

ΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΕΚΤΡΟΠΗΣ ΤΟΥ ΑΧΕΛΩΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑ (ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ)

Από τον

ΕΥΘΥΜΙΟ Λ. ΛΕΚΚΑ*

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα έργα για την εκτροπή του Αχελώου ποταμού στη Θεσσαλία αποτελούν αναμφισβήτητη την πιο σημαντική αλυσίδα έργων που έχει προγραμματισθεί να κατασκευασθούν στον Ελλαδικό χώρο. Για τα έργα αυτά η γνώση των γεωλογικών και γεωτεχνικών συνθηκών είναι τεράστιας σημασίας και πρώτης προτεραιότητας, δεδομένου ότι και οι δύο παράγοντες είναι δυνατό να διαδραματίσουν σπουδαίο ρόλο και να καταστούν απαγορευτικοί για την υλοποίηση του προγράμματος είτε αυξάνοντας σε υψηλά επίπεδα το κόστος κατασκευής είτε μειώνοντας σημαντικά τους συντελεστές ασφαλείας.

Το σημαντικότερο ίσως γεγονός από γεωλογική-γεωτεχνική άποψη είναι ότι τα έργα (Εικ. 1) αναπτύσσονται πάνω σε τρεις διαφορετικές γεωτεκτονικές ενότητες του Ελλαδικού χώρου με πολύπλοκη στρωματογραφική διάρθρωση τεκτονική παραμόρφωση και γεωλογική δομή γεγονός που υποδηλώνει την πολυμορφία των προβλημάτων που θα πρέπει να αντιμετωπισθούν ενώ παράλληλα υποδεικνύει και την ανάγκη εκπόνησης γεωλογικών-γεωτεχνικών μελετών που να βασί-

ζονται τόσο στα τελευταία πορίσματα των επιστημονικών ερευνών όσο και σε ένα πλέγμα εργασιών που θα έχει σα στόχο τον προσδιορισμό των γεωτεχνικών παραμέτρων.

II. ΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

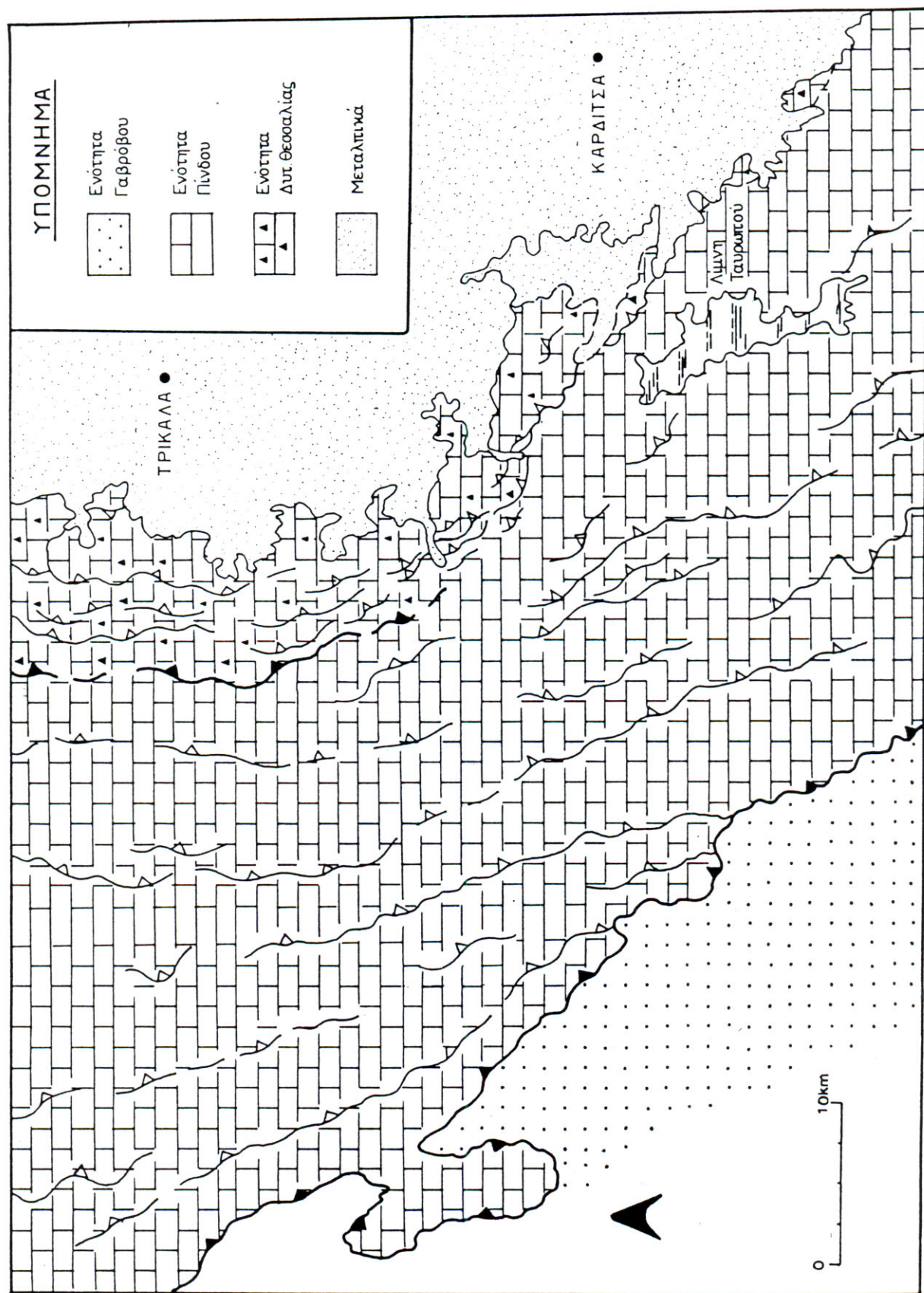
Όπως αναφέρθηκε τα έργα για την εκτροπή του Αχελώου ποταμού στη Θεσσαλία καταλαμβάνουν μία μεγάλη γεωγραφική περιοχή στην οποία εμφανίζονται τρεις διαφορετικές γεωτεκτονικές ενότητες του Ελλαδικού χώρου οι οποίες είναι οι ακόλουθες (Εικ. 2) από τα δυτικά προς τα ανατολικά:

A. Γεωτεκτονική Ενότητα Γαβρόβου. Εμφανίζεται σε όλο το δυτικό τμήμα ανάπτυξης των έργων και αντιπροσωπεύεται μόνο από τον κορυφαίο της σχηματισμό που είναι ο Φλύσχης. Περιλαμβάνει εναλλαγές στρωμάτων πηλιτών, ψαμμιτών και κροκαλοπαγών, έχει ηλικία Ηώκαινο-Ολιγόκαινο και το πάχος των στρωμάτων του υπερβαίνει τα 2.500 μέτρα. Τα στρώματά του είναι πτυχωμένα με διεύθυνση Β-Ν και σχηματίζουν διαδοχικές συγκλινικές και αντικλινικές μεγάλες δομές ίδιας γενικής διεύθυνσης.

* Πανεπιστήμιο Αθηνών, Γεωλογικό Τμήμα, Τομέας Δυναμικής, Τεκτονικής και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας. Πανεπιστημιούπολη, Ιλίσια, Τ.Κ. 157.84, Αθήνα



Ειχ. 1. Δορυφορική φωτογραφία της ευρύτερης περιοχής της μελέτης με τα σημαντικότερα έργα για την επιτροπή του Αχελώου ποταμού στη Θεσσαλία.



Εικ. 2. Απλοποιημένος χάρτης των γεωτεκτονικών ενοτήτων που εμφανίζονται στην ευρύτερη περιοχή ανάπτυξης των έργων

Β. Γεωτεκτονική Ενότητα Πίνδου. Καταλαμβάνει όλο το κεντρικό τμήμα της γεωγραφικής περιοχής κατασκευής των έργων και είναι επωθημένη προς τα δυτικά πάνω στην ενότητα του Γαβρόβου. Αντιπροσωπεύεται από όλους σχεδόν του σχηματισμούς που συμμετέχουν στη λιθοστρωματογραφική διάρθρωση της και συγκεκριμένα από τους :

- Ένα κλαστικό σχηματισμό ηλικίας Καρνίου - Νορίου, στη βάση, πάχους περίπου 50 μέτρων ο οποίος λιθοοψικά ομοιάζει με τον Τριτογενή φλύσχη.

