



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ



ΒΟΓΔΟΠΟΥΛΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ

ΙΑΚΩΒΙΔΟΥ ΦΩΤΕΙΝΗ

ΤΟ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ ΣΤΗΝ ΛΙΜΝΗ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ

Διπλωματική εργασία

Επιβλέπων καθηγητής:

ΑΛΜΠΑΝΑΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2014

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	4
ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	6
ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	6
ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ.....	7
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	7
ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	13
ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	13
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ.....	13
ΓΕΩΛΟΓΙΑ - ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ	15
ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΑ	18
ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	20
ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ	21
ΤΕΧΝΗΤΗ ΛΙΜΝΗ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ	24
ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	24
ΤΟ ΦΡΑΓΜΑ ΤΟΥ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ	24
ΑΣΤΑΘΕΙΕΣ ΠΡΑΝΩΝ.....	29
ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	30
ΦΡΑΓΜΑ ΙΛΑΡΙΩΝΑ	33
ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.....	34
ΛΙΜΝΗ ΙΛΑΡΙΩΝΑ	34
ΕΜΒΙΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ.....	35
ΒΛΑΣΤΗΣΗ.....	36
ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑ	36
ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ.....	37
ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΔΕΛΤΑΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ.....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	41
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	42
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	42
ΤΟ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ ΣΤΗΝ ΛΙΜΝΗ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	48
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	48
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	50

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ	50
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ	50
ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ	50
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	52

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο εκπονήθηκε απο τις φοιτήτριες Βογδοπούλου Ευαγγελία και Ιακωβίδου Φωτεινή, του τμήματος Γεωλογίας, της σχολής Θετικών Επιστημών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, κατά το Ακαδημαϊκό έτος 2013 – 2014.

Θεωρούμε υποχρέωση μας να ευχαριστήσουμε θερμά όλους όσους συνέβαλαν με κάθε τρόπο στην ολοκλήρωση αυτής της μελέτης.

Η εργασία αυτή εκπονήθηκε σύμφωνα με τις υποδείξεις του Αναπληρωτή Καθηγητή του τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας του τμήματος Γεωλογίας, κύριου Κωνσταντίνου Αλμπανάκη προς τον οποίο εκφράζουμε ένα θερμό ευχαριστώ, για την ανάθεση αυτής της εργασίας και για την βοήθεια του. Παράλληλα θα επιθυμούσαμε να ευχαριστήσουμε, τον κύριο Οικονομίδη Δημήτριο, λέκτορα του τμήματος Γεωλογίας, καθώς και την κυρία Κολιαδήμου Καλλιόπη, μέλος του διοικητικού προσωπικού του τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας του τμήματος Γεωλογίας, για την καθοριστική συμβολή τους στην ολοκλήρωση της παρούσης εργασίας. Θα θέλαμε επίσης να ευχαριστήσουμε τον κύριο Κώστα Νικολαΐδη, γεωλόγο της ANKO για την δημιουργική συνεργασία, την αμέριστη βοήθεια καθώς και για τον πολύτιμο χρόνο που αφιέρωσε κατά την διάρκεια εκπόνησης της παρούσης εργασίας, όπως επίσης και τον κύριο Ιωάννη Τσαταλμπασΐδη γεωλόγο της ANKO αλλά και το υπόλοιπο προσωπικό, καθώς επίσης και μέλη του προσωπικού της ΔΕΗ, για την δική τους συμβολή στην αποπεράτωση της.

Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους πλέον πολύτιμους συμπαρασάτες αυτής της προσπάθειας, τους γονείς μας, για την αξιέπαινη στήριξη και υπομονή που μας παρείχαν όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μας.

Σας ευχαριστούμε όλους θερμά.

ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σκοπός της παρούσης διπλωματικής εργασίας, είναι η παρουσίαση μιας ολοκληρωμένης και εμπειριστατωμένης έρευνας, αναφορικά με την Τεχνητή Λίμνη Πολυφύτου η οποία βρίσκεται στον νομό Κοζάνης, ξεκινώντας από την περιγραφή της λεκάνης απορροής της, γίνεται εστίαση στην ίδια την Τεχνητή Λίμνη με κύριο όμως στόχο την επικέντρωση στην έρευνα που σχετίζεται με το λιμναίο Δέλτα που έχει δημιουργηθεί στην συμβολή του ποταμού Αλιάκμονα με την Τεχνητή Λίμνη. Η έρευνα επικεντρώνεται στην μελέτη του δέλτα μέσω της επεξεργασίας δεδομένων που έχουν προκύψει από τον υπολογισμό της έκτασης των δελταϊκών αποθέσεων μέσα στο ταμιευτήρα καθώς και στην επικείμενη εξάλειψη, λόγω διαβρωσιγενών παραγόντων, του Δέλτα εξαιτίας της κατασκευής νέων φραγμάτων στο ρου του Αλιάκμονα.

ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελείται από 4 κύρια κεφάλαια. Στην συνέχεια γίνεται μια σύντομη περιγραφή του περιεχομένου του κάθε κεφαλαίου ξεχωριστά.

Στο κεφάλαιο 1^ο αρχικά οριοθετείται γεωγραφικά η περιοχή μελέτης. Ακολουθεί η περιγραφή της λεκάνης απορροής της τεχνητής λίμνης Πολυφύτου, με παράθεση στοιχείων που αφορούν, την γεωλογία – τεκτονική της υπό μελέτη περιοχής, την γεωμορφολογία, την υδρογεωλογία και υδρολιθολογία, τα κλιματικά στοιχεία καθώς και το υδρολογικό ισοζύγιο των επιφανειακών υδάτων.

Αναφορά γίνεται επίσης και στα τεχνικά χαρακτηριστικά της λίμνης. Παρουσιάζονται επίσης στοιχεία για το φράγμα του Πολυφύτου και για το νεο-δημιουργηθέν φράγμα του Ιλαρίωνα. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται επίσης αναφορά στους έμβιους οργανισμούς, την ορνιθοπανίδα, την ιχθυοπανίδα καθώς και στην βλάστηση της υπό μελέτης περιοχής. Τέλος, γίνεται βιβλιογραφική έκθεση στοιχείων σχετικά με τα δέλτα εστιάζοντας πιο συγκεκριμένα στα λιμναία δέλτα.

Στο “Κεφάλαιο 2” πραγματοποιείται η περιγραφή της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε κατά τον χρόνο διεκπεραίωσης της εργασίας.

Στο “Κεφάλαιο 3” παραθέτονται τα αποτελέσματα της μελέτης, ο υπολογισμός της έκτασης των επιμέρους δέλτα που διακρίνονται στη λίμνη και η χαρτογράφηση τους.

Το “Κεφάλαιο 4” αφιερώνεται στην παρουσίαση των συμπερασμάτων που προέκυψαν από την παρούσα έρευνα.

Στο τέλος του παρόντος τεύχους υπάρχει παράρτημα, στο οποίο παρατίθενται πίνακες και διαγράμματα που αντιστοιχούν σε όσα έχουν αναλυθεί στο σύνολο της εργασίας. Περιέχεται επίσης φωτογραφικό υλικό που

απεικονίζει την περιοχή μελέτης, καθώς και παράθεση γεωλογικών και υδρογεωλογικών χαρτών σε κλίμακα της υπό μελέτης περιοχής. Τέλος παρατίθεται η βιβλιογραφία (ελληνόγλωσση, ξενόγλωσση, πηγές διαδικτύου).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η λίμνη Πολυφύτου βρίσκεται στο νομό Κοζάνης, τοποθετείται μεταξύ των ορεινών όγκων των Πιερίων, του Βερμίου και του Βούρινου. Οι υψηλότερες κορυφές από δυτικά προς ανατολικά είναι αυτές του Ντρισινίκου στο Βούρινο (1.863 m) και οι κορυφές: Πλάκα (1903 m), Τούρλα (2.100 m) και Φλάμπουρο (2.187 m) στα Πιέρια. Το ελάχιστο υψόμετρο στην περιοχή μελέτης είναι τα 200m και το μέγιστο τα 2.187m. Είναι τεχνητή λίμνη που δημιουργήθηκε το 1975 μετά από την κατασκευή υδροηλεκτρικού φράγματος στην κοινότητα Πολυφύτου από όπου πήρε το όνομα της και η λίμνη. Ως σημείο αφετηρίας της



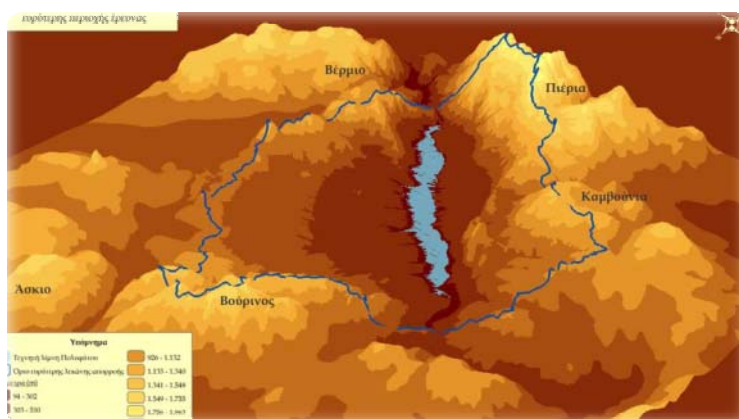
τεχνητής λίμνης θα μπορούσε να θεωρηθεί το σημείο εξόδου του ποταμού Πολυφύτου από το φαράγγι της Ζάβορδας στη θέση της Ιεράς Μονής του Ιλαρίωνα (νότια του οικισμού του Ρυμνίου) και ως τερματικό σημείο το φράγμα του Πολυφύτου (νότια του οικισμού του Πολυφύτου). (Κουρακλή, 2010)

Άποψη της λίμνης Πολυφύτου από google earth

Σκοπός δημιουργίας της τεχνητής λίμνης μετά την κατασκευή του ομώνυμου φράγματος ήταν η αξιοποίηση των υδάτων του ποταμού Αλιάκμονα για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος στον αντίστοιχο ΥΗΣ, καθώς και η εξασφάλιση των απαιτούμενων ποσοτήτων ύδατος με σκοπό την απρόσκοπτη λειτουργία των Θερμοηλεκτρικών εργοστασίων στο λεκανοπέδιο Κοζάνης – Πτολεμαΐδας – Αμύνταιου. (Κουρακλή, 2010)

Βασικός προμηθευτής υδάτων, στην τεχνητή λίμνη Πολυφύτου είναι ο Αλιάκμονας σε ποσοστό 78 – 84%. Ως τεχνητή λίμνη δεν θα ήταν

συνηθισμένο να συντηρείται με ροή υπόγειων υδάτων προς την λίμνη. Εντούτοις στην περιοχή εντοπίζονται όπως έχει προαναφερθεί αρκετές πηγές που χρησιμοποιούνται για άρδευση και ύδρευση και τα ύδατα των οποίων καταλήγουν στην λίμνη σε ποσοστό 10 – 15%. [8] Επιπλέον όπως είναι αναμενόμενο δέχεται και την εισροή υδάτων της λεκάνης απορροής της λίμνης μέσω χειμάρρων. Η λεκάνη απορροής της λίμνης περικλείεται από τα όρη Βόιο, Β. Πίνδος,



Καμβούνια, Πιέρια, Άσκιο ενώ έχει συνολική έκταση 5630.1 Km^2 .

Τρισδιάστατη απεικόνιση της ευρύτερης λεκάνης απορροής της λίμνης Πολυφύτου (Κουρακλή, 2010)

Στην λεκάνη απορροής περιλαμβάνεται το μεγαλύτερο τμήμα των επαρχιών Κοζάνης και Βόιου του Ν. Κοζάνης καθώς και των νομών Γρεβενών και Καστοριάς. Τα ύδατα από το μεγαλύτερο μέρος της λεκάνης απορροής (4.550 Km^2), συγκεντρώνονται στον ποταμό Αλιάκμονα. Το υπόλοιπο τμήμα της λεκάνης απορροής (1180 Km^2) απορρέει στη λίμνη μέσω διαφόρων χειμάρρων, από τους οποίους οι χείμαρροι Καισαρειάς, Σερβίων, Βελβενδού έχουν απορροή καθ' όλη την διάρκεια του έτους. [8]

Η λίμνη Πολυφύτου ανήκει στις θερμού μονομικτικού τύπου λίμνες. Κατά την καλοκαιρινή περίοδο παρουσιάζει θερμική στρωμάτωση καθώς και στρωμάτωση ως προς την συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου. Διευκρινίζεται ότι κατά την θερμική στρωμάτωση της λίμνης το θερμοκλινές έχει μικρότερη συγκέντρωση οξυγόνου σε σχέση με το επιλίμνιο. Το επιλίμνιο φτάνει σε βάθος ως 10m, ενώ το θερμοκλινές έχει πάχος 7m.

ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ο ποταμός Αλιάκμονας αποτελεί τον κύριο τροφοδότη ύδατος της λίμνης Πολυφύτου. Ο Αλιάκμονας είναι ο μεγαλύτερος ποταμός της χώρας που έχει του πηγές του και τις εκβολές του σε ελληνικό έδαφος. Έχει μήκος 297km και σχηματίζεται από τη συμβολή δυο μικρότερων ποταμών. Ο ένας από τους

παραποτάμους του Αλιάκμονα πηγάζει από τις ανατολικές πλαγιές του Βοΐου όρους στη θέση Μαύρη Πέτρα και ονομάζεται Βελίτσα ή Μπέλιτσα. Ο άλλος πηγάζει από το όρος Μπέλα Βόδα ή Βαρνούς στην περιοχή Πισοδερίου και ονομάζεται Ζέλοβα ή Ζέλοβο ή Ζάλοβο.

Ο Μπέλιτσα ενώνεται χαμηλότερα με τον παραπόταμο Μπίστριτσα (Μπρένιτσα) και συμβάλλει κοντά στο χωριό Μανιάκι, νοτιοδυτικά της Καστοριάς, στον ποταμό Ζέλοβα, για να σχηματίσουν τον Αλιάκμονα. Από εκεί ο ποταμός ακολουθεί νοτιοανατολική κατεύθυνση και δέχεται από δεξιά τα νερά του όρους Γηρούσα και από αριστερά τον παραπόταμο Δουπιάκο που



μεταφέρει τα πλεονάζοντα νερά της λίμνης της Καστοριάς. Ο ποταμός διασχίζει το λεκανοπέδιο των Γρεβενών ακολουθώντας πάντα νοτιοανατολική κατεύθυνση και όταν φτάσει στις βόρειες πλαγιές των Χασίων στρέφεται προς τα βορειοανατολικά περνώντας βόρεια από τα Σέρβια και νότια από τη Βέροια.

Χείμαρροι που καταλήγουν στον Αλιάκμονα
(www.aliakmonas.blogspot.gr)

Ο Αλιάκμονας διασχίζει την πεδιάδα της Ημαθίας (Καμπανίας) και εισέρχεται στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης, όπου δέχεται τα νερά του Εδεσσαίου ή Βόδα και του αποστραγγιστικού αύλακα της λίμνης των Γιαννιτσών. Κατόπιν στρέφεται νοτιοανατολικά και εκβάλλει στο Θερμαϊκό Κόλπο κοντά στο Αιγίνιο νοτιότερα από τις εκβολές του Λουδία.[2]

Άλλοι χείμαρροι και παραπόταμοι του Αλιάκμονα είναι ο Γράμμος, ο Στραβοπόταμος, η Πραμόριτσα, ο Γρεβενίτικος, ο Βενέτικος, ο Σαραντάπορος, ο Τριπόταμος (ποτάμι) και άλλοι.

Ο Αλιάκμων είναι από τις πλουσιότερες υδάτινες πηγές της δυτικής Μακεδονίας. Μαζί με τους παραποτάμους του Σιατιστινός στη Σιάτιστα, Βέλος και Πραμόριτσας στο όρος Βόιο, Γρεβενιώτικος και Βενέτικος στην περιοχή των χωριών της Σαμαρίνας, Περιβόλι, Κρανιάς και Ξεριάς στα Χάσια δημιουργεί μία εύφορη πεδινή παραποτάμια περιοχή που καλύπτεται από καλλιέργειες και βοσκότοπους.

Οι όχθες του Αλιάκμονα στο νομό Κοζάνης είναι σχεδόν γυμνές από δένδρα, γιατί έχουν γίνει σχετικά πρόσφατα πολλές παρεμβάσεις στην κοίτη του όπως τα φράγματα του Πολυφύτου, των Ασωμάτων και της Σφηκιάς, ενώ ήδη έχει κατασκευαστεί και τον φράγμα Ιλαρίωνα. Αντίθετα στην περιοχή των Γρεβενών οι όχθες του ποταμού έχουν πλούσια βλάστηση από οξίες, βελανιδιές, πλατάνια και πολλά ποώδη.[2]

Η κοίτη του σήμερα δεν είναι σ' όλη τη διαδρομή του φυσική. Αμμοληψίες κατά μήκος του ποταμού και μεγαλεπήβολα έργα έρχονται να διαμορφώσουν το φυσικό τοπίο για να εξυπηρετήσουν τις ανθρώπινες ανάγκες. Φράγματα περιορίζουν το νερό και δημιουργούν τεχνητές λίμνες, όπως η λίμνη του Πολυφύτου και δύο μικρότερες της Σφηκιάς και των Ασωμάτων. Έργα, που αποτρέπουν τις πλημμύρες, κρατούν το νερό ώστε να

χρησιμοποιηθεί για άρδευση σε χρονική περίοδο που τα νερά είναι λιγοστά και ακόμη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.[3]

Ένα μεγάλο μέρος των υδάτων του Αλιάκμονα διοχετεύονται στην λίμνη Πολυφύτου. Για τον λόγο αυτόν θεωρείται σκόπιμο να αναφερθούν κάποια στοιχεία των νομών που διασχίζει ο ποταμός Αλιάκμονας και που ανήκουν στην περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας. Εξαιρετικά σημαντικό θεωρείται το υδάτινο δυναμικό της περιφέρειας αυτής καθώς εκεί βρίσκεται συγκεντρωμένο το 65% των επιφανειακών υδάτινων πόρων της χώρας, ενώ υπάρχει μεγάλος αριθμός λιμνών και σημαντικό υδρογραφικό δίκτυο ποταμών.

Συγκεκριμένα ο Νομός Καστοριάς βρίσκεται στο δυτικό άκρο της δυτικής Μακεδονίας. Συνορεύει με τους νομούς Φλώρινας, Γρεβενών, Κοζάνης και Ιωαννίνων, καθώς και δυτικά με την Αλβανία. Η πόλη της Καστοριάς, απλώνεται αμφιθεατρικά σε υψόμετρο 620m. Είναι χτισμένη πάνω σε μια χερσόνησο, που εισχωρεί στη λίμνη Ορεστιάδα και κάτω από τους εντυπωσιακούς ορεινούς όγκους του Γράμμου και του Βιτσιού. Σύμφωνα με



την τελευταία απογραφή ο πληθυσμός του Νομού ανέρχεται σε 53483 κατοίκους, ενώ η πόλη έχει 20636 κατοίκους. Ο νομός Καστοριάς είναι κυρίως ορεινός, αφού από τα 1.685 km² της επιφάνειάς του μόνο 209 είναι πεδινά. Στα δυτικά υψώνεται η οροσειρά της Βόρειας Πίνδου με τις κορυφές Γράμμος, Κιάφα, Σούφλικας και νοτιότερα με τις Επάνω Αρένα,

Αεροφωτογραφία όπου απεικονίζεται η πόλη της Καστοριάς(www.photopassport.gr)

Κάτω Αρένα και Μπουχέτσι που καθορίζει τα όρια του νομού με τον νομό Ιωαννίνων. Ανατολικότερα και παράλληλα προς τη Βόρεια Πίνδο υψώνεται το Βόιο με τις κορυφές Ψωριάρικα (1441m), Άσπρη Πέτρα (1528m), Πύργος (1758m), Παλιοκρίμινι (1805m) κ.ά. Οι βορειότερες κορυφές του Γράμμου, Γκούμπελ και Μπανταρός, μαζί με μία από τις βορειότερες κορυφές του Βοΐου, την Αλεβίτσα (1585m), καθορίζουν τα όρια του νομού με την Αλβανία, ενώ στο βόρειο τμήμα υψώνονται οι νότιες κορυφές του Τρικλαρίου, Όρλοβο (1715m) και Μπούτσι (1776m). Στα ανατολικά υψώνεται το Βέρνο ή Βίτσι (Τσούκα, 1679m) και στα νότια οι νότιες κορυφές του Ασκίου (ή Σινιάτσικου), που ανήκει κυρίως στο νομό Καστοριάς, στον οποίο βρίσκονται και οι κορυφές του, Κάστρο Ζώτα (1413m), Μορίκι (1655m), Κορησός (1386m) και Βογάτσικο (1361m). Μεταξύ Βέρνου και Ασκίου σχηματίζονται τα στενά της Κλεισούρας, απ' όπου διέρχεται η οδική αρτηρία Καστοριάς Φλώρινας. Ανάμεσα στους ορεινούς όγκους σχηματίζεται μια ψηλή λεκάνη, το οροπέδιο

της Ορεστιάδας ή Καστοριάς, που αποτελεί το βορειότερο τμήμα της Μεσοελληνικής αύλακας.[4]

Ο φυσικός υδροκρίτης του νομού Καστοριάς είναι το Βόιο μαζί με τον Γράμμο και τις κορυφές του, Κιάφα, Σούφλικά κ.α.. Στα δυτικά αυτής της γραμμής όλα τα νερά της βροχής καταλήγουν στο Ιόνιο, βόρεια και ανατολικά καταλήγουν στον Αλιάκμονα, ο οποίος εκβάλλει στο Αιγαίο. Βασικό υδρογραφικό στοιχείο του νομού είναι ο Αλιάκμονας, ο οποίος διαρρέει τον νομό σε όλη την έκτασή του και, μαζί με τους παραποτάμους του, παροχετεύει τη λεκάνη του. Ένα μέρος των επιφανειακών υδάτων της λεκάνης συγκεντρώνεται στα χαμηλότερα σημεία της και σχηματίζει τη λίμνη της Καστοριάς ή Ορεστιάδας, η στάθμη της οποίας βρίσκεται σε υψόμετρο 620m. Όταν η λίμνη υπερχειλίζει, τα νερά της παροχετεύονται στον Αλιάκμονα. Στην κοιλάδα που σχηματίζεται μεταξύ Βόρειας Πίνδου και Αώου ρέει ο Σαραντάπορος.[4]

Στην πορεία ροής του ποταμού Αλιάκμονα από τα δυτικά προς τα ανατολικά, μετά το νομό Καστοριάς, συναντάμε το νομό Γρεβενών.

