

AR ES EAGLE RESORT EVIA ltd.

**Δημιουργία σύνθετης τουριστικής επένδυσης τύπου resort,
στο Δήμο Καρύστου του Ν. Ευβοίας**

ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ

**ΑΝΑΔΟΧΟΣ
ΓΕΩΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΙΚΕ**

Ρ. Φεραίου 73, Π. Φάληρο
ΤΗΛ. : 211 1181706
FAX. : 210 7212922
email : lialiarisj@gmail.com



ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ
ΣΥΝΤΑΞΕΩΣ

ΑΘΗΝΑ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2019

Για την
ΓΕΩΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΙΚΕ
ΙΩΑΝΝΗΣ ΛΙΑΛΙΑΡΗΣ
Γεωλόγος MSc

ΓΙΑ ΤΟΝ
ΑΝΑΔΟΧΟ

ΑΘΗΝΑ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2019

ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

ΕΓΚΡΙΘΗΚΕ

ΑΡ. ΤΕΥΧΟΥΣ

19SG01R01A

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Αντικείμενο	1
1.2 Νομοθετικό πλαίσιο	1
1.3 Διάρθρωση της μελέτης	1
1.4 Ομάδα μελέτης	2
2. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	3
2.1 Γενικά	3
2.2 Μορφολογικές κλίσεις	3
2.3 Υδρογραφικό δίκτυο	4
3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ	9
3.1 Γεωλογία ευρύτερης περιοχής	9
3.2 Γεωτεκτονικό πλαίσιο	18
3.3 Γεωλογία άμεσης περιοχής - επιτόπου γεωλογική έρευνα	20
4. ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ – ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ	28
4.1 Κλιματολογικά Στοιχεία	28
4.2 Υδρολιθολογία	31
4.3 Υδρογεωλογία	32
5. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ – ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ	34
ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ	34
5.1 Σεισμικότητα	34

5.2	Σεισμική επικινδυνότητα	35
	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	37
6.	ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ	38
6.1	Γενικά	38
6.2	Τεχνικογεωλογική αξιολόγηση σχηματισμών	38
6.2.1	Εδαφικοί σχηματισμοί	38
6.2.2	Βραχώδεις σχηματισμοί	39
7.	ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ	43
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	44

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

A. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ

B. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΑΝΤΟΧΗΣ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΡΑΧΩΔΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

ΧΑΡΤΕΣ ΕΚΤΟΣ ΚΕΙΜΕΝΟΥ

- Γ01.** ΧΑΡΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ, ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ (κλ. 1:2.000)
- Γ02.** ΧΑΡΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ (κλ. 1:2.000)

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Αντικείμενο

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση της γεωλογικής καταλληλότητας σε γήπεδο έκτασης **1.563 στρ**, στη θέση «Σπηλιά – Μπούρος» της Δ.Ε. Αετού – Πλατανιστού του Δήμου Καρύστου.

Το γήπεδο έχει ενταχθεί στο πρόγραμμα Στρατηγικών Επενδύσεων και είναι σε εξέλιξη η αντίστοιχη μελέτη του Ειδικού Χωρικού Σχεδίου (Ε.Χ.Σ.)

Γενικότερος σκοπός των μελετών γεωλογικής καταλληλότητας είναι η διασφάλιση του δομημένου περιβάλλοντος από φυσικούς κινδύνους ή κινδύνους προερχόμενους από ανθρώπινες επεμβάσεις και δραστηριότητες.

1.2 Νομοθετικό πλαίσιο

Η σύνταξη μελέτης γεωλογικής καταλληλότητας αποτελεί προαπαιτούμενο για την κατάρτιση και έγκριση των Ειδικών Χωρικών Σχεδίων (Ε.Χ.Σ.) του ν. 4447/2018 (ΦΕΚ 241 Α΄).

Τα παραπάνω καθορίζονται στην υπ' αριθμ 27022/2017 Υ.Α. (ΦΕΚ 1976/7-6-2017), περί τεχνικών προδιαγραφών μελετών Ε.Χ.Σ.

Η σύνταξη της παρούσας έλαβε υπόψη και τις προδιαγραφές της υπ' αριθμ. 16374/3696 Υπουργικής Απόφασης (ΦΕΚ 723Β΄ / 15.07.98), η οποία καθορίζει τις προδιαγραφές εκπόνησης μελετών γεωλογικής καταλληλότητας στις προς πολεοδόμηση περιοχές.

1.3 Διάρθρωση της μελέτης

Στο κεφάλαιο 2 περιγράφεται η γεωμορφολογία τόσο της ευρύτερης, όσο και της άμεσης περιοχής.

Στο κεφάλαιο 3 γίνεται εκτενής αναφορά στη γεωλογία και γεωτεκτονική της περιοχής.

Το κεφάλαιο 4 αναφέρεται στα υδρολογικά – υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά, ενώ στο κεφάλαιο 5 παρατίθενται στοιχεία σεισμικότητας της περιοχής και γίνεται ταξινόμηση των γεωλογικών σχηματισμών σε σχέση με τη σεισμική τους επικινδυνότητα.

Στο κεφάλαιο 6 αναλύεται η τεχνικογεωλογική συμπεριφορά των σχηματισμών και παρατίθεται η σχετική αξιολόγησή τους.

Στο κεφάλαιο 7 χαρακτηρίζεται η υπό μελέτη περιοχή σε σχέση με τη γεωλογική της καταλληλότητα και διαχωρίζονται περιοχές «κατάλληλες για δόμηση», «κατάλληλες για δόμηση υπό προϋποθέσεις» ή/και «ακατάλληλες για δόμηση» εφόσον αυτές υπάρχουν.

Τέλος, στο κεφάλαιο 8 διατυπώνονται οι απαραίτητες προτάσεις.

1.4 Ομάδα μελέτης

Υπεύθυνος για την εκπόνηση της μελέτης είναι ο γεωλόγος μελετητής, κ. Ιωάννης Λιαλιάρης, νόμιμος εκπρόσωπος της εταιρείας «ΓΕΩΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΙΚΕ- Υπηρεσίες γεωλογίας & περιβάλλοντος», η οποία διαθέτει μελετητικό πτυχίο στην κατ. 20, με Α.Μ./ΓΕΜ 914.

Στοιχεία αρμόδιου γεωλογικής μελέτης

Εταιρεία : ΓΕΩΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΙΚΕ – Υπηρεσίες γεωλογίας & Περιβάλλοντος
Πτυχίο: Μελετητικό πτυχίο Γ' Τάξης στην κατηγορία 20 (Γεωλογικές μελέτες) και Β' Τάξης στην κατηγορία 27 (Περιβαλλοντικές μελέτες). Α.Μ /ΓΕΜ :914.
Δ/νση : Ρ. Φεραίου 73, Τ.Κ. 17563, Π. Φάληρο
Τηλ.: 211 1181706 **Fax. :** 210 7212922
Email : lialiarisj@gmail.com
Website: www.Geodesign.gr

ΓΕΩΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΙΚΕ
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΡΗΓΑ ΦΕΡΑΙΟΥ 73 ΠΑΛΑΙΟ ΦΑΛΗΡΟ Τ.Κ. 175 63
ΑΡ. ΓΕΜΗ: 143625903000
ΑΦΜ: 800874238 • ΔΟΥ: Π. ΦΑΛΗΡΟΥ

ΓΕΩΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΙΚΕ - Υπηρεσίες Γεωλογίας & Περιβάλλοντος
Ρήγα Φεραίου 73, 17563, Παλαιό Φάληρο – Τηλ. 211 1181706, +306945233159

2. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

2.1 Γενικά

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο νοτιότερο άκρο του Νομού Ευβοίας, απέχει οδικώς 120 χλμ. από την Χαλκίδα και μόλις 1 ώρα με το πλοίο από Ραφήνα διαμέσου του λιμένα Μαρμαρίου καθώς και του πορθμείου των Νέων Στύρων.

Η συνολική έκταση του οικοπέδου είναι 1563 στρ. Από γεωμορφολογική άποψη η περιοχή χαρακτηρίζεται από λοφώδες έως ορεινό ανάγλυφο, με θέα προς τη θάλασσα και έντονες μεταπτώσεις αναγλύφου, δημιουργώντας ένα πλούσιο και εντυπωσιακό τοπίο.

Το απόλυτο υψόμετρο κυμαίνεται από 0 έως 270m περίπου. Οι τοπογραφικές συνθήκες απεικονίζονται στα **σχ.2.1. & 2.2.**

Η ακτογραμμή είναι ως επί το πλείστον βραχώδης και απόκρημνη. Υπάρχει μια συνεχής εναλλαγή βραχωδών ακτών και βραχονησίδων με ελάχιστες παραλίες και ακτές με μεγάλα βάθη και έντονα ρεύματα.

Χαρακτηριστικό είναι το δίκτυο χωματόδρομων που διατρέχουν την περιοχή, οι οποίοι έχουν διανοιχτεί κατά το παρελθόν και είναι πλέον μη προσβάσιμοι από οχήματα.

2.2 Μορφολογικές κλίσεις

Η γενική κλίση αναγλύφου είναι προς νότο. Οι μορφολογικές κλίσεις αναγλύφου χαρακτηρίζονται γενικά μέτριες έως ισχυρές κατά θέσεις.

Στο **σχ.2.3.**, παρατίθεται χάρτης κλίσεων αναγλύφου της περιοχής που προέκυψε μετά από ψηφιακή επεξεργασία του εδαφικού μοντέλου της τοπογραφικής αποτύπωσης.

Επίσης, στο διάγραμμα 2.1. παρουσιάζεται η αντίστοιχη υψογραφική καμπύλη. Η καμπύλη αυτή απεικονίζει την ποσοστιαία αθροιστική κατανομή της επιφάνειας σε σχέση με το υψόμετρο.

2.3 Υδρογραφικό δίκτυο

Στην έκταση δεν υπάρχουν ρέματα μόνιμης ροής. Εντοπίζονται όμως υδατορέματα κλάδων 1ης και 2ης τάξης με σαφή όρια υδρολογικών λεκανών ενώ το βόρειο όριο της έκτασης συμπίπτει σχεδόν με επιφανειακό υδροκρίτη.

Όπως φαίνεται στο **σχ.2.2.**, διαχωρίστηκαν επτά συνολικά υδατορέματα (Υ1 – Υ7), οι υδρολογικές λεκάνες των οποίων έχουν έκταση κάτω του 0,5km² σε κάθε περίπτωση.

Ως εκ τούτου, οι άξονες απορροής των λεκανών αυτών, χαρακτηρίζονται ως **μικρά υδατορέματα**, σύμφωνα με το Ν. 4258/14. Σύμφωνα με το άρθρο 4, παρ.2. του ίδιου νόμου, για τα μικρά υδατορέματα *δεν απαιτείται οριοθέτηση*.

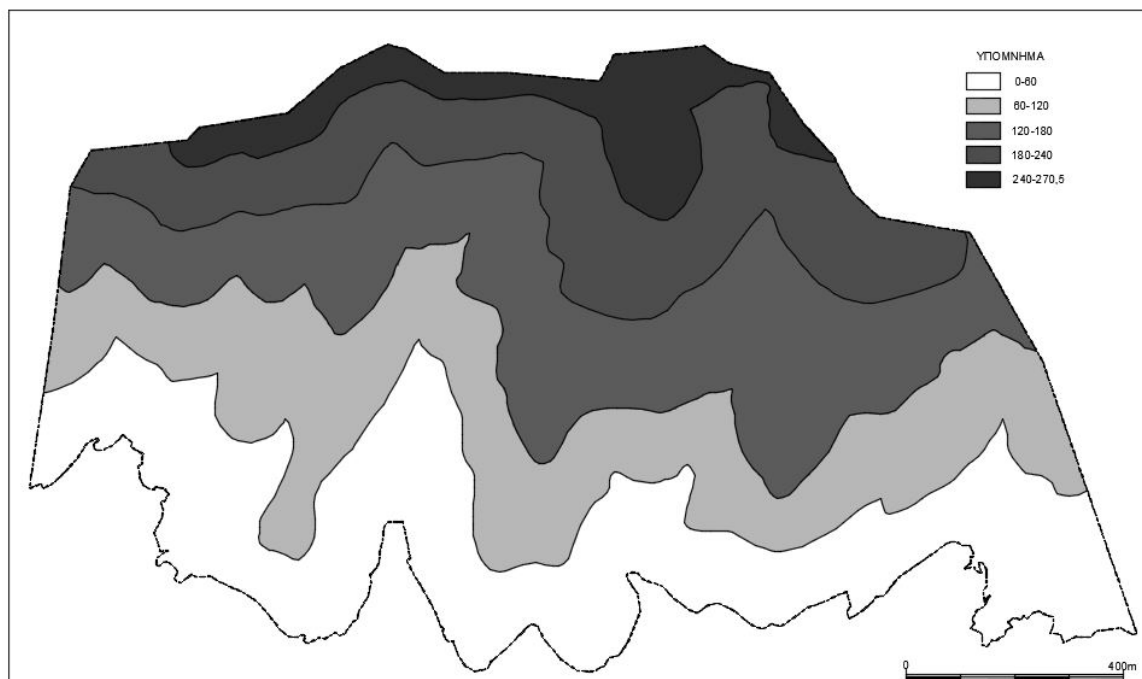
Η έκταση των λεκανών για κάθε έναν από τους επτά κλάδους απεικονίζεται στον **πιν.2.1.**

Πιν.2.1. Λεκάνες απορροής υδατορεμάτων.

Υδατόρεμα	Έκταση λεκάνης απορροής (m ²)	Κλάδοι
Υ1	118.033	2 ^{ης} τάξης
Υ2	93.112	1 ^{ης} τάξης
Υ3	131.367	1 ^{ης} τάξης
Υ4	522.836	2 ^{ης} τάξης
Υ5	446.655	2 ^{ης} τάξης
Υ6	96.816	1 ^{ης} τάξης
Υ7	189.057	2 ^{ης} τάξης

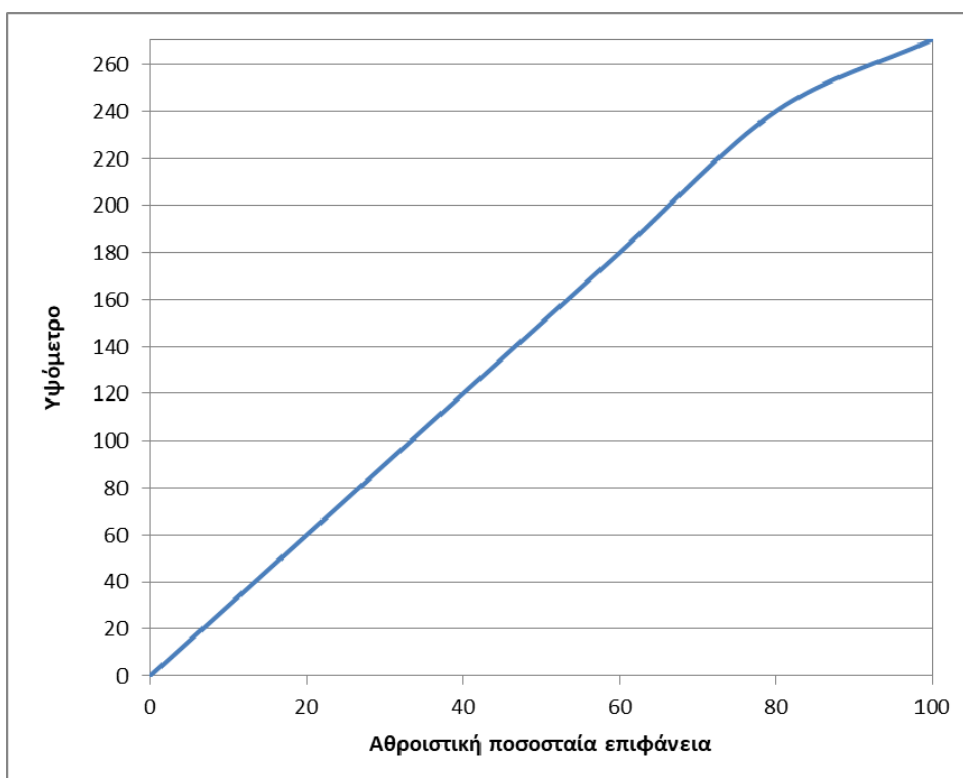
Πιν.2.2. Ποσοστιαία κατανομή της επιφάνειας συναρτήσεως του απολ. Υψομέτρου.

Απόλυτο υψόμετρο	Επιφάνεια (m ²)	Ποσοστό (%)
0-60	454455	28,0
60-120	394262	24,2
120-180	395373	24,3
180-240	271142	16,7
240-270,5	109962	6,8
ΣΥΝΟΛΟ	1625194	100,0



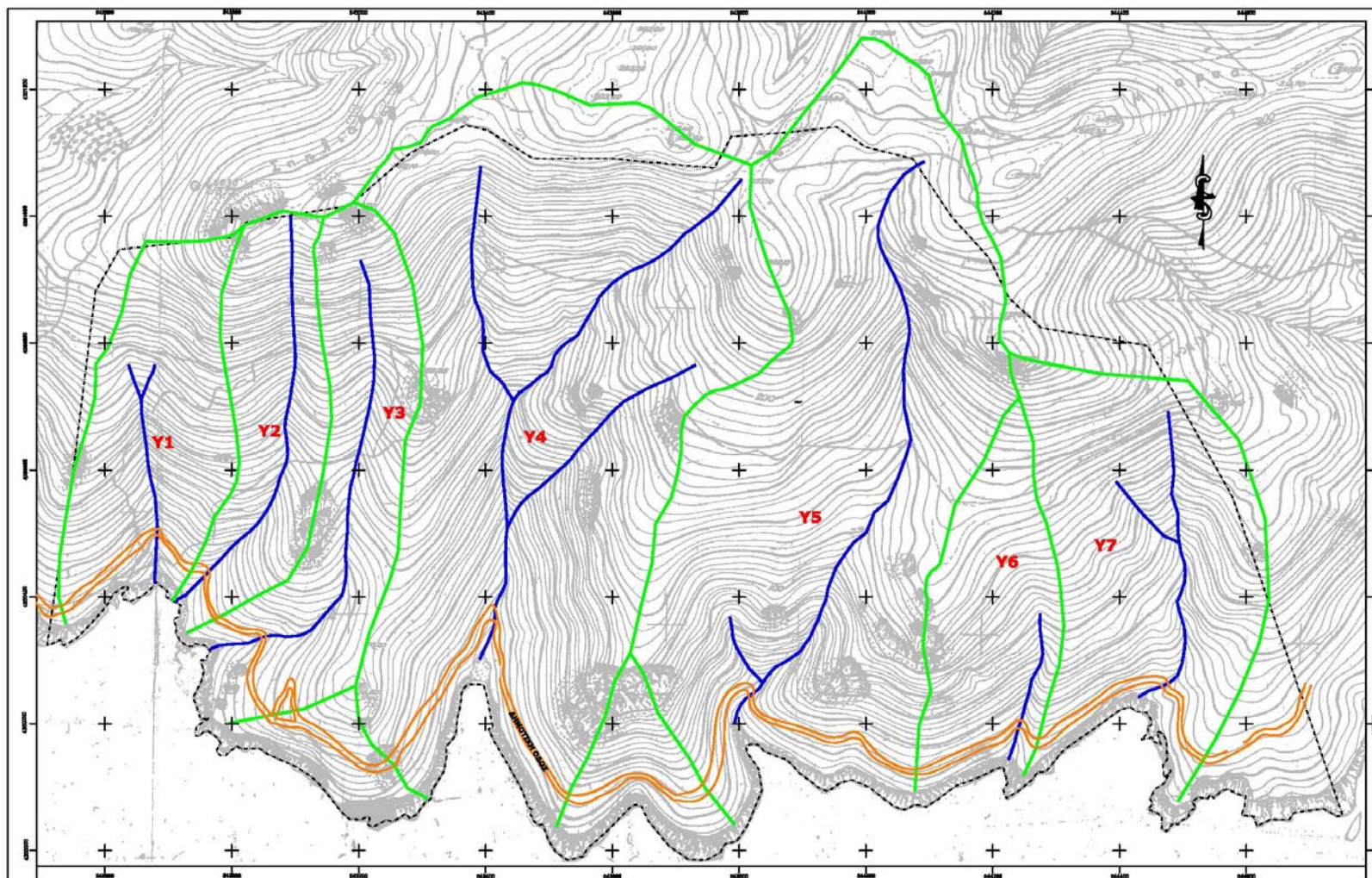
Σχ.2.1α. Υψομετρικός χάρτης της περιοχής.