- Λεπτοστρωματώδεις ασβεστολίθους με κάποιες παρεμβολές πηλινών και ραδιολαριτών, που ακολουθούν κανονικά, ηλικίας Νορίου-Λιασίου και πάχους 50 περίπου μέτρων.

- Ραδιολαρίτες με παρεμβολές πηλινών, πυριτιλιθών και ορισμένων ασβεστολίθων ηλικίας Δογγερίου-Μαλμίου πάχους 100-150 μέτρων.

- Ακολουθεί κανονικά υπερκείμενος ένας κλαστικός σχηματισμός ο οποίος είναι γνωστός σαν "Πρώτος Φλύσχος" ηλικίας Κατώτερου Κρητιδικού. Ο σχηματισμός αυτός αποτελείται από εναλλαγές ψαμμιτών και πηλινών με κάποιες παρεμβολές μαργαϊκών ασβεστολίθων και ραδιολαριτών και έχει συνολικό πάχος 100 περίπου μέτρα.

- Λεπτοστρωματώδεις ασβεστολίθους με ελάχιστες παρεμβολές οριζόντιων silex, ηλικίας Ανωτέρου Κρητιδικού, πάχους 100 περίπου μέτρων που υπέρκειται κανονικά.

- Ακολουθεί ο Φλύσχος ο οποίος είναι ο κορυφαίος σχηματισμός της ενότητας ηλικίας Παλαιοκαίνου-Μέσου, Ανώτερου Ηωκαίνου. Αποτελείται από ψαμμίτες, πηλίτες και οριζόντες χροκαλοπαγών στα κορυφαία στρώματά του. Το πάχος του υπερβαίνει τα 1.000 μέτρα.

Η συνέχεια των προηγούμενων σχηματισμών έχει διακοπεί από την Αλπική Ορογένεση η οποία

έλαβε χώρα από το Μέσο Ηώκαινο με αποτέλεσμα να παρατηρούνται πτυχώσεις και λεπιώσεις με γενική διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ. Ιδιαίτερα οι λεπιώσεις απαντούν κυρίως στα όρια των σχετικά άκαμπτων και των σχετικά εύκαμπτων σχηματισμών δηλαδή στα όρια των ανθρακικών-πυριτικών σχηματισμών και των κλαστικών σχηματισμών. Σε ορισμένες περιοχές εξ άλλου παρατηρούνται και σημαντικά ρήγματα με μεγάλη οριζόντια συνιστώσα με αποτέλεσμα να μεταθέτουν σημαντικά τόσο τους άξονες των αντικλίνων-συγκλίνων όσο και τα ίχνη των λεπιώσεων.

γ. Γεωτεκτονική Ενότητα Δυτικής Θεσσαλίας.

Εμφανίζεται στο ανατολικό τμήμα της ευρύτερης περιοχής κατασκευής των έργων, και στο βόρειο της τμήμα (περιοχή Ελάτης) επωθημένη πάνω στην ενότητα της Πίνδου ενώ νοτιότερα υπάρχουν πλευρικές μεταβάσεις μεταξύ των σχηματισμών των δύο ενοτήτων (ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ & ΛΕΚΚΑΣ 1979). Χαρακτηρίζεται από μία πολύπλοκη στρωματογραφική διάρθρωση τόσο ως προς την οριζόντια όσο και ως προς την κατακόρυφη έννοια καθώς επίσης και από πολύπλοκη γεωλογική δομή (ΛΕΚΚΑΣ 1988α, β). Σε γενικές γραμμές περιλαμβάνει τους ακόλουθους σχηματισμούς:

- Ένα κλαστικό σχηματισμό στη βάση ηλικίας Κάρνιου-Κατώτερου Νόριου, πάχους 30 περίπου μέτρων ο οποίος αποτελείται από εναλλαγές ψαμμιτών, ερυθρών πηλινών και μαργαϊκών ασβεστολίθων.

