

ΟΙ ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ

Από τους

Ε. ΛΕΚΚΑ *, Π. ΠΑΝΤΖΑΡΤΖΗ **, Σ. ΝΑΣΟΠΟΥΛΟΥ *, Α. ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟ *

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το φράγμα Μουζακίου πρόκειται να κατασκευασθεί στο φαράγγι του Πάμισου ποταμού, (Δυτική Θεσσαλία) περίπου 1 χιλιόμετρο νότια της ομώνυμης κωμόπολης (Εικ.1,2) και αποτελεί το τελικό από την αλυσίδα των έργων για την εκτροπή του Αχελώου ποταμού στη Θεσσαλική πεδιάδα. Σκοπός του φράγματος είναι η συγκέντρωση των υδάτων της κύριας σήραγγας εκτροπής του Αχελώου, η συγκέντρωση των υδάτων του Πορταϊκού ποταμού δια μέσου της συνδετήριας σήραγγας Πύλης-Μουζακίου και η συγκέντρωση των υδάτων της λεκάνης του Πάμισου ποταμού. Το φράγμα θα έχει ύψος 135 m, η στέψη του θα γίνει στα 335 m ενώ το μήκος του δεν είναι καθορισμένο λόγω της μη επιλογής της ακριβούς θέσης του.

Η περιοχή θεμελίωσης του φράγματος αποτελεί ίσως την πλέον δύσκολη περίπτωση από άποψη γεωλογικών-γεωτεχνικών συνθηκών στον Ελλαδικό χώρο, εξ αιτίας των πολλών ιδιόμορφων σχηματισμών που εμφανίζονται, της έντονης τεκτονικής παραμόρφωσης, της πολύπλοκης γεωλογικής δομής που ελέγχει την παρουσία σε συγκεκριμένα σημεία ευνοϊκών ή μη γεωλογικών σχηματισμών και των γεωτεχνικών προβλημάτων

που οφείλονται είτε σε πρωτογενή αίτια λόγω της λιθολογικής σύστασης, είτε σε δευτερογενή λόγω της τεκτονικής παραμόρφωσης. Είναι επίσης χαρακτηριστικό ότι ο προσδιορισμός των προηγούμενων στοιχείων και η επίλυση των προβλημάτων δεν απαιτούν μόνο λεπτομερή γεωλογική μελέτη της ευρύτερης περιοχής θεμελίωσης του φράγματος αλλά και λεπτομερή μελέτη μιας πολύ μεγαλύτερης περιοχής που συμπίπτει με τη φυσικογεωγραφική μονάδα της οροσειράς του Κόζιακα την οποία τέμνει εγκάρσια στο νότιο τμήμα της το φαράγγι του Πάμισου ποταμού.

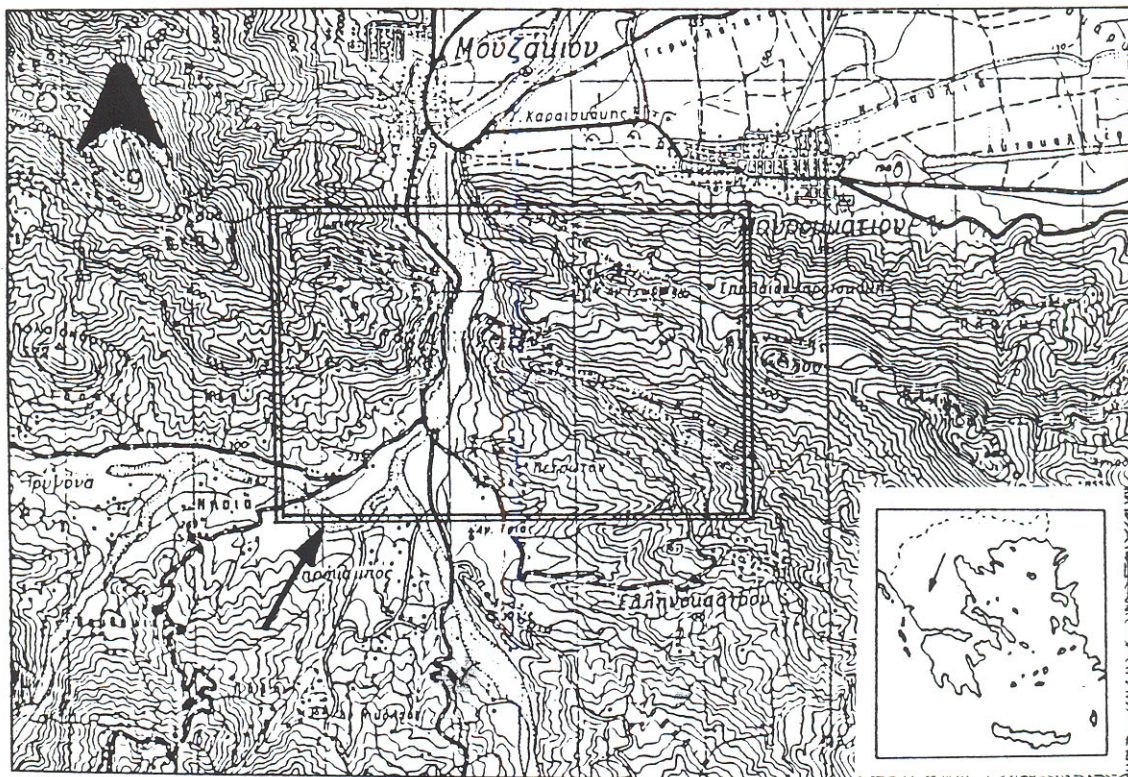
II. Η ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

1. Γενικά

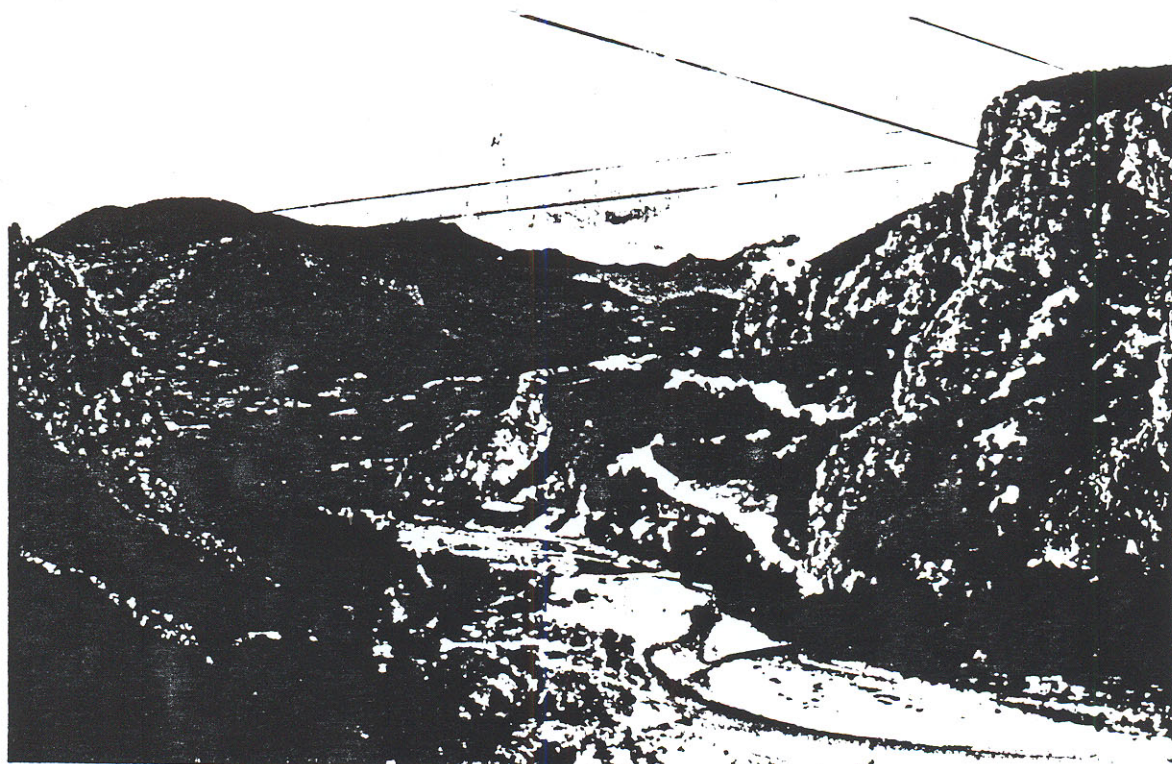
Η γεωλογική έρευνα της περιοχής θεμελίωσης του φράγματος Μουζακίου στηρίχθηκε κατ' αρχήν σε λεπτομερή γεωλογική χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:2.000. Λόγω όμως των ιδιομορφιών της περιοχής που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, ο καθορισμός της στρωματογραφικής διάρθρωσης και της τεκτονικής