Ο Νομός Γρεβενών καταλαμβάνει το Νοτιοδυτικό τμήμα της δυτικής Μακεδονίας και συνορεύει Βόρεια και Βορειοανατολικά με το Νομό Κοζάνης, Ανατολικά με το Νομό Λάρισας, Νότια με το Νομό Τρικάλων, δυτικά με το Νομό Ιωαννίνων και Βορειοδυτικά με το Νομό Καστοριάς.

Ο Νομός έχει έκταση 2291 km^2 , το 24,2% της έκτασης της δυτικής Μακεδονίας και το 1,74% της Χώρας, ενώ η πυκνότητα του πληθυσμού κατά το 2001 ήταν μόλις 16,6 κάτοικοι/ km^2 ενώ ο εθνικός μέσος όρος είναι 82,9 κάτοικοι/ km^2 , γεγονός το οποίο καθιστά το Νομό Γρεβενών τον πιο αραιοκατοικημένο νομό της χώρας.

Από τη συνολική έκταση του Νομού, έκταση 446,1 km^2 (19,5%) συνιστά καλλιεργούμενο έδαφος, 712,6 km^2 (31,1%) αποτελούν δημόσιους και κοινοτικούς βοσκότοπους, 990,3 km^2 (43,2%) είναι δάση και 85 km^2 (3,7%) συνιστούν κατοικημένες εκτάσεις και υδάτινες επιφάνειες. Το 70% δε των εδαφών του Νομού βρίσκεται σε υψόμετρο άνω των χιλίων μέτρων.

Το ανάγλυφο του Νομού διαμορφώνεται από πολλές κορυφές του Βούρινου, των Καμβουνίων, των Χασίων και της Βόρειας Πίνδου όπου και βρίσκονται οι ψηλότερες κορυφές του Νομού. Η οροσειρά εκτείνεται στο δυτικό τμήμα του Νομού και αποτελεί ένα αδιαπέραστο τείχος, που δυσχεραίνει την επικοινωνία με την Ήπειρο. Οι κορυφές Βασιλίτσα (2249m), Βούζιο (2239m), Αφτιά (2005m), Φλέγκα (2158m), Μαυροβούνι (2050m) και Μηλέα (2160m) υψώνονται στα όρια του Νομού με τον Νομό Ιωαννίνων, ενώ οι κορυφές Κίρκουρη (1860m), Σκούρτζα (1799m), Όρλιακας (1433m), Αυγό (2177m), Πυροσιά (1860m) κ.ά. ευρίσκονται στο έδαφος του Νομού. Τα Χάσια, βουνά χαμηλά, με ομαλές από τη διάβρωση κορυφές, χωρίζουν το Νομό Γρεβενών από το Νομό Τρικάλων. Τα Καμβούνια κατέχουν το ΒΑ τμήμα του Νομού, με ψηλότερες κορυφές τις Βουνάσα (1615m), Μαυρολίθαρα (1363m), Προφήτης Ηλίας Λουτρού (1055m) βόρεια της Δεσκάτης, Τρέτιμος (1093m) και Τσιότινα (933m) νότια της Δεσκάτης. Στο νότιο άκρο του Νομού στα όρια με τον Νομό Τρικάλων υψώνεται το βουνό Μετερίζα (1381m).

Η πρωτεύουσα του Νομού, πόλη των Γρεβενών, είναι χτισμένη στις όχθες του Γρεβενίτη, ενός παραπόταμου του Αλιάκμονα, συνιστά δε το μεγαλύτερο αστικό διαμέρισμα του Νομού. Σημαντικό ημιαστικό- περιφερειακό κέντρο του Νομού συνιστά η πόλη Δεσκάτη, η οποία αποτελεί οικονομικό κέντρο διαπεριφερειακής σημασίας στη νοτιοανατολική πλευρά της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας.[5]

Στο Νομό υπάρχουν λίγες πεδινές εκτάσεις. Μία από αυτές είναι η υψηλή λεκάνη των Γρεβενών. Περικλείεται από όρη και είναι ανοιχτή μόνο στο Βορρά προς την επαρχία Βοΐου του Νομού Κοζάνης. Μικρότερες είναι οι πεδιάδες του Καρπερού, της Δήμητρας, της Κατάκαλης, της Παλιουριάς.

Τα επιφανειακά ύδατα, τρεχούμενα και όμβρια, του Νομού αποστραγγίζονται στον Αλιάκμονα και τους παραποτάμους του. Ο Αλιάκμονας εισέρχεται στο Νομό από τα Βόρεια από την περιοχή Σιάτιστας (Κοζάνη) διασχίζει τη δασώδη λεκάνη των Γρεβενών, ανατολικά της πόλης και δέχεται τα νερά της Β. Πίνδου από τους δεξιούς παραποτάμους του κυρίως.

Σημαντικότεροι απ' αυτούς είναι ο Γρεβενιώτικος ή Γρεβενίτης ή Γρεβενιώτικο ποτάμι, που διασχίζει και την πόλη, ο Βενέτικος, ο μεγαλύτερος παραπόταμος, που διέρχεται νότια των Γρεβενών και ο Σταυροπόταμος. Στο δυτικό άκρο του Νομού και μέσα από τον κορμό της Β.Πίνδου πηγάζει ο ποταμός Αώος.

Ο Νομός διαθέτει σημαντική δασοκάλυψη (58% της συνολικής έκτασης). Στο μεγαλύτερο μέρος των δασών (75%) φύονται πλατύφυλλα (οξιά, δρυς, καστανιά), η ξυλεία των οποίων έχει ιδιαίτερο οικονομικό ενδιαφέρον.[5]

Το υπέδαφος του Νομού διαθέτει μεταλλεύματα, όπως ο χρωμίτης, τα χαλκούχα-μαγγανούχα μεταλλεύματα και ο ψευδάργυρος, καθώς και μάρμαρα και αδρανή υλικά. Περιορισμένη εκμετάλλευση αδρανών υλικών (εξόρυξη ογκολίθων και αρχική επεξεργασία) γίνεται στις περιοχές Πόρος και Παναγιά Γρεβενών.[5]

Η περιοχή μελέτης οριοθετείται μέχρι την τεχνητή λίμνη Πολυφύτου ως τερματικός σταθμός παρ'ότι ο Αλιάκμονας διασχίζει το νομό Κοζάνης το νομό Ημαθίας και το νομό Πιερίας, για να καταλήξει στον Θερμαϊκό κόλπο.

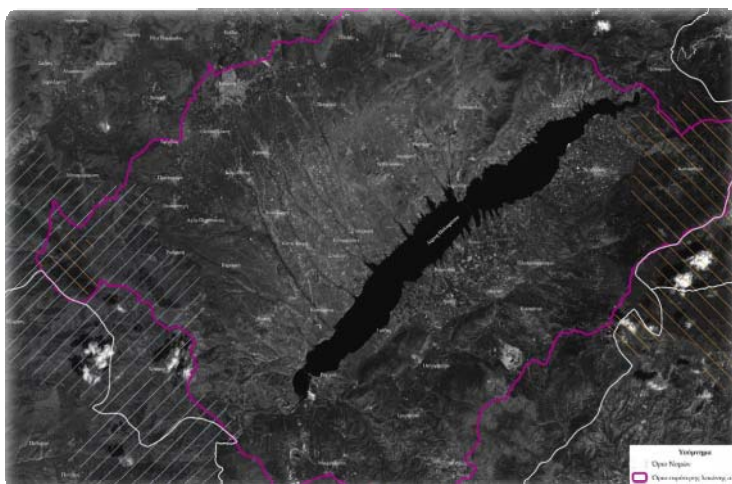
Ο νομός Κοζάνης βρίσκεται στο ανατολικό τμήμα της δυτικής Μακεδονίας. Είναι μια από τις ακριτικές περιφέρειες στη Βόρεια Ελλάδα. Ο νομός συνορεύει βόρεια με τους νομούς Καστοριάς, Φλώρινας και Πέλλας, ανατολικά με τους νομούς Ημαθίας και Πιερίας, δυτικά με τους νομούς Γρεβενών και Καστοριάς και νότια με τους νομούς Γρεβενών και Λάρισας.[6]

Το ανάγλυφο του νομού διαμορφώνεται από τρεις επιμήκεις οροσειρές με διεύθυνση από βορειοδυτικά προς νοτιοανατολικά. Η δυτική οροσειρά σχηματίζεται από το όρος Βόιο, το μεγαλύτερο μέρος του οποίου βρίσκεται στο νομό Καστοριάς. Στο κεντρικό τμήμα του νομού, εκτείνεται η οροσειρά που σχηματίζουν τα όρη Σινιάτσικο ή Άσκιο (2111m) προς βόρεια και Βούρινος (1866m) στα νότια. Το Σινιάτσικο, το οποίο αποτελεί τη νότια προέκταση του Βέρνου, είναι στο μεγαλύτερο τμήμα του γυμνό και αποτελείται, σχεδόν αποκλειστικά, από κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους. Μόνο λίγα δάση αναπτύσσονται στο βόρειο τμήμα του, κοντά στα σύνορα με τον νομό Καστοριάς, όπου εμφανίζονται πετρώματα του παλαιοζωικού αιώνα. Ο

Βούρινος αποτελεί τη νότια προέκταση του Σινιάτσικου. Μεταξύ Βούρινου και Σινιάτσικου δημιουργείται χαμηλός αυχένas, τον οποίο διασχίζει ο δρόμος Κοζάνης-Σιάτιστας. Ανάμεσα στις οροσειρές Βοΐου και Σινιάτσικου Βούρινου σχηματίζεται ένα οροπέδιο, τμήμα του μεγάλου οροπεδίου που ξεκινά από τη Θεσσαλία (Μετέωρα) και φτάνει έως την Καστοριά και βορειότερα. Στα ανατολικά του νομού υψώνεται το Βέρμιο, η νότια προέκταση του Βόρα. Το μεγαλύτερο τμήμα του Βερμίου καθώς και η ψηλότερη κορυφή του (Τσανακτσή, 2052m) βρίσκονται στον νομό Ημαθίας. Στην περιοχή του νομού Κοζάνης βρίσκονται οι κορυφές (από το Βορρά προς το Νότο) Μπουρίκα (1613m), Ζυγάνα (1620m), Γκιώνα (1759m), Κόκκινη Μαγούλα (1458m), Φλάμπουρο (1512m) και Αγκάθι (1650m). Στην περιοχή νότια του Βερμίου υψώνονται τα Πιέρια (2190m) και νοτιότερα ακόμα ο Τίταρος (1839m), το μεγαλύτερο μέρος του οποίου ανήκει στο νομό Λαρίσης. Στο νοτιότερο τμήμα του νομού υψώνονται τα Καμβούνια. Μεταξύ των οροσειρών Βερμίου και Σινιάτσικου-Βούρινου εκτείνεται το οροπέδιο Κοζάνης-Πτολεμαΐδας, μέσου ύψους 70m, το οποίο συνεχίζεται στα βόρεια, στην λεκάνη Φλώρινας-Μοναστηρίου.

Στην Κοζάνη έχουν εντοπιστεί 270 περίπου χώροι ιστορικής σημασίας, ενώ στην άμεση γειτονία της βρίσκονται σημαντικοί αρχαιολογικοί χώροι και υψίστης σημασίας φυσικοί πόροι. Αξιόλογα προϊστορικά και ιστορικά ευρήματα ανακαλύφθηκαν στην Κοιλάδα και τον Πολύμυλο (και άλλες περιοχές του νομού Κοζάνης), που αρχίζουν από το 5.000 και φθάνουν μέχρι το 2ο αιώνα.

Στο φυσικό περιβάλλον εντοπίζονται 17 Προστατευόμενες περιοχές από το Ευρωπαϊκό δίκτυο "NATURA 2000", 4 υγρότοποι προστατευόμενοι από τη διεθνή Σύμβαση Ramsar και 70 περιοχές προστασίας άγριας ζωής. Το όρος Βόιο αποτελεί μία από τις ελάχιστες περιοχές του Νομού Κοζάνης με πλούσια βλάστηση και περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους.



Το ανάγλυφό του ενδείκνυται για πεζοπορία και για αυτόν το λόγο υπάρχει πλήθος ορειβατικών μονοπατιών, η διαδρομή των οποίων όμως είναι ασαφής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τον αποπροσανατολισμό των επισκεπτών και τη διατάραξη και ρύπανση του υπόλοιπου ορεινού οικοσυστήματος, το οποίο αποτελεί σπάνιο βιότοπο θηλαστικών, όπως αρκούδων και λύκων.[6]

Η Κοινότητα Αρρένων έχει χαρακτηριστεί ως περιοχή ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, με πλούσιο το υδάτινο στοιχείο. Είναι χώρος συμβολής τριών μεγάλων ορεινών όγκων (Γράμμος, Σμόλικας, Βόιο) και αυτό έχει ως αποτέλεσμα το έντονο ανάγλυφο, τις εναλλαγές τοπίου και την παρουσία πολλών ρεμάτων. Τις όχθες του ρέματος, που διέρχεται μέσα από τον οικισμό του Επταχωρίου, ενώνει ένα πέτρινο παραδοσιακό γεφύρι, που χρίζει ανάδειξης και προστασίας. Σε απόσταση 2 περίπου km, προς τον οικισμό της Ζούζουλης βρίσκεται αντίστοιχο γεφύρι παρόμοιας αρχιτεκτονικής.

Ο δήμος Τσοτυλίου είναι δήμος κατά κύριο λόγο ορεινός,στις ανατολικές πλαγιές του Βόιου. Από το δήμο Τσοτυλίου διέρχεται ο ποταμός Πραμόριτσα, ο οποίος αποτελεί το σημαντικότερο παραπόταμο του Αλιάκμονα και τις όχθες του ενώνουν πλήθος πέτρινων γεφυριών. Τα γεφύρια χρήζουν σημαντικής ανάγκης προς ανάδειξη και κατά συνέπεια προστασίας.[6]

ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

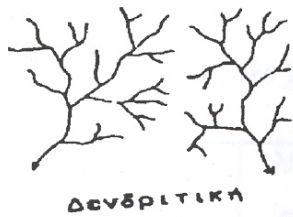
Η λεκάνη απορροής της τεχνητής λίμνης Πολυφύτου οριοθετείται ανατολικά και δυτικά από δύο ορεογραφικούς άξονες κατεύθυνσης ΒΒΔ-ΝΝΑ. Το ενδιαμέσο επίμηκες πεδινό τμήμα διακόπτεται από συνεχείς χαραδρώσεις και επεκτείνεται βόρεια προς το νομό Καστοριάς και νότια προς το νομό Γρεβενών.

Ο δυτικός ορεογραφικός άξονας συνίσταται από το Βόιο όρος. Ο ανατολικός ορεογραφικός άξονας συνίσταται από το Άσκιο όρος και το Βούρινο όρος. Η παραπάνω μορφολογία οφείλεται στην τεκτονική και παλαιογεωγραφική εξέλιξη της περιοχής που απετέλεσαν τους κύριους λόγους για τον προσανατολισμό των ορεογραφικών αξόνων (ΒΒΔ-ΝΝΑ).(Αναπτυξιακή Κοζάνης,1991)

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Η λεκάνη απορροής της τεχνητής λίμνης Πολυφύτου είναι ορεινή με μεγάλη μέση κλίση εδάφους (22,5 %) και μια σχετικά όχι έντονη υποβάθμιση του αναγλύφου της. Στην έντονη λοιπόν επιφανειακή απορροή των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, εκτός από την περατότητα των πετρωμάτων της περιοχής που είναι σχετικά αδιαπέρατααργίλομαργαικά και συμπαγή ψαμμιτικά πετρώματα, συμβάλλει σημαντικά και η αυξημένη μέση κλίση της λεκάνης. Αλλά και οι παράμετροι του υδρογραφικού δικτύου μαρτυρούν ότι η λεκάνη απορροής της λίμνης Πολυφύτου παρουσιάζει μεγάλη

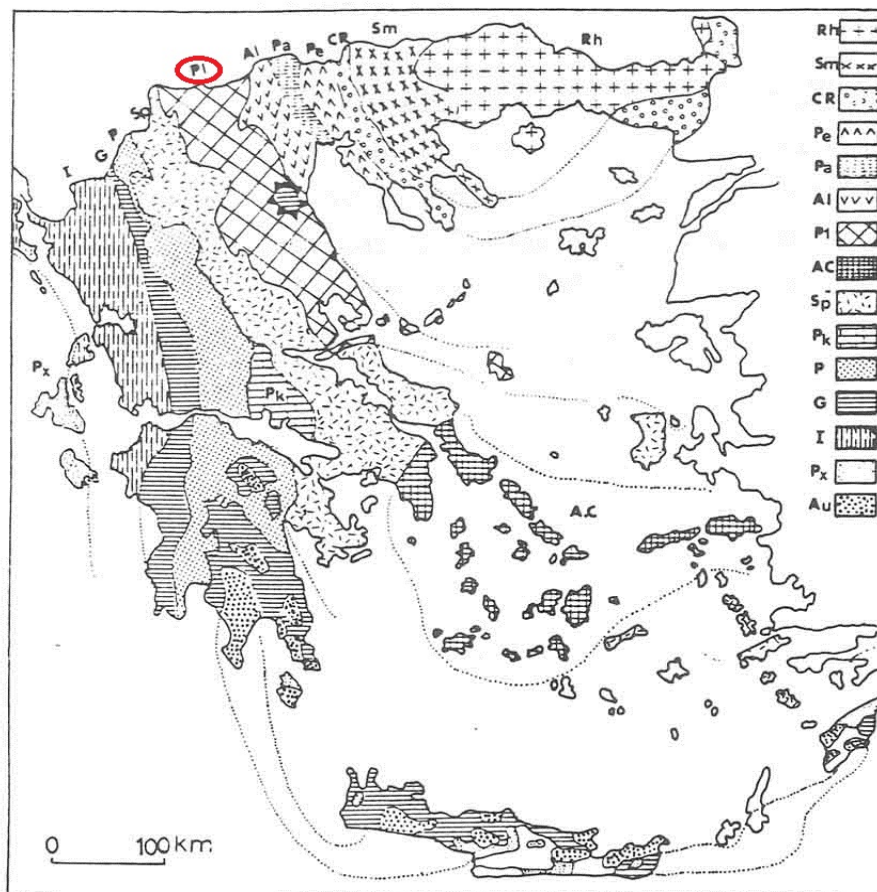
επιφανειακή απορροή λόγω της δενδριτικής μορφής του υδρογραφικού δικτύου της.



Ως αποτέλεσμα των παραπάνω δυσμενών συνθηκών είναι η γενική έλλειψη υπόγειων υδροφορέων με εξαίρεση περιορισμένης έκτασης όπου ο συνδυασμός των χαμηλών τιμών αναγλύφου και υδρογραφικού δικτύου και κατά κύριο λόγο η λιθολογική σύσταση των πετρωμάτων ευνοούν την ανάπτυξη αξιόλογων υπόγειων υδροφορέων. (Αναπτυξιακή Κοζάνης, 1991)

ΓΕΩΛΟΓΙΑ - ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Η λίμνη Πολυφύτου καθώς και η ευρύτερη περιοχή, που αποτελούν το αντικείμενο της υφιστάμενης μελέτης, ανήκουν στο δυτικό τμήμα της Πελαγονικής ζώνης.



Χάρτης με τις γεωλογικές ζώνες της Ελλάδας
(www.geo.auth.gr)

Η Πελαγονική ζώνη εκτείνεται από την Γιουγκοσλαβία προς τους ελληνικούς ορεινούς όγκους και καταλαμβάνει το χώρο μεταξύ της ζώνης της Πίνδου και της υποζώνης της Αλμωπίας (ζώνη Αξιού). Η διεύθυνση αυτής είναι ΒΒΔ – ΝΝΑ όπως άλλωστε και το μεγαλύτερο τμήμα του ελληνικού ορογενούς.

Το υπόβαθρο της Πελαγονικής ζώνης συνίσταται από κρυσταλλοσχιστώδη, προαλπικά και αλπικά πετρώματα, τα οποία έχουν πολύ μεγάλη εξάπλωση στο χώρο της Πελαγονικής αποτελώντας το κύριο δομικό στοιχείο αυτής της ζώνης. Η εικόνα που παρουσιάζεται δεν είναι ενός ενιαίου υποβάθρου αλλά αλλητάλληλων, πολυμεταμορφωμένων και πολυτεκτονισμένων πετρωμάτων υπό την μορφή τεκτονισμένων λεπίων που συνιστούν πολλές διαφορετικές ενότητες. Κάθε μια από αυτές αποτελείται από τους βαθύτερους ορίζοντες προς τους ανώτερους από:

- γνεύσιους βιοιτιτικούς οφθαλμοειδείς ορθο-προέλευσης
- μιγματιτικούς γνεύσιους
- γνεύσιους ταινιωτούς, μοσχοβιτικούς παρα-προέλευσης
- αμφιβολίτες και αμφιβολιτικούς-βιοιτιτικούς σχιστολίθους

- γρανατούχους διμαρμαρυγιακούς σχιστολίθους
- εναλλαγές αμφιβολιτικών σχιστολίθων, μαρμαρυγιακών σχιστολίθων, επιδοιτιτικών σχιστολίθων με παρεμβολές απλιτογενευσίων.