- Λεπτοστρωματώδεις ασβεστολίθους Νορίου ηλικίας, πάχους 40-50 μέτρων που ακολουθούν κανονικά.

- Παχυστρωματώδεις μικρολατυποπαγείς-ωολιθικούς ασβεστολίθους, ηλικίας Λιασίου-Δογγερίου, πάχους 50-100 μέτρων που υπέρκειται κανονικά.

- Ραδιολαρίτες-πηλίτες Μαλμίου ηλικίας.

- Πλευρικά οι προηγούμενοι σχηματισμοί εξελίσσονται σε ένα σχηματισμό ο οποίος χαρακτηρίζεται από την εντυπωσιακή παρουσία ραδιολαριτών, κερατολίθων και πηλινών αφ' ενός και από την παρουσία ιδιόμορφων

μελών από ανθρακικά και οφιολιθικά πετρώματα αφ' ετέρου.

- Οφιολίθους οι οποίοι αποτελούνται από βασικά και υπερβασικά πετρώματα.

- Ένα κλαστικό σχηματισμό ηλικίας Κατωτέρου Κρητιδικού ο οποίος αποτελείται από εναλλαγές ψαμμιτών, πηλιτών, ραδιολαριτών και μαργαϊκών ασβεστολίθων πάχους 200 περίπου μέτρων. Αποτελεί την προς τα άνω κανονική εξέλιξη του σχηματισμού των Ραδιολαριτών-Πηλιτών.

- Ασβεστολίθους Θυμιάματος. Περιλαμβάνουν πελαγικούς, μικρολατυποπαγείς ασβεστολίθους, ηλικίας Ανωτέρου Κρητιδικού και πάχους 60 περίπου μέτρων.

- Ερυθρούς πηλίτες που ακολουθούν κανονικά, ηλικίας Παλαιοκαίνου και πάχους 10 περίπου μέτρων.

- Ακολουθεί ο κορυφαίος σχηματισμός της ενότητας, ο Φλύσχη, ο οποίος αποτελείται από εναλλαγές πηλιτών, ψαμμιτών και κροκαλοπαγών στην οροφή έχει πάχος πάνω από 1.000 μέτρα και ηλικία Παλαιοκαίνο-Μέσο, Ανώτερο Ηώκαινο. Θεωρείται πλευρική εξέλιξη του Φλύσχη της ενότητας της Πίνδου (ΠΑΠΑΝΙΚΟ-ΛΑΟΥ-ΛΕΚΚΑΣ, 1979).

Η συνέχεια των προηγούμενων σχηματισμών έχει καταστραφεί από την Αλπική ορογένεση με αποτέλεσμα όλη η οροσειρά του Κόζιακα στην οποία εμφανίζεται η ενότητα να έχει πολύπλοκη γεωλογική δομή. Σε γενικές γραμμές οι σχηματισμοί σχηματίζουν διαδοχικές κλειστές αντικλινικές και συγκλινικές δομές διεύθυνσης B-N, στο βόρειο τμήμα της περιοχής εμφάνισης της ενότητας, και BBD-NNΑ στο νότιο. Κατά θέσεις μάλιστα παρατηρούνται αλληπάλληλες επιπτεύσεις ίδιας γενικής διεύθυνσης με τους άξονες των πτυχώσεων, ενώ εγκάρσια προς την προηγούμενη διεύθυνση υπάρχουν ρήγματα τα οποία μεταθέ-

τουν τόσο τους άξονες των πτυχών όσο και τα ίχνη των λεπιώσεων

Πάνω από τις προηγούμενες ενότητες αναπτύσσονται κατά θέσεις οι Μεταλπικοί σχηματισμοί οι οποίοι αποτέθηκαν μετά την Αλπική ορογένεση και διακρίνονται σε πλευρικά κορήματα, κώνους κορημάτων, ποτάμιας αποθέσεις και αναβαθμίδες, αλλουβιακές αποθέσεις κ.ά. Αποτελούνται κυρίως από υλικά αποσάθρωσης των Αλπικών σχηματισμών έχουν μεταβλητό πάχος και σύσταση και η παρουσία τους έχει ιδιαίτερη γεωτεχνική σημασία.

