

**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ-ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ**



**ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ
ΟΡΥΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ Χ.Θ. 9+250 ΕΩΣ Χ.Θ. 9+600 ΤΗΣ ΕΓΝΑΤΙΑΣ
ΟΔΟΥ
(ΤΑΞΙΑΡΧΗΣ ΓΡΕΒΕΝΩΝ, ΔΥΤ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ)**



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΠΑΤΣΗ ΑΝΝΑ
ΑΕΜ: 3592**

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2007

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω τα πρόσωπα που με βοήθησαν να γίνει αυτή η εργασία.

Ευχαριστώ,

τον καθηγητή μου Σπύρο Παυλίδη για τον χρόνο, την υπομονή και για όσα μου έχει διδάξει ως τώρα,

την αγαπητή Δρ. Άννα Ράσσιου για την πολύτιμη συνεργασία της, τη διάθεση και τις πρακτικές συμβουλές της,

το προσωπικό του παραρτήματος της «Εγνατίας Οδού Α.Ε.» στην Κοζάνη, κυρίως την κ. Σταματιάδου, που μου παραχώρησαν χρήσιμα στοιχεία,

τις φίλες μου Κατερίνα Ξανθοπούλου και Αγνή Βαμβακά για πάρα πολλά πράγματα, την πρόθυμη βοήθειά τους σε θέματα υπολογιστή και υπαίθρου, αλλά ιδιαίτερα για την ευγένεια, την υπομονή και την καλοσύνη τους,

όλους όσους με βοήθησαν με τον δικό τους τρόπο και πιστεύω είναι αρκετοί.

Τέλος, ευχαριστώ τους γονείς μου Βασίλη και Μαίρη, καθώς και τα αδέρφια μου Αναστασία και Δημήτρη για όλα όσα έχουν κάνει και συνεχίζουν να κάνουν για μένα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	3
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
1.1 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ.....	4
1.2 ΤΑ ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ, ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟ.....	6
1.3 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	10
2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	11
2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	11
2.2 ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ: ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	14
2.3 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.....	23
2.3.1 ΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	23
2.3.2 ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	26
2.4 ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ.....	28
2.4.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	28
2.4.2 ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΣΜΟΣ ΑΛΠΙΚΗΣ ΟΡΟΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΛΩΡΙΔΑΣ.....	30
2.4.3 ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟ-ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΑΥΛΑΚΑΣ.....	34
3. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ.....	36
3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ.....	36
3.2 ΝΕΑ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	38
3.3 ΝΕΑ ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	46
3.4 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	49
3.5 ΠΙΘΑΝΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΣΗΜΕΡΙΝΗΣ ΜΟΡΦΗΣ ΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ.....	56
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	62
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	63

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Χαρακτηριστικό της ευρύτερης περιοχής είναι το έντονο ανάγλυφο που διαμορφώνεται από τις συνεχείς εναλλαγές λοφωδών εξάρσεων, ράχων και βαθιών χαραδροκοιλιάδων.

Τα φαινόμενα αυτά είναι πιο εμφανή στο χώρο όπου εξαπλώνονται οι μολασσοί σχηματισμοί, επειδή η ποικιλία και η εναλλαγή των λιθοφάσεων είναι ποικίλη. Επίσης, ο διαφορετικός βαθμός διάβρωσης και ο υψηλός συντελεστής επιφανειακής απορροής, που είναι αποτέλεσμα ημιδιαπερατού έως αδιαπέρατου χαρακτήρα των περισσότερων λιθολογικών τύπων των μολασσικών ιζημάτων, συντελούν στην διαμόρφωση της συγκεκριμένης γεωμορφολογίας. Συνέπεια όλων αυτών είναι η ανάπτυξη πυκνού υδρογραφικού δικτύου, χειμαρρώδους κυρίως ροής, με σημαντική κατά βάθος διάβρωση.

Ο μαιανδρισμός ορισμένων χειμάρρων και ποταμών (όπως ο Αλιάκμονας), οφείλεται στον διαφορετικό βαθμό διάβρωσης των διαφόρων λιθολογικών τύπων που συναντώνται στην πορεία τους.

Γενικά μπορεί να αναφερθεί, ότι στην ανάπτυξη της μολάσσας, το μορφολογικό ανάγλυφο χαρακτηρίζεται από το στάδιο της νεότητας και υπόκειται σε γεωλογικές αλλαγές από τη δράση των εξωγενών παραγόντων.



Σχ. 1.1.1 Στην ευρύτερη περιοχή κύριο χαρακτηριστικό είναι το έντονο μορφολογικό ανάγλυφο, το οποίο οφείλεται στη διάβρωση.

Στην περιοχή μελέτης, στο ανατολικό τμήμα της τομής, τα ιζήματα Μεσοελληνικής αύλακας επικαλύπτονται από Πλειο-Πλειστοκαινικές αποθέσεις που τοποθετούνται οριζόντια στη θέση ενός ρηχού σύγκλινου. Οι κολλουβιακές αυτές αποθέσεις έχουν ένα βαθύ ερυθρό (λατεριτικό) χρώμα, το οποίο προσδιορίζει μεγάλη ηλικία στο σύγκλινο.



Σχ. 1.1.2 Κάτω από την κόκκινη γραμμή διακρίνονται τα μολασσικά ιζήματα σειράς Τσοτυλίου, της Μεσοελληνικής αύλακας. Πάνω από αυτή φαίνονται οι Πλειο-Πλειστοκαινικές αποθέσεις ερυθρού χρώματος και το ρηχό σύγκλινο που δημιουργείται (κατά μήκος της Εγνατίας Οδού στο τμήμα Γρεβενών - Κοζάνης, πριν τη σήραγγα, κοντά στο χωριό Ταξιάρχη).

Δυτικά της μελετώμενης περιοχής, επί της Εγνατίας Οδού μετά τη σήραγγα, εκτίθεται μία σύνθετη ρηξιγενής ζώνη κατά μήκος ενός τμήματος περίπου 500m. Από τη μία πλευρά του ρήγματος εμφανίζονται οφιολιθικά κροκαλοπαγή, που αποτελούν τη βάση της Μεσοελληνικής αύλακας, και από την άλλη εμφανίζεται μια έντονα παραμορφωμένη ακολουθία οφιολιθικού υλικού.



Σχ. 1.1.3 Πάνω από την κόκκινη γραμμή φαίνονται τα οφιολιθικά κροκαλοπαγή, ενώ δεξιά οι πτυχωμένοι οφιοίλιθοι στη ζώνη του ρήγματος Ταξιάρχη (κατά μήκος της Εγνατίας Οδού στο τμήμα Γρεβενών - Κοζάνης, μετά τη σήραγγα).

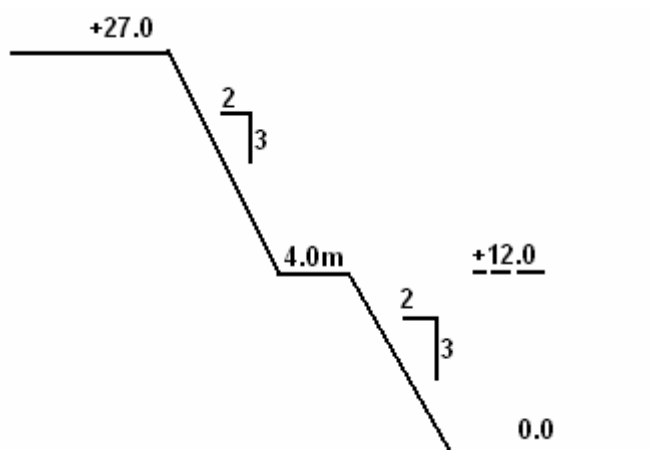
1.2 ΤΑ ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ, ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟ

Με βάση τα στοιχεία που προέκυψαν από την ΕΚΘΕΣΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ-ΜΕΛΕΤΗΣ ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ (ΥΨΗΛΑ ΟΡΥΓΜΑΤΑ) ΑΠΟ Χ.Θ. 9+250 ΕΩΣ Χ.Θ. 10+180, Ο.Τ.Μ. – ΕΓΝΑΤΙΑ Α.Ε., τα τεχνικογεωλογικά προβλήματα που εντοπίστηκαν στην περιοχή μελέτης (Χ.Θ. 9+250 έως Χ.Θ. 9+600) για τη διάνοιξη του ορύγματος γενικότερα δεν ήταν σημαντικά και οι εργασίες έγιναν χωρίς την αντιμετώπιση σοβαρών προβλημάτων.

Πιο αναλυτικά, οι δυσκολίες που εντοπίστηκαν στην περιοχή ήταν:

- 1) Μικρής κλίμακας αστοχίες (υποσκαφές, μικροκαταπτώσεις) στα πρανή του ορύγματος, κυρίως στα τμήματα που δομούνται από ημισυνεκτικές μάργες ή ψαμμίτες και κατά μήκος της επαφής ιλύος και χαλαρού ή μέτρια συγκολλημένου κροκαλοπαγούς, χωρίς όμως να επηρεάζεται η συνολική ευστάθεια του πρανούς.
- 2) Πιθανότητα μικρό-ολισθήσεων σε περίπτωση που η κλίση των σχηματισμών είναι ομόρροπη με αυτή του πρανούς. Η περίπτωση αυτή ίσχυε για το δεξιό πρανές του ορύγματος.

Λαμβάνοντας υπόψη τα προβλήματα αυτά, δόθηκε η προτεινόμενη διαμόρφωση:



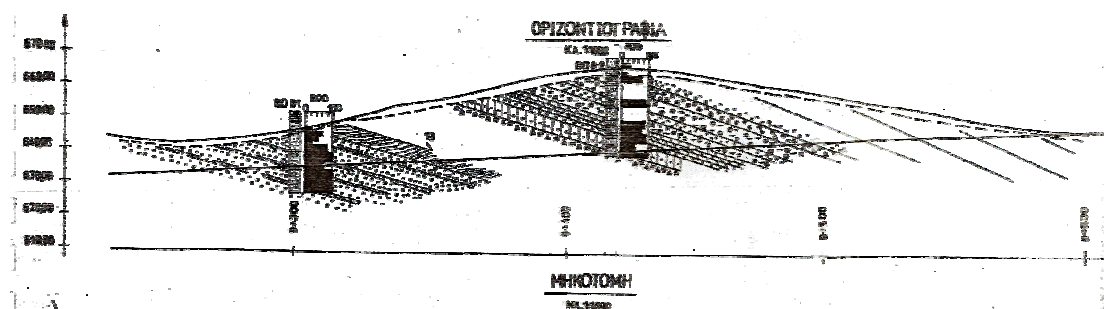
Σχ.1.2.1 Σκαρίφημα του ορύγματος με την προτεινόμενη διαμόρφωση (Ο.Τ.Μ.–ΕΓΝΑΤΙΑ Α.Ε.)

Σύμφωνα με αυτή τη διαμόρφωση, το μέγιστο ύψος του ορύγματος προτάθηκε να είναι περίπου $H=25.50\text{m}$ με έναν ενδιάμεσο αναβαθμό πλάτους

4.0m, με ύψη μετώπων 12 και 15m από το βαθύτερο προς το ανώτερο και κλίσεις $\mu:\beta = 3:2$ και για τα δυο μέτωπα. Το ύψος στη μέση σχεδόν του ανώτερου μετώπου υπολογίστηκε να είναι 15m για μερικά μέτρα και εκατέρωθεν του σημείου αυτού να μειώνεται συνεχώς.

Οι δείκτες ποιότητας βράχου των σχηματισμών, όπου διαμορφώθηκε το όρυγμα, ήταν μέτριοι έως υψηλοί και οι παράμετροι αντοχής καλές. Δηλαδή, το όρυγμα θα μπορούσε να διαμορφωθεί και με πιο απότομες κλίσεις από αυτές που προτάθηκαν, αλλά λόγοι περιβαλλοντικοί, αισθητικής και μακροπρόθεσμης ευστάθειας συνέστησαν τις προτεινόμενες αυτές κλίσεις.

Η γενική διάταξη του τεχνικού σε οριζοντιογραφία και γεωτεχνική-γεωλογική μηκοτομή δίνεται στο σχήμα 1.2.2.



Σχ. 1.2.2 Οριζοντιογραφία και γεωτεχνική-γεωλογική μηκοτομή, πριν τη διάνοιξη του ορύγματος. Φαίνονται οι θέσεις των δύο γεωτρήσεων, οι κλίσεις των σχηματισμών και το σημείο από το οποίο θα περνάει ο δρόμος (η ευθεία γραμμή με την κλίση) (Ο.Τ.Μ.- ΕΓΝΑΤΙΑ Α.Ε.).

Σύμφωνα με την γεωτεχνική έρευνα-μελέτη της «Εγνατίας Α.Ε.», πριν την εκσκαφή των πρανών εκτελέστηκαν δυο περιστροφικές δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, οι BO8.1 και BO8.2, βάθους 25.0 και 30.0m αντίστοιχα, στο διάστημα από 23/06/1998 ως 30/06/1998. Οι θέσεις των γεωτρήσεων σημειώνονται στο σχήμα 1.2.2.

Το γεωτρύπανο που χρησιμοποιήθηκε ήταν περιστροφικό, τύπου EDECO. Στις επιφανειακές στρώσεις όπου συναντήθηκαν εδαφικοί σχηματισμοί τα κοπτικά άκρα ήταν Widia, ενώ βαθύτερα χρησιμοποιήθηκε αδαμαντοκορώνα λόγω των βραχώδων σχηματισμών. Η δειγματοληψία ήταν συνεχής.

Στον Πίνακα 1.2.1 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα στοιχεία των γεωτρήσεων της παραπάνω έρευνας.

Πίνακας 1.2.1. Στοιχεία Γεωτρήσεων (Ο.Τ.Μ.- ΕΓΝΑΤΙΑ Α.Ε.).

Γεώτρηση	Βάθος (m)	Σωλήνωση (m)	Στάθμη Υ.Υ.Ο. (m)	Χιλιομετρική Θέση (m)	Υψόμετρο (m)
B08.1	25.00	-	-	9+300.00	+651.73
B08.2	30.00	18.00	-	9+420.00	+668.35

Από τα δείγματα των γεωτρήσεων επιλέχθηκαν τα πιο αντιπροσωπευτικά, στα οποία εκτελέστηκαν εργαστηριακές δοκιμές. Ο αριθμός των δοκιμών αυτών παρουσιάζεται στον πίνακα 1.2.2..

Πίνακας 1.2.2. Αριθμός Εργαστηριακών Δοκιμών (Ο.Τ.Μ.- ΕΓΝΑΤΙΑ Α.Ε.).

Είδος Δοκιμής	Μονάδα	Ποσότητα
Προπαρασκευή βραχώδους δείγματος	τεμάχια	13
Δοκιμή Μονοαξονικής Θλίψης	τεμάχια	13
Δοκιμή Φόρτισης Αιχμής	τεμάχια	10
Δοκιμή Φόρτισης κατά Γενέτειρα	τεμάχια	3

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των γεωτρήσεων, μέχρι το βάθος των 4.0 - 4.5m περίπου συναντήθηκε στη μεν ΒΟ8.1 σκληρή μαργαϊκή άργιλος (μάργα) με αρνητικές κρούσεις της δοκιμής SPT, στη δε ΒΟ8.2 αργιλομαργαϊκό υλικό μέχρι τα -1.8m και στη συνέχεια πυρήνες αποσαθρωμένου λεπτόκοκκου ψαμμίτη.

Στη συνέχεια και μέχρι το τέλος των γεωτρήσεων συναντήθηκε κυρίως λευκότεφρος, λεπτόκοκκος ψαμμίτης, απολιθωματοφόρος κατά θέσεις, συμπαγής, ελάχιστα αποσαθρωμένος και λίγες μικρές κροκάλες κατά θέσεις. Ειδικότερα στη ΒΟ8.2 η συνέχεια του ψαμμίτη διακόπηκε από στρώσεις κυρίως συμπαγών και σπανιότερα χαλαρών κροκαλοπαγών - ψηφιδοπαγών. Τέλος, και στις δυο γεωτρήσεις είναι φανερή η παρουσία των ιλυολίθων είτε υπό τη μορφή λεπτών ενστρώσεων στον ψαμμίτη, είτε συγκεκριμένης στρώσης (ΒΟ8.2: από - 23.60 έως -28.60m περίπου).

Δείκτης ποιότητας βράχου (RQD)

•Γεώτρηση ΒΟ8.1

Κάτω από τα -4.50m περίπου (κάτω από τη μάργα) και μέχρι το βάθος των -10m περίπου ο δείκτης RQD κυμαινόταν από 20 έως 60% με μέση τιμή περίπου 40%.

Από τα -10m έως το πέρας της γεώτρησης ο δείκτης RQD κυμαινόταν από 70 έως 100% με μέση τιμή περίπου 80%.

•Γεώτρηση Β08.2

Κάτω από τα -2.0m περίπου και μέχρι το βάθος των -20m, όπου συναντήθηκαν αποσαθρωμένοι ψαμμίτες με εναλλαγές συμπαγών και χαλαρών κροκαλοπαγών, ο RQD για τα χαλαρά κυμαινόταν από μηδέν έως 70 ÷ 85%, για τα συμπαγή στρώματα, ενώ για τους ψαμμίτες 25 ÷ 30%.

Από τα -20m έως το πέρας της γεώτρησης ο δείκτης RQD κυμαινόταν από 50 έως 100% με μέση τιμή περίπου 75%.

Οι ασυνέχειες εμφανίζονταν κατακόρυφα ή παρακατακόρυφα, στην πλειοψηφία τους, και ήταν κλειστές ή πληρώνονταν με οξείδια ή λιγότερο συχνά και με αργιλικό υλικό. Οι επιφάνειες των ασυνεχειών εμφανίζονταν τραχείες και επίπεδες, ενώ οι αποστάσεις τους χαρακτηρίστηκαν μέσες (0.2 ÷ 0.6m) έως μεγάλες (0.6 ÷ 2.0m).

1.3 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

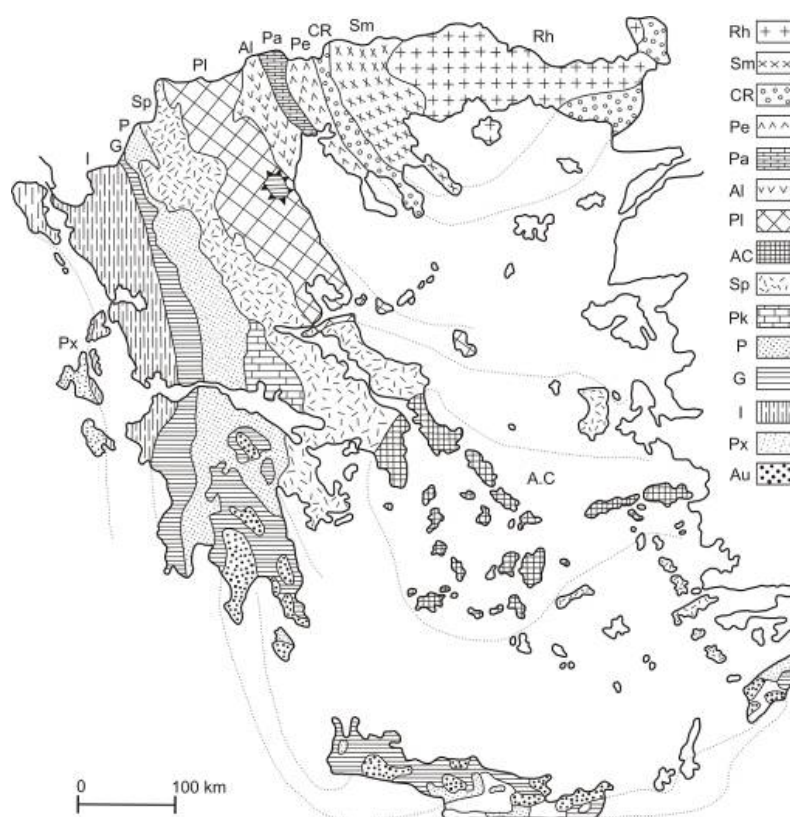
Σκοπός της εργασίας είναι:

- ⇒ μέτρηση και καταγραφή των επιφανειών στρώσεων και διακλάσεων, για την στρωματογραφική περιγραφή και τεκτονική μελέτη των σχηματισμών,
- ⇒ μελέτη και χαρακτηρισμός της υπάρχουσας ασυμφωνίας,
- ⇒ εξαγωγή στρωματογραφικών - τεκτονικών συμπερασμάτων και σύγκριση τους με τη γεωλογία της περιοχής.

2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

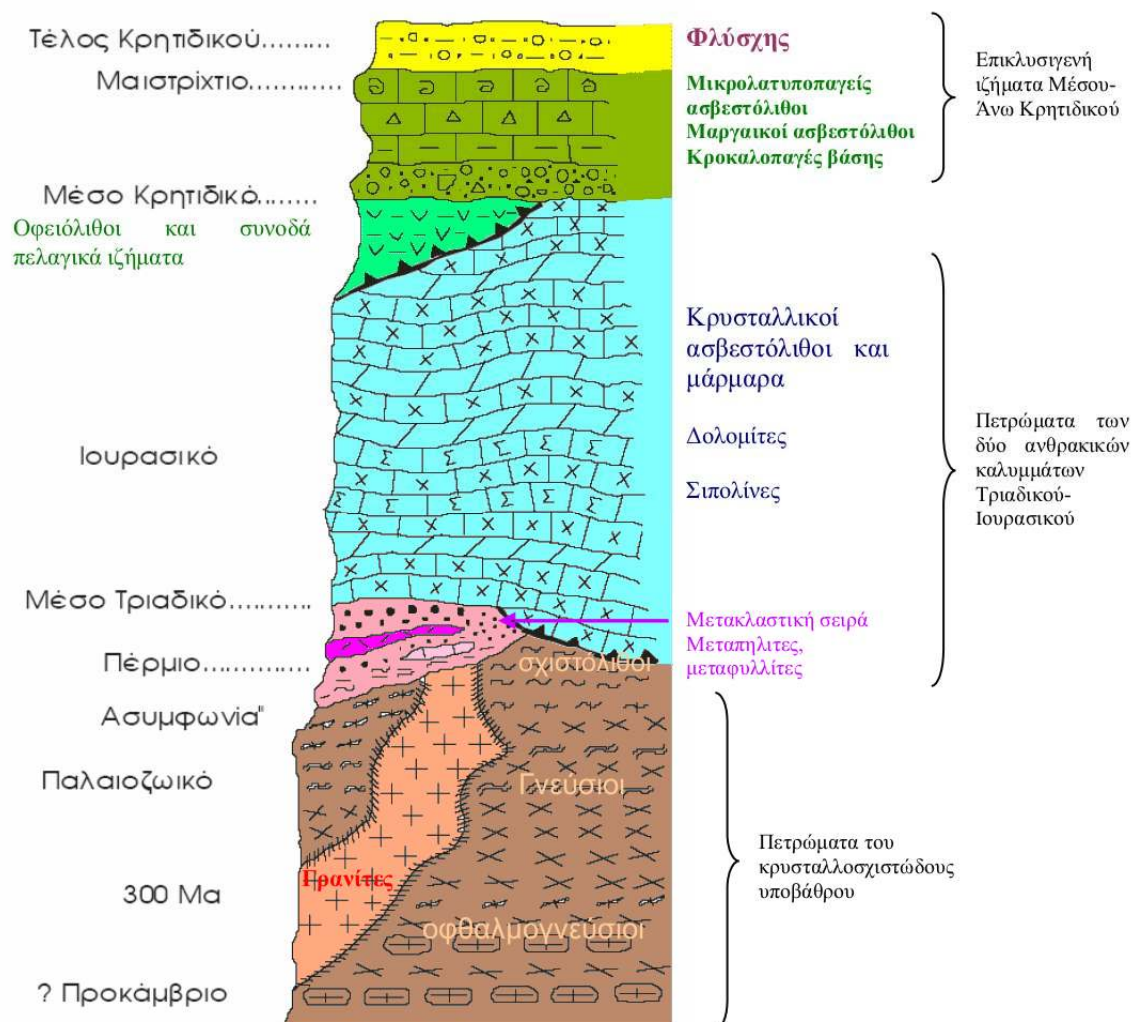
Γενικά όλη η περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας δομείται από πετρώματα της Πελαγονικής και Υποπελαγονικής γεωτεκτονικής ζώνης (Brunn 1956, Μουντράκης 1986,1985), που φαίνονται στον γεωλογικό χάρτη. Δίνεται η λιθοστρωματογραφική στήλη την Πελαγονικής ζώνης που καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της όλης περιοχής.



Σχ. 2.1.1 Γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων Ζωνών Sm: Σερβομακεδονική μάζα, CR: Περιροδοπική Ζώνη, Ax: Ζώνη Αξιού, Pl: Πελαγονική Ζώνη, Sp: Υποπελαγονική Ζώνη P: Ζώνη Πίνδου, G: Ζώνη Γαβρόβου, I: Ιόνιος Ζώνη (Χάρτης ΙΓΜΕ)

Όλα τα πετρώματα της Πελαγονικής ζώνης, αλπικά και προαλπικά ηλικίας Παλαιοζωικού, Μεσοζωικού και Τριτογενούς χαρακτηρίζονται ως το υπόβαθρο της περιοχής. Επάνω στους σχηματισμούς του υποβάθρου, κάθονται ασύμφωνα οι μετααλπικοί σχηματισμοί στους οποίους περιλαμβάνονται τα μολασσικά ιζήματα της Μέσοελληνικής αύλακας και οι Πλειο-Πλειστοκαινικές χερσαίες

αποθέσεις των λεκανών Κοζάνης-Σερβίων και Γρεβενών. Επάνω από αυτούς τους σχηματισμούς βρίσκονται οι πιο νέες αποθέσεις, κυρίως κώνοι κορημάτων και σύγχρονες ποτάμιες αποθέσεις.



Σχ. 2.1.2 Συνοπτική λιθοστρωματογραφική – τεκτονική στήλη της Πελαγονικής ζώνης στη Δυτική Μακεδονία. (Μουντράκης, 1986)



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Πελαγονική Ζώνη

GS	Γενέσιοι-Σχιστόλιθοι
A	Αμφιβολίτες
G	Γρανίτες
Tr	Τριαδικό
TrJr	Τριαδικό- Ιουρασικό Περιθώριο
MS	Ιζήματα Μεσοελληνικής Αύλακας
MioPl	Άνω Μειοκαινικά - Πλειστοκαινικά ιζήματα
Q	Τεταρτογενή Ιζήματα

O	Οφειόλιθοι
Jr	Τριαδικά Ιζήματα
Kls	Κρητιδικό Ασβεστόλιθοι
F	Φλύσχης Ηωκαίνου
R	Ρήγματα
L	Λίμνες - Ποτάμια

Σχ. 2.1.3 Γενικός γεωλογικός χάρτης Δυτικής Μακεδονίας (A.Rassios, 2004)

2.2 ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ: ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

ΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Πελαγονική Ζώνη

Πετρώματα του υποβάθρου ηλικίας Παλαιοζωικού – Μεσοζωικού

Το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής, όπου αποτέθηκαν μεταγενέστερα τα μετααλπικά μολασσικά ιζήματα και οι χερσαίες και λιμναίες αποθέσεις των λεκανών Κοζάνης-Σερβίων και Γρεβενών αποτελείται από τέσσερις μεγάλες ενότητες α) τα Παλαιοζωικής ηλικίας κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα της Πελαγονικής ζώνης με τους γνευσιωμένους γρανίτες και τις Περμοτριάδικές μετακλαστικές ακολουθίες β) το ανθρακικό κάλυμμα του Τριαδικού - Ιουρασικού , γ) τους οφιόλιθους με τα συνοδά τους ιζήματα επωθημένους στην Πελαγονική και δ) τα Μέσο-Άνω Κρητιδικά επικλυσιογενή ιζήματα.