* Πανεπιστήμιο Αθηνών, Γεωλογικό Τμήμα, Τομέας Δυναμικής, Τεκτονικής και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Πανεπιστημιούπολη Ιλίσια Τ.Κ. 157 84.

** Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού. Διεύθυνση Ανάπτυξης Υδροηλεκτρικών Έργων, Τομέας Γεωλογικών και Γεωτεχνικών Μελετών, Κοραή 5 Αθήνα.



Εικ. 1: Το φαράγγι του Πάμιου ποταμού και η ευρύτερη περιοχή της μελέτης.



Εικ. 2: Άποψη του φαραγγιού του Πάμιου ποταμού από τα βόρεια (κατάντη). Διακρίνεται τμήμα της λεκάνης κατάκλυσης του φράγματος.

δομής δε θα ήταν δυνατός μόνο από τα στοιχεία της χαρτογράφησης της συγκεκριμένης περιοχής εάν δεν λαμβάνονταν υπ' όψη τα στοιχεία της χαρτογράφησης όλης της οροσειράς του Κόζιακα (ΛΕΚΚΑΣ 1988 α,β) σε κλίμακες 1:25.000 και 1:50.000. Τούτο οφείλεται στο ότι στην περιοχή θεμελίωσης του φράγματος οι πρωτογενείς στρωματογραφικές σχέσεις μεταξύ των σχηματισμών συχνά έχουν καταστραφεί απ' τον τεκτονισμό, πράγμα που δε συνέβαινε σε ορισμένες άλλες θέσεις της οροσειράς. Η έρευνα περιλάμβανε ακόμη καταγραφή και επεξεργασία πλήθους τεκτονικών στοιχείων τα οποία στην προκειμένη περίπτωση δεν παίζουν μόνο ουσιαστικό ρόλο στη γεωλογική δομή αλλά και επηρεάζουν άμεσα τις γεωτεχνικές συνθήκες και τα γεωμηχανικά μεγέθη.

2. Στρωματογραφική διάρθρωση

Όπως είναι γνωστό με βάση τα δεδομένα παλαιότερων ερευνών (ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ & SIDERIS, 1977, ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ & ΛΕΚΚΑΣ, 1979, ΛΕΚΚΑΣ, 1988 α,β κ.α.) στη δομή της οροσειράς του Κόζιακα λαμβάνουν μέρος σχηματισμοί οι οποίοι ανήκουν στην ενότητα Δυτικής Θεσσαλίας. Ειδικότερα στη συγκεκριμένη περιοχή εμφανίζονται μόνο ορισμένοι απ' τους σχηματισμούς της ενότητας οι οποίοι απ' τους αρχαιότερους προς τους νεώτερους είναι οι εξής (Εικ. 3,4):

Α. Σχηματισμός Ραδιολαριτών - Πηλιτών Μουζακίου:

Πρόκειται για σχηματισμό ο οποίος χαρακτηρίζεται από την εντυπωσιακή παρουσία ραδιολαριτών - πηλιτών και κερατόλιθων αφ' ενός και από τις ιδιόμορφες εμφανίσεις ανθρακικών και εκρηξιγενών πετρωμάτων αφ' ετέρου που αποτελούν τα μέλη του σχηματισμού.

Στην περιοχή εκτός από τις εμφανίσεις ραδιολαριτών - πηλιτών και κερατόλιθων που καταλαμβάνουν μεγάλο τμήμα της περιοχής εμφανίζονται (i) το μέλος Ασβεστολίθων Βιτουμά που περιλαμβάνει πλακώδεις ερυθρούς ασβεστόλιθους με παρεμβολές πηλιτών και οριζόντων silex (Εικ.5), συνολικού πάχους 30 περίπου μέτρων, Νορίου ηλικίας, που εμφανίζονται κυρίως στο ανατολικό πρηνές, (ii) το μέλος Ασβεστολίθων Βορείου

Κόζιακα που περιλαμβάνει λευκούς άστρωτους ή παχυστρωματώδεις ωολιθικούς - μικρολατυποπαγείς ασβεστόλιθους, ηλικίας Δογγερίου - Μαλμίου (Εικ. 6), πάχους 30 περίπου μέτρων που εμφανίζεται τόσο στο δυτικό όσο και στο ανατολικό πρηνές, (iii) το μέλος Οφιολιθικών Λατυποπαγών Αγριοκερασιάς που περιλαμβάνει ραδιολαρίτες-πηλίτες με γωνιώδη τεμάχια οφιολιθικών πετρωμάτων μεγέθους έως 80 εκατοστών Μαλμίου ηλικίας που εμφανίζεται κυρίως στο δυτικό πρηνές (Εικ. 7), στην ομώνυμη τοποθεσία.

Β. Κλαστικός Σχηματισμός Πορτής.

