr et al., 1978, Katsikatsos et al., 1986, Papanikolaou, 1987).

Στη βάση της η Ενότητα Αλμυροποτάμου αποτελείται κυρίως από μια παχειά ακολουθία (~2000m) από ανθρακικά πετρώματα Μεσοζωικής-Καινοζωικής ηλικίας, τα οποία έχουν μεταμορφωθεί σε μάρμαρα. Ακολουθεί ένας σχηματισμός πάχους 1500m από μεταχαλαζίτες, μεταπηλίτες και κάποιες ενδιαστρώσεις μαρμάρων, ο οποίος έχει θεωρηθεί σαν ο μεταφλύσχος της εν λόγω ενότητας. Απολιθωματοφόροι ορίζοντες στα ανώτερα στρώματα των μαρμάρων υποδηλώνουν ότι η ιζηματογένεση στην πλατφόρμα του Αλμυροποτάμου, συνεχίστηκε τουλάχιστον μέχρι το Μέσο Ηώκαινο (Dubois & Bignonot, 1979) και κατά συνέπεια, η μεταμόρφωσή της είναι σίγουρα μεταγενέστερη. Με βάση την ιζηματογένεση και την τεκτονική θέση της ενότητας, θεωρήθηκε ότι ανήκει στις Εξωτερικές Ελληνίδες (Papanikolaou, 1984, 1986, Katsikatsos et al., 1986, Okay, 1989).

Η Ενότητα Κυανοσχιστολίθων Κυκλάδων στη Νότια Εύβοια απαρτίζεται από τρεις επιμέρους τεκτονικές ενότητες-καλύμματα, που συμπεριλαμβάνουν πετρώματα με παραγενέσεις ορυκτών υψηλών πιέσεων (Katsikatsos, 1991a, b). Από την τεκτονικά κατώτερη προς την τεκτονικά ανώτερη, είναι οι ενότητες Τσακαίων, Στύρων και Όχης (**εικ. 1.4**):



Εικόνα 1.4: Γενικός γεωλογικός χάρτης της Νότιας Εύβοιας (Katsikatsos et al., 1986, τροποποιημένος από Shaked et al., 2000). Διακρίνονται οι ενότητες του Αλμυροποτάμου και των Κυανοσχιστολίθων Κυκλάδων, καθώς και η επώθηση της δεύτερης πάνω στην πρώτη. Η στρωματογραφική κολώνα είναι κατά Katsikatsos, (1991a,b), Katsikatsos et al., (1986), τροποποιημένη από Avigad et al., (1997).

Ενότητα Τσακαίων

Η τεκτονική ενότητα των Τσακαίων απαρτίζεται κυρίως από μαρμαρυγιακούς-χλωριτικούς σχιστόλιθους, με εμφανίσεις ακάθαρτων μαρμάρων προς τα ανώτερα τμήματά της. Κοντά στην επαφή με τον υποκείμενο μεταφλύσχη του Αλμυροποτάμου απαντώνται μεγάλα σώματα σερπεντινιτών, καθώς και αρκετά μικρότεροι φακοί μεταγάβρων και μεταβασαλτών μέσα σε μεταπηλιτικούς σχίστες. Συχνά, αυτή η ενότητα αναφέρεται και ως «οφιολιθικό mélange Τσακαίων».

Ενότητα Στύρων

Η ενότητα των Στύρων αποτελείται από μια παχιά ακολουθία (περίπου 2000m) μαρμάρων και σιπολινών, με ενδιαστρώσεις σχιστολίθων και χαλαζιτών, μεταπηλίτες,

καθώς και μεταβασιικούς και σερπεντινιτικούς φακούς κοντά στη βάση του. Οι σχιστολιθικές παρεμβολές στον ορίζοντα μαρμάρων – σιπολινών είναι συχνές, με πάχος που κυμαίνεται από λίγα μέχρι μερικές εκατοντάδες μέτρα. Τα μάρμαρα είναι νηριτικά στη βάση και πελαγικά προς την οροφή, ενώ οι σχιστόλιθοι στην οροφή της κολώνας αποτελούν ένα είδος μεταμορφωμένου άγριου φλύσχη με μεγάλα τεμάχη μετα-οφιολίθων και άλλων πετρωμάτων (Papanikolaou, 1978).

Ενότητα Όχης

Η τεκτονικά ανώτερη ενότητα της Όχης εντοπίζεται κυρίως στο νοτιότατο τμήμα της Εύβοιας, αντιπροσωπεύοντας το οφιολιθικό mélange των ανώτατων τμημάτων της Κυανοσχιστολιθικής ενότητας. Περιλαμβάνει τεμάχη μεταγάβρων, μεταβερλιτών και μεταβασαλτών μέσα σε μία μάζα από έντονα τεκτονισμένο, εξαλλοιωμένο και ανακατεμένο υλικό από σερπεντίνη και μεταπηλιτικά πετρώματα, καθώς και μεταρυόλιθους, πιεμοντιτικούς χαλαζίτες (cherts), χαλαζίτες και σχιστόλιθους (Jacobschagen, 1986, Κατσικάτσος, 1991, Katzir et al., 2000, Shaked et al., 2000). Απομονωμένοι φακοί βασικών και υπερβασικών πετρωμάτων απαντώνται σε όλη τη στήλη της ενότητας, η κύρια όμως εμφάνισή τους περιορίζεται κατά μήκος της τεκτονικής επαφής με την υποκείμενη ενότητα Στύρων (Xyrolías et al., 2010). Το πάχος της σειράς υπερβαίνει τα 2000m (Κατσικάτσος, 1991).

Η τεκτονική επαφή των δύο τελευταίων ενότητων αποτελεί μία διατμητική ζώνη επώθησης του καλύμματος της Όχης πάνω σε αυτό των Στύρων, μια ζώνη διάτμησης, δηλαδή με φορά κίνησης προς τα Α-ΒΑ (Ring et al., 2007, Xyrolías et al., 2010).

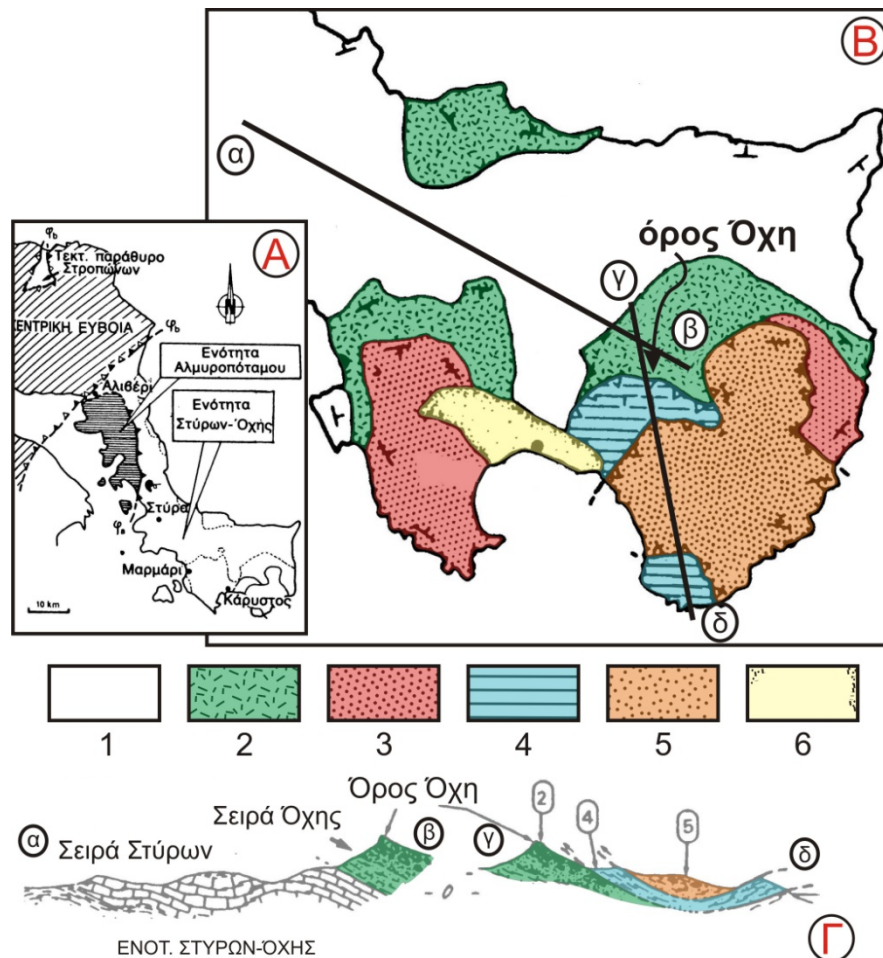
Η τεκτονική επαφή μεταξύ των ενότητων του Αλμυροποτάμου και των Κυανοσχιστολίθων Κυκλάδων αποτελεί μία μεγάλη επώθηση πλαστικού χαρακτήρα (Jacobschagen, 1986, Kessel, 1990, Avigad et al., 1997, Xyrolías et al., 2003) (**εικ. 1.4**), αν και η κινηματική της τοποθέτησης των κυανοσχιστολίθων πάνω στην ενότητα βάσης αποτελεί ακόμα ένα θέμα προς εξέταση, καθώς υπάρχουν αντικρουόμενες απόψεις. Τεκτονικές παρατηρήσεις στην εν λόγω περιοχή οδήγησαν τους Shaked et al., (2000), στο συμπέρασμα ότι πρόκειται για μία επωθητική κίνηση με διεύθυνση προς τα ΝΑ, τους Xyrolías et al., (2003) προς τα Α-ΒΑ και τους Ring et al., (2007) προς τα Δ-ΝΔ.

Οι σχηματισμοί της ενότητας της Όχης μελετήθηκαν λεπτομερώς από τους Ph. & D. Bavaγ, (1980) και μετέπειτα από τον Vergely, (1984), οι οποίοι και τη χώρισαν περαιτέρω σε διάφορες λιθολογικές και τεκτονικές υποενότητες, οι οποίες από τις τεκτονικά κατώτερες προς τις ανώτερες είναι (**εικ. 1.5**):

- Υποσειρά Όχης: Αποτελεί το κατώτερο σχιστολιθικό σύνολο, το οποίο προς τα πάνω εμπλουτίζεται βαθμιαία από αλλόχθονα τεμάχη βασικών και υπερβασικών πετρωμάτων, ενώ απαντώνται επίσης μετατοφίτες και μεταβασίτες (**εικ. 1.6**). Σε ανώτερα τμήματα της σειράς απαντάται ένα mélange από τεμάχη ποικίλου μεγέθους και λιθολογικής σύστασης, όπως μεταβασιτών, σερπεντινιτών και μεταραδιολαριτών. Το μέγιστο πάχος αυτού του χαοτικού συμπλέγματος απαντάται στο όρος Όχη (**εικ. 1.6**). Στα ανώτατα τμήματα της σειράς έχει δοθεί το όνομα υπο-Σειρά Παξιμάδας η οποία αποτελείται από εναλλασσόμενους χαλαζίτες, χαλαζιο-αστριούχους και μοσχοβιτικούς σχιστόλιθους, ενώ χαρακτηρίζεται από την παρουσία φακοειδών παρεμβολών όξινων μεταλαβών.
- Υποσειρά Κακής Σκάλας: Υπέρκειται τεκτονικά της προηγούμενης και αποτελείται κυρίως από χαλαζίτες και μάρμαρα, που προς τα πάνω εξελίσσονται σε χαλαζιακούς σχιστόλιθους. Οι κατώτεροι σχηματισμοί της Κακής Σκάλας αποτελούν πλευρική μετάβαση των ανώτερων μελών του ορίζοντα Μαρμάρων – Σιπολινών των Στύρων, ενώ

οι ανώτεροι σχηματισμοί της ταυτίζονται με τους σχηματισμούς βάσης της υπο-σειράς Όχης (εικ. 1.6).

- Υποσειρά Καστρίου: Καί αυτή υπέρκειται τεκτονικά της υποσειράς Όχης. Το κατώτερο τμήμα της αποτελείται κυρίως από χαλαζιακούς σχιστόλιθους πάχους εκατοντάδων μέτρων, παρουσιάζοντας πολλές αναλογίες με την υπο-σειρά Παξιμάδας. Το ανώτερο τμήμα είναι πλούσιο σε μεγάλα τεμάχια ποικίλης λιθολογικής σύστασης (μεταβασίτες, μάρμαρα κ.ά.), μέσα σε ένα σχιστολιθικό περιβάλλον με παρεμβολές από μετατόφφους και μεταβασίτες (εικ. 1.6). Στο ανώτατο τμήμα απαντώνται εναλλαγές μετα-αρκοζών και σιπολινών.

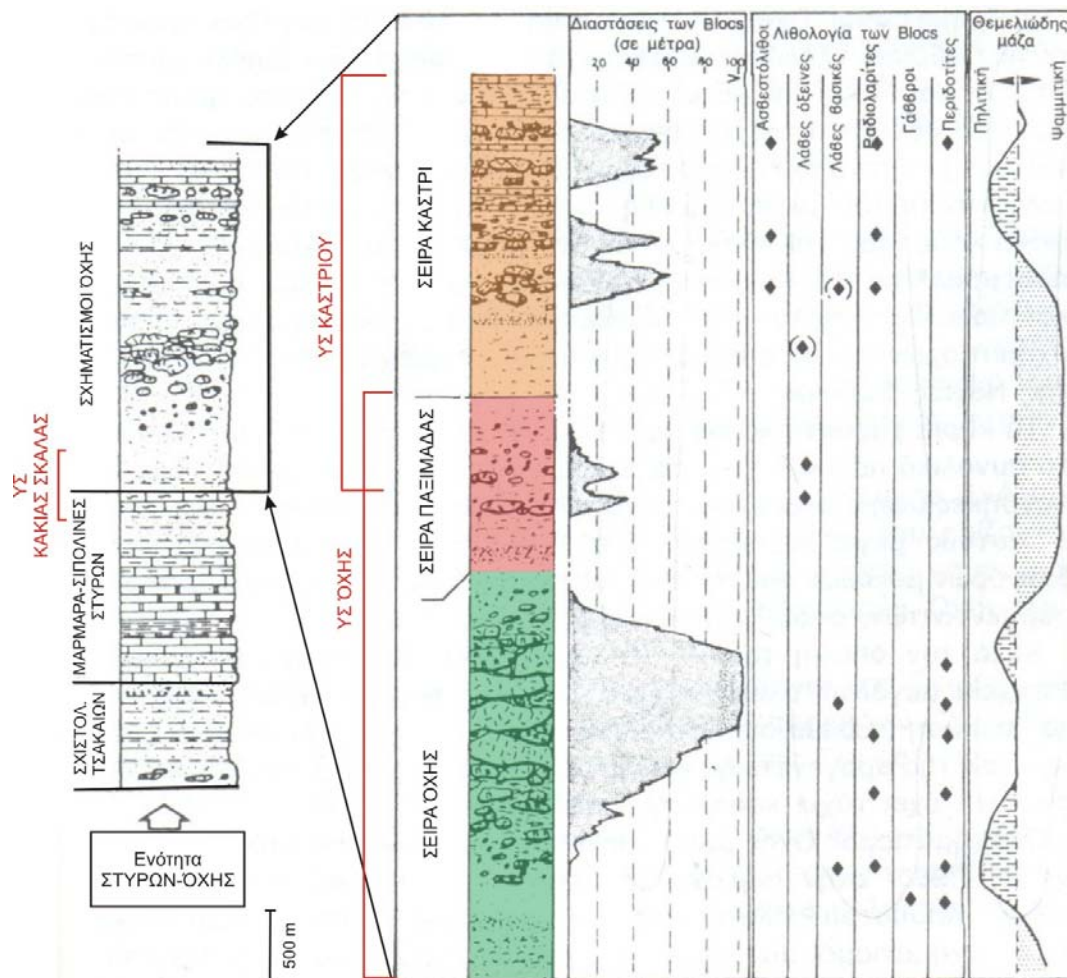


Εικόνα 1.5: Λιθοστρωματογραφία - τεκτονική της Νότιας Εύβοιας κατά Vergely, (1984).

(Α) Σχηματικός τεκτονικός χάρτης Νότιας Εύβοιας, όπου φαίνεται η τεκτονική επαφή της ενότητας Στύρων-Όχης με του Αλμυροποτάμου και φ-β η τεκτονική επαφή της Νότιας Εύβοιας με την Βόρεια (sensu lato). (Β) Τεκτονικός χάρτης της Νότιας Εύβοιας (από D & Ph. Banay, 1980), όπου 1: Σειρά Στύρων, 2: Σειρά Όχης (sensu stricto), 3: Σειράς Παξιμάδας, 4: Σειρά Κακής Σκάλας, 5: Σειρά Καστρί, 6: Νεογενείς και Τεταρτογενείς αποθέσεις. (Γ) Γεωλογικές τομές α-β και c-d (τα αντίστοιχα σημεία στο χάρτη Β).

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στα ανώτερα τμήματα της υπο-σειράς Όχης απαντάται ένα χαοτικό σύμπλεγμα, το πάχος του οποίου φτάνει τα 300m και απαρτίζει το σύνολο της κορυφής του όρους της Όχης. Οι Katzir et al., (2000), πραγματο-ποίησαν λεπτομερή χαρτογράφηση σε τμήμα αυτής της εμφάνισης, δίνοντας μία σαφή εικόνα για τη λιθοστρωματογραφία και την πετρολογία του «οφιολιθικού mélange της Όχης», όπως ονόμασαν το σύστημα αυτό.

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να γίνει μία σύντομη βιβλιογραφική περιγραφή των υπερβασικών και μεταβασικών λιθολογιών, που απαντούν κυρίως στο όρος της Όχης,



Εικόνα 1.6: Περιγραφή λιθολογιών των υπο-σειρών της Νότιας Εύβοιας κατά Ph. & D. Bavan, (1980), Vergely, (1984). **(α)** Λιθοστρωματογραφική στήλη της Ενότητας Στύρων-Όχης, **(β)** Λεπτομερής λιθοστρωματογραφική στήλη των σχηματισμών της Όχης, όπου παρουσιάζονται τα μεγέθη των τεμαχών, η λιθογραφία τους και το είδος της θεμελιώδους μάζας τους.

μιας και αυτά αποτέλεσαν ένα σημαντικό όγκο των πετρωμάτων που εξετάστηκαν από τεκτονικής και ορυκτολογικής-ορυκτοχημικής άποψης στα πλαίσια της παρούσας μελέτης. Η περιγραφή και κατάταξή τους γίνεται κατά τους Katzir et al., (2000).

Υπερβασικά πετρώματα

Πρόκειται για σερπεντινίτες με ποικιλοβλαστικό πρισματικό διοψίδιο μέσα σε θεμελιώδη μάζα από σερπεντίνη. Έχουν χαρακτηριστικό ψευδομορφικό ιστό λιζαρδίτη από ολιβίνη (Wicks & Whittaker, 1977). Ο πρωτογενής πυριγενής ιστός επικαλύπτεται από μεταμορφική παραγένεση που περιλαμβάνει αντιγορίτη, διοψίδιο (μεταμορφικό) και τρεμολίτη.

Στις επαφές των υπερβασικών φακών με τα περιβάλλοντα πετρώματα, αναπτύσσεται ζώνη μέλανος τοίχου (blackwall zone) από έντονα παραμορφωμένο (φυλλονιτωμένο) χλωριτικό-τρεμολιτικό σχιστόλιθο, με πορφυροκλάστες υπολειμματικών αμφιβόλων.

Σώματα μεταγάβρων

Τα μεγάλα τεμάχια μεταγάβρων στο βουνό της Όχης είναι τύπου flaser και παρουσιάζουν χαρακτηριστικό πορφυροκλαστικό ιστό από μεγάλους υπολειμματικούς κόκκους αυγίτη μέσα σε μία καλά προσανατολισμένη θεμελιώδη μάζα από μαρμαρυγίες ή/και χλωρίτη, τόσο της κυανοσχιστολιθικής, όσο και της πρασινοσχιστολιθικής φάσης μεταμόρφωσης.

Μεταβασάλτες

Οι μεταβασάλτες απαντούν στο όρος της Όχης είτε σαν παραμορφωμένα τεμάχια (boudins) διαφόρων μεγεθών, είτε σαν υπολλειμματικές μορφές pillow λαβών. Συχνά διατηρούν πολύ καλά τα ορυκτά της πρώτης φάσης μεταμόρφωσης υψηλών πιέσεων. Τα εξωτερικά τμήματα των τεμαχίων είναι κατά τόπους λατυποποιημένα, με γωνιώδεις κλάστες Na-ούχων πυρόξενων μέσα σε θεμελιώδη μάζα από γλαυκοφανή, αλβίτη και χαλαζία. Στον πυρήνα απαντά λεπτόκοκκος κυρίως ομφακίτης, ενώ μεγαλύτεροι κόκκοι αυτού αναπτύσσονται στα περιθώρια αλβιτικών φλεβών που κόβουν τη φύλλωση. Αλβίτης, χλωρίτης και φεγγίτης απαντούν σε διάκενα και συνθέτουν τη δεύτερη μεταμορφική φάση.

1.5. P-T συνθήκες και χρονολογήσεις των μεταμορφικών γεγονότων των κυανοσχιστολίθων της Ν. Εύβοιας

Για την προσέγγιση των μεταμορφικών συνθηκών των ενοτήτων της Νότιας Εύβοιας κρίνεται σκόπιμη η σύντομη παράθεση στοιχείων που αφορούν το σύνολο της Ενότητας Κυανοσχιστολίθων Κυκλάδων, αφού σε πολλές περιπτώσεις οι μελέτες είχαν συγκριτικό χαρακτήρα. Γίνεται συνεπώς μικρή βιβλιογραφική αναφορά και ακολουθούν τα συμπεράσματα ερευνητών, που προέκυψαν από τις συσχετίσεις των συνθηκών μεταμόρφωσης στα επιμέρους τμήματα της κυανοσχιστολιθικής ενότητας.

Οι πετρολογικές μελέτες για την Ενότητα Κυανοσχιστολίθων των Κυκλάδων στο σύνολό της, δείχνουν μία μεταμορφική πορεία που περιλαμβάνει μία πρώτη μεταμορφική φάση M1 από επίδοτο-κυανοσχιστολιθικές συνθήκες ($T_{\max} \sim 450^{\circ}\text{C}$, $P_{\min} \sim 11$ kbar, σε βάθος 40 km) έως και εκλογιτικές ($T \sim 500^{\circ}\text{C}$ και $P \ 15 \pm 3$ kbar) κατά το Άνω Κρητιδικό, ακολουθούμενη από μία δεύτερη M2 σε συνθήκες πρασινοσχιστολιθικής έως πουμπελλυϊτικής-ακτινολιθικής φάσης μεταμόρφωσης ($T_{\max} \sim 350^{\circ}\text{C}$, $P \sim 4-7$ kbar, σε βάθος 15–25 km) κατά το όριο Ολιγοκαίνου-Μειοκαίνου (25 Ma) (Altherr et al., 1979, Blake et al., 1981, Maluski et al., 1981, Bonneau & Kienast, 1982, Bröcker, 1990, Baltatzis, 1996, Shaked et al., 2000, Katzir et al., 2000, Tomascheck et al., 2003, Bröcker et al., 2004).

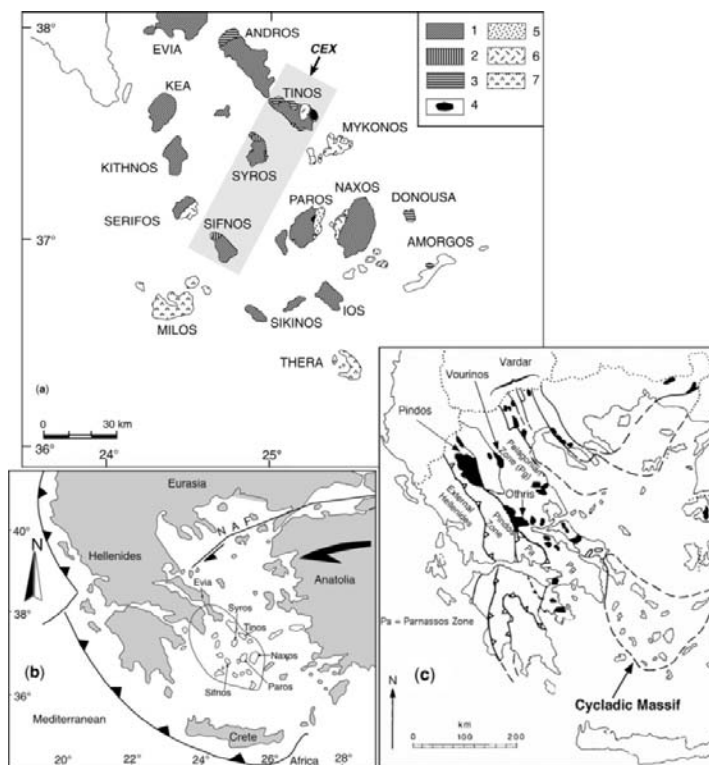
Ανάμεσα στα HP/LT πετρώματα της νότιας Εύβοιας έχουν αναφερθεί υπολλειμματικές εμφανίσεις κυανοσχιστολιθικών πετρωμάτων χαμηλότερου βαθμού μεταμόρφωσης που περιέχουν λωζονίτη (Bavay & Romain-Bavay, 1980, Blake et al., 1981, Bonneau & Kienast, 1982, Reinecke, 1986, Katzir et al., 2000), γεγονός το οποίο αποδίδεται σε πρόδρομο στάδιο μεταμόρφωσης, σε συνθήκες 300°C και 8Kbar (Blake et al., 1981, Bonneau & Kienast, 1982).

Μεταμορφικό γεγονός M1

Σύμφωνα με τις πιο πρόσφατες εργαστηριακές έρευνες U-Pb σε ζιρκόνια από τη Σύρο, το μεταμορφικό γεγονός υψηλών πιέσεων M1 άρχισε στο Άνω Κρητιδικό (78 ± 1 Ma), ενώ οι ηλικίες που προέκυψαν αντίστοιχα από την Τίνο είναι 61 και 63 Ma, συνδεδεμένες ενδεχομένως με μία επιπλέον μεταμορφική (ή/και παραμορφωτική?) φάση (Bröcker &

Enders, 1999). Παλαιότερες μελέτες στην περιοχή της Νότιας Εύβοιας τοποθετούν την πρώτη μεταμόρφωση M1 αρκετά αργότερα, όπου χρονολογήσεις με τη μέθοδο $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ σε γλαυκοφανή και φεγγίτη έδωσαν ηλικίες 55-45 Ma (Maluski et al., 1981). Ακόμα νεότερες ηλικίες που προσδιορίστηκαν σε φεγγίτη (35-30 Ma) αποδόθηκαν σε επηρεασμό του χημισμού του από το Μειοκαινικό μεταμορφικό επεισόδιο (Schliestedt et al., 1987).

Οι Blake et al., (1981) και Bonneau & Kienast, (1982), πραγματοποιώντας συγκριτικές μελέτες στην ευρύτερη περιοχή των Κυκλάδων, επισήμαναν ελάττωση στις P-T συνθήκες της M1 μεταμορφικής φάσης από τα N-NA προς τα B-BΔ. Παρατήρησαν ότι οι συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας από 15 ± 3 kbar και 500°C , σε Τήνο, Σύρο και Σίφνο (Κεντρικός Άξονας Εκλογιτών, **εικ. 1.7**), μειώθηκαν στα 10 kbar και στους 450°C στους επιδοτιτικούς κυανοσχιστόλιθους της Άνδρου, μέχρι τα 8 kbar και τους 300°C στους λωζονιτικούς κυανοσχιστόλιθους της Νότιας Εύβοιας.



Εικόνα 1.7: (α) Γεωλογικός χάρτης της Ενότητας Κυανοσχιστολίθων Κυκλάδων (CBU), κατά Avigad & Garfunkel, (1991): 1. Πετρώματα υψηλών πιέσεων Ηωκαίνου, επηρεασμένα από την ανάδρομη πρασινοσχιστολιθική φάση μεταμόρφωσης του Κάτω Μειοκαίνου. 2. Πετρώματα εκλογιτικής φάσης Ηωκαίνου. 3. Μεταμορφωμένα πετρώματα χαμηλών πιέσεων Άνωκρητιδικής κυρίως ηλικίας. 4. Οφιόλιθοι. 5. Κατωμειοκαινικά κλαστικά ιζήματα. 6. Γρανίτες Μειοκαινικής ηλικίας. 7. Πλειοκαινικά και σύγχρονα ηφαιστειακά πετρώματα. CEX: Κεντρικός Άξονας Εκλογιτών. (β) Ευρύτερος χάρτης της Κυκλαδικής Μάζας, όπου σημειώνονται οι κυριότερες τεκτονικές δομές του Αιγαίου χώρου. NAF: Ρήγμα της Ανατολίας. (γ) Χάρτης της Ελλάδας με τις τεκτονικές ζώνες και τις κυριότερες οφιολιθικές εμφανίσεις (από Smith, 1993).

Πράγματι, τα ορυκτά λωζονίτης, πουμπελλυΐτης και αιγίρίνης που είχαν θεωρηθεί ότι ανήκουν στην παραγένεση των πετρωμάτων υψηλών πιέσεων στη Νότια Εύβοια, έδωσαν για την M1 φάση συνθήκες $T \leq 400^\circ\text{C}$ και $P \geq 8$ kbar (Reinecke, 1986, από Bavay & Romain-Bavay, 1980).

Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Shaked et al., (2000) και Katzir et al., (2000), μελετώντας μεταμορφικά ορυκτά στα μεταβασικά πετρώματα της Νότιας Εύβοιας. Μάλιστα, υπολόγισαν ότι η θερμοκρασία της M1 μεταμορφικής φάσης στην περιοχή, δεν ξεπέρασε τους 400 με 430°C (**εικ. 1.8**).

Οι Katzir et al., (2007) πρότειναν δύο πιθανά σενάρια για να εξηγήσουν αυτή τη διαφοροποίηση στις κατανομές πίεσης και θερμοκρασίας της M1 στο χώρο των ΒΔ Κυκλάδων. Σύμφωνα με το πρώτο, οι κυανοσχιστόλιθοι της Νότιας Εύβοιας υποβυθίστηκαν σε μικρότερα βάθη από ότι οι εκλογίτες των Κυκλάδων, ενώ με βάση το δεύτερο και οι δύο χώροι υποβυθίστηκαν στο ίδιο βάθος, μόνο που οι εκλογίτες παρέμειναν σε αυτό το βάθος για περισσότερο χρονικό διάστημα, κάτι που προκάλεσε και παρατεταμένη έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες.

	Sifnos			Syros			Southern Evia		
	P-T	References	Method	P-T	References	Method	P-T	Reference	Method
M ₁									
T (°C)	470 ± 30	1, 2, 3	ce, pd	450–500	3, 7	ce, pd	400–430	10	pd
	480 ± 25	4	oxi	500 ± 30	8	oxi	400	11	pd
	≤580	5	pd	450	9	pd			
	550–600	6	ce	≤580	5				
P (kbar)	15 ± 3	1, 3	pd	14–20	3, 7	pd	>12	10	pd
	14–18	2	pd	≤20	5	pd	>10–12	12	pd
	20	5, 6	pd						
M ₂									
T (°C)	≤450	13, 14	pd	370–430	9		300–350	10	pd
	400–500	15	oxi	≤520	5				
	380–440	6	pd						
P (kbar)	5–7	13, 14	pd	6–9	9		4–8	10	pd
	9	6	pd	≤11	5				

References: 1, Schliestedt (1986); 2, Evans (1986); 3, Okrusch & Bröcker (1990); 4, Matthews (1994); 5, Trotet *et al.* (2001b); 6, Schmädicke & Will (2003); 7, Ridley (1984b); 8, Putlitz *et al.* (2000); 9, Putlitz *et al.* (2005); 10, Katzir *et al.* (2000); 11, Reinecke (1986); 12, Shaked *et al.* (2000); 13, Schliestedt & Matthews (1987); 14, Avigad *et al.* (1992); 15, Matthews & Schliestedt (1984). ce, cation exchange thermometry; oxi, oxygen isotope thermometry; pd, phase diagram calculations.

Εικόνα 1.8: Υπολογισμοί πίεσης και θερμοκρασίας των μεταμορφικών φάσεων M1 (Hώκαινο) και M2 (Μειόκαινο) στον Κεντρικό Άξονα Εκλογιτών (Σίφνος και Σύρος) και την Νότια Εύβοια (από Katzir *et al.*, 2000).

Μεταμορφικό γεγονός M2

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το δεύτερο μεταμορφικό γεγονός M2 επηρέασε όλη τη μάζα των ΒΔ Κυκλάδων, σε συνθήκες πρασινοσχιστολιθικής φάσης μεταμόρφωσης και πιο συγκεκριμένα, σε πιέσεις και θερμοκρασίες 4–7 kbar και 400–500°C αντίστοιχα (Reinecke, 1982, Matthews & Schliestedt, 1984, Avigad *et al.*, 1992, Bröcker *et al.*, 1993).

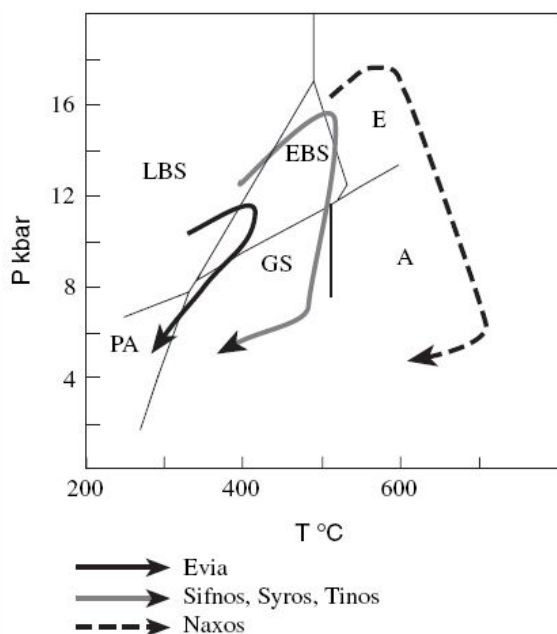
Οι Klein-Helmkamp *et al.*, (1995) προσδιόρισαν την ηλικία του M2 στα 37 Ma περίπου και υπολόγισαν τις συνθήκες μεταμόρφωσης των κυανοσχιστολιθίων της Νότιας Εύβοιας σε πίεση 10–11 kbar και θερμοκρασία 300–350°C. Άλλες μελέτες έδωσαν συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας αντίστοιχα 8 kbar και 300–350°C (Bonneau & Kienast, 1982) και P>8 kbar και T ~400°C (Reinecke, 1986).

Οι Katzir *et al.*, (2000) και Shaked *et al.*, (2000) υπολόγισαν τις P-T συνθήκες του M2 για τους κυανοσχιστόλιθους των Κυκλάδων, σε >10–12 kbar και 400–500°C αντίστοιχα. Ειδικότερα για την περιοχή της Νότιας Εύβοιας, κατέληξαν ότι αυτή ακολούθησε μια πορεία ανάδυσης που συνοδεύτηκε από ψύξη κατά την διάρκεια αποσυμπίεσης σε συνθήκες πουμπελλυϊτικής-ακτινολιθικής φάσης M2, με T_{max} ~350°C και P_{max} ~8kbar. Σε αυτήν την περίπτωση παρατήρησαν ότι οι συνθήκες της M2 στη Νότια Εύβοια είναι χαμηλότερες από ότι για τον υπόλοιπο χώρο των ΒΔ Κυκλάδων (Reinecke, 1986, Lensky *et al.*, 1997).

Οι νέες πετρολογικές αναλύσεις των μεταμορφικών παραγενέσεων στα υπερβασικά και τα περιβάλλοντα αυτών πετρώματα της Νότιας Εύβοιας και της Νάξου, οδήγησαν σε νέες, πιο αναλυτικές παρατηρήσεις και συμπεράσματα για την άνοδο και αποκάλυψη των κυανοσχιστολιθικών πετρωμάτων. Τα μεταμορφωμένα πετρώματα υψηλών πιέσεων των Κυκλάδων ακολούθησαν διαφορετικές πορείες κατά την άνοδό τους, οδηγώντας τους Katzir

et al., (2007) στην καμπύλη του διαγράμματος πίεσης-θερμοκρασίας που παρουσιάζεται στην **εικόνα 1.9**.

Παρατήρησαν λοιπόν, ότι όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή της μέγιστης πίεσης, τόσο πιο θερμό είναι το μονοπάτι ανόδου (π.χ. Νάξος) και όσο πιο μεγάλο είναι το χρονικό διάστημα κατά το οποίο αυξάνει η θερμοκρασία, τόσο πιο θερμό θα είναι και το ανάδρομο μεταμορφικό γεγονός, κάτι το οποίο είχαν επισημάνει παλαιότερα και οι England & Thompson, (1984).



Εικόνα 1.9: Απεικόνιση σε διάγραμμα πίεσης-θερμοκρασίας του Evans, (1990) της πορείας μεταμόρφωσης πετρωμάτων της Ενότητας Κυανοσχιστολίθων των Κυκλάδων (CBU), για τα νησιά του Κεντρικού Άξονα Εκλογιτών (Τήνος, Σύρος, Σίφνος), της Νάξου και της Νότιας Εύβοιας (Katzir et al., 2007).

Ωστόσο, οι πρόδρομες μεταμορφικές πορείες P-T που φαίνονται στα διαγράμματα πίεσης-θερμοκρασίας πρέπει να γίνονται δεκτές με κάποιες επιφυλάξεις, αφού το M2 μεταμορφικό γεγονός δεν άφησε αρκετά στοιχεία για την πορεία που ακολούθησαν τα πετρώματα κατά την πρώτη φάση της μεταμόρφωσής τους.

1.6. Παραμορφωτικές φάσεις στους κυανοσχιστόλιθους της Νότιας Εύβοιας

Η τεκτονική εξέλιξη της Ενότητας Κυανοσχιστολίθων των Κυκλάδων έχει μελετηθεί από πολλούς ερευνητές και έχουν προταθεί διάφορες απόψεις ως προς τον αριθμό, τη διαδοχή και την ένταση των παραμορφωτικών φάσεων. Αν και οι περισσότερες μελέτες έχουν επικεντρωθεί σε νησιά των Κυκλάδων, παρόλα αυτά, ορισμένοι ερευνητές εξέτασαν χωριστά την περιοχή της Νότιας Εύβοιας και εστίασαν το ενδιαφέρον τους στον ευρύτερο χώρο του όρους της Όχης.

Οι Ring et al., (2007) περιέγραψαν τις κυριότερες τεκτονικές δομές και επαφές της Νότιας Εύβοιας και διέκριναν τέσσερις (4) κύριες παραμορφωτικές φάσεις D:

Παραμορφωτική φάση D1

Η πρώτη παραμορφωτική φάση D1 αναπτύχθηκε κάτω από συνθήκες επιδοτικής-κυανοσχιστολιθικής μεταμόρφωσης. Τη διαμπερή φύλλωση (penetrative foliation) S1 διαμόρφωσαν τα ορυκτά γλαυκοφανής, επίδοτο, μαρμαρυγίας φεγγιτικής σύστασης, αλβίτης και χαλαζίας. Χαρακτηριστικές δομές της περιοχής αποτελούν τα αποκομμένα κορυφαία πτυχώσεων (intrafolial folds). Η εφελκυστική γραμμωση (stretching lineation)

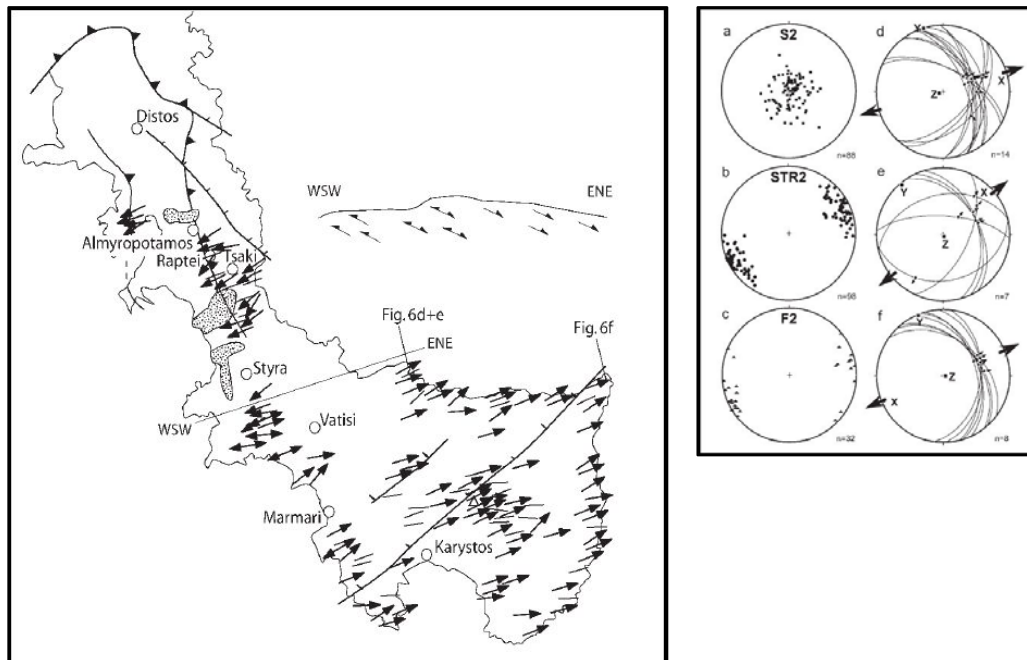
STR1 διεύθυνσης ABA-ΔΝΔ, διαμορφώθηκε από εξαιρετικά επιμηκυμένους κρυστάλλους γλαυκοφανή.

Κατά τη μετάβαση από την D1 στην D2 φάση, δημιουργούνται έντονες εναλλαγές κυανοσχιστολιθικών και πρασινοσχιστολιθικών οριζόντων, από έντονη και συνεχιζόμενη διάτμηση και επαναπύκωση. Το τελικό αποτέλεσμα είναι η δημιουργία μυλονιτικών πετρωμάτων.

Παραμορφωτική φάση D2

Σύμφωνα πάντα με τους Ring et al., (2007), η δεύτερη παραμορφωτική φάση D2, που είναι και η κύρια, εξελίχθηκε κάτω από συνθήκες πρασινοσχιστολιθικής φάσης μεταμόρφωσης. Οι μυλονίτες αυτού του επεισοδίου χαρακτηρίζονται από διαμπερή φύλλωση S2, αποτελούμενη από βελονοειδή ασβεστιτικό αμφίβολο, αλβίτη, λευκούς μαρμαρυγίες και δευτερογενή χλωρίτη. Η εφελκυστική γράμμωση STR2, με διεύθυνση ABA-ΔΝΔ, διαμορφώθηκε κυρίως από επιμηκυμένα αθροίσματα κόκκων χαλαζία και αλβίτη και δευτερευόντως, από προσανατολισμένη ανάπτυξη νέων ορυκτών. Οι πτυχές είναι ισοκλινείς και ορθές ή κατακεκλιμένες, με άξονα παράλληλο στην STR2. Στην ενότητα της Όχης, επαναπύκωση των δομών αυτών με άξονα διεύθυνσης B-N, δημιουργεί ασύμμετρες δομές και σχετική φορά κίνησης το-πάνω-προς-τα ABA (εικ. 1.10). Στα μεταβασικά και χαλαζιοαστριούχα της ίδιας ενότητας αναπτύσσονται ζώνες διάτμησης.

Στα μάρμαρα των Στύρων διαπιστώθηκαν δύο γενεές ισοκλινών πτυχώσεων με διεύθυνση αξόνων παράλληλη της γράμμωσης STR2. Ίδιας διεύθυνσης ισοκλινής πτύχωση απαντήθηκε και σε ακάθαρτα μάρμαρα στην ενότητα Όχης, ανατολικά του ομώνυμου όρους. Μία μεταγενέστερη γενεά ασύμμετρων πτυχώσεων επαναπύκωσε την STR2, με άξονες που κλίνουν προς βορρά.



Εικόνα 1.10: α) Χάρτης και σχηματική τομή, όπου σημειώνονται η διεύθυνση της εφελκυστικής γράμμωσης STR2 (παύλα) και η φορά διάτμησης (βέλος) που προκύπτει από δείκτες που σχετίζονται με την STR2. **β)** Κυκλογραφικές και πολικές προβολές των: (a) S2, (b) STR2, (c) F2, (d,e,f) κινηματική ανάλυση σε κανονικά ρήγματα της D2 φάσης, οι θέσεις των οποίων σημειώνονται στον χάρτη (α) (Ring et al., 2007).

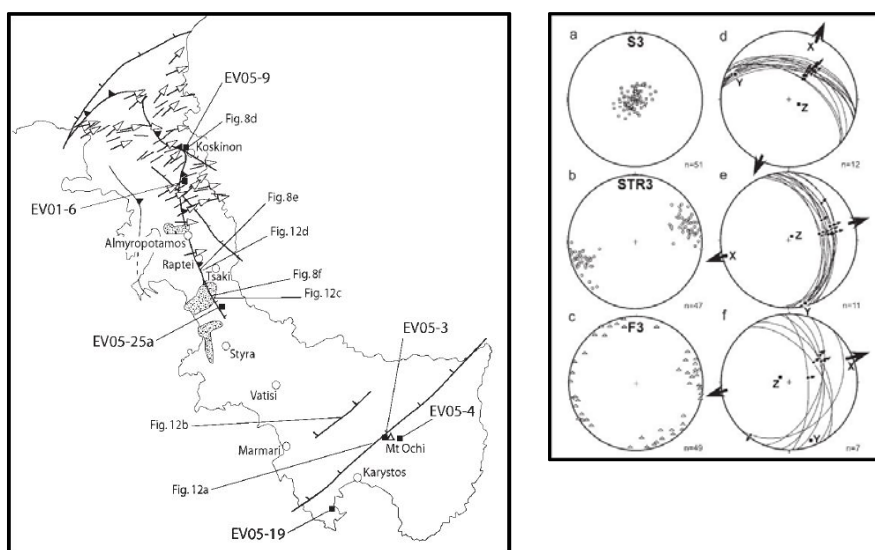
Παραμορφωτική φάση D3

Το παραμορφωτικό γεγονός D3 χαρακτηρίζεται από την ανάπτυξη σχεδόν οριζόντιων δομών, οι οποίες απαντώνται κυρίως κατά μήκος της επώθησης της ενότητας Όχης (συμπεριλαμβανομένου και του μετα-οφιολιθικού συμπλέγματος) πάνω στην ενότητα Στύρων. Αντιστοιχεί σε συνθήκες πρασινοσχιστολιθικής έως κατώτερης πρασινοσχιστολιθικής μεταμόρφωσης, με ταυτόχρονη ανάπτυξη ζωνών διάτμησης το-πάνω-προς-τα ΑΒΑ. Οι τελευταίες είναι αυτές που αργότερα λειτούργησαν σαν κανονικά ρήγματα.

Η νέα φύλλωση S3 αναπτύχθηκε κυρίως στα κορυφαία πτυχών F3, ενώ σε άλλες περιπτώσεις χρησιμοποίησε τα επίπεδα της προϋπάρχουσας φύλλωσης S2. Η εφελκυστική γράμμωση STR3 διαμορφώθηκε από επιμηκυμένα αθροίσματα κόκκων χαλαζία και αλβίτη και παράλληλης διεύθυνσης ανάπτυξη κόκκων χλωρίτη και λευκών μαρμαρυγιών. Οι ισοκλινείς πτυχές F3 έχουν διεύθυνση παράλληλη με αυτή της γράμμωσης STR3 και είναι ΑΒΑ-ΔΝΔ (εικ. 1.11).

Οι πλαστικές παραμορφωτικές δομές της D3 παρουσιάζουν προοδευτική εξέλιξη σε ημι-πλαστικές έως και θραυστιγενείς. Για παράδειγμα, ζώνες διάτμησης με φορά το-πάνω-προς-τα-ΑΒΑ και συζυγή ζεύγη κλιμακωτά διατεταγμένων διαρρήξεων μεταβαίνουν σταδιακά σε κανονικά ρήγματα με διεύθυνση εφελκυσμού ΑΒΑ-ΔΝΔ (Ring et al., 2007).

Στο συμπέρασμα ότι η ζώνη επώθησης της Εύβοιας, καθώς και τα παρακείμενα αυτής πετρώματα επηρεάστηκαν από εφελκυστικές δομές ημι-πλαστικής έως θραυστιγενούς παραμόρφωσης, έχουν καταλήξει κατά καιρούς και άλλοι ερευνητές (Gautier & Brun, 1994, Doutsos & Kokkalas, 2001, Xypolias et al., 2003, Kokkalas et al., 2006, Paranikolaou & Royden, 2007).



Εικόνα 1.11: α) Χάρτης όπου σημειώνονται η διεύθυνση της εφελκυστικής γράμμωσης STR3 (παύλα) και η φορά διάτμησης (βέλος) που προκύπτει από δείκτες που σχετίζονται με την STR3. β) Κυκλογραφικές και πολικές προβολές των: (α) S3, (b) STR3, (c) F3, (d,e,f) κινηματική ανάλυση σε κανονικά ρήγματα της D3 φάσης, οι θέσεις των οποίων σημειώνονται στον χάρτη (α) (Ring et al., 2007).

Παραμορφωτική φάση D4

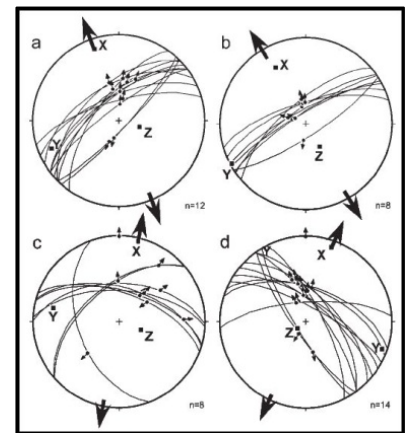
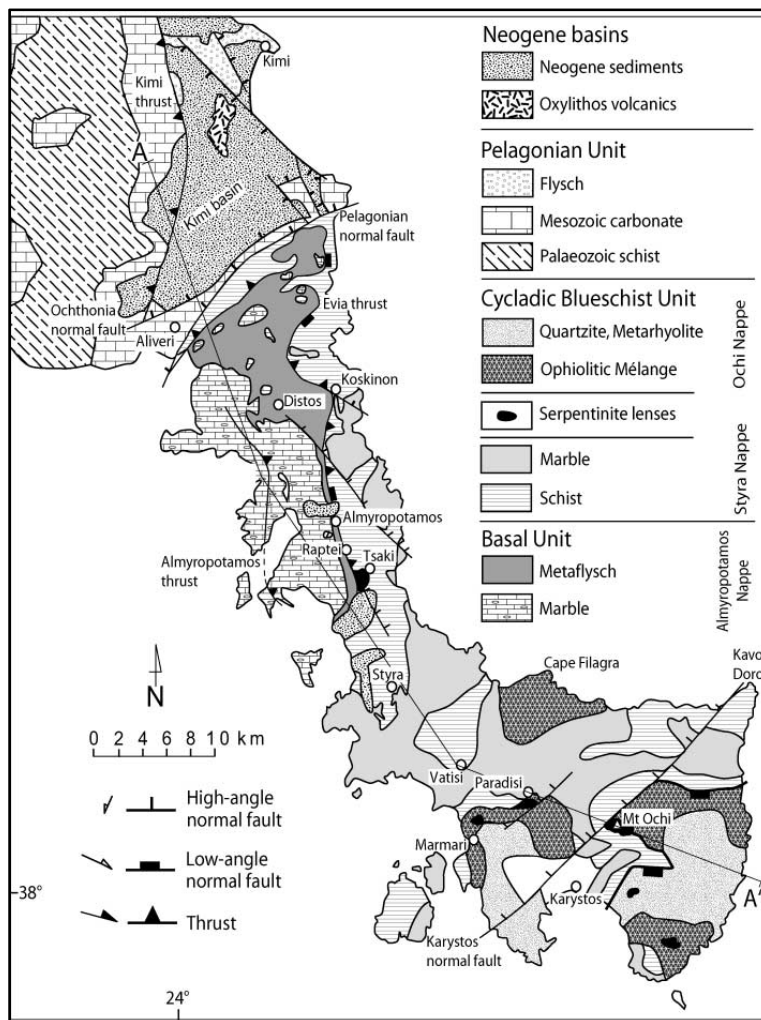
Η τέταρτη παραμορφωτική φάση D4 αφορά θραυστιγενή πλέον παραμόρφωση, που εκφράζεται με τη δημιουργία νεοτεκτονικών ρηγμάτων. Οι ρηξιγενείς επιφάνειες γίνονται πιο ευδιάκριτες στα μάρμαρα και πάνω σε αυτές απαντώνται χαρακτηριστικοί τεκτονικοί

δείκτες, ενώ συχνά χαρακτηρίζονται από τεκτονικό λατυποπαγές πάχους μέχρι και λίγων μέτρων (Ring et al., 2007).

Κατά μήκος των βορειοδυτικών πλαγιών του όρους της Όχης απαντάται ένα μεγάλο νεοτεκτονικό ρήγμα με άλμα της τάξης των 1400 m, η κλίση του οποίου είναι προς τα ΒΔ (εικ. 1.12). Πρόκειται για ένα δεξιόστροφο πλαγιοκανονικό ρήγμα, που επηρέασε τη γεωμορφολογική εξέλιξη της ευρύτερης περιοχής της νότιας Εύβοιας στο άκρο της.

Πιο δυτικά, κοντά στο Παραδείσι, απαντάται άλλο ένα μικρότερο υποπαράλληλο ρήγμα με ίδια κινηματικά στοιχεία. Ακόμα πιο βορειοδυτικά, κοντά στους Τσακαίους, χαρτογραφούνται δύο κανονικά ρήγματα με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, κάθετη σε αυτή των παραπάνω ρηγμάτων (εικ. 1.12). Σύμφωνα με τους Ring et al., (2007), δημιουργήθηκαν κατά την παραμορφωτική εφελκυστική φάση D3, επαναδραστηριοποιήθηκαν όμως κατά την D4, όπως υποδεικνύουν εγκάρσιες γραμμές ολίσθησης στα κάτοπτρα των ρηγμάτων, καθώς και συσχετίσεις με άλλες, μικρότερες ρηξιγενείς επιφάνειες.

Με τα παραπάνω συμπεράσματα της τεκτονικής ανάλυσης της περιοχής των Ring et al., (2007) συμφωνούν σε γενικές γραμμές και οι Χυπολιάς et al., (2010).



Εικόνα 1.12: α) Τεκτονικός χάρτης της Νότιας Εύβοιας, με τις κυριότερες τεκτονικές δομές και επαφές (Ring et al., 2007, Jacobshagen, 1986, Katzir et al., 2000, Χυπολιάς et al., 2003), **β)** Κινηματική ανάλυση της D4 παραμορφωτικής φάσης για τα ρήγματα: α. του όρους Όχη, β. κοντά στο Παραδείσι, γ-δ. στην περιοχή των Τσακαίων (Ring et al., 2007).

1.7. Προέλευση και μεταμορφική εξέλιξη του οφιολιθικού mélange της Όχης

Η ορυκτολογία και πετρογραφία των μεταπυριγενών πετρωμάτων του οφιολιθικού mélange της Νότιας Εύβοιας σύμφωνα με τους Katzir et al., (2000) υποδηλώνουν τέσσερα στάδια κρυστάλλωσης:

- (1) αρχικά, κατά το σχηματισμό νέας ωκεάνιας λιθόσφαιρας σε έναν χώρο διάνοιξης,
- (2) κατά την υδροθερμική διαφοροποίηση ωκεάνιου πυθμένα,
- (3) κατά τη μεταμόρφωση υψηλών πιέσεων/χαμηλών θερμοκρασιών M1 και
- (4) κατά τη μεταμορφική επικάλυψη M2 σε συνθήκες πουμπελλυϊτικής-ακτινολιθικής φάσης μεταμόρφωσης.

Τα κύρια χαρακτηριστικά αυτών των σταδίων κρυστάλλωσης συνοψίζονται στον **Πίνακα 1.1**.

Πίνακας 1.1: Λιθολογικά και ιστολογικά χαρακτηριστικά των μετα- οφιολιθικών mélanges της Σύρου (Dixon & Ridley, 1987) και της Νότιας Εύβοιας (Katzir et al., 2000).

	Syros	Ochi	Tsaki
Lithological components	Blocks Metagabbro (≤ 700 m), meta-acidite (granophyre?), clast-supported meta-igneous breccia of sedimentary origin Matrix Pelitic schist, meta-tuffites, metasomatized serpentinite, rare meta-chert, meta-ironstone	Metagabbro (≤ 200 m), meta-serpentinized wehrlite, metabasalt Semi-pelitic schist, meta-chert, meta-ironstone	Meta-serpentinite (≤ 500 m), metagabbro, metabasalt Pelitic schist
Underlying sequence	Schist-marble (meta-flysch)	Semi-pelitic schist, meta-tuffite	Basal Unit (Almyropotamos)
Overlying sequence	Pelitic-psammitic schist, marble	Marble, quartzite, volcanogenic schist, meta-rhyolite	Pelitic schist
Pre-metamorphic relicts	Gabbro: pseudomorphs of actinolite after cpx (sub-sea-floor hydrothermal alteration) including rare augite cores; cumulate texture preserved by topotactic growth of metamorphic minerals (gln, ep) over igneous precursors (cpx, plg); intrusive relations between basic and acid rocks	Gabbro: aug, aug replaced by hbd Wehrlite: cumulate texture of cpx poikiloblasts enclosing mesh-textured serpentine after olivine Basalt: pillows zoned from omp and vesicle-rich core to gln-rich and non-vesicular rims Wehrlite dyke in gabbro	Serpentinite: bastite pseudomorphs after opx Gabbro: coarse-grained hbd Basalt: vesicular; sub-ophitic texture; Ti-aug cores in omp
Metamorphic textures related to pre-metamorphic features	Flaser gabbro: porphyroclasts of act or omp Metasomatic rinds at ultramafic contacts: omphacite, jadeite	Flaser gabbro: porphyroclasts of aug	Basalt: vesicles filled with various metamorphic assemblages

act, actinolite; aug, augite; cpx, clinopyroxene; ep, epidote; gln, glaucophane; hbd, hornblende; omp, omphacite; opx, orthopyroxene; plg, plagioclase.
Data from Syros and Evia are based on the observations of Dixon and Ridley (1987) and Katzir et al. (2000), respectively.

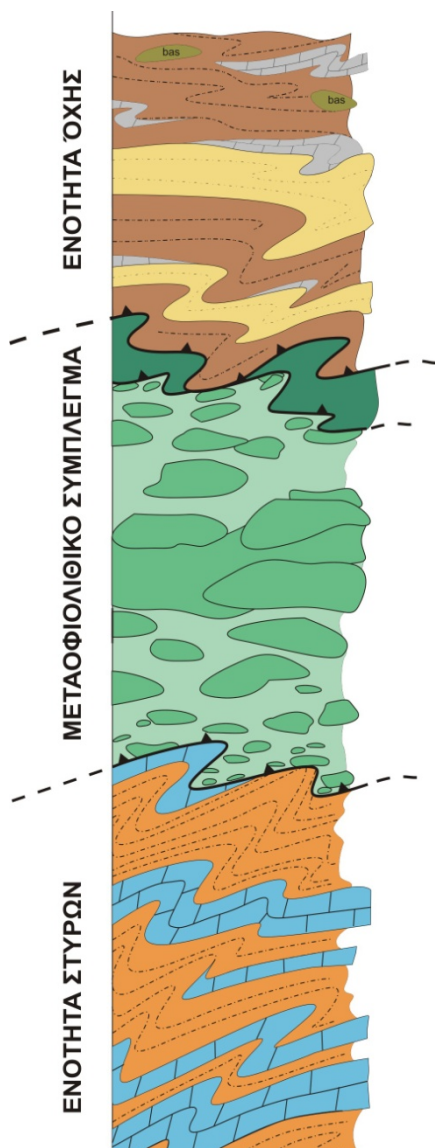
Οι κληρονομημένες πυριγενείς δομές, ο ιστός και η ορυκτολογία των μεταβασιτών και των μεταϋπερβασικών πετρωμάτων της Νότιας Εύβοιας δίνουν τη δυνατότητα προσδιορισμού του περιβάλλοντος δημιουργίας των πρωτόλιθων. Οι Katzir et al., (2000, 2007) θεωρούν ότι τα πυριγενή πετρώματα που απαντώνται στο mélange της Όχης, είναι αντιπροσωπευτικά ωκεάνιας λιθόσφαιρας. Ειδικότερα δε, υποστηρίζουν πως οι βερλιτικοί φακοί και τα μεγάλα γαββρικά σώματα που κόβονται από βερλιτικές φλέβες στο όρος της Όχης, προέρχονται κατά πάσα πιθανότητα από τα κατώτερα τμήματα του ωκεάνιου φλοιού και πιο συγκεκριμένα, από τη μεταβατική ζώνη μανδύα-φλοιού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΙΘΟΛΟΓΙΩΝ - ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

2.1. Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται περιγραφή των λιθολογιών που απαντώνται στην περιοχή μελέτης και παρατίθενται μακροσκοπικές και μεσοσκοπικές παρατηρήσεις υπαίθρου. Τα δεδομένα συμπληρώνει η πετρογραφική ανάλυση δειγμάτων από τις παραπάνω λιθολογίες, τα οποία μελετήθηκαν με τη χρήση πολωτικού μικροσκοπίου.

Σε γενικές γραμμές, στην περιοχή μελέτης απαντώνται οι ενότητες Στύρων και Όχης και ένα μεταμορφωμένο οφιολιθικό σύμπλεγμα (**εικ. 2.1, υπόμνημα στον Γεωλογικό χάρτη Όρους Όχη, κλίμακα 1:10.000**). Η ενότητα Στύρων αποτελείται από μάρμαρα και σχιστόλιθους, ενώ η ενότητα της Όχης παρουσιάζει μεγαλύτερη ποικιλία, με μάρμαρα, ποικίλους σχιστολιθικούς τύπους, χαλαζιοαστριούχα πετρώματα, καθώς και λίγα τεμάχη μεταβασικής σύστασης. Το μεταοφιολιθικό mélange συνίσταται από μεταβασικά και υπερβασικά πετρώματα, ενώ σε κάποιες θέσεις αφθονούν τα συνοδά αυτού μεταϊζήματα. Στην κατηγορία των μεταβασικών ανήκουν τα τεμάχη μεταγάββρων και μεταβασαλτών, ενώ στα υπερβασικά οι μεταβερλίτες και οι σερπεντινιωμένες μεταϋπερμαφικές λάβες.

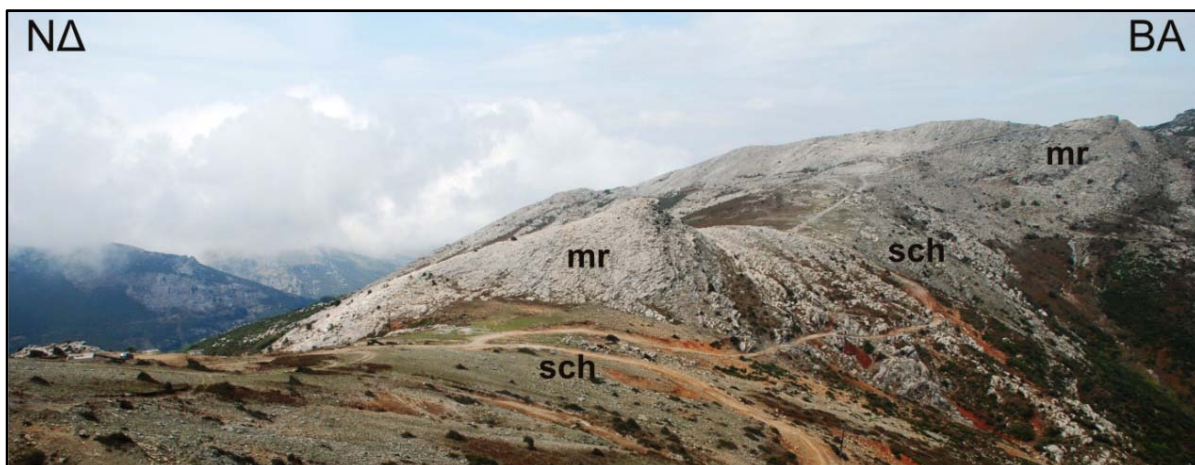


Εικόνα 2.1: Σύνθετη τεκτονοστρωματογραφική στήλη του όρους Όχη (για υπόμνημα βλ. Γεωλογικό Χάρτη Όρους Όχη, κλίμακας 1:10.000)

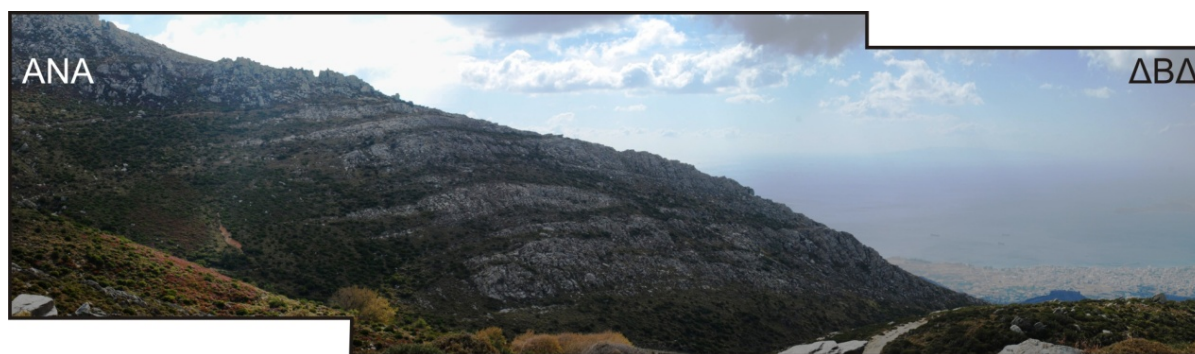
2.2. Ενότητα Στύρων

2.2.1. Μάρμαρα Στύρων

Πρόκειται για μια σειρά μαρμάρων και σιπολινών με συχνές ενδιαστρώσεις σχιστολίθων και χαλαζιτών. Ο σχηματισμός αυτός καλύπτει μεγάλο μέρος των βορειοδυτικών πρηνών του όρους, στην περιοχή δηλαδή της δεξαμενής (**εικ. 2.2**), ενώ στην περιοχή της Αγίας Παρασκευής έρχεται απευθείας σε επαφή με τα υπερκείμενα πετρώματα του μεταοφιολιθικού mélange (**εικ. 2.3**). Το συνολικό τους ορατό πάχος φτάνει τα 500 m (**βλ. γεωλικό χάρτη Όρους Όχη, κλίμακας 1:10.000**).



Εικόνα 2.2: Πανοραμική άποψη της περιοχής Δεξαμενής προς τα ΒΔ, όπου διακρίνονται τα μάρμαρα της ενότητας Στύρων, σε εναλλαγές με σχιστόλιθους.

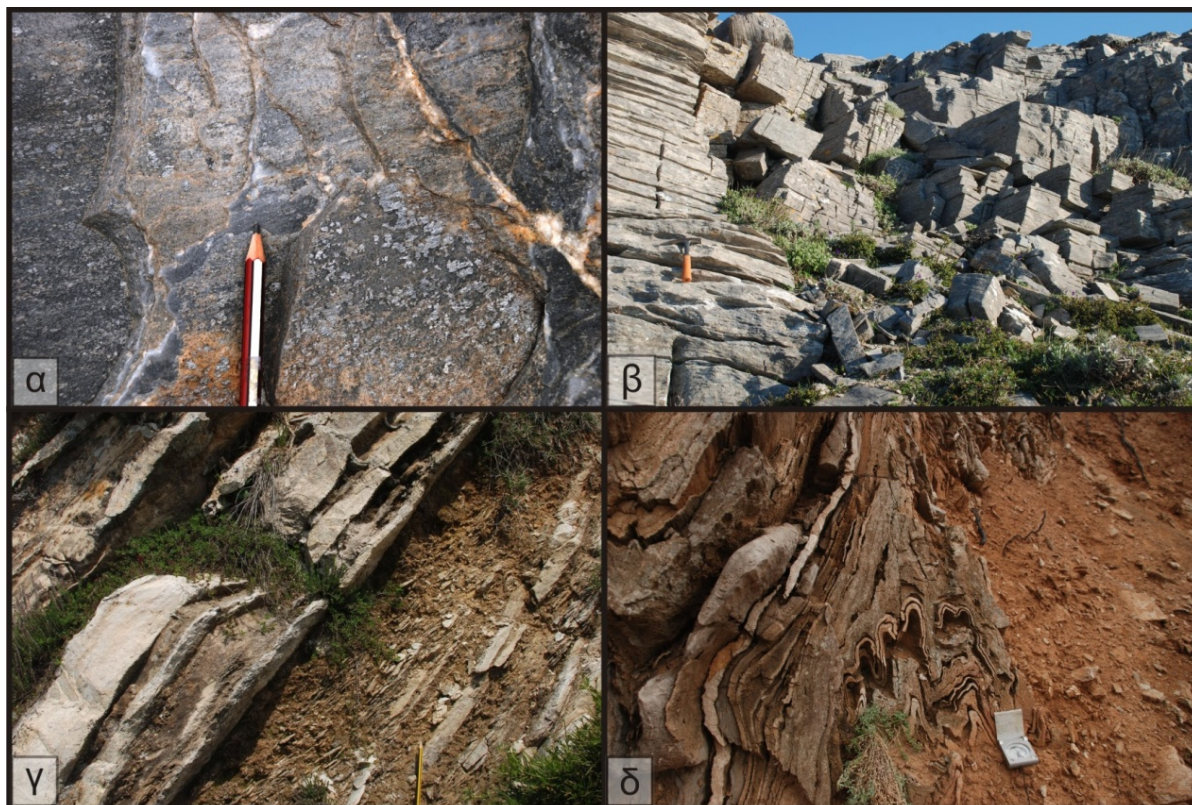


Εικόνα 2.3: Πανοραμική άποψη της περιοχής Αγίας Παρασκευής προς τα Β-ΒΑ, όπου διακρίνονται τα μάρμαρα της ενότητας Στύρων σε εναλλαγές με σχιστόλιθους.

Το χρώμα τους κυμαίνεται από τεφρό, κυανότεφρο έως μαύρο (**εικ. 2.4α**) και χαρακτηρίζονται λεπτο- έως μέσο-στρωματώδη. Παρουσιάζουν πολλά συστήματα διακλάσεων, τα οποία ενίοτε είναι δευτερογενώς πληρωμένα με αργιλικό ή χαλαζιακό υλικό (**εικ. 2.4β**). Οι σχιστολιθικές παρεμβολές είναι συχνές με πάχος που κυμαίνεται από λίγα μέχρι πολλές δεκάδες μέτρα, ενώ η μετάβαση σε αυτές είναι βαθμιαία με εναλλαγές ασβεστιτικών και σχιστολιθικών οριζόντων, έως ότου επικρατήσουν τελικά οι δεύτεροι (**εικ. 2.4γ**).

Οι ορίζοντες των μαρμάρων–σιπολινών είναι πολυπτυχωμένοι, κάτι που μπορεί να διακριθεί σε όλες τις κλίμακες παρατήρησης, με χαρακτηριστική θέση την περιοχή της Αγίας

Παρασκευής. Μακροσκοπικά γίνεται αντιληπτό χάρη στην παρουσία χαρακτηριστικών πυριτικών ενδιαστρώσεων και φλεβών ή/και συσσωματωμάτων χαλαζία (εικ. 2.4δ).

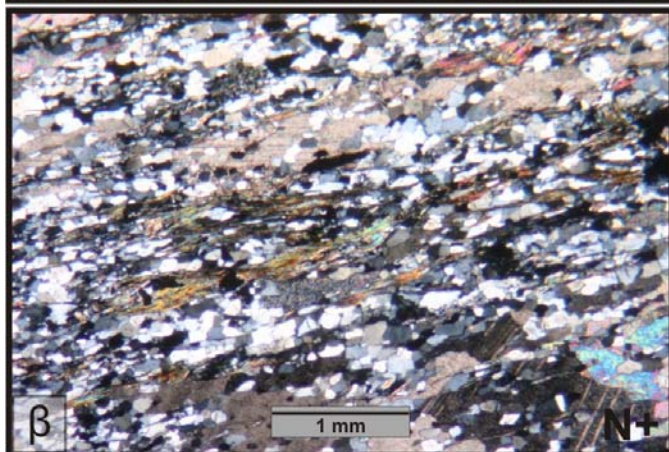
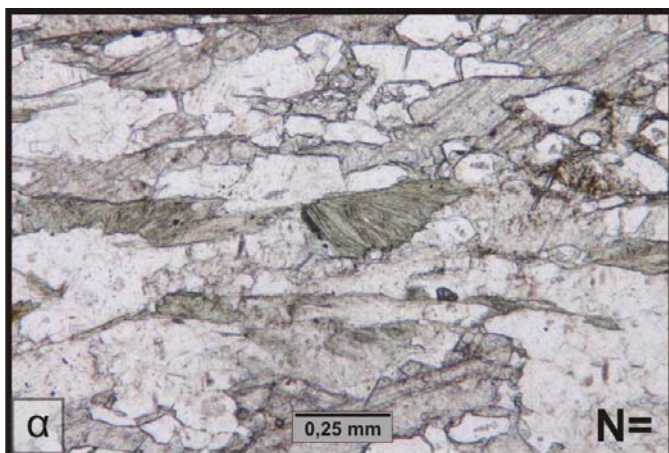


Εικόνα 2.4: α) Χαρακτηριστική εικόνα μπλε μαρμάρου της ενότητας Στύρων. β) Μάρμαρα της ενότητας Στύρων με συστήματα διακλάσεων, στην περιοχή της Αγίας Παρασκευής. γ) Σχιστολιθικές παρεμβολές εντός των μαρμάρων, κατά τη μετάβαση από το ένα στο άλλο. δ) Πολυπτυχωμένοι οριζόντες μαρμάρου στην περιοχή της Αγίας Παρασκευής.

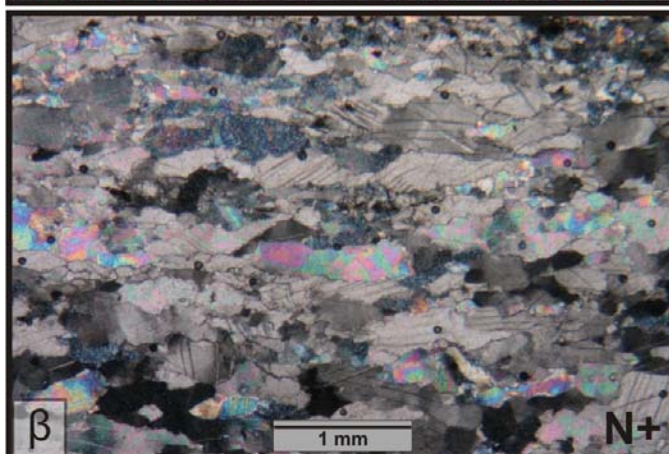
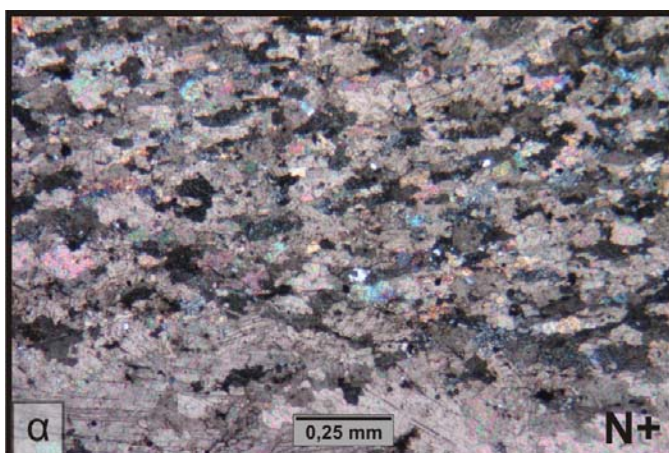
Τα μάρμαρα της ενότητας Στύρων αποτελούνται κατά 95-98% από ανθρακικά ορυκτά και την ποσοστιαία αναλογία συμπληρώνουν χαλαζία, φεγγιτικής σύστασης μαρμαρυγία, χλωρίτης και γλαυκοφανής (εικ. 2.5α). Με επουσιώδη ποσοστά συμμετέχουν αλλανίτης, αλβίτης, απατίτης, ζirkόνιο. Σε θέσεις όπου το ποσοστό συμμετοχής των μαρμαρυγιών και των χλωριτών αυξάνει, τα μάρμαρα μεταπίπτουν σε σιπολίνες. Συχνά εξάλλου μεταπίπτουν εξ ολοκλήρου σε μάρμαρα με *silex*, όπου η συμμετοχή του χαλαζία δύναται να ξεπερνά ακόμα και το 50% έναντι του ασβεστίτη.

Σε αρκετές περιπτώσεις αναγνωρίστηκε η παρουσία συσσωματωμάτων κρυστάλλων χαλαζία, οι οποίοι συχνά μετατρέπονται σε μωσαϊκό μικρότερων κρυστάλλων (*subgrains*) από μετανάστευση ορίων κόκκων (*grain boundary migration, GBM*) ή διαμορφώνουν μονοκρυσταλλικές ταινίες (*quartz ribbons*) με έντονη κυματοειδή κατάσβεση. Συχνή είναι επίσης και η ανάπτυξη κρυστάλλων χαλαζία στα όρια των κόκκων των άλλων ορυκτών (εικ. 2.5β). Τα χαρακτηριστικά αυτά υποδηλώνουν την παραμόρφωση των πετρωμάτων κάτω από συνθήκες σχετικά υψηλών θερμοκρασιών (Λόζιος, 2003).

Τα περισσότερα δείγματα μαρμάρου που εξετάστηκαν παρουσιάζουν λοβοειδή γρανοβλαστικό ιστό, όπου κυριαρχούν αλλοτριόμορφοι κρύσταλλοι ασβεστίτη με χαρακτηριστικό ρομβοεδρικό σχισμό. Σπανιότερα απαντώνται και αρκετά μεγάλοι κρύσταλλοι δολομίτη (αναγνωρίστηκαν με ηλεκτρονικό μικροαναλυτή). Συχνά ο ιστός είναι ετεροκοκκώδης κατά ζώνες και αλλού επικρατούν κρύσταλλοι μεγέθους 0,25 - 0,5 mm, αλλού κρύσταλλοι με μέσο μέγεθος 1 mm (εικ. 2.6α).



Εικόνα 2.5: Μικροφωτογραφίες δειγμάτων μαρμάρου από την περιοχή της Αγίας Παρασκευής. **α)** Διακρίνονται χλωρίτες μεταξύ των κόκκων χαλαζία και ασβεστίτη. **β)** Ενίοτε είναι σημαντικό το ποσοστό συμμετοχής χαλαζία. (παράλληλα (N=) και διασταυρούμενα (N+) nicols αντίστοιχα.)



Εικόνα 2.6: Χαρακτηριστικές μικροφωτογραφίες δειγμάτων μαρμάρου της ενότητας Στύρων, από την περιοχή της Αγίας Παρασκευής: **α)** ετεροκοκκώδης ιστός κατά ζώνες, **β)** χαρακτηριστικός ρομβοεδρικός σχισμός και πολυδυμίες σε πεπλατυσμένους κρυστάλλους ασβεστίτη. Διακρίνονται κρύσταλλοι ασβεστίτη με μηχανικές διδυμίες από παραμόρφωση.

Τα κρυσταλλικά όρια είναι ανώμαλα και οι επαφές των κόκκων πολλαπλές. Τα ανθρακικά ορυκτά εμφανίζουν προτιμητέο προσανατολισμό των ορίων των κρυστάλλων τους σε επίπεδο πλέγματος (lattice preferred orientation), καθορίζοντας κατ' αυτόν τον τρόπο τη συνεχή φύλλωση των μαρμάρων.

Οι περισσότεροι κόκκοι παρουσιάζουν χαρακτηριστικές δευτερογενείς πολυδυμίες λόγω των τεκτονικών τάσεων που οδήγησαν στην παραμόρφωση και πεπλάτυνσή τους (**εικ. 2.6β**). Οι διδυμίες από παραμόρφωση (μηχανικές διδυμίες) αναπτύσσονται κυρίως κατά μήκος της επαφής των κόκκων, κατά τη διαδικασία της περιστροφής και του προσανατολισμού τους.

2.2.2. Σχιστόλιθοι Στύρων

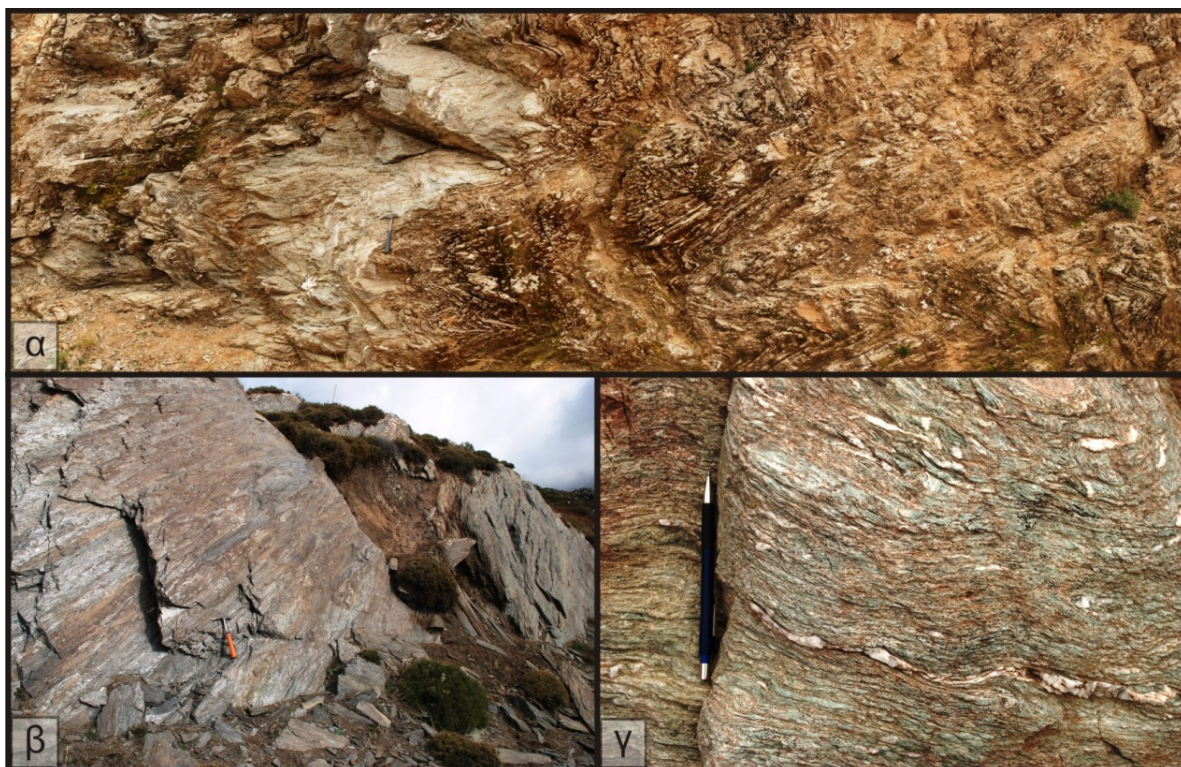
Πρόκειται στην ουσία για ένα σχηματισμό με πολλούς τύπους σχιστολίθων που εναλλάσσονται μεταξύ τους. Διακρίνονται σχιστόλιθοι μοσχοβιτικοί, χαλαζιακοί, ασβεστιτικοί, χλωριτικοί, κ.ά., με επικράτηση κατά θέσεις πότε του ενός και πότε του άλλου (**εικ. 2.7**). Το πάχος τους κυμαίνεται από λίγα μέτρα στις περιπτώσεις όπου εναλλάσσονται με μάρμαρα, έως και αρκετές δεκάδες.