α) Παλαιοζωικά και Περμοτριάδικά πετρώματα

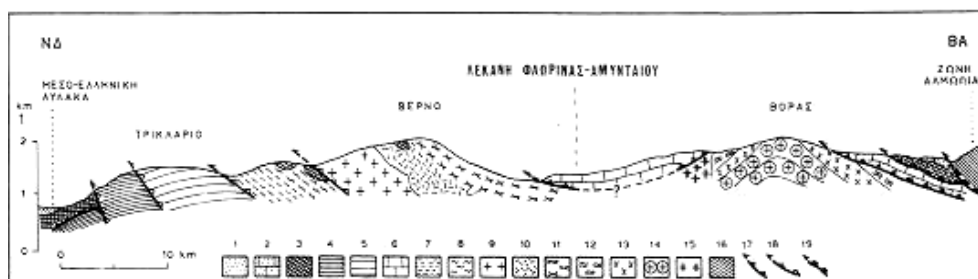
Τα Παλαιοζωικά κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα θεωρούνται ότι είναι Παλαιοζωικής ηλικίας, ή και ακόμα παλαιότερης (Προκάμβριου). Αποτελούνται από γνεύσιους, αμφιβόλους, αμφιβολιτικούς–βιοιτιτικούς και μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους. Κατά το Άνω Λιθανθρακοφόρο στα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα διείσδυσαν μεγάλοι γρανιτικοί όγκοι, οι οποίοι στην πλειοψηφία τους εμφανίζονται γνευσιωμένοι λόγω πρασινοσχιστολιθικής μεταμόρφωσης που υπέστησαν στο Άνω Ιουρασικό - Κάτω Κρητιδικό.

Κατά το Πέρμιο - Κάτω Τριαδικό επάνω στα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα και τους γνευσιωμένους γρανίτες αποτέθηκε ασύμφωνα, μια κλαστική ιζηματογενή σειρά πάχους περίπου 200m. Τα κλαστικά αυτά ιζήματα έχουν παρεμβολές από ηφαιστειακά πετρώματα (λάβες και τόφφοι) και αντιπροσωπεύουν την ιζηματογένεση και την ηφαιστειότητα που αναπτύχθηκε στο περιθώριο της ηπειρωτικής διάρρηξης του δυτικού περιθωρίου κατά το Περμοτριάδικό.

β) Ανθρακικό κάλυμμα Τριαδικού – Ιουρασικού

Κατά το Τριαδικό-Ιουρασικό η κύρια ιζηματογένεση στο δυτικό περιθώριο της Πελαγονικής ήταν ανθρακική. Το ανθρακικό κάλυμμα στην περιοχή αυτή είναι αυτόχθονο και αποτέθηκε από το Μέσο Τριαδικό μέχρι το Κάτω Κρητιδικό. Αποτελείται από ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους διαφόρων τύπων συνολικού πάχους 600-800m (Brunn 1956, Mavrides et al. 1977, Μουντράκης 1983,1984). Οι ασβεστόλιθοι είναι τεφροί, κρυσταλλικοί, παχυστρωματώδεις, ελαφρά τεκτονισμένοι, με καλή στρώση και παρεμβολές δολομιτών και δολομιτικών ασβεστόλιθων.

Η εξέλιξη της ιζηματογένεσης από τα ανατολικά προς τα δυτικά, προς την Υποπελαγονική ζώνη, δείχνει μια βαθμιαία μεταβολή από καθαρά νηριτικές έως βαθύτερες πελαγικές ιζηματολογικές φάσεις, γεγονός που δείχνει την παλαιογεωγραφική ανάπτυξη στα Δυτικά της Πελαγονικής ενός βαθύτερου χώρου ιζηματογένεσης, που ήταν ο χώρος των ζωνών Υποπελαγονικής και Πίνδου.



Σχ. 2.2.1 Απλοποιημένη - σχηματική γεωλογική τομή της Βόρειας Πελαγονικής ζώνης στην οποία φαίνονται οι ενότητες Βόρα (με αντικλινική δομή) και Βέρνου (με ανεστραμμένη λεπιοειδή διάταξη). 1: μολάσσα της Μεσοελληνικής αύλακας, 2: Άνω Κρητιδικά επικλυσιογενή ιζήματα. 3: οφιόλιθοι και συνοδά ιζήματα. 4: ιζήματα Υποπελαγονικής ζώνης, 5: ανθρακικό κάλυμμα Δυτικού Πελαγονικού περιθωρίου, 6: ανθρακικό κάλυμμα Ανατολικού Πελαγονικού περιθωρίου, 7 και 8: μετακλαστικά ιζήματα Περμοτριαδικού, 9: γνευσιωμένος γρανίτης Άνω Λιθανθρακοφόρου, 10 και 11: κρυσταλλοσχιτώδεις υπόβαθρο Βέρνου, 12-15: κρυσταλλοσχιτώδεις υπόβαθρο Βόρα (σχιστόλιθοι, γνεύσιοι, οφθαλμογενεύσιοι), 16: λέπια Αλμωπίας, 17: επωθήσεις Ανώτερου Ιουρασικού - Κάτω Κρητιδικού, 18: επωθήσεις - επιπτεώσεις Τριτογενούς, 19: επώθηση ζώνης Αλμωπίας (Κατά Μουντράκη,1983).

γ) Οφιόλιθοι της Δυτικής Μακεδονίας και συνοδά ιζήματα

Στην Πελαγονική παρατηρούνται μεγάλες οφιολιθικές μάζες μαζί με τα συνοδά τους ιζήματα βαθιάς θάλασσας, οι οποίες είναι αλλόχθονες και

προέρχονται από ωκεάνιες λεκάνες των ζωνών Αξιού και Υποπελαγονικής. Οι οφιόλιθοι αυτοί βρίσκονται επωθημένοι επάνω στα αντίστοιχα ανθρακικά καλύμματα του ανατολικού και του δυτικού περιθωρίου. Στο δυτικό περιθώριο της Πελαγονικής βρίσκεται η μεγάλη οφιολιθική μάζα του Βούρινου, η οποία είναι η σημαντικότερη εμφάνιση καθώς και σπουδαίο μεταλλευτικό κέντρο εξόρυξης χρωμίτη σε πολλές θέσεις (Βοϊδόλακκος, Ξερολίβαδο, Σκούμτσα) και βορειότερα η οφιολιθική μάζα της Καστοριάς.

Οι οφιόλιθοι του Βούρινου βρίσκονται τεκτονικά τοποθετημένοι επάνω στο Τριαδικοϊουρασικό ανθρακικό κάλυμμα του δυτικού περιθωρίου. Ο Βούρινος αποτελείται από όλα τα πετρώματα της οφιολιθικής ακολουθίας, όπου οφείλεται και η σημαντικότητά του. Υπερβασικά πετρώματα (δουνίτες, χαρτσβουργίτες), βασικά (γάββροι, νορίτες), pillow lavas, διαβάσεις και τόφφοι (Moores 1969, Rassios et al 1983).

Στην ευρύτερη περιοχή του ρέματος Τρουμπέτα εμφανίζονται χαλαζιακοί διορίτες, πρασινότεφρου χρώματος, οι οποίοι είναι κερματισμένοι από πυκνό δίκτυο διακλάσεων και στα ανώτερα τμήματα ελαφρά αποσαθρωμένοι. Επίσης γάββροι και πυροξενίτες παρουσιάζουν περιορισμένη εμφάνιση στην περιοχή του ρέματος Βλαχιώτη και είναι έντονα αποσαθρωμένοι.

Τα συνοδά ιζήματα των οφιολίθων αποτελούνται από κερατόλιθους, αργιλικούς σχιστόλιθους, πελαγικούς ασβεστόλιθους και κλαστικά ιζήματα. Πρόκειται για ιζήματα βαθιάς θάλασσας που αποτέθηκαν στον ωκεάνιο πυθμένα της Νεοτηθύος, και τα οποία τοποθετήθηκαν μαζί με τους οφιολίθους κατά την επώθηση τους στο ηπειρωτικό περιθώριο της Πελαγονικής. Η επώθηση αυτή έγινε από το δυτικό ωκεάνιο χώρο της Υποπελαγονικής – Πίνδου (Μουντράκης 1982, 1983, Vergely 1984, Roberts et al. 1988, Jones and Robertson 1991). Παρόλα αυτά υπάρχουν και διαφορετικές απόψεις όπως ότι προέρχονται από τον ωκεάνιο χώρο της ζώνης Αξιού με κίνηση προς τα ΝΔ (Zimmerman 1972).

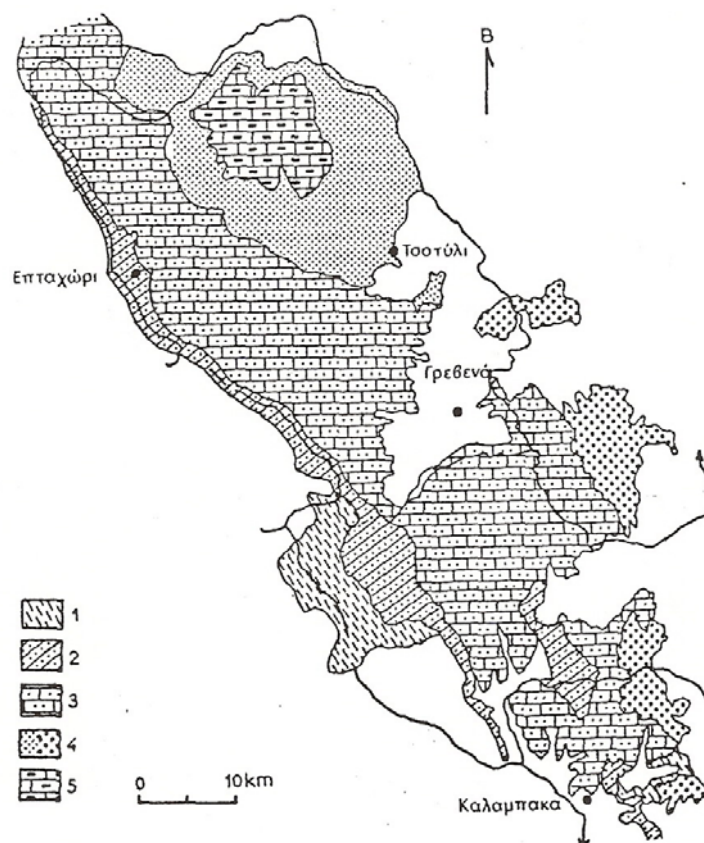
δ) Τα Μέσο-Άνω Κρητιδικά επικλυσιογενή ιζήματα

Πρόκειται για τα ιζήματα που αποτέθηκαν επικλυσιογενώς, κυρίως πάνω στους οφιολίθους, κατά το Μέσο-Άνω Κρητιδικό. Είναι κυρίως ασβεστόλιθοι που έχουν συχνά στη βάση τους το χαρακτηριστικό κροκαλοπαγές επίκλυσης (βάσης). Προς τα επάνω τα Ανωκρητιδικά ιζήματα εξελίσσονται σε φλύσχη ηλικίας Μαιστριχτίου - Παλαιοκαίνου.

ΜΕΤΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

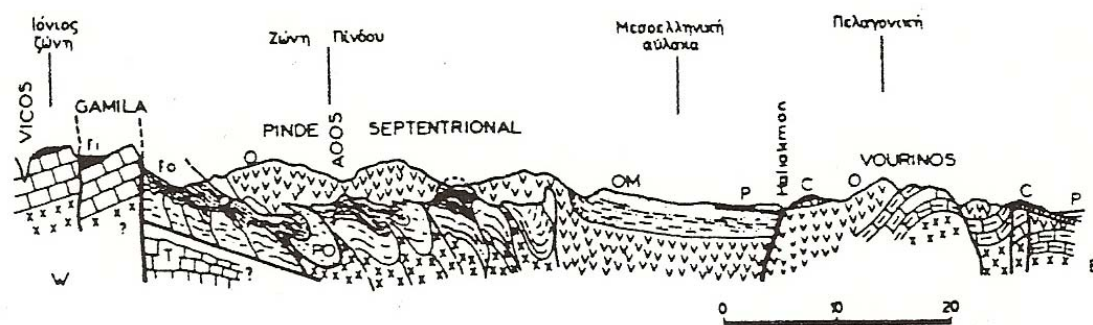
Μολασσικά ιζήματα της Μεσοελληνικής αύλακας

Τα αλπικά και προαλπικά πετρώματα καλύπτονται ασύμφωνα από τα μολασσικά ιζήματα της Μεσοελληνικής αύλακας. Η Μεσοελληνική είναι η σπουδαιότερη αύλακα, που είναι και η νεότερη, και διατηρείται στην πλήρη της δομή και στρωματογραφία, γιατί βρίσκεται πιο κοντά στο νέο ορογενετικό μέτωπο των Ελληνίδων. Έχει μήκος περίπου 130km και πλάτος που ξεπερνά τα 40km, ενώ το συνολικό πάχος των ιζημάτων που αποτέθηκαν στην αύλακα υπολογίζεται σε 4000 - 5000m. Εκτείνεται με διεύθυνση ΒΔ - ΝΑ παράλληλα στο Ελληνικό ορογενετικό τόξο (σχήμα 2.2.2).



Σχ. 2.2.2 Χάρτης εξάπλωσης των μολασσικών σχηματισμών της Μεσοελληνικής αύλακας. 1:Ηώκαινο (σειρά Κρανιάς), 2:Ολιγόκαινο (σειρά Επταχωρίου), 3:Ακουϊτάνιο (σειρά Πενταλόφου – Μετεώρων), 4:Βουρδιγάλιο (σειρά Τσοτυλίου), 5:Ελβέτιο (σειρά Όντριας). (Κατά Brunh 1956).

Η Μεσοελληνική αύλακα αναπτύσσεται στο γεωλογικό χώρο μεταξύ της Υποπελαγονικής ζώνης και τη ζώνη της Πίνδου και έχει σαν αλπικό υπόβαθρο κυρίως οφιολιθικές μάζες μεγάλου πάχους (σχήμα 2.2.3), αλλά και Μεσοζωικούς ασβεστόλιθους.



Σχ. 2.2.3 Σχηματική γεωλογική τομή της θέσης και του σχηματισμού της Μεσοελληνικής αύλακας, από την οποία φαίνεται επίσης η επώθηση των οφιολίθων επί του φλύσχη της Πίνδου. Ο: οφιολίθοι, ΡΟ: στρώματα της Πίνδου, fo: φλύσχη της Πίνδου, fi:Ιόνιος ζώνη, C: Ανωκρητιδικό επικλυσιγενές, OM: μολασσικά ιζήματα αύλακας, P: Πλειόκαινο και Τεταρτογενές. (Κατά Brunh 1956).

Στη Μεσοελληνική αύλακα αποτέθηκαν μεταλπικά ιζήματα κατά την διάρκεια του Ολιγοκαίνου - Μειοκαίνου, με προμήθεια του υλικού ιζηματογένεσης από τις αναδυόμενες οροσειρές Πίνδου και Πελαγονικής που την περιέβαλαν. Η ιζηματογένεση γινόταν κυρίως κοντά στο επίπεδο της θάλασσας με αποτέλεσμα να αποθέτονται στην αύλακα άλλοτε θαλάσσια ιζήματα, άλλοτε λιμναία και άλλοτε χερσαία ποταμοχειμάρρεια.

Οι εναλλαγές αυτές στην ιζηματογένεση οφείλονται στη συνεχή βύθιση της αύλακας, που έδινε την ευκαιρία στη θάλασσα να εισβάλει, και στη συνέχεια την πλήρωση της λεκάνης με αποτέλεσμα να αποφράσσεται και να λειτουργεί σαν κλειστή λιμνοθάλασσα ή λίμνες με αποθέσεις λιμναίες ή ποταμοχειμάρρειες.

Το σύνολο αυτών των ιζημάτων σε συνεχώς επαναλαμβανόμενους κύκλους αποτελεί την τεκτοφάση της μολάσας που ακολούθησε την κύρια παροξυσμική φάση των αλπικών πτυχώσεων. Δεν είναι πτυχωμένα, αλλά παρουσιάζονται με κλίσεις συνήθως προς Ανατολή από τη μετέπειτα δράση τεκτονικών κινήσεων.

Η γενική διάταξη των στρωμάτων δείχνει μια περιστροφή περί άξονα με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και γενική κλίση προς ΒΑ, με σχετική ανύψωση του δυτικού περιθωρίου της και βύθιση του ανατολικού (σχήμα 2.2.2).

Η συσσώρευση των νεότερων και παχύτερων ιζημάτων στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης, σε συνδυασμό με την ανωτέρω δομή, προδικάζουν την ύπαρξη μιας μεγάλης ρηξιγενούς ζώνης που έδρασε κατά την περίοδο της ιζηματογένεσης και συμπίπτει σε γενικές γραμμές με τον ρου του ποταμού Αλιάκμονα (σχήμα 2.2.3).

α) Σχηματισμός Κρανιας (Άνω Ηώκαινο)

Τα πρώτα μολασσικά ιζήματα είναι κροκαλοπαγή και λατυποπαγή θαλάσσια επικλυσιογενή που επικάθονται στο αλπικό υπόβαθρο κυρίως στους οφιόλιθους. Η ηλικία τους είναι Ανωηωκαινική και το πάχος τους περίπου 200m.

β) Σχηματισμός Επταχωρίου (Άνω Ολιγόκαινο)

Προς τα πάνω επικρατούν στρώματα μαργών, συνολικού πάχους 600m, μέσα στα οποία υπάρχουν λιγνιτικά κοιτάσματα. Πρόκειται κυρίως για ιζήματα λιμναία, ηλικίας Άνω Ολιγοκαίνου. Η σειρά περιέχει σε μικρότερο ποσοστό ψαμμίτες και κροκαλοπαγή.

γ) Σχηματισμός Πενταλόφου – Μετεώρων (Κάτω Μειόκαινο)

Ο σχηματισμός αποτελείται από κροκαλοπαγή και ψαμμίτες, τα οποία διακρίνονται στα κατώτερα κροκαλοπαγή (πολύμικτα κροκαλοπαγή με διασταυρωτή στρώση και χοντρόκοκοι ψαμμίτες) συνολικού πάχους περίπου 800m και στα ανώτερα κροκαλοπαγή (πολύμικτα κροκαλοπαγή με ενστρώσεις ψαμμιτών και μαργών). Το συνολικό πάχος του σχηματισμού εκτιμάται στα 3000m. Πρόκειται κυρίως για θαλάσσια φάση ιζηματογένεσης με επίδραση ποταμοχειμάρρειων διαδικασιών μεταφοράς και απόθεσης. Η ηλικία του σχηματισμού είναι Ακουϊτάνιο (Κάτω Μειόκαινο).

δ) Σχηματισμός Τσοτυλίου (Κάτω – Μέσο / Ανώτερο: Μειόκαινο)

Ο σχηματισμός αυτός επικάθεται εν μέρη στο σχηματισμό Πενταλόφου και εν μέρη στο υπόβαθρο. Συνίσταται από εναλλαγές κροκαλοπαγών, ψαμμιτών και μαργών μικρού σχετικά πάχους, ενώ κατά θέσεις συμμετέχουν ενδιάμεσοι λιθολογικοί τύποι, καθώς και ορίζοντες αμμοϊλύων, άμμων με κροκάλες και χαλίκια και ολισθόλιθοι ασβεστολίθων. Στη βάση της σειράς επικρατούν τα οφιολιθικά κροκαλοπαγή. Χαρακτηρίζονται από ανομοιογένεια των λιθολογικών φάσεων από θέση σε θέση.

Το συνολικό πάχος της σειράς ποικίλει από 200-450m στο δυτικό της τμήμα έως και περισσότερο από 1000m στο κεντρικό της (Ι.Γ.Ε.Υ 1972). Η ηλικία του σχηματισμού προσδιορίζεται στο Άνω Ακουϊτάνιο - Βουρδιγάλιο (Κάτω - Μέσο Μειόκαινο). Οι Μαρκοπούλου-Διακαντώνη και Μίρκου (1989) προσδιορίζουν ως ανώτερη ηλικία του σχηματισμού στο Κάτω Μέσο Τορόνιο (Ανώτερο Μειόκαινο) με βάση την θαλάσσια πανίδα στο νοτιότερο τμήμα του σχηματισμού (περιοχή Καρπερού).

Οι κυανές μάργες που παρατηρούνται στα ανώτερα τμήματα του σχηματισμού δημιουργούν συχνά κατολισθητικά φαινόμενα σε θέσεις όπου η μορφολογία και η κλίση των στρώσεων είναι υποβοηθητικές.

ε) Σχηματισμός Όντρια (Μέσο Μειόκαινο)

Τέλος, ακολουθεί μια σειρά που περιλαμβάνει από κάτω προς τα πάνω ψαμμίτες, ασβεστόλιθους, μάργες και ψαμμιτομαργαϊκούς ασβεστόλιθους με παρεμβολές λιγνιτικών στρωμάτων στην ανώτερη στάθμη της. Η απόθεση έγινε στο Βουρδιγάλιο και στο Ελβέτιο (Μέσο Μειόκαινο) και είναι κυρίως θαλάσσιας φύσης και με παρεμβολές λιμναίας.

Πλειο-Πλειστοκαινικές αποθέσεις

Οι Πλειο-Πλειστοκαινικές αποθέσεις στην περιοχή επικάθονται ασύμφωνα πάνω στα υποκείμενα μολασσικά ιζήματα με μία επιφάνεια ασυμφωνίας, η οποία έχει πολύ μικρή κλίση στην λεκάνη των Γρεβενών. Σε άλλες θέσεις η απόθεση αυτών των ιζημάτων έγινε απευθείας επάνω στο αλπικό υπόβαθρο. Πρόκειται για

ηπειρωτικές αποθέσεις, ποταμοχειμάρρειας- ποταμολιμναίας φάσης. Μπορούν να διακριθούν σε δύο μεγάλες ομάδες: τις λιμναίες – ποταμολιμναίες αποθέσεις της λεκάνης Κοζάνης-Σερβίων και τις ποταμοχειμάρρειες - ποταμολιμναίες αποθέσεις της λεκάνης Γρεβενών.

Οι ποταμολιμναίες αποθέσεις στη λεκάνη των Γρεβενών συνίστανται από χαλαρά ή και συγκολλημένα κροκαλοπαγή σε εναλλαγές με αργίλους, άμμους, ψαμμίτες και ιλυώδη χαλίκια με κροκάλες. Εμφανίζονται επιφανειακά σε εκτεταμένη εξάπλωση κυρίως στην αρχή του τμήματος της λεκάνης και στην περιοχή μετά τον Αλιάκμονα.

Αποθέσεις Ανώτερου Πλειστοκαίνου – Ολοκαίνου

Επάνω από τις Πλειο-Πλειστοκαινικές αποθέσεις αποτέθηκαν κατά θέσεις νεότερα υλικά ηλικίας Ανώτερου Πλειστοκαίνου – Ολοκαίνου, κυρίως κώννοι κορημάτων διαφόρων γενεών, υλικά ποτάμιων αναβαθμίδων και σύγχρονες αλλουβιακές προσχώσεις.

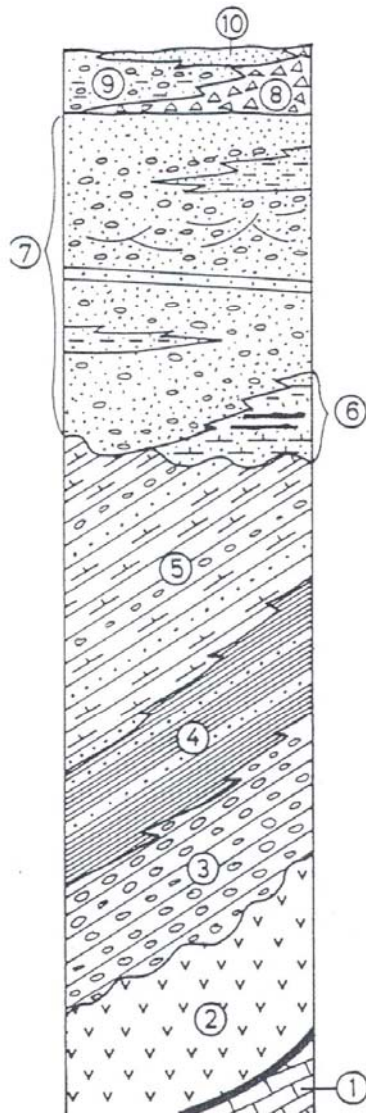
Όσον αφορά τις σύγχρονες αλλουβιακές αποθέσεις και προσχώσεις, πρόκειται για ασύνδετα κυρίως υλικά που δομούν σε μικρό πάχος τις ευρύτερες κοίτες των ποταμών και χειμάρρων, καθώς και τις χαμηλές μορφολογικά περιοχές. Συνίστανται από αργιλικά, αργιλοαμμώδη έως ιλυοαμμώδη υλικά που περιέχουν χαλίκια και κροκάλες.

Τα παλιά και σύγχρονα πλευρικά κορήματα, καθώς και οι κώννοι κορημάτων είναι αργιλικά υλικά που περιέχουν ασβεστολιθικές κυρίως λατύπες, ασύνδετα έως μικρής συνοχής, πάχους έως 10m.

Οι χερσαίες αποθέσεις συνίστανται από ερυθρογαίες και ασβεστολιθικά κορήματα. Καλύπτουν σε μικρό πάχος τους μολασσικούς ή νεότερους σχηματισμούς και εντοπίζονται κυρίως στην ευρύτερη περιοχή ΒΑ του Ταξιάρχη.

Τέλος, οι ποτάμιες αναβαθμίδες του Αλιάκμονα αποτελούνται από αμμούχους αργίλους, αμμοχάλικα με κροκάλες και άμμους, ενώ κατά θέσεις παρεμβάλλεται συγκολλημένος ορίζοντας κροκαλοπαγούς με λεπτές ενστρώσεις αργίλου.

Συνοπτική Λιθοστρωματογραφική στήλη της Λεκάνης Γρεβενών



- 10. Αλλουβιακές και πρόσφατες ποτάμιες αποθέσεις
- 9. Αποθέσεις παλαιών ποτάμιων αναβαθμίδων,
Ολόκαινο
- 8. Κώνοι κορημάτων και αλλουβιακά ριπίδια, Ολόκαινο
- 7. Ποταμοχειμάρριες αποθέσεις Πλειο-Πλειστόκαινο
- 6. Ενότητα Καρπερού- Δεσκάτης: Λιμναίες αποθέσεις
(Πλειόκαινο)

Μολασσικές αποθέσεις Σχηματισμού Τσοτυλίου , Μειόκαινο

- 5. Εναλλαγές μαργών, ψαμμιτών, κροκαλοπαγών
- 4. Κυανοί πηλίτες, ιλυόλιθοι
- 3. Συνεκτικά κροκαλοπαγή βάσης

Αλπικοί Σχηματισμοί

- 2. Οφειόλιθοι Τριαδικού – Ιουρασικού
- 1. Ασβεστόλιθοι Τριαδικού- Ιουρασικού

 Τεκτονική
επαφή

 Ασυμφωνία

 Πλευρική μετάβαση

Σχ. 2.2.4 Συνοπτική λιθοστρωματογραφική στήλη της λεκάνης Γρεβενών (Μουντράκης et. al., 1995)

2.3 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

2.3.1 ΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Η ευρύτερη περιοχή Κοζάνης – Γρεβενών της Δυτικής Μακεδονίας έχει υποστεί πολλές τεκτονικές διεργασίες στην διάρκεια της εξέλιξης του γεωλογικού χρόνου, οι οποίες προκάλεσαν διάφορες παραμορφώσεις των πετρωμάτων των σχηματισμών της και του ανάγλυφου της (Mountrakis 1982,1983,1984,1986, Κίλιας και Μουντράκης 1989, Mountrakis et al 1995). Τα τεκτονικά αυτά γεγονότα και οι αντίστοιχες διεργασίες περιγράφονται παρακάτω συνοπτικά ως παραμορφωτικές φάσεις που εντάσσονται μέσα σε διαδοχικές φάσεις της γεωτεκτονικής εξέλιξης του χώρου της Δυτικής Μακεδονίας.

Η πρώτη μεγάλη τεκτονική φάση συνδέεται με την τεκτονική τοποθέτηση των οφιολίθων των ωκεάνιων περιοχών των ζωνών Αξιού και Υποπελαγονικής αντίστοιχα. Η επώθηση αυτή των οφιολίθων της ζώνης Αξιού πάνω στα ανθρακικά πετρώματα των περιθωρίων της Πελαγονικής έγινε κατά το Άνω Ιουρασικό και συνδέεται με την καταστροφή των ωκεάνιων περιοχών Αξιού και Υποπελαγονικής - Πίνδου. Οι παραμορφωτικές φάσεις των επωθήσεων συνοδεύτηκαν και από την ανάπτυξη αντίστοιχων σχιστοτήτων και πτυχώσεων στα πετρώματα. Συνδέονται επίσης με την ύπαρξη παγιδευμένων τεμαχών συνοδών ωκεάνιων ιζημάτων (σχιστόλιθοι) καθώς και οφιολιθικών μιγμάτων (mélange).

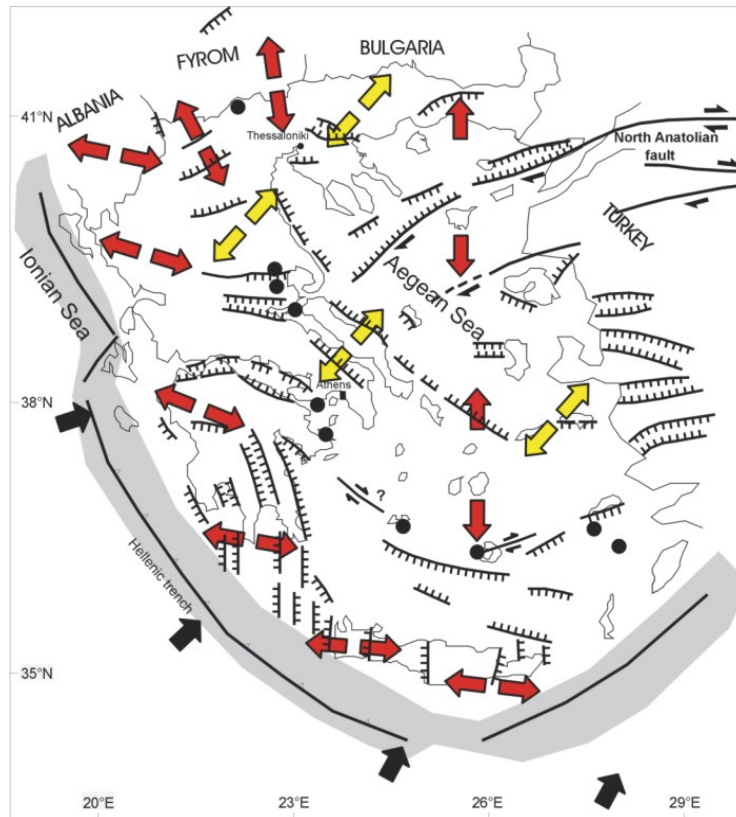
Η συμπιεστική φάση του Ανώτερου Κρητιδικού – Μέσο-Άνω Ηωκαίνου προκάλεσε μεγάλες πτυχώσεις στην ευρύτερη περιοχή δημιουργώντας πτυχές αξονικών διευθύνσεων κυρίως ΒΔ-ΝΑ. Προκάλεσε επίσης τη δημιουργία συνεχών επωθήσεων, εφιππεύσεων και έντονων λεπιώσεων των σχηματισμών προς τα δυτικά. Τα λέπια αυτά έχουν πολλές φορές σαν αποτέλεσμα την πλήρη αναστροφή των σχηματισμών, ιδιαίτερα στο δυτικό περιθώριο της Πελαγονικής, όπου συχνά οι παλαιότεροι σχηματισμοί εμφανίζονται επωθημένοι πάνω στους νεότερους. Αποτέλεσμα της κύριας πτύχωσης των σχηματισμών στη φάση Ανώτερου Κρητιδικού – Μέσο-Άνω Ηωκαίνου ήταν η δημιουργία των μεγάλων δομών (αντικλίνων, συγκλίνων - βυθισμάτων) της Δυτικής Μακεδονίας κατά την κύρια αξονική διεύθυνση ΒΔ – ΝΑ.

Κατά το Κάτω Ολιγόκαινο συνέβη ένα σημαντικό εφελκυστικό γεγονός στον ευρύτερο χώρο κατά την διεύθυνση ΑΒΑ – ΔΝΔ, το οποίο είχε ως

αποτέλεσμα τη δημιουργία της Μεσοελληνικής αύλακας από την συνεχή ρηγμάτωση-ταφρογένεση, όπου και αποτέθηκαν οι μολασσικές σειρές ιζημάτων. Κατά την διάρκεια αυτής της φάσης δημιουργήθηκαν μεγάλα κανονικά ρήγματα μικρής γωνίας κλίσης, τα οποία εκτός της δημιουργίας της αύλακας επηρέασαν σε βάθος τις οφιολιθικές μάζες σε συνθήκες πλαστικές ημί-πλαστικές (semi-ductile) και προκάλεσαν επίσης της τοποθέτηση τους στις θέσεις που είναι σήμερα ορατές.

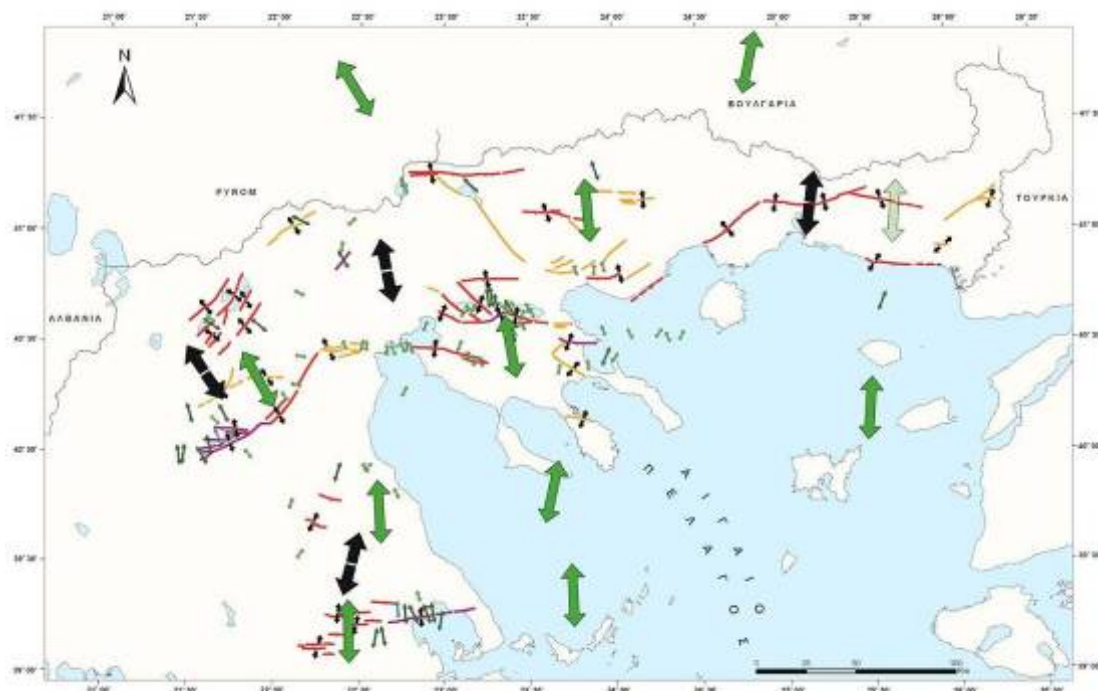
Στο Μέσο-Ανώτερο Μειόκαινο μια συμπιεστική φάση κατά διεύθυνση Α-Δ προκάλεσε ανάστροφες δομές και λεπίωση των οφιολίθων με γενική αξονική διεύθυνση των δομών αυτών Β-Ν. Η ίδια φάση προκάλεσε μεγάλα ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης στις διευθύνσεις ΔΒΔ-ΑΝΑ και ΔΝΔ-ΑΒΑ, πολλά από τα οποία επαναδραστηριοποιήθηκαν ως κανονικά στις μετέπειτα εφελκυστικές φάσεις της νεοτεκτονικής.

Η συμπιεστική παραμόρφωση ολοκληρώθηκε κατά το Ανώτερο Μειόκαινο με ένα τελευταίο συμπιεστικό τεκτονικό επεισόδιο κατά την διάρκεια του οποίου η διεύθυνση της μέγιστης συνιστώσας τάξης σ_1 ήταν ΒΒΑ-ΝΝΔ (10° - 20°). Το επεισόδιο αυτό προκάλεσε ανάστροφα ρήγματα με διεύθυνση Α-Δ στο εσωτερικό των οφιολιθικών μαζών, καθώς και την επαναδραστηριοποίηση με ανάστροφη συνιστώσα των μεγάλων ρηγμάτων οριζόντιας μετατόπισης που δημιούργησε το προηγούμενο συμπιεστικό επεισόδιο της φάσης αυτής.



Σχ. 2.3.1.1 Κύρια χαρακτηριστικά της ενεργού τεκτονικής του Ελληνικού τόξου και του ευρύτερου Αιγαίου χώρου. **1:** Όρια λιθοσφαιρικών πλακών, **2:** Ζώνη ανάστροφων ρηγμάτων, **3:** Τα σπουδαιότερα κανονικά ρήγματα, **4:** Ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης (διεύθυνσης ολίσθησης), **5:** Ηφαίστεια Πλειο-Τεταρτογενούς, **6:** Ζώνη συμπίεσης. Τα **κίτρινα βέλη** δείχνουν τη διεύθυνση του εφελκυστικού πεδίου στο Ανώτερο Μειόκαινο - Πλειόκαινο και τα **κόκκινα βέλη** τη διεύθυνση του ενεργού εφελκυσμού. Τα **μαύρα βέλη** δείχνουν τη διεύθυνση κίνησης της Αφρικανικής πλάκας και τη διεύθυνση των συμπιεστικών τάσεων (Mountrakis 2005).

2.3.2 ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ



Σχ. 2.3.2.1. Χάρτης με τα μεγάλα ενεργά ρήγματα του Βόρειου Ελληνικού χώρου και τις διευθύνσεις των εφελκυστικών τάσεων που υπολογίσθηκαν από σεισμολογικά δεδομένα (**πράσινα βέλη**) και από τεκτονικές μετρήσεις (**μαύρα βέλη**) (από Mountrakis et al., 2004).

Οι τεκτονικές κινήσεις που λαμβάνουν χώρα από το Ανώτερο Μειόκαινο μέχρι σήμερα ανάγονται στην Νεοτεκτονική εξέλιξη. Στην ευρύτερη περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας δύο ήταν οι κύριες φάσεις της νεοτεκτονικής μετααλπικής παραμόρφωσης (Παυλίδης 1985, Pavlides and Mountrakis, 1987).

Η πρώτη φάση ηλικίας Ανώτερου Μειοκαίνου – Πλειοκαίνου είναι εφελκυστική με διεύθυνση μέγιστου εφελκυσμού BBA-NNΔ. Από τον εφελκυσμό αυτό δημιουργήθηκαν ή επαναδραστηριοποιήθηκαν κανονικά ρήγματα κατά ΒΔ-ΝΑ διεύθυνση. Αυτό το πεδίο είχε σταθερή ΒΑ-ΝΔ διεύθυνση σε όλο τον εσωτερικό χώρο του Αιγαίου, όπως φαίνεται από τις αντίστοιχες έρευνες που έγιναν στις άλλες περιοχές της Ελλάδας.

Με τα ρήγματα διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ δημιουργήθηκαν τα μεγάλα τεκτονικά βυθίσματα – λεκάνες, ίδιας διεύθυνσης που εντοπίζονται στο χώρο της Δυτικής Μακεδονίας, όπως είναι η λεκάνη Φλώρινας Αμυνταίου – Πτολεμαΐδας - Κοζάνης - Σερβίων και η λεκάνη Γρεβενών.

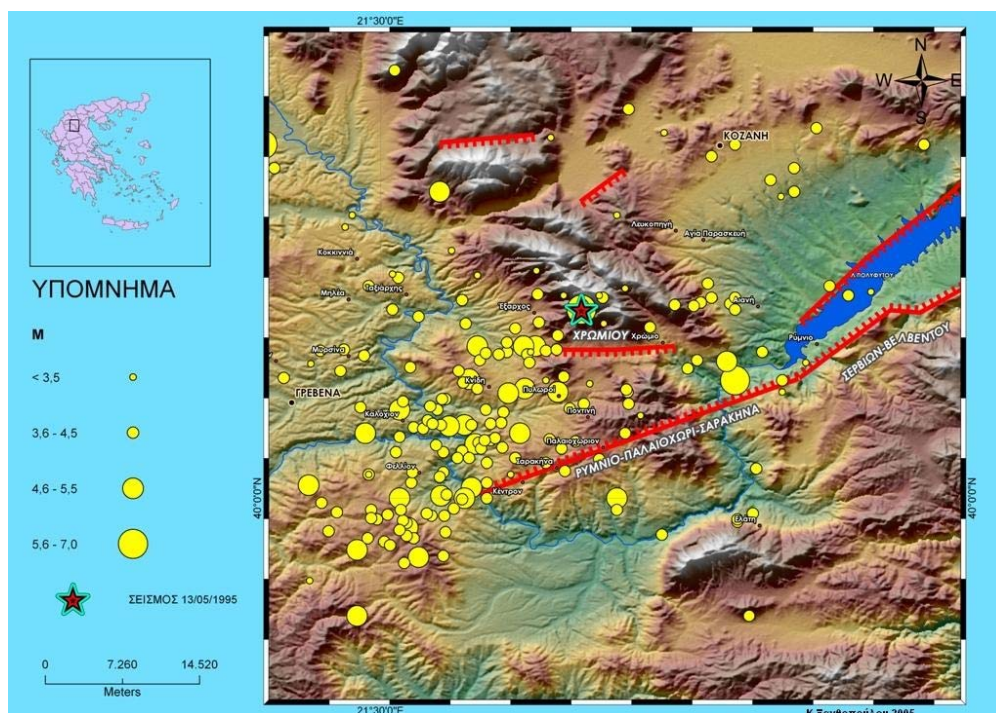
Η δεύτερη εφελκυστική φάση εκδηλώθηκε κατά το τεταρτογενές με κύρια διεύθυνση εφελκυσμού ΒΒΔ-ΝΝΑ. Συνέπεια αυτής της φάσης ήταν η δημιουργία ή η επαναδραστηριοποίηση μεγάλων κανονικών ρηγμάτων ΒΑ-ΝΔ έως Α-Δ διεύθυνσης, τα οποία έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση των παραπάνω λεκανών. Συγκεκριμένα με την δράση των νεότερων αυτών ρηγμάτων τεμαχίστηκαν σχεδόν εγκάρσια οι μεγάλες λεκάνες και διακρίνονται σε επιμέρους λεκάνες με τα παραπάνω ονόματα.

Η εφελκυστική φάση του Τεταρτογενούς και τα ρήγματα ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης έπαιξαν το σημαντικότερο ρόλο στην Νεοτεκτονική εξέλιξη της περιοχής. Η τεκτονική αυτή συνεχίζεται και μέχρι σήμερα.

Όσον αφορά στοιχεία σεισμικότητας για την περιοχή μελέτης, η ευρύτερη περιοχή Γρεβενών-Κοζάνης, σύμφωνα με ιστορικά και σύγχρονα στοιχεία, είχε χαρακτηριστεί σαν “ασεισμικό πλατώ”, αφού δεν περιλάμβανε θέσεις επικέντρων σεισμών, εκτός από μερικά μικρά σεισμικά γεγονότα. Για το λόγο αυτό, είχε καταταγεί στη ζώνη (μικρής) σεισμικής επικινδυνότητας Ι.

Την παραπάνω θεώρηση ανέτρεψε ο ισχυρός σεισμός στις 13-5-95 μεγέθους 6,6 R με επίκεντρο μεταξύ Γρεβενών και Κοζάνης. Μετά το γεγονός αυτό η περιοχή κατατάσσεται στη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας II

Στο παρακάτω σχήμα (σχ.2.3.2.2) φαίνεται το επίκεντρο του κύριου σεισμού, καθώς και τα κυριότερα ρήγματα.

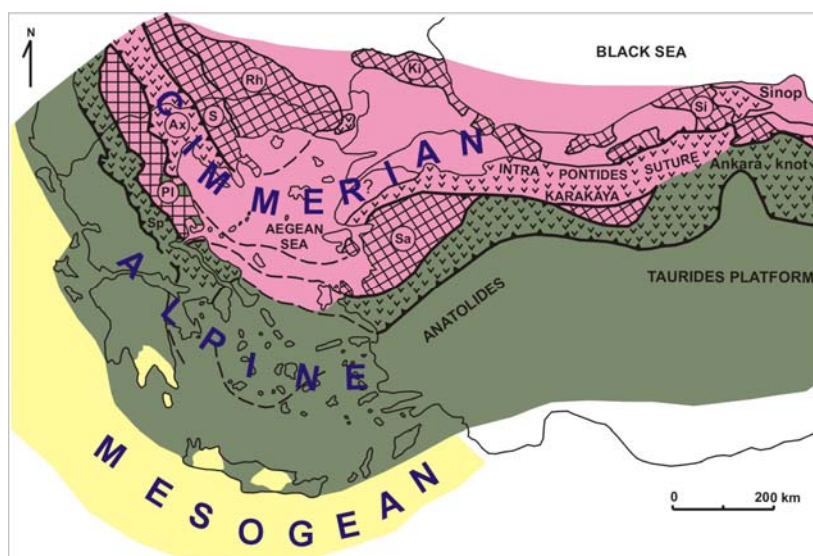


Σχ. 2.3.2.2. Το επίκεντρο του κυρίως σεισμού της 13^{ης} Μαΐου 1995, η μετασεισμική ακολουθία και τα κυριότερα ρήγματα της ευρύτερης περιοχής (Ξανθοπούλου 2006)

2.4 ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

2.4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Γενικότερα, σήμερα γίνεται αποδεκτό ότι το Ελληνικό Ορογενές συγκροτείται από την Κιμμερική Ορογενετική Λωρίδα στα εσωτερικά του τόξου, την Αλπική Ορογενετική Λωρίδα και την πιο εξωτερική Μεσογειακή Ορογενετική Λωρίδα (σχ 2.4.1.1).



Σχ. 2.4.1.1 Χάρτης που δείχνει τις τρεις ορογενετικές λωρίδες του Ελληνικού Ορογενούς και την επέκτασή τους στο χώρο της Μικράς Ασίας. Η κατανομή των Κιμμερικών ηπειρωτικών τεμαχών και των οφιολιθικών συρραφών (βασίζεται στις εργασίες Mountrakis 1986, 1994).

Η Κιμμερική Ορογενετική Λωρίδα διαμορφώθηκε πριν το Άνω Ιουρασικό από τις κινήσεις της Κιμμερικής ηπειρωτικής πλάκας (ή των επιμέρους Κιμμερικών μικροπλάκων), τη σύγκλιση και την ενσωμάτωσή τους στην Ευρασιατική πλάκα, την σύνθλιψη και καταστροφή του ωκεάνιου φλοιού των λεκανών του παλιού ωκεανού της Τηθούς, διεργασίες που οδήγησαν στον πρώτο εμφανή έντονο τεκτονισμό των πετρωμάτων.

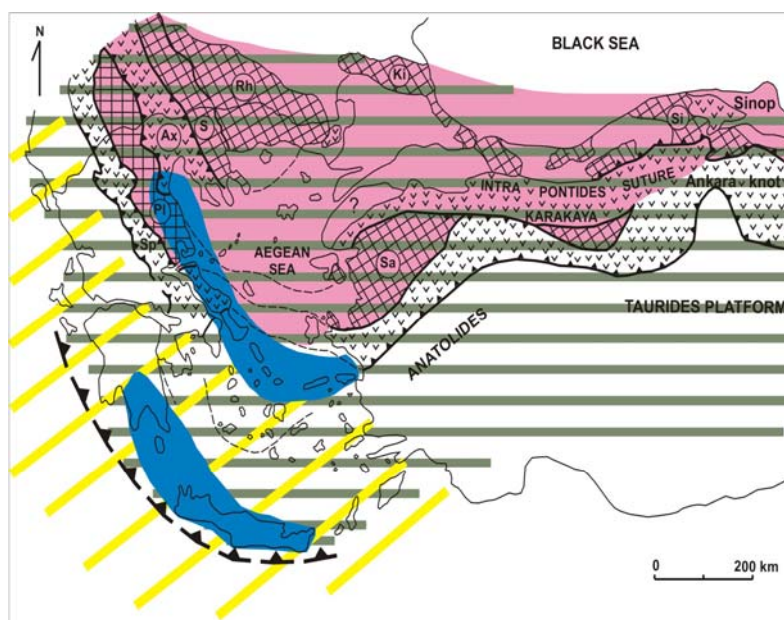
Η Αλπική Ορογενετική Λωρίδα διαμορφώθηκε γενικά την περίοδο Κρητιδικού-Παλαιογενούς από την κίνηση της Απουλίας ηπειρωτικής μικροπλάκας και την ενσωμάτωσή της στην Κιμμερική-Ευρασιατική ήπειρο που είχε διαμορφωθεί πριν το Άνω Ιουρασικό.

Η νεότερη Μεσογειακή Ορογενετική Λωρίδα διαμορφώθηκε την περίοδο Μειοκαίνου-Πλειοκαίνου, από τη συνεχιζόμενη υποβύθιση της Μεσογειακής-

Αφρικανικής πλάκας, κάτω από την ενιαία Αλπική-Κιμμερική-Ευρασιατική πλάκα που είχε διαμορφωθεί προηγουμένως και την ισχυρή τεκτονική παραμόρφωση που προκάλεσε στο Εξωτερικό Τμήμα του Αλπικού Ορογενετικού Τόξου με την ανύψωση και εκταφή στις περιοχές αυτές τμημάτων της υποβυθιζόμενης πλάκας υπό μορφή τεκτονικών παράθρυων.

Η διάκριση των τριών λωρίδων του Ελληνικού ορογενούς δεν σημαίνει βέβαια ότι η αντίστοιχη ορογένεση περιορίστηκε μόνο στη συγκεκριμένη ορογενετική λωρίδα. Η Αλπική ορογένεση Κρητιδικού-Παλαιογενούς εκτός από την Αλπική λωρίδα επέδρασε σχεδόν καθολικά και σε ολόκληρη την περιοχή της Κιμμερικής Ελλάδας που είχε σχηματισθεί προηγουμένως (πριν το Άνω Ιουρασικό) προκαλώντας έντονες Αλπικές παραμορφώσεις. Επίσης η νεότερη Μεσογειακή ορογένεση δεν επέδρασε μόνο στο εξωτερικό μέρος της Αλπικής Ορογενετικής λωρίδας, αλλά σε ολόκληρη την έκταση αυτής. Υπάρχει επομένως πλήρης επικάλυψη των τεκτονικών παραμορφώσεων των τριών ορογενετικών δράσεων όπως παραστατικά δείχνεται στο (σχήμα 2.4.1.2).

Γενικότερα στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας η δράση της Αλπικής Ορογενετικής Λωρίδας είναι πιο έντονη και για το λόγο αυτό, θα ακολουθήσει αναλυτική εξέταση των γεωδυναμικών κινήσεων που οδήγησαν στον τεκτονισμό της Αλπικής Ορογενετικής Λωρίδας.



Σχ. 2.4.1.2 Τεκτονικό σκαρίφημα που δείχνει το χώρο εξάπλωσης της τεκτονικής δράσης κάθε μιας από τις τρεις ορογενετικές περιόδους και την επικάλυψη των παραμορφώσεων της μιας επί της άλλης (Mountrakis 1986, 1994)

2.4.2 ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΣΜΟΣ ΑΛΠΙΚΗΣ ΟΡΟΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΛΩΡΙΔΑΣ

Οι αλπικές κινήσεις και παραμορφώσεις που διαμόρφωσαν το αλπικό ορογενές, σε αντίθεση με το Κιμμερικό, φαίνονται αρκετά σαφείς. Αυτή η Αλπική Τεκτονική περιλαμβάνει δύο περιόδους τεκτονικών συμβάντων και διεργασιών: μια (Α) περίοδο γενικά στο Κρητιδικό και μια (Β) περίοδο στο Ηώκαινο-Ολιγόκαινο. Υπήρχαν βέβαια και τα ενδιάμεσα στάδια αφού η τεκτονική εξέλιξη δεν διακόπηκε αλλά ήταν συνεχής από την αρχική σύγκλιση της Απουλίας μικροπλάκας με την ενιαία πλέον Κιμμερική-Ευρασιατική Πλάκα, τη συμπίεση του ενδιάμεσου ωκεανού της Νέας Τηθύος, την ωκεάνια διάρρηξη και ενδοωκεάνια υποβύθιση (subduction) που εξελίχθηκε στη συνέχεια σε υποβύθιση του ωκεάνιου φλοιού κάτω από την Κιμμερική-Ευρασιατική πλάκα και την τελική τοποθέτηση των οφιολίθων.

Επιγραμματικά τα γεωδυναμικά συμβάντα και τα παραμορφωτικά επεισόδια της Αλπικής ορογένεσης μπορούν να συνοψισθούν στα παρακάτω:

(Α) Περίοδος Αλπικής Ορογένεσης (σχήμα 2.4.2.1). Στο Άνω Ιουρασικό με την ενδοωκεάνια υποβύθιση προς τα Δυτικά δημιουργήθηκαν συνθήκες μεταμόρφωσης των ωκεάνιων ιζημάτων και πετρωμάτων του ωκεάνιου φλοιού. Η μεταμόρφωση ήταν πρσινοσχιστολιθικής φάσης ή και HP/LT. Σχηματίσθηκε έτσι η μεταμορφική σόλα (metamorphic sole) αποτελούμενη κυρίως από μεταϊζημάτα (μετα-πηλίτες, φυλλίτες, σχιστόλιθους, μάρμαρα κλπ) και μεταβασίτες-αμφιβολίτες.

Στη συνέχεια οι συνθήκες σύνθλιψης του ωκεανού της Νέο-Τηθύος μεταβλήθηκαν. Έτσι, στο Κάτω Κρητιδικό η υποβύθιση του ωκεάνιου φλοιού πραγματοποιήθηκε κάτω από την Κιμμερική-Ευρασιατική και εξελίχθηκε σε τεκτονική τοποθέτηση (obduction) του ωκεάνιου φλοιού (οφιολίθων) πάνω στο παραμορφώσιμο ηπειρωτικό περιθώριο της ενιαίας Κιμμερικής-Ευρασιατικής πλάκας (Πελαγονική ζώνη). Η Αλπική ορογένεση και επομένως ο Αλπικός τεκτονισμός αρχίζει από αυτή την περίοδο (Κάτω Κρητιδικό) με την τοποθέτηση των οφιολίθων στο Δυτικό Πελαγονικό περιθώριο και την αντίστοιχη παραμόρφωση του περιθωρίου.

Τα αποτελέσματα αυτής της πρώτης αλπικής περιόδου είναι η πτύχωση των Τριαδικοϊουρασικών ασβεστόλιθων του περιθωρίου και των ιζημάτων του

Κάτω Κρητιδικού, που παρατηρούνται στον Βούρινο συμπυκνωμένα με τους οφιολίθους. Από πολλούς ερευνητές, η γεωμετρία και η κίνηση των πτυχών έχει καταγραφεί προς τα ανατολικά στις περιοχές Καστοριάς, Βούρινου, Θεσσαλίας, Όθρυς. Επίσης παρατηρείται η ταυτόχρονη ανάπτυξη της πρώτης αλπικής μεταμόρφωσης (πρασινοςχιστολιθικής-αμφιβολιτικής φάσης) και της κύριας σχιστότητας στα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα και Τριαδικοϊουρασικούς ασβεστόλιθους της Πελαγονικής ζώνης.

(B) Περίοδος Αλπικής Ορογένεσης (σχήμα 2.4.2.2.). Στο Ηώκαινο συντελέσθηκε η τελική ηπειρωτική σύγκρουση μεταξύ Απουλίας μικροπλάκας και Κιμμερικού ηπειρωτικού περιθωρίου. Προκλήθηκε το κλείσιμο του ωκεανού της Νέο-Τηθύος που είχε παραμείνει ανοικτός μετά την υποβύθιση και την τοποθέτηση των οφιολίθων, ενώ συνεχίσθηκε και ολοκληρώθηκε η απόθεση του φλύσχη της Πίνδου. Στο Ανώτερο Ηώκαινο-Ολιγόκαινο ακολούθησε η λεπίωση του φλύσχη λόγω της ηπειρωτικής σύγκρουσης, χωρίς πλέον τη συμμετοχή του ωκεάνιου φλοιού (οφιολίθων) δεδομένου ότι η διαδικασία υποβύθισης, καταστροφής και τοποθέτησης των οφιολίθων είχε συμπληρωθεί από το Κρητιδικό. Είχε απομείνει μόνο ένα θερμό αποκομμένο βυθιζόμενο τμήμα της ωκεάνιας πλάκας (slab), ενώ συνεχιζόταν η ιζηματογένεση του φλύσχη της Πίνδου στο υπόλειμμα της θάλασσας της Νέο-Τηθύος (Ανώτερο Κρητιδικό-Ηώκαινο).

Καθώς η ισχυρότερη Κιμμερική-Ευρασιατική ηπειρωτική πλάκα συγκρούεται με την ασθενέστερη Απουλία μικροπλάκα, την υπερκαλύπτει και την ωθεί σε υποβύθιση. Η ισχυρή συμπίεση στο χώρο της σύγκλισης των πλακών δημιούργησε την παραμόρφωση, την πτύχωση και τη λεπίωση των πετρωμάτων των Εσωτερικών ζωνών και του φλύσχη Πίνδου. Έτσι προκλήθηκε αναστροφή των σχηματισμών στην Πελαγονική ζώνη (ιδίως στο Δυτικό περιθωρίό της) και στη ζώνη Αξιού, καθώς και εντυπωσιακή απόκλιση των λεπίων όλων των ζωνών προς τα Δυτικά. Αυτή η συμπιεστική τεκτονική προκάλεσε τη συσσώρευση των τεκτονικών καλυμμάτων και λεπίων στο εξωτερικό τόξο της Κιμμερικής-Ευρασιατικής πλάκας (Πελαγονική) και την πάχυνση του φλοιού από την επαύξηση λόγω συσσώρευσης. Αυτή η διόγκωση του φλοιού θα οδηγήσει αργότερα στην κατάρρευση.

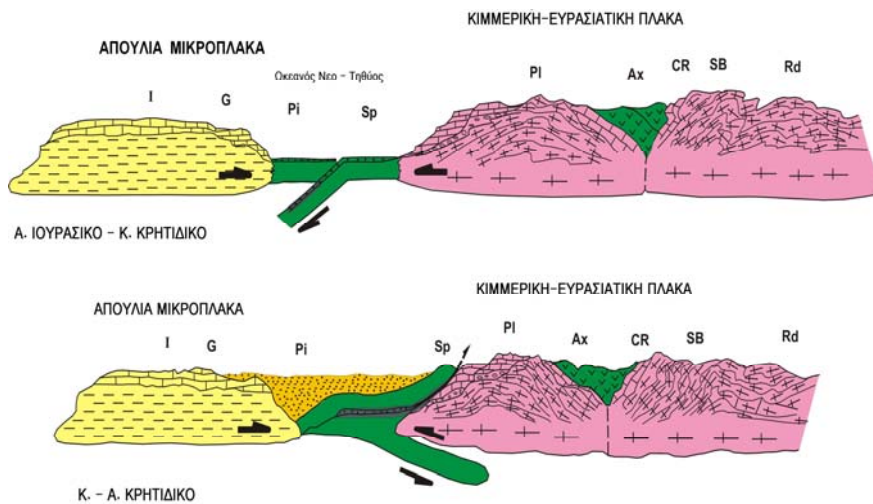
Η υποβύθιση (underplate) της Απουλίας κάτω από το Κιμμερικό περιθώριο προκάλεσε τη μεταμόρφωση HP/LT των υπολειμματικών ιζημάτων του

ωκεανού και των ιζημάτων της Απουλίας, που βρίσκονταν στο τμήμα της που συμπαρασύρθηκε στην υποβύθιση κάτω από την προωθούμενη προς τα έξω Κιμμερική-Ευρασιατική πλάκα. Η μεταμόρφωση HP/LT που συνοδεύεται και από ισοκλινή πτύχωση, θα εκταφεί αργότερα κατά την εφελκυστική τεκτονική και θα αποκαλυφθεί ως η ζώνη HP/LT των 45 Ma στις περιοχές Όλυμπου, Όσσας, Πηλίου, Κυκλάδων.

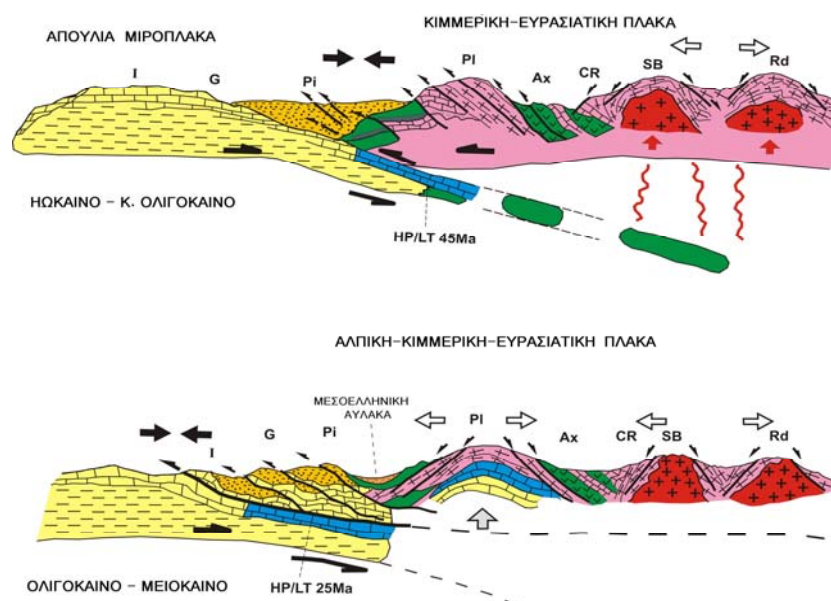
Μετά το κλείσιμο των υπολειμμάτων του ωκεανού της Νέο-Τηθύος στο Ηώκαινο και την τελική ηπειρωτική σύγκρουση, συνεχίσθηκε στο Ολιγόκαινο-Κατώτερο Μειόκαινο (σχήμα 2.4.2.2, κάτω) η επέκταση της ενιαίας Κιμμερικής Ευρασιατικής πλάκας, μαζί με τα ενσωματωμένα λέπια των ιζημάτων του ωκεανού που διέφυγαν την υποβύθιση και τα λέπια του φλύσχη της Πίνδου, πάνω στην υποβυθιζόμενη ηπειρωτική πλάκα με υπολείμματα ωκεάνιου φλοιού, μετατοπίζοντας τη θέση σύγκλισης πιο εξωτερικά. Έτσι παρατηρείται μετατόπιση της ζώνης συμπίεσης στην περιοχή Ιονίου ζώνης και πιο εξωτερικά, όπου αναπτύσσεται ένα νέο πρίσμα επαύξησης, μια νέα ορογενετική ζώνη, πάχυνση του φλοιού και δημιουργία πολλών συμπιεστικών μικροδομών ηλικίας Ολιγοκαίνου - Κατωτέρου Μειοκαίνου.

Ταυτόχρονα στο χώρο της Πελαγονικής ζώνης, κατά το Ηώκαινο, αναπτύσσονται πλέον εφελκυστικές τάσεις από την επέκταση του ηπειρωτικού φλοιού και συνθήκες κατάρρευσης με ρήγματα αποκόλλησης, κανονικά μικρής γωνίας κλίσης, που απορρίπτουν τα συσσωρευμένα τεκτονικά καλύμματα, δημιουργούν συνθήκες ανύψωσης - αναθόλωσης της παλιάς Απουλίας πλάκας που ήταν θαμμένη κάτω από τα Κιμμερικά - Πελαγονικά πετρώματα. Αυτή η διαδικασία αργότερα (Μειόκαινο-Πλειόκαινο) με τη βοήθεια και της διάβρωσης θα οδηγήσει στην εκταφή - αποκάλυψη των τεκτονικών παράθυρων που αποτελούνται από τα πετρώματα HP/LT μεταμόρφωσης, δηλαδή των παλιών ωκεάνιων ιζημάτων (σειρά Αμπελάκια-Όσσα-Πήλιο-Κυκλάδες) και των υποκείμενων ανθρακικών.

Συμπερασματικά λοιπόν, από το Κρητιδικό παρατηρείται μια συνεχής μετανάστευση της ορογένεσης προς τα εξωτερικά τμήματα (Δυτικά, Νοτιοδυτικά) του Ελληνικού Ορογενούς. Η σύγκλιση των λιθοσφαιρικών πλακών συνεχώς μετατοπίζεται προς τα έξω. Επομένως μετατοπίζεται προς τα έξω η συμπιεστική τεκτονική, ενώ εσωτερικά ασκείται εφελκυστική τεκτονική που οδηγεί σε εκταφή τμήματος της κάτω πλάκας.



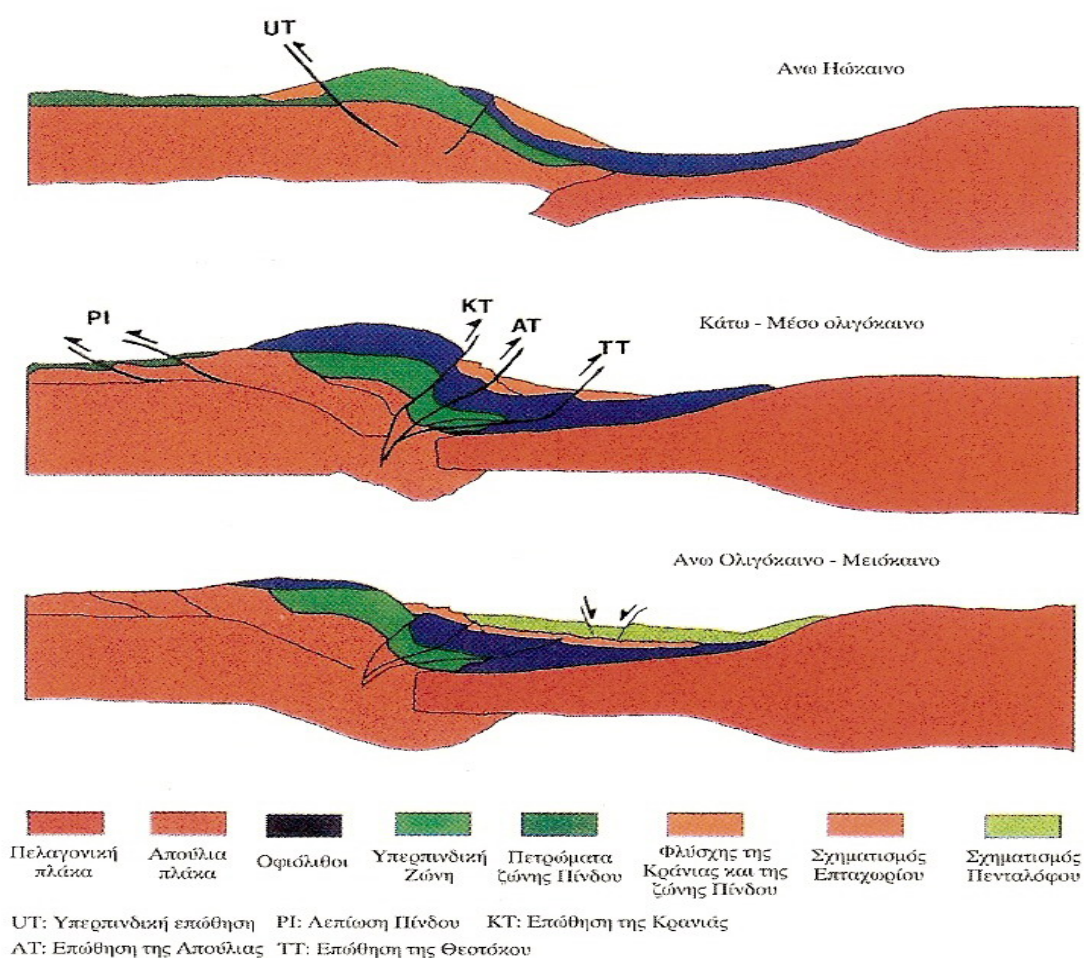
Σχ. 2.4.2.1 Σχηματικές τομές που αναπαριστούν τη γεωδυναμική εξέλιξη των Ελληνίδων κατά τη διάρκεια της πρώτης περιόδου της Αλπικής ορογένεσης. Δείχνονται επίσης η ενδοωκεάνια υποβύθιση της Νέο-Τηθύος που οδηγεί στο σχηματισμό της μεταμορφικής σόλας, η υποβύθιση του ωκεάνιου φλοιού κάτω από την ενιαία Κιμμερική-Ευρασιατική ηπειρωτική πλάκα και η τεκτονική τοποθέτηση των οφιολίθων στο Κιμμερικό (Πελαγονικό) ηπειρωτικό περιθώριο (Mountrakis 1986, 1994).



Σχ. 2.4.2.2 Σχηματικές τομές που αναπαριστούν τη γεωδυναμική εξέλιξη των Ελληνίδων στη δεύτερη περίοδο της Αλπικής ορογένεσης. Δείχνονται οι κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών, η υποβύθιση του ωκεανού της Νέο-Τηθύος κάτω από την ενιαία ηπειρωτική πλάκα, η συμπίεστική τεκτονική παραμόρφωση-λεπίωση και η πάχυνση του φλοιού στη θέση σύγκλισης, καθώς και η εφελκυστική τεκτονική στο εσωτερικό της ηπείρου και η επακόλουθη λέπτυνση του φλοιού, ανύψωση, εκταφή τμημάτων της κάτω πλάκας και η μαγματική άνοδος (Mountrakis 1986, 1994).

2.4.3 ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟ-ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΑΥΛΑΚΑΣ

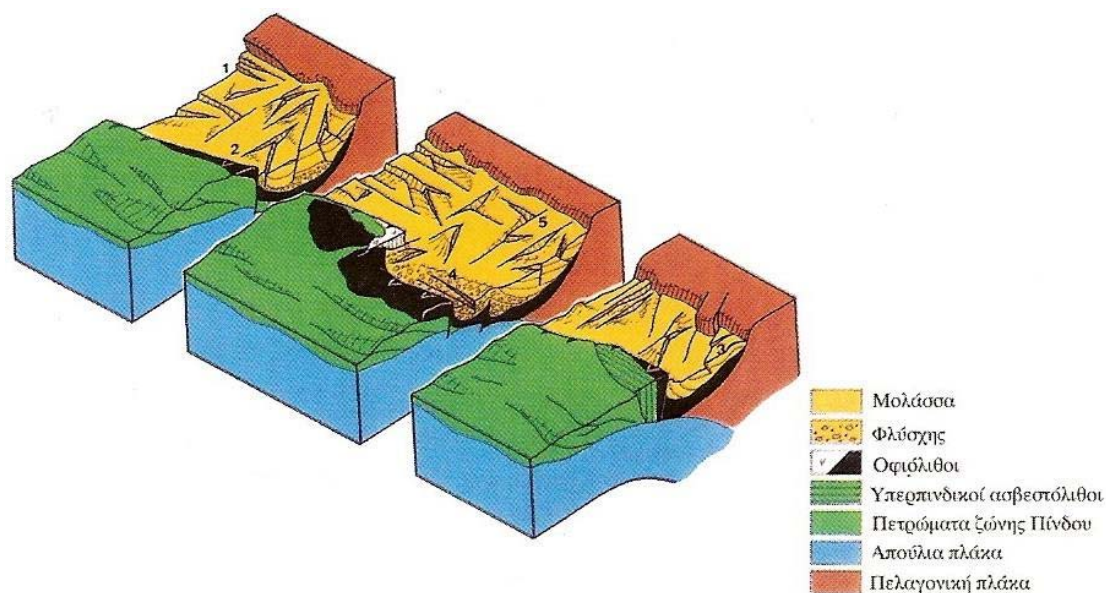
Στο σχήμα 2.4.3.1 φαίνεται η σύγκρουση της Απουλίας μικροπλάκας με την Πελαγονική (κεντρική Ελλάδα). Η υποβύθιση της Απουλίας γίνεται κατά τη διάρκεια της επώθησης των οφιολίθων στο Άνω Ηώκαινο και της συνεχούς εσωτερικής παραμόρφωσής της από κύμα επωθήσεων και πτυχώσεων που προελαύνει προς τα νοτιοδυτικά. Λόγω του ότι η Πελαγονική μικροπλάκα ήταν πιο ενεργή, παρουσιάζεται μία υποβύθιση στο Κάτω - Μέσο Ολιγόκαινο προς τα δυτικά.



Σχ. 2.4.3.1 Εξελικτικό μοντέλο που δείχνει την ανάπτυξη επωθήσεων και πάχυνση του φλοιού του ανατολικού περιθωρίου της Απουλίας στη Κεντρική Ελλάδα (από Doutsos et al. 1994)

Στα πλαίσια αυτού του επαμφοτερισμού προκαλείται ισχυρή ανύψωση του περιθωρίου της Απουλίας και προσφέρει υλικά στη μολασσική λεκάνη που αναπτύχθηκε ανατολικά, την Μεσοελληνική αύλακα. Επιπλέον, ως συνέπεια της καταβύθισης της Πελαγονικής, σχηματίστηκαν τρεις επωθήσεις κατά μήκος των οποίων έγιναν κινήσεις προς την οπισθοχώρα. Τέλος, κατά τη διάρκεια του Μειοκαίνου η περιοχή ραφής του ομογενούς τροποποιήθηκε από κανονικά ρήγματα.

Τα περιθώρια όμως των μικροπλάκων που συγκρούστηκαν ήταν ακανόνιστα, προκαλώντας έτσι κατά μήκος της Μεσοελληνικής αύλακας διαφορετικό στυλ εσωτερικής παραμόρφωσης (σχήμα 2.4.3.2). Στο βόρειο και νότιο άκρο της αύλακας δυο μικρές προεκβολές προκάλεσαν διαφυγή του υλικού προς το κέντρο της αύλακας έως το Μέσο-Μειόκαινο. Κατά τη διάρκεια της διαγωνίου συμπίεσης που δημιουργήθηκε σχηματίστηκαν οριζόντια ρήγματα. Αντίθετα, στο κέντρο της αύλακας, όπου οι δύο μικροπλάκες σχημάτιζαν ένα κολπίσκο, προκλήθηκε κατάρρευση του ομογενούς ενώ η σύγκλιση συνεχίζονταν. Στα πλαίσια αυτής της διεργασίας και κατά την διάρκεια διαγωνίου εφελκυσμού σχηματίζονται πλαγιοκανονικά και κανονικά ρήγματα.



Σχ. 2.4.3.2 Σχηματικό μπλοκ διάγραμμα της Μεσοελληνικής αύλακας που δείχνει την τεκτονική διαφυγή κατά τη διάρκεια της σύγκρουσης της Απουλίας με την Πελαγονική μικροπλάκα (από Doutsos et al. 1994)

3. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ

3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο τμήμα της Εγνατίας Οδού Κοζάνης – Γρεβενών, πριν τη σήραγγα, κοντά στο χωριό Ταξιάρχη (υψόμετρο 650m, N 40°10.604' , E 21°30.871') . Όπως έχει προαναφερθεί, μετά τη σήραγγα εμφανίζεται μία παραμορφωμένη ακολουθία οφιολιθικού υλικού, ενώ προς την αντίθετη κατεύθυνση φαίνεται η δυτική πλευρά του οφιολιθικού συμπλέγματος του Βούρινου.



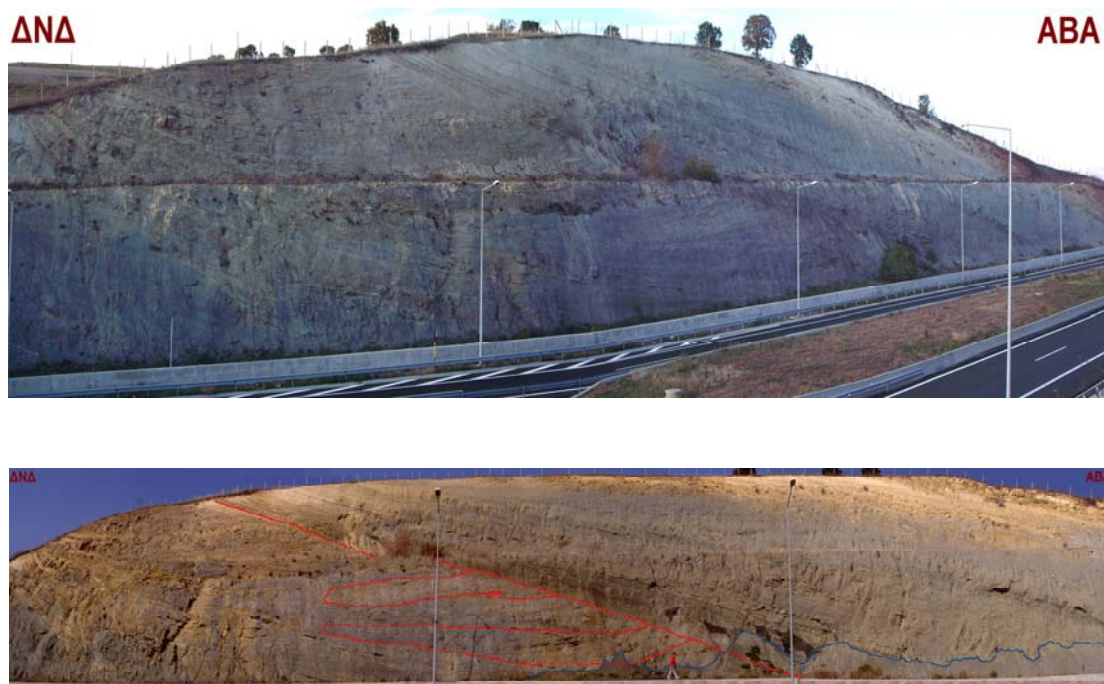
Σχ. 3.1.1 Στο βάθος διακρίνεται η “άγρια” πλευρά του όρους Βούρινου, το χωριό Ταξιάρχης και ένα πολύ μικρό τμήμα του δρόμου της Εγνατίας Οδού, έτσι όπως φαίνονται από το υψηλότερο σημείο του ορύγματος.

Η μελετώμενη περιοχή είναι ένα όρυγμα που αποτελείται από ιζήματα της Μεσοελληνικής αύλακας, πιο συγκεκριμένα της σειράς Τσοτυλίου, με ΒΑ κλίση. Το μέγιστο ύψος του είναι περίπου 20m και το μήκος του 350m. Στα 10m περίπου από τη βάση του ορύγματος υπάρχει ένας αναβαθμός σχεδόν 4m για την καλύτερη ευστάθεια και την αποφυγή εισχώρησης ιζημάτων στον δρόμο από κατολισθήσεις.

Αν και τα τεχνικογεωλογικά προβλήματα στους μολασσικούς σχηματισμούς, όπως σημειώνονται στη γεωλογική μελέτη της «Εγνατίας Οδού Α.Ε.», είναι επιγραμματικά:

- ο Έντονη και βαθειά διάβρωση κυρίως στους χαλαρούς και μικρής συνοχής λιθολογικούς τύπους
- ο Υποσκαφές και κίνδυνοι καταπτώσεων
- ο Αστάθεια πρανών με πιθανή εκδήλωση ρωών εδάφους, θραύσεων και ολισθήσεων, ιδιαίτερα στον αποσαθρωμένο μανδύα

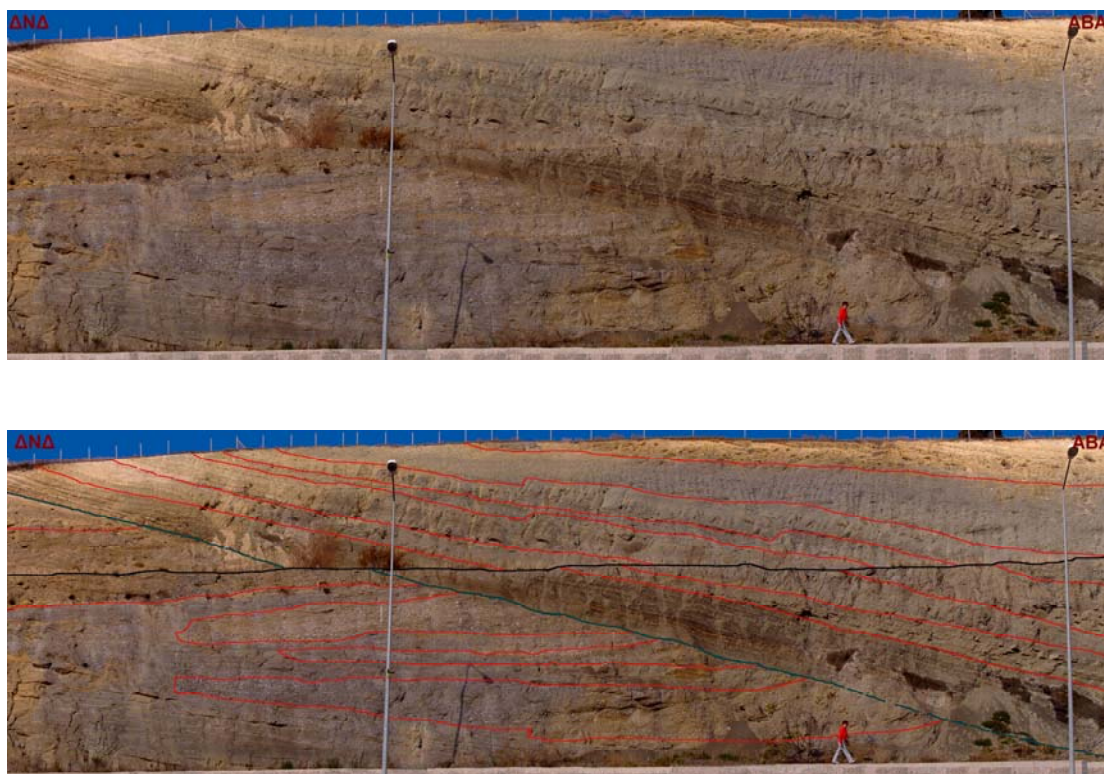
ο Κίνδυνοι διαφορικών καθιζήσεων λόγω της συχνής κυκλικής εναλλαγής διαφορετικής αντοχής και συμπεριφοράς λιθολογικών φάσεων, στο συγκεκριμένο όρυγμα δεν έχουν σημειωθεί προβλήματα, εκτός από κάποιες μικρές συσσωρεύσεις υλικού στη βάση του ορύγματος από την αποσάθρωση των πιο χαλαρών σχηματισμών.



Σχ. 3.1.2 Πανοραμικές φωτογραφίες του ορύγματος. Φαίνεται η κλίση των στρωμάτων (BA), καθώς και η γωνιώδης ασυμφωνία που “χωρίζει” το όρυγμα σε δύο τμήματα (**κόκκινη** γραμμή στην κάτω φωτογραφία). Αριστερά της ασυμφωνίας, τα στρώματα στην αρχή είναι σχεδόν οριζόντια ή ελαφρώς βυθισμένα προς δύση, ενώ πιο δυτικά εμφανίζονται με μεγαλύτερες κλίσεις και βύθιση προς ανατολή. Δεξιά της ασυμφωνίας, τα στρώματα έχουν μεγαλύτερη κλίση και βυθίζονται προς ανατολή. Επίσης, η **γαλάζια** γραμμή περικλείει το υλικό της αποσάθρωσης πιο χαλαρών σχηματισμών των ανώτερων στρωμάτων.

3.2 ΝΕΑ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Για την λεπτομερέστερη περιγραφή των σχηματισμών και διαχωρισμό των στρωμάτων, θα ακολουθήσουν κάποιες εικόνες-σχήματα μέσω των οποίων θα διεξάγονται και τα αντίστοιχα συμπεράσματα.

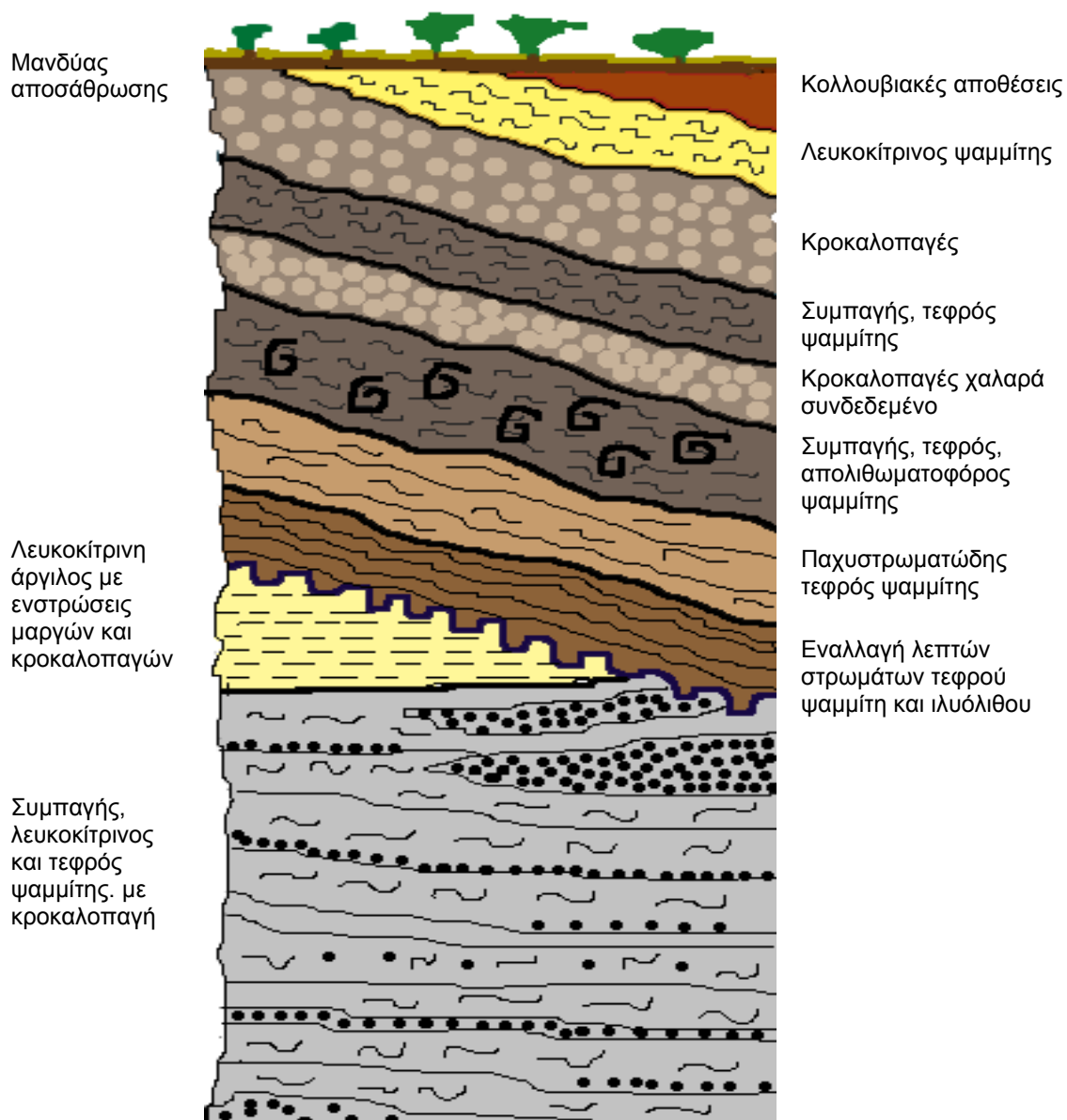


Σχ. 3.2.1 Τμήμα του ορύγματος όπου φαίνονται όλα σχεδόν τα στρώματα. Η **μαύρη** γραμμή δηλώνει το σημείο στο οποίο υπάρχει η αναβαθμίδα, η **πράσινη** την ασυμφωνία και οι **κόκκινες** τον διαχωρισμό σε επιμέρους στρώματα.

Τα μολασσικά ιζήματα, από τα οποία αποτελείται το όρυγμα, συνίστανται από εναλλαγές κροκαλοπαγών και ψαμμιτών με ενστρώσεις ιλυολίθων και μαργών, ενώ επιφανειακά συναντάται μικρού πάχους μανδύας αποσάθρωσης των υποκείμενων σχηματισμών, αποτελούμενος από αργιλοαμμώδη υλικά.

Όπως φαίνεται και στο σχήμα 3.2.1. ξεκινώντας από αριστερά προς δεξιά, η κλίση των στρωμάτων αρχικά είναι σχετικά μεγάλη (30°). Στη συνέχεια ελαττώνεται σταδιακά και καθώς πλησιάζουμε στην ασυμφωνία τα στρώματα εμφανίζονται με όλο και μικρότερη κλίση (05°), ενώ σε μερικά από αυτά μηδενίζεται (οριζόντια, 00°). Μετά την ασυμφωνία η κλίση των σχηματισμών κυμαίνεται από 20° έως και 35° , η οποία βαθμιαία ελαττώνεται και φτάνει τις 10° .

Στη συνοπτική στρωματογραφική στήλη που ακολουθεί (σχήμα 3.2.2), φαίνονται όλα τα στρώματα του ορύγματος και οι κλίσεις τους.

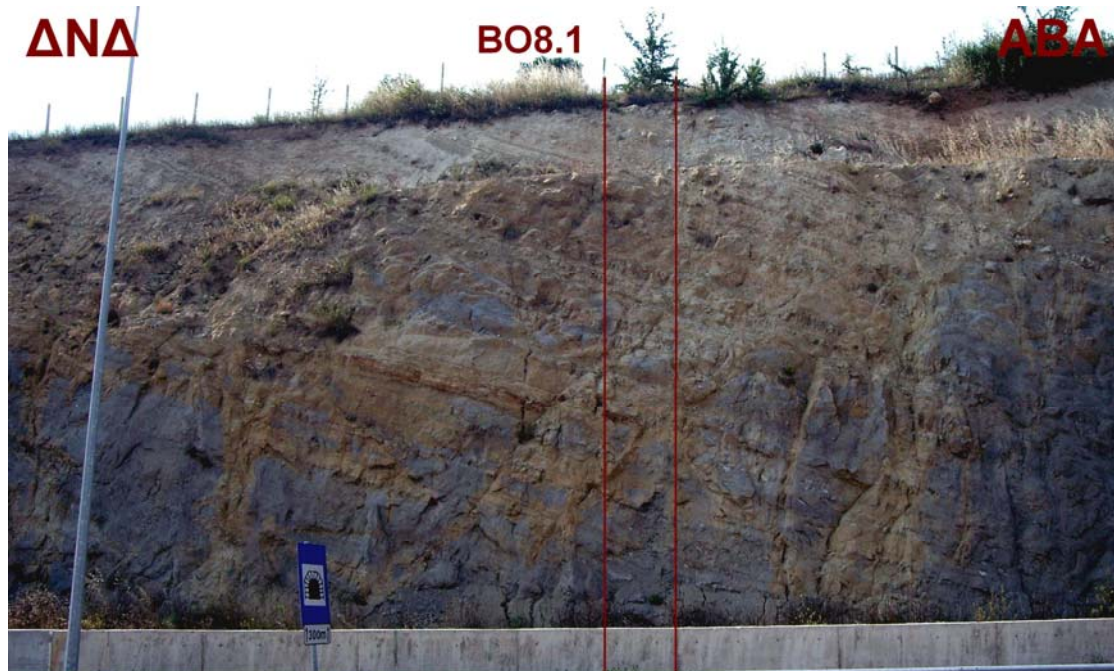


Σχ. 3.2.2 Συνοπτική στρωματογραφική στήλη της περιοχής μελέτης. Η ηλικία των μολασσικών ιζημάτων είναι Κάτω-Μέσο Μειόκαινο, με τα παλαιότερα να βρίσκονται στη βάση της στρωματογραφικής στήλης, ενώ οι κολλουβιακές αποθέσεις είναι Πλειο-Πλειστοκαινικής ηλικίας.

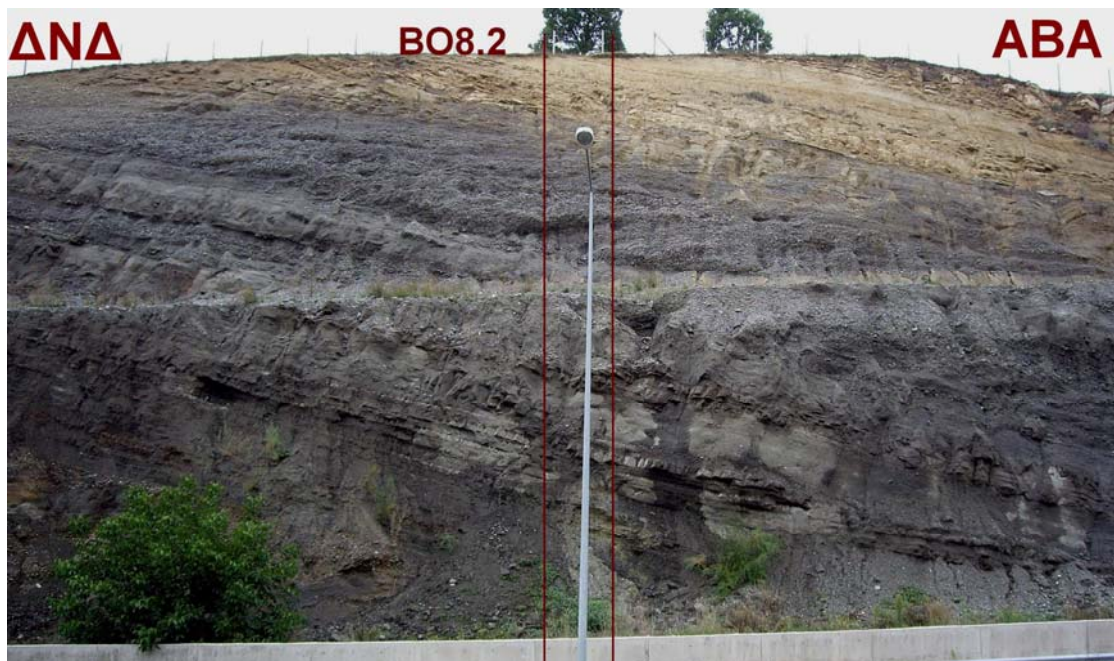
Στην παραπάνω στρωματογραφική στήλη, ξεκινώντας από πάνω προς τα κάτω, συναντώνται με τη σειρά οι ακόλουθοι σχηματισμοί:

- ο Μανδύας αποσάθρωσης (πάχος ~ 0,2m)
- ο Κολλουβιακές αποθέσεις ερυθρού χρώματος (το πάχος τους δεν είναι σταθερό. Ξεκινά από ~0,1 και φτάνει μέχρι ~1,5m όπου και δημιουργείται ένα ρηχό σύγκλινο).
- ο Λευκοκίτρινος ψαμμίτης. Στις ανώτερες ενστρώσεις εμφανίζεται παχυστρωματώδης, στη συνέχεια λεπτόκοκκος και καταλήγει σε λεπτές στρώσεις (πάχος από ~ 0,4 - 3,0 m).
- ο Κροκαλοπαγές. Οι κροκάλες είναι κυρίως ψαμμιτικές και καλά συνδεδεμένες (πάχος από ~ 1,0 - 3,0 m)
- ο Συμπαγής, τεφρός ψαμμίτης. Είναι ασθενώς αποσαθρωμένος (πάχος από ~ 0,5 - 1,5 m)
- ο Κροκαλοπαγές χαλαρά συνδεδεμένο με αργιλοαμμώδες ψαμμιτικό υλικό (πάχος από ~ 0,3 - 1,0 m).
- ο Συμπαγής, τεφρός, λεπτόκοκκος ψαμμίτης. Φέρει απολιθώματα, λεπτές ενστρώσεις ιλυόλιθου και κροκαλών (πάχος από ~ 1,5 - 2,0 m).
- ο Παχυστρωματώδης τεφρός ψαμμίτης (πάχος από ~ 1,0 - 1,5 m)
- ο Εναλλαγή λεπτών στρωμάτων τεφρού ψαμμίτη και ιλυόλιθου. Το κάτω όριο του στρώματος αυτού είναι η ασυμφωνία (πάχος από ~ 1,5 - 2,0 m).
- ο Λευκοκίτρινη άργιλος με ενστρώσεις μαργών και κροκαλοπαγών (μέγιστο πάχος ~8m)
- ο Συμπαγής ψαμμίτης. Λευκοκίτρινος και τεφρός. Φέρει ενστρώσεις κροκαλοπαγών, διάσπαρτες κροκάλες καθώς και με τη μορφή φακών που κόβονται από την ασυνέχεια (πάχος ~10m)

Στις εικόνες που ακολουθούν σημειώνονται οι προσεγγιστικές θέσεις των γεωτρήσεων στο όρυγμα, όπως φαίνεται σήμερα.



Σχ. 3.2.3 Κατά προσέγγιση θέση της γεώτρησης BO8.1 (περιοχή μεταξύ των **κόκκινων** γραμμών). Η αναλυτική περιγραφή της γεώτρησης παρουσιάζεται στο παράρτημα.



Σχ. 3.2.4 Κατά προσέγγιση θέση της γεώτρησης BO8.2. Η αναλυτική περιγραφή της γεώτρησης παρουσιάζεται στο παράρτημα.

Μερικά από τα απολιθώματα (κυρίως μαλάκια) που βρίσκονται στα απολιθωματοφόρα στρώματα είναι τα ακόλουθα:



Σχ. 3.2.5 Όστρακο μαλακίου



Σχ. 3.2.6 Όστρακο μαλακίου (Δίθυρο)



Σχ. 3.2.7 Απολιθώματα



Σχ. 3.2.8 Όστρακα μαλακίων (Γαστερόποδα)

Επίσης, υπάρχουν μικρές εμφανίσεις ανθρακίτη, οι οποίες συναντώνται κυρίως στα απλιθωματοφόρα στρώματα και προσδιορίζουν λιμναίο περιβάλλον.



Σχ. 3.2.9 Εμφάνιση ανθρακίτη



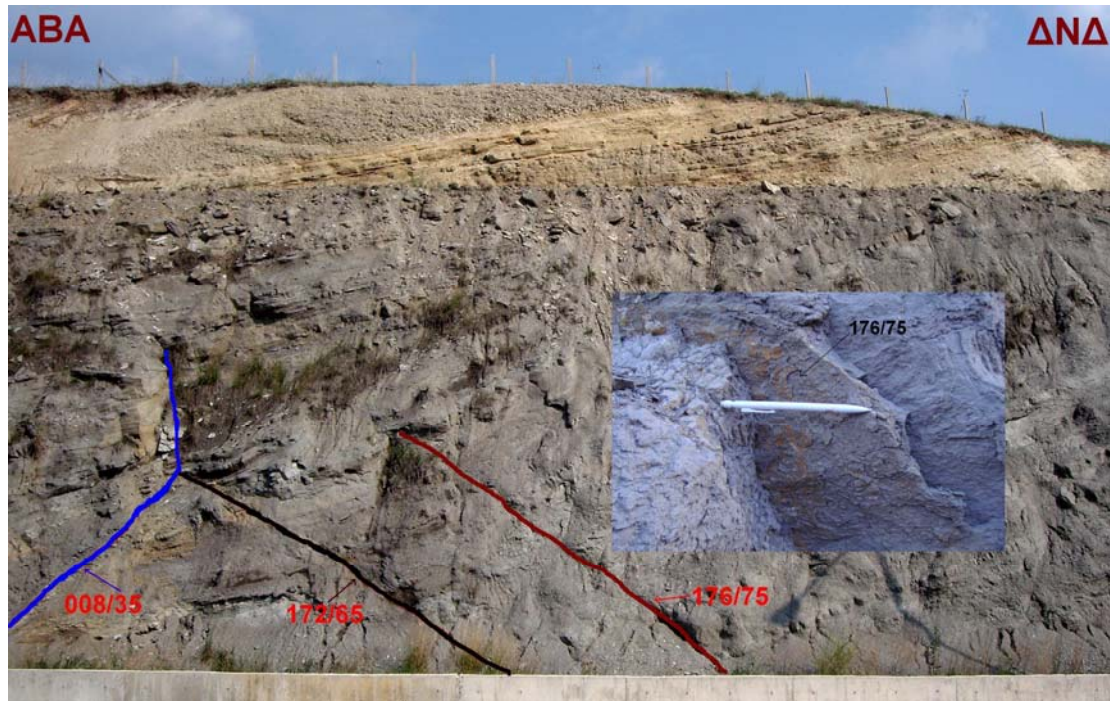
Σχ. 3.2.10 Εμφάνιση ανθρακίτη και απολιθώματα

Εμφανής είναι και η διασταυρωτή στρώση. Γενικότερα οι διασταυρωτές στρώσεις σχηματίζουν μια γωνία με τα υποκείμενα στρώματα, δηλώνοντας απόκλιση από την οριζοντιότητα ως αποτέλεσμα απόθεσης ενός κινούμενου ρεύματος νερού ή αέρα. Είναι δομές που συναντώνται πολύ συχνά στον πυθμένα πολλών χειμάρρων και στις θίνες της ερήμου. Τα ρεύματα μεταφέρουν υλικά, που τα αποθέτουν κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να σχηματιστεί μια κεκλιμένη επιφάνεια ως προς το σημείο τροφοδοσίας. Μια μεταβολή στη μεταφορική ικανότητα του ρεύματος ή στη σύσταση του υλικού που προσκομίζεται δημιουργεί μία νέα σειρά διασταυρούμενων στρωμάτων. Η διεύθυνση κλίσεως των δομών αυτών είναι παράλληλη προς την διεύθυνση και φορά ροής του ρεύματος που αποθέτει τα ιζήματα αυτά. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η διασταυρωτή στρώση οφείλεται σε ρεύμα νερού ΝΔ διεύθυνσης.

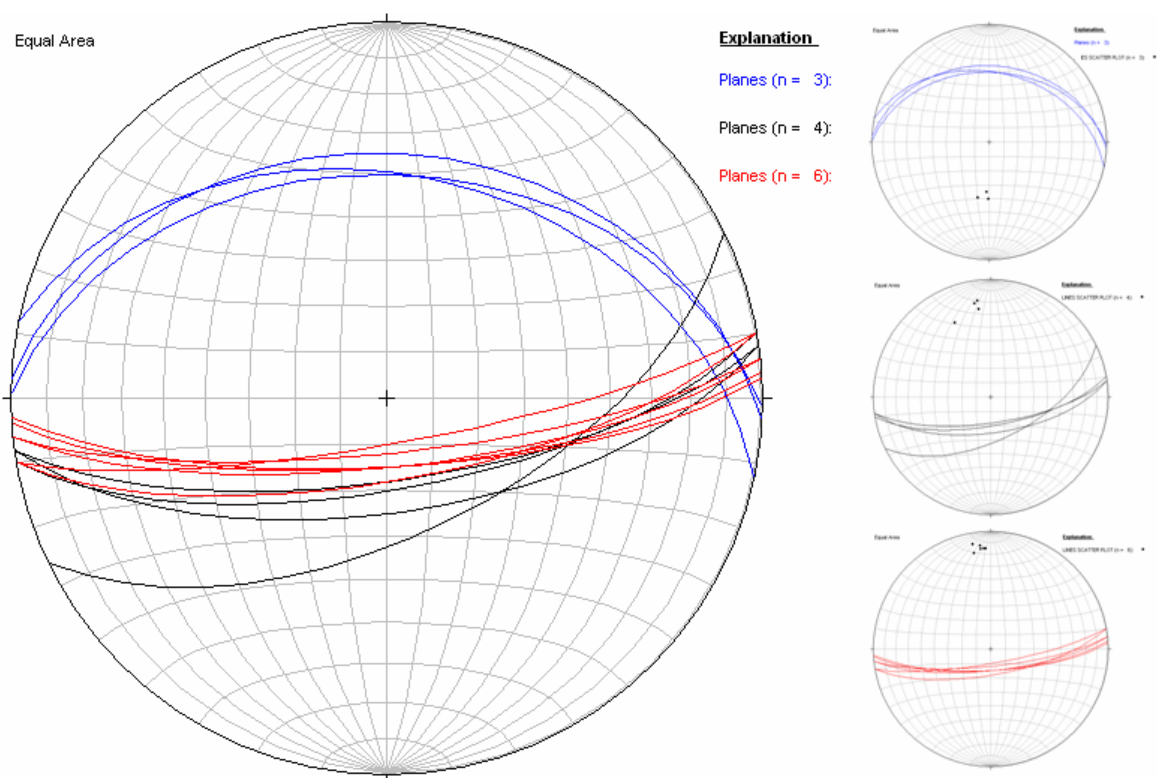


Σχ. 3.2.2 Διασταυρωτή στρώση που σχηματίστηκε από τη δράση ρεύματος νερού ΝΔ διεύθυνσης.

3.3 ΝΕΑ ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ



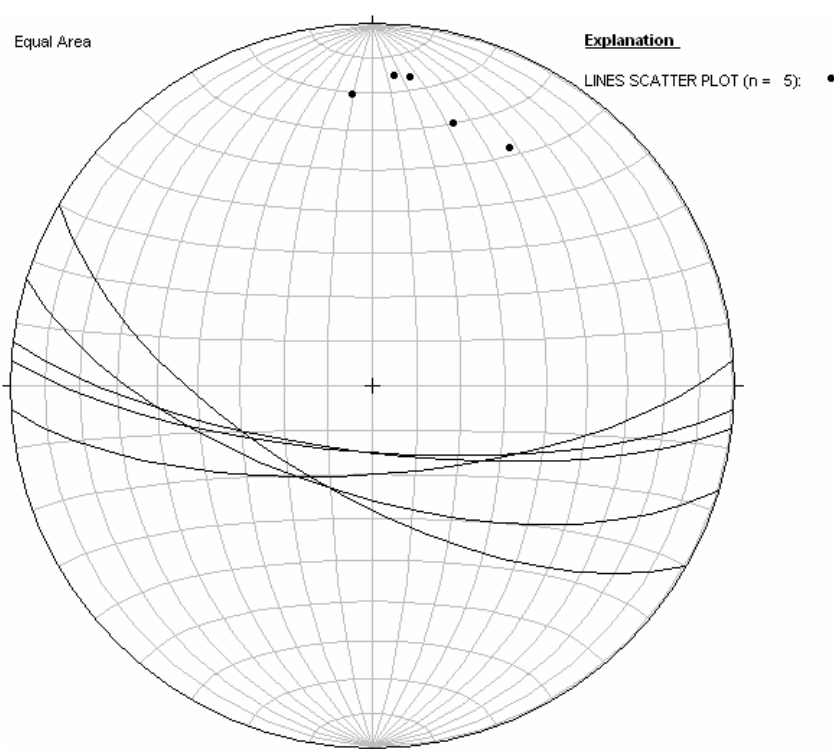
Σχ. 3.3.1 Διακλάσεις της ΑΒΑ-ΔΝΔ τομής.



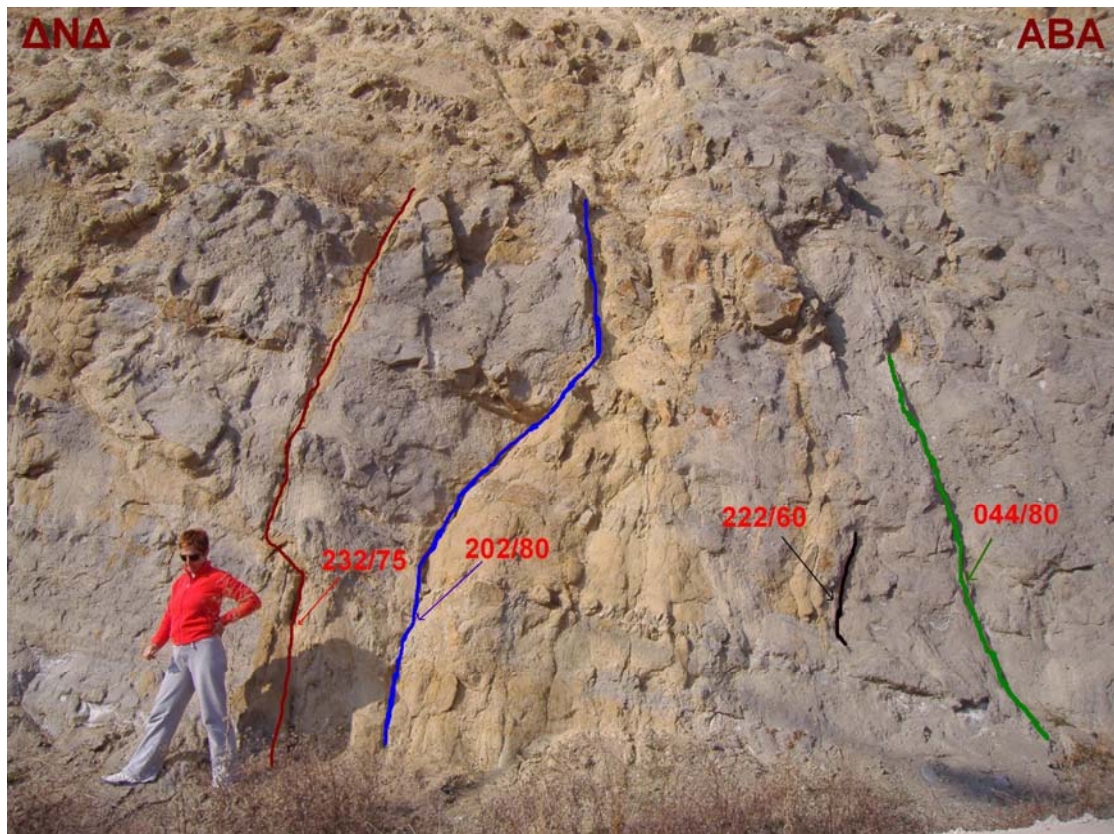
Σχ. 3.3.2 Στερεογραφική προβολή διακλάσεων του σχ. 3.3.1.



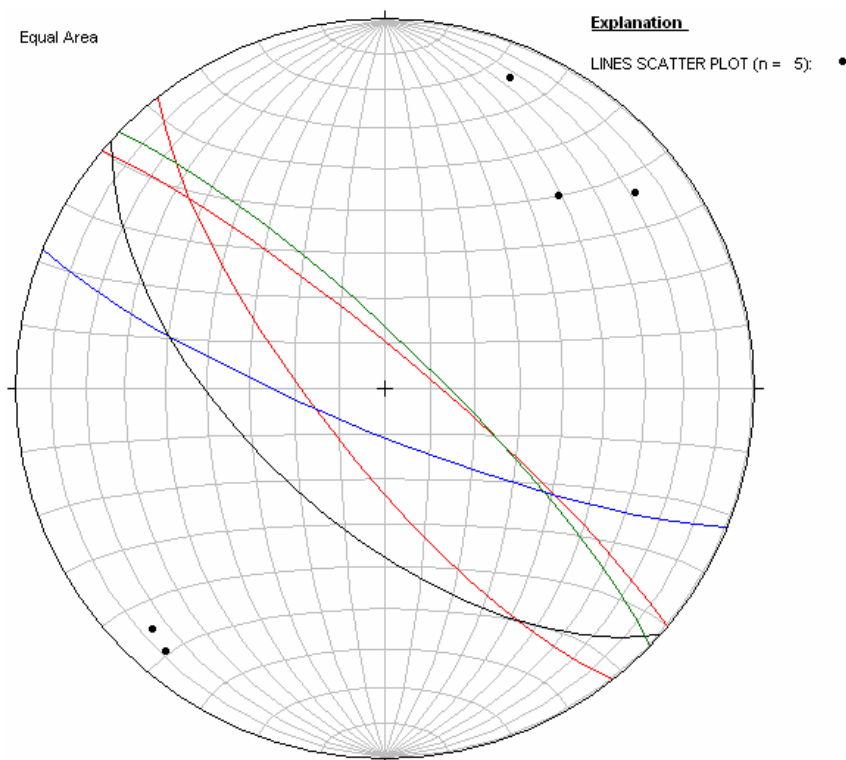
Σχ. 3.3.3 Διακλάσεις της ΑΒΑ-ΔΝΔ τομής, με Μ.Ο. μετρήσεων ~195/70.



Σχ. 3.3.4 Στερεογραφική προβολή διακλάσεων του σχ. 3.3.3.

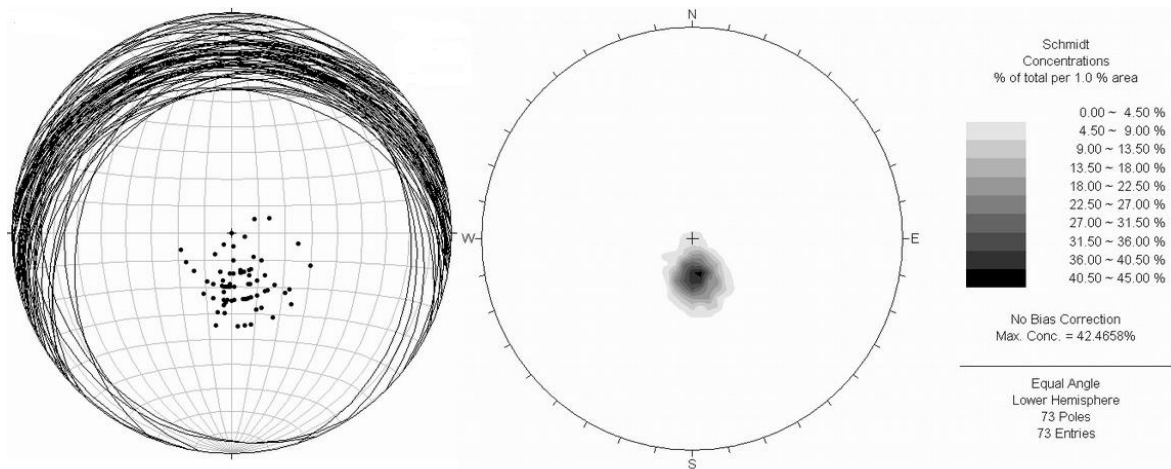


Σχ. 3.3.5 Διακλάσεις της ΔΝΔ-ΑΒΑ τομής.

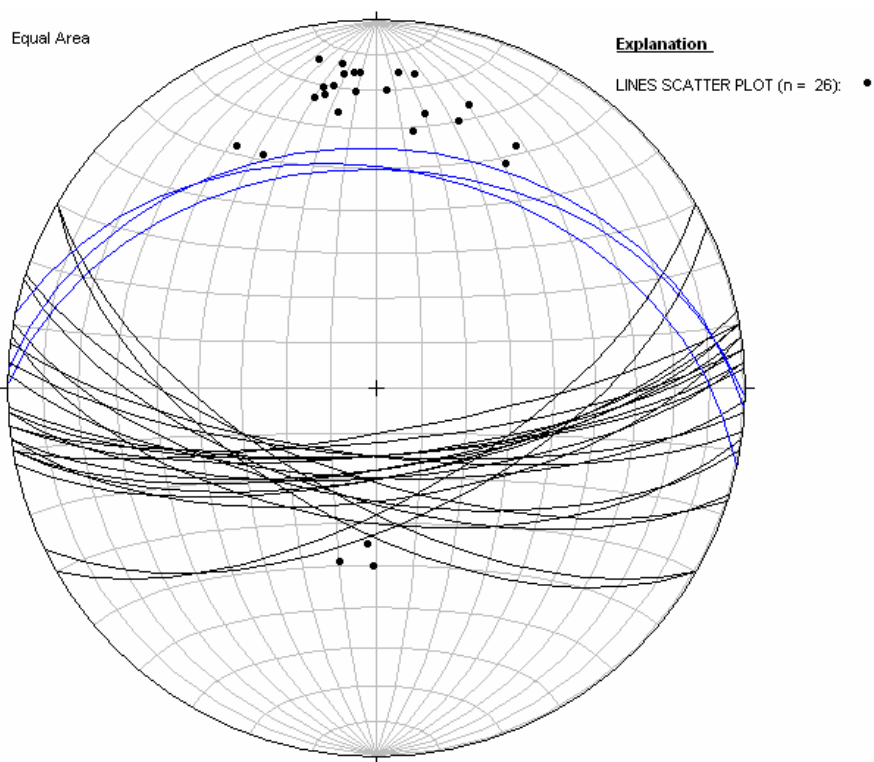


Σχ. 3.3.6 Στερεογραφική προβολή διακλάσεων του σχ. 3.3.5.

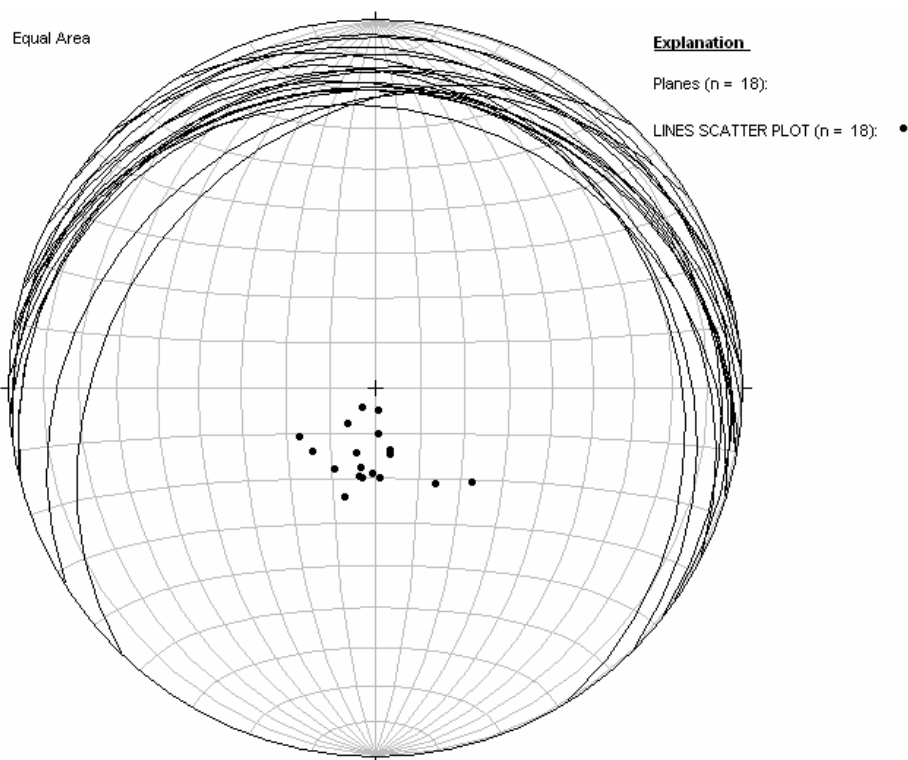
3.4 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ



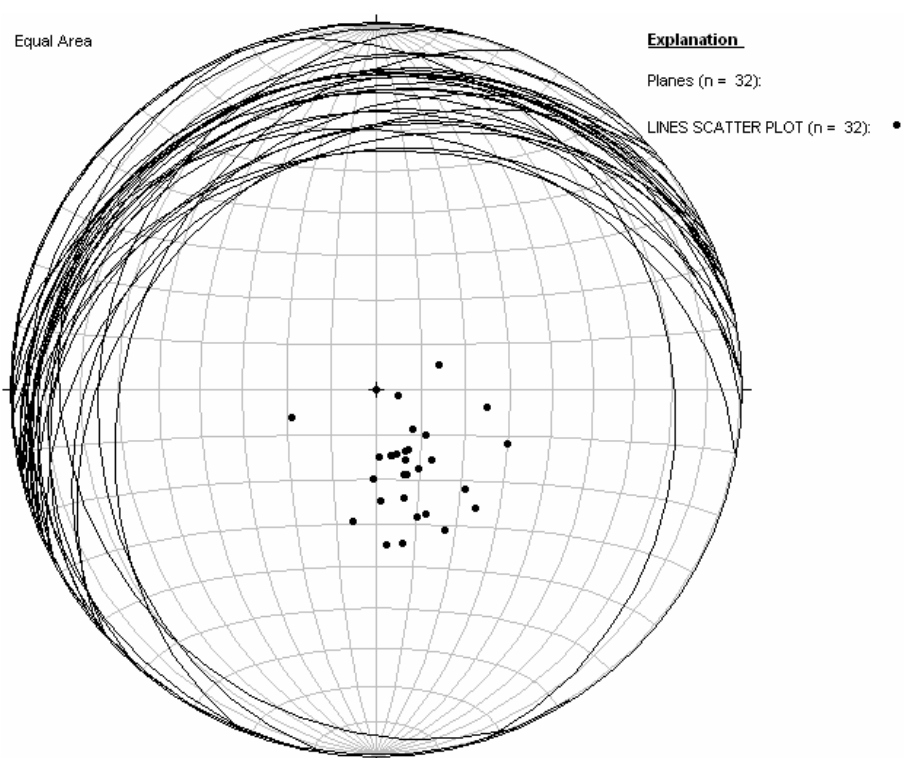
Σχ. 3.4.1 Στερεογραφική προβολή μετρήσεων όλων των επιφανειών στρώσεων της ΑΒΑ-ΔΝΔ τομής και της πυκνότητας των αντίστοιχων πόλων τους.



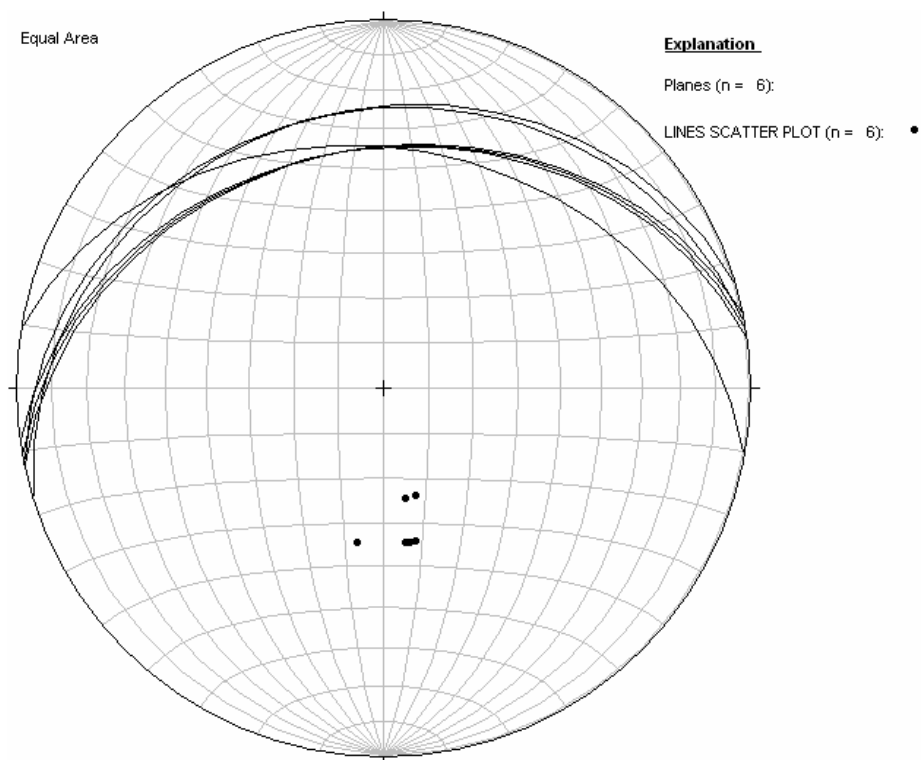
Σχ.3.4.2 Στερεογραφική προβολή μετρήσεων όλων των διακλάσεων της ΑΒΑ-ΔΝΔ τομής.



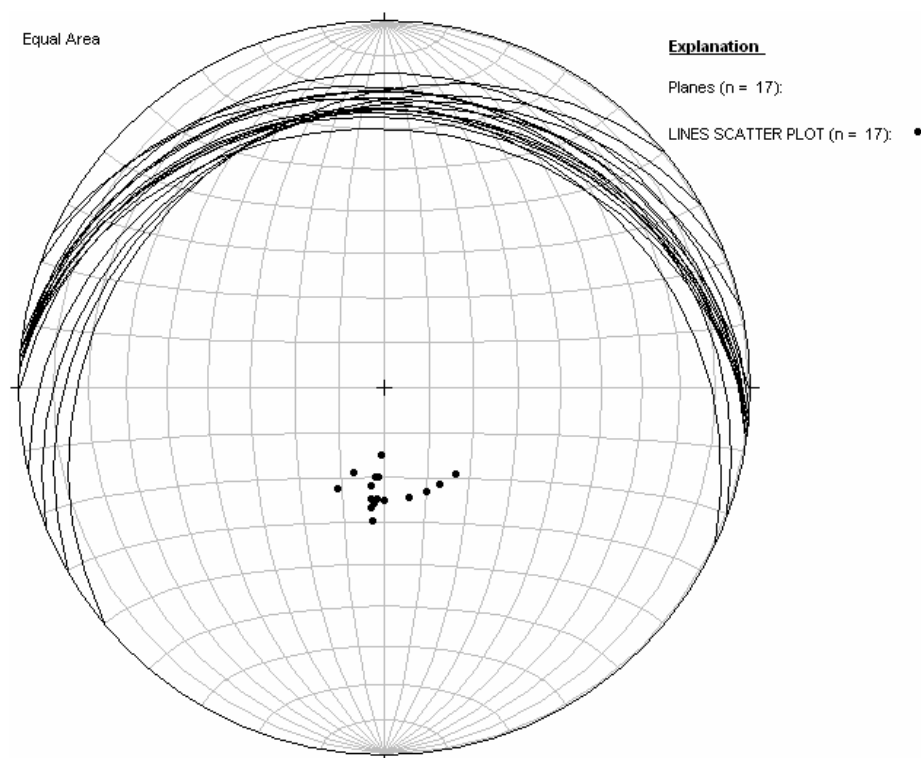
Σχ. 3.4.3 Στερεογραφική προβολή μετρήσεων των επιφανειών στρώσεων στην περιοχή 1 της ABA-ΔΝΔ τομής.



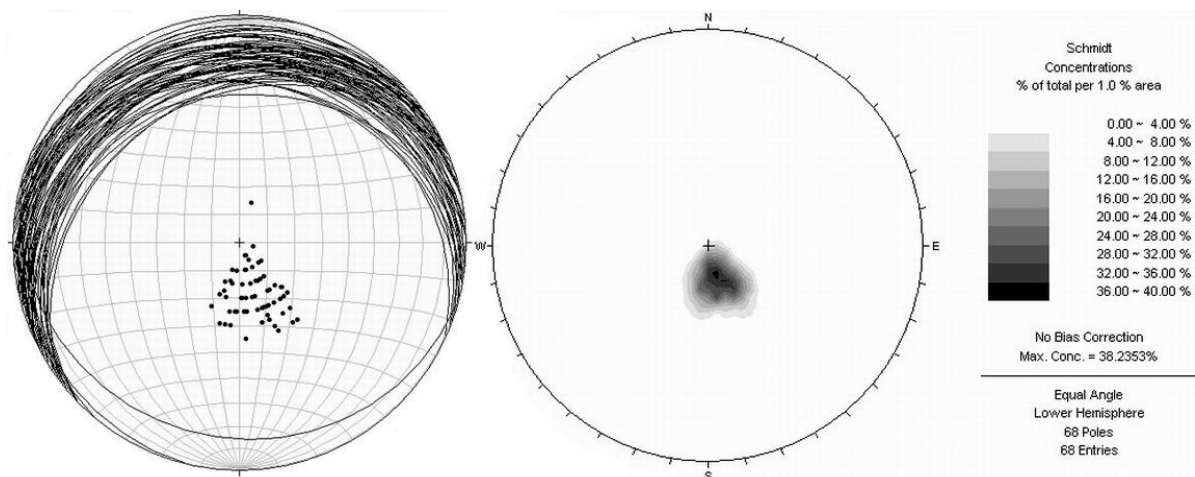
Σχ. 3.4.4 Στερεογραφική προβολή μετρήσεων των επιφανειών στρώσεων στην περιοχή 2 της ABA-ΔΝΔ τομής.



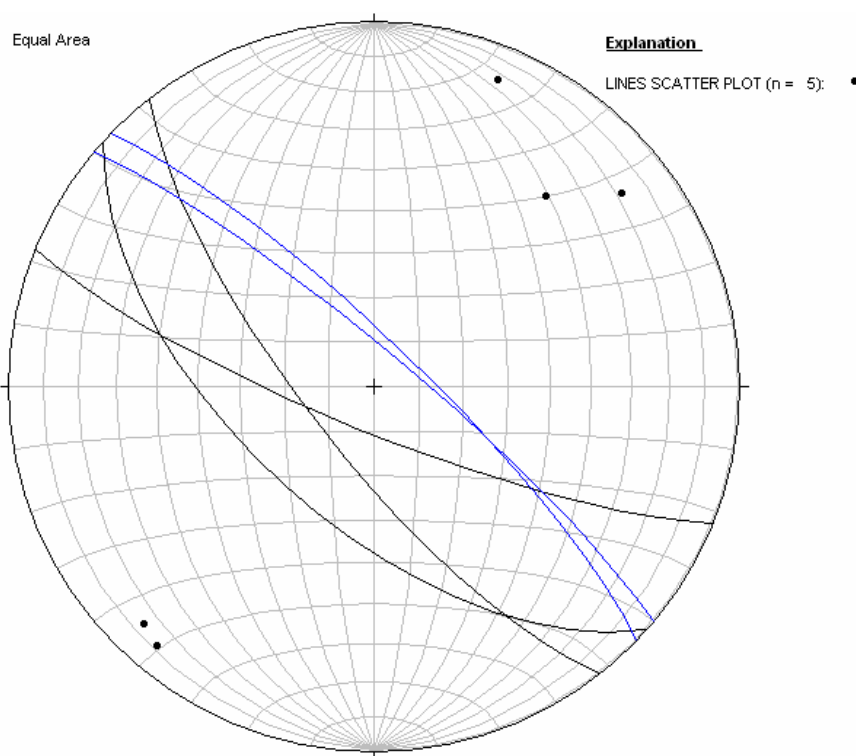
Σχ. 3.4.5 Στερεογραφική προβολή μετρήσεων των επιφανειών στρώσεων στην περιοχή 3 της ABA-ΔΝΔ τομής.



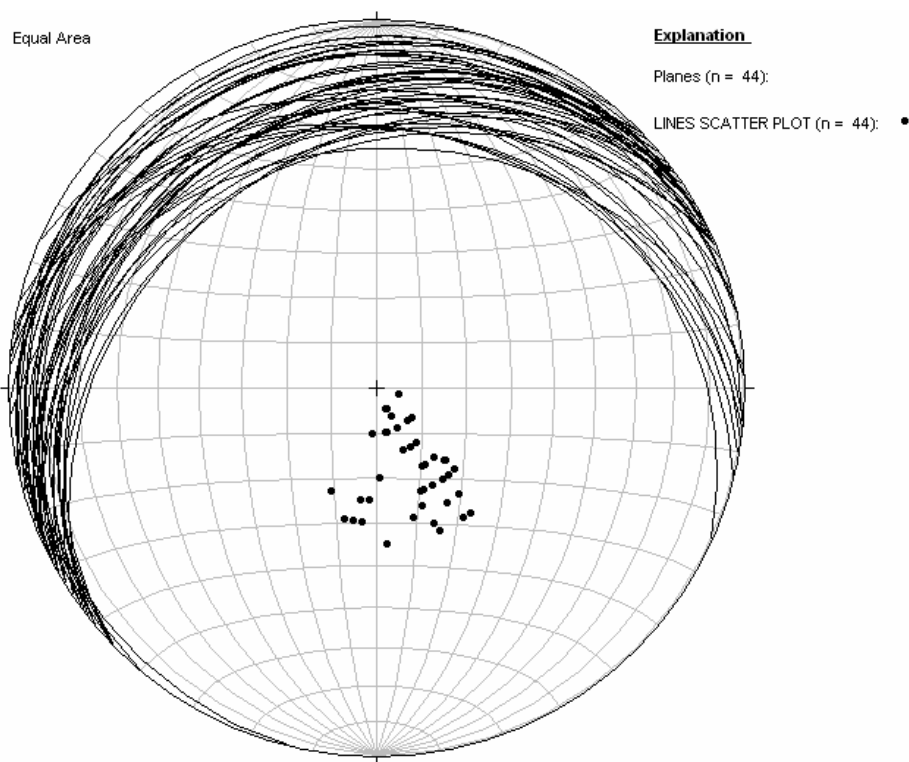
Σχ. 3.4.6 Στερεογραφική προβολή μετρήσεων των επιφανειών στρώσεων στην περιοχή 4 της ABA-ΔΝΔ τομής.