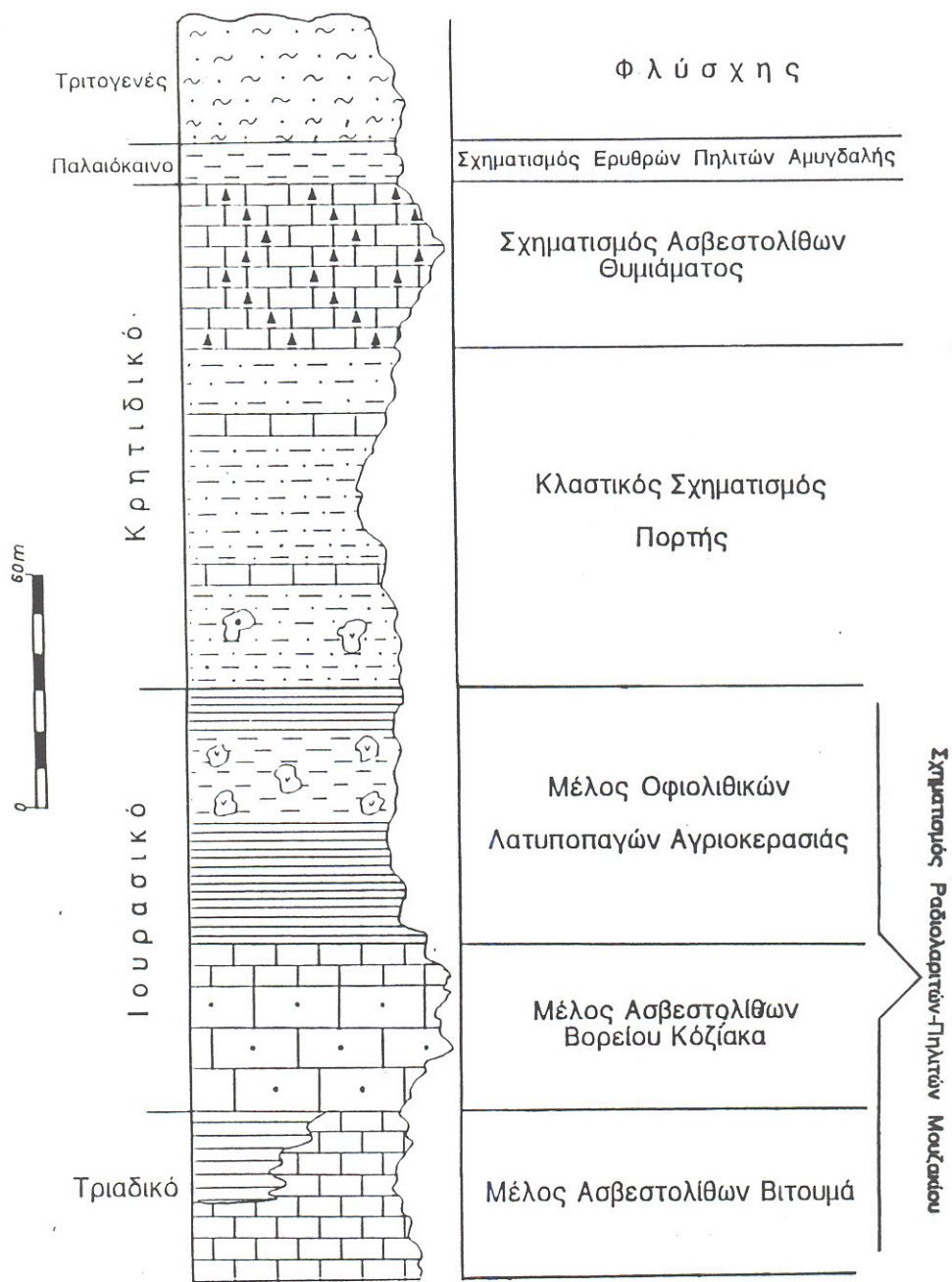
Περιλαμβάνει εναλλαγές στρωμάτων ψαμμιτών, πηλιτών, μαργαϊκών ασβεστολίθων, κερατόλιθων και ραδιολαριτών με παρεμβολές σε ορισμένες θέσεις οφιολιθικών τεμαχίων μεγέθους έως 30 cm και αποστρογγυλωμένων ογκολίθων από ωολιθικούς-μικρολατυποπαγείς ασβεστόλιθους ηλικίας Δογγερίου-Μαλμίου. Πρόκειται για σχηματισμό ο οποίος λιθοοψικά ομοιάζει προς το φλύσχη, έχει ηλικία Ανώτατο Ιουρασικό-Τιθώνιο, Άλβιο και υπέρκειται κανονικά του προηγούμενου σχηματισμού. Το πάχος του κυμαίνεται από 80 έως 200 m και εμφανίζεται κυρίως στο δυτικό πρηνές, στο χωριό Πορτή και στην περιοχή των χωριών Αμυγδαλή και Ελληνόκαστρο.

Γ. Σχηματισμός Ασβεστολίθων Θυμιάματος.

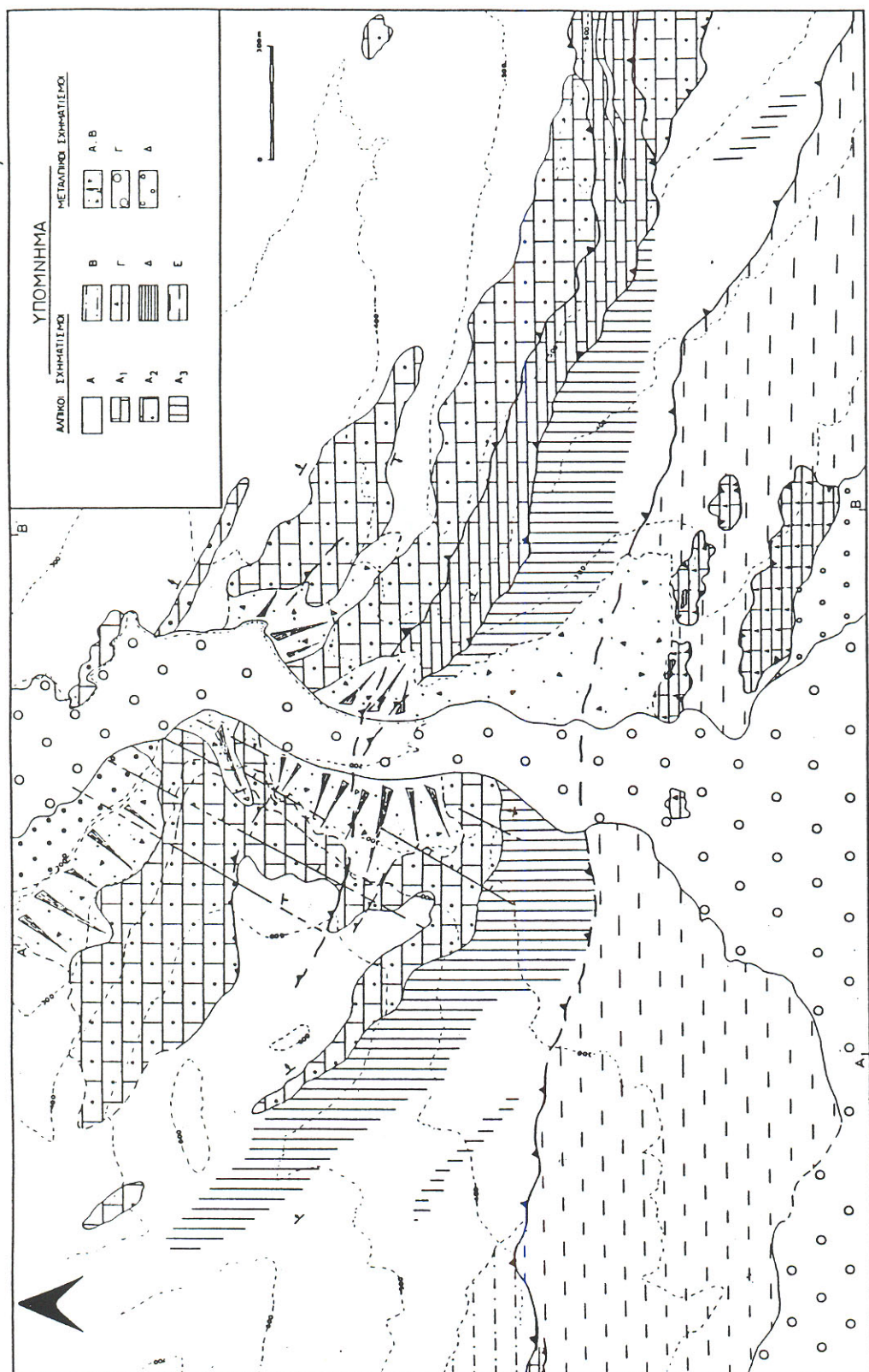
Πρόκειται για ερυθρωπούς - λευκούς πελαγικούς και κατά θέσεις μικρολατυποπαγείς ασβεστόλιθους πάχους 60 περίπου μέτρων. Υπέρκειται κανονικά του προηγούμενου σχηματισμού και η ηλικία του είναι Κενομάνιο-Μαιστρίχτιο. Εμφανίζεται συνήθως υπό τη μορφή λεπών προς το νότιο τμήμα της ευρύτερης περιοχής.