Εμφανίζονται στις Β-ΒΔ και Δ πλαγιές του όρους της Όχης. Στην πρώτη περίπτωση υπερτερούν των μαρμάρων και έρχονται σε επαφή με τους μεταοφιολιθικούς σχηματισμούς του *mélange* (**εικ. 2.2**), ενώ στη δεύτερη περιορίζονται σαφώς και αποτελούν μικρού πάχους ενδιαστρώσεις εντός των ανθρακικών (**εικ. 2.3**) (**βλ. γεωλογικό χάρτη Όρους Όχη, κλίμακας 1:10.000**).

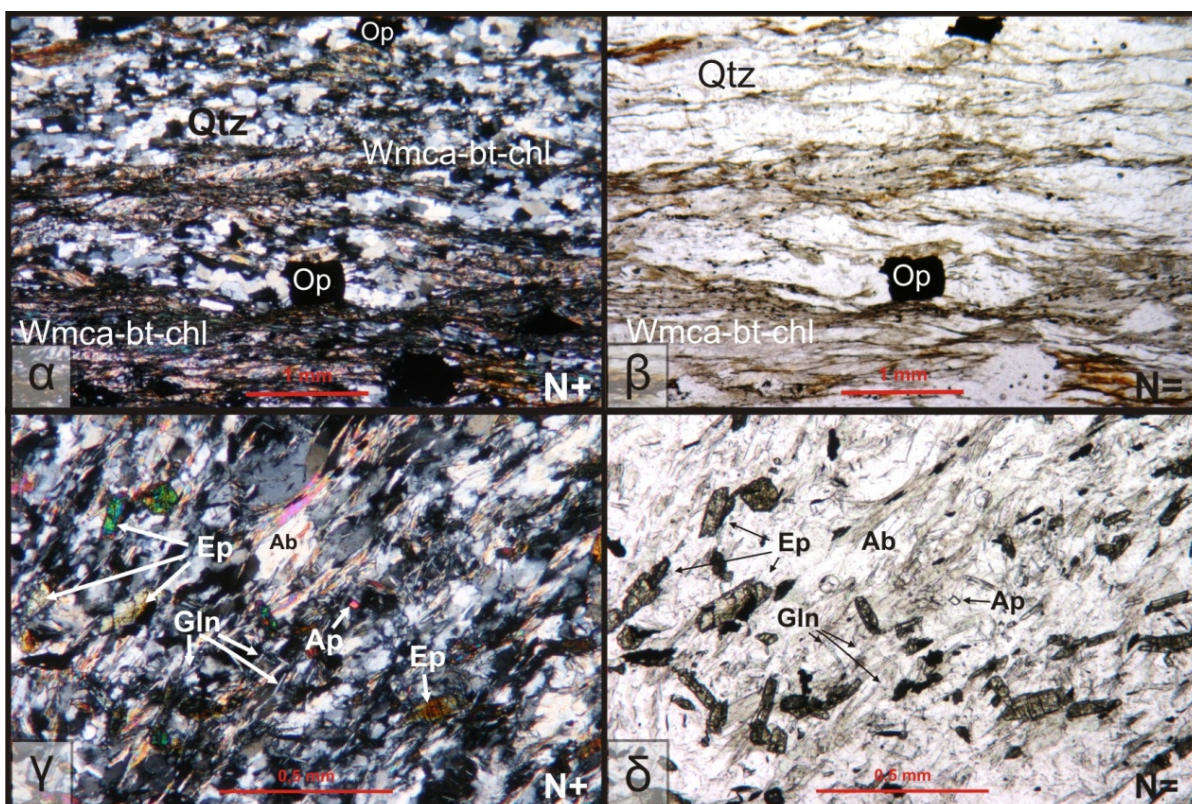
Πρόκειται για έντονα σχιστοποιημένα και πολυπτυχωμένα πετρώματα, εντός των οποίων συχνά παρατηρούνται ενδιαστρώσεις, φλέβες ή/και συσσωματώματα χαλαζία. Το χρώμα ποικίλει ανάλογα με το κυρία ορυκτολογικά τους συστατικά, ενώ πολύ συχνά απαντώνται συμπτυχωμένοι διαφορετικοί σχιστολιθικοί ορίζοντες μέσα σε ζώνες πάχους λίγων μέτρων (**εικ. 2.7α**).

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, παρουσιάζονται πολλές ποικιλίες σχιστολίθων ανάλογα με το είδος και το ποσοστό συμμετοχής των κύριων ορυκτολογικών συστατικών τους, όπως χαλαζίας, ασβεστίτης και μαρμαρυγίες φεγγιτικής κυρίως σύστασης. Με σημαντικό ποσοστό συμμετέχουν επίσης μοσχοβίτης, χλωρίτης, αλβίτης, επίδοτο και βιοτίτης, ενώ σπανιότερα απαντώνται ακτινόλιθος και γλαυκοφανής. Σαν επουσιώδη ορυκτά βρέθηκαν απατίτης, ζirkόνιο, τιτανίτης, μαγνητίτης, μαγνητοπυρίτης, σιδηροπυρίτης και άλλα αδιαφανή μεταλλικά ορυκτά (**εικ. 2.8**).

Οι περισσότεροι σχιστολιθικοί σχηματισμοί εμφανίζουν κατά ζώνες μεταβολές και διαφοροποιήσεις στο μέγεθος των ορυκτών. Ανάλογα με τον τύπο του πετρώματος αναπτύσσεται σχισμός ή σχιστότητα, ενώ δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις όπου ο ιστός είναι μυλονιτικός, ιδιαίτερα κοντά στις τεκτονικές επαφές και στις ζώνες διάτμησης. Τα πετρώματα που παρουσιάζουν προσανατολισμό χαρακτηρίζονται ως επί το πλείστον από λεπιδοβλαστικό ιστό.



Εικόνα 2.7: Διάφοροι τύποι σχιστόλιθων της ενότητας Στύρων, **α)** συμπτυχωμένοι οριζόντες μαρμαρυγιακών και ασβεστιτικών σχιστόλιθων, **β)** τυπικοί μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι και **γ)** χλωριτικοί-χαλαζιακοί σχιστόλιθοι.



Εικόνα 2.8: Χαρακτηριστικές μικροφωτογραφίες από πετρώματα σχιστόλιθων της ενότητας Στύρων. **α,β)** Χλωριτικός-βιοτιτικός-μαρμαρυγιακός-χαλαζιακός σχιστόλιθος από την περιοχή της Αγίας Παρασκευής. **γ,δ)** Γλαυκοφανιτικός-αλβιτικός-επιδοτιτικός-φεγγιτικός-χαλαζιακός σχιστόλιθος από την περιοχή της Δεξαμενής.

2.3. Ενότητα Όχης

2.3.1. Μάρμαρα Όχης

Τα μάρμαρα της ενότητας της Όχης εμφανίζονται στο νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης, στις νότιες πλαγιές του όρους (εικ. 2.9). Το χρώμα τους είναι συνήθως λευκό, λευκότεφρο και σπανιότερα κυανότεφρο (εικ. 2.10) και χαρακτηρίζονται λεπτο- έως παχυστρωματώδη. Η μετάβαση προς τους σχιστολιθικούς σχηματισμούς της ενότητας μπορεί να είναι βαθμιαία ή/και απότομη.

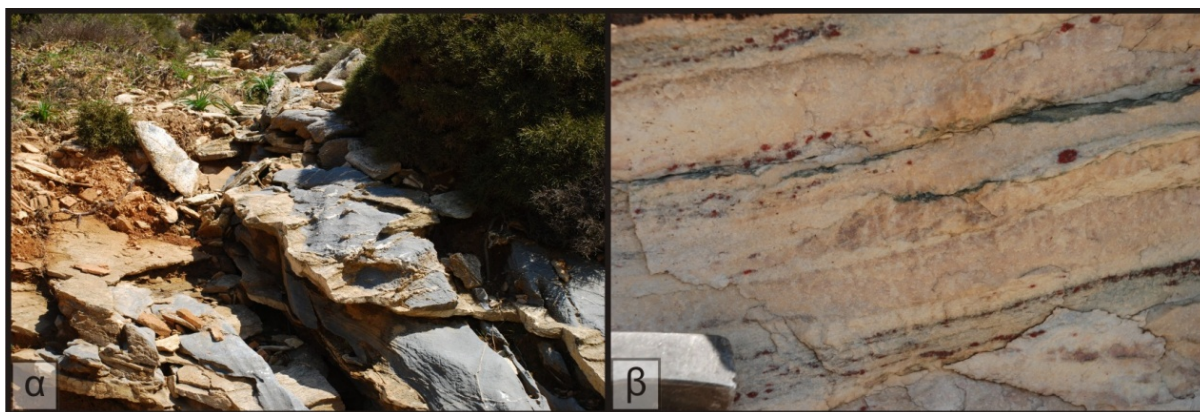


Εικόνα 2.9: Πανοραμική άποψη της περιοχής νότια του Καταφυγίου (R). Διακρίνονται τα μάρμαρα (mr), οι σχιστόλιθοι (sch) και τα χαλαζιοαστριούχα πετρώματα (qt,sch) της ενότητας Όχης. Στο βάθος αποκαλύπτεται το μετασφολιθικό μέλαν (mel). Όψη προς τα ΒΔ.

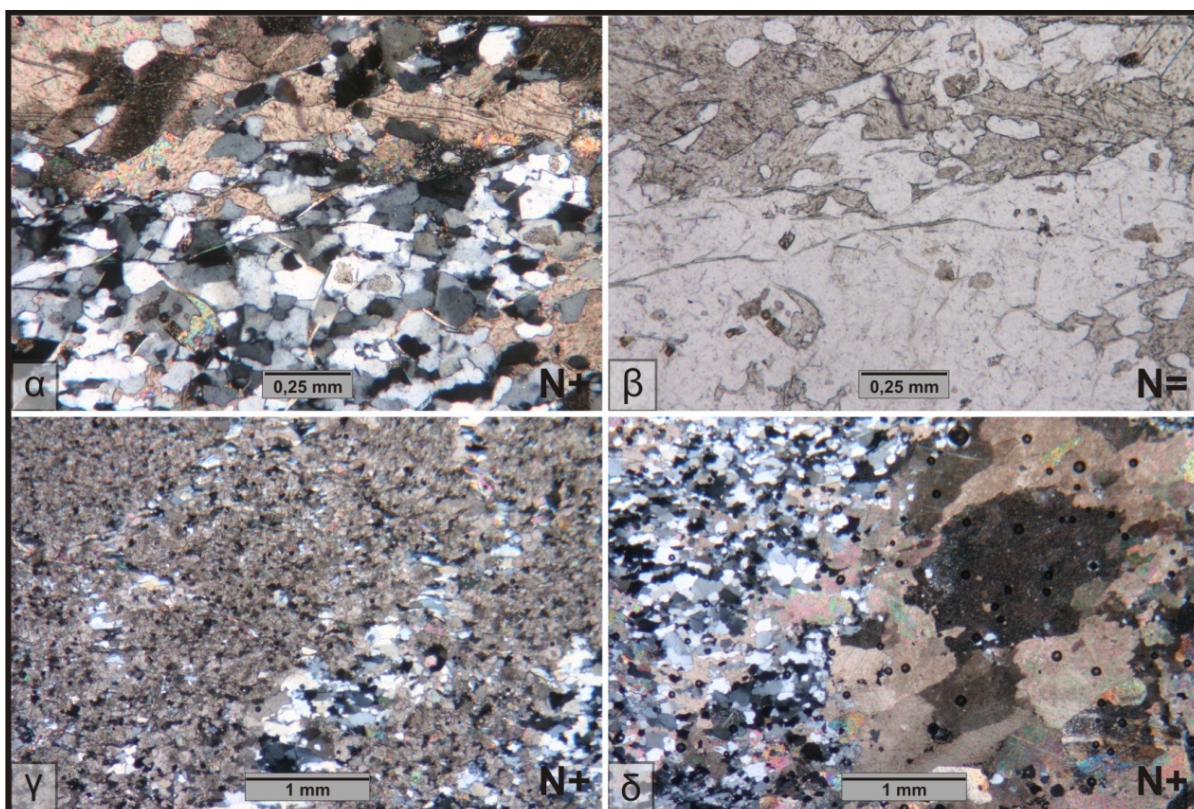
Χαρακτηριστικό τους γνώρισμα είναι οι συχνές πυριτικές ενστρώσεις, η διαφορική διάβρωση των οποίων αποκαλύπτει χαρακτηριστικές δομές, καθώς και την πολυπλοκότητα της τεκτονικής τους παραμόρφωσης (εικ. 2.10α). Κατά θέσεις συμμετέχουν σε σημαντικό ποσοστό ορυκτά όπως μαρμαρυγίες και χλωρίτης, οπότε και μεταπίπτουν σε σιπολινομάρμαρα χρώματος ροδόχρωου ή πράσινου (εικ. 2.10β). Πολλές φορές κυανότεφρα μάρμαρα απαντώνται σαν λεπτοί ορίζοντες πάχους λίγων εκατοστών εντός των σχιστολίθων.

Τα μάρμαρα της ενότητας Όχης αποτελούνται ως επί το πλείστον από ανθρακικά ορυκτά (δολομίτης, ασβεστίτης) και σε κάποιες περιπτώσεις συμμετέχουν λευκοί μαρμαρυγίες, χλωρίτης, χαλαζίας, απατίτης και μαγνητίτης (εικ. 2.11α). Σε θέσεις όπου το ποσοστό συμμετοχής των μαρμαρυγιών και των χλωριτών αυξάνει, τα μάρμαρα μεταπίπτουν σε σιπολίτες.

Η μικροσκοπική μελέτη αντιπροσωπευτικών δειγμάτων μαρμάρων της ενότητας Όχης έδειξε ότι χαρακτηρίζονται από λοβοειδή γρανοβλαστικό ιστό, με ετεροκοκκώδεις κρυστάλλους ανθρακικών ορυκτών, με ανώμαλα κρυσταλλικά όρια και ρομβοεδρικό σχισμό. Το μέγεθος των κόκκων κυμαίνεται από 0,1 έως 0,5 mm. Οι κρύσταλλοι εμφανίζουν αμυδρά έναν προτιμητέο προσανατολισμό των ορίων τους σε επίπεδο πλέγματος (lattice preferred orientation), καθορίζοντας έτσι τη συνεχή φύλλωση (εικ. 2.11α,β).



Εικόνα 2.10: α) Κυανότεφρα μάρμαρα με *silice* και β) λευκά-ροδόχρωα σιπολινομάρμαρα της ενότητας Όχης, από την περιοχή του Καταφυγίου.



Εικόνα 2.11: Χαρακτηριστικές μικροφωτογραφίες δειγμάτων μαρμάρου από την περιοχή νότια του Καταφυγίου. α, β) Εναλλαγές ζωνών χαλαζία-ασβεστίτη, εντός των οποίων διακρίνονται κρύσταλλοι σερικήτη και απατίτη. Σε ορισμένους πεπλατυσμένους κρυστάλλους ασβεστίτη παρατηρείται χαρακτηριστικός ρομβοεδρικός σχισμός και πολυδυμίες. γ, δ) Σε δείγμα μαρμάρου της εικόνας 2.8β διακρίνεται ετεροκοκκώδης ιστός, με μεγάλους κρυστάλλους δολομίτη εντός χαλαζιακών ενστρώσεων.

Ο χαλαζίας μπορεί να απαντάται σποραδικά ανάμεσα στους ανθρακικούς κόκκους ή να διαμορφώνει ολόκληρες ζώνες πάχους μέχρι και λίγων εκατοστών. Οι ζώνες αυτές έχουν χαρακτηριστικά που υποδηλώνουν την έντονη τεκτονική παραμόρφωση των πετρωμάτων, όπως τη δημιουργία υποκόκκων (subgrains) με ή χωρίς κυματοειδή κατάσβεση και τη μετανάστευση ορίων κόκκων (GBM). Μέσα σε αυτές τις ζώνες συχνά παρατηρούνται μικροσκοπικοί κρύσταλλοι σερικήτη, χλωρίτη, απατίτη κ.ά. (εικ. 2.11).

Χαρακτηριστική περίπτωση αποτελεί το δείγμα της εικόνας 2.10β, όπου εντός ενστρώσεων χαλαζία υπάρχουν συσσωματώματα από δολομίτη, χρώματος ερυθρού-καφέ

και μεγέθους μέχρι και 0,5 cm. Οι κόκκοι των συσσωματωμάτων ξεπερνούν στις περισσότερες περιπτώσεις το 1 mm (**εικ. 2.11δ**). Εκτός των ζωνών, οι κρύσταλλοι ασβεστίτη και δολομίτη δεν υπερβαίνουν τα 0,25 mm και έχουν πιο έντονα τα χαρακτηριστικά της τεκτονικής καταπόνησης (**εικ. 2.11γ**).

2.3.2. Σχιστόλιθοι και χαλαζιοαστρίουχα πετρώματα Όχης

Οι σχιστόλιθοι της ενότητας Όχης συνιστούν μια μεγάλου πάχους σειρά σχηματισμών με ποικιλία χρωμάτων από ανοιχτό καστανό έως σκούρο κόκκινο και από ανοιχτό γαλάζιο μέχρι σκούρο μπλε, πράσινο ή μαύρο που οφείλεται στους διαφορετικούς ορυκτολογικούς συνδυασμούς. Ιστολογικά, πρόκειται για εξαιρετικά ανομοιογενή πετρώματα που μπορεί να είναι από συμπαγή μέχρι έντονα σχιστοποιημένα έως και μυλονιτωμένα.

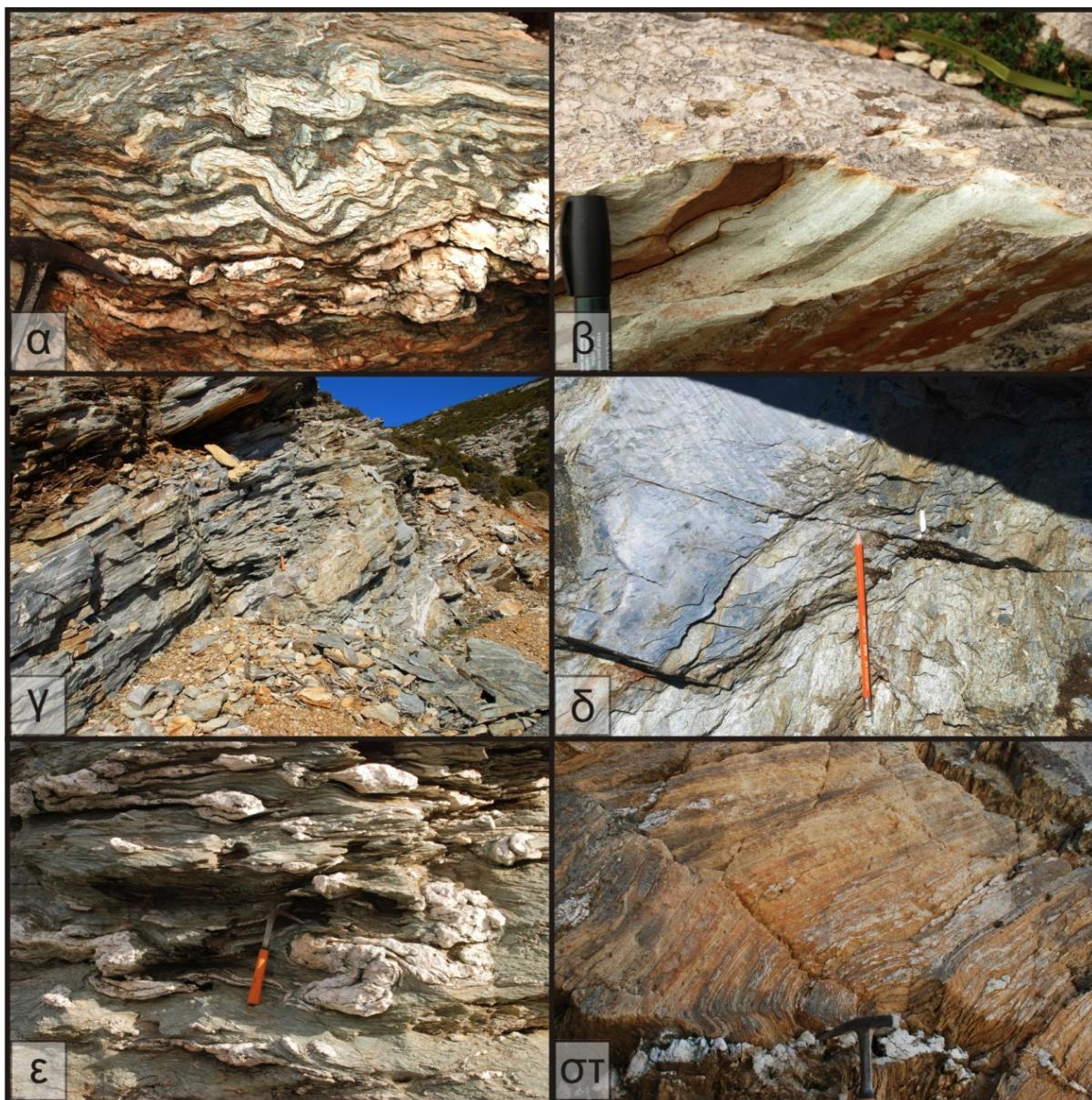
Σε γενικές γραμμές περιλαμβάνουν μαρμαρυγιακούς, χλωριτικούς, αμφιβολιτικούς, ασβεστιτικούς, επιδοιτικούς και χαλαζιακούς σχιστόλιθους (**εικ. 2.12**). Τα κύρια ορυκτολογικά αθροίσματα αυτών των πετρωμάτων περιλαμβάνουν φεγγίτη, λευκούς μαρμαρυγίες, χλωρίτη, επίδοτο, αλβίτη και χαλαζία. Αρκετά συχνά την παραγένεση συμπληρώνουν γλαυκοφανής ή/και ακτινόλιθος, ασβεστίτης και βιοτίτης. Σπάνια απαντάται πουμπελλυίτης, ενώ σε λίγες μόνο περιπτώσεις διατηρείται λωζονίτης σαν έγκλεισμα σε αλβίτη. Στα εποσιώδη ορυκτά συγκαταλέγονται τιτανίτης, απατίτης, ρουτίλιο, αλλανίτης, ζirkόνιο και μεταλλικά αδιαφανή ορυκτά (κυρίως οξειδία του σιδήρου) (**εικ. 2.12**).

Συχνά, μεταξύ των παραπάνω λιθολογιών παρεμβάλλονται οριζόντες χαλαζιτών και χαλαζιοαστρίουχων πετρωμάτων, με πάχος που κυμαίνεται από λίγα εκατοστά μέχρι αρκετές δεκάδες μέτρα (**βλ. γεωλογικό χάρτη Όρους Όχη, κλίμακας 1:10.000**).

Ο ιστός των σχιστολιθικών πετρωμάτων ποικίλει ανάλογα με την ορυκτολογική σύσταση και την τεκτονική τους παραμόρφωση. Στους χαλαζιακούς σχιστόλιθους είναι κυρίως λοβοειδής γρανοβλαστικός έως ινοβλαστικός. Στους σχιστόλιθους με μεγάλο ποσοστό φυλλόμορφων ορυκτών, είναι τις περισσότερες φορές λεπιδοβλαστικός. Σε έντονα παραμορφωμένους σχηματισμούς και όταν συμμετέχουν ορυκτά όπως αλβίτης, επίδοτο ή μπλε αμφίβολοι, ο ιστός μπορεί να χαρακτηριστεί ως πορφυρο-λεπιδοβλαστικός. Όταν ο αλβίτης περιέχει εγκλείσματα, μεταπίπτει σε ποικιλοβλαστικό. Τέλος, κοντά σε τεκτονικές επαφές ή σε ζώνες διάτμησης, ο ιστός που επικρατεί είναι ο μυλονιτικός (**εικ. 2.13**).

Στην περιοχή του καταφυγίου, κοντά στην επαφή με το τεκτονικά υποκείμενο μεταοφιολιθικό mélange, παρατηρείται ότι οι παραπάνω σχιστολιθικοί σχηματισμοί εμφανίζουν μικρότερο πάχος, εναλλάσσονται πιο έντονα και πυκνά και παρουσιάζουν τεκτονικές δομές που υποδηλώνουν έντονα φαινόμενα διάτμησης.

Χαρακτηριστική είναι επίσης η παρουσία νέων λιθολογικών σχηματισμών, όπως οι πιεμοντιτικοί χαλαζίτες (**εικ. 2.14α**), οι πυροξενικοί χαλαζίτες (**εικ. 2.15α**) και οι λεπτοκρυσταλλικοί σχιστόλιθοι με κροσσίτη και σπεςσαρτίνη (**εικ. 2.16α**). Σύμφωνα με τους Bavy & Bavy (1980), το σύνολο των παραπάνω σχηματισμών αποτελεί τμήμα της υποσειράς Παξιμάδας, η οποία αντιστοιχεί στις ανώτερες ακολουθίες της ενότητας Στύρων (**βλ. Κεφ. 1**). Ακολούθως, περιγράφονται αυτοί οι τρεις σχιστολιθικοί σχηματισμοί:



Εικόνα 2.12: Αντιπροσωπευτικοί οριζόντες σχιστόλιθων της ενότητας Όχης. **α)** Χλωριτικός-αλβιτικός σχιστόλιθος με ενστρώσεις χαλαζία, **β)** χαλαζιακός-μαρμαρυγιακός σχιστόλιθος, **γ)** γλαυκοφανιτικός-μαρμαρυγιακός σχιστόλιθος, **δ)** μαρμαρυγιακός-γλαυκοφανιτικός σχιστόλιθος, **ε)** αλβιτικός-επιδοτιτικός σχιστόλιθος και **στ)** χαλαζιακός σχιστόλιθος.

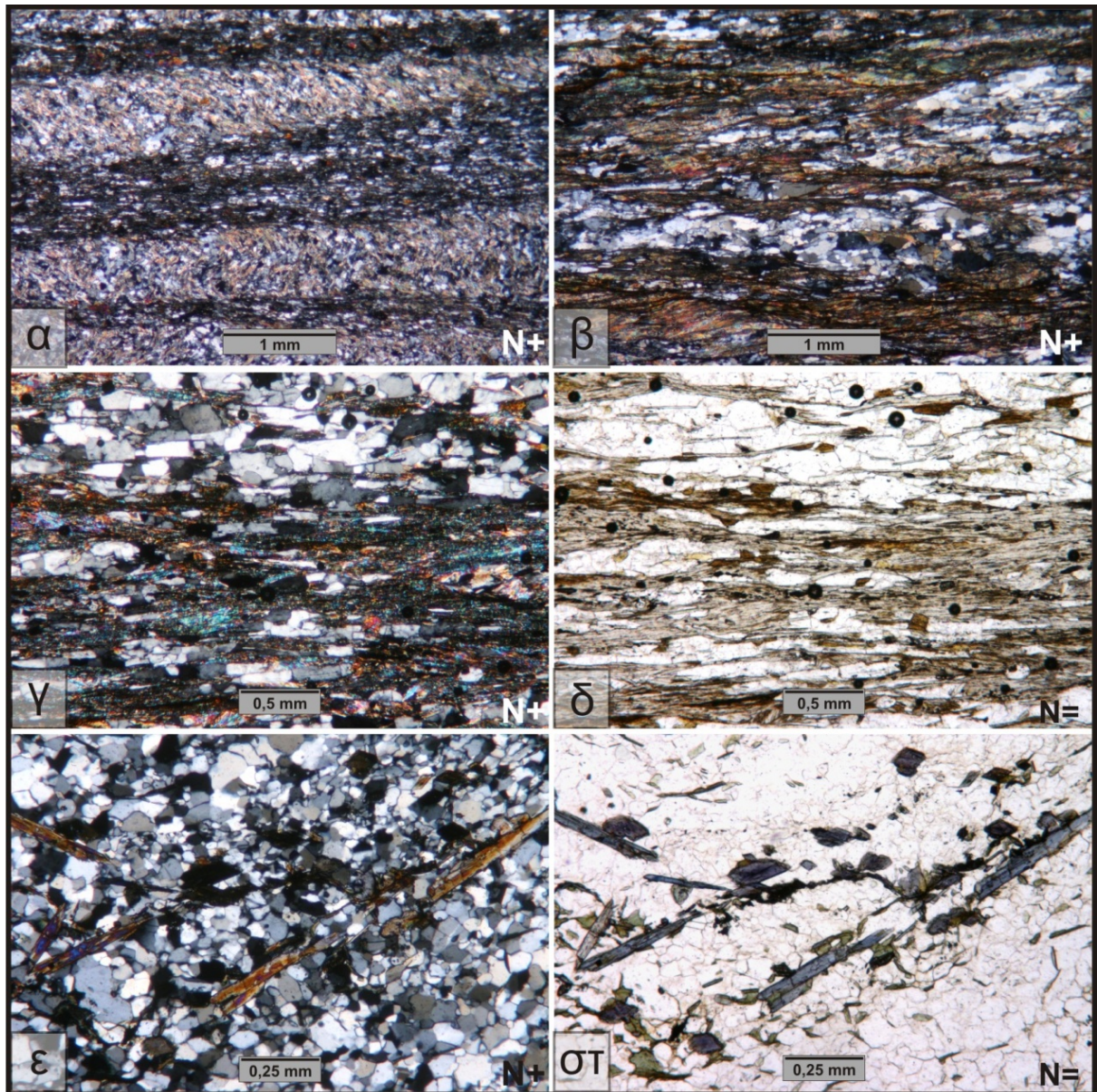
Πιεμοντιτικοί σχιστόλιθοι. Έχουν αναφερθεί στις νότιες πλαγιές του όρους της Όχης, κοντά στην πόλη της Καρύστου (Ανδρονόπουλος, 1962), στο νησί της Άνδρου (Reinecke, 1986) και στην Αττική (Λόζιος, 1993). Στην Εύβοια, συσχετίζονται με τους κυανοσχιστόλιθους χαμηλού βαθμού μεταμόρφωσης ($T < 400^{\circ}\text{C}$, $P > 8\text{ kbars}$) και περιέχουν την παραγένεση χαλαζίας + πιεμοντίτης + σουρσασσίτης + βραουνίτης + αιματίτης + Mg-χλωρίτης (Reinecke, 1986).

Η ορυκτολογική παραγένεση σε δείγμα από αυτό το σχηματισμό είναι:

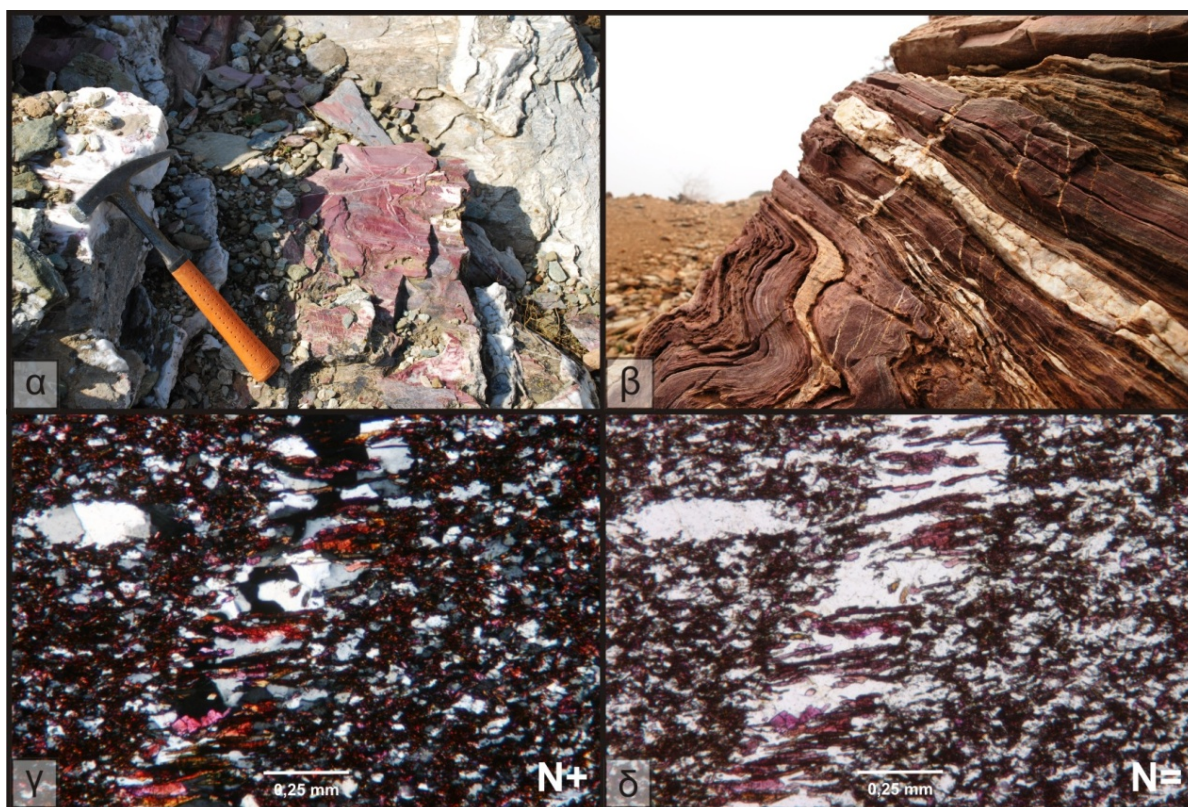
Χαλαζίας + φεγγίτης + πιεμοντίτης + Mg-χλωρίτης + μαγνητίτης + ρουτίλιο.

Έχουν χαρακτηριστικό ερυθροϊώδες χρώμα και είναι εξαιρετικά λεπτόκοκκοι. Τα φυλλοπυριτικά ορυκτά και ο πρισματικός πιεμοντίτης καθορίζουν τη φύλλωση του

σχηματισμού, ενώ διακρίνονται τόσο μικροσκοπικά όσο και μακροσκοπικά διάφορες γενεές φλεβών χαλαζία (εικ. 2.14).



Εικόνα 2.13: α) Πουμπελλιτικός-γλαυκοφαντικός-επιδοτιτικός-χλωριτικός-φεγγιτικός σχιστόλιθος με ζωνώδη πτυχοσχισμό, σε δείγμα από την περιοχή του Καταφυγίου. β) Διαζευκτικός σχισμός σε γλαυκοφαντικό-φεγγιτικό-χαλαζιακό σχιστόλιθο που περιβάλλει boudin μεταβασικού πετρώματος. γ, δ) Λεπιδοβλαστική δομή σε δείγμα από αλβιτικό-ακτινολιθικό-βιοτιτικό σχιστόλιθο στην περιοχή του Καταφυγίου. Οι μικροσκοπικές βελόνες ακτινόλιθου περιορίζονται στα πεδία του σχισμού. ε, στ) Ο γλαυκοφανής μεταπίπτει εξωτερικά σε ακτινόλιθο και αυτός σε χλωρίτη, σε βιοτιτικό-χλωριτικό-ακτινολιθικό-γλαυκοφαντικό σχιστόλιθο στο νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης.



Εικόνα 2.14: α, β) Εμφανίσεις πιεμονιτικών σχιστολίθων στην περιοχή του Καταφυγίου, με το χαρακτηριστικό ερυθροϊώδες χρώμα τους. γ, δ) Η φλέβα του χαλαζία διείσδυσε πριν τη μετανάστευση ορίων κόκκων (GBM) και τη στατική ανακρυστάλλωση του πετρώματος.

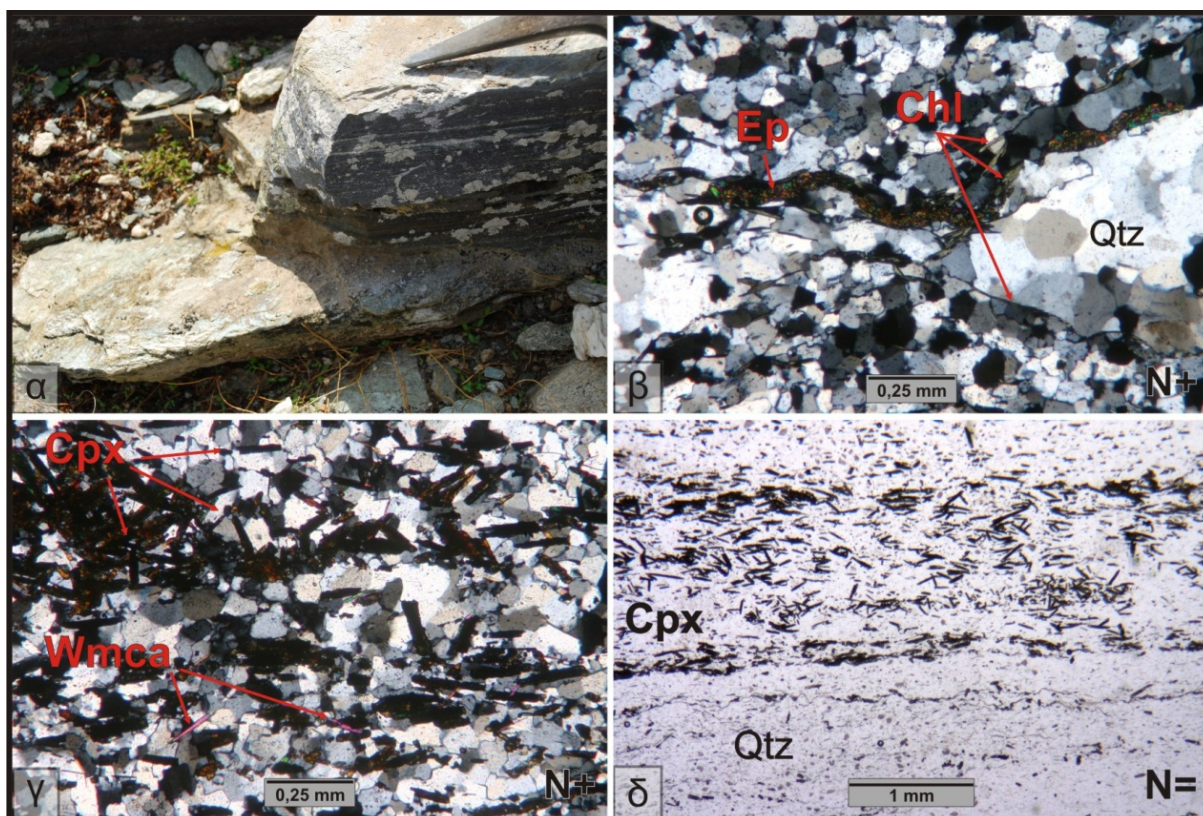
Πυροξενικοί χαλαζίτες: Έχουν χαρακτηριστικό σκούρο κυανό χρώμα και πάχος που δεν υπερβαίνει τα 20 cm. Η ορυκτολογική τους παραγένεση είναι:

*Χαλαζίας + Na-ούχος πυρόξενος + φεγγίτης + χλωρίτης + επίδοτο + αλλανίτης +
μαγνητίτης + απατίτης*

Λόγω της ορυκτολογικής σύστασης του πετρώματος και της μικροκοκκώδους δομής του, οι μικρές φλέβες χαλαζία πάχους 1-3 mm είναι οι μόνες που πιστοποιούν ισοκλινή μικροπτύχωση (**εικ. 2.15α**). Η κύρια μάζα αποτελείται επίσης από χαλαζία, μέσα στην οποία παρατηρούνται κρύσταλλοι Na-ούχων πυρόξενων με μέγεθος που δεν ξεπερνά τα 0,2 mm και μικροσκοπικοί κρύσταλλοι φεγγίτη και επιδότου, ενώ οι χλωρίτες απαντώνται μόνο κατά ζώνες (**εικ. 2.15γ, δ**). Στα σημεία όπου αφθονούν τα φυλλόμορφα ορυκτά ο ιστός είναι λεπιδοβλαστικός.

Μέσα στις φλέβες χαλαζία παρατηρούνται μεγάλοι επιμηκυσμένοι κρύσταλλοι μαρμαρυγία, ενώ ο χλωρίτης συγκρυσταλλώνεται με επίδοτο (**εικ. 2.15β**). Ο ιστός είναι γρανοβλαστικός και οι κόκκοι χαλαζία είναι μεγάλοι, με κυματοειδή κατάσβεση, μετανάστευση ορίων κόκκων (GBM) και ανάκτηση ορίων κόκκων (grain boundary area reduction, GBAR). Η γωνία που σχηματίζουν ανα τρεις οι κόκκοι μεταξύ τους τείνει να γίνει 120°, υποδηλώνοντας διεργασίες στατικής ανακρυστάλλωσης (static recrystallisation), χωρίς όμως να έφτασαν πλήρως σε αυτό το σημείο.

Εκτός των φλεβών, δημιουργούνται υποκόκκοι (subgrains) χαλαζία από ανάκτηση (recovery), με χαρακτηριστικά κυματοειδούς κατάσβεσης και μετανάστευση των ορίων τους (GBM) (**εικ. 2.15γ, δ**).



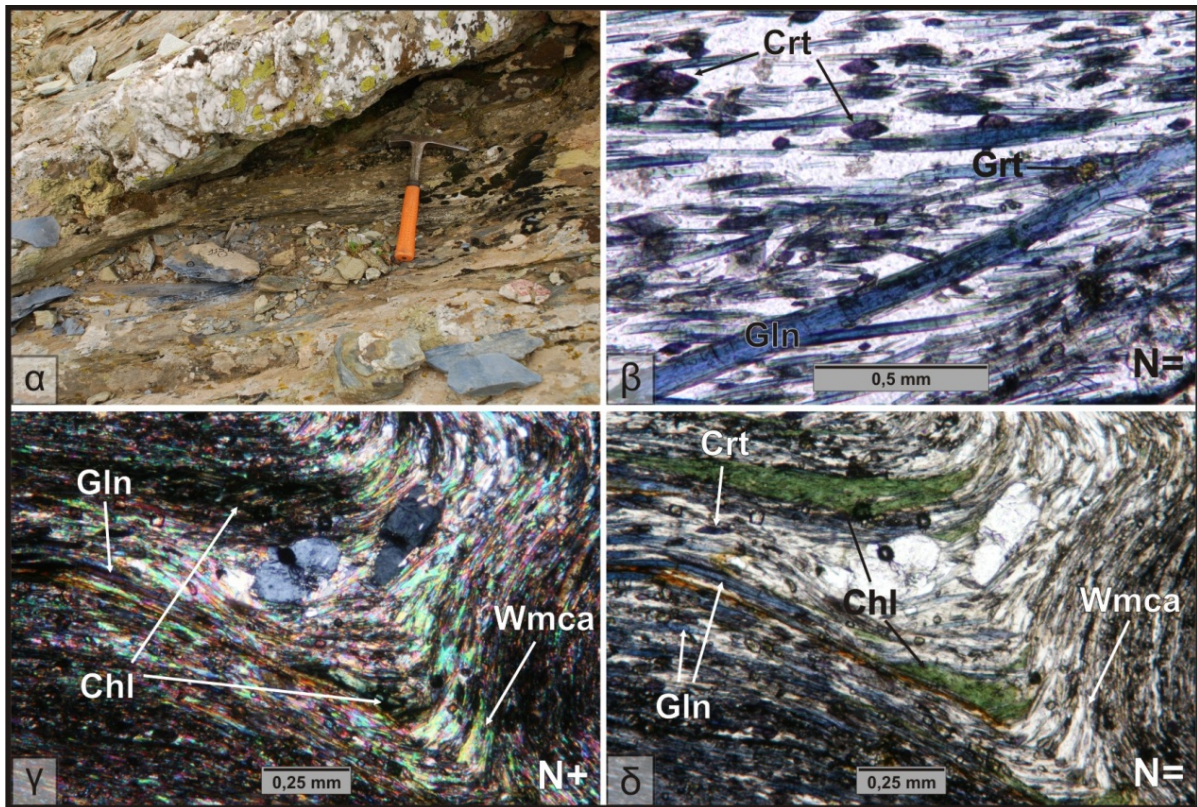
Εικόνα 2.15: **α)** Πυροξενικός χαλαζίτης με χαρακτηριστικό σκούρο κυανό χρώμα. **β)** Σε ζώνες που περιβάλλουν φλέβες χαλαζία ο χλωρίτης (Chl) συγκρυσταλλώνεται με επίδοτο (Ep). **γ, δ)** Πρισματικοί κρύσταλλοι Na-ούχων πυρόξενων (Cpx) και μικροσκοπικοί μαρμαρυγίες (Wmca) εντός κύριας μάζας χαλαζία.

Σπεσσαρτινικοί-κροσσιτικοί σχιστόλιθοι: Έχουν την παραγένεση (**εικ. 2.16α**):

μαρμαρυγίας (κυρίως φεγγιτικής σύστασης) – Na-ούχοι αμφίβολοι – Ca-Na-ούχος αμφίβολος – σπεσσαρτίνης – χαλαζίας ± χλωρίτης

Ως επουσιώδη ορυκτά συμμετέχουν αλβίτης, επίδοτο, αλλανίτης και αδιαφανή μεταλλικά ορυκτά (**εικ. 2.16γ, δ**). Οι γρανάτες (σπεσσαρτίνης) είναι ιδιόμορφοι κρύσταλλοι, με μέγεθος που δεν ξεπερνά τα 50 μm (**εικ. 2.16β**).

Σύμφωνα με τους Katzir et al. (2000), οι τελευταίοι θεωρείται ότι προέρχονται από μεταμορφωμένο σιδηρο-μαγγανιούχο βιοχημικό ίζημα, γνωστό ως "meta-ironstone", κάτι το οποίο έχει αναφερθεί και για την Άνδρο (Reinecke et al., 1985) (**βλ. Γεωλογικό χάρτη Περιοχής Καταφυγίου, κλίμακας 1:2.000**).



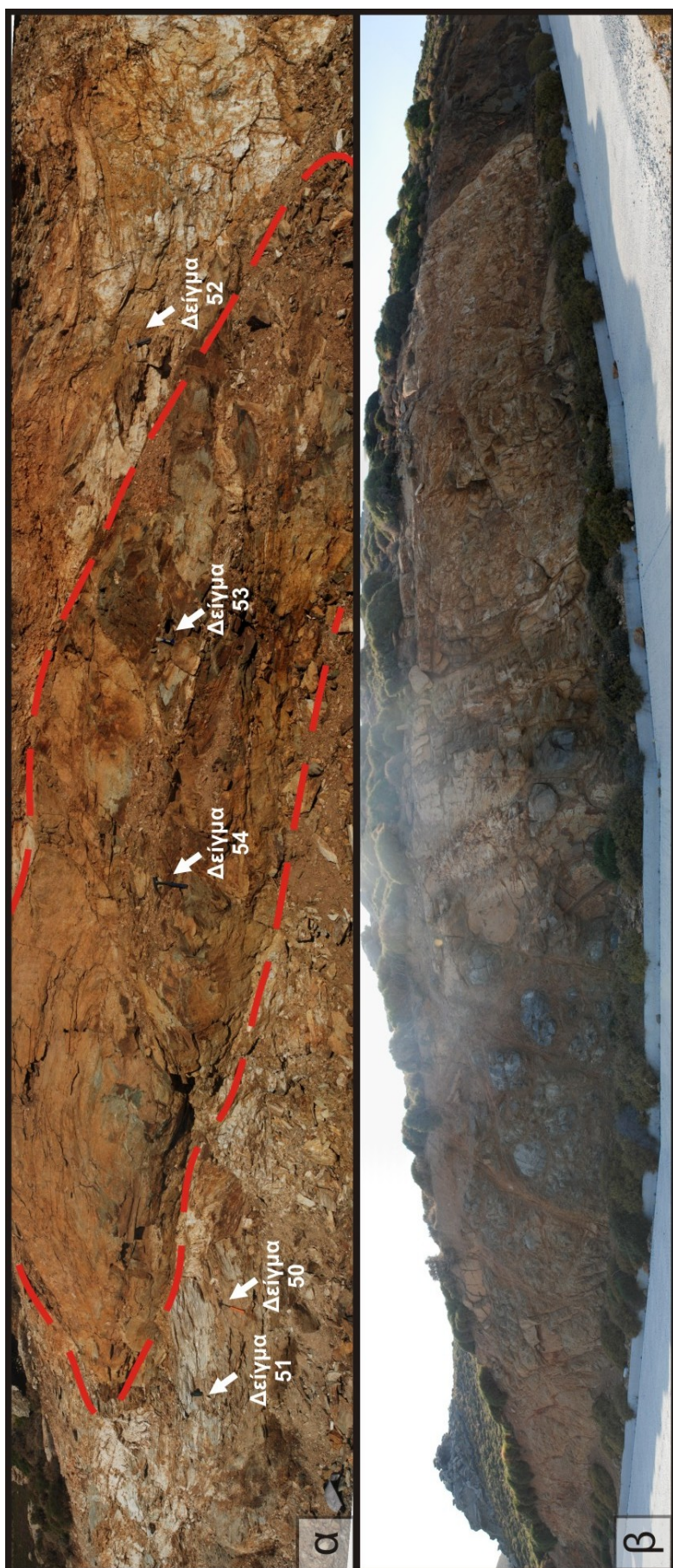
Εικόνα 2.16: α) Σπασσαρτινικός-κροσσιτικός σχιστόλιθος σε λεπτούς ορίζοντες εντός σχιστολιθικών εναλλαγών, στην περιοχή του Καταφυγίου. β) Προσανατολισμένοι κρύσταλλοι γλαυκοφανή (Gln) και κροσίτη (Crt), μέσα σε χαλαζιτικό matrix. Διακρίνεται μικρός κρύσταλλος γρανάτη (Grt), σύστασης σπασσαρτίνη. γ, δ) Γωνιώδης μικροπτύχωση, όπου κάμπτονται οι κρύσταλλοι του γλαυκοφανή, του χλωρίτη (Chl) και των λευκών μαρμαρυγιών (Wmca).

2.3.3. Μεταβασικά πετρώματα Όχης

Συχνά, εντός των σχιστολιθικών και χαλαζιακών εναλλαγών της ενότητας, παρεμβάλλονται τεμάχια μεταβασικών πετρωμάτων που ποικίλουν τόσο ως προς τη σύσταση, όσο και ως προς το μέγεθος. Πρόκειται κυρίως για σώματα μεταγάβρων και μετατόφφων (εικ. 2.17), ενώ έχουν αναφερθεί ακόμα σερπεντινίτες, ραδιολαρίτες κ.ά. (Κατσικάτσος, 1991).

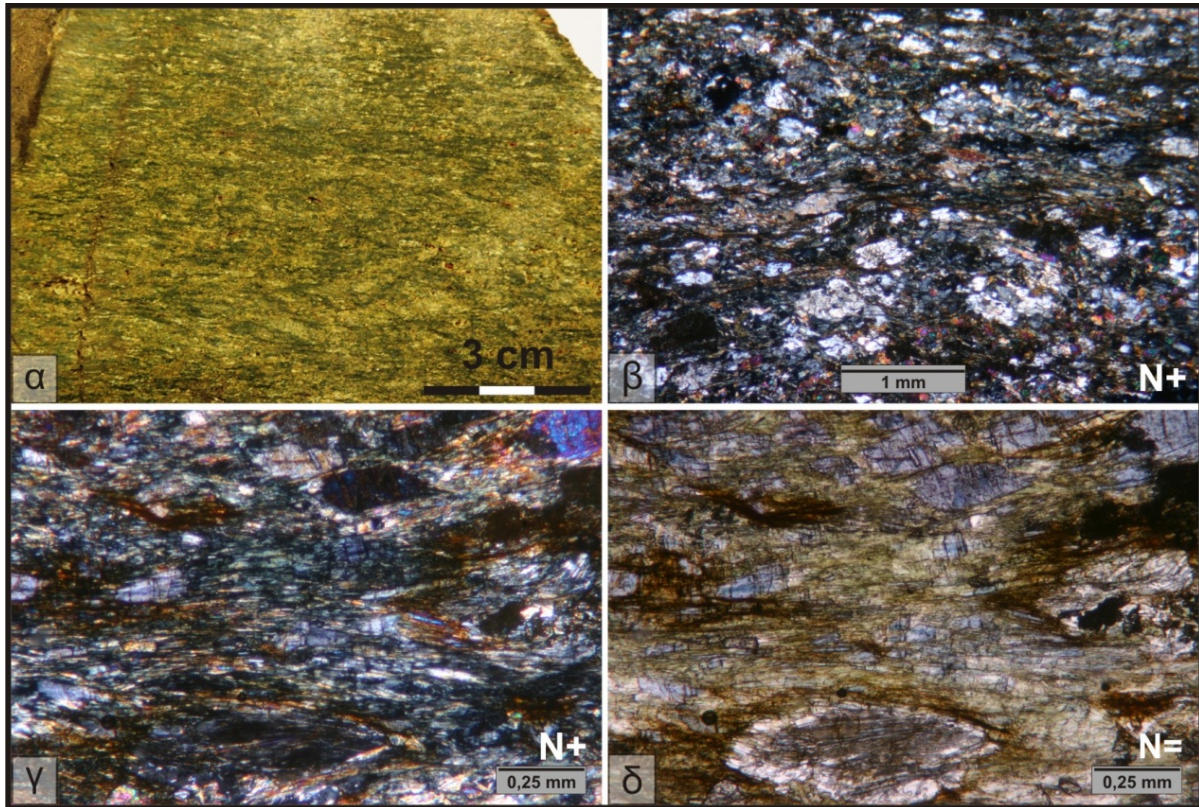
Το σχήμα τους συνήθως είναι φακοειδές ή ατρακτοειδές και παρουσιάζουν μια διακύμανση ως προς το βαθμό παραμόρφωσής τους, με τον πυρήνα να διατηρείται κάποιες φορές σχετικά ανεπηρέαστος. Μία τέτοια εμφάνιση μεταγάβρου απαντήθηκε στους πρόποδες του όρους της Όχης, ΒΑ της Καρύστου και, όπως σημειώνεται και στην **εικόνα 2.17α**, συλλέχθηκαν δείγματα τόσο από το τέμαχος όσο και από τα περιβάλλοντα αυτού σχιστολιθικά πετρώματα.

Αναλυτικότερα, τα δείγματα που προέρχονται από τον πυρήνα του μεταβασικού σώματος έχουν χρώμα έντονο πράσινο και ο ιστός είναι πορφυροβλαστικός, με μεγάλους κόκκους αλβίτη και χαλαζία που περιβάλλονται από μαρμαρυγίες και χλωρίτη (εικ. 2.18α, β). Ο γλαυκοφανής, όταν δεν απαντάται ως έγκλεισμα σε αλβίτη, μεταπίπτει περιφερειακά σε χλωρίτη (εικ. 2.18γ, δ). Η ορυκτολογική παραγένεση γλαυκοφανής + φεγγίτης + επίδοτο αντιπροσωπεύει το πρώτο μεταμορφικό γεγονός M1 (βλ. Κεφ. 3 και Πίνακα 2.Α)



Εικόνα 2.17: Εμφανίσεις μεταβασικών πετρωμάτων εντός της ενότητας Όχης. **α)** Τεκτονική σφήνα μεταγέθρου εντός μαρμαρυγιακών και χαλαζιακών σχιστολίθων, ΒΑ της Καρύστου. Σημειώνονται οι θέσεις δειγματοληψίας (βλ. κείμενο και πίνακα 2.Α). **β)** Μεταβασικά και μετατόφοι στις νότιες πλαγιές του ομώνυμου όρους.

Δείγματα που συλλέχθηκαν από σημεία πιο κοντά στην περιφέρεια του τεμάχους παρουσιάζουν αρκετές διαφορές με τα προηγούμενα. Έχουν πιο ανοιχτό χρώμα, είναι πιο λεπτόκοκκα και η σχιστότητα είναι πιο έντονα εκπεφρασμένη. Περιέχουν περισσότερο αλβίτη, λιγότερο χλωρίτη, ενώ ο γλαυκοφανής μετέχει σαν επουσιώδες ορυκτό και με πολύ μικρότερους κρυστάλλους. Η ορυκτολογική παραγένεση *επίδοτο + χλωρίτης + αλβίτης + φεγγίτης* προσδιορίζει τη M2 μεταμορφική φάση (βλ. Κεφ. 3 και Πίνακα 2.Α).



Εικόνα 2.18: α) Δείγμα από τον πυρήνα μεταβασικού τεμάχους της ενότητας Όχης, με χρώμα έντονο πράσινο και μικρο- έως μεσοκοκκώδη δομή. β) Ο ιστός είναι πορφυροβλαστικός, με μεγάλους κόκκους αλβίτη και χαλαζία που περιβάλλονται από μαρμαρυγίες και χλωρίτη. γ, δ) Ο γλαυκοφανής, όταν δεν απαντάται ως έγκλεισμα σε αλβίτη, μεταπίπτει περιφερειακά σε χλωρίτη.

Πίνακας 2.Α: Ορυκτολογική σύσταση των δειγμάτων μεταγάββρου και των περιβάλλοντων πετρωμάτων που απαντήθηκε στην ενότητα Όχης, στους πρόποδες του ομώνυμου όρους.

προς τον πυρήνα ↓	δείγμα	λιθότυπος	χαλαζίας	φεγγίτης	Λευκοί μαρμαρυγίες	βιοτίτης	αλβίτης	επίδοτο	αλλανίτης	χλωρίτης	γλαυκοφανής	κροσσίτης	εκκερμενίτης	απατίτης	τιτανίτης	ζιρκόνιο	αδιαφανή
	50	χαλαζ- μοσχοβ. σχιστόλιθ	X	x		x	X		x	X			x	x	x	X	
	51	χαλαζ- γλαυκοφ. σχιστόλιθ	X	X		X	X				x	x			x	x	X
	52	χαλαζ- γλαυκοφ. Σχιστόλιθ	X		X		X	x		X	X						X
	53	μεταγάββρος		X	x	X	X	X			X						X
	54	μεταγάββρος	x	X			x	X		x							x

2.4. Μεταοφιολιθικό mélange

Πρόκειται για ένα mélange μεταμορφωμένων οφιολιθικών πετρωμάτων (βασικών και υπερβασικών) με ταυτόχρονη παρουσία μεταϊζημάτων. Η εμφάνιση αυτή αποκαλύπτεται στα υψηλότερα τμήματα του ορεινού όγκου της Όχης, καταλαμβάνοντας και τις δύο κορυφές του, Προφήτης Ηλίας και Γιούδας. Μικρότερες εμφανίσεις του ίδιου συστήματος έχουν αναφερθεί και σε αρκετά χαμηλότερο υψόμετρο, στην περιοχή Παραδείσι (ΒΔ της Καρύστου) (Katzir et al., 2000).

Με βάση τη δειγματοληψία κατά τη διάρκεια της εργασίας υπαίθρου και τη χρήση βιβλιογραφικών αναλύσεων (Katzir et al. 2000 και αναφορές εντός), οι σχηματισμοί κατηγοριοποιήθηκαν σε τέσσερις (4) κύριους λιθολογικούς τύπους, τους μεταγνάβρους, τους μεταβασάλτες, τους μεταβερλίτες και τους σχιστόλιθους που αντιπροσωπεύουν τα μεταϊζήματα του mélange.

2.4.1. Μεταγάββροι

Τα σώματα των **μεταγάββρων** έχουν συνήθως σχήμα ατρακτοειδές και το μέγεθός τους ποικίλει, ξεκινώντας από διάμετρο της τάξης λίγων μέτρων, μέχρι κάποια δεκάδες. Τα μικρότερα τεμάχια (boudins) απαντώνται κυρίως κατά μήκος τριών ζωνών:

α) Βόρεια, κατά μήκος της τεκτονικής επαφής του mélange με την τεκτονικά υποκείμενη ενότητα των Στύρων, στην περιοχή δηλαδή της δεξαμενής (**βλ. Γεωλογικό χάρτη Περιοχής Δεξαμενής, κλίμακας 1:2.000**). Σε αυτή τη θέση τα μεταγαββρικά ατρακτοειδή σώματα έχουν ένα μέσο προσανατολισμό ΒΑ-ΝΔ.

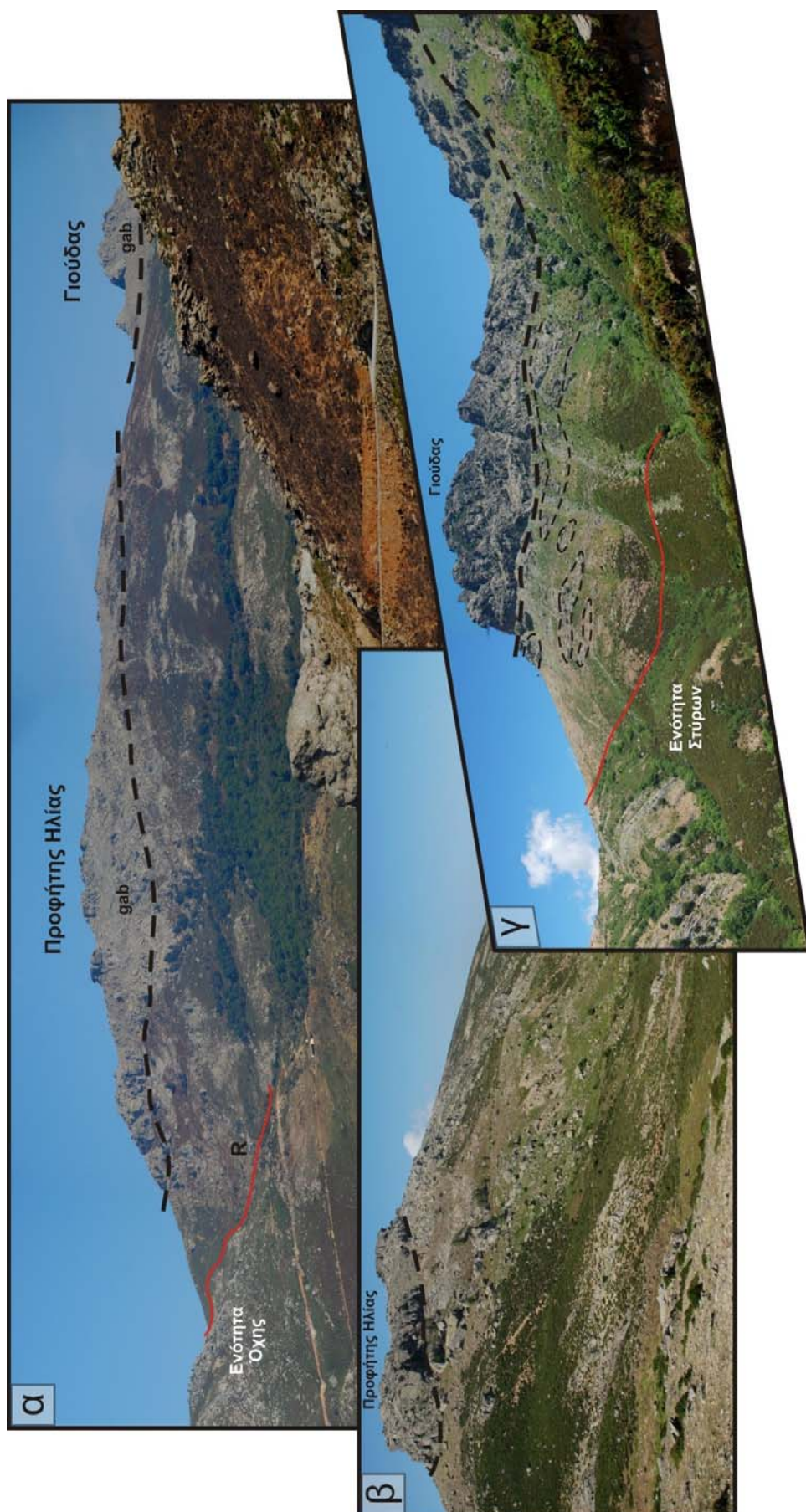
β) Νότια, κατά μήκος της τεκτονικής επαφής των μεταβασικών είτε με τα υπερβασικά, είτε με την τεκτονικά υπερκείμενη ενότητα της Όχης (**βλ. Γεωλογικό χάρτη Περιοχής Καταφυγίου, κλίμακας 1:2.000**). Ο προσανατολισμός των boudins εδώ είναι ΒΔ-ΝΑ, ακολουθεί δηλαδή και εδώ τη διεύθυνση της τεκτονικής επαφής.

γ) Δυτικά, κατά μήκος της τεκτονικής επαφής του mélange με τα τεκτονικά υπερκείμενα πετρώματα της ενότητας Στύρων (**βλ. Γεωλογικό χάρτη Περιοχής Αγίας Παρασκευής, κλίμακας 1:2.000**).

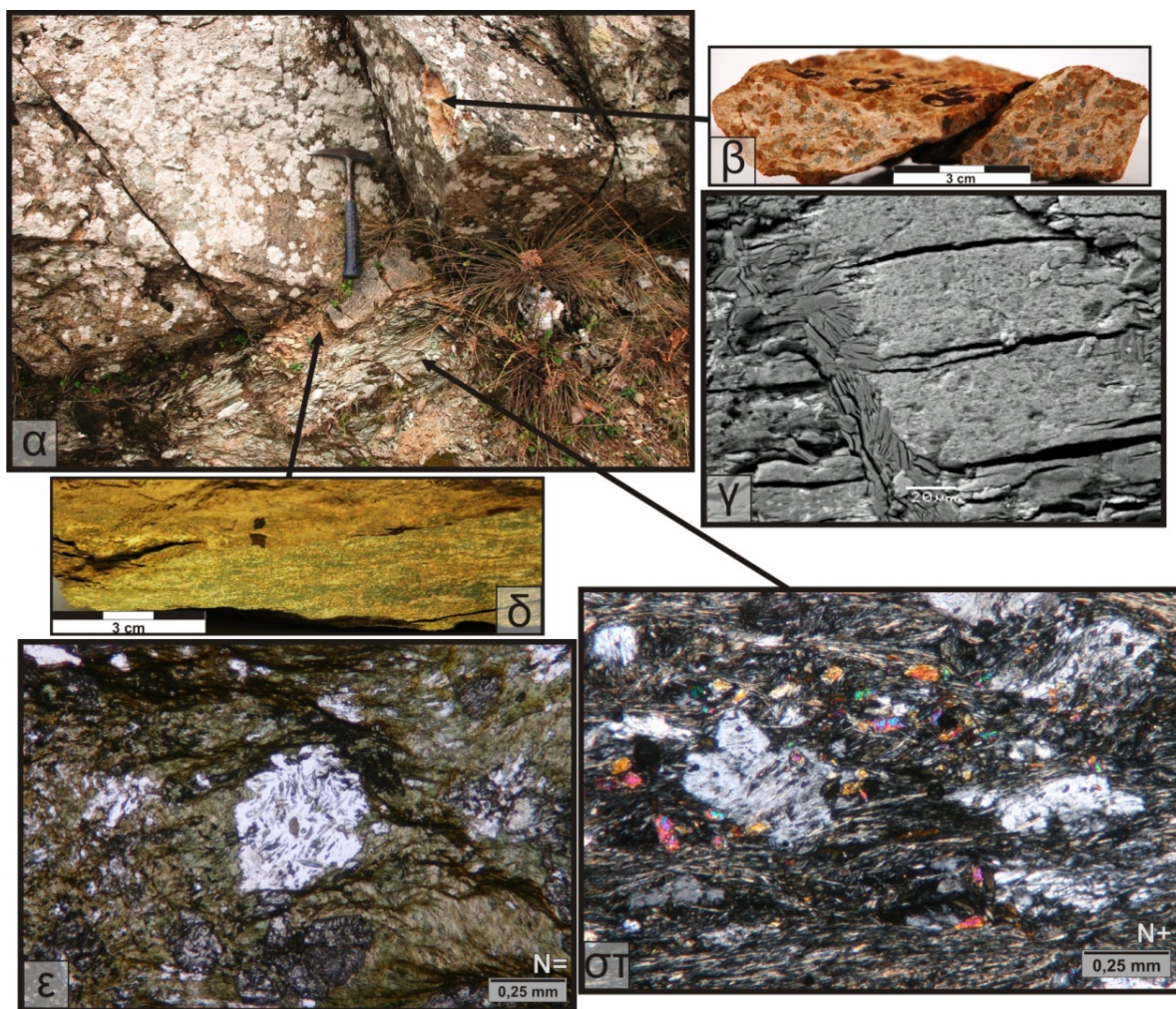
Τα μεγαλύτερα τεμάχια μεταγάββρων διατηρούνται στα υψηλότερα σημεία του όρους της Όχης και έχουν ορατό πάχος τουλάχιστον 200 m το καθένα. Καταλαμβάνουν τις κορυφές του Προφήτη Ηλία και του Γιούδα και είναι ορατά από όλες τις πλευρές του όρους (**εικ. 2.19**).

Χαρακτηριστικό όλων των τεμαχίων, ανεξάρτητα από το μέγεθός τους, είναι η διαφοροποίηση που παρουσιάζουν ως προς την τεκτονική παραμόρφωση, τη σχιστοποίησή τους, το μέγεθος των κρυστάλλων και την ορυκτολογική τους σύσταση. Αυτή η διαφορά παρατηρείται τόσο μεταξύ τεμαχίων από διαφορετικές θέσεις, όσο και μεταξύ του πυρήνα και της περιφέρειας των boudins (**εικ. 2.20α**).

Μεταγάββροι με τα παραπάνω γνωρίσματα χαρακτηρίζονται ως «flaser-gabbros» και μπορούν να κατηγοριοποιηθούν γενικά σε τρεις ομάδες (Mevel et al., 1978): α) στους απαραμόρφωτους έως ελαφρά παραμορφωμένους, αδρόκοκκους, με διατηρημένο τον ιστό των γάββρων, β) στους μέτρια παραμορφωμένους, με πορφυλοβλαστικό ή μωσαϊκό-πορφυροβλαστικό ιστό και γ) στους έντονα παραμορφωμένους, λεπτόκοκκους και σχιστοποιημένους μεταγάββρους, όπου όλος ο μαγματικός ιστός έχει εξαφανιστεί.



Εικόνα 2.19: Πανοραμικές απόψεις του όρους Όχης: **α)** Τα μεγαλύτερα τεμάχια (boudins) μεταβάθρων (gab) απαντώνται στην κορυφή του Προφήτη Ηλία και του Γιούδα. Όψη προς ΒΒΔ. (Με κόκκινη γραμμή σημειώνεται η τεκτονική επαφή με την τεκτονικά υπερκείμενη ενότητα Όχης, R=Καταφύγιο). **β)** Μεγάλης κλίμακας boudin μεταβάθρων στην κορυφή του Προφ. Ηλία. Όψη προς ΒΑ. **γ)** Ομοίως και για την κορυφή του Γιούδα. Σε χαμηλότερα υψόμετρα σημειώνονται μικρότερα boudins μεταβάθρων. Όψη προς Α. (Με κόκκινη γραμμή σημειώνεται η τεκτονική επαφή με την τεκτονικά υποκείμενη ενότητα των Στύρων).



Εικόνα 2.20: α) Τέμαχος μεταγάββρου, με σχετικά απαραμόρφωτο πυρήνα και αυξανόμενη σχιστοποίηση προς την περιφέρεια. β) Δείγμα από τον πυρήνα του boudin, όπου διατηρείται σχετικά καλά ο πορφυροβλαστικός ιστός των γάββρων και γ) εικόνα οπίσθιας σκέδασης από το ίδιο δείγμα, με πορφυροβλάστη υπολειμματικού πυρόξενου που υπόκειται πλέον σε πολυσύνθετη αντικατάσταση (ψευδομόρφωση πυρόξενου), μέσα σε προσανατολισμένο χλωρίτη. δ) Σχιστοποιημένο και αδρόκοκκο δείγμα από την περιφέρεια, όπου ε) επικρατούν πορφυροβλάστες αλβιτών με εγκλείσματα ορυκτών της M1 μεταμορφικής φάσης (βλ. κείμενο), μέσα σε matrix από ορυκτά κυρίως της M2 μεταμορφικής φάσης. στ) σε ακόμα πιο εξωτερικά τμήματα της περιφέρειας των τεμαχών ο ιστός είναι λεπιδοβλαστικός έως τραχιτικός, με προτιμητέο προσανατολισμό των αλβιτών, μέσα σε λεπτοκοκκώδη κύρια μάζα ορυκτών αθροισμάτων της M2 μεταμορφικής φάσης.

Με βάση αυτή την κατηγοριοποίηση διαπιστώθηκε ότι στις περισσότερες περιπτώσεις τα boudins εμπίπτουν στην τρίτη κατηγορία και μόνο σε δύο περιπτώσεις συλλέχθηκαν δείγματα που να αντιστοιχούν στις δύο πρώτες. Παρόλα αυτά, σε όλες τις περιπτώσεις τα τεμάχια παρουσίαζαν έντονη σχιστοποίηση στην περιφέρειά τους και πολλές φορές και αλλαγή στην ορυκτολογική τους σύσταση (εικ. 2.20).

Πιο συγκεκριμένα, μόνο σε δείγματα χωρίς έντονη σχιστοποίηση παρατηρείται ο χαρακτηριστικός πορφυροβλαστικός ιστός με υπολειμματικούς πυρόξενους μέσα σε matrix από ορυκτά της μεταμορφικής φάσης υψηλών πιέσεων M1. Η ορυκτολογική παραγένεση σε αυτές τις περιπτώσεις είναι

γλαυκοφανής + επίδοτο + φεγγίτης

ενώ απαντώνται και ορυκτά της ανάδρομης μεταμόρφωσης M2, με

αλβίτη + επίδοτο + χλωρίτη + Ca-ούχο αμφίβολο

Στους παραμορφωμένους μεταγάββρους, κοντά στην περιφέρεια των τεμαχών, ο ιστός είναι κυρίως ποικιλοβλαστικός, αυξάνει το ποσοστό του χλωρίτη και των Ca-ούχων αμφιβόλων, ενώ ο γλαυκοφανής και ο πυρόξενος, αν υπάρχουν, απαντώνται μόνο ως εγκλείσματα σε πορφυροβλάστες αλβίτη (**2.20ε, στ**). Στους έντονα παραμορφωμένους και σχιστοποιημένους μεταγάββρους, ο ιστός τείνει περισσότερο προς λεπιδοβλαστικός (με ακραίο τον τραχιτικό), με τα ορυκτά της παραγένεσης

ακτινόλιθος + χλωρίτης + επίδοτο ± πουμπελλυίτης ± φεγγίτης

να συνυπάρχουν σε ισορροπία (**εικ. 2.20στ**).

2.4.2. Μεταβασάλτες

Πρόκειται κυρίως για τεμάχη μαξιλαροειδούς σχήματος (pillows) ή πετρώματα συμπαγούς μορφής. Τα pillows απαντώνται κυρίως νότια, στην περιοχή του καταφυγίου και δυτικά, στο τμήμα της Αγίας Παρασκευής. Στην πρώτη περίπτωση εμφανίζουν τεκτονική παραμόρφωση και κατά συνέπεια, παρουσιάζουν σχιστότητα και αλλαγή στη σύσταση από την περιφέρεια προς τον πυρήνα του τεμάχους (**εικ. 2.21α**). Στη δεύτερη περίπτωση, εκτός από τα παραμορφωμένα, εμφανίζονται και κάποια τεμάχη σχετικά απαραμόρφωτα που περιβάλλονται από μεταϊζήματα (**εικ. 2.21β**).

Αναλυτικότερα, στην περιοχή του καταφυγίου εμφανίζονται μεγάλα τεμάχη μεταβασαλτών μορφής pillow, τα οποία έχουν σχήμα ατρακτοειδές και μια διάταξη παράλληλη σχεδόν με την εμφάνιση των υπερβασικών (**βλ. Γεωλογικό χάρτη Περιοχής Καταφυγίου, κλίμακα 1:2.000**). Ο πυρήνας είναι λεπτοκοκκώδης και έχει χαρακτηριστικό φυστικό χρώμα λόγω της παρουσίας ομφακίτη (**εικ. 2.21γ**), ενώ απαντώνται ακόμα οι πυρόξενοι διοψίδιος και αυγίτης, καθώς και Na-ούχοι, Ca-ούχοι και Ca-Na-ούχοι αμφίβολοι, φεγγίτης, αλβίτης, επίδοτο, χλωρίτης, ελάχιστα εγκλείσματα λωζονίτη και απατίτης. Συχνά ο ομφακίτης βρίσκεται σε ισορροπία με επίδοτο (**εικ. 2.21στ**) ή αλβίτη.

Αντίθετα, στην περιφέρεια των boudins το χρώμα γίνεται είτε μπλε, λόγω της έντονης παρουσίας των Na-ούχων αμφιβόλων, είτε σκούρο πράσινο λόγω του αυξημένου ποσοστού χλωρίτη (**εικ. 2.21δ**). Και στις δύο περιπτώσεις συμμετέχουν τα ορυκτά αλβίτης, επίδοτο και φεγγίτης, αλλά σε μικρό ποσοστό. Χαρακτηριστική περίπτωση αποτελεί δείγμα από την περιφέρεια τεμάχους στην περιοχή βόρεια της Αγίας Παρασκευής, όπου το matrix είναι από αλβίτη και ανάμεσα στους κόκκους αναπτύσσονται προσανατολισμένοι κρύσταλλοι μπλε αμφιβόλων (**εικ. 2.21ε**).

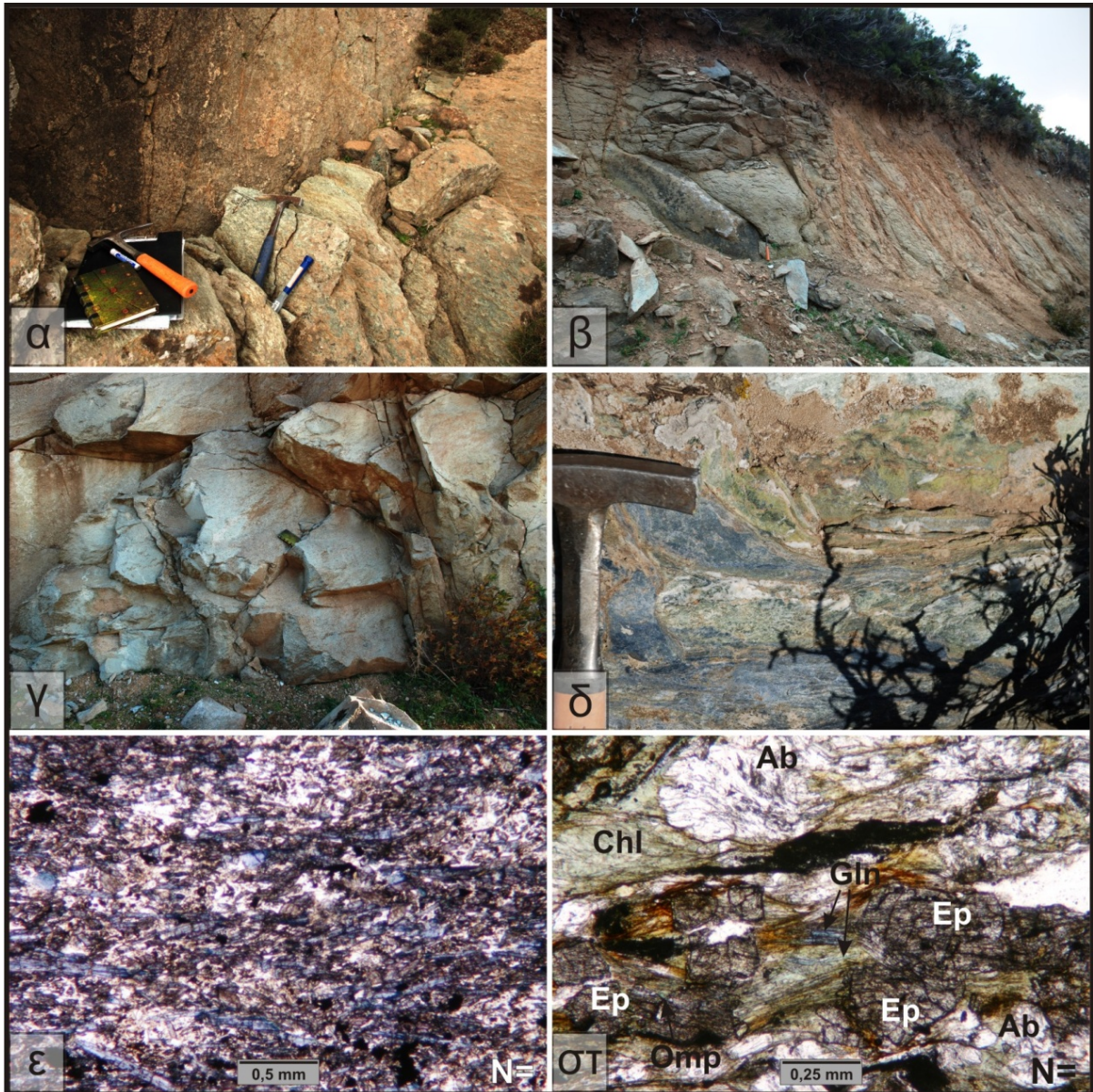
Οι προσανατολισμένες δομές στα μαγματικά πετρώματα μπορούν να αποδοθούν στην τεκτονική καταπόνηση του πετρώματος μετά τη στερεοποίησή του. Κατά τη μεταμόρφωσή τους αργότερα, είναι δυνατόν οι δομές αυτές είτε να χαθούν, είτε να παραμείνουν σαν κληρονομημένες, εάν το σώμα ή το τέμαχος «κλυμπούσε» μέσα σε πιο εύπλαστα πετρώματα με ταυτόχρονη παρουσία ρευστών.

