

**«ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ, ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ  
ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΓΕΩΦΥΣΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟ  
ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ, «ΦΡΑΓΜΑ ΜΥΛΩΝ  
ΝΟΜΟΥ ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ»**

Κ. Αντωνιάδης\*, Γ. Αποστολόπουλος\*\*, Κ. Παυλόπουλος\*\*\*

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Σκοπός της μελέτης αυτής είναι να διερευνηθούν οι γεωλογικές, γεωμορφολογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες στην περιοχή της κοινότητας Μύλων Ν. Φθιώτιδας. Οι εργασίες της μελέτης εκτελέστηκαν στα πλαίσια μελλοντικής κατασκευής φράγματος με στόχο την διαχείριση των υδατικών πόρων της περιοχής. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε είναι η εξής: Γεωλογική αναγνώριση - χαρτογράφηση της στενής και ευρύτερης περιοχής του φράγματος, γεωφυσική μελέτη στη προτεινόμενη θέση του φράγματος και στη λεκάνη κατάκλυσης, εκτίμηση των γεωτεχνικών συνθηκών της περιοχής του φράγματος, τεκτονική ανάλυση των ασυνεχειών σε επιλεγμένα σημεία της υδρολογικής λεκάνης και της λεκάνης κατάκλυσης, έλεγχος δυνητικών ολισθήσεων στην περιοχή του φράγματος, και γεωμορφολογική ανάλυση των υδρογραφικών δικτύων. Συνδυασμός όλων των δεδομένων για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την καταλληλότητα της προτεινόμενης θέσης και την αναγκαιότητα - σκοπιμότητα περαιτέρω διερεύνησης.

**ABSTRACT**

The purpose of this study is to evaluate the geological, geomorphological and hydrogeological conditions within the vicinity of the Myli village, that lies in the prefecture of Fthiotida. All studies were performed in order to investigate the possible construction of a dam, that will assist in the effective management of the water resources of the area. The methodology applied for this study is the following: geological investigation-mapping of the dam area and the water basin area, geophysical study of the area and impounding reservoir area, evaluation of the geotechnical conditions, analysis of the joint-discontinuity systems at selected locations, possible slope sliding and instability, geomorphological analysis of the hydrographic network. All data were processed and utilized in order to conclude if the proposed location is suitable for the dam construction. Furthermore, the need for additional investigation activities is evaluated.

**ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ**

Η περιοχή της μελέτης βρίσκεται στο Βόρειο-Ανατολικό τμήμα του Νομού Φθιώτιδας. Απέχει περίπου 50 Km από τη Λαμία (προς Ανατολικά) και βρίσκεται 600m περίπου Νοτιοδυτικά της Κοινότητας Μύλων. Το φράγμα έχει προταθεί να κατασκευαστεί σε χαράδρα με ευνοϊκές τοπογραφικές συνθήκες. Το υψόμετρο στη θέση του φράγματος (στο χαμηλότερο σημείο της κοίτης) είναι 388 m. Το υψόμετρο του λόφου στα δυτικά είναι 548,80 m ενώ του λόφου στα ανατολικά είναι 472,10 m (χάρτης 1).

Η περιοχή της λεκάνης κατάκλυσης, του φράγματος και της ευρύτερης περιοχής που χαρτογραφήθηκε ανήκει στην Υποπελαγονική ζώνη (Παπανικολάου Δ. 1986, Μουντράκης Μ. 1985). Κύριο γνώρισμα είναι η σχιστοκερατολιθική διάπλαση, με τις μεγάλες οφειολιθικές μάζες, που έχει μεγάλη εξάπλωση. Η σχιστοκερατολιθική διάπλαση συνίσταται από ιζήματα όπως κόκκινους, πράσινους, μαύρους αργιλικούς σχιστόλιθους, ραδιολαριτικούς κερατόλιθους, πηλίτες, αργιλοπηλίτες, και παρεμβολές ασβεστολίθων. Στην περιοχή του έργου παρατηρήθηκαν γκριζοί και κόκκινοι κερατόλιθοι με παρεμβολές ασβεστολίθων.

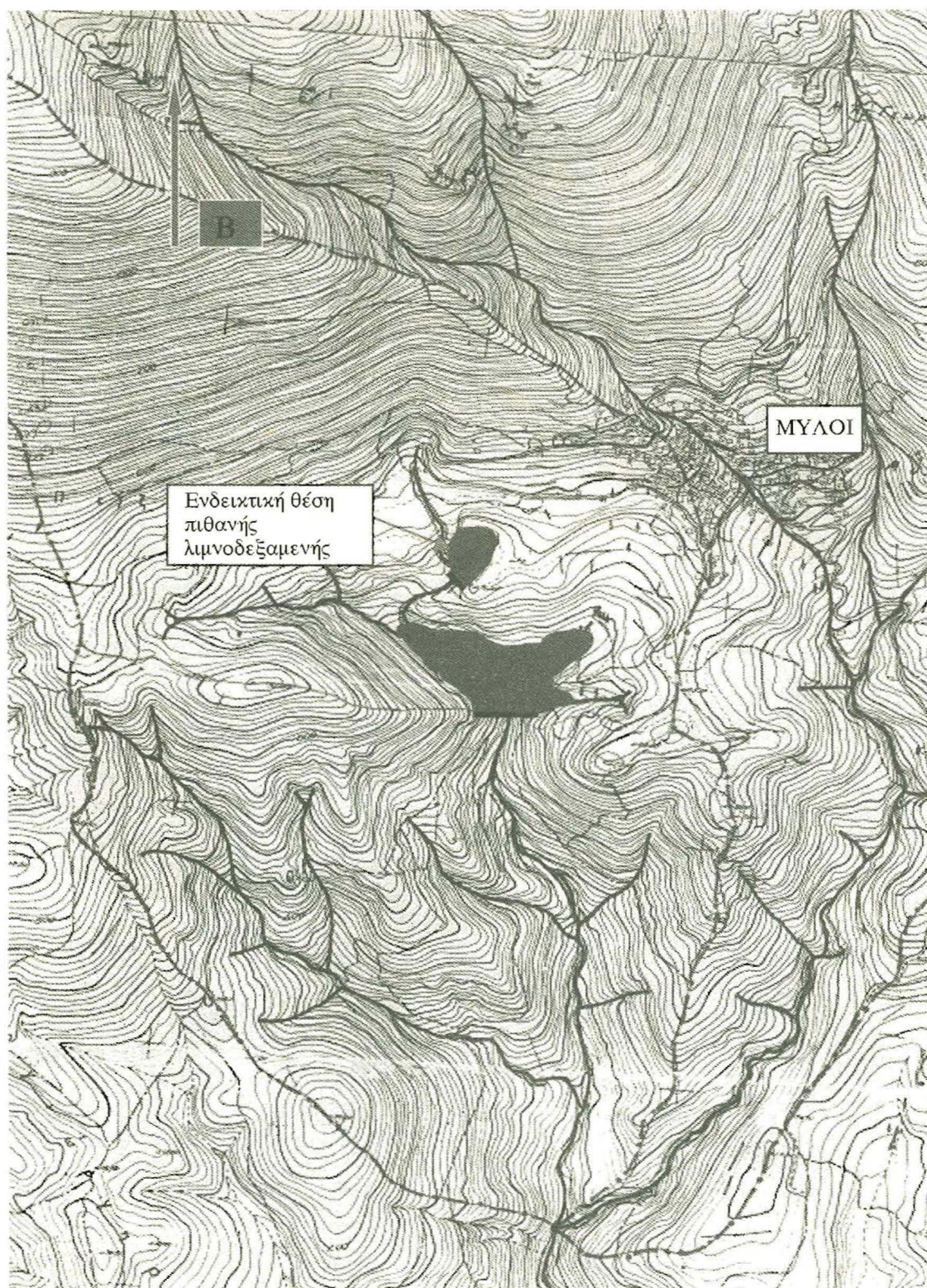
Τα ιζήματα αυτά βρίσκονται σε συνεχείς εναλλαγές και συγκροτούν μια σειρά αρκετού πάχους που αντιπροσωπεύει ιζηματογένεση πελαγική - ωκεάνια. Μέσα στη σχιστοκερατολιθική διάπλαση βρίσκονται συχνά, παρεμβαλλόμενα - συμπτωχόμενα μικρά και μεγάλα οφειολιθικά σώματα γι' αυτό και το σύνολο ονομάζεται "σχιστοκερατολιθική με οφειολίθους διάπλαση". Συχνές επίσης είναι οι διεισδύσεις μέσα στα ιζήματα της διάπλασης βασικών ηφαιστειτών (διαβάσεις, δολερίτες κλπ) καθώς και βασικών τόφφων έτσι ώστε η διάπλαση να αποκτά χαρακτήρα ηφαιστειοϊζηματογενούς σειράς.