Δ. Σχηματισμός Ερυθρών Πηλιτών Αμυγδαλής.

Στρώματα ερυθρών - ερυθρωπών πηλιτών με ορισμένες παρεμβολές λεπτών οριζόντων μικρολατυποπαγών ασβεστολίθων οι οποίες μειώνονται σταδιακά προς τα άνω. Υπέρκεινται κανονικά του προηγούμενου σχηματισμού, το συνολικό τους πάχος είναι 10 περίπου μέτρα και προς τα άνω εξελίσσονται κανονικά προς το φλύσχη.



Εικ. 3: Λιθοστρωματογραφική στήλη των Αλπικών σχηματισμών που εμφανίζονται στην ευρύτερη περιοχή θεμελίωσης του φράγματος.



Εικ. 4: Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής. Οι συμβολισμοί του υπομνήματος (Α, Β, Γ κ.τ.λ.) αντιστοιχούν στις παραγράφους του κεφαλαίου II, 2 όπου περιγράφονται οι σχηματισμοί.



Εικ. 5: Εμφάνιση του μέλους Ασβεστολίθων Βιτουμά στο ανατολικό πρανές του φαράγγιού.



Εικ. 6: Εμφάνιση ωολιθικών - μικρολατυποπαγών ασβεστολίθων (μέλος Ασβεστολίθων Βορείου Κόζιακα) και ραδιολαριτών - πηλιτών στο δυτικό πρανές του φαράγγιού.

Ε. Φλύσχης.

Εναλλαγές ψαμμιτών και πηλινών με ορισμένες παρεμβολές μαργαϊκών ασβεστολίθων και παρουσία κροκαλοπαγών στα ανώτερα στρώματά του. Η ηλικία του είναι Παλαιόκαινο - Μέσο, Ανώτερο Ηώκαινο, το πάχος του είναι πάνω από 500 m και εμφανίζεται στο νότιο τμήμα της περιοχής θεμελίωσης του φράγματος ενώ καταλαμβάνει και όλη την περιοχή του ταμιευτήρα.

Εκτός από τους Αλπικούς σχηματισμούς της ενότητας Δυτικής Θεσσαλίας, στην περιοχή εμφανίζονται και Μεταλπικοί σχηματισμοί οι οποίοι κατά θέσεις καλύπτουν ασύμφωνα τους πρώτους. Οι Μεταλπικοί σχηματισμοί διακρίνονται σε:

Α. Παλαιά συνεκτικά Κορήματα και Κώνοι.

Αναπτύσσονται στις πλευρές του φαράγγιού και αποτελούνται κυρίως από γωνιώδη τεμάχια και ογκολίθους μικρολατυποπαγών - ωλιθικών α-

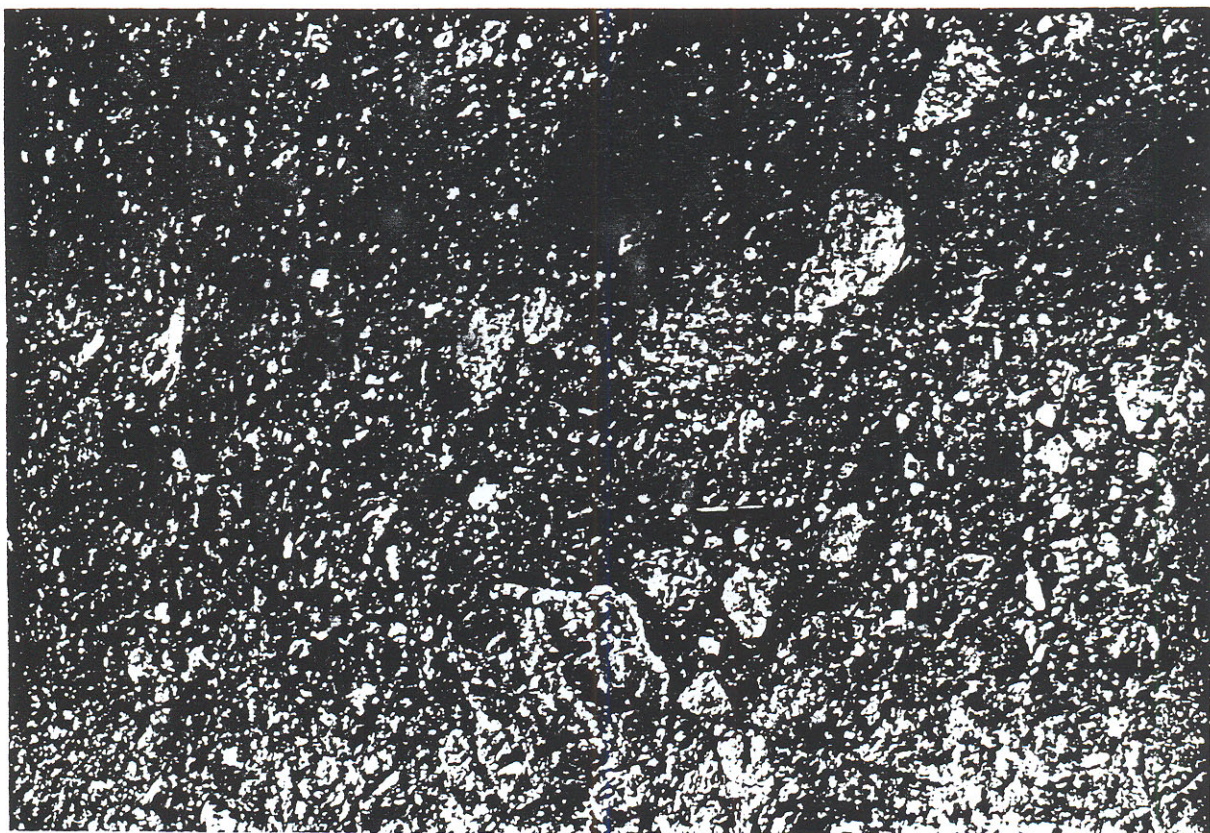
σβεστολίθων, κερατολίθων και ραδιολαριτών μεταξύ των οποίων υπάρχει ένα συνδετικό τραβερτινώδες ερυθρωπό υλικό. Το πάχος τους υπερβαίνει κατά θέσεις τα 15 m.

Β. Νέα Πλευρικά Κορήματα και Κώνοι.

Αναπτύσσονται και αυτά στις πλευρές του φαράγγιού και καλύπτουν τόσο τους Αλπικούς σχηματισμούς όσο και τα παλαιά κορήματα και κώνους. Αποτελούνται από γωνιώδη τεμάχια και ογκολίθους μικρολατυποπαγών - ωλιθικών ασβεστόλιθων και είναι ασύνδετα. Το πάχος τους υπερβαίνει κατά θέσεις τα 10 m.

Γ. Ποτάμιες αποθέσεις.

Πρόκειται για ασύνδετες κροκάλες, λατύπες, άμμους, ιλεις και αργίλους σε αλληπάληλα στρώματα μεταβαλλόμενου πάχους. Καταλαμβάνουν την κοίτη του Πάμισου ποταμού και το συνολικό τους πάχος σύμφωνα με τα δεδομένα των γεωτρήσεων είναι περίπου 60.



Εικ. 7: Εμφάνιση του μέλους Οφιολιθικών Λατυποπαγών Αγριοκερασιάς στο δυτικό πρηνές του φαράγγιού, στην ομώνυμη τοποθεσία.

Δ. Αλλούβια.