Διάγραμμα 2.1. Υψογραφική καμπύλη.

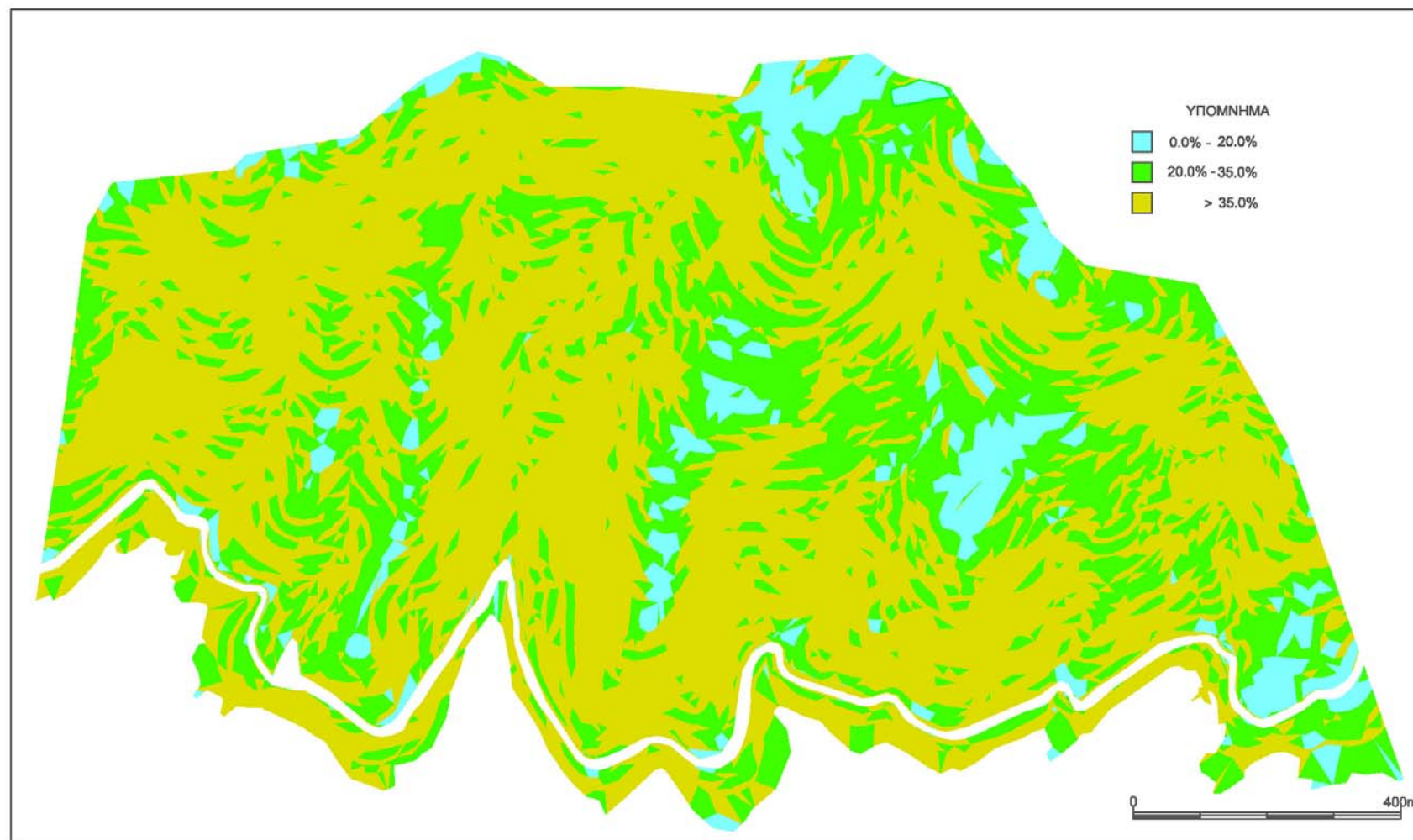




Σχ.2.1.β. Ορθοεικόνα της περιοχής μελέτης (ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε.).



Σχ.2.2. Τοπογραφικός χάρτης της περιοχής με αποτυπωμένες τις λεκάνες απορροής (πράσινες γραμμές) των κύριων υδατορεμάτων.



Σχ.2.3. Χάρτης μορφολογικών κλίσεων της περιοχής.

3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ

3.1 Γεωλογία ευρύτερης περιοχής

Από γεωτεκτονική άποψη, σύμφωνα με τον χάρτη του ΙΓΜΕ **Σχ.3.2.** (φύλλο «Κάρυστος – Πλατανιστός») η περιοχή μελέτης δομείται από γεωλογικούς σχηματισμούς οι οποίοι ανήκουν στην Αττικοκυκλαδική μάζα.

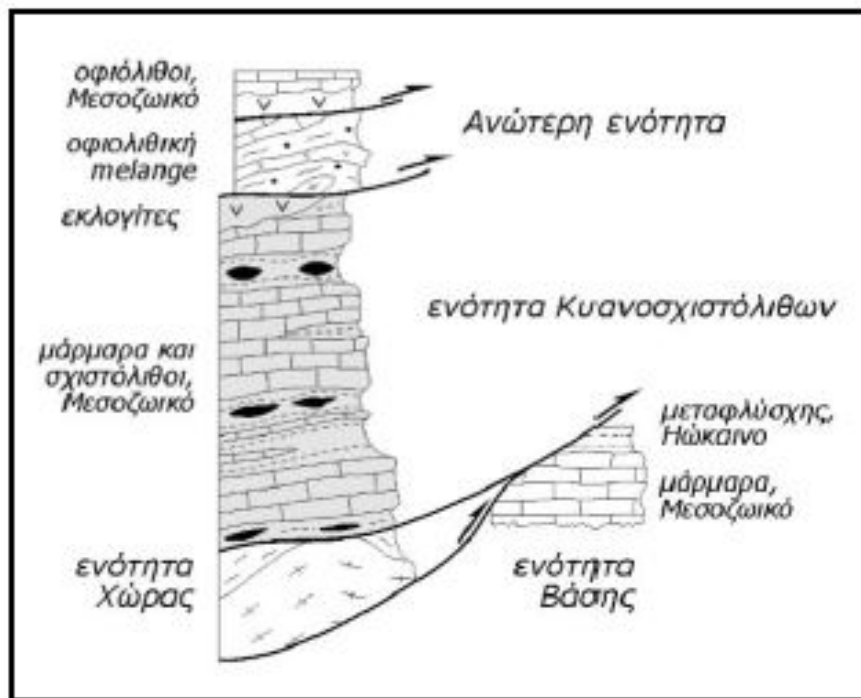
Η Αττικοκυκλαδική μάζα θεωρείται από πολλούς ερευνητές ότι αποτελεί τα υπολείμματα μιας μικροπλάκας μεταξύ της Απούλιας και της Πελαγονικής πλάκας (Durr et al. 1978, Blake et al. 1981). Σύμφωνα με άλλες αντιλήψεις θεωρείται η προς το νότο προέκταση της Πελαγονικής ζώνης (Μουντράκης, 2010).

Οι σχηματισμοί της ζώνης αυτής απαντώνται στην περιοχή της νότιας Εύβοιας, στην Αττική και στο κεντρικό Αιγαίο (Κυκλάδες) ενώ προς τα ανατολικά πιθανά εξελίσσονται στη μάζα του Μεντερέ (Δυτική Μικρά Ασία).

Η Αττικοκυκλαδική Μάζα αποτελείται από μια ακολουθία καλυμμάτων που τοποθετήθηκαν κατά τη διάρκεια του Ηωκαίνου και τα οποία έχουν υποστεί μεταμόρφωση σε συνθήκες υψηλής πίεσης. Πάνω στα προηγούμενα πετρώματα τοποθετείται τεκτονικά η Υποπελαγονική (ή η αμεταμόρφωτη Πελαγονική) ζώνη (Katsikatsos et al. 1986, Λόζιος 1993, Xypolias et al. 2003, Diamantopoulos et al. 2009, Krohe 2010). Στις υπάρχουσες μεταμορφωμένες ενότητες και κατά τη διάρκεια του Μειοκαίνου έχουν διεισδύσει γρανίτες με σύγχρονη ανάπτυξη μολασσικών λεκανών (Altherr et al. 1979, Boronkay & Doutsos 1994, Koukouvelas & Kokkalas 2003).

Λόγω της σύνθετης τεκτονοστρωματογραφίας της Αττικοκυκλαδικής Μάζας έχουν προταθεί πολλές αντικρουόμενες απόψεις. Η ταξινόμηση κατά Okrusch & Brocker (1990) με κάποιες τροποποιήσεις από τους Boronkay & Doutsos (1994) προσεγγίζουν καλύτερα την διάρθρωση της Αττικοκυκλαδικής Μάζας τόσο στην Αττική όσο και στη Εύβοια.

Σύμφωνα με αυτή διακρίνονται από κάτω προς τα πάνω η Ενότητα Βάσης, η Ενότητα Χώρας, η Ενότητα των Κυανοσχιστολίθων και η Ανώτερη Ενότητα.



Σχ.3.1. Σχηματική απεικόνιση των τεκτονοστρωματογραφικών ενότητων της Αττικοκυκλαδικής Μάζας (Σπανός, 2012).

Ενότητα Βάσης

Η τεκτονοστρωματογραφικά κατώτερη Ενότητα Βάσης που θεωρείται παρααυτόχθονη, συνίσταται από Άνω Τριαδικούς νηριτικούς ασβεστόλιθους πάνω στους οποίους έχει αποτεθεί σύμφωνα μεταφλύσχης Ηώκαινικής ηλικίας. Η Ενότητα Βάσης εμφανίζεται στα τεκτονικά παράθυρα της Αττικής (Αυτόχθονο σύστημα κατα Μαρίνος & Petrascheck, 1956) και Εύβοιας (Ενότητα Αλμυροποτάμου, Katsikatsos 1976, Xypolias et al., 2003) καθώς και σε νησιά των Κυκλάδων όπως για παράδειγμα η Αμοργός (Tataris, 1964, Μελιδώνης, 1980, Avigad & Garfunkel, 1989, Boronkay & Doutsos, 1994).

Οι εμφανίσεις της Ενότητας Βάσης στην περιοχή της Αττικής και της Εύβοιας έχουν συσχετιστεί με την Πλατφόρμα του Ολύμπου-Όσσας (Jones & Robertson, 1991, Doutsos et al., 1993) λόγω της ομοιότητας της στρωματογραφίας τους και της ομόλογης τεκτονικής τους θέσης. Η μεταμόρφωση της Ενότητας Βάσης στην Αττική και συγκεκριμένα στην περιοχή του Πεντελικού Όρους, μπορεί να καθοριστεί από φεγγίτες υψηλής περιεκτικότητας σε πυρίτιο και υπολείμματα γλαυκοφανή και πουμπελλυίτη που δείχνουν ότι η ενότητα έχει υποστεί υψηλής πίεσης μεταμόρφωση σε συνθήκες πίεσης-θερμοκρασίας περίπου 13kbar και 350-400°C, αντίστοιχα (Baziotis et al., 2004a). Για την περιοχή της Λαυρεωτικής (Ν. Αττική) η μέγιστη θερμοκρασία που έφθασαν οι σχηματισμοί της Ενότητας υπολογίστηκε σε 420°C (Baziotis et al., 2006). Οι Photiades & Saccani (2006) θεωρούν πως η Ενότητα Βάσης στην περιοχή της Λαυρεωτικής

μεταμορφώθηκε σε συνθήκες πρσινοσχιστολιθικής-αμφιβολιτικής φάσης. Για τους αντίστοιχους σχηματισμούς της Ενότητας Βάσης στην περιοχή της Εύβοιας, ίχνη γλαυκοφανή και φεγγιτών πλούσιων σε πυρίτιο δείχνουν ότι η ενότητα έχει υποστεί υψηλής πίεσης μεταμόρφωση σε συνθήκες θερμοκρασιών και πιέσεων 350°C και 8-10kbar αντίστοιχα (Shaked et al., 2000). Η ηλικία της μεταμόρφωσης δεν είναι πλήρως αποδεκτή. Έτσι, οι Ring & Reischmann (2002) πρότειναν κάτω Μειοκαινική ηλικία (23 εκ. χρ.), ενώ οι Brocker et al. (2004) θεωρούν πως η υψηλής πίεσης μεταμόρφωση πραγματοποιήθηκε προ του Μειοκαίνου ενώ ακολούθησε στο κάτω Μειόκαινο ανάδρομη μεταμόρφωση στα πλαίσια της πρσινοσχιστολιθικής φάσης. Η δεύτερη υπόθεση είναι σε συμφωνία με χρονοστρωματογραφικές παρατηρήσεις που προτείνουν ότι το υψηλής πίεσης γεγονός άρχισε στο Άνω Ηώκαινο-Ολιγόκαινο (π.χ. Avigad et al., 1997).

Ενότητα Χώρας

Η Ενότητα Χώρας αποτελείται από ορθογνεύσιους, παραγνεύσιους και γρανιτοειδή Άνω Παλαιοζωικής ηλικίας με εμφανίσεις στα νησιά Ίο, Σίκινο, Νάξο, Πάρο, Αντίπαρο και Δήλο. Οι ορθογνεύσιοι, σύμφωνα με τους Van Der Maar & Jansen (1982), ερμηνεύονται ως μια μεταμορφωμένη γρανιτική διείσδυση ή ως ένα μιγματικό σύμπλεγμα που περιλαμβάνει τμήματα γρανατούχων – μαρμαρυγιακών σχιστολίθων (Van Der Maar 1980).

Αυτά τα πετρώματα είναι τα μόνα προαλπικά πετρώματα που έχει η Αττικοκυκλαδική Μάζα, με ηλικίες συνήθως της τάξης των 300Ma. Σε αυτά διακρίνονται τρεις φάσεις μεταμόρφωσης (Henjes-Kunst, 1982):

- α) Μια ενδιάμεσων πιέσεων και θερμοκρασιών που πραγματοποιήθηκε στο Άνω Κρητιδικό,
- β) Η μεταγενέστερη υψηλών πιέσεων και χαμηλών θερμοκρασιών στο κάτω Ηώκαινο και
- γ) Η τελευταία υψηλών θερμοκρασιών και χαμηλών πιέσεων κατά τη διάρκεια του Ολιγοκαίνου κατά την οποία έλαβε χώρα και η τοπική ανάτηξη με χαρακτηριστικό παράδειγμα την ανάτηξη στην κεντρική Νάξο (Keay et al., 2003).

Ενότητα Κυανοσχιστολίθων

Η Ενότητα Κυανοσχιστολίθων εμφανίζεται στην Αττική, τη νότια Εύβοια και τα νησιά των Κυκλάδων όπως στη Λέρο (Katagas, 1980). Αυτή η ενότητα βρίσκεται τεκτονικά πάνω στην Ενότητα Χώρας (π.χ. στην Ίο, van der Maar, 1980) ή κατευθείαν πάνω στην Ενότητα Βάσης όπως για παράδειγμα συμβαίνει στην Αττική (Μαρίνος & Petraschek, 1956), την Εύβοια (Katsikatsos et al., 1986, Χυπολίας et al., 2003) και την Τήνο

(Μελιδώνης, 1980, Avigad & Garnfunkel, 1989). Η κυανοσχιστολιθική ενότητα περιλαμβάνει τέσσερις ορίζοντες από τους στρωματογραφικά κατώτερους προς τους ανώτερους:

α) Μάρμαρα σε εναλλαγές με κυανοσχιστόλιθους και πρασινοσχιστολίθων και ενδιαστρώσεις αμφιβολιτών στην βάση. Η ακολουθία αυτή θεωρείται ότι προέκυψε από νηριτικά ανθρακικά ιζήματα, κλαστικά ιζήματα, τόφφους και βασικά ηφαιστειακά πετρώματα. Στη Νάξο εντός των μαρμάρων της ενότητας των Κυανοσχιστολίθων αναπτύσσονται διασπορίτες και σμύριδα τα οποία είναι προϊόντα μεταμόρφωσης βωξιτών (Jansen, 1973).

β) Πρασινοσχιστόλιθοι και κυανοσχιστόλιθοι με ενδιαστρώσεις μαρμάρων και φακούς μεταβασιτών.

γ) Μάρμαρα με ενδιαστρώσεις κυανοσχιστολίθων, πρασινοσχιστολίθων, ιαδεϊτικών γνευσίων και εκλογιτών.

δ) Εκλογίτες και γλαυκοφανίτες με μητρικά πετρώματα οφιόλιθους (π.χ. βόρεια Σύρος και νότια Εύβοια).