Όπως και στην περίπτωση των μεταγάββρων, έτσι και εδώ μπορούν να διακριθούν ορυκτολογικές παραγενέσεις και των δύο μεταμορφικών γεγονότων M1 και M2. Οι παραγενέσεις για τη **M1 (εικ. 2.21στ)** είναι:

ομφακίτης + Na-ούχοι πυρόξενοι + φεγγίτης

χαλαζίας + φεγγίτης + αλβίτης + επίδοτο + Na-ούχοι αμφίβολοι

αλβίτης + Na-ούχοι αμφίβολοι



Εικόνα 2.21: α) Συχνά, λόγω τεκτονικής παραμόρφωσης, τα τεμάχια των μεταβασαλτών παρουσιάζουν έντονη σχιστοποίηση προς την περιφέρειά τους. β) Τέμαχος σχετικά अपαραμόρφωτου μεταβασάλτη μέσα σε σχιστόλιθους, στην περιοχή βόρεια της Αγίας Παρασκευής. γ) Όταν το ποσοστό σε ομφακίτη είναι μεγάλο, οι πυρήνες των μεταβασαλτών έχουν χαρακτηριστικό φυσικό χρώμα. δ) Σχιστοποιημένη περιφέρεια τεμάχους μεταβασάλτη, με εναλλαγές μπλε και πράσινου χρώματος λόγω του μεγάλου ποσοστού συμμετοχής μπλε αμφιβόλων και χλωρίτη αντίστοιχα. ε) Μικροφωτογραφία από περιφέρεια έντονα παραμορφωμένου μεταβασάλτη, όπου η κύρια μάζα είναι αλβιτική και εντός αναπτύσσονται βελονοειδείς, υπιδιόμορφοι κρύσταλλοι μπλε αμφιβόλων. στ) Μικροφωτογραφία από τέμαχος μεταβασάλτη που διατηρεί τη M1 μεταμορφική φάση. Ο ομφακίτης (ompr) βρίσκεται σε ισορροπία με κελυφίτη από επίδοτο (ep) και ο γλαυκοφανής (gln) χλωριτώνεται στην περιφέρειά του, chl: χλωρίτης, ab: αλβίτης.

και οι παραγενέσεις για τη **M2** μεταμορφική φάση:

χαλαζίας + μαρμαρυγίες + αλβίτης + επίδοτο + χλωρίτης + πουμπελλυίτης
χαλαζίας + φεγγίτης + αλβίτης + επίδοτο + χλωρίτης ± βιοτίτης
αλβίτης + χλωρίτης

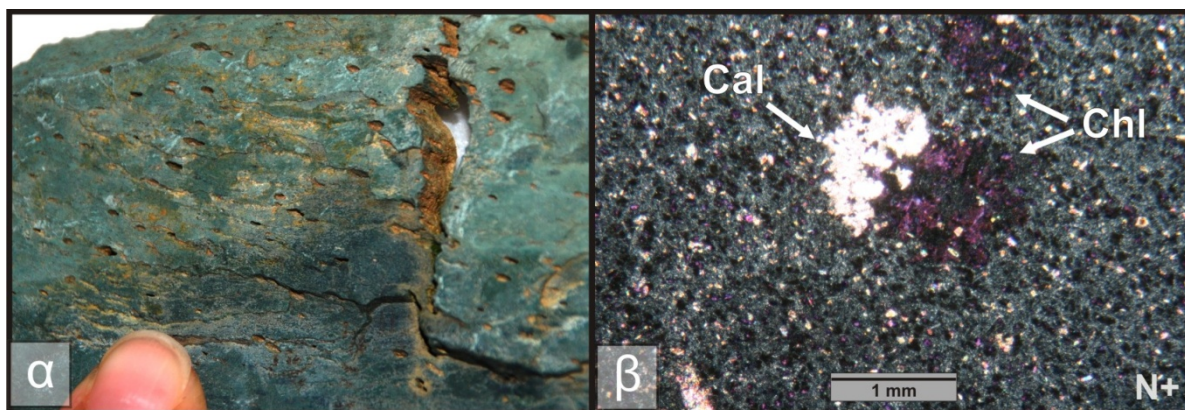
Η παρακάτω ορυκτολογική παραγένεση

Να-ούχος αμφίβολος + λωζονίτης

αντιστοιχεί στην πρόδρομη λωζονιτική-κυανοσχιστολιθική φάση μεταμόρφωσης, όπως έχει αναφερθεί και από άλλους ερευνητές για την ευρύτερη περιοχή μελέτης (Blake et al., 1981, Bonneau & Kienast, 1982, Katzir et al., 2000)

Μεταβασάλτες συμπαγούς μορφής και δομή αφανιτική, εμφανίζονται είτε κατά μήκος της επαφής των υπερβασικών με τα μεταβασικά, είτε εντός των υπερβασικών, σαν τυχαίου σχήματος μικρά τεμάχια (διαμέτρου της τάξης κάποιων 10άδων cm). Η δομή κάποτε ίσως να ήταν μεροκρυσταλλική, με την κύρια μάζα αυτών των τεμαχίων να είναι πλέον αφυελωμένη και να έχει μετασσωματωθεί σε χλωρίτη και πουμπελλυίτη, με διάσπαρτους μικροκοκκώδεις κλινοπυρόξενους, επίδοτο και αλλανίτη (**εικ. 2.22β**). Ως επουσιώδεις ορυκτολογικές φάσεις συμμετέχουν τιτάνιο, χαλκοπυρίτης και ζirkόνιο.

Σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρούνται πολυάριθμοι μικροί πόροι, που είτε παραμένουν κενοί είτε έχουν πληρωθεί με νεότερα ορυκτά, προσδίδοντας αμυγδαλοειδή δομή στο πέτρωμα. Διακρίνονται ορυκταμύγδαλα ασβεστίτη ή/και χλωρίτη, το μέγεθος των οποίων κυμαίνεται μεταξύ 1 και 3 mm. Χαρακτηριστικό τους είναι ο οριακά διακριτός σχισμός τους, ενώ τα ορυκταμύγδαλα ή οι κενές οπές εμφανίζονται ελαφρώς πεπλατυσμένα, με σαφή πρoσανατολισμό παράλληλα στο επίπεδο του σχισμού (**εικ. 2.22α**).



Εικόνα 2.22: α) Δείγμα μεταβασάλτη από εμφάνιση εντός υπερβασικών, στην περιοχή του Καταφυγίου. Διακρίνεται ο σχισμός του (ή φύλλωση) και οι πεπλατυσμένες φυσαλίδες του, παράλληλα με το επίπεδο σχισμού. β) Μικροφωτογραφία από συμπαγή μεταβασάλτη. Ορυκταμύγδαλο ασβεστίτη (Cal) και χλωρίτη (Chl) μέσα σε κύρια μάζα χλωρίτη και πουμπελλυίτη.

2.4.3. Υπερβασικά πετρώματα

Τα υπερβασικά πετρώματα του μεταοφιολιθικού mélange συνίστανται κυρίως από σερπεντινιωμένους μεταπεριδοτίτες (μεταβερλίτες) και δευτερευόντως, από σερπεντινιωμένες μεταϋπερμαφικές λάβες (**εικ. 2.23**). Έχουν τη μορφή μικρών φακοειδών σωμάτων και εμφανίζονται σα μία λεπτή λωρίδα κατά μήκος της τεκτονικής επαφής του mélange με την ενότητα της Όχης (**βλ. γεωλογικό χάρτη Όρους Όχη, κλίμακας 1:10.000 και Γεωλογικό χάρτη Περιοχής Καταφυγίου, κλίμακας 1:2.000**).

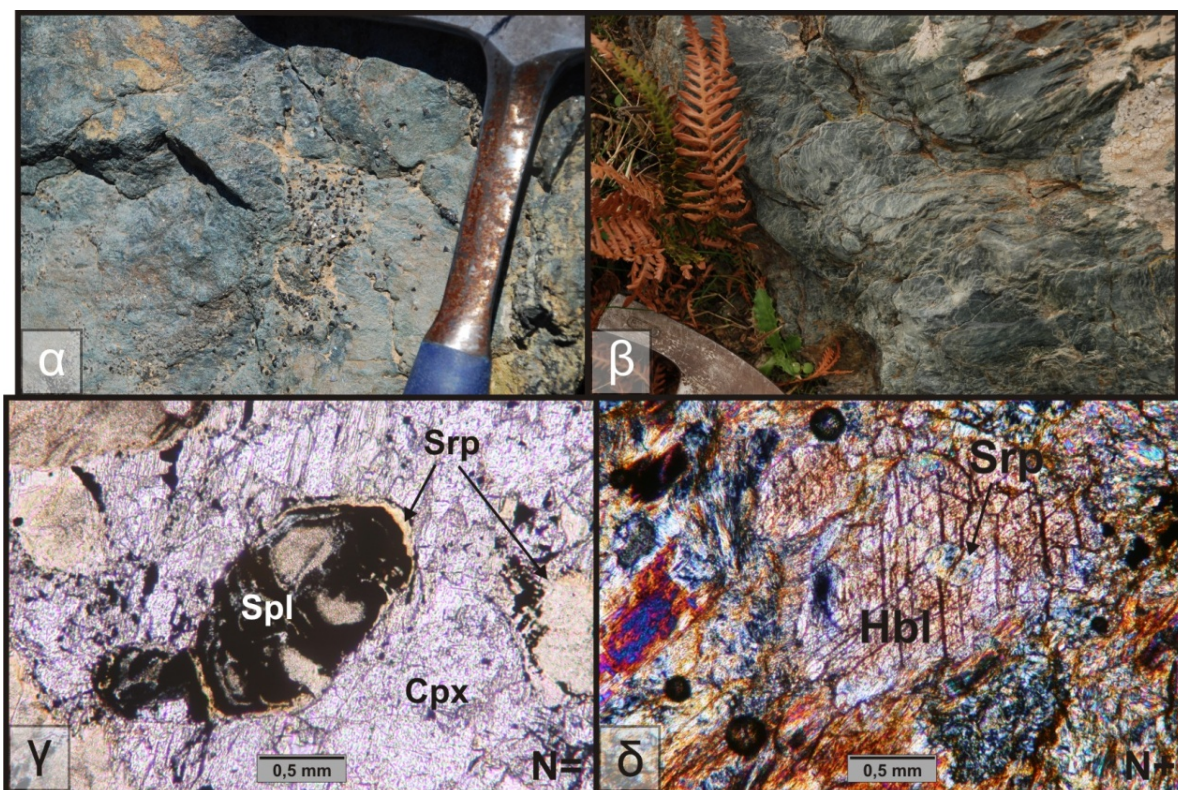
Τα κύρια ορυκτολογικά τους συστατικά είναι

σερπεντίνη + Ca-ούχοι αμφίβολοι + πυρόξενοι ± χλωρίτης,

ενώ στην παραγένεση συμμετέχουν ακόμη ιλμενίτης, χρωμίτης, απατίτης, μαγνητίτης, τιτανίτης και σπάνια, ρουτίλιο. Ο σερπεντίνης, όταν αποτελεί τη θεμελιώδη μάζα, διαμορφώνει έναν χαοτικό ιστό ο οποίος χαρακτηρίζεται ως ψευδόμορφος ιστός του λιζαρδίτη από ολιβίνη (Wicks & Wittaker, 1977). Συχνά, διακόπτεται από φλέβες χρυσοσίτη,

το πάχος των οποίων κυμαίνεται από λίγα mm μέχρι και 1,5 cm. Σε ορισμένες περιπτώσεις αναπτύσσονται δευτερογενώς μεγάλοι, οκταεδρικοί ιδιόμορφοι κρύσταλλοι μαγνητίτη (**εικ. 2.23α**).

Μέσα στο σερπεντινιτικό matrix διακρίνεται ποικιλοβλαστικός, πρισματικός κλινοπυρόξενος, ο οποίος με τη σειρά του εσωκλείει ψευδόμορφα σωρειτικού ολιβίνη. Πλέον, πρόκειται για σερπεντίνη με πολλούς μικρούς κόκκους απατίτη, σπινέλιου και άλλων αδιαφανών μεταλλικών ορυκτών (**εικ. 2.23γ**). Πρώην σωρειτικός ολιβίνης συχνά περιβάλλεται και από κεροσίλβη (**εικ. 2.23δ**).



Εικόνα 2.23: α) Μεταβερλίτης με ιδιόμορφους κρυστάλλους μαγνητίτη, οι οποίοι έχουν αναπτυχθεί δευτερογενώς στην περιφέρειά του. β) Σερπεντινωμένη μεταϋπερμαφική λάβα. γ) Δομή υπολλειμματική, όπου μέσα σε σερπεντινιτικό matrix, κλινοπυρόξενος (Cpx) εσωκλείει κυκλικές περιοχές σερπεντίνη (Srp) που περιέχει σπινέλιο (Spl). δ) Κεροσίλβη (Hbl) περιβάλλει κρύσταλλο σερπεντίνη, πρώην σωρειτικό ολιβίνη.

Εκτός από πυριγενή κλινοπυρόξενο, όπως αυτός που αναφέρθηκε παραπάνω, διακρίνεται συχνά και μεταμορφικός, έχοντας τη μορφή βεντάλιας με λεπτές ίνες που καλύπτει τον χαώδη ιστό του σερπεντίνη. Μέσα στην αφυελωμένη κύρια μάζα των σερπεντινωμένων μεταϋπερμαφικών λαβών αναπτύσσονται κρύσταλλοι χλωρίτη και ακτινόλιθου.

Στην επαφή των υπερβασικών με τα περιβάλλοντα πετρώματα αναπτύσσεται ζώνη μέλανος τοίχου (blackwall zone), από έντονα παραμορφωμένο και φυλλονιτωμένο χλωριτικό σχιστόλιθο (**εικ. 2.24α**).

Τέλος, σε λίγες περιπτώσεις παρατηρούνται έντονα σχιστοποιημένες μετα-υπερβασικές φλέβες να διέρχονται μέσα από τεμάχια μεταγάββρων ίδιου βαθμού παραμόρφωσης (**εικ. 2.24β**). Το πάχος τους είναι της τάξης του 0,5 με 1 μέτρο και απαντώνται και στις τρεις θέσεις παρατήρησης (Καταφύγιο, Αγία Παρασκευή και Δεξαμενή). Η ορυκτολογική τους σύσταση προσδιορίστηκε με τη μέθοδο περιθλασιμετρίας

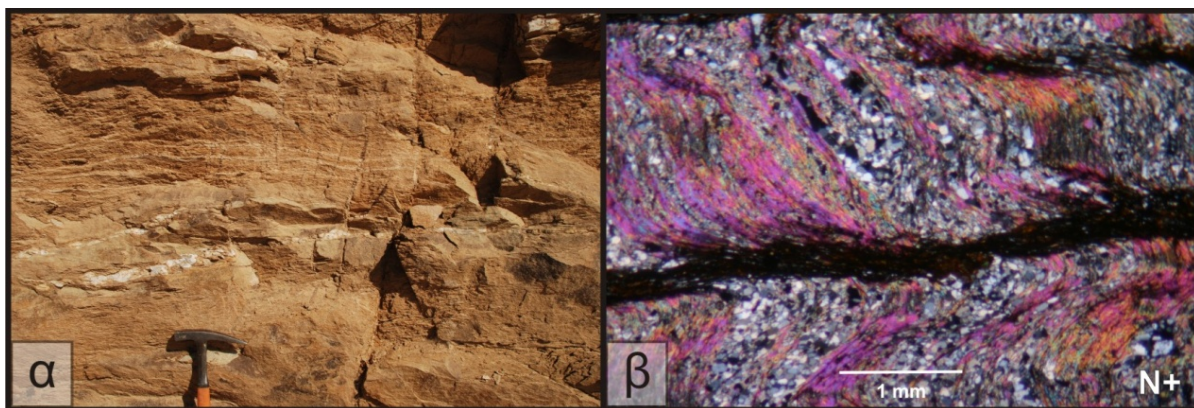
ακτίνων Χ (XRD) και, όπως αναλύεται και στο Κεφάλαιο 3, αποτελούνται κυρίως από τρεμολίτη και κλινόχλωρο.



Εικόνα 2.24: α) Φακοειδές σώμα μεταβερλίτη (*per*), κοντά στην επαφή με τα περιβάλλοντα πετρώματα των μεταβασικών του οφιολιθικού *mélange*, στην περιοχή του Καταφυγίου. Περιμετρικά αναπτύσσεται ζώνη μέλανος τοίχου (*blackwall*). β) Έντονα σχιστοποιημένη μετα-υπερβασική φλέβα (*dyke*) μέσα σε μεταγάββρους (*gab*), στην περιοχή της Δεξαμενής.

2.4.4. Σχιστόλιθοι εντός του μεταοφιολιθικού *mélange*

Κατά μήκος των τεκτονικών επαφών του μεταοφιολιθικού *mélange* με τις ενότητες των Στύρων και της Όχης παρατηρείται πως αφθονούν τα τεμάχια των μεταγάββρων και μεταβασαλτών και μάλιστα σε τέτοιο βαθμό που συχνά έρχονται σε επαφή μεταξύ τους χωρίς τη μεσολάβηση άλλου πετρώματος. Όπως έχει αναφερθεί ήδη, αυτά έχουν υποστεί έντονη παραμόρφωση και συχνά, στην περιφέρειά τους μεταπίπτουν σε σχιστόλιθους ποικίλης ορυκτολογικής σύστασης. Το αποτέλεσμα είναι σε αυτές τις περιοχές να είναι δύσκολη η ασφαλής διάκριση μεταξύ των σχιστολιθικών μεταϊζημάτων μέσα στα οποία «κλυμπούν» τα τεμάχια και των σχιστοποιημένων περιφερειών τους.



Εικόνα 2.25: α) Σχιστόλιθοι εντός του μεταοφιολιθικού *mélange*, β) Γρανατιτικός-βιοιτιτικός-ακτινολιθικός-γλαυκοφανιτικός μαρμαρυγιακός σχιστόλιθος με πτυχοσχισμό (*crenulation cleavage*). Σημειώνεται η διαφορά στη σύσταση μεταξύ των πεδίων του σχισμού και των μικρολιθόνων, καθώς και η προοδευτική μετάβαση από το ένα στον άλλο.

Στην περιοχή όμως μεταξύ Αγίας Παρασκευής και δεξαμενής, στο δυτικό τμήμα του όρους, τα *boudins* των μεταγάββρων και μεταβασαλτών περιορίζονται σε αριθμό και αποκαλύπτονται αρκετά μεγάλες περιοχές που αποτελούνται αποκλειστικά από σχιστόλιθους του μεταοφιολιθικού *mélange* (εικ. 2.25α). Το χρώμα τους κυμαίνεται από

καφέ μέχρι πράσινο σκούρο, ανάλογα με το ορυκτολογικό τους άθροισμα. Τα κύρια ορυκτά είναι φεγγίτης-χλωρίτης-επίδοτο-αλβίτης-χαλαζίας, ενώ ενίοτε συμμετέχουν βιοτίτης, γλαυκοφανής, ακτινόλιθος ή/και γρανάτης. Στις θέσεις αυτές διατηρούνται πολύ καλά τεκτονικές δομές σε όλες τις κλίμακες παρατήρησης (**εικ. 2.25β**).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΟΡΥΚΤΟΧΗΜΕΙΑ

3.1. Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζεται η χημεία των κυριότερων ορυκτών των πετρωμάτων της περιοχής μελέτης και συγκεκριμένα, των: μαρμαρυγιών, χλωριτών, άστριων, επιδότων, πιεμοντιτών, πουμπελλιτών, λωζονιτών, σερπεντινών, πυρόξενων, αμφιβόλων και γρανατών.

Πραγματοποιήθηκαν σημειακές αναλύσεις ορυκτών σε 33 δείγματα της περιοχής, με τη βοήθεια ηλεκτρονικού μικροαναλυτή JEOL JSM 5600 (με σύστημα μικροανάλυσης Energy dispersive X-ray (EDX) - Oxford LINK ISIS 300), στο Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αθηνών. Το λογισμικό ποσοτικής μικροανάλυσης-διόρθωσης ZAF ήταν το OXFORD SEMQuant και οι συνθήκες λειτουργίας του οργάνου: 20 KV τάση επιτάχυνσης, 0,5 nA ρεύμα δέσμης σε πρότυπο κοβάλτιο, ~2 μm διάμετρο δέσμης ηλεκτρονίων και 50 sec ο μέσος χρόνος αναμονής.

Οι θέσεις των δειγμάτων που αναλύθηκαν, καθώς και τα κυριότερα ορυκτά τους απεικονίζονται στον **Χάρτη Δειγματοληψίας SEM** της επόμενης σελίδας, ενώ οι συντεταγμένες αυτών παρατίθενται στον **Πίνακα X-Y του Παραρτήματος**. Τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται για την προβολή των αναλύσεων στα σχετικά διαγράμματα που ακολουθούν παρατίθενται στον **Πίνακα 3.1**.

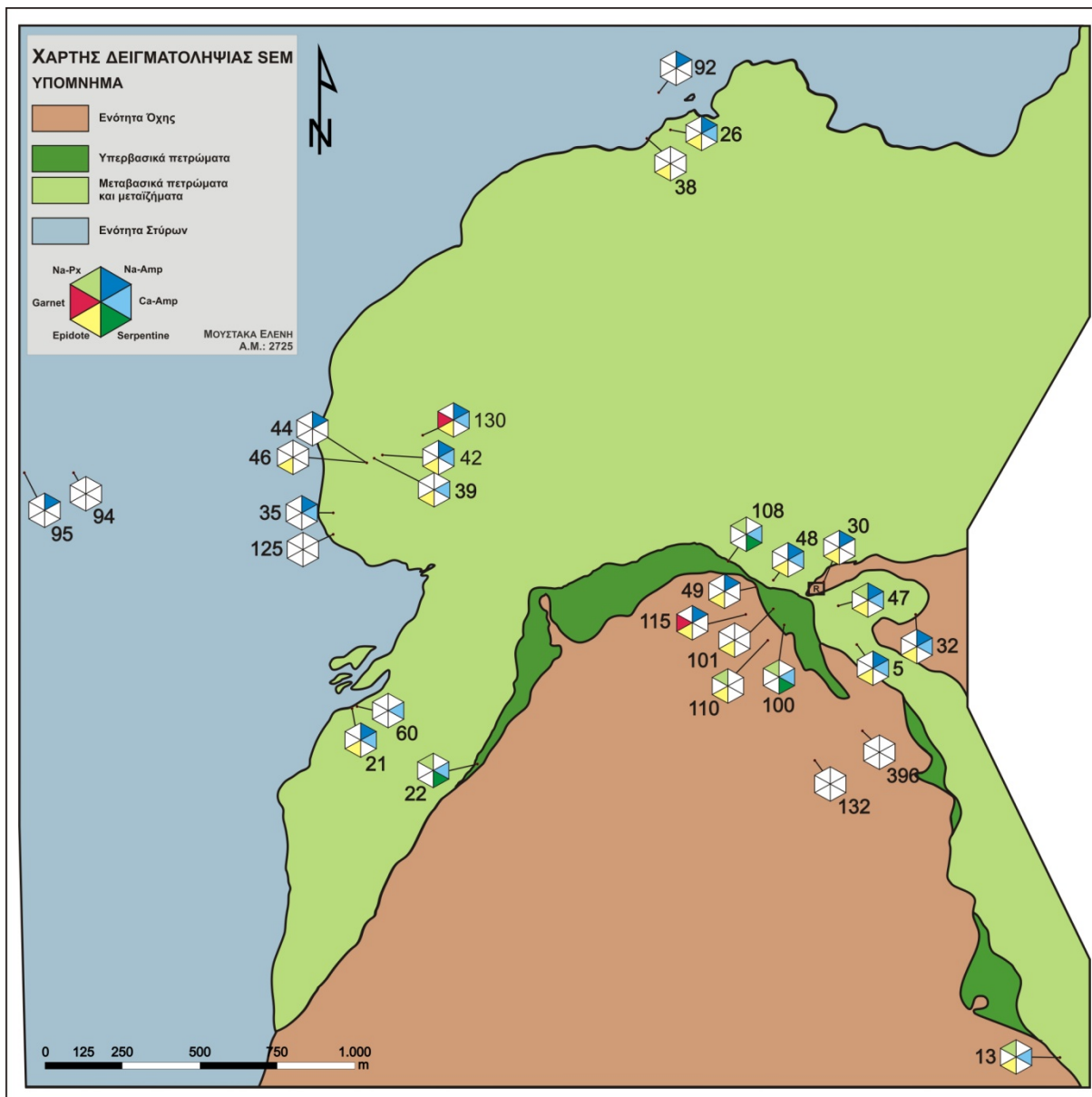
Πίνακας 3.1: Αντιστοίχιση συμβόλων που χρησιμοποιούνται στα διαγράμματα των αναλύσεων με τους σχηματισμούς των ενοτήτων.

Ενότητα	Σύμβολο	Σχηματισμός
Ενότητα Στύρων		Σχιστόλιθοι
		Μάρμαρα
Ενότητα Όχης		Σχιστόλιθοι
		Μάρμαρα
		Μεταβασικά
Μεταοφιολιθικό mélange		Μεταγάββροι
		Μεταβασάλτες
		Μεταϊζήματα
		Μετα-υπερβασική φλέβα
		Μεταβερλίτες

3.2. Μαρμαρυγίες

Στους μαρμαρυγίες συμπεριλαμβάνονται οι λευκοί (δι-οκταεδρικοί) και οι μελανοί (τρι-οκταεδρικοί) μαρμαρυγίες. Σύμφωνα με τους Rieder et al. (1998), ο χημικός τους τύπος είναι της μορφής $X_2Y_4-6Z_8O_{20}(OH)_4$, όπου $X=K, Na, Ca$, $Y=Al, Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mn, Cr, Ti$ και $Z=Si, Al$. Ο υπολογισμός της στοιχειομετρικής τους κατανομής πραγματοποιήθηκε με βάση τα 22 άτομα οξυγόνου.

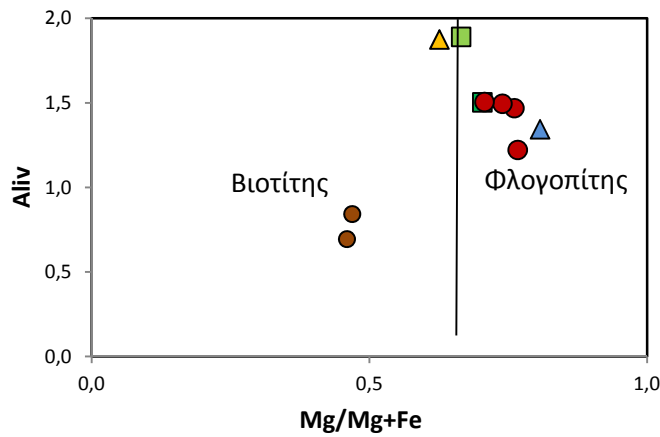
Οι λευκοί μαρμαρυγίες αφθονούν τόσο στις ενότητες Στύρων και Όχης, όσο και στα μεταβασικά και μεταϊζήματα του μεταοφιολιθικού mélange. Συνολικά αναλύθηκαν περίπου 170 σημεία μαρμαρυγιών, από τα οποία τα 150 αντιστοιχούν σε λευκούς μαρμαρυγίες. Οι μελανοί είναι σαφώς πιο περιορισμένοι, απαντώνται όμως επίσης σε όλους τους παραπάνω σχηματισμούς (σχ. 3.1).



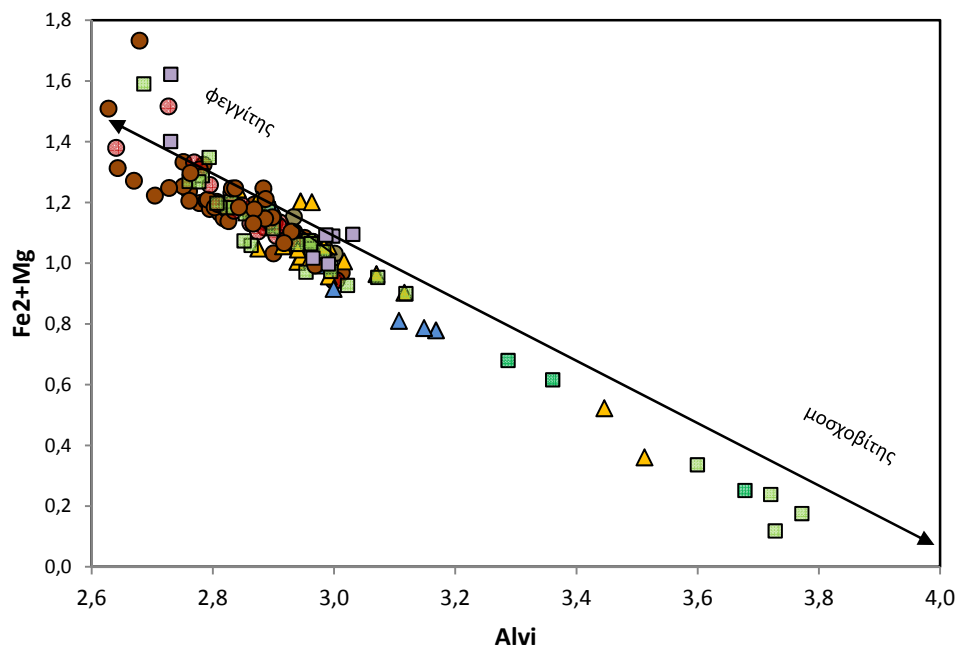
Στο διάγραμμα $(\text{Fe}^{2+} + \text{Mg}) - {}^{\text{vi}}\text{Al}$ (σχ. 3.2) των Fletcher & Greenwood (1978), απεικονίζεται η κατανομή των λευκών Κ-ούχων μαρμαρυγιών όλων των λιθολογικών τύπων και συγκρίνονται με τη θεωρητική σύσταση μοσχοβιτών και φεγγιτών. Είναι σαφής η αριθμητική υπεροχή των μαρμαρυγιών φεγγιτικής σύστασης, ενώ τα πετρώματα της ενότητας Όχης είναι τα μόνα στα οποία δεν απαντώνται μοσχοβίτες.

Ανάλογη είναι και η εικόνα που προκύπτει από το διάγραμμα Si-Al κατά Török (1998) (σχ. 3.3). Προβάλλονται οι αναλύσεις των μαρμαρυγιών ενοποιημένες σε δύο ομάδες, της ενότητας των Στύρων (τρίγωνα) και της Όχης (κύκλοι). Οι αναλύσεις της τελευταίας ενότητας παρουσιάζουν μεγαλύτερη τάση προς πιο φεγγιτικές συστάσεις.

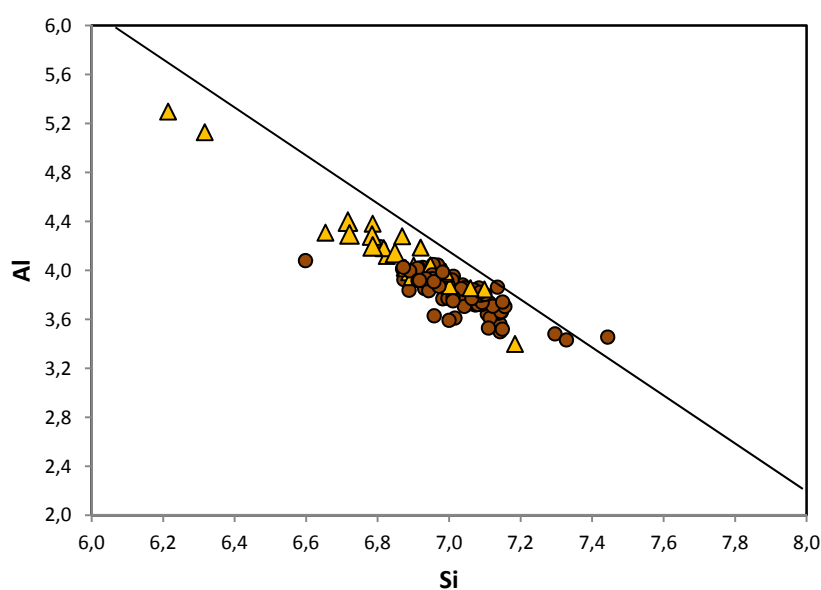
Προκύπτει συνεπώς, πως η μέση τιμή του Si είναι γενικά υψηλότερη στους λευκούς μαρμαρυγιές των πετρωμάτων της Όχης, παρατηρείται δηλαδή σχετική αύξηση του φεγγιτικού ποσοστού. Σύμφωνα με πολλούς ερευνητές, αυτό συνδέεται είτε με αύξηση της πίεσης, είτε με ελάττωση της θερμοκρασίας (Fletcher & Greenwood, 1978, Massone & Schreyer, 1987).



Σχήμα 3.1: Προβολή της σύστασης μελανών μαρμαρυγιών των πετρωμάτων από την περιοχή μελέτης, σε διάγραμμα ταξινόμησης κατά Guidotti, 1984. Υπόμνημα στον πίνακα 3.1.



Σχήμα 3.2: Προβολή των συστάσεων λευκών K-ούχων μαρμαρυγιών στο διάγραμμα $(\text{Fe}^{2+}+\text{Mg}) - \text{Al}$, κατά Fletcher & Greenwood (1978).



Σχήμα 3.3: Προβολή των συστάσεων των λευκών μαρμαρυγιών σε διάγραμμα $\text{Si}-\text{Al}$, κατά Török (1998). Με τρίγωνο απεικονίζονται οι αναλύσεις της ενότητας των Στύρων και με κύκλο της Όχης.

Παρόλα αυτά, σύμφωνα με άλλες απόψεις, οι υψηλής συγκέντρωσης σε Si φεγγίτες είναι δυνατό να αποτυπώνουν ένα επακόλουθο ανάδρομο μεταμορφικό γεγονός

χαμηλότερων πιέσεων, ενώ διαδραματίζουν ρόλο και άλλοι παράγοντες, όπως η αρχική σύσταση του πετρώματος και διεργασίες πολύπλοκες και μη πλήρως κατανοητές ακόμα (Bröcker et al., 2004).

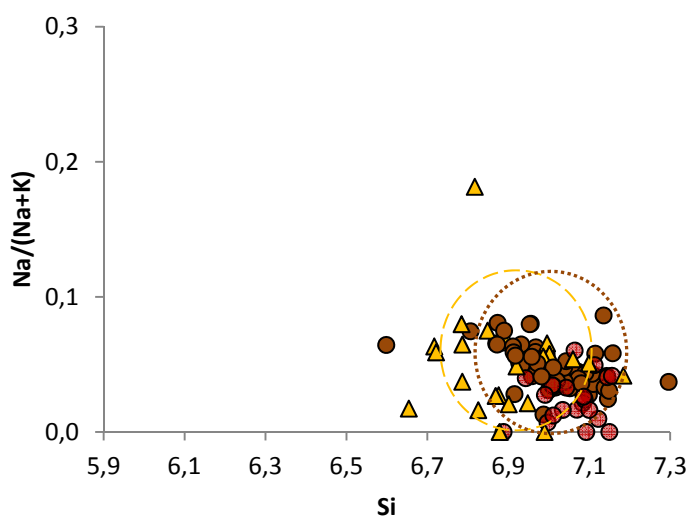
Σύμφωνα με τον Guidotti (1978, 1984), ο λόγος $\text{Na}/(\text{Na}+\text{K})$ μεταβάλλεται αισθητά ανάλογα με την περιεκτικότητα του μοσχοβίτη σε σελαδονίτη, ή με άλλα λόγια, με το βαθμό μεταμόρφωσης των λευκών μαρμαρυγιών.

Ο λόγος $\text{Na}/(\text{Na}+\text{K})$ είναι πολύ χαμηλός στα πετρώματα της ενότητας της Όχης, με τις τιμές να κυμαίνονται από 0,01 έως 0,09 και έναν μέσο όρο της τάξης του 0,05. Τα πετρώματα της ενότητας των Στύρων έδειξαν ελαφρώς μεγαλύτερες τιμές στον ίδιο λόγο, από 0,02 την ελάχιστη έως 0,18 τη μέγιστη. Ο μέσος όρος παρέμεινε ο ίδιος. Οι μέγιστες τιμές προέρχονται από τα πετρώματα του μεταοφιολιθικού mélange, με τη μέγιστη στο 0,22 και ο μέσος όρος να είναι 0,06.

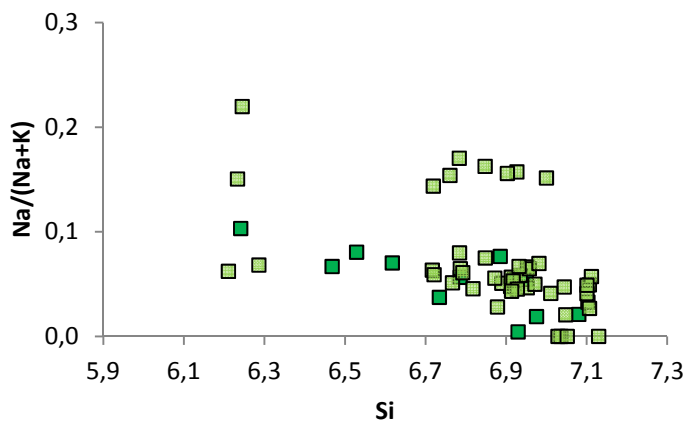
Η μεγάλη διακύμανση που παρατηρείται στις τιμές του λόγου $\text{Na}/(\text{Na}+\text{K})$ είναι δυνατό να οφείλεται στην περίπλοκη μεταμορφική ιστορία των μαρμαρυγιών αυτών, καθώς και στην προσπάθειά τους να εξισορροπήσουν στις νέες συνθήκες (Ηλιόπουλος Ι., 2005). Παρατηρείται λοιπόν, ότι οι μαρμαρυγίες των Στύρων εμφανίζουν σχετικά μεγαλύτερη διακύμανση στο λόγο, σε σχέση με αυτούς της Όχης. Κάτι τέτοιο όμως, δε συνεπάγεται απαραίτητα διαφορετική μεταμορφική πορεία, καθώς τόσο μικρές διαφορές μπορεί να υποδεικνύουν: είτε διαφορετικό χρόνο παραμονής της μιας ενότητας σε ορισμένες συνθήκες, έτσι ώστε να πρόλαβαν οι μαρμαρυγίες να εξισορροπήσουν σε μεγαλύτερο βαθμό, είτε να επηρεάστηκε η μια ενότητα σε μεγαλύτερο βαθμό από μία μεταμορφική φάση, διατηρώντας έτσι τη μικρότερη διακύμανση στο λόγο $\text{Na}/(\text{Na}+\text{K})$.

Παρόλο το γεγονός ότι παρατηρούνται μικρές διαφορές στους παραπάνω λόγους των μαρμαρυγιών, γίνεται σε γενικές γραμμές αντιληπτό το ότι τόσο οι ενότητες Όχης και Στύρων, όσο και το μεταοφιολιθικό mélange, εμφανίζουν παρόμοια μεταμορφική πορεία.

Στα διαγράμματα των **σχημάτων 3.4 και 3.5** προβάλλονται οι λόγοι $\text{Na}/(\text{Na}+\text{K})$ των παραπάνω σχηματισμών σε σχέση με το Si. Το συγκεκριμένο διάγραμμα επιτρέπει το διαχωρισμό ή το συσχετισμό των διαφόρων ενότητων ή σχηματισμών και επιπλέον, δείχνουν τις τυχόν διαφορετικές πορείες που μπορεί να ακολουθήσαν τα αντίστοιχα δείγματα (Ηλιόπουλος Ι., 2005).



Σχήμα 3.4: Συσχέτιση του λόγου $\text{Na}/(\text{Na}+\text{K})$ με την περιεκτικότητα σε Si (Guidotti, 1978), σε λευκούς μαρμαρυγίες της ενότητας Στύρων (με τρίγωνα) και Όχης (με καφέ κύκλους σχιστόλιθοι και μάρμαρα και με ροζ τα μεταβασικά της).



Σχήμα 3.5: Συσχέτιση του λόγου $Na/(Na+K)$ με την περιεκτικότητα σε Si (Guidotti, 1978), των λευκών μαρμαρυγιών του μεταοφιολιθικού mélange (με ανοιχτό πράσινο για τους μεταβασάλτες και με σκούρο για τους μεταγάββρους).

3.3. Χλωρίτης

Ο γενικός χημικός τύπος του χλωρίτη είναι $(Mg, {}^{vi}Al, Fe^{2+}, Fe^{3+})_{12}(Si, {}^{iv}Al)_8O_{20}(OH)_{16}$ και ο υπολογισμός της στοιχειομετρικής κατανομής έγινε με βάση τα 28 άτομα οξυγόνου. Μελέτες που έγιναν με σκοπό τον προσδιορισμό της μεταβολής της σύστασης του χλωρίτη σε σχέση με την πίεση και τη θερμοκρασία έδειξαν ότι η σύσταση του ορυκτού δεν εξαρτάται μόνο από τις συνθήκες μεταμόρφωσης, αλλά και από την ολική σύσταση του πετρώματος (Albee 1962, Zane & Sassi 1998, κ.ά.).

Ορυκτά της ομάδας του χλωρίτη βρέθηκαν σε όλους σχεδόν τους λιθολογικούς τύπους των πετρωμάτων της περιοχής. Εξαιρέσεις αποτελούν τα μάρμαρα των ενοτήτων Στύρων και Όχης, χωρίς όμως αυτό να αποτελεί κάποια ένδειξη, καθώς αναφέρονται βιβλιογραφικά εντός των σιπολινών και των δύο παραπάνω ενοτήτων.

Για την ταξινόμησή τους χρησιμοποιήθηκε το σύστημα του Hey (1954), όπως φαίνεται και στο **σχήμα 3.6**. Γενικά, παρατηρήθηκε ότι οι χλωρίτες των πετρωμάτων της ενότητας Όχης προβάλλονται αποκλειστικά στο πεδίο του πυκνοχλωρίτη. Οι χλωρίτες της ενότητας Στύρων προβάλλονται επίσης στο επίπεδο του πυκνοχλωρίτη, αναλύσεις όμως σε δείγμα κοντά στην επαφή με τα υπερκείμενα πετρώματα του μεταοφιολιθικού mélange αντιστοιχούν στο πεδίο του κλινόχλωρου.

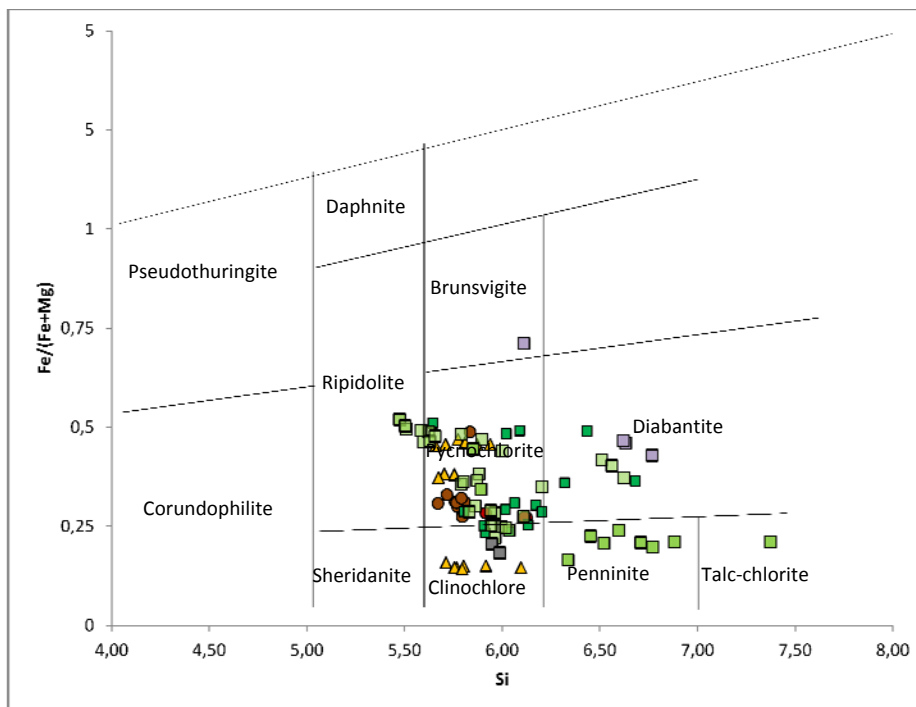
Οι χλωρίτες των μεταγάββρων προβάλλονται στα πεδία του διαβαντίτη και πυκνοχλωρίτη. Οι αναλύσεις με τις υψηλότερες τιμές $Fe/(Fe+Mg)$ αντιστοιχούν στους μεταγάββρους που έχουν υποστεί τη λιγότερη παραμόρφωση, ενώ οι χαμηλές τιμές σε αυτούς που παρουσιάζουν έντονη σχιστοποίηση.

Αντίστοιχα, τα σχετικά अपαραμόρφωτα σώματα μεταβασαλτών περιέχουν χλωρίτες που προβάλλονται στο πεδίο του πυκνοχλωρίτη. Δείγματα μεταβασαλτών που χαρακτηρίζονται από παραγένεση της ανάδρομης πρασινοσχιστολιθικής φάσης μεταμόρφωσης (M2) προβάλλουν τους χλωρίτες στους πυκνοχλωρίτες με υψηλές τιμές $Fe/(Fe+Mg)$, ενώ αντίθετα, μεταβασάλτες που διατηρούν ορυκτά του πρώτου μεταμορφικού γεγονότος (M1) εμφανίζουν χαμηλότερα ποσοστά $Fe/(Fe+Mg)$. Αυτό συνάδει με την άποψη των Deer et al. (1992), σύμφωνα με την οποία χλωρίτες πλούσιοι σε Fe έχουν σχηματιστεί δευτερογενώς.

Τέλος, οι αναλύσεις των μεταβερλιτών και της μετα-υπερβασικής φλέβας παρουσιάζουν μια σταθερότητα ως προς τις τιμές του λόγου $Fe/(Fe+Mg)$, είναι εξαιρετικά πλούσιοι σε Mg, έχουν όμως μεγάλη διακύμανση στο ποσοστό του Si.

Παρατηρείται από όλα τα παραπάνω ότι, αν και σε γενικές γραμμές υπάρχει μια ταξινόμηση στους χλωρίτες με βάση το λιθολογικό τύπο στον οποίο ανήκουν, παρόλα αυτά διακρίνονται αρκετοί διαφορετικοί τύποι χλωριτών να συνυπάρχουν στο ίδιο δείγμα,

εμφανίζοντας σημαντικές διαφορές στη σύστασή τους. Το γεγονός αυτό αντικατοπτρίζει την επίδραση που έχουν οι ορυκτολογικοί συνδυασμοί στις υποκαταστάσεις και, σε συνδυασμό με τις αλλαγές των συνθηκών πίεσης και θερμοκρασίας, οδηγούν στο σχηματισμό χλωριτών με διαφορετικές συστάσεις.

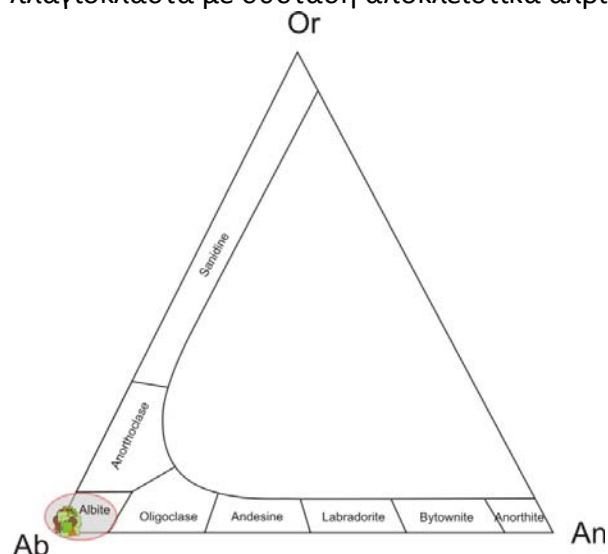


Σχήμα 3.6: Προβολή των αναλύσεων χλωρίτη στο διάγραμμα ταξινόμησης χλωριτών κατά Hey (1954). Για υπόμνημα βλ. Πίν. 3.1.

3.4. Άστριοι

Ο γενικός χημικός τύπος των αστρίων είναι $XAl(Al, Si)_3O_8$, όπου $X = K, Na, Ca, Fe^{3+}$ και η στοιχειομετρική τους κατανομή υπολογίστηκε με βάση τα 8 άτομα οξυγόνου.

Σε όλα τα λιθολογικά συστήματα των ενοτήτων των Στύρων και της Όχης, αλλά και στους μεταγάρββους και τους μεταβασάλτες του μεταοφιολιθικού mélange αναλύθηκαν πλαγιόκλαστα με σύσταση αποκλειστικά αλβιτική (σχ. 3.7)



Σχήμα 3.7: Προβολή των συστάσεων των πλαγιόκλαστων στο τριγωνικό διάγραμμα Or-Ab-An. Όλες οι αναλύσεις προβάλλονται στο πεδίο του αλβίτη.

3.5. Ομάδα επιδότου

Η ομάδα του επιδότου αποτελεί ισόμορφη σειρά μεταξύ επιδότου-κλινοζωισίτη, με γενικό χημικό τύπο $A_4B_6T_6O_{24}(OH)$, όπου $T = Si, Al$, $B = Al, Ti, Fe^{3+}$ (Fe^{2+} για τους αλλανίτες) και $A = Ca, Mg, Mn, Na, K$ (Y, Ce, La, Nd, Pr, Sm για τους αλλανίτες). Η στοιχειομετρική κατανομή υπολογίστηκε με βάση τα 25 άτομα οξυγόνου για τα επίδοτα και 12 για τους αλλανίτες.

Αναλύθηκαν συνολικά περίπου 45 επίδοτα και 15 αλλανίτες. Τα πρώτα απαντήθηκαν στους σχιστόλιθους των ενοτήτων των Στύρων και της Όχης και στους μεταβασάλτες και τους μεταγάββρους του μεταοφιολιθικού μέlange. Σε δύο δείγματα μεταβασαλτών, τα επίδοτα συνυπάρχουν με εγκλείσματα λωζονίτη. Σε ορισμένες αναλύσεις δείγματος μη έντονα παραμορφωμένου μεταγάββρου απαντήθηκαν εγκλείσματα κλινοζωισίτη μέσα σε επίδοτο (εικ. 3.1), κάτι που ενδεχομένως υποδηλώνει διεργασίες υδροθερμικής εξαλλοίωσης ωκεάνιου πυθμένα (sea-floor alteration) (Katzir et al. 2000). Οι αλλανίτες βρέθηκαν σε ασβεστίτικο σχιστόλιθο της ενότητας των Στύρων, σε αμφιβολιτικό σχιστόλιθο, σε χαλαζίτη και σε μεταβασικό πέτρωμα της ενότητας της Όχης και, τέλος, σε ένα δείγμα μεταβασάλτη του μεταοφιολιθικού μέlange.

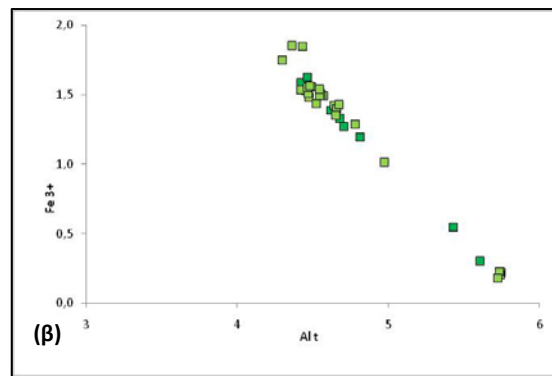
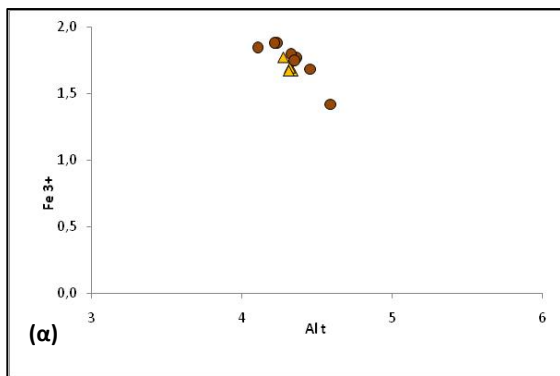
Το πιστακιτικό μόριο των επιδότων ορίζεται από τη σχέση $P_s = 100 \cdot Fe^{3+} / (Fe^{3+} + {}^{vi}Al)$. Η αύξηση της τιμής του έχει συσχετιστεί με μείωση της θερμοκρασίας (Miyashiro & Seki 1958, Shikazono 1984, Bird et al. 1988) και αύξηση της πτητικότητας του οξυγόνου (fO_2) (Holdaway 1971, Liou 1973, Coombs et al. 1976).

Στα πετρώματα των ενοτήτων των Στύρων και της Όχης το πιστακιτικό μόριο είναι σχεδόν το ίδιο, παρουσιάζεται όμως μεγαλύτερη διακύμανση τιμών στην ενότητα της Όχης (Πίνακας 3.2). Το μεταοφιολιθικό μέlange έχει χαμηλότερο μέσο όρο πιστακιτικού μορίου, ενώ η διακύμανση των τιμών του είναι αρκετά μεγάλη ($P_s=3-31$). Το τελευταίο είναι δυνατό να οφείλεται στο γεγονός ότι στο μέlange συμμετέχουν σε μεγάλο ποσοστό ηφαιστειακά πετρώματα (π.χ. μεταβασάλτες) όπου τα αέρια και οι ρευστές φάσεις έχουν επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό τις τιμές του πιστακιτικού μορίου. Είναι αξιοσημείωτο δε, ότι οι μεγαλύτερες διακυμάνσεις παρατηρήθηκαν εντός του ίδιου δείγματος στα πετρώματα του μέlange (βλ. Παράρτημα, Πίνακας ΣΕΜ).

Πίνακας 3.2: Ο μέσος όρος και η διακύμανση τιμών του πιστακιτικού μορίου των πετρωμάτων από την περιοχή μελέτης.

	Μέσος όρος P_s	Διακύμανση P_s
Ενότητα Στύρων	28,3	27,8 – 29,3
Ενότητα Όχης	28,1	23,6 – 30,8
Μεταοφιολιθικό μέlange	21,7	3 – 31

Στο διάγραμμα $Al^t - Fe^{3+}$ των σχιστολιθικών πετρωμάτων των ενοτήτων Στύρων και Όχης παρατηρείται ότι σε γενικές γραμμές τα επίδοτα περιέχουν τα ίδια ποσοστά Fe^{3+} (σχ. 3.8α). Αντίθετα, στο αντίστοιχο διάγραμμα των πετρωμάτων του μεταοφιολιθικού συμπλέγματος (σχ. 3.8β) σημειώνεται μία σταδιακή μεταβολή στη σύσταση των επιδότων, το οποίο δικαιολογείται από το γεγονός ότι στα δείγματα αυτά διατηρούνται επίδοτα διαφόρων γενεών κρυστάλλωσης (βλ. Κεφ.2).



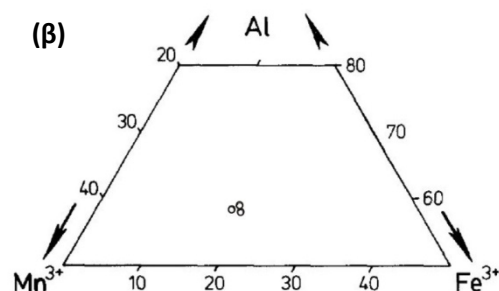
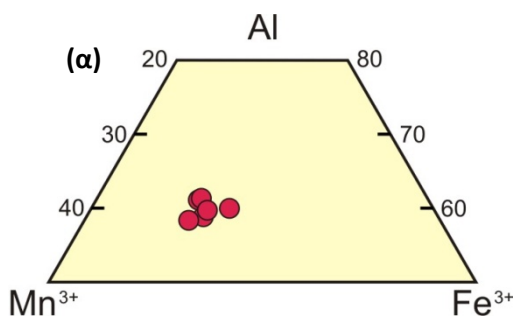
Σχήμα 3.8: Προβολή των αναλύσεων επιδότου σε διάγραμμα $Al - Fe^{3+}$ για **α)** τους σχιστολιθικούς σχηματισμούς των ενότητων Στύρων και Όχης και **β)** για τους μεταβασάλτες, και τους μεταγάνθβρους του μεταοφιολιθικού συμπλέγματος.

3.6. Πιεμοντίτης

ο γενικός χημικός τύπος του πιεμοντίτη δίνεται από τη σχέση $Ca_2(Al, Mn^{3+}, Fe^{3+})_3(SiO_4)(Si_2O_7)O(OH)$ και η στοιχειομετρική κατανομή υπολογίστηκε με βάση τα 12,5 άτομα οξυγόνου.

Το ορυκτό αυτό απαντήθηκε μόνο στους πιεμοντιτικούς χαλαζίτες της ενότητας της Όχης, όπου μαζί με τον χαλαζία αποτελούν τα κύρια ορυκτολογικά συστατικά τους. Εμφανίζονται δύο γενεές πιεμοντιτών, μία παλαιά με πρισματικούς κρυστάλλους που παρουσιάζουν έναν σχετικό προσανατολισμό και μία νέα, πιο λεπτοκρυσταλλική η οποία αναπτύσσεται τυχαία και, συχνά, σε βάρος της παλαιότερης.

Στο διάγραμμα $Al-Mn^{3+} - Fe^{3+}$ του **σχήματος 3.9α** προβάλλονται οι αναλύσεις των κρυστάλλων πιεμοντίτη από τον πιεμοντιτικό σχιστόλιθο της ενότητας Όχης. Στο αντίστοιχο διάγραμμα του **σχήματος 3.9β** παρατίθενται οι προβολές πιεμοντιτών από φλέβες χαλαζία της νοτίου Εύβοιας, από Reinecke (1986).

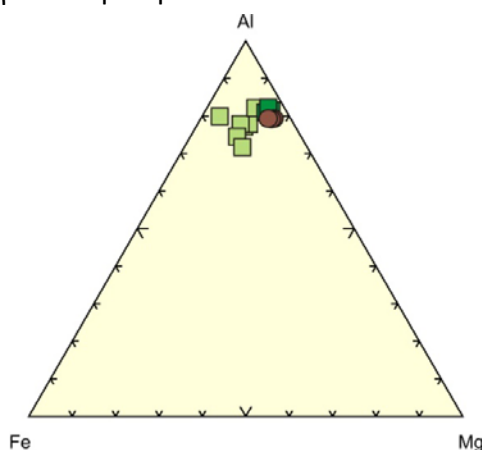


Σχήμα 3.9: Προβολή των συστάσεων πιεμοντιτών στο διάγραμμα $Al-Mn^{3+}-Fe^{3+}$ **α)** όπως αναλύθηκαν από τους πιεμοντιτικούς σχιστόλιθους στο όρος Όχη και **β)** από πιεμοντίτες σε φλέβες χαλαζία της νότιας Εύβοιας, από Reinecke 1986.

3.7. Πουμπελλυίτης

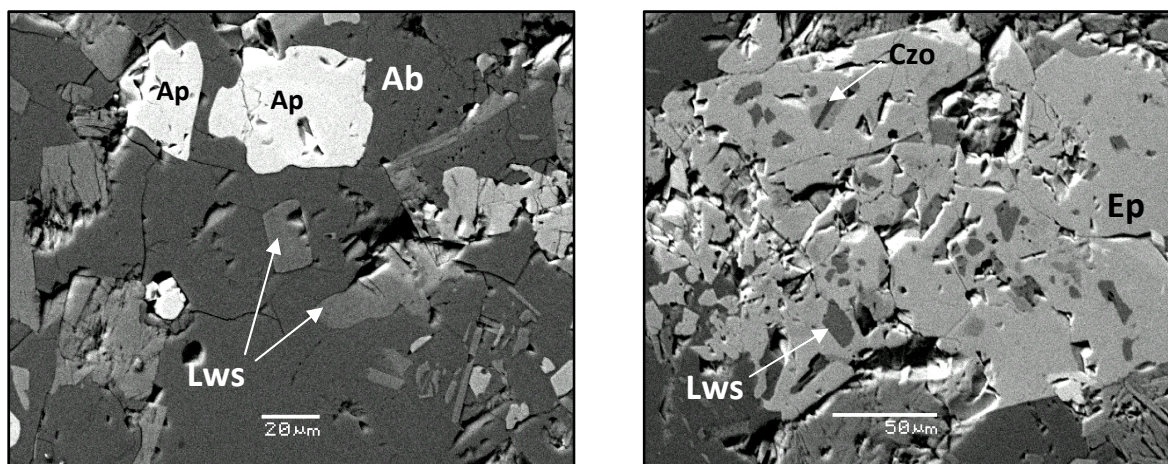
Ο γενικός χημικός τύπος του πουμπελλυίτη είναι $Ca_2XZ_2(Si_2O_7)(SiO_4)A_2 \cdot H_2O$, όπου $X = Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al, Mn^{2+}, V^{3+}$, $Z = Al, Fe^{3+}, Mn^{3+}, V^{3+}, Cr^{3+}$ και $A = OH, O$. (H, κατά Coombs et al., 1976, $A_4B_2C_4T_6O_{(20+X)}OH_{(8-X)}$, όπου $T = Si, Al$, $C = Al, Ti, Fe^{3+}$, $B = (Mg, Fe^{2+}, Mn)_{2-X} \cdot (Fe^{2+},$

Σε ένα δείγμα σχιστόλιθου της ενότητας Όχης, παρατηρήθηκε ότι ο πουμελλιίτης εμφανίζει υψηλό σχετικά ποσοστό σε Mg και χαμηλό σε Fe. Κάτι τέτοιο θεωρείται σύνηθες όταν το ορυκτό κρυσταλλώνεται κάτω από υψηλές πιέσεις (Seki, 1958) και ίσως έτσι δικαιολογείται το γεγονός ότι σε αυτό το δείγμα, ο πουμελλιίτης συνυπάρχει με γλαυκοφανή.



Σχήμα 3.10: Προβολή των πουμπελλιτιτών σε τριγωνικό διάγραμμα Al-Fe-Mg, κατά Passaglia & Gottardi (1973).

Σύμφωνα με τους Katzir et al. (2000), μεταβασικά με τέτοιο ορυκτολογικό άθροισμα βρέθηκαν μόνο στο Παραδείσι και τους Τσακαίους, ενώ οι Lensky et al. (1997), στην υποενότητα Καστρί της περιοχής Αετός, βρήκαν ψευδόμορφα λωζονίτη μέσα σε τεμάχια μεταβασαλτών.



Εικόνα 3.1: Εικόνες οπίσθιας σκέδασης. **α)** Κρύσταλλος αλβίτη (Ab) με εγκλείσματα λωζονίτη (Lws) και **β)** επίδοτο (Ep) με εγκλείσματα λωζονίτη. Ap=απατίτης, Czo=κλινοζωισίτης.

3.9. Σερπεντίνης

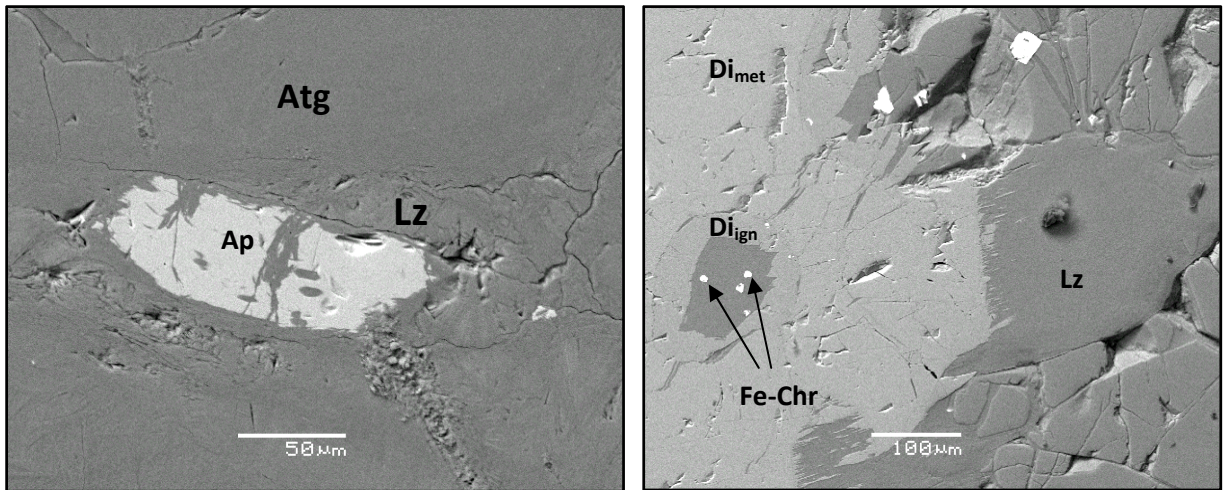
Ο χημικός τύπος του σερπεντίνης είναι $(\text{Mg}, \text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Al}, \text{Cr})_3(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_5(\text{OH})_5$ (Deer et al., 1992) και ο υπολογισμός της στοιχειομετρικής του κατανομής έγινε με βάση τα 7 άτομα οξυγόνου. Σερπεντίνες απαντήθηκαν μόνο σε δείγματα μεταβερλιτών.

Οι διαφοροποιήσεις που παρατηρήθηκαν στις αναλύσεις των σερπεντινών συνδέονται άμεσα με την προέλευσή τους, καθώς είναι δυνατό να προέρχονται είτε από εξαλλοίωση ολιβίνη, πυροξένων και αμφιβόλων, είτε από απευθείας κρυστάλλωσή τους σε φλέβες εντός του πετρώματος.

Στην προκειμένη περίπτωση αναλύθηκαν δύο ποικιλίες του σερπεντίνης, ενώ η τρίτη (χρυσοσίλης) απαντήθηκε μόνο μακροσκοπικά, σε φλέβες εντός των μεταβερλιτών. Η πρώτη προέρχεται από εξαλλοίωση ολιβίνη, δημιουργώντας έναν χαώδη ιστό ο οποίος χαρακτηρίζεται ως ψευδόμορφος ιστός του λιζαρδίτη από ολιβίνη (Wicks & Wittaker, 1977). Ο σερπεντινωμένος πυριγενής ιστός επικαλύφθηκε αργότερα από μεταμορφικό σερπεντίνη, δίνοντας τη δεύτερη ποικιλία, τον αντιγορίτη (**εικ. 3.2α**).

Από τις αναλύσεις των σερπεντινών παρατηρείται ότι σε όλες τις περιπτώσεις τα ποσοστά σε FeO και Al_2O_3 είναι ανώμαλα υψηλά, κάτι το οποίο οι Katzir et al. (2000) αποδίδουν σε υψηλή διαθεσιμότητα Fe και Al στον πρωτόλιθο του βερλίτη, σε σχέση με άλλα υπερβασικά μεταοφιολιθικά πετρώματα.

Στα ίδια δείγματα παρατηρήθηκε ακόμα πρισματικός διοψίδιος με πυριγενή σύσταση στο εσωτερικό του και μεταμορφική προς την περιφέρειά του, να εσωκλείει κυκλικές περιοχές σερπεντίνης. Εντός των περιοχών αυτών απαντώνται μικροί κρύσταλλοι απατίτη ή/και σιδηροχρωμίτη. Ο τελευταίος προέρχεται από τον αρχικό χρωμίτη των περιδοτιτών και, πιθανότατα, έχει εμπλουτιστεί σε Fe δευτερογενώς (**εικ. 3.2β**).



Εικόνα 3.2: α) Χαρακτηριστικός ψευδόμορφος ιστός λιζαρδίτη (Lz) από εξαλλοίωση ολιβίνη. Περιμετρικά διακρίνεται η επικάλυψή του από μεταμορφικό σερπεντίνη (αντιγορίτη - Atg). β) Σερπεντίνης (λιζαρδίτης Lz) με κρυστάλλους σιδηροχρωμίτη (Fe-Chr), περιβαλλόμενος από πυριγενή διοψίδιο (Di_{ign}), μεταμορφικό (Di_{met}) και τέλος, σερπεντινωμένη κύρια μάζα. Ap=απατίτης.

3.10. Πυρόξενοι

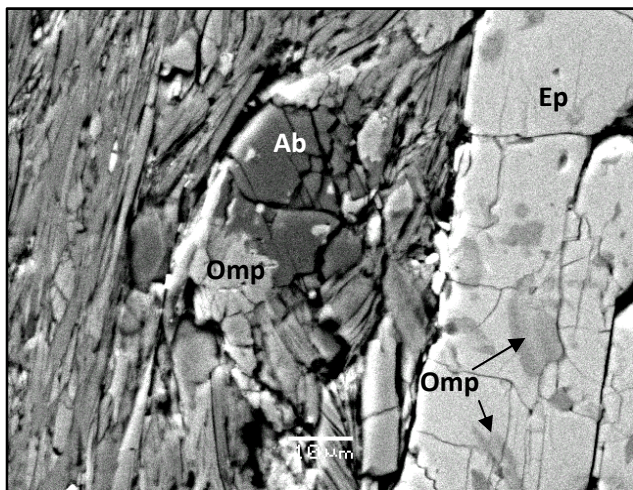
Ο γενικός χημικός τύπος των πυρόξενων είναι XYZ_2O_6 , όπου: Z-τετραεδρική= Si, Al, Fe^{3+} , Y-οκταεδρική= Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mg, Al, Cr, Ti, Mn^{2+} και X-οκταεδρική= Na, Ca, Fe^{2+} , Mg. Ο υπολογισμός της στοιχειομετρίας έγινε με βάση τα 6 άτομα οξυγόνου.

Ορυκτά της ομάδας των πυροξένων βρέθηκαν σε χαλαζίτη της ενότητας της Όχης και σε μεταβασικά και υπερβασικά πετρώματα του μεταοφιολιθικού συμπλέγματος. Συγκεκριμένα, σε δείγμα από σχετικά अपαραμόρφωτο μεταγάββρο βρέθηκε ομφακίτης, μόνο όμως ως έγκλεισμα σε ανάδρομο αλβίτη. Σε boudin μεταβασάλη αναλύθηκαν κρύσταλλοι διοψίδιου και αυγίτη, καθώς και λεπτοκρυσταλλικός ομφακίτης. Συχνά, ο τελευταίος βρίσκεται σε ισορροπία με αλβίτη, ή αντικαθιστάται από επίδοτο (**εικ.3.3**).

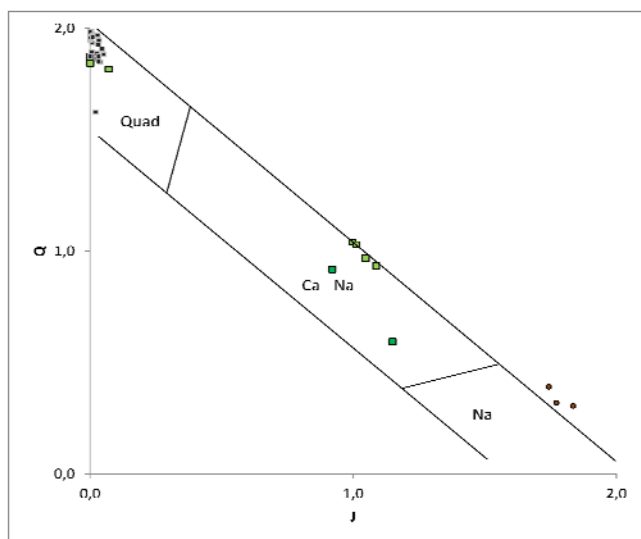
Για την ταξινόμησή τους χρησιμοποιήθηκε αρχικά το σύστημα που προτείνεται από την IMA (International Mineralogical Association) και περιγράφεται από τους Morimoto et al. (1988). Σύμφωνα με αυτό, όλοι οι πυρόξενοι προβάλλονται σε διάγραμμα Q – J (όπου Q = $Ca+Mg+Fe^{2+}$ και J = 2Na) για να προσδιοριστεί σε ποια κατηγορία ανήκουν, στους πυρόξενους τραπεζίου (quad), Ca-Na-ούχους, Na-ούχους, ή άλλους. Στην προκειμένη περίπτωση απαντήθηκαν πυρόξενοι όλων των παραπάνω κατηγοριών, όπως φαίνεται και στο **σχήμα 3.11**.

Στη συνέχεια, οι πυρόξενοι Τραπεζίου (quad) προβάλλονται στο τριγωνικό διάγραμμα Wo-En-Fs, όπου και παρατηρείται ότι η πλειοψηφία των πυροξένων των μεταβερλιτών και των μεταβασαλτών είναι σύστασης διοψίδιου και αυγίτη (**σχ. 3.12**).

Στα υπερβασικά πετρώματα του μεταοφιολιθικού mélange παρατηρήθηκαν τόσο πυρόξενοι πυριγενούς προέλευσης (υπολλειμματικοί), όσο και μεταμορφικοί, με τους τελευταίους να αναπτύσσονται περιμετρικά των πρώτων. Η διάκριση έγινε με βάση τη σύστασή τους, η οποία και παρατίθεται στον **Πίνακα 3.3** για συσχετίσεις. Στην **εικόνα 3.5** παρουσιάζονται τα σημεία των αναλύσεων αυτών.



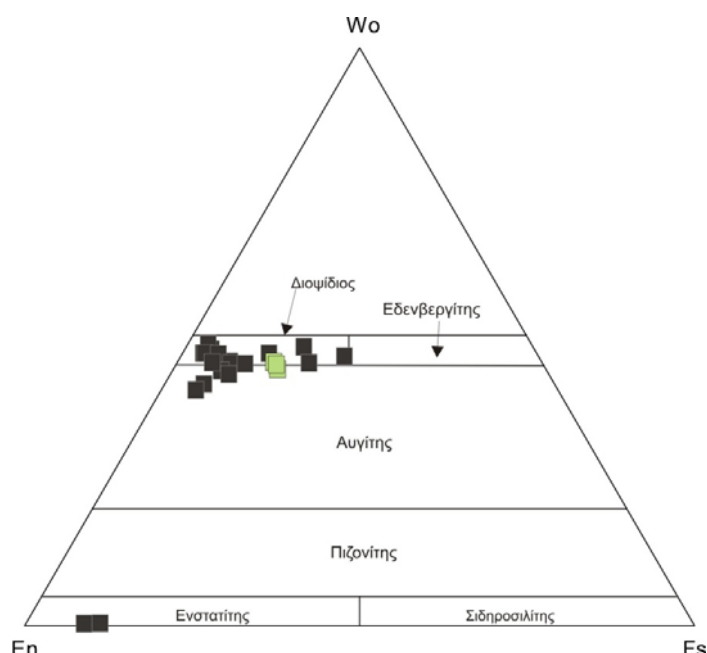
Εικόνα 3.3: Εικόνα οπίσθιας σκέδασης σε μεταβασάλη. Διακρίνεται ομφακίτης (Omp) σε ισορροπία με αλβίτη (Ab) και υπολλειμματικός ομφακίτης από αντικατάσταση επιδότου (Ep).



Σχήμα 3.11: Προβολή των συστάσεων όλων των πυρόξενων σε διάγραμμα Q – J για την ταξινόμησή τους, κατά Morimoto et al. (1988).

Αναλυτικότερα, οι υπολλειμματικοί πυρόξενοι εμφανίζουν αυξημένα ποσοστά σε Fe^{2+} , Al και Ti. Όσο μεταβαίνουν προς την περιφέρειά τους, τα ποσοστά αυτά σταδιακά ελαττώνονται ενώ αντίθετα, αυξάνεται το άθροισμα Mg+Ca, όπου και τελικά μεταπίπτουν πλέον σε μεταμορφικούς διοψίδιους (εικ. 3.4), χαρακτηριστικό το οποίο επισημαίνουν και οι Katzir et al. (2000). Στο διάγραμμα $(\text{Fe}^{\text{tot}} + \text{Ti} + \text{Al}) - (\text{Mg} + \text{Ca})$ του σχήματος 3.13α προβάλλονται οι αναλύσεις από σημεία σε πυρήνες και περιφέρειες κρυστάλλων πυροξένων, όπου και διατυπώνεται η κανονική ζώνωση από το κέντρο προς την περιφέρειά τους. Στο διάγραμμα (β) του ίδιου σχήματος (σχ. 3.13β) παρατίθεται διάγραμμα $\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe}^{2+}) - \text{Al}$ των Katzir et al. (2000), ως άλλη μέθοδος αποτύπωσης αυτής της διαφοροποίησης.

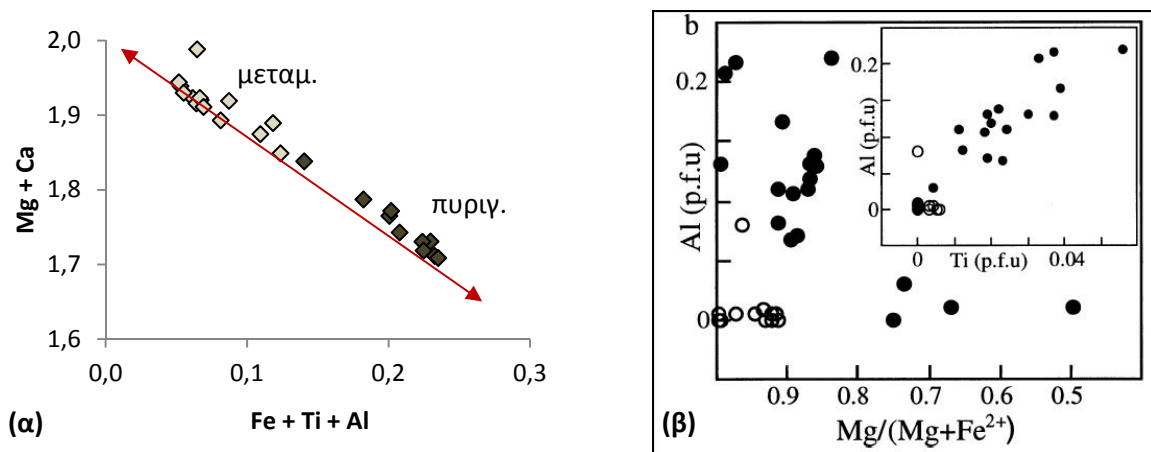
Στην εικόνα 3.5, με τη χρήση προγράμματος Image Analysis, χρησιμοποιήθηκαν ψευδοχρωματισμοί, έτσι ώστε να είναι ευδιάκριτη η περιοχή αλλαγής της σύστασης στον κρύσταλλο του πυρόξενου.



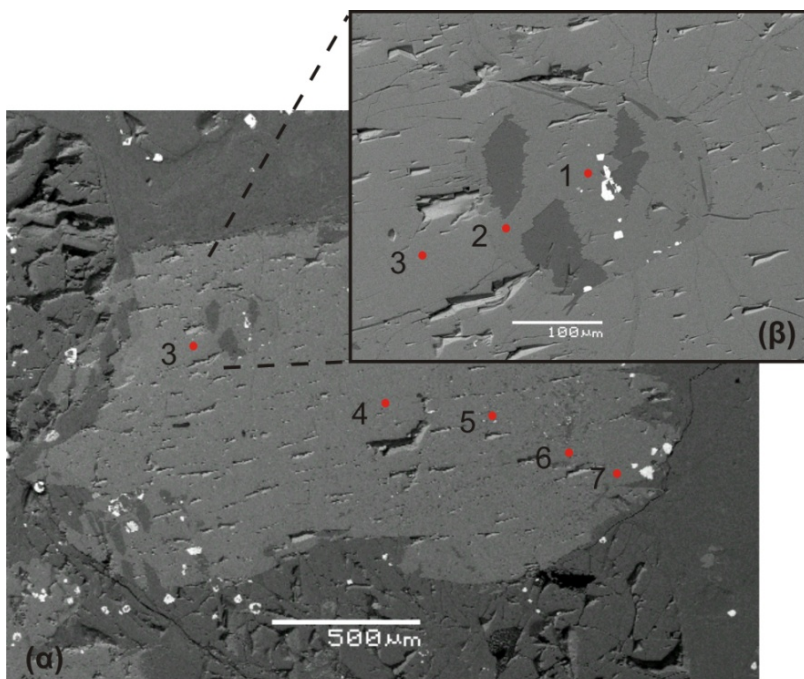
Σχήμα 3.12: Προβολή των συστάσεων των πυροξένων από τα μεταβασικά και υπερβασικά πετρώματα του μεταοφιολιθικού μέlange, στο τριγωνικό διάγραμμα ταξινόμησης Wo–En–Fs (Morimoto et al., 1988).

Πίνακας 3.3: Αναλύσεις σε περιφέρεια-πυρήνα-περιφέρεια κρυστάλλου διοψιδίου (1 – 7). Τα σημεία των αναλύσεων σημειώνονται στην **εικόνα 3.4**.

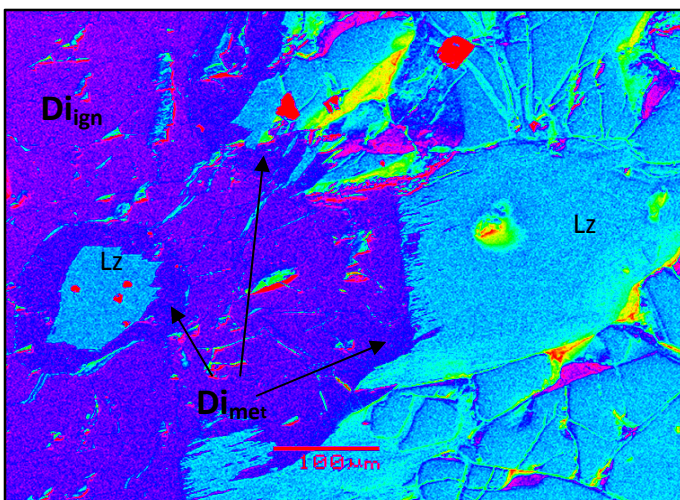
Δείγμα	100						
Λιθότυπος	μεταβερλίτης						
α.ρ.ανάλ.	1	2	3	4	5	6	7
παρατηρήσεις	μεταμ	μεταμ	πυριγ	πυριγ	πυριγ	πυριγ	μεταμ
SiO ₂	54,36	55,22	49,86	50,40	51,40	51,73	54,38
TiO ₂	0,06	0,08	1,55	1,26	1,06	1,16	0,04
Al ₂ O ₃	0,28	2,49	4,27	4,11	2,97	2,88	
Cr ₂ O ₃	0,32	0,01	1,00	0,93	0,71	0,66	0,09
FeO	2,21	7,68	4,66	4,45	4,64	4,27	2,13
MnO	0,23	0,13	0,24				0,25
MgO	17,99	34,39	15,54	15,74	16,71	16,48	17,92
CaO	23,75	0,15	21,16	20,97	21,35	20,97	23,93
Na ₂ O	0,07	0,05	0,22	0,27	0,18	0,22	
K ₂ O	0,03	0,10	0,03	0,08	0,16	0,03	0,08
Σύνολο	99,30	100,30	98,53	98,21	99,18	98,40	98,82
Si	1,99	1,91	1,86	1,88	1,90	1,92	2,00
Al _{tot}	0,01	0,11	0,19	0,18	0,13	0,12	0,00
Fe _{tot}	0,07	0,22	0,15	0,14	0,14	0,13	0,07
Cr	0,01	0,00	0,03	0,03	0,02	0,02	0,00
Ti	0,00	0,00	0,04	0,04	0,03	0,03	0,00
Mn	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
Mg	0,98	1,78	0,86	0,87	0,92	0,91	0,98
Ca	0,93	0,01	0,85	0,84	0,84	0,83	0,94
Na	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,02	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Άθρ.κατ.	4,00	4,03	4,00	3,99	4,01	3,99	4,00



Σχήμα 3.13: Διαγράμματα προβολής σύστασης πυροξένων, από σημεία στο εσωτερικό και στις περιφέρειες των κρυστάλλων. **(α)** Διάγραμμα $(Fe_{tot} + Ti + Al) - (Mg + Ca)$, όπου με μαύρο είναι οι μεταμορφικοί διοψίδιοι και με γκρι οι πυριγενείς ή υπολλειμματικοί. **(β)** Διάγραμμα $Mg/(Mg + Fe^{2+}) - Al$ των Katzir et al. (2000). Με μαύρο κύκλο σημειώνονται οι υπολλειμματικοί πυρόξενοι και με λευκό οι μεταμορφικοί.



Εικόνα 3.4: Εικόνα οπίσθιας σκέδασης κρύσταλλου διοψιδίου, όπου σημειώνονται τα σημεία των αναλύσεων που παρατίθενται στον **πίνακα 3.3**. Η εικόνα **(β)** αποτελεί μεγέθυνση της **(α)**.



Εικόνα 3.5: Ψευδοχρωματισμός σε εικόνα οπίσθιας σκέδασης δείγματος μεταβερλίτη. Παρατηρείται καθαρά ότι ο μεταμορφικός διοψίδιος (Di_{met} - μπλέ περιοχή) είναι στην περιφέρεια του πυριγενούς διοψιδίου (Di_{ign} - μπλέ με φούξια) και πάντα ανάμεσα σε αυτόν και τον λιζαρδίτη (Lz - γαλάζιο). Πρώην ολιβίνης και υπολλειμματα χρωμιτών απεικονίζονται με κόκκινο. Ο χρυσοσίλης (ανοιχτό γαλάζιο) διασχίζει το λιζαρδίτη. Πρόκειται για μετασωματική (στεμματική) δομή, μη ισορροπίας.

3.11. Αμφίβολοι

Ο γενικός χημικός τύπος των αμφιβόλων περιγράφεται από τη σχέση $AX_2Z_5((Si, Al, Ti)_8O_{22})(OH, F, Cl, O)_2$, όπου $A=\square, Na, K, Ca, Pb^{2+}$, $X=Li, Na, Mg, Fe^{2+}, Mn^{2+}, Ca$ και $Z=Li, Na, Mg, Fe^{2+}, Mn^{2+}, Zn, Co, Ni, Al, Fe^{3+}, Cr^{3+}, Mn^{3+}, V^{3+}, Ti, Zr$. Διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες, ανάλογα με τα κατιόντα που καταλαμβάνουν τη Χ θέση στο κρυσταλλικό πλέγμα: τους Fe-Mn-ούχους, Ca-ούχους, Na-ούχους και Ca-Na-ούχους αμφίβολου. Ο υπολογισμός της στοιχειομετρίας έγινε με βάση τα 23 άτομα οξυγόνου.

Ορυκτά της ομάδας των αμφιβόλων αναλύθηκαν σε σχιστολιθικά και μεταβασικά πετρώματα της ενότητας της Όχης, σε μάρμαρα και σχιστόλιθους της ενότητας Στύρων, στα μεταβασικά και υπερβασικά του μεταοφιολιθικού *mélange*. Για την ταξινόμησή τους χρησιμοποιήθηκαν τα διαγράμματα του **σχήματος 3.13**, κατά Leake et al. (1997). Αν και ο όρος κροσσίτης έχει πλέον αντικατασταθεί από τους όρους σιδηρο-γλαυκοφανής ή σιδηρο-ριεβεκίτης ή ριεβεκίτης, εντούτοις γίνεται χρήση αυτού του ονόματος καθώς εξυπηρετεί τον περαιτέρω διαχωρισμό των αμφιβόλων.

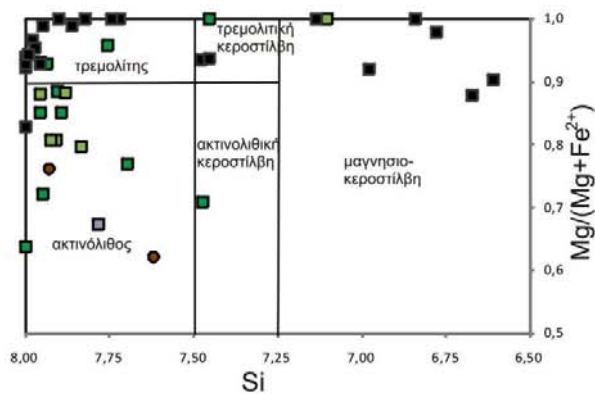
Αναλυτικότερα, στα σχιστολιθικά και μεταβασικά πετρώματα της ενότητας της Όχης βρέθηκαν αμφίβολοι σύστασης γλαυκοφανιτικής έως ριεβεκιτικής, με τον λόγο $Mg/(Mg+Fe^{2+})$ να διατηρείται σχετικά σταθερός. Σε λίγες περιπτώσεις απαντήθηκε γουιντσίτης να περιβάλλει γλαυκοφανή.

Σε δείγμα κροσσιτικού-σπεσσαρτινικού σχιστόλιθου κοντά στην επαφή της ίδιας ενότητας με τα υποκείμενα υπερβασικά του μεταοφιολιθικού *mélange*, πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις σε αμφίβολου, με σκοπό να διαπιστωθεί εάν υπάρχει σχέση μεταξύ σύστασης και μεγέθους ή/και προσανατολισμού των κρυστάλλων. Δεν παρατηρήθηκε κάτι τέτοιο, αφού βρέθηκαν κρύσταλλοι αμφιβόλων ποικίλης σύστασης (γλαυκοφανής, κροσσίτης, ριεβεκίτης, εκκερμανίτης, γουιντσίτης) σε διάφορες διευθύνσεις και με διάφορα μεγέθη (**εικ. 3.6**). Σύμφωνα με τους Katzir et al. (2000), πρόκειται για λεπτοκρυσταλλικό χαλαζίτη με κροσσίτη, σπεσσαρτίνη και στυλπνομέλινα, που προέρχεται από μεταμορφωμένο σιδηρο-μαγγανιούχο βιοχημικό ίζημα, γνωστό ως "meta-ironstone".

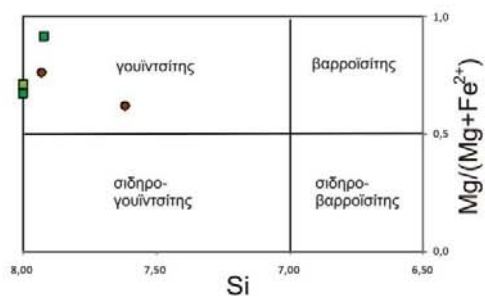
Na-ούχοι αμφίβολοι και συγκεκριμένα, μικροί πρισματικοί κρύσταλλοι γλαυκοφανή, απαντήθηκαν στα μάρμαρα και τους σχιστόλιθους της ενότητας Στύρων (**σχ. 3.13, εικ. 3.7**). Γενικά, θεωρείται σπάνιο φαινόμενο μάρμαρα υψηλών πιέσεων να διατηρούν πρόδρομο γλαυκοφανή και οι μόνες γνωστές περιπτώσεις είναι της ενότητας των Στύρων, στο νησί της Σύρου (Schumacher et al., 2000, 2008) και σε μάρμαρα των Άλπεων (Ballèvre & Lagabriele, 1994).

Στους μεταγάββρους του μεταοφιολιθικού *mélange* αναλύθηκαν αμφίβολοι σύστασης τόσο της μεταμόρφωσης υψηλών πιέσεων (M1), όσο και της ανάδρομης (M2). Στην πρώτη περίπτωση αντιστοιχούν τα ορυκτά γλαυκοφανής, εκκερμανίτης και γουιντσίτης, από τους οποίους οι δύο τελευταίοι απαντώνται μόνο ως εγκλείσματα. Την ανάδρομη M2 πιστοποιούν οι κρύσταλλοι των ακτινόλιθων. Σύμφωνα με τους Katzir et al. (2000), η ύπαρξη υπολλειμματικής κροσσίλης στους μεταγάββρους υποδεικνύει έντονη ουραλιτίωση και σωσσυριτίωση ωκεάνιου πυθμένα, κάτι το οποίο αναφέρει όμως μόνο στην περίπτωση των Τσακαίων.

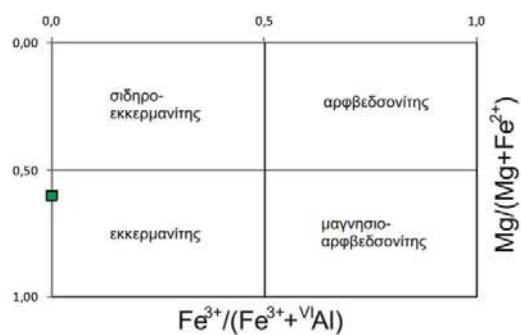
Ανάλογη είναι η εικόνα και στους μεταβασάλτες, με γλαυκοφανή, γουιντσίτη και κροσσίτη να αντιπροσωπεύουν τη M1 μεταμορφική φάση και τον ακτινόλιθο τη M2. Αξιοσημείωτο είναι εδώ το γεγονός πως στην περιφέρειά τους τα boudin μεταβασαλτών αποτελούνται αποκλειστικά από Fe-ούχο γλαυκοφανή και χαλαζία μέσα σε θεμελιώδη μάζα από αλβίτη.



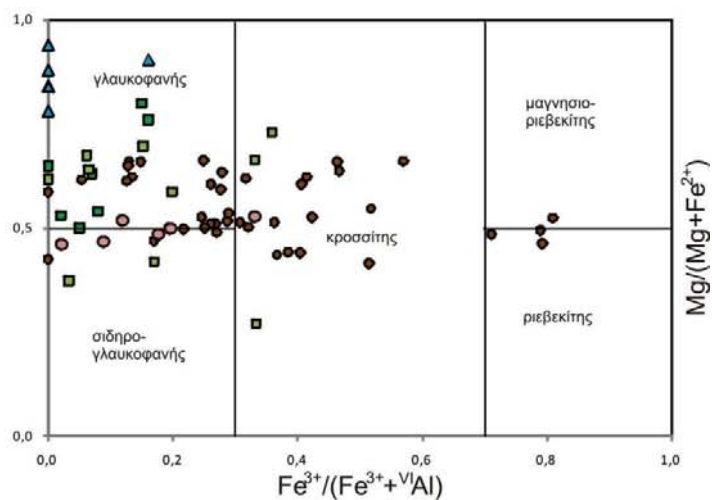
Ca-ούχοι αμφίβολοι
 $(Ca+Na)_B \geq 1,34$
 $Na_B < 0,67$
 $(Na+K)_A < 0,5$
 $Ti < 0,5$



Na-Ca-ούχοι αμφίβολοι
 $(Ca+Na)_B \geq 1,34$
 $0,67 < Na_B < 1,34$
 $(Na+K)_A < 0,5$

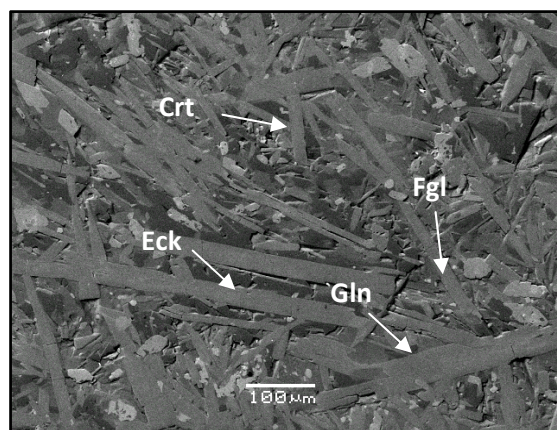
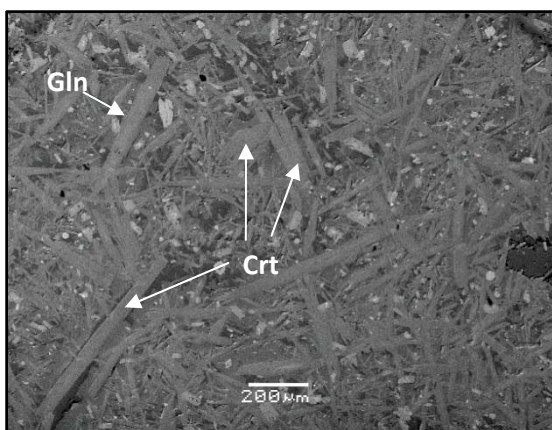


Αλκαλικοί αμφίβολοι
 $Na_B \geq 1,34$
 $(Na+K)_A \geq 0,5$

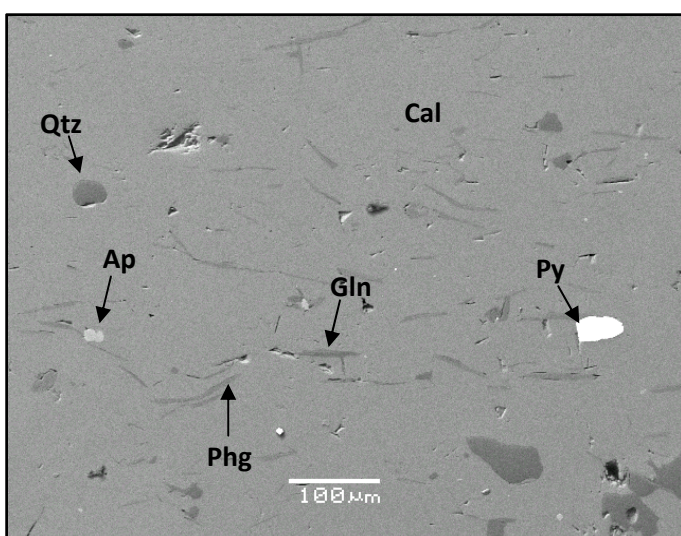


Αλκαλικοί αμφίβολοι
 $Na_B \geq 1,34$
 $(Na+K)_A < 0,5$

Σχήμα 3.13: Προβολή των συστάσεων των αμφίβολων σε διαγράμματα ταξινόμησης κατά Leake et al. (1997).



Εικόνα 3.6: Εικόνες οπίσθιας σκέδασης από δείγμα χαλαζίτη της ενότητας Όχης, όπου αναλύθηκαν κρύσταλλοι γλαυκοφανή (Gln), σιδηρο-γλαυκοφανή (Fgl), κροσσίτη (Crt), εκκερμανίτη (Eck), ριεβεκίτη και γουιντσίτη.

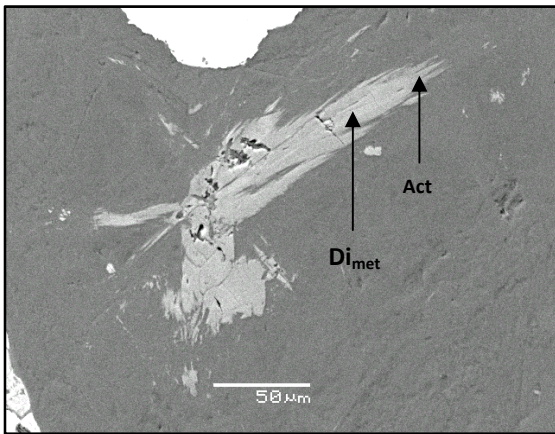


Εικόνα 3.7: Εικόνα οπίσθιας σκέδασης από μάρμαρο της ενότητας Στύρων, όπου αναλύθηκαν κρύσταλλοι γλαυκοφανή μέσα σε matrix ασβεστίτη.

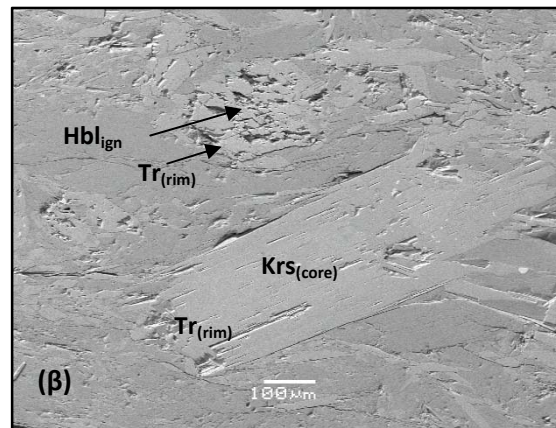
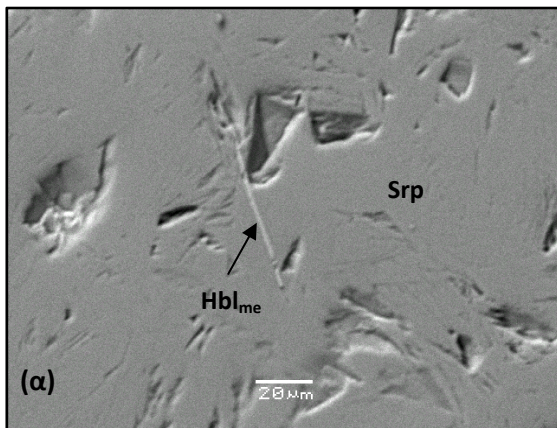
Οι μεταβερλίτες περιέχουν κατά κύριο λόγο αμφίβολους σύστασης κυρίως τρεμολιτικής και Ti-Mg-ούχου κεροστίλβης, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις αναλύθηκε και ακτινόλιθος στην περιφέρεια μεταμορφικού διοψίδιου (εικ. 3.8). Κεροστίλβη φτωχή σε Al και Ti θεωρείται μεταμορφική (εικ. 3.9α), ενώ αντίθετα, πυριγενοφύς προέλευσης (ή υπολλειμματική) θεωρείται όταν είναι πλούσια σε Al και Ti (Katzir et al., 2000) και αναλύθηκαν σε μεταβερλίτες και αντίστοιχης σύστασης φλέβες. Πιο ειδικά, σε μετα-υπερβασική φλέβα απαντώνται υπολλειμματικοί κρύσταλλοι κεροστίλβης ή κερσουτίτη, οι οποίοι στην περιφέρειά τους μεταπίπτουν σε τρεμολίτη (εικ. 3.9β).

Χαρακτηριστικά, αναφέρεται πως δείγμα από έντονα σχιστοποιημένη υπερβασική φλέβα στην περιοχή της Δεξαμενής, υπέστη ορυκτολογικό προσδιορισμό με τη μέθοδο περιθλασιμετρίας ακτίνων X (XRD¹) και, όπως φαίνεται και στην **εικόνα 3.10**, αποτελείται κυρίως από τρεμολίτη και κλινόχλωρο. Παρόμοιας σύστασης υπερβασική φλέβα αναφέρουν και οι Katzir et al. (2000) στην περιοχή όμως του Καταφυγίου. Και σε εκείνη την περίπτωση, η φλέβα διέρχεται μέσα από μεταγάββρο, είναι έντονα σχιστοποιημένη και αποτελεί μία ζώνη μετασωματικής αντίδρασης.

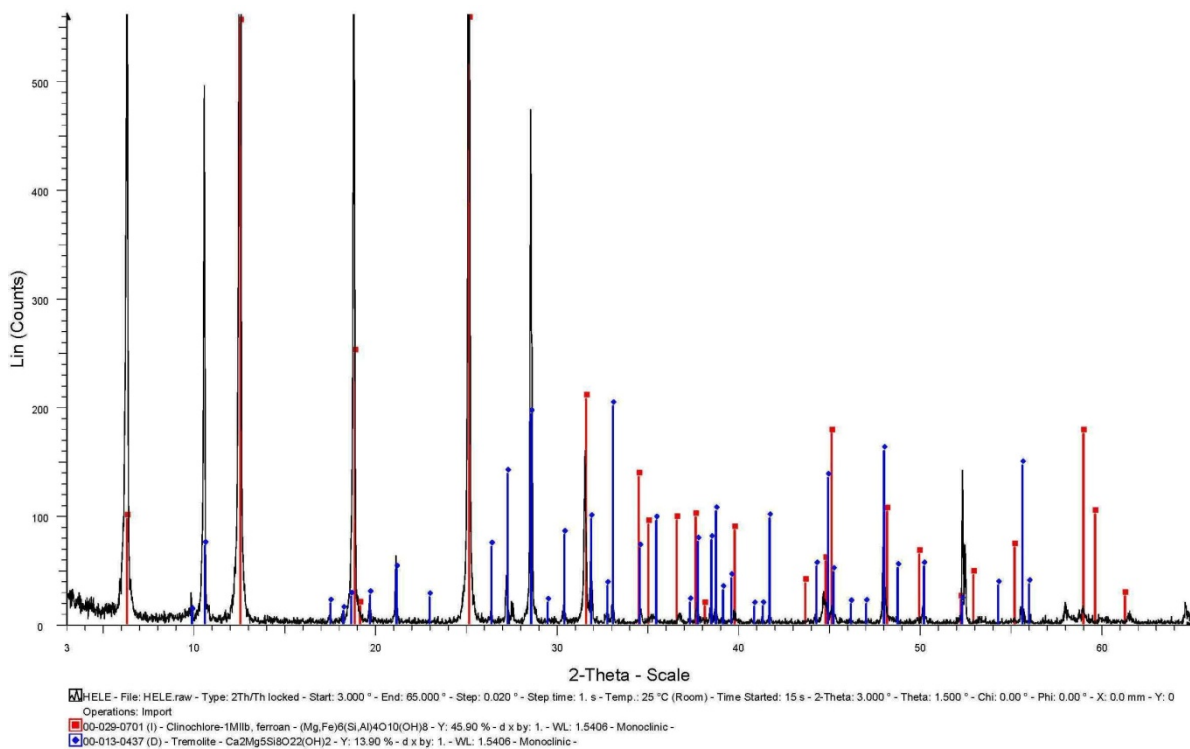
¹ Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με περιθλασίμετρο D5005 της εταιρίας SIEMENS του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπ/ντος, του Ε.Κ.Π. Αθηνών, όπου το δείγμα υπέστη σάρωση από 3° έως 65° γωνίας 2θ, με ταχύτητα 1°/min και υπό συνθήκες ακτινοβολίας CuK_α (μήκος κύματος των ακτίνων X λ=1,54Å), τάση 40KV και ένταση 40mA.



Εικόνα 3.8: Εικόνα οπίσθιας σκέδασης από μεταβερλίτη, όπου μεταμορφικός διοψίδιος (Di) μεταπίπτει σε στην περιφέρειά του σε ακτινόλιθο (Act).



Εικόνα 3.9: Εικόνες οπίσθιας σκέδασης. **α)** Μεταμορφική κεροσίλβη (Hbl) μέσα σε κύρια μάζα σερπεντίνη (Srp), σε δείγμα μεταβερλίτη και **β)** αμφίβολοι με πυρήνες κερσουτίτη (Krs) ή πυριγενούς κεροσίλβης (Hbl) που στην περιφέρειά τους μεταπίπτουν σε τρεμολίτη (Tr), σε μετα-υπερβασική φλέβα.



Εικόνα 3.10: Διάγραμμα ορυκτολογικού προσδιορισμού με τη μέθοδο περιθλασιμετρίας ακτίνων Χ (XRD) σε δείγμα έντονα σχιστοποιημένης μετα-υπερβασικής φλέβας, από την περιοχή της Δεξαμενής. Τα κύρια ορυκτά είναι κλινόχλωρο και τρεμολίτης.

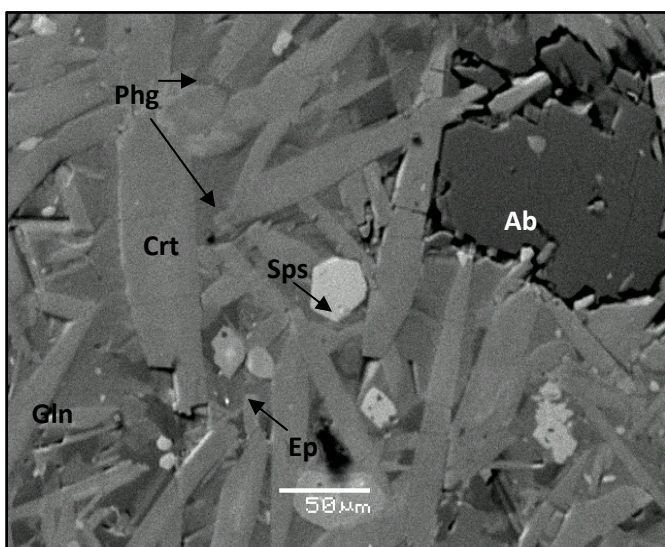
3.12. Γρανάτες

Ο γενικός χημικός τύπος των γρανατών περιγράφεται από τη σχέση $X_3Y_2(ZO_4)_3$, όπου $X = Fe^{2+}, Mg, Mn, Ca$, $Y = Fe^{3+}, Ti, ^{vi}Al, Cr$ και $Z = Si, ^{iv}Al$. Η στοιχειομετρία των ορυκτών υπολογίστηκε με βάση τα 24 άτομα οξυγόνου.

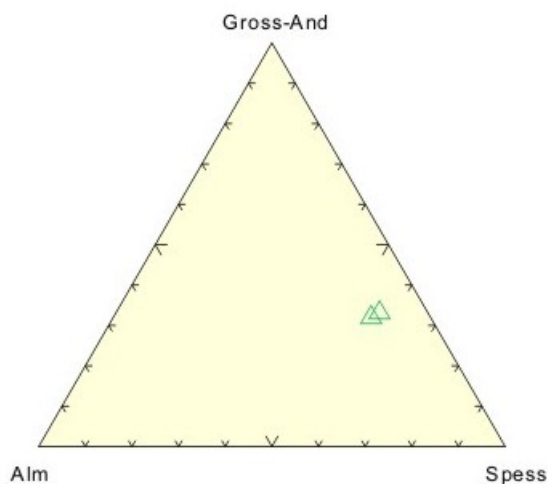
Γρανάτες βρέθηκαν σε δύο δείγματα, στο γλαυκοφανιτικό σχιστόλιθο της ενότητας Όχης κοντά στην επαφή με τα υποκείμενα υπερβασικά, καθώς και σε δείγμα από τα μεταϊζημάτα του μεταοφιολιθικού μέλανε. Δυστυχώς, αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν μόνο στην πρώτη περίπτωση. Πρόκειται για μικροσκοπικούς κρυστάλλους σπессαρτίνη, με διάμετρο που δεν ξεπερνά τα 50 μm (**Εικ.3.11**).

Ο σπессαρτίνη είναι η πλούσια σε Mn ποικιλία του γρανάτη και δεν είναι τυχαίο που το πέτρωμα αυτό απαντάται συνπτυχωμένο με τους πιεμοντιτικούς σχιστόλιθους και τον πυροξενικό χαλαζίτη της ενότητας. Παρόμοια κατάσταση έχει αναφερθεί και στο νησί της Άνδρου, με τα Fe-Mn-ούχα μετα-ιζημάτα να αποτελούνται από χαλαζίτες ή σχιστόλιθους πλούσιους σε σπессαρτίνη, πιεμοντίτη ή Na-ούχο πυρόξενο (Reinecke et al., 1985).

Στο τριγωνικό διάγραμμα του **σχήματος 3.12** προβάλλονται οι αναλύσεις των γρανατών.



Εικόνα 3.11: Εικόνα οπίσθιας σκέδασης, σε γλαυκοφανιτικό σχιστόλιθο της ενότητας Όχης. Διακρίνεται εξαεδρικός κρύσταλλος σπессαρτίνη (Sps), άτακτα διατεταγμένοι γλαυκοφάνεις (Gln) και κροσσίτες (Crt), αλβίτης (Ab) με εγκλείσματα και επίδοτο (Ep) με χαρακτηριστική ζώνωση αλλανίτη.



Σχήμα 3.12: Προβολή των συστάσεων γρανατών από γλαυκοφανιτικό σχιστόλιθο της ενότητας Όχης, σε τριγωνικό διάγραμμα γροσσουλάριος(+ανδραδίτης) – αλμανδίνης – σπессαρτίνης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

4.1. Εισαγωγή

Για τον προσδιορισμό της τεκτονικής ανάλυσης και τον καθορισμό των παραμορφωτικών φάσεων των ενοτήτων συνδυάστηκαν στοιχεία εργασίας υπαίθρου και μακροσκοπικές παρατηρήσεις, με δεδομένα από τη μελέτη λεπτών τομών προσανατολισμένων δειγμάτων στο πολωτικό μικροσκόπιο.

Ορισμένα δείγματα κόπηκαν παράλληλα στην εκάστοτε γράμμωση και κάθετα στη σχιστότητα, έτσι ώστε να προσδιοριστούν τα ορυκτά που τις διαμορφώνουν, καθώς και να καθοριστούν οι όποιοι κινηματικοί δείκτες. Για τη μελέτη άλλων τεκτονικών δομών, όπως η μικροπτύχωση ο πτυχοσχισμός κ.ά., τα δείγματα κόπηκαν κάθετα στη γράμμωση και τη σχιστότητα. Τέλος, σε μία περίπτωση κρίθηκε σκόπιμο να κοπεί δείγμα παράλληλα στη σχιστότητα, έτσι ώστε να διαπιστωθεί εάν υπάρχει συσχέτιση των διάφορων γραμμώσεων μεταξύ τους και αν ναι, ποια είναι αυτή.

Όπως αναφέρεται αναλυτικά στο 1ο Κεφάλαιο, οι Ring et al., (2007) περιέγραψαν τις κυριότερες τεκτονικές δομές και επαφές της Νότιας Εύβοιας και διέκριναν τέσσερις (4) κύριες παραμορφωτικές φάσεις. Η πρώτη (D_1) αναπτύχθηκε σε συνθήκες επιδοτιτικής-κυανοσχιστολιθικής φάσης μεταμόρφωσης, η D_2 που είναι και η κύρια, εξελίχθηκε σε πρασινοσχιστολιθικής φάσης, η D_3 σε κατώτερη πρασινοσχιστολιθική και η τελευταία (D_4) αφορά τη θραυσιγενή παραμόρφωση και τη δημιουργία νεοτεκτονικών ρηγμάτων. Με αυτή την άποψη έρχονται σε συμφωνία και οι Xyrolías et al. (2010).

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας αναγνωρίστηκαν συνολικά πέντε (5) παραμορφωτικές φάσεις, οι οποίες έχουν επηρεάσει τόσο τις δύο τεκτονικές ενότητες Στύρων και Όχης, όσο και το μεταοφιολιθικό mélange. Παρ'όλα αυτά, πρέπει να αναφερθεί σε αυτό το σημείο πως ορισμένες λιθολογίες του mélange, όπως για παράδειγμα τα υπερβασικά, επηρεάζονται με διαφορετικό τρόπο και σε διαφορετικό βαθμό από τα υπόλοιπα, ενώ τα boudins των μεταγάββρων και μεταβασαλτών (βλ. Κεφ. 2 για περιγραφή των boudins) συμπεριφέρονται με διαφορετικό τρόπο ως προς την παραμόρφωσή τους. Τονίζεται συνεπώς, ότι στα πετρώματα όπου δεν αναπτύσσονται χαρακτηριστικές τεκτονικές δομές από διαδοχικά παραμορφωτικά γεγονότα, ο συσχετισμός με την ανάλογη D φάση πραγματοποιείται μόνο από την αντίστοιχη ορυκτολογική παραγένεση που διέπει το σχηματισμό αυτό.

Κατά την περιγραφή των παραμορφωτικών φάσεων παρατίθενται στοιχεία και παραδείγματα τόσο από τα πετρώματα των δύο ενοτήτων Στύρων και Όχης, όσο και από αυτά του mélange, ενώ όπου κρίνεται σκόπιμο γίνονται παραπομπές σε άλλα κεφάλαια, καθώς και στους γεωλογικούς και τεκτονικούς χάρτες.

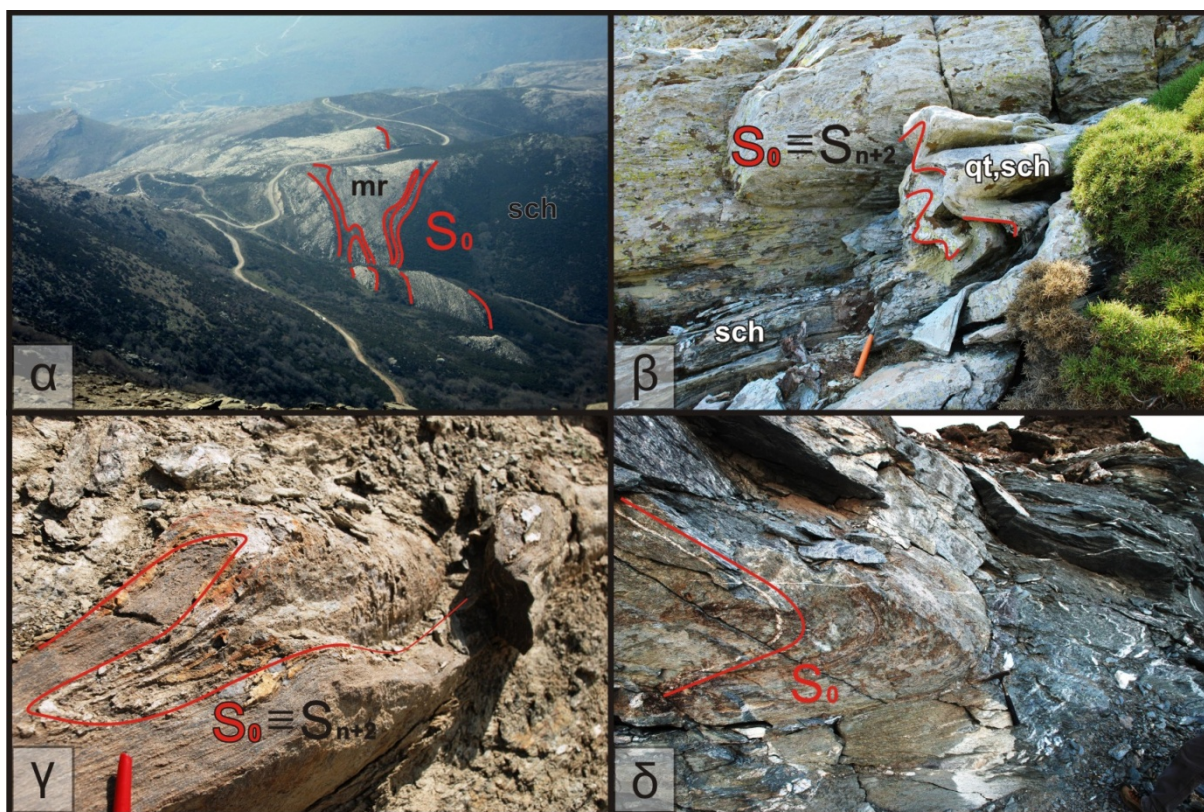
4.2. Περιγραφή τεκτονικού ιστού

4.2.1. Πρωτογενείς δομές

Ο όρος πρωτογενείς δομές αφορά τις δομές που δημιουργούνται κατά το σχηματισμό του πετρώματος, κατά ή/και μετά την απόθεσή του ως ίζημα, πριν μπει σε διαδικασίες παραμόρφωσης και μεταμόρφωσης. Χαρακτηριστική πρωτογενής δομή είναι η στρώση (S_0), η διάταξη δηλαδή σε λεπτά επίπεδα των ομογενών ή ετερογενών υλικών που αποτελούν ένα στρώμα. Η στρώση αποτελεί το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό ενός

ιζηματογενούς πετρώματος, αλλά και ένα πολύτιμο εργαλείο για την τεκτονική ανάλυση, καθώς είναι βασικός δείκτης της παραμόρφωσης.

Η διάκριση της στρώσης στα μεταμορφωμένα πετρώματα είναι δύσκολη, λόγω της επικάλυψής της από δευτερογενείς δομές (σχισμός, σχιστότητα, κ.ά.), διατηρείται όμως στις επαφές διαφορετικών από άποψη λιθολογίας σχηματισμών. Μακροσκοπικά λοιπόν, η στρώση (S_0) διακρίνεται στις επαφές μαρμάρων με σχιστόλιθους ή με μεταβατικά προς αυτούς πετρώματα (εικ. 4.1α), καθώς και στις επαφές μαρμάρων ή σχιστολίθων με χαλαζιοαστριούχα (εικ. 4.1β) ή χαλαζίτες. Στη μεσοσκοπική κλίμακα, χρήσιμη είναι η παρουσία διαφόρων ορυκτών εντός των μαρμάρων, αρκεί αυτή η διαφοροποίηση να οφείλεται σε συνθήκες ιζηματογένεσης και να μην προκλήθηκε από δευτερογενείς συγκεντρώσεις των ορυκτών (εικ. 4.1γ,δ).



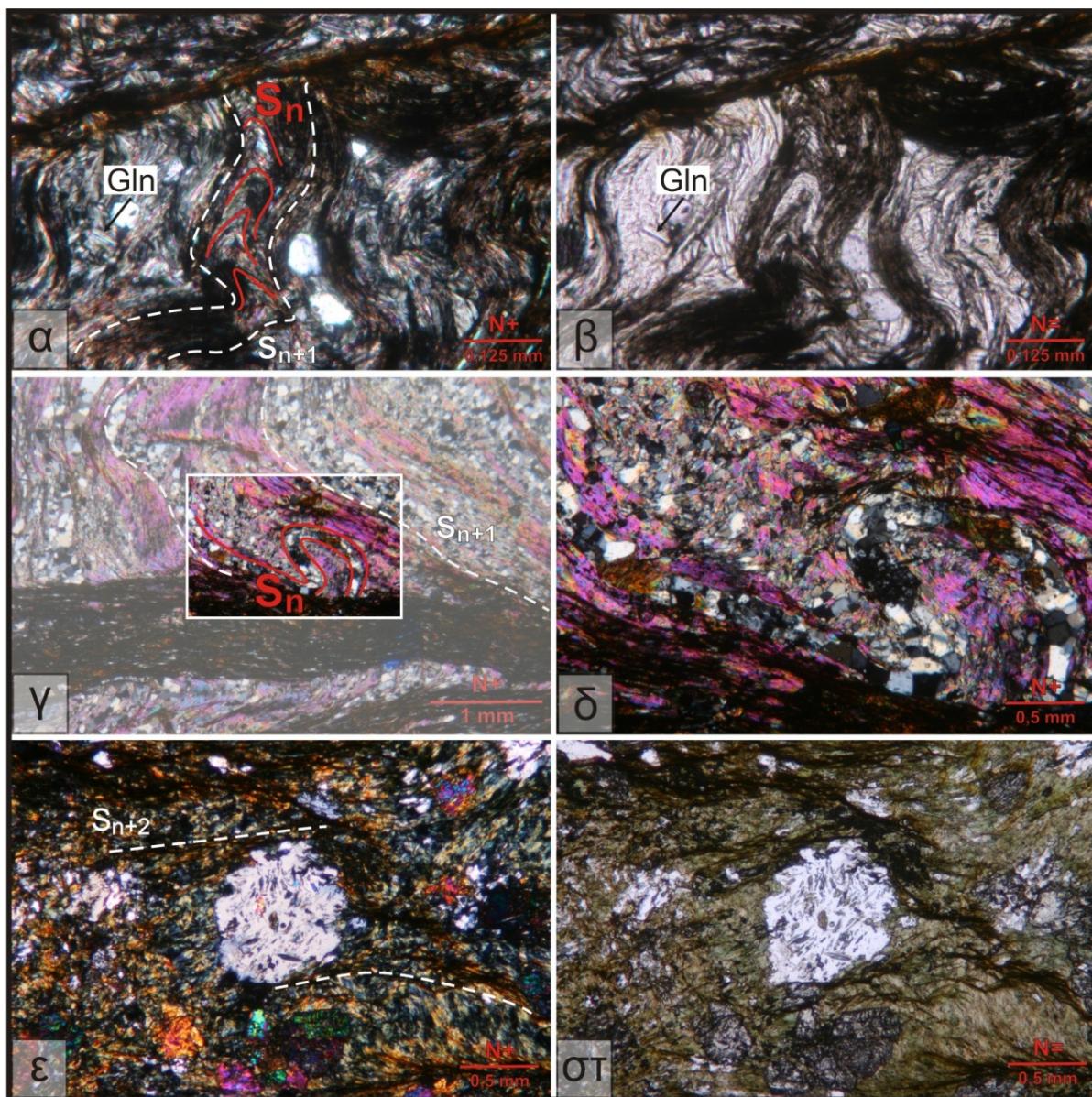
Εικόνα 4.1: α) Πτυχωμένες επαφές μεταξύ μαρμάρων και σχιστολίθων της ενότητας Στύρων. Περιοχή Αγίας Παρασκευής, όψη προς τα ΝΔ. β) Συμπτυχωμένοι σχιστόλιθοι με χαλαζιοαστριούχα της ενότητας Όχης. Περιοχή Καταφυγίου. γ, δ) Μάρμαρα της ενότητας Στύρων και Όχης αντίστοιχα, με πτυχωμένες πυριτικές ενδιαστρώσεις που μαρτυρούν την αρχική στρώση S_0 .

4.2.2. Παραμορφωτική φάση D_n ¹

Κατά τη διάρκεια του πρώτου παραμορφωτικού γεγονότος D_n δημιουργούνται διαμπερείς δομές, όπως η συνεχής σχιστότητα S_n (continuous ή slaty schistosity) και η γράμμωση από ορυκτολογικό προσανατολισμό και επιμήκυνση $L(\min)_n$. Απαντώνται τόσο στις ενότητες των Στύρων και της Όχης, όσο και στα πετρώματα του μεταοφιολιθικού mélange. Ανάλογα με τον τύπο του πετρώματος, οι δομές της D_n φάσης μπορούν να

¹ Χρησιμοποιείται ο όρος D_n και όχι D_1 , καθώς δεν μπορεί να αποκλειστεί το γεγονός να έχει προηγηθεί άλλη παραμορφωτική φάση η οποία να μη διακρίνεται πλέον.

διακριθούν τόσο σε μικροσκοπική κλίμακα, σαν υπολειμματικές δομές (εικ. 4.2, 4.3), όσο και μακροσκοπικά, στις περιπτώσεις που δεν έχουν επικαλυφτεί από νεότερες (εικ. 4.6α, β).



Εικόνα 4.2: Πτυχωμένες επιφάνειες σχιστότητας S_n σε μικρολιθίνες της S_{n+1} , κατά την D_{n+1} παραμορφωτική φάση. **α, β)** Σε ορισμένες περιπτώσεις, εντός των μικρολιθίνων της S_{n+1} διατηρούνται και πρισματικές βελόνες γλαυκοφανή (gln) της πρώτης παραμορφωτικής φάσης D_1 (βιοιτιτικός-χλωριτικός-μαρμαρυγιακός σχιστόλιθος ενότητας Στύρων, κοπή κάθετα στη γράμμωση από διατομή L_{n+4}). **γ)** Σε γρανατιτικό-βιοιτιτικό-ακτινολιθικό-γλαυκοφανιτικό μαρμαρυγιακό σχιστόλιθο εντός του μεταοφιολιθικού *mélange* (κοπή κάθετα στη γράμμωση από διατομή L_{n+4}). **δ)** Μεγέθυνση της εικόνας γ. **ε, στ)** Προτεκτονικός πορφυροκλάστης αλβίτη με εγκλείσματα κυανών αμφιβόλων που πιστοποιούν την D_n παραμορφωτική φάση στα μεταβασικά του *mélange*. Η S_{n+2} περιβάλλει τον κρύσταλλο και δεν παρατηρούνται πιεζοσκιές. Δείγμα από το εσωτερικό *boudin* μεταγάβθρου, στην περιοχή της Δεξαμένης (κοπή παράλληλα στη γράμμωση $L(min)_{n+2}$, σε διασταυρούμενα ($N+$) και παράλληλα ($N=$) nicols αντίστοιχα.

Η **σχιστότητα S_n** δημιουργείται από την ισοκλινή επαναπτύχωση της αρχικής στρώσης S_0 και διαμορφώνεται από τη διάταξη σε παράλληλα επίπεδα φυλλοπυριτικών, πρισματικών κ.ά. ορυκτών. Συγκεκριμένα, για τις ενότητες Στύρων και Όχης, καθώς και για τα μεταίζηματα του *mélange*, η S_n καθορίζεται από τα ορυκτά

φεγγίτης + χλωρίτης + αλβίτης + χαλαζίας ± κυανοί (Na-ούχοι) αμφίβολοι

ενώ για τα μεταβασικά του mélange από τα ορυκτά

κυανοί αμφίβολοι + φεγγίτης + αλβίτης + χαλαζίας

και

ομφακίτης + φεγγίτης + επίδοτο + αλβίτης ± κυανοί αμφίβολοι

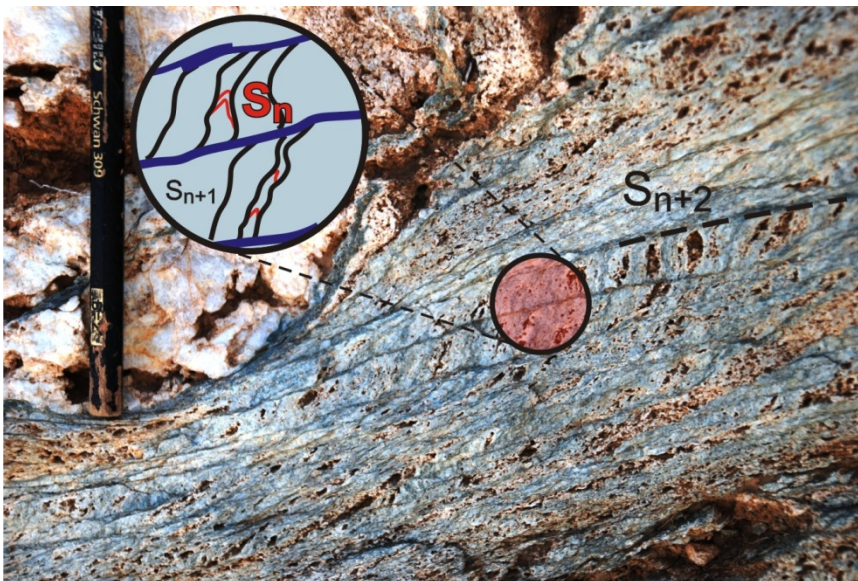
Όσον αφορά τα υπερβασικά, η S_n δεν απαντάται, ή αν είχε δημιουργηθεί, έχει επικαλυφθεί πλήρως. Τα ορυκτά όμως που έμμεσα μαρτυρούν πως αυτά έχουν υποστεί την D_n παραμορφωτική φάση είναι

πυρόξενος (διοψίδιος) + Ca-αμφίβολος

Οι παραγενέσεις αυτές υποδηλώνουν ότι η D_n δημιουργήθηκε σε συνθήκες μεταμόρφωσης **κυανοσχιστολιθικής φάσης (HP)**, κατά τον ενταφιασμό δηλαδή των ενοτήτων.

Στις περιπτώσεις όπου η S_n επαναπτυχώθηκε κατά τις επόμενες παραμορφωτικές φάσεις, αλλά δεν επικαλύφθηκε πλήρως από αυτές, απαντάται ως μικροδομή καθαρά συμπίεστικού χαρακτήρα εντός των μικρολιθώνων της S_{n+1} , της D_{n+1} φάσης (**εικ. 4.2, 4.3**). Παρόλο που ο γλαυκοφανής δεν διαμορφώνει πάντα την S_n , ενδεχομένως λόγω του γεγονότος ότι δεν συμπεριφέρεται τόσο πλαστικά όσο τα υπόλοιπα, παραμένει εντούτοις με τη μορφή λεπτών και μικρών βελονών μέσα στους μικρολιθώνες. Επιπλέον, σε αρκετά δείγματα από τα μεταβασικά του mélange, τα ορυκτά που πιστοποιούν την D_n απαντούν μόνο ως εγκλείσματα σε αλβίτη (**εικ. 4.2ε, στ και Κεφ. 2 για περισσότερα**).

Ο λωζονίτης, ο οποίος απαντάται μόνο ως μικροσκοπικό εγκλείσμα σε αλβίτη και είναι σπάνια αναγνωρίσιμος ακόμα και σε κλίμακα μικροσκοπίου (η παρουσία του πιστοποιήθηκε με τη χρήση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου, **βλ. Κεφ. 3**), θεωρείται ότι ανήκει σε πρόδρομη μεταμορφική φάση, χαμηλότερου βαθμού από την κυανοσχιστολιθική. Δυστυχώς, δεν κατέστη δυνατό να εντοπιστούν τεκτονικές μικροδομές που να επιτρέψουν τη συσχέτιση αυτής της πληροφορίας με κάποιο παραμορφωτικό γεγονός. Ενδεικτικά μόνο, θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι αυτές οι συνθήκες μεταμόρφωσης αντιστοιχούν σε μία θεωρητική D_{n-1} παραμορφωτική φάση.



Εικόνα 4.3: Η μικροπτυχωμένη επιφάνεια S_n σε μαρμαρυγιακό σχιστόλιθο της ενότητας Όχης, όπως διακρίνεται στη μεσοσκοπική κλίμακα με τη χρήση λούπας. Από την περιοχή νότια του Καταφυγίου.

Η γράμμωση $L(\min)_n$ διαμορφώνεται από την παράλληλη διάταξη και επιμήκυνση των παραπάνω ινωδών και φυλλοπυριτικών ορυκτών, όπως ο γλαυκοφανής και ο φεγγίτης,

αλλά και των υπολοίπων, όπως ο χαλαζίας και ο ασβεστίτης (για τα μάρμαρα), τη χαρακτηρίζει όμως ο πρισματικός γλαυκοφανής λόγω χαρακτηριστικού κυανού χρώματος και πρισματικού σχήματος (**εικ. 4.4**). Η $L(\min)_n$, σαν δομή με την αυστηρή έννοια του όρου, δεν απαντάται πλέον εύκολα, καθώς η επιφάνεια S_n πάνω στην οποία αναπτύσσεται έχει επαναπτυχωθεί ή έχει επικαλυφθεί πλήρως από τις μεταγενέστερες φάσεις D. Εξαιρέση αποτελούν ορίζοντες πιο ανθεκτικών στην παραμόρφωση οριζόντων που διατηρούν την D_n , αρκεί αυτοί να μην αποτελούνται αποκλειστικά από χαλαζία, αλβίτη ή/και ασβεστίτη, καθώς και οι μυλονιτικές ζώνες αυτής της φάσης (**βλ. Τεκτονικούς χάρτες Περιοχών Καταφυγίου και Δεξαμενής, κλίμακας 1:2.000**).

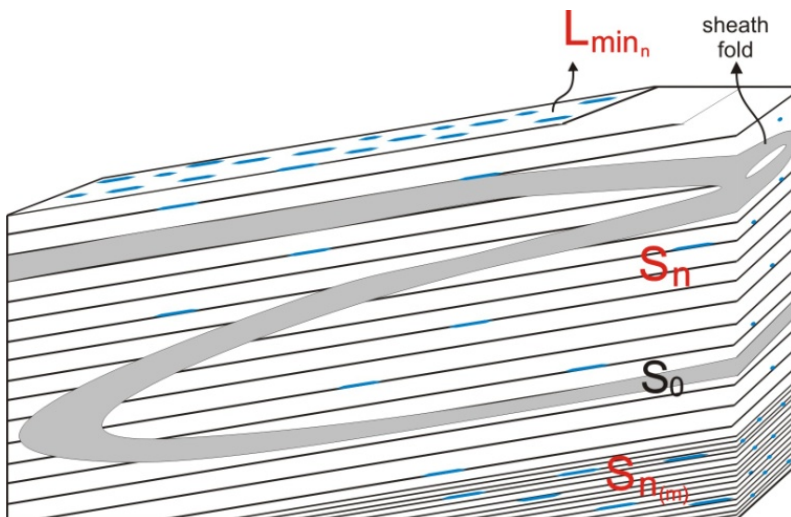
Η τεκτονική ροή κατά την υποβύθιση των ενοτήτων σε αυτές τις γεωτεκτονικές συνθήκες υψηλών τιμών θερμοκρασίας (~400-430°C, Katzir et al. 2000) και πίεσης (10-12 kbar, ομοίως) είναι τόσο έντονη, που έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ρεολογικών αντιθέσεων εντός των πετρωμάτων, ακόμα και στις περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει διαφορά λιθολογίας. Οι διατμητικές αυτές επιφάνειες ολίσθησης κάμπτονται και επαναπτυχώνονται και οι πτυχές που δημιουργούνται υπό αυτές τις συνθήκες έχουν διαρροϊκό χαρακτήρα, απροσδιόριστο προσανατολισμό αξόνων και αρκετά πολύπλοκες δομές που χαρακτηρίζονται από λεπτύνσεις και παχύνσεις των σκελών και των κορυφαίων. Πολλές φορές δε, παρουσιάζονται ως αποκομμένα τμήματα των πτυχών (**intrafolial folds, rootless folds, εικ. 4.5**), περιβαλλόμενα από τη φύλλωση του πετρώματος, είτε αυτή διαμορφώνεται από την S_n , είτε από κάποια μεταγενέστερη $S_{n+1, +2}$, κ.λ.π.

Συχνά, οι πτυχές που δημιουργούνται σε ζώνες έντονης διάτμησης είναι μη κυλινδρικές και σε τομή κάθετα στην εφελκυστική γράμμωση $L(\min)_n$ έχουν χαρακτηριστικό σχήμα θήκης σπαθιού (**sheath folds, εικ. 4.4, 4.5α**). Οι δομές αυτές διατηρούνται κυρίως στα σχιστολιθικά πετρώματα και ιδιαίτερα στις περιπτώσεις όπου αυτά εναλλάσσονται με χαλαζιοαστριούχα ή περιέχουν ενδιαστρώσεις χαλαζία ή λεπτών οριζόντων μαρμάρου. Στην ύπαιθρο, η διάκρισή τους από sheath folds μεταγενέστερων παραμορφωτικών φάσεων είναι δύσκολη.

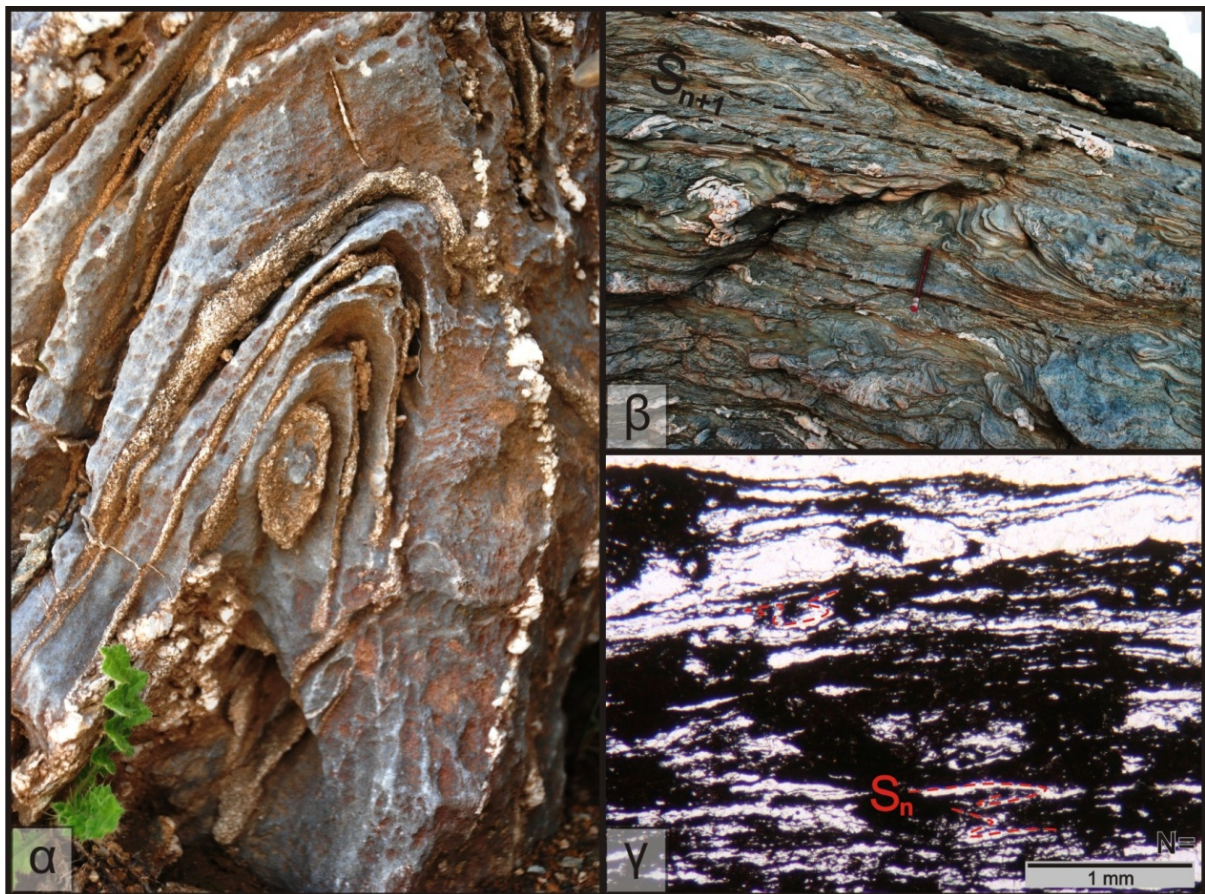
Άλλο ένα σημαντικό γεγονός είναι η δημιουργία **υπερ-μυλονιτικών ζωνών** κατά τη διοχέτευση της παραμόρφωσης μέσα από από ζώνες έντονης διάτμησης. Στην ουσία, αντιπροσωπεύουν τις τεκτονικές επαφές που δημιουργήθηκαν και λειτούργησαν (ή τουλάχιστον ξεκίνησαν να λειτουργούν) στις συνθήκες της D_n παραμορφωτικής φάσης.

Οι μυλονιτικές ζώνες αναπτύσσονται κυρίως κατά μήκος των τεκτονικών επαφών των τριών ενοτήτων μεταξύ τους (**εικ. 4.6α**), αλλά και ανεξάρτητα, στο εσωτερικό των ενοτήτων (**εικ. 4.6β**) και το πλάτος επίδρασής τους κυμαίνεται από λίγα μέτρα μέχρι κάποια δεκάδες, ανάλογα τον τύπο του πετρώματος το οποίο επηρεάζουν. Τα ορυκτολογικά αθροίσματα που τις διαμορφώνουν είναι κοινά με αυτά της S_n , χαρακτηρίζονται όμως από την παρουσία μικροκρυσταλλικής και ανακρυσταλλωμένης κύριας μαζας με έντονο προσανατολισμό των κόκκων, ο οποίος δημιουργεί τη **μυλονιτική φύλλωση $S_{n(m)}$** . Σε πολλές περιπτώσεις έχει διατηρηθεί η $S_{n(m)}$ σαν δομή, τα ορυκτά όμως που τη διαμορφώνουν έχουν επηρεαστεί από τις επόμενες μεταμορφικές φάσεις.

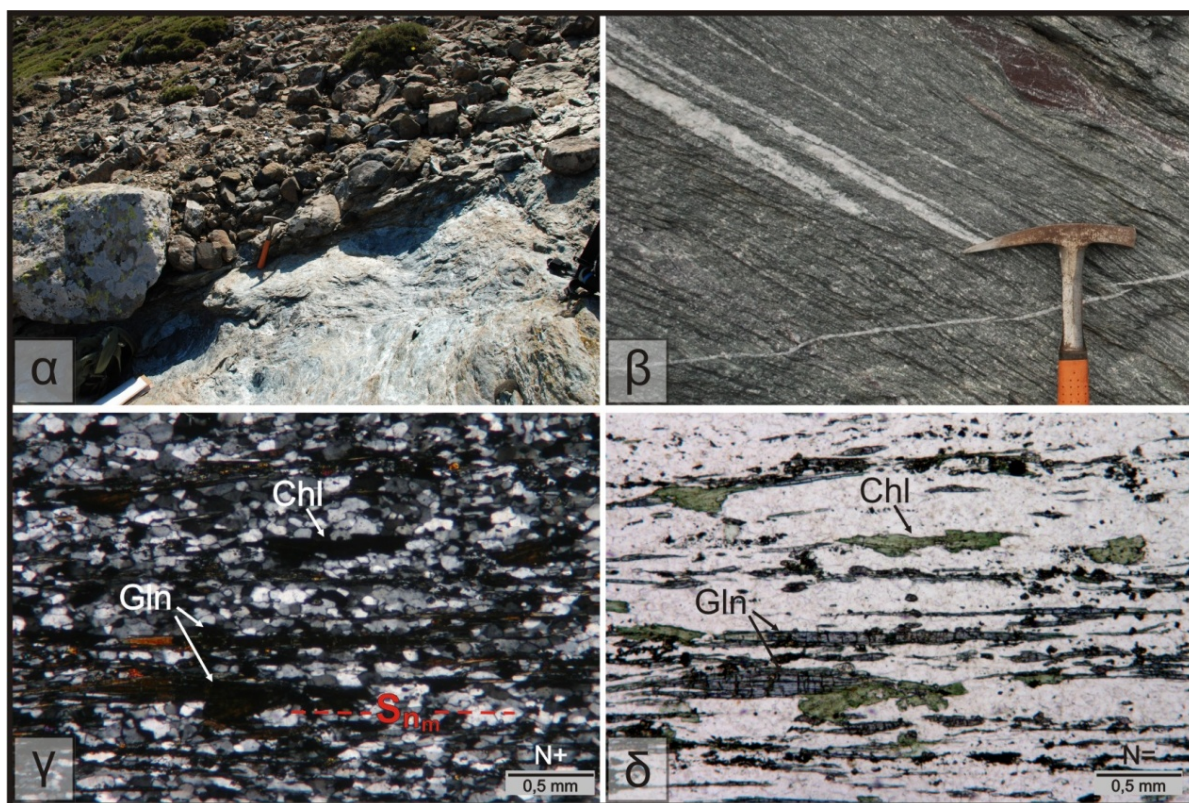
Χαρακτηριστικό των μυλονιτικών πετρωμάτων αυτής της φάσης είναι, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η διατήρηση πάνω στις επιφάνειες $S_{n(m)}$ της γράμμωσης $L(\min)_n$, η οποία πλέον διαμορφώνεται από εξαιρετικά επιμηκυσμένους κρυστάλλους γλαυκοφανή και είναι διακριτή ευκρινώς σε όλες τις κλίμακες παρατήρησης (**εικ. 4.6γ, δ**).



Εικόνα 4.4: Σχηματική απεικόνιση της πρώτης παραμορφωτικής φάσης D_n σε συνθήκες μεταμόρφωσης κυανοσχιστολιθικής φάσης. Διαμορφώνεται σχισμός S_n από επαναπτύχωση της στρώσης S_0 και ορυκτολογική γράμμωση $L(min)_n$ από πρισματικούς κρυστάλλους γλαυκοφανή. Σε αυτή τη φάση αναπτύσσεται και μυλονιτική φύλωση $S_{n(m)}$.



Εικόνα 4.5: α) Πτυχή sheath σε μάρμαρα με χαλαζιακές ενδιαστρώσεις της ενότητας Στύρων, στην περιοχή της Αγίας Παρασκευής. β) Ροϊκού τύπου πτυχές από αλλεπάλληλες επαναπτυχώσεις σε τυχαίο προσανατολισμό. Κατά την επαναπτύχωση τους, κατά την D_{n+1} παραμορφωτική φάση, αναπτύχθηκαν οι κατά αξονικό επίπεδο επιφάνειες S_{n+1} . Σε σχιστόλιθους της ενότητας Όχης, στην περιοχή νότια του Καταφυγίου. γ) Εικόνα μικροσκοπίου όπου διακρίνονται επαναπτυχώσεις φλεβιδίων χαλαζία. Διακρίνονται από την επαναπτύχωση της επόμενης φάσης D_{n+2} από το γεγονός ότι οι τελευταίες παρουσιάζονται πιο συμμετρικές. Από πιεμοντιτικό σχιστόλιθο της ενότητας Όχης, στην περιοχή του Καταφυγίου.



Εικόνα 4.6: α) Ζώνη υπερμυλονίτη που έχει αναπτυχθεί κατά μήκος της της ζώνης διάτμησης μεταξύ υπερβασικών και μεταβασικών πετρωμάτων του μεταοφιολιθικού *mélange*. β) Μυλονιτωμένο μάρμαρο της ενότητας Όχης, κοντά στην περιοχή του Καταφυγίου. γ, δ) Μυλονιτική φύλλωση σε χλωριτικό-γλαυκοφανιτικό-χαλαζιακό σχιστόλιθο της ενότητας Όχης, από την περιοχή του Καταφυγίου. Οι επιμηκυσμένοι κρύσταλλοι γλαυκοφανή και χλωρίτη καθορίζουν και τη μυλονιτική γράμμωση $L_{(m)}$. Τομή παράλληλα στη γράμμωση $L_{(m)}$.

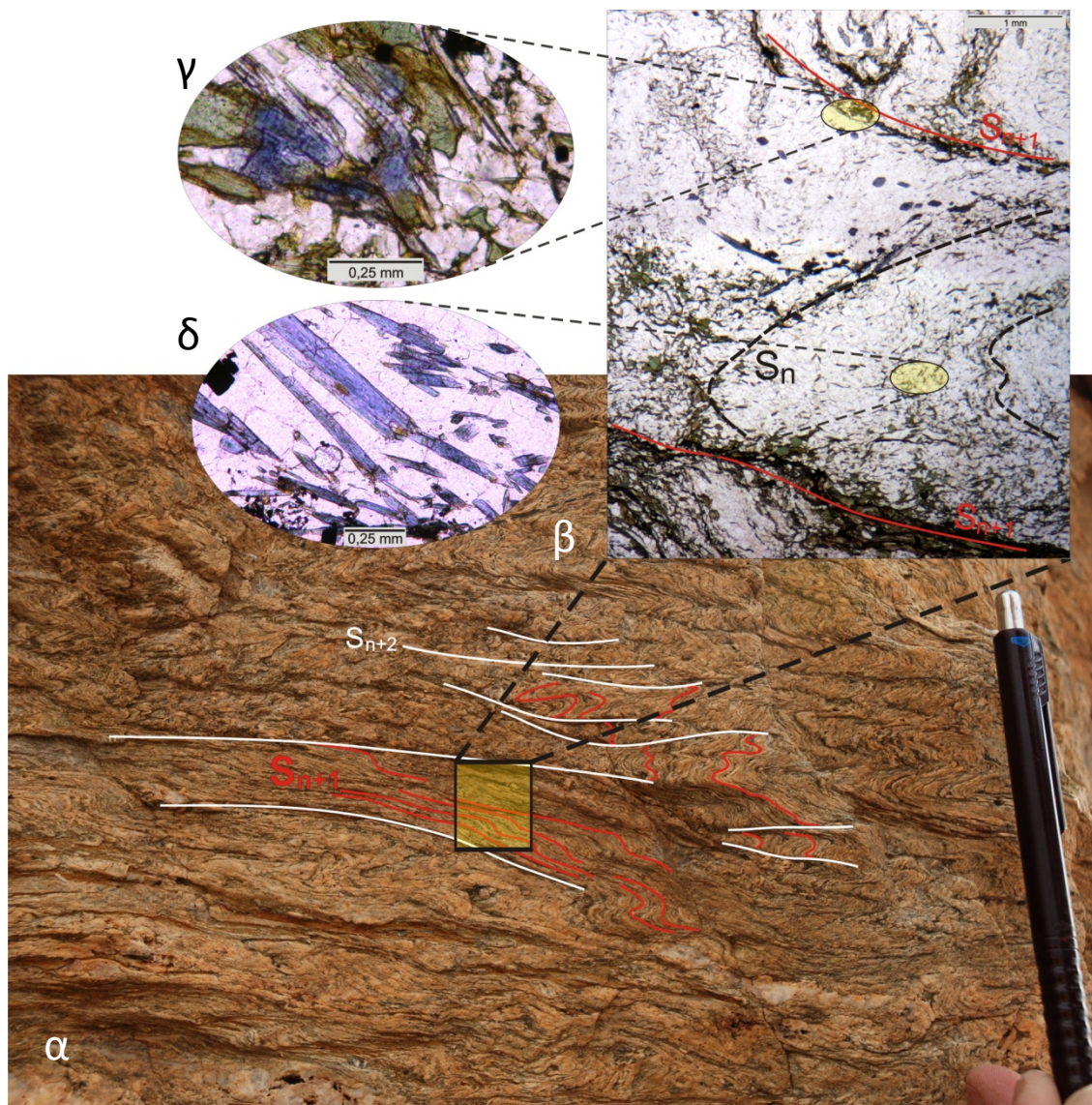
4.2.3. Παραμορφωτική φάση D_{n+1}

Η ακόλουθη παραμορφωτική φάση D_{n+1} χαρακτηρίζεται από δομές με έντονη τεκτονική ροή και ο πλαστικός χαρακτήρας της παραμόρφωσης είναι διακριτός τόσο στη μεσοσκοπική όσο και στη μικροσκοπική κλίμακα παρατήρησης. Οι δομές που δημιουργούνται είναι μία νέα διαμπερής επιφάνεια σχιστότητας S_{n+1} , που προκλήθηκε από την ισοκλινή πτύχωση της S_n και μία γράμμωση από οрукτολογικό προσανατολισμό $L(min)_{n+1}$. Πρόκειται στην ουσία για μία φάση παραμόρφωσης ενδιάμεση των D_n και D_{n+2} , η οποία επηρέασε το σύνολο των ενοτήτων κατά την άνοδό τους σε **συνθήκες LT/MP**.

Η **σχιστότητα S_{n+1}** διαμορφώνεται από τον προσανατολισμό και την κατά παράλληλα επίπεδα διάταξη φυλλοπυριτικών και ινοπυριτικών οрукτών, όπου στις ενότητες Στύρων και Όχης, καθώς και στα μεταϊζήματα του *mélange* είναι

φεγγιτικής σύστασης μαρμαρυγίες + χλωρίτης + αλβίτης + επίδοτο ± βιοτίτης ± γρανάτης

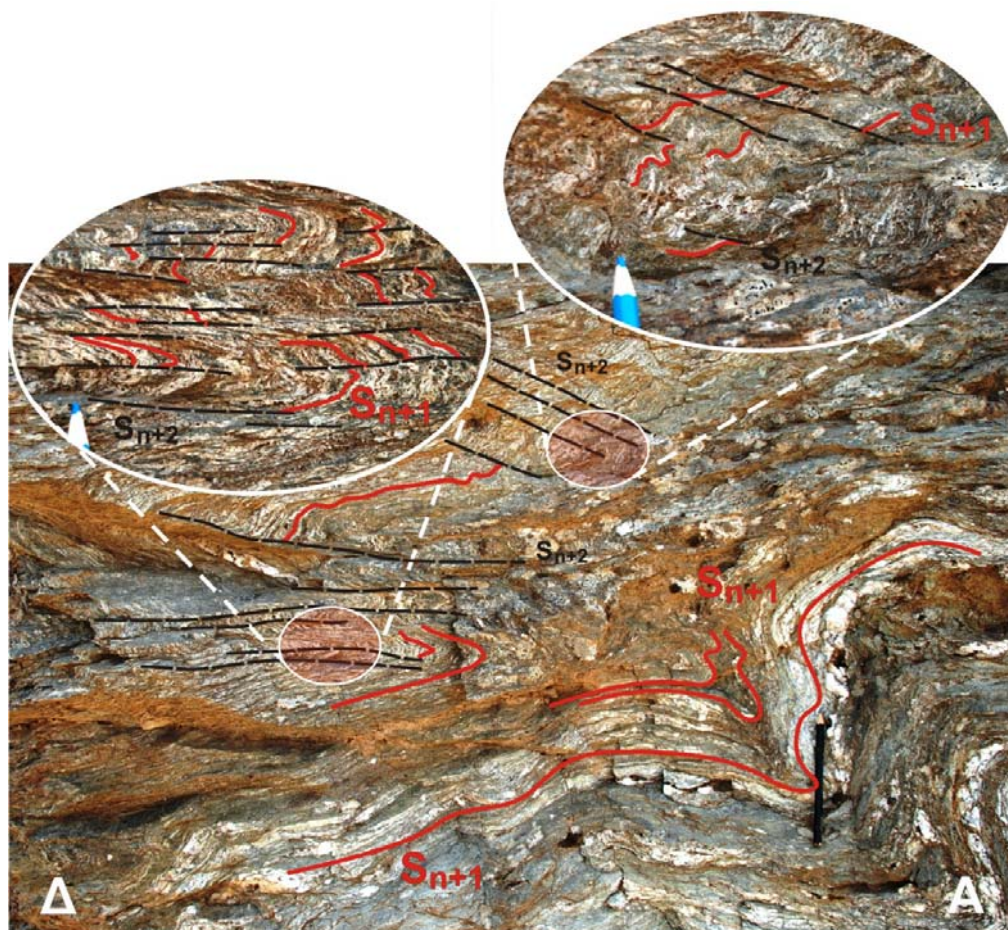
Είναι χαρακτηριστική η εμφάνιση του βιοτίτη και η ανάπτυξη νέας γενιάς αλβιτών και επιδότων. Ο γλαυκοφανής και ο ριεβεκίτης (ενδεικτικός αμφίβολος υψηλών πιέσεων) διατηρούνται στους μικρολιθώνες χωρίς να ανακρυσταλλώνονται, υποδηλώνοντας την D_n , ενώ στις επιφάνειες S_{n+1} επαναπροσανατολίζονται και ανακρυσταλλώνονται, μεταπίπτοντας στην περιφέρειά τους σε ακτινόλιθο, ή τις περισσότερες φορές, απευθείας σε χλωρίτη (**εικ. 4.7**).



Εικόνα 4.7: Επιφάνειες σχιστότητας S_{n+1} σε βιοτιτικό-γλαυκοφανιτικό-χλωριτικό-χαλάζιακό σχιστόλιθο της ενότητας Όχης σε μεσοσκοπική κλίμακα (**α**) και σε τομή κάθετα στην κύρια γράμμωση από διατομή L_{n+3} (**β**). Οι κυανοί αμφίβολοι που συμμετέχουν στην ανάπτυξη της S_{n+1} μεταπίπτουν εξωτερικά σε χλωρίτη (**γ**), ενώ οι παραμένοντες στους μικρολιθώνες εμφανίζονται ανεπηρέαστοι (**δ**).

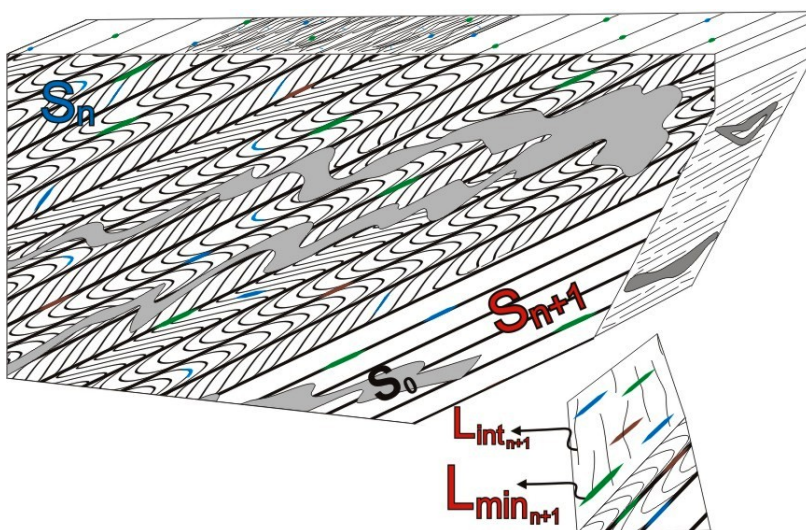
Η νέα επιφάνεια S_{n+1} είναι διακριτή σε όλες τις κλίμακες παρατήρησης, εκφράζεται όμως διαφορετικά σε κάθε λιθολογία, ανάλογα με τον τύπο του πετρώματος. Στα σχιστολιθικά πετρώματα συχνά επικαλύπτεται από τις μεταγενέστερες δομές της D_{n+2} , ενώ σε δύσκαμπτα παραμένει σχετικά ανεπηρέαστη (εικ. 4.8).

Η γράμμωση από ορυκτολογικό προσανατολισμό $L(\min)_{n+1}$ διαμορφώνεται από τον προσανατολισμό σε συγκεκριμένη διεύθυνση, πάντα πάνω στις επιφάνειες S_{n+1} , των νέων ορυκτών βιοτίτη και χλωρίτη, καθώς και από την επαναδιευθέτηση των προϋπάρχοντων μαρμαρυγιών και κυανών αμφίβोलων. Η έντονη και πλαστική επιμήκυνση των παραπάνω ορυκτών παράλληλα με τις επιφάνειες του σχισμού σε καθεστώς έντονης διάτμησης, της δίνουν την εικόνα της γράμμωσης από έκταση (stretching lineation), για λόγους όμως απλούστευσης χρησιμοποιείται ο πρώτος όρος.



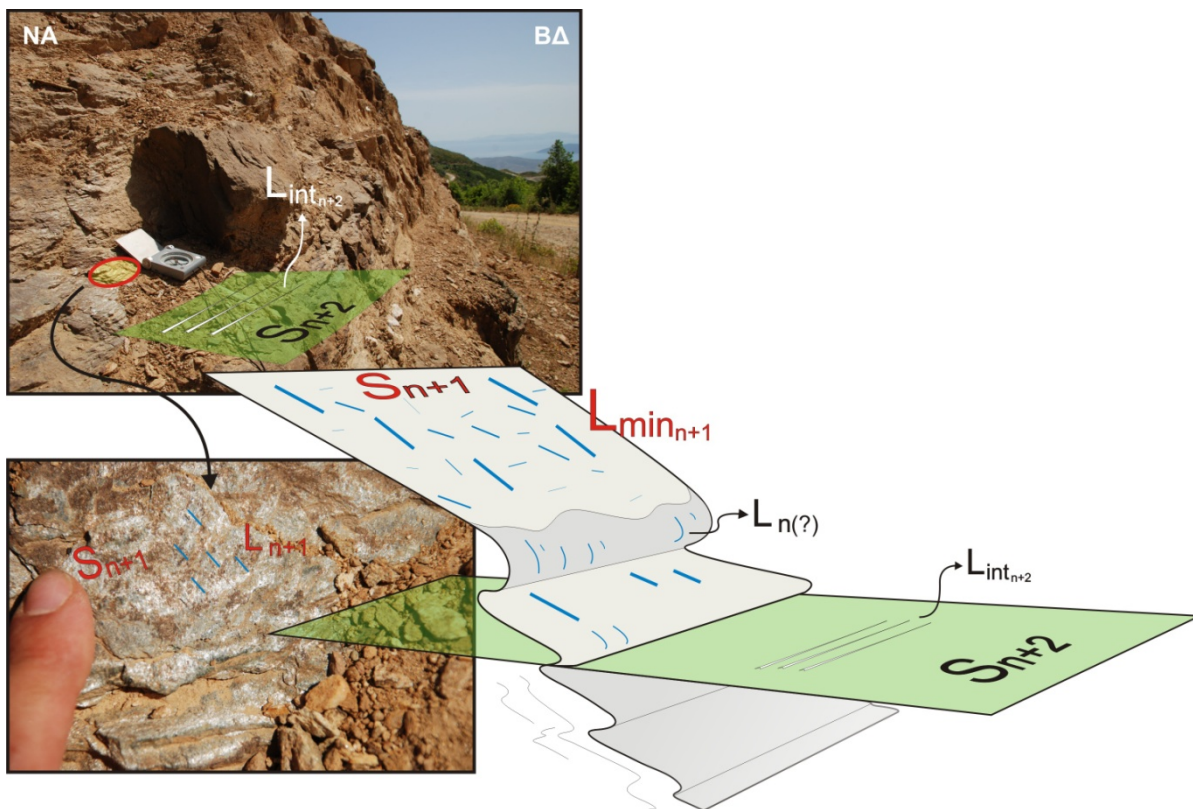
Εικόνα 4.8: Ανάπτυξη διαμπερούς επιφανείας σχιστότητας S_{n+1} , η οποία παραμένει σχεδόν ανεπηρέαστη στους χαλαζιακούς ή ανθρακικούς ορίζοντες των πετρωμάτων (κάτω τμήμα της φωτογραφίας), ενώ σε σχιστολιθικούς και εύκαμπτους ορίζοντες (πάνω τμήμα) επικαλύπτεται από δομές της επόμενης φάσης D_{n+2} .

Σε θεωρητικό επίπεδο, η διατομή των μικροπτυχωμένων επιφανειών S_n με την S_{n+1} δημιουργούν μια δευτερεύουσα **γράμμωση από διατομή** ($L(int)_{n+1}$, **εικ. 4.9**), η οποία όμως δεν είναι εύκολα διακριτή λόγω του ότι ο σχισμός S_n αποτελεί στην ουσία λεπτοκρυσταλλική και πολύ εύκολα παραμορφώσιμη επιφάνεια.

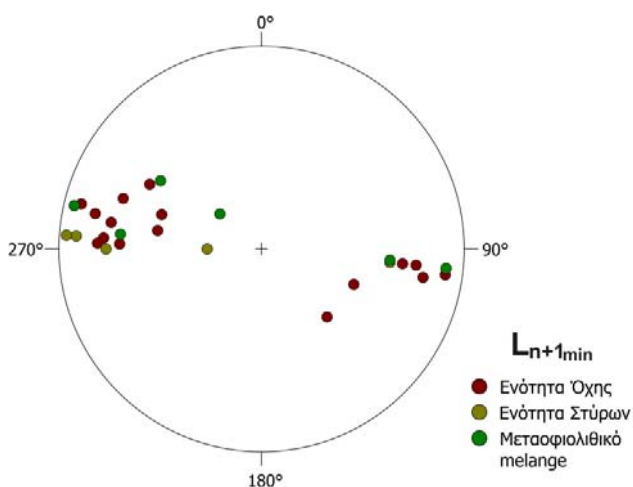


Εικόνα 4.9: Σχηματική απεικόνιση της δεύτερης παραμορφωτικής φάσης D_{n+1} , σε συνθήκες μεταμόρφωσης MT/MP. Διαμορφώνεται επιφάνεια πτυχοσχισμού S_{n+1} από επαναπτύχωση της S_n και κύρια ορυκτολογική γράμμωση $L(min)_{n+1}$. Η δευτερεύουσα γράμμωση από διατομή $L(int)_{n+1}$ είναι εγκάρσια στην προηγούμενη.

Η γράμμωση $L(\min)_{n+1}$ είναι ευκρινής στις περιπτώσεις όπου η S_{n+1} δεν έχει επικαλυφθεί από την επόμενη φάση D_{n+2} , καθώς και στις περιπτώσεις όπου η συμμετοχή των φυλλοπυριτικών ορυκτών δεν είναι πολύ μεγάλη. Τυπική εμφάνιση έχει κυρίως όταν αναπτύσσονται μεγάλοι κρύσταλλοι γλαυκοφανή (εικ. 4.10) και βιοτίτη. Η μέση διεύθυνσή της είναι ΔΒΔ-ΑΝΑ (εικ. 4.11), με μεταβολές ως προς τη βύθιση (πότε προς τα ΔΒΔ και πότε προς τα ΑΝΑ), εξ' αιτίας της έντονης παραμόρφωσης που έχουν υποστεί από τις μεταγενέστερες πτυχογόνες παραμορφωτικές φάσεις (βλ. Τεκτονικούς χάρτες Περιοχών Καταφυγίου και Αγίας Παρασκευής, κλίμακας 1:2.000).



Εικόνα 4.10: Η ορυκτολογική γράμμωση $L(\min)_{n+1}$ είναι χαρακτηριστική στις περιπτώσεις που διαμορφώνεται από προσανατολισμένους κρυστάλλους γλαυκοφανή, όπως διακρίνεται πάνω στην επιφάνεια S_{n+1} , ακόμα και όταν αυτή έχει επηρεαστεί από την παραμορφωτική φάση D_{n+2} .



Εικόνα 4.11: Διάγραμμα στερεογραφικής προβολής των μετρήσεων ορυκτολογικής γράμμωσης $L(\min)_{n+1}$, των ενοτήτων Στύρων και Όχης και του μεταοφιολιθικού mélange.

Χαρακτηριστικές δομές της παραμορφωτικής φάσης D_{n+1} που σχετίζονται άμεσα με τη δημιουργία των επιφανειών S_{n+1} και της γράμμωσης $L(\min)_{n+1}$, είναι οι **ισοκλινείς ομοειδείς** ή/και **ασύμμετρες κατακεκλιμένες μικροπτυχές**. Συχνά εμφανίζονται με τη μορφή **intrafolial** και **rootless intrafolial folds**, ενώ, όπως και στην περίπτωση της D_n , δημιουργούνται συχνά και **sheath folds**. Η διάκρισή τους από αυτές της D_n φάσης είναι τις περισσότερες φορές αδύνατη, δεν πρέπει όμως να λεισμονείται το γεγονός ότι η διαδικασία της παραμόρφωσης σε βαθείς τεκτονικούς ορόφους είναι προοδευτική και το πέρασμα από τη μία παραμορφωτική φάση στην επόμενη είναι μια λειτουργία συνεχής, με τα πετρώματα σε αυτά τα βάθη να συμπεριφέρονται ως πλαστικά σώματα.

4.2.4. Παραμορφωτική φάση D_{n+2}

Το επόμενο γεγονός που επικαλύπτει τις παλαιότερες δομές αντιπροσωπεύει στην ουσία την κυρίαρχη παραμορφωτική φάση της περιοχής, διαμορφώνοντας έναν τεκτονικό ιστό με πολύπλοκες τεκτονικές δομές σε όλες τις κλίμακες παρατήρησης. Χαρακτηρίζεται από τεκτονική ροή που κατά θέσεις γίνεται εξαιρετικά έντονη και διαμπερείς δομές με πολύ καλά εκπεφρασμένο προσανατολισμό.

Οι πιο χαρακτηριστικές δομές είναι η κύρια σχιστότητα S_{n+2} και μία πολύ έντονη γράμμωση από ορυκτολογικό προσανατολισμό L_{n+2} (**εικ. 4.14**). Τα ορυκτά που διαμορφώνουν τόσο τις επιφάνειες S όσο και τη γράμμωση L υποδεικνύουν συνθήκες **μεταμόρφωσης πρασινοσχιστολιθικής φάσης (LT/LP)**.

Η **κύρια σχιστότητα S_{n+2}** αναπτύσσεται κυρίως στους ποικίλους σχιστολιθικούς σχηματισμούς (**εικ. 4.12**), χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι δεν είναι παρούσα, άλλοτε λιγότερο και άλλοτε περισσότερο, σε όλες τις υπόλοιπες κατηγορίες πετρωμάτων (**εικ. 4.13**).

Διαμορφώνεται από τον προσανατολισμό κατά παράλληλα επίπεδα των φυλλοπιριτικών κυρίως, των ινοπιριτικών αλλά και των υπολοίπων ορυκτών, που στις ενότητες Στύρων (**εικ. 4.15**) και Όχης (**εικ. 4.16**), αλλά και στα μεταϊζημάτα του *mélange* είναι:

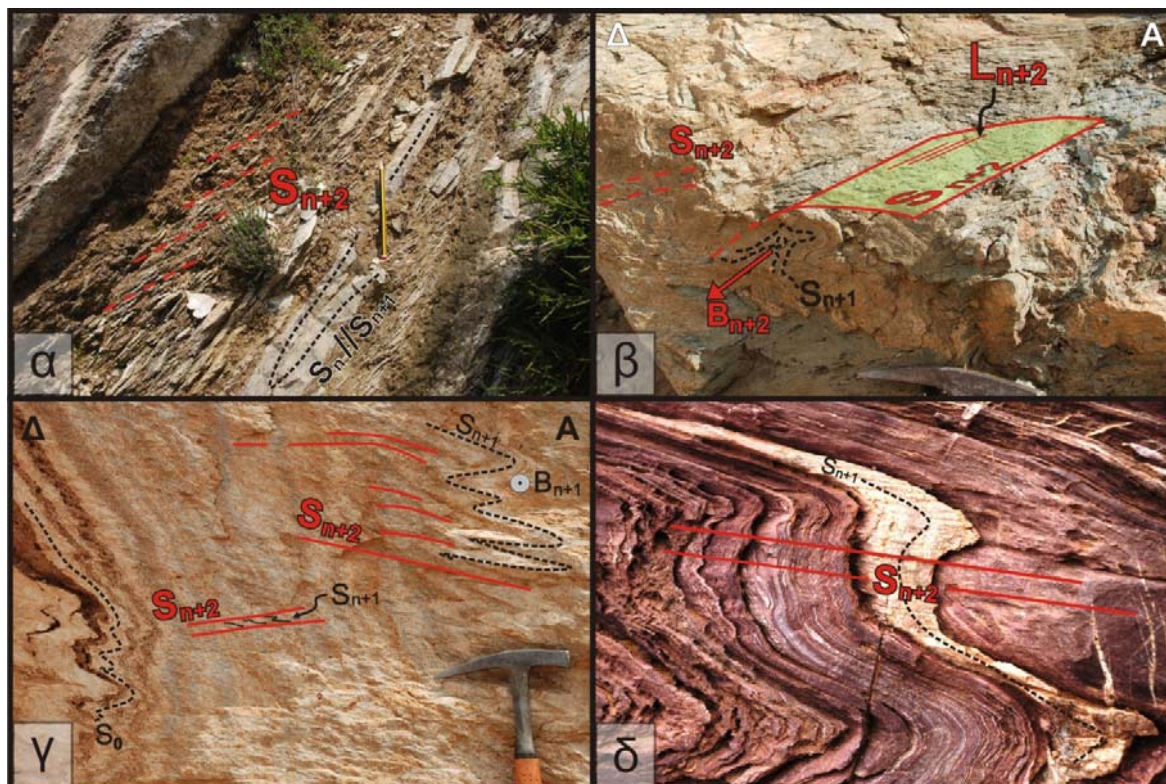
μαρμαρυγίες + χλωρίτης + αλβίτης + χαλαζίας + επίδοτο ± ακτινόλιθος ± βιοτίτης

Στα μάρμαρα και τους ασβεστιτικούς σχιστόλιθους των δύο ενότητων, η S_{n+2} εκφράζεται σε ικανοποιητικό βαθμό όταν συμμετέχουν μαρμαρυγίες ή/και χλωρίτης, ή όταν τα ανθρακικά ορυκτά έχουν ανακρυσταλλωθεί και εμφανίζουν προτιμητέο προσανατολισμό των ορίων τους (π.χ βλ. **εικ. 2.5, 2.10**).

Στα μεταβασικά πετρώματα του *mélange*, η ανάδρομη πρασινοσχιστολιθική φάση μεταμόρφωσης εκφράζεται από τη χλωριτίωση της κεροσίλβης, τη σωσσυριτίωση των πλαγιόκλαστων, τη διάσπαση των κλινοφυρόξενων σε διοψίδιο, αλβίτη και χαλαζία, την ανάπτυξη πουμπελλυίτη και δευτερογενούς χλωρίτη και επίδοτου (**εικ. 4.17** και **4.2ε, στ**). Ο γλαυκοφανής περιφερειακά μεταπίπτει σε ακτινόλιθο ή χλωρίτη. Τέλος, στα υπερβασικά, ενυδατώνονται τα ορυκτά και αναπτύσσεται σερπεντίνη. Οι επιφάνειες S των παραπάνω πετρωμάτων, όπου αυτές δημιουργούνται, δεν αντιστοιχίζονται πάντα εύκολα με αυτές των σχηματισμών που τα περιβάλλουν, καθώς τα ίδια συμπεριφέρονται με διαφορετικό τρόπο μέσα στη χαώδη μάζα. Παρ'όλα αυτά, οι ορυκτολογικές τους παραγενέσεις βοηθούν στην κατανόηση της παραμορφωτικής εξελικτικής τους πορείας και της ένταξής τους στις αντίστοιχες φάσεις.

Η **γράμμωση από ορυκτολογικό προσανατολισμό $L(\min)_{n+2}$** διαμορφώνεται από τον προσανατολισμό σε συγκεκριμένη διεύθυνση, πάντα πάνω στις επιφάνειες S_{n+2} , των νέων

φυλλοπυριτικών ορυκτών μαρμαρυγία και χλωρίτη, καθώς και από την ανακρυστάλλωση και τον επαναπροσανατολισμό προϋπάρχοντων, όπως για παράδειγμα των χλωριτωμένων κρυστάλλων βιοτίτη (εικ. 4.14). Σε αυτές τις περιπτώσεις, η γράμμωση δίνει την εντύπωση γράμμωσης από μικροπτύχωση λόγω της χαρακτηριστικής εικόνας που δίνουν τα φυλλοπυριτικά ορυκτά όταν επιμηκύνονται. Άλλες φορές, η γράμμωση καθορίζεται εξ'ολοκλήρου από επιμηκυσμένους κρυστάλλους χαλαζία και αλβίτη, ενώ σπανιότερα τη διαμορφώνουν επιμηκυσμένοι κρύσταλλοι ακτινόλιθου.

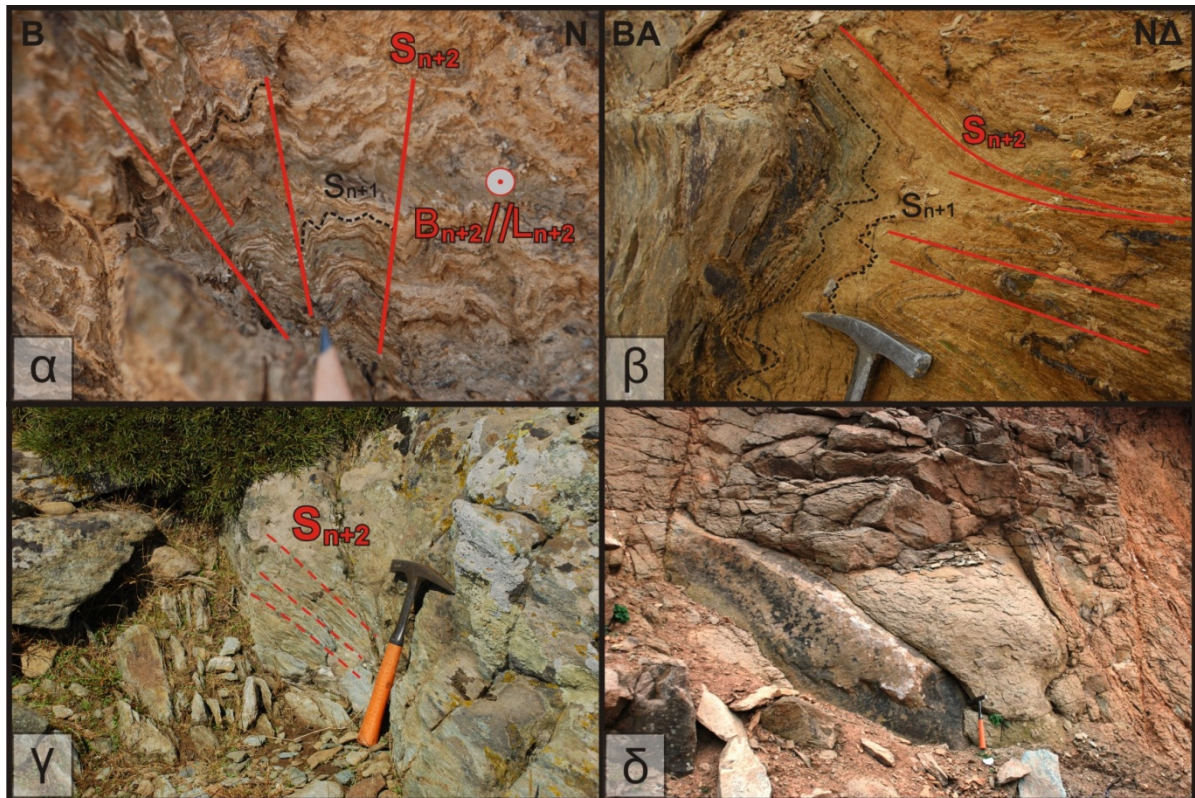


Εικόνα 4.12: α) Ανάπτυξη της σχιστότητας S_{n+2} κατ'αξονικό επίπεδο πτυχής. Αναπτύσσεται εντονότερα στους σχιστολιθικούς ορίζοντες και σχεδόν καθόλου στα μάρμαρα, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται μορφές βεντάλιας (foliation fun). Ενότητα Στύρων, περιοχή Αγίας Παρασκευής. β) Ανάπτυξη σχιστότητας S_{n+2} κατ'αξονικό επίπεδο σε σχιστόλιθους της ενότητας Όχης, νότια της περιοχής μελέτης. Ο άξονας της πτυχής B_{n+2} έχει διεύθυνση ΔΝΔ-ΑΒΑ και είναι υποπαράλληλος της $L(min)_{n+2}$. γ) Σταδιακή μετάθεση της S_{n+1} από την ανάπτυξη της S_{n+2} κατ'αξονικό επίπεδο. Οι χαλαζιοαστριούχες ενδιαστρώσεις που είναι πιο δύσκαμπτες, αποκόπτονται και καταλήγουν σε αποκομμένα ατρακτοειδή σώματα. Ενότητα Όχης, περιοχή νότια του Καταφυγίου. δ) Σχιστότητα S_{n+2} κατ'αξονικό επίπεδο, που στα σκέλη των πτυχών γίνεται παράλληλη με την S_{n+1} . Πιεμοντιτικοί σχιστόλιθοι από την περιοχή Καταφυγίου.

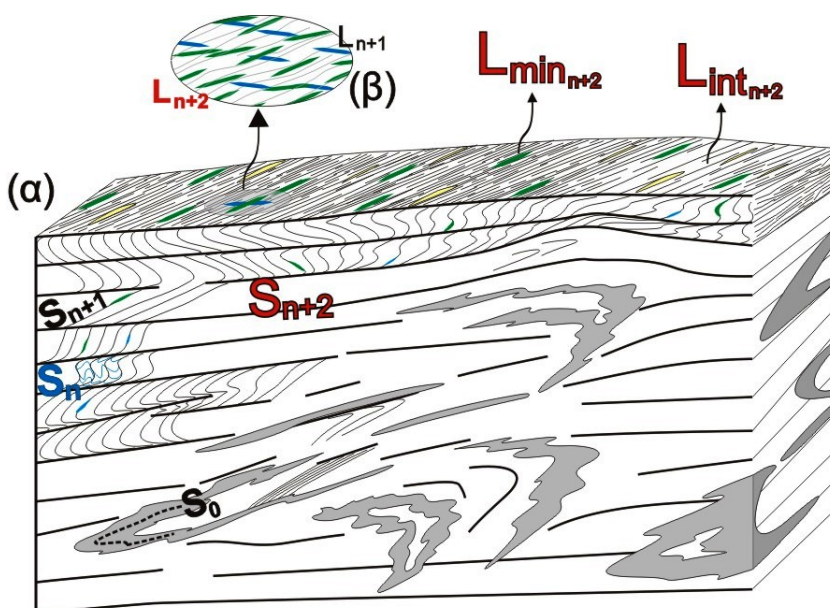
Προκύπτει συνεπώς το ζήτημα της διάκρισης τεσσάρων ειδών γράμμωσης, συνυπολογίζοντας και τη **γράμμωση από διατομή $L(int)_{n+2}$** της S_{n+1} με τη νέα επιφάνεια S_{n+2} . Καθ'ότι όλες εντάσσονται στην D_{n+2} παραμορφωτική φάση και έχουν δημιουργηθεί σε γενικές γραμμές, υπό το ίδιο καθεστώς διάτμησης και την ίδια ένταση παραμόρφωσης, θα αναφέρονται με το συμβολισμό $L(min)_{n+2}$ και όπου κρίνεται σκόπιμο θα διευκρινίζεται το είδος της.

Ανεξάρτητα από τον τρόπο με τον οποίο εκφράζεται και τα πετρώματα στα οποία αναπτύσσεται, η $L(min)_{n+2}$ αποτελεί ένα γραμμικό στοιχείο που έχει διατηρήσει σε αρκετά καλό βαθμό σταθερά τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά. Η μέση διεύθυνση είναι ΑΒΑ-ΔΝΔ, ενώ η φορά βύθισης παρουσιάζει κλίσεις πότε προς τα ΑΒΑ και πότε προς τα ΔΝΔ, λόγω της επαναπτύχωσης της περιοχής από την επόμενη παραμορφωτική φάση D_{n+3} (εικ.

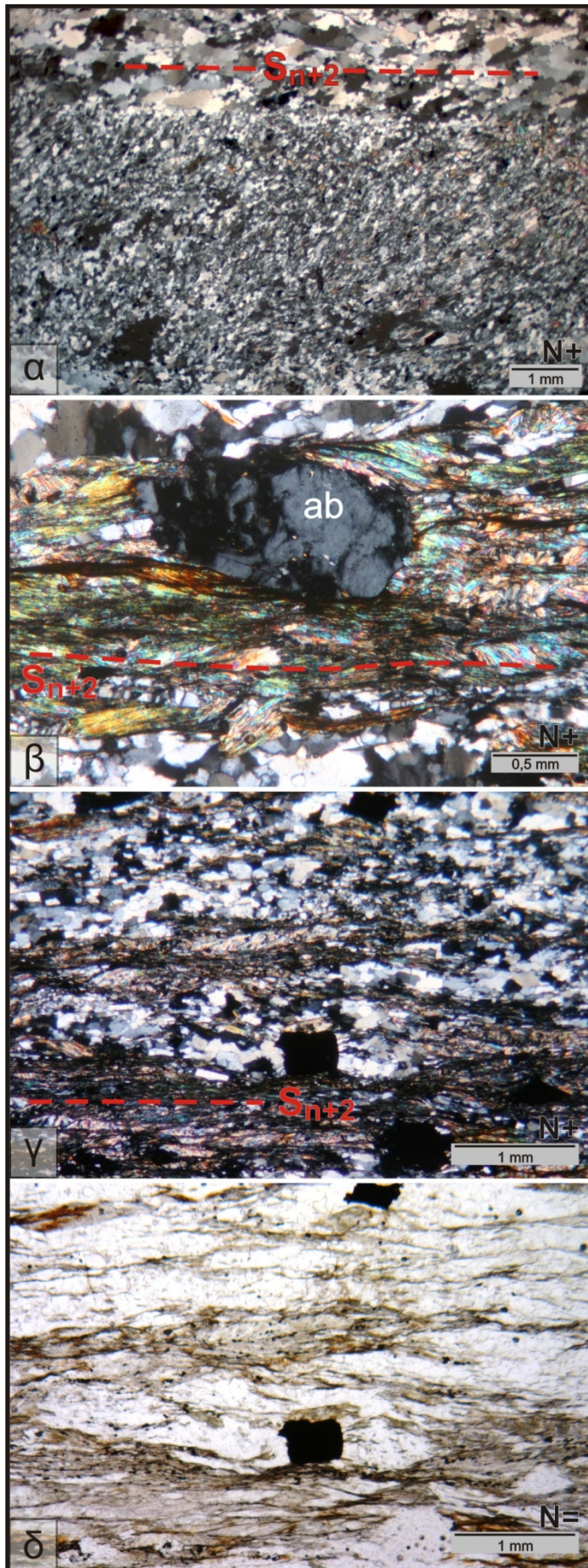
4.18 και Τεκτονικοί χάρτες Περιοχών Καταφυγίου, Αγίας Παρασκευής και Δεξαμενής, κλίμακας 1:2.000).



Εικόνα 4.13: α) Στα κορυφαία των πτυχών, η S_{n+2} δημιουργεί δομές βεντάλιας, ενώ στα σκέλη ταυτίζεται με την S_{n+1} . Ο άξονας B_{n+2} και η γράμμωση από διατομή L_{n+2} είναι παράλληλα, με διεύθυνση BA-ND. Μεταϊζήματα του mélange, περιοχή νότια της Δεξαμενής. β) Η σχιστότητα S_{n+2} αναπτύσσεται γύρω από μεταβασικό σώμα, στην περιοχή νότια της Δεξαμενής. γ) Σε μεγάλο boudin μεταγάββρου, η ανάπτυξη της σχιστότητας S_{n+2} γίνεται προοδευτικά πιο έντονη προς την περιφέρειά του. Περιοχή Καταφυγίου. δ) Αντιθέτα, μεγάλο boudin μεταβασάλη περιβάλλεται από έντονη σχιστότητα S_{n+2} , παραμένοντας εσωτερικά τελείως ανεπηρέαστο. Περιοχή μεταξύ Αγίας Παρασκευής και Δεξαμενής.



Εικόνα 4.14: Σχηματική απεικόνιση της τρίτης παραμορφωτικής φάσης D_{n+2} , σε συνθήκες μεταμόρφωσης HT/LP. α) Διαμορφώνεται επιφάνεια σχιστότητας S_{n+2} από επαναπτύχωση της S_{n+1} και κύρια ορυκτολογική γράμμωση $L(min)_{n+2}$. β) Η L_{n+2} έχει γωνιακή σχέση με την L_{n+1} .

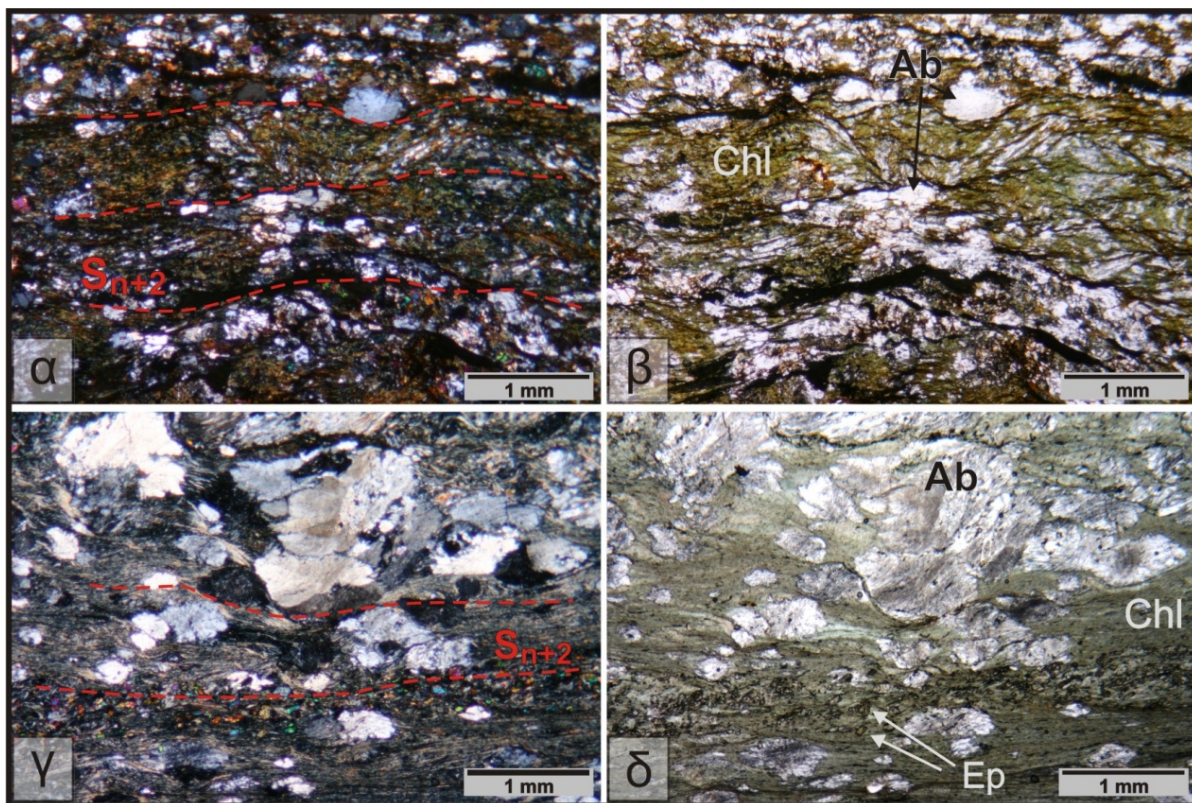


Εικόνα 4.16:

α) Ζωνώδης πτυχοσχισμός σε χαλαζιακό σχιστόλιθο, όπου η κύρια σχιστότητα S_{n+2} διαμορφώνεται από μεγάλους και επιμηκυσμένους κρυστάλλους χαλαζία, με προτιμητέο προσανατολισμό σε επίπεδο πλέγματος (LPO) και κυματοειδή κατάσβεση. Στα όρια των κόκκων απαντώνται μικροί κρύσταλλοι αλβίτη, επιδότου (ζωισίτη) και επίσης επιμηκυσμένοι κρύσταλλοι μαρμαρυγίων και χλωρίτη. Στους μικρολιθώνες υπάρχουν διάσπαρτοι μικροσκοπικοί κόκκοι μαρμαρυγίων, χλωρίτη και βιοτίτη. Τέλος, μεγάλοι μετατεκτονικοί κρύσταλλοι επιδότου παρατηρούνται τόσο τις επιφάνειες σχιστότητας (M-domains), όσο και στους μικρολιθώνες (Q-domains). Δείγμα από την ενότητα Στύρων, στην περιοχή βόρεια της Δεξαμενής.

β) Η σχιστότητα S_{n+2} διαμορφώνεται από επιμηκυσμένους κρυστάλλους μαρμαρυγίων και βιοτίτη που χλωριτώνεται κατά θέσεις. Κρύσταλλος προτεκτονικού αλβίτη ανακρυσταλλώνεται στα περιθώρια και περιέχει μικροσκοπικά εγκλείσματα. Διακρίνονται χαλαζιακές ταινίες (quartz ribbons) με κυματοειδή κατάσβεση και δομές υποκόκκων, που υποδηλώνουν μέσου βαθμού μυλονιτίωση.

γ, δ) Η S_{n+2} διαμορφώνεται από διαζευκτικό σχισμό (disjunctive cleavage) με στρωματίδια πλούσια σε μαρμαρυγίες και χλωριτωμένο βιοτίτη. Διακρίνεται αδιαφανές μεταλλικό ορυκτό που έχει αναπτυχθεί μετατεκτονικά. Χλωριτικός-βιοτιτικός-μαρμαρυγιακός-χαλαζιακός σχιστόλιθος της ενότητας Στύρων από την περιοχή της Αγίας Παρασκευής.

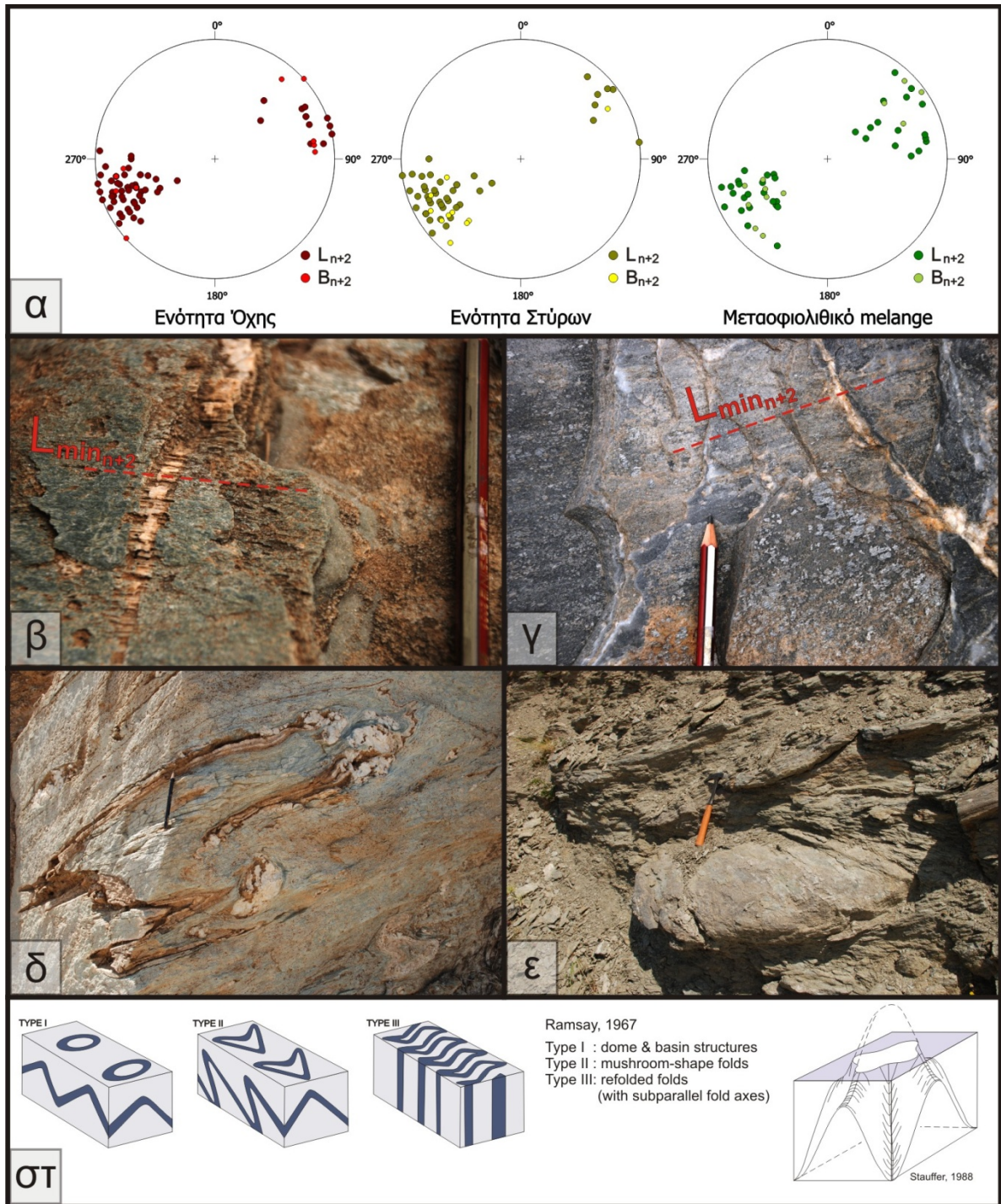


Εικόνα 4.17: α, β) Ανάπτυξη σχιστότητας S_{n+2} σε boudin μεταγάβθρου. Διακρίνονται πορφυροκλάστες αλβίτη μέσα σε επιμηκυσμένα φυλλάρια χλωρίτη. γ, δ) Στις περιφέρειες των boudins μεταγάβθρων, η S_{n+2} εκφράζεται πιο έντονα. Διακρίνεται ζώνη πλούσια σε προτεκτονικά (σκούρα και σπασμένα) και συντεκτονικά (με έντονο χρώμα) επίδοτα. Μεγάλοι κρύσταλλοι αλβίτη είναι συντεκτονικοί με τον χλωρίτη, ενώ δεν αποκλείεται κάποιοι να αποτελούν ψευδόμορφα λωζονίτη. (Τομές παράλληλα στη γραμμωση L_{n+2}).

Άλλη μία χαρακτηριστική δομή αυτής της παραμορφωτικής φάσης είναι οι **ισοκλινείς πτυχές με άξονες B_{n+2}** που έχουν γενική διεύθυνση παράλληλη με την γραμμωση L_{n+2} , δηλαδή ABA-ΔΝΔ (εικ. 18α). Χαρακτηριστικό τους είναι η καμπύλωση των αξόνων, η οποία, στις περιπτώσεις όπου γίνεται έντονη, δημιουργεί δομές τύπου **sheath fold** (εικ. 4.18δ, ε, στ). Συχνά, λόγω της έντονης τεκτονικής ροής και παραμόρφωσης, τα κορυφαία των πτυχών αποκόπτονται και τα σκέλη τους απολεπταίνονται, σχηματίζοντας **intrafolial folds** δύσκαμπτων πετρωμάτων μέσα σε σχιστολιθική κύρια μάζα.

Σε αυτές τις δομές ανήκουν και πολύπλοκης μορφής πτυχές, η τελική εικόνα των οποίων προκύπτει από την επαναπτύχωση του άξονά τους κατά την D_{n+2} φάση. Το αποτέλεσμα είναι να παρατηρεί κανείς στην ύπαιθρο πτυχές της D_{n+1} ή και της D_n φάσης με τον άξονά τους να καμπυλώνεται εκ νέου, καθιστώντας την αντιστοίχισή τους σε συγκεκριμένα παραμορφωτικά γεγονότα δύσκολη.

Άλλο ένα σημαντικό γεγονός είναι η παρουσία **μυλονιτικής υφής** σε ορισμένα πετρώματα, σχηματίζοντας ζώνες πάχους από λίγα εκατοστά μέχρι αρκετά μέτρα και που διαμορφώνουν τεκτονικές επαφές που έδρασαν σε συνθήκες της D_{n+2} φάσης. Σε αυτές συγκαταλέγονται και οι μυλονιτικές ζώνες που σχηματίστηκαν ήδη από την D_n φάση και που είτε συνεχίζουν να λειτουργούν μέχρι και την D_{n+2} , υποδηλώνοντας τη συνεχή διεργασία τεκτονικής παραμόρφωσης του χώρου, είτε επαναδραστηριοποιούνται εκ νέου στις νέες πλέον συνθήκες μεταμόρφωσης HT/LP.



Εικόνα 4.18: α) Στερεογραφική προβολή των μετρήσεων ορυκτολογικής γράμμωσης $L(min)_{n+2}$ και των αξόνων B_{n+2} των ισοκλινών πτυχών της D_{n+2} παραμορφωτικής φάσης. Η γενική τους διεύθυνση συμπίπτει και είναι ABA-ΔΝΔ. Οι αποκλίσεις στους άξονες οφείλονται στη γεωμετρία των πτυχών τύπου sheath fold. **β)** Ανάπτυξη ορυκτολογικής γράμμωσης $L(min)_{n+2}$ από επιμήκυνση χλωριτών και συσσωματωμάτων αλβίτη και χαλαζία. Η γράμμωση επηρεάζει και φλέβα χαλαζία, σε χλωριτικούς σχιστόλιθους της ενότητας Όχης, στην περιοχή του Καταφυγίου. **γ)** Ανάπτυξη ορυκτολογικής γράμμωσης $L(min)_{n+2}$ σε μάρματα της ενότητας Στύρων, στην περιοχή της Δεξαμενής. **δ)** Επαναπτυχώσεις της S_{n+1} και των αξόνων B_{n+1} οδηγούν στην ανάπτυξη της S_{n+2} κατ'αξονικό επίπεδο. Οι άξονες της πτυχής που φαίνεται σε τρεις διαστάσεις κυμαίνονται από Α-Δ μέχρι ΒΑ-ΝΔ. Σχιστόλιθοι της ενότητας Όχης. **ε)** Μη κυλινδρική πτυχή (sheath fold) σε σχιστολιθικό σχηματισμό της ενότητας Στύρων, στην περιοχή της Αγίας Παρασκευής. **στ)** Στην ύπαιθρο διακρίθηκαν sheath και από τους τρεις τύπους κατά Ramsay (1967). Η πτυχή της εικόνας (δ) αντιστοιχεί σε coaptation fold, κατά Stauffer, 1988.

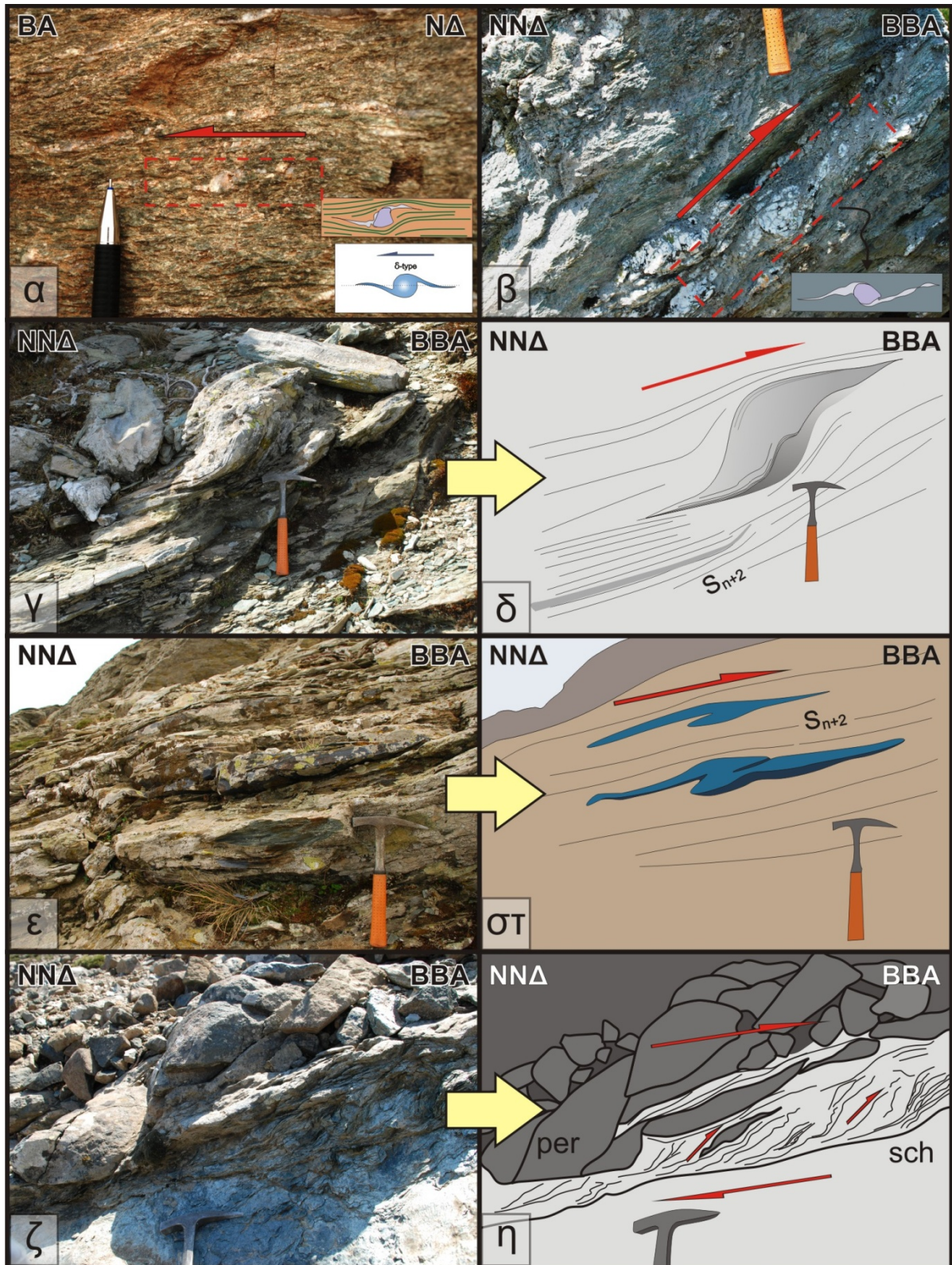
Σε οποιαδήποτε από τις δύο παραπάνω περιπτώσεις, το αποτέλεσμα είναι σήμερα, οι μυλονιτικές αυτές ζώνες να χαρακτηρίζονται από την παρουσία μιας μικροκρυσταλλικής ανακρυσταλλωμένης κύριας μάζας, με την ανάπτυξη καλά προσανατολισμένης μυλονιτικής φύλλωσης $S(m)_{n+2}$, παράλληλης πάντα με την κύρια σχιστότητα S_{n+2} . Απαντώνται σε όλους τους λιθολογικούς τύπους των ενοτήτων Στύρων και Όχης, καθώς και σε αυτά του *mélange*, το χαρακτηριστικό όμως στοιχείο είναι ότι επηρεάζουν έντονα και τις τεκτονικές επαφές μεταξύ των τριών αυτών συστημάτων.

Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι κατά μήκος της επαφής της ενότητας Όχης με τα υπερβασικά και μεταβασικά του *mélange* στην περιοχή δυτικά του καταφυγίου, αναπτύσσεται μία μυλονιτική ζώνη πάχους μέχρι και 40 περίπου μέτρων (**βλ. χάρτη Περιοχής Καταφυγίου, κλίμακας 1:2.000**). Έχει επηρεάσει τις προϋπάρχουσες δομές σε σημείο που συχνά να τις υπερκαλύπτει, ενώ σε πολλές περιπτώσεις τα οрукτολογικά αθροίσματα που απαντώνται μαρτυρούν μόνο την τελευταία μεταμορφική φάση πρασινοσχιστολιθικών συνθηκών.

Οι μυλονιτικές ζώνες είναι δυνατό να περιέχουν συχνά κινηματικούς δείκτες παρέχοντας πολύτιμες πληροφορίες για τη σχετική τεκτονική κίνηση των δομών και ενοτήτων της περιοχής. Σε κλίμακα μικροσκοπίου, τέτοιοι δείκτες αποτελούν οι πορφυροκλάστες χαλαζία ή αλβίτη τύπου "σ" ή "δ", οι πιεζοσκιές (*pressure shadows*), η δημιουργία δομών *mica fish*, τα *ribbon quartz* κ.λ.π. Σε μεγάλη κλίμακα, κινηματικά στοιχεία αποκομίζονται από περιεστραμένους πορφυροβλάστες ή πορφυροκλάστες κυρίως χαλαζία, από μπουντιναρισμένα σώματα, από τον τρόπο της ανάπτυξης της σχιστότητας γύρω από δύσκαμπτα τεμάχια κ.ά. (**εικ. 4.19**).

Το πρόβλημα το οποίο αντιμετωπίζει κανείς όταν έρχεται αντιμέτωπος με τέτοιους δείκτες είναι το κατά πόσο αυτοί μπορεί να έχουν επηρεαστεί από μεταγενέστερες παραμορφώσεις και επαναπτυχώσεις, με αποτέλεσμα να έχει αλλάξει ο προσανατολισμός τους και να δίνουν λανθασμένη φορά διάτμησης. Είναι σημαντικό κατά τη συλλογή των κινηματικών δεικτών στην ύπαιθρο να μελετώνται τομές πρηνών παράλληλες στη φορά διάτμησης (*επίπεδο sense of shear*), ενώ σε περιοχές με μεγάλης κλίμακας πτυχές, να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στο αν το σκέλος που μελετάται κάθε φορά είναι το κανονικό ή το ανεστραμμένο.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω και συνδυάζοντας στοιχεία μικροσκοπίου και παρατηρήσεις υπαίθρου, προέκυψε ότι οι κινηματικοί δείκτες στις περισσότερες περιπτώσεις, φανερώνουν μία κίνηση με φορά από τα ΝΔ προς τα ΒΑ. Το σημαντικό είναι ότι καλύπτουν όλες τις κλίμακες παρατήρησης και εμφανίζουν εκτεταμένη διασπορά εμφάνισης, αφού απαντώνται τόσο νότια, στην περιοχή του καταφυγίου, όσο και βόρεια, στην περιοχή της δεξαμενής. Στην **εικόνα 4.19** παρατίθενται ορισμένα αντιπροσωπευτικά παραδείγματα που μαρτυρούν φορά διάτμησης προς τα ΒΑ.



Εικόνα 4.19: Κινηματικοί δείκτες μεσοσκοπικής κλίμακας. **α)** Χαρακτηριστική μορφή πορφυροκλάστη τύπου "δ" σε μαρμαρυγιακό-επιδοτιτικό-χλωριτικό-χαλαζιακό σχιστόλιθο της ενότητας Στύρων, στην περιοχή της δεξαμενής. **β)** Πορφυροκλάστης χαλαζία σε μορφή τύπου "δ" σε μοσχοβιτικούς-χαλαζιακούς σχιστόλιθους της ενότητας Όχης, στην περιοχή του καταφυγίου. Είναι χαρακτηριστικό ότι τα σκέλη του εμφανίζουν επιμήκυνση, τείνοντας προς δομές μικρο-boudins. **γ)** Ανάπτυξη δομής "foliation fish" σε μυλονιτικούς σχιστόλιθους της ενότητας Όχης, στην τεκτονική επαφή με τα τεκτονικά υποκείμενα υπερβασικά του mélange (για τη χρήση της δομής foliation fish ως κινηματικού δείκτη, βλ. Hanmer, 1984, 1986). **δ)** Σχηματική απεικόνιση της (γ). **ε)** Ασύμμετρα πτυχωμένα αποκομμένα σκέλη σπессарτινικών-κροσσιστικών σχιστολιθών,

σε έντονα μυλονιτική ζώνη στην επαφή της ενότητας Όχης με το *mélange*. Η συγκεκριμένη δομή επαναλαμβάνεται σταθερά κατά μήκος όλης της επαφής. **στ)** Σχηματική απεικόνιση της (ε). **ζ)** Η ζώνη διάτμησης μεταξύ των μεταθερλιτών (*per*) με τα περιβάλλοντα σχιστολιθικά πετρώματα (*sch*) των μεταβασιών του *mélange*. **η)** Σχηματική απεικόνιση της (ζ).

4.2.5. Παραμορφωτική φάση D_{n+3}

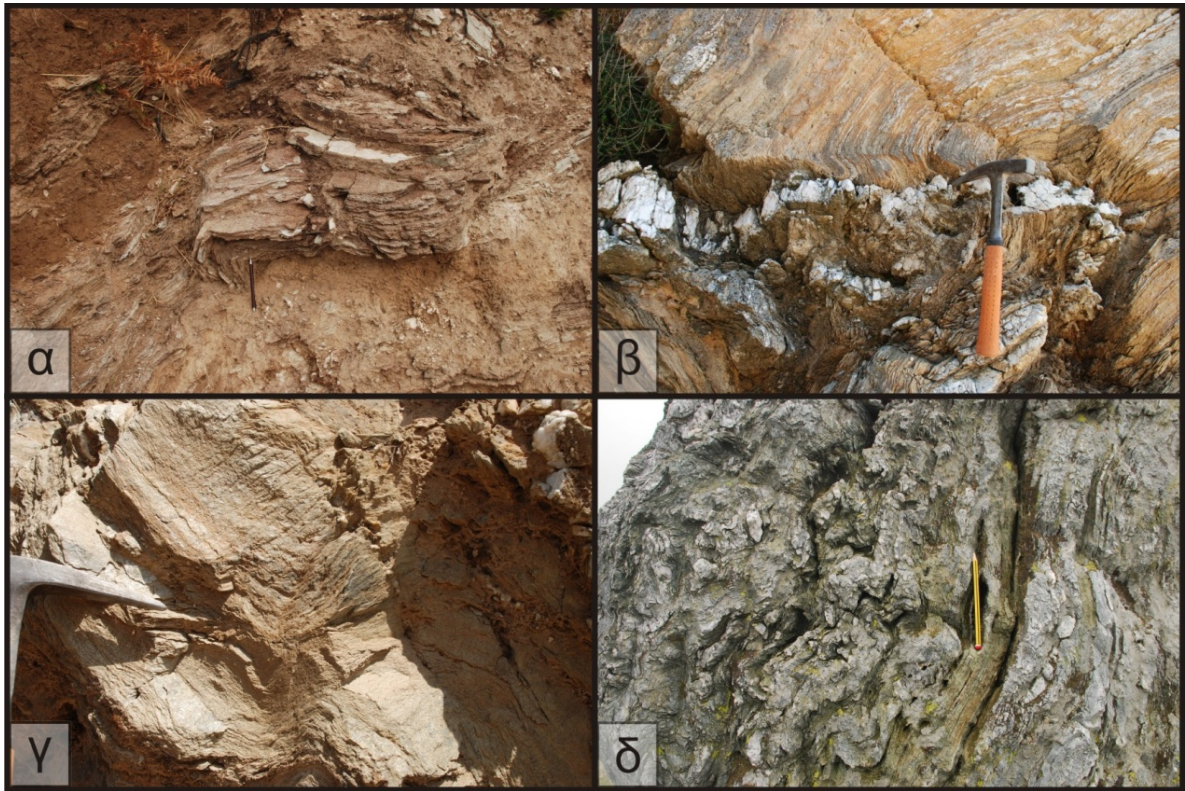
Η μετάβαση από την D_{n+2} παραμορφωτική φάση στη D_{n+3} πραγματοποιείται αρχικά μέσα από ένα πλήθος "ενδιάμεσων" δομών που σε ορισμένες περιπτώσεις συνοδεύονται από μεταμόρφωση χαμηλού βαθμού και ανακρυστάλλωση. Κατά την προοδευτική μεταβολή των τεκτονομεταμορφικών συνθηκών και τη σταδιακή άνοδο σε ακόμα ανώτερους τεκτονικούς ορόφους, οι νέες δομές $-n+3$ αποκτούν τελικά χαρακτηριστικά ημιπλαστικής παραμόρφωσης, χωρίς περαιτέρω ανακρυσταλλώσεις ορυκτών.

Αναλυτικότερα, κατά τη μετάβαση από την συν-μεταμορφική παραμορφωτική D_{n+2} προς την D_{n+3} παρατηρούνται δομές οι οποίες δεν είναι διαμπερείς, ούτε εκφράζονται με τον ίδιο τρόπο και την ίδια ένταση σε όλους τους λιθολογικούς τύπους και θα μπορούσε κανείς να διχαστεί ως προς το σε ποια φάση D θα τις κατατάξει. Κατά τα πρώτα στάδια αυτής της παραμόρφωσης παρατηρούνται φαινόμενα που σχετίζονται με τη χλωριτίωση του βιοτίτη και τη μετατροπή του φεγγίτη σε μοσχοβίτη, δείχνοντας συνθήκες αντίστοιχες με αυτές της D_{n+2} . Οι επιφάνειες όμως, καθώς και οι διάφοροι τύποι γραμμώσεων που προκύπτουν, έχουν είτε τελείως διαφορετικό προσανατολισμό (με τις αντίστοιχες της D_{n+2}), είτε διαφορετικό τρόπο έκφρασης. Επιπλέον, η προοδευτική εξέλιξή τους σε δομές ανώτερων τεκτονικών ορόφων και η προοδευτική ελάττωση των φαινομένων μεταμόρφωσης, συμβάλλουν σαν κριτήρια στην ένταξή τους στην παρούσα παραμορφωτική φάση.

Καταρχάς, η D_{n+3} χαρακτηρίζεται από σχετικά έντονη συμπίεση των πετρωμάτων που οδηγεί σε ημιανεστραμμένες πτυχές μεγάλης κλίμακας. Σε μεσοσκοπική κλίμακα αναπτύσσονται διάφοροι τύποι πτυχών, οι οποίοι όμως παρουσιάζουν αρκετές διαφορές με τις αντίστοιχες δομές της προηγούμενης φάσης. Τα σκέλη των πτυχών δεν αποκόπτονται και δεν απομονώνονται πλέον, δεν παρατηρείται μετακίνηση υλικού προς τα κορυφαία, δεν είναι ισοκλινείς, είναι πιο ευδιάκριτες και έχουν σαφώς μικρότερη συχνότητα εμφάνισης. Πρόκειται κυρίως για **ανοιχτές έως κλειστές πτυχές (εικ. 4.20γ), γωνιώδεις πτυχές (chevron folds, εικ. 4.20α), box folds (εικ. 4.20β)** και **λοξοζωνικές πτυχές**. Οι τελευταίες (με συζυγές σύστημα ή χωρίς) δημιουργούν **kink bands** που επηρεάζουν και τις τρεις ενότητες (εικ. 4.21).

Από τη χωρική εξάπλωση αλληπάλληλων συστημάτων λοξοζωνικών πτυχών προκύπτουν σύνθετες δομές που καλύπτουν μάλιστα όλες τις κλίμακες παρατήρησης. Οι πτυχές τύπου chevron και box αποτελούν στην ουσία τμήματα αυτών των λοξοζωνικών πτυχώσεων μεγάλης κλίμακας (Cobbald et al. 1971) (εικ. 4.21στ), ενώ μικρότερες δομές τύπου kink bands απαντούν σε όλες τις ενότητες και εκφράζονται με διαφορετικό τρόπο, ανάλογα τη λιθολογία στην οποία αναπτύσσονται.

Οι πιο καλά εκπεφρασμένες δομές αναπτύσσονται όπως είναι λογικό στα σχιστολιθικά πετρώματα (εικ. 4.21β, γ) και τα σιπολινομάρμαρα (εικ. 4.21δ), ενώ στα μάρμαρα, στα χαλαζιακά πετρώματα και τα χαλαζιοαστριούχα, οι δομές είτε δεν εμφανίζονται καθόλου, είτε βρίσκονται σε "αρχικό" στάδιο δημιουργίας (εικ. 4.21α, ε). Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι όσον αφορά το μεταοφιολιθικό *mélange*, μόνο στα μεταϊζημάτα αυτού απαντά κανείς τις παραπάνω δομές (εικ. 4.21α) και σε ελάχιστες μόνο περιπτώσεις στα σχιστοποιημένα τμήματα των μεταγάββρων.

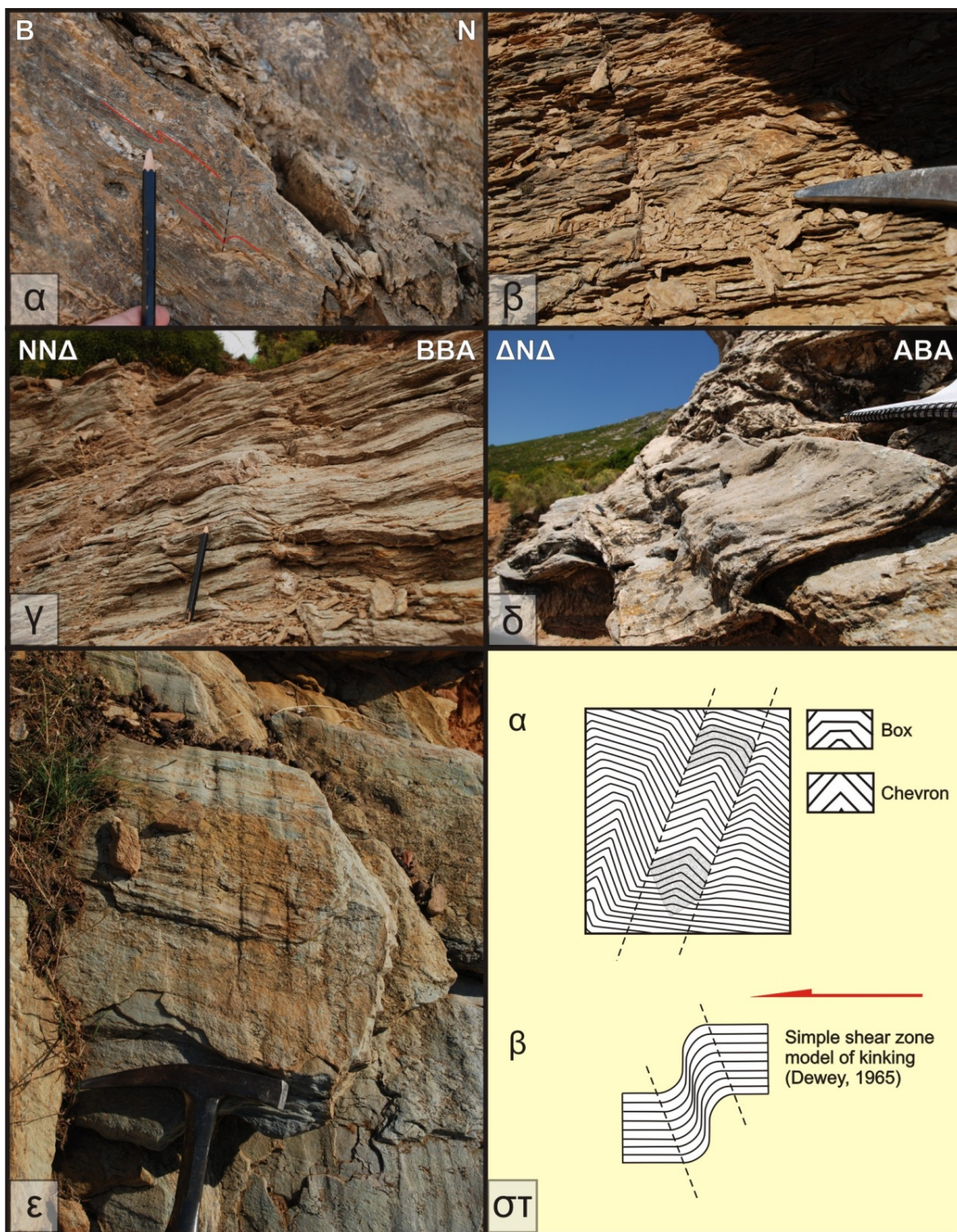


Εικόνα 4.20: Χαρακτηριστικές μορφές πτυχών της D_{n+3} παραμορφωτικής φάσης. **α)** Πτυχή τύπου chevron και **β)** box fold σε σχιστολιθικούς σχηματισμούς της ενότητας Όχης, που στην ουσία αποτελούν τμήμα ευρέως διαδεδομένων λοξοζωνικών πτυχών μεγάλης κλίμακας (βλ. κείμενο). **γ)** Κλειστή πτυχή σε σχιστόλιθους της ενότητας Στύρων, όπου αναπτύσσεται επιφάνεια S_{n+3} κατ'αξονικό επίπεδο (βλ. κείμενο). **δ)** Ανεστραμμένο σκέλος κεκλιμένης πτυχής σε σχιστόλιθους της ενότητας Στύρων. Διακρίνεται στενή ζώνη διάτμησης η οποία λειτούργησε κατά την παραμορφωτική φάση D_{n+2} .

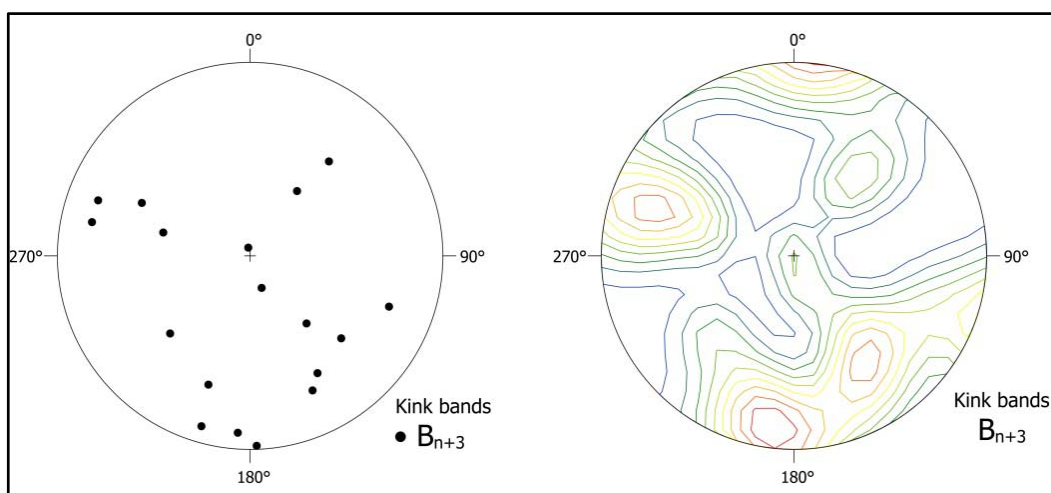
Οι άξονες των λοξοζωνικών συζυγών πτυχών έχουν διεύθυνση BBA-NNΔ και ΒΔ-ΝΑ, ενώ οι άξονες παρουσιάζουν όλες τις πιθανές φορές βύθισης (**εικ. 4.22**). Εντούτοις, παρατηρήθηκε ότι από άποψη συχνότητας εμφάνισης, επικρατούν οι άξονες με φορά βύθισης προς τα NNΔ και ΝΑ, κάτι που ενδεχομένως να οφείλεται στις πτυχές μεγάλης κλίμακας των οποίων το αξονικό επίπεδο κλίνει προς τα Ν-ΝΔ (**βλ. γεωλογική τομή ΑΑ' Γεωλογικού χάρτη Όρους Όχη, κλίμακας 1:10.000**).

Όσον αφορά τις νέες επιφάνειες που δημιουργούνται (ή που τείνουν να δημιουργηθούν) κατά τη D_{n+3} φάση, αυτό που παρατηρείται είναι ότι πρόκειται για μία επιφάνεια **σχισμού S_{n+3}** , η οποία αν και είναι διαμπερής, εντοπίζεται σε συγκεκριμένες ζώνες και εκφράζεται με διαφορετικούς τρόπους ανάλογα τη λιθολογία. Σε σχιστολιθικά και γενικά "εύκαμπτα" πετρώματα, απαντάται σαν **πτυχοσχισμός** (crenulation cleavage) ή σαν **ολισθοδιατμητικός σχισμός** (strain-slip cleavage), με παραμόρφωση και ολίσθηση των ορυκτών της S_{n+2} , ο οποίος όμως δεν αναπτύσσεται πλήρως και σπάνια διατρέχει τον μικρολιθώνα (**εικ. 4.23**). Στα αδροκρυσταλλικά και γενικά δύσκαμπτα πετρώματα εμφανίζεται κυρίως σαν **ρηξισχισμός** (fracture cleavage), με μικροδιαρρήξεις και αποχωρισμό των δομικών μονάδων των κρυστάλλων. Στα σημεία που η S_{n+2} επηρεάζεται από την D_{n+3} για να δώσει νοητά την S_{n+3} , ο βιοτίτης χλωριτώνεται, ενώ ο φεγγίτης μεταπίπτει σε μοσχοβίτη. Οι μαρμαρυγίες και οι χλωρίτες κάμπτονται, ενώ ο χαλαζίας ανακρυσταλλώνεται.

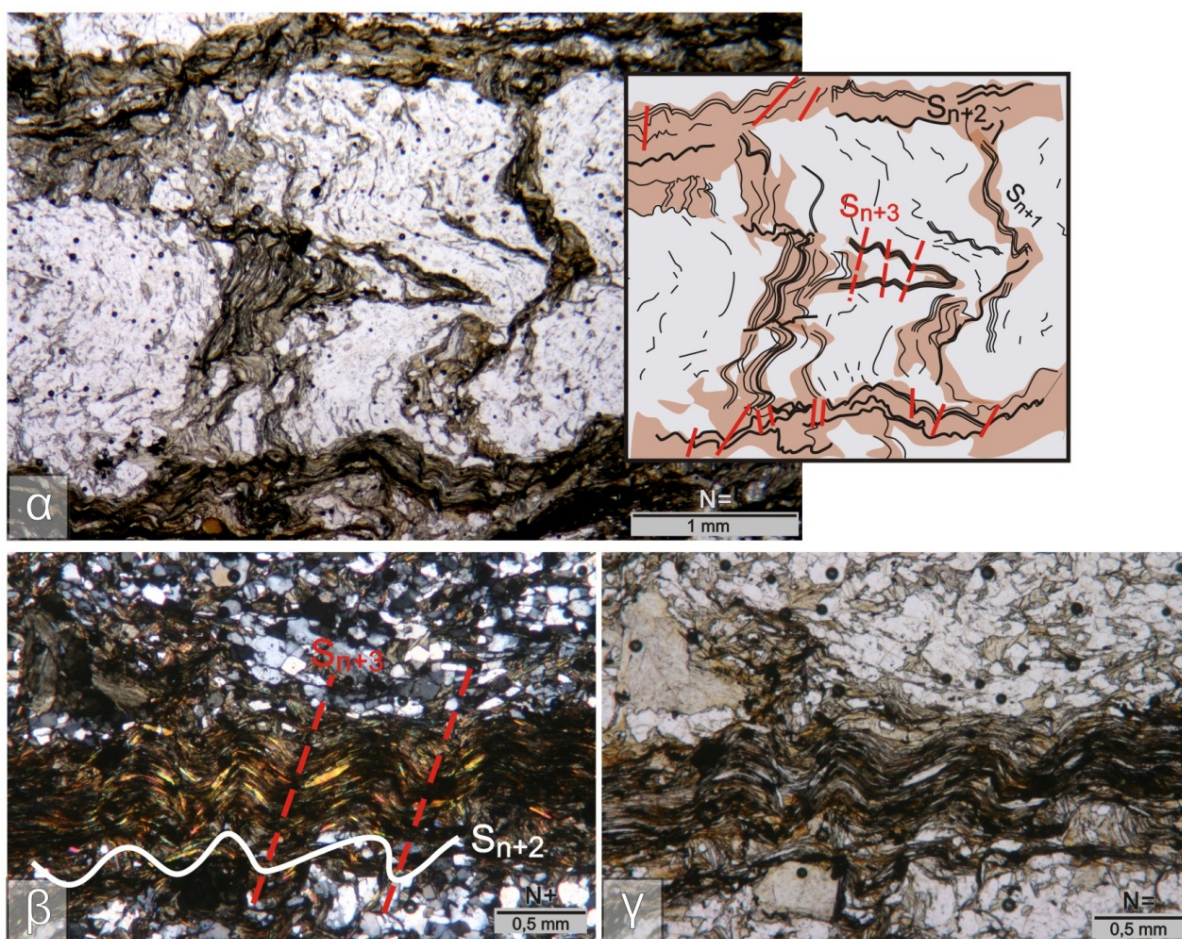
Στη μικροκοπική κλίμακα, η δομή αυτή διακρίνεται κυρίως σε σχιστόλιθους της ενότητας Στύρων και σε μεταϊζημάτα του mélange, όπως στο παράδειγμα της **εικόνας 4.23**.



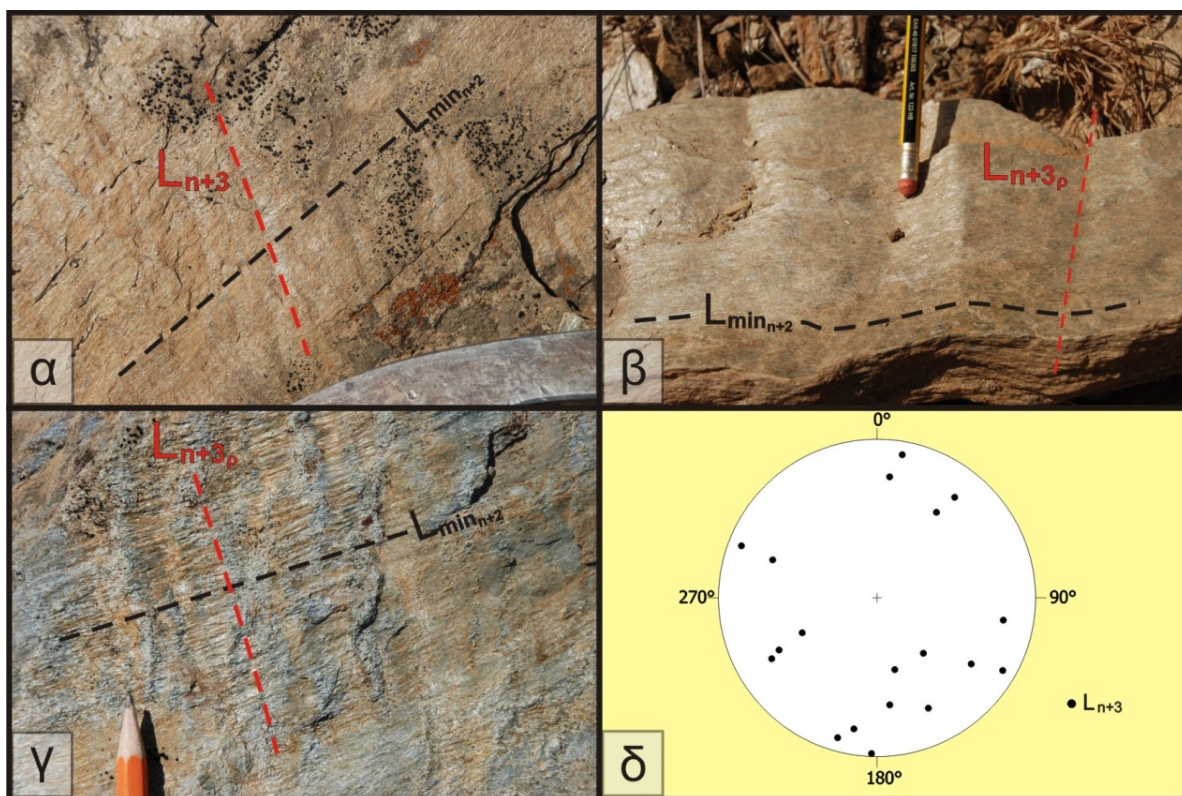
Εικόνα 4.21: α) Ανάπτυξη kink band σε χαλαζιακούς σχιστόλιθους της ενότητας Στύρων. Σε θεωρητικό επίπεδο αναπτύσσεται επιφάνεια σχισμού S_{n+3} κατ'άξονικό επίπεδο (διακεκομμένη γραμμή). Η ζώνη διάτμησης έχει φορά προς τα BBA και η γράμμωση L_{n+3} από διατομή του S_{n+3} με την S_{n+2} έχει διεύθυνση BA-ND. β) Kink band σε μεταϊζήματα του melange, στην περιοχή μεταξύ Αγίας Παρασκευής και δεξαμενής. γ) Kink bands σε σχιστόλιθους της ενότητας Όχης, όπου διακρίνεται στο βάθος και η προοδευτική εξέλιξή τους σε συστήματα διακλάσεων. δ) Ανάπτυξη kink bands σε σιπολινομάρμαρα της ενότητας Όχης. Η διεύθυνση του άξονα της μικροπτύχωσης είναι ANA-ΔΒΔ. ε) Αρχικό στάδιο δημιουργίας kink bands (nucleation of kink) σε μάρμαρα της ενότητας Όχης. στ) α- Διαχωρισμός των λοξοζωνικών πτυχών σε box και chevron folds (Cobbold et al. 1971), β- Δομή kink σε ζώνη απλής διάτμησης, κατά Dewey, 1965. Αντιστοιχεί στις δομές kinks των εικόνων γ και δ).



Εικόνα 4.22: Προβολή των αξόνων B_{n+3} των λοξοζωνικών πτυχών της D_{n+3} φάσης. Στο δεύτερο διάγραμμα αποτυπώνονται τα μέγιστα των συγκεντρώσεων με τη χρήση καμπυλών ίσης πυκνότητας πόλων. Διακρίνονται τα δύο συζυγή ζεύγη με διευθύνσεις $BBA-NN\Delta$ και $BD-NA$.



Εικόνα 4.23: α) Επιλεκτική και ασύμμετρη επαναπτύχωση της επιφάνειας S_{n+2} οδηγεί σε ανάπτυξη κατ'άξονικό επίπεδο επιφάνειας πτυχοσχισμού S_{n+3} . Κατά ζώνες παρατηρείται πως δεν αναπτύσσεται πλήρως, διαμορφώνοντας έτσι διακεκριμένο πτυχοσχισμό (discrete crenulation cleavage). β) Ανάπτυξη πτυχοσχισμού S_{n+3} σε "εύπλαστη" επιφάνεια S_{n+2} με χλωρίτη, χλωριτωμένο βιοτίτη, βιοτίτη και μαρμαρυγίες, σε διασταυρούμενα nicols και γ) σε παράλληλα. Τομή κάθετα στην κύρια σχιστότητα S_{n+2} και στη γράμμιση L_{n+2} .



Εικόνα 4.24: α) Γράμμωση από μικροπτύχωση L_{n+3} σε διαγώνια σχέση με την $L(min)_{n+2}$ σε σχιστόλιθους της ενότητας Όχης. β) Ράβδωση $L(n+3)_p$ από ανάπτυξη kink bands σε σχιστόλιθους της ενότητας Στύρων, δυτικά της Αγίας Παρασκευής. Παρατηρείται ότι η διεύθυνσή τους μεταβάλλεται μέσα σε λίγα εκατοστά. γ) Ράβδωση από kink bands $L(n+3)_p$ σε σχιστόλιθους της ενότητας Όχης. δ) Στερεογραφική προβολή της γράμμωσης L_{n+3} και της ράβδωσης $L(n+3)_p$ της D_{n+3} παραμορφωτικής φάσης για το σύνολο των ενότητων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι και στις δύο περιπτώσεις απαντάται μακριά από τεκτονικές επαφές και ζώνες διάτμησης, κάτι που ενδεχομένως να υποδηλώνει πως οι τελευταίες εξακολουθούσαν να λειτουργούν τουλάχιστον μέχρι και τα πρώτα στάδια της D_{n+3} και για το λόγο αυτό δεν διαμόρφωσαν την S_{n+3} . Στα πετρώματα της ενότητας της Όχης δεν απαντήθηκαν τέτοιες μικροδομές, είτε λόγω λιθολογίας, είτε λόγω του ότι τα σχιστολιθικά δείγματα που εξετάστηκαν σε τομή κάθετα στη γράμμωση βρίσκονταν κοντά σε τεκτονικές και διατμητικές ζώνες.

Όσον αφορά τα γραμμικά στοιχεία της D_{n+3} φάσης, σημειώνεται ότι παρατηρήθηκε η ανάπτυξη δύο ειδών γράμμωσης. Η πρώτη αφορά τη **γράμμωση από διατομή** των επιφανειών S_{n+3} (όπου αυτές αναπτύσσονται) με την S_{n+2} της προηγούμενης φάσης και η δεύτερη αντιστοιχεί στη **γράμμωση από μικροπτύχωση** των παλαιότερων επιφανειών σχιστότητας ή σχισμού (βλ. **Τεκτονικούς χάρτες περιοχών Καταφυγίου, Αγίας Παρασκευής και Δεξαμενής, κλίμακας 1:2.000**). Και οι δύο γραμμώσεις συμβολίζονται ως L_{n+3} και απαντώνται κυρίως σε σχιστολιθικά και γενικά εύκαμπτα πετρώματα (εικ. 4.24α), δεν παρουσιάζουν όμως τον εντυπωσιακό και ευδιάκριτο χαρακτήρα των γραμμώσεων των προηγούμενων φάσεων, ενώ πολύ συχνά η ύπαρξή τους διαπιστώνεται μόνο στη μικροσκοπική κλίμακα (εικ. 4.23β, γ).

Όπως παρατηρείται στο στερεοδιάγραμμα της **εικόνας 4.24δ**, χαρακτηριστικό τους είναι το γεγονός ότι δεν παρουσιάζουν κάποιον ιδιαίτερο προτιμητέο προσανατολισμό, καθώς η δημιουργία τους σχετίζεται άμεσα με την ανάπτυξη των λοξοζωνικών πτυχών, όπως επίσης και με τη λιθολογία και την "πλαστικότητα" του κάθε πετρώματος. Παρ'όλα αυτά, και συγκριτικά με το αντίστοιχο στερεοδιάγραμμα των αξόνων των πτυχών B_{n+3} (εικ.

4.22), παρατηρείται μία συσχέτιση κυρίως ως προς τη φορά βύθισης των περισσότερων γραμμώσεων που είναι και εδώ προς το νότιο ημισφαίριο (εικ. 4.24δ).

Όπως προαναφέρθηκε, οι λοξοζωνικές πτυχές, με όποιο τρόπο και αν εκφράζονται και ανεξάρτητα από το αν έχουν συζυγές σύστημα ή όχι, φαίνεται ότι σχετίζονται περισσότερο με τα τελευταία στάδια της προοδευτικής παραμόρφωσης. Η εξέλιξή τους κατά την άνοδο του συστήματος σε ακόμη πιο ρηχούς τεκτονικούς ορίζοντες αφορά πλέον δομές καθαρά θραυσιγενούς παραμόρφωσης, όπως είναι οι διακλάσεις και τα ρήγματα που εντάσσονται στην τελευταία παραμορφωτική φάση D_{n+4} . Η προοδευτική μετάβαση από τις δομές της D_{n+3} φάσης, σε αυτές της D_{n+4} παρατηρείται σε όλη την περιοχή μελέτης, όπου οι ίδιες οι λοξοζωνικές πτυχές και τα kinks μεταπίπτουν αρχικά σε μικρά συστήματα διακλάσεων (εικ. 4.20β, 4.21γ, 4.25), για να εξελιχθούν μετέπειτα σε ρήγματα.



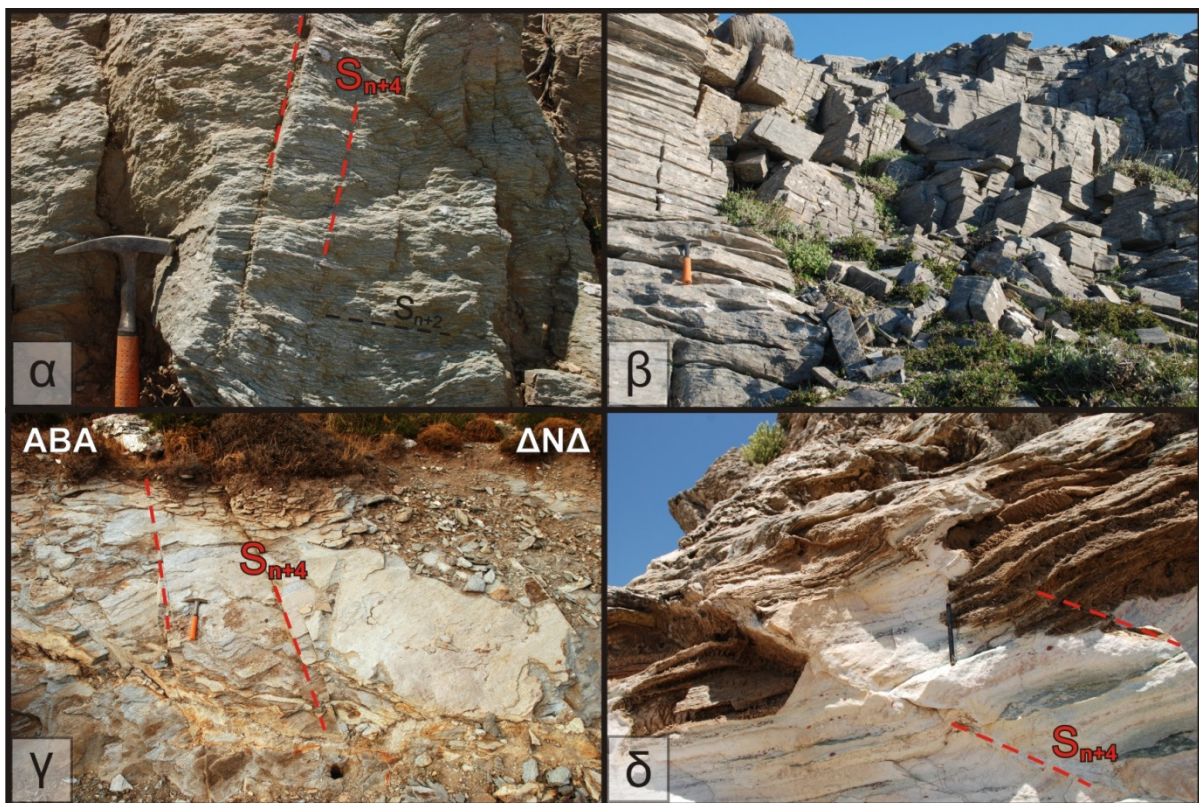
Εικόνα 4.25: Δομές kink σε σχιστόλιθους της ενότητας Στύρων, μεταπίπτουν σε μικροδιαρρήξεις, πιστοποιώντας την προοδευτική εξέλιξη σε συνθήκες καθαρά θραυσιγενούς πλέον παραμόρφωσης.