Πρόκειται για ερυθρά αργιλοπυριτικά, αργιλο-ϊλιώδη υλικά μέσα στα οποία υπάρχουν κατά θέσεις κροκάλες και λατύπες διαφόρων πετρωμάτων. Καλύπτουν κατά θέσεις τους προηγούμενους σχηματισμούς και έχουν μεταβαλλόμενο πάχος.

3. Γεωλογική δομή

Η πρωτογενής σχέση μεταξύ των Αλπικών σχηματισμών έχει καταστραφεί από την Αλπική ορογένεση η οποία έλαβε χώρα από το Μέσο Ηώκαινο και συνεχίστηκε ως το Ολιγόκαινο. Αποτέλεσμα των Αλπικών ορογενετικών κινήσεων ήταν η τεκτονική παραμόρφωση των σχηματισμών της περιοχής που μελετήθηκε και που εκφράζεται μέσα από αλληπάληλες λεπιώσεις και πτυχώσεις. Με βάση τη λιθοστρωματογραφική διάρθρωση, τη μελέτη των αεροφωτογραφιών, τα στοιχεία της γεωλογικής χαρτογράφησης αλλά ιδιαίτερα με βάση τις παρατηρήσεις στις τεκτονικές μορφές, έγινε δυνατή η απόκτηση μιας σαφούς εικόνας της γεωλογικής δομής της ευρύτερης περιοχής θεμελίωσης του φράγματος.

Ειδικότερα στην περιοχή εμφανίζονται δύο τεκτονικές ενότητες (Εικ. 8, 9) που χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερη η κάθε μία λιθοστρωματογραφική διάρθρωση και τεκτονική παραμόρφωση, οι οποίες είναι οι ακόλουθες:

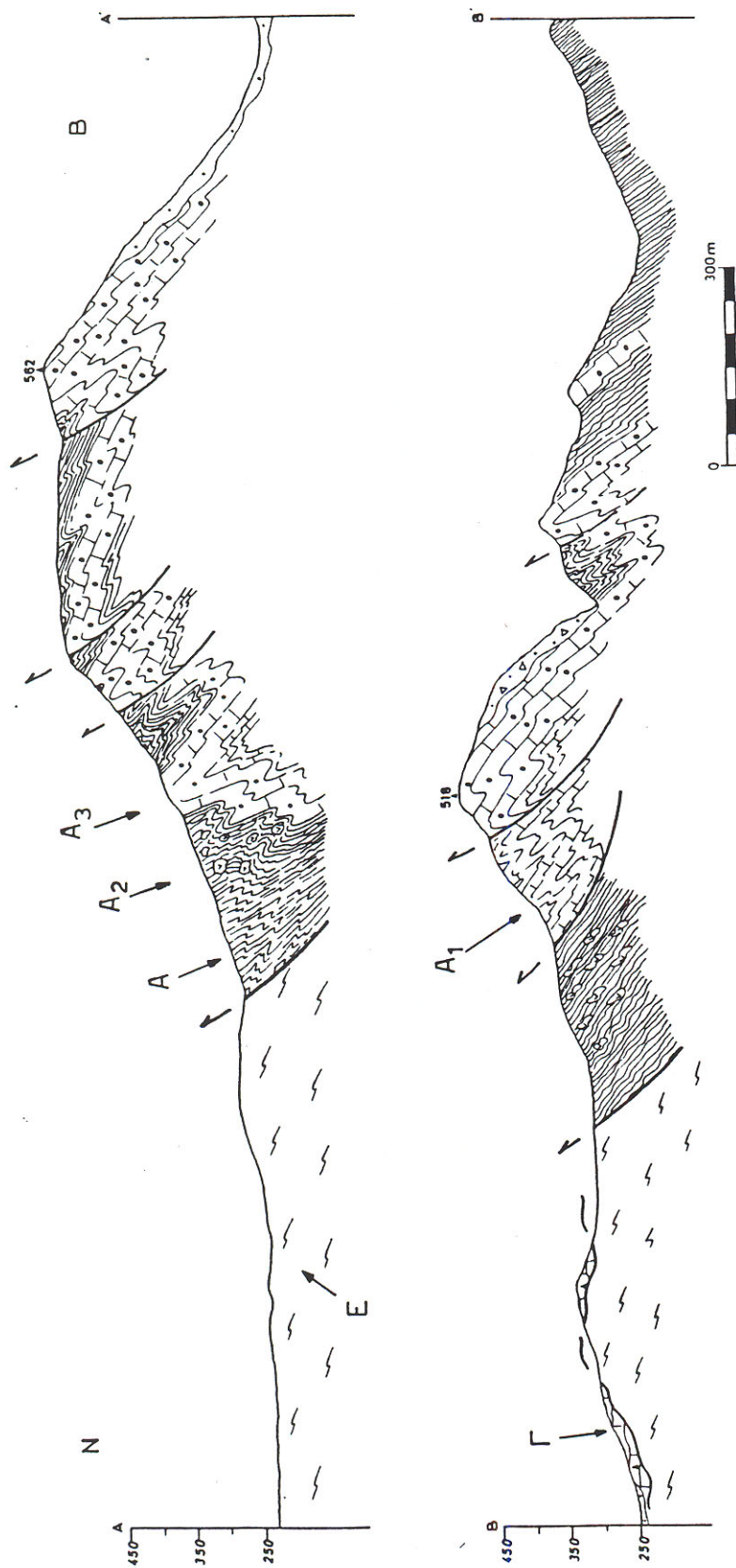
Α. Τεκτονική Ενότητα Δυτικού Κόζιακα.

Εμφανίζεται προς το νότιο - νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής και στη δομή της συμμετέχουν ο σχηματισμός Ασβεστολίθων Θυμιάματος, ο σχηματισμός Ερυθρών Πηλινών Αμυγδαλής και ο υπερκείμενος Τριτογενής Φλύσχη. Στο μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής ανάπτυξης της τεκτονικής ενότητας, εμφανίζονται τα κορυφαία στρώματα του Φλύσχη - γεγονός που αποδεικνύεται από την παρουσία ολισθοστρωμάτων από κροκαλοπαγή - ενώ το πάχος του θα πρέπει να υπερβαίνει τα 500 m. Πάνω από το Φλύσχη παρατηρούνται ορισμένα τεκτονικά ράκη των σχηματισμών Ασβεστολίθων Θυμιάματος και Ερυθρών Πηλινών Αμυγδαλής με πλέον αντιπροσωπευτικά παραδείγματα τα ράκη στον οικισμό Πετρωτό.

Β. Τεκτονική ενότητα Ανατολικού Κόζιακα.

Εμφανίζεται προς το Βόρειο - Βορειοανατολικό τμήμα της περιοχής και είναι τεκτονικά τοποθετημένη πάνω στην τεκτονική ενότητα του Δυτικού Κόζιακα. Στη δομή της λαμβάνουν μέρος τα μέλη του σχηματισμού Ραδιολαριτών - Πηλινών Μουζακίου και συγκεκριμένα εκτός από τους ραδιολαρίτες - πηλίτες, το μέλος Ασβεστολίθων Βορείου Κόζιακα και το μέλος Οφιολιθικών Λατυποπαγών Αγριοκερασιάς καθώς επίσης και ο Κλαστικός σχηματισμός της Πορτής. Οι σχηματισμοί αυτοί είναι πτυχωμένοι με γενική διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ (Εικ. 10). Τα κορυφαία των πτυχώσεων ταυτίζονται με την παρουσία των αρχαιότερων μελών του σχηματισμού Ραδιολαριτών - Πηλινών (π.χ μέλος Ασβεστολίθων Βορείου Κόζιακα), ενώ τα πυθμαία από την παρουσία των νεότερων μελών (π.χ. μέλος Οφιολιθικών Λατυποπαγών Αγριοκερασιάς). Κατά θέσεις και εκεί όπου η παραμόρφωση είναι εντονότερη παρατηρούνται λεπιώσεις με αποτέλεσμα η εμφάνιση ορισμένων σχηματισμών ή μελών (π.χ. μέλος Ασβεστολίθων Βιτουμά στο ανατολικό πρανές) να ελέγχεται απ' αυτές (Εικ. 11).