Η Ενότητα Κυανοσχιστολίθων έχει υποστεί δύο διαδοχικές φάσεις μεταμόρφωσης. Η πρώτη φάση M1 είναι μία προϊούσα μεταμόρφωση υψηλών πιέσεων/χαμηλών θερμοκρασιών (HP/LT) η οποία αντιστοιχεί στο πεδίο της κυανοσχιστολιθικής έως εκλογιτικής φάσης (15-20 kbar και 500 ± 50 °C). Οι περισσότεροι ερευνητές συμφωνούν πως η μεταμόρφωση HP/LT πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του Κάτω Ηωκαίνου (50-45 εκ. χρ.) (Lister & Raouzaious, 1996, Trotet, 2001) ενώ έχουν αναφερθεί και Άνω Κρητιδικές ηλικίες για την Σύρο (περίπου 75-80 εκ. χρ.) (Brockner & Enders, 1999, Brockner & Enders, 2001, Cheney et al., 2000). Σχετικά με τις παλαιότερες ηλικίες οι Tomascheck et al. (2003) συμπέραναν πως δεν υπάρχουν γεωχρονολογικά δεδομένα για προ-Ηωκαινική μεταμόρφωση υψηλής πίεσης και οι ηλικίες μεταξύ 80 και 75 εκ. χρ. αντιστοιχούν στην μαγματική τοποθέτηση των πρωτόλιθων. Οι συγκεκριμένες συνθήκες μεταμόρφωσης φανερώνουν ότι η Ενότητα Κυανοσχιστολίθων καταβυθίστηκε σε βάθος >50 Χλμ. (Wijbrans et al., 1993).

Η δεύτερη φάση μεταμόρφωσης M2 χαρακτηρίζεται από υψηλές θερμοκρασίες και μέτριες πιέσεις (HT,MP) σε συνθήκες πρασινοσχιστολιθικής έως αμφιβολιτικής (τοπικά) φάσης (4-7 kbar και 400 ± 50 °C έως 5-8 kbar και 550 ± 100 °C). Η M2 χαρακτηρίζεται ως ανάδρομη μεταμόρφωση που έλαβε χώρα στο διάστημα 20-25 εκ. χρ. και αντιστοιχεί στην περίοδο Ολιγόκαινο-Μειόκαινο (Altherr et al., 1979, Andrienssen et al., 1979,

Katagas, 1980, 1984, Wijbrans & McDougall, 1988, Wijbrans et al., 1990, Schmadicke & Will, 2003, Ηλιόπουλος, 2005).

Οι Baziotis et al. (2009), ανέλυσαν μεταβασάλτες στην περιοχή της Λαυρεωτικής (Ν. Αττική) και συμπέραναν πως η μεταμορφική πορεία του M1 γεγονότος περιλαμβάνει συνθήκες πουμπελλευιτικής-ακτινολιθικής φάσης που μεταβαίνουν σε λωζονιτική-γλαυκοφανιτική φάση με κορύφωση την επιδοτιτική-γλαυκοφανιτική φάση υπό συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας περίπου 9Kbar και περίπου 370°C, αντίστοιχα. Το ανάδρομο M2 γεγονός πραγματοποιήθηκε στην πρασινοσχιστολιθική φάση και πέρασε στην πουμπελλευιτική-ακτινολιθική φάση (πίεση περίπου 6kbar και θερμοκρασία περίπου 280°C) (Baziotis et al., 2009). Σύμφωνα με τον Baltatzis (1996), το M1 πραγματοποιήθηκε σε συνθήκες πίεσης-θερμοκρασίας περίπου 7-7,5kbar και 300-340°C, ενώ το ακόλουθο M2 σε πιέσεις 4-4,5kbar και θερμοκρασίες 340-360°C φανερώνοντας μια μεταμορφική πορεία που προσεγγίζει μία ισοθερμική ανύψωση.

Στην Εύβοια, η M1 μεταμόρφωση συνέβη σε υψηλές πιέσεις (περίπου 11 kbar) και χαμηλές θερμοκρασίες (400-450°C) στα πλαίσια της επιδοτιτικής-γλαυκοφανιτικής φάσης (M1) ενώ ακολούθησε το δεύτερο τύπου Barrow μεταμορφικό επεισόδιο M2 πουμπελλευιτικής-ακτινολιθικής φάσης σε θερμοκρασίες και πιέσεις 350°C και 7kbar, αντίστοιχα (Katzir et al., 2000). Η μετάβαση από το M1 στο M2 έγινε σε περιβάλλον ισοθερμικής αποσυμπίεσης κατά τη διάρκεια του Μέσου Ηώκαινου-Κάτω Μειόκαινου (Katzir et al., 2000). Ο βαθμός της M2 μεταμόρφωσης διαφοροποιείται ανά περιοχή. Στις περιοχές όπου έχουμε κορύφωση της M2 παρατηρούνται φαινόμενα ανάτηξης (Πάρος, Νάξος, Wijbrans & McDougall, 1983). Σε άλλες περιοχές όπως στη Σύρο και τη Σίφνο έχουν διατηρηθεί οι παραγενέσεις του M1 ενώ σε άλλες περιοχές οι μετέπειτα φάσεις μεταμόρφωσης ήταν ικανές ώστε οι M1 παραγενέσεις να μείνουν υπολειμματικές ή να καταστραφούν εντελώς (Αττική). Ιστολογικές παρατηρήσεις και ορυκτολογικά συσσωματώματα που χαρακτηρίστηκαν από τους Shaked et al. (2000) και Katzir et al. (2000) δείχνουν επίσης πως η κορύφωση των μεταμορφικών συνθηκών του M1 γεγονότος αυξάνεται ελαφρώς και κοντά στα ανώτερα επίπεδα της Κυανοσχιστολιθικής Ενότητας. Η επίδραση της ανάδρομης πρασινοσχιστολιθικής φάσης M2 αυξάνεται προς τους κατώτερους ορίζοντες καταστρέφοντας ολοκληρωτικά τις παραγενέσεις της M1 (Brockner et al., 2004).

Ανώτερη Ενότητα

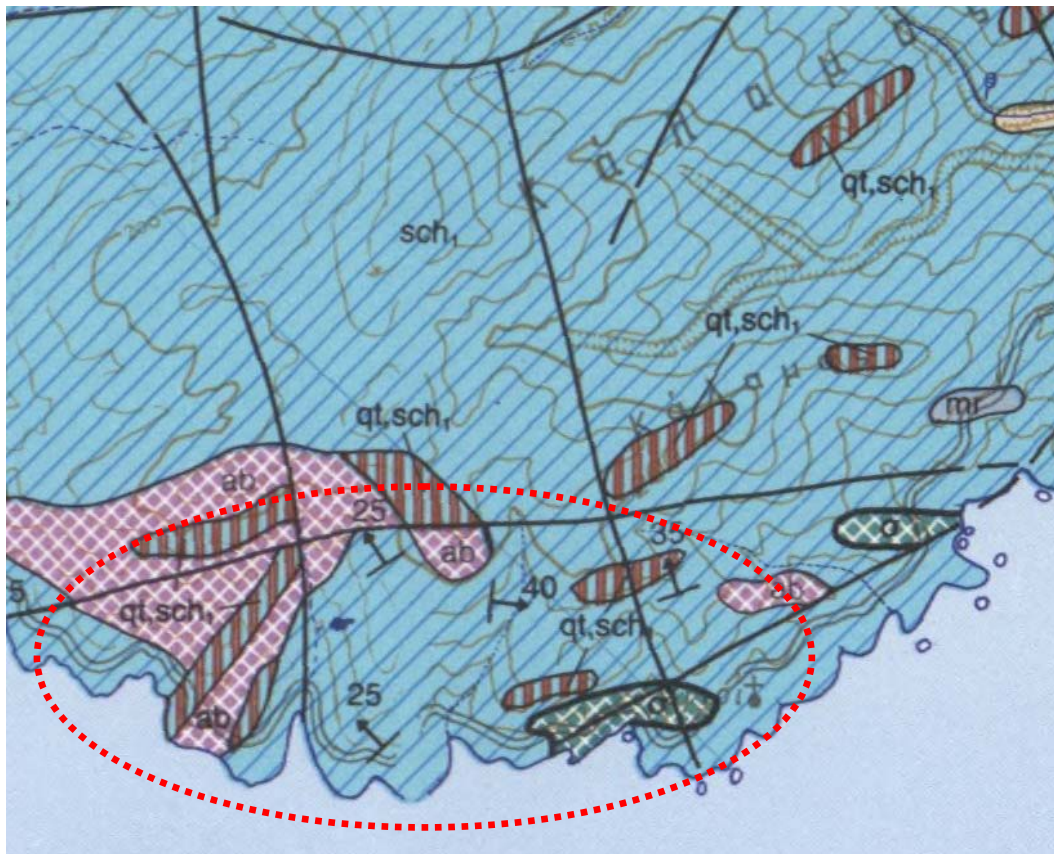
Η Ανώτερη ενότητα ή «Εοελληνικό Οφιολιθικό Κάλυμμα» κατά Jakobshagen et al. (1978) συνίσταται από τα ακόλουθα πετρώματα:

α) Μία οφιολιθική melange στη βάση που αποτελείται από Πέρμιο-Τριαδικούς ασβεστόλιθους, πρασινοσχιστόλιθους και γρανιτικές διεισδύσεις.

β) Μία υπερκείμενη οφιολιθική ενότητα από μετασερπεντινίτες και μεταγάββρους όπου επικάθονται ασύμφωνα Κρητιδικοί ασβεστόλιθοι (Okrusch & Brocker, 1990).

Η ενότητα αυτή μεταμορφώθηκε στο Άνω Κρητιδικό (70 εκ. χρ.) σε συνθήκες πρασινοσχιστολιθικής φάσης (Reinecke et al., 1982, Patzak, 1988).

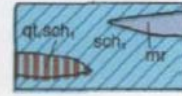
Κατά τη διάρκεια του Μειόκαινου πραγματοποιήθηκε διείσδυση γρανιτικών σωμάτων Ι και S τύπου στο μεταμορφωμένο υπόβαθρο της Αττικοκυκλαδικής Μάζας. Τα πετρώματα αυτά κρυσταλλώθηκαν στα ανώτερα τμήματα του φλοιού (5-10 χλμ.) και έχουν ηλικία 18-10 εκ. χρ. ή και παλαιότερη (Alther et al., 1982, Παπανικολάου και Συσκάκης, 1990, Boronkay & Doutsos, 1994, Pe- Piper et al., 1997, Pe-Piper et al., 2002, Koukouvelas & Kokkalas, 2003). Κατά τη διείσδυση των μαγματικών πετρωμάτων έλαβε χώρα μεταμόρφωση επαφής και κοιτασματογένεση στα γειτονικά πετρώματα όπως για παράδειγμα η περίπτωση της γρανοδιοριτικής διείσδυσης στην Πλάκα Λαυρίου (Μαρίνος & Petrascheck, 1956, Skarpelis et al., 2008). Ειδικότερα στην περιοχή της Λαυρεωτικής χερσονήσου, οι γρανιτικές διεισδύσεις έλαβαν χώρα μεταξύ 8,3 και 9,4 εκ. χρ. (Liati et al., 2009). Σύγχρονα με τις γρανιτικές διεισδύσεις αναπτύχθηκαν μολλασικές λεκάνες στην περιοχή των Κυκλάδων (Boronkay & Doutsos, 1994, Koukouvelas & Kokkalas, 2003).



Σχ.3.2α. Γεωλογικός χάρτης και θέση γηπέδου. (φύλλο «Κάρυστος – Πλατανιστός», κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, 1997).

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Σχιστόλιθοι (sch.) με ενστρώσεις μαρμάρων (mr) και χαλαζιτών - χαλαζιακών σχιστολίθων (ql.sch.): σχιστόλιθοι κυρίως μοσχοβιτικοί-γλαυκοφανιτικοί-επιδοιτικοί, μοσχοβιτικοί-χλωριτικοί-επιδοιτικοί-χαλαζιακοί, μοσχοβιτικοί-αλβιτικοί-ασβεσπτικοί και χλωριτικοί-επιδοιτικοί-αλβιτικοί, με εγκλείσματα λαβσονίτη μέσα στον αλβίτη. Είναι λεπτόκοκκα, σχιστοποιημένα και μικροπτυχωμένα πετρώματα, με ιστό γυροβλαστικό-λεπιδοβλαστικό. Συχνά παρουσιάζουν τεκτονική καταπόνηση και διασχίζονται από διακλάσεις που γεμίζουν από μυλωνιτικό υλικό και χλωρίτη, ενώ ο χαλαζίας έχει υποστεί έντονη επιμήκυνση. Έχουν προέλθει κατά το πλείστον από μεταμόρφωση ιζηματογενών πετρωμάτων (παρασχιστόλιθοι). Κατά θέσεις παρατηρούνται μεταγάββροι, διαβασικά σώματα καθώς και ορθογνεύσιοι.



Οι ενστρώσεις των μαρμάρων (mr) απαντώνται κυρίως στους βαθύτερους ορίζοντες, στην κεντρική περιοχή (ΒΑ της Καρύστου) ενώ είναι σπάνια αλλού. Είναι λεπτοστρωματώδη έως παχυστρωματώδη, λευκά έως τεφρά και σπάνια μαύρα, με συχνές πυριτικές διαστρώσεις, που κατά θέσεις μεταπίπτουν σε σιπολινομάρμαρα, ενώ σπανιότερα απαντώνται σ' αυτά παρεμβολές μαρμαρυγιακών-χλωριτικών σχιστολίθων.

Σημαντικό είναι το ποσοστό συμμετοχής χαλαζιτών - χαλαζιακών σχιστολίθων και κερατολίθων (ql, sch.), χρώματος λευκού, ερυθρού και μαύρου. Οι χαλαζίτες παρουσιάζονται συνήθως υπό μορφή μικρών ή μεγαλύτερων φακών ή ενστρώσεων, ποικίλης οριζόντιας ανάπτυξης και πάχους κυμαινόμενου από λίγα cm έως 45 m. Συνίστανται είτε αποκλειστικά από χαλαζία και λίγο μοσχοβίτη, είτε μεταπίπτουν σε χαλαζιακούς σχιστόλιθους, με μαρμαρυγία, χλωρίτη και συχνά γλαυκοφανή. Συνήθως διασχίζονται από δίκτυο φλεβιδίων δευτερογενούς λευκού χαλαζία και στην περιοχή ΒΑ της Καρύστου παρουσιάζουν μαγνησιούχο μεταλλοφορία. Είναι συμπτυχωμένοι με τους σχιστόλιθους, συνήθως δε προεξέχουν λόγω ανθεκτικότητας στη διάβρωση, προσδίδοντας στην περιοχή χαρακτηριστικό ανάγλυφο.

Το πάχος του σχηματισμού είναι 2.000 m περίπου.

Αμφιβολίτες και αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι: μεταμορφωμένα πετρώματα, βαθυπράσινου έως φαιοπράσινου χρώματος. Οι αμφιβολίτες είναι συνεκτικοί και σκληροί, άλλοτε σχιστοποιημένοι και άλλοτε όχι, οι δε αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι διακρίνονται σε δύο, κυρίως, ποικιλίες: σε επιδοιτικούς-χλωριτικούς-αλβιτικούς-ακτινολιθικούς με γλαυκοφανή και σε γλαυκοφανιτικούς-επιδοιτικούς. Κύριο ορυκτό είναι ο αλβίτης ο οποίος σχηματίζει μεσαίου μεγέθους κρυστάλλους, με ποικιλιτικό ιστό, που συνοδεύεται από χαλαζία, διάσπαρτους κόκκους επιδότου, πρισματικούς προσανατολισμένους κρυστάλλους ακτινόλιθου, φυλλάρια χλωρίτη και μοσχοβίτη. Ένα μέρος του ακτινόλιθου προέρχεται από γλαυκοφανή, ενώ συχνά ο ακτινόλιθος μετατρέπεται σε χλωρίτη. Συχνά παρεμβάλλονται μαρμαρυγιακοί-χαλαζιακοί-χλωριτικοί-επιδοιτικοί σχιστόλιθοι ενώ κατά θέσεις περιέχουν σώματα υπερβασικών πετρωμάτων και μεταγάββρων και, σπάνια, ενστρώσεις μαρμάρων.



Αναπτύσσονται επάνω από τις εναλλαγές σχιστολίθων και μαρμάρων-σιπολινών, καλύπτοντας σημαντικό μέρος της μετάβασης των σχηματισμών αυτών προς τους υπερκείμενους τους, ενώ συχνές είναι οι παρεμβολές αμφιβολιτών και αμφιβολιτικών σχιστολίθων, πάχους μέχρι και 100 m και ψηλότερα, μέσα στους σχιστολίθους με ενστρώσεις μαρμάρων και χαλαζιτών.

Το πάχος τους ξεπερνά τα 500 m, ενώ πλευρικά ο σχηματισμός αποσφηνούται.

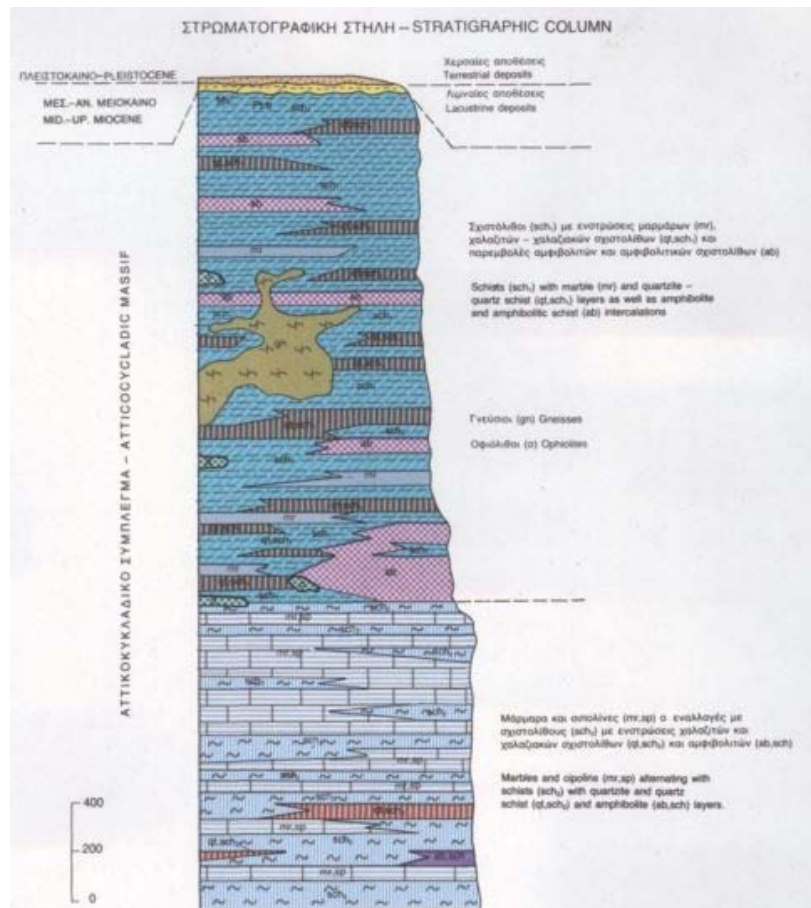
Οφιόλιθοι: κυρίως σερπεντινίτες, που έχουν προέλθει κατά πάσα πιθανότητα από σωρευτικό χαρταβουργίτη και σπανίως αμφιβολιτικά-σερπεντινικά πετρώματα, που έχουν προέλθει από αμφιβολιτικό περιδοιότητα. Από το αρχικό πέτρωμα σώζονται υπόλοιπα αφ' ενός μεν πυροξένων, που δείχνουν ότι ο πυροξένος έχει μετατραπεί σε αμφίβολο και σερπεντίνη, αφ' ετέρου δε λίγων αμφιβόλων. Από τα δευτερογενή ορυκτά, το κύριο ορυκτό αποτελεί ο σερπεντίνης, του οποίου το μεγαλύτερο μέρος έχει προέλθει από ολιβίνη και λιγότερο από πυρόξενο.