\*Συνήγορος του Πολίτη

\*\* Γενική Γραμματεία Ερευνας και Τεχνολογίας

\*\*\* Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

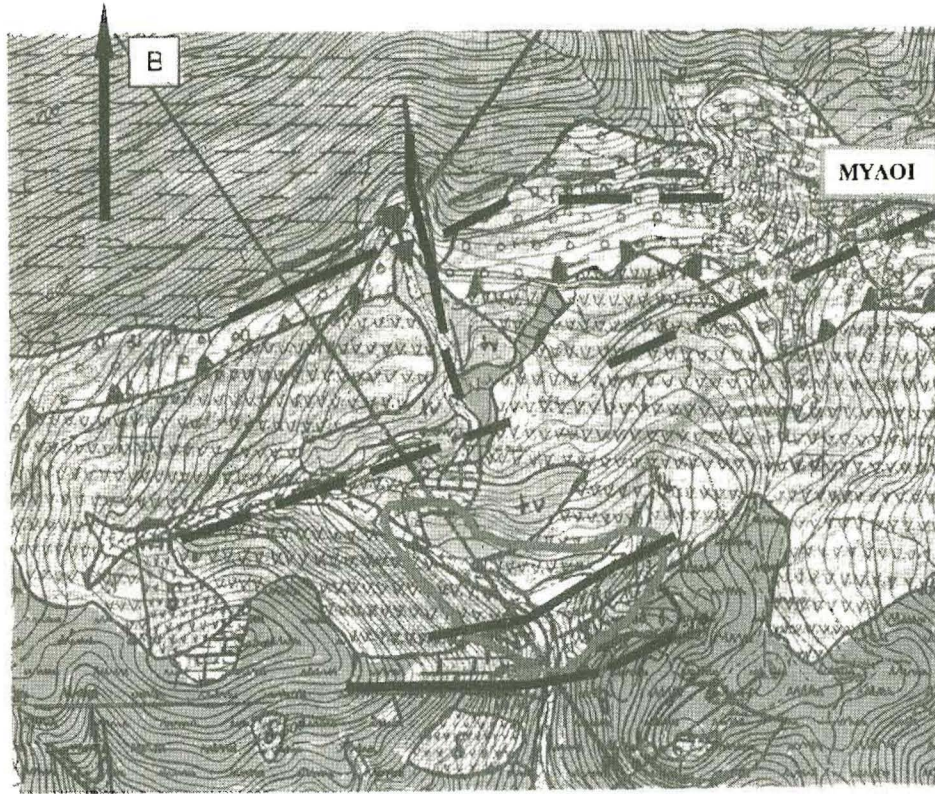




Σχήμα 1. Θέση φράγματος - έκταση που θα κατακλυστεί από τα νερά και εξωποτάμια λιμνοδεξαμενής



ΚΛΙΜΑΚΑ 1:5000



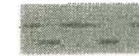
ΕΔΑΦΙΚΟ ΚΑΛΥΜΑ, ΑΠΟΣΑΘΡΩΜΕΝΟΣ ΜΑΝΔΥΑΣ  
ΣΧΙΣΤΟΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΗΣ ΔΙΑΠΛΑΣΗΣ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΩΝ  
ΥΠΕΡΒΑΣΙΚΩΝ ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ  
ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΑΛΛΟΥΓΙΑΚΕΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ



ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΑΛΛΟΥΓΙΑΚΕΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ



ΤΡΑΒΕΡΤΙΝΩΔΕΙΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ



ΑΝ. ΚΡΗΤΙΔΙΚΟΣ ΦΛΥΣΧΗΣ - ΑΡΓΛΙΚΟΙ  
ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΙ-ΜΑΡΓΑΙΚΟΣ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ



ΑΝΩΚΡΗΤΙΔΙΚΟ ΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΕΣ



ΣΧΙΣΤΟΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΗ ΔΙΑΠΛΑΣΗ, ΚΥΡΙΩΣ  
ΚΟΚΚΙΝΟΙ ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΟΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ  
ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ



ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΙ ΜΕΣΑ ΣΤΗ  
ΣΧΙΣΤΟΚΕΡΑΤΟΛΙΘΙΚΗ ΔΙΑΠΛΑΣΗ



ΔΙΑΒΑΣΕΣ



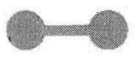
ΡΗΓΜΑ



ΠΙΘΑΝΟ ΡΗΓΜΑ



ΤΟΜΕΣ



ΠΙΘΑΝΗ ΘΕΣΗ  
ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ



ΠΙΘΑΝΗ ΛΕΚΑΝΗ  
ΚΑΤΑΛΥΣΗΣ



ΘΕΣΗ  
ΠΗΓΗΣ



## ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Οι λιθολογικοί σχηματισμοί που συναντούνται στην περιοχή μελέτης (λεκάνη κατάκλυσης και θέση του φράγματος) κατά σειρά από τους παλαιότερους είναι: **Σχιστοκερατολιθική διάπλαση με οφιολίθους και σερπεντίνες (Sh)**. Παρατηρούνται πτυχωμένα και τεκτονισμένα. Στις περισσότερες περιοχές παρουσιάζεται εδαφικό κάλυμμα και αποσαθρωμένος μανδύας των πετρωμάτων (ελλούβια). **Πλευρικά Κορήματα. Τραβερτίνες (tv)**. **Αλλουβιακές αποθέσεις (al)**.

