Α.Π.Θ.-Σ.Θ.Ε.-ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΘΕΣΕΩΝ ΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΩΜΑΤΙΝΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΣΕΡΡΩΝ

ΘΕΟΔΩΡΙΔΗΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: κ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2006

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α.	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ.	4
Α.1.	Η ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.	4
Α.2.	Η ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.	4
Α.3.	ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.	6
Α.3.1.	ΤΟ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ.	6
Α.3.2.	ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.	8
Α.4.	ΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.	9
Α.4.1.	ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΑ (Ρ).	10
Α.4.2.	Η ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (Τ).	12
Α.4.3.	Η ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ (Ε).	14
Α.4.4.	Η ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΑΠΟΡΡΟΗ (Α).	15
Α.5.	Η ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ-ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β.	ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.	18
Β.1.	ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ «ΓΥΜΝΟ ΡΕΜΑ».	18
Β.1.1.	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.	18
Β.1.2.	Η ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.	19
Β1.3.	ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.	19
Β.1.4.	ΤΟ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ.	20
Β.1.5.	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.	22
Β.1.5.1.	Ύψος ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.	22
Β.1.5.2.	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΝΤΗ ΠΡΟΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.	24
Β.1.5.3	ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.	24
Β.1.6.	Η ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ.	27
Β.1.6.1.	Η ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ.	27
Β.1.6.2.	ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.	27
Β.1.6.4.	ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ.	30
Β.1.7.	ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ (Q_m) ΤΟΥ ΓΥΜΝΟΥ ΡΕΜΑΤΟΣ.	31
Β.1.8.	ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗΣ.	32
Β.1.9.	Η ΔΙΩΡΥΓΑ ΦΥΓΗΣ ΤΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ.	33
Β.1.10.	ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΠΡΑΝΩΝ.	33
Β.2.	ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ «ΑΝΩ ΜΟΣΧΑΡΙ».	36
Β.2.1.	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ.	36
Β.2.2.	Η ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.	37

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

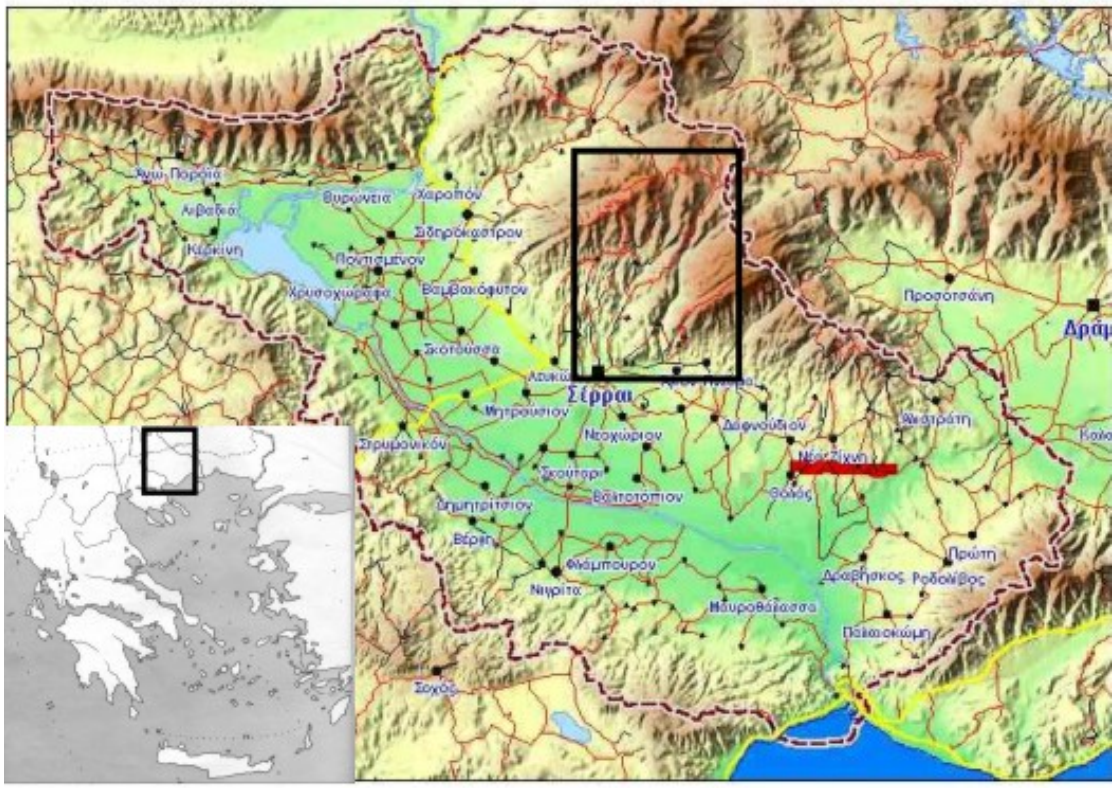
Β.2.3.	ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.	37
Β.2.4.	ΤΟ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ.	39
Β.2.5.	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.	41
Β.2.5.1.	ΎΨΟΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.	41
Β.2.5.2.	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΝΤΗ ΠΡΟΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.	43
Β.2.5.3.	ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.	45
Β.2.6.	Η ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ.	46
Β.2.6.1.	Η ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ.	46
Β.2.6.2.	ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.	46
Β.2.6.3.	ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ.	50
Β.2.6.4.	ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ.	54
12.7.	ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ ΤΟΥ ΡΕΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ ΣΤΗ ΘΕΣΗ «ΑΝΩ ΜΟΣΧΑΡΙ».	54
Β.2.8.	ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗΣ.	55
Β.2.9.	ΔΙΩΡΥΓΑ ΦΥΓΗΣ ΤΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ.	56
Β.2.10.	ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΠΡΑΝΩΝ.	56
Β.3.	ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ «ΑΓΙΟΙ ΑΝΑΡΓΥΡΟΙ».	59
Β.3.1.	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ.	59
Β.3.2.	Η ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.	59
Β.3.3.	ΤΟ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ.	59
Β.3.4.	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.	62
Β.3.4.1.	ΎΨΟΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.	62
Β.3.4.2.	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΝΤΗ ΠΡΟΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.	64
Β.3.4.3.	ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.	66
Β.3.5.	Η ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ.	67
Β.3.5.1	Η ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ.	67
Β.3.5.2.	ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.	67
Β.3.5.3.	ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ.	68
Β.3.5.4.	ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ.	72
Β.3.6.	ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ ΤΟΥ ΡΕΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ.	72
Β.3.7.	ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗΣ.	73
Β.3.8.	ΔΙΩΡΥΓΑ ΦΥΓΗΣ ΤΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ.	74
Β.3.10.	ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΠΡΑΝΩΝ