

Πρακτικά		του	Συνεδρίου	Μάτος	1992
Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ.	XXVIII/3		σελ.	369-382
Bull. Geol. Soc. Greece	Vol.			Αθήνα	1993
				pag.	Athens

**ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΤΗΣ
ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΟΛΟΝΟΥ-ΠΙΝΔΟΥ, ΣΤΗΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗ
ΕΛΛΑΔΑ, ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΕΓΑΛΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΩΝ**

A.ΤΖΙΤΖΙΡΑΣ, Δ.ΡΟΖΟΣ, Ν.ΝΙΚΟΛΑΟΥ, Ε.ΠΟΓΙΑΤΖΗ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με σκοπό τη διερεύνηση των γεωμηχανικών χαρακτηριστικών των σχηματισμών που δομαύν τη γεωτεκτονική ζώνη Ολονού-Πίνδου, πραγματοποιήθηκε σε τμήμα του Ν.Φωκίδας και της ορεινής Ναυπακτίας, τεχνικογεωλογική έρευνα της συμπεριφοράς της βραχομάζας τους, σε μεγάλη περιοχή (Κεντρική Ελλάδα).

Η έρευνα αυτή στηρίχθηκε σε μετρήσεις, δοκιμές και αξιολογήσεις τόσο στις επιφανειακές εμφανίσεις των σχηματισμών, όσο και στους βαθύτερους ορίζοντες αυτών με την εκτέλεση γεωτρητικού προγράμματος. Περιγράφονται τα γενικά γεωτεχνικά χαρακτηριστικά των διαφόρων τεχνικογεωλογικών ενοτήτων που συναντήθηκαν, καθώς και η υδρογεωλογική τους συμπεριφορά. Δίδονται επίσης τα εύρη κύμανσης των κύριων μηχανικών ιδιοτήτων, που εμπλέκονται στην ταξινόμηση της βραχομάζας, όπως προέκυψαν από τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών, καθώς και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των συστημάτων των ασυνεχειών που επικρατούν.

Η αξιολόγηση όλων των παραπάνω οδήγησε στη γεωμηχανική κατάταξη των σχηματισμών με τη μέθοδο Bieniawski, με σκοπό τη πρόγνωση της συμπεριφοράς τους κατά την εκτέλεση μεγάλων τεχνικών έργων.

ABSTRACT

With the aim of investigating the geomechanical characteristics of the formations which constitute Olanos-Pindos geotectonic zone, a geotechnical research was carried out concerning the rockmass behaviour, in a large area of Central Greece. This study was based on measurements, tests and evaluations, carried out on surface outcrops as well as on samples from deeper horizons (borehole data). The general geotechnical characteristics of the different engineering geological unities that were found, as well as their hydrogeological behaviour, are referred. The fluctuation range of the main mechanical properties, which are taken into account for the rock mass classification, as were encountered from the laboratory test results, are also given.

The regime and the special characteristics of the dominate discontinuity sets were also examined. Finally, taking into account all the above parameters, and using the CSIR system (Bieniawski 1984), a rock mass classification of the different formations was accomplished, with main purpose the prediction of their behaviour during the construction of large technical works.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η γεωτεκνική ζώνη Ολονού-Πίνδου που εκτείνεται από τα Αλβανικά σύνορα μέχρι την Πελοπόννησο και από εκεί διαμέσου των νησιών του Ν. Αιγαίου μέχρι τη Μ. Ασία (Εικ.1) σύμφωνα με τις μελέτες Ξένων και Ελλήνων επιστημόνων εντάσσεται στις εξωτερικές γεωτεκτονικές ζώνες του Ελληνικού χώρου, και αποτελεί το "ευγεωσύγκλινο" της περιοχής. (Μαράτος 1972).

Σύμφωνα με το Δ. Παπανικολάου (1986) αποτελεί το πιά χαρακτηριστικό κάλυμμα στον Ελληνικό χώρο, που σαν τέτοιο έχει περιγραφεί και από τους Οαγευκ και Νέγρη στις αρχές του αιώνα, με τεράστιες κινήσεις όπως ανακαλύφθηκε την τελευταία δεκαετία με εμπειριστατωμένες μελέτες του παράουρου του Ολύμπου.

Τις παραπάνω απόψεις αναφορικά με τις μεγάλες μετακινήσεις λόγω επωθητικών μετακινήσεων των σχηματισμών της ζώνης αυτής στην ηπειρωτική Ελλάδα αμφισβητεί ο Κατσαβριάς (1987), ο οποίος πιστεύει ότι το λεπιωμένο σύστημα της ζώνης Πίνδου στην συγκεκριμένη περιοχή αποτελεί ένα τεράστιο συνιζηματογενές Κλίππε της ζώνης Γαβρόβου.

Οι σχηματισμοί που συμμετέχουν στη στρωματογραφική διάρθρωση της ζώνης αυτής, σύμφωνα με τις γενικά επικρατούσες απόψεις, διακρίνονται στις εξής ενότητες από τις παλαιότερες προς τις νεώτερες Ματαράγκας, Δ., κ.α., 1990):

α) Θαλαμίτες και ασβεστόλιθοι, Μέσου-Ανώτερου Τριαδικού, με πάχος που φθάνει τα 200μ. περίπου.

β) Ασβεστόλιθοι Ιουρασιακού, το πάχος των οποίων δεν ξεπερνά τα 300μ.

γ) Κερατόλιθοι, Ανώτερου Ιουρασιακού-Κρητιδικού, το πάχος των οποίων φθάνει τα 150μ.

δ) Ενότητα "Πρώτου φλύσχη" από μάρμες, ψαμίτες και λατυποπαγή Κ.Κρητιδικής ηλικίας, το συνολικό πάχος των οποίων δεν ξεπερνά τα 60μ. Η απόθεση της ενότητας αυτής δεν είναι συνεχής σε όλη την έκταση της ζώνης και συνήθως αντικαθίσταται με τους κατώτερους ορίζοντες της υπερκείμενης ενότητας των Ανωκρητιδικών ασβεστολίθων.

ε) Ασβεστόλιθοι, Ανώτερου Κρητιδικού, με πάχος μέχρι 250μ.

στ) Μεταβατικός οριζοντας Μαιστριχτιού ηλικίας. Αποτελεί τη ζώνη μετάβασης προς τα ιζήματα του φλύσχη με τοπικές μεταβολές της σύστασης των λιθοφάσεων και αποσφηνώσεις λόγω της τεκτονικής των λεπιώσεων και επιπτεύσεων και σε συνδυασμό με το πάχος που είναι μικρό (δεν ξεπερνά τα 50μ.) είναι δυνατό να αποσφηνώνεται τεκτονικά ή και να απουσιάζει σε συγκεκριμένες περιοχές.

ζ) Φλύσχος Παλαιοκαινού-Ολιγοκαινού. Κυκλοθεματικός σχηματισμός το συνολικό πάχος του οποίου λόγω των εσωτερικών λεπιώσεων και επιπτεύσεων, που δεν είναι ορατές μακροσκοπικά είναι δύσκολο να εκτιμηθεί, εν τούτοις φαίνεται ότι θα πρέπει να υπερβαίνει τα 1.000μ.

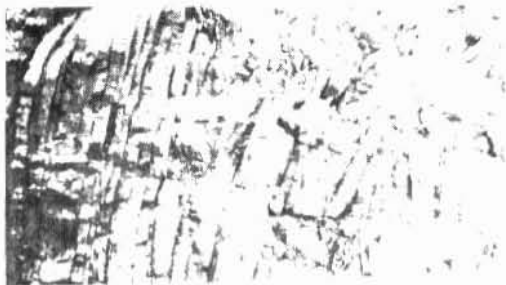
Στην εικόνα 2 φαίνονται οι σχηματισμοί που συναντήθηκαν.

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας μελετήθηκαν, από γεωτεκτονικής πλευράς, οι παραπάνω εγώ-

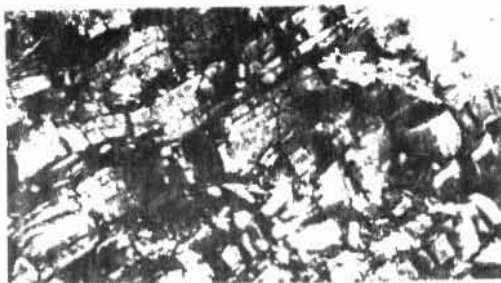


Εικόνα 1. Η έκταση της ζώνης Ολονού - Πίνδου και η σχετική προς αυτήν θέση της περιοχής έρευνας.

Figure 1. An outline of Oloos -Pindos geotectonic zone and of investigated area.



Ισομορφική (19%) - 1 - 2 cm



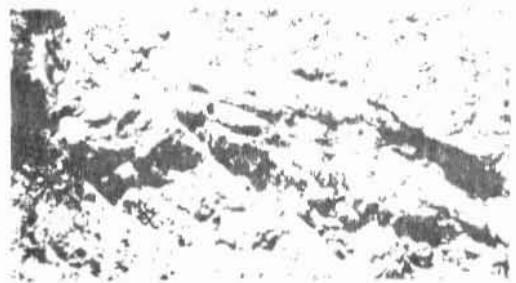
2 cm - Αμφοβιολίτοι



2 cm - Αμφοβιολίτοι - 2 cm



2 cm - Αμφοβιολίτοι - 2 cm με πύλας



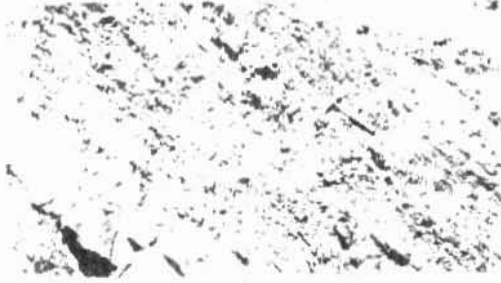
2 cm - Αμφοβιολίτοι - 2 cm



2 cm - Αμφοβιολίτοι - 2 cm



Κρυκαλοπαγή (1 cm) - φλύσσι



2 cm - Αμφοβιολίτοι - 2 cm με ελαδολίθους

Σελ. 10 - 2 Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ. - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ. - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.
Εργαστήριο Γεωλογίας, Α.Π.Θ. - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ. - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

τητες καθώς και οι κύριες λιθοφάσεις αυτών σε θέσεις του Νομού Φωκίδας και της ορεινής Ναυπακτίας.

Οι θέσεις αυτές καλύπτουν ζώνη μήκους 30χλμ. και εύρους 500μ. περίπου, η οποία διασχίζει εγκάρσια τη γεωτεκτονική ζώνη Ωλανού Πίνδου από το Κροκύλειο μέχρι τον Αγ. Δημήτριο.

Ο χώρος αυτός επιλέχθηκε αφ' ενός διότι συναντώνται όλοι οι σχηματισμοί των ενοτήτων που αναφέραμε, με εξαίρεση τοπικά την ενότητα του "Πρώτου φλύσχη", αφ' ετέρου δε διότι συνδιάζεται με την κατασκευή μεγάλων τεχνικών έργων (φράγμα Αγ. Δημητρίου, σήραγγα Μόρνου-Ευήνου μήκους 30Κm), που εντάσσονται στην αύξηση του υδατικού δυναμικού ύδρευσης της πόλης των Αθηνών.

2. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Η έρευνα μας στηρίχθηκε στη γεωλογική και γεωτεχνική χαρτογράφηση, της υπόψη ζώνης καθώς επίσης και στο ερευνητικό γεωτρητικό πρόγραμμα, το οποίο περιελάμβανε την εκτέλεση συνολικά οκτώ γεωτρήσεων με επί τόπου δοκιμές υδροπερατότητας, μεγίστου βάθους 300μ. από τις οποίες οι έξι (6) διέτρησαν σ'όλο τους το μήκος ιζήματα του φλύσχη, ενώ οι υπόλοιπες διέτρησαν ανθρακικά και αργιλοπηριτικά ιζήματα (Ρόζος, Δ., κ.α., 1990, Τζίτζιρας, Α., κ.α., 1990).

Γενικά οι σχηματισμοί που διατρήθηκαν και μελετούνται είναι οι ακόλουθοι:

- α) Τριαδικοί ασβεστόλιθοι.
- β) Ιουρασικοί ασβεστόλιθοι.
- γ) Σχιστοκερατόλιθοι.
- δ) Άνωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι.
- ε) Σχηματισμοί της ζώνης μετάβασης.
- στ) Ιζήματα των διαφόρων φάσεων του φλύσχη.

3. ΓΕΝΙΚΑ ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΗΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Οι σχηματισμοί αυτοί, λόγω της έντονης τεκτονικής των πτυχώσεων και επιπνεύσεων που χαρακτηρίζουν τη ζώνη Ωλανού-Πίνδου, εμφανίζονται κερματισμένοι και πτυχωμένοι, με αποτέλεσμα τις συχνές μεταβολές της λιθολογίας και του προσανατολισμού των ασυνεχειών (ατρώσης και διακλάσεων). Έτσι, εμφανίζουν σε γενικές γραμμές την ακόλουθη συμπεριφορά:

α. Τριαδικοί "ασβεστόλιθοι".

Λευκοί-ερυθροί έως ερυθροί ασβεστόλιθοι, λεπτο-μεσοπλακώδεις, με διαστρώσεις και φακούς πυριτολίθων, καθώς και ενωτρώσεις φαμιλιτών αργιλικών σχιστολίθων και κρακαλατοποπαγών κατά θέσεις.

Πρόκειται για βραχώδη σχηματισμό με ικανοποιητικές γεωμηχανικές παραμέτρους, που συχνά εμφανίζεται έντονα κερματισμένος λόγω της ισχυρής τεκτονικής δράσης (λεπιώσεις), με αποτέλεσμα οι μικρού πάχους επιπνευμένες μάζες να είναι επιρρεπείς σε καταπτώσεις βραχών ή/ και σε μεταθετικές ολισθήσεις εφ' όσον οι λοιποί γεωμορφολογικοί παράγοντες το ευνοούν.

β. Ιουρασικοί "ασβεστόλιθοι".

Τεφρόλευκοι-καστανέρυθροι λεπτοστρωματώδεις συνήθως ασβεστόλιθοι με παρεμβολές διαστρώσεων αργιλικών σχιστολίθων και κερατολίθων, ενώ στα ανώτερα μέλη εναλλάσσονται κατά θέσεις με κλαστικούς ή ψευδωλιθικούς ασβεστόλιθους. Χαρακτηρίζονται από ικανοποιητικά γεωμηχανικά χαρακτηριστικά, ισχυρό συνήθως κερματισμό, που σε συνδυασμό με τις διαστρώσεις των αργιλικών σχιστολίθων είναι δυνατόν να οδηγήσουν στην εκδήλωση καταπτώσεων ή/και ολισθήσεων σε τεχνητά ή φυσικά πρανή, με αμόρρητη προς αυτά διάταξη των ασυνεχειών.

γ. Σχιστοκερατόλιθοι.

Καστανέρυθροι, ερυθροί ή/και πράσινοι χρώματος κερατόλιθοι, με διαστρώσεις φυλλωδών ηλιθιών. Πρόκειται για λεπτοπλακώδη βραχώδη σχηματισμό που χαρακτηρίζεται από ισχυρό κερματισμό, από διαχωρισμό των επιφανειών ατρώσης και έντονη καταπόνηση λόγω της τεκτονικής των

λεπίων και επιπεύσεων. Εμφανίζει ευρεία κύμανση των γεωμηχανικών δεικτών ανάλογα με τη φυσική καταστασή του.

Τα επιφανειακά στρώματα είναι συνήθως έντονα αποσπασμένα και χαλαρωμένα, με αποτέλεσμα τα φυσικά πρηνά να υπόκεινται σε ευχερή διάβρωση, ενώ τα τεχνητά πρηνά να απαιτούν ηπιώτερες κλίσεις για ευστάθεια ή αντιστήριξη. Καταλισθητικά φαινόμενα με μικρού συνήθως παχους μετακινούμενες μάζες εκδηλώνονται κυρίως στον παχύ μανδύα και τη ζώνη κερματισμού.

δ. Άνωκρητιδικά ασβεστόλιθοι.

Λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθοι με φακοειδείς ενατρώσεις ή κονδύλους κερατολίθων και σπανιότερα ιλυολίθων. Σχηματισμός έντονα πτυχωμένος έως στολιδωμένος, με ασθενή συνήθως αποκάρσωση και ικανοποιητικούς γεωμηχανικούς δείκτες.

Οι τεκτονικές, λιθοστρωματογραφικές και γεωμηχανικές συνθήκες συνηγορούν για αυξημένη αστάθεια, ιδιαίτερα στα απότομα πρηνά. Στις ζώνες αυτές, εκδηλώνονται καταλισθήσεις, καθώς και ολισθήσεις τεμαχών και αποκολλήσεις-καταπτώσεις βράχων.

ε. Σχηματισμοί της ζώνης μετάβασης.

Εναλλαγές μικρού πάχους λεπτοπλακωδών ασβεστολίθων με ιλυολίθους, ψαμίτες, σβεστομαργες και φακοειδείς ενατρώσεις ή κονδύλους κερατολίθων. Η συμμετοχή πυκνών εναλλαγών σκληρών με μαλακούς έως στίφρους σχηματισμούς στη λιθολογική σύσταση της ενότητας, αποκαλύπτει ευρεία κύμανση γεωμηχανικών χαρακτηριστικών. Γενικά, οι παραπάνω συνθήκες ευνοούν αυξημένη αστάθεια, ιδιαίτερα σε πρηνά με ισχυρές κλίσεις.

στ. Ιζήματα των διαφόρων φάσεων του φλύσχη.

Τα ιζήματα του φλύσχη όπως προέκυψε από την επιτόπια έρευνα διακρίνονται στις ακόλουθες φάσεις: λεπτόκοκκη, χαστική, εναλλαγών ψαμιτών-ιλυολίθων και ψαμιτών.

ι. Λεπτόκοκκη

Πρόκειται για λεπτομερή ιζήματα κυρίως αρχιλικής σύστασης, χρώματος κρανάτεφρου, ή/και καστανού, ισχυρά πτυχωμένα. Λόγω της φύσεως των υπόκειται στην έντονη δράση των διαβρωτικών και αποσπαστικών παραγόντων που σε συνδυασμό με τη τεκτονική καταπόνηση δημιουργούν μανδύα αποσπασσης μεγάλου πάχους.

Χαρακτηρίζεται από μειωμένες τιμές γεωμηχανικών παραμέτρων με συχνή εκδήλωση καταλισθητικών φαινομένων υπό μορφή ρωών ή ερπυσμών χωρίς όμως σοβαρές συνεπειές λόγω της μικρής επιφανειακής εξασπλώσεως των.

ιι. Χαστική φάση

Πρόκειται για εναλλαγές ψαμιτών-ιλυολίθων ή/και ιλυολίθους με παρεμβολές πάγκων σημαντικού πάχους από ψαμίτες, πολύμικτα κροκαλοπαγή ή/και ασβεστολίθους σπανιότερα. Οι αδρόκοκκες φάσεις καθώς και οι ασβεστόλιθοι είναι συνεκτικοί σχηματισμοί, ενώ οι ιλυόλιθοι με μικρό πάχος στρώσεων αποσπασώνονται εύκολα.

Από πλευράς γεωμηχανικών χαρακτηριστικών η ποικιλία των λιθολογικών μοναδων ευνοεί σημαντική κύμανση στις τιμές.

Τέλος, η λιθολογική σύσταση και η έντονη τεκτονική καταπόνηση των ιζημάτων αυτών, σε συνδυασμό με τους μορφολογικούς και κλιματολογικούς παράγοντες, ευνοούν τη συχνή εκδήλωση καταλισθητικών κινήσεων.

ιιι. Εναλλαγές ψαμιτών-ιλυολίθων.

Πρόκειται για μικρού πάχους εναλλαγές, όπου επικρατούν οι ιλυόλιθοι και συνήθως εμφανίζονται έντονα πτυχωμένες και ισχυρά κερματισμένες. Οι ψαμίτες είναι συνεκτικοί, ενώ οι ιλυόλιθοι αποσπασώνονται εύκολα και δίδουν όπου επικρατούν σημαντικού πάχους μανδύα. Από πλευράς γεωμηχανικών χαρακτηριστικών παρατηρείται ευρος κύμανση στις τιμές, ανάλογα με την επικράτηση φάση. Η λιθολογική σύσταση, η μηχανική συμπεριφορά και η καταπόνηση των ιζημάτων, σε συνδυασμό με τους μορφολογικούς και κλιματολογικούς παράγοντες, ευνοούν την εκδήλωση καταλισθητικών κινήσεων.

1V. Παχυστρωματώδεις ψαμμίτες του φλύσχη.

Αποτελούνται από ψαμμιτικούς πάγκους με πολύ μικρού πάχους εν-στρώσεις ιλυολιθών και παρεμβολές λεπτοπλακώδους λευκοτέφρου ασβε-στάλιθου. Οι ψαμμιτικοί πάγκοι, αποτελούνται από λεπτόκοκκα-με-σάκοκκα συνεκτικό ψαμμίτη έως ασβεστιτικό ψαμμίτη (πολύ συνεκτικός σχηματισμός), ενώ οι ιλυολιθικές ενστρώσεις δεν υπερβαίνουν σε πάχος τα 10εκ..

Γενικά πρόκειται για ισχυρά πτυχωμένο σχηματισμό, με ικανοποιητικές τιμές γεωμηχανικών παραμέτρων.

Από πλευράς εκδήλωσης καταλισθητικών φαινομένων, αναμένεται σε θέ-σεις πρηνών με ισχυρή κλίση η εκδήλωση καταπτώσεων βραχυδών μαζιών και σπανιότερα οι μεταθετικές ολισθήσεις.

4. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Οι υδρογεωλογικές συνθήκες μιάς περιοχής αποτελούν σημαντικά παρά-γοντα στη διαμόρφωση της φυσικής κατάστασης και της μηχανικής συμ-περιφοράς των σχηματισμών που τη δομούν.

Από την υπαίθρια παρατήρηση στην περιοχή που μελετήθηκε, διαπιστώ-θηκε η παρουσία σημαντικού οριζομένου πηγών μικρής-μέτριας παροχής ή και σπανιότερα υψηλής παροχής. Οι πηγές αυτές εντοπίζονται είτε στην επαφή των αδρομερών φάσεων του φλύσχη (ψαμμιτών κυρίως) και των υπο-κειμένων λεπτομερέστερων φάσεων (εναλλαγές ιλυολιθών-ψαμμιτών) είτε στα μέτωπα των λεπίων, όπου ανθρακικά και κερατολιθικά πετρώματα υπέρκεινται των ιζημάτων του φλύσχη. Οι πηγές στη δεύτερη περίπτωση είναι σημαντικής παροχής, λόγω της μεγάλης επιφανειακής ανάπτυξης των επωημένων μαζών.

Τα όρια κύμανσης του συντελεστή υδροπερατότητας k , για όλες τις λι-θολογικές ενότητες που συναντήθηκαν, δίνονται στους πίνακες 1 και 2 που ακολουθούν.

5. ΓΕΩΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Προκειμένου να ολοκληρωθεί η έρευνα των σχηματισμών από τεχνικογεω-λογικής σκοπιάς, συγκεντρώθηκαν αντιπροσωπευτικά δείγματα και εκτε-λέστηκαν στο εργαστήριο οι αναγκαίες για τα σκοπιά αυτά δοκιμές. Τα δείγματα ελήφθησαν τόσο από επιφανειακές εμφανίσεις όσο και από δι-άφορα βάθη των γεωτρήσεων που διανοίχθηκαν. Συγκεκριμένα μελετήθηκαν οι αντοχές σε ανεμπόδιστη θλίψη και εφελκυσμό καθώς και οι παρά-μετροι της διατμητικής αντοχής.

Τα εύρη κύμανσης των παραπάνω μηχανικών ιδιοτήτων δίνονται στους πί-νακες 1 και 2.

Η μονοαξονική αντοχή προσδιορίστηκε είτε με δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης είτε με δοκιμή αιχμής, στις περιπτώσεις που υπήρχε αδυναμία διαμόρφωσης δοκιμίων.

6. ΜΙΚΡΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Για να συμπληρωθούν τα αναγκαία στοιχεία που αφορούν στη γεωμηχανική κατάσταση των διαφόρων σχηματισμών της περιοχής, έγιναν μετρήσεις των γεωμετρικών στοιχείων των επιφανειών αδυναμίας σε διάφορες θέσεις με κριτήρια τη γεωγραφική κατανομή τους στο χώρο καθώς και τη λιθο-λογία τους. Συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε διακόσιες περίπου θέσεις όπου ελήφθησαν στοιχεία για τη διεύθυνση, την κλίση, την επέκταση, την απόσταση, το εύρος, καθώς και το τυχόν υλικό πλή-ρωσης των ασυνχειών που συναντήθηκαν σε κάθε θέση μέτρησης (οι θέ-σεις των μετρήσεων φαίνονται στην Εικ.3). Ακολουθώντας πραγματοποιήθηκε στατιστική επεξεργασία με τη βοήθεια δικτύου Schmidt και προσδιορί-στηκαν τα επικράτουμενα συστήματα ασυνχειών.

Βάσει των επιτόπου μετρήσεων της τεκτονικής της ευρύτερης περιοχής (λέπια ή επιπτεύσεις με γενική διεύθυνση Β-N, κλπ) η υπό μελέτη πε-ριοχή διαχωρίστηκε σε τρεις ενότητες που αντιστοιχούν σε διαδοχικά λέπια. Συμφορημένη Βιβλιοθήκη Θεόφραστους, Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Εύρη κύμανσης κύριων μηχανικών ιδιοτήτων και υδροπερατότητας των ανευρακικών πετρωμάτων και των σχιστοκερατολιθών.

TABLE 1. Main geomechanical properties and permeability rates of carbonate rocks and schist-chert formations.

ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ	ΜΟΝΟΑΞΩΝΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ (ΟΟΚΙΜΗ ΔΙΧΗΜΗΣ) C_0 (MPa)		ΜΟΝΟΑΞΩΝΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ (ΑΝΕΜ/ΣΤΗ ΘΔΙΥΗ) q_u (MPa)		ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΑΤΗΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ				ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΕΦΕΚΚΥΣΜΟ T_0 (MPa)		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΡΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (k) (cm/sec)	
	MIN	MAX	MIN	MAX	c (kPa)		ψ^*		MIN	MAX	MIN	MAX
					MIN	MAX	MIN	MAX				
ΑΙΣΒΕΙΤ/ΘΟΙ ΤΡΙΑΔΙΚΟΥ	--	86.40	--	--	-	-	-	-	-	-	--	--
ΑΞΕΣΤ/ΘΟΙ ΙΟΥΡΑΕΙΚΟΥ	79.20	82.80	22.80	86.60	-	-	-	-	3.54	3.91	3.57×10^{-6}	1.31×10^{-6}
ΣΧΙΣΤΟΚΕΡΑΤΟΛΙΘΟΙ	72.00	111.60	--	--	-	-	-	-	-	-	--	--
ΑΙΣΒ/ΘΟΙ ΑΝΩ ΚΡΗΤΙΔΙΚΟΥ	72.00	205.80	23.00	75.00	460.0	630.0	41	46	-	4.80	8.80×10^{-6}	3.42×10^{-6}
ΣΩΜΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ:												
α) ΑΙΣΒ/ΘΟΙ	75.60	118.80	--	--	-	-	-	-	-	-	--	--
β) ΥΑΡΜΙΤΕΣ	--	61.20	--	--	-	-	-	-	-	-	--	--

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Εύρη κύμανσης κύριων μηχανικών ιδιοτήτων και υδροπερατότητας των διαφόρων φάσεων του φλύσχ.

TABLE 2. Main geomechanical properties and permeability coefficient rates of various flysch formations.

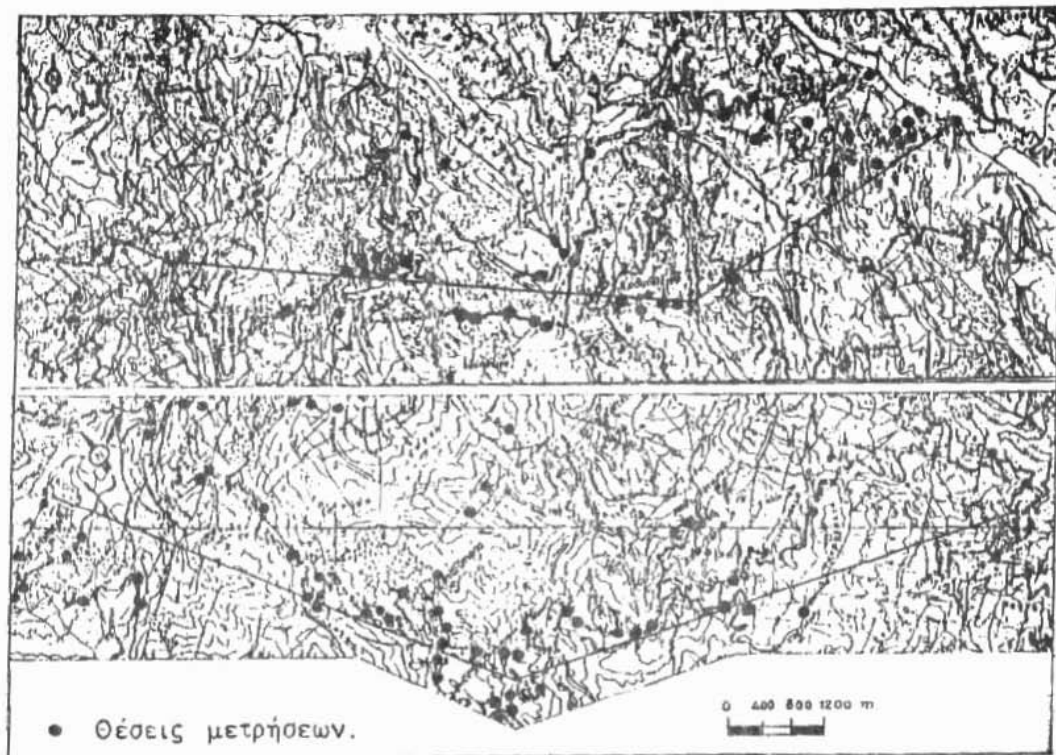
ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΦΛΥΣΧ	ΜΟΝΟΑΞΩΝΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ (ΟΟΚΙΜΗ ΔΙΧΗΜΗΣ) C_0 (MPa)		ΜΟΝΟΑΞΩΝΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ (ΑΝΕΜ/ΣΤΗ ΘΔΙΥΗ) q_u (MPa)		ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΑΤΗΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ				ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΔΡΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (k) (cm/sec)	
	MIN	MAX	MIN	MAX	c (kPa)		ψ^*		MIN	MAX
					MIN	MAX	MIN	MAX		
ΙΛΥΟΛΙΘΟΙ	0.50	57.60	10.40	76.00	107.0	730.0	17	40	4.00×10^{-6}	8.00×10^{-6}
ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΙΛ/ΘΩΝ-ΥΑΜ	2.30	54.00	1.70	123.40	180.0	760.0	11	42	3.00×10^{-6}	3.90×10^{-6}
ΧΑΘΤΙΚΗ ΦΑΣΗ	3.60	83.00	1.70	125.00	60.0	910.0	11	44	4.70×10^{-7}	6.30×10^{-6}
ΥΑΡΜΙΤΙΚΗ ΦΑΣΗ	50.40	134.00	40.00	149.20	180.0	1760.0	21	48	8.90×10^{-6}	5.30×10^{-3}
ΑΙΣΒΕΙΤ/ΘΟΙ	--	--	24.00	69.20	640.0	700.0	14	16	--	--

από το Κάκκινο μέχρι την Αμπελακιώτισσα, η δεύτερη ορίζεται στην περιοχή της Αμπελακιώτισσας και η τρίτη Αν/κά του Αγ. Δημητρίου.

Αναλυτικά στις τρεις ενότητες διαπιστώθηκαν τα ακόλουθα:

Ενότητα 1

α) Τριαδικό ασβεστόλιθος: Επικρατεί το σύστημα με διεύθυνση $880^{\circ}-85^{\circ}\Delta$ και κλίση $75^{\circ}-85^{\circ}\text{N}\Delta$. Η απόσταση μεταξύ των ασυνεχειών, που εμφανίζονται μερικές φορές με αργιλομαργακό υλικό πλήρωσης, είναι



Εικόνα 3. Θέσεις μικροτεκτονικών μετρήσεων στην περιοχή έρευνας.

Figure 3. Location of microstructural measurements in the investigated area.

μικρή, η επέκταση, κυμαίνεται από 5-60cm, ενώ το εύρος τους είναι της τάξης του 1-10cm.

β) Ιουρασικοί ασβεστόλιθοι: Επικρατούν δύο κύρια συστήματα με διεύθυνση $810^{\circ}-20^{\circ}\text{A}$ και $820^{\circ}-60^{\circ}\text{A}$ και κλίση $30^{\circ}-50^{\circ}\text{N}\text{A}$ και $40^{\circ}-80^{\circ}\text{B}\Delta$ αντίστοιχα, ενώ συναντάται και ένα δευτερεύον με διεύθυνση $850^{\circ}-60^{\circ}\Delta$ και κλίση $80^{\circ}-85^{\circ}\text{N}\Delta$ (Εικ.4). Οι ασυνέχειες είναι μερικές φορές πληρωμένες, έχουν μικρή επέκταση, η απόσταση μεταξύ των κυμαίνεται από 10-60cm και το εύρος τους είναι της τάξης του 1-5mm.

γ) Ιουρασικοί-Κρητιδικόι Κερατολιθοί: Στο σχηματισμό αυτό επικρατεί ένα σύστημα με διεύθυνση $834^{\circ}-70^{\circ}\text{A}$ με κλίση από $16^{\circ}-40^{\circ}\text{N}\text{A}$, ενώ συναντάται και ένα δευτερεύον με διεύθυνση $810^{\circ}\Delta$ και κλίση $50^{\circ}\text{N}\Delta$. Η απόσταση των ασυνεχειών, που εμφανίζονται μερικές φορές πληρωμένες με αργιλομαργακό υλικό κυμαίνεται από 50-60cm, η επέκταση των είναι μέτρια και το εύρος τους είναι μικρότερα του 1mm.

δ) Άνωκρητιδικόι ασβεστόλιθοι: Επικρατούν τρία συστήματα που έχουν διεύθυνση $810^{\circ}-40^{\circ}\Delta$, $810^{\circ}-20^{\circ}\text{A}$, $830^{\circ}-70^{\circ}\Delta$ και κλίση $35^{\circ}-60^{\circ}\text{B}\text{A}$, $35^{\circ}-70^{\circ}\text{N}\Delta$ και $50^{\circ}-75^{\circ}\text{N}\Delta$ αντίστοιχα.

Οι ασυνέχειες είναι μερικές φορές πληρωμένες με αργιλικό υλικό, η

απόστασή των κυμαίνεται από 6-60cm, το εύρος τους είναι 1-5mm και η επέκτασή τους είναι μέτρια έως μεγάλη.

ε) Σχηματισμοί της ζώνης μετάβασης: Εδώ επικρατούν δύο συστήματα ασυνεχειών με διεύθυνση B10°-30°Δ και B30°-50° και κλίση 45°-65°BA και 60°-75°NA. Η απόσταση μεταξύ των κυμαίνεται από 20-60cm, δεν συναντήθηκε υλικό πλήρωσης, το εύρος των ασυνεχειών είναι μικρότερο του 1mm και η επέκτασή τους είναι μέτρια.

στ) Σχηματισμοί του φλύσκη:

i) Λεπτόκοκκη φάση: Συναντώνται δύο κύρια συστήματα με διεύθυνση B5°-15°Δ και B10°-50°Δ και κλίση 20°-50°BA και 60°-85°NΔ αντίστοιχα. Η απόσταση μεταξύ των ασυνεχειών που συναντώνται χωρίς υλικό πλήρωσης και με μεγάλη επέκταση, κυμαίνεται μεταξύ 2-20cm, ενώ το εύρος τους είναι 2mm περίπου.

ii) Χαοτική φάση:

1) Ψαμμίτες: Επικρατούν τρία συστήματα με διεύθυνση B10°-45°A, B60°A και B20°-50°Δ και κλίση 25°-60°NA, 55°BΔ και 60°-70°BA.

Οι ασυνέχειες δεν είναι πληρωμένες, η απόσταση των κυμαίνεται από 20-200cm, το εύρος των από 1-30mm και η επέκτασή των είναι μέτρια.

2) Εναλλαγές ψαμμιτών και ιλυαλιθών: Συναντώνται δύο κύρια συστήματα με διεύθυνση B30°-70°A και B20°-50°A, και με κλίση 30°-60°NA και 55°-80°BΔ αντίστοιχα, καθώς και ένα δευτερεύον με διεύθυνση και κλίση B45°-55°Δ και 65°-75°BA αντίστοιχα. Η απόσταση μεταξύ των ασυνεχειών κυμαίνεται μεταξύ 5-50cm και το εύρος τους από 1-5mm, η επέκτασή των είναι μικρή έως μέτρια ενώ παρατηρείται μερικές φορές υλικό πλήρωσης αργιλομαργαϊκής σύστασης.

3) Κροκαλοπαγή: Συναντώνται δύο κύρια συστήματα ασυνεχειών με διεύθυνση B15°A και B50°Δ με κλίση 70°BΔ και 60°BA αντίστοιχα.

Η απόσταση μεταξύ των ασυνεχειών που συναντώνται χωρίς υλικό πλήρωσης και με μεγάλη επέκταση, κυμαίνεται μεταξύ 40-140cm, ενώ το εύρος τους είναι 1-2cm.

iii) Εναλλαγές ψαμμιτικών-ιλυαλιθικών ενατρώσεων: Στη φάση αυτή επικρατούν δύο κύρια συστήματα με διεύθυνση B18°-20°A και B55°Δ και κλίση 55°-60°BΔ και 55°BA αντίστοιχα.

Οι ασυνέχειες είναι μερικές φορές πληρωμένες, με αργιλομαργαϊκό υλικό έχουν εύρος 1-5mm, η απόσταση των κυμαίνεται από 1-20cm και η επέκτασή των είναι μέτρια ως σημαντική.

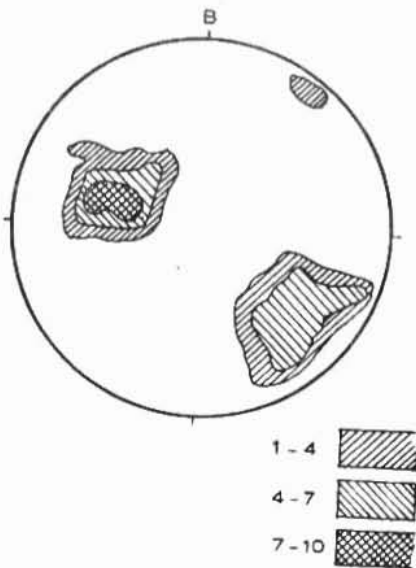
iv) Ψαμμιτικοί οριζόντες: Στους ψαμμίτες επικρατεί ένα κύριο σύστημα με διεύθυνση B10°-40°Δ και κλίση 35°-45°BA και ένα δευτερεύον με διεύθυνση και κλίση B75°A και 65°BΔ αντίστοιχα.

Η απόσταση των ασυνεχειών των ψαμμιτών, που εμφανίζονται μερικές φορές με αργιλική πλήρωση, κυμαίνεται από 20-40cm με εύρος μικρότερο των 2mm και μέτρια έως μεγάλη επέκταση.