Εμφανίζονται σε σχετικά μικρά σώματα, κυρίως στα κατώτερα μέλη των σχιστολίθων με ενστρώσεις μαρμάρων και χαλαζιτών και των αμφιβολιτών-αμφιβολιτικών σχιστολίθων.

Πάχος: φθάνει έως 25m περίπου στα μεγαλύτερα σώματα.

Σχ.3.2β. Υπόμνημα γεωλογικού χάρτη.



Σχ.3.3. Στρωματογραφική στήλη. (φύλλο «Κάρυστος - Πλατανιστός», κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, 1997).

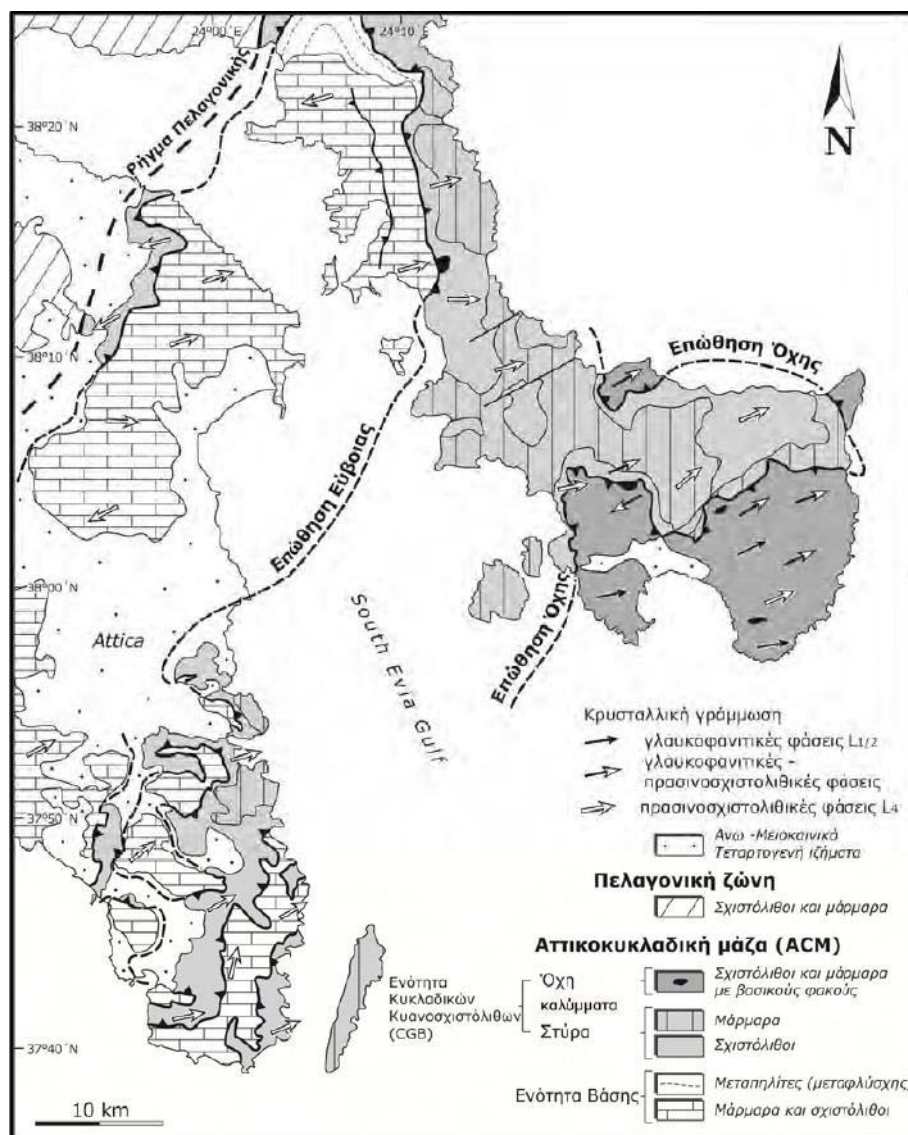
3.2 Γεωτεκτονικό πλαίσιο

Όσον αφορά την τεκτονική της ευρύτερης περιοχής, οι κυριότερες τεκτονικές δομές όπως παρουσιάζονται και στο **σχ.3.4** είναι:

Το **ρήγμα της Πελαγονικής** είναι μια ζώνη διάτμησης ΒΑ – ΝΔ διεύθυνσης και πλάτους πάνω από 80m που διαχωρίζει τα χαμηλής μεταμόρφωσης πετρώματα της Πελαγονικής από τα πετρώματα της ΑΚΜ. Κατά τους Χυρολιάς et al. (2003) συνιστά ένα δεξιόστροφο ρήγμα πλάγιας συστολής, το οποίο από το μέσο Μειόκαινο και έπειτα έδρασε ως ένα κανονικό ρήγμα. Κατά τον Jacobschagen (1986) χαρακτηρίζεται μόνο από κινήσεις κανονικής συνιστώσας.

Η **επώθηση της Εύβοιας** διαχωρίζει τα πετρώματα της ΑΥ από αυτά της ΕΒΥ. Βρίσκεται στη βάση του καλύμματος της Στύρας, είναι πλαστικού τύπου και χαρακτηρίζεται από μια ζώνη 50 – 200 m πλάτους ισχυρά φολιωμένων έως μυλονιτοποιημένων πετρωμάτων και ευθύνεται για τη τοποθέτηση των κυανοσχιστόλιθων πάνω από την ενότητα Αλμυροποτάμου (Avigad et al. 1997, Χυρολιάς et al. 2003). Η επώθηση Εύβοιας σχηματίστηκε σε γενικές γραμμές σύγχρονα με το επεισόδιο ανάδρομης μεταμόρφωσης M2.

Η **επώθηση της Όχης** αποτελεί μια πλαστική ζώνη διάτμησης πάχους αρκετών εκατοντάδων μέτρων που διαχωρίζει τα πετρώματα του καλύμματος Όχης από αυτά του καλύμματος Στύρας και έχει επηρεάσει και τις δύο ενότητες. Μυλονιτικές ζώνες αρκετών μέτρων βρίσκονται στην επαφή Στύρας – Όχης. Οι ερευνητές (Ring et al. 2007, Χυρολιάς et al. 2010) έχουν καταλήξει ότι οι κινήσεις έγιναν κατά μήκος της επώθησης Όχης ήταν κυρίως σύγχρονες του M2, κάτι που φαίνεται από τη μετατροπή της μπλε αμφιβόλου σε ορυκτά της πρασινοσχιστολιθικής φάσης κατά μήκος της και από τη παραμόρφωση της φολίωσης S1 που αναπτύχθηκε σε συνθήκες HP. Ωστόσο, μικρότερης έντασης κινήσεις έγιναν και μετά το peak του M1 (40-50 Ma), κάτι που φαίνεται στη μη διαπεραστική πλαστική παραμόρφωση στη βάση του καλύμματος Όχης, η οποία ήταν σύγχρονη με την ανάπτυξη λεπτόκοκκων ορυκτών χαρακτηριστικών υψηλής πίεσης.



Σχ.3.4. Γεωλογικός χάρτης (τροποποιημένος από *Χυρολίας et al.* 2010) του ΒΔ τμήματος της Αττικοκυκλαδικής μάζας (νότια Εύβοια και ανατολική Αττική). Στο χάρτη φαίνονται οι τρεις κύριες τεκτονικές δομές που ελέγχουν την εξέλιξη της νοτίου Ευβοίας, καθώς επίσης και οι κρυσταλλικές γραμμώσεις για τις D_{1/2}-D₄.

3.3 Γεωλογία άμεσης περιοχής - επιτόπου γεωλογική έρευνα

Οι αρχικές γεωλογικές πληροφορίες για την ευρύτερη περιοχή ενδιαφέροντος συλλέχθηκαν από τον γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ, φύλλο «Κάρυστος – Πλατανιστός» (σχ.3.2.) σύμφωνα με τον οποίο η περιοχή μελέτης δομείται από γεωλογικούς σχηματισμούς οι οποίοι ανήκουν στην Αττικοκυκλαδική μάζα.

Στα πλαίσια της παρούσας έγινε γεωλογική έρευνα πεδίου στην περιοχή ενδιαφέροντος, κατά την οποία πραγματοποιήθηκαν οι εξής εργασίες:

- Γενική γεωλογική ανασκόπηση της άμεσης περιοχής ενδιαφέροντος, προκειμένου να εντοπιστούν όλοι οι ορατοί σχηματισμοί πετρωμάτων και οι εδαφικοί σχηματισμοί.
- Μέτρηση “διεύθυνσης και κλίσης” (γεωλογικές παράμετροι) για όλα τα ορατά γεωλογικά στρώματα.
- Εντοπισμός και καταγραφή των κύριων τεκτονικών ζωνών
- Φωτογραφική τεκμηρίωση των προαναφερθέντων.

Τα συλλεχθέντα στοιχεία χαρτογραφήθηκαν σε κλίμακα 1:2.000 ώστε να υπάρχει μια σαφής εικόνα των γεωλογικών σχηματισμών.

Ο τελικός γεωλογικός χάρτης σε κλίμακα 1:2.000, επισυνάπτεται στην παρούσα έκθεση (σχέδιο ΓΟ1).

Η αναλυτική περιγραφή των γεωλογικών σχηματισμών έχει ως εξής:

ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ

ΟΛΟΚΑΙΝΟ

Μανδύας αποσάθρωσης σχιστολίθων και πλευρικά κορήματα , πολύ μικρού πάχους, μη χαρτογραφήσιμα στην εν λόγω κλίμακα.

ΑΛΠΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

ΑΤΤΙΚΟΚΥΚΛΑΔΙΚΗ ΜΑΖΑ

Σχιστόλιθοι (sch) με ενστρώσεις χαλαζιακών σχιστολίθων, χαλαζιτών (qt.sch) και κερατολίθων (qts). Αναλυτικότερα, η περιγραφή των λιθοφάσεων έχει ως εξής :

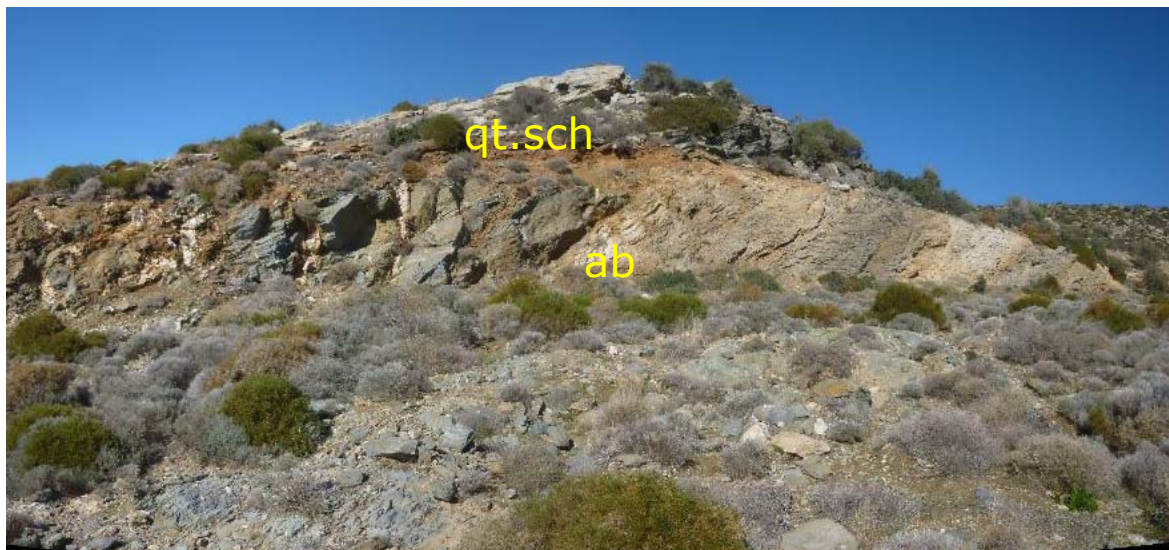
- Οι σχιστόλιθοι (sch) αποτελούν το σχηματισμό που κυριαρχεί σε επιφανειακή εξάπλωση στην περιοχή μελέτης. Πρόκειται για ανοικτόχρωμους έως φαιούς - φαιοπράσινους σχηματισμούς, ιδιαίτερα ανομοιογενείς ως προς την ορυκτολογική τους σύσταση και το βαθμό αποσάθρωσής τους. Οι συνηθέστεροι ορυκτολογικοί τύποι περιλαμβάνουν μοσχοβίτη, επίδοτο, χλωρίτη, χαλαζία και ασβεστίτη. Συνήθως παρουσιάζονται λεπτο - μέσοστρωματώδεις και πτυχωμένοι με χαρακτηριστική, ευδιάκριτη σχιστότητα, κατά θέσεις όμως τρέπονται σε αποσαθρωμένους φυλλίτες ενώ συχνά παρουσιάζουν τεκτονική καταπόνηση με χαρακτηριστικές ζώνες μυλονίτη, εύρους 1-5m. Σπανίως, περικλείουν διαβασικά σώματα και γνευσιακούς σχηματισμούς, σε μικρές, μη χαρτογραφήσιμες εμφανίσεις. Κατά θέσεις καλύπτονται από πλευρικά κορήματα/μανδύα αποσάθρωσης μικρού πάχους (<1,5μ).
- Οι χαλαζίτες - χαλαζιακοί σχιστόλιθοι (qt.sch) είναι συνήθως ανοικτόχρωμοι και ιδιαίτερα συμπαγείς, παρουσιάζονται δε, υπό μορφή φακών ή ενστρώσεων, πάχους από 2 - 45μ και προσδίδουν στην περιοχή χαρακτηριστικό ανάγλυφο, αφού προεξέχουν ως βραχώδεις εξάρσεις εν μέσω της κύριας σχιστολιθικής μάζας. Συνίστανται από χαλαζία και μοσχοβίτη είτε μεταπίπτουν σε χαλαζιακούς σχιστολίθους με μαρμαρυγία, χλωρίτη και γλαυκοφανή, χωρίς να απουσιάζουν και ενδιάμεσες ασβεστιτικές παρεμβολές. Είναι μεσο-παχυστρωματώδεις και συχνά διασχίζονται από ομάδες κατακόρυφων διακλάσεων.
- Μικρές εμφανίσεις μαύρων κερατολίθων (qts) καταγράφονται στο ΝΝΔ τμήμα της έκτασης ενώ πολύ σπάνια, εμφανίζονται μικρές παρεμβολές λευκών μαρμάρων (mr), εύρους έως και 10μ, εντός της σχιστολιθικής μάζας.

Αμφιβολίτες και αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι (ab). Σκουροπράσινοι, συμπαγείς, σκληροί, αμφιβολίτες, οι οποίοι εμφανίζονται κυρίως στο βόρειο τμήμα της έκτασης. Οι αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι έχουν φαιοπράσινη συνήθως απόχρωση και καλύπτονται από μανδύα αποσάθρωσης, χαρακτηριστικού έντονου κόκκινου χρώματος, ο οποίος κατά θέσεις έχει πάχος έως και 2.5m. Οι συνηθέστεροι ορυκτολογικοί τύποι περιλαμβάνουν επίδοτο, χλωρίτη, αλβίτη, ακτινόλιθο και γλαυκοφανή. Το μέγιστο πάχος τους ανέρχεται σε 40μ στην περιοχή μελέτης

Οφιόλιθοι (o). Οφιολιθικά σώματα, χαρακτηριστικής λευκοπράσινης έως σκουροπράσινης απόχρωσης, συνήθως αποσαθρωμένοι, με χαρακτηριστική σαπωνοειδή υφή. Περιλαμβάνουν κυρίως σερπεντινίτες. Το μέγιστο πάχος τους εκτιμάται σε 25μ.

Η εκτίμηση του πάχους των σχηματισμών βασίζεται κυρίως σε συσχετισμούς που προέκυψαν από την επεξεργασία των δεδομένων υπαίθρου.

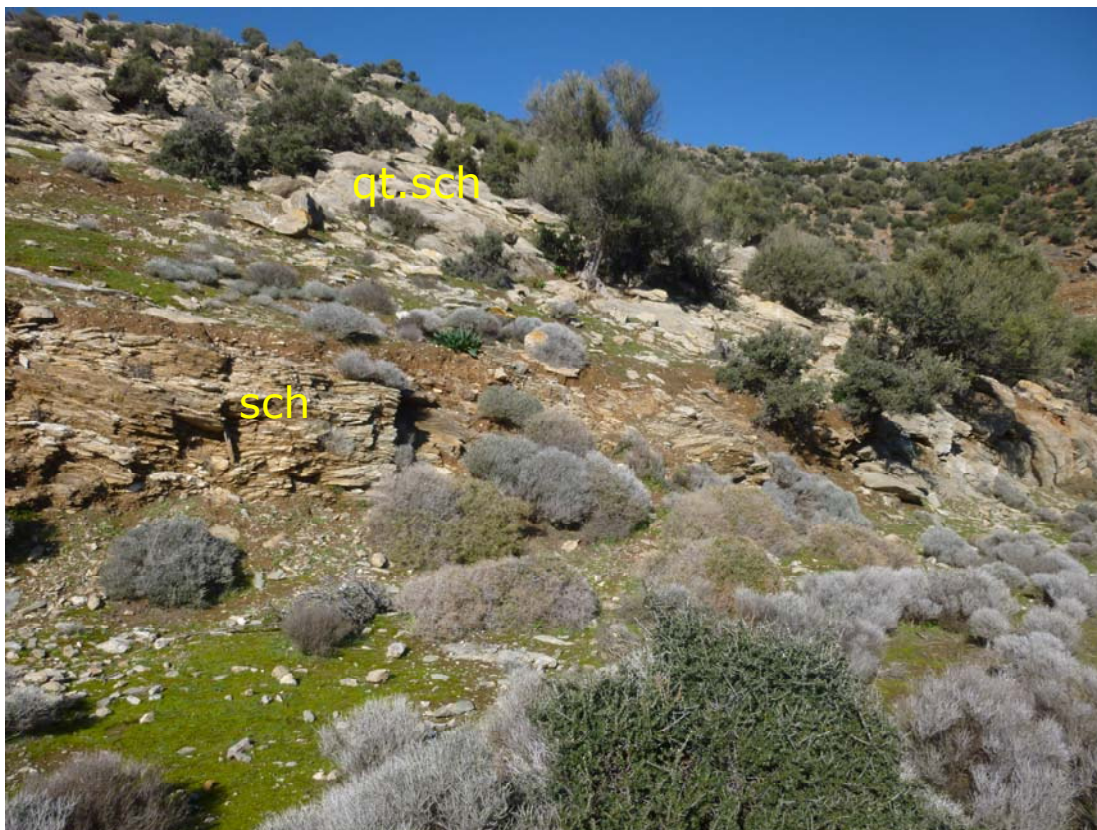
Ακολουθούν χαρακτηριστικές φωτογραφίες των παραπάνω σχηματισμών.