### Λεκάνη Κατάκλυσης

- ♦ Το υπόβαθρο της λεκάνης κατάκλυσης αποτελείται από την σχιστοκερατολιθική διάπλαση. Το πέτρωμα που εμφανίζεται περισσότερο είναι ο κερατόλιθος (γκρίζος και κόκκινος). Κατά θέσεις παρατηρούνται βασικά – υπερβασικά πετρώματα (διαβάσες, "pillow lavas") και σε μία θέση ασβεστόλιθος. Οι σχηματισμοί είναι τεκτονισμένοι και κατακερματισμένοι. Υπερκείμενα βρίσκονται τα αλλούβια, ελλούβια (αποσαθρωμένος μανδύας και εδαφικό κάλυμμα) καθώς και εμφανίσεις τραβερτίνη. Το πάχος των χαλαρών σχηματισμών κυμαίνεται και μπορεί να φτάνει τα 15-20 μέτρα. Δευτερογενής περατότητα αναμένεται εντός του υποβάθρου. Ένα πιθανό ρήγμα εμφανίζεται εντός της λεκάνης κατάκλυσης ( $P_2$ ) με διεύθυνση Α-Δ και ένα, με παρόμοια διεύθυνση, στο βόρειο περιθώριό της ( $P_3$ ) (χάρτης 2.).

### Θέση φράγματος

- ♦ **Ανατολικό πρανές.** Παρουσία εδαφικού καλύμματος και αποσαθρωμένου μανδύα. Το πάχος τους κυμαίνεται και αυξάνει στα χαμηλότερα μέρη των πρανών και κοντά στην κοίτη. Σε μικρές αποστάσεις από την προτεινόμενη θέση του φράγματος εντοπίζονται ασβεστόλιθοι και διαβάσες με μικρές επιφανειακές εμφανίσεις. Παρατηρούνται, κυρίως, οι κόκκινοι κερατόλιθοι της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης, τεκτονισμένοι και πτυχωμένοι (μετρήθηκαν διαφορετικές κλίσεις και διευθύνσεις κλίσεων). Είναι ενδεχόμενη η πιθανότητα διαρροών λόγω δευτερογενούς περατότητας και των ασβεστολιθικών εμφανίσεων. Πιθανή παρουσία ρήγματος με γενική διεύθυνση Α – Δ ( $P_1$ ).
- ♦ **Θέση θεμελίωσης** Μέσα στην κοίτη παρατηρούνται αλλουβιακές αποθέσεις και εμφανίσεις τραβερτίνη. Η σχιστοκερατολιθική διάπλαση αποτελεί το υπόβαθρο με παρουσία κερατόλιθου και ενδεχομένως βασικών - υπερβασικών πετρωμάτων. Στο δυτικό μέρος της κοίτης είναι πιθανή η ύπαρξη ασβεστολίθου. Ασβεστόλιθος εντοπίστηκε σε ένα πετρογραφικό δείγμα, λίγο βόρεια από την θέση του φράγματος. Αναμένεται αυξημένη περατότητα (διαρροών) λόγω της παρουσίας των αλλουβιακών αποθέσεων και λόγω δευτερογενούς περατότητας στο υπόβαθρο. Πιθανή παρουσία ενός ρήγματος που τέμνει τον άξονα του προτεινόμενου φράγματος, και δεύτερου που βρίσκεται λίγο βορειότερα ( $P_1 - P_2$ , προς την λεκάνη κατάκλυσης).
- ♦ **Δυτικό πρανές** Παρουσία ασβεστολιθικού όγκου με ενδεικτικό βάθος περίπου 20 μέτρα (όσο ήταν και το βάθος έρευνας της γεωφυσικής διασκόπησης). Βρίσκεται μέσα στην σχιστοκερατολιθική διάπλαση και περιβάλλεται από κερατόλιθο και διαβάσες. Τα πετρώματα παρουσιάζονται τεκτονισμένα και πτυχωμένα (διαφορετικές κλίσεις και διευθύνσεις κλίσεων του ασβεστολίθου). Παρουσία μικρού πάχους εδαφικού καλύμματος και αποσαθρωμένου μανδύα ανάντη και κατάντη της θέσης του φράγματος. Είναι ενδεχόμενη η πιθανότητα διαρροών λόγω της παρουσίας του ασβεστολίθου και δευτερογενούς περατότητας. Παρουσία δύο ρηγμάτων με γενικές διευθύνσεις Α-Δ που συνεχίζουν προς την λεκάνη κατάκλυσης και το δυτικό πρανές.

## 2. ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΚΕΣ & ΑΚΤΙΝΟΣΚΟΠΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Με βάση την γεωλογική δομή της περιοχής έγιναν συνολικά 14 αναλύσεις σε οκτώ πετρογραφικά δείγματα. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συνοπτικά τα αποτελέσματα των αναλύσεων.



Πίνακας συνοπτικών αποτελεσμάτων των πετρογραφικών δειγμάτων κοινότητας μύλων Ν. Φθιώτιδας

ΑΡΙΘΜΟΣ/ΘΕΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ (πιθανή αντιστοιχία)
MIL13	Π.Α/XRD	Υπερβασική λάβα	"picrite, Agrilia formation"
MIL9	Π.Α/XRD	Λάβα	"pillow lava, Agrilia formation"
MIL10	Π.Α/XRD	Τόφος	"basaltic flow with tuffs and silicas, Agrilia formation"
MIL14	Π.Α/XRD	Γκρίζος κερατόλιθος	
MIL12	Π.Α/XRD	Τυπικός κοκκινοπός κερατόλιθος	"Chert"
MIL16	Π.Α/XRD	Ασβεστολουτίτης	πολύ λεπτόκοκκος
MIL15	Π.Α	Ασβεστοαρενίτης	Αρκετά χονδρόκοκκος
MIL 5	XRD	Ασβεστολουτίτης	"καθαρότερο" (λιγότερες προσμίξεις) από το MIL16

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΕΩΦΥΣΙΚΩΝ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΕΩΝ**

Με βάση τις γεωηλεκτρικές τομές που έγιναν διαπιστώθηκαν τα εξής:

- Εντοπισμός ρήγματος διεύθυνσης ΑΒΑ-ΔΝΔ (P<sub>2</sub>) και ένδειξη για το P<sub>1</sub>.
- Πάχος αποσαθρωμένου μανδύα, τραβερτίνη, αλλουβιακών αποθέσεων και κορημάτων περίπου 15-20 m. Τα στοιχεία αυτά παρατηρούνται ιδιαίτερα στις γεωφυσικές τομές MIL2, MIL3 και MIL4.
- Το εκτιμώμενο ελάχιστο πάχος του ασβεστολίθου, της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης, στο δυτικό πρηνές θεμελίωσης του προτεινομένου φράγματος, είναι περίπου 20 μέτρα (MIL1 και MIL2).
- Ποιοτικός προσδιορισμός των ορίων εξάπλωσης του ασβεστολίθου στη σχιστοκερατολιθική διάπλαση (MIL1 και MIL2).

Τα δεδομένα των γεωφυσικών διασκοπήσεων συνδιάστηκαν με τα γεωλογικά δεδομένα της χαρτογράφησης και των υπαίθριων παρατηρήσεων, για την κατασκευή των γεωλογικών τομών.

**ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ**

Στην ευρύτερη περιοχή συναντώνται οι γεωτεκτονικές ζώνες της Υποπελαγονικής, Μαλιακής και Ανατολικής Ελλάδας (Παπανικολάου Δ. 1986, Κατσικάτσος Γ. 1992). Η ορογενετική περίοδος Ανατέρου Ιουρασικού - Κάτω Κρητιδικού είχε σαφή επίδραση στη Υποπελαγονική, προκάλεσε την ανάδυση των προ Κρητιδικών σχηματισμών και τη χέρσωση με τη δημιουργία των λατεριτών μέχρι την επίκλυση του Κενομανίου. Η Μαλιακή ενότητα είναι επωθημένη στην Υποπελαγονική ενότητα (κάτω Κρητιδικό). Η επίκλυση του Αν. Κρητιδικού (ενότητα Ανατολικής Ελλάδας, Κενομάνιο) "κάλυψε", τις προηγούμενες ενότητες με κροκαλο-λατυποπαγή, νηριτικούς ασβεστολίθους, κλαστικούς σχηματισμούς φλυσχοειδούς χαρακτήρα, πελαγικούς ασβεστολίθους και φλύσχη. Σε πολλές θέσεις η ασυμφωνία αυτή του Κενομανίου παρουσιάζει επιφάνειες τεκτονικής αποκόλλησης με χαρακτηριστικά επιπλεύσεων (τεκτονικές επαφές). Η οριστική ανάδυση της ζώνης έγινε στο τέλος Ηωκαίνου με τη λήξη της απόθεσης του φλύσχη.

Η κοινότητα των Μύλων βρίσκεται στο βόρειο περιθώριο της ευρύτερης περιοχής του Μαλιακού κόλπου η οποία χαρακτηρίζεται ως τεκτονικά ενεργή. Η νεοτεκτονική εξέλιξη της περιοχής ακολούθησε δύο κύριες τάσεις παραμόρφωσης που είναι: α) Μια φάση εφελκυσμού που σχετίζεται με κανονικά ρήγματα Μειοκαινικής - Πλειοκαινικής ηλικίας και β) Μια δεύτερη εφελκυστική φάση, από το Πλειστόκαινο μέχρι σήμερα, που συνδέεται και με την σεισμική δραστηριότητα που παρατηρείται στην περιοχή.



Από την ανάλυση των γεωλογικών και τεκτονικών στοιχείων της περιοχής φαίνεται ότι επικρατούν δυο κύρια συστήματα ασυνεχειών / διακλάσεων με γενικές διευθύνσεις ABA-ΔΝΔ και ΒΒΔ-ΝΝΑ.

Οι Ανω-Κρητιδικοί ασβεστόλιθοι, που βρίσκονται ανάντη της πηγής Κεφαλόβρυσου και μέσα στη λεκάνη απορροής, εμφανίζονται έντονα ρωγματούμενοι και αποκαρστωμένοι. Παρουσιάζουν σχετικά υψηλή κατείδυση και μεταβιβαστικότητα με επικρατούσες διευθύνσεις διακλάσεων  $254^\circ/87^\circ$  και  $143^\circ/25^\circ$  στην θέση MLT8 (σχ. ).

Εντοπίστηκαν ρήγματα τα οποία έχουν γενικές διευθύνσεις Α-Δ και Β-Ν. Τρία από τα ρήγματα εκτιμάται ότι βρίσκονται (από γεωλογικές, γεωμορφολογικές και γεωφυσικές παρατηρήσεις) κοντά, ή εντός της λεκάνης κατάκλυσης και κοντά στην θέση του φράγματος, με σχεδόν παράλληλες διευθύνσεις. Τα δύο ρήγματα, που εμφανίζονται στο δυτικό πρηνές της θέσης του φράγματος, έχουν διεύθυνση ABA-ΔΝΔ και πιθανά συνεχίζουν προς το ανατολικό τμήμα της λεκάνης κατάκλυσης και του πρηνούς (P<sub>1</sub> & P<sub>2</sub>). Το τρίτο ρήγμα βρίσκεται στο βόρειο περιθώριο της λεκάνης κατάκλυσης με γενική διεύθυνση ABA-ΔΝΔ και εκτιμάται ότι διασχίζει όλη την περιοχή ενδιαφέροντος (P<sub>3</sub>).

Στην περιοχή της πηγής εμφανίζονται δύο ρήγματα γενικών διευθύνσεων Β-Ν και Α-Δ, που σχετίζονται και με τις υδρογεωλογικές συνθήκες λειτουργίας και ανάβλησης της πηγής.

Στην περιοχή του μοναστηρίου του Αγ. Γεωργίου εμφανίζεται ρήγμα γενικής διεύθυνσης Β-Ν με πηγαίες αναβλύσεις κατά μήκος της τεκτονικής γραμμής. Ανάντη της περιοχής αυτής εμφανίζονται ρήγματα γενικών διευθύνσεων Α-Δ.

Δεδομένου ότι η ευρύτερη περιοχή είναι τεκτονικά ενεργή και παίρνοντας υπόψη τις γεωμορφολογικές, γεωλογικές συνθήκες και παρατηρήσεις κάποια από τα ρήγματα μπορεί να είναι ενεργά ή πιθανά ενεργά.

#### ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Για την περιοχή μελέτης χρησιμοποιήθηκαν κλιματολογικά στοιχεία τόσο από την βάση δεδομένων Υδροσκόπειο όσο και από δελτία της ΕΜΥ κυρίως από το μετεωρολογικό σταθμό της Λαμίας (h=104m), που βρίσκεται πιο κοντά στην εξεταζόμενη λεκάνη. Τα βροχομετρικά δεδομένα είναι από το 1959-1992 με μέση τιμή ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων σε ετήσια βάση τα 586.4 mm. Η μέση θερμοκρασία ανέρχεται σε 16.52 °C. Είναι γνωστό ότι, οι περιοχές που βρίσκονται κοντά στον Μαλιακό κόλπο έχουν κλίμα τυπικό Μεσογειακό και ορεινό ηπειρωτικό για περιοχές με υψόμετρο πάνω από 500 m περίπου. Αυτό επαληθεύεται και για την εξεταζόμενη υδρογραφική λεκάνη του Κεφαλόβρυσου. Ο δείκτης ξηρότητας του De Martone  $I_a = P/(T+10)$ , αν εφαρμοστεί με τα δεδομένα της περιοχής μελέτης, δίνει  $I_a = 22.1$ . Η τιμή αυτή κατατάσσει την περιοχή στο τυπικό Μεσογειακό κλίμα.

Οι ασβεστολιθικές εμφανίσεις της εξεταζόμενης λεκάνης καταλαμβάνουν έκταση 0.389 Km<sup>2</sup> (~34.52%). Οι σχηματισμοί του φλύσχη και της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης ("αδιαπέρατοι") καλύπτουν έκταση 0.738 Km<sup>2</sup> (~65.48%).