Μέσα στα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα του υποβάθρου σε όλη την έκταση της Πελαγονικής παρεμβάλλονται μεγάλοι πλουτωνικοί όγκοι. Πρόκειται για παρόμοιας σύστασης και υφής παλαιοί γρανίτες και χαλαζιακοί μονζονίτες. Οι γρανίτες αυτοί είναι μαγματικές διεισδύσεις μέσα στο υπόβαθρο και έχουν προκαλέσει φαινόμενα μεταμόρφωσης επαφής στα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα. Η ηλικία τους με ραδιοχρονολογήσεις καθορίστηκε γενικά ως Άνω Λιθανθρακοφόρος (300 My).

Στην μεγαλύτερη μάζα τους οι γρανίτες εμφανίζονται γνευσιωμένοι διότι υπέστησαν την αλπική μεταμόρφωση στο Άνω Ιουρασικό-Κάτω Κρητιδικό σε συνθήκες χαμηλής πρσινοσχιστολιθικής φάσης.

Επάνω στα κρυσταλλοσχιστώδη και γρανιτικά πετρώματα και κατά μήκος του δυτικού περιθωρίου της Πελαγονικής ζώνης αποτέθηκε ασύμφωνα κατά το Πέρμιο-Κατώτερο Κρητιδικό μια πλαστική ιζηματογενής σειρά πάχους περίπου 200 μέτρα, μέσα στα οποία παρεμβάλλονται ορισμένα ηφαιστειοκλαστικά υλικά, όξινες και ηφαιστειακές λάβες καθώς και τόφφοι. Τα ιζήματα αυτά μαζί με τα ηφαιστειακά υλικά μεταμορφώθηκαν στη διάρκεια Άνω Ιουρασικό- Κάτω Κρητιδικό σε συνθήκες χαμηλής πρσινοσχιστολιθικής μεταμόρφωσης. Ως εκ τούτου μετατράπηκαν στο σύνολο τους σε φυλλίτες, μεταπηλίτες, μετα-αρκόζες, χλωριτικούς και σερικιτικούς σχιστολίθους, μεταψαμμίτες, χαλαζιακούς μεταρουδίτες, μεταρυόλιθους και μετατόφφους.

Η κύρια αλπική ορογένεση της Πελαγονικής ζώνης είναι νηριτική, ανθρακική στη διάρκεια Τριαδικού – Ιουρασικού και τα πετρώματα της καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις της ζώνης. Το σύνολο των ανθρακικών αυτών ιζημάτων αντιπροσωπεύει την ιζηματογένεση της ηπειρωτικής πλατφόρμας. Αυτά συναντώνται σε δύο χωριστά ανθρακικά καλύμματα που αποτέθηκαν στα δύο περιθώρια της Πελαγονικής ζώνης. Το δυτικό κάλυμμα είναι αυτόχθονο, αποτέθηκε από το Μέσο Τριαδικό μέχρι το Άνω Ιουρασικό πάνω στα μετακλαστικά ιζήματα Περμίου- Κάτω Τριαδικού. Αποτελείται από ανακρυσταλλωμένους ασβεστολίθους λευκούς, τεφρούς, μαύρους, λατυποπαγείς, ταινιωτούς, πλακώδεις, λεπτοπλακώδεις καθώς και ελάχιστες λεπτές παρεμβολές πηλιτικών ενστρώσεων. Το συνολικό πάχος του καλύμματος υπολογίζεται στα 600 με 800 μέτρα. Το δυτικό ανθρακικό κάλυμμα παρουσιάζει μια βαθμιαία μεταβολή προς δυσμάς από καθαρά νηριτικές σε βαθύτερες (ημιπελαγικές-πελαγικές) ιζηματολογικές φάσεις. Το ανατολικό ανθρακικό κάλυμμα είναι παρα-αυτόχθονο, αποτέθηκε δηλαδή στο ανατολικό περιθώριο της Πελαγονικής προς την ζώνη Αλμωπίας και στην συνέχεια επωθήθηκε προς Δυσμάς πάνω στο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο της Πελαγονικής, χωρίς την μεσολάβηση των κλαστικών ιζημάτων. Το ανατολικό κάλυμμα συνίσταται από ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους, μάρμαρα, σιπολίνες και δολομίτες και χαρακτηρίζεται καθαρά νηριτικό.

Σημαντικές οφειολιθικές μάζες παρατηρούνται στην Πελαγονική τοποθετημένες κυρίως στα δύο περιθώρια της ζώνης ενώ μερικές μικρές εμφανίσεις βρίσκονται και στο εσωτερικό της. Οι οφειόλιθοι της Πελαγονικής

είναι αλλόχθονοι και προέρχονται από τις δύο ωκεάνιες περιοχές των ζωνών Αξιού και Υποπελαγονικής. Από τις δύο αυτές ωκεάνιες περιοχές οι οφειολίθοι μαζί με τα συνοδά ιζήματα βαθιάς θάλασσας, επωθήθηκαν πάνω στα Τριαδικοιουρασικά ανθρακικά καλύμματα των δύο Πελαγονικών περιθωρίων. Υπολείμματα των επωθημένων αυτών μαζών αποτελούν και οι δύο μεγάλες περιοχές οφειολίθων και ιζημάτων βαθιάς θάλασσας οι οποίες είχαν ονομαστεί δίαυλοι της Κοζάνης και της Εύβοιας. Ο δίαυλος της Κοζάνης κατέχεται από την μεγάλη οφειολιθική μάζα του βουνού Βούρινος που βρίσκεται τεκτονικά τοποθετημένη στο δυτικό Πελαγονικό περιθώριο. Ο ορεινός αυτός όγκος που είναι από τα σπουδαιότερα οφειολιθικά συμπλέγματα αποτελείται από όλα τα πετρώματα της οφειολιθικής σειράς.

Δυτικά της Πελαγονικής και ειδικότερα στην Υποπελαγονική ζώνη, σε άμεση γειτνίαση της υπό μελέτης περιοχής αλλά εκτός αυτής, παράλληλα στο νέο ορογενετικό μέτωπο των ελληνίδων οροσειρών συναντώνται μολασσικά ιζήματα πολύ μεγάλου πάχους, που συνιστούν την λεγόμενη μεσοελληνική αύλακα.

Η πλειο-πλειστοκαινικές αποθέσεις στην περιοχή ενδιαφέροντος είναι λιμναίες και χερσοποτάμιες αποθέσεις, επικάθονται ασύμφωνα πάνω στα πετρώματα του υποβάθρου και με την μεγαλύτερη ανάπτυξη τους στην τεχνητή λίμνη Πολυφύτου και στην λεκάνη Καρπερού Δήμητρας. Είναι αξιοσημείωτο ότι η ανάπτυξη τους καθορίζεται σε σημαντικό βαθμό από την ΑΒΑ-ΔΝΔ διεύθυνση ανάπτυξης των μεγάλων ρηγμάτων της περιοχής, όπως του ρήγματος Σερβίων.

Τέλος, αποθέσεις του ανώτερου Πλειστόκαινου-Ολόκαινου, όπως πλευρικά κορήματα και συσσωρεύσεις, χαλαρά έως συνεκτικά ασβεστολιθικά και οφειολιθικά λατυπτοπαγή και χαλαρές αποθέσεις, κυρίως άμμοι και χαλίκια κατά μήκος του ποταμού, επικάθονται ασύμφωνα πάνω στα προαναφερθέντα πετρώματα.

Όσον αφορά την τεκτονική συμπεριφορά, οι γεωλογικοί σχηματισμοί της Πελαγονικής ζώνης αποτελούν ένα κάλυμμα που έχει επωθηθεί προς τα δυτικά, αλλού πάνω στην ζώνη της Πίνδου και αλλού πάνω στην ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας, αποκαλύπτοντας ένα τεκτονικό παράθυρο από όπου πρόβαλε η μάζα του Ολύμπου.

Τα πετρώματα της Πελαγονικής ζώνης έχουν υποστεί έντονο τεκτονισμό σε τρεις παραμορφωτικές φάσεις. Κατά την πρώτη φάση που συνέβη στην Άνω Λιθανθρακοφόρο περίοδο, σχηματίστηκαν πτυχές ισοκλινείς μικροσκοπικής ή εκατοστομετρικής κλίμακας, αξονικής διεύθυνσης 155 – 160 και η φύλλωση καθώς και η φύλλωση των κρυσταλλοσχιστώδων πετρωμάτων.

Κατά την δεύτερη παραμορφωτική φάση μεταξύ Άνω Ιουρασικού Κάτω Κρητιδικού, τα πετρώματα υπέστησαν σημαντική καταπόνηση δομής από κατακόρυφα, αλλά κυρίως από αντίστροφα ρήγματα που προκάλεσε η επώθηση των οφειολίθων.

Κατά την Τρίτη φάση που έλαβε χώρα μεταξύ του τέλους Κρητιδικού και αρχές Τριτογενούς, έλαβαν χώρα σε δύο περιόδους οι πτυχώσεις, κατά τις οποίες δημιουργήθηκαν πτυχές ανοικτές, ισοπαχείς, γενικής αξονικής

διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ και πτυχές κλειστές έως ανοικτές αξονικής διεύθυνσης ΒΒΑ – ΝΝΔ.

Τέλος στην περίοδο Ολιγοκαίνου – Μειοκαίνου έγινε η τελική παραμόρφωση των σχηματισμών, προκαλώντας πτυχές πολύ ανοικτές, γενικής αξονικής διεύθυνσης Β – Ν. (Μουντράκης, 2010)

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

Η υδρογεωλογική συμπεριφορά των διαφόρων γεωλογικών σχηματισμών, είναι συνάρτηση της λιθολογικής σύστασης, της κοκομετρίας, του βαθμού διαγένεσης και του τεκτονισμού που έχουν υποστεί. Βασική όμως προϋπόθεση για να λειτουργήσει ένας σχηματισμός ως υδροφόρος είναι η ικανότητά του να αποθηκεύει σημαντικές ποσότητες νερού στα διάκενά του, πρωτογενή ή δευτερογενή και να τις μεταβιβάζει.

Όσον αφορά την περιοχή του Βόιου οι σημαντικότεροι υδροφόροι εντοπίζονται, για τα χαλαρά πετρώματα, στα πλειο-πλειστοκαινικά ιζήματα της περιοχής. Ενώ για τα σκληρά πετρώματα στους καρστικούς υδροφορείς των τριαδικοιουρασικών ασβεστολίθων.

Αντίθετα η μεγαλύτερη έκταση του Βόιου η οποία καλύπτεται από μολασσικά πετρώματα, δεν παρουσιάζει ιδιαίτερο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον. Αυτό οφείλεται στο ότι τα μεν συνεκτικά ιζήματα (ψαμμίτες, κροκαλοπαγή) με το βαθμό διαγένεσης, την κοκκομετρία, την συγκόλληση, το είδος της συγκολλητικής ύλης και το βαθμό διάβρωσης και κερματισμού που παρουσιάζουν δεν αποτελούν καλούς υδροφόρους (ημιπερατοί σχηματισμοί) τα δε αργιλούχα, αργιλικά, ιλιούχα, ιλιόλιθοι και ιλιομιγή υλικά παρότι παρουσιάζουν μεγάλο ολικό πορώδες εντούτοις είναι σχηματισμοί στεγανοί έως ημιπερατοί. (Αναπτυξιακή Κοζάνης, 1991)

Τα κρυσταλλικά πετρώματα στο ανατολικό τμήμα της επαρχίας παρουσιάζουν ενδιαφέρον εκεί όπου είναι διαρρηγμένα και αποσαθρωμένα. Ειδικότερα:

ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣΧΙΣΤΩΔΕΣ

Όσον αφορά την αναπτυσσόμενη υδροφορία στο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο της περιοχής διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχει απλή γραμμική σχέση ανάμεσα στην αντλούμενη παροχή και στην πτώση στάθμης. Στην αρχή το νερό προέρχεται από τις ρωγμές (μεγάλη μεταβιβαστικότητα, μικρή υδροχωρητικότητα) και στη συνέχεια από το ασήμαντο ενεργό πορώδες (μικρή μεταβιβαστικότητα, σημαντικότερη υδροχωρητικότητα).

Έτσι τα κύρια υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά αυτού του σχηματισμού είναι η μείωση της απόδοσης των υδρογεωτρήσεων με το χρόνο, γεγονός που οφείλεται στη γρήγορη εξάντληση του νερού των ρωγμών και στον κακό φυσικό εμπλουτισμό του συστήματος.

Χαρακτηριστικό επίσης των μεταμορφωμένων πετρωμάτων της περιοχής είναι ότι από τον αποσαθρωμένο και ρηγματωμένο μανδύα αναβλύζουν πηγές με την μεγαλύτερη μέση ημερίσια παροχή 18 m^3 / ημέρα. Αυτό οφείλεται στο δευτερογενές πορώδες των σχιστολίθων και γνευσιοσχιστολίθων, ενώ το πρωτογενές πορώδες θεωρείται αμελητέο. (Αναπτυξιακή Κοζάνης, 1991)

ΤΡΙΑΔΙΚΟΙΟΥΡΑΣΙΚΟΙ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΙ

Το μεγαλύτερο τμήμα του όρους Σινιάτσικου αποτελείται από έντονα καρστικοποιημένους ασβεστόλιθους τριαδικοιουρασικής ηλικίας. Τα νερά των βροχών συγκεντρώνονται σε ένα δίκτυο επικοινωνούντων αγωγών, ρωγμών και σπηλαίων σχηματίζοντας τους καρστικούς υδροφόρους. Μεγάλες ποσότητες νερού συγκεντρώνονται στον παραπάνω καρστικού υδροφορέα τα οποία όμως δεν μπορούν να αξιοποιηθούν, επειδή το γενικό επίπεδο βάσης του υδροφόρου βρίσκεται σε βάθος μεγαλύτερο από 300 μέτρα. Ο μέσος όρος παροχής των πηγών στα τριαδικοιουρασικά ασβεστολιθικά πετρώματα της περιοχής ανέρχεται σε 15 m^3 /ημέρα. (Αναπτυξιακή Κοζάνης, 1991)

ΜΕΣΟΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΥΛΑΚΑ-ΜΟΛΑΣΣΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Χαρακτηριστικό των μολασσικών σχηματισμών είναι η εναλλαγή ιζηματογενών πετρωμάτων διάφορης κοκκομετρικής σύστασης η οποία δεν επιτρέπει την ανάπτυξη σημαντικών υδροφορέων.

Η παρεμβολή στα χαλαρά κροκαλοπαγή και άμμους των λεπτόκοκκων και συνεκτικών πετρωμάτων (συμπαγείς ψαμμίτες και μάργες, κλαστικοί ασβεστόλιθοι) δεν επιτρέπουν τη γρήγορη ροή του νερού.

Στην εναλλαγή υδροπερατών και αδιαπέρατων πετρωμάτων οφείλεται η εκφόρτιση των πρώτων, εκεί όπου η μορφολογία το επιτρέπει. Οι πηγές είναι κατά κύριο λόγο επαφής και καλύπτουν το 62% του συνόλου των φυσικών πηγών της επαρχίας. Η μέση παροχή των μολασσικών πηγών ανέρχεται σε $9,35 \text{ m}^3$ /ημέρα.

Η κοκκομετρική σύσταση των μολασσικών ιζημάτων και η στρωματογραφική τους διάταξη επηρεάζουν έντονα την επιφανειακή απορροή και έχουν σαν αποτέλεσμα το σχηματισμό ενός χαρακτηριστικού δενδριτικού υδρογραφικού δικτύου. (Αναπτυξιακή Κοζάνης, 1991)

ΠΛΕΙΟ-ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΙΚΑ ΙΖΗΜΑΤΑ

Στην περιοχή εκτός από τον καρστικό υδροφορέα του Γέρμα δημιουργήθηκε ένας σημαντικός υπόγειος υδροφορέας στα χαλαρά πλειοπλειστοκαινικά ιζήματα. Οι μολασσικοί σχηματισμοί αποτελούν το στεγανό υπόβαθρο. Η τροφοδοσία εξασφαλίζεται από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και κατά δεύτερο λόγο από τους ποταμούς Αλιάκμονα και Πραμόριτσα. Από τα πλειο-πλειστοκαινικά πετρώματα αναβλύζουν 123 πηγές.

Η μέση παροχή των πηγών ανέρχεται σε 17,60 /ημέρα.(Αναπτυξιακή Κοζάνης,1991)

ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ

Η εξάπλωση των τεταρτογενών ιζημάτων περιορίζεται στις χαμηλότερες μορφολογικά περιοχές και ιδιαίτερα στις κοίτες των ποταμών και χειμάρρων. Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον από υδρογεωλογική άποψη παρουσιάζουν τα χαλαρά κλαστικά ιζήματα, όπως άμμοι και χαλίκια των αλλουβιακών αποθέσεων. Λόγω της κοκκομετρικής σύστασης παρατηρείται μεγάλη υδροπερατότητα στα πετρώματα αυτά με αποτέλεσμα να διατίθενται αξιόλογες ποσότητες νερού για εκμετάλλευση, εκεί όπου υπάρχει υδραυλική επικοινωνία με ποταμούς ή υδρορέματα. Παράλληλα πρέπει να τονιστεί ότι η μεγάλη υδροπερατότητα των πετρωμάτων, με τη γρήγορη κίνηση του νερού μέσα σ' αυτά, έχει ως αποτέλεσμα την εξάρτηση της ποιότητας του νερού του υδροφορέα από τους ποταμούς και τα υδρορέματα. Γι' αυτόν το λόγο κρίνεται απαραίτητος ο συστηματικός έλεγχος της ποιότητας του νερού. Ο μικρός αριθμός (29) των πηγών στα τεταρτογενή ιζήματα παρουσιάζει μέση παροχή της τάξης των 9 m³/ημέρα. (Αναπτυξιακή Κοζάνης,1991)

ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Σε αυτή την ενότητα θα αναλύθουν εκτενέστερα και θα παρατεθούν στοιχεία που αφορούν τις κλιματολογικές συνθήκες, στην λεκάνη απορροής της λίμνης Πολυφύτου. Ως εκ τούτου θεωρείται σκόπιμο να αναφερθούν αρχικά, στοιχεία που αφορούν τους νομούς από όπου διέρχεται ο ποταμός Αλιάκμονας με σαφή επικέντρωση στην λεκάνη απορροής της λίμνης Πολυφύτου. Από τα δυτικά προς ανατολικά συναντάμε τον νομό Καστοριάς .

Το κλίμα του νομού είναι ηπειρωτικό, ενώ κλίνει συγχρόνως προς το μεσευρωπαϊκό. Γενικά, η μέση μηνιαία θερμοκρασία υπερβαίνει τους 20°C μόνο από τον Ιούνιο έως τον Σεπτέμβριο.[4]

Ο χειμώνας είναι δριμύς και είναι συχνό το φαινόμενο του ολικού παγετού, της διατήρησης δηλαδή της θερμοκρασίας σε όλη τη διάρκεια της ημέρας υπό του μηδενός. Οι απόλυτα ελάχιστες θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες από τους -20°C και πολλές φορές η λίμνη και τα ποτάμια παγώνουν. Την τραχύτητα του χειμώνα εντείνουν οι σφοδροί τοπικοί άνεμοι καθώς και εκείνοι που κατεβαίνουν από τα χιονισμένα βουνά. Το καλοκαίρι η θερμοκρασία πολλές φορές υπερβαίνει τους 40°C. Η περιοχή είναι πολύ υγρή τους χειμερινούς μήνες και σχετικά ξηρή τους καλοκαιρινούς (σχετική υγρασία αέρα: άνω των 80 βαθμών κατά το Δεκέμβριο -Φεβρουάριο, 50 - 55 βαθμούς τους θερινούς μήνες). Η νέφωση είναι μεγάλη (6 βαθμοί της κλίμακας 110 από τον Οκτώβριο έως τον Απρίλιο, 2 τον Ιούλιο – Αύγουστο(80 αίθριες και 90 νεφοσκεπείς ημέρες ετησίως).[4]

Το πολύπλοκο ανάγλυφο και τα ισοβαρικά συστήματα που επικρατούν έχουν ως αποτέλεσμα τη συχνή μεταβολή της διεύθυνσης και της έντασης των ανέμων, πάντως συχνότεροι είναι οι άνεμοι του βόρειου τομέα από Β προς ΒΑ. Το ετήσιο βροχομετρικό ύψος κυμαίνεται από 600 έως 800 mm στα πεδινά, ενώ στα ορεινά υπερβαίνει τα 1200 – 1400 mm και τείνει κατανεμηθεί

ομοιόμορφα κατά τους διάφορους μήνες, χαρακτηριστικό στοιχείο του κλίματος μεσευρωπαϊκού τύπου. Το χιόνι είναι συνηθισμένο φαινόμενο κατά την ψυχρή εποχή, ιδίως στα ορεινά. Οι καταιγίδες, θερμικής προέλευσης, είναι σχετικά συχνές κυρίως κατά τη θερμή εποχή του έτους.[4]

Ακολουθώντας στο νομό Γρεβενών όπου περικλεισμένος δυτικά, νότια και ανατολικά από βουνά, στο κέντρο της ηπειρωτικής Ελλάδας, ο νομός Γρεβενών έχει κλίμα ηπειρωτικό με μεγάλες θερμομετρικές διαφορές μεταξύ χειμώνα και καλοκαιριού, θεωρείται δε από τις ψυχρότερες περιοχές της Ελλάδας. Οι βροχοπτώσεις, υψηλότερες στη βόρεια Πίνδο (1800mm) είναι λιγότερες στη λοιπή ορεινή ζώνη (1400mm) και στις χαμηλότερες περιοχές (600mm – 800mm).[5]

Τέλος παραθέτονται στοιχεία από τον τελευταίο νομό που συμπεριλαμβάνεται στην λεκάνη απορροής της λίμνης Πολυφύτου, που είναι ο νομός Κοζάνης στον οποίο βρίσκεται και η αναφερθείσα λίμνη.