ΦΩΤ.3.1. Τυπική εμφάνιση αμφιβολιτικών σχιστολίθων στο δυτικό τμήμα της έκτασης. Υπερκείμενοι αυτών διακρίνονται οι σχιστόλιθοι- χαλαζιακοί σχιστόλιθοι της περιοχής.



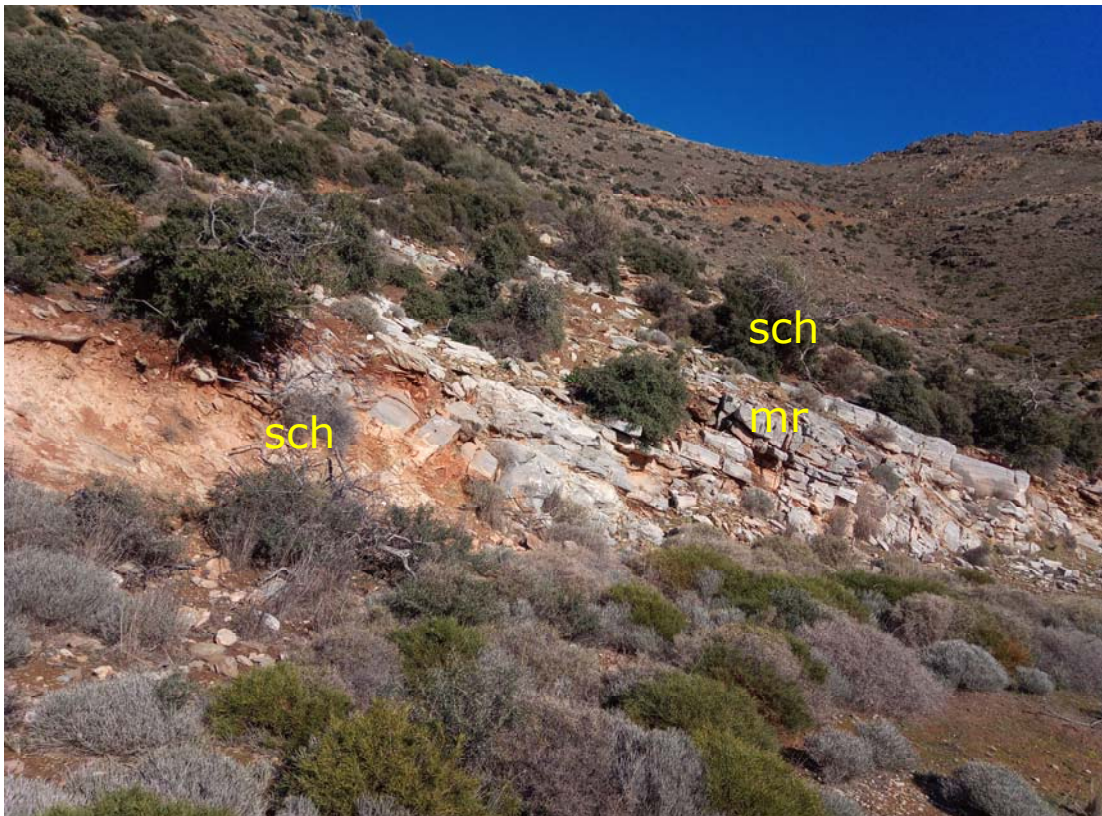
ΦΩΤ.3.2. Ζώνη μυλονίτη εντός σχιστολίθων στο βορειοδυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης.



ΦΩΤ.3.3. Χαλαζιακοί σχιστόλιθοι – χαλαζίτες (qt.sch) που υπέρκεινται των τυπικών σχιστολίθων της περιοχής (sch).



ΦΩΤ.3.4. Τυπική εμφάνιση αμφιβολιτικών σχιστολίθων στην περιοχή μελέτης.



Φωτ.3.5. Εμφάνιση φακού μαρμάρων (mr) εντός σχιστολίθων (sch) στο βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης.



Φωτ.3.6. Μανδύας αποσάθρωσης αμφιβολιτικών σχιστολίθων με χαρακτηριστικό καστανέρυθρο χρώμα.



Φωτ.3.7. Μαζώδεις, συμπαγείς αμφιβολίτες στο βόρειο άκρο της έκτασης.



Φωτ.3.8. Άποψη οφιολίθων (κυρίως σερπεντινίτης) στο νοτιοανατολικό άκρο της περιοχής μελέτης.



Φωτ.3.9. Άποψη οφιολίθων (ο) στο ανατολικό παράκτιο τμήμα. Παρατηρείται ζώνη αποκόλλησης στην επαφή τους με τους σχιστόλιθους (sch).



Φωτ.3.10. Επαφή σχιστολίθων - οφιολίθων στην παράκτια ζώνη (ΝΑ όριο περιοχής), όπου έχει εκδηλωθεί μικρής κλίμακας κατολίσθηση.



Φωτ.3.11. Επαφή αμφιβολιτικών σχιστολίθων (*sch*) – κερατολίθων (*qts*), στα πρηνή της δημοτικής οδού στο δυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης.

4. ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ – ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

4.1 Κλιματολογικά Στοιχεία

Η περιοχή ενδιαφέροντος, δηλαδή το νότιο άκρο του νησιού της Εύβοιας, όπως φαίνεται και από τον παραπάνω χάρτη, έχει κλίμα που χαρακτηρίζεται ως *Έντονο θερμο-μεσογειακό*.

Τα ακόλουθα κλιματολογικά στοιχεία λήφθηκαν από τον Μετεωρολογικό Σταθμό **Καρύστου** της Ε.Μ.Υ. για την περίοδο (υψόμετρο: 10μ), ο οποίος είναι ο κοντινότερος σταθμός της Ε.Μ.Υ. στην περιοχή αναφοράς και μπορεί να θεωρηθεί άκρως αντιπροσωπευτικός, παρ' όλα αυτά να σημειωθεί πως ο συγκεκριμένος σταθμός είναι πλέον ανενεργός και τα συγκεκριμένα δεδομένα αφορούν στην περίοδο λειτουργίας του, δηλαδή 1975-1993.

Βροχοπτώσεις

Το μέσο ετήσιο ύψος κατακρημνισμάτων, με βάση τα στοιχεία της προαναφερθείσας περιόδου είναι **720mm**. Οι ξηρότεροι μήνες είναι ο Ιούνιος και ο Αύγουστος, με μέσο ύψος 3,3 και 3,0 mm αντίστοιχα, ενώ ο βροχερότερος μήνας είναι ο Δεκέμβριος με μέσο ύψος 144,1 mm.

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται η διακύμανση του μέσου μηνιαίου ύψους καθώς και του μέγιστου 24h ύψους κατακρημνισμάτων.

Πίνακας 4.1.: Ύψος κατακρημνισμάτων ανά μήνα για την Κάρυστο, για την περίοδο 1975-1993 (ΕΜΥ).

ΜΗΝΑΣ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
ΟΛΙΚΟ	121,1	106,9	94,3	42,1	13,3	5,6	3,3	3	7,8	87,2	91,5	144,1
ΜΑΧ 24h	85	70	90	92	16	34	25	14	38	120	92	82

Η κατανομή των μέσων μηνιαίων τιμών βροχόπτωσης και θερμοκρασίας παρατίθενται από κοινού στο ομβροθερμικό **Διάγραμμα 4.1.**

Σχετική Υγρασία

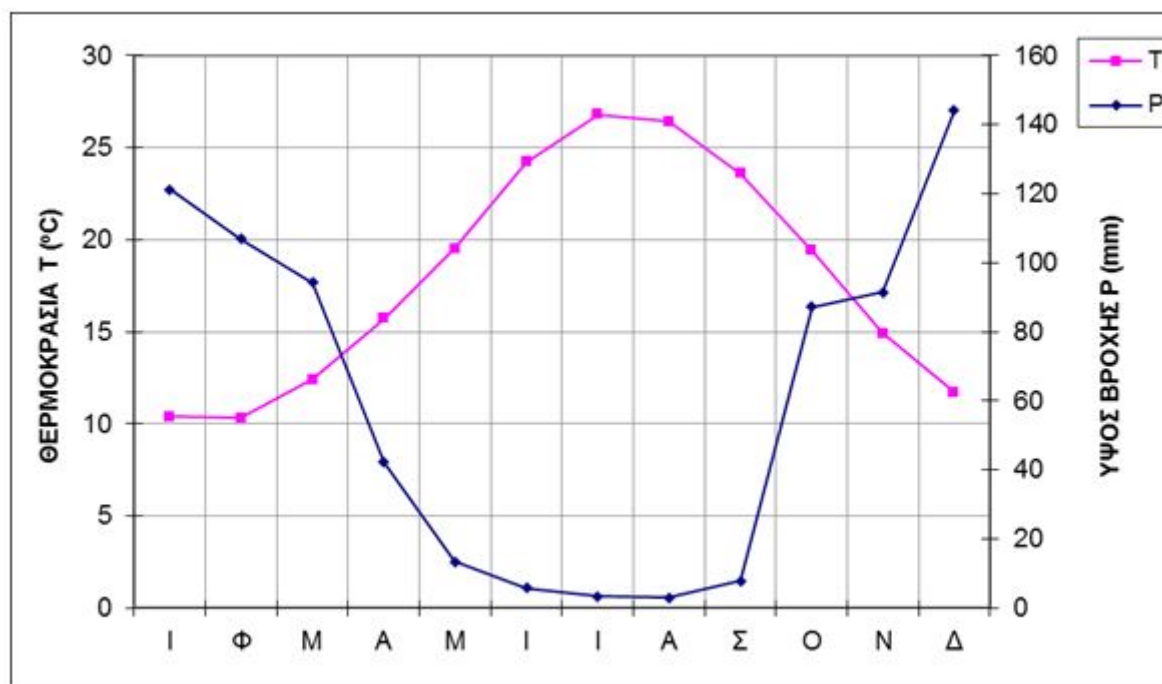
Ως υγρότεροι μήνες εμφανίζονται οι Νοέμβριος και ο Δεκέμβριος (σχετική υγρασία 73,4 – 72,7 %). Ξηρότερος μήνας εμφανίζεται ο Ιούλιος (σχετική υγρασία 56,0 %). Η μέση σχετική υγρασία του έτους ανέρχεται σε 66,6%.

Θερμοκρασία

Η μέση θερμοκρασία κάθε μήνα παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4.2.: Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία στην Κάρυστο, για την περίοδο 1975-1993 (ΕΜΥ).

ΜΗΝΑΣ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
ΘΕΡΜ. (°C)	10.4	10.3	12.4	15.7	19.5	24.2	26.8	26.4	23.6	19.4	14.9	11.7



Διάγραμμα 4.1.: Ετήσιο ομβροθερμικό διάγραμμα με βάση δεδομένα της περιόδου 1975-93 για την Κάρυστο (ΕΜΥ).

Ανεμολογικά Στοιχεία

Τα ετήσια ανεμολογικά στατιστικά στοιχεία παρατίθενται στον Πίνακα 4.3 που ακολουθεί.

Από τα παραπάνω στοιχεία προκύπτει ότι στην περιοχή πνέουν κυρίως άνεμοι του βόρειου τομέα του ανεμολογίου (βόρειοι, βορειοδυτικοί, βορειοανατολικοί) με συνολική

ετήσια συχνότητα 59% περίπου, εκ των οποίων οι επικρατούντες είναι οι βόρειοι, με συνολική ετήσια συχνότητα 43%.

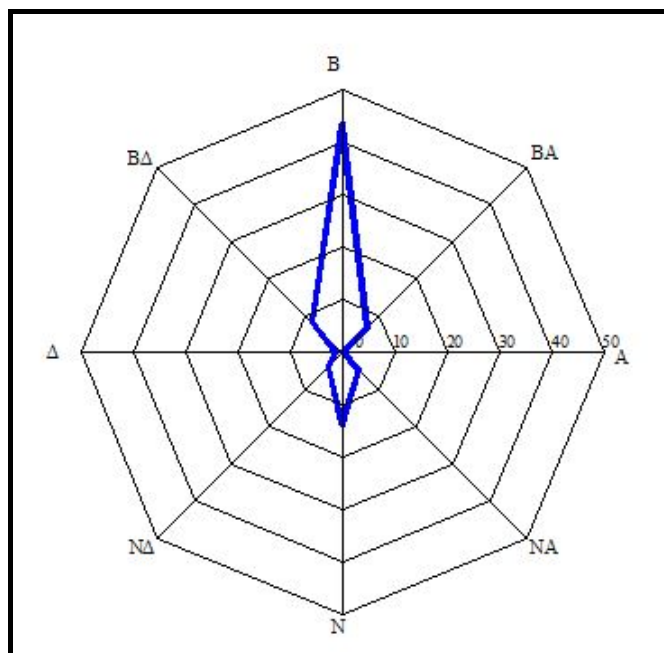
Πίνακας 4.3.: Ετήσιες συχνότητες πνοής ανέμου κατά διεύθυνση και ένταση περιόδου 1975-93 για την Κάρυστο (ΕΜΥ).

Bf/Dir	B	BA	A	NA	N	NA	Δ	BA	Νηνεμία	Σύνολο
0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,086	17,086
1	0	0,007	0	0,007	0,037	0,003	0,007	0,015		0,151
2	4,057	0,219	0,01	0,177	2,021	0,341	0,086	0,957		7,868
3	14,084	3,204	0,089	2,019	7,881	2,037	0,903	5,096		35,313
4	12,776	1,984	0,036	1,679	2,687	0,933	0,187	1,659		21,941
5	7,727	0,846	0,015	0,515	0,682	0,287	0,033	0,307		10,412
6	3,782	0,393	0	0,153	0,309	0,086	0,007	0,058		4,788
7	0,805	0,146	0	0,037	0,043	0,03	0	0		1,062
8	0,181	0,02	0	0,008	0,008	0	0	0		0,217
9	0,018	0,007	0	0	0	0	0	0,003		0,028
10	0,018	0	0	0	0	0	0	0		0,018
11	0	0	0	0	0	0	0	0		0
12	0	0	0	0	0	0	0	0		0
Σύν.	43,523	6,828	0,15	4,595	13,669	3,717	1,223	8,094	17,086	100

Οι άνεμοι του νότιου τομέα πνέουν συνολικά περίπου 19% ετησίως.

Όσον αφορά στην ένταση των ανέμων αυτή φτάνει και τα 10 Beaufort για τους βόρειους ανέμους και μέχρι τα 9 Beaufort για τους βορειοανατολικούς και βορειοδυτικούς ανέμους. Για τους ανέμους του νότιου τομέα (νοτιοανατολικοί, νότιοι, νοτιοδυτικοί), η ένταση πνοής φθάνει μέχρι τα 7 Beaufort.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία, συντάχθηκε το αντίστοιχο ανεμολογικό διάγραμμα της περιοχής, το οποίο παρατίθεται ακολούθως.



Διάγραμμα 4.2.: Ετήσιο ανεμολογικό διάγραμμα της ευρύτερης περιοχής Καρύστου για την περίοδο 1975-93 (ΕΜΥ).

4.2 Υδρολιθολογία

Για την κατανόηση των υδρογεωλογικών συνθηκών της εξεταζόμενης περιοχής, έγινε ταξινόμηση των καταγεγραμμένων γεωλογικών σχηματισμών σε σχέση με την υδρολιθολογική τους συμπεριφορά η οποία καθορίζεται κυρίως από τη διαπερατότητά τους.

Η ταξινόμηση αυτή παρουσιάζεται στον ακόλουθο **πίνακα 4.4.**

Πιν.4.4. Υδρολιθολογική ταξινόμηση των γεωλογικών σχηματισμών της εξεταζόμενης έκτασης.

Γεωλογικοί σχηματισμοί	Υδρολιθολογικές μονάδες	Σχόλια
Σχιστόλιθοι, αμφιβολίτες, χαλαζίτες, κερατόλιθοι	HU1	Σχηματισμοί πολύ χαμηλής έως μηδενικής υδατοπερατότητας. Τοπικά, δύναται να συναντηθούν πολύ μικρής δυναμικότητας υδροφορίες στα επιφανειακά στρώματα, όπου υφίσταται μικρού πάχους μανδύας αποσάθρωσης και διευρυμένο δίκτυο διακλάσεων. Η κυκλοφορία του νερού στις περιπτώσεις αυτές εκφορτίζεται με τη μορφή εποχικών μικροαναβλύσεων κατά τις περιόδους έντονων βροχοπτώσεων
Μάρμαρα	HU2	Πολύ υδατοπέρατοι σχηματισμοί. Δε διαδραματίζουν κανένα ρόλο στην περιοχή μελέτης, λόγω της ασήμαντης επιφανειακής εξάπλωσής τους.
Οφιόλιθοι	HU3	Εντελώς αδιαπέρατοι (στεγανοί) σχηματισμοί.

4.3 Υδρογεωλογία

Όπως είναι κατανοητό, η περιοχή του γηπέδου δομείται από γεωλογικούς σχηματισμούς πολύ μικρής έως μηδενική υδατοπερατότητας.

Αυτό έχει σαν συνέπεια, ο κύριος όγκος των βροχοπτώσεων να απορρέει επιφανειακά, κατευθείαν προς τη θάλασσα, διαμέσου των υδατορεμάτων Υ1 – Υ7 ενώ ένα μεγάλο μέρος του πίπτοντος υετού, επιστρέφει στην ατμόσφαιρα μέσω του φαινομένου της εξατμισοδιαπνοής.