4.2.6. Παραμορφωτική φάση D_{n+4}

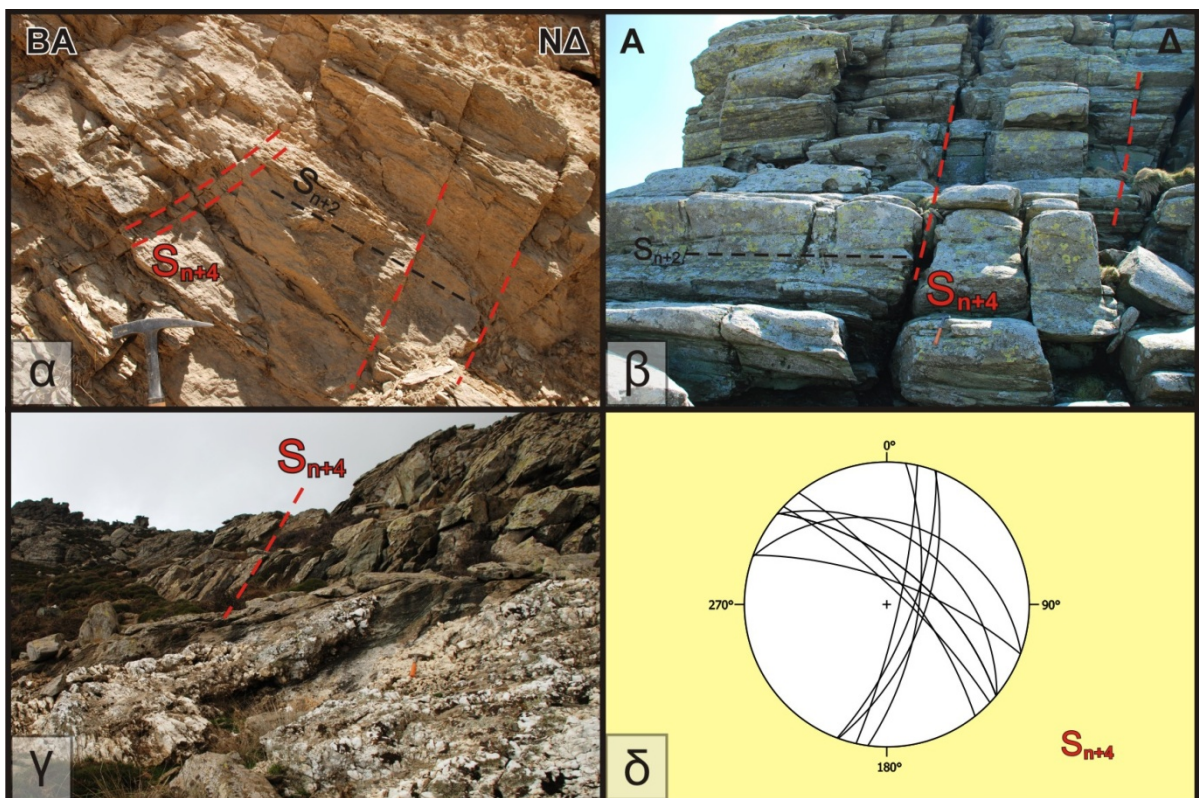
Σε αυτή την παραμορφωτική φάση εντάσσονται δομές καθαρά θραυσιγενούς παραμόρφωσης πλέον, η οποία δεν επηρεάζει ολόκληρη τη μάζα, αλλά εκτονώνεται σε συγκεκριμένες επιφάνειες, όπως είναι οι διακλάσεις και τα ρήγματα.

Οι **διακλάσεις** αποτελούν δομές μη διαμπερείς, εμφανίζουν όμως μία συστηματικότητα η οποία τους επιτρέπει, αν εξεταστούν σε μεγάλη κλίμακα, να χαρακτηριστούν στο σύνολό τους ως διαμπερή τεκτονικά στοιχεία. Απαντώνται και στις τρεις ενότητες της περιοχής και μάλιστα επηρεάζουν όλους τους λιθολογικούς τύπους (εικ. 4.26). Παρ'όλο που στα πλαίσια της παρούσας εργασίας δεν δόθηκε ιδιαίτερη βάση στη μελέτη των θραυσιγενών δομών, εντούτοις παρατηρούνται σε γενικές γραμμές δύο συστήματα διακλάσεων, με διευθύνσεις BBA-NNΔ και ΒΔ-NA (εικ. 4.27δ). Εμφανίζονται σε όλες τις κλίμακες παρατήρησης και το μέγεθός τους ποικίλει από διακλάσεις της τάξης λίγων εκατοστών (εικ. 4.25) μέχρι και πολλών μέτρων (εικ. 4.27β).

Χαρακτηριστικό στοιχείο της περιοχής μελέτης αποτελεί το γεγονός πως οι εναλλαγές των σχιστολίθων με τα μάρμαρα είναι έντονες και συχνές και μεταξύ άλλων είναι λογικό να διαμορφώνουν έντονο ανάγλυφο λόγω της διαφορικής τους διάβρωσης. Από την άλλη, στο όλο σύστημα εμπλέκεται και η μεταοφιολιθική μάζα με πολλές και διαφορετικές λιθολογίες, κάτι το οποίο εντείνει το παραπάνω φαινόμενο.



Εικόνα 4.26: Συστήματα Διακλάσεων **α)** σε χαλαζιακούς σχιστόλιθους της ενότητας Στύρων, στην περιοχή της δεξαμενής, **β)** στα μάρμαρα της ενότητας Στύρων, στην περιοχή της Αγίας Παρασκευής, **γ)** σε σχιστόλιθους της ενότητας Όχης, στο νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης και **δ)** στα μάρμαρα της ίδιας ενότητας, στην περιοχή του καταφυγίου.

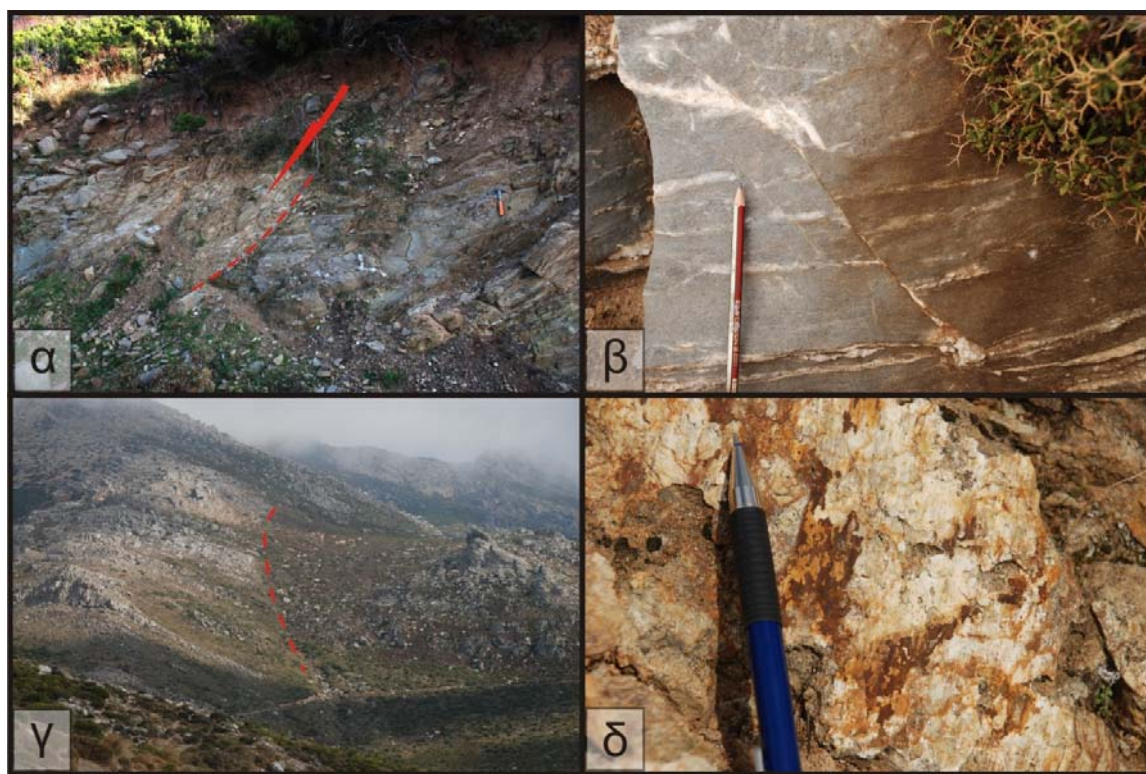


Εικόνα 4.27: Συστήματα διακλάσεων **α)** σε μεταίζηματα του *mélange*, στην περιοχή μεταξύ Αγίας Παρασκευής και δεξαμενής, **β)** σε μεγάλα τεμάχια μεταγέθρων, στην περιοχή του καταφυγίου και **γ)** στους μεταπεριδοτίτες, επίσης στην περιοχή του καταφυγίου. **δ)** Στερεογραφική προβολή των επιπέδων διακλάσεων S_{n+4} .

Επιπρόσθετα, οι τεκτονικές επαφές μεταξύ των ενοτήτων, αλλά και οι επαφές μεταξύ των διάφορων λιθολογιών έχουν πτυχωθεί επανειλημμένως κατά τις διάφορες παραμορφωτικές φάσεις, με αποτέλεσμα συχνά να παρουσιάζονται με μεγάλες κλίσεις και οι οποίες μπορεί να έχουν υποστεί μικρή ενδοστρωματική ολίσθηση κατά την κάμψη. Εάν προσθέσει κανείς και το γεγονός ότι παρατηρούνται εκτεταμένα φαινόμενα κατολισθήσεων στα πρανή του βουνού τόσο νότια στην περιοχή του καταφυγίου, όσο και δυτικά και βόρεια, καθ'όλο το μήκος του δρόμου από την Αγία Παρασκευή μέχρι και τη Δεξαμενή, συνειδητοποιεί ότι είναι σχετικά δύσκολο να διακρίνει πραγματικά ρηξιγενείς επιφάνειες.

Παρ'όλα αυτά, υπάρχουν περιπτώσεις όπου διακρίνεται ξεκάθαρα ο ρηξιγενής ιστός στην περιοχή μελέτης, αν και τα ρήγματα απαντούν με σαφώς μικρότερη συχνότητα από ότι οι διακλάσεις. Η κλίμακα εμφάνισής τους ποικίλει και εδώ, από μικρές ρηξιγενείς επιφάνειες της τάξης κάποιων εκατοστών (**εικ. 4.28β**) μέχρι και εκατοντάδων μέτρων (**εικ. 4.28γ**).

Σε μία περίπτωση, στην περιοχή ανατολικά της Αγίας Παρασκευής απαντάται ρήγμα κλίμακας ορισμένων εκατοντάδων μέτρων, με στοιχείο $45^\circ/226^\circ$ (**εικ. 4.28γ**) όπου διαμόρφωνεται κατοπτρική επιφάνεια με γραμμές ολίσθησης σχεδόν κατά κλίση ($45^\circ/256^\circ$) (**εικ. 4.28δ**). Σε όλες τις υπόλοιπες περιπτώσεις, τα ρήγματα, ανεξάρτητα από το μέγεθος και το πέτρωμα μέσα στο οποίο αναπτύσσονται, εμφανίζουν διάφορες διευθύνσεις που συμπίπτουν σε γενικές γραμμές με αυτές των διακλάσεων, φανερώνοντας ότι είναι αποτέλεσμα της ίδιας παραμορφωτικής φάσης D_{n+4} . Κοινό στοιχείο σε όλες τις περιπτώσεις είναι το γεγονός ότι πρόκειται για κανονικά ρήγματα.



Εικόνα 4.28: α) Κανονικό ρήγμα εντός των μεταϊζημάτων του *mélange*. β) Μικρό, κανονικό ρήγμα που κόβει και μετατοπίζει παλαιότερες δομές, σε μάρμαρο της ενότητας Στύρων. γ) Μεγάλο ρήγμα διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ που κλίνει προς τα ΝΔ, στην περιοχή ανατολικά της Αγίας Παρασκευής. Φέρνει σε επαφή μάρμαρο με σχιστόλιθους της ενότητας των Στύρων και διακρίνονται οι οριζόντες των μαρμάρων που "κόβονται" σχεδόν κάθετα από το ρήγμα Παρατηρείται γραμμική συγκέντρωση κορημάτων στο πάνω τέμαχός του. δ) Στην επιφάνειά του αναπτύσσονται επιφλοιώματα με γραμμές ολίσθησης σχεδόν κατά κλίση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ανακεφαλαίωση - Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα από τη μελέτη των πετρωμάτων της περιοχής έρευνας, όπως αυτά παρουσιάστηκαν μέσα από τη λεπτομερή χαρτογράφηση, την πετρολογική και ορυκτοχημική τους ανάλυση, την περιγραφή των γεωμετρικών τους χαρακτηριστικών και την ταξινόμησή τους σε διαδοχικές παραμορφωτικές φάσεις, μπορούν να συνοψιστούν στα ακόλουθα συμπεράσματα, τα οποία και αποκαλύπτουν την πολύπλοκη τεκτονομεταμορφική εξέλιξη της περιοχής.

● Όσον αφορά τα αποτελέσματα από την ορυκτοχημική μελέτη των πετρωμάτων, παρατίθενται τα εξής:

– Οι **λευκοί μαρμαρυγίες** αφθονούν τόσο στις ενότητες Στύρων και Όχης, όσο και στα μεταβασικά και μεταϊζημάτα του μεταοφιολιθικού *mélange*. Οι **μελανοί** είναι σαφώς πιο περιορισμένοι, απαντώνται όμως επίσης σε όλους τους παραπάνω σχηματισμούς.

– Είναι σαφής η αριθμητική υπεροχή των **μαρμαρυγιών φεγγιτικής σύστασης**, ενώ τα πετρώματα της ενότητας Όχης είναι τα μόνα στα οποία δεν απαντώνται μοσχοβίτες. Η μέση τιμή του Si είναι γενικά υψηλότερη στους λευκούς μαρμαρυγίες των πετρωμάτων της Όχης, παρατηρείται δηλαδή σχετική αύξηση του φεγγιτικού ποσοστού και αυτό συνδέεται είτε με αύξηση της πίεσης, είτε με ελάττωση της θερμοκρασίας (Fletcher & Greenwood, 1978, Massone & Schreyer, 1987) ή είναι δυνατό να αποτυπώνουν ένα επακόλουθο ανάδρομο μεταμορφικό γεγονός χαμηλότερων πιέσεων (Bröcker et al., 2004).

– Ορυκτά της ομάδας του **χλωρίτη** βρέθηκαν σε όλους σχεδόν τους λιθολογικούς τύπους των πετρωμάτων της περιοχής. Εξαιρέσεις αποτελούν τα μάρμαρα των ενοτήτων Στύρων και Όχης, αναφέρονται όμως βιβλιογραφικά εντός των σιπολινών και των δύο παραπάνω ενοτήτων. Διακρίνονται αρκετοί διαφορετικοί τύποι χλωριτών να συνυπάρχουν στο ίδιο δείγμα και μάλιστα με σημαντικές διαφορές στη σύστασή τους, το οποίο αντικατοπτρίζει την επίδραση που έχουν οι ορυκτολογικοί συνδυασμοί στις υποκαταστάσεις και, σε συνδυασμό με τις αλλαγές των συνθηκών πίεσης και θερμοκρασίας, οδηγούν στο σχηματισμό χλωριτών με διαφορετικές συστάσεις.

– Σε δύο δείγματα μεταβασαλτών του *mélange*, τα **επίδοτα** συνυπάρχουν με εγκλείσματα λωζονίτη.

– Σε ορισμένες αναλύσεις δείγματος μη έντονα παραμορφωμένου μεταγάββρου απαντήθηκαν εγκλείσματα **κλινοζωισίτη** μέσα σε επίδοτο, κάτι που ενδεχομένως υποδηλώνει διεργασίες υδροθερμικής εξαλλοίωσης ωκεάνιου πυθμένα (sea-floor alteration) (Katzir et al. 2000).

– Στα πετρώματα των ενοτήτων Στύρων και Όχης, το **πιστακιτικό μόριο** είναι σχεδόν το ίδιο, παρουσιάζεται όμως μεγαλύτερη διακύμανση τιμών στην ενότητα της Όχης. Το μεταοφιολιθικό *mélange* έχει χαμηλότερο μέσο όρο πιστακιτικού μορίου, ενώ η διακύμανση των τιμών του είναι αρκετά μεγάλη ($Ps=3-31$). Το τελευταίο είναι δυνατό να οφείλεται στο γεγονός ότι στο *mélange* συμμετέχουν σε μεγάλο ποσοστό ηφαιστειακά πετρώματα όπου τα αέρια και οι ρευστές φάσεις έχουν επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό τις τιμές του πιστακιτικού μορίου. Είναι αξιοσημείωτο δε, ότι οι μεγαλύτερες διακυμάνσεις παρατηρήθηκαν εντός του ίδιου δείγματος στα πετρώματα του *mélange*.

– Στα πετρώματα των ενοτήτων Στύρων και Όχης, τα **επίδοτα** περιέχουν τα ίδια ποσοστά σε Fe^{3+} . Αντίθετα, στα πετρώματα του μεταοφιολιθικού συμπλέγματος

σημειώνεται μία σταδιακή μεταβολή στη σύσταση των επιδότων, κάτι το οποίο μπορεί να αποδοθεί στη διατήρηση επιδότων διαφόρων γενεών κρυστάλλωσης.

– Στους πιεμοντιτικούς χαλαζίτες της ενότητας της Όχης εμφανίζονται δύο γενεές **πιεμοντιτών**, μία παλαιά με πρισματικούς κρυστάλλους που παρουσιάζουν έναν σχετικό προσανατολισμό και μία νέα, πιο λεπτοκρυσταλλική, η οποία αναπτύσσεται τυχαία και, συχνά, σε βάρος της παλαιότερης.

– **Πουμπελλυίτης** βρέθηκε σε σχιστολιθικούς σχηματισμούς της ενότητας της Όχης, καθώς και σε μεταβασάλτες και μεταγάββρους του μεταοφιολιθικού συμπλέγματος. Πρόκειται αποκλειστικά για Al-ούχους πουμπελλυίτες. Σε δείγμα σχιστόλιθου της ενότητας Όχης ο πουμπελλυίτης εμφανίζει υψηλό σχετικά ποσοστό σε Mg και χαμηλό σε Fe. Κάτι τέτοιο θεωρείται σύνηθες όταν το ορυκτό κρυσταλλώνεται κάτω από υψηλές πιέσεις (Seki, 1958) και ίσως έτσι δικαιολογείται το γεγονός ότι σε αυτό το δείγμα, ο πουμπελλυίτης συνυπάρχει με γλαυκοφανή.

– **Λωζονίτες** απαντήθηκαν μόνο σαν εγκλείσματα σε ανάδρομο αλβίτη και επίδοτο, στα μεταβασικά του μεταοφιολιθικού συμπλέγματος. Λωζονίτης σαν εγκλείσμα σε επίδοτο υποδεικνύει τη μετάβαση από τη λωζονιτική-κυανοσχιστολιθική φάση, στην επιδοτική-κυανοσχιστολιθική (Evans, 1990). Στα ίδια δείγματα βρέθηκαν επίσης κλινοπυρόξενοι (ομφακίτης, διοψίδιος, αυγίτης) καθώς και εγκλείσματα γλαυκοφανή και γουιντσίτη. Το ορυκτολογικό άθροισμα

γλαυκοφανής + φεγγίτης + χλωρίτης ± ομφακίτης/ϊαδεΐτης ± αραγωνίτης/ασβεστίτης αποτελεί χαρακτηριστική παραγένεση της (επιδοτικής-)κυανοσχιστολιθικής φάσης μεταμόρφωσης (M1), ενώ η παραγένεση

γλαυκοφανής + λωζονίτης

υποδεικνύει την ύπαρξη της πρόδρομης λωζονιτικής-κυανοσχιστολιθικής.

– Στα υπερβασικά πετρώματα αναλύθηκαν δύο ποικιλίες του **σερπεντίνη**, ενώ η τρίτη (χρυσοτίλης) απαντήθηκε μόνο μακροσκοπικά, σε φλέβες εντός των μεταβερλιτών. Η πρώτη ποικιλία προέρχεται από εξαλλοίωση ολιβίνη. Ο σερπεντινωμένος πυριγενής ιστός επικαλύφθηκε από μεταμορφικό σερπεντίνη, δίνοντας τη δεύτερη ποικιλία, τον αντιγορίτη. Από τις αναλύσεις των σερπεντινών παρατηρείται ότι σε όλες τις περιπτώσεις τα ποσοστά σε FeO και Al₂O₃ είναι ανώμαλα υψηλά, κάτι το οποίο οι Katzir et al. (2000) αποδίδουν στην υψηλή διαθεσιμότητα Fe και Al στον πρωτόλιθο του βερλίτη.

– Ορυκτά της ομάδας των **πυροξένων** βρέθηκαν σε χαλαζίτη της ενότητας Όχης και σε μεταβασικά και υπερβασικά πετρώματα του μεταοφιολιθικού συμπλέγματος. Σε σχετικά अपαραμόρφωτο μεταγάββρο του μεταοφιολιθικού mélange βρέθηκε ομφακίτης ως εγκλείσμα σε ανάδρομο αλβίτη. Σε boudin μεταβασάλτη αναλύθηκαν κρύσταλλοι διοψίδιου και αυγίτη, καθώς και λεπτοκρυσταλλικός ομφακίτης. Συχνά, ο τελευταίος βρίσκεται σε ισορροπία με αλβίτη, ή αντικαθιστάται από επίδοτο. Στα υπερβασικά πετρώματα παρατηρήθηκαν πυρόξενοι πυριγενούς προέλευσης (υπολλειμματικοί) με αυξημένα ποσοστά σε Fe²⁺, Al και Ti, αλλά και πυρόξενοι μεταμορφικοί όπου αυξάνεται το άθροισμα Mg+Ca.

– Ορυκτά της ομάδας των **αμφιβόλων** αναλύθηκαν σε σχιστολιθικά και μεταβασικά πετρώματα της ενότητας Όχης, σε μάρμαρα της ενότητας Στύρων και στα μεταβασικά και υπερβασικά του μεταοφιολιθικού mélange. Στην ενότητα Όχης βρέθηκαν αμφίβολοι σύστασης γλαυκοφανιτικής έως ριεβεκιτικής, με τον λόγο Mg/(Mg+Fe²⁺) να διατηρείται σχετικά σταθερός, ενώ σε λίγες περιπτώσεις απαντήθηκε γουιντσίτης να περιβάλλει γλαυκοφανή.

– Σε κροσσιτικό-σπεσσαρτινικό σχιστόλιθο της ενότητας Όχης κοντά στην επαφή της με τα υποκείμενα υπερβασικά του μεταοφιολιθικού mélange, βρέθηκαν κρύσταλλοι

αμφιβόλων ποικίλης σύστασης (γλαυκοφανής, κροσσίτης, ριεβεκίτης, εκκερμανίτης, γουιντσιίτης) ανεπτυγμένοι σε διάφορες διευθύνσεις και με διάφορα μεγέθη. Σύμφωνα με τους Katzir et al. (2000), πρόκειται για λεπτοκρυσταλλικό χαλαζίτη με κροσσίτη, σπεςσαρτίνη και στιλπομέλανα, που προέρχεται από μεταμορφωμένο σιδηρομαγνανιούχο βιοχημικό ίζημα, γνωστό ως "meta-ironstone".

– Γενικά, θεωρείται σπάνιο φαινόμενο μάρμαρα υψηλών πιέσεων να διατηρούν **πρόδρομο γλαυκοφανή** και οι μόνες γνωστές περιπτώσεις είναι η παρούσα της ενότητας των Στύρων, το νησί της Σύρου (Schumacher et al., 2000, 2008) και τα μάρμαρα των Άλπεων (Ballèvre & Lagabriele, 1994).

– Στους μεταγάββρους του μεταοφιολιθικού mélange αναλύθηκαν **αμφίβολοι** σύστασης μεταμόρφωσης υψηλών πιέσεων (M1) και ανάδρομης (M2). Στην πρώτη περίπτωση αντιστοιχούν τα ορυκτά γλαυκοφανής, εκκερμανίτης και γουιντσιίτης, από τους οποίους οι δύο τελευταίοι απαντώνται μόνο ως εγκλείσματα. Την ανάδρομη M2 πιστοποιούν οι κρύσταλλοι των ακτινόλιθων. Σύμφωνα με τους Katzir et al. (2000), η ύπαρξη υπολλειμματικής κεροσίλβης στους μεταγάββρους υποδεικνύει έντονη ουραλιτίωση και σωσσυριτίωση ωκεάνιου πυθμένα, κάτι το οποίο ο ίδιος αναφέρει όμως μόνο στην περίπτωση των Τσακαίων. Ανάλογη είναι η εικόνα και στους μεταβασάλτες, με γλαυκοφανή, γουιντσιίτη και κροσσίτη να αντιπροσωπεύουν τη M1 μεταμορφική φάση και τον ακτινόλιθο τη M2. Αξιοσημείωτο είναι πως στην περιφέρειά τους τα boudin μεταβασαλτών αποτελούνται αποκλειστικά από Fe-ούχο γλαυκοφανή και χαλαζία, μέσα σε θεμελιώδη μάζα από αλβίτη.

– Οι μεταβερλίτες περιέχουν κατά κύριο λόγο **αμφίβολους** σύστασης κυρίως τρεμολιτικής και Ti-Mg-ούχου κεροσίλβης, ενώ αναλύθηκε και ακτινόλιθος στην περιφέρεια μεταμορφικού διοψίδιου. Κεροσίλβη φτωχή σε Al και Ti θεωρείται μεταμορφική, ενώ αντίθετα, πυριγενούς προέλευσης (ή υπολλειμματική) θεωρείται όταν είναι πλούσια σε Al και Ti (Katzir et al., 2000) και αναλύθηκαν σε μεταβερλίτες και αντίστοιχης σύστασης φλέβες.

– Δείγμα από έντονα σχιστοποιημένη υπερβασική φλέβα στην περιοχή της Δεξαμενής αποτελείται κυρίως από τρεμολίτη και κλινόχλωρο, ενώ παρόμοιας σύστασης υπερβασική φλέβα αναφέρουν οι Katzir et al. (2000) στην περιοχή του Καταφυγίου. Και στις δύο περιπτώσεις, η φλέβα διέρχεται μέσα από μεταγάββρο, είναι έντονα σχιστοποιημένη και αποτελεί μία ζώνη μετασωματικής αντίδρασης.

– **Γρανάτες** βρέθηκαν στον κροσσιτικό-σπεςσαρτινικό σχιστόλιθο της ενότητας Όχης κοντά στην επαφή με τα υποκείμενα υπερβασικά, καθώς και στα μεταίζηματα του μεταοφιολιθικού mélange. Ο **σπεςσαρτίνης** είναι η πλούσια σε Mn ποικιλία του γρανάτη και δεν είναι τυχαίο που ο κροσσιτικό-σπεςσαρτινικός σχιστόλιθος απαντάται συνπτυχωμένος με τους πιεμοντιτικούς σχιστόλιθους και τον πυροξενικό χαλαζίτη. Παρόμοια κατάσταση έχει αναφερθεί και στο νησί της Άνδρου, με τα Fe-Mn-ούχα μεταίζηματα να αποτελούνται από χαλαζίτες ή σχιστόλιθους πλούσιους σε σπεςσαρτίνη, πιεμοντίτη και Na-ούχο πυρόξενο (Reinecke et al., 1985).

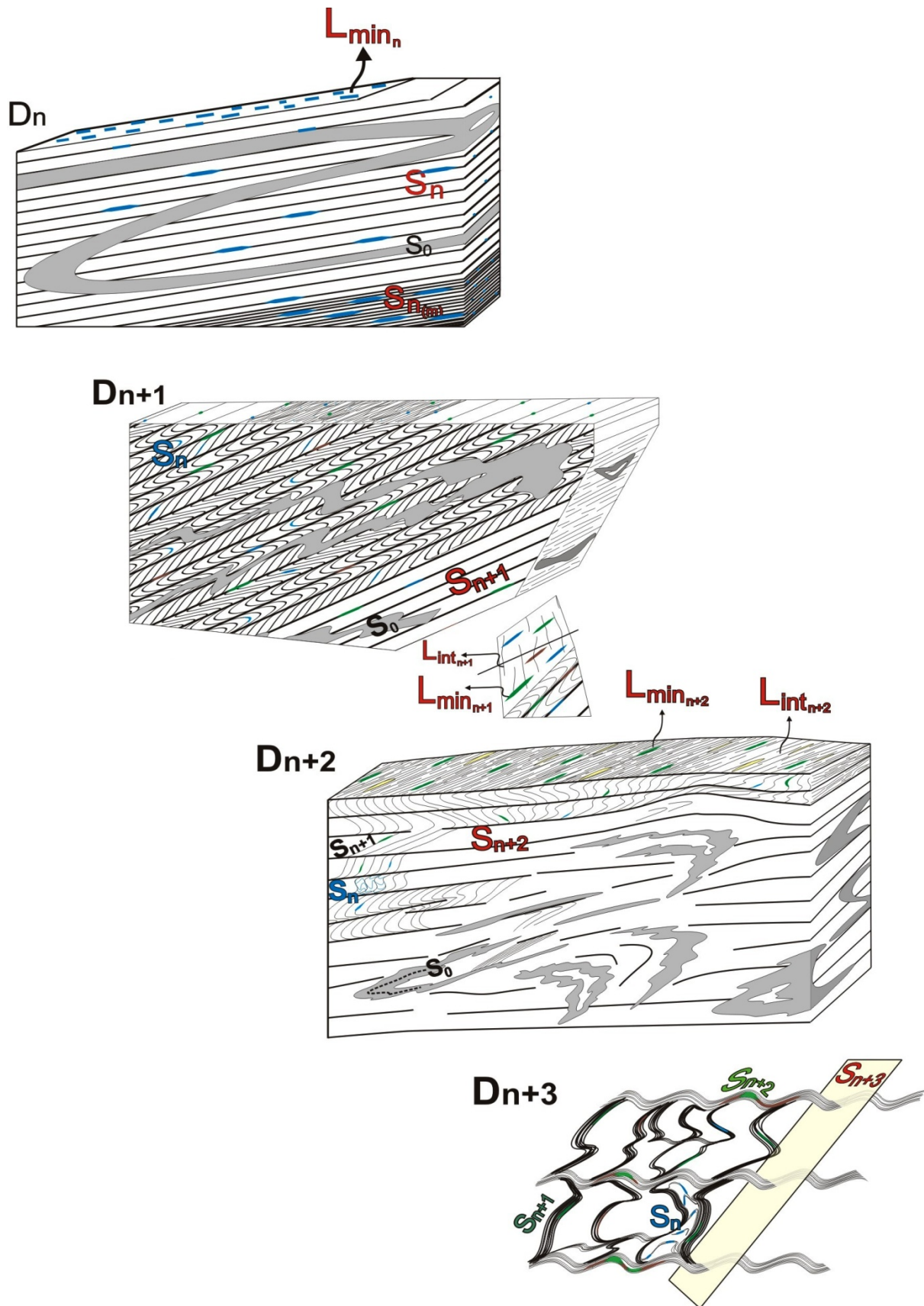
● Όπως αναλύθηκε εκτενώς στο προηγούμενο κεφάλαιο, προέκυψαν συνολικά **πέντε (5) παραμορφωτικές φάσεις που επηρεάζουν σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό το σύνολο των λιθολογιών της περιοχής μελέτης**. Στον Πίνακα 5.1 παρουσιάζονται συνοπτικά οι κυριότερες τεκτονικές δομές που απαντώνται στην κάθε φάση, καθώς και οι συνθήκες μεταμόρφωσης κάτω από τις οποίες αυτές έλαβαν χώρα, ενώ στην **εικόνα 5.1** παρατίθενται σχηματικά οι κυρίαρχες τεκτονικές δομές κάθε παραμορφωτικής φάσης, όπως αυτές αποτυπώνονται πάνω στις λιθολογίες και, κυρίως, στους σχιστολιθικούς σχηματισμούς.

Αντιπαραθέτοντας τα παραπάνω ευρήματα με τα αντίστοιχα των Ring et al., (2007) (βλ. Κεφ. 1) προκύπτουν οι εξής διαφορές: Οι Ring et al. (2007) αναγνωρίζουν συνολικά τέσσερις (4) παραμορφωτικές φάσεις, με την πρώτη (D1) να αναπτύσσεται σε συνθήκες επιδοιτιτικής-κυανοσχιστολιθικής μεταμόρφωσης και τη δεύτερη (D2) σε πρασινοσχιστολιθικές. Αναφέρουν κάποιες ενδιάμεσες των D1 και D2 μεταβατικές δομές, χωρίς όμως να θεωρούν πως πρόκειται ουσιαστικά για μία ξεχωριστή παραμορφωτική φάση. Επιπλέον, δεν γίνεται πουθενά αναφορά για μυλονιτικά πετρώματα που να αναπτύχθηκαν κάτω από συνθήκες μεταμόρφωσης κυανοσχιστολιθικής φάσης, δηλαδή κατά την D1. Αντίθετα, όλες οι μυλονιτικές ζώνες συσχετίζονται με πρασινοσχιστολιθικές συνθήκες και αφορούν τη φάση D2 ή/και μεταγενέστερες αυτής. Επιπρόσθετα, όλες οι γραμμώσεις (STR1, STR2, STR3) διατηρούν σταθερή διεύθυνση ABA-ΔΝΔ, ανεξάρτητα από το παραμορφωτικό επεισόδιο στο οποίο ανήκουν.

Τέλος, αξίζει να τονιστεί πως στην περιοχή μελέτης δεν απαντήθηκε πουθενά ρηξιγενής επιφάνεια που θα μπορούσε να αντιστοιχεί στο μεγάλο νεοτεκτονικό ρήγμα που αναφέρουν οι παραπάνω μελετητές. Ωστόσο, η παρουσία γραμμικά ενεργών κατολισθήσεων στα ΒΔ πρηνή του όρους, καθώς και η ανάπτυξη του φαραγγιού του Δημοσάρη βόρεια (βλ. Κεφ. 1, εικ. 1.1), υποδηλώνουν έντονα φαινόμενα διάβρωσης που μπορεί να σχετίζονται με νεοτεκτονικές και ανοδικού τύπου κινήσεις.

Πίνακας 5.1

Παραμορφωτική φάση	Συνοδές ΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΔΟΜΕΣ
D_n	- Κυανοσχιστολιθική φάση μεταμόρφωσης (HP/LT) - Διαμπερής επιφάνεια σχισμού S_n $L(\min)_n$ από γλαυκοφανή - Πτυχές ισοκλινείς, διαρροϊκές, intrafolial, rootless, sheath ➡ Μυλονιτικές και υπερ-μυλονιτικές ζώνες ➡ Μυλονιτική φύλλωση $S(m)_n$
D_{n+1}	- Ενδιάμεση φάση μεταμόρφωσης (MP/LT) - Διαμπερής επιφάνεια σχιστότητας S_{n+1} $L(\min)_{n+1}$ από βιοτίτη και χλωρίτη διεύθυνσης ΔΒΔ-ΑΝΑ και $L(int)_{n+1}$ από διατομή - Πτυχές ισοκλινείς, ομοειδείς, ασύμμετρες, intrafolial, rootless, sheath
D_{n+2}	- Πρασινοσχιστολιθική φάση μεταμόρφωσης (LT/LP) - Κύρια διαμπερής επιφάνεια σχιστότητας S_{n+2} $L(\min)_{n+2}$ από χλωρίτη, micas, χαλαζία, αλβίτη, ακτινόλιθου διεύθυνσης ΔΝΔ-ΑΒΑ και $L(int)_{n+2}$ από διατομή - Πτυχές ισοκλινείς, intrafolial, rootless, sheath ➡ Μυλονιτικές ζώνες, μυλονιτική στρωμάτωση $S(m)_{n+2}$ ➡ Διεύθυνση διάτμησης top-to-the-NE
D_{n+3}	- Χαμηλού βαθμού μεταμόρφωση - ανακρυστάλλωση - Διαμπερής επιφάνεια σχισμού S_{n+3} $L(int)_{n+3}$ από διατομή και $L(cren)_{n+3}$ από μικροπτύχωση - Ημι-ανεστραμμένες πτυχές μεγάλης κλίμακας, ανοιχτές έως κλειστές, γωνιώδεις, box, kinks - Συζυγή συστήματα λοξοζωνικών πτυχών ΒΒΑ-ΝΝΔ και ΒΔ-ΝΑ
D_{n+4}	- Θραυστιγενής παραμόρφωση - Συζυγή συστήματα διακλάσεων ΒΒΑ-ΝΝΔ, ΒΔ-ΝΑ - Ρήγματα



Εικόνα 5.1. Οι κυριότερες τεκτονικές δομές κάθε παραμορφωτικής φάσης, όπως αποτυπώνονται στους σχιστολιθικούς σχηματισμούς των ενοτήτων Στύρων και Όχης και στα μεταϊζήματα του μεταοφιολιθικού συμπλέγματος. Οι τρεις πρώτες ($D_n - D_{n+1} - D_{n+2}$) αφορούν παραμόρφωση σε πλαστικο-ροϊκές συνθήκες, η D_{n+3} σε πλαστικο-θραυσιγενείς, ενώ η D_{n+4} που δεν απεικονίζεται εδώ, αφορά δομές καθαρά θραυσιγενοίς παραμόρφωσης με διακλάσεις και ρήγματα.

• Οι ορυκτολογικές παραγενέσεις που χαρακτηρίζουν κάθε λιθολογία συχνά αντικατοπτρίζουν το βαθμό που αυτή επηρεάστηκε από ένα μεταμορφικό ή/και παραμορφωτικό γεγονός. Στον **Πίνακα 5.2** παρατίθενται οι ορυκτολογικές παραγενέσεις ή τα κυρίαρχα ορυκτά που χαρακτηρίζουν κάθε συν-μεταμορφικό παραμορφωτικό γεγονός, για κάθε λιθολογία χωριστά.

• Το ορυκτολογικό άθροισμα

Na-ούχος αμφίβολος + λωζονίτης

δεν αναφέρεται στον Πίνακα, καθώς θεωρείται ότι αντιστοιχεί σε μία **πρόδρομη μεταμορφική φάση (λωζονιτική-κυανοσχιστολιθική)**, η οποία **ενδεχομένως να σχετίζεται με ένα παραμορφωτικό γεγονός προγενέστερο του D_n**.

• Είναι αξιοσημείωτη η **παρουσία κυανών αμφίβολων και στις δύο ενότητες Στύρων και Όχης**, με τη διαφορά ότι **στην Όχη απαντώνται με μεγαλύτερη συχνότητα**. Οι Na-ούχοι αμφίβολοι είναι άφθονοι και στα πετρώματα του μεταοφιολιθικού mélange και κυρίως στα μεταβασικά του, κάτι το οποίο παρατηρήθηκε **και** στα μεταβασικά πετρώματα της ενότητας Όχης. Όσον αφορά τις παραγενέσεις των επόμενων παραμορφωτικών φάσεων, είναι σε γενικές γραμμές κοινές, με τους χλωρίτη + αλβίτη + φεγγίτη + επίδοτο να κυριαρχούν σε όλες σχεδόν τις λιθολογίες.

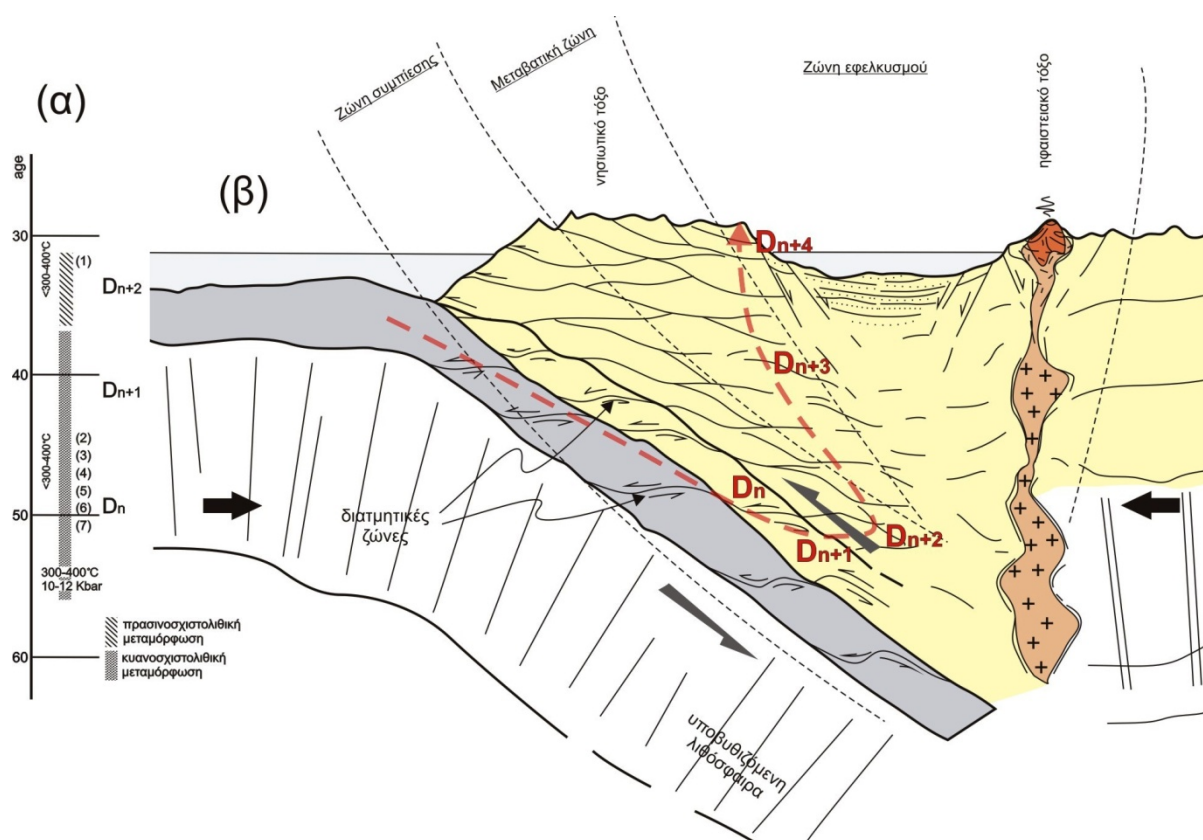
• Η μόνη διαφορά που παρατηρείται είναι πως **στην ενότητα των Στύρων δεν απαντήθηκε πουθενά πουμπελλυίτης και σπεςσαρτίνης, παρουσιάζοντας γενικότερα πιο απλές (από άποψη ορυκτολογική) λιθολογίες**.

Πίνακας 5.2

Ενότητα	Λιθολογία	D _n , M1	D _{n+1}	D _{n+2} , M2	D _{n+3}
Στύρων	Μάρμαρα	gln-phg	chl-phg±bt	chl-phg-alb	
	Σχιστόλιθοι	gln-phg-epd	chl-phg±bt	chl-phg-alb-epd±act	Wmca
Όχης	Μάρμαρα	phg	chl-phg	chl-phg-Wmca	
	Σχιστόλιθοι	gln-phg	chl-phg-bt	chl-phg-alb-epd±act±pmp±sps	Wmca
	Μεταβασικά	gln-phg-epd	chl-phg-bt	chl-phg-alb-epd	
Μεταοφιολιθικό σύμπλεγμα	Μεταβασικά	gln-phg-omp-epd	chl-phg-bt-epd	chl-phg-alb-epd-act±pmp	
	Υπερβασικά	di-atg-tr		chl	
	Μεταϊζηήματα	gln-phg-epd	chl-bt	chl-phg-alb-epd±act(±sps)	Wmca

● Στο σχήμα της **εικόνας 5.2β** παρουσιάζεται η κατά προσέγγιση τοποθέτηση των παραμορφωτικών φάσεων της περιοχής μελέτης στον χώρο, σε σχηματική εγκάρσια τομή του ορογενετικού τόξου. Προτείνεται λοιπόν μία αλληλουχία τεκτονικών ορόφων και σχετικής θέσης στο τόξο, όπου διαπιστώνεται και εδώ ο προοδευτικός χαρακτήρας της παραμόρφωσης, ενώ ταυτόχρονα δικαιολογούνται και οι αντίστοιχες μεταμορφικές συνθήκες. Η εν λόγω σύνθεση και πορεία των πετρωμάτων της περιοχής μελέτης προκύπτει από τη σχέση των τεκτονικών δομών με τη μεταμόρφωση, όπως αυτή διαπιστώθηκε από παρατηρήσεις υπαίθρου, πετρογραφικά στοιχεία και ορυκτοχημικές αναλύσεις, καλύπτοντας όλες τις κλίμακες παρατήρησης.

Η συσχέτιση των παραμορφωτικών γεγονότων με ραδιοχρονολογικά δεδομένα παρουσιάζεται στο **σχήμα α** της ίδιας εικόνας (**εικ. 5.2α**), έτσι ώστε να δίνεται μία ολοκληρωμένη εικόνα της σύνθετης τεκτονομεταμορφικής πορείας και εξέλιξης των πετρωμάτων της περιοχής κατά τη διάρκεια (κυρίως) ανόδου από τους βαθύτερους στους ανώτερους τεκτονικούς ορόφους.

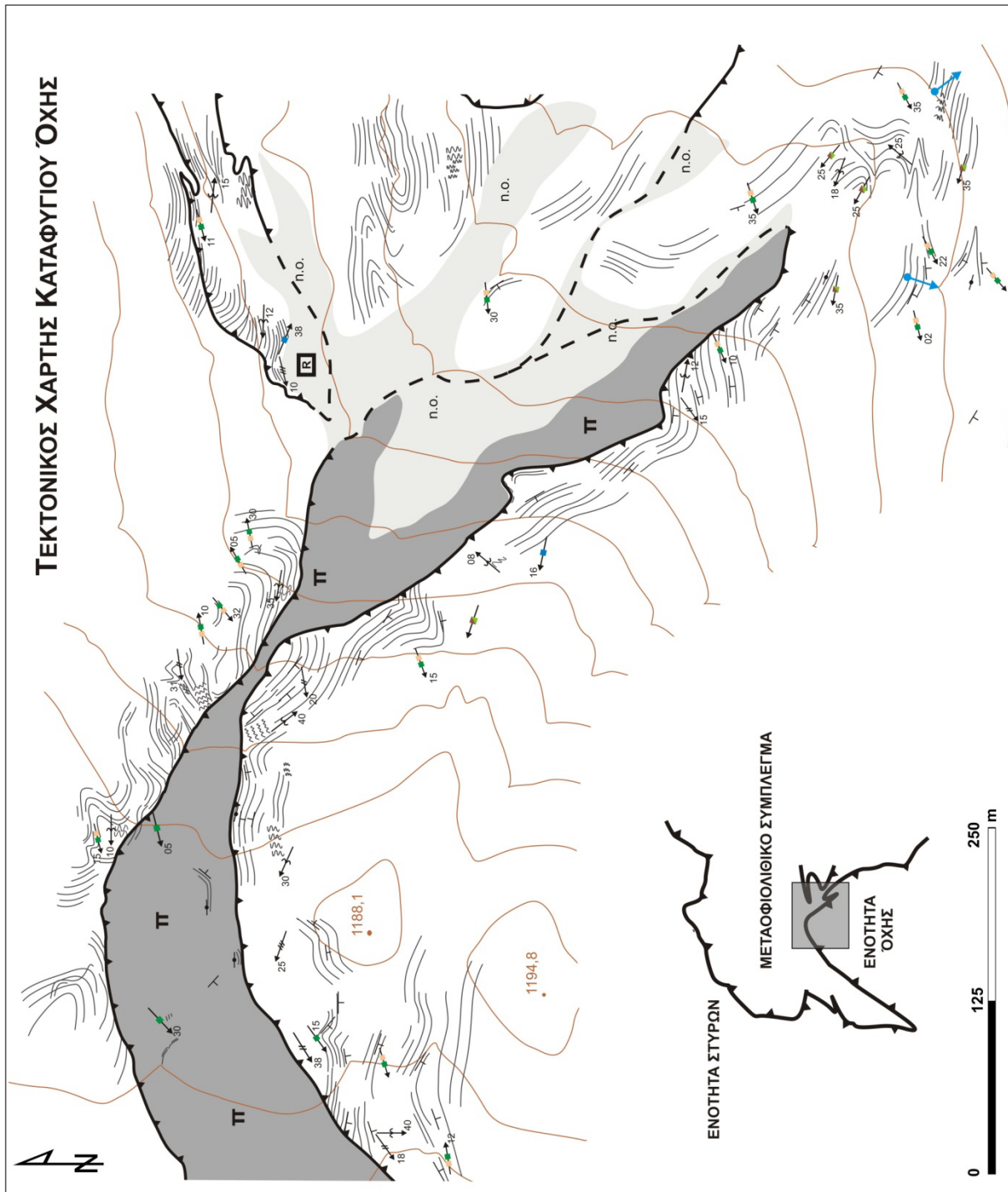


Εικόνα 5.2. (α) Συνοπτική συνθετική στήλη χρονολογήσεων των μεταμορφικών γεγονότων της Νότιας Εύβοιας (από van Hinsbergen et al., 2005) και των αντίστοιχων παραμορφωτικών γεγονότων της περιοχής μελέτης. 1) Ring & Layer, 2003, 2) Bonneau & Kienast, 1982, 3) Klein-Helmkamp et al., 1995, 4) Lensky et al., 1997, 5) Maluski et al., 1981, 6) Reinecke, 1986, 7) Shaked et al., 2000. **(β)** Σχηματική εγκάρσια τομή του ορογενετικού τόξου (τροποποιημένο από Παπανικολάου & Καροτσιέρης, 2005), όπου σημειώνεται η πορεία υποβύθισης και ανόδου των πετρωμάτων της περιοχής μελέτης και η αντίστοιχη παραμορφωτική τους εξέλιξη.

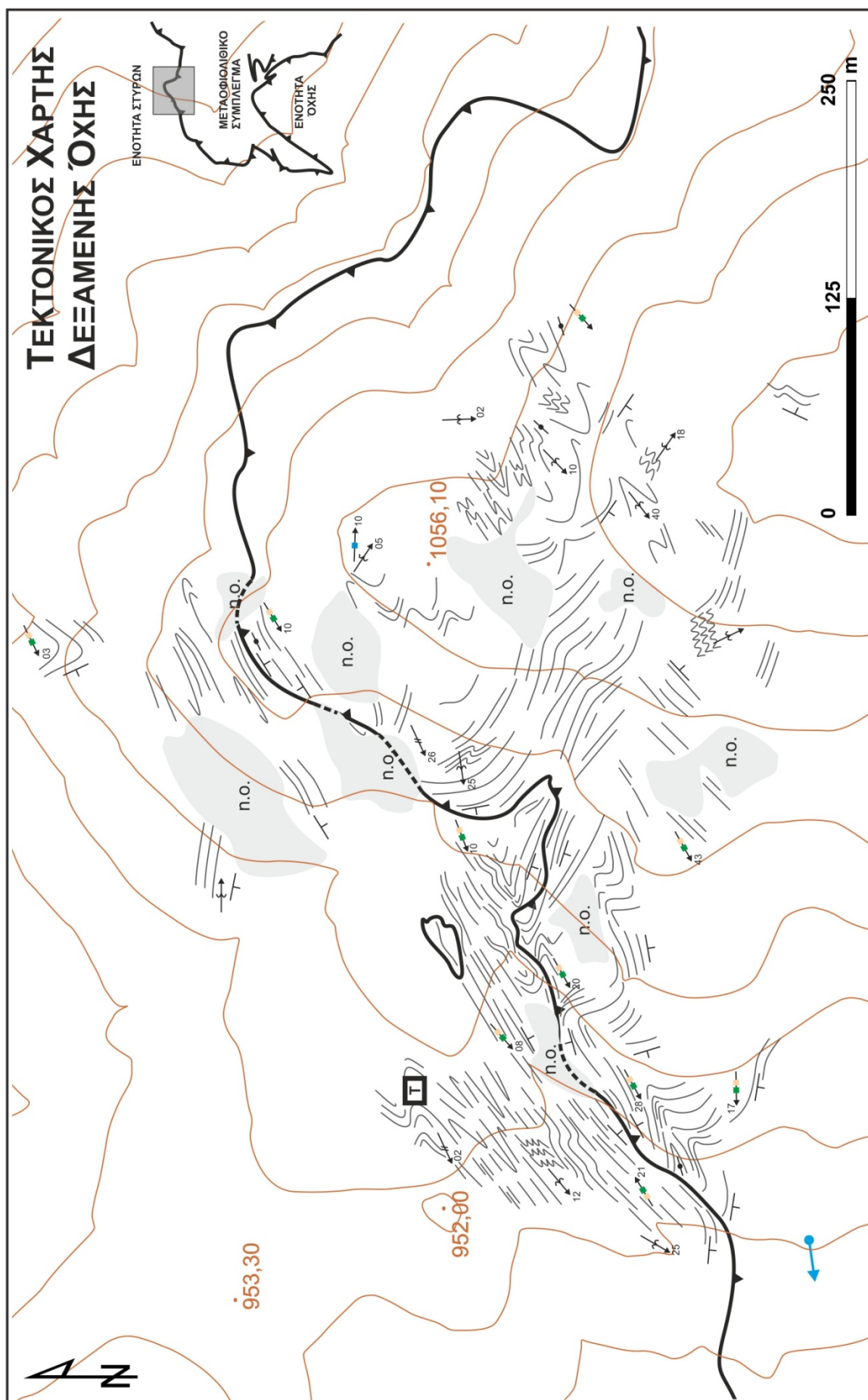
● Από τη γεωλογική χαρτογράφηση τριών αντιπροσωπευτικών τμημάτων της περιοχής μελέτης σε κλίμακα 1:2.000, προέκυψαν αντίστοιχα τρεις τεκτονικοί χάρτες (**εικ. 5.3, 5.4, 5.5**). Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στα τεκτονικά στοιχεία που αφορούν τη σχιστότητα και τη γράμμωση και πώς αυτά μπορεί να διαφοροποιούνται ως προς το είδος, τον

προσανατολισμό ή/και την ένταση εκατέρωθεν των τεκτονικών επαφών. Το υπόμνημα και για τους τρεις παραπάνω χάρτες παρατίθεται στον **Πίνακα 5.3**.

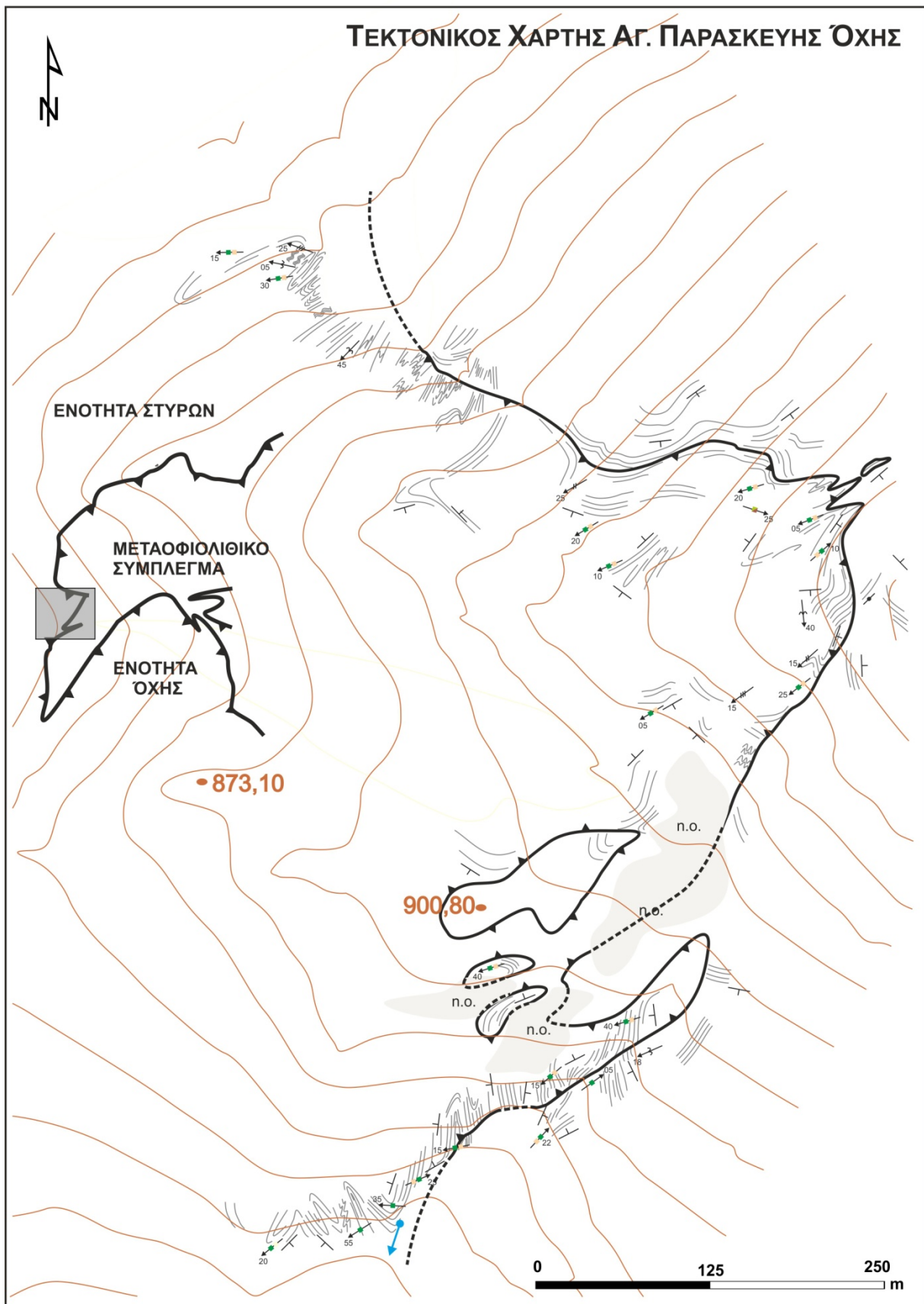
Παρατηρώντας λοιπόν και τους τρεις χάρτες, προκύπτει πως **οι τεκτονικές δομές διαφοροποιούνται σε ελάχιστο βαθμό ή και καθόλου** εκατέρωθεν των επαφών, με τη **σχιστότητα να επηρεάζει το σύνολο των λιθολογιών σαν "πακέτο"** και τα διάφορα είδη των γραμμώσεων να **διατηρούν σταθερό προσανατολισμό**. Οι μικρές διαφορές που απαντώνται κατά θέσεις ενδέχεται να οφείλονται κυρίως στον ιδιαίτερο τρόπο που "αποτυπώνονται" οι τεκτονικές δομές σε διαφορετικής πλαστικότητας λιθολογίες.



Εικόνα 5.3. Τεκτονικός χάρτης περιοχής Καταφυγίου. Υπόμνημα στον **Πίνακα 4.3**



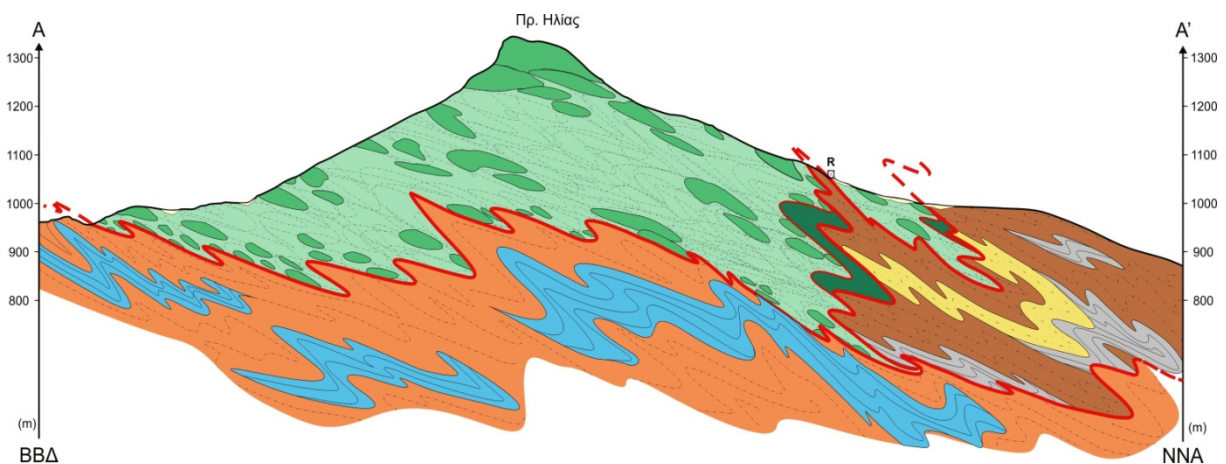
Εικόνα 5.4. Τεκτονικός χάρτης περιοχής Δεξαμενής. Υπόμνημα στον Πίνακα 4.3



Εικόνα 5.5. Τεκτονικός χάρτης περιοχής Αγίας Παρασκευής. Υπόμνημα στον Πίνακα 4.3

Πίνακας 5.3. Υπόμνημα Τεκτονικών Χαρτών εικόνων 5.3, 5.4 και 5.5.

18	Γράμμωση οрукτολογική D_n		Παράταξη επιφάνειας σχιστότητας
22	Γράμμωση οрукτολογική D_{n+1}		Φορά μέγιστης κλίσης επιφάνειας σχιστότητας
18	Γράμμωση οрукτολογική D_{n+2}		Κατακόρυφες επιφάνειες σχιστότητας
35	Γράμμωση οрукτολογικού αθροίσματος D_{n+2}		Τεκτονική επαφή και πιθανή προέκτασή της
10	Γράμμωση από διατομή D_{n+2}		Πηγή
10	Γράμμωση από διατομή D_{n+3}		Ορειβατικό Καταφύγιο
15	Γράμμωση από μικροπτύχωση D_{n+3}		Δεξαμενή νερού
		n.o.	No Outcrop



Εικόνα 5.6. Γεωλογική τομή AA', διεύθυνσης BBD-NNA (βλ. Γεωλογικό χάρτη Όρους Όχη, κλίμακας 1:10.000). Οι γραμμές κόκκινου χρώματος αποτελούν τις τεκτονικές επαφές μεταξύ των ενοτήτων Στύρων, Όχης και του μεταοφιολιθικού μέlange, πτυχωμένες πλέον μέσα από την κοινή τεκτονομεταμορφική πορεία και εξέλιξη της περιοχής, ήδη από την D_n παραμορφωτική φάση.

• Στη γεωλογική τομή διεύθυνσης BBD-NNA (βλ. Γεωλογικό Χάρτη Όρους Όχη, κλίμακας 1:10.000, τομή AA'), της εικόνας 5.6 απεικονίζεται η συνπτύχωση των ενοτήτων Στύρων, Όχης και μεταοφιολιθικού μέlange, καθώς και οι πτυχωμένες τεκτονικές επαφές μεταξύ τους. Υποδηλώνεται κατ'αυτό τον τρόπο η κοινή τεκτονομεταμορφική τους εξέλιξη τουλάχιστον από την D_n φάση και μετά, με τις τεκτονικές επαφές να έχουν επηρεαστεί και πτυχωθεί από όλα τα μεταγενέστερα πτυχογόνα παραμορφωτικά γεγονότα.

• Συνοψίζοντας τα παραπάνω συμπεράσματα, προκύπτει πως η **ενότητα Στύρων, η ενότητα Όχης και το μεταοφιολιθικό σύμπλεγμα έχουν κοινή παραμορφωτική και μεταμορφική πορεία τουλάχιστον από τη φάση D_n και μετά**. Με άλλα λόγια, οι όμοιες οрукτολογικές παραγενέσεις και η κοινή αλληλουχία των τεκτονικών δομών, υποδηλώνουν την κοινή πορεία και εξέλιξη της περιοχής, ήδη από τα βάθη μεταμόρφωσης κυανοσχιστολιθικών συνθηκών.

Η άποψη αυτή έρχεται σε αντίθεση με τους Ring et al. (2007) και Xypolias et al. (2010), οι οποίοι υποστηρίζουν πως: «....οι κύριες κινήσεις κατά την επώθηση του

καλύμματος της Όχης πάνω στο κάλυμμα των Στύρων πραγματοποιήθηκαν σε συνθήκες πρασινοσχιστολιθικής μεταμόρφωσης, ενώ μικρότερες υπολειμματικές διατμητικές ζώνες στη βάση της επώθησης διατηρούν λεπτόκοκκες παραγενέσεις υψηλών πιέσεων.....κατω-Ολιγοκαινικές ηλικίες (30–35 Ma, Maluski et al., 1981) που προσδιορίστηκαν σε γλαυκοφανιτικά πετρώματα της ενότητας Όχης, σε συνδυασμό με τα παραπάνω, υποδηλώνουν πως η πρώιμη επώθηση της Όχης πραγματοποιήθηκε κάποια στιγμή μετά τη μεταμόρφωση υψηλών πιέσεων του Ηωκαίνου (40-50 Ma)».

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Albee A.L., 1962. Relationships between the mineral association, chemical composition and physical properties of the chlorite series. *Am. Mineral*, 47, pp. 851-870.
2. Altherr R., Schliestedt M., Okrusch M. et al., 1979. Geochronolgy of high pressure rocks on Sifnos (Cyclades, Greece). *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 70, pp. 245–255.
3. Ανδρονόπουλος Β., 1962. Γεωλογική κατασκευή της Νοτίου Εύβοιας Γεωλ. Γεωφ. Μελέται Ι.Γ.Ε.Υ., VII, No 4.
4. Avigad D. & Garfunkel Z., 1991. Uplift and exhumation of high-pressure metamorphic terrains: the example of the Cycladic blueschist belt (Aegean Sea). *Tectonophysics*, 188, pp. 357–372.
5. Avigad D., Matthews A., Evans B.W. & Garfunkel Z., 1992. Cooling during the exhumation of a blueschist terrane: Sifnos (Cyclades), Greece. *European Journal of Mineralogy*, 4, pp. 619–634.
6. Avigad D., Garfunkel Z., Jolivet L. & Azanön J.M., 1997. Back arc extension and denudation of Mediterranean eclogites. *Tectonics*, 16, pp. 924–941.
7. Ballèvre M. & Lagabrielle Y., 1994. Garnet in blueschist-facies marbles from the Queyras Unit (Western Alps)-Its occurrence and its significance. *Schweizerische Mineralogisch-Petrographische Mitteilung* 74, pp. 203-212.
8. Baltatzis E., 1996. Blueschist-to-greenschist transition and the P–T path of prasinites from the Lavrion area, Greece. *Min. Mag.*, 60, pp. 551–561.
9. Bavay P. & Romain-Bavay D., 1980. L'unité de Styra-Ochi: un ensemble métamorphique de type schistes bleus d'âge alpin dans le massif d'Attique-Cyclades (Eubée du Sud, Grece). *Theses 3e cycle*, Université de Paris-Sud, Paris, pp. 370.
10. Bird D.K., Cho M., Janik C., Liou J. & Caruso L.J., 1988. Compositional order/disorder and stable isotope characteristics of Al-Fe epidote, State 2-14 drill hole, Salton Sea geothermal system. *Journal of Geophysical Research*, 93, No B11, pp. 13,135 – 13, 144.
11. Blake M.C., Bonneau M., Geyssant J., Kienast J. R., Lepvrier C., Maluski H. & Papanikolaou D., 1981. A geologic reconnaissance of the Cycladic blueschist belt, Greece. *Geological Society Q5 of America Bulletin*, 192, pp. 247–254.
12. Bonneau M. & Kienast J.R., 1982. Subduction, collision et schistes bleus: l'exemple de l'Egée (Grèce). *Bulletin de la Société Géologique de France*, 7, pp. 785–792.
13. Bröcker M., 1990. Blueschist-to-greenschist transition in metabasites from Tinos Island (Cyclades, Greece): compositional control or fluid infiltration. *Lithos*, 25, pp. 25–39.
14. Bröcker M., Kreuzer A., Matthews A. & Okrusch M., 1993. ⁴⁰Ar/³⁹Ar and oxygen isotope studies of poly-metamorphism from Tinos Island, Cycladic blueschist belt, Greece. *Journal of Metamorphic Geology*, 11, pp. 223–240.
15. Bröcker M. & Enders M., 1999. U–Pb zircon geochronology of unusual eclogite-facies rocks from Syros and Tinos (Cyclades, Greece). *Geological Magazine*, 136, pp. 111–118.
16. Bröcker M., Bieling D., Hacker B. & Gans P., 2004. High-Si phengite records the time of greenschist facies overprinting: implications for models suggesting mega-detachments in the Aegean Sea. *Journal of Metamorphic Geology*, 22, pp. 427–442.
17. Brunn J., 1956. Contribution a étude Géologique du Pinde Septentrional et d'une partie de la Macédoine Occidental. *Ann. Geol. Pays Hellen.*, 7, pp. 1-358.

18. Cobbold P.R., Grosgrrove J.W. & Summers J.M., 1971. Development of internal structures in deformed anisotropic rocks. *Tectonophysics*, **12**, pp. 23–53.
19. Coombs D.S., Nakamura Y. & Vuagnat M., 1976. Pumpellyite-actinolite facies schists of the Taveyanne Formation near Loèche, Valais, Switzerland. *Journal of Petrology*, **17**, pp. 440-471.
20. Deer W.A., Howie R.A. & Zussman J., 1992. An introduction to the rock forming minerals. 2nd ed., Longman Group Ltd., London.
21. Dewey J.F., 1965. Nature and origin of kink-bands: *Tectonophysics*, **1**, pp. 459-494.
22. Dixon J.E. & Ridley J., 1987. Syros. In: HELGESON H.C. (ed.) *Chemical Transport in Metasomatic Processes*. NATO ASI Series, pp. 489–501.
23. Doutsos T. & Kokkalas S., 2001. Stress and deformation patterns in the Aegean region. *Journal of Structural Geology*, **23**, pp. 455–472.
24. Dubois R. & Bignot G., 1979. Presence d'un "hard ground" nummulitique au de la serie cretacee d'Almyropotamos (Eubee meridionale, Grece). Paris, Academie des Sciences Comptes Rendus, **289**, pp. 993-995.
25. Dürr S., Altherr R., Keller J., Okrusch M. & Seidel E., 1978. The median Aegean crystalline belt: stratigraphy, structure, metamorphism, magmatism. In: *Alps, Appenines, Hellenides* (eds Closs H., Roeder D.H. & Schmidt K.), pp. 455–477. Inter-Union Commission on Geodynamics (I.U.G.S.) Report 38, Schweizerbart, Stuttgart.
26. England P.C. & Thompson A.B., 1984. Pressure–temperature–time paths of regional metamorphism I. Heat transfer during the evolution of regions of thickened continental crust. *Journal of Petrology*, **25**, pp. 894–928.
27. Evans B.W., 1990. Phase relations of epidote-blueschists. *Lithos*, **25**, pp. 3–23.
28. Fletcher C., Greenwood H., 1979. Metamorphism and structure of Penfold Creek area, near Quesnel Lake, British-Columbia. *J. Petrol.*, **20**, No 4, pp. 743-794.
29. Fossen H., 2010. *Structural Geology*, pp. 276, 302.
30. Gautier P. & Brun J.P., 1994. Crustal-scale geometry and kinematics of late-orogenic extension in the central Aegean (Cyclades and Evvia Island). *Tectonophysics*, **238**, pp. 399–424.
31. Guidotti C.V., 1978. Compositional variation of muscovite in medium- to high-grade metapelites of Northwestern Maine. *Amer. Min.*, **63**, pp. 878-884.
32. Guidotti C.V., 1984. Micas in metamorphic rocks. In: SW Bailey (ed), *Micas*. *Rev. Mineral.*, **13**, pp. 357-467.
33. Guidotti C.V., Sassi F.P., Sassi R., & Blencoe J.G., 1994. The effect of ferromagnesian components on the paragonite-muscovite solvus: a semiquantitative analysis based on chemical data for natural paragonite-muscovite pairs. *Journal of Metamorphic Geology*, **12**, No 6, pp. 779-788.
34. Hanmer S., 1984. Strain-insensitive foliations in polymineralic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **21**, pp. 1410-1414.
35. Hanmer S., 1986. Asymmetrical pull-aparts and foliation fish as kinematic indicators. *Journal of Struct. Geol.*, v. 8, pp. 111-115, 117-122.
36. Hey M.H., 1954. A new review of chlorites. *Mineralogical Magazine*, **30**. Pp. 277-292.
37. Holdaway M., 1971. Stability of andalusite and the aluminum silicate phase diagram. *Amer. Journal of Science*, **271**, pp. 97-131.
38. Jacobshagen V., 1986. *Geologie von Griechenland*. Borntraeger, Berlin.

39. Jolivet L., Faccenna C. & Piromallo C., 2009. From Mantle to crust: stretching the Mediterranean, *Earth Planet. Sci. Lett.* 285 (2009), pp. 198–209.
40. Jolivet L., Faccenna C., Goffé B., Burov E., and Agard P., 2003. Subduction tectonics and exhumation of high-pressure metamorphic rocks in the Mediterranean orogens: *American Journal of Science*, v. 303, pp. 353–409, doi: 10.2475/ajs.303.5.353.
41. Jolivet L., Rimmelé G., Oberhänsli R., Goffé B., Candan O., 2004a. Correlation of synorogenic tectonic and metamorphic events in the Cyclades, the Lycian Nappes and the Menderes massif, geodynamic implications. *Bull. Soc. Geol. Fr.* 175, pp. 217–238.
42. Jolivet L., Famin V., Mehl C., Parra T., Aubourg C., Hébert R., Philippot P., 2004b. Progressive strain localisation, boudinage and extensional metamorphic complexes, the Aegean Sea case. In: Whitney, D.L., Teyssier, C., Siddoway, C.S. (Eds.), *Gneiss Domes in Orogeny: Geological Society of America Special Paper*, vol. 380. Geological Society of America, Boulder, Colorado, pp. 185–210.
43. Jolivet L., Lecomte E., Huet B., Denele Y., Lacombe O., Labrousse L., Le Pourhiet L. & Mehl C., 2010. The North Cycladic detachment system, *Earth planet. Sci. Lett.*, 289, pp. 87–104.
44. Κατσικάτσος Γ., 1992. Γεωλογία της Ελλάδας, Πανεπιστήμιο Πάτρας.
45. Katsikatsos G., Mercier J., Végely P., 1977. Modèle actualistique de Hellénides. In DER COURT et al.: Réunion extraordinaire des Sociétés géologiques de France et de Grèce. *Bul. Soc. Géol. Grance*, VII, 19, pp. 83-85.
46. Katsikatsos G., 1979. La structure tectonique d'Attique et de l'île d'Eubée. *Proceed. VI Coll. Geol. Aegean Region*, Athens, 1977, 1, pp. 211-220.
47. Κατσικάτσος Γ., 1991a. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, Φύλλο Αλιβέρι, κλίμακα 1:50.000, Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.
48. Κατσικάτσος Γ., 1991b. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, Φύλλο Ραφήνα, κλίμακα 1:50.000, Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.
49. Katsikatsos G., Migiros G., Triantaphyllis M. & Mettos A., 1986. Geological structure of the internal Hellenides (E. Thessaly–SW Macedonia, Euboea–Attica–Northern Cyclades islands and Lesvos). *Geol. and Geoph. Res., Special Issue*, I.G.M.E., pp. 191–212.
50. Katzir Y., Avigad D., Matthews A., Garfunkel Z. & Evans B.W., 2000. Origin, HP/LT metamorphism and cooling of ophiolitic mélanges in southern Evia (NW Cyclades), Greece. *Journal of Metamorphic Geology*, 18, pp. 699–718.
51. Katzir Y., Garfunkel Z., Avigad D. & Matthews A., 2007. The geodynamic evolution of the Alpine orogen in the Cyclades (Aegean Sea, Greece): insights from diverse origins and modes of emplacement of ultramafic rocks. *Geological Society of London, Special Publications*, v. 291, pp. 17-40.
52. Kessel G., 1990. Untersuchungen zur Deformation und Metamorphose in Attischen Krystallin, Griechenland. *Berliner Geowissenschaftlicher Abhandlungen*, A126, pp. 1–150.
53. Klein-Helmkamp U., Reinecke T. & Stöckhert B., 1995. The aragonite–calcite transition in LT -HP metamorphic carbonatic rocks from S-Evia, Greece: the microstructural and compositional record. *Bochumer Geologische und Geotechnische Arbeiten*, 44, pp. 78–83.
54. Kokkalas S., Xypolias P., Koukouvelas I. & Doutsos T., 2006. Post-collisional contractional and extensional deformation in the Aegean region. In: Dilek Y. & Pavlides S. (eds) *Post-Collisional Tectonics & Magmatism in the Eastern Mediterranean Region*. *Geol. Soc. of America, Special Paper*, 409, pp. 97–123.
55. Leake, B.E., Woolley, A.R., Arps, C.E.S., Birch, W.D., Gilbert, M.C., Grice, J.D., Hawthorne, F.C., Kato, A., Kisch, H.J., Krivovichev, V.G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J.A., Maresch, W.V., Nickel, E.H., Rock, N.M.S., Schumacher, J.C., Smith, D.C., Stephenson, N.C.N., Ungaretti, L.,

- Whittaker, E.J.W., and Youshi, G., 1997, Nomenclature of amphiboles: Report of the subcommittee on amphiboles of the International Mineralogical Association, Commission on new minerals and mineral names. *American Mineralogist*, v. 82, pp. 1019–1037.
56. Lensky N., Avigad D., Garfunkel Z. & Evans B.W., 1997. The tectono-metamorphic evolution of blueschists in south Evia, Hellenide orogenic belt (Greece). In: *Israel Geol. Soc. Annual Meeting 1997* (eds Sivan, D. et al.), pp. 66–67.
 57. Liou J.G. 1993. Synthesis and stability relations of epidote, $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{FeSi}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$. *Journal of Petrology*, 14, pp. 381–413.
 58. Λόζιος Σ., 1992-1993. Εισαγωγή στη Μικροτεκτονική. Πανεπιστ. Σημειώσεις, Ε.Κ.Π. Αθηνών.
 59. Λόζιος Σ., 1993. Τεκτονική ανάλυση μεταμορφωμένων σχηματισμών βορειοανατολικής Αττικής. Διδ. Διατρ. Ε.Κ.Π. Αθηνών.
 60. Maluski H., Vergely P., Bavay D., Bavay P. & Katsikatos G., 1981. $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ dating of glaucophanes and phengites in Southern Euboa (Greece), geodynamic implications. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 7, pp. 469–476.
 61. Massone H.J. & Schreyer W., 1987. Phengite geobarometry based on the limiting assemblage with K-feldspar, phlogopite and quartz. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 96, pp. 212–224.
 62. Matthews A. & Schliestedt M., 1984. Evolution of the blueschist and greenschist facies rocks of Sifnos, Cyclades, Greece. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 88, pp. 150–163.
 63. Mevel C., Caby R. & Kienast JR., 1978. Amphibolite facies conditions in the oceanic crust: example of amphibolitized flaser-gabbro and amphibolites from the Chenaillet Ophiolite Massif (Hautes Alpes, France). *Earth and Planetary Science Letters*, 39, pp. 98–108.
 64. Miyashiro A. & Seki Y., 1958b. Enlargement of the composition field of epidote and piemontite with rising temperature. *Amer. Jour. Sci.*, 256, pp. 423–430.
 65. Morimoto M., Fabries J., Fergusson A.K., Ginzburg I.V., Ross M., Seifert F.A., Zussman J., Aoki K. & Gottard G., 1988. Nomenclature of pyroxenes. *Mineral. Mag.*, 52, oo. 535–550. Abstract-GEOBASE.
 66. Nicolas A. & Prinzhofer A., 1983. Cumulative or residual origin for the transition zone in ophiolites: structural evidence. *Journal of Petrology*, 24, pp. 188–206.
 67. Okay A.I., 1989. Alpine-Himalayan blueschists. *Annual Reviews in Earth and Planetary Sciences*, 17, pp. 55–87.
 68. Papanikolaou D., 1978. Contribution to the Geology of Aegean Sea. The island of Andros. *Ann. Géol. Pays Hellén.*, 29/2, pp. 477–553.
 69. Papanikolaou D., 1984. The three metamorphic belts of the Hellenides: a review and a kinematic interpretation. *Spec. Publ. Geol. Soc. London*, 17, pp. 551–561.
 70. Papanikolaou D., 1986. Late Cretaceous paleogeography of the metamorphic Hellenides. *I.G.M.E, Geol. And Geogr. Research, special issue*, pp. 315–328.
 71. Papanikolaou D., 1986b. The Medial Tectonometamorphic Belt of the Hellenides. *Bull. Geol. Soc. Greece*, 20/1, pp. 101–120.
 72. Papanikolaou D., 1987. Tectonic evolution of the Cycladic blueschist belt (Aegean Sea, Greece). In: Helgeson H.C. (ed.) *Chemical Transport in Metasomatic Processes*. NATO ASI Series, Q9, pp. 429–450.
 73. Παπανικολάου Δ., 1988. Η Ενδιάμεση Τεκτονοστρωματογραφική Ζώνη των Ελληνίδων. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., τομ. XX, σελ. 101–120.