III. ΤΟ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Από γεωτεχνική άποψη στην ευρύτερη γεωγραφική περιοχή κατασκευής των έργων είναι δυνατό να διακριθούν ορισμένες γεωτεχνικές ενότητες η κάθε μία από τις οποίες χαρακτηρίζεται από την παρουσία ιδίων ή παρόμοιων λιθολογιών που έχουν τα ίδια ή παρόμοια γεωτεχνικά χαρακτηριστικά, υδρογεωλογική συμπεριφορά και γεωμηχανικά μεγέθη. Οι γεωτεχνικές ενότητες δεν συμπίπτουν με τις γεωτεκτονικές ενότητες οι οποίες περιλαμβάνουν η κάθε μία, μία ακολουθία διαφορετικών σχηματισμών του ίδιου παλαιογεωγραφικού χώρου και με την ίδια γεωδυναμική εξέλιξη.

Οι γεωτεχνικές ενότητες που διακρίνονται στην περιοχή είναι οι ακόλουθες:

A. Γεωτεχνική Ενότητα Κλαστικών Σχηματισμών. Περιλαμβάνει τον Φλύσχη της ενότητας Γαβρόβου, τους προορογενετικούς κλαστικούς σχηματισμούς και τον Φλύσχη της ενότητας της Πίνδου καθώς επίσης και τους προορογενετικούς κλαστικούς σχηματισμούς και τον Φλύσχη της ενότητας Δυτικής Θεσσαλίας.

Λιθολογικά περιλαμβάνει ψαμμίτες, πηλίτες, μάργες και κροκαλοπαγή σε στρώματα πάχους ως 2 μέτρων περίπου. Η λιθολογική ετερογένεια των σχηματισμών που την αποτελούν υποδεικνύει και την ιδιάζουσα γεωτεχνική συμπεριφορά. Πρόκειται για θεωρητικά αδιαπέρατους σχηματισμούς με περατότητες της τάξης των 10^{-6} ως 10^{-7} m/sec που όμως κατά θέσεις μπο-

ρεί να παρουσιάζουν κάποια μακροδιαπερατότητα εξ αιτίας των τεκτονικών ασυνεχειών που συχνά διακόπτουν την συνέχειά τους. Χαρακτηρίζονται από ικανοποιητική δυναμική και στατική σταθερότητα με ταχύτητες διάδοσης εγκαρσίων κυμάτων (V_p) από 1300–1800 m/sec.

Β. Γεωτεχνική Ενότητα Ανθρακικών Σχηματισμών. Περιλαμβάνει όλους τους ανθρακικούς σχηματισμούς της ενότητας της Πίνδου και της ενότητας Δυτικής Θεσσαλίας. Πρόκειται για μία μεγάλη ποικιλία ασβεστολίθων από παχυστρωματώδεις νηριτικούς ως πλακώδεις πελαγικούς οι οποίοι είναι συχνά πολυπτυχωμένοι και διηρηγμένοι. Παρουσιάζουν συνήθως μέτρια ως μεγάλη περατότητα που οφείλεται είτε σε πρωτογενείς παράγοντες (π.χ. στρώση) είτε σε δευτερογενείς (π.χ. διακλάσεις, ρήγματα, καρστικοποίηση). Έχουν ικανοποιητικούς γεωμηχανικούς δείκτες με συνοχή 100–400 Kg/cm², ειδικό βάρος $\rho = 2.0\text{--}3.0$ gr/cm³, γωνία τριβής 30°–60°, μέτρο ελαστικότητας για μεν τους λεπτοστρωματώδεις 0.2–3.5x10⁵ Kg/cm², για δε τους παχυστρωματώδεις 3–12x10⁵ Kg/cm², αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη για μεν τους λεπτοστρωματώδεις 100–500 Kg/cm² και για τους παχυστρωματώδεις 400–1800 Kg/cm² (ενδεικτικές τιμές).