Περικλεισμένη από βουνά, η περιοχή του νομού Κοζάνης βρίσκεται παντελώς αποκλεισμένη από τη θάλασσα και από οποιαδήποτε επίδραση θα μπορούσε αυτή να της ασκήσει. Για αυτό, το κλίμα είναι καθαρά ηπειρωτικό και το χαρακτηρίζουν μεγάλο ετήσιο θερμομετρικό εύρος(υπερβαίνει τους 22°C) πολύ χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη χειμερινή εποχή και σχετικά υψηλές κατά την καλοκαιρινή, συχνοί παγετοί, ομοιόμορφη μάλλον κατανομή της βροχής κατά τους διάφορους μήνες και συχνό χιόνι.[6]

Η θερμοκρασία του αέρα παρουσιάζει απλή ετήσια πορεία. Ο παγετός, δηλαδή η πτώση της θερμοκρασίας υπό το μηδέν, είναι σύνηθες φαινόμενο της ψυχρής εποχής, που κάποιες φορές μάλιστα διαρκεί ολόκληρη την ημέρα. Οι ελάχιστες θερμοκρασίες κατεβαίνουν συχνά υπό τους -10°C (στις 19 Φεβρουαρίου 1921 έφτασε -19°C). Στη διάρκεια της θερμής εποχής η θερμοκρασία αγγίζει και υπερβαίνει τους 40°C. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι άνεμοι, μικρής κυρίως έντασης, φτάνουν θερμοί στην περιοχή, καθώς αυτή είναι αποκλεισμένη από τη θάλασσα. Το ημερήσιο θερμομετρικό εύρος, που τον χειμώνα είναι μικρό, το καλοκαίρι υπερβαίνει τους 10°C. Η μέση σχετική υγρασία του αέρα κυμαίνεται μεταξύ 65 και 70 βαθμών της υγρομετρικής κλίμακας. Η μέση ετήσια τιμή της νέφωσης είναι 4,8 (κλίμακα 110), δηλαδή ο νομός είναι από τις πιο νεφελώδεις περιοχές της χώρας. Κατά μέσο όρο 90 ημέρες του έτους είναι αίθριες και 77 νεφοσκεπείς. Η βροχή κατανέμεται μάλλον ομοιόμορφα, κατά τη διάρκεια του έτους, έτσι ώστε ουσιαστικά δεν υπάρχει ξηρή εποχή, αφού οι ξηρότεροι μήνες, Ιούλιος και Αύγουστος, παρουσιάζουν ύψη βροχής, αντίστοιχα 38,1 και 24,6mm. Μικρά σχετικά ύψη βροχής εμφανίζονται από τον Ιανουάριο έως το Μάρτιο, αλλά αυτό οφείλεται στη συχνότητα του χιονιού, το οποίο αποτελεί συνηθισμένο φαινόμενο από τον Οκτώβριο μέχρι το Μάιο. Τα πρώτα χιόνια εμφανίζονται στα βουνά μερικές φορές από τα μέσα Σεπτεμβρίου, ενώ τα τελευταία υποχωρούν στις αρχές Ιουνίου. Το χαλάζι παρουσιάζει σχετικά μεγάλη συχνότητα κατά τους μήνες Απρίλιο-Ιούνιο, δηλαδή την περίοδο που δημιουργούνται οι θερμικές καταιγίδες. Άνεμοι επικρατούν, γενικά, του βόρειου τομέα, και εκτός από τους γενικούς ανέμους, σε πολλές περιοχές του νομού σχηματίζονται και οι αύρες των ορέων και των κοιλάδων.[6]

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

Το υδρολογικό ισοζύγιο της λεκάνης απορροής της υπό μελέτη περιοχής προσδιορίστηκε με βάση την εκτίμηση των εξής παραμέτρων:

- Σύνολο κατακρημνισμάτων, (P)
- Επιφανειακή απορροή, (R)
- Εξατμισοδιαπνοή, (E)
- Κατείσδυση, (I)

Υδρολογικό ισοζύγιο - συνιστώσες



Συνιστώσες υδρολογικού ισοζυγίου (Δήμητρα Αλεξανδρή, 2011)
Σύνολο κατακρημνισμάτων, (P)

Για τον υπολογισμό των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων χρησιμοποιήθηκαν 15 βροχομετρικοί σταθμοί για την δεκαεπταετία 1969-1986. Από την επεξεργασία των στοιχείων των παραπάνω σταθμών φαίνεται η κατανομή των μέσων μηνιαίων κατακρημνισμάτων με μεγαλύτερες τιμές 80-82 mm βροχής τους μήνες Νοέμβριο-Δεκέμβριο και μικρότερες τιμές 31-33mm βροχής τους μήνες Ιούλιο-Αύγουστο. Σημειώνεται ότι τα υψόμετρα των σταθμών κυμαίνονται από 480m μέχρι 1250m, ενώ τα μέσα ετήσια ύψη βροχής της δεκαεπταετίας κυμαίνονται από 554,17mm-1072,89mm.

Με βάση τις ετήσιες τιμές των κατακρημνισμάτων κάθε βροχομετρικού σταθμού υπολογίστηκε η μέση τιμή τους για την υδρολογική λεκάνη Βόιου, η οποία είναι ίση με: $P=845 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. (Αναπτυξιακή Κοζάνης, 1991)

Επιφανειακή απορροή, (R)

Η επιφανειακή απορροή περιλαμβάνει εκείνη την ποσότητα των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων που ρέει επιφανειακά με τη μορφή υδρορεμάτων και φθάνει στην έξοδο της λεκάνης απορροής.

Η επιφανειακή απορροή σε μια λεκάνη είναι συνάρτηση διαφόρων παραγόντων όπως π.χ της διάρκειας έντασης και εποχικής κατανομής των βροχοπτώσεων, της εξατμισοδιαπνοής, της περατότητας των πετρωμάτων, του είδους της χλωρίδας, των φυσιογραφικών παραμέτρων της λεκάνης απορροής. Ποσοτικά εκφράζεται με το συντελεστή απορροής που είναι ο λόγος της συνολικής ποσότητας νερού η οποία απορρέει από μία λεκάνη προς τον όγκο νερού που δέχεται η λεκάνη στην ίδια χρονική περίοδο.

Με βάση τα δεδομένα των βροχομετρικών σταθμών ο συντελεστής απορροής εκτιμάται σε $\frac{\text{ετήσια επιφανειακή απορροή}}{\text{ετήσια κατακρημνίσματα}} = \frac{174.000.000}{845.000.000}$ ή 21% του ετήσιου ύψους βροχής της λεκάνης. (Αναπτυξιακή Κοζάνης, 1991)

Εξατμισιοδιαπνοή, (E)

Η εξατμισιοδιαπνοή είναι ένα φυσικό μέγεθος που αποτελεί τον απαραίτητο συντελεστή για τον υπολογισμό του ισοζυγίου των επιφανειακών νερών.

Ο υπολογισμός της εξατμισιοδιαπνοής είναι δύσκολος δεδομένου ότι σ' αυτήν επιδρούν πολλοί παράγοντες: ηλιακή ακτινοβολία, θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία, ταχύτητα ανέμου, υψόμετρο, τύπος και πυκνότητα βλάστησης, βροχόπτωση, γεωλογική σύσταση των πετρωμάτων κ.α. Ωστόσο με βάση τον τύπο του Turc που εκφράζει την πραγματική εξατμισιοδιαπνοή και είναι συνάρτηση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας και του μέσου ετήσιου ύψους βροχής, υπολογίστηκε το ετήσιο ποσό εξατμισιοδιαπνοής: $E=447,18\text{mm}$. (Αναπτυξιακή Κοζάνης, 1991)

Κατείσδυση, (I)

Η κατείσδυση επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως την υγρασία του εδάφους, τη μορφολογία (κλίση), την ένταση και την διάρκεια των βροχοπτώσεων, τον συντελεστή περατότητας του εδάφους, την πυκνότητα βλάστησης κ.α.

Με βάση τα στοιχεία που προαναφέρθηκαν και με βάση την εφαρμογή του τύπου του υδρολογικού ισοζυγίου $P=R+E+I$ υπολογίζεται ο όγκος του κατεισδύοντος νερού

Επίσης υπολογίζεται ο συντελεστής κατείσδυσης, που εκφράζεται ως το πηλίκο του συνολικού κατεισδύοντος ετήσια νερού στη λεκάνη, προς το συνολικό ποσό που δέχεται το ίδιο διάστημα η λεκάνη.

Εφαρμόζοντας το τύπο του υδρολογικού ισοζυγίου $P=R+E+I$ υπολογίζεται η κατείσδυση $I=P-R-E$ ή $I=143,5 \cdot 10^6 \text{m}^3$ η οποία αντιστοιχεί στο 17% του ετήσιου ύψους βροχής της λεκάνης. (Αναπτυξιακή Κοζάνης, 1991)

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους υπολογίστηκε το υδρολογικό ισοζύγιο της λεκάνης:

- ο Σύνολο κατακρημνισμάτων, $P=845 \cdot 10^6 \text{m}^3$
- ο Επιφανειακή απορροή, $R=174 \cdot 10^6 \text{m}^3$
- ο Εξατμισιοδιαπνοή, $E=528 \cdot 10^6 \text{m}^3$
- ο Κατείσδυση, $I=143 \cdot 10^6 \text{m}^3$

ΤΕΧΝΗΤΗ ΛΙΜΝΗ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Υδρολογικά στοιχεία

- Μέσα εισόδου ύδατος: ποταμός Αλιάκμονας, Λύματα Δήμων και Κοινοτήτων, Ρέμα Καισαρείας, Ρέμα Σερβίων, Ρέμα Βελβενδού, Ρέμα Λαφίστας, βροχή, Ρέμα Αιάνη, Ρέμα Θολόλακκας.
- Όγκος νερού ($\text{m}^3 \times 1000$): $1939 \times 10^6 \text{ m}^3$
- Χρόνος ανανέωσης (φορές/έτος) : 1.5 φορές/έτος
- Υδρολογικό ισοζύγιο : $-630 \times 10^6 \text{ m}^3$

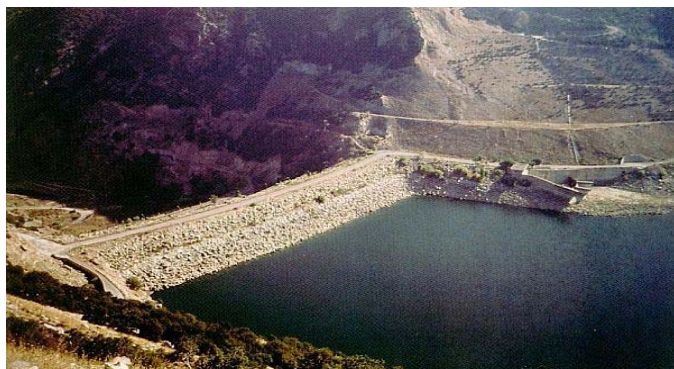
Μορφομετρικά χαρακτηριστικά

- Έκταση: 74 km^2
- Μέγιστο βάθος: 91 m
- Μέσο βάθος: 26,2 m
- Στάθμη επιφάνειας: 273 m
- Μέγιστη στάθμη: 293 m
- Ελάχιστη στάθμη: 270 m

ΤΟ ΦΡΑΓΜΑ ΤΟΥ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ

Τεχνικά χαρακτηριστικά φράγματος Πολυφύτου

Αντικείμενο της παρούσας μελέτης αποτελεί και το φράγμα του Πολυφύτου στον νομό Κοζάνης. Στη συνέχεια παραθέτονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου καθώς και η ανάλυση της γεωλογικής – τεκτονικής δομής στην περιοχή του έργου, τα τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά, τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά και τα τεχνικογεωλογικά προβλήματα που παρουσιάστηκαν στο στάδιο κατασκευής του έργου.



Το λιθόρριπτο φράγμα Πολυφύτου(www.dservationvelventou.gr)

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του φράγματος Πολυφύτου είναι:

Τύπος: Λιθόρριπτο με ανάντη κεκλιμμένο πυρήνα

Ύψος: 105 m

Μήκος στέφης: 297 m

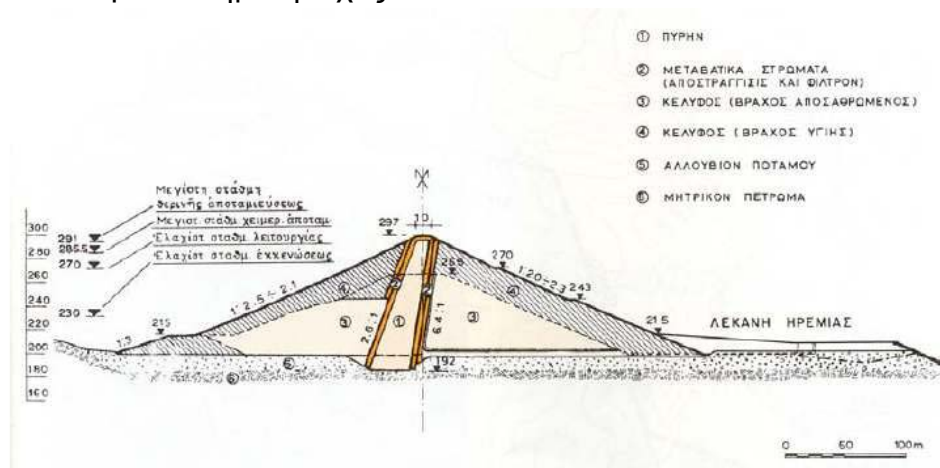
Όγκος υλικών κατασκευής φράγματος: $3,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Έκταση ταμιευτήρα: 74 km^2

Χωρητικότητα ταμιευτήρα: $1937 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Υ.Η Σταθμός: Υπόγειος

Εγκατεστημένη ισχύς: $3 \cdot 120 \text{ MW}$



Τυπική διατομή φράγματος Πολυφύτου (Δήμητρα Αλεξανδρή, 2010)

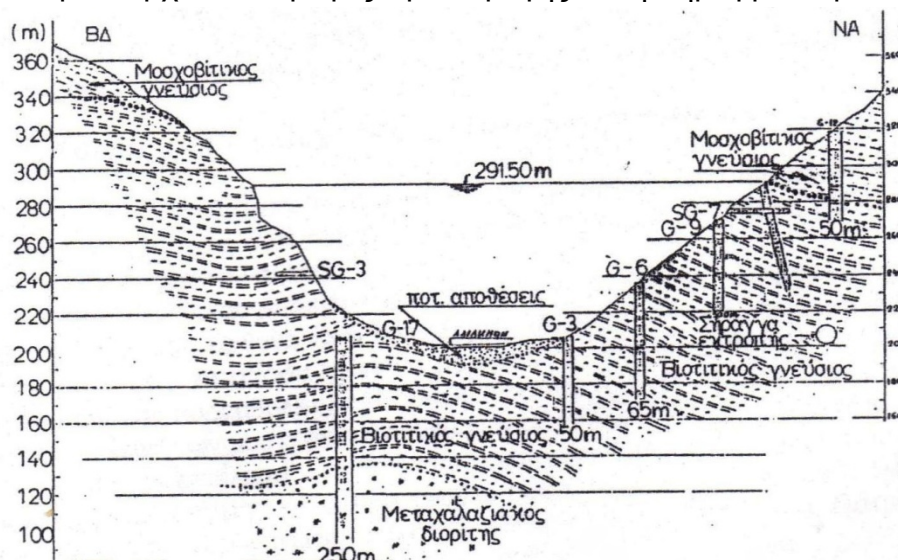
Γεωλογική – Τεκτονική δομή περιοχής έργου

Η περιοχή του έργου αποτελείται όπως έχει προαναφερθεί από τους κρυσταλλοσχιστώδεις σχηματισμούς της Πελαγονικής γνεύσιου, σχιστόλιθοι, μάρμαρα, σιπολίτες καθώς και τις Πλειο – Πλειστοκαινικές αποθέσεις της λεκάνης των Σερβίων. Για λόγους καλύτερης κατανόησης της γεωλογικής – τεκτονικής δομής του έργου η περιοχή χωρίζεται στην περιοχή του φράγματος, και την περιοχή του ταμιευτήρα.(Δ.Ε.Η)

Το υπόβαθρο της περιοχής του φράγματος αποτελείται από μοσχοβιτικούς γνεύσιους που αναπτύσσονται από την ισοϋψή των 300m και άνω στο

αριστερό αντέρεισμα και των 250m στο δεξιό αντέρεισμα. Είναι ανοικτού γκριζου χρώματος με πολύ αναπτυσσόμενη φύλλωση, ενώ διασχίζονται από απλιτικές φλέβες. Είναι περισσότερο ανθεκτικοί στην διάβρωση από τους χαλαζιακούς διορίτες, εξαιτίας της απουσίας του χαλαζία.

Κάτω από τον μοσχοβιτικό γνεύσιο αναπτύσσεται ο βιοτιτικός γνεύσιος, ο οποίος συνοδεύεται από μετα – χαλαζιακό διορίτη. Αυτός είναι χονδρόκοκκας υφής ενώ συχνά διαχωρίζεται σε πλακώδη τεμάχια. Μέσα από αυτόν τον σχηματισμό διέρχεται ο αγωγός προσαγωγής και η σήραγγα εκτροπής.



Γεωλογική τομή κατά μήκος του άξονα του φράγματος (Δ.Ε.Η)

Τα πετρώματα της θέσης του φράγματος διατέμνονται από ρήγματα, ορισμένα από τα οποία είναι διαπιστωμένα από την επιφανειακή παρατήρηση και άλλα διαπιστώθηκαν από τις χαρτογραφήσεις των ερευνητικών στοών και σηράγγων που συνοδεύουν την κατασκευή του φράγματος. Τα περισσότερα παρουσιάζουν μετατοπίσεις ολίγων δέκατων του μέτρου. Στα ρήγματα αυτά διαπιστώθηκε αρκετές φορές μυλωνιτικό υλικό. Τα πλέον χαρακτηριστικά ρήγματα είναι εκείνα που σχηματίζουν μια δέσμη πλάτους 6 – 8 m και αρχίζουν από τα κατάντη του φράγματος με μέση διεύθυνση ΝΑ και ανέρχονται προς την περιοχή “Αλέξης” του δεξιού αντερείσματος. Βασικό επίσης ρήγμα είναι εκείνο που εμφανίζεται στο δεξιό αντέρεισμα και οδεύει παράλληλα προς την κοίτη του ποταμού και 80m υψηλότερα από αυτή. Πέρα από αυτά τα ρήγματα διαπιστώθηκαν πολλές ζώνες διάτμησης και ένα πυκνό δίκτυο διακλάσεων (5 συστήματα), το κυριότερο από τα οποία έχει διεύθυνση ΒΑ – ΝΔ και του οποίου οι περισσότερες διακλάσεις διαπιστώθηκαν ανοικτές.

Η περιοχή του ταμιευτήρα αποτελείται στο σύνολο της από στεγανούς σχηματισμούς, όπως οι γνεύσιοι, οι πλειο – πλειστοκαινικές αποθέσεις (πάχους μέχρι 170m) που καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο τμήμα του ταμιευτήρα και συνίστανται από μάργες, αργιλούχες μάργες με μικρές διαστρώσεις ψαμμούχων μαργών αλλά και από κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους.

Οι τελευταίοι καταλαμβάνουν ένα μικρό τμήμα στην περιοχή της Νεράιδας κοντά στο δυτικό ακρόβαθρο της υψηλής γέφυρας Σερβίων και συνεχίζουν προς τα ΒΒΔ.

Από τις γεωλογικές έρευνες διαπιστώθηκαν στις παρυφές της λίμνης δύο βασικά ρήγματα παράλληλα προς την κοίτη του Αλιάκμονα.

Στις δυτικές παρυφές ένα ρήγμα μερικών χιλιομέτρων εντοπίστηκε ρήγμα το οποίο διέρχεται από τις περιοχές Γούλες, Σέρβια (δυτικά), Βελβενδό, Σκουτάρι. Ένα τρίτο βασικό ρήγμα ξεκινάει από το δεξιό αντέρεισμα ανάντι του άξονα του φράγματος και συνεχίζει προς τις περιοχές Δάσκιο και Ριζώματα.

Εκτός από τα προαναφερθέντα κύρια ρήγματα, διαπιστώθηκαν και άλλα μικρότερα, ορισμένα από τα οποία είναι νεότερα καθώς όπως έχει παρατηρηθεί τέμνουν και τις νεότερες Πλειο – Πλειστοκαινικές αποθέσεις. (Δ.Ε.Η)

Τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά των πετρωμάτων

Τα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα όπως έχει διαπιστωθεί από τις ερευνητικές μετρήσεις και δοκιμές, παρουσιάζουν σημαντική καταπόνηση δομής, η οποία εντοπίστηκε εμφανώς σε βάθος 3 με 4 μέτρα. Επιπλέον ήταν εμφανείς και αστάθειες πρανών στην ευρύτερη έκταση της θέσης του άξονα του φράγματος.

Οι εντοπιζόμενες τεκτονικές ασυνέχειες των κρυσταλλοσχιστωδών πετρωμάτων διευκόλυναν την διεργασία των μηχανισμών αποσάθρωσης που κατά τόπους έφθανε σε βάθος 5 με 7 μέτρα. Σε εντοπιζόμενες θέσεις πολλές φορές παρουσιάζονται ιδίως στα πρανή, τεμάχια υγιούς γνευσίου να προβάλλουν μέσα από το αποσαθρωμένο πέτρωμα. Διαπιστώθηκε ότι στην περίπτωση των βιοτιτικών γνευσίων, όπου υπήρχαν παρεμβολές χαλαζιακών διοριτών η αποσάθρωση ήταν εντονότερη, σε αντίθεση με αυτές των μοσχοβιτικών γνευσίων οι οποίοι δεν περιέχουν χαλαζία.

Επιπλέον κατά την εκτέλεση των υπόγειων εκσκαφών (σήραγγες) διαπιστώθηκαν πολλές ζώνες διάτμησης, παρουσία μυλωνιτωμένου υλικού, πολλαπλά συστήματα διακλάσεων και πολλές κατοπτρικές επιφάνειες ρηγμάτων. Εξαιτίας της προαναφερθείσας δομής (κατοπτρικές επιφάνειες ρηγμάτων, ζώνες διάτμησης) όπου αυτές παρουσιάζονταν τα προσωρινά μέτρα προστασίας ήταν αυξημένα.