#### Απορροή

- Η απορροή στους ασβεστόλιθους είναι  $RC = PC - VEC - IC = 12635 \text{ m}^3$
- Η απορροή στα "αδιαπέρατα" είναι  $RI = PI - VEI - II = 52457 \text{ m}^3$
- Σύνολο απορροής  $R = RC + RI = 65092 \text{ m}^3$

Η πηγή Κεφαλόβρυσου είναι ο κύριος τροφοδότης νερού (για την πλήρωση της λεκάνης κατάκλυσης) και βρίσκεται στο ακραίο δυτικό τμήμα του οικισμού της Κοινότητας Μύλων. Το νερό οδηγείται μέσω ρέματος που έχει διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ και κατεύθυνση ΝΝΑ στη θέση του φράγματος. Η εκφόρτιση των διάσπαρτων πηγών του Κεφαλόβρυσου, που έχουν εκτιμηθεί από το ΙΓΜΕ, έχουν μέση παροχή 80 m<sup>3</sup>/h. Εάν αναχθούν σε ετήσια βάση τότε η παροχή είναι περίπου  $V_p = 700.800 \text{ m}^3$ . Η παροχή αυτή είναι σημαντικά μεγαλύτερη από το συνολικό νερό που κατεισδύει στην εξεταζόμενη υδρολογική λεκάνη.

Για το υδρογραφικό δίκτυο του Κεφαλόβρυσου, ανάντη της θέσης του προτεινόμενου φράγματος, το σύνολο των βροχοπτώσεων που πέφτει στη διάρκεια ενός έτους ανέρχεται σε :  $V_K = 1.127 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 0.5864 \text{ m} = 660.873 \text{ m}^3$ .

Η συνολική εξατμισοδιαπνοή για τη εξεταζόμενη λεκάνη απορροής εκτιμήθηκε:  $VE = VEI + VEC = 358.668 \text{ m}^2 + 147042 \text{ m}^2 = 505710 \text{ m}^3$  και η συνολική κατείδυση εκτιμήθηκε σε  $I = IC + II = 90071 \text{ m}^3$



Το συνολικό δυναμικό επιφανειακών απορροών της λεκάνης του Κεφαλόβρυσου ανέρχεται σε :  $VR = V\pi + R = 700.800\text{m}^3 + 65092\text{m}^3 = \underline{765892\text{m}^3}$  περίπου.

Έτσι εκτιμώντας το υδρολογικό ισοζύγιο της λεκάνης κατάκλισης του φράγματος προκύπτουν συνοπτικά τα παρακάτω:

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΙ	ΑΔΙΑΠΕΡΑΤΟΙ	ΣΥΝΟΛΟ
Εμβαδόν ( $\text{Km}^2$ )	0.389 (34.52%)	0.738 (65.48%)	1.127
Όγκος βροχόπτωσης ( $\text{m}^3$ ) σε κάθε σχηματισμό	228110	432763	660873
E (mm) απο τύπους	378	486.2	--
ΕV (εξατμισοδιαπνοή, $\text{m}^3$ )	147042 (64.5%)	358668 (82.9%)	505710 (76.5%)
I (κατείσδυση, $\text{m}^3$ )	68433 (30%)	21638 (5%)	90007 (13.6%)
R (απορροή, $\text{m}^3$ )	12635 (5.5%)*	52457 (12%)	65092 (9.8%)

\*για 35% κατείσδυση η απορροή θα μειώνονταν στο 0.5%

Το νερό αυτό αναμένεται να γεμίσει τις λιμνοδεξαμενές με τις προτεινόμενες προδιαγραφές και παράλληλα να αναπληρώνονται τα αποθέματά τους. Απώλεια νερού από την λιμνοδεξαμενή που θα κατασκευαστεί αναμένεται, λόγω εξάτμισης από την επιφάνεια της τεχνητής λίμνης που θα δημιουργηθεί και θα εξαρτάται άμεσα από την έκταση της επιφανείας αυτής.

Τέλος, λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα που προκύπτουν από τους υπολογισμούς, εκτιμάται ότι υδρογεωλογική λεκάνη είναι μεγαλύτερη από την υδρολογική λεκάνη της εξεταζόμενης περιοχής.

## ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

### ΓΕΝΙΚΑ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Δυο κύρια υδρογραφικά δίκτυα αναπτύσσονται στην περιοχή όπου προτείνεται η θέση κατασκευής φράγματος της κοινότητας Μύλων Ν. Φθιώτιδας. Το υδρογραφικό δίκτυο του Κεφαλόβρυσου, σε σημείο της κοίτης του οποίου προβλέπεται η κατασκευή φράγματος και το δίκτυο του Αγ. Γεωργίου - Καρβουνάρι. Στο υδρογραφικό δίκτυο του Κεφαλόβρυσου έχουμε την παρουσία σημαντικής πηγής παροχής που κυμαίνεται από  $0,1456\text{m}^3/\text{sec}$  μέχρι  $0,00834\text{m}^3/\text{sec}$  από μετρήσεις της ΥΕΒ από το 1983 μέχρι το 1996

Το υδρογραφικό δίκτυο του Κεφαλόβρυσου αναπτύσσεται δυτικά των Μύλων και παρουσιάζει όλα τα στοιχεία ενός υδρογραφικού δικτύου που έχει υποστεί αναγέννηση. Η μορφή του δικτύου του είναι δενδριτική με κοιλάδες σχήματος V που παρουσιάζουν απότομες σχετικά κλίσεις και αρκετά σημεία κάμψης κατά μήκος της κοίτης του, από 1-6 m περίπου. Εμφανίζονται, στην περιοχή μελέτης, δύο επίπεδα αναβαθμίδων κατά θέσεις. Το υδρογραφικό δίκτυο αναπτύσσεται πάνω στους στεγανούς αλλά ευδιάβρωτους σχηματισμούς της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης, των διαβασών και των ραδιολαριτών ενώ παράλληλα στην υδρολογική του λεκάνη εμφανίζονται ασβεστόλιθοι έντονα κερματισμένοι, ρωγματομένοι και καρστικοποιημένοι, φλύσχης και τεταρτογενείς αποθέσεις αλλουβίων, αποσαθρωμένου μανδύα και Τραβερίτην.

Η οπισθοδρομούσα διάβρωση είναι χαρακτηριστική στους νότιους κλάδους του δικτύου. Έντονη κατά βάθος διάβρωση παρατηρείται στους περισσότερους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου του Κεφαλόβρυσου ως άμεσο αποτέλεσμα της αναγέννησης της περιοχής. Κύριο αίτιο της αναγέννησης φαίνεται να είναι η τεκτονική ενεργοποίηση της περιοχής κατά τη διάρκεια του Αν. Πλειστοκαίνου-Ολοκαίνου. Η επιφάνεια ισοπέδωσης που παρατηρείται δυτικά των Μύλων στο βορειοανατολικό τμήμα του δικτύου βρίσκεται χαμηλότερα απ' ό,τι η δυτική γεγόνος που πιθανόν να οφείλεται στην παρουσία ρηγμάτων διευθύνσεων Β-Ν και Α-Δ στην περιοχή αυτή του δικτύου. Η επιφάνεια αυτή πιθανόν να αποτελούσε ενιαίο χώρο συγκέντρωσης των πηγών αναβλύσεων (τοπική μικρή λίμνη) γεγονός που επιβεβαιώνεται όχι μόνο από τις αποθέσεις τραβερίτην που έχουν κατά θέσεις σημαντικό πάχος 15 m και πλέον αλλά και από τις συμβολές σε ορθή γωνία των κλάδων στη θέση αυτή. Είναι πιθανόν η λίμνη αυτή να έπαυε να λειτουργεί όταν λόγω της οπισθοδρομούσας διάβρωσης τμήμα του προϋπάρχοντος δικτύου άνοιξε δίοδο (φαινόμενο πειρατίας) σε αυτή δεσμεύοντας έτσι το υδάτινο δυναμικό της στην επιφανειακή του απορροή.