Ενότητα 2

α) Ίουρασικοί ασβεστόλιθοι: Στην ενότητα αυτή εγινεσαν μετρήσεις

ΕΝΟΤΗΤΑ 1.
Ίουρασικοί ασβεστόλιθοι



Εικόνα 4. Στατιστική ανάλυση των ασυνεχειών με δίκτυο Schmidt.

Figure 4. Statistical analysis of joints Schmidt net.

των ασυνεχειών του Ιουρασικού σβεστώλιθου σε μία θέση και συναντήθηκαν τρία συστήματα με διεύθυνση $Β70^{\circ}\Delta$, $Β54^{\circ}\Delta$, και $Β35^{\circ}\Delta$ και κλίση $30^{\circ}\theta\Delta$, $70^{\circ}\theta\Delta$ και $65^{\circ}\theta\Delta$ αντίστοιχα.

Οι ασυνέχειες αυτές έχουν εύρος 1mm είναι πληρωμένες με αργιλομαργαϊκό υλικό, η απόστασή των κυμαίνεται από 10-40cm και η επέκταση των είναι μέτρια.

β) Ιουρασικοί-Κρητιδικοί Κερατόλιθοι: Στο σχηματισμό αυτό επικρατούν δύο κύρια συστήματα με διεύθυνση $Β53^{\circ}\Delta$, $\Delta-\Delta$ και κλίση $40^{\circ}\theta\Delta$ και $40^{\circ}\theta\Delta$ αντίστοιχα, καθώς και ένα δευτερεύον με διεύθυνση $Β5^{\circ}-16^{\circ}\Delta$ και κλίση $75^{\circ}-80^{\circ}\theta\Delta$.

Η απόσταση των ασυνεχειών, που μερικές φορές είναι πληρωμένες με αργιλομαργαϊκό υλικό, κυμαίνεται από 1-30cm και το εύρος τους από 1-3mm.

γ) Ανωκρητιδικοί σβεστώλιθοι: Επικρατούν δύο κύρια συστήματα με διεύθυνση $Β6^{\circ}-26^{\circ}\Delta$ και $Β20^{\circ}\Delta$ και κλίση $25^{\circ}-45^{\circ}\theta\Delta$ και $45^{\circ}-50^{\circ}\theta\Delta$ αντίστοιχα, και συναντάται και ένα δευτερεύον με διεύθυνση $Β60^{\circ}-85^{\circ}\Delta$ και κλίση $40^{\circ}-70^{\circ}\theta\Delta$.

Οι ασυνέχειες αυτές εμφανίζονται πληρωμένες με αργιλομαργαϊκό υλικό, η απόστασή των κυμαίνεται από 5-150cm και το εύρος τους από 1-10mm και η επέκτασή των είναι μέτρια.

δ) Σχηματισμοί της ζώνης μετάβασης: Στα ιζήματα αυτά συναντήθηκαν δύο κύρια συστήματα με διεύθυνση $Β30^{\circ}-56^{\circ}\Delta$, καθώς και $Β50^{\circ}-70^{\circ}\Delta$ με κλίση $45^{\circ}-60^{\circ}\theta\Delta$ και $55^{\circ}-80^{\circ}\theta\Delta$ αντίστοιχα.

Οι ασυνέχειες του σχηματισμού αυτού έχουν άνοιγμα που κυμαίνεται από 1-5mm η απόσταση κυμαίνεται από 5-150cm, είναι μερικές φορές πληρωμένες με αργιλομαργαϊκό υλικό και χαρακτηρίζεται από μέτρια επέκταση.

ε) Σχηματισμοί του φλύσχη

i) Χαστική φάση

1) Ψαμίτες: Επικρατούν δύο κύρια συστήματα με διεύθυνση $Β10^{\circ}\Delta$ και $Β55^{\circ}-60^{\circ}\Delta$ και κλίση $40^{\circ}-50^{\circ}\theta\Delta$ και $55^{\circ}-65^{\circ}\theta\Delta$ αντίστοιχα.

Οι ασυνέχειες δεν είναι πληρωμένες, η απόστασή τους κυμαίνεται από 30-200cm, το εύρος των ρωγμών από 1-5mm, και η επέκτασή τους είναι μέτρια.

ii) Ψαμιτικοί οριζόντες: Επικρατούν δύο κύρια συστήματα με διεύθυνση $Β13^{\circ}\Delta$ και $Β87^{\circ}\Delta$, με κλίση $64^{\circ}\theta\Delta$ και $85^{\circ}\theta\Delta$ αντίστοιχα.

Η απόσταση μεταξύ των ασυνεχειών, που μερικές φορές εμφανίζονται πληρωμένες με αργιλομαργαϊκό υλικό και με μικρή έως μέτρια επέκταση, κυμαίνεται μεταξύ 20 και 60cm.

iii) Μαρμαίτικοι σβεστώλιθοι: Στους μαργαϊκούς σβεστωλίθους του φλύσχη επικρατούν τρία κύρια συστήματα ασυνεχειών με διεύθυνση $Β05^{\circ}\Delta$, $Β76^{\circ}\Delta$, και $Β34^{\circ}\Delta$ με κλίση $65^{\circ}\theta\Delta$, $75^{\circ}\theta\Delta$ και $50^{\circ}\theta\Delta$ αντίστοιχα.

Η απόσταση μεταξύ των ασυνεχειών, που εμφανίζονται πληρωμένες με σβεστίτη και με μικρή έως μέτρια επέκταση, κυμαίνεται μεταξύ 10-30cm.

Ενότητα 3.

α) Σχηματισμοί του φλύσχη.

i) Λεπτόκοκκη φάση: Στη λεπτόκοκκη φάση επικρατούν δύο κύρια συστήματα με διεύθυνση $Β70^{\circ}-88^{\circ}\Delta$ και $Β5^{\circ}-37^{\circ}\Delta$ με κλίση $85-89\theta\Delta$ και $35^{\circ}-40^{\circ}\theta\Delta$ αντίστοιχα.

Οι ασυνέχειες είναι πληρωμένες με αργιλομαργαϊκό υλικό, έχουν εύρος της τάξης του 1mm, η απόσταση των είναι 1-10cm και επέκταση μικρή.

ii) Χαστική φάση:

1) Ψαμίτες: Στο σχηματισμό αυτό συναντώνται δύο κύρια συστήματα με διεύθυνση $Β52^{\circ}-84^{\circ}\Delta$ και $Β15^{\circ}-40^{\circ}\Delta$ με κλίση $65^{\circ}-89^{\circ}\theta\Delta$ και $45^{\circ}-70^{\circ}\theta\Delta$ αντίστοιχα.

Η απόσταση μεταξύ των ασυνεχειών, που συναντώνται χωρίς υλικό πλήρωσης και με μέτρια επέκταση, κυμαίνεται μεταξύ 5-120cm, ενώ το εύρος τους

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

2) Έναλλαχώς ψαμιτών-ιλυολίθων: Επικρατούν δύο κύρια συστήματα με

διεύθυνση $B12^{\circ}\Delta$ και $B55^{\circ}A$ και κλίση $20BA$ και $85^{\circ}\Delta$ αντίστοιχα. Η απόσταση μεταξύ των ασυνεχειών, που συναντώνται μερικές φορές πληρωμένες με αργιλομαργακικό υλικό, και με μέτρια επέκταση, κυμαίνεται μεταξύ $1-3cm$ ενώ το εύρος τους είναι περίπου $1mm$.

Μετά από την ομαδοποίηση που πραγματοποιήθηκε, ανάλογα με τις τεκτονικές ενότητες και τους σχηματισμούς στους οποίους ελήφθησαν οι μετρήσεις, παρατηρήθηκε ότι σε γενικές γραμμές επικρατούν τα ίδια κύρια συστήματα με τοπικές μόνο και μικρές μεταβολές.

Τα τρία κύρια συστήματα που επικρατούν είναι τα ακόλουθα: $B10^{\circ}-55^{\circ}\Delta/35^{\circ}-60^{\circ}BA$, $B15^{\circ}-55^{\circ}A/55^{\circ}-85^{\circ}B\Delta$, $B10^{\circ}-55^{\circ}A/25^{\circ}-60^{\circ}NA$.

7. ΓΕΩΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Για τη γεωμηχανική κατάταξη των σχηματισμών που συναντήθηκαν επιφανειακά, χρησιμοποιήθηκε το βελτιωμένο σύστημα Bieniawski, το οποίο βασίζεται στα δεδομένα της μικροτεκτονικής ανάλυσης, σε συνδυασμό με την τραχύτητα των ασυνεχειών, στις συνθήκες κυκλοφορίας του υπόγειου νερού και στα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών.

Μετα την ομαδοποίηση των επιμέρους αποτελεσμάτων ταξινόμησης, σε όλες τις θέσεις μελέτης για τον ίδιο σχηματισμό προκύπτουν τα ακόλουθα:

α) Οι Τριαδικοί ασβεστόλιθοι, με εύρος βαθμολόγησης $43-44$ ταξινομούνται στην III τάξη του μέτριου ποιοτικά πετρώματος (fair rock) και μόνο σε μια περίπτωση (στο όριο εφ'ηπείσεως) στην IV τάξη του κακής ποιότητας (poor rock).

β) Οι Ιουραϊκοί ασβεστόλιθοι, με εύρος κύμανσης της βαθμολόγησης $33-56$, ταξινομούνται στις τάξεις IV και III δηλαδή των κακής έως μέτριας ποιότητας πετρωμάτων (poor to fair rock) με επικράτηση του μέτριου ποιοτικά πετρώματος (fair rock).

γ) Οι Σχιστοκερατόλιθοι, με εύρος βαθμολόγησης $27-58$, ταξινομούνται στις τάξεις IV και III των κακής έως μέτριας ποιότητας πετρωμάτων (fair to poor rock) με επικράτηση της κακής ποιότητας (poor rock).

δ) Οι Ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι, με εύρος κύμανσης της βαθμολόγησης $36-54$, ταξινομούνται στις IV και III τάξεις του κακής ποιότητας έως μέτριου ποιοτικά πετρώματος (poor to fair rock), με επικράτηση του μέτριου ποιοτικά πετρώματος (fair rock).

ε) Οι Σχηματισμοί της ζώνης μετάβασης, με εύρος βαθμολόγησης $35-49$, ταξινομούνται στις IV-III τάξεις του κακής ποιότητας έως μέτριου ποιοτικά πετρώματος (poor to fair rock) με επικράτηση του μέτριου ποιοτικά πετρώματος (fair rock).

στ) Σχηματισμοί του φλύσχη.

i) Η Άλεπτόκοκκη κυανότερη φάση του φλύσχη, με εύρος κύμανσης της βαθμολόγησης $26-38$ ταξινομείται στην IV τάξη του κακής ποιότητας πετρώματος (poor rock).

ii) Χαστική φάση:

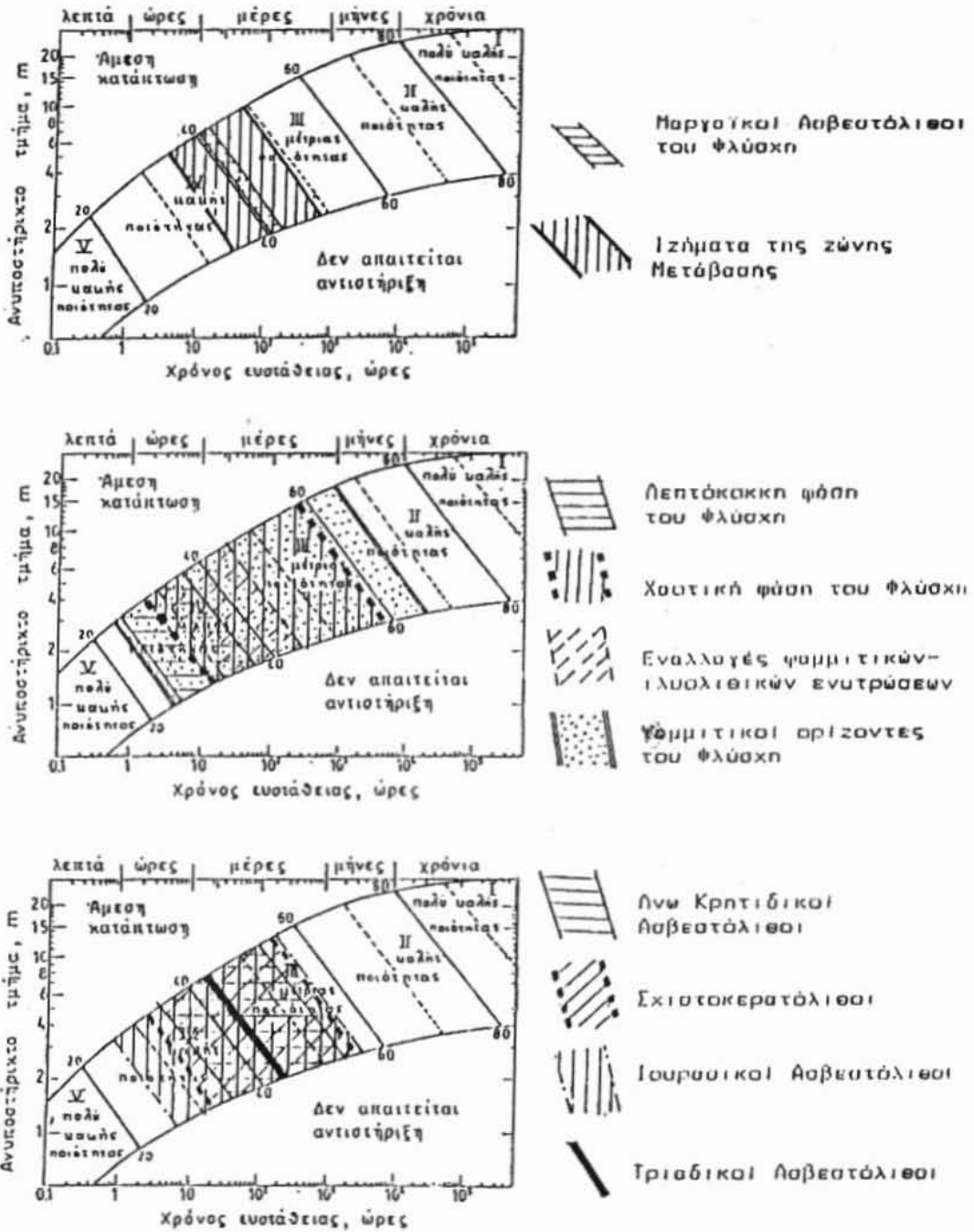
1) Οι φαμμίτες της χαστικής φάσης του φλύσχη, με εύρος κύμανσης της βαθμολόγησης $36-59$, ταξινομούνται στις IV και III τάξεις του κακής ποιότητας έως μέτριου ποιοτικά πετρώματος (poor to fair rock), με επικράτηση του μέτριου ποιοτικά πετρώματος (fair rock).

2) Οι εναλλαγές της χαστικής φάσης του φλύσχη, με εύρος βαθμολόγησης $30-46$, ταξινομούνται στις IV και III τάξεις του κακής ποιότητας έως μέτριου ποιοτικά πετρώματος (poor to fair rock) με επικράτηση του κακής ποιότητας πετρώματος (poor rock).

3) Τα κροκαλοπαγή της χαστικής φάσης του φλύσχη, με εύρος βαθμολόγησης $35-58$, ταξινομούνται στις IV και III του κακής ποιότητας έως μέτριου ποιοτικά πετρώματος (poor to fair rock) με επικράτηση του μέτριου ποιοτικά πετρώματος (fair rock).

iii) Οι εναλλαγές φαμιτών-ίλυοιθων, με εύρος βαθμολόγησης $33-46$, ταξινομούνται στις IV και III τάξης του κακής ποιότητας έως μέτρια ποιοτικά πετρώματος (poor to fair rock) με επικράτηση του κακής ποιότητας πετρώματος (poor rock).

iv) Οι φαιμενικοί οριζόντες του φλύσχη, με εύρος κύμανσης της βαρο-



Εικόνα 5. Συσχετισμός της κατάταξης βραχώμαζας κατά Bieniawski με το χρόνο ευστάθειας ανυποστήρικτου τμήματος υπόγειας εκσκαφής.

Figure 5. Relationship between the stand up-time of an unsupported underground excavation span and the CSIR Geomechanics Classification.

λόγησης 25-67, ταξινομούνται στις IV, III και II τάξεις του κακής ποιότητας έως καλής ποιότητας πετρώματος (poor to good rock), με επικράτηση του μέτριου ποιοτικά πετρώματος (fair rock). γ) Ο μαργαίκοι ασβεστόλιθοι του φλύσχου με εύρος βαθμολόγησης 41-43 ταξινομούνται στην III τάξη του μέτριου ποιοτικά πετρώματος (fair rock).

Δεύτερη γεωμηχανική κατάταξη, κατά Bieniawski στους βαθέστερους ορίζοντες, από τα δεδομένα των γεωτρήσεων, έδωσαν τα ακόλουθα αποτελέσματα για κάθε σχηματισμό:

α) Οι ασβεστόλιθοι του Ιουρασιακού, με εύρος κύμανσης της βαθμολόγησης 19-20, ταξινομούνται στη IV τάξη του κακής ποιότητας πετρώματος (poor rock).

β) Οι ασβεστόλιθοι του Ανω Κρητιδικού, με εύρος κύμανσης της βαθμολόγησης 42-46, ταξινομούνται στην III τάξη του μέτριου ποιοτικά πετρώματος (fair rock).

γ) Σχηματισμοί του φλύσχου:

i) Η λεπτόκοκκη κυανότερη φάση του φλύσχου, με εύρος κύμανσης 16-30 ταξινομείται στις V και IV τάξεις του πολύ κακής έως κακής ποιότητας πετρώματος (very poor to poor rock).

ii) Η χαστική φάση του φλύσχου με εύρος βαθμολόγησης 30-34, ταξινομείται στην IV τάξη του κακής ποιότητας πετρώματος (poor rock).

iii) Οι ψαμμιτικοί ορίζοντες του φλύσχου με εύρος κύμανσης της βαθμολόγησης 25-45 ταξινομούνται στην IV και III τάξεις του κακής ποιότητας έως μέτριου ποιοτικά πετρώματος (poor to fair rock).

Στην εικόνα 5 φαίνονται τα διαγράμματα συσχετισμού της κατάταξης της βραχομάζας με το χρόνο ευστάθειας ανυποστήρικτου τμήματος υπάγειας εκσκαφής.

Από τη σύγκριση των κατατάξεων από επιφανειακά στοιχεία και αυτών από τα αποτελέσματα των γεωτρήσεων φαίνεται ότι δεν προκύπτουν σημαντικές διαφορές της ποιότητας της βραχομάζας με το βάθος και τούτο αποδίδεται στην τεκτονική καταπόνηση που έχουν υποστεί οι σχηματισμοί της γεωτεκτονικής αυτής ζώνης.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα αποτελέσματα των εργασιών, που περιγράφηκαν πιο πάνω και την αξιολόγηση των αναλύσεων και εργαστηριακών δοκιμών, προέκυψε ότι από πλευράς βραχομάζας οι σχηματισμοί της ζώνης Ωλανού-Πίνδου στην υπό μελέτη περιοχή, ταξινομούνται στους πολύ κακής έως καλής ποιότητας σχηματισμούς με επικράτηση των κακής έως μέτριας ποιότητας σχηματισμών.

Ετσι, στην περίπτωση εκτέλεσης μεγάλων τεχνικών έργων και ιδιαίτερα στην περίπτωση υπογείων εκσκαφών, αναμένεται να συναντηθούν σημαντικά προβλήματα που συνδέονται με την τεκτονική καταπόνηση, τις ιδιόμορφες υδρογεωλογικές συνθήκες, καθώς και τη λιθοστρωματογραφική διάθρωση των σχηματισμών της γεωτεκτονικής ζώνης που εξετάζεται.

Συνεπώς, η επιτυχής αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών απαιτεί τη λήψη ειδικών μέτρων που σχετίζονται με τη σταθεροποίηση των σχηματισμών στα τεχνητά πρανή των κατασκευών (είσοδοι-έξοδοι υπογείων εκσκαφών, πρανή ορυχμάτων, κλπ), την αντιστήριξη ζωνών έντονης χαλάρωσης και τη μείωση της δράσης εισροών υπεδαφικού νερού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ANDRONOPOULOS, B. (1982): The geological structure and the tectonic evolution, as Factors of instability in the Pindos zone area (Greece). Rock Mechanics, Vol. 15, pp 41-54 Austria.

BIENIAWSKI, Z.T. (1984): Rock Mechanics Design in mining and tunneling. Balkema A.A., Rotterdam-Boston.

ΚΑΤΣΑΒΡΙΑΣ, Ν. (1987): Το λεπτιωμένο σύστημα της ζώνης Πίνδου της Ηπειρωτικής Ελλάδας στο τεκτονικό πλαίσιο των Ελληνίδων.

- ΚΟΥΚΙΣ, G. and ΤΣΙΑΜΒΑΟΣ, G. (1982): Engineering geological problems related to tunneling the Olympos-Pindos zone, of Western Greece. Proc. IV Congress International association of Engineering Geology, Vol iv, New Delhi, pp 117-126.
- ΜΑΡΑΤΟΣ, Γ. (1972): Γεωλογία της Ελλάδος, , εκδόσεις ΓΕ. ΜΕΛ. ΕΡ., Αθήνα σελ.189.
- ΜΑΤΑΡΑΓΚΑΣ, Δ., ΨΩΝΗΣ, Κ., κ.α. (1990): Γεωλογική-Τεκτονική διερεύνηση της ζώνης εκατέρωθεν του άξονα της υπό μελέτη σήραγγας Ευήνου. Έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα.
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. (1986): Γεωλογία της Ελλάδος, εκδόσεις Επτάλοφος, Αθήνα, σελ.240.
- ΡΟΖΟΣ, Δ., ΝΙΚΟΛΑΟΥ, Ν., ΑΠΟΣΤΟΛΙΔΗΣ, Ε., ΠΟΓΙΑΤΖΗ, Ε. (1990): Τεχνικογεωλογική διερεύνηση της ζώνης εκατέρωθεν του άξονα της υπό μελέτη σήραγγας Ευήνου. Έκθεση ΙΓΜΕ, Τ-1519 Αθήνα.
- ΡΟΖΟΣ, Δ., ΝΙΚΟΛΑΟΥ, Ν., ΑΠΟΣΤΟΛΙΔΗΣ, Ε., ΠΟΓΙΑΤΖΗ, Ε. (1990): Συμπληρωματική τεχνικογεωλογική διερεύνηση της ζώνης εκατέρωθεν του άξονα της υπό μελέτη σήραγγας Ευήνου. Νέα Χάραξη Έκθεση ΙΓΜΕ, Τ-1525 Αθήνα.
- ΤΖΙΤΖΙΡΑΣ, ΑΔ., ΝΙΚΟΛΑΟΥ, Ν., ΑΠΟΣΤΟΛΙΔΗΣ, Ε., ΠΟΓΙΑΤΖΗ, Ε. (1990): Γεωτεχνικές συνθήκες κατά μήκος του άξονα της υπό μελέτη σήραγγας Ευήνου-Μόρνου Έκθεση ΙΓΜΕ, Τ-1563 Αθήνα.
- ΤΖΙΤΖΙΡΑΣ, ΑΔ., ΡΟΖΟΣ, Δ., ΝΙΚΟΛΑΟΥ, Ν., ΠΟΓΙΑΤΖΗ, Ε., ΑΠΟΣΤΟΛΙΔΗΣ, Ε., ΚΥΝΗΓΑΔΑΚΗ, Μ. (1991): Γεωτεχνική μελέτη φράγματος Αγίου Δημητρίου Ευήνου. Αδημοσίευτη έκθεση ΙΓΜΕ, Τ-1576 Αθήνα.