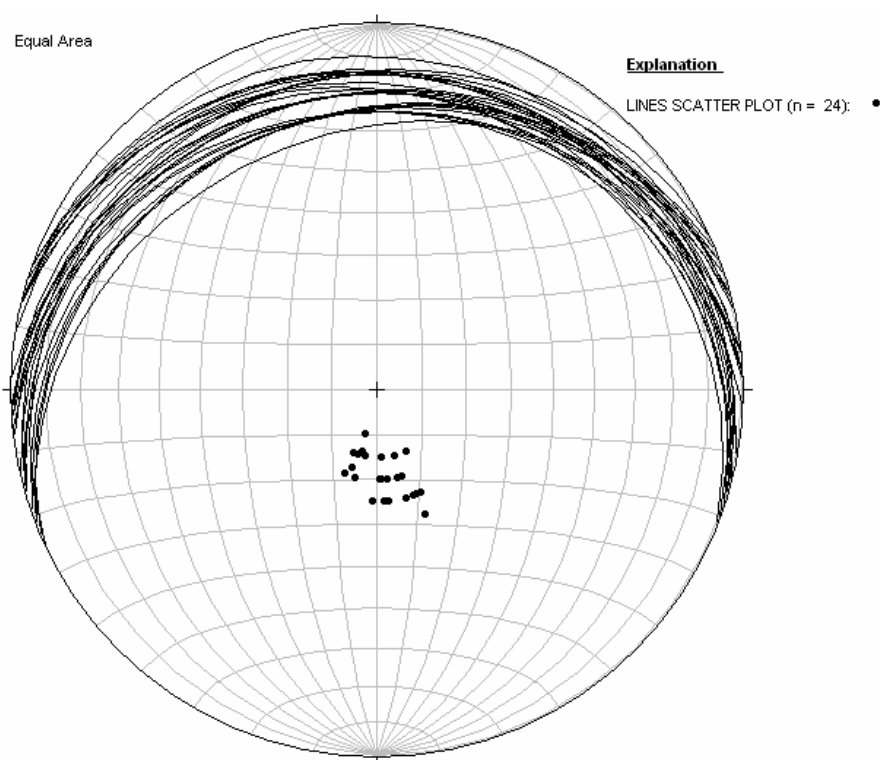
Σχ. 3.4.7 Στερεογραφική προβολή μετρήσεων όλων των επιφανειών στρώσεων της ΔNΔ-ABA τομής και της πυκνότητας των αντίστοιχων πόλων τους.



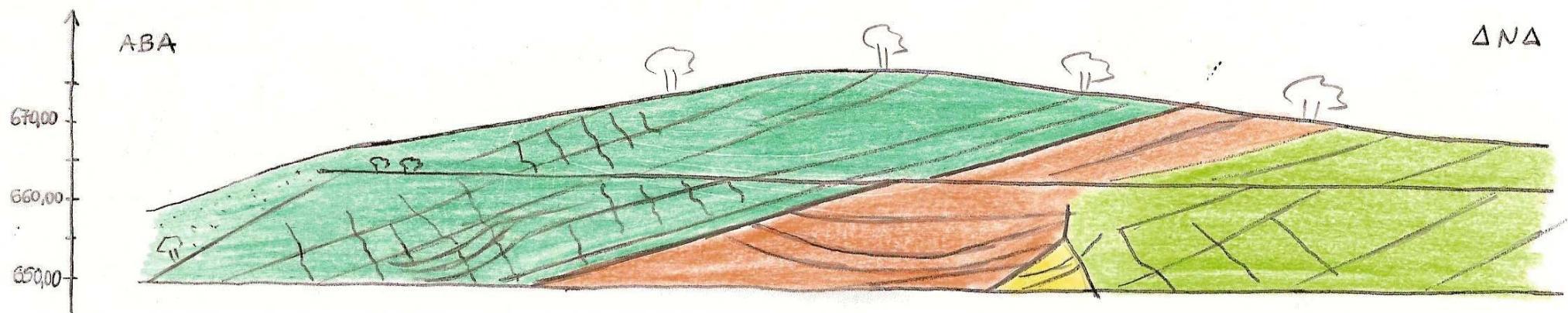
Σχ.3.4.8 Στερεογραφική προβολή μετρήσεων όλων των διακλάσεων της ΔNΔ-ABA τομής.



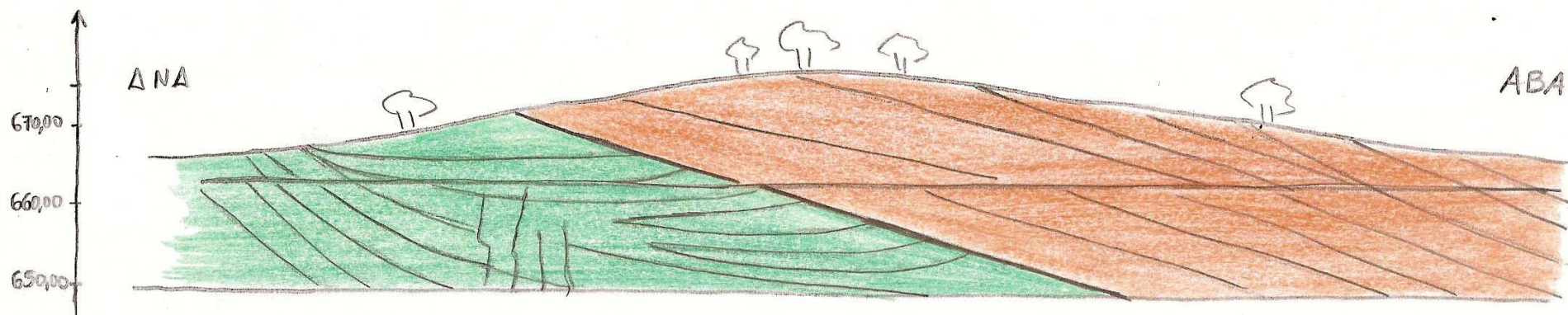
Σχ. 3.4.9 Στερεογραφική προβολή μετρήσεων των επιφανειών στρώσεων στην περιοχή 1 της ΔΝΔ-ΑΒΑ τομής.



Σχ. 3.4.10 Στερεογραφική προβολή μετρήσεων των επιφανειών στρώσεων στην περιοχή 2 της ΔΝΔ-ΑΒΑ τομής.



Σχ. 3.4.11 ABA-ΔΝΔ τομή στην οποία προσδιορίζονται οι «περιοχές» των μετρήσεων που προβάλλονται στα στερεογραφικά διαγράμματα. Το τμήμα με το **πράσινο σκούρο** χρώμα είναι η περιοχή 1, με το **καφέ** η περιοχή 2, με το **κίτρινο** η περιοχή 3 και με το **πράσινο ανοιχτό** η περιοχή 4.



Σχ. 3.4.12 ΔΝΔ-ΑΒΑ τομή στην οποία προσδιορίζονται οι «περιοχές» των μετρήσεων που προβάλλονται στα στερεογραφικά διαγράμματα. Το τμήμα με το **πράσινο** χρώμα είναι η περιοχή 1, ενώ με το **καφέ** η περιοχή 2.

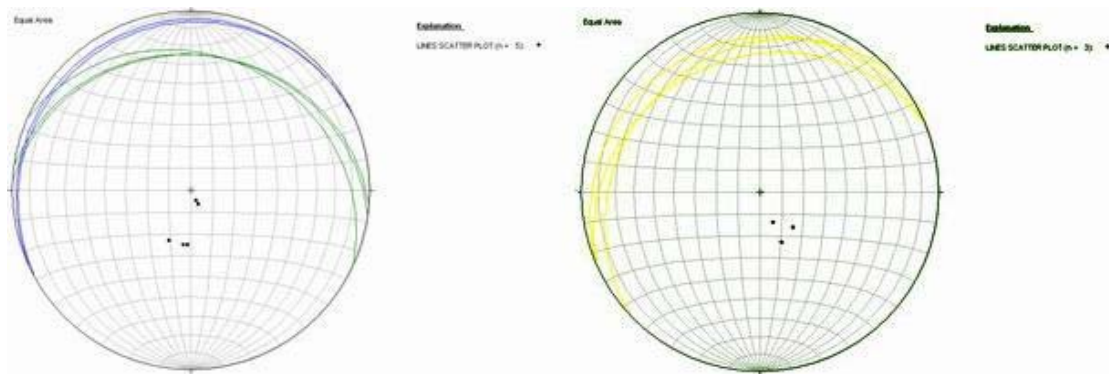
3.5 ΠΙΘΑΝΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΣΗΜΕΡΙΝΗΣ ΜΟΡΦΗΣ ΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Όπως έχει προαναφερθεί, η Μεσοελληνική αύλακα δημιουργήθηκε από τη συνεχή ρηγμάτωση-ταφρογένεση κατά το Κάτω Ολιγόκαινο, λόγω του εφελκυσμού ΑΒΑ-ΔΝΔ διεύθυνσης που επικρατούσε στον ευρύτερο χώρο. Βάση του γεγονότος αυτού, τα Ιζήματα Μεσοελληνικής αύλακας θα έπρεπε να είναι ελαφρώς βυθισμένα δυτικά. Επειδή όμως στο χρονικό διάστημα που μεσολάβησε (από το Ολιγόκαινο μέχρι σήμερα) σημειώθηκαν κι άλλα τεκτονικά γεγονότα, τα ιζήματα Μεσοελληνικής αύλακας παρουσιάζονται σήμερα με κλίσεις συνήθως προς ανατολή από την δράση της μετέπειτα αυτής τεκτονικής παραμόρφωσης.

Πιο συγκεκριμένα, στην περιοχή μελέτης παρατηρείται γενικά μια βορειοανατολική βύθιση των στρωμάτων. Η υπάρχουσα γωνιώδης ασυμφωνία, που εκτίθεται σε μήκος 350m ανατολικά της σήραγγας, διαχωρίζει τα στρώματα σε υποκείμενα και υπερκείμενα. Τα νεότερα υπερκείμενα στρώματα βυθίζονται με μέση κλίση 30° ΒΑ, ενώ τα υποκείμενα της ασυμφωνίας στρώματα χαρακτηρίζονται από μία «κάμψη». Παρατηρώντας από αριστερά προς δεξιά την κλίση των στρωμάτων αυτών, στην αρχή σημειώνονται κλίσεις μέχρι και 35° με βύθιση ΒΑ οι οποίες σταδιακά ελαττώνονται, (σχ. 3.5.1) και πλησιάζοντας προς την ασυμφωνία ο προσανατολισμός αλλάζει (βύθιση προς ΒΔ) και η κλίση τους φτάνει τις 25° (σχ. 3.5.2)



Σχ. 3.5.1 Τμήμα των υποκείμενων στρωμάτων, όπου αριστερά διακρίνονται αυτά με τις μεγαλύτερες κλίσεις και δεξιά η σημαντική ελάττωσή τους.



Σχ. 3.5.2. Στερεογραφική προβολή αντιπροσωπευτικών επιφανειών στρώσεων των υποκείμενων, όπου φαίνεται η σταδιακή μεταβολή των κλίσεων των στρωμάτων και του προσανατολισμού τους. Τα διαφορετικά χρώματα αντιστοιχούν στα σημεία των μετρήσεων που σημειώνονται στα σχ. 3.5.1 και 3.5.3.



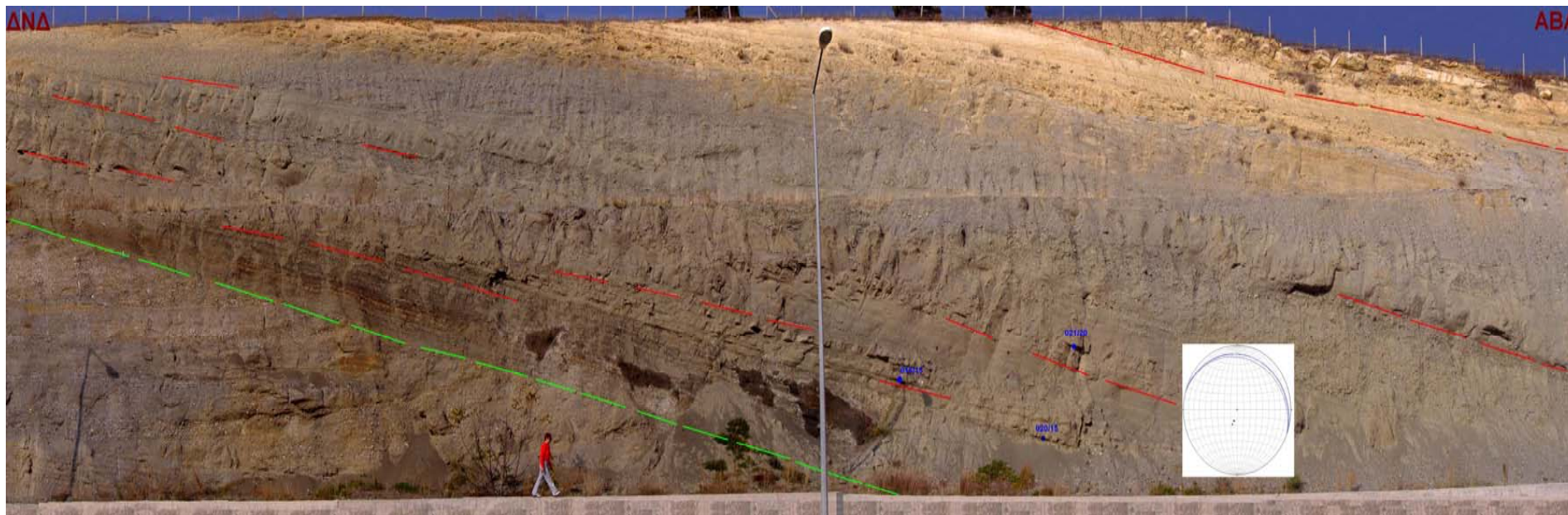
Σχ. 3.5.3. Τμήμα της τομής, όπου φαίνεται η βύθιση των υποκείμενων στρωμάτων (ΒΔ) και η κλίση τους (15° - 25°) κοντά στην ασυμφωνία και η βύθιση των υπερκείμενων προς ΒΑ (δεξιά της ασυμφωνίας).

Συνεπώς, τα χαμηλότερα στρώματα ήταν πρώτα βυθισμένα Δ-ΒΔ. Ακολούθησε μία μικρή παύση της ιζηματογένεσης, η οποία διαπιστώνεται από την ύπαρξη της ασυμφωνίας, και στη συνέχεια αφού αποτέθηκαν και τα υπερκείμενα μολασσικά ιζήματα “περιστράφηκαν” ταυτόχρονα και τα δύο στρώματα, λόγω κάποιου τεκτονικού γεγονότος. Πιο συγκεκριμένα, δυτικά της σήραγγας, όπως προαναφέρθηκε, εκτίθεται μία ρηξιγενής ζώνη από τη δράση του ρήγματος του Ταξιάρχη (σχ. 3.5.6). Άρα, πολύ πιθανό η περιστροφή των στρωμάτων να οφείλεται στην κίνηση του ρήγματος αυτού. Αποτέλεσμα των

γεγονότων αυτών είναι υποκείμενα και υπερκείμενα στρώματα να βυθίζονται σήμερα προς ΒΑ. Πάνω σε αυτά αποτέθηκαν νεότερα ιζήματα λατεριτικού χρώματος τα οποία σχηματίζουν ένα ρηχό σύγκλινο (σχ. 1.1.2).



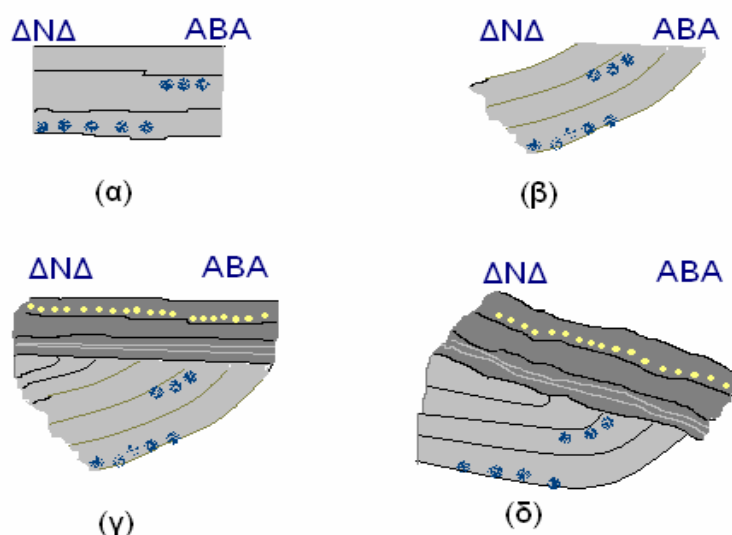
Σχ. 3.5.6. Πτυχωμένα οφιολιθικά πετρώματα στη ζώνη του ρήγματος Ταξιάρχη δυτικά της σήραγγας.



Σχ. 3.5.4. Τμήμα της τομής όπου με πράσινο σημειώνεται η ασυμφωνία, οι κόκκινες γραμμές δείχνουν την κλίση των στρωμάτων και με μπλε δηλώνονται τα σημεία κάποιων αντιπροσωπευτικών μετρήσεων με τις στερεογραφικές προβολές τους.

Τα γεγονότα που μεσολάβησαν από την απόθεση των πρώτων ιζημάτων της Μεσοελληνικής αύλακας (Ολιγόκαινο) μέχρι και το Πλειο-Πλειστόκαινο, όπου αποτέθηκαν τα Τεταρτογενή ιζήματα, για τη συγκεκριμένη τομή δεν είναι εξακριβωμένα. Για τον λόγο αυτό, η σημερινή μορφή των στρωμάτων δεν μπορεί να ερμηνευθεί με βεβαιότητα παρά μόνο με υποθέσεις.

Ένα ενδεχόμενο είναι η απόθεση των αρχικών ιζημάτων στην αύλακα να έγινε οριζόντια. Έτσι σχηματίστηκαν τα πρώτα στρώματα ηλικίας Κάτω Μειοκαίνου (σχ. 3.5.5. (α)). Στη συνέχεια περιστράφηκαν από τη δράση κάποιου τεκτονικού συμβάντος και τα στρώματα βυθίστηκαν προς ΒΔ (σχ. 3.5.5. (β)). Ακολούθησε μία μικρή παύση της ιζηματογένεσης και μετά η συνέχιση της απόθεσης των υπερκείμενων της ασυμφωνίας ιζημάτων μέχρι και το Μέσο Μειόκαινο (σχ. 3.5.5. (γ)). Τελευταίο στάδιο για την οριστικοποίηση της μορφής των στρωμάτων στην περίπτωση αυτή, αποτέλεσε η ταυτόχρονη περιστροφή υποκείμενων και υπερκείμενων στρωμάτων.



Σχ. 3.5.5. Σχηματική αναπαράσταση των διαφόρων συμβάντων από την αρχική απόθεση των ιζημάτων στο Κάτω Μειόκαινο μέχρι την ολοκλήρωσή της στο Μέσο Μειόκαινο.

Μία άλλη εκδοχή είναι η απόθεση των αρχικών ιζημάτων να μην έγινε οριζόντια αλλά με κλίση, διατηρώντας την κλίση του ανατολικού περιθωρίου της αύλακας (σχ. 3.5.5. (β)). Στη συνέχεια ακολουθούν τα γεγονότα έτσι όπως περιγράφηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Ουσιαστικά οι διαφορές με την προηγούμενη περίπτωση είναι η κλίση των αρχικών ιζημάτων και ότι μεσολάβησε ένα τεκτονικό συμβάν αντί για δύο.

Όσον αφορά τα τεκτονικά γεγονότα και τις αντίστοιχες διεργασίες στον χώρο της Δ. Μακεδονίας κατά το Μέσο Μειόκαινο παρατηρείται μία συμπίεστική φάση κατά διεύθυνση Α-Δ, από την οποία προκλήθηκαν μεγάλα ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης ΔΝΔ-ΑΒΑ και ΔΒΔ-ΑΝΑ διευθύνσεων. Άρα πολύ πιθανό η περιστροφή των στρωμάτων να οφείλεται από τη δράση αυτών των ρηγμάτων.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο όρυγμα της Εγνατίας Οδού Κοζάνης-Γρεβενών , κοντά στο χωριό Ταξιάρχη, με συντεταγμένες N 40° 10.604' , E 21° 30.871' διαπιστώνονται τα παρακάτω:

- ο Επιβεβαιώνεται ότι τα στρώματα που αποτελούν την τομή ανήκουν στα μολассικά ιζήματα της σειράς Τσοτυλίου.

- ο Διακρίνονται ξεκάθαρα οι εναλλαγές στην ιζηματογένεση (παρουσία διασταυρωτής στρώσης, απολιθωμάτων, ανθρακίτη), που οφείλονται στη συνεχή βύθιση της αύλακας και στην απόθεση άλλοτε ποταμοχειμάρρειων και άλλοτε λιμναίων ιζημάτων.

- ο Ο διαχωρισμός των στρωμάτων σε υποκείμενα και υπερκείμενα έγκειται στην ύπαρξη γωνιώδους ασυμφωνίας, η οποία σχετίζεται και με ύπαρξη του ρήγματος Ταξιάρχη.

- ο Η κλίση και ο προσανατολισμός που έχουν σήμερα τα στρώματα συμφωνούν γενικότερα με τα υπόλοιπα ιζήματα της Μεσοελληνικής αύλακας, τα οποία παρουσιάζονται με κλίσεις συνήθως προς Ανατολή εξαιτίας των μετέπειτα τεκτονικών κινήσεων.

- ο Τα τεκτονικά γεγονότα που συνέβησαν στην ευρύτερη περιοχή κατά το Μέσο Μειόκαινο συμφωνούν με τη σημερινή μορφή των στρωμάτων.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Brunn, J., (1956). Contribution a l' etude geologique du Pinde septentrional et d' une partie de la Macedoine occidentale, Annales Geologiques de Pays Helleniques, 7, 1 - 358.

Δούτσος, Θ., (2000). Γεωλογία: Αρχές και Εφαρμογές, Leader Books, Αθήνα.

Εγνατία Οδός Α.Ε., (1998). Έκθεση Γεωλογικής Μελέτης στις Θέσεις Σημαντικών Τεχνικών Έργων (Υψηλά Ορύγματα, Επιχώματα, Γέφυρες) από Χ.Θ. 8+700 έως Χ.Θ. 12+200.

Εγνατία Οδός Α.Ε., (1998). Έκθεση Γεωτεχνικής Έρευνας-Μελέτης στις Θέσεις Σημαντικών Τεχνικών Έργων (Υψηλά Ορύγματα) από Χ.Θ. 9+250 έως Χ.Θ. 10+180.

Ι.Γ.Ε.Υ. (1972). Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας 1:50.000 - Φύλλο Γρεβενά, Ινστιτούτο Γεωλογίας και Ερευνών Υπεδάφους, Αθήνα.

Ι.Γ.Μ.Ε. (1993). Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας 1:50.000 - Φύλλο Κνίδη, Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών, Αθήνα.

Κίλιας, Α. και Μουντράκης, Δ., (1989). Το τεκτονικό κάλυμμα της Πελαγονικής: Τεκτονική, μεταμόρφωση και μαγματισμός, Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 23, 29-46.

Κουφός, Γ., (1985). Μαθήματα Στρωματογραφίας, Α.Π.Θ. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη.

Μαρκοπούλου – Διακαντώνη, Α. και Μίρκου, Ρ., (1989). Συγκέντρωση θαλάσσιας πανίδας στο Νοτιότατο τμήμα του Σχηματισμού Τσοτυλίου (περιοχή Καρπερού - Μεσοελληνική Αύλακα). Οικοστρωματογραφία - ταφονομία, Bulletin of the Geological Society of Greece, 23/2, 141 - 157.

Mountrakis, D., (1982). Etude geologique des terrains metamorphiques de Macedoine occidentale (Grece), Bu/f. Soc. Geol. France, 24, 697 - 704.

Μουντράκης, Δ., (1983). Η γεωλογική δομή της Βόρειας Πελαγονικής ζώνης και η γεωτεκτονική εξέλιξη των Εσωτερικών Ελληνίδων, Πραγματεία για Υψηγεία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 289.

Μουντράκης, Δ., (1985). Γεωλογία της Ελλάδας, University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

Μουντράκης, Δ., (1986). The Pelagonian zone in Greece. A polyphase-deformed fragment of the Cimmerian continent and its role in the geotectonic evolution of the Eastern Mediterranean, Journal of Geology, 94, 335-347.

Μουντράκης Δ., (1988). Συνοπτική Γεωτεκτονική Εξέλιξη του Ευρύτερου Ελληνικού Χώρου, Θεσσαλονίκη.

Μουντράκης et. al., (1995). Νεοτεκτονική μελέτη – γεωλογική χαρτογράφηση των οικισμών της πλειόσειστης περιοχής Κοζάνης – Γρεβενών, Τελική Έκθεση, Α.Π.Θ., Ι.Γ.Μ.Ε.

Moore, E., (1969). Petrology and structure of the Vourinos ophiolitic complex of northern Greece, Geological Society of America Special Paper, 117, 1-74.

Ξανθοπούλου, Α., (2006). Συμβολή των γεωλογικών δεδομένων στην εκτίμηση της σεισμικής επικινδυνότητας στη Δυτική Μακεδονία, Διδακτορική Διατριβή, Α.Π.Θ.

Παυλίδης, Σ., (1985). Νεοτεκτονική εξέλιξη της λεκάνης Φλώρινας - Βεγορίτιδας - Πτολεμαΐδας, Διδακτορική Διατριβή, Α.Π.Θ.

Pavlidis, S. and Mountrakis D., (1987). Extensional tectonics of northwestern Macedonia, Greece, since the Late Miocene, Journal of Structural Geology, 9, 385 - 392.

Rassios, A., Beccaluva, V., Beccaluva, A., Mavrides, A. and Moores, E., (1983). Vourinos ophiolitic complex: Field excursion guidebook, Ofioliti, 8, 377 - 410.

Rassios, A., (2004). A geologist's Guide to West Macedonia, Greece, The Grevena Development Agency.

Συρίδης, Γ., (1996). Σημειώσεις Παλαιοντολογίας Ασπονδύλων, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.