74. Παπανικολάου Δ. & Καροτσιέρης Ζ., 2005. Τεκτονική Γεωλογία. Πανεπ/κό σύγγραμμα Ε.Κ.Π. Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος, Τομέας Δυναμικής, Τεκτονικής και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας.
75. Papanikolaou D.J. & Royden L.H., 2007. Disruption of the Hellenic arc: Late Miocene extensional detachment faults and steep Pliocene-Quaternary normal faults – Or what happened at Corinth? *Tectonics*, 26, pTC5003.
76. Papanikolaou D., 2008. Timing of tectonic emplacement of the ophiolites and terrane paleogeography in the Hellenides. *Lithos*, v. 108, iss. 1-4, pp. 262-280.
77. Passaglia E. & Gottardi G., 1973. Crystal chemistry and nomenclature of pumpellyites and juldolites. *Canadian Mineralogist* 12, pp. 219-223.
78. Ramsay J.G., 1967. Folding and fracturing of rocks. McGraw-Hill, pp. 568.
79. Reinecke T., 1982. Cymrite and celsian in manganese-rich metamorphic rocks from Andros island, Greece. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 79, pp. 333–336.
80. Reinecke T., Okrusch M., Richter P., 1985. Geochemistry of ferromanganoan metasediments from the Island of Andros, Cycladic Blueschist Belt, Greece. *Chem. Geol.*, 53, pp. 249-278.
81. Reinecke T., 1986. Phase relationships of sursassite and other Mn-silicates in highly oxidized, high-pressure metamorphic rocks from Evvia and Andros Islands, Greece. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 94, pp. 110–126.
82. Renz C., 1940. Die Tektonik der griechischen Gebirge. *Prakt. Akad. Athinon*, 8, s. 1-171, Athen
83. Ridley J., 1984. Listric normal faulting and reconstruction of the synmetamorphic structural pile of the Cyclades. In: *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean* (eds Dixon, J.E. & Robertson A.H.F.), *Geol. Soc. Special Publications* 17, London, pp. 755–762.
84. Rieder M., Cavazzini G., Dyakonov Y.S., Frank-Kamenetskii G.G., Guggenheim S., Koval P.V., Muller G., Neiva A.M.R., Radoslovich E.W., Robert J-L., Sassi F.P., Takeda H., Weiss Z. & Wones D.R., 1998. Nomenclature of the Micas. *American Mineralogist*, 83, pp. 1366.
85. Ring U. & Layer P.W., 2003. High-pressure metamorphism in the Aegean, eastern Mediterranean: Underplating and exhumation from the Late Cretaceous until the Miocene to Recent above the retreating Hellenic subduction zone. *Tectonics*, 22(3), 1022, doi: 10.1029/2001TC001350.
86. Ring U., Glodny J., Will T. & Thomson S., 2007. An Oligocene extrusion wedge of blueschist-facies nappes on Evia, Aegean Sea, Greece: implications for the early exhumation of high-pressure rocks. *Journal of the Geological Society, London*, 164, pp. 637–652.
87. Schliestedt M. & Matthews A., 1987. Transformation of blueschist to greenschist facies rocks as a consequence of fluid infiltration, Sifnos (Cyclades), Greece. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 97, pp. 237–250.
88. Schliestedt M., Altherr R. & Matthews A., 1987. Evolution of the Cycladic crystalline complex: petrology, isotope geochemistry and geochronology. In: *Chemical Transport in Metasomatic Processes* (ed. Helgeson, H. C.), pp. 389–428. *NATO ASI Series*, Reidel, Dordrecht.
89. Schumacher J., Tonnsen R., Cheney J.T. & Brady J.B., 2000. Glaucophane marbles and associated high pressure rocks on the island Syros, Cyclades, Greece. *Geol. Soc. America, Abstracts with Programs*, 32, A114.
90. Schumacher J., Brady J., Cheney J. & Tonnsen R., 2008. Glaucophane-bearing Marbles on Syros, Greece. *Journal of Petrology*, 49, pp. 1667-1686.
91. Seki Y., 1958. Glaucophanitic regional metamorphism in the Kanto Mountains, central Japan. *Jap. J. Geol. Geog.*, 20, pp. 233-258.

92. Shaked Y., Avigad D. & Garfunkel Z., 2000. Alpine high-pressure metamorphism at the Almyropotamos window (Southern Evia, Greece). *Geological Magazine*, 137, pp. 367–380.
93. Shikazono N., 1984. Compositional variations in epidote from geothermal areas. *Geochemical Journal*, 18, pp. 181–187.
94. Siivola J. & Schmid R., 2007. A systematic nomenclature for metamorphic rocks: 12. List of mineral abbreviations. Recommendations by the IUGS Subcommission on the Systematics of Metamorphic Rocks. *Recommendations*, web version of 01.02.2007.
95. Smith A.G., 1993. Tectonic significance of the Hellenic–Dinaric ophiolites. In: Prichard H.M., Alabaster T., Harris N.B.W. & Neary C.R. (eds) *Magmatic Processes and Plate Tectonics*. Geological Society, London, Special Publications, 76, pp. 213–243.
96. Stauffer M.R., 1988. Fold interference structures and coaptation folds. *Tectonophysics*, 149, pp. 339–343.
97. Tomaschek F., Kennedy A., Villa I.M., Lagos M. & Ballhaus C., 2003. Zircons from Syros, Cyclades, Greece— recrystallization and mobilization of zircon during high-pressure metamorphism. *Journal of Petrology*, 44, pp. 1977–2002.
98. Török K., 1998. Magmatic and high-pressure metamorphic development of orthogneisses in the Sopron area, Eastern Alps (W-Hungary). *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen*, 173, pp. 63–91.
99. Van Hinsbergen D., Zachariasse W., Wortel M. & Meulenkaamp J., 2005a. Underthrusting and exhumation: a comparison between the External Hellenides and the ‘hot’ Cycladic and ‘cold’ South Aegean core complexes (Greece). *Tectonics*, 24, doi: 10.1029/2004TC001692.
100. Vergely P., 1984. *Tectoniques des ophiolites dans les Hellenides Internes (deformation, metamorphismes et phenomenes sedimentaires). Consequences sur l’évolution des regions Tethysiennes Occidentales*. These, Universite de Paris-Sud, Orsay.
101. Whitney D. & Evans B., 2010. Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, 95, pp. 185–187.
102. Wicks F.J. & Whittaker E.J.W., 1977. Serpentine textures and serpentization. *Canadian Mineralogist*, 15, pp. 459–488.
103. Xypolias P., Spanos D., Chatzaras V., Kokkalas S. & Koukouvelas I., 2010. Vorticity of flow in ductile thrust zones: examples from the Attico-Cycladic Massif (Internal Hellenides, Greece). *Geol. Soc. Of Lon., Sp. Publ.*, 335, pp. 687–714.
104. Xypolias P., Kokkalas S. & Skourlis K., 2003. Upward extrusion and subsequent transpression as a possible mechanism for the exhumation of HP/LT rocks in Evia Island (Aegean Sea, Greece). *Journal of Geodynamics*, 35, pp. 303–332.
105. Zane A. & Sassi R., 1998. New data on metamorphic chlorite as a petrogenetic indicator mineral, with special regard to greenschist-facies rocks. *Canadian Mineralogist*, 36, pp. 713–726.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Συντομογραφίες Ορυκτών Φάσεων

(Whitney & Evans, 2010, Siivola & Schmid, 2007)

Ab	(Albite) = Αλβίτης
Act	(Actinolite) = Ακτινόλιθος
Aeg	(Aegirine) = Αιγίρινης
Aln	(Allanite) = Αλλανίτης
Atg	(Antigorite) = Αντιγορίτης
Ap	(Apatite) = Απατίτης
Aug	(Augite) = Αυγίτης
Bt	(Biotite) = Βιοτίτης
Cal	(Calcite) = Ασβεστίτης
Chl	(Chlorite) = Χλωρίτης
Cen	(Clinoenstatite) = Κλινοενσταντίτης
Cpx	(Clinopyroxene) = Κλिनοπυρόξενος
Crt	(Crossite) = Κροσσίτης
Czo	(Clinozoisite) = Κλिनोजωισίτης
Di	(Diopside) = Διοψίδιος
Eck	(Eckermannite) = Εκκερμανίτης
Ep	(Epidote) = Επίδοτο
Fe-Chr	(Ferro-chromite) = Σιδηροχρωμίτης
Fgl	(Ferroglaucophane) = Σιδηρο-γλαυκοφανής
Ged	(Gedrite) = Γεδρίτης
Grt	(Garnet) = Γρανάτης
Gln	(Glaucophane) = Γλαυκοφανής
Hbl	(Hornblende) = Κεροστίλβη
Ilm	(Ilmenite) = Ιλμενίτης
Krs	(Kaersutite) = Κερσουτίτης
Lws	(Lawsonite) = Λωζονίτης
Lz	(Lizardite) = Λιζαρδίτης
Mag	(Magnetite) = Μαγνητίτης
Omp	(Omphacite) = Ομφακίτης
Op	(Opaque minerals) = Αδιαφανή ορυκτά
Phg	(Phengite) = Φεγγίτης
Pmt	(Piemontite) = Πιεμοντίτης
Pmp	(Pumpellyite) = Πουμπελλύίτης
Po	(Pyrrhotite) = Μαγνητοπυρίτης
Px	(Pyroxene) = Πυρόξενος
Py	(Pyrite) = Σιδηροπυρίτης
Qtz	(Quartz) = Χαλαζίας
Rt	(Rutile) = Ρουτίλιο
Rbk	(Riebeckite) = Ριεβεκίτης
Spl	(Spinel) = Σπινέλιος
Sps	(Spessartine) = Σπεςσαρτίνης
Srp	(Serpentine) = Σερπεντίνης
Tr	(Tremolite) = Τρεμολίτης
Ttn	(Titanite) = Τιτανίτης
Win	(Winchite) = Γουιντσίτης
Wmca	(White Mica) = Λευκός Μαρμαρυγίας
Zrn	(Zircon) = Ζιρκόνιο

Πίνακας Συντεταγμένων Χ- Υ (σε EGSA 87)
δειγμάτων ΣΕΜ

	δείγμα	POINT_X	POINT_Y
Ενότητα Όχης	4	541366,5	4207294
	49	540411,9	4211509
	30	540621,5	4211515
	50	542075,6	4208163
	51	542075,6	4208163
	110	540443,9	4211330
	115	540378,4	4211413
	132	x	x
	396	540752,7	4211045
Εν. Στύρων	38	540059,4	4212940
	92	540099,5	4213080
	94	538223,9	4211883
	95	537204	4211848
Μεταοφιολιθικό σύμπλεγμα	5	540723,9	4211324
	13	541380,1	4209996
	21	539106	4211118
	22	539508	4210936
	26	540133,9	4212964
	32	540929,1	4211399
	35	539051,4	4211756
	39	539180,6	4211914
	42	539201,3	4211923
	44	539173	4211910
	46	539173	4211910
	47	540671,1	4211444
	48	540449,6	4211509
	60	539120,2	4211116
	100	540466,3	4211431
	101	540466,3	4211431
	108	540323,2	4211593
	125	539036,6	4211679
	130	x	x

ΠΙΝΑΚΑΣ SEM

	δείγμα	λιθότυπος	περιοχή	Qtz	Phg	Wmca	Bt	Ab	Ep	Aln	Chl	Gln	Crt	Rbk	Eck	Act	Hbl	Tr	Krs	Win	Ged	Px	Cal	Srp	Grt	Ap	Pmp	Lws	Pmt	Ilm	Ttn	Rt	Mag	Po	Py	Zrn	Chr	Op	
Ενότητα Όχης	4	σχιστόλ.	south	x	x		x	x				x	x																		x	x							
	49	σχιστόλ.	ref	x	x	x		x			x	x															x				x								
	30	σχιστόλ.	ref	x	x				x			x	x	x							x										x								
	50	μεταβασικό	south	x	x		x	x		x	x				x																x					x			
	51	μεταβασικό	south	x	x		x	x					x	x													x				x					x			
	110	πυροξ. σχιστ.	ref	matr	x					x	x	x											x (Na)				x						x	x				x	
	115	κροο-σπες.σχιστ.	ref	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x						x					x													
	132	μάρμαρο	ref	x	x																		matr			x								x					
396	πιεμοντ.σχιστ	ref	matr	x							x																		x				x						
Εν. Σιύρων	38	σχιστόλ.	tank	matr	x					x		x																				x			x				
	92	ασβ. σχιστ.	tank	x	x			x			x	x				x							matr				x					x			x				
	94	σχιστόλ.	west			x	x	matr				x																			x			x			x		
	95	μάρμαρο	ag.par	x	x		x	x					x									x		x			x									x			
Μεταοφιοιθικό σύμπλεγμα	5	μεταβασάλτης M2	ref	x	x	x		x	x		x				incl		incl										x				x								
	13	μεταγάββρος	ref		x		x	x	x		x						x	x					x(omp)								x						x		
	21	μεταβασάλτης M1	ag.par	x	x	x	?	x	x		x	x					x		x												x								
	22	μεταβερλίτης	ag.par														x	x	x					x(omp)		x							x						
	26	μεταγάββρος	tank		x	x		x	x		x	incl					x	x			incl										x					x			
	32	μεταγάββρος	ref					x	x		x	incl			incl		x	x									x				x								
	35	μεταγάββρος	ag.par					x			x	x					x		x		incl							x				x							
	39	μεταβασάλτης M2	ag.par	x	x	x	x	x	x		x						x										x						x						
	42	μεταβασάλτης	ag.par		x			matr	x		x	incl					x		?								x		incl						x	x			
	44	μεταβασάλτης M1	ag.par					matr					x	x																									
	46	μεταβασάλτης M2	ag.par	x	x			x	x		x																												
	47	μεταβασάλτης	ref		x	x		x	x		x	x	incl				incl				incl		x(omp)				x		incl			x							
	48	μεταβασάλτης	ref		x			x	x		x	incl					x																x						
	60	μεταϋπερβ. φλέβα	ag.par									x					incl	x	x	x												x	x						
	100	μεταβερλίτης	ref															x					x		matr		x					x		x				x	
	101	μεταβασάλτης	ref							x	x	x												x				matr				x					x		x
	108	μεταβερλίτης	ref									x						x	x					x															
125	μεταβασάλτης M2	ag.par					x				x																												
130	μεταίζημα	ag.par-ta	x	x		x	x	x			x	x				x										x													

incl = inclusion, matr = matrix

ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΟΡΥΚΤΩΝ ΦΑΣΕΩΝ

ΑΛΒΙΤΗΣ	Ενότητα Όχης										Ενότητα Στύρων					
Δείγμα	4		49		50		51	115	92		94	95				
Λιθότυπος	σχιστόλιθος		σχιστόλιθος		μεταβασικό		μεταβασικό	κροσ-σπεσ. σχιστ	ασβεστιτικός σχιστόλιθος		σχιστόλιθος	μάρμαρο				
αρ.ανάλ.	02-e-1	04-a-2	04-d-1	3	12	01a-1	01a-2	01i-1	1d-3	6-1a	1-01a	3-01c	7-04c	1-01c	4a-1	5a-1
παρατηρήσεις																
SiO2	68,20	68,21	68,78	68,53		68,18	67,57	67,70	68,91	69,39	69,57	66,48	69,03	68,43	69,11	69,35
Al2O3	19,05	18,92	18,72	18,48		19,07	18,96	18,74	18,48	18,94	18,69	19,55	19,00	19,24	19,10	19,10
FeOtot	0,03	0,10	0,10	0,07		0,09	0,08	0,14	0,83	0,16	0,03	0,06	0,05		0,08	
CaO	0,03		0,02	0,22		0,04	0,05		0,01		0,07	0,55	0,06		0,29	0,08
Na2O	11,81	11,77	11,70	10,49		11,98	11,55	11,40	11,50	11,57	11,60	12,31	11,30	11,88	12,00	11,49
K2O	0,02	0,11	0,05	0,30		0,06	0,04	0,02	0,10			0,05	0,02			
Cr2O3																
Σύνολο	99,14	99,11	99,37	98,09		99,42	98,25	98,00	99,83	100,06	99,96	99,00	99,46	99,55	100,58	100,02
Si	3,00	3,01	3,02	3,04		3,00	3,00	3,01	3,02	3,02	3,03	2,95	3,02	3,00	3,00	3,02
Al	0,99	0,98	0,97	0,97		0,99	0,99	0,98	0,96	0,97	0,96	1,02	0,98	0,99	0,98	0,98
Fe(II)	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,00	0,00	0,00	0,01		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00
Na	1,01	1,01	1,00	0,90		1,02	1,00	0,98	0,98	0,98	0,98	1,06	0,96	1,01	1,01	0,97
K	0,00	0,01	0,00	0,02		0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Άθρ.κατ.	5,01	5,01	4,99	4,94		5,02	5,00	4,99	4,99	4,98	4,98	5,07	4,97	5,01	5,01	4,97
An	0,14	0,00	0,09	1,12		0,18	0,24	0,00	0,05	0,00	0,33	2,40	0,29	0,00	1,32	0,38
Ab	99,75	99,39	99,63	97,05		99,49	99,54	99,88	99,38	100,00	99,67	97,34	99,59	100,00	98,68	99,62
Or	0,11	0,61	0,28	1,83		0,33	0,23	0,12	0,57	0,00	0,00	0,26	0,12	0,00	0,00	0,00

ΑΛΒΙΤΗΣ		Μετα-οφιολιθικό σύμπλεγμα														
Δείγμα	39			44	46	21	5					42	48			
Λιθότυπος	μεταβασάλης			μεταβασάλης	μεταβασάλης	μεταβασάλης	μεταβασάλης					μεταβασάλης	μεταβασάλης			
αρ.ανάλ.	1a-1	5a-1	5a-2	4a-3	3a-1	1-01a	αλβ	02k	03d	03e	05h	05o	3a-3	1b		
παρατηρήσεις				matrix												
SiO2	69,00	69,17	69,25	68,60	67,66	69,11	68,84	68,09	68,35	68,18	68,08	68,19	67,02	69,19		
Al2O3	18,50	19,10	19,17	19,16	18,40	19,33	19,49	18,02	18,71	19,02	18,76	18,88	19,28	19,07		
FeOtot	0,09			0,41	0,22		0,04	0,03			0,33	0,23	0,03			
CaO						0,09	0,07			0,08	0,06	0,01	0,08	0,07		
Na2O	12,34	11,74	11,48	12,10	11,14	11,70	11,46	13,46	13,23	13,19	12,85	13,09	12,12	11,33		
K2O	0,04	0,06		0,04		0,04	0,03	0,05	0,03		0,03					
Cr2O3																
Σύνολο	99,97	100,07	99,90	100,31	97,42	100,27	99,93	99,65	100,32	100,47	100,11	100,40	98,53	99,66		
Si	3,02	3,02	3,02	3,00	3,03	3,01	3,00	3,01	2,99	2,98	2,99	2,99	2,98	3,02		
Al	0,95	0,98	0,98	0,99	0,97	0,99	1,00	0,94	0,97	0,98	0,97	0,97	1,01	0,98		
Fe(II)	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00		
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Na	1,05	0,99	0,97	1,02	0,97	0,99	0,97	1,15	1,12	1,12	1,09	1,11	1,04	0,96		
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Άθρ.κατ.	5,03	4,99	4,97	5,02	4,97	4,99	4,98	5,10	5,09	5,09	5,07	5,08	5,04	4,97		
An	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,34	0,00	0,00	0,33	0,26	0,04	0,36	0,34		
Ab	99,79	99,66	100,00	99,78	100,00	99,35	99,49	99,76	99,85	99,67	99,59	99,96	99,64	99,66		
Or	0,21	0,34	0,00	0,22	0,00	0,22	0,17	0,24	0,15	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00		

ΑΛΛΑΝΙΤΗΣ		Ενότητα Στύρων				Ενότητα Όχης				Μεταφοριολιθικό melange								
Δείγμα		92				50				110		115		101				
Λιθότυπος		ασβεσσιτικός σχιστόλιθος				μεταβασίτης				πυροξ. σχιστ.		κροσ-σπεσ. σχιστ.		μεταβασάλης				
αρ.ανάλ.		02-01d	02-01e	02-01f		03-f	03-g	03-h		1a-1		9-1g		a-3	1-1a	1-2a	1-5c	1-6e
SiO2		31,08	31,17	32,61		32,89	34,69	30,36		35,14		33,74		36,51	35,75	37,76	34,51	34,38
TiO2		0,32					0,19	0,33		0,68		0,27		0,16	0,16	0,24		0,08
Al2O3		17,70	16,89	18,17		16,24	20,71	16,87		15,09		17,87		21,47	21,31	21,37	20,27	19,23
Cr2O3																		
Fe2O3		9,31	11,07	9,57		13,25	10,15	10,48		17,08		12,02		11,19	10,95	10,95	11,19	11,20
MnO		0,96	0,51	0,75		1,30	1,73	1,27		0,47		2,49			0,49	0,22	0,19	0,21
MgO										0,09					0,13	0,21		
CaO		11,30	11,95	11,71		9,07	13,45	11,30		11,56		10,34		19,16	13,54	14,18	14,03	14,45
Na2O		0,27				0,30				0,49		0,32		0,14	0,22	0,40		
K2O						0,13						0,11		0,09	0,01	0,20		0,09
Ce2O3		8,16	8,35	7,81		12,70	6,22	8,09		6,89		6,96		0,74	6,05	3,23	5,37	7,55
Nd2O3			3,08			4,73	3,09	2,92		4,00		4,60		0,46	2,60	1,52	1,89	2,02
Y2O3																		
La2O3		6,49	6,49	6,81		5,96	3,13	3,93		8,24		6,69		0,10	3,37	1,48	2,51	4,18
Pr2O3														0,31				
Sm2O3																		
Σύνολο		85,59	89,51	87,43		96,57	93,36	85,55		99,73		95,41		90,33	94,58	91,76	89,96	93,39
Si		3,03	3,00	3,09		3,05	3,03	3,01		3,10		3,04		3,08	3,05	3,18	3,07	3,04
Ti		0,02	0,00	0,00		0,00	0,01	0,02		0,05		0,02		0,01	0,01	0,02	0,00	0,01
Al		2,04	1,92	2,03		1,77	2,13	1,97		1,57		1,90		2,14	2,15	2,12	2,13	2,01
Cr		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe(III)		0,76	0,89	0,76		1,03	0,74	0,87		1,26		0,91		0,79	0,78	0,77	0,83	0,83
Mn		0,08	0,04	0,06		0,10	0,13	0,11		0,04		0,19		0,00	0,04	0,02	0,01	0,02
Mg		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00		0,01		0,00		0,00	0,02	0,03	0,00	0,00
Ca		1,18	1,23	1,19		0,90	1,26	1,20		1,09		1,00		1,73	1,24	1,28	1,34	1,37
Na		0,05	0,00	0,00		0,05	0,00	0,00		0,08		0,06		0,02	0,04	0,07	0,00	0,00
K		0,00	0,00	0,00		0,02	0,00	0,00		0,00		0,01		0,01	0,00	0,02	0,00	0,01
Ce		0,29	0,29	0,27		0,43	0,20	0,29		0,22		0,23		0,02	0,19	0,10	0,18	0,24
Nd		0,00	0,11	0,00		0,16	0,10	0,10		0,13		0,15		0,01	0,08	0,05	0,06	0,06
Y		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
La		0,23	0,23	0,24		0,20	0,10	0,14		0,27		0,22		0,00	0,11	0,05	0,08	0,14
Pr		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00		0,00		0,00		0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Sm		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
άθρ.κατ.		7,69	7,72	7,64		7,71	7,70	7,71		7,81		7,72		7,83	7,69	7,69	7,70	7,73

ΑΜΦΙΒΟΛΟΙ	Ενότητα Όχης																			
	4										30									
	σχησολύθος										σχησολύθος									
Λειψίδα																				
Λιθόφθοπος																				
αρ.ανάλ.	01-e-2	01-e-4	01-e-5	02-a-1	1b-1						1 01	1 03	1 05	1 10	2 11	2 16	2 20	2 21	2 24	2 25
ορυκτό	Crt	Crt	Crt	Crt	Fgl	Gln	Gln	Crt	Gln	Crt	Gln	Gln	Crt	Gln	Crt	Gln	Gln	Crt	Gln	Crt
παρατηρήσεις	core	rim																		
SiO2	54,24	55,44	55,22	53,87	58,14	59,11	59,47	57,20	59,04	58,33	57,44	57,27	57,84	57,23	57,03					
TiO2		0,04		0,03		0,07	0,04		0,08		0,04	0,08			0,01					
Al2O3	6,89	6,03	6,49	5,17	10,01	9,27	9,94	6,49	9,62	7,66	4,29	9,39	10,04	6,31	6,56					
FeO	19,66	20,03	20,12	22,35	15,73	11,17	11,33	16,29	12,31	15,12	17,07	15,23	12,14	16,51	17,12					
MnO	0,29	0,39	0,26	0,39	0,32	0,32	0,21	0,18	0,30	0,25	0,33	0,16	0,24	0,36	0,54					
MgO	6,06	6,51	6,14	5,86	7,04	8,88	9,47	9,08	9,41	9,21	9,87	8,41	8,98	8,89	9,09					
CaO	0,20	0,15		0,62	0,56	0,22	0,19	0,40	0,32	0,16	1,06	0,31	0,14	0,42	1,13					
Na2O	7,10	7,48	7,04	6,90	7,19	7,13	7,37	6,94	7,31	7,38	6,31	6,41	6,96	6,99	5,89					
K2O		0,12	0,06	0,06	0,02	0,01	0,03				0,02	1,12	0,55	0,10	0,80					
Cr2O3																				
Σύνολο	94,44	96,19	95,33	95,25	99,01	96,18	98,05	96,58	98,39	98,11	96,43	98,38	96,89	96,81	98,17					
Si	8,01	8,07	8,06	7,98	8,05	8,25	8,14	8,07	8,08	8,07	8,13	7,94	8,05	8,08	7,96					
Al iv	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,04					
Al vi	1,20	1,03	1,12	0,88	1,63	1,53	1,60	1,08	1,55	1,25	0,72	1,47	1,65	1,05	1,04					
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00					
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
Fe3+	0,70	0,65	0,76	0,94	0,16	0,00	0,09	0,77	0,24	0,58	0,95	0,56	0,24	0,72	0,92					
Fe2+	1,73	1,79	1,69	1,83	1,66	1,30	1,20	1,16	1,17	1,17	1,07	1,20	1,18	1,23	1,08					
Mn	0,04	0,05	0,03	0,05	0,04	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04	0,06					
Mg	1,33	1,41	1,34	1,29	1,45	1,85	1,93	1,91	1,92	1,90	2,08	1,74	1,86	1,87	1,89					
Ca	0,03	0,02	0,00	0,10	0,08	0,03	0,03	0,06	0,05	0,02	0,16	0,05	0,02	0,06	0,17					
Na	2,03	2,11	1,99	1,98	1,93	1,93	1,96	1,90	1,94	1,98	1,73	1,72	1,88	1,91	1,59					
K	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,10	0,02	0,14					
OH*	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00					
Total	17,06	17,16	17,00	17,09	17,02	16,94	16,99	16,96	16,99	17,00	16,90	16,97	17,00	17,00	16,91					
Amphibole group	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali					
(Ca+Na) (B)	2,00	2,00	1,99	2,00	2,00	1,96	1,98	1,96	1,99	2,00	1,89	1,77	1,90	1,98	1,76					
Na (B)	1,97	1,98	1,99	1,90	1,92	1,93	1,96	1,90	1,94	1,98	1,73	1,72	1,88	1,91	1,59					
(Na+K) (A)	0,06	0,16	0,01	0,09	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,10	0,02	0,14					
Mg/(Mg+Fe2)	0,44	0,44	0,44	0,41	0,47	0,59	0,62	0,62	0,62	0,62	0,66	0,59	0,61	0,60	0,64					
Fe3/(Fe3+Alvi)	0,37	0,39	0,41	0,51	0,09	0,00	0,05	0,41	0,14	0,32	0,57	0,28	0,13	0,41	0,47					

ΑΜΦΙΒΟΛΟΙ	Ενότητα Όχης																
Δείγμα	30										51		115				
Λιθότυπος	σχησολίθος										μεταβασικό		κροσσιτικός-σπεσσαρτινικός σχιστόλιθος				
α.ανάλ.	3_26	3_27	3_29	3_33	3_34	3_35	3_36	4_50			1d-1	1d-2	1-3b	1-3d	1-3f	2-3a	2-3b
ορυκτό	Gln	Crt	Gln	Gln	Gln	Gln	Fe-Win	Gln			Gln	Crt	Gln	Crt	Gln	Crt	Rbk
παρατηρήσεις													core	rim		core	rim
SiO2	58,02	57,56	58,13	58,83	58,61	58,40	55,49	57,11			57,73	56,81	58,03	57,68	58,25	56,94	55,26
ΤiO2		0,06		0,23	0,07	0,06	0,16				0,28	0,04	0,16			0,02	0,23
Al2O3	8,21	5,65	10,22	10,29	9,44	9,65	1,69	8,85			10,22	8,08	9,20	7,85	7,98	7,46	2,66
FeO	14,33	16,20	10,92	11,34	13,14	11,33	17,24	13,97			14,72	17,88	16,11	17,53	16,85	17,90	22,76
MnO	0,47	0,24	0,28	0,39	0,29	0,36	0,39	0,42			0,35	0,29	0,39	1,06	0,64	0,87	0,83
MgO	8,83	10,08	9,56	9,59	9,59	9,67	12,50	8,86			7,68	7,92	7,41	7,42	7,36	7,29	7,11
CaO	0,22	1,00	0,07	0,12	0,08	0,18	4,90	0,30			0,21	0,96	0,19	0,90	0,15	0,74	1,09
Na2O	7,14	6,85	7,21	7,37	7,39	7,18	3,89	6,82			7,54	7,19	6,85	6,79	6,89	6,96	6,49
K2O		0,07	0,06	0,05		0,06	0,13	0,14			0,05	0,02		0,08	0,08	0,05	0,10
Cr2O3																	
Σύνολο	97,22	97,71	96,45	98,21	98,61	96,89	96,39	96,47			98,78	99,19	98,34	99,31	98,20	98,23	96,53
Si	8,09	8,04	8,06	8,03	7,99	8,08	7,93	8,00			7,98	7,91	8,04	8,02	8,12	8,02	8,08
Al iv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,07	0,00			0,02	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al vi	1,35	0,93	1,67	1,66	1,51	1,57	0,21	1,46			1,65	1,24	1,50	1,29	1,31	1,24	0,46
Ti	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00			0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe3+	0,48	0,80	0,25	0,24	0,50	0,28	1,22	0,57			0,22	0,62	0,49	0,57	0,53	0,59	1,13
Fe2+	1,19	1,09	1,02	1,05	0,99	1,04	0,84	1,07			1,48	1,47	1,38	1,47	1,44	1,52	1,65
Mn	0,06	0,03	0,03	0,05	0,03	0,04	0,05	0,05			0,04	0,03	0,05	0,12	0,08	0,10	0,10
Mg	1,84	2,10	1,98	1,95	1,95	1,99	2,66	1,85			1,58	1,64	1,53	1,54	1,53	1,53	1,55
Ca	0,03	0,15	0,01	0,02	0,01	0,03	0,75	0,05			0,03	0,14	0,03	0,13	0,02	0,11	0,17
Na	1,93	1,86	1,94	1,95	1,95	1,93	1,08	1,85			2,02	1,94	1,84	1,83	1,86	1,90	1,84
K	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,03			0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02
OH*	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00			2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Total	16,96	17,02	16,96	16,98	16,97	16,96	16,85	16,92			17,06	17,09	16,87	16,98	16,90	17,02	17,03
11																	
11																	
Amphibole group	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Na-Ca	Alkali			Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali
(Ca+Na) (B)	1,96	2,00	1,95	1,97	1,97	1,95	1,83	1,90			2,00	2,00	1,87	1,96	1,88	2,00	2,00
Na (B)	1,93	1,85	1,94	1,95	1,95	1,93	1,08	1,85			1,97	1,86	1,84	1,83	1,86	1,89	1,83
(Na+K) (A)	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,03			0,06	0,09	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03
Mg/(Mg+Fe2)	0,61	0,66	0,66	0,65	0,66	0,66	0,76	0,63			0,52	0,53	0,53	0,51	0,52	0,50	0,48
Fe3/(Fe3+Alvi)	0,26	0,46	0,13	0,13	0,25	0,15	0,85	0,28			0,12	0,33	0,25	0,31	0,29	0,32	0,71

ΑΜΦΙΒΟΛΟΙ	Ενότητα Όχης															
Δείγμα	115															
Λιθότυπος	κροσσιπικός-σπασσαρινικός σχιστόλιθος															
αργενάλ. ορθικό παρατηρήσεις	2-3e	3-2a	3-2b	3-2c	5-1e	6-2f	7-1b	8-2a	8-2b	8-3a	8-3b	9-1a	10-2b	11-1a	11-1b	
	Fgl	Crt	Gln	Fe-Win	Fgl	Crt	Crt	Rbk	Gln	Gln	Mg-Rbk	Fgl	Ti-Fgl	Gln	Rbk	
		core	mid	rim				core	rim	rim	core			rim	core	
SiO2	57,24	57,91	57,96	53,80	57,88	55,55	57,13	55,59	56,91	57,51	55,95	56,92	54,63	58,52	54,78	
TiO2	0,19	0,11		0,06	0,07	0,14	0,01	0,34			0,13		2,52	0,09	1,44	
Al2O3	8,33	5,93	8,51	3,26	9,00	5,31	7,53	1,94	8,46	8,51	1,95	8,55	7,84	8,47	1,75	
FeO	16,47	18,82	17,12	19,76	16,80	19,40	18,18	23,83	16,64	16,97	24,24	17,51	15,94	17,37	23,73	
MnO	0,59	0,63	0,58	0,80	0,37	0,81	0,63	0,95	0,64	0,57	0,92	0,63	0,46	0,60	0,75	
MgO	7,32	7,86	7,39	11,36	7,00	7,67	7,16	7,41	7,62	7,42	7,70	7,02	6,56	7,50	7,34	
CaO	0,48	0,45	0,10	8,19	0,11	0,97	0,35	1,46	0,27	0,17	1,34	0,26	2,35	0,38	2,18	
Na2O	7,11	7,19	7,47	2,96	7,57	6,39	6,82	6,46	7,33	7,50	6,49	7,36	6,78	7,48	6,10	
K2O		0,02		0,24	0,03	0,07		0,07			0,10	0,05	0,02		0,03	
Cr2O3																
Σύνολο	97,73	98,92	99,13	100,43	98,83	96,31	97,81	98,05	97,87	98,65	98,82	98,30	97,10	100,41	98,10	
Si	8,05	8,10	8,03	7,62	8,06	8,00	8,04	8,04	7,98	8,02	8,00	7,99	7,88	8,03	7,97	
Al iv	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,12	0,00	0,03	
Al vi	1,38	0,98	1,39	0,16	1,48	0,90	1,25	0,33	1,38	1,40	0,33	1,40	1,21	1,37	0,27	
Ti	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,27	0,01	0,16	
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fe3+	0,38	0,72	0,51	0,87	0,30	0,97	0,71	1,24	0,57	0,49	1,41	0,52	0,00	0,46	1,04	
Fe2+	1,55	1,48	1,47	1,47	1,65	1,37	1,43	1,64	1,39	1,48	1,49	1,53	1,92	1,53	1,85	
Mn	0,07	0,07	0,07	0,10	0,04	0,10	0,08	0,12	0,08	0,07	0,11	0,07	0,06	0,07	0,09	
Mg	1,54	1,64	1,53	2,40	1,45	1,65	1,50	1,60	1,59	1,54	1,64	1,47	1,41	1,53	1,59	
Ca	0,07	0,07	0,01	1,24	0,02	0,15	0,05	0,23	0,04	0,03	0,21	0,04	0,36	0,06	0,34	
Na	1,94	1,95	2,01	0,81	2,04	1,78	1,86	1,81	1,99	2,03	1,80	2,00	1,90	1,99	1,72	
K	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	
OH*	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Total	17,01	17,02	17,02	17,10	17,07	16,95	16,91	17,05	17,03	17,05	17,02	17,05	17,13	17,04	17,07	
Amphibole group	Alkali	Alkali	Alkali	Na-Ca	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	Alkali	
(Ca+Na) (B)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,93	1,91	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Na (B)	1,93	1,93	1,99	0,76	1,98	1,78	1,86	1,77	1,96	1,97	1,79	1,96	1,64	1,94	1,66	
(Na+K) (A)	0,01	0,02	0,02	0,10	0,07	0,01	0,00	0,05	0,03	0,05	0,02	0,05	0,26	0,04	0,07	
Mg/(Mg+Fe2)	0,50	0,52	0,51	0,62	0,47	0,55	0,51	0,49	0,53	0,51	0,52	0,49	0,42	0,50	0,46	
Fe3/(Fe3+Alvi)	0,22	0,42	0,27	0,84	0,17	0,52	0,36	0,79	0,29	0,26	0,81	0,27	0,00	0,25	0,79	

ΑΜΦΙΒΟΛΟΙ	Ενότητα Στύρων		Μεταφοριολιθικό σύμπλεγμα											
	95		35										48	
	μάρμαρο		μεταγνάββρος										μεταβασάλτης	
Δείγμα														
Λιθότυπος														
εφ.ανάλ.	1b-3	3a-4	1b-3	2a-2	3a-1	3a-3	4a-1	4a-2	4a-3					130
δρυκτό	Si-poor Gln		Fe-Tr	Tr	Tr	Gln	Gln	Gln	Al-Win					μεταίζημα
παρατηρήσεις									incl in alb			incl in epd		
SiO2	51,44	49,22	56,24	58,30	57,53	60,04	59,55	58,38	59,18	55,89	57,78	57,25	54,52	
TiO2		0,20				0,09			0,16	0,12	0,12		0,04	
Al2O3	35,25	34,09	1,59	0,62	0,78	9,96	10,54	9,94	7,10	1,98	10,31	1,22	1,95	
FeO	0,15	0,25	8,28	6,61	6,02	7,94	9,05	11,47	10,05	10,81	11,00	10,95	15,58	
MnO			0,17	0,26	0,31	0,08				0,18	0,25	0,14	0,35	
MgO	1,44	1,05	19,43	20,40	20,44	12,46	10,98	9,73	14,11	16,85	10,06	17,34	14,00	
CaO	1,39	0,37	11,61	11,77	11,98	1,75	0,47	0,88	3,71	11,31	1,78	11,67	11,09	
Na2O	6,67	5,89		0,30	0,22	6,07	6,57	7,02	4,11	0,66	6,58	0,25	0,92	
K2O	0,65	2,84		0,08	0,14					0,10			0,15	
Cr2O3	0,03		0,16	0,08	0,03	0,25				0,16		0,13		
Σύνολο	97,02	93,91	97,48	98,42	97,45	98,64	97,16	97,42	98,42	98,06	97,88	98,95	98,60	
Si	6,73	6,71	7,76	7,96	7,94	8,02	8,07	8,06	7,92	7,83	7,95	7,92	7,78	
Al iv	1,27	1,29	0,24	0,04	0,06	0,00	0,00	0,00	0,08	0,17	0,05	0,08	0,22	
Al vi	4,16	4,19	0,01	0,06	0,06	1,57	1,68	1,62	1,04	0,16	1,63	0,12	0,11	
Ti	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	
Cr	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	
Fe3+	0,00	0,00	0,78	0,44	0,37	0,28	0,31	0,13	0,87	0,37	0,11	0,41	0,42	
Fe2+	0,02	0,03	0,17	0,31	0,32	0,61	0,72	1,19	0,25	0,90	1,15	0,86	1,44	
Mn	0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,02	0,04	
Mg	0,28	0,21	3,99	4,15	4,20	2,48	2,22	2,00	2,82	3,52	2,06	3,58	2,98	
Ca	0,19	0,05	1,72	1,72	1,77	0,25	0,07	0,13	0,53	1,70	0,26	1,73	1,70	
Na	1,69	1,56	0,00	0,08	0,06	1,57	1,73	1,88	1,07	0,18	1,76	0,07	0,25	
K	0,11	0,49	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,03	
OH*	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Total	16,45	16,56	16,72	16,81	16,85	16,82	16,79	17,01	16,60	16,90	17,02	16,80	16,98	
Amphibole group	Alkali	Alkali	Ca	Ca	Ca	Alkali	Alkali	Alkali	Na-Ca	Ca	Alkali	Ca	Ca	
(Ca+Na) (B)	1,89	1,61	1,72	1,80	1,83	1,82	1,79	2,00	1,60	1,88	2,00	1,80	1,95	
Na (B)	1,69	1,56	0,00	0,08	0,06	1,57	1,73	1,87	1,07	0,18	1,74	0,07	0,25	
(Na+K) (A)	0,11	0,49	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,02	0,00	0,03	
Mg/(Mg+Fe2)	0,94	0,88	0,96	0,93	0,93	0,80	0,76	0,63	0,92	0,80	0,64	0,81	0,67	
Fe3/(Fe3+Alvi)	0,00	0,00	0,98	0,89	0,86	0,15	0,16	0,07	0,46	0,70	0,06	0,77	0,79	

ΑΜΦΙΒΟΛΟΙ	Μεταφοριολιθικό σύμπλεγμα															
Δείγμα	60															
Λιθότυπος	υπερβασιική φλέβα															
αρ.ανάλ.	1-1a	1-1c	1-1d	1-1e	1-1f	1-4b	1-4c	1-4d	2-5a	2-5b	2-5c	3-6a	1-1a			
ορυκτό	Ti-Na-Krs	Tr	Tr	Ti-Mg-Hbl	Tr	Tr	Tr	Tr	Ti-Mg-Hbl	Ti-Mg-Hbl	Tr	Tr	Ti-Na-Krs			
παρατηρήσεις	core	rim	rim	core	rim	rim				core of a	rim of a					
SiO2	46,61	59,01	57,99	48,35	58,13	58,64	58,55	57,28	49,38	46,69	57,87	58,11	46,61			
TiO2	4,73	0,09	0,11	4,38	0,12				3,90	4,69	0,07	0,04	4,73			
Al2O3	7,77	0,25	0,11	7,29	1,16	0,20	0,27	0,21	6,28	7,95	0,31	0,72	7,77			
FeO	5,07	4,72	4,46	5,26	5,10	4,96	5,58	4,74	6,05	5,82	5,19	5,22	5,07			
MnO						0,12	0,33	0,07	0,17	0,28	0,25	0,24	0,00			
MgO	18,29	21,66	21,45	18,60	21,62	21,32	21,37	21,31	17,80	17,64	21,01	21,62	18,29			
CaO	10,48	11,98	12,30	10,31	11,81	12,05	12,61	12,10	10,06	10,29	12,24	11,39	10,48			
Na2O	3,62	0,53	0,36	2,24	0,32	0,51	0,28	0,14	2,24	3,18		0,29	3,62			
K2O	0,26	0,07	0,11	0,15	0,14			0,16	0,22	0,28		0,08	0,26			
Cr2O3				0,43	0,06			0,10	0,69	1,08		0,04				
Σύνολο	96,83	98,31	96,89	97,01	98,46	97,80	98,99	96,11	96,79	97,90	96,94	97,75	96,83			
Si	6,67	8,02	8,03	6,78	7,86	8,03	7,96	7,97	6,98	6,61	7,99	7,90	6,67			
Al iv	1,31	0,00	0,00	1,20	0,14	0,00	0,04	0,03	1,02	1,33	0,01	0,10	1,31			
Al vi	0,00	0,04	0,02	0,00	0,05	0,03	0,00	0,01	0,02	0,00	0,04	0,02	0,00			
Ti	0,51	0,01	0,01	0,46	0,01	0,00	0,00	0,00	0,41	0,50	0,01	0,00	0,51			
Cr	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00	0,00	0,01	0,08	0,12	0,00	0,00	0,00			
Fe3+	0,06	0,25	0,14	0,53	0,53	0,23	0,30	0,33	0,39	0,29	0,33	0,59	0,06			
Fe2+	0,54	0,28	0,38	0,09	0,05	0,34	0,33	0,22	0,32	0,40	0,26	0,00	0,54			
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,00			
Mg	3,90	4,39	4,43	3,89	4,36	4,35	4,33	4,42	3,75	3,72	4,32	4,38	3,90			
Ca	1,61	1,75	1,82	1,55	1,71	1,77	1,84	1,80	1,52	1,56	1,81	1,66	1,61			
Na	1,00	0,14	0,10	0,61	0,08	0,14	0,07	0,04	0,61	0,87	0,00	0,08	1,00			
K	0,05	0,01	0,02	0,03	0,02	0,00	0,00	0,03	0,04	0,05	0,00	0,01	0,05			
OH*	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00			
Total	17,66	16,90	16,94	17,18	16,82	16,90	16,91	16,87	17,18	17,48	16,81	16,78	17,66			
Amphibole group	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca			
(Ca+Na) (B)	2,00	1,88	1,92	2,00	1,80	1,90	1,91	1,84	2,00	2,00	1,81	1,74	2,00			
Na (B)	0,39	0,14	0,10	0,45	0,08	0,14	0,07	0,04	0,48	0,44	0,00	0,08	0,39			
(Na+K) (A)	0,66	0,01	0,02	0,18	0,02	0,00	0,00	0,03	0,18	0,48	0,00	0,01	0,66			
Mg/(Mg+Fe2)	0,88	0,94	0,92	0,98	0,99	0,93	0,93	0,95	0,92	0,90	0,94	1,00	0,88			
Fe3/(Fe3+Alvi)	1,00	0,86	0,89	1,00	0,92	0,88	1,00	0,98	0,94	1,00	0,89	0,97	1,00			

ΑΜΦΙΒΟΛΟΙ	Μετασφολιθικό σύμπλεγμα											
Δείγμα	22											
Λιθότυπος	μεταβερλίτης											
α.ρ.ανάλ.	g-2	1-a	Mg-Hbl	3-a	5-a	1b-2	1c-1	5a-2	6a-1	11a-1	a-2	d-4
ορυκτό	Act				Tr	Mg-Hbl	Mg-Hbl	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr
παρατηρήσεις							μεταμορφική					
SiO2	51,66	53,54	57,19	56,12	56,12	50,44	47,56	57,28	55,76	57,51	58,40	57,40
TiO2	0,05		0,09	0,11	0,11	0,13				0,13	0,22	
Al2O3	0,93	0,81		1,30	1,30	1,11	2,80		0,10		0,36	2,18
FeO	2,64	2,73	5,50	3,81	3,81	5,67	6,02	5,25	4,70	5,36	6,50	6,46
MnO		0,20	0,09			0,23	0,20	0,12			0,29	
MgO	20,95	22,89	24,45	25,09	25,09	26,39	26,97	21,07	20,75	21,41	21,73	22,56
CaO	18,81	18,54	11,39	13,13	13,13	11,77	10,90	12,26	11,74	11,74	12,03	9,26
Na2O	0,16										0,20	0,20
K2O		0,05	0,08	0,12	0,12		0,05	0,04	0,01	0,12	0,07	
Cr2O3		0,10	0,19	0,17	0,17	0,26	0,19		0,10	0,09		
Σύνολο	95,20	98,86	98,98	99,85	99,85	96,00	94,69	96,02	93,16	96,36	99,80	98,06
Si	8,08	7,48	7,45	7,72	7,72	7,13	6,84	7,99	7,98	7,95	7,82	7,74
Al iv	0,00	0,16	0,13	0,00	0,00	0,19	0,47	0,00	0,02	0,00	0,06	0,26
Al vi	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
Ti	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00
Cr	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Fe3+	0,13	0,00	0,00	0,62	0,62	0,67	0,72	0,35	0,41	0,57	0,73	0,73
Fe2+	0,78	0,32	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,16	0,05	0,00	0,00
Mn	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00
Mg	3,76	4,52	4,75	4,92	4,92	5,56	5,78	4,38	4,43	4,41	4,34	4,54
Ca	1,61	2,92	2,77	1,65	1,65	1,78	1,68	1,83	1,80	1,74	1,73	1,34
Na	0,22	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05
K	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00
OH*	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Total	16,85	17,45	17,47	16,96	16,96	17,41	17,55	16,84	16,80	16,76	16,79	16,75
Amphibole group	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca
(Ca+Na) (B)	1,84	2,92	2,77	1,65	1,65	1,78	1,68	1,83	1,80	1,74	1,78	1,39
Na (B)	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05
(Na+K) (A)	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00
Mg/(Mg+Fe2)	0,83	0,93	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00	0,94	0,97	0,99	1,00	1,00
Fe3/(Fe3+Alvi)	0,34	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,89

ΓΡΑΝΑΤΗΣ		Ενότητα Όχης		ΠΙΕΜΟΝΤΙΤΗΣ		Ενότητα Όχης		ΛΩΖΟΝΙΤΗΣ		Μετα-οφιολιθικό σύμπλεγμα	
Δείγμα	115	Δείγμα		Δείγμα		Δείγμα		Δείγμα		42	
Λιθότυπος	κροσ-σπεσ. Σχιστ.	Λιθότυπος		Λιθότυπος		Λιθότυπος		Λιθότυπος		μεταβασάλτης	
α.ανάλ.	4-2f	α.ανάλ.		α.ανάλ.		α.ανάλ.		α.ανάλ.		3a-4	
Θρυκτό	Sps	Θρυκτό		Θρυκτό		Θρυκτό		Θρυκτό		3a-4	
SiO2	37,95	SiO2		SiO2		SiO2		SiO2		3a-4	
TiO2	0,25	TiO2		TiO2		TiO2		TiO2		3a-4	
Al2O3	20,00	Al2O3		Al2O3		Al2O3		Al2O3		3a-4	
FeOtot	8,40	FeOtot		FeOtot		FeOtot		FeOtot		3a-4	
MnO	28,15	MnO		MnO		MnO		MnO		3a-4	
MgO	0,02	MgO		MgO		MgO		MgO		3a-4	
CaO	7,09	CaO		CaO		CaO		CaO		3a-4	
Na2O	0,31	Na2O		Na2O		Na2O		Na2O		3a-4	
K2O	0,07	K2O		K2O		K2O		K2O		3a-4	
Cr2O3		Cr2O3		Cr2O3		Cr2O3		Cr2O3		3a-4	
Σύνολο	102,15	Σύνολο		Σύνολο		Σύνολο		Σύνολο		3a-4	
Si	6,03	Si		Si		Si		Si		3a-4	
Aliv	-0,03	Aliv		Aliv		Aliv		Aliv		3a-4	
Alvi	3,77	Alvi		Alvi		Alvi		Alvi		3a-4	
Ti	0,03	Ti		Ti		Ti		Ti		3a-4	
Cr	0,00	Cr		Cr		Cr		Cr		3a-4	
Fe3+	0,24	Fe3+		Fe3+		Fe3+		Fe3+		3a-4	
Fe2+	0,87	Fe2+		Fe2+		Fe2+		Fe2+		3a-4	
Mn	3,79	Mn		Mn		Mn		Mn		3a-4	
Mg	0,00	Mg		Mg		Mg		Mg		3a-4	
Ca	1,21	Ca		Ca		Ca		Ca		3a-4	
Na	0,10	Na		Na		Na		Na		3a-4	
K	0,00	K		K		K		K		3a-4	
Άθρ.κατ.	16,00	Άθρ.κατ.		Άθρ.κατ.		Άθρ.κατ.		Άθρ.κατ.		3a-4	
Alm	14,65	Alm		Alm		Alm		Alm		3a-4	
Andr	16,38	Andr		Andr		Andr		Andr		3a-4	
Gross	20,24	Gross		Gross		Gross		Gross		3a-4	
Pyr	0,00	Pyr		Pyr		Pyr		Pyr		3a-4	
Spes	63,51	Spes		Spes		Spes		Spes		3a-4	
Uvar	0,00	Uvar		Uvar		Uvar		Uvar		3a-4	

ΕΠΙΔΟΣΤΟ	Μεταοφιολιθικό σύμπλεγμα																
Δείγμα	13							26		32		47					130
Λόθος	μεταγνάββρος							μεταγνάββρος		μεταγνάββρος		μεταβασάλης					μεταίζημα
α.ανάλ.	1a	1b	1c	1f	2g	incl in alb		1_10	1_11	01a-5	02a-1	01a,b-1	01a,b	02e_2	03c-3	03g-4	2d-1
παρατηρήσεις	rim1	rim2	core					rim	core			rim	core				
SiO2	40,39	37,40	38,95	39,55	39,28			40,40	38,38	38,24	39,59	38,85	39,09	39,59	39,41	38,02	38,23
TiO2		0,02	0,15	0,04	0,53			0,06		0,12	0,19	0,22	0,19	0,03			
Al2O3	25,89	23,40	30,06	24,75	29,33			23,35	23,63	22,71	24,74	23,28	23,32	23,54	24,10	22,81	22,97
Cr2O3																	
Fe2O3	9,04	9,94	2,27	9,40	4,16			11,78	9,98	10,95	9,90	11,34	11,11	11,52	11,49	13,39	11,79
MnO	0,08			0,08				0,06	0,43	0,14	0,22	0,26	0,10	0,14	0,32		0,39
MgO			0,02	0,00											0,03		
CaO	22,55	22,08	22,86	22,14	22,53			21,08	21,61	22,30	22,23	21,94	22,72	23,14	22,93	22,29	22,36
Na2O		0,25	0,25	0,33	0,24			0,84	0,29	0,28	0,19	0,23	0,21		0,25	0,22	0,23
K2O	0,09	0,07			0,06			0,04	0,02		0,01	0,06	0,10	0,01			0,05
Σύνολο	98,04	93,16	94,56	96,29	96,13			97,61	94,34	94,74	97,07	96,18	96,84	97,97	98,53	96,73	96,02
Si	6,38	6,30	6,17	6,38	6,17			6,50	6,37	6,36	6,36	6,36	6,36	6,37	6,31	6,27	6,31
Ti	0,00	0,00	0,02	0,00	0,06			0,01	0,00	0,02	0,02	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	4,82	4,64	5,61	4,71	5,43			4,42	4,62	4,45	4,68	4,49	4,47	4,46	4,55	4,43	4,47
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe(iii)	1,19	1,40	0,30	1,27	0,55			1,58	1,38	1,52	1,33	1,55	1,51	1,55	1,54	1,85	1,63
Mn	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00			0,01	0,06	0,02	0,03	0,04	0,01	0,02	0,04	0,00	0,05
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Ca	3,81	3,98	3,88	3,83	3,79			3,63	3,84	3,98	3,82	3,85	3,96	3,99	3,93	3,94	3,95
Na	0,00	0,08	0,08	0,10	0,07			0,26	0,09	0,09	0,06	0,07	0,07	0,00	0,08	0,07	0,07
K	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01			0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01
άθρ.κατ.	16,23	16,43	16,05	16,31	16,09			16,42	16,37	16,44	16,31	16,41	16,43	16,40	16,46	16,55	16,50
Ps=																	
100*Fe/(Al+Fe)	19,86	23,16	5,09	21,23	9,14			26,36	23,06	25,49	22,22	25,69	25,26	25,77	25,28	29,40	26,70

ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΕΣ	Ενότητα Στύρων																
Δείγμα Λιθότυπος αρ.ανάλ. ορυκτό	38						92										
	σχιστόλιθος						αβεσπαιτικός σχιστόλιθος										
	3_11 (03_2)	4_18	4_19	5_26	5_27		1-03b	3-03a	5-01b	6-01b	7-02b	7-03c	7-04a	8-01b	9_02		
	50,13	50,87	49,98	49,41	50,16		50,44	49,19	49,92	50,12	51,23	52,14	52,45	52,73	51,82		
SiO2	0,19	0,01		0,24	0,30		0,53	0,51	0,64	0,64	0,45	0,62	0,60	0,43	0,39		
TiO2	27,86	26,11	26,79	25,93	27,20		24,13	24,15	24,24	24,88	24,05	23,97	25,32	24,44	20,81		
Al2O3																	
Cr2O3	3,35	3,58	3,61	3,97	4,45		2,53	3,80	3,63	3,32	2,88	2,54	2,60	2,46	4,83		
FeOtot	0,01	0,02					0,12	0,10	0,08	0,03				0,13	0,14		
MnO	2,64	3,25	2,74	2,92	2,54		3,44	3,66	4,00	3,84	3,53	3,61	3,66	3,91	4,96		
MgO		0,02			0,09		0,28	0,10		0,22	0,56		0,04		0,51		
CaO	0,50	0,59	0,63	0,50	0,47		0,45	0,44	0,46	0,18	0,42	0,34	0,40	0,39	0,24		
Na2O	11,24	11,06	11,04	10,98	11,40		9,74	9,43	9,57	9,79	10,42	9,67	10,27	10,41	8,38		
K2O	95,92	95,51	94,79	93,95	96,61		91,66	91,38	92,54	93,02	93,54	92,89	95,34	94,90	92,08		
Σύνολο																	
	6,72	6,85	6,78	6,79	6,72		7,00	6,89	6,90	6,88	7,00	7,10	6,99	7,06	7,18		
Si	1,28	1,15	1,22	1,21	1,28		1,00	1,11	1,10	1,12	1,00	0,90	1,01	0,94	0,82		
Al																	
Al	3,12	2,99	3,07	2,98	3,02		2,94	2,87	2,84	2,90	2,88	2,94	2,96	2,92	2,58		
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Ti	0,02	0,00	0,00	0,02	0,03		0,06	0,05	0,07	0,07	0,05	0,06	0,06	0,04	0,04		
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Fe(ii)	0,38	0,40	0,41	0,46	0,50		0,29	0,44	0,42	0,38	0,33	0,29	0,29	0,28	0,56		
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02		
Mg	0,53	0,65	0,55	0,60	0,51		0,71	0,76	0,82	0,79	0,72	0,73	0,73	0,78	1,03		
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01		0,04	0,02	0,00	0,03	0,08	0,00	0,01	0,00	0,08		
Na	0,13	0,15	0,17	0,13	0,12		0,12	0,12	0,12	0,05	0,11	0,09	0,10	0,10	0,06		
K	1,92	1,90	1,91	1,92	1,95		1,72	1,68	1,69	1,71	1,82	1,68	1,74	1,78	1,48		
TOTAL	14,09	14,11	14,11	14,12	14,14		13,90	13,97	13,97	13,93	13,98	13,80	13,89	13,91	13,85		
Fe2/(Fe2+Fe3)	0,62	0,52	0,69	0,50	0,52		0,31	0,00	0,00	0,00	0,43	0,62	0,46	0,61	0,00		
Fe3/(Fe3+Fe2)	0,38	0,48	0,31	0,50	0,48		0,69	1,00	1,00	1,00	0,57	0,38	0,54	0,39	1,00		
Mg/(Mg+Fe2+)	0,58	0,62	0,58	0,57	0,50		0,71	0,63	0,66	0,67	0,69	0,72	0,72	0,74	0,65		
Fe3+/[Fe3++[6Al]]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΣ	Ενότητα Όχης																
	49		110					115			132				wp396		
	Δείγμα		Λιθότυπος		σχιστόλιθος		πυροξ. σχιστόλιθος			χρυσ-σπειρ. σχιστόλ		μάρμαρο			πιεμοντιτικός σχιστόλιθος		
αφ.ανάλ.	1_30	1_31	1_34	phg	phg	phg	2a-1	5a-2	5b-1	5b-2	6a-1	6-2e	7-1e	5a-1	1c	3b	4b
ορυκτό	phg	phg	phg	phg	phg	phg						phg				phg	
SiO2	49,81	50,44	50,51				51,92	50,30	49,72	50,46	50,86	52,46	47,35	50,27	50,51	53,11	49,37
TiO2	0,11	0,15	0,16				0,11			0,12	0,04	0,29	0,12	0,00	0,13	0,13	0,11
Al2O3	24,04	23,61	25,04				24,15	23,04	22,01	21,98	23,99	25,24	24,85	24,79	22,56	21,51	23,93
Cr2O3																	
FeOtot	2,24	2,34	2,42				4,26	5,07	7,29	7,70	5,40	4,74	8,49	3,19	2,78	2,91	2,83
MnO	0,10		0,10							0,22	0,22	0,07	0,37		0,36	0,26	0,95
MgO	3,82	3,85	4,79				3,53	3,60	3,52	3,35	3,49	3,22	3,58	3,83	4,42	4,02	3,70
CaO			0,03				0,03							0,26	0,07		1,09
Na2O	0,45	0,35	0,47				0,28	0,40	0,32	0,23	0,49	0,39	0,42	0,20	0,40	0,27	0,58
K2O	10,86	10,67	10,18				10,80	11,23	11,29	10,95	10,75	11,46	9,27	10,54	10,99	10,66	10,03
Σύνολο	91,43	91,41	93,70				95,08	93,64	94,15	94,79	95,24	97,87	94,45	93,08	92,22	92,87	92,59
Si	6,97	7,04	6,87				7,02	6,98	6,96	7,00	6,93	6,93	6,60	6,91	7,04	7,30	6,87
Al	1,03	0,96	1,13				0,98	1,02	1,04	1,00	1,07	1,07	1,40	1,09	0,96	0,70	1,13
Al	2,93	2,92	2,88				2,87	2,75	2,59	2,59	2,78	2,86	2,68	2,93	2,75	2,78	2,80
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,01	0,02	0,02				0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01
Cr	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe(ii)	0,26	0,27	0,28				0,48	0,59	0,85	0,89	0,62	0,52	0,99	0,37	0,32	0,33	0,33
Mn	0,01	0,00	0,01				0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,04	0,00	0,04	0,03	0,11
Mg	0,80	0,80	0,97				0,71	0,75	0,73	0,69	0,71	0,63	0,74	0,79	0,92	0,82	0,77
Ca	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,16
Na	0,12	0,09	0,12				0,07	0,11	0,09	0,06	0,13	0,10	0,11	0,05	0,11	0,07	0,16
K	1,94	1,90	1,77				1,86	1,99	2,02	1,94	1,87	1,93	1,65	1,85	1,95	1,87	1,78
TOTAL	14,07	14,00	14,05				14,01	14,18	14,28	14,19	14,14	14,09	14,23	14,03	14,12	13,92	14,12
Fe2/(Fe2+Fe3)	0,85	0,88	0,00				0,42	0,47	0,24	0,21	0,17	0,60	0,00	0,00	0,33	1,22	0,00
Fe3/(Fe3+Fe2)	0,12	1,00	0,16				0,58	0,53	0,76	0,79	0,83	0,40	1,00	1,00	0,67	-0,22	1,00
Mg/(Mg+Fe2+)	0,75	0,78	0,74				0,60	0,56	0,46	0,44	0,54	0,55	0,43	0,68	0,74	0,71	0,70
Fe3+/(Fe3++[6]Al)	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΣ	Ενότητα Όχης															Μετασφοριολιτικό σύμπλεγμα														
	50															51					39					46				
	μεταβασιικό															μεταβασιικό					μεταβασιόλης					μεταβασιόλης				
Δείγμα	03a-9	03a-10	03d-1	03d-2	03e_4	03c-6	03c-7	2a-2	2c-1	2a-4	2c-2	1b-3	3a--1	3a--3	5c-3	1a-4	2a-1	3b-3												
Λιθότυπος																														
αρ.ανάλ.	03a-9	03a-10	03d-1	03d-2	03e_4	03c-6	03c-7	2a-2	2c-1	2a-4	2c-2	1b-3	3a--1	3a--3	5c-3	1a-4	2a-1	3b-3												
ορυκτό	51,27	52,01	50,43	52,85	51,31	53,08	51,82	53,06	51,87	53,07	51,56	46,84	51,86	52,40	52,67	50,40	50,34	51,56												
SiO2	0,22	0,12	0,09	0,02	0,27	0,08	0,08	0,09	0,17	0,40	0,04	0,14	0,09	0,13	0,13	0,17	0,11	0,09												
TiO2	23,82	23,65	23,07	24,19	23,50	23,58	24,59	26,21	23,50	25,22	24,17	35,59	25,79	24,78	24,87	24,47	23,21	24,33												
Al2O3							0,09								0,06															
Cr2O3	2,13	1,92	2,30	1,91	2,86	2,17	2,14	2,46	3,22	3,03	3,89	1,12	1,66	2,72	2,67	4,72	3,34	2,65												
FeOtot	0,11	0,03	0,20	0,10	0,11	0,05	0,05	0,24	0,20	0,18	0,11	0,26	0,09	0,14	0,18	0,09														
MnO	4,27	4,28	5,15	4,55	4,57	4,44	4,53	3,45	3,97	3,94	4,34	0,26	4,02	3,84	3,84	3,11	3,11	3,74												
MgO		0,02	0,07	0,07	0,03	0,11	0,11	0,09		0,04	0,11						0,09	0,18												
CaO	0,12	0,12	0,05	0,19	0,09		0,20	0,64	0,45	0,42	0,31	0,50	0,53			0,33	0,22	0,33												
Na2O	11,00	10,98	10,81	10,77	11,01	11,00	10,75	11,17	10,66	11,23	11,35	11,46	11,24	11,16	11,25	10,60	9,88	10,12												
K2O	92,94	93,13	92,17	94,65	93,75	94,32	94,36	97,41	94,04	97,53	95,88	95,91	95,28	95,04	95,67	93,89	90,30	93,00												
Σύνολο																														
Si	7,03	7,10	7,00	7,09	7,01	7,15	6,99	6,96	7,06	6,97	6,94	6,21	6,93	7,04	7,03	6,93	7,10	7,04												
Al	0,97	0,90	1,00	0,91	0,99	0,85	1,01	1,04	0,94	1,03	1,06	1,79	1,07	0,96	0,97	1,07	0,90	0,96												
Al	2,89	2,90	2,77	2,91	2,80	2,89	2,90	3,00	2,83	2,87	2,78	3,77	2,99	2,96	2,94	2,89	2,96	2,96												
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
Ti	0,02	0,01	0,01	0,00	0,03	0,00	0,01	0,01	0,02	0,04	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01												
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00												
Fe(ii)	0,24	0,22	0,27	0,21	0,33	0,24	0,24	0,27	0,37	0,33	0,44	0,12	0,19	0,31	0,30	0,54	0,39	0,30												
Mn	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00												
Mg	0,87	0,87	1,07	0,91	0,93	0,89	0,91	0,67	0,81	0,77	0,87	0,05	0,80	0,77	0,76	0,64	0,65	0,76												
Ca	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03												
Na	0,03	0,03	0,01	0,05	0,02	0,00	0,05	0,16	0,12	0,11	0,08	0,13	0,14	0,00	0,00	0,09	0,06	0,09												
K	1,93	1,91	1,91	1,84	1,92	1,89	1,85	1,87	1,85	1,88	1,95	1,94	1,92	1,91	1,92	1,86	1,78	1,76												
TOTAL	14,00	13,96	14,07	13,95	14,04	13,92	13,99	14,03	14,02	14,03	14,15	14,03	14,05	13,96	13,96	14,05	13,87	13,91												
Fe2+/(Fe2++Fe3)	0,42	0,77	0,00	0,05	0,00	0,49	0,00	1,05	0,52	0,52	0,00	2,14	0,99	0,43	0,49	0,33	0,66	0,25												
Fe3+/(Fe3++Fe2)	0,58	0,23	1,00	0,95	1,00	0,51	1,00	-0,05	0,48	0,48	1,00	-1,14	0,01	0,57	0,51	0,67	0,34	0,75												
Mg/(Mg+Fe2+)	0,78	0,80	0,80	0,81	0,74	0,78	0,79	0,71	0,69	0,70	0,67	0,29	0,81	0,72	0,72	0,54	0,62	0,72												
Fe3+/(Fe3++[6][Al])	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												

ΜΑΡΜΑΡΥΠΙΣ	Ενότητα Στύρων															
	94								95							
	σχηματολίκος								μάρμαρο							
Δείγμα	1-02d	2-01b	2-02b	3-01a	3-01b	4-01a	4-02a	4-02c	1a-4	2a-1 bt	2a-2	2a-3	2b-3	3a-3	4a-3	
Λιθότυπος								bt		phlog						
αρ.ανάλ.																
ορυκτό																
SiO ₂	46,00	49,58	47,82	41,61	51,72	49,71	45,94	43,15	51,99	47,44	49,62	50,98	51,33	51,00	52,01	
TiO ₂	0,76	0,33	0,32	0,08	0,37	0,35	0,84	0,18	0,20	0,20	0,20	0,31	0,22	0,30	0,28	
Al ₂ O ₃	31,70	25,39	26,28	24,05	25,54	24,69	33,24	24,03	26,69	23,01	27,19	25,27	27,14	26,55	25,19	
Cr ₂ O ₃	0,07	0,38	0,52	0,31	0,49	0,57	0,01	0,60	0,10	0,03	0,01	0,10	0,14		0,14	
FeOtot	2,09	3,29	3,21	11,46	1,99	2,46	1,53	9,54	0,54	3,48	0,91	1,65	0,86	1,29	1,45	
MnO	0,04	0,06	0,12	0,13	0,07	0,05	0,09	0,17						0,10	0,12	
MgO	1,38	4,02	3,99	9,28	3,66	3,67	0,93	8,96	3,78	8,18	3,31	5,02	3,46	3,87	4,14	
CaO			0,02		0,03	0,02			0,58	0,24	0,49	0,48	0,46	1,29	0,33	
Na ₂ O	0,33	0,10	0,11		0,15	0,14	0,82		0,35	0,14	0,27		0,19	1,29		
K ₂ O	10,66	9,29	9,49	4,74	10,48	10,16	11,29	5,87	10,43	8,46	10,61	10,13	10,54	8,84	10,55	
Σύνολο	93,03	92,44	91,88	91,66	94,50	91,82	94,69	92,50	94,66	91,18	92,61	93,94	94,34	94,53	94,21	
Si	6,32	6,83	6,65	5,99	6,95	6,90	6,21	6,13	6,92	6,66	6,79	6,88	6,87	6,82	6,99	
Al	1,68	1,17	1,35	2,01	1,05	1,10	1,79	1,87	1,08	1,34	1,21	1,12	1,13	1,18	1,01	
Al	3,45	2,94	2,96	2,07	2,99	2,94	3,51	2,15	3,11	2,46	3,17	2,90	3,15	3,00	2,98	
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ti	0,08	0,03	0,03	0,01	0,04	0,04	0,09	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	
Cr	0,01	0,04	0,06	0,04	0,05	0,06	0,00	0,07	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	
Fe(ii)	0,24	0,38	0,37	1,38	0,22	0,29	0,17	1,13	0,06	0,41	0,10	0,19	0,10	0,14	0,16	
Mn	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	
Mg	0,28	0,83	0,83	1,99	0,73	0,76	0,19	1,90	0,75	1,71	0,67	1,01	0,69	0,77	0,83	
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,04	0,07	0,07	0,07	0,18	0,05	
Na	0,09	0,03	0,03	0,00	0,04	0,04	0,22	0,00	0,09	0,04	0,07	0,00	0,05	0,33	0,00	
K	1,87	1,63	1,68	0,87	1,80	1,80	1,95	1,06	1,77	1,51	1,85	1,74	1,80	1,51	1,81	
TOTAL	14,01	13,89	13,99	14,38	13,88	13,93	14,13	14,34	13,89	14,19	13,96	13,95	13,89	13,98	13,88	
Fe ₂ /(Fe ₂ +Fe ₃)	0,10	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	1,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fe ₃ /(Fe ₃ +Fe ₂)	0,90	1,00	1,00	1,00	0,81	1,00	-0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Mg/(Mg+Fe ₂ +	0,54	0,69	0,69	0,59	0,77	0,73	0,52	0,63	0,93	0,81	0,87	0,84	0,88	0,84	0,84	
Fe ₃ +/Fe ₃ ++[6Al]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΕΣ		Ενότητα Όχης																		
Δείγμα Λιθότυπος		30											49							
		σχητόλιθος											σχητόλιθος							
αρ.ανάλ.	2_13	2_22	3_31	3_32	3_37	4_42	4_44	4_45	4_46	4_47	4_48	3_03	phg	1_24	phg	1_26	phg	1_29		
ορυκτό						bt			phg	bt										
SiO2	50,63	49,96	50,79	50,27	50,53	52,68	50,34	50,48	53,78	51,88	51,59	49,90	51,19	56,24	52,62					
TiO2		0,11	0,15	0,16	0,16	0,25	0,04	0,01	0,15	0,14	0,12	0,17		0,20	0,08					
Al2O3	24,93	24,03	24,44	22,83	23,81	19,59	24,00	24,27	21,38	21,08	25,00	24,58	25,24	22,16	24,18					
Cr2O3																				
FeOtot	5,21	4,37	4,98	4,90	4,74	7,21	4,47	4,73	4,52	6,86	3,62	2,18	2,98	2,66	2,16					
MnO	0,01	0,14				0,15	0,10	0,08		0,06	0,03		0,01							
MgO	3,05	3,59	2,99	3,49	3,10	3,44	2,98	3,45	3,40	3,40	2,89	3,43	3,70	3,74	3,45					
CaO		0,10			0,09	0,10	0,09			0,01										
Na2O	0,39	0,42	0,45	0,31	0,38	0,48	0,51	0,41	0,27	0,28	0,55	0,46	0,40	0,39	0,64					
K2O	11,07	10,65	11,05	10,99	11,00	10,05	11,22	11,14	10,61	11,11	11,16	10,45	11,27	9,55	10,30					
Σύνολο	95,29	93,37	94,85	92,95	93,81	93,95	93,75	94,57	94,11	94,82	94,96	91,17	94,79	94,94	93,43					
Si	6,89	6,91	6,94	7,01	6,97	7,31	6,96	6,92	7,33	7,16	6,98	6,97	6,93	7,44	7,14					
Al	1,11	1,09	1,06	0,99	1,03	0,69	1,04	1,08	0,67	0,84	1,02	1,03	1,07	0,56	0,86					
Al	2,89	2,83	2,87	2,76	2,84	2,51	2,87	2,84	2,76	2,59	2,97	3,01	2,95	2,90	3,00					
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
Ti	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	0,02	0,01					
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
Fe(ii)	0,59	0,51	0,57	0,57	0,55	0,84	0,52	0,54	0,51	0,79	0,41	0,25	0,34	0,29	0,24					
Mn	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
Mg	0,62	0,74	0,61	0,73	0,64	0,71	0,61	0,70	0,69	0,70	0,58	0,71	0,75	0,74	0,70					
Ca	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
Na	0,10	0,11	0,12	0,08	0,10	0,13	0,14	0,11	0,07	0,07	0,14	0,12	0,10	0,10	0,17					
K	1,92	1,88	1,92	1,96	1,94	1,78	1,98	1,95	1,84	1,96	1,93	1,86	1,95	1,61	1,78					
TOTAL	14,12	14,11	14,10	14,12	14,09	14,02	14,14	14,15	13,90	14,13	14,05	13,98	14,09	13,66	13,90					
Fe2/(Fe2+Fe3)	0,38	0,13	0,61	0,51	0,62	0,50	0,81	0,37	1,13	0,54	1,20	1,01	0,61	1,60	1,75					
Fe3/(Fe3+Fe2)	0,62	0,87	0,39	0,49	0,38	0,50	0,19	0,63	-0,13	0,46	-0,20	0,87	-0,35	-0,75	0,15					
Mg/(Mg+Fe2+)	0,51	0,59	0,52	0,56	0,54	0,46	0,54	0,57	0,57	0,47	0,59	0,70	0,74	0,74	0,75					
Fe3+/(Fe3++[6]Al)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					

ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΕΣ	Μετα-οφιολιθικό σύμπλεγμα																
	5																
	μεταβασάλης																
Δείγμα	47																
	μεταβασάλης																
Λιθότυπος	48																
	μεταβασάλης																
αρ.ανάλ.	02d	05-g	06-d	10-c	12-a	12-d	13-h	02b-9	03e_2	03f-3	03g-6	03h-2	03h-3				
ορυκτό																	
SiO2	47,34	47,75	46,09	51,10	52,20	50,89	49,20	52,10	52,51	50,82	52,27	52,74	51,44				
TiO2	0,27	0,15	0,04	0,16	0,33	0,30	0,08	0,15									
Al2O3	35,27	24,07	33,67	24,64	24,37	25,89	25,44	23,16	23,27	23,53	23,50	23,42	22,78				
Cr2O3									0,03								
FeOtot	0,61	4,81	2,17	3,42	3,37	3,08	4,32	2,50	2,22	3,73	3,08	2,61	2,62				
MnO		0,08	0,14	0,05	0,12	0,16		0,09		0,06							
MgO	0,26	3,31	0,45	3,32	3,48	3,11	2,77	4,51	4,50	5,75	4,68	4,42	4,35				
CaO	0,51	0,02			0,03	0,09	0,12	0,13	0,03			0,03	0,01				
Na2O	1,79	1,28	1,29	1,37	1,24	1,35	1,44	0,19		0,30	0,16	0,44	0,38				
K2O	9,66	10,70	11,07	11,16	10,56	10,57	10,66	10,50	11,35	10,11	11,55	11,03	11,24				
Σύνολο	95,71	92,17	94,92	95,22	95,70	95,44	94,03	93,33	93,91	94,30	95,24	94,69	92,82				
Si	6,24	6,76	6,23	6,93	7,00	6,85	6,78	7,11	7,13	6,91	7,05	7,11	7,10				
Al	1,76	1,24	1,77	1,07	1,00	1,15	1,22	0,89	0,87	1,09	0,95	0,89	0,90				
Al	3,73	2,78	3,60	2,86	2,85	2,95	2,92	2,83	2,85	2,69	2,78	2,83	2,81				
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
Ti	0,03	0,02	0,00	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
Fe(ii)	0,07	0,57	0,25	0,39	0,38	0,35	0,50	0,29	0,25	0,42	0,35	0,29	0,30				
Mn	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00				
Mg	0,05	0,70	0,09	0,67	0,70	0,62	0,57	0,92	0,91	1,17	0,94	0,89	0,90				
Ca	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
Na	0,46	0,35	0,34	0,36	0,32	0,35	0,38	0,05	0,00	0,08	0,04	0,12	0,10				
K	1,63	1,93	1,91	1,93	1,81	1,81	1,87	1,83	1,97	1,75	1,99	1,90	1,98				
TOTAL	14,03	14,36	14,20	14,23	14,11	14,15	14,27	13,95	13,99	14,12	14,10	14,03	14,09				
Fe2/(Fe2+Fe3)	3,99	0,53	1,66	1,53	1,23	1,15	0,92	0,01	0,65	0,00	0,26	0,74	0,93				
Fe3/(Fe3+Fe2)	-2,99	0,47	-0,66	-0,53	-0,23	-0,15	0,08	0,99	0,35	1,00	0,74	0,26	0,07				
Mg/(Mg+Fe2+)	0,43	0,55	0,27	0,63	0,65	0,64	0,53	0,76	0,78	0,73	0,73	0,75	0,75				
Fe3+/(Fe3++[6]Al)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				

ΜΑΡΜΑΡΥΠΕΣ	Μετα-οφιολιθικό σύμπλεγμα																			
	21										13					26				
	μεταβασάλτης										μεταγνάββρος					μεταγνάββρος				
Δείγμα	2-03b	2-03d	2-04f	1-02d	1-04a	1-05b	12a	2d	3e		12a	2d	3e			1_16	1_17	2_8		
Λιθότυπος	2-03b	2-03d	2-04f	1-02d	1-04a	1-05b	12a	2d	3e		12a	2d	3e			1_16	1_17	2_8		
αρ.ανάλ.	2-03b	2-03d	2-04f	1-02d	1-04a	1-05b	12a	2d	3e		12a	2d	3e			1_16	1_17	2_8		
ορυκτό	2-03b	2-03d	2-04f	1-02d	1-04a	1-05b	12a	2d	3e		12a	2d	3e			1_16	1_17	2_8		
SiO2	49,81	45,41	43,04	47,88	49,53	49,50	52,78	46,48	43,14		52,78	46,48	43,14			49,30	47,44	44,98		
TiO2	0,25	0,07	0,06	0,03	0,15		0,10	0,01	0,39		0,10	0,01	0,39			0,21	0,35	0,33		
Al2O3	24,65	33,31	23,72	25,85	25,08	26,75	24,02	21,83	18,78		24,02	21,83	18,78			29,52	30,45	33,25		
Cr2O3							0,08				0,08									
FeOtot	3,99	1,81	8,81	3,52	2,66	2,78	2,62	7,14	19,73		2,62	7,14	19,73			3,31	3,05	1,58		
MnO	0,24		0,37	0,04	0,08		0,05	0,03	0,08		0,05	0,03	0,08			0,17	0,06	0,04		
MgO	4,37	0,14	9,82	2,55	3,52	2,84	4,29	9,50	2,92		4,29	9,50	2,92			1,54	1,32	0,33		
CaO	0,07				0,01		0,17	0,72	0,72		0,17	0,72	0,72				0,01	0,05		
Na2O	0,33	0,52	0,35	0,39	0,21	0,47	0,15	0,43	0,30		0,15	0,43	0,30			0,55	0,52	0,79		
K2O	10,52	10,80	6,61	10,99	11,04	11,01	10,62	7,01	5,21		10,62	7,01	5,21			11,07	11,04	10,44		
Σύνολο	94,23	92,06	92,78	91,25	92,28	93,35	94,88	93,15	91,27		94,88	93,15	91,27			95,67	94,24	91,79		
Si	6,82	6,29	6,11	6,77	6,88	6,79	7,08	6,50	6,53		7,08	6,50	6,53			6,62	6,47	6,24		
Al	1,18	1,71	1,89	1,23	1,12	1,21	0,92	1,50	1,47		0,92	1,50	1,47			1,38	1,53	1,76		
Al	2,79	3,72	2,08	3,07	2,98	3,12	2,88	2,09	1,88		2,88	2,09	1,88			3,29	3,36	3,68		
Fe(iii)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00		
Ti	0,03	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,04		0,01	0,00	0,04			0,02	0,04	0,03		
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00		0,01	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00		
Fe(ii)	0,46	0,21	1,05	0,42	0,31	0,32	0,29	0,83	2,50		0,29	0,83	2,50			0,37	0,35	0,18		
Mn	0,03	0,00	0,04	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01		0,01	0,00	0,01			0,02	0,01	0,00		
Mg	0,89	0,03	2,08	0,54	0,73	0,58	0,86	1,98	0,66		0,86	1,98	0,66			0,31	0,27	0,07		
Ca	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,12		0,02	0,11	0,12			0,00	0,00	0,01		
Na	0,09	0,14	0,10	0,11	0,06	0,13	0,04	0,12	0,09		0,04	0,12	0,09			0,14	0,14	0,21		
K	1,84	1,91	1,20	1,98	1,96	1,93	1,82	1,25	1,01		1,82	1,25	1,01			1,90	1,92	1,85		
TOTAL	14,13	14,01	14,55	14,12	14,06	14,07	13,93	14,39	14,30		13,93	14,39	14,30			14,05	14,08	14,04		
Fe2/(Fe2+Fe3)																				
Fe3/(Fe3+Fe2)	0,00	1,59	0,00	0,71	0,44	0,79	0,02	0,00	0,00		0,02	0,00	0,00			0,93	0,78	1,48		
Mg/(Mg+Fe2+)	1,00	-0,59	1,00	0,29	0,56	0,21	0,98	1,00	1,00		0,98	1,00	1,00			0,07	0,22	-0,48		
Fe3+/(Fe3++[6]Al)	0,66	0,12	0,67	0,56	0,70	0,65	0,74	0,70	0,21		0,74	0,70	0,21			0,45	0,44	0,27		
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00		