Το υδρογραφικό δίκτυο του Αγ. Γεωργίου - Καρβουνάρι αναπτύσσεται με διεύθυνση ροής σχεδόν από βορά προς νότο και παρουσιάζει δενδριτική μορφή, με αρκετά επιμηκημένους κλάδους Ιης και



Πηγ, ιδιαίτερα εκείνους που αναπτύσσονται πάνω στους ασβεστολίθους. Κατά μήκος αυτών και σε υψόμετρα 640m και 670m περίπου εμφανίζονται πηγαίες αναβλύσεις. Εμφανίζει στοιχεία κατά βάθους διάβρωσης, κοιλάδες σχήματος V και σημεία κάμψης, όλα τα χαρακτηριστικά ενός δικτύου που διανύει το στάδιο νεότητας μετά από μια αναγεννητική περίοδο. Το βόρειο τμήμα του δικτύου αναπτύσσεται πάνω σε ασβεστολίθους, το κεντρικό πάνω σε φλύσχη, ενώ το νοτιότερο τμήμα πάνω σε σχιστοκερατολιθική διάπλαση.

Και τα δύο δίκτυα παρουσιάζουν έντονη διαβρωτική και μεταφορική ικανότητα, ιδιαίτερα μετά από περιόδους καταιγίδων και κατά συνέπεια σημαντική στερεοπαροχή. Επίσης και τα δύο υδρογραφικά δίκτυα παρουσιάζουν μέγιστη τάξη κλάδου την 4η, που στη συνέχεια συνεχίζει σε 5η τάξη μετά την συμβολή των δύο αυτών δικτύων.

Στην περιοχή των Μύλων αναλύθηκαν τα δυο σημαντικότερα υδρογραφικά δίκτυα του Κεφαλόβρυσου και του Αγ. Γεωργίου. Η επιλογή αυτή έγινε γιατί σε όλες τις άλλες επιμέρους λεκάνες απορροής δεν παρουσιάζονταν κλάδοι μεγαλύτεροι της τρίτης τάξης, οπότε η στατιστική επεξεργασία και ανάλυση αυτών δεν θα έδινε αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα για την εξέλιξη των υδρογραφικών τους δικτύων.

Οι μετρήσεις των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των κλάδων και των λεκανών απορροής τους έγινε πάνω σε χάρτες της ΓΥΣ κλίμακας 1:5000. έγινε χάραξη των κύριων υδροκριτών των δύο υδρογραφικών δικτύων καθώς και η χάραξη των υδροκριτικών γραμμών των επιμέρους λεκανών απορροής, όπου πολλές από αυτές επιβεβαιώθηκαν και από επιτόπου υπαίθριες παρατηρήσεις. Η αρίθμηση και ταξινόμηση των κλάδων ως και λεκανών απορροής των τριών υδρογραφικών δικτύων έγινε με την μέθοδο Strhaler (1957). Οι τιμές των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των υδρογραφικών λεκανών επεξεργάστηκαν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή με χρήση πρότυπου προγράμματος ποσοτικής γεωμορφολογικής ανάλυσης, που συντάχθηκε σε γλώσσα προγραμματισμού Turbo Pascal 5.0.

## ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

Σύμφωνα με τα όσα προαναφέρονται, και με βάση τα περιορισμένα στοιχεία των γεωτρήσεων στην ευρύτερη περιοχή, ως υδροφόροι σχηματισμοί προσδιορίζονται κυρίως οι ανωκρητιδικοί ιζηματογενείς σχηματισμοί και δευτερογενώς οι αποσαθρωμένοι μανδύες της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης (επιδερμικοί υδροφόροι οριζόντες- συμπεριλαμβανομένων των βασικών πετρωμάτων). Δεν έχουν εντοπισθεί υδροφόρα στρώματα εντός των μητρικών σχηματισμών της σχιστοκερατολιθικής των βασικών εκρηξιγενών πετρωμάτων και εντός του φλύσχη.

Πηγαίες αναβλύσεις συναντώνται στο ίδιο υψόμετρο της επαφής των ασβεστολίθων και του φλύσχη και σε μικρότερο υψόμετρο εντός του φλύσχη που είναι έντονα ρηγματωμένος στην περιοχή Ι.Μ. Αγίου Γεωργίου. Υδροσημεία συναντώνται τους χειμερινούς και εαρινούς μήνες νοτιοδυτικά της πηγής Κεφαλόβρυσου εντός του αποσαθρωμένου μανδύα βασικών υπερβασικών εκρηξιγενών πετρωμάτων σε σημεία που το πάχος αυτού ελαττώνεται σημαντικά.

Η πηγή κεφαλόβρυσου εκφορτίζεται στην επαφή των ιζηματογενών πετρωμάτων με την σχιστοκερατολιθική διάπλαση. Η περιοχή των πηγαίων αναβλύσεων είναι πεταλοειδούς μορφούς και η ανάβλυση διάσπαρτη. Χαρακτηρίζεται σαν πηγή επαφής - υπερχειλίσσης. Η άνοδος του νερού στην επιφάνεια είναι πιθανόν να υποβοηθείται και από την παρουσία ρήγματος στην θέση της πηγής. Η μέση τιμή των μετρημένων παροχών 80 – 100,5 m<sup>3</sup>/h και συνεχής. Η παροχή αυτή αυξάνεται σημαντικά τον Χειμώνα. Άλλες πηγές παρατηρήθηκαν στην ευρύτερη περιοχή και ιδίως κοντά στο μοναστήρι του Αγ. Γεωργίου. Οι πηγές αυτές είναι πολύ πιθανό να συνδέονται με την ύπαρξη ρηγμάτων. Υδροφορία παρατηρείται στους ανωκρητιδικούς ιζηματογενείς σχηματισμούς (καρστική υδροφορία). Αυτή η υδροφορία τροφοδοτεί και την πηγή Κεφαλόβρυσου. Στην θέση του φράγματος και της λεκάνης κατάκλισης είναι πιθανόν να αναπτύσσονται επιφανειακοί υδροφόροι οριζόντες (έστω και εποχιακοί) μέσα στο εδαφικό καλυμμα και τον αποσαθρωμένο μανδύα της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης. Η ύπαρξη διακλάσεων και ρηγμάτων δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για δευτερογενή περατότητα στην περιοχή ενδιαφέροντος. Αρα ο συνδυασμός του ασβεστόλιθου στην θέση του φράγματος και των διακλάσεων-ρηγμάτων, υποδηλώνουν την πιθανότητα διαφυγών κατάντη του φράγματος. Άλλο πρόβλημα για τη ευστάθεια των πρικών, που υπάρχουν και θα δημιουργηθούν, είναι οι τάσεις που δημιουργούνται λόγω της εισροής του νερού μέσα στις διακλάσεις και τον αποσαθρωμένο μανδύα.



**ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Μετά από την γεωλογική, υδρογεωλογική, γεωφυσική και γεωμορφολογική ανάλυση της περιοχής προκύπτει ότι :

- ◆ Το υδρογραφικό δίκτυο του Κεφαλόβρυσου αναπτύσσεται δυτικά των Μύλων και παρουσιάζει όλα τα στοιχεία ενός υδρογραφικού δικτύου που έχει υποστεί αναγέννηση. Η έντονη κατά βάθος διάβρωση παρατηρείται στους περισσότερους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου του Κεφαλόβρυσου ως άμεσο αποτέλεσμα της αναγέννησης της περιοχής. Στην περιοχή μελέτης εμφανίζονται δύο επίπεδα αναβαθμιδών κατά θέσεις. Κύριο αίτιο της αναγέννησης φαίνεται να είναι η τεκτονική ενεργοποίηση της περιοχής κατά τη διάρκεια του Αν. Πλειστοκαίνου-Ολοκαίνου. Η μορφή του δικτύου του είναι δενδριτική με κοιλάδες σχήματος V με απότομες σχετικά κλιθείς και αρκετά σημεία κάμψης κατά μήκος της κοίτης του από 1-6 m περίπου. Η οπισθοδρομούσα διάβρωση είναι χαρακτηριστική στους νότιους κλάδους του δικτύου. Οι κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου του Κεφαλόβρυσου στους οποίους προτείνεται να γίνουν έργα ορεινής υδρονομίας για την ανάσχεση των χειμαρρωδών απορροών τους είναι οι Π11, Π12, Π13 και πιθανά και ο Π4 που επηρεάζουν με τη στερεοπαροχή τους και τις απορροές τους τη λεκάνη κατάκλισης. Προτείνονται τσιμέντινα φράγματα 1-2 m κάθετα στην απορροή τους με ανοίγματα, για συγκράτηση των φερτών υλών, κλιμακωτά (1-3 σε κάθε κοίτη ανάλογα με το μήκος της).
- ◆ Το υδρογραφικό δίκτυο του Αγ. Γεωργίου-Καρβουνάρι βρίσκεται σε ένα στάδιο νεότητας (μετά από αναγεννητική διαδικασία) και δεν έχει ακόμα αποκτήσει πλήρη ανάπτυξη. Βέβαια σε σχέση με το δίκτυο του Κεφαλόβρυσου οι αποκλίσεις είναι μικρότερες, γεγονός που δείχνει ότι το δίκτυο του Αγ. Γεωργίου είναι πιο ισορροπημένο ενώ η αναγεννητική διαδικασία στο δίκτυο του Κεφαλόβρυσου ήταν σχετικά πρόσφατη.
- ◆ Η εξέλιξη και των δύο υδρογραφικών δικτύων σχετίζεται με την παρουσία ρηγμάτων (γενικής διεύθυνσης Α-Δ, πιθανόν), που ελέγχουν την εξέλιξη του δικτύου και φαίνεται να είναι και νεότερα σε ηλικία σε σχέση με εκείνα που έχουν γενική διεύθυνση Β-Ν
- ◆ Οι γεωλογικές παρατηρήσεις υποδεικνύουν ότι είναι πολύ πιθανόν να υπάρξουν διαρροές στην θέση του φράγματος και στην λεκάνη κατάκλισης (ύπαρξη εδαφικού καλύμματος, αποσαθρωμένου μανδύα κλπ). Η εκτιμώμενη παρουσία των ρηγμάτων και η σεισμικότητα της περιοχής αποτελούν πρόσθετο πρόβλημα τόσο για πιθανές διαρροές όσο και για την ευστάθεια της κατασκευής.
- ◆ Η εμφάνιση διαφορετικών πετρωμάτων στην θέση των αντρεισμάτων του φράγματος και η απρόβλεπτη στρωματογραφία και διαστρώσεις που παρουσιάζει η σχιστοκερατολιθική διάπλαση (που έχουν διαφορετικά τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά & αντοχή) απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή, ιδίως για τον τύπο του φράγματος που θα προταθεί. Ταυτόχρονα οι παρατηρήσεις και διαπιστώσεις, σε αυτήν την φάση, δεν μπορεί να είναι ολοκληρωμένες λόγω της απουσίας άλλων μελετών οι οποίες θεωρούνται απαραίτητες για την ακριβέστερη εκτίμηση των συνθηκών στην περιοχή του έργου, καθώς και της αξιολόγησης του φράγματος.

**ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ**

- ◆ Η προτεινόμενη θέση για τη κατασκευή φράγματος είναι ευνοϊκή όσον αφορά την τοπογραφία. Οι υγιείς περιοχές της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης μπορεί να θεωρηθεί πως έχουν μικρή υδροπερατότητα και άρα αποτελούν ευνοϊκό στοιχείο για την κατασκευή του προτεινόμενου φράγματος. Παρ' όλα αυτά πρέπει να εκτελεσθούν πρόσθετες μελέτες πριν την κατασκευή έτσι ώστε να εκτιμηθεί η ασφάλεια του προτεινόμενου φράγματος και να ληφθούν ιδιαίτερα μέτρα προστασίας. Προτεινόμενες μελέτες: **Γεωτεχνική, Σεισμικής επικινδυνότητας-Σεισμοτεκτονική, Υδραυλική, Περιβαλλοντικών συνθηκών και Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων**.
- ◆ Στοιχεία τα οποία πρέπει να ληφθούν υπόψη για την κατασκευή είναι τα ακόλουθα: Η εκσκαφή για την θεμελίωση του φράγματος πρέπει να φτάνει μέχρι το υγιές πέτρωμα. Μετά την αφαίρεση του αποσαθρωμένου μανδύα και ειδικά στις εκσκαφές των αντρεισμάτων είναι πιθανόν να απαιτηθεί η χρήση αερόσφυρας η και εκρηκτικών. Πρέπει να γίνουν προκαταρκτικές δοκιμαστικές εκρήξεις ώστε να ελεγχθεί η επίδρασή τους στα πετρώματα και την περιοχή μελέτης. Η χρήση των εκρηκτικών πρέπει να μειωθεί - σταματήσει όσο πλησιάζει το τελικό βάθος θεμελίωσης για να αποφευχθούν τυχόν επιβλαβείς διαρρήξεις του υπόβαθρου.