Εν συντομία μπορεί να λεχθεί ότι η ποιότητα της βραχομάζας εντοπίστηκε στο σύνολο της γενικά καλή. Ενδεικτικά παρακάτω αναφέρονται και ορισμένες τιμές αντοχής διάφορων κατηγοριών πετρωμάτων που προέκυψαν από δοκιμές ανεμπόδιστης θλίψης σε δοκίμια γεωτρήσεων που εκτέλεσε το εργαστήριο 'Γεωμηχανική Α.Ε'.

- Αμφιβολίτες: Αντοχές κυμαινόμενες από 680 – 910 Kgr/cm²
- Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι: Αντοχές κυμαινόμενες από 410 – 910 Kgr/cm²
- Απλιτογνεύσιοι: Αντοχές κυμαινόμενες από 680 – 1600 Kgr/cm²

- Βιοτιτικοί γνεύσιοι: Αντοχές κυμαινόμενες από 210 – 930 Kgr/cm^2
- Μοσχοβιτικοί γνεύσιοι: Αντοχές κυμαινόμενες από 250 – 1230 Kgr/cm^2
- Διμαρμαρυγιακοί γνεύσιοι: Αντοχές κυμαινόμενες από 680 – 910 Kgr/cm^2

Από τις δοκιμές προέκυψε ότι επίπεδα αστοχίας αποτέλεσαν οι επιφάνειες διακλάσεων, ενώ μέχρι τα 100 μέτρα βάθους δε διαπιστώθηκε αύξηση της αντοχής συναρτήσει του βάθους. Μεγαλύτερη αντοχή παρουσίασαν τα δοκίμια των απλιτογενευσίων, γεγονός που καταδεικνύει ότι οι απλιτικές διεισδύσεις στα γνευσιακά πετρώματα μπορούν και αυξάνουν την αντοχή των τελευταίων. Σε αυτό το συμπέρασμα συνηγορεί και η μακροσκοπική παρατήρηση των πετρωμάτων στα στάδια ερευνών. Ενδεικτικές είναι και οι τιμές των ταχυτήτων διάδοσης των σεισμικών κυμάτων που παραθέτονται παρακάτω στους σχηματισμούς της θέσης του άξονα του φράγματος, που δίνουν μια αρκετά σαφή εικόνα της ποιότητας των πετρωμάτων σε ευρύτερη κλίμακα

- Μοσχοβιτικός γνεύσιος: $V=1500 \text{ m/sec}$
- Βιοτιτικός γνεύσιος: $V=4000 \text{ m/sec}$

Σε αντίθεση παραθέεται και η ταχύτητα διάδοσης των σεισμικών κυμάτων στον σχηματισμό που βρίσκεται στο δεξιό αντέρεισμα και συγκεκριμένα στην περιοχή “Αλέξης – Λατομείο II” η οποία όπως και θα αναλυθεί εκτενέστερα παρακάτω αποτελεί κατολίσθηση που διαπιστώθηκε στο στάδιο των ερευνών. Σε αυτό το σημείο μετρήθηκε η ταχύτητα V ίση με:

- $V=700 \text{ m/sec}$

γεγονός που φανερώνει την υποβαθμισμένη ποιότητα της βραχομάζας.

Όσο αφορά την υδρογεωλογική συμπεριφορά των πετρωμάτων προέκυψε ότι δεν υφίσταται ενιαίος υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας. Οι στάθμες σε πολλές γεωτρήσεις ήταν διάφορες χωρίς ενιαία υδραυλική κλίση. Ενώ όπως διαπιστώθηκε μόνο κατά ομάδες υπήρχε διαμορφωμένη υδραυλική κλίση. Σε ορισμένες μάλιστα γεωτρήσεις δεν διαπιστώθηκε στάθμη υδροφόρου ορίζοντα.

Εντούτοις μετά τα 5 με 7 μέτρα βάθους ορισμένες τιμές του συντελεστή υδροπερατότητας $K=1,10^{-4} \text{ cm/sec}$, είχαν σχέση με την παρουσία τεκτονικών ασυνεχειών στο περιβάλλον της γεώτρησης, ασυνέχειες που όπως διαπιστώθηκε πιθανόν εύρισκαν διέξοδο στην κοιλάδα.(Δ.Ε.Η)

Αρχικά εξετάζοντας την ευρύτερη περιοχή του ταμιευτήρα δεν παρουσιάστηκε κάποιο πρόβλημα αστάθειας πρανών, δεδομένου ότι περιμετρικά οι κλίσεις αυτών παρουσιάζονται ήπιες. Αυτό συμβαίνει γιατί ο ταμιευτήρας καταλαμβάνει ένα επίμηκες τμήμα στο κέντρο περίπου της λεκάνης Βαθύλακκου, Σερβίων, Βελβενδού με ομαλό τοπογραφικό ανάγλυφο. Εν αντιθέση, στη περιοχή του φράγματος διαπιστώθηκαν δύο σημαντικές κατολισθήσεις που επηρέασαν σε μεγάλο βαθμό τον σχεδιασμό και την αποπεράτωση του έργου.

Η πρώτη κατολίσθηση εντοπίστηκε στο αριστερό αντέρεισμα του φαραγγιού και λίγο κατάντη του σημερινού άξονα του φράγματος. Από τις ερευνητικές εργασίες (γεωλογικές χαρτογραφήσεις, γεωτρήσεις, στοές, αεροφωτογραφίες) διαπιστώθηκε ότι η εν λόγω κατολίσθηση είχε όγκο διαταραγμένης βραχομάζας ίσης με $3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Αρχίζει δε από το υψόμετρο των 440 μέτρων και έφθανε μέχρι την κοίτη του ποταμού. Το πάχος ήταν της τάξης μερικών δεκάδων μέτρων ενώ η επιφάνεια ολίσθησης διαπιστώθηκε να ταυτίζεται με ρήγμα το οποίο είχε διεύθυνση ΒΑ – ΝΔ (παράλληλα προς την κοίτη του ποταμού)

Η διαπιστωμένη αυτή κατολίσθηση είχε ως αποτέλεσμα την εγκατάλειψη των δύο αξόνων που είχαν προεπιλεγεί κατάντη του σημερινού και οι οποίοι προσέφεραν καλύτερες μορφολογικές γραμμές.

Η δεύτερη εντοπιζόμενη κατολίσθηση επισημάνθηκε στο δεξιό αντέρεισμα, κοντά στην περιοχή του άξονα του φράγματος, υψηλότερα και λίγο ανάντη αυτού. Η κατολίσθηση αυτή γνωστή με το όνομα “Αλέξης – Λατομείο II” διαπιστώθηκε από τις πρώτες έρευνες που πραγματοποίησε η LAHMEYER στην περιοχή. Αφορμή αποτέλεσαν ορισμένες επίπεδες επιφάνειες “plateaux” της ευρύτερης κλιτύος. Η κατολίσθηση αυτή προβλημάτισε έντονα τους αρμόδιους φορείς της ΔΕΗ, λόγω της εκτίμησης, ότι είχε μεγάλες διαστάσεις (υπολογιζόμενος όγκος κατά προσέγγιση $30 \cdot 10^6 \text{ m}^3$), αλλά κυρίως λόγω της θέσης της και της γειτνίασης με το φράγμα και τα συναφή έργα.

Ο προβληματισμός αυτός οδήγησε στην πραγματοποίηση εκτεταμένων γεωερευνητικών εργασιών για να διευκρινιστεί, εάν η βραχομάζα πράγματι είχε μετακινηθεί ή όχι. Για τον σκοπό αυτό διανοίχθηκαν γεωτρήσεις, στοές, τοποθετήθηκαν πιεζόμετρα, κλισιόμετρα, έγιναν αναλύσεις ευστάθειας πρανών ενώ πραγματοποιήθηκαν και γεωλογικές χαρτογραφήσεις.

Από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων δεν προέκυψαν σοβαρές αναθεωρήσεις της αρχικής εκτίμησης. Τα βασικά ερωτήματα εξακολουθούσαν να παραμένουν, αν δηλαδή η ευρεία περιοχή ήταν μετακινημένη στο σύνολο της, αν ήταν πλέον σταθεροποιημένη και τέλος ποιά θα ήταν η συμπεριφορά της όταν τα χαμηλότερα τμήματα αυτής θα διαβρέχονταν από τα νερά της λίμνης.

Η ΔΕΗ στην προσπάθεια αντιμετώπισης του προβλήματος συνεκάλεσε συμβούλιο εμπειρογνομόνων, στο οποίο συμμετείχαν οι γνωστοί Σύμβουλοι καθηγητές: W.Judd, N.Αμβράζης, G.Schnitter, Sinniger, από το οποίο

προέκυψε ότι η κατασκευή του έργου δεν έπρεπε να σταματήσει, ενώ παράλληλα υπεδείχθησαν και ελήφθησαν τα ακόλουθα μέτρα παρακολούθησης και αντιμετώπισης του προβλήματος:

- Διάνοιξη αποστραγγιστικής στοάς μήκους 280 μέτρων
- Τοποθέτηση σε επιλεγμένα σημεία της περιοχής μηχανομέτρων, κλινιμέτρων τύπου Rybar, σημεία γεωδαιτικών μετρήσεων, σημεία χωροσταθμικής όδευσης, εκκρεμή (Rendulum) και παρακολούθηση με μετρήσεις τριπλευρισμού με την χρήση Tellumeter.

Από την παρακολούθηση της εν λόγω κατολίσθησης προέκυψαν οι ακόλουθες διαπιστώσεις:

- Πρώτον, ένα τμήμα της ευρύτερης περιοχής κατολίσθησης, έκτασης 0,5 Km^2 παρουσίασε μετακίνηση με ρυθμό 0,5 mm/ημέρα με σαφή τάση μείωσης του ρυθμού αυτού. Διαπιστώθηκε ακόμη ότι η διεύθυνση μετακίνησης δεν ήταν προς την κοίτη του ποταμού, αλλά προς δευτερεύοντα παρακείμενο χείμαρρο που με κάποια γωνία κατέληγε στον ποταμό Αλιάκμονα.
- Δεύτερον, δεν παρατηρήθηκαν μετακινήσεις στις περιοχές κατασκευής των συναφών έργων (υδροληψία, σύραγγα προσαγωγής, εκχειλιστής κ.α)
- Τέλος, δεν παρατηρήθηκαν μετακινήσεις, τόσο κατά την πραγματοποίηση εκσκαφών $2,5 \cdot 10^6 m^3$, στην περιοχή του αντερείσματος, όσο και κατά το στάδιο διαβροχής του χαμηλού τμήματος της βραχομάζας από τα νερά της τεχνητής λίμνης Πολυφύτου.

Φαίνεται ότι έως και σήμερα δεν έχει παρατηρηθεί κανένα πρόβλημα στα έργα που σχετίζονται με την τεχνητή λίμνη Πολυφύτου, ενώ η όλη περιοχή φαίνεται απολύτως σταθεροποιημένη, ή δεν είχε ποτέ στο σύνολο της μετακινηθεί. Μικρά προβλήματα αστάθειας πρανών παρατηρήθηκαν στα έργα οδοποιίας καθώς και κατά την διαμόρφωση πρανών στους γνευσίους. Αντιμετωπίστηκαν όμως με τα συνήθη μέτρα προστασίας, όπως οι αγκυρώσεις, χρήση εκτοξευμένου σκυροδέματος, τοίχοι αντιστήριξης κ.α (Δ.Ε.Η)

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Ήδη από το στάδιο της προμελέτης του έργου, εκδηλώθηκαν ορισμένα προβλήματα σχετικά με κινδύνους διαρροών, τα οποία επιλύθηκαν μετά από τις σχετικές υδρογεωλογικές έρευνες που ακολούθησαν.

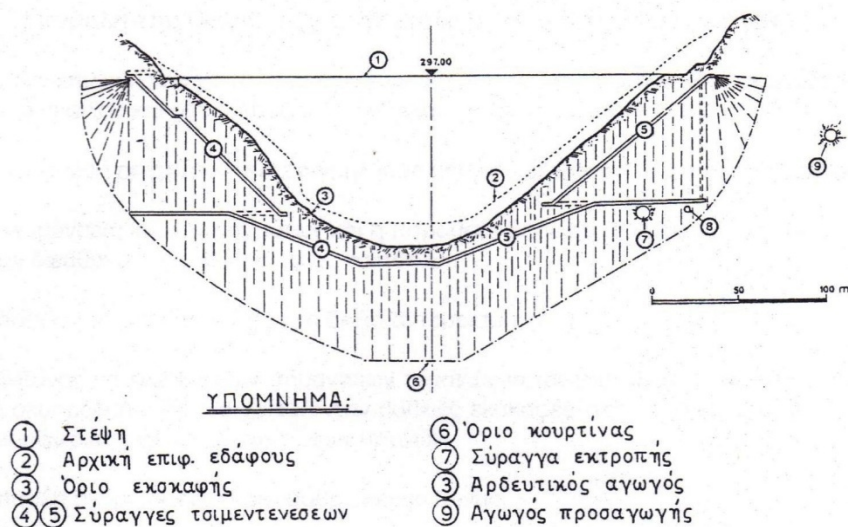
Αρχικά, στην περιοχή του φράγματος οι όποιες πιθανότητες διαρροών αντιμετωπίστηκαν με την κατασκευή συμβατικού τύπου διαφραγματικής κουρτίνας με την χρήση σύνηθων ενεμάτων. Εξάλλου όπως διαπιστώθηκε το μεγαλύτερο πλῆθος των τιμών του συντελεστή υδροπερατότητας K κυμάνθηκε από $1 \cdot 10^{-5}$ - $1 \cdot 10^{-6}$ cm/sec.

Στην περιοχή όμως του ταμιευτήρα εκφράστηκαν φόβοι πιθανών διαρροών από δύο σημεία. Όπου τα νερά της λίμνης όπως διαπιστώθηκε κάλυπταν κρυσταλλικά ανθρακικά πετρώματα. Το πρώτο σημείο βρίσκεται στο ΝΑ τμήμα της λίμνης (περιοχή Ντόβα) όπου εντοπίστηκαν κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι και εκφράστηκαν φόβοι διαρροών από την λίμνη, μέσω αυτών, προς την Θεσσαλική πεδιάδα. Μετά από τις απαραίτητες γεωλογικές έρευνες (χαρτογραφήσεις), διαπιστώθηκε ότι η συνέχεια αυτών των ασβεστολίθων, διακόπτονταν από γνευσιακούς ορίζοντες, μέσα στους οποίους ήταν εγκλωβισμένοι, γεγονός το οποίο απέκλειε την περίπτωση διαφυγών.

Το δεύτερο και σπουδαιότερο σημείο ήταν η περιοχή του χωριού Νεράιδας, που έχει κατακλυσθεί από τα νερά της λίμνης. Στην περιοχή αυτή αναπτύσσονται, κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι, μέχρι την κοίτη του ποταμού, οι οποίοι αποτελούν συνέχεια των ασβεστολίθων Σκοπού, Λευκάρων, ΝΑ Βερμίου.

Κατά μήκος αυτών των ασβεστολίθων, από το χωριό Νεράιδα έως το δυτικό ακρόβαθρο της γέφυρας Σερβίων και νοτιοδυτικότερα, καταγράφηκαν 30 συνολικά πηγές συνολικής παροχής 11 ± 1 m³/sec. Το μέσο απόλυτο υψόμετρο των σημείων εκφόρτισης υπολογίστηκε στα 248 m.

Η παρουσία σε αυτή την περιοχή των άνωθεν αναφερθέντων πηγών καθώς και η παρουσία των καρστικών ασβεστόλιθων προβλημάτισε τους μελετητές και εκφράστηκαν φόβοι, ότι με την πλήρωση της λίμνης με δεδομένο ότι η ανώτερη στάθμη της υπολογίστηκε να φτάνει τα +291 m, υπήρχε σαφής κίνδυνος το υπόγειο υδραυλικό καθεστώς να λειτουργήσει αντίστροφα (248 m το υψόμετρο των σημείων εκφόρτισης των πηγών). Ως εκ τούτου θα μπορούσαν να παρουσιασθούν μεταγγίσεις νερού από την λίμνη προς τα Β και ΒΑ (περιοχές Σκοπός, Καστανιά, Τριπόταμος, πεδιάδα Βέροιας).

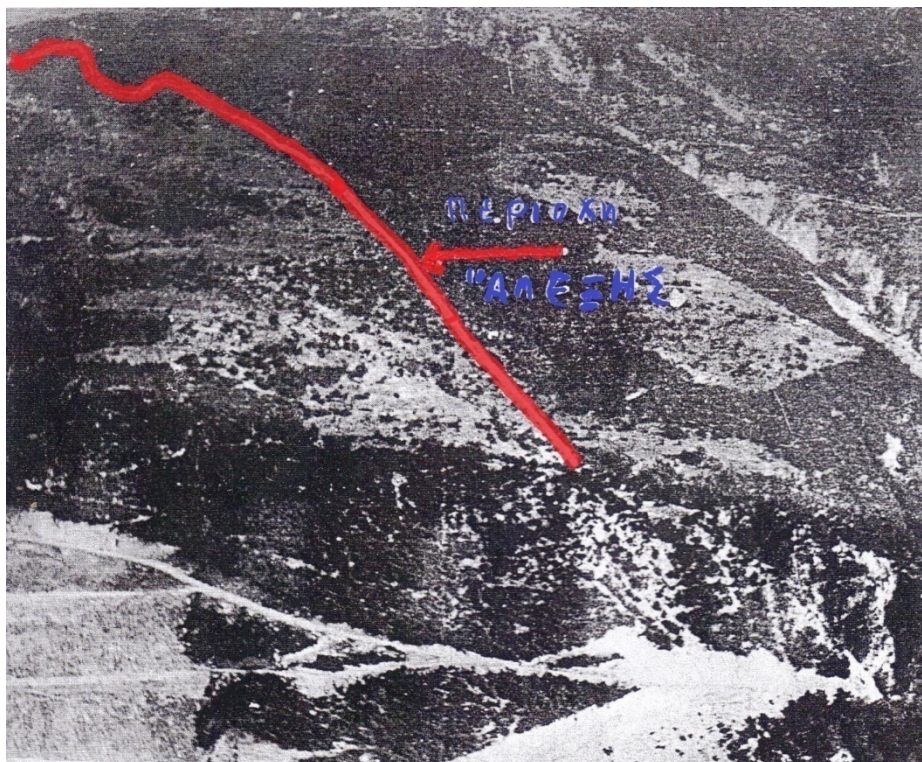


Διαφραγματική κουρτίνα(Δ.Ε.Η)

Η επίλυση του προβλήματος επέβαλε την εκτέλεση εκτεταμένης υδρογεωλογικής μελέτης την οποία η ΔΕΗ ανέθεσε στην Ελβετική εταιρία μελετών Electro-Watt. Στο πλαίσιο αυτής της μελέτης με τίτλο “Hydrology of Vermion”, που υποβλήθηκε στην ΔΕΗ τον Μάιο του 1973, εκτελέστηκαν γεωλογικές – υδρογεωλογικές χαρτογραφήσεις της ευρύτερης περιοχής του Βερμίου μέχρι την τεχνητή λίμνη Πολυφύτου. Εκτελέστηκαν 15 περίπου γεωτρήσεις (μέχρι 600m βάθους) στους κρυσταλλικούς καρστικούς ασβεστόλιθους, όπου και τοποθετήθηκαν πιεζόμετρα. Από τις αξιολογήσεις των αποτελεσμάτων των γεωτρήσεων (λιθολογία, διακυμάνσεις υπόγειας στάθμης) προέκυψε ότι υπήρχε υδραυλική κλίση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα προς την λίμνη, ενώ ο υδροκρίτης βρισκόταν υψηλότερα από την ανώτατη στάθμη της λίμνης (+291 m). Όλες δηλαδή οι γεωτρήσεις είχαν διακύμανση στάθμης υψηλότερη από εκείνη της ανώτατης στάθμης της λίμνης.

Όπως αναφέρθηκε εκτενέστερα, στα τεχνικά χαρακτηριστικά του φράγματος Πολυφύτου, αυτό αποτελεί ένα χωμάτινο φράγμα το οποίο επιλέχθηκε (αντι του σκυροδέματος), βασιζόμενοι σε ορισμένους γεωλογικούς – τεκτονικούς παράγοντες που είναι οι ακόλουθοι:

- Η διαπίστωση ρηγμάτων νεότερης ηλικίας που θεωρήθηκαν ως σεισμικά ενεργά
- Οι διευθύνσεις των κύριων ρηγμάτων καθώς και η παρουσία βασικού συστήματος ανοικτών διακλάσεων με διεύθυνση παράλληλη στην κοίτη του ποταμού.
- Η ύπαρξη της κατολίσθησης γνωστή με το όνομα Άλξης – Λατομείο II' στο δεξιό αντέρεισμα.
- Ο κίνδυνος κατολισθήσεων σημαντικού όγκου πετρωμάτων στην περίπτωση κατασκευής φράγματος από σκυρόδεμα, καθώς το συγκεκριμένο έργο απαιτούσε βαθιές εκσκαφές, με διαμορφώσεις σχεδόν κατακόρυφων πρανών.
- Η ύπαρξη ανομοιομορφής αποσαθρωμένης ζώνης. (Δ.Ε.Η)

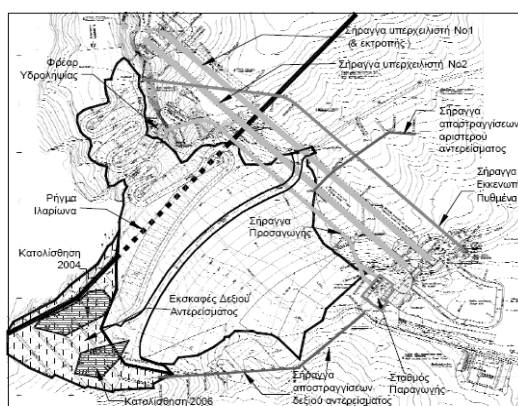


ΥΠΕ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ. Δεξιό αντέρεισμα στην περιοχή του φράγματος –Περιοχή Αλέξης Λατομείο II (Δ.Ε.Η)

ΦΡΑΓΜΑ ΙΛΑΡΙΩΝΑ

Παρότι το συγκεκριμένο έργο δεν αποτελεί μέρος του αντικειμένου της υφιστάμενης μελέτης, εντούτοις θεωρείται σκόπιμο να παρατεθούν συνοπτικά κάποια στοιχεία του εν λόγω έργου, καθώς βρίσκεται σε άμεση συνάρτηση ως μέρος του συνόλου των φραγμάτων στο ρου του Αλιάκμονα. Ως εκ τούτου επηρεάζει και το αντικείμενο μελέτης μας, την λίμνη Πολυφύτου μιας και βρίσκεται μόλις 2 με 3 km κατάντη.