Το ποσοστό του νερού που κατεισδύει στο υπέδαφος εκτιμάται της τάξης του 3-7% επί του συνόλου των βροχοπτώσεων. Η ποσότητα αυτή αναπληρώνει τη φυσική υγρασία των επιφανειακών στρωμάτων (κορήματα / μανδύας αποσάθρωσης μικρού

πάχους) ενώ , σε περιόδους βροχοπτώσεων, εμφανίζονται εποχικές μικροαναβλύσεις, οφειλόμενες στην υποδερμική ροή του νερού.

Σημεία εμφάνισης ύδατος

Κατά τη διάρκεια της επιτόπου επίσκεψης (Δεκ 2018), δεν εντοπίστηκαν υδροληπτικά έργα εντός της εξεταζόμενης έκτασης. Στο χάρτη του ΙΓΜΕ, σημειώνεται ύπαρξη πηγής εντός της κοιλάδας του ρέματος Υ4. Η πηγή αυτή, δεν κατέστη δυνατόν να εντοπιστεί. Πιθανόν να αφορά σε εποχική ανάβλυση μικρής σημασίας.

Σε γενικές γραμμές, η περιοχή χαρακτηρίζεται «άνυδρη» σε ότι αφορά την ύπαρξη υπογείων υδάτων. Δεν αναμένονται προβλήματα σχετιζόμενα με εισροές υπογείων υδάτων σε σκάμματα ή υπόγεια κατασκευών.

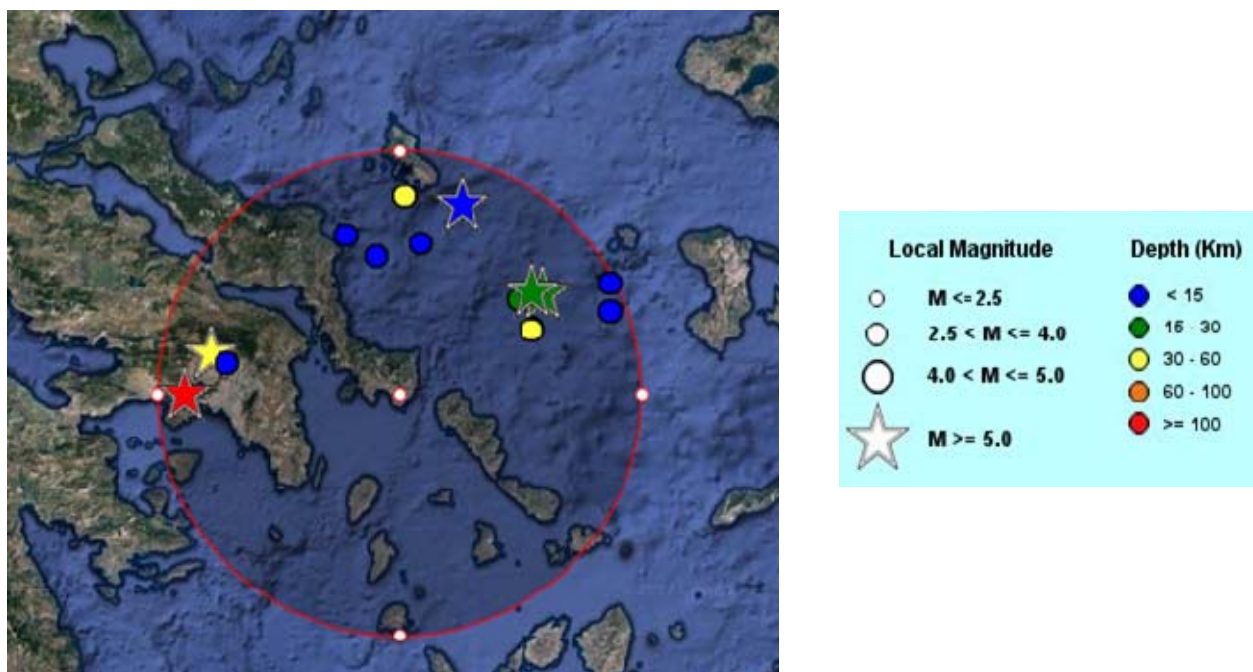
Τέλος, οι συγκεκριμένες υδρογεωλογικές συνθήκες δεν εξασφαλίζουν λύση σε ότι αφορά στην υδροδότηση της επένδυσης. Οι ανάγκες νερό θα πρέπει να εξασφαλιστούν , είτε με εγκατάσταση μονάδας αφαλάτωσης, είτε με μεταφορά νερού μέσω δικτύου από τη Δημοτική αρχή.

5. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ – ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

5.1 Σεισμικότητα

Από σεισμικής άποψης, στην Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας η περιοχή στην οποία εμφανίζεται σεισμική δραστηριότητα είναι το κεντρικό της τμήμα από την περιοχή του Μαλιακού - Β. Ευβοϊκού κόλπου μέχρι τον Κορινθιακό κόλπο. Στη περιοχή αυτή εντοπίζονται ρηξιγενείς ζώνες και ρήγματα, γενικής διεύθυνσης ΑΔ που προκάλεσαν κατά καιρούς εδαφικές θραύσεις και μετακινήσεις με ιδιαίτερες οδυνηρές συνέπειες. Η παρουσία των ρηξιγενών ζωνών οφείλεται στις έντονες τεκτονικές κινήσεις που έλαβαν χώρα κατά τις τελευταίες γεωλογικές περιόδους (από Μειόκαινο μέχρι σήμερα). Από το σύνολο των ρηξιγενών ζωνών δυο είναι αυτές που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον, λόγω της έντονης σεισμικής τους δραστηριότητας. Πρόκειται για τα ρήγματα της Αταλάντης και των Αλκυονίδων, η ενεργοποίηση των οποίων έχει δώσει στην περιοχή του Β. Ευβοϊκού και στα παράλια του Κορινθιακού ισχυρούς σεισμούς.

Σύμφωνα με στοιχεία του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, οι κυριότεροι σεισμοί μεγέθους ($M > 4,5$ Richter) που έλαβαν χώρα κατά την περίοδο 1964 - 2018, σε ακτίνα 100 περίπου χιλιομέτρων από την περιοχή μελέτης, παρουσιάζονται στο **σχ.5.1** και στον **πίνακα 5.1**. που ακολουθούν. Τα στοιχεία των σεισμών εξήχθησαν από ενόργανες καταγραφές.



Σχ.5.1. Χάρτης σεισμών με $M \geq 4,5$ που συνέβησαν σε ακτίνα 100km περίξ της περιοχής μελέτης για την περίοδο 1964-2018 (Γεωδυναμικό Ινστιτούτο Αστεροσκοπείου Αθηνών).

Πίνακας 5.1. Σεισμοί μεγέθους > 4.5, που συνέβηκαν σε ακτίνα 100km γύρω από την περιοχή του έργου κατά την περίοδο 1964-2018 (πηγή : Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, δικτυακός τόπος : www.noa.gr)

Α/Α	ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	ΒΑΘΟΣ (km)	Ms (Richter)
1	2014	06	38.24	25.13	30	4.7
2	2014	04	38.23	25.13	32	4.9
3	2002	09	38.72	24.53	30	4.7
4	1999	09	38.15	23.62	30	5.4
5	1990	01	38.58	24.26	14	4.5
6	1986	11	38.39	25.16	12	4.6
7	1986	06	38.34	25.10	17	4.8
8	1986	06	38.34	25.07	19	4.6
9	1986	06	38.35	25.12	13	4.7
10	1986	04	38.39	25.17	22	4.7
11	1986	04	38.36	25.14	12	4.9
12	1986	03	38.37	25.18	16	5.3
13	1986	03	38.38	25.13	16	5.2
14	1982	12	38.55	24.61	11	4.5
15	1981	12	38.70	24.80	10	5.4
16	1980	11	38.40	25.50	10	4.6
17	1979	03	38.50	24.40	10	4.6
18	1976	02	38.30	25.50	10	4.7
19	1965	04	38.11	23.70	10	4.6
20	1964	07	38.00	23.50	150	5.8

5.2 Σεισμική επικινδυνότητα

Οι περιοχές με τη μεγαλύτερη σεισμική επικινδυνότητα στην Περιφέρεια αφορούν το κεντρικό κυρίως τμήμα τους, δηλαδή τις Περιφερειακές Ενότητες Φθιώτιδος, Βοιωτίας, την ανατολική Φωκίδα και την Βόρεια Εύβοια. Η Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας συνολικά κατατάσσεται στις Ζώνες Σεισμικής Επικινδυνότητας I - ζώνη χαμηλής σεισμικής επικινδυνότητας (ΠΕ Ευβοίας) και II ζώνη μέσης σεισμικής επικινδυνότητας (ΠΕ Βοιωτίας, Ευβοίας, Ευρυτανίας, Φθιώτιδας και Φωκίδας), κατά την κατανομή του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού ΕΑΚ - 2004.

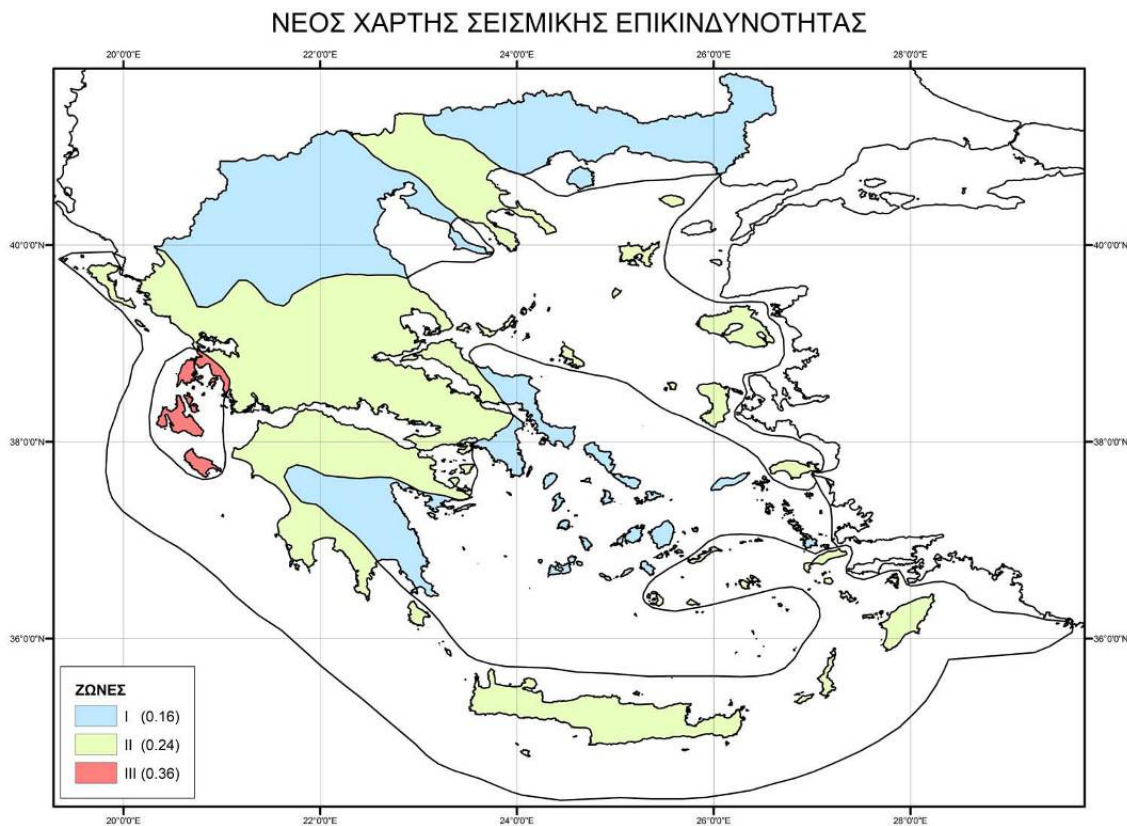
Σύμφωνα με την ανανέωση του ΕΑΚ, η περιοχή μελέτης κατατάσσεται στη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας **I** (ζώνη χαμηλής σεισμικής επικινδυνότητας) (**σχ.5.2.**). Η σεισμική επιτάχυνση (A) του εδάφους δίνεται από τον τύπο:

$$A=a \bullet g$$

όπου: a = ο συντελεστής σεισμικής επιτάχυνσης

g=η επιτάχυνση της βαρύτητας

Ο συντελεστής σεισμικής επιτάχυνσης, **α** , έχει ορισθεί για τη ζώνη **I** ίσος με **0,16**.



Σχ.5.3. Χάρτης ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας του Ελλαδικού χώρου

Σε ότι αφορά στη σεισμική επικινδυνότητα, όπως αυτή ορίζεται στον ΕΑΚ (βλ. πιν. 5.2), οι γεωλογικοί σχηματισμοί που εντοπίστηκαν εντός της εξεταζόμενης περιοχής, κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες :

Κατηγορία Α : Στην κατηγορία αυτή κατατάσσεται το σύνολο των βραχωδών σχηματισμών της περιοχής (σχιστόλιθοι διαφόρων τύπων, αμφιβολίτες, κερατόλιθοι κλπ).

Κατηγορία Β : Περιλαμβάνει τις οφιολιθικές εμφανίσεις και τους έντονα αποσαθρωμένους σχιστόλιθους (π.χ. ζώνες μυλονίτη, φυλλίτες) καθώς και εδαφικούς μανδύες αποσάθρωσης, όπου αυτοί παρουσιάζουν υπολογίσιμο πάχος.

Πίνακας 5.2.: Κατηγορίες Γεωλογικών Σχηματισμών (ΕΑΚ 2000).

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
A	• Βραχώδεις ή ημιβραχώδεις σχηματισμοί εκτεινόμενοι σε αρκετή έκταση και βάθος, με την προϋπόθεση ότι δεν παρουσιάζουν έντονη αποσάθρωση. • Στρώσεις πυκνού κοκκώδους υλικού με μικρό ποσοστό ιλυοαργιλικών προσμίξεων, πάχους μικρότερου των 70 μ. • Στρώσεις πολύ σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μικρότερου των 70 μ.
B	• Εντόνως αποσαθρωμένα βραχώδη ή εδάφη που από μηχανική άποψη μπορούν να εξομοιωθούν με κοκκώδη. • Στρώσεις κοκκώδους υλικού μέσης πυκνότητας, πάχους μεγαλύτερου των 5 μ. ή μεγάλης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70 μ. • Στρώσεις σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μεγαλύτερου των 70 μ.
Γ	• Στρώσεις κοκκώδους υλικού μικρής σχετικής πυκνότητας, πάχους μεγαλύτερου των 5 μ. ή μέσης πυκνότητας πάχους, μεγαλύτερου των 70 μ. • Ιλυοαργιλικά εδάφη μικρής αντοχής σε πάχος μεγαλύτερο των 5 μ.
Δ	• Έδαφος με μαλακές αργίλους υψηλού δείκτη πλαστικότητας ($I_p > 50$), συνολικού πάχους μεγαλύτερου των 10 μ.
Χ	• Χαλαρά λεπτόκοκκα αμμοιλιώδη εδάφη υπό τον υδάτινο ορίζοντα, που ενδέχεται να ρευστοποιηθούν (εκτός αν ειδική μελέτη αποκλείει τέτοιο κίνδυνο, ή γίνει βελτίωση των μηχανικών τους ιδιοτήτων). • Εδάφη που βρίσκονται δίπλα σε εμφανή τεκτονικά (ενεργά) ρήγματα. • Απότομες κλιτείς καλυπτόμενες με προϊόντα χαλαρών πλευρικών κορημάτων. • Χαλαρά κοκκώδη ή μαλακά ιλυοαργιλλικά εδάφη, εφόσον έχει αποδειχθεί ότι είναι επικίνδυνα από άποψη δυναμικής συμπεκνώσεως ή απώλειας αντοχής. • Πρόσφατες χαλαρές επιχωματώσεις (μπάζα). Οργανικά εδάφη. • Εδάφη κατηγορίας Γ με επικινδύνως μεγάλη κλίση.

6. ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

6.1 Γενικά

Οι παράγοντες που συναξιολογούνται προκειμένου να χαρακτηριστεί μία περιοχή ως προς τη γεωλογική της καταλληλότητα, έχουν σε γενικές γραμμές ως εξής :

- ο Μορφολογική κλίση αναγλύφου
- ο Προσανατολισμός επιπέδων στρώσης/σχιστότητας και δικτύου διακλάσεων των γεωλογικών βραχωδών σχηματισμών
- ο Βαθμός αποσάθρωσης – εξαλλοίωση πετρωμάτων (γεγονός που επηρεάζει άμεσα τη διατμητική αντοχή κατά μήκος των επιφανειών ασυνέχειας)
- ο Πάχος και ιδιότητες μανδύα αποσάθρωσης
- ο Συνεκτικότητα / πυκνότητα εδαφικών σχηματισμών
- ο Κακή ή ανύπαρκτη διευθέτηση ομβρίων υδάτων / επιφανειακών απορροών.
- ο «Πρόβλεψη» της τεχνικογεωλογικής συμπεριφοράς, μέσω καταγραφής προβλημάτων σε παρόμοιους σχηματισμούς στην ευρύτερη περιοχή.

Στο παρόν κεφάλαιο παρατίθεται μία ποιοτική εκτίμηση των τεχνικογεωλογικών παραμέτρων των γεωλογικών σχηματισμών με βάση τόσο τις επιτόπου παρατηρήσεις, όσο και βιβλιογραφικά δεδομένα.

6.2 Τεχνικογεωλογική αξιολόγηση σχηματισμών

6.2.1 Εδαφικοί σχηματισμοί

Μανδύας αποσάθρωσης σχιστολίθων - κορήματα

Περιλαμβάνουν το μανδύα αποσάθρωσης, ο οποίος εντοπίζεται κυρίως στις εμφανίσεις των αμφιβολιτικών σχιστολίθων και έχει χαρακτηριστικό ερυθροκάστανο χρώμα.

Περιλαμβάνουν επίσης κοκκώδη πλευρικά κορήματα, που καλύπτουν τους σχιστολίθους κατά θέσεις.

Και στις δύο περιπτώσεις, το πάχος των εδαφικών υλικών είναι μικρό (<1,5m ενώ ως ακραία τιμή λαμβάνεται αυτή των 2,5μ).

Σε κάθε περίπτωση και λόγω της επικλινούς μορφολογίας, τα εδαφικά υλικά θα αφαιρούνται πριν από τις εργασίες πολεοδόμησης και δεν δύναται να δημιουργήσουν τεχνικογεωλογικά προβλήματα.

6.2.2 Βραχώδεις σχηματισμοί

Αφορούν στο σύνολο των σχιστολιθικών τύπων που απαντώνται στην εξεταζόμενη έκταση (σχιστόλιθοι, αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι, χαλαζιακοί σχιστόλιθοι) καθώς και στις εμφανίσεις χαλαζιτών, αμφιβολιτών και οφιολίθων. Σε γενικές γραμμές εμφανίζουν ικανοποιητική συμπεριφορά σε ότι αφορά τη θεμελίωση κατασκευών και την ευστάθεια των πρανών στις εκσκαφές.