- ◆ Στα εδάφη συνίσταται η διαμόρφωση των πρανών να είναι ήπια. Επίσης στα πρανή, περιμετρικά της λεκάνης κατάκλυσης, πρέπει να ελεγχθεί η ανάγκη κατασκευής διαδοχικών αναβαθμίδων (Gabbions) οι οποίες θα συνεισφέρουν στην ασφάλεια του έργου με την σταθεροποίηση των πρανών. Ταυτόχρονα θα συγκρατούν υλικά που μπορούν να ολισθήσουν και να μειώσουν την χωρητικότητα της λεκάνης.
- ◆ Ο έλεγχος της ευστάθειας των πρανών, στις θέσεις των τεκτονικών διαγραμμάτων στην λεκάνη κατάκλυσης, για κλίση 70° υποδεικνύει ότι υπάρχει κίνδυνος ολισθήσεων και ανατροπών. Τα τεχνητά πρανή στα πετρώματα πρέπει να έχουν κλίση ανάλογη με την κατάσταση της βραχομάζας και το τι μέτρα αντιστήριξης προτίθεται να χρησιμοποιήσει ο κατασκευαστής. Από την γεωτεχνική μελέτη και κατά την διάρκεια των έργων θα υπολογιστούν, με βάση τις τοπικές αποκλίσεις, διάφορες μεταβολές από τα θεωρητικά δεδομένα και άρα οι κλίσεις των πρανών που δεν θα έχουν προβλήματα ευστάθειας.
- ◆ Να μην εκτεθούν τα πετρώματα θεμελίωσης (μετά την εκσκαφή) για μεγάλο χρονικό διάστημα στους ατμοσφαιρικούς παράγοντες, που μπορεί να προκαλέσουν εξαλλοιώσεις. Προστατευτικά μέτρα που μπορεί να παρθούν είναι η κάλυψή τους με εκτόξευση τσιμέντου ή, η αφαίρεση του φυσικού τους καλύματος αμέσως πριν την κατασκευή του φράγματος.
- ◆ Σαν εναλλακτική λύση στεγανοποίησης (στην περίπτωση διαρροών) προτείνεται η τοποθέτηση γεωφάσματος - γεωμεμβράνης στον πυθμένα της λεκάνης κατάκλυσης (σύμφωνα με προδιαγραφές Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ). Με αυτόν τον τρόπο αποτρέπονται οι διαρροές νερού λόγω των ασυνεχειών και πιθανών ρηγμάτων. Αυτό βέβαια συνεπάγεται ειδικές εργασίες που συνοδεύουν την εγκατάσταση της μεμβράνης και αύξηση του κόστους κατασκευής.
- ◆ Λήψη μέτρων ορεινής υδρονομίας για να εμποδιστεί η μεταφορά και απόθεση φερτών υλικών μέσα στην λεκάνη κατάκλυσης. Οι κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου του Κεφαλόβρυσου στους οποίους προτείνεται να γίνουν έργα ορεινής υδρονομίας για την ανάσχεση των χειμαρρωδών απορροών τους είναι οι I 11, I12, I13 και πιθανά και ο Π4 που επηρεάζουν με τη στερεοπαροχή τους και τις απορροές τους τη λεκάνη κατάκλυσης. Προτείνονται τσιμέντινα φράγματα 1-2 m κάθετα στην απορροή τους με ανοίγματα, για συγκράτηση των φερτών υλών, κλιμακωτά (1-3 σε κάθε κοίτη ανάλογα με το μήκος της).
- ◆ Μια εναλλακτική λύση, η ακόμα και ταυτόχρονη με το φράγμα θα ήταν η κατασκευή εξωποτάμιας λιμνοδεξαμενής ανάντη της θέσης φράγματος (**πιθανή θέση στον χάρτη**). Η ακριβής της θέση πρέπει να επιλεγεί μετά την ολοκλήρωση των υπόλοιπων μελετών και ανάλογα με τις υδατικές ανάγκες που πρέπει να καλυφθούν.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Apostolopoulos G, 1996, Combined Schlumberger and Dipole-Dipole Array-2D Approach in Resistivity Interpretation, 58 Annual Meeting of European Association of Exploration Geophysics (EAGE), Amsterdam, Holland.
- Apostolopoulos G., Pavlopoulos K, and Kofakis P, 1996, Development of Geophysical - Geomorphological Investigation in Environmental Projects, 1<sup>st</sup> Congress of the Balkan Geophysical Society (BGS), Athens, Greece.
- Burdon, D., Papakis N., 1963, Handbook of Karst Hydrogeology with special reference on Carbonate Aquifers of the Mediterranean region. I.G.S.R., 276p, Athens.
- Δημόπουλος Δ. Χ., 1983, Τεχνική Γεωλογία, Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη Ο.Ε.
- Δομικά Έργα, 1997, Τόμος Α' (Ν.Ε.Α.Κ., Αποφάσεις εγκύκλιοι).
- Ι.Γ.Μ.Ε, 1988, Σεισμοτεκτονικός χάρτης Ελλάδας 1:500.000.
- Γεωλογικός χάρτης Ι.Γ.Μ.Ε, 1957, Φύλλο Μύλοι, κλίμακα 1:50.000.
- Ι.Γ.Μ.Ε, 1993, Γεωτεχνικός Χάρτης της Ελλάδας, κλίμακα 1:500.000.
- Κακαβάς Ν., (1984), Υδρολογικό Ισοζύγιο της λεκάνης απορροής του Σπερχειού ποταμού. Διδακτορική διατριβή, Αθήνα.
- Καλλέργης Γ., 1970, Υδρογεωλογική έρευνα υπολεκάνης Καλαμπάκας (Δ. Θεσσαλία). Διατριβή επί διδακτορία, 1-197, ΙΓΕΥ, Αθήνα.
- Κελλέργης Γ. & Κούκης Γ., 1985, Τεχνική Γεωλογία, Τόμος Α, Πανεπιστήμιο Πάτρας.
- Κατσικάτσος Γ., 1992, Γεωλογία της Ελλάδας.



- Μακρόπουλος & Λούης, 1997, Χερσαία γεωφυσική έρευνα νοτίου τμήματος της ευρύτερης περιοχής ζεύξης Μαλιακού κόλπου, Παν/μιο Αθηνών.
- Μαρίνος Π. Γ., 1997, Αξιολόγηση ρηγμάτων περιοχής ζεύξης Μαλιακού κόλπου, Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ.
- Μουντράκης Δ.Μ., 1985, Γεωλογία της Ελλάδας, Εκδόσεις UNIVERSITY STUDIO PRESS.
- Παπανικολάου Δ., 1986, Γεωλογία της Ελλάδας, εκδόσεις Επτάλοφος Α.Β.Ε.Ε.
- Παυλόπουλος Κ., 1992. "Γεωμορφολογική εξέλιξη της νότιας Αττικής." Διδακτορική διατριβή 230 σελ.. Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Παυλόπουλος Κ., 1997. "Γεωμορφολογική εξέλιξη της νότιας Αττικής." ΓΑΙΑ Νο2 σελ 197, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Δημοσιεύματα Τμήματος Γεωλογίας, Αθήνα 1997.
- Goudie, A., Anderson, M., Burt, T., Lewin, J., Richards, K., Whalley, B., Worsley, P. (1981): Geomorphological Techniques. Ed. for the British Geomorphological Research Group. G.Allen and Unwin, London.
- Gregory, K., Walling, D. (1973): Drainage Basin form and process. A geomorphological approach. Ed. Edward Arnold, p.p. 449, London 1973.
- Hynes A. J., Nisbet E. G., Smith G. A., Welland M. J. P., 1972, Spreading and emplacement ages of some ophiolites in the Othris region (eastern central Greece), Z. Deutsch. Geol. Ges., Band 123, S. 455-468.
- Maroukian H., Pavlopoulos, K. 1995 "The Geology, Hydrogeology and geomorphology of the drainage basin of the Sperkhios river" Proceedings of the Conference "Sperkhios 2000+, Development and Environment" pp.203-215.
- Smith A. G., Woodcock N. H., Naylor A. A, 1979, The structural evolution of a Mesozoic continental margin, Othris mountain, Greece, J. geol. London, Vol. 136, pp. 589-603.
- Smith A. G., Hynes A. J., Menzies M., Nisbet E. G., Price I., Welland M. J., Ferriere J, 1975, The stratigraphy of the Othris Mountains, Eastern Central Greece: a Deformed Mesozoic Continental Margin Sequence, Eclogae geol. Helv., Vol. 68/3, PP. 463-482.