Το φράγμα του Ιλαρίωνα είναι το έκτο μιας συνεχόμενης σειράς φραγμάτων στο ρου του Αλιάκμονα. Η θέση του βρίσκεται στην έξοδο του ομώνυμου φαραγγιού, 25 Km νοτιοδυτικά της πόλης της Κοζάνης. Παρακάτω παραθέτουμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά κατασκευής του φράγματος:



Υδροηλεκτρικό έργο Ιλαρίωνα (Δήμητρα Αλεξανδρή, 2011)



Η θέση της λίμνης που θα δημιουργηθεί από την κατασκευή του φράγματος Ιλαρίωνα(www.ethnos.gr)

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

- Τύπος: Χωμάτινο καμπύλον ($R=500\text{ m}$), από αμμοχάλικα κοίτης με αδιαπέρατο πυρήνα
- Ύψος: 140m
- Μήκος στέψης: 525 m
- Όγκος υλικών φράγματος: $5600 * 10^6\text{ m}^3$
- Έκταση ταμιευτήρα: 21 Km^2
- Χωρητικότητα ταμιευτήρα: $520 * 10^6\text{ m}^3$
- Εγκατεστημένη ισχύς: 180 MW

ΛΙΜΝΗ ΙΛΑΡΙΩΝΑ

Η λίμνη του Ιλαρίωνα έχει ήδη σχηματιστεί και η στάθμη της φτάνει σταδιακά στο ανώτατο σημείο, ενώ με την ολοκλήρωση του εργοστασίου, το νέο υδροηλεκτρικό έργο τίθεται σε παραγωγική διαδικασία.

Σύμφωνα με ενημέρωση των στελεχών της ΔΕΗ σε δημάρχους της περιοχής, μέχρι τα τέλη του έτους αναμένεται να ξεκινήσει η δοκιμαστική λειτουργία της 1^{ης} Μονάδας του Υδροηλεκτρικού Σταθμού Ιλαρίωνα, δυναμικότητας 78,5 μεγαβάτ, ενώ στις αρχές του επόμενου έτους θα μπει σε λειτουργία και η 2^η Μονάδα ισοδύναμης δυναμικότητας με την πρώτη. Αυτή την περίοδο βρίσκονται σε πλήρη εξέλιξη οι τελευταίες εργασίες στον

υδροηλεκτρικό σταθμό. Παράλληλα έχει ολοκληρωθεί η κατασκευή της γραμμής μεταφοράς, η οποία θα διοχετεύσει το ρεύμα στο δίκτυο της ΔΕΗ.

Η λίμνη Πολυφύτου πρόκειται να αλλάξει το τοπίο και να δημιουργήσει ένα ολοκληρωμένο οικοσύστημα στην περιοχή, η αξιοποίηση του οποίου είναι το μεγάλο ζητούμενο.

Να σημειωθεί ότι το φράγμα του Ιλαρίωνα και το αντίστοιχο υδροηλεκτρικό εργοστάσιο, είναι έτοιμο μετά από 22 χρόνια, αφού το έργο άρχισε το 1991, διακόπηκε η κατασκευή το 1996, για να ξαναρχίσει το καλοκαίρι του 2003. Η λίμνη που ήδη σχηματίζεται στην ευρύτερη περιοχή θα



έχει επιφάνεια στην ανώτατη στάθμη πλημμύρας 21,9 τετραγωνικών χιλιομέτρων.

Στο υδροηλεκτρικό εργοστάσιο έχουν τοποθετηθεί τα πλέον σύγχρονα μηχανήματα του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, τα οποία δίνουν τη δυνατότητα να ελέγχεται το καινούργιο υδροηλεκτρικό εργοστάσιο από τον Πολύφυτο, μέσω οπτικής ίνας.

Η νεο-δημιουργηθείσα λίμνη Ιλαρίωνα(www.opaliouriotis.gr)

Το κόστος του έργου του ΥΗΣ Ιλαρίωνα, εκτιμάται στα 250 εκ. ευρώ. Είναι ένα από τα σημαντικότερα έργα της περιοχής, με πολύ μεγάλη σημασία για τη ΔΕΗ και για το ενεργειακό σύστημα της χώρας, καθώς: θα παράγει φθηνή ενέργεια που θα διασφαλίζει σε περιόδους αιχμής την επάρκεια και την ισορροπία του συστήματος, θα εξασφαλίσει την μελλοντική ύδρευση της Θεσσαλονίκης και την άρδευση των κάμπων των νομών Πέλλας, Ημαθίας και της βόρειας ζώνης της Κοζάνης, ενώ θα δώσει τη δυνατότητα τουριστικής αξιοποίησης της λίμνης Πολυφύτου, αφού θα σταθεροποιήσει τη στάθμη της.[20]

ΕΜΒΙΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα ένας από τους δείκτες ευτροφίας ενός υγροτοπικού συστήματος αποτελεί το σύστημα που συνθέτει την εικόνα των έμβιων οργανισμών που αναπτύσσονται και διαβιώνουν σε αυτό. Επιπλέον η καλή ποιοτική κατάσταση ενός τέτοιου συστήματος αντανακλάται και στην μεγάλη συγκέντρωση ποικιλότητας του συστήματος των έμβιων οργανισμών.

Συγκεκριμένα και όσο αφορά το αντικείμενο της παρούσης μελέτης που αποτελεί η τεχνητή λίμνη Πολυφύτου, αυτή έχει καταγραφεί ως υγρότοπος από την Εθνική Απογραφή των Υγροτόπων το 1994 με τον κωδικό 133103000 (ΕΚΒΥ 1994). Παρόλα αυτά η ευρύτερη περιοχή δεν ανήκει στο δίκτυο των

προστατευόμενων περιοχών της Ευρώπης, παρά μόνο ένα μικρό τμήμα αυτής. Η ίδια η τεχνητή λίμνη Πολυφύτου δεν συμπεριλαμβάνεται σε κανένα επιστημονικό ή εθνικό κατάλογο προστατευόμενων περιοχών. Ο λόγος είναι ότι η λίμνη παρουσιάζει τεράστιες χρονικές και τοπικές διακυμάνσεις του ύψους της στάθμης της. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην καθίσταται δυνατή η δημιουργία μόνιμων μικροθέσεων που θα μπορούσαν να φιλοξενήσουν σημαντικά είδη χλωρίδας και πανίδας.(Κουρακλή ,2010)

Εντούτοις στην λίμνη παρατηρείται τα τελευταία χρόνια μια ταχεία ανάπτυξη ενός αρκετά πλούσιου συστήματος έμβιων οργανισμών που θα αναλυθούν αμέσως παρακάτω.

ΒΛΑΣΤΗΣΗ

Το Φυσικό Περιβάλλον της περιοχής γύρω από τη λίμνη Πολυφύτου απαρτίζεται από ένα σύνολο αλληλοεπηρεαζόμενων οικοσυστημάτων:

- τη ζώνη δασών, όπως κωνοφόρα και πλατύφυλλα δάση.
- τη ζώνη βοσκοτόπων, όπου παρατηρείται φυσική βλάστηση.
- τη ζώνη της σκληροφυλλικής βλάστησης, δηλαδή ποώδης και θαμνώδης βλάστηση.
- τη ζώνη γεωργικής γης, που σταδιακά αυξάνεται.
- τη ζώνη οικιστικών περιοχών.
- τη ζώνη υδάτινου περιβάλλοντος Λίμνης Αλιάκμονα-Πολυφύτου.

[13]

ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑ

Τέλος, τα μέλη της Ελληνικής Ορνιθολογικής Εταιρίας και της Οικολογικής Κίνησης Κοζάνης κατέγραψαν μεγάλη ποικιλία υδρόβιων πουλιών οδεύοντας περιμετρικά της λίμνης .Η Φαλαρίδα και ο Κορμοράνος είναι δύο από τα είδη τα οποία κυριαρχούν σε πληθυσμό, σε όλο το μήκος της λίμνης, ιδιαίτερα την χειμερινή περίοδο. Αρκετά μικρότερες συγκεντρώσεις είχαν οι Ερωδιοί (Σταχτοτσικνιάς, Λευκοτσικνιάς) και η Λαγγόνα. Από τους γλάρους κυριαρχούν ο Καστανοκέφαλος Γλάρος, ενώ πιο σπάνιος είναι ο Ασημόγλαρος της Κασπίας. Επίσης, παρατηρήθηκε και μια πολύ μικρή ομάδα – σεσχέση με άλλες λίμνες - Αργυροπελεκάνων κοντά στη γέφυρα των Σερβίων.

Γενικά, σύμφωνα με επιστημονικές παρατηρήσεις της τελευταίας τετραετίας στη λίμνη Πολυφύτου μέχρι σήμερα έχουν παρατηρηθεί 91 διαφορετικά είδη πτηνών.

Εξαιτίας της παρουσίας των σπάνιων πτηνών που βρέθηκαν (Αργυροπελεκάνοι, Λαγγόνα), ο υδροβιότοπος της λίμνης Πολυφύτου είναι υπό καθεστώςπροστασίας διεθνών συμβάσεων, που αφορούν απειλούμενα είδη πτηνών. Τέλος,παρατηρούνται αρκετά μειωμένοι πληθυσμοί, λόγω του κυνηγιού, άγριας πάπιας,όπως είναι η Πρασινοκεφαλόπαπια, το Κιρκίρι, το Σφυριχτάρι, η Κυνηγόπαπια κ.α.[8]

ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ

Η λίμνη Πολυφύτου είναι μια τεχνητή λίμνη η οποία όπως είναι αναμενόμενο παρουσιάζει τα τυπικά προβλήματα των φραγμα-λιμνών. Ως εκ τούτου θεωρούνται υδάτινα οικοσυστήματα στα οποία όμως δεν εντοπίζονται καλά δομημένες βιοκοινότητες. Αυτό συμβαίνει γιατί η συνήθως ποτάμιας προέλευσης χλωρίδα και πανίδα προσαρμόζεται σχετικά δύσκολα στο νέο περιβάλλον, που έχει σαφή λιμναία χαρακτηριστικά. Επιπλέον οι τρόποι διαχείρισης του υδάτινου αποθέματος (άρδευση, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αποτελέσματα την δυσκολία αναπαραγωγής των διαφόρων ειδών που συνθέτουν την υδρόβια βιοποικιλότητα.

Συγκεκριμένα όσον αφορά την ιχθυοπανίδα της λίμνης Πολυφύτου, εντοπίζονται 17 είδη ψαριών από τα οποία 3 αναφέρονται στην οδηγία 92/43/ΕΟΚ ενώ 5 είδη προστατεύονται από την συνθήκη της Βέρνης. Τα σημαντικότερα είδη που παρατηρούνται στην λίμνη είναι: ο γουλιανός, οι κυπρίνοι (γριβάδι), η πέρκα καθώς και οι πεταλούδες. Ενώ τα τελευταία χρόνια εμφανίστηκαν και καραβίδες του γλυκού νερού. Αντιθέτως δεν εντοπίζεται σημαντική ποσότητα από πέστροφες, αν και η λίμνη εξαιτίας των ρευμάτων και της συνεχούς ροής του Αλιάκμονα ενδείκνυται για την αναπαραγωγή του συγκεκριμένου είδους. Ως εκ τούτου για την ενίσχυση της ιχθυοπανίδας, το τμήμα αλιείας της περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας προέβει στον εμπλουτισμό της λίμνης με 50.000 γόνους πέστροφας.[8]

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΔΕΛΤΑΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ

Τα δέλτα, είναι γλωσσοειδείς ή ριπιδιοειδείς αποθέσεις υλικού που μεταφέρθηκε μέσω ενός ποτάμιου συστήματος και αποτέθηκε μπροστά στους χώρους των εκβολών, στα ρηχά υδάτινων λεκανών(λιμνών, θαλασσών). Πατέρας του ότου δέλτα ήταν ο Ηρόδοτος που περιέγραψε το εντυπωσιακό δέλτα του Νείλου στις Αιγυπτιακές ακτές. Τα δέλτα μοιάζουν στο σχήμα με τα ριπιδία είτε τα αλουβιακά είτε τα υποθαλάσσια, αλλά διαφέρουν σημαντικά από αυτά στα υλικά, στις δυναμικές συνθήκες και στις εξελικτικές διεργασίες.

Τα δέλτα, αποτελούν αποθέσεις κατά κανόνα κλαστικών υλικών που γίνονται είτε σε χερσαίο περιβάλλον είτε σε υδάτινο ρηχό περιβάλλον και για το λόγο αυτό, οι παράγοντες που επηρεάζουν το σχηματισμό τους και οι δυναμικές συνθήκες που καθορίζουν την εξέλιξή τους είναι πολύ σύνθετες και είναι οι εξής:

- Η συμπεριφορά-δίαιτα των ποταμών και οι τοπικές συνθήκες της λεκάνης απορροής
- Το είδος των πετρωμάτων, η τεκτονική τους καταπόνηση και το επιφανειακό ανάγλυφο στο χώρο της λεκάνης απορροής

- Η γενική τεκτονική κατάσταση της περιοχής δραστηριότητας των ποταμών και του χώρου που εκβάλλουν
- Το κλίμα
- Οι παράκτιες συνθήκες

Για να σχηματιστεί ένα δέλτα χρειάζεται να συνυπάρχουν ποτάμια τροφοδοσία σε υλικά, όχι γρήγορες μεταβολές στην τεκτονική κατάσταση, με ρηχή και ήσυχη παράκτια ζώνη. Οι προϋποθέσεις αυτές δεν είναι απαραίτητες για το σχηματισμό λιμναίων δέλτα. (Αντώνιος Ψιλοβίκος, 2010)

Ανάλογα με τις επιφανειακές διεργασίες που κυριαρχούν το χώρο των εκβολών τους, τα δέλτα αποκτούν τους χαρακτήρες και τη μορφή τους. Στις λίμνες, η είσοδος της ποτάμιας και πυκνής στροβιλώδους ροής αναγκάζει το νερό και τα υλικά να κινηθούν μέσα στα ρηχά και η απόθεση χονδρόκοκκων και λεπτόκοκκων υλικών αποκτά μια γλωσσοειδή, ζωνώδη διάταξη. Η ροή ρυθμίζεται στην περίπτωση αυτή από δυνάμεις αδράνειας και τριβής, ενώ το σχήμα του δέλτα αποκτά τη μορφή ενός τόξου ή ενός λοβού. (Α.ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ, 2010)

Σε ένα λιμναίο δέλτα διακρίνονται τρεις διακριτές διαστρωματώσεις:

- Η πρώτη στρώση χαμηλής κλίσης που αποτελείται από αποθέσεις που ξεκινούν από την κοίτη του ποταμού
- Η δεύτερη στρώση με απότομη κλίση που ακολουθεί την προηγούμενη και σχηματίζεται σε μεγαλύτερο βάθος
- Η Τρίτη στρώση χαμηλής κλίσης η οποία σχηματίζεται από λεπτόκοκκες κατακαθήσεις στον πυθμένα της λίμνης ή του ταμιευτήρα νερού

Σε τέτοιου είδους δέλτα η πλειοψηφία των ιζημάτων που μεταφέρεται και αποτίθεται μέσω του εκάστοτε ποτάμιου συστήματος στον ταμιευτήρα είναι αργιλική λάσπη.

Λόγω της κοκκομετρίας της λάσπης κατά την εισροή της στη λίμνη έχει την ικανότητα να παραμένει σε αιώρηση και να μεταφέρεται σε μεγαλύτερα βάθη μέσα στη λίμνη. Η λάσπη που μεταφέρεται από ένα στρώμα άμμου αποτελεί συνήθως ένα αμελητέο ποσοστό του στρώματος άμμου. Για το λόγο αυτό συνήθως αναφέρεται ως φορτίο έκπλυσης. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον η πρώτη και η δεύτερη διαστρωμάτωση αποτελούνται κυρίως από άμμο, ενώ η τρίτη κυρίως από λάσπη. Η λάσπη αυτή μπορεί να αποτεθεί με τρεις μηχανισμούς. Οι δύο πρώτοι μηχανισμοί είναι επιφανειακές ροές και ενδοροές εντός του κυρίως ρεύματος ενώ ο τρίτος σχηματίζεται διαμέσου ενός τυρβώδους ρεύματος λάσπης στον πυθμένα του ταμιευτήρα.

Παρακάτω αναφέρεται ένα πλήρες αριθμητικό μοντέλο δελταικής ιζηματοποιήσεως σε λίμνες και άλλους ταμιευτήρες νερού. Το μοντέλο αποτελείται από δύο συνδεδεμένα υπομοντέλα:

- Ένα μοντέλο τυρβώδους μορφής το οποίο περιγράφει την εξέλιξη των αποθέσεων του πυθμένα και

- Ένα ροώδες μοντέλο το οποίο περιγράφει την εξέλιξη των ομοιόμορφα κινούμενων αποθέσεων (πρώτη και δεύτερη διαστρωμάτωση)

Το μοντέλο ελέγχει τρία κινούμενα όρια. Τα πρώτα δύο όρια καθορίζουν τη θέση της κορυφής και του πυθμένα του δέλτα και κινούνται σε γεωμορφικό χρόνο-αργή εξέλιξη. Το τρίτο όριο ακολουθεί το μέτωπο του τυρβώδους ρεύματος και κινείται σε υδραυλικό χρόνο-γρηγορότερο χρόνο. Η μορφολογία των αποθέσεων και η εξέλιξη της διεπαφής άμμου-λάσπης, επηρεάζεται ισχυρά από την αλληλεπίδραση μεταξύ ροώδους και τυρβώδους απόθεσης.

Διαμόρφωση μοντέλου

- Το δέλτα απλοποιείται σε μονοδιάστατο μοντέλο, γεγονός το οποίο επιτρέπει την σχετικά εύκολη πειραματική επιβεβαίωση αυτού.
- Το ιζήμα αποτελείται από λάσπη και άμμο οι οποίες αναπαριστούνται αποκλειστικά με τις διάμεσες διαμέτρους D_m και D_s αντίστοιχα. Η άμμος μεταφέρεται ως φορτίο πυθμένα ενώ η λάσπη μεταφέρεται διαλυμένη εντός της υδάτινης μάζας.
- Το ποτάμι ξεκινάει στο σημείο $x=0$. Στο σημείο αυτό, η υδάτινη ροή μάζας, η αμμώδης και η λασπώδης ροή όγκου περιγράφονται ως συναρτήσεις του χρόνου.
- Η ιλίς αποτίθεται με σταθερή κλίση "χιονοστιβάδας".
- Η απόθεση της λάσπης από την υπερκείμενη μάζα νερού είναι αμελητέα. Παρόλα αυτά, το μοντέλο μπορεί να αναβαθμιστεί ώστε να συμπεριλάβει και αυτόν τον παράγοντα.
- Το υδροδυναμικό κομμάτι του μοντέλου της τυρβώδους ροής βασίζεται στο καθιερωμένο μοντέλο διαστρωματικής ροής. Η υδροδυναμική μονάδα έχει τροποποιηθεί ώστε να περιλαμβάνει τη διαστρωμάτωση της πυκνότητας εξαιτίας της θερμοκρασίας και της απόθεσης.
- Το βάθος του ταμιευτήρα είναι σημαντικά μεγαλύτερο συγκριτικά με το βάθος του τυρβώδους ρεύματος. Έτσι η ροή στα ανώτερα επίπεδα μπορεί να εκτιμηθεί ως μη έχουσα δυναμική επίδραση με την υποκείμενη ροή και ένα μονοστρωματικό μοντέλο τυρβώδους ρεύματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί.
- Το τυρβώδες ρεύμα είναι επαρκώς διαλυμένο έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί η προσέγγιση των εξισώσεων κίνησης του Bussinesq.
- Το τυρβώδες ρεύμα είναι πολύ ασθενές ώστε να αναδεύσει λάσπη από τον πυθμένα του ταμιευτήρα νερού.
- Η καθαρή επίδραση του διαλυμένου ιζήματος και των θερμοκρασιακών διαφοροποιήσεων καθιστούν την εσωτερική ροή του ποταμού βαρύτερη προς το υπερκείμενο νερό. Το υπερκείμενο νερό είναι ελεύθερο ιζημάτων και στρωματοποιημένο. Η μεταβολή της πυκνότητας στο υπερκείμενο

νερό είναι μεγαλύτερη συγκριτικά με τα υποκείμενα στρώματα νερού.