γ. Γεωτεχνική Ενότητα Πυριτικών Σχηματισμών. Περιλαμβάνει όλους τους πυριτικούς σχηματισμούς της ενότητας της Πίνδου και της ενότητας Δυτικής Θεσσαλίας δηλαδή ραδιολαρίτες, πυριτιολίθους, κερατολίθους και ορισμένους πηλίτες. Πρόκειται για σχηματισμούς με ικανοποιητικές τιμές όσον αφορά τα γεωμηχανικά-γεωτεχνικά χαρακτηριστικά τους με αντοχή την ανεμπόδιση θλίψη 500–2000 Kg/cm², μέτρο ελαστικότητας 5–10x10⁵ Kg/cm², $V_p = 3000\text{--}4000$ m/sec και $\rho = 2.5\text{--}2.8$ gr/cm³ (ενδεικτικές τιμές). Στο σύνολό τους παρουσιάζονται αδιαπέρατοι με τιμές της τάξης των 10⁻⁵–10⁻⁷ m/sec αλλά κατά θέσεις είναι μακροδιαπερατοί λόγω των τεκτονικών ασυνεχειών.

δ. Γεωτεχνική Ενότητα Οφιολίθων. Εμφανίζεται στο ανατολικό τμήμα της ευρύτερης περιοχής, στις παρυφές της οροσειράς του Κόζιακα προς την Θεσσαλική πεδιάδα, και περιλαμβάνει βασικά και υπερβασικά οφιολιθικά πετρώματα (κυρίως διαβάσεις και περιδοτίτες). Πρόκειται για αδιαπέρατους σχηματισμούς με ικανοποιητικά γεωτεχνικά χαρακτηριστικά και γεωμηχανικά μεγέθη με αντοχή στην ανεμπόδιση θλίψη 600–2000 Kg/cm², $V_p = 3500\text{--}4500$ m/sec μέτρο ελαστικότητας 6–12x10⁵ Kg/cm², $\rho = 2.5\text{--}3.3$ gr/cm³ (ενδεικτικές τιμές).

ε. Γεωτεχνική Ενότητα Μεταλλικών σχηματισμών. Πρόκειται για μία γεωτεχνική ενότητα με ιδιαίτερη σημασία λόγω της μεγάλης ποικιλίας των λιθολογικών τύπων και των γεωτεχνικών χαρακτήρων. Περιλαμβάνει πολλούς λιθολογικούς τύπους όπως κροκάλες, λατύπες, άμμιους, αργίλους, ιλεις, χάλικες κ.τ.λ. πολλές φορές σε εναλλαγές στρωμάτων ποικίλου πάχους. Είναι συνήθως χαλαροί ή ημιχαλαροί σχηματισμοί και η συμπεριφορά τους δημιουργεί πολλά γεωτεχνικά προβλήματα τα οποία θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη στη σχεδίαση των έργων. Έχουν γενικά μεγάλη περατότητα η οποία είναι δυνατό σε ορισμένες θέσεις να εμφανίζεται μειωμένη λόγω της παρουσίας αργιλικών ενδιαστρώσεων.

Μεταξύ των γεωτεχνικών ενότητων που διακρίθηκαν υπάρχουν άλλωτε μεν σταδιακές μεταβάσεις που αντιστοιχούν σε κανονικές γεωλογικές επαφές μεταξύ των σχηματισμών με αποτέλεσμα να υφίστανται κάποια ενδιάμεσα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά, άλλωτε δε απότομες αλλαγές που αντιστοιχούν σε τεκτονικές επαφές με αποτέλεσμα τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά και τα γεωμηχανικά μεγέθη να μεταβάλλονται απότομα. Οι τελευταίες επαφές έχουν ιδιαίτερη σημασία διότι κατά μήκος τους αναπτύσσεται ένα μεταβλητού πάχους τεκτονικό λατυποπαγές με αρνητική γεωτεχνική συμπεριφορά. Επί πλέον εκατέρωθεν των τεκτονικών επαφών τα γεωμηχανικά μεγέθη παρουσιάζονται σημαντικά μειωμένα εξ αιτίας του κατακερματισμού των πετρωμάτων από την τεκτονική καταπόνηση.