ΠΟΥΜΠΕΛΛΥΙΤΗΣ		Μεταφοριολιθικό σύμπλεγμα										Ενότητα Όχης				
Δείγμα		101										5		32		
Λιθότυπος		μεταβασάλης										μεταβασάλης		μεταγνόββρος		
αρ.ανάλ.		a-4	1-1d	1-3c	1-5e	1-6c	1-6g					06a	incl in ab	01a-1	01a-2	01a-7
παρατηρήσεις		matrix					rim of epd									
SiO2		37,73	37,73	37,19	38,00	36,69	37,13					41,80		40,41	39,83	39,13
TiO2		0,04	0,04	0,26	0,12	0,22								0,13	0,08	0,06
Al2O3		23,59	23,75	23,30	24,02	23,72	23,88					23,82		26,15	25,72	25,33
Cr2O3			0,14													
Fe2O3		4,72	5,50	6,80	5,45	7,24	6,94					2,93		1,80	1,93	2,38
MnO		0,19	0,14	0,22	0,31	0,20	0,29					0,69		0,82	0,57	0,51
MgO		2,87	2,50	2,77	2,82	3,65	1,04					2,65		4,00	3,71	3,73
CaO		21,82	21,16	19,33	20,66	19,42	20,61					18,20		20,96	21,39	21,64
Na2O		0,50	0,18	0,50	0,55	0,61						2,67		0,66	0,41	0,42
K2O		0,03	0,12		0,06	0,08						0,03		0,05		
Σύνολο		91,49	91,26	90,37	91,99	91,83	89,89					92,79		94,98	93,64	93,20
Si		3,03	3,04	3,03	3,03	2,96	3,05					3,24		3,06	3,06	3,04
Ti		0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00					0,00		0,01	0,00	0,00
Al		2,23	2,25	2,24	2,26	2,26	2,31					2,18		2,33	2,33	2,32
Cr		0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00					0,00		0,00	0,00	0,00
Fe(ii)		0,32	0,37	0,46	0,36	0,49	0,48					0,19		0,11	0,12	0,15
Mn		0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02					0,05		0,05	0,04	0,03
Mg		0,34	0,30	0,34	0,34	0,44	0,13					0,31		0,45	0,42	0,43
Ca		1,88	1,83	1,69	1,77	1,68	1,81					1,51		1,70	1,76	1,80
Na		0,08	0,03	0,08	0,09	0,10	0,00					0,40		0,10	0,06	0,06
K		0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00					0,00		0,00	0,00	0,00
Zr		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,00		0,00	0,00	0,00
TOTAL		7,89	7,85	7,87	7,88	7,95	7,80					7,87		7,82	7,80	7,84
														91,88	96,60	92,70
														3,06	3,03	3,10
														0,00	0,00	0,00
														2,26	2,30	2,23
														0,00	0,00	0,00
														0,11	0,15	0,13
														0,03	0,04	0,02
														0,48	0,45	0,46
														1,84	1,81	1,82
														0,03	0,03	0,03
														0,01	0,01	0,01
														0,00	0,00	0,00
														7,83	7,84	7,81

ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ		Ενότητα Όχης				Μεταφολιθικό σύμπλεγμα													
Δείγμα		110				13			47								22		
Λιθότυπος		πυροξ. σχιστόλιθος				μεταγνάββρος			μεταβασάλλτης								μεταβερόλιτης		
αρ.ανάλ.	1a-2	4b-1	5a-1	6a-2	6b	7b	01a,c-5	01a,c-6	01d-1	01d-3	01f,g-2	03b-1	03b-4	b-1	b-3				
ορυκτό	Aeg	Aeg	Aeg	Aeg	Omp	Omp	Omp	Di	Omp	Omp	Omp	Di	Aug	Di	Di				
παρατηρήσεις	incl in ab																		
SiO2	57,84	55,44	53,99	53,83	63,64	59,45	56,23	48,14	55,31	54,87	54,21	48,83	48,84	54,51	54,06				
TiO2	0,12		0,07	0,23		0,02	0,34	2,35	0,26	0,45		2,06	2,16	0,22	0,14				
Al2O3	6,33	6,29	4,36	6,15	12,88	10,95	8,08	5,05	8,93	7,38	5,81	4,92	5,07		0,08				
Cr2O3			0,05			0,08						0,23	0,13						
FeO	19,55	20,57	21,74	21,41	3,02	4,58	8,02	8,27	7,61	8,57	9,84	8,88	8,70	1,49	2,05				
MnO	0,07		0,07		0,20	0,20	0,22	0,13	0,20	0,28	0,11				0,21				
MgO	2,08	1,05	1,78	1,89	5,03	7,54	8,06	12,99	7,59	8,03	7,91	13,27	13,21	18,10	18,01				
CaO	2,74	1,40	2,88	2,79	6,82	10,34	11,65	20,90	10,02	12,70	12,25	21,17	20,37	24,12	23,50				
Na2O	12,77	13,47	11,30	11,73	8,69	6,77	7,09	0,48	7,61	7,36	6,90			0,03	0,17				
K2O			0,05	0,07			0,02	0,02	0,17		0,03								
Σύνολο	101,50	98,22	96,29	98,10	100,28	99,93	99,71	98,34	97,69	99,64	97,06	99,36	98,48	98,47	98,22				
Si	2,14	2,14	2,15	2,10	2,17	2,08	2,04	1,83	2,04	2,01	2,05	1,84	1,84	2,00	2,00				
Al	-0,14	-0,14	-0,15	-0,10	-0,17	-0,08	-0,04	0,17	-0,04	-0,01	-0,05	0,16	0,16	0,00	0,00				
Al	0,42	0,43	0,35	0,38	0,69	0,53	0,38	0,05	0,43	0,33	0,31	0,05	0,07	0,00	0,00				
Fe(iii)	0,50	0,62	0,53	0,57	0,00	0,00	0,09	0,03	0,11	0,23	0,22	0,00	0,00	0,00	0,02				
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00				
Ti	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,07	0,01	0,01	0,00	0,06	0,06	0,01	0,00				
Fe(ii)	0,08	0,01	0,16	0,09	0,09	0,14	0,15	0,23	0,12	0,03	0,09	0,28	0,28	0,05	0,05				
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01				
Mg	0,11	0,06	0,11	0,11	0,26	0,39	0,44	0,74	0,42	0,44	0,45	0,74	0,74	0,99	0,99				
Ca	0,11	0,06	0,12	0,12	0,25	0,39	0,45	0,85	0,40	0,50	0,50	0,85	0,82	0,95	0,93				
Na	0,92	1,01	0,87	0,89	0,57	0,46	0,50	0,04	0,54	0,52	0,51	0,00	0,00	0,00	0,01				
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
Άθρ.κατ.	4,15	4,19	4,15	4,17	3,86	3,92	4,03	4,01	4,03	4,07	4,07	3,99	3,98	3,99	4,00				

ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ		Μεταφολιθικό σύμπλεγμα																	
Δείγμα		22																	
Λιθότυπος		μεταβερίτης																	
αρ.ανάλ.		b-4	d-1	d-2	d-3	g-1	g-3	2-a	2-b	1a-2	1d-3	2a-1	3b-2	3b-3	3c-1	4a-1	100a		
ορυκτό		Di	Aug	Di	Di	Di	Di	Aug	Aug	Aug	Aug	Aug	Di	Di	Di	Di	Di	μεταβερλίτης	
παρατηρήσεις		πυριν.	πυριν.	μεταμ.	μεταμ.	μεταμ.	μεταμ.	μεταμ.	μεταμ.	μεταμ.	μεταμ.	μεταμ.	πυριν.	μεταμ.	μεταμ.	μεταμ.	μεταμ.	μεταμ.	
SiO2		48,52	49,92	54,33	55,57	53,4	54,00	54,86	55,10	55,49	55,53	55,80	49,96	48,14	54,18	55,31			
TiO2		1,94	1,49	0,04		0,05	0,10	0,23		0,27	0,12	0,04	1,30	0,19					
Al2O3		3,63	3,23				0,07			0,01	0,29		3,66						
Cr2O3		0,85	0,94		0,10	0,14							0,83		0,39	0,17			
FeO		4,58	4,61	1,65	1,70	7,10	9,98	3,70	2,90	5,30	3,88	3,31	4,59	1,37	2,15	1,66			
MnO		0,17	0,07			0,35		0,16	0,08	0,29	0,18	0,10		0,12	0,11				
MgO		15,33	15,62	18,10	18,26	13,77	11,43	19,49	20,25	17,18	17,43	17,02	15,70	15,75	18,89	17,50			
CaO		20,86	20,60	24,16	24,22	23,04	22,57	21,52	21,42	22,08	23,22	23,95	20,98	20,91	24,94	25,35			
Na2O		0,17	0,18	0,20	0,04	0,05	0,35		0,23										
K2O						0,07		0,11	0,11	0,09		0,09			0,03	0,13			
Σύνολο		96,05	96,66	98,48	99,89	97,97	98,50	100,07	100,09	100,71	100,65	100,31	97,02	86,48	100,69	100,12			
Si		1,86	1,89	2,00	2,01	2,02	2,05	1,99	1,99	2,01	2,01	2,02	1,88	2,01	1,96	2,00			
Al		0,14	0,11	0,00	-0,01	-0,02	-0,05	0,00	0,00	-0,01	-0,01	-0,02	0,12	-0,01	0,00	0,00			
Al		0,02	0,04	0,00	0,01	0,02	0,05	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,05	0,01	0,00	0,00			
Fe(iii)		0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00			
Cr		0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00			
Ti		0,06	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00			
Fe(ii)		0,15	0,15	0,03	0,05	0,23	0,32	0,09	0,03	0,16	0,12	0,10	0,15	0,05	-0,03	0,05			
Mn		0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Mg		0,87	0,88	0,99	0,98	0,78	0,65	1,05	1,09	0,93	0,94	0,92	0,88	0,98	1,02	0,95			
Ca		0,86	0,84	0,95	0,94	0,93	0,92	0,84	0,83	0,86	0,90	0,93	0,85	0,94	0,97	0,98			
Na		0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
K		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01			
Άθρ.κατ.		4,00	3,99	4,01	3,99	3,98	3,96	4,01	4,02	3,98	3,98	3,98	3,99	3,98	4,03	4,00			

ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ		Μετασφιολιθικό σύμπλεγμα																108
Δείγμα	100b																	μεταβερλίτης
Λιθότυπος	μεταβερλίτης																	d-5
αρ.ανάλ.	b-1	b-2	b-3	b-4	d-1	d-2	d-3	j-1	j-2	j-3	k-1	l-2						
ορυκτό	Di	Di	Di	Di	Di	Di	Di	Di	Di	Di	Di	Di	Di	Cen				
παρατηρήσεις	πυριν.	πυριν.	πυριν.	μεταμ.	μεταμ.	μεταμ.	πυριν.	πυριν.		μεταμ.	πυριν?	μεταμ.						
SiO2	50,40	51,40	51,73	54,38	54,36	55,22	49,86	52,40	52,36	55,36	54,41	54,69	63,25					
TiO2	1,26	1,06	1,16	0,04	0,06	0,08	1,55		0,07		0,09	0,21	0,18					
Al2O3	4,11	2,97	2,88		0,28	2,49	4,27	0,43	0,52			0,44	0,16					
Cr2O3	0,93	0,71	0,66	0,09	0,32	0,01	1,00	0,14	0,03	0,11	0,05	0,16	4,52					
FeO	4,45	4,64	4,27	2,13	2,21	7,68	4,66	14,13	11,31	2,22	6,03	3,39	0,18					
MnO				0,25	0,23	0,13	0,24	0,60	0,69	0,14	0,28	0,24	28,89					
MgO	15,74	16,71	16,48	17,92	17,99	34,39	15,54	10,02	12,18	17,48	15,81	19,26	0,14					
CaO	20,97	21,35	20,97	23,93	23,75	0,15	21,16	22,86	22,37	24,26	22,72	21,48	0,16					
Na2O	0,27	0,18	0,22		0,07	0,05	0,22	0,20	0,31	0,01	0,01	0,07	97,32					
K2O	0,08	0,16	0,03	0,08	0,03	0,10	0,03	0,15	0,10	0,12	0,05	0,08						
Σύνολο	98,21	99,18	98,40	98,82	99,30	100,30	98,53	100,93	99,94	99,70	99,45	100,02						
Si	1,88	1,90	1,92	2,00	1,99	1,91	1,86	1,99	1,98	2,01	2,01	1,98	2,18					
Al	0,12	0,10	0,08	0,00	0,01	0,09	0,14	0,01	0,02	-0,01	-0,01	0,02	-0,18					
Al	0,06	0,03	0,04	0,00	0,00	0,02	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,19					
Fe(iii)	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,11	0,00	0,02	0,05	0,00	0,00	0,01	0,00					
Cr	0,03	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
Ti	0,04	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00					
Fe(ii)	0,14	0,12	0,13	0,06	0,06	0,11	0,15	0,43	0,31	0,07	0,19	0,09	0,14					
Mn	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01					
Mg	0,87	0,92	0,91	0,98	0,98	1,78	0,86	0,57	0,69	0,95	0,87	1,04	1,48					
Ca	0,84	0,84	0,83	0,94	0,93	0,01	0,85	0,93	0,91	0,95	0,90	0,83	0,01					
Na	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01					
K	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00					
Άθρ.κατ.	3,99	4,01	3,99	4,00	4,00	4,03	4,00	4,01	4,01	3,99	3,99	4,00	3,83					

ΤΙΤΑΝΙΤΗΣ		Ενότητα Στύρων				Ενότητα Όχης				Μεταφολιθικό σύμπλεγμα									
Δείγμα	Λιθότυπος	38		92		94	4	30	50	51	101			60					
		σχιστόλιθος	28	29	2-01a	9-01a	σβαστ.σχιστόλ.	σχιστόλ.	σχιστόλ.	μεταβασικό	1c-1	a-1	1-1e	1-4a	1-6d	1-1b	1-3a	1-3c	υπερβασική φλέβα
	αρ.ανάλ.																		
	SiO2		32,05	32,03	30,00	31,96	31,60	30,98	32,84	29,88	31,66	30,69	31,20	30,73	31,20	31,32	30,96	30,83	
	TiO2		38,36	38,08	35,39	35,99	38,68	38,31	30,18	34,54	36,67	34,92	36,70	36,58	32,80	36,39	38,33	38,11	
	Al2O3		1,72	1,70	2,03	2,82	1,01	0,65	3,93	2,16	1,88	2,87	1,77	1,49	2,76	2,04	0,56	0,36	
	Fe2O3		0,62	0,70	0,14	0,19	0,25	0,21	2,77	0,59	0,39	0,74	0,94	0,61	2,39	0,41	0,20	0,12	
	MnO			0,12	0,11	0,06	0,05		0,13										
	MgO		0,02	0,15	0,04	0,05			0,06	0,10						0,15			
	CaO		27,34	27,47	26,80	28,50	27,31	26,81	26,34	24,63	26,58	27,14	27,59	26,94	27,23	27,01	27,03	26,78	
	Na2O		0,07	0,28	0,16	0,24		0,18	0,20	0,12	0,67	0,09			0,29	0,17	0,08	0,13	
	K2O		0,13	0,13	0,07	0,04	0,24	0,15	0,12	0,48	0,22	0,07	0,02		0,13	0,07		0,10	
	Cr2O3									0,14			0,07				0,35	0,19	
	Σύνολο		100,31	100,66	94,74	99,85	99,14	97,29	96,57	92,64	98,07	96,52	98,29	96,35	96,80	97,56	97,51	96,62	
	Si		1,04	1,04	1,03	1,04	1,03	1,03	1,11	1,05	1,05	1,03	1,03	1,04	1,06	1,04	1,03	1,04	
	Al		0,07	0,06	0,08	0,11	0,04	0,03	0,16	0,09	0,07	0,11	0,07	0,06	0,11	0,08	0,02	0,01	
	Ti		0,93	0,93	0,91	0,88	0,95	0,96	0,77	0,91	0,91	0,88	0,92	0,93	0,84	0,91	0,96	0,96	
	Fe		0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	
	Mn		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Mg		0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	
	Ca		0,95	0,95	0,98	0,99	0,96	0,96	0,96	0,92	0,94	0,00	0,98	0,97	0,99	0,96	0,96	0,96	
	Na		0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,04		0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	
	K		0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,98	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	
	Cr		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	
	άθρ.κατ.		3,00	3,02	3,03	3,04	3,00	3,00	3,05	3,01	3,03	3,03	3,01	3,01	3,06	3,02	3,00	3,00	

ΧΛΩΡΙΤΗΣ		Ενότητα Στύρων																	
Δείγμα		38								92								94	
Λιθότυπος		σχιστόλιθος								ασβεστιτικός σχιστόλιθος								σχιστόλιθος	
αρ.ανάλ.		1 04	1 06	3 10	4 15	4 17	5 22	5 25	1-01d	4-01a	6-01c	7-02c	7-03d	7-04b	1 01a	1 01b	4 02b		
SiO2		30,43	30,16	30,16	30,39	30,47	31,93	30,84	27,57	27,17	27,30	27,85	28,77	29,29	27,85	27,76	27,49		
TiO2			0,11	0,09	0,03			0,13	0,14		0,06	0,02	0,12		0,08	0,03	0,12		
Al2O3		21,24	21,05	20,54	20,73	20,62	19,69	20,03	19,12	19,46	18,96	18,95	19,16	19,06	20,04	19,32	19,95		
FeOtot		8,32	9,23	8,51	8,55	8,26	7,94	8,46	23,87	23,68	24,05	23,74	23,64	23,93	20,45	19,96	19,70		
MnO		0,69	0,73	0,67	0,70	0,68	0,41	0,43	0,67	0,70	0,59	0,76	0,68	0,54		0,63	0,29		
MgO		27,37	27,50	27,91	27,27	27,91	26,05	26,72	15,12	16,02	16,00	15,56	15,84	15,93	18,57	18,20	18,57		
CaO		0,02	0,01	0,01			0,67	0,19	0,39	0,51	0,54	0,31		0,15	0,01	0,06	0,04		
Na2O		0,32	0,29	0,27	0,22	0,26	0,17	0,24	0,35	0,40	0,31	0,33	0,61	0,52	0,16		0,01		
K2O		0,04	0,12			0,02	0,24	0,22	0,09	0,04		0,08	0,13	0,03	0,06	0,03	0,05		
Cr2O3																0,39	0,28		
Σύνολο		88,43	89,20	88,16	87,89	88,22	87,10	87,26	87,32	87,98	87,81	87,60	88,95	89,45	87,22	86,38	86,50		
Si		5,77	5,71	5,76	5,80	5,79	6,10	5,92	5,77	5,66	5,71	5,81	5,87	5,94	5,70	5,75	5,67		
Al iv		2,23	2,29	2,24	2,20	2,21	1,90	2,08	2,23	2,34	2,29	2,19	2,13	2,06	2,30	2,25	2,33		
Al vi		2,53	2,42	2,39	2,49	2,43	2,56	2,47	2,52	2,45	2,39	2,49	2,51	2,52	2,56	2,49	2,54		
Ti		0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02		
Cr		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,05		
Fe3+		0,11	0,03	0,05	0,13	0,08	0,31	0,17	0,11	0,00	0,01	0,10	0,11	0,16	0,12	0,17	0,16		
Fe2+		1,21	1,43	1,31	1,24	1,23	0,96	1,18	4,07	4,14	4,19	4,04	3,92	3,89	3,38	3,29	3,24		
Mn		0,11	0,12	0,11	0,11	0,11	0,07	0,07	0,12	0,12	0,10	0,13	0,12	0,09	0,00	0,11	0,05		
Mg		7,73	7,76	7,94	7,76	7,91	7,41	7,64	4,72	4,97	4,99	4,84	4,82	4,81	5,67	5,62	5,71		
Ca		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,04	0,09	0,11	0,12	0,07	0,00	0,03	0,00	0,01	0,01		
Na		0,24	0,21	0,20	0,16	0,19	0,13	0,18	0,28	0,32	0,25	0,27	0,48	0,41	0,13	0,00	0,01		
K		0,02	0,06	0,00	0,00	0,01	0,12	0,11	0,05	0,02	0,00	0,04	0,07	0,02	0,03	0,02	0,03		
OH*		16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00		
Total		35,95	36,06	36,01	35,89	35,97	35,69	35,88	35,98	36,14	36,08	35,98	36,06	35,95	35,90	35,78	35,81		
Fe/Fe+Mg		0,15	0,16	0,15	0,15	0,14	0,15	0,15	0,47	0,45	0,46	0,46	0,46	0,46	0,38	0,38	0,37		

ΧΛΩΡΙΤΗΣ	Ενότητα Όχης																	Μετασφολιθικό σύμπλεγμα													
	30		49					50			110				115		130														
	Δείγμα	σχιστόλιθος	σχιστόλιθος					μεταβασιικό			πυροξ. σχιστόλιθος				κροσ-σπεσ.σχιστ.		μεταίζημα														
Λιθότυπος	αρ.ανάλ.	4	43	3	15	1	23	1	27	1	32	02b	2?	02b	3?	03a	4	3a-2	4a-1	4b-2	7a-1	7-1d	2c-2	2c-3	2e	1	2e	3			
SiO2	αρ.ανάλ.	34,74	30,12	28,88	28	28,37	31,13	30,86	29,77	28,81	28,83	28,63	28,43	27,73	33,13	32,91	28,22	35,06	0,09	0,01	0,08	0,09	0,09	0,15	0,05	0,09	0,08	0,08	0,08		
		18,06	21,19	19,49	20,15	19,87	19,61	18,29	18,35	20,55	19,95	19,52	19,78	18,18	18,38	18,63	16,19	19,26	16,14	17,79	17,1	16,76	15,92	17,98	16,88	17,29	14,37	25,46	18,23		
		0,36	0,29	0,35	0,34	0,36		0,64	0,81	0,88	0,82	0,67	0,64	1	0,32	0,32	0,26	0,36	14,75	21,99	21,18	21,12	20,89	20,94	21,77	22,71	20,47	21,33	14,99		
		0,33				0,01	0,03	0,28	0,17	0,06	0,05		0,07	0,3	0,55	0,58	0,32	0,43	0,30	0,24	0,3	0,36	0,22	0,21	0,27	0,38	0,26	0,34	0,34		
		0,83	0,06	0,06	0,03	0,19	1,31	0,95	0,3	0,03	0,04		0,04	87,86	86,76	85,84	88,32	89,03	87,9	87,07	85,01	87,86	86,76	86,32	89,56	88,39					
		85,60	91,68	87,36	86,76	85,84	86,93	87,46	88,32	89,03	87,9	87,07	85,01	87,86	86,76	85,84	88,32	89,03	87,9	87,07	85,01	87,86	86,76	86,32	89,56	88,39					
		Si	6,86	5,76	5,81	5,67	5,77	6,12	6,11	5,92	5,72	5,77	5,79	5,79	5,83	6,63	6,62	6,11	6,77	1,14	2,24	2,19	2,33	2,23	2,17	1,37	1,38	1,89	1,23		
		Al iv																													
Al vi	3,16	2,55	2,44	2,50	2,56	2,73	2,42	2,22	2,54	2,49	2,46	2,57	2,36	3,05	3,12	2,28	3,26														
Ti	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Fe3+	1,00	0,13	0,08	0,03	0,12	0,33	0,20	0,07	0,11	0,09	0,09	0,17	0,06	0,86	0,90	0,02	0,97														
Fe2+	1,67	2,72	2,79	2,81	2,59	1,96	2,22	2,60	2,87	2,73	2,84	2,28	4,42	2,53	2,51	6,33	1,97														
Mn	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,00	0,11	0,14	0,15	0,14	0,11	0,11	0,18	0,05	0,05	0,05	0,06														
Mg	4,34	6,27	6,35	6,38	6,33	6,14	6,43	6,73	6,06	6,29	6,18	6,48	4,70	3,96	3,90	2,58	3,91														
Ca	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06	0,04	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,12	0,12	0,07	0,09														
Na	0,23	0,18	0,23	0,28	0,17	0,00	0,00	0,00	0,16	0,21	0,30	0,21	0,24	0,29	0,25	0,55	0,25														
K	0,42	0,03	0,03	0,02	0,10	0,66	0,48	0,15	0,02	0,00	0,00	0,02	0,06	0,16	0,09	0,44	0,51														
OH*	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00														
Total	34,96	35,92	35,99	36,07	35,94	35,82	35,92	35,97	35,92	35,92	35,96	35,99	35,87	36,04	35,06	34,97	36,33	35,04													
Fe/Fe+Mg																															
	0,38	0,31	0,31	0,31	0,30	0,27	0,27	0,28	0,33	0,31	0,32	0,27	0,49	0,46	0,47	0,71	0,43														

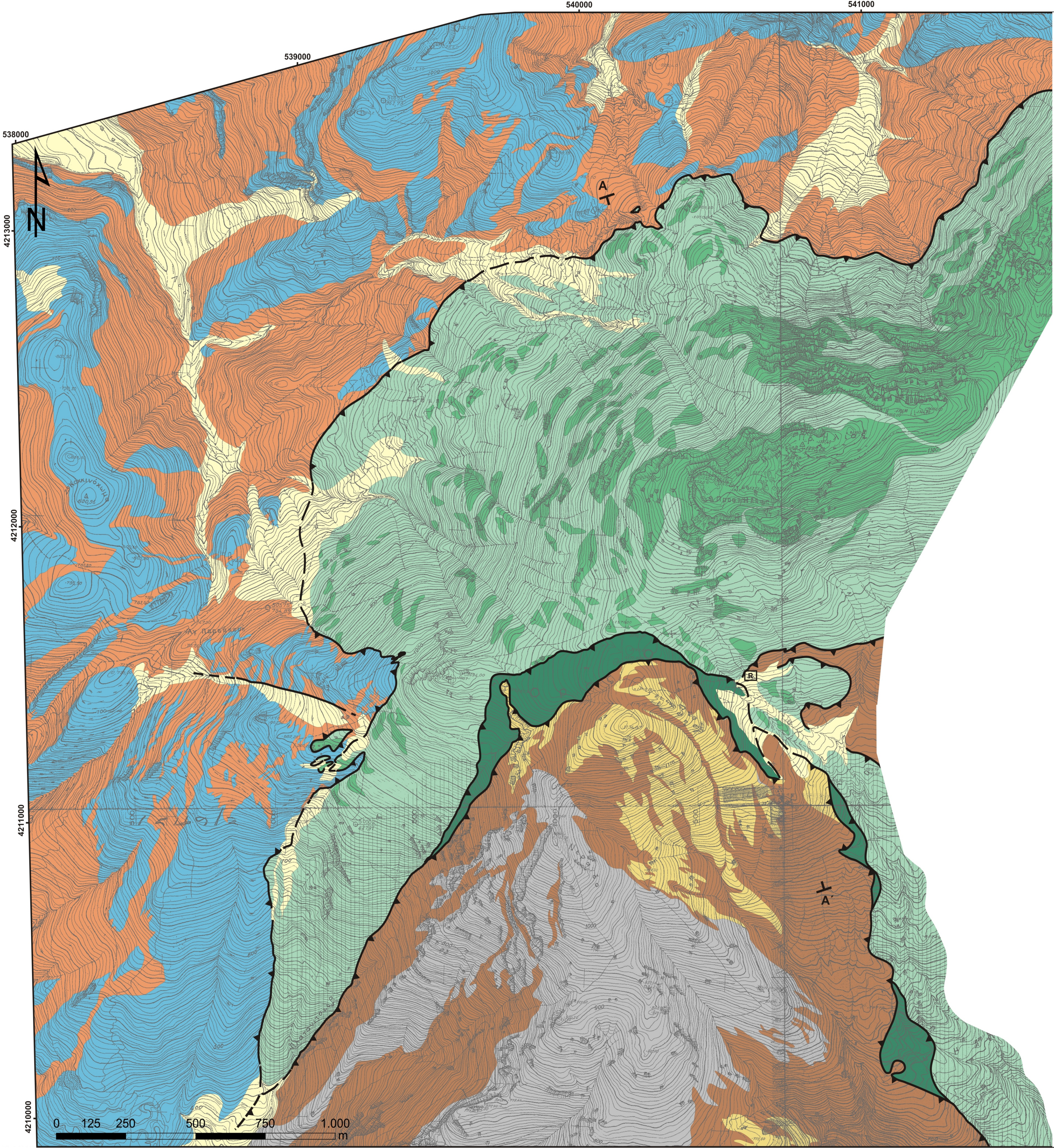
Μετασφιολιθικό σύμπλεγμα																						
Δείγματα		13				26				32				35				21				
Λιθότυπος		μεταγνάββρος				μεταγνάββρος				μεταγνάββρος				μεταγνάββρος				μεταβάσματος				
αρ.ανάλ.	13-3-b	2c	1	6	1	12	1	15	1	20	02a-4	02a-6	02b-8	02c-1	1a-5	1b-1	1b-4	1c-1	1e 2	2-02a	2-02b	2-04a
SiO2	34,51	32,67	32,44	28,99	26,98	29,23	29,23	26,98	29,23	29,34	30,79	31,13	31,00	29,34	30,09	32,27	29,92	31,43	30,53	29,00	29,45	31,93
TiO2	0,10	0,10	0,10		0,10	0,15	0,15		0,15	0,01	0,04	0,08	0,03	0,01	0,04				0,07	0,11	0,05	
Al2O3	18,15	19,45	19,91	18,99	19,90	18,23	24,05	26,43	24,05	19,98	20,05	19,33	19,59	19,98	18,68	19,97	19,02	19,38	18,48	19,07	19,04	20,25
FeOtot	17,44	17,96	21,53	23,74	26,43	24,05	24,05	26,43	24,05	15,95	15,42	15,22	16,41	15,95	13,51	13,87	14,19	14,53	13,23	20,52	20,01	16,71
MnO	0,29	0,41	0,38	0,57	0,43	0,40	0,40	0,43	0,40	0,24	0,32	0,34	0,14	0,24	0,33	0,26	0,18	0,40	0,35	0,43	0,53	0,53
MgO	17,05	17,90	12,56	14,20	14,21	13,98	13,98	14,21	13,98	22,21	20,90	19,59	20,55	22,21	24,86	22,87	23,65	20,28	23,83	18,55	19,52	17,46
CaO	0,51	0,76	0,62	0,22		0,47	0,47		0,47	0,02	0,39	0,41	0,34	0,02	0,05			0,37		0,08	0,09	0,12
Na2O			0,44	0,26	0,32	0,33	0,33	0,32	0,33	0,29	0,22	0,18	0,32	0,29						0,25	0,43	0,26
K2O	0,27	0,20	0,26	0,17	0,07	0,19	0,19		0,15		0,05	0,16	0,15			0,11				0,25	0,33	1,80
Cr2O3		0,10		0,00							0,04	0,16	0,02		0,18	0,25	0,54	0,21	0,23			
Σύνολο	88,32	89,55	88,24	87,14	88,44	87,03	87,03	88,44	87,03	88,04	88,22	86,60	88,55	88,04	87,74	89,60	87,50	86,60	86,72	88,15	89,51	89,11
Si	6,68	6,32	6,43	6,02	5,64	6,09	6,09	5,64	6,09	5,80	6,02	6,17	6,06	5,80	5,91	6,13	5,91	6,20	6,04	5,88	5,87	6,20
Al iv	1,32	1,68	1,57	1,98	2,36	1,91	1,91	2,36	1,91	2,20	1,98	1,83	1,94	2,20	2,09	1,87	2,09	1,80	1,96	2,12	2,13	1,80
Al vi	2,89	2,81	3,18	2,71	2,57	2,61	2,61	2,57	2,61	2,48	2,67	2,74	2,62	2,48	2,25	2,64	2,35	2,75	2,36	2,46	2,37	2,92
Ti	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01
Cr	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,03	0,04	0,08	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00
Fe3+	0,87	0,63	0,81	0,34	0,07	0,33	0,33	0,07	0,33	0,11	0,35	0,48	0,32	0,11	0,11	0,44	0,19	0,55	0,25	0,12	0,04	0,39
Fe2+	1,96	2,27	2,76	3,78	4,55	3,86	3,86	4,55	3,86	2,53	2,17	2,04	2,37	2,53	2,11	1,76	2,16	1,85	1,93	3,36	3,30	2,32
Mn	0,05	0,07	0,06	0,10	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,04	0,05	0,06	0,02	0,04	0,05	0,04	0,03	0,07	0,06	0,07	0,09	0,09
Mg	4,92	5,16	3,71	4,40	4,43	4,34	4,34	4,43	4,34	6,55	6,09	5,79	5,99	6,55	7,28	6,48	6,96	5,97	7,02	5,61	5,80	5,06
Ca	0,11	0,16	0,13	0,05	0,00	0,10	0,10	0,00	0,10	0,00	0,08	0,09	0,07	0,00	0,01	0,00	0,00	0,08	0,00	0,02	0,02	0,02
Na	0,00	0,00	0,34	0,21	0,26	0,27	0,27	0,26	0,27	0,22	0,17	0,14	0,24	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,33	0,20
K	0,13	0,10	0,13	0,09	0,04	0,10	0,10	0,04	0,10	0,00	0,02	0,08	0,07	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,13	0,17	0,89
OH*	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Total	34,94	35,23	35,14	35,68	36,02	35,71	35,71	36,02	35,71	35,93	35,62	35,45	35,71	35,93	35,85	35,46	35,76	35,30	35,68	35,97	36,13	35,90
Fe/Fe+Mg	0,36	0,36	0,49	0,48	0,51	0,49	0,49	0,51	0,49	0,29	0,29	0,30	0,31	0,29	0,23	0,25	0,25	0,29	0,24	0,38	0,37	0,35

ΧΛΩΡΙΤΗΣ	Μετασφιολιθικό σύμπλεγμα																		
Δείγμα	5												46			42			
Λιθότυπος	μεταβασάλης												μεταβασάλης			μεταβασάλης			
α.ανάλ.	chlorite	03-a	5-05a	05-b	05-d	05-e	05-l	07-d	09-a	09-h	13-a	13-e	2b-2	3b-2	3c-4	1a-8	2a-3		
SiO2	29,41	26,95	27,25	26,01	27,42	27,20	27,97	26,11	26,73	26,93	28,18	29,04	35,10	32,40	33,49	29,95	28,94		
TiO2		0,05		0,01	0,08				0,04			0,07	0,13	0,07	0,07				
Al2O3	19,26	18,23	19,30	18,58	19,28	19,05	19,50	18,29	18,62	18,82	18,90	18,68	21,16	19,13	19,26	19,69	19,25		
FeOtot	21,09	23,25	24,59	25,80	23,20	24,87	24,07	26,16	24,97	25,41	23,82	23,24	16,23	17,92	17,88	17,04	15,89		
MnO	0,54	0,43	0,62	0,53	0,51	0,45	0,63	0,34	0,53	0,50	0,55	0,36	0,27	0,34	0,29	0,31	0,20		
MgO	14,97	16,23	14,97	14,38	15,74	15,30	15,49	14,70	15,43	15,27	14,77	15,10	15,40	13,96	14,85	22,20	22,19		
CaO	0,23	0,06	0,07	0,02	0,04	0,03	0,06	0,05	0,05	0,13		0,19	0,25	0,35	0,32	0,06			
Na2O	1,62	1,51	1,32	1,51	1,54	1,54	1,68	1,55	1,55	1,62	1,61	1,63	0,48	0,48	0,13				
K2O	0,33	0,12	0,12	0,08	0,06	0,05			0,22	0,22	0,13	0,46	0,48	1,14	1,38	0,12	0,02		
Cr2O3										0,04	0,16	0,02			0,10	0,13	0,12		
Σύνολο	87,45	86,83	88,24	86,92	87,87	88,49	89,40	87,20	88,14	88,94	88,12	88,79	89,01	85,79	87,76	89,50	86,61		
Si	6,00	5,60	5,62	5,47	5,63	5,58	5,66	5,48	5,51	5,50	5,79	5,90	6,62	6,51	6,56	5,86	5,83		
Al iv	2,00	2,40	2,38	2,53	2,37	2,42	2,34	2,52	2,49	2,50	2,21	2,10	1,38	1,49	1,44	2,14	2,17		
Al vi	2,70	2,16	2,40	2,19	2,38	2,29	2,39	2,11	2,15	2,15	2,44	2,44	3,43	3,14	3,10	2,42	2,41		
Ti	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00		
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02		
Fe3+	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,72	0,77	0,15	0,14		
Fe2+	3,53	4,34	4,42	4,89	4,18	4,53	4,27	4,97	4,67	4,71	4,21	4,05	1,45	2,29	2,16	2,64	2,53		
Mn	0,09	0,08	0,11	0,09	0,09	0,08	0,11	0,06	0,09	0,09	0,10	0,06	0,04	0,06	0,05	0,05	0,03		
Mg	4,55	5,02	4,61	4,51	4,82	4,68	4,67	4,60	4,74	4,65	4,52	4,57	4,33	4,18	4,34	6,48	6,66		
Ca	0,05	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,00	0,04	0,05	0,08	0,07	0,01	0,00		
Na	1,28	1,22	1,06	1,23	1,23	1,23	1,32	1,26	1,24	1,28	1,28	1,28	0,00	0,37	0,10	0,00	0,00		
K	0,17	0,06	0,06	0,04	0,03	0,03	0,00	0,00	0,12	0,11	0,07	0,24	0,23	0,58	0,69	0,06	0,01		
OH*	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00		
Total	36,45	36,91	36,67	36,97	36,74	36,84	36,77	37,01	37,02	37,05	36,66	36,70	34,67	35,43	35,30	35,83	35,82		
Fe/Fe+Mg	0,44	0,46	0,49	0,52	0,46	0,49	0,48	0,52	0,50	0,50	0,48	0,47	0,37	0,42	0,40	0,30	0,29		

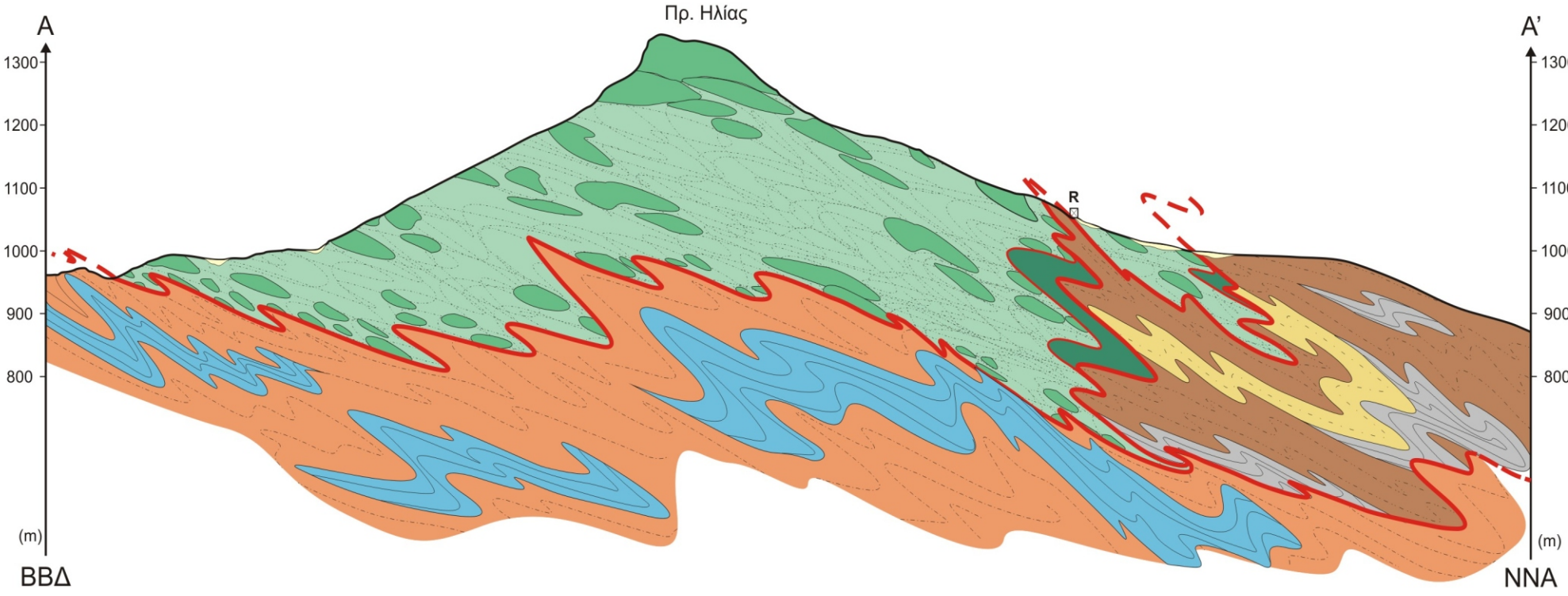
ΧΛΩΡΙΤΗΣ	Μεταφιοιοιθικό σύμπλεγμα																			
	47				48				125				101				60			
	μεταβασάλτης				μεταβασάλτης				μεταβασάλτης				μεταβασάλτης				υπερβασική φλέβα			
Δείγμα	01a,e-7	01f-9	03b-2	5a	6g	1a-2	1c-1	1c-2	1c-3	6b-4	1-1c	1-1f	1-2d	1-2e	2-2a	1a-5	1-1h	2-5e		
Λιθότυπος	29,96	30,48	30,01	28,22	28,26	30,20	30,19	30,39	31,22	29,55	26,73	28,13	27,47	26,05	27,61	25,75	30,12	31,22		
αρ.ανάλ.		0,08		0,93	0,12							2,59		0,07		0,12				
SiO ₂	18,39	17,72	18,83	18,04	18,82	17,93	17,96	17,97	18,64	18,06	19,37	17,07	18,22	18,04	18,73	18,53	18,23	19,09		
Al ₂ O ₃	15,48	14,73	16,37	19,32	19,73	14,34	13,49	13,06	14,50	14,28	27,75	25,46	25,92	28,27	27,62	25,88	12,07	10,75		
FeO _{tot}	0,49	0,54		0,50	0,44	0,23	0,23	0,52	0,21	0,11	0,46	0,43	0,37	0,46	0,53	0,53	0,26	0,24		
MnO	21,94	21,85	22,50	19,47	19,37	24,33	23,93	25,73	24,74	23,83	13,66	11,15	13,36	13,84	13,89	13,02	26,05	26,84		
MgO	0,57	0,22	0,18	0,77	0,20	0,00	0,14	0,09	0,08	0,08	0,19	2,36	1,38	0,09	0,57	0,74		0,16		
CaO	0,38	0,62											0,33	0,44		0,58				
Na ₂ O	0,15	0,20											0,05	0,07						
K ₂ O	0,38	0,04	0,09		0,14	0,16	0,15	0,15	0,14	0,18		0,07			0,04					
Cr ₂ O ₃	87,74	86,40	88,06	87,25	87,08	87,19	86,09	87,91	89,53	86,09	88,16	87,26	87,02	87,69	88,46	85,14	86,73	88,30		
Σύνολο																				
Si	5,96	6,11	5,94	5,79	5,80	5,99	6,03	5,96	6,02	5,94	5,67	5,94	5,85	5,59	5,81	5,63	5,95	5,99		
Al iv	2,04	1,89	2,06	2,21	2,20	2,01	1,97	2,04	1,98	2,06	2,33	2,06	2,15	2,41	2,19	2,37	2,05	2,01		
Al vi	2,30	2,33	2,35	2,16	2,36	2,20	2,28	2,12	2,26	2,24	2,51	2,23	2,44	2,19	2,46	2,44	2,20	2,32		
Ti	0,00	0,00	0,01	0,14	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00		
Cr	0,06	0,01	0,01	0,00	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00		
Fe ³⁺	0,09	0,12	0,18	0,13	0,13	0,12	0,19	0,06	0,17	0,12	0,10	0,56	0,10	0,00	0,15	0,00	0,08	0,17		
Fe ²⁺	2,48	2,35	2,53	3,18	3,26	2,26	2,07	2,08	2,17	2,29	4,82	3,93	4,52	5,22	4,71	4,77	1,91	1,56		
Mn	0,08	0,09	0,00	0,09	0,08	0,04	0,04	0,09	0,03	0,02	0,08	0,08	0,07	0,08	0,00	0,10	0,04	0,04		
Mg	6,51	6,53	6,64	5,95	5,93	7,20	7,13	7,53	7,11	7,15	4,32	3,51	4,24	4,43	4,35	4,24	7,67	7,67		
Ca	0,12	0,05	0,04	0,17	0,04	0,00	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,53	0,31	0,02	0,13	0,17	0,00	0,03		
Na	0,29	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,37	0,00	0,49	0,00	0,00		
K	0,08	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00		
OH*	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00		
Total	36,01	36,05	35,77	35,83	35,84	35,84	35,76	35,92	35,78	35,85	35,87	35,28	35,98	36,36	35,81	36,23	35,90	35,78		
Fe/Fe+Mg	0,28	0,27	0,29	0,36	0,36	0,25	0,24	0,22	0,25	0,25	0,53	0,56	0,52	0,54	0,53	0,53	0,21	0,18		

ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΤΕΚΤΟΝΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ

18 	Γράμμωση ορυκτολογική D_n		Παράταξη επιφάνειας σχιστότητας
22 	Γράμμωση ορυκτολογική D_{n+1}		Φορά μέγιστης κλίσης επιφάνειας σχιστότητας
18 	Γράμμωση ορυκτολογική D_{n+2}		Κατακόρυφες επιφάνειες σχιστότητας
35 	Γράμμωση ορυκτολογικού αθροίσματος D_{n+2}		Τεκτονική επαφή και πιθανή προέκτασή της
10 	Γράμμωση από διατομή D_{n+2}		Πηγή
10 	Γράμμωση από διατομή D_{n+3}		Ορειβατικό Καταφύγιο
15 	Γράμμωση από μικροπτύχωση D_{n+3}		Δεξαμενή νερού
		n.o.	No Outcrop



Προβολικό Σύστημα Συντεταγμένων: ΕΓΣΑ 87
Ισοδιάσταση Τοπογραφικού Υποβάθρου: 4m



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΜΕΤΑΛΠΙΚΑ ΙΖΗΜΑΤΑ

Κορήματα, πλευρικά κορήματα και υλικά κατολισθήσεων

ΕΝΟΤΗΤΑ ΟΧΗΣ

Σχιστόλιθοι Οχης: Συνιστούν μία σειρά σχηματισμών με ποικιλία χρωμάτων, από ανοιχτό καστανό έως σκούρο κόκκινο και από ανοιχτό κιτρινό μέχρι σκούρο, πράσινο ή μαύρο. Μπορεί να είναι πετρώματα συμπαγή, έντονα σχιστοποιημένα ή/και μυλονιτωμένα. Περιλαμβάνουν μαρμαρυγκαούς, χλωρίτες, αμφοβιολίτες, ασβεστίτες, επιδοκίτες και χαλαζακούς σχιστόλιθους, με τα κύρια ορυκτολογικά ασθράσματα αυτών να αποτελούνται από φεγγίτη, λευκούς μαρμαρυγίτες, χλωρίτη, επιδοτό, αλβίτη και χαλαζα. Συχνά την παραγένεση συμπληρώνουν γλαυκοφανής ή/και ακτινολίθος, ασβεστίτης και βιοσίτης. Σπάνια απαντάται τουμπηλιίτης και εγκλάσματα λυονίτη σε αλβίτη. Στα εποσεισθικά ορυκτά συγκαταλέγονται πτανίτης, απατίτης, ρουτίλιο, αλλανίτης, ζirkόνιο και μεταλλικά ορυκτά (οξείδια κυρίως του σιδήρου). Ειδική περίπτωση αποτελούν οι σχιστολιθικοί ορίζοντες κοντά στην επαφή με το μετασφολιθικό melange, που περιλαμβάνουν σπασσαρπινικούς-κροσσιτικούς σχιστόλιθους, πυροξενικούς και πιεμοντικούς. Τέλος, κατά θέσεις απαντώνται μικρά και μεγάλα τεμάχια μεταβασιικών πετρωμάτων (bas), με σχήμα φακοειδές ή ατρακτοειδές, σχετικά συμπαγή πυρίνα και έντονα σχιστοποιημένη περιφέρεια.

Χαλαζίτες και χαλαζακοί-αλβιτικοί σχιστόλιθοι Οχης: Πρόκειται για οριζόντες χαλαζιτών και χαλαζασσπριτικών πετρωμάτων, με πάχος που κυμαίνεται από λίγα εκατοστά μέχρι πολλές δεκάδες μέτρα. Συνίστανται είτε αποκλειστικά από χαλαζα και λίγους μαρμαρυγίτες, είτε από χαλαζα, αλβίτη και μαρμαρυγίτες. Το χρώμα τους κυμαίνεται από λευκό-υπόλευκο, υποκίτρινο έως τεφρό. Συμπτηγώνονται με τους σχιστόλιθους και τα μάρμαρα και λόγω της διαφορικής διάβρωσης προσδίδουν χαρακτηριστικό ανάγλυφο στην περιοχή.

Μάρμαρα Οχης: Είναι κυρίως λεπτο- έως παχυστρωματώδη μάρμαρα, χρώματος λευκού, λευκότερου και σπανιότερα κιανότερου, με χαρακτηριστικές τυρπικές ενδοστρώσεις. Αποτελούνται ως επί το πλείστον από ανθρακικά ορυκτά (δοκομίτης, ασβεστίτης) και σε κάποιες περιπτώσεις συμμετέχουν λευκοί μαρμαρυγίτες, χλωρίτης, χαλαζας, απατίτης και μαγνητίτης. Στις θέσεις όπου το ποσοστό συμμετοχής των μαρμαρυγιών και των χλωριτών αυξάνει, μεταπίπτουν σε σιπολίτες.

ΜΕΤΑΟΦΙΟΛΙΘΙΚΟ ΣΥΜΠΛΕΓΜΑ

Υπερβασικά πετρώματα: Συνίστανται κυρίως από σερπεντινιτωμένους μεταπεριδωτίτες (μεταβερλίτες) και δευτερεύοντες από σερπεντινιτωμένες υπερμαφικές λάβες. Έχουν τη μορφή μικρών φακοειδών σωμάτων. Τα κύρια ορυκτολογικά συστατικά είναι σερπεντινίτης, Ca-ούχοι αμφοβιολί, πυρόξενος και χλωρίτης, ενώ με λιγότερο ποσοστό συμμετέχουν ιμνιίτης, χρωμίτης, απατίτης, μαγνητίτης, πτανίτης και σπάνια ρουτίλιο. Πρώην ωφρεπικός αλβιθής συχνά περιβάλλεται από κερασιλίθη. Στην επαφή των υπερβασικών με τα περιβάλλοντα πετρώματα αναπτύσσεται ζώνη μέλανος τοίχου (blackwall zone), από έντονα παραμορφωμένο και φυλλοनिτωμένο χλωριτικό σχιστόλιθο.

Μεταβασικά πετρώματα και μεταίζηματα: α) Πρόκειται για ενοσποινιμένες λιθογιόεις του μετασφολιθικού συμπλέγματος, που περιλαμβάνουν τεμάχια μεταγabbρων και μεταβασαλιτών μέσα σε μεταίζηματα. Τα πρώτα αποτελούν παραμορφωμένα σώματα με σχήμα ατρακτοειδές και διάμετρο από λίγα μέτρα μέχρι αρκετές δεκάδες. Περιέχουν υπολιθισματικούς πυρόξενους, φεγγίτη, χλωρίτη, επιδοτό, γλαυκοφανή και Ca-ούχους αμφοβιολίτες. Συχνά, στην περιφέρεια τους σχιστοποιούνται έντονα και αυξάνεται το ποσοστό του χλωρίτη και των Ca-ούχων αμφοβιολίτων, ενώ σπάνια απαντάται και τουμπηλιίτης. Οι μεταβασάλλες διαμορφώνουν τεμάχια φακοειδούς μορφής με διάμετρο που δεν ξεπερνά τα 10 μέτρα, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις έχουν χαρακτηριστικό μαζιλαροειδές σχήμα. Αποτελούνται από ομφακίτη, πυρόξενους, Na-ούχους και Ca-ούχους αμφοβιολίτες, φεγγίτη, αλβίτη, επιδοτό και χλωρίτη. Ως εποσεισθικές ορυκτολογικές φάσεις συμμετέχουν πτανίτη, χαλκοπυρίτης και ζirkόνιο, ενώ σε λίγες περιπτώσεις απαντώνται εγκλάσματα λυονίτη και απατίτη. Στην περιφέρεια των τεμαχίων αυξάνει το ποσοστό του χλωρίτη ή/και των Na-ούχων αμφοβιολίτων. Σε σπάνιες θέσεις παρατηρούνται μικροί πόροι κενού ή πληρωμένοι με ασβεστίτη ή/και χλωρίτη. Τα μεταίζηματα περιλαμβάνουν σχιστόλιθους χρώματος καφέ έως σκούρο πράσινο, ανάλογα το ορυκτολογικό τους άθροισμα. Τα κύρια ορυκτά είναι φεγγίτης, χλωρίτης, επιδοτό, αλβίτης, χαλαζας και ενίοτε συμμετέχουν βιοσίτης, γλαυκοφανής, ακτινολίθος και γρανάτης. **β)** Όλες οι παραπάνω λιθογιόεις, αδιαίρετες

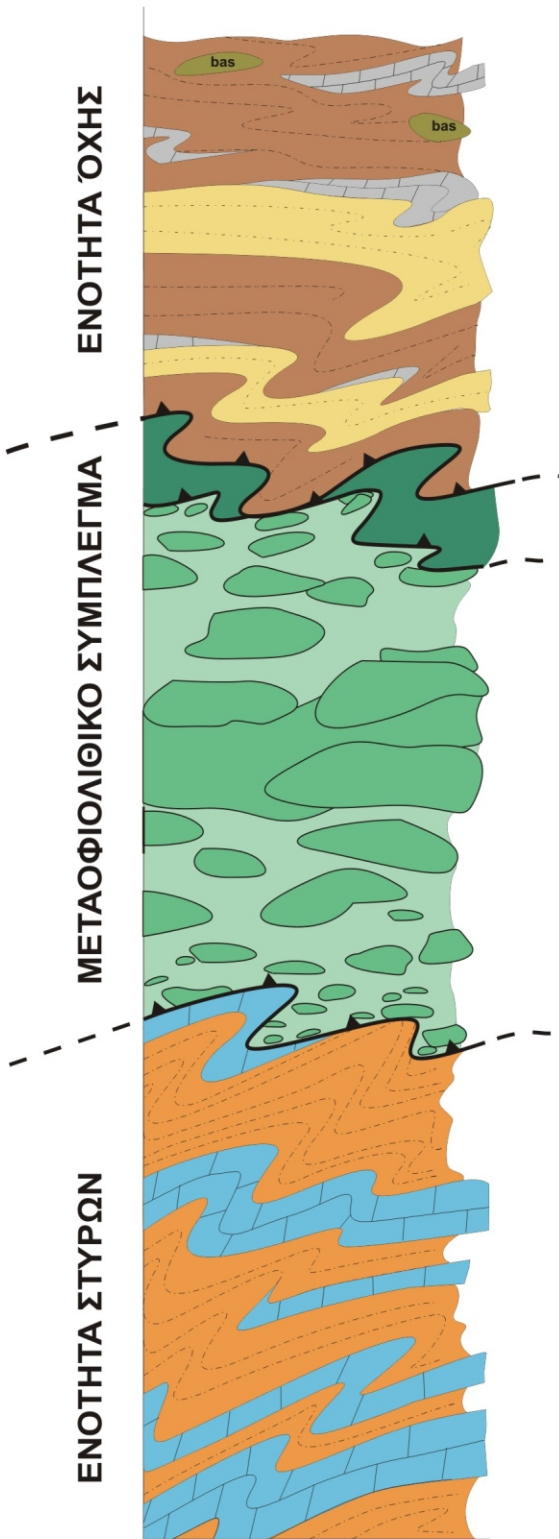
ΕΝΟΤΗΤΑ ΣΤΥΡΩΝ

Σχιστόλιθοι Στύρων: Πρόκειται για έντονα σχιστοποιημένα και πολύπτυκωμένα πετρώματα, εντός των οποίων συχνά παρατηρούνται ενδοστρώσεις, φλέβες ή/και συσσωματώματα χαλαζα. Αποτελούνται από πολλές ποικιλίες σχιστολίθων, ανάλογα με το είδος και το ποσοστό συμμετοχής των κύριων ορυκτολογικών συστατικών τους, όπως χαλαζας, ασβεστίτης και μαρμαρυγίτες φεγγίτης κυρίως σύστασης. Με σημαντικό ποσοστό συμμετέχουν μοσχοβίτης, χλωρίτης, αλβίτης, επιδοτό και βιοσίτης, ενώ σπανιότερα απαντώνται ακτινολίθος και γλαυκοφανής. Ξαν εποσεισθικά ορυκτά συμμετέχουν επίσης απατίτης, ζirkόνιο, πτανίτης, μαγνητίτης, μαγνητοπυρίτης, σιδηροπυρίτης και άλλα μεταλλικά ορυκτά.

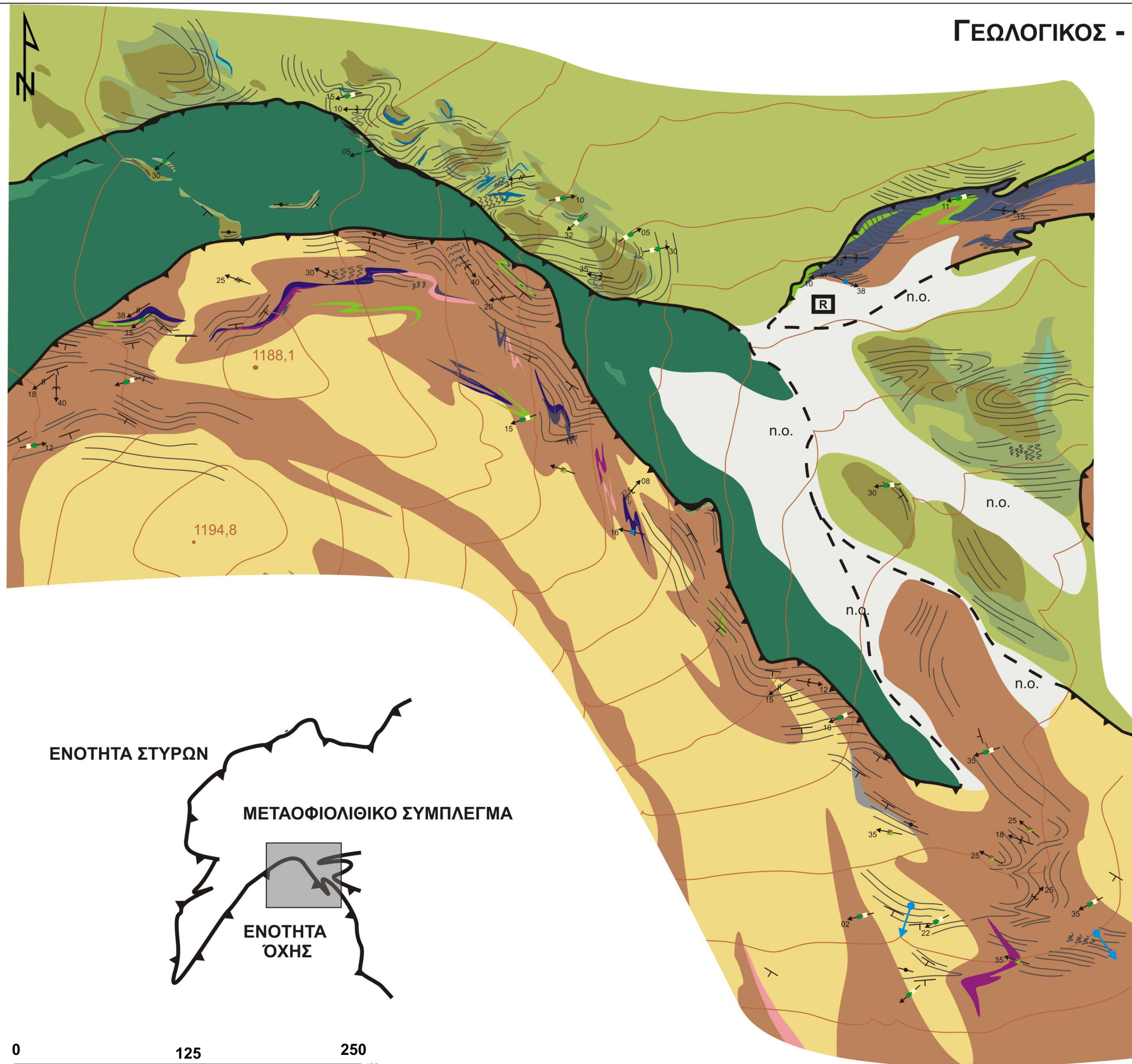
Μάρμαρα Στύρων: Πρόκειται για λεπτο- έως μεσοστρωματώδη, τεφρά, κιανότερα και σπάνια μαύρα μάρμαρα με συχνές ενδοστρώσεις σχιστολίθων και χαλαζιτών. Αποτελούνται κατά 95-98% από ανθρακικά ορυκτά και την ποσοστιαία αναλογία συμπληρώνουν χαλαζας, φεγγίτης, χλωρίτης και γλαυκοφανής. Με εποσεισθικά ποσοστά συμμετέχουν αλλανίτης, αλβίτης, απατίτης και ζirkόνιο. Σε θέσεις όπου το ποσοστό συμμετοχής των μαρμαρυγιών και χλωριτών αυξάνει, τα μάρμαρα μεταπίπτουν σε σιπολίτες, ενώ στις θέσεις όπου το ποσοστό του χαλαζα υπερβαίνει το 50% μεταπίπτουν σε τυρπικά μάρμαρα.

Τεκτονική επαφή και καλυμμένη ή πιθανή προέκτασή της

Ρήγμα και καλυμμένη ή πιθανή προέκτασή του



ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ - ΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΚΑΤΑΦΥΓΙΟΥ ΏΧΗΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- | | | | | |
|------|---|---|--------------------------|--|
| | Σχιστόλιθοι | } | Ενότητα Όχης | |
| | Χαλαζιοαστριούχα και χαλαζιακοί σχιστόλιθοι | | | |
| | Μάρμαρα | | | |
| | Σιπολινομάρμαρα | | | |
| | Πιεμοντιτικοί χαλαζίτες | } | Μεταοφιολιθικό σύμπλεγμα | |
| | Χλωριτικοί σχιστόλιθοι | | | |
| | Σπεσσαρτινικοί-κροσσιτικοί σχιστόλιθοι | | | |
| | Πυροξενικοί σχιστόλιθοι | | | |
| | Γλαυκοφαντικοί σχιστόλιθοι | | | |
| | Χλωριτικοί - τρεμολιτικοί σχιστόλιθοι | | | |
| | Χλωριτικοί σχιστόλιθοι - σχιστοποιημένη περιφέρεια boudin | | | |
| | Τεμάχια μεταγάββρων και μεταβασαλτών | | | |
| | Μετα-υπερμαφικές λάβες | } | | |
| | Μεταίζηματα και μεταβασικά ενοποιημένα | | | |
| | Blackwall | | | |
| | Μεταβερλίτες | | | |
| | Παράταξη επιφάνειας σχιστότητας | | | |
| | Φορά μέγιστης κλίσης επιφάνειας σχιστότητας | | | |
| | Κατακόρυφες επιφάνειες σχιστότητας | | | |
| | Γράμμωση ορυκτολογική D _n | | | |
| | Γράμμωση ορυκτολογική D _{n+1} | | | |
| | Γράμμωση ορυκτολογική D _{n+2} | | | |
| | Γράμμωση ορυκτολογικού αθροίσματος D _{n+2} | | | |
| | Γράμμωση από διατομή D _{n+2} | | | |
| | Γράμμωση από διατομή D _{n+3} | | | |
| | Γράμμωση από μικροπτύχωση D _{n+3} | | | |
| | Τεκτονική επαφή και πιθανή προέκτασή της | | | |
| | Πηγή | | | |
| | Ορειβατικό Καταφύγιο | | | |
| n.o. | No Outcrop | | | |

ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ - ΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ
ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΌΧΗΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

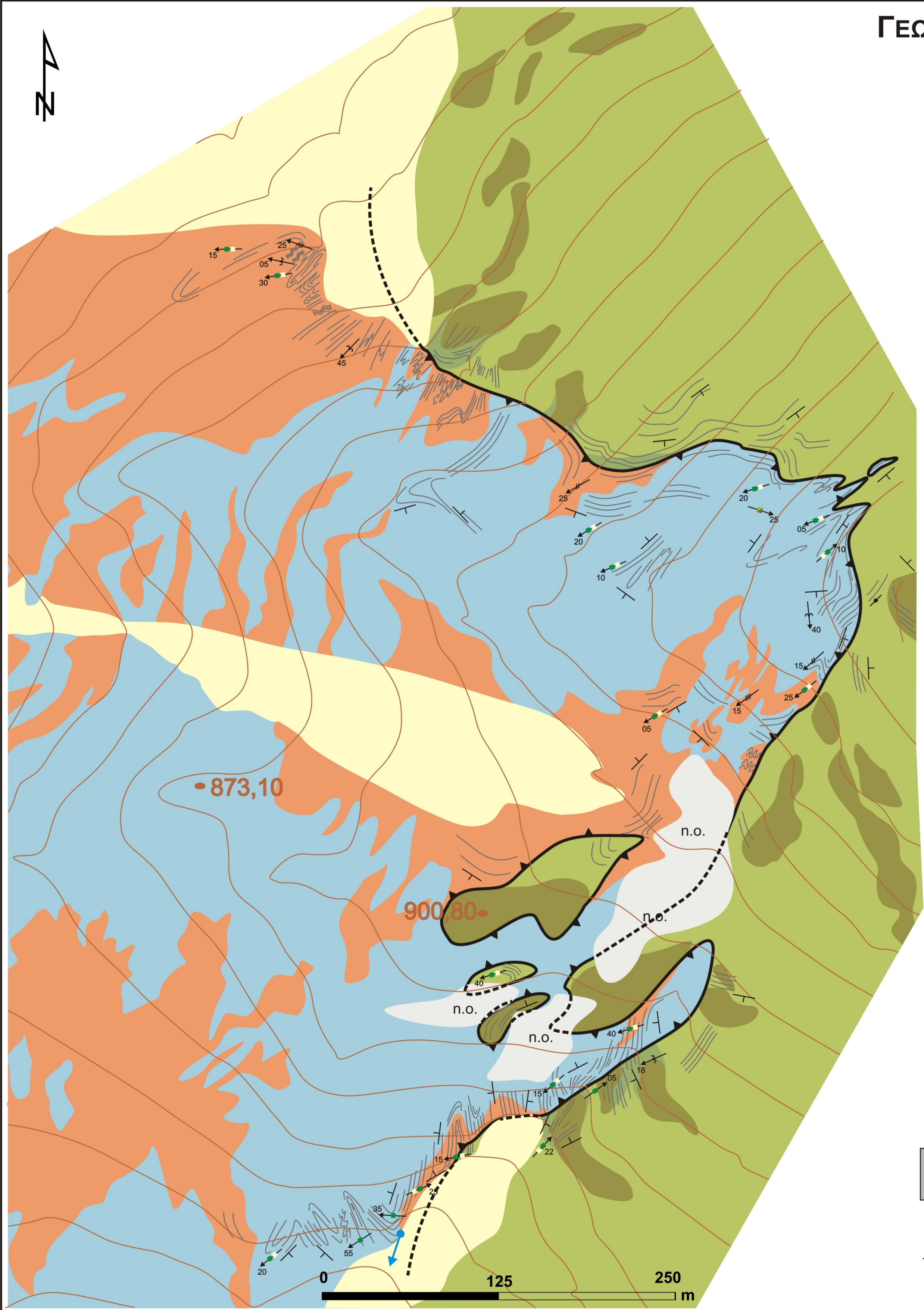
- Κορήματα, πλευρικά κορήματα και υλικά κατολισθήσεων
- Σχιστόλιθοι
- Μάρμαρα
- Τεμάχη μεταγάββρων και μεταβασαλτών
- Μεταϊζήματα και μεταβασικά ενοποιημένα
- Χλωριτικοί σχιστόλιθοι - σχιστοποιημένη περιφέρεια boudin
- Χλωριτικοί - τρεμολιτικοί σχιστόλιθοι
- Μεταοφιολιθικό σύμπλεγμα
- Παράταξη επιφάνειας σχιστότητας
- Φορά μέγιστης κλίσης επιφάνειας σχιστότητας
- Κατακόρυφες επιφάνειες σχιστότητας
- Γράμμωση ορυκτολογική D_{n+1}
- Γράμμωση ορυκτολογική D_{n+2}
- Γράμμωση ορυκτολογικού αθροίσματος D_{n+2}
- Γράμμωση από διατομή D_{n+2}
- Γράμμωση από διατομή D_{n+3}
- Γράμμωση από μικροπτύχωση D_{n+3}
- Τεκτονική επαφή και πιθανή προέκτασή της
- Πηγή
- n.o. No Outcrop

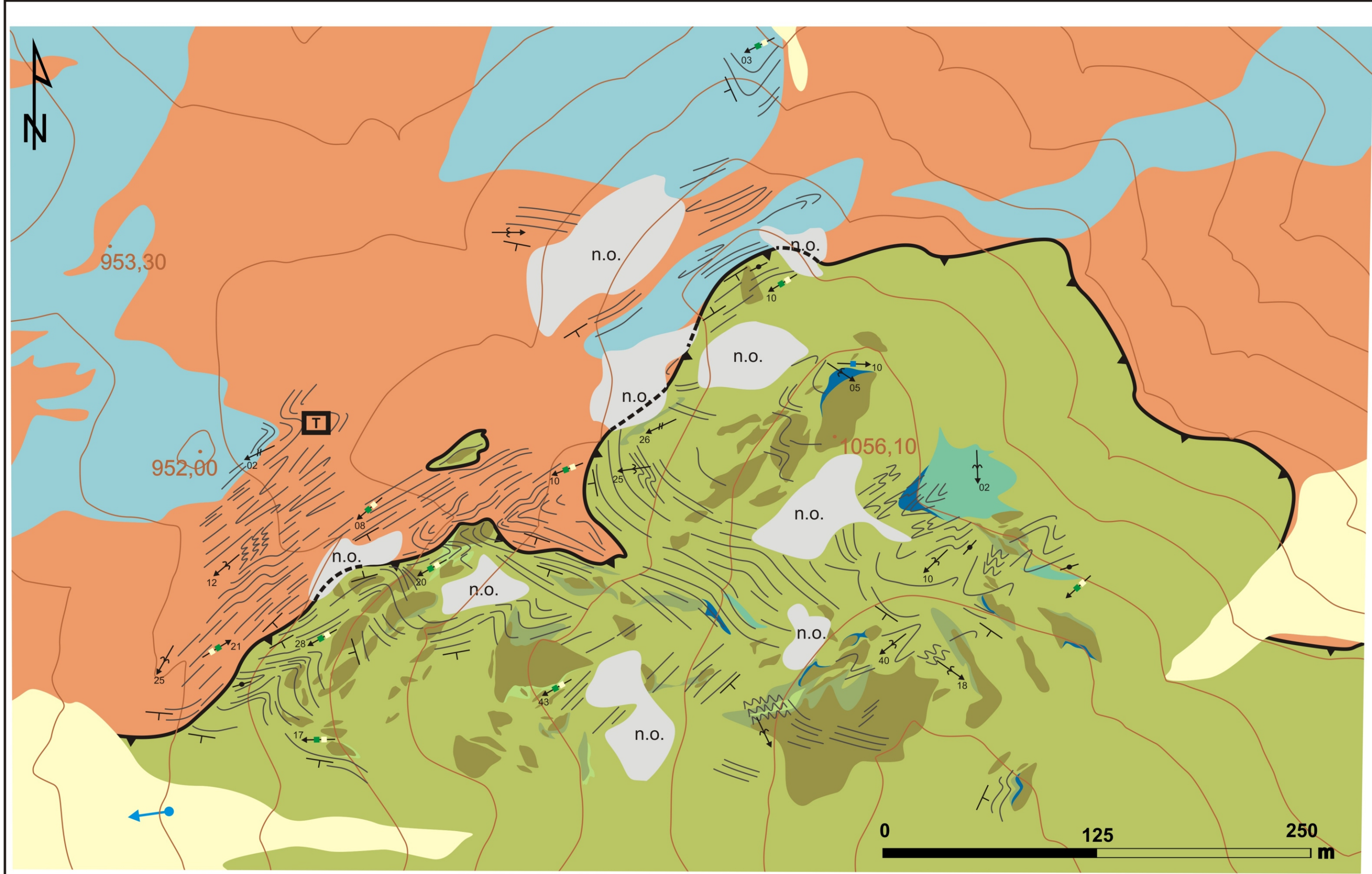
ΕΝΟΤΗΤΑ ΣΤΥΡΩΝ

ΜΕΤΑΟΦΙΟΛΙΘΙΚΟ
ΣΥΜΠΛΕΓΜΑ

ΕΝΟΤΗΤΑ
ΌΧΗΣ

ΜΟΥΣΤΑΚΑ ΕΛΕΝΗ
Α.Μ.: 2725





ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Κορήματα, πλευρικά κορήματα και υλικά κατολισθήσεων
- Σχιστόλιθοι
- Μάρμαρα
- Μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι
- Τεμάχη μεταγάββρων και μεταβασαλτών
- Μεταϊζήματα και μεταβασικά ενοποιημένα
- Χλωριτικοί σχιστόλιθοι - σχιστοποιημένη περιφέρεια boudin
- Γλαυκοφανιτικοί σχιστόλιθοι
- Χλωριτικοί - τρεμολιτικοί σχιστόλιθοι
- Μεταοφιολιθικό σύμπλεγμα
- Παράταξη επιφάνειας σχιστότητας
- Φορά μέγιστης κλίσης επιφάνειας σχιστότητας
- Κατακόρυφες επιφάνειες σχιστότητας
- Γράμμωση οрукτολογική D_n
- Γράμμωση οрукτολογικού αθροίσματος D_{n+2}
- Γράμμωση από διατομή D_{n+2}
- Γράμμωση από μικροπτύχωση D_{n+3}
- Τεκτονική επαφή και πιθανή προέκτασή της
- Πηγή
- Δεξαμενή νερού
- n.o. No Outcrop

ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ - ΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ
ΧΑΡΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΌΧΗΣ

ΜΟΥΣΤΑΚΑ ΕΛΕΝΗ
Α.Μ.: 2725

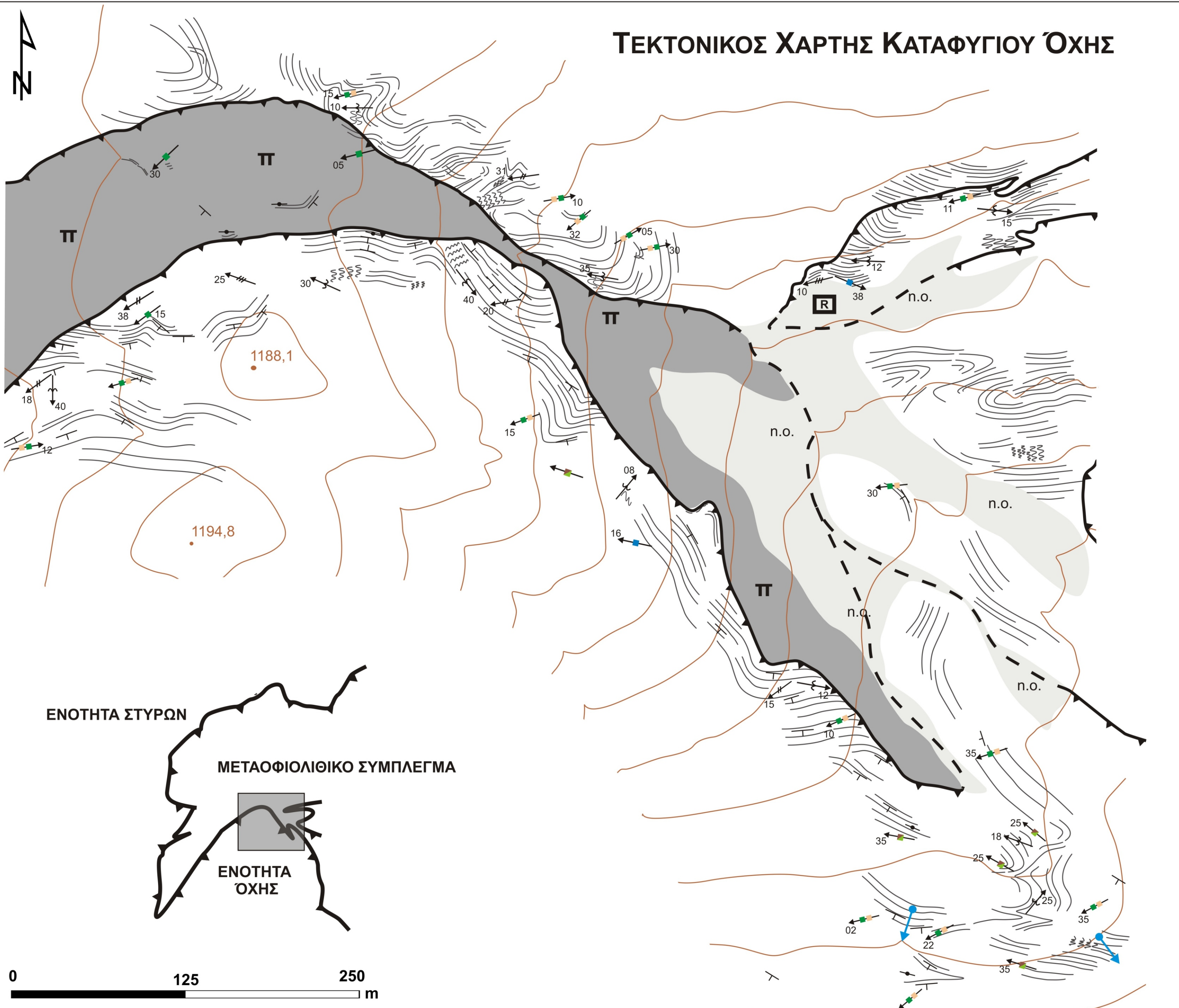
ΕΝΟΤΗΤΑ ΣΤΥΡΩΝ



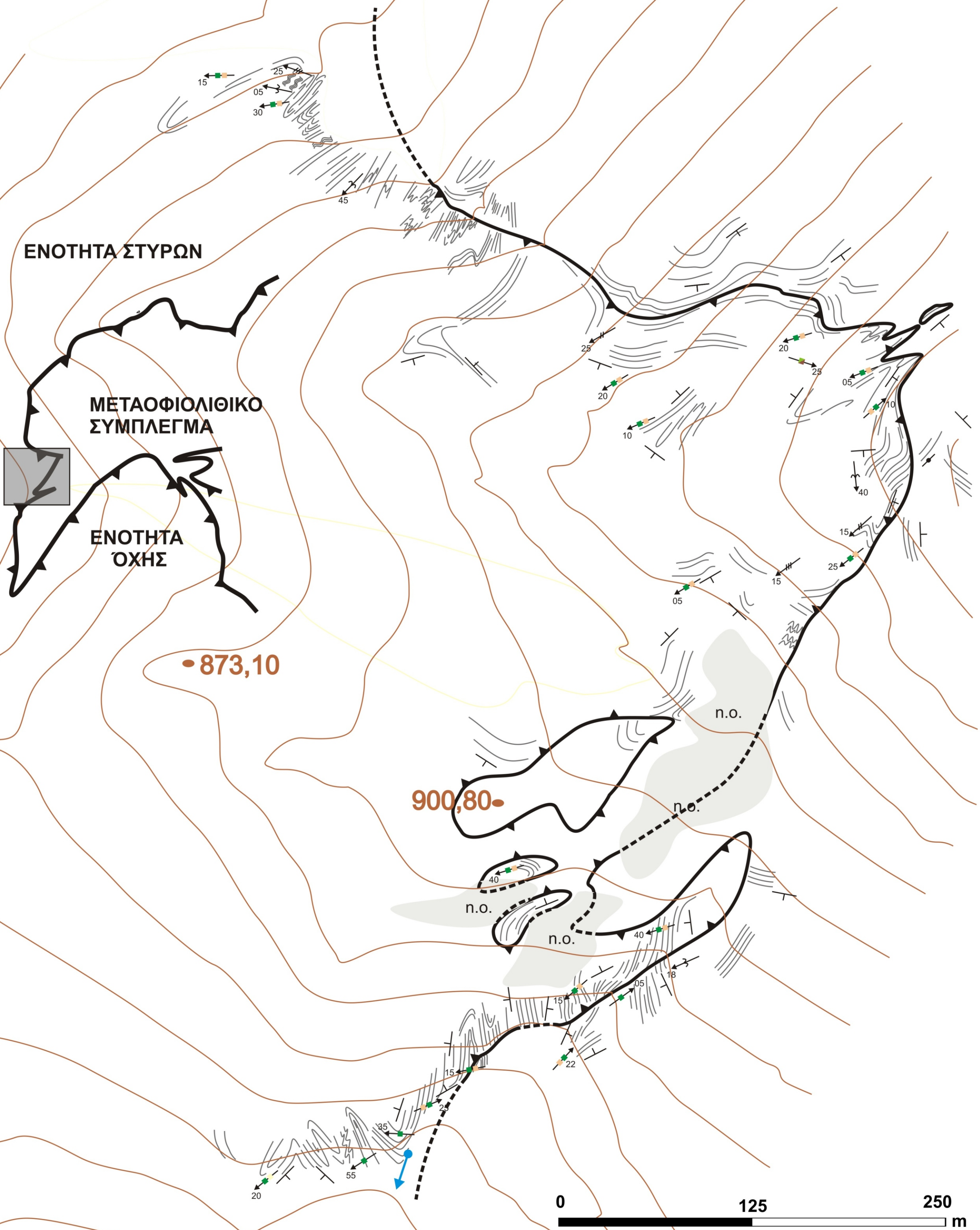
ΜΕΤΑΟΦΙΟΛΙΘΙΚΟ
ΣΥΜΠΛΕΓΜΑ

ΕΝΟΤΗΤΑ
ΌΧΗΣ

ΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΚΑΤΑΦΥΓΙΟΥ ΌΧΗΣ

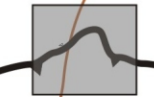


ΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΌΧΗΣ



ΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΌΧΗΣ

ΕΝΟΤΗΤΑ ΣΤΥΡΩΝ



ΜΕΤΑΦΙΟΛΙΘΙΚΟ
ΣΥΜΠΛΕΓΜΑ

ΕΝΟΤΗΤΑ
ΌΧΗΣ

953,30

952,00

1056,10

n.o.

n.o.

n.o.

n.o.

n.o.

n.o.

T

n.o.

n.o.