- Η ροή του ποταμού μοντελοποιείται ως σταθερή και η εξέλιξη σε βάθος χρόνου του τυρβώδους ρεύματος αναλύεται. Αυτό εξηγείται ως εξής: η διακύμανση της απορροής σε πολλά ποτάμια χαμηλής κλίσης είναι επαρκώς προοδευτική. Παρόλα αυτά, το τυρβώδες ρεύμα μπορεί να εμφανιστεί ή να εξαφανιστεί ξαφνικά το οποίο εξαρτάται από το εάν το κριτήριο για το lunging της ροής του ποταμού πληρείται ή όχι. (Svetlana Kostic and Gary Parker, 2003)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε η καταγραφή, επεξεργασία και απεικόνιση των γεωμετρικών στοιχείων του λιμναίου Δέλτα του ποταμού Αλιάκμονα στη λίμνη του Πολυφύτου. Η αρχική οριοθέτηση του συνόλου των δελταϊκών αποθέσεων έγινε σε 2 δορυφορικές φωτογραφίες από το Google Earth, με ημερομηνίες λήψης 18/7/2008 και 8/11/2012. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε στις ίδιες φωτογραφίες εμβαδομέτρηση του Δέλτα, χαράζοντας πολύγωνα. Το σύνολο των δελταϊκών αποθέσεων που διαφαίνονται στον ταμιευτήρα και διαχωρίστηκε σε τρία τμήματα, το ανώτερο, το μεσαίο και το κατώτερο. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε για δύο μη διαδοχικά έτη, σε δύο διαφορετικές εποχές. Έπειτα με τη χρήση του προγράμματος Global Mapper 10, έκδοσης 2010, πάρθηκε εικόνα εστιασμένη στην περιοχή μελέτης και έγινε επικάλυψη αυτής με την αντίστοιχη εικόνα του Κτηματολογίου, αφού έγινε αλλαγή του προβολικού συστήματος, από το ελληνικό προβολικό σύστημα σε WGS84. Έπειτα τοποθετήθηκαν τα πολύγωνα μορφής KMZ και με τη βοήθεια του ήδη αναφερθέντος προγράμματος, υπολογίστηκε η έκτασή τους σε τετραγωνικά χιλιόμετρα. Το κάθε τμήμα χρωματίστηκε διαφορετικά, για την εμφανή διάκριση κάθε τμήματος. Τέλος αθροίστηκαν τα επιμέρους εμβαδά των άνω, μέσο, κάτω τμημάτων για λόγους συγκριτικής αξιολόγησης με τα αντίστοιχα αποτελέσματα της άλλης χρονικής περιόδου. Στην προσπάθεια εξαγωγής ορθότερων και ακριβέστερων αποτελεσμάτων, σημαντική συνεισφορά απέτελεσε και η προσωπική επικοινωνία με τον Υ.Η.Σ Πολυφύτου, από όπου δόθηκαν οι ακριβείς μετρήσεις της στάθμης του ταμιευτήρα για τις αντίστοιχες ημερομηνίες λήψης των δορυφορικών εικόνων. Ακολούθησε η διεξαγωγή συμπερασμάτων, αναφορικά τόσο με την εξέλιξη του δέλτα από τον χρόνο έναρξης λειτουργίας του ταμιευτήρα έως και σήμερα, όσο και με την επικείμενη πορεία του Δέλτα, μετά και την δημιουργία του νέου φράγματος του Ιλαρίωνα στο ρου του Αλιάκμονα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΤΟ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ ΣΤΗΝ ΛΙΜΝΗ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ

Στη συνέχεια παρατίθενται τα στοιχεία που έχουν προκύψει από τον υπολογισμό της έκτασης των φερτών υλικών-δελταικών αποθέσεων μέσα στον ταμιευτήρα της λίμνης Πολυφύτου. Τα αποτελέσματα αυτά προέκυψαν από την επεξεργασία δορυφορικών εικόνων δύο διαφορετικών χρονικών ημερομηνιών. Συγκεκριμένα:

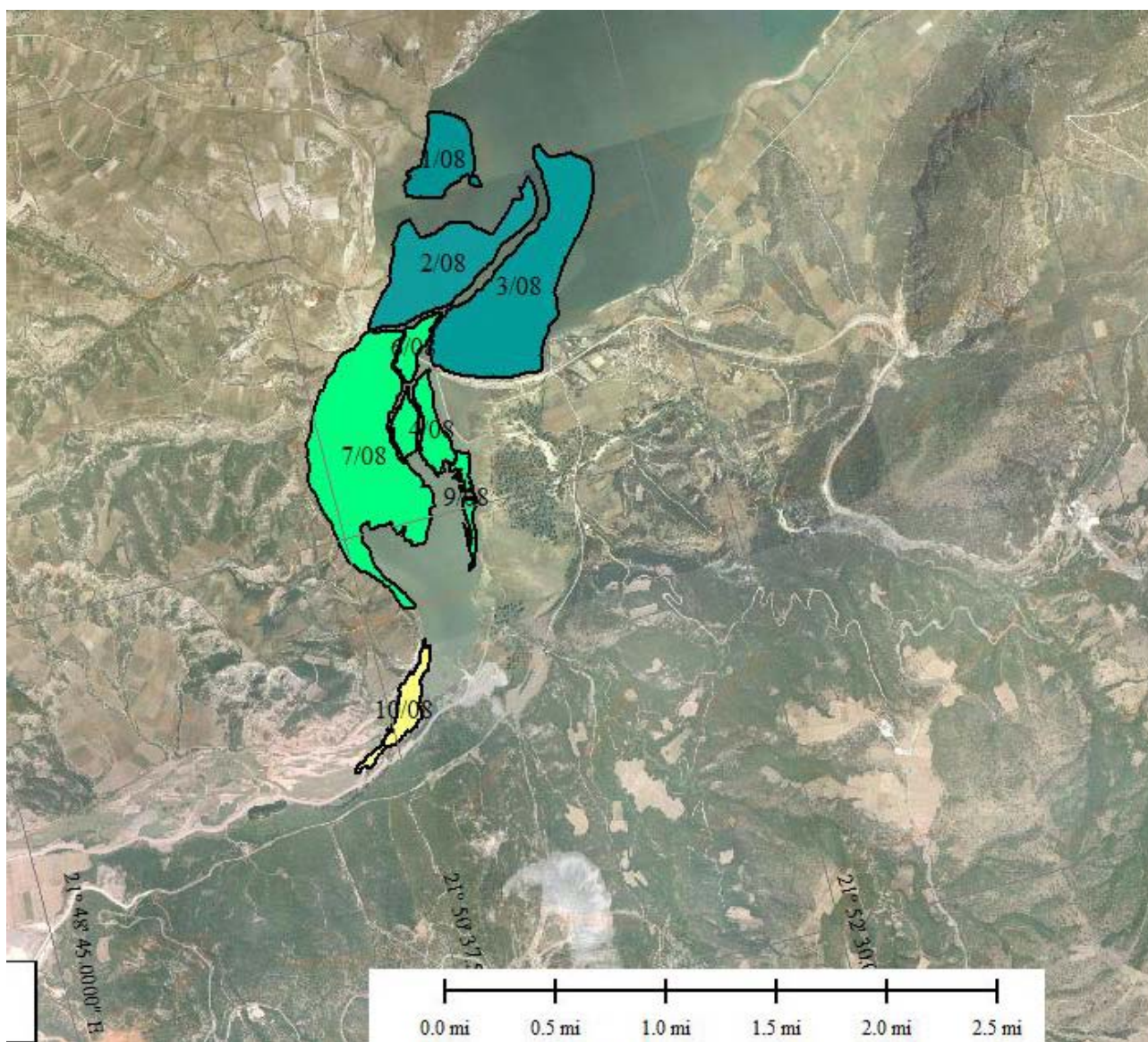
ΔΕΛΤΑ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ – 18/07/2008	
ΤΜΗΜΑΤΑ	ΕΚΤΑΣΗ (km^2)
1	0.2113
2	0.496
3	0.853
4	0.1041
5	0.0645
6	0.0689
7	0.963
9	0.0505
10	0.1063
ΣΥΝΟΛΟ	2.9174

Στο χάρτη με μπλε χρώμα απεικονίζεται το άνω τμήμα των δελταικών αποθέσεων του οποίου η έκταση υπολογίστηκε και είναι ίση με **1,5603 km^2** .

Με πράσινο χρώμα απεικονίζεται το μεσαίο τμήμα των δελταικών αποθέσεων του οποίου η έκταση είναι ίση με **1,251 km^2** .

Τέλος, με κίτρινο χρώμα απεικονίζεται το κατώτερο τμήμα. Περαιτέρω στοιχεία του κατώτερου τμήματος δεν συλλέχθηκαν λόγω μη ολοκληρωμένης δορυφορικής εικόνας του συγκεκριμένου έτους.

Σημειώνεται επίσης, ότι η στάθμη της λίμνης Πολυφύτου για την 18/07/2008 ήταν 281,27 m σύμφωνα με την πρωινή μέτρηση και 281,25 m κατά τη νυκτερινή μέτρηση. Ο μέσος όρος των δυο μετρήσεων υπολογίστηκε σε 281,26 m.(Υ.Η.Σ Πολυφύτου-προσωπική επικοινωνία)



Χάρτης Α: Απεικόνιση της έκτασης του δέλτα σε διαχωρισμένα τμήματα-18/07/2008

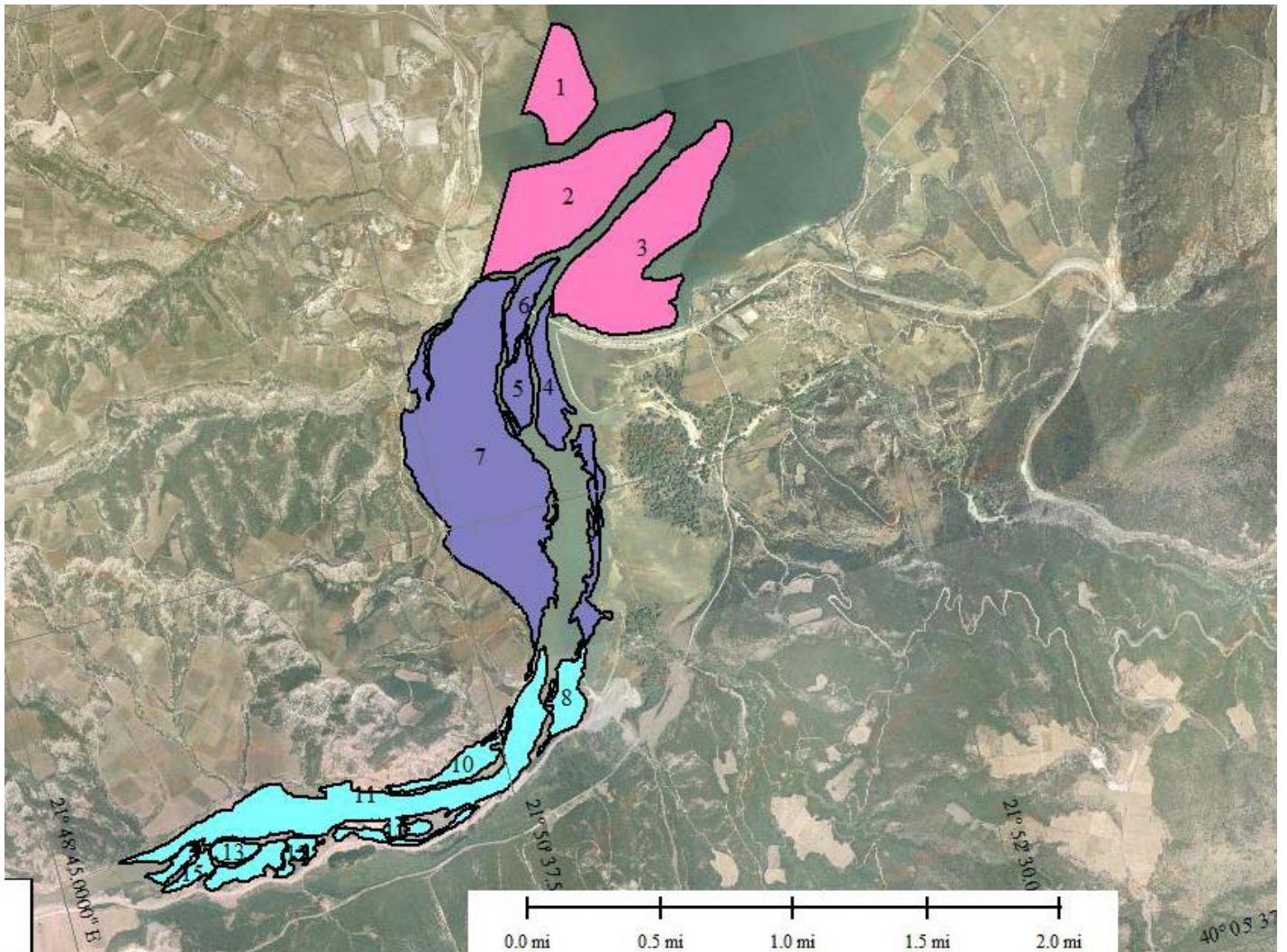
ΔΕΛΤΑ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ – 08/11/2012	
ΤΜΗΜΑΤΑ	ΕΚΤΑΣΗ (km^2)
1	0.1951
2	0.4734
3	0.5940
4	0.1093
5	0.0733
6	0.0674
7	1.072
9	0.0996
8	0.0778
10	0.0738
11	0.502
12	0.02816
13	0.02974
14	0.0579
15	0.02887
16	0.02239
17	0.03101
18	0.01103
ΣΥΝΟΛΟ	3.5468

Το ανώτερο τμήμα των αποθέσεων διαφαίνεται με ροζ χρώμα και η έκταση του είναι **1,2625 km^2** .

Με μωβ χρώμα αναπαρίσταται το μεσαίο τμήμα με υπολογιζόμενη έκταση **1,4216 km^2** .

Τέλος, το κατώτερο τμήμα απεικονίζεται με γαλάζιο χρώμα και έχει έκταση ίση με **0,8627 km^2** .

Κατά την ημέρα λήψης της δορυφορικής εικόνας, την 08/11/2012 οι τιμές της στάθμης που προέκυψαν ήταν 281,73 m κατά την πρωινή μέτρηση και 281,60 m κατά τη νυκτερινή, ενώ ο μέσος όρος των δύο μετρήσεων ανέρχεται σε 281,665 m. (Υ.Η.Σ Πολυφύτου-προσωπική επικοινωνία)



Χάρτης Β: Απεικόνιση της έκτασης του δέλτα σε διαχωρισμένα τμήματα-08/11/2012

Επιπλέον, υπολογίστηκαν οι διαφορές των εκτάσεων τόσο των επιμέρους τμημάτων των δελταϊκών αποθέσεων, όσο και η συνολική διαφορά της έκτασης του δέλτα όπως αυτό απεικονίζεται στις δύο διαφορετικές δορυφορικές λήψεις. Συγκεκριμένα:

Για το ανώτερο τμήμα των δελταϊκών αποθέσεων η διαφορά της έκτασης μεταξύ των δύο δορυφορικών λήψεων υπολογίστηκε ίση με **0,2978 km^2** και η οποία αντιστοιχεί σε μείωση της έκτασης από το έτος 2008 στο έτος 2012.

Για το μεσαίο τμήμα των δελταϊκών αποθέσεων η υπολογιζόμενη διαφορά είναι ίση με **0,1706 km^2** και η οποία αντιστοιχεί σε αύξηση της έκτασης από το έτος 2008 στο έτος 2012.

Όσον αφορά το κατώτερο τμήμα των δελταϊκών αποθέσεων δεν μπορούν να εξαχθούν κάποια συγκριτικά αποτελέσματα λόγω έλλειψης στοιχείων.

Τέλος, αναφορικά με την συνολική διαφορά της έκτασης του δέλτα στις δυο διαφορετικές δορυφορικές εικόνες, υπολογίστηκε ίση με **0,6294 km^2** , ενώ η υπολογιζόμενη αυτή διαφορά αντιστοιχεί σε αύξηση της έκτασης από το έτος

2008 στο έτος 2012. Επιπλέον στην συνολικά υπολογιζόμενη διαφορά της έκτασης του δέλτα, πραγματοποιήθηκε μέτρηση του ρυθμού αύξησης της έκτασης στα 4 χρόνια που παρεμβάλλονται μεταξύ των δυο ημερομηνιών λήψης των δορυφορικών εικόνων. Αυτή αντιστοιχεί σε μία αύξηση της τάξης των **0,15735 km^2 /έτος**. Δεδομένου ότι η απόθεση των φερτών υλικών στην λίμνη ξεκίνησε από τον χρόνο πλήρωσης της, ο συνολικός χρόνος απόθεσης αντιστοιχεί σε 40 έτη, βάση του ρυθμού αύξησης της έκτασης του δέλτα η συνολικά υπολογιζόμενη έκταση θα πρέπει να αντιστοιχεί σε **6,294 km^2** .

Παρακάτω παρατίθεται ο χάρτης στον οποίο διακρίνεται η υπό μελέτη περιοχή του δέλτα με σημειωμένη την συνολική έκταση του όπως αυτή απεικονίζεται στην δορυφορική εικόνα που έχει παρθεί από το google earth.



Χάρτης Γ: Απεικόνιση της συνολικής έκτασης του δέλτα-διαχωριζόμενη με κόκκινο χρώμα η έκταση.

Σύμφωνα με αυτή την εικόνα υπολογίστηκε η συνολική έκταση του δέλτα στην λίμνη Πολυφύτου η οποία αντιστοιχεί στο σημειωμένο, με κόκκινο χρώμα, τμήμα της εικόνας και είναι ίση με **5,73 km^2** .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται προσπάθεια εξαγωγής συμπερασμάτων, που έχουν προκύψει από την επεξεργασία των στοιχείων που έχουν συλλεχθεί κατά τον χρόνο διεξαγωγής της μελέτης μας.

Όπως έχει προαναφερθεί τα δέλτα είναι σχηματισμοί που δημιουργούνται στην συμβολή ποταμών με την θάλασσα ή στην υπό μελέτη περίπτωση με μη κινούμενα σώματα νερού-ταμιευτήρες. Το εξεταζόμενο δέλτα άρχισε να δημιουργείται από τον χρόνο πλήρωσης της τεχνητής λίμνης Πολυφύτου, μετά την κατασκευή του ομώνυμου φράγματος. Αμέσως μετά την δημιουργία της λίμνης ως φυσικό επακόλουθο ήταν και η εισροή σε αυτήν φερτών υλικών από τον ποταμό Αλιάκμονα, όπως και από τους χειμάρρους που καταλήγουν σε αυτήν, ως αποτέλεσμα της υποβάθμισης της ορεινής λεκάνης του Αλιάκμονα ποταμού.

Ο μηχανισμός δημιουργίας ενός λιμναίου δέλτα επομένως και του δέλτα που εντοπίζεται στην νοτιοδυτική πλευρά της λίμνης Πολυφύτου στην συμβολή του Αλιάκμονα με τον ταμιευτήρα είναι ο εξής: οι εισερχόμενες και μεγάλης ταχύτητας ποσότητες νερού από τον Αλιάκμονα, συναντούν τα μη κινούμενα ύδατα της λίμνης, έπεται η καθίζηση των φερτών υλικών του ποταμού κοντά στην συμβολή με τον ταμιευτήρα των πιο χονδρόκοκκων υλικών και ακολουθεί η καθίζηση των λεπτόκοκκων σε μεγαλύτερη απόσταση. Το σχήμα του λιμναίου δέλτα, διαφέρει από αυτό ενός θαλάσσιου λόγω της εισροής του ποτάμιου νερού σε νερό παρόμοιας πυκνότητας-το σχήμα ενός λιμναίου δέλτα έχει περιγραφεί εκτενώς σε προηγούμενο κεφάλαιο. Αυτή η διαδικασία όπως είναι αναμενόμενο ξεκίνησε από τον χρόνο δημιουργίας της τεχνητής λίμνης Πολυφύτου, δηλαδή από το 1974. Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω δεδομένα συμπεραίνουμε ότι:

- Παρατηρείται αύξηση των εκτάσεων των φερτών υλικών που εντοπίζονται στον ταμιευτήρα, μεταξύ των ετών 2008-2012. Αυτό μπορεί να θεωρηθεί ως ένα απόλυτα φυσιολογικό φαινόμενο, δεδομένου ότι από τον χρόνο δημιουργίας μιας τεχνητής λίμνης, αναμένουμε συνεχή αύξηση της εισροής φερτών υλικών, λόγω συνεχούς υποβάθμισης της ορεινής λεκάνης του εκάστοτε ταμιευτήρα.
- Λαμβάνοντας υπόψη τις μετρήσεις της στάθμης του ταμιευτήρα κατά τις αντίστοιχες ημερομηνίες λήψης των δορυφορικών εικόνων, υπολογίστηκε 0,405 m υψηλότερη στάθμη το έτος 2012 από ότι το έτος 2008, γεγονός που αναμενόταν καθότι η

υψηλότερη στάθμη εντοπίστηκε το Νοέμβριο του 2012, σε σχέση με τον Ιούλιο του 2008-αυξημένη εξάτμιση.