IV. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην ευρύτερη περιοχή των έργων για την εκτροπή του Αχελώου ποταμού στη Θεσσαλία εμφανίζονται Αλπικοί σχηματισμοί οι οποίοι ανήκουν σε τρεις γεωτεκτονικές ενότητες του Ελλαδικού χώρου την ενότητα Γαβρόβου, την ενότητα Πίνδου και την ενότητα Δυτικής Θεσσαλίας καθώς επίσης και Μεταλπικοί σχηματισμοί που καλύπτουν κατά θέσεις ασύμφωνα τους πρώτους. Η κάθε μία από τις ενότητες αυτές χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερη λιθοστρωματογραφική διάρθρωση τεκτονική παραμόρφωση και γεωλογική δομή. Οι παράγοντες αυτοί υποδεικνύουν και την μεγάλη ποικιλία των γεωτεχνικών συνθηκών και των γεωμηχανικών μεγεθών σε κάθε μία.

Με βάση τη λιθολογία που είναι ένα χαρακτηριστικό στοιχείο διακρίνονται σε όλη την γεωγραφική περιοχή ορισμένες γεωτεχνικές ενότητες και συγκεκριμένα η ενότητα των Κλαστικών σχηματισμών, η ενότητα των Ανθρακικών σχηματισμών, η ενότητα των Πυριτικών σχηματισμών, η ενότητα των Οφιολίθων και η ενότητα των Μεταλπικών σχηματισμών. Η κάθε μία από τις γεωτεχνικές ενότητες περιλαμβάνει ένα λιθολογικό σχηματισμό ή μία ομάδα λιθολογικών σχηματισμών που χαρακτηρίζονται από τα ίδια γεωτεχνικά χαρακτηριστικά, τις ίδιες γεωμηχανικές τιμές και την ίδια υδρογεωλογική συμπεριφορά.

Τα ανωτέρω αποτελούν μόνο το γενικό γεωλογικό και γεωτεχνικό πλαίσιο της περιοχής των έργων για την εκτροπή του Αχελώου ποταμού στη Θεσσαλία και δεν έχουν σα στόχο να επιλύσουν το πρόβλημα στο σύνολό του αλλά αντίθετα να καταδείξουν την πολυμορφία των προβλημάτων που υφίστανται και τα οποία μπορούν να αντιμετωπισθούν μόνο με σωστές λεπτομερείς γεωλογικές-γεωτεχνικές μελέτες. Στα πορίσματα των τελευταίων θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα διότι συνδέονται και καθορίζουν άμεσα όχι μόνο το ύψος κόστους κατασκευής αλλά και

την ασφάλεια και την εύρυθμη λειτουργία και απόδοση του όλου προγράμματος.

V. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

AUBOUIN, I. (1959). Contribution a l' etude geologique de la Grece septentrionale: les confins de l' Epire et de la Thessalie. Ann. Geol. Pays Hellen., 10, 525 p.

ΛΕΚΚΑΣ, Ε. (1986). Γεωλογική-γεωτεχνική μελέτη εκτροπής Αχελώου ποταμού στη Θεσσαλία (Φράγματα Μουζακίου-Πύλης). Μελέτη προς ΔΑΥΕ/ΔΕΗ.

ΛΕΚΚΑΣ, Ε. (1988 α). Γεωλογική δομή και γεωδυναμική εξέλιξη της Οροσειράς του Κόζιακα (Δυτ. Θεσσαλία). Διδακτορική Διατριβή, Γεωλογικό Τμήμα Πανεπιστημίου Αθηνών, 281 σ.

ΛΕΚΚΑΣ, Ε. (1988 β). Γεωλογικός χάρτης της οροσειράς του Κόζιακα. Κλίμακα 1: 50.000. Έκδοση ΔΑΥΕ/ΔΕΗ.

ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. (1986). Γεωλογία της Ελλάδας 240 σ.

ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ Δ. & ΛΕΚΚΑΣ, Ε. (1979). Πλευρική μετάβαση μεταξύ της ζώνης της Πίνδου και της ενότητας Δυτ. Θεσσαλίας στην περιοχή Ταυρωπού. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρίας XIV/1, 70-84.