Αναλυτικότερα, σε σχέση με τις οποιεσδήποτε εργασίες πολεοδόμησης, η αναμενόμενη συμπεριφορά των σχηματισμών αυτών έχει ως εξής :

Πρανή : Για πρανή μικρού ύψους ($H < 6-7\text{m}$), προτείνεται διαμόρφωση των πρανών με γενική κλίση 2:1 (υ:β), χωρίς να αναμένονται αστοχίες. Σε πολύ συμπαγείς σχηματισμούς (χαλαζίτες), η κλίση αυτή δύναται να ανέλθει σε 3:1. Αντιθέτως, σε πολύ αποσαθρωμένους σχιστόλιθους ή σε μανδύα αποσάθρωσης / κορήματα, η κλίση πρανών θα πρέπει να μειώνεται σε τιμές της τάξης του 1:1.

Για μεγαλύτερου ύψους πρανή θα πρέπει να γίνεται επιτόπου αποτύπωση από γεωλόγο – γεωτεχνικό με σύνταξη αντίστοιχου τεκτονικού διαγράμματος και σχετικής μελέτης, απ' όπου θα καθορίζεται η επιτρεπόμενη κλίση. Σε περίπτωση πρανούς που κριθεί επισφαλές, θα πρέπει να εφαρμόζονται κατάλληλα μέτρα, όπως π.χ. διαμόρφωση ενδιάμεσου αναβαθμού, κατασκευή αγκυρώσεων κλπ.

Λόγω του πολυπτυχωμένου χαρακτήρα των σχηματισμών, δεν δύναται να προταθούν εξ αρχής ευνοϊκές συνθήκες ως προς τον προσανατολισμό των πρανών (αντίρροπα στη σχιστότητα).

Προβλήματα από κυκλοφορία υπογείων υδάτων δεν αναμένονται.

Θεμελιώσεις : Λόγω της βραχώδους σύστασης των γεωλογικών σχηματισμών, δεν αναμένονται ιδιαίτερα προβλήματα φέρουσας ικανότητας / καθιζήσεων. Επίσης, η μη ανθρακική σύσταση των σχηματισμών διασφαλίζει σε μεγάλο βαθμό την απουσία εγκοίλων σε μικρό βάθος κάτω από τη θεμελίωση. Η επιτρεπόμενη μέση κατακόρυφη τάση έδρασης δύναται να ληφθεί με σχετική ασφάλεια έως και 2.5kg/cm^2 .

Στον **πίνακα 6.1** που ακολουθεί, οι παραπάνω σχηματισμοί διαχωρίζονται σε τέσσερις τεχνικογεωλογικές ενότητες.

Πιν.7.1. Κατάταξη των γεωλογικών σχηματισμών σε τεχνικογεωλογικές ενότητες – συσχετισμός με γεωλογικούς κινδύνους

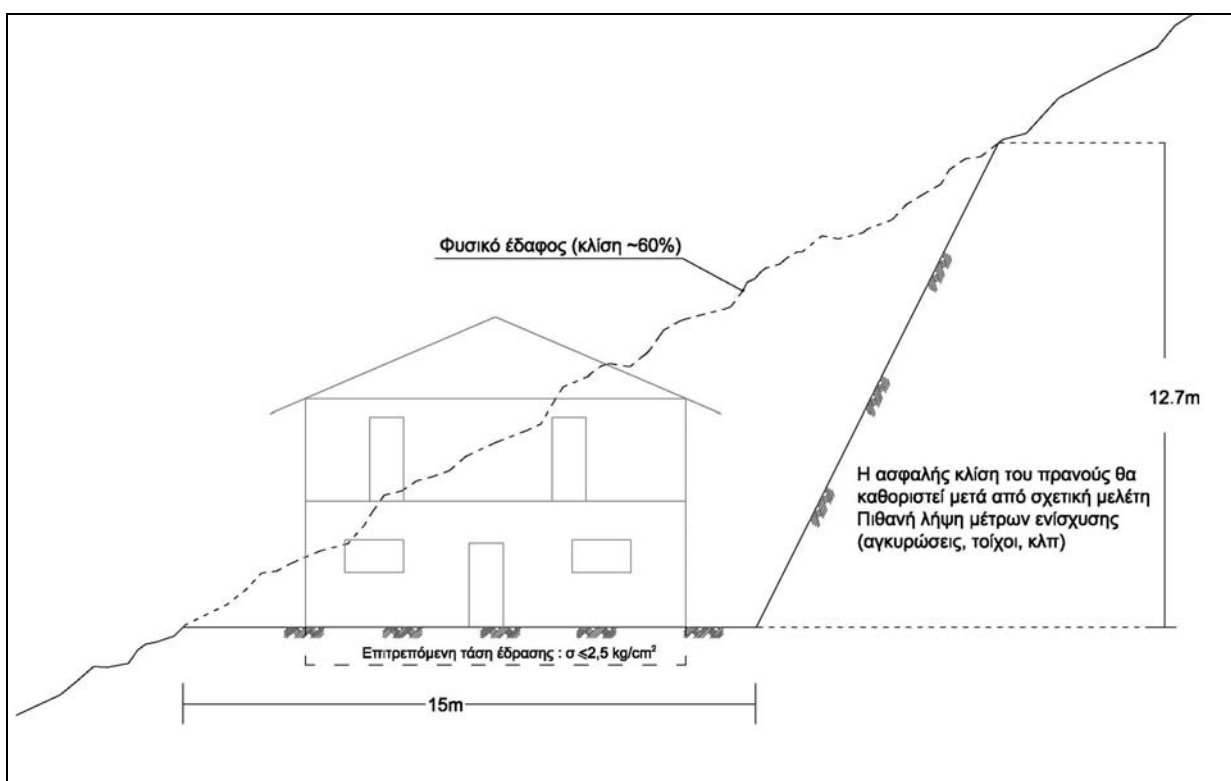
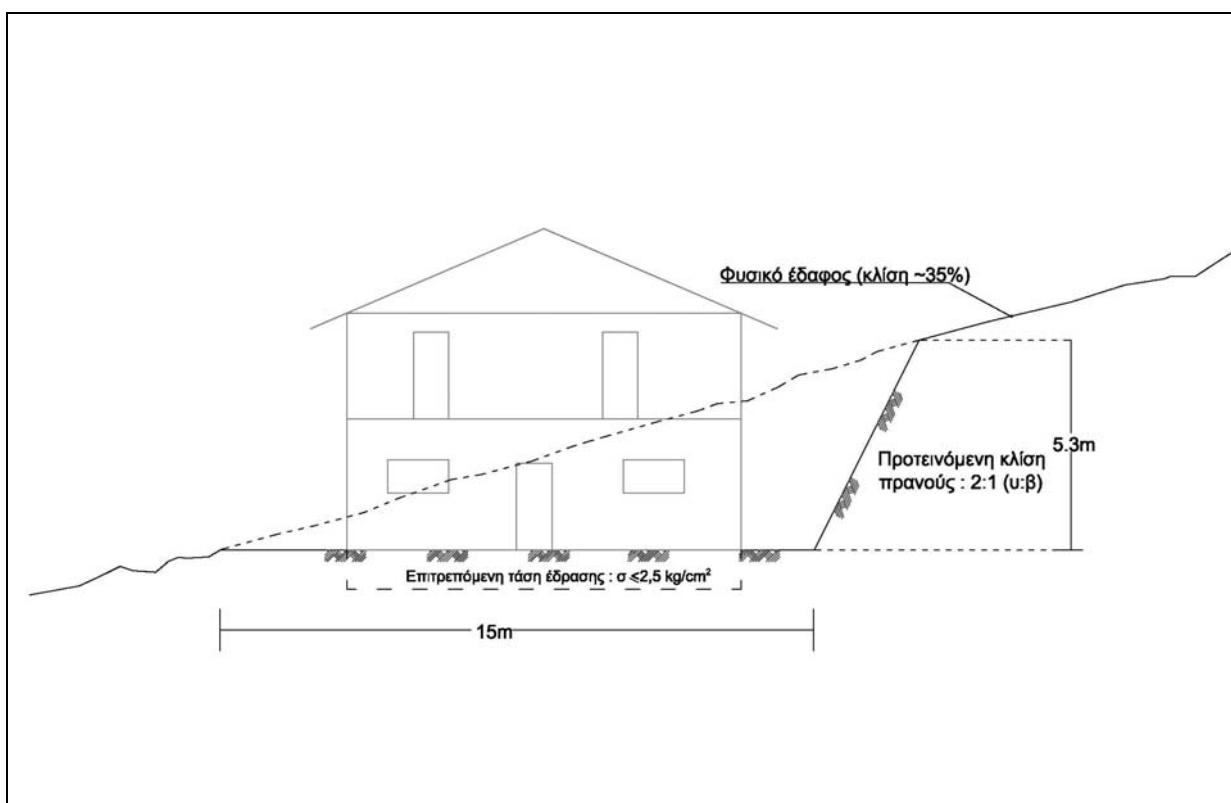
Τεχνικογεωλογική ενότητα (ΤΕ)	Γεωλογικοί σχηματισμοί	Αντοχή σε διάβρωση	Εκσκαψιμότητα	Υδατοπερατότητα	Συσχετισμός με γεωλογικούς κινδύνους / πιθανά προβλήματα σχετικά με:					Παρατηρήσεις
					Φέρουσα ικανότητα	Καθιζήσεις	Φαινόμενα ρευστοποίησης	Φαινόμενα διόγκωσης	Αστοχίες σε φυσικά ή τεχνητά πρανή - ερπυσμοί	
Τ.Ε.1	Μανδύας αποσάθρωσης σχιστολίθων / πλ. κορήματα	-	Εύκολα με συνήθη μηχανικά μέσα	Μικρή	όχι ⁽¹⁾	όχι	όχι	όχι	όχι ⁽¹⁾	⁽¹⁾ λόγω μικρού πάχους
Τ.Ε.2	Χαλαζίτες, κερατόλιθοι, αμφιβολίτες, σχετικά υγιείς σχιστόλιθοι	μεγάλη	Δύσκολα με μηχανικά μέσα	ασήμαντη έως μικρή	όχι	όχι	-	-	όχι	-
Τ.Ε.3	Αποσαθρωμένοι σχιστόλιθοι - φυλλίτες	μέση	με μηχανικά μέσα	ασήμαντη έως μικρή	όχι	όχι	-	-	ναι	αναλόγως του ύψους των πρανών και του προσανατολισμού της σχιστότητας
Τ.Ε.4	Οφιόλιθοι (σερπεντινίτες)	μικρή έως μέση	με μηχανικά μέσα	μηδενική (στεγανοί σχηματισμοί)	ναι	ναι	-	-	ναι	-

Στο **Παράρτημα Β**, παρατίθενται αναλυτικότερα τιμές παραμέτρων διατμητικής αντοχής, βάσει συγκέντρωσης σχετικών στοιχείων από τη βιβλιογραφία.

Αναφέρεται επίσης, ότι η περιοχή δεν είναι επιδεκτική σε πλημμυρικά φαινόμενα, σε κάθε περίπτωση όμως θα πρέπει να τηρηθούν τα προβλεπόμενα στο Ν.4258/14 ως προς την οροθέτηση των ρεμάτων, εφόσον προβλέπεται χωροθέτηση κτιρίων/υποδομών πλησίον της κοίτης τους.

Τέλος, δεν εντοπίζονται ζώνες ενεργών κατολισθήσεων, πλην του ανατολικού παράκτιου άκρου της έκτασης, όπου καταγράφονται κατολισθητικά φαινόμενα τοπικής κλίμακας εντός των οφιολιθικών σχηματισμών.

Ενδεικτικές τομές σχεδιασμού συνήθους κτιριακού έργου για περιοχές διαφορετικών μορφολογικών κλίσεων, παρατίθενται στο **σχ.6.1**. που ακολουθεί.



Σχ.6.1. Ενδεικτικές τομές σχεδιασμού για θεμελίωση κτιριακών υποδομών.

7. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ

Στα πλαίσια της παρούσας, βάσει των γεωλογικών - τεχνικογεωλογικών στοιχείων που αναπτύχθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, συντάχθηκε χάρτης γεωλογικής καταλληλότητας της προς πολεοδόμηση έκτασης (σχέδιο **ΓΟ.2**, κλ. 1:2.000).

Αναλυτικά, οι ζώνες καταλληλότητας που οριοθετήθηκαν έχουν ως εξής :

Περιοχές κατάλληλες για δομηση (Κ) : Βραχώδεις εκτάσεις με ήπιες έως μέσες μορφολογικές κλίσεις αναγλύφου (0-35%), καλυπτόμενες ως επί το πλείστον από σχιστολιθικούς σχηματισμούς. Δεν αναμένονται προβλήματα φέρουσας ικανότητας / καθιζήσεων ενώ λόγω της απουσίας ανθρακικών σχηματισμών, δεν αναμένεται παρουσία καρστικών εγκοίλων. Κατά τις εκσκαφές, δεν αναμένονται προβλήματα ευστάθειας για ύψη πρανών <5-7μ. Ως γενική κλίση διαμόρφωσης πρανών δύναται να ληφθεί η τιμή 2:1 (κ:ο) ενώ σε ιδιαίτερα συμπαγείς σχηματισμούς, επιτρέπεται η υπέρβαση της τιμής αυτής. Ηπιότερες κλίσεις πρανών (έως και 1:1) συνιστώνται στα επιφανειακά στρώματα μανδύα αποσάθρωσης / κορημάτων.

Περιοχές κατάλληλες για δομηση υπό προϋποθέσεις (ΚΠ1) : Βραχώδεις εκτάσεις με ισχυρές μορφολογικές κλίσεις αναγλύφου (>35%), καλυπτόμενες ως επι το πλείστον από σχιστολιθικούς σχηματισμούς. Στις περιοχές αυτές θα πρέπει να γίνεται έλεγχος ευστάθειας των πρανών κατά τη διάρκεια εκσκαφών, δεδομένου του μεγάλου ύψους τους και να εφαρμόζονται μέτρα υποστήριξης εφόσον κρίνεται απαραίτητο. Ιδιαίτερη προσοχή συνιστάται στις περιοχές όπου η σχιστότητα είναι ομόρροπη με το επίπεδο των πρανών ή σε περιοχές όπου συναντώνται ασθενείς ζώνες (π.χ. μυλονίτες)

Περιοχές κατάλληλες για δομηση υπό προϋποθέσεις (ΚΠ2) : Αφορούν στη μεμονωμένη εμφάνιση οφιολίθων (κυρίως σερπεντινιτών), στο ΝΑ άκρο της έκτασης, όπου έχουν ήδη σημειωθεί καταπτώσεις πλησίον της ακτογραμμής λόγω των πτωχών γεωμηχανικών χαρακτηριστικών του και της δράσης του νερού. Στην περιοχή αυτή απαιτείται γεωτεχνικός έλεγχος πριν από κατασκευή οποιασδήποτε υποδομής.

ΓΕΩΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΙΚΕ
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΡΗΓΑ ΦΕΡΑΙΟΥ 73 ΠΑΛΑΙΟ ΦΑΛΗΡΟ Τ.Κ. 175 63
ΑΡ. ΓΕΜΗ: 143625903000
ΑΦΜ: 800874239 • ΔΟΥ: Π. ΦΑΛΗΡΟΥ

Ο συντάξας

Για την εταιρεία ΓΕΩΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΙΚΕ

Ιωάννης Λιαλιάρης

Γεωλόγος MSc

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Δημ. Παπανικολάου, «Γεωλογία της Ελλάδας», Αθήνα 2015.
- Χ. Λατσουδα και Μ. Τριανταφύλλη, 1989-1991. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, κλ. 1:50.000, Φύλλο 'Κάρυστος - Πλατανιστός'. ΙΓΜΕ, Αθήνα 1997.
- Xypolias, P., Kokkalas, S. and 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, 303-332.
- Xypolias, P., Iliopoulos, I., Chatzaras, V. and Kokkalas, S. (2012). Subduction and exhumation related structures in the Cycladic Blueschists: Insights from south Evia Island (Aegean region, Greece). Tectonics, vol.31.
- Xypolias, P., Spanos, D., Chatzaras, V., Kokkalas, S. and Koukouvelas, I. (2010). Vorticity of flow in ductile thrust zones: examples from the Attico-Cycladic Massif (Internal Hellenides, Greece). Geological Society, London, Special Publications, v.335, p.687-714.

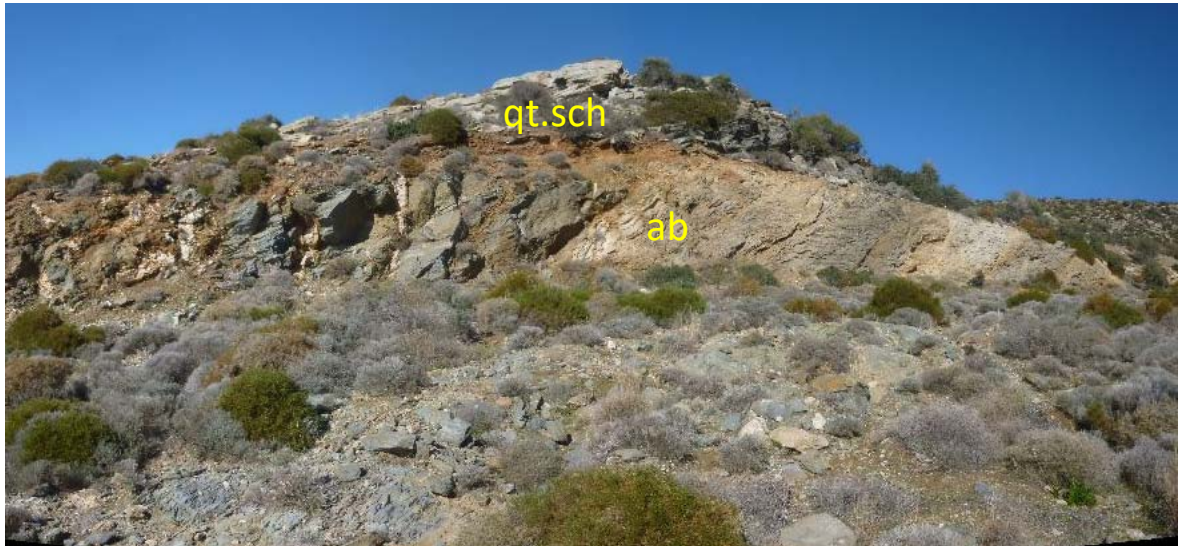
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



Εικόνα Φ1: Άποψη του δυτικού παράκτιου τμήματος της περιοχής. Διακρίνονται οι σχηματισμοί των αμφιβολιτικών σχιστολίθων, χαλαζιτών και τυπικών σχιστολίθων.