- Αναφερόμενοι σε όλα τα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα ότι η έκταση των φερτών υλικών κατά το έτος 2012, οι οποίες παρουσιάζονται αυξημένες σε σχέση με το 2008, είναι οι ελάχιστα υπολογιζόμενες, λαμβάνοντας υπόψη ότι η στάθμη της λίμνης κατά το ίδιο έτος ήταν αυξημένη σε σχέση με το 2008.
- Σημειώνουμε επιπλέον ότι στο διάστημα το οποίο παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο δορυφορικών εικόνων, πραγματοποιούνταν τα έργα κατασκευής του νέου φράγματος του Ιλαρίωνα, κατάντη της λίμνης Πολυφύτου. Αυτό εμπεριέχει το κίνδυνο εσφαλμένων μετρήσεων αναφορικά με την έκταση του δέλτα, δεδομένου ότι το νέο φράγμα είναι χωμάτινο και θα μπορούσε να υπάρχει διαρροή υλικών που δεν προέρχονται από την λεκάνη απορροής του ταμιευτήρα, οπότε θα είχαμε εικονική αύξηση της έκτασης του δέλτα. Εντούτοις ο ρυθμός αύξησης των φερτών υλικών, που υπολογίστηκε, αντιστοιχεί σε **0,15735 km^2 /έτος**. Βάση αυτού του ρυθμού υπολογίστηκε η συνολικά αναμενόμενη έκταση του δέλτα με αναγωγή στα 40 έτη λειτουργίας του ταμιευτήρα, κατά προσέγγιση σε **6,294 km^2** . Μέσω της δορυφορικής εικόνας του google earth, με την μέθοδο των πολυγώνων, υπολογίστηκε η πραγματική συνολική έκταση, η οποία είναι **5,73 km^2** , ίση σχεδόν με την αναμενόμενη, κάτι που συνηγορεί σε φυσιολογικό ρυθμό αύξησης των φερτών υλικών στην λίμνη. Επομένως αποκλείεται το ενδεχόμενο εσφαλμένων μετρήσεων λόγω διαρροών από το νέο φράγμα του Ιλαρίωνα.
- Τέλος, φυσικό επακόλουθο της διαδικασίας υποβάθμισης της ορεινής λεκάνης της λίμνης Πολυφύτου, θεωρείται η συνεχής πρόσχωση της λίμνης εξαιτίας της συνεχούς αύξησης του ρυθμού εισροής φερτών υλικών στον ταμιευτήρα. Αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα την μείωση του προσδόκιμου ορίου λειτουργίας του ταμιευτήρα λόγω πρόσχωσης του από τα εισερχόμενα φερτά υλικά. Με την δημιουργία όμως του νέου φράγματος του Ιλαρίωνα, κατάντη της λίμνης Πολυφύτου επέρχεται διακοπή της τροφοδοσίας σε φερτά υλικά κατά συνέπεια και σταδιακή μείωση του ρυθμού εισόδου των υλικών αυτών μέσω του ποταμού Αλιάκμονα λόγω κατακράτησης τους στην είσοδο του ταμιευτήρα. Το γεγονός αυτό θα έχει ως συνέπεια την διάβρωση του υπάρχοντος δέλτα με τελική κατάληξη τον πλήρη αφανισμό του, σε βάθος χρόνου.
- Η διττή ερμηνεία αυτής της διαδικασίας είναι ότι αυξάνεται το προσδόκιμο όριο ζωής του ταμιευτήρα, πλεονέκτημα το οποίο αντισταθμίζεται από την διάβρωση του ήδη υπάρχοντος δέλτα το οποίο λειτουργεί ως υδροβιότοπος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ

- ο ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ, ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ, ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ, 1989. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ ΚΟΖΑΝΗΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΙΧΘΥΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΗΣ (ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΙΧΘΥΟΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ)
- ο ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗ ΚΟΖΑΝΗΣ Α.Ε., 1999, ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΝΟΜΟΥ ΚΟΖΑΝΗΣ-ΕΠΑΡΧΙΑ ΒΟΙΟΥ
- ο ΝΙΚΟΛΑΟΥ Χ.ΧΡΙΣΤΑΦΑΚΟΠΟΥΛΟΥ, 2000, ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΤΟΥ ΥΔΡΟΤΟΠΟΥ ΣΤΗ ΛΙΜΝΗ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ ΩΣ ΥΔΡΟΒΙΟΤΟΠΟΥ ΜΕ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ, ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΔΗΜΟΚΡΙΤΙΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΡΑΚΗΣ
- ο ΚΟΥΡΑΚΛΗ ΠΕΡΙΣΤΕΡΑ, 2010, ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΡΟΣΧΩΣΗΣ ΤΩΝ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ G.I.S ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ (ΕΦΑΡΜΟΓΗ: ΤΕΧΝΗΤΗ ΛΙΜΝΗ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΚΟΖΑΝΗΣ, ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ)
- ο ΔΗΜΗΤΡΑ ΑΛΕΞΑΝΔΡΗ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2011, ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΥΓΡΗΣ ΚΑΙ ΞΗΡΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ, ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ, ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ, ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ, ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΣΕΛ 79, 87, 96
- ο ΔΗΜΟΣΘΕΝΗΣ Μ. ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, 2010, ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ UNIVERSITY STUDIO PRESS, ΣΕΛ 369
- ο ΠΑΣΙΑΚΟΥ ΧΑΡΟΥΛΑ, 2009, ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΛΓΟΡΙΘΜΩΝ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΓΙΑ ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ, ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ Α.Π.Θ, ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ
- ο ΥΗΣ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ - ΔΕΗ
- ο ΙΩΑΝΝΗΣ ΤΣΑΤΑΛΜΠΑΣΙΔΗΣ, ΜΑΙΟΣ 2011, ΤΕΧΝΗΤΗ ΛΙΜΝΗ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ ΚΟΖΑΝΗΣ, ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ, ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΣΕ50, ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

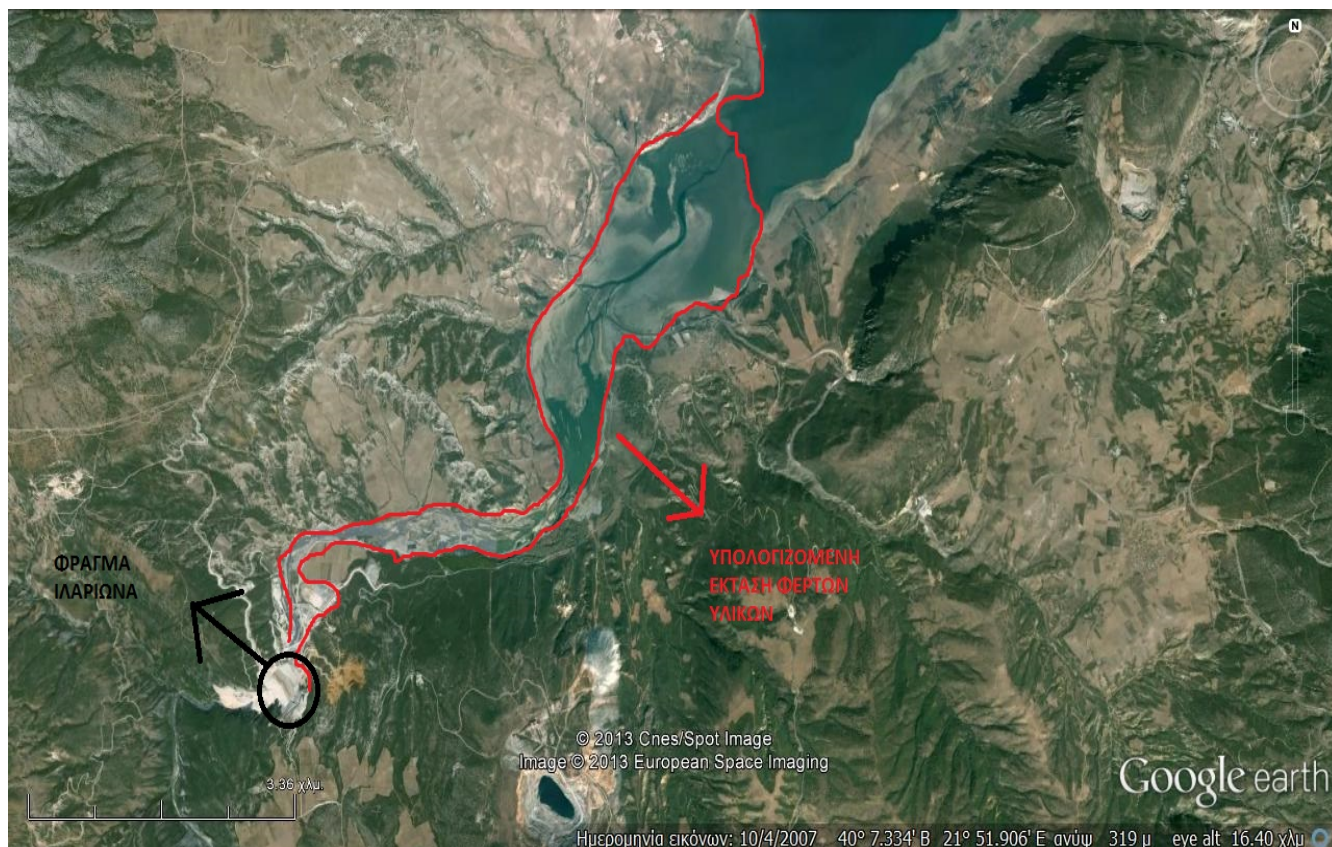
- ο SVETLANA KOSTIC & GARY PARKER, FEBRUARY 2010, PROGRADATIONAL SAND-MUD DELTAS IN LAKES AND RESERVOIRS, JOURNAL OF HYDRAULIC RESEARCH, UNIVERSITY OF MINNESOTA USA, PART 1, P. 127-130
- ο H.G READING, SEDIMENTARY ENVIRONMENTS AND FACES, DEPARTMENT OF GEOLOGY AND MINERALOGY, UNIVERSITY OF OXFORD, BLACKWELL SCIENTIFIC PUBLICATIONS, P. 97-128

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

[1]: [el.wikipedia.org/wiki/Λίμνη Πολυφύτου](http://el.wikipedia.org/wiki/Λίμνη_Πολυφύτου)

- [2]: <http://www.imathia.gr>
- [3]: www.grevena.tripod.com
- [4]: <http://www.ankas.gr>
- [5]: <http://anger.gr>
- [6]: <http://www.anko.gr>
- [7]: invenia.lib.auth.gr
- [8]: <http://sites.google.com/sites/limnepolyphytoy>
- [9]: filotis.itia.ntua.gr
- [10]: www.pepdym.gr/upload/5pep/06/protasi.doc
- [11]: www.seleo.gr
- [12]: <http://www.itia.ntua.gr/2001plastira>
- [13]: www.velventos.gr
- [14]: www.archaiologia.gr
- [15]: www.geo.auth.gr
- [16]: www.dservionvelventou.gr
- [17]: www.ethnos.gr
- [18]: www.photopassport.gr
- [19]: www.dimosbentziou.gr
- [20]: <http://e-ptolemeos.gr/?p=26118#ixzz2jc9v3xjS>
- [21]: www.opaliouriotis.gr

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Χάρτης 2 : Γενικότερη απεικόνιση της έκτασης του δέλτα του Αλιάκμονα στην λίμνη Πολυφύτου- με κόκκινο χρώμα σημειωμένη, με μαύρο σημειώνεται το φράγμα του Ιλαρίωνα(google earth)

Είδη	Ελληνική ονομασία
<i>Accipiter gentilis</i>	Διπλοσάινο
<i>Accipiter nisus</i>	Ξεφτέρι
<i>Actitis hypoleucos</i>	Ποταμότρυγγας
<i>Anas clypeata</i>	Χουλιάρόπαπια
<i>Anas platyrhynchos</i>	Πρασινοκεφαλόπαπια
<i>Anthus pratensis</i>	Λιβαδοκελάδα
<i>Arus arus</i>	Μαυροσταχτάρα
<i>Aquila chrysaetos</i>	Χρυσαιτός
<i>Ardea cinerea</i>	Σταχτοτσικνιάς

<i>Athene noctua</i>	Κουκουβάγια
<i>Aythya ferina</i>	Κυνηγόπαπια
<i>Aythya fuligula</i>	Τσικνόπαπια
<i>Bubo bubo</i>	Μπούφος
<i>Buteo buteo</i>	Ποντικοβαρβακίνα/Βαρβακίνα
<i>Buteo rufinus</i>	Αετοβαρβακίνα
<i>Calandrella brachydactyla</i>	Μικρογαλιάντρα
<i>Caprimulgus europaeus</i>	Γιδοβυζάχτρα
<i>Charadrius dubius</i>	Θαλασσοσφυριχτής
<i>Ciconia ciconia</i>	Πελαργός
<i>Circaetus gallicus</i>	Φιδαιτός
<i>Columba palumbus</i>	Φάσσα
<i>Coracias garrulus</i>	Χαλκοκουρούνα
<i>Delichon urbica</i>	Λευκοχελίδονο
<i>Dendrocopos syriacus</i>	Βαλκανοτσικλητάρα
<i>Emberiza cia</i>	Βουνοτσίχλονο
<i>Emberiza melanocephala</i>	Κρασοπούλι
<i>Ergetta garzetta</i>	Λευκοτσικνιάς
<i>Erithacus rubecola</i>	Κοκκινολαίμης
<i>Falco eleonora</i>	Μαυροπετρίτης
<i>Falco peregrinus</i>	Πετρίτης
<i>Falco subbuteo</i>	Δενδρογέρακας

<i>Falco tinnunculus</i>	Βραχοκιρκίνεζο
<i>Falco vespertinus</i>	Μαυροκιρκίνεζο
<i>Fringilla coelebs</i>	Σπίνος
<i>Galerida cristata</i>	Κατσουλιέρης
<i>Hieraeetus pennatus</i>	Σπιζαετός
<i>Hippolais pallida</i>	Ωχροτσιχλίδα
<i>Hirundo daurica</i>	Μιλτοχελίδονο
<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	Βραχοχελίδονο
<i>Hirundo rustica</i>	Σταυροχελίδονο
<i>Lanius collurio</i>	Αετομάχος
<i>Lanius minor</i>	Γαϊδουροκεφαλός
<i>Lanius senator</i>	Κοκκινοκεφαλός
<i>Lullula arborea</i>	Δενδροσταρήθρα
<i>Luscinia megarhynchos</i>	Αηδόνι
<i>Merops apiaster</i>	Μελισσοφάγος
<i>Milvus migrans</i>	Τσίφτης
<i>Motacilla alba</i>	Λευκοσουσουράδα
<i>Motacilla cinerea</i>	Σταχτοσουσουράδα
<i>Muscicapa striata</i>	Σταχτομυγοχάφτης
<i>Neophron percnopterus</i>	Ασπροπάρης
<i>Oenanthe hispanica</i>	Ασπροκωλίνα
<i>Oenanthe oenanthe</i>	Σταχτοπετροκλής

<i>Pernis apivorus</i>	Σφηκοβαρβακίνα
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Κορμοράνος
<i>Philomachus pugnax</i>	Ψευτομαχητής
<i>Phylloscopus trochilus</i>	Θαμνοφυλλοσκόπος
<i>Picus viridis</i>	Δρυοκολάπτης
<i>Riparia riparia</i>	Οχθοχελίδονο
<i>Sterna hirundo</i>	Ποταμογλάρονο
<i>Streptopelia turtur</i>	Τρυγόνι
<i>Strix aluco</i>	Χουχουριστής
<i>Sylvia cantillans</i>	Κοκκινοτριροβάκος
<i>Sylvia hortensis</i>	Δενδροτσιροβάκος
<i>Tringa ochropus</i>	Δασότρυγγας
<i>Urupa erops</i>	Τσαλαπετεινός

Πίνακας 1: Ορνιθοπανίδα λίμνης Πολυφύτου(13)

Γριβάδι	<i>Cyprinus caprio</i>
Πλατίκα	<i>Alburnoides bipunctatus</i>
Πεταλούδα	<i>Carassius carassius</i>
Κέφαλος-τυλινάρι	<i>Leuciscus cephalus vardarensis</i>
Μπριάνα	<i>Barbus barbus macedonicus</i>
Χαμοσούρτης	<i>Barbus peloponnesius petenyi</i>
Γουρουνομύτης	<i>Chondrostoma nasus</i>
	<i>Chondrostoma vardarensis</i>
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>
Τσιρονάκι	<i>Alburnoides bipunctatus thessalicus</i>
Μαυροτσιρόνι	<i>Rutilus macedonicus</i>
Γυφτόψαρο	<i>Gobio gobio balcanicus</i>
Μυλωνάκι	<i>Gobio Kessleri banarescui</i>
Μουστάκας	<i>Gobio uranoscopus elimeus</i>
Γουλιανός	<i>Silurus glanis</i>
Πέρκα	<i>Perca fluviatilis</i>
Πέστροφα	<i>Salmo trutta macedonicus</i>
Μαλαμίδα	<i>Vimba melanops</i>
Βελονίτσα	<i>Cobitis vardarensis</i>

Πίνακας 2: Ιχθυοπανίδα της λίμνης Πολυφύτου(Χρισταφακόπουλος,2000)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ



Εικόνα 1,2: Τα στενά του Αλιάκμονα πριν την είσοδο του στη λίμνη Πολυφύτου(google images)



Εικόνα 3: Τεχνητή λίμνη Πολυφύτου(google images)



Εικόνα 4: Το φράγμα της τεχνητής λίμνης Πολυφύτου(google images)



Εικόνα 5: Υψηλή γέφυρα Σερβίων (Κ. Αντωνάκης)



Εικόνα 6: Αμμοληψίες στο δέλτα της λίμνης Πολυφύτου (Χρισταφακόπουλος, 2000)



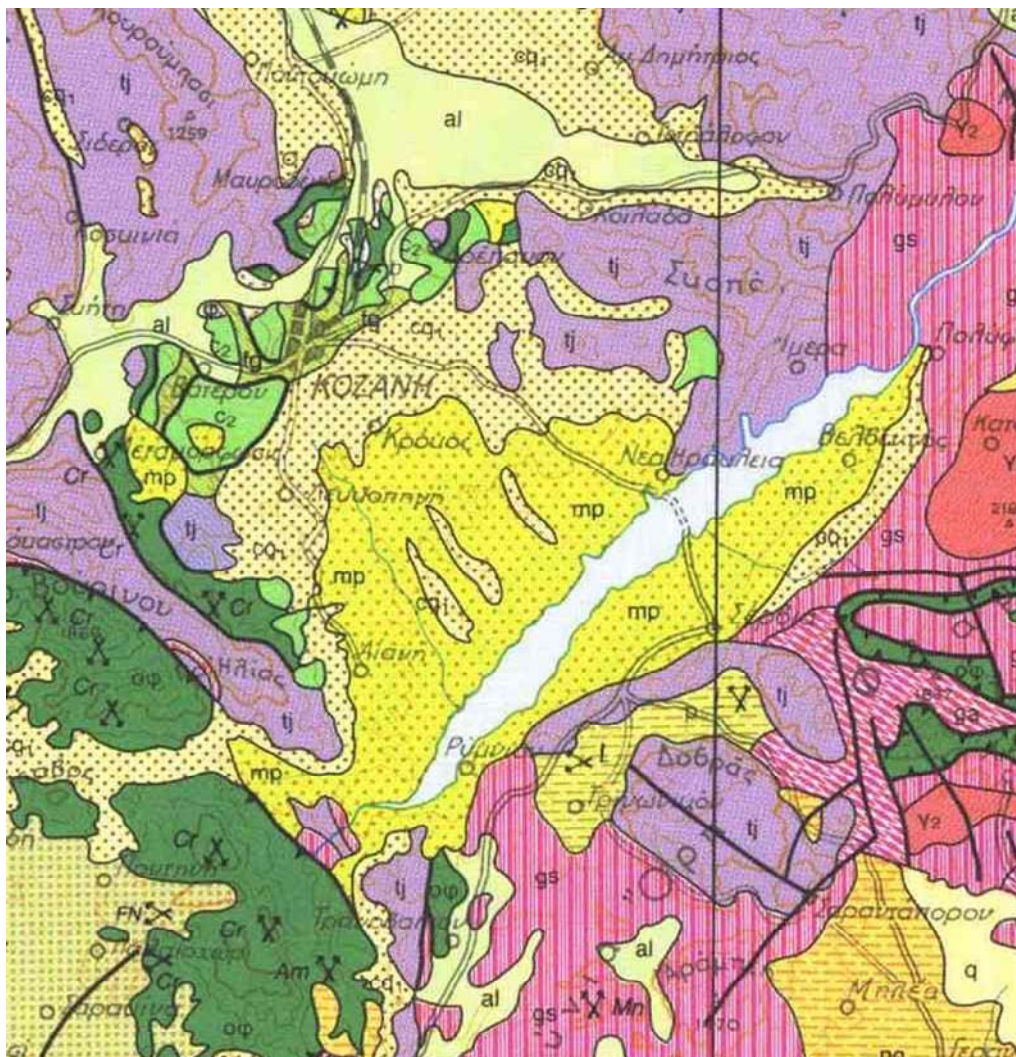


Εικόνα 7,8: Η γέφυρα Ρυμνίου ανάντη του δέλτα (Κουράκλη,2010)



Εικόνα 9: Το νέο φράγμα του Ιλαρίωνα (Κουράκλη,2010)

ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ



ΚΛΙΜΑΚΑ 1:500.000

Scale

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΜΕΤΑΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΚΑΙ ΒΡΑΔΥΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΙΖΗΜΑΤΑ



ΟΛΟΚΑΙΝΟ (αλλούβιο), Σύγχρονες προσχώσεις κοιλάδων, πεδιάδων και παράκτιες αποθέσεις



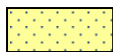
ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ, Λιμναίες και χερσαίες αποθέσεις : άργιλοι,πηλοί, άμμοι, κροκαλοπαγή, κοκκινοχώματα κτλ



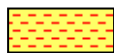
ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ, Λιμναίες αποθέσεις : κροκαλοπαγή, άμμοι, άργιλοι, μάργες, μαργαικοί ασβεστόλιθοι και συχνά στρώματα λιγνίτη



Μειοπλειόκαινο(Ανωτ. Μειόκαινο- Πλειόκαινο), Λιμναίες αποθέσεις : κροκαλοπαγή, άμμοι, άργιλοι, μάργες, κοκκινοχώματα, μαργαικοί ασβεστόλιθοι, άργιλοι. Επίσης λιγνίτες.

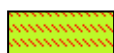


Ακουιτάνιο- Τορτόνιο, Στη μεσοελληνική αύλακα (σειρά Τσοτυλίου), Μολάσσα : κυρίως κροκαλοπαγή και ψαμμίτες



Νεογενές (αδιαίρετο), Λιμναίες αποθέσεις : ψαμμίτες, κροκαλοπαγή, μάργες, άργιλοι μερικές φορές με στρώματα λιγνίτη

ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗ ΖΩΝΗ



Φλύσχης



Ανώτερο Κρητιδικό, Ασβεστόλιθοι (κυρίως βιοσπαρουδίτες)



Τριαδικό- Κατ. Ιουρασικό ή Ιουρασικό, Ασβεστόλιθοι (κυρίως βιοσπαρουδίτες), δολομίτες

ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ, ΜΑΖΕΣ ΡΟΔΟΠΗΣ, ΣΕΡΒΟΜΑΚΕΔΟΝΙΚΗΣ, ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗΣ, ΚΥΚΛΑΔΩΝ



Οφθαλμογενέσιοι, Γνεύσιοι, Σχιστόλιθοι, Αμφιβολίτες. Στην Πελαγονική Παλαιοζωικοί- Τριαδικοί



Αμφιβολίτες και Γνεύσιοι

ΠΥΡΙΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

ΠΛΟΥΤΩΝΙΑ

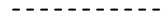


Όξινα- Μεσοζωικοί



Οφειόλιθοι

————— Γεωλογικό όριο

	Συμβατικό όριο
	Ρήγμα
	Πιθανό ρήγμα
	Τεκτονική επαφή
	Επώθηση
	Μετάλλεια