Τη συνέχεια των πτυχώσεων και των λεπιώσεων διακόπτουν εγκάρσια ρήγματα διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ τα περισσότερα των οποίων ταυτίζονται με τις μορφολογικές ασυνέχειες των πλευρών του φαργγιού του Πάμισου ποταμού. Τα ρήγματα αυτά είναι σχεδόν κατακόρυφα ή έχουν πολύ μεγάλες κλίσεις (75° - 85°) είτε προς τα ΝΑ (δυτικά του Πάμισου) είτε προς τα ΒΔ (ανατολικά του Πάμισου) με αποτέλεσμα να δημιουργούν την εντύπωση μιας τεκτονικής τάφρου που εκφράζεται όχι μόνο με την υφιστάμενη μορφολογική ταπείνωση κατά μήκος του Πάμισου ποταμού αλλά και από το μεγάλο πάχος (πάνω από 60 m) των πρόσφατων σχηματισμών (Ποτάμιες αποθέσεις, Παλαιά Κορήματα κ.α.) στον άξονα της τάφρου, σύμφωνα με τα δεδομένα των γεωτρήσεων. Η ηλικία των ρηγμάτων της περιοχής, με βάση το γεγονός ότι τέμνουν και μεταθέτουν τις πτυχώσεις - λεπιώσεις, είναι οπωσδήποτε μετα-Ολιγοκαινική ενώ ο ακριβής προσδιορισμός της είναι δύσκολο να γίνει. Εκτιμάται όμως, με βάση συνεκτίμηση των μορφοδυναμικών στοιχείων, ότι είναι Πλειόκαινο - Πλειστόκαινο ενώ η δράση τους στο Ολόκαινο δε θα πρέπει να αποκλεισθεί.



Εικ. 9: Γεωλογικές τομές με διεύθυνση Β-Ν εκατέρωθεν του φαργγιού του Πάμισου ποταμού. (Οι συμβολισμοί Α, Β, Γ κ.τ.λ. αντιστοιχούν στις παραγράφους του κεφαλαίου ΙΙ, 2 όπου περιγράφονται οι σχηματισμοί.

Τη συνέχεια ορισμένων σχηματισμών και συγκεκριμένα το μέλος των Ασβεστολίθων Βορείου Κόζιακα διακόπτεται σε ορισμένες θέσεις και ένα πυκνό δίκτυο διακλάσεων. Σε επτά θέσεις στην ευρύτερη περιοχή θεμελίωσης του φράγματος παρατηρήθηκαν διακλάσεις οι οποίες ήταν κατάλληλες για μέτρηση και χρησιμοποιήθηκαν για στατιστική επεξεργασία. Διαπιστώθηκε ότι σε κάθε μια θέση τα υφιστάμενα συστήματα διακλάσεων συνδέονται γεωμετρικά με τις πτυχές, δηλαδή είναι εγκάρσια, επιμήκη και διαγώνια, γεγονός που υποδηλώνει και τη δημιουργία τους κατά το ίδιο χρονικό διάστημα με αυτές (δηλαδή Μ. Ηώκαινο - Ολιγόκαινο).

Η γεωλογική δομή που περιγράφηκε με βάση την έρευνα επιφάνειας, επιβεβαιώνεται και ελέγχεται από την αξιολόγηση των στοιχείων των ερευνητικών γεωτρήσεων, που εκτελέστηκαν στην περιοχή και των οποίων οι στήλες παρουσιάζονται στην Εικ. 12.

III. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ-ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Ο καθένας από τους σχηματισμούς και τα μέλη των σχηματισμών που λαμβάνουν μέρος στη γεωλογική δομή της περιοχής θεμελίωσης του φράγματος Μουζακίου έχει ιδιαίτερα γεωτεχνικά και υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά τα οποία καθορίζουν και την καταλληλότητά τους ή όχι τόσο σε σχηματισμών θεμελίωσης του ίδιου του φράγματος όσο και σε σχηματισμών θεμελίωσης των συνοδών έργων.

Τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά, τα γεωμηχανικά μεγέθη και η υδρογεωλογική συμπεριφορά των σχηματισμών προσδιορίστηκαν είτε με επί τόπου παρατηρήσεις και μετρήσεις είτε με εργαστηριακές δοκιμές. Ενδεικτικά είναι τα εξής για κάθε ένα από τους ακόλουθους σχηματισμούς:

Α Σχηματισμός Ραδιολαριτών - Πηλιτών Μουζακίου.

Όπως αναφέρθηκε, ο σχηματισμός αυτός αποτελείται από εναλλαγές ραδιολαριτών, κερατολίθων και πηλιτών και από ιδιόμορφα μέλη από ανθρακικά, πυριτικά και οφιολιθικά πετρώματα. Οι

ραδιολαρίτες - πηλίτες - κερατόλιθοι έχουν πάχος στρωμάτων 5-20 cm, είναι αδιαπέρατοι και μόνο σε ορισμένες θέσεις παρουσιάζουν κάποια μικρή μακροδιαπερατότητα λόγω των τεκτονικών ασυνεχειών. Η αντοχή τους σε ανεμπόδιση θλίψη είναι 500-2.500 Kg/cm², το μέτρο ελαστικότητάς τους 5-10*10⁵ Kg/cm², η ταχύτητα διάδοσης των επιμήκων κυμάτων U_p είναι 3.000-5.000 m/sec, η πυκνότητά τους 2.5-2.8 gr/cm³. Είναι σχηματισμός σχεδόν αδιαπέρατος με μικρές τιμές περατότητας 1.13-3.14*10⁻⁶ m/sec ενώ ο δείκτης ποιότητας βράχου (RQD) είναι 10-15%.