Ψιλοβίκος, Α., (1984). Μαθήματα Ιζηματολογίας, Α.Π.Θ. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΤΗΣ ΑΒΑ-ΔΝΔ ΤΟΜΗΣ

ΑΒΑ-ΔΝΔ 1					
035/	05	125/	05	BA	
352/	05	082/	05	B	
038/	10	128/	10	BA	
027/	20	117/	20	BA	
058/	20	148/	20	BA	
045/	20	135/	20	BA	
010/	20	100/	20	BBA	
010/	18	100/	18	BBA	
017/	15	107/	15	BBA	
002/	19	092/	19	B	
357/	20	087/	20	B	
016/	25	106/	25	BBA	
008/	20	098/	20	BBA	
314/	30	044/	30	BΔ	
328/	25	058/	25	BΔ	
356/	10	086/	10	B	
347/	15	077/	15	BΔ	
346/	14	076/	14	BΔ	

ΑΒΑ-ΔΝΔ 2					
072/	20	162/	20	BA	
318/	30	048/	30	BΔ	
346/	25	076/	25	BΔ	
358/	15	088/	15	BΔ	
342/	20	072/	20	BΔ	
279/	25	189/	25	ΔΒΔ	
292/	32	022/	32	BΔ	
337/	17	067/	17	BΔ	
342/	15	072/	15	BΔ	
348/	15	078/	15	BΔ	
346/	15	076/	15	BΔ	
347/	15	077/	15	BΔ	
332/	15	062/	15	BΔ	
318/	12	048/	12	BΔ	
310/	15	042/	15	BΔ	
335/	15	065/	15	BΔ	
284/	05	014/	05	ΔΒΔ	
282/	00	012/	00	ΔΒΔ	
238/	00	148/	00	NΔ	
248/	15	158/	15	NΔ	
340/	20	070/	20	BΔ	
332/	20	062/	20	BΔ	
002/	20	092/	20	B	
322/	20	052/	20	BΔ	
358/	25	088/	25	BBA	
350/	35	080/	35	BBA	
334/	35	064/	35	BΔ	
342/	30	072/	30	BΔ	
338/	30	068/	30	BΔ	
010/	30	100/	30	BBA	
320/	35	050/	35	BΔ	
356/	35	086/	35	BBA	

ΑΒΑ-ΔΝΔ 3					
010/	35	100/	35	BBA	
348/	35	078/	35	BΔ	
352/	35	082/	35	BΔ	
350/	35	080/	35	BΔ	
349/	25	079/	25	BΔ	
343/	25	073/	25	BΔ	

ΑΒΑ-ΔΝΔ 4					
003/	15	093/	15	B	
005/	30	095/	30	B	
006/	20	096/	20	B	
025/	25	115/	25	BA	
005/	26	095/	26	B	
007/	25	097/	25	B	
330/	25	060/	25	BΔ	
006/	27	096/	27	B	
004/	25	094/	25	B	
008/	22	098/	22	B	
020/	20	110/	20	BA	
006/	20	096/	20	B	
338/	25	068/	25	BΔ	
347/	25	077/	25	BΔ	
004/	20	094/	20	B	
320/	25	050/	25	BΔ	
0/	25	090/	25	B	

*Σημειώνεται ότι οι παραπάνω μετρήσεις έγιναν κυρίως στις επιφάνειες των στρωμάτων στα χαμηλά σημεία της τομής. Δεν ήταν εφικτό να γίνουν σε υψηλότερα σημεία.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΤΗΣ ΔΝΔ-ΑΒΑ ΤΟΜΗΣ

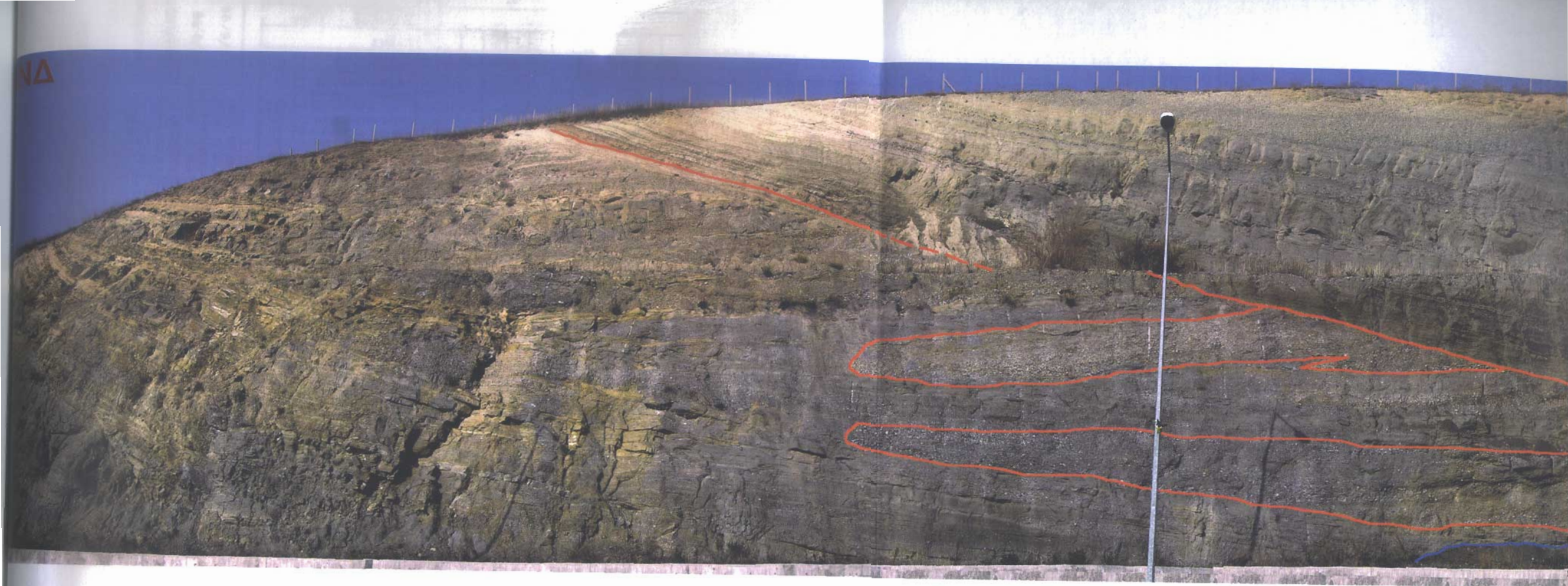
ΔΝΔ-ΑΒΑ 1			ΔΝΔ-ΑΒΑ 2		
008/ 25	098/ 25	B	347/ 20	077/ 20	ΒΔ
004/ 25	094/ 25	B	358/ 20	088/ 20	ΒΔ
024/ 25	114/ 25	BBA	354/ 25	084/ 25	ΒΔ
010/ 30	100/ 30	B	341/ 25	071/ 25	ΒΔ
014/ 30	104/ 30	B	339/ 30	069/ 30	ΒΔ
006/ 30	096/ 30	B	353/ 20	083/ 20	B
324/ 25	054/ 25	ΒΔ	356/ 25	086/ 25	B
316/ 25	046/ 25	ΒΔ	020/ 15	110/ 15	BA
356/ 35	086/ 35	B	356/ 15	086/ 15	B
002/ 30	074/ 30	ΒΔ	010/ 15	100/ 15	BBA
316/ 22	046/ 22	ΒΔ	016/ 15	106/ 15	BA
316/ 25	046/ 25	ΒΔ	021/ 20	111/ 20	BA
330/ 25	060/ 25	ΒΔ	335/ 15	065/ 15	ΒΔ
337/ 33	067/ 33	ΒΔ	345/ 15	075/ 15	ΒΔ
326/ 35	056/ 35	ΒΔ	357/ 20	087/ 20	B
336/ 35	066/ 35	ΒΔ	002/ 25	092/ 25	B
322/ 30	052/ 30	ΒΔ	018/ 18	108/ 18	BA
323/ 35	053/ 35	ΒΔ	014/ 20	104/ 20	BA
320/ 25	050/ 25	ΒΔ	344/ 20	074/ 20	ΒΔ
328/ 30	058/ 30	ΒΔ	015/ 10	105/ 10	BA
339/ 28	069/ 28	ΒΔ	014/ 14	104/ 14	BA
348/ 10	078/ 10	ΒΔ	339/ 25	069/ 25	ΒΔ
335/ 25	064/ 25	ΒΔ	345/ 25	075/ 25	ΒΔ
005/ 10	095/ 10	B	337/ 25	067/ 25	ΒΔ
332/ 10	062/ 01	ΒΔ			
337/ 15	067/ 10	ΒΔ			
330/ 15	060/ 15	ΒΔ			
330/ 20	060/ 20	ΒΔ			
358/ 20	088/ 20	B			
320/ 20	050/ 20	ΒΔ			
328/ 20	058/ 20	ΒΔ			
317/ 22	047/ 22	ΒΔ			
337/ 25	067/ 25	ΒΔ			
330/ 20	060/ 20	ΒΔ			
310/ 10	040/ 10	ΒΔ			
316/ 10	046/ 10	ΒΔ			
284/ 05	014/ 05	ΔΒΔ			
333/ 10	063/ 10	ΒΔ			
346/ 10	076/ 10	ΒΔ			
324/ 15	054/ 15	ΒΔ			
332/ 07	062/ 07	ΒΔ			
336/ 05	066/ 05	ΒΔ			
332/ 07	062/ 07	ΒΔ			
334/ 05	064/ 05	ΒΔ			

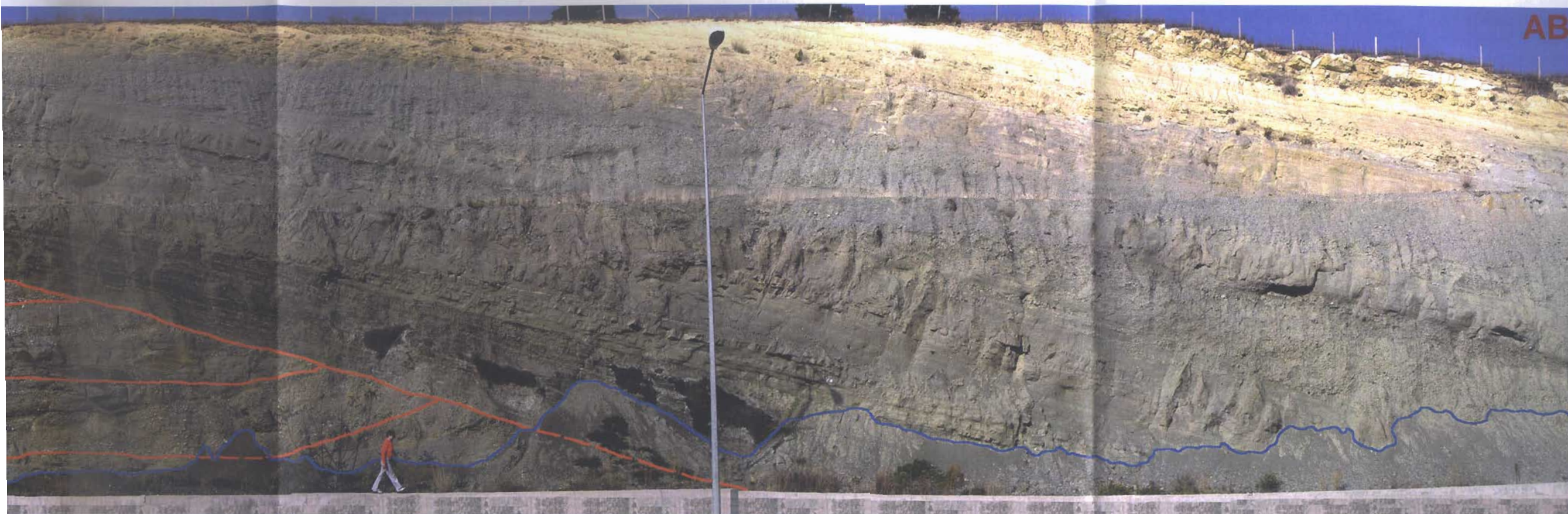
*Σημειώνεται ότι οι παραπάνω μετρήσεις έγιναν κυρίως στις επιφάνειες των στρωμάτων στα χαμηλά σημεία της τομής. Δεν ήταν εφικτό να γίνουν σε υψηλότερα σημεία.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΔΙΑΚΛΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΥΟ ΤΟΜΩΝ

ΔΙΑΚΛΑΣΕΙΣ ΑΒΑ-ΔΝΔ					
188/	60	098/	60	N	
210/	60	120/	60	NΔ	
198/	70	108/	70	NΔ	
187/	75	097/	75	N	
210/	65	120/	65	NΔ	
197/	65	107/	65	NΔ	
184/	75	094/	75	N	
176/	70	086/	70	N	
012/	40	102/	40	BBA	
001/	40	091/	40	B	
003/	35	093/	35	B	
170/	70	080/	70	N	
172/	65	082/	65	N	
172/	72	082/	72	N	
154/	60	064/	60	NA	
174/	78	084/	78	N	
176/	75	086/	75	N	
170/	80	080/	80	N	
177/	75	087/	75	N	
174/	75	084/	75	N	
170/	72	080/	72	N	
190/	65	100/	65	N	
168/	70	078/	70	NNA	
182/	70	092/	70	N	
150/	65	060/	65	NA	
210/	60	120/	60	NΔ	

[illegible]





O T M

ΟΜΙΛΟΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ ΑΤΕ
ENGINEERING CONSULTING Co SAΚουμариανού 6 - Αθήνα - 114 73
Τηλ. 8216432-8823107-8824134

Fax: 8235288

6 Koumarianou Str. Athens 114 73
Ελλάδα - Greece

ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε.

ΕΡΓΟ

ΤΜΗΜΑ : Γρεβενά - Κοζάνη

ΥΠΟΤΜΗΜΑ : 4.2.2

ΑΝΑΔΟΧΟΣ

ΑΕΓΕΚ Α.Ε.

ΤΟΜΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ
BOREHOLE LOGΓΕΩΤΡΗΣΗ - BOREHOLE
BO 8-2ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟ
DRILL RIG

EDECO

ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΙΣΤΗΣ
DRILLER

ΑΠΟΣΤΟΛΑΚΗΣ Φ

ΕΡΓΟΔΗΓΟΣ
FOREMAN

ΝΑΣΟΥΛΗΣ ΣΤ.

ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ENGINEER

ΑΝΔΡΙΚΟΠΟΥΛΟΥ

ΗΜ/ΝΙΑ ΕΝΑΡΞΗΣ
STARTING DATE

27/6/98

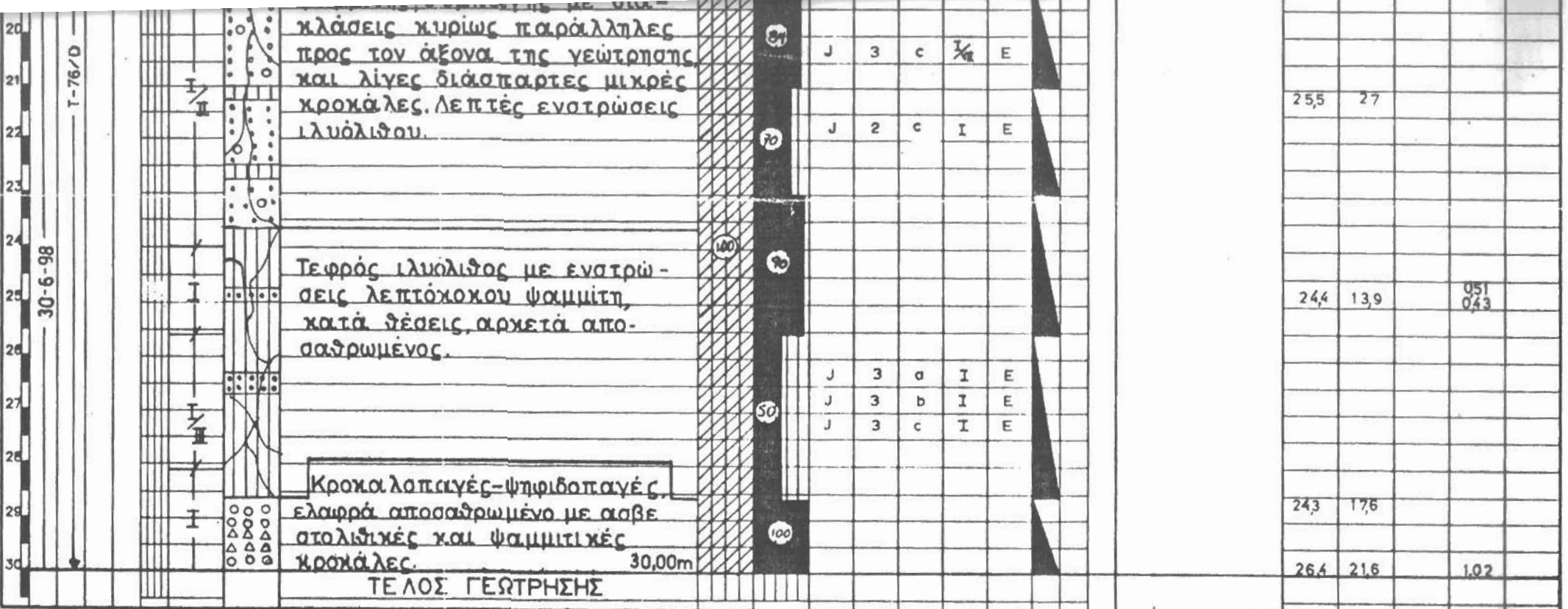
ΗΜ/ΝΙΑ ΛΗΞΗΣ
ENDING DATE

30/6/98

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ
COORDINATESX = 288168,769
Y = 450044,935
Z = 668,35ΥΠΟΓΕΙΑ ΝΕΡΑ
GROUND WATERΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΘΕΣΕΩΣ
POSITION SCETCH

ΚΛΙΣΗ - INCLINATION

ΔΙΑΤΡΗΣΗ - DRILLING								ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΣΥΝΕΧΕΙΕΣ - DISCONTINUITIES										ΔΟΚΙΜΕΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ				
								ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΚΗ - ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΗ											ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΔΟΚΙΜΩΝ				
								ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ												LABORATORY TESTS RESULTS				
								ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ																
								DESCRIPTION																
								PETROGRAPHIC - LITHOLOGICAL																
								REMARKS																
								GEOLOGICAL - GEOTECHNICAL																
ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ								ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΥΡΗΝΑ	R.Q.D. %	ΤΥΠΟΣ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ	ΚΛΙΣΗ	ΠΛΗΡΩΣΗ ΥΛΙΚΟ/ΑΝΤΩΣΗ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΔΕΙΓΜΑΤΑ	ΔΟΚΙΜΕΣ	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΟ - ΣΤΑΘΜΗ	γ	σ _c	σ _t	I _{s50}	E		
SYMBOL								CORE RECOVERY		TYPE OF JOINTS	SPACING	INCLINATION	FILLING MATERIAL STR	SURFACE CONDITIONS	SAMPLES	TESTS	PIEZOMETER - LEVEL	KN/m ³	MPa	MPa	MPa	MPa		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
								Επιφανειακή στρώση από αργιλοαμμώδες υλικό.																
								Ψαμμίτης, λεπτόκοκκος, λευκοκιφίνος, πολύ αποσπασμένος.																
								Κροκαλοπαγές-ψηφιδοπαγές, ελαφρά αποσπασμένο, με ψαμμιτικές κροκάλες. Απο τα -80 έως τα -1230 εμφανίζεται πολύ χαλαρά συνδεδεμένο με αργιλοαμμώδες υλικό.																
												</												



ΣΤΗΛΗ COLUMN	ΤΙΤΛΟΣ TITLE	ΠΕΡΙ- DESC
10	Αποσάθρωση Weathering	 Εξοφός και μη συνδεδεμένος αποσάθρωσιμος ιλύς αποσάθρωσιμος. Μετρίως αποσάθρωσιμος. Ελαφρώς αποσάθρωσιμος. Μη ορατή αποσάθρωση.
12	Τύπος συνδεχίων Type of joints	B = Στρώση - Layering J = Διαρρήξη - Wide D = Διοκλάση - Dioclasia
13	Αποστάσεις συνδεχίων Spacing of joints	1. Πολύ μεγάλη - Very wide > 2.0 2. Μεγάλη - wide 0.6 m - 2.0 3. Μέση - Medium 0.2 m - 0.6 4. Μικρή - Close 0.06 m - 0.2 5. Πολύ μικρή - Very close < 0.06
15	Υλικό πλήρωσης/ αυτοχθ Filling material/ strength of them	Υλικό πλήρωσης Filling Material I Τιποτό - Nothing II Αργίλος αδρανής - Clay neutral III Αργίλος διογκούμενη - Clay swelling IV Χλωρίτης ταλκός - Chlorite talc V Αοβεσίτης - Calcite VI Χαλκίτης - Quartz VII Αμμος & αποσάθρωσιμος υλικός - Sand & weathered material VIII Οξείδιο - Oxides IX Μολύβδινος - Molybdenite
16	Κατάσταση επιφάνειας Surface conditions	A : Αόνοχτος - Discontinuity B : Τρύπα ή αναμείξη κομμάτιων C : Λείο κομμάτιο - Smooth surface D : Στάβιλη, κομμάτιο - Stable E : Τρύπα, επιπεδή - Rough, planar F : Λείο επιπεδή - Smooth, planar G : Στάβιλη επιπεδή - Slip-resistant
17	Δειγματοληψία Sampling	 Κορτοπία - Core barrel  Δείγμα φλοιού - Auger coring
19	Πιεζόμετρο-Στάθμη Piezometer-Level	TT Διατρητό τμήμα Perforated length CD Στόμπος πεντρομετρίου Dutch Penetrometer
20÷25		Υ = Φαινόμενο βάρος - Apparent weight (KN) Gs = Ειδικό βάρος - Specific weight (KN/m³) W = Φυσική υγρασία - Natural moisture (%) C = Σύνδεση - Cohesion (MPa) φ = Γωνία τριβής - Friction angle (°) Is = Δείκτης σκληρότητας φθορών Point load index (MPa) P = Όριο αντοχής πιεζομετρίου Limit pressure (MPa)
8	Συμβολισμός Symbol	 

ΣΤΗΛΗ COLUMN	ΤΙΤΛΟΣ TITLE	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ DESCRIPTION
10	Αποσάθρωση Weathering	 Εύφρος και μη συνδέμενα υλικά - Soil and not cemented material VI Εξαιρετικώς αποσάθρωμένο - Extremely weathered V Πολύ αποσάθρωμένο - Highly weathered IV Μέτριως αποσάθρωμένο - Moderately weathered III Ελαφρώς αποσάθρωμένο - Slightly weathered II Μη ορατή αποσάθρωση - No visible weathering I
12	Τύπος ασυνεχειών Type of joints	B = Στρώση - Layering J = Διαρρηξή - Wide D = Διακλάση - Diacclasis S = Σχιστότητα - Schistosity F = Ρήγμα - Fault O = Άλλος - Other
13	Αποστάσεις ασυνεχειών Spacing of joints	1. Πολύ μεγάλη - Very wide > 2.0 m 2. Μεγάλη - wide 0.6 m - 2.0 m 3. Μέση - Medium 0.2 m - 0.6 m 4. Μικρή - Close 0.06 m - 0.2 m 5. Πολύ μικρή - Very close < 0.06 m
15	Υλικό πλήρωσης/ αντοχή Filling material/ strength of them	Υλικό πλήρωσης / Αντοχή υλικού πλήρωσης Filling Material / Strength of the filling material Αργίλλικο - Clayey / Μη αργίλλικο - Non clayey I Τιποτά - Nothing 1. Πολύ μαλακό - very soft (18 KPa) 6. Πολύ μαλακό - very soft II Αργίλος αδρανής - Clay neutral 2. Μαλακό - Soft (18-36 KPa) 7. Μαλακό - Soft (1.25-5 MPa) III Αργίλος διογκωσιμη - Clay swelling 3. Στερεό - Stiff (36-72 KPa) 8. Σχετικώς μαλακό - IV Χλωρίτης τάλκης - Chlorite talk 4. Σκληρό - Hard (72-144 KPa) Rather soft (5-12.5 MPa) V Ασβεστιτης - Calcite 5. Πολύ σκληρό - Very hard (144 - 288 KPa) 9. Σχετικώς σκληρό - VI Χολεζίτης - Quartz Rather hard (12.5-50 MPa) VII Άμμος & αποσάθρωμένο υλικό - Sand & weath. material 10. Σκληρό - Hard (50-100 MPa) VIII Οξείδια - Oxides 11. Πολύ σκληρό - Very hard (100-200 MPa) IX Μυλωνίτης - Mylonite 12. Εξαιρετικώς σκληρό - Extr. hard (200 MPa)
16	Κατάσταση επιφανειών Surface conditions	A : Ασυνεχής - Discontinuous B : Τραχεία ή ανώμαλη καμπυλωμένη - Rough or irregular, undulating C : Λεία καμπυλωμένη - Smooth undulating D : Στιλβωμένη, καμπυλωμένη - Slickensided, undulating E : Τραχεία, επιπεδή - Rough, planar F : Λεία επιπεδή - Smooth, planar G : Στιλβωμένη επιπεδή - Slickensided planar
17	Δειγματοληψία Sampling	 Καροτάρια - Core barrel  Αδιάταρακτο - Undist  Δείγμα φραγμού - Dry coring  Καροτάρια Denison - Denison core barrel
		SPT Κρουσιομετρήσεις / PR Δοκιμή πρεσσιομετρικής Standard penetration test / Pressuremeter test V Δοκιμή πτερυγίου / LU Δοκιμή διαπερατότητας Lugeon Vane test / Packer water test CD Στατική πενетроμετρική / LE/M Δοκιμή νερού Lefranc/Maag Dutch Penetrometer / Lefranc/Maag water test
19	Πιεζόμετρο-Στάθμη Piezometer-Level	 Διατρητό τμήμα /  Στάθμη υπογείου νερού Perforated length / Water level
20÷25		γ = Φαινόμενο βάρος - Apparent weight (KN/m ³) q ₁ = Μονοαξονική αντοχή θλψης G _s = Ειδικό βάρος - Specific weight (KN/m ³) Uniaxial compressive strength (MPa) W = Φυσική υγρασία - Natural moisture (%) B _z = Αντοχή εφελκυσμού - Tensile strength (MPa) C = Σύνδεση - Cohesion (MPa) E ₀ = Μέτρο ελαστικότητας - Elasticity modulus (MPa) φ = Γωνία τριβής - Friction angle (°) E = Μέτρο παραμορφώσεως - Deformation modulus (MPa) I _s = Δείκτης σημειακής φορτίσης / Point load index (MPa) E _r = Πρεσσιομετρικό μέτρο - Pressumeter modulus (MPa) P = Οριακή αντοχή πρεσσιομετρου / Limit pressuremeter pressure (MPa) V = Λόγος Poisson - Poisson ratio k = Συντελεστής διαπερατότητας / Permeability coefficient (m/sec)
8	Συμβολισμός Symbol	  