Εικόνα Φ2: Τυπική εμφάνιση αμφιβολιτικών σχιστολίθων στο δυτικό τμήμα της έκτασης. Υπερκείμενοι αυτών διακρίνονται οι σχιστόλιθοι- χαλαζιακοί σχιστόλιθοι της περιοχή.



Εικόνα Φ3: Ζώνη μυλονίτη εντός σχιστολίθων στο βορειοδυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης.



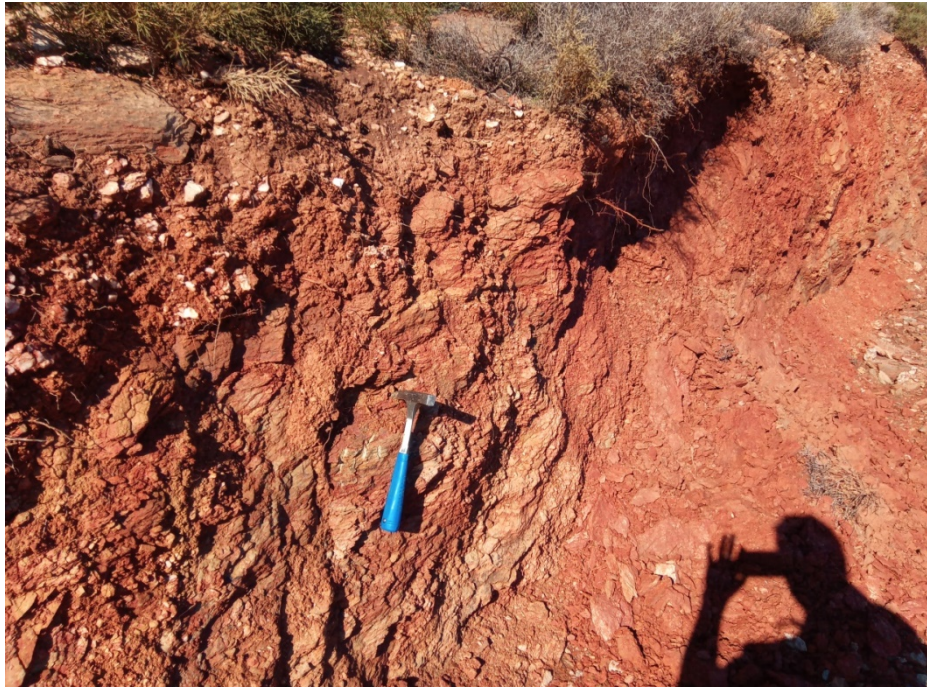
Εικόνα Φ4: Άποψη των αμφιβολιτικών σχιστολίθων στο βόρειο τμήμα της λεκάνης του ρέματος Υ4.



Εικόνα Φ5: Χαλαζιακοί σχιστόλιθοι – χαλαζίτες (qt.sch) που υπέρκεινται των τυπικών σχιστολίθων της περιοχής (sch).



Εικόνα Φ6: Χαλαζίτες υπερκείμενοι αμφιβολιτικών σχιστολίθων στο βορειοανατολικό τμήμα.



Εικόνα Φ7: Μανδύας αποσάθρωσης αμφιβολιτικών σχιστολίθων με χαρακτηριστικό καστανέρυθρο χρώμα.



Εικόνα Φ8: Μαζώδεις, συμπαγείς αμφιβολίτες στο βόρειο άκρο της έκτασης.



Εικόνα Φ9: Λεπτοστρωματώδεις, αποσαθρωμένοι, τεκτονισμένοι σχιστόλιθοι – φυλλίτες στο ανατολικό τμήμα.



Εικόνα Φ10: Άποψη αμφιβολιτικών σχιστολίθων στο νοτιοδυτικό τμήμα.



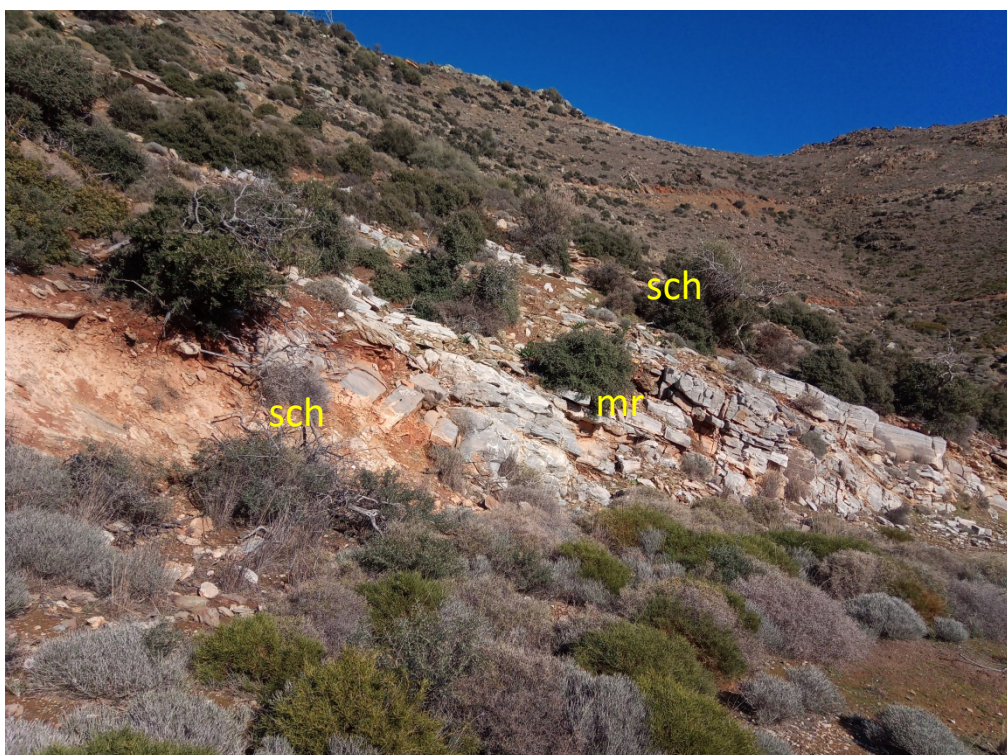
Εικόνα Φ11: Άποψη οφιολίθων (ο) στο ανατολικό παράκτιο τμήμα. Παρατηρείται ζώνη αποκόλλησης στην επαφή τους με τους σχιστόλιθους (sch).



Εικόνα Φ12: Μανδύας αποσάθρωσης σχιστολίθων και μικρή εμφάνιση μαρμάρων στο βόρειο τμήμα.



Εικόνα Φ13: Πλευρικά κορήματα μικρού πάχους επί σχιστολίθων στο κεντρικό – βόρειο τμήμα.



Εικόνα Φ14: Εμφάνιση φακού μαρμάρων (mr) εντός σχιστολίθων στο βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης.



Εικόνα Φ15: Ρήγμα που φέρνει σε επαφή αμφιβολιτικούς σχιστολίθους (δεξιά) με χαλαζιακούς σχιστολίθους (αριστερά).



Εικόνα Φ16: Τυπικοί εμφάνιση χαλαζιακών σχιστολίθων με χαρακτηριστικό δίκτυο κατάτμησης κατακόρυφων ασυνεχειών.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΒΡΑΧΩΔΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΚΑΙ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ

(από Hoek και Bray, 1977)

Περιγραφή			Μοναδιαίο βάρος (KN/m ³) κορεσμένο/ξηρό	Γωνία τριβής (μοίρες)	Συνοχή κΡα
Τύπος		Υλικό			
Χωρίς	Άμμος	Χαλαρή άμμος, ομοιόμορφης κοκκομετρικής κατανομής	19/14	28-34	
		Πυκνή άμμος, ομοιόμορφης κοκκομετρικής κατανομής	21/17	32-40	
		Χαλαρή άμμος, ετερόμορφης κατανομής	20/16	34-40	
		Πυκνή άμμος, ετερόμορφης κατανομής	21/18	38-46	
	Χαλίκια	Χαλίκια, ομοιόμορφης κατανομής	22/20	34-37	
		Άμμοι και χαλίκια	19/17	48-45	
συνοχή	Πέτρωμα σπασμένο ή ανατιναγμένο	Βασάλτης Γρανίτης Ασβεστόλιθος Ψαμμίτης Σχιστόλιθος Αργιλικός	22/17 20/17 19/16 17/13 20/16	40-50 45-50 35-40 35-45 30-35	

Περιγραφή			Μοναδιαίο βάρος (KN/m ³) κορεσμένο/ξηρό	Γωνία τριβής (μοίρες)	Συνοχή kPa	
Τύπος	Υλικό					
Με	Άργιλος	Μπετονίτης	13/6	7-13	10-20	
		Πολύ μαλακή οργανική-άργιλος	14/6	12-16	10-30	
		Μαλακή, λίγο οργανική άργιλος	15/10	22-27	20-50	
		Μαλακή άργιλος(παγετώδης)	17/12	27-32	30-70	
		Στιφρή άργιλος(παγετώδης)	20/17	30-32	70-150	
συνοχή	Πέτρωμα (βράχος)	Σκληρά πυριγενή πετρώματα-γρανίτης, βασάλτης κ.α.	*	25 ως 30	35-45	35000-55000
		Μεταμορφωμένα πετρώματα-χαλαζίτης, γενεύσιος		25 ως 28	30-40	20000-40000
		Σκληρά ιζηματογενή πετρώματα-ασβεστόλιθος, δολομίτης, ψαμμίτης		23 ως 28	35-45	10000-30000
		Μαλακά ιζηματογενή πετρώματα-ψαμμίτης, άνθρακας, αργιλικός σχιστόλιθος		17 ως 23	25-35	10000-20000

*Στα πετρώματα η πυκνότητα του υλικού τους δεν μεταβάλλεται αξιόλογα μεταξύ κορεσμένης και ξηράς καταστάσεως, εκτός από μερικά πορώδη όπως π.χ. ο ψαμμίτης.

ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΗ ΔΙΑΤΥΨΗ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ ΜΕ ΥΛΙΚΟ ΠΛΗΡΩΣΗΣ
(συγκέντρωση στοιχείων από Barton, 1974)

Πέτρωμα	Περιγραφή	Αντοχή μεγίστου		Παραμένουσα Αντοχή	
		c (kg/cm ²)	φ°	c' (kg/cm ²)	φ°
Βασάλτης	Αργιλικός βυσαλτικός μυλωνίτης Τριαξονική δοκιμή	2,4	42		
Αργιλικός σχιστόλιθος	Επιφάνειες στρώσεως Αργιλικό γέμισμα (2% άργιλος, PI = 17%)	0,6	32	0	19-25
Αργ. σχιστ. Διορίτης, πορφύρης	Ρήγματα με αργιλικό γέμισμα, εξασθενημένος μη ιλυοαομμώδη πλήρωση ρήγματος. Τεκτονικά διατμημένη ζώνη	0	26,5		
Γρανίτης	σχιστοποιημένος και σπασμένος γρανίτης αποσυντεθειμένος γρανίτης και υλικό πλήρωσεως 1-2mm άργιλος στις επιφάνειες στρώσεως Στρώμα αργίλου 6mm άργ. πλήρωση 1-2cm άργ. πλήρωση < 1mm	0-1,0	24-45		
Γραουβάκης (ψαμμίτης) Ασβεστόλιθος	Ενδιαστρώσεις λιγνίτου επαφή λιγμίτ 1-μάργας Μαργαϊκές δ ακλάσεις, πάχους 2cm Στρώμα μεταξύ λιγνίτου και υποκείμενου αργιλικού στρώματος	0,5	40		
Ασβεστόλιθος, μάργα και λιγνίτες	Τριαξονικές δοκιμές αμέσου διατμήσεως	2,42	42	0	21
Ασβεστόλιθος		1,0	13-14	0	13
		0,5-2,0	17-21		
		0,8	38		
		1,0	10		
		0	25		
Λιγνίτης		0,14-0,3	15-17,5	0	15-24
Μπετονικός σχιστόλιθος		0-2,7	8,5-29	0,3	8,5

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.V

Ταξινόμηση ανέπαφου πετρώματος βάσει της αντοχής του σε μονοαξονική θλίψη.

Χαρακτηρισμός	S_c (MN/m ² ή MPa)	Τρόπος εκτίμησης
Πολύ δυνατό	> 100	Πολύ σκληρό πέτρωμα· για να σπάσει δείγμα του χρειάζεται περισσότερα από ένα κτυπήματα με γεωλογικό σφυρί.
Δυνατό	50 - 100	Σκληρό πέτρωμα· δείγμα μεγέθους παλάμης μπορεί να σπάσει με απλό κτύπημα γεωλογικού σφυριού.
Μέτρια δυνατό	12,5 - 50	Μαλακό πέτρωμα· δημιουργείται αυλάκωση 5 mm με οξύ άκρο αιχμηρού εργαλείου.
Μέτρια αδύνατο	5 - 12,5	Πέτρωμα τόσο σκληρό ώστε να κόβεται με το χέρι.
Αδύνατο	1,25 - 5	Πολύ μαλακό πέτρωμα· θρυμματίζεται κάτω από σταθερά κτυπήματα με το οξύ άκρο σουγιά.
Πολύ αδύνατο	0,6 - 1,25	Με κάποια δυσκολία μπορεί να συνθλιβεί μέσα στην παλάμη.

Πιν. 1.28. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΑΝΤΟΧΗ ΤΟΥ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ

Κατάταξη	Αντοχή σε μονοαξονική θλίψη (MPa)	Περιγραφή
Πέτρωμα πολύ μεγάλης αντοχής	> 100	Για να σπάσει ο πυρήνας χρειάζονται πολλά κτυπήματα με το γεωλογικό σφυρί.
Πέτρωμα μεγάλης αντοχής	50-100	Για να σπάσει ο πυρήνας χρειάζονται περισσότερα από ένα κτυπήματα.
Πέτρωμα μέσης αντοχής	25-50	Ο πυρήνας δεν χαράσσεται με μαχαίριδικο και μπορεί να σπάσει με ένα κτύπημα γεωλογικού σφυριού.
Πέτρωμα μέτριας αντοχής	5,0-25	Ο πυρήνας χαράσσεται δύσκολα με μαχαίριδικο και η μύτη του γεωλογικού σφυριού δημιουργεί αβαθείς χαραγιές.
Πέτρωμα μικρής αντοχής	1,0-5,0	Ο πυρήνας σπάει σε πολλά κομμάτια με ένα κτύπημα με το γεωλογικό σφυρί και χαράσσεται εύκολα με το μαχαίριδικο.
Πέτρωμα πολύ μικρής αντοχής	0,25-1,0	Ο πυρήνας χαράσσεται εύκολα με το νύχι του αντίχειρα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.VI

Ταξινόμηση ανέπαφου πετρώματος με βάση την αντοχή του σε μονοαξονική θλίψη (Κατά Deere & Miller, 1966).

Κατηγορία	Περιγραφή πετρώματος	Τιμή S_c (MN/m ²)
A	Πολύ υψηλής αντοχής	> 225
B	Υψηλής αντοχής	225 - 112
C	Μέσης αντοχής	56 - 112
D	Χαμηλής αντοχής	28 - 56
E	Πολύ χαμηλής αντοχής	< 28

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1

Αντοχή σε θλίψη (S_c), διάτμηση (S_s) και εφελκυσμό (S_t) διαφόρων πετρωμάτων.
(σε N/mm^2)

Πέτρωμα	S_c	S_s	S_t
Γρανίτης	100 - 250	14 - 50	7 - 25
Διορίτης	150 - 300		15 - 30
Δολερίτης	100 - 350	25 - 60	15 - 35
Γάββρος	150 - 300		15 - 30
Βασάλτης	150 - 300	20 - 60	10 - 30
Ψαμμίτης	20 - 170	8 - 40	4 - 25
Σχιστόλιθος	5 - 100	3 - 30	2 - 10
Ασβεστόλιθος	30 - 250	10 - 50	5 - 25
Δολομίτης	30 - 250		15 - 25
Χαλαζίτης	150 - 300	20 - 60	10 - 30
Γνευσίος	50 - 200		5 - 20
Μάρμαρο	100 - 250		7 - 20

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.Π

Διαβάθμιση πυκνότητας ασυνεχειών (Κατά P.G. Fookes & B. Denness, 1969)

Χαρακτηρισμός	Πυκνότητα (m^2/m^3)	Μέσο μέγεθος τεμαχίων
Πολύ μικρή	< 3	> 1 m^3
Μικρή	3 - 10	0.027 - 1 m^3
Μεσαία	10 - 30	0.001 - 0.027 m^3
Μεγάλη	30 - 100	27 - 1000 cm^3
Πολύ μεγάλη	100 - 300	1 - 27 cm^3
Εξαιρετικά μεγάλη	> 300	< 1 cm^3

Τέλος, η διαβάθμιση του διαστήματος μεταξύ γειτονικών ασυνεχειών και του ανοίγματος αυτών παρουσιάζονται στους πίνακες 2.III και 2.IV αντίστοιχα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.III

Διαβάθμιση απόστασης μεταξύ γειτονικών ασυνεχειών.

Χαρακτηρισμός	Απόσταση
Εξαιρετικά μεγάλη	> 2 m
Πολύ μεγάλη	600 mm - 2 m
Μεγάλη	200 - 600 mm
Μέτρια μεγάλη	60 - 200 mm
Μέτρια μικρή	20 - 60 mm
Μικρή	6 - 20 mm
Πολύ μικρή	< 6 mm

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.IV

Διαβάθμιση ανοίγματος ασυνεχειών

Χαρακτηρισμός	Ανοιγμα (mm)
Ευρύ	> 200
Μέτρια ευρύ	60 - 200
Μέτρια στενό	20 - 60
Στενό	6 - 20
Πολύ στενό	2 - 6
Εξαιρετικά στενό	0 - 2
Κλειστό	0

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.X

Επίπτωση του προσανατολισμού των ασυνεχειών στη διάνοιξη σήραγγας (Κατά G.F. Wickham, H.R. Tiedemann, E.H. Skinner, 1972)

Διεύθυνση κάθετη στον άξονα της σήραγγας				Διεύθυνση παράλληλη προς τον άξονα της σήραγγας		Κλίση 0°-20° ανεξάρτητα διεύθυνσης
Προχώρηση σύμφωνα με την κλίση		Προχώρηση αντίθετα προς την κλίση				
Κλίση 45°- 90°	Κλίση 20°- 45°	Κλίση 45°- 90°	Κλίση 20°- 45°	Κλίση 45°- 90°	Κλίση 20°- 45°	
Πολύ ευνοϊκή	Ευνοϊκή	Μέτρια	Δυσμενής	Πολύ δυσμενής	Μέτρια	Δυσμενής