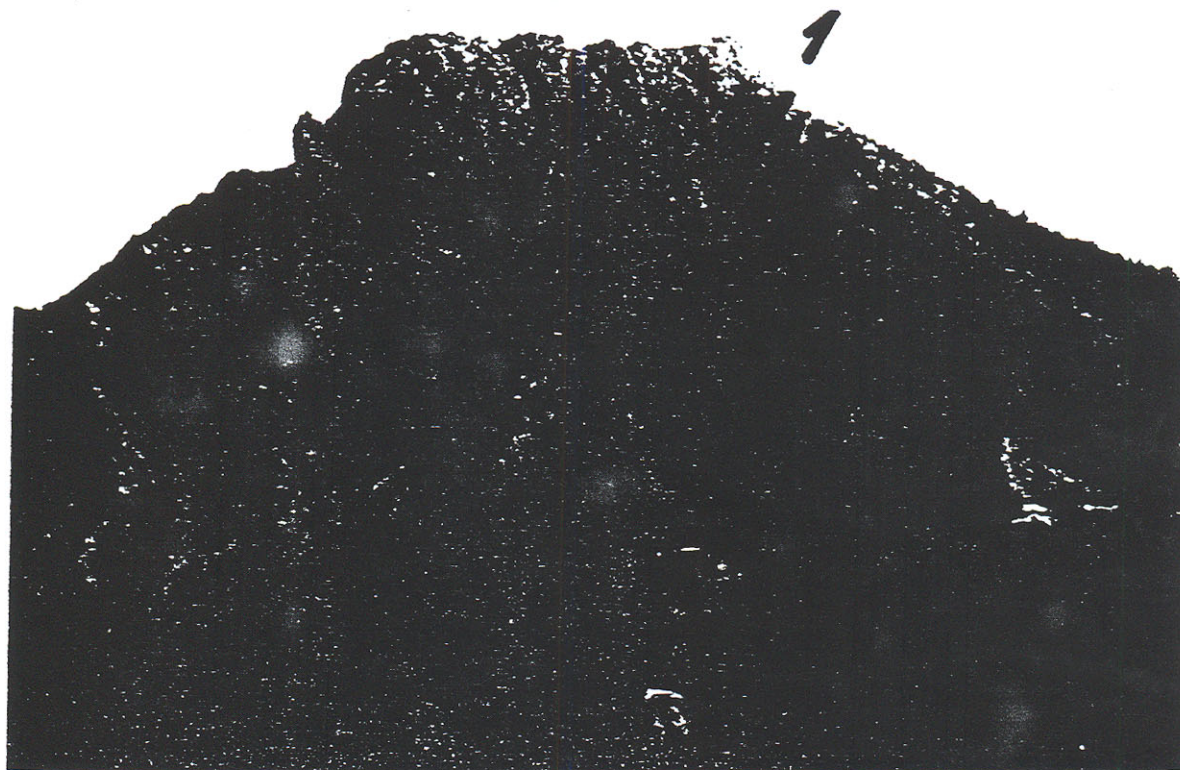
Το μέλος Ασβεστολίθων Βιτουμά του ανωτέρω σχηματισμού αποτελείται από εναλλαγές πτυχωμένων πλακωδών ασβεστολίθων και οριζόντων πυριτιολίθων με κάποιες ενδιαστρώσεις πηλιτών. Παρουσιάζει συνοχή 100-200 Kg/cm², πυκνότητα 2-3 gr/cm³, γωνία εσωτερικής τριβής 30°-40°, αντοχή σε μοναξονική θλίψη 100-400 Kg/cm², μέτρο ελαστικότητας 0.2-2.5*10⁵ Kg/cm², περατότητα 40-60 UL και RQD 40-60 %.

Το μέλος Ασβεστολίθων Βορείου Κόζιακα αποτελείται από συμπαγείς ωολιθικούς, μικρολατυποπαγείς ασβεστολίθους χωρίς ευδιάκριτη στρώση. Έχει αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη 1.000-2.000 Kg/cm², μέτρο ελαστικότητας 7-12*10⁵ Kg/cm³, U_p 3.500-5.500 m/sec, πυκνότητα 2.5-3 gr/cm³, αντοχή σε μοναξονική θλίψη 200-800 Kg/cm² και RQD 80-90 %. Πρόκειται για ένα σχηματισμό ο οποίος κατά θέσεις παρουσιάζει αυξημένη περατότητα λόγω των τεκτονικών ασυνεχειών κατά μήκος των οποίων το πέτρωμα είναι κατακερματισμένο και καρστικοποιημένο. Ενδεικτικά η μέση τιμή της περατότητάς του είναι 60-80 UL.

Το μέλος Οφιολιθικών Λατυποπαγών Αγριοκερασίας περιλαμβάνει ραδιολαρίτες-πηλίτες με γωνιώδη τεμάχια οφιολίθων μεγέθους μέχρι 80 cm. Παρουσιάζει περίπου τα ίδια γεωτεχνικά χαρακτηριστικά με το σχηματισμό Ραδιολαριτών-Πηλιτών Μουζακίου, επιφανειακά όμως λόγω της παρουσίας των οφιολιθικών τεμαχίων που αποσαθρώνονται εύκολα, παρουσιάζει γεωμηχανικά μεγέθη με μειωμένες τιμές.



Εικ. 10: Άποψη της δυτικής πλευράς του φαραγγιού του Πάμισου ποταμού. Διακρίνονται η αντικλινική μορφή διεύθυνσης ΒΔ - ΝΑ που σχηματίζει το μέλος Ασβεστολίθων Βορείου Κόζιακα καθώς επίσης η εφίππευση βόρεια του αντκλίνου.



Εικ. 11: Άποψη της ανατολικής πλευράς του φαραγγιού του Πάμισου ποταμού. Διακρίνονται το μέλος Ασβεστολίθων Βορείου Κόζιακα (Α) που εφίππευει το μέλος Ασβεστολίθων Βιτουμά (Β).

Β. Κλαστικός Σχηματισμός Πορτής.

Πρόκειται για έναν κλαστικό σχηματισμό που αποτελείται κυρίως από εναλλαγές ψαμμιτών, πηλιτών και μαργαϊκών ασβεστολίθων πάχους 10-20 cm περίπου. Χαρακτηρίζεται από ικανοποιητική στατική και δυναμική σταθερότητα ($U_p=1400 - 1700$ m/sec, πυκνότητα $1.8-2.5$ gr/cm³). Είναι πρακτικά αδιαπέρατος σχηματισμός με τιμές περατότητας $2.5 \cdot 10^{-7}$ m/sec και μόνο σε ορισμένες περιοχές παρουσιάζει κάποια μικρή περατότητα λόγω των τεκτονικών ασυνεχειών. Λόγω της λιθολογικής του ετερογένειας το RQD έχει μικρές τιμές (10-20 %).

Γ. Σχηματισμός Ασβεστολίθων Θυμιάματος.

Ο σχηματισμός αυτός αποτελείται από πελαγικούς μικρολατυποπαγείς πτυχωμένους ασβεστολίθους. Έχει συνοχή $100-300$ Kg/cm², πυκνότητα $2.2-2.8$ gr/cm³, γωνία εσωτερικής τριβής $35^{\circ}-45^{\circ}$ και μέτρο ελαστικότητας $0.2-3.0 \cdot 10^5$ Kg/cm². Παρουσιάζει μεγάλη περατότητα τόσο λόγω των πρωτογενών ασυνεχειών (επιφάνειες στρώσης) όσο και λόγω των δευτερογενών ασυνεχειών (διακλάσεις, ρήγματα). Ενδεικτικά, η μέση τιμή της περατότητάς του είναι 50-80 UL, ενώ το RQD είναι 60-80 %.

Δ. Σχηματισμός Ερυθρών Πηλιτών Αμυγδαλής.

Πρόκειται για ένα σχηματισμό ο οποίος αποτελείται από ερυθρούς πηλίτες με ορισμένες ενδιαστρώσεις μικρολατυποπαγών ασβεστολίθων συνολικού πάχους 10 περίπου μέτρων. Είναι πρακτικά στεγανός σχηματισμός.

Ε. Φλύσχης.

Αποτελείται από εναλλαγές ψαμμιτών και πηλιτών και παρουσιάζει ικανοποιητική στατική και δυναμική σταθερότητα ($U_p = 1.500 - 1.800$ m/sec). Η ετερογένεια στη λιθολογική σύσταση και η τεκτονική καταπόνηση υπαγορεύουν μια ιδιαίτερη τεχνικογεωλογική συμπεριφορά. Πρόκειται για θεωρητικά αδιαπέρατο σχηματισμό με τιμές περατότητας $2.5 \cdot 10^{-7}$ m/sec.

ΣΤ. Παλαιά συνεκτικά Κορήματα και Κώνοι.

Είναι ημισυνεκτικοί σχηματισμοί με σχετικά μεγάλη υδροπερατότητα και χαμηλή φέρουσα ικανότητα.

Ζ. Νέα πλευρικά Κορήματα και Κώνοι.

Πρόκειται για ασύνδετες λατύπες, χάλικες και λεπτομερή υλικά με πολύ μικρή ως μηδενική συνοχή και γωνία εσωτερικής τριβής ενώ παρουσιάζουν πολύ μεγάλη περατότητα.

Η. Ποτάμιες αποθέσεις.

Πρόκειται για ασύνδετες κροκάλες, λατύπες, άμμους, ιλείς και αργίλους σε αλληπάληλα στρώματα. Είναι εξαιρετικά υδροπερατός σχηματισμός με περατότητα που κατά θέσεις μειώνεται λόγω της παρουσίας αργιλικού υλικού.

Θ. Αλλούβια.

Αποτελούνται από ερυθρά αργιλοπυριτικά, αργιλοιλιώδη υλικά μέσα στα οποία υπάρχουν κατά θέσεις κροκάλες και λατύπες. Παρουσιάζουν μεγάλη υδροπερατότητα και μεγάλη διακύμανση στα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά τους. Ενδεικτικά οι λεπτομερείς φάσεις έχουν: Όριο υδαρότητας (LL): 25-125, δείκτη πλαστικότητας (PI): 12-52, πυκνότητα (ρ): $0.4-4.3$ gr/cm³, συνοχή (C): $0.04-9$ Kg/cm², ανάλογα με το βαθμό κορεσμού.

IV. ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ-ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Όπως φαίνεται από τα στοιχεία που παρατέθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, τόσο οι γεωλογικές όσο και οι γεωτεχνικές συνθήκες της ευρύτερης περιοχής θεμελίωσης του φράγματος Μουζακίου χαρακτηρίζονται από μια ιδιαίτερη πολυπλοκότητα. Είναι σαφές ότι στην περιοχή εμφανίζεται μια μεγάλη ποικιλία γεωλογικών σχηματισμών με εναλλαγές λιθολογικών τύπων τόσο ως προς την οριζόντια όσο και ως προς την κατακόρυφη έννοια και με εντελώς διαφορετική γεωτεχνική και υδρογεωλογική συμπεριφορά. Έτσι σε κάθε μια συγκεκριμένη θέση υφίστανται συγκεκριμένες συνθήκες οι οποίες μεταβάλλονται σε μικρή απόσταση. Την όλη εικόνα περιπλέκει σε μεγάλο βαθμό η τεκτονική παραμόρφωση η οποία έχει

διαμορφώσει την υφιστάμενη γεωλογική δομή μέσα από τη δημιουργία αλληπάλληλων πτυχώσεων, λεπίώσεων και ρηγμάτων.

Το κυρίαρχο πρόβλημα που υπάρχει είναι ο ακριβής προσδιορισμός στο χώρο (επιφάνεια και υπέδαφος) των ευνοϊκών ή όχι από γεωλογική - γεωτεχνική άποψη σημείων για τη θεμελίωση και στη συνέχεια η συνεκτίμησή τους για την επιλογή της πιό κατάλληλης θέσης. Η γεωλογική-γεωτεχνική έρευνα στην περιοχή έδειξε ότι εκεί που παρατηρούνται οι πιό ευνοϊκές μορφολογικές περιοχές κατά μήκος του φαραγγιού του Πορταϊκού ποταμού συνυπάρχουν και τα σημαντικότερα γεωλογικά-γεωτεχνικά προβλήματα που καθιστούν προβληματική την κατασκευή του φράγματος (Εκ. 13). Αναλυτικότερα σε αυτές τις θέσεις εμφανίζεται το μέλος Ασβεστολίθων Βορείου Κόζιακα που ενώ χαρακτηρίζεται σαν ευνοϊκός από άποψη λιθολογίας και γεωτεχνικών τιμών, παρουσιάζει σημαντική περατότητα λόγω καρστικοποίησης που μάλιστα επιλεκτικά αναπτύσσεται κατά μήκος των δύο - τριών επιπεύσεων που διακόπτουν τη συνέχειά του. Οι επιπεύσεις εμφανίζονται τόσο στα εκατέρωθεν πρανή όσο και κάτω από τις ποτάμιες αποθέσεις της κοίτης. Παράλληλα κατά μήκος των επιπεύσεων αλλά και κατά μήκος των εκατέρωθεν ρηγμάτων οι σχηματισμοί εμφανίζονται κατακερματισμένοι και με μειωμένους γεωμηχανικούς δείκτες.

Οι γεωλογικές - γεωτεχνικές συνθήκες γίνονται ευνοϊκότερες προς τα νότια (δηλαδή προς τα ανάντι) όπου εμφανίζονται διαδοχικά το μέλος Ασβεστολίθων Βιτουμά, το μέλος Οφιολιθικών Λατυποπαγών Αγριοκερασιάς και ο Φλύσχης. Οι σχηματισμοί αυτοί είναι πιό ευνοϊκοί από γεωτεχνική-υδρογεωλογική άποψη ενώ παράλληλα η τεκτονική παραμόρφωση ηπιότερη. Ταυτόχρονα, η διεύρυνση του πλάτους του φαραγγιού στη νότια απόληξή του (ανάντι) θα έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του πλάτους του φράγ-

ματος που συνεπάγεται σοβαρές οικονομικές επιβαρύνσεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- AUBOUIN J. (1959). Contribution a l' etude geologique de la Grèce septtionale: les confins de l' Epire et de la Thessalie. Ann. Geol. Pays Hel- len., 10, 525 p.
- CAPEDRI S., LEKKAS E., PAPANIKOLAOU D., SCARPELIS N., VENTURELLI G. & GALLO J. (1985). The ophiolite of the Koziakas range, Western Thessaly (Greece). N. Ib, Miner Abh, 152, 45-64.
- JAEGGER P. (1979). Geologie du Massif du Koziakas et de la chaine du Pinde face a Mouzaki (Grèce continentale). These 3 rd cycle, Paris 6 Univ., 146 p.
- ΛΕΚΚΑΣ Ε. (1986). Γεωλογική - γεωτεχνική μελέτη εκτροπής Αχελώου ποταμού στη Θεσσαλία (Φράγματα Μουζακίου - Πύλης). Μελέτη προς ΔΑΥΕ/ΔΕΗ.
- ΛΕΚΚΑΣ Ε. (1986). Η γεωλογία της Δυτικής Θεσσαλίας. Οδηγός εκδρομής, III Γεωλ. Συν. Ε.Γ.Ε., 286.
- ΛΕΚΚΑΣ Ε. (1988 α). Γεωλογική δομή και Γεωδυναμική εξέλιξη της οροσειράς του Κόζιακα (Δυτική Θεσσαλία). Διδακτορική διατριβή, Γεωλογικό Τμήμα, Πανεπιστήμιο Αθηνas, 281 σ.
- ΛΕΚΚΑΣ Ε. (1988 β). Γεωλογικός χάρτης της οροσειράς του Κόζιακα. Κλίμακα 1:50.000. Έκ- δοση ΔΑΥΕ/ΔΕΗ.
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ Δ. & ΛΕΚΚΑΣ Ε. (1979). Πλευρική μετάβαση μεταξύ της ζώνης της Πίνδου και της ενότητας Δυτικής Θεσσαλίας στην περιοχή Ταυρωπού. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρίας XIV/1, 70-84.
- PAPANIKOLAOU D. & SIDERIS C. (1979). Sur la signification des zones "ultrapindique" et "béotienne" d' après la geologie de la region de Karditsa: l' unité de Thessalie Occidentale. Ed. Geol. Helv. 72/1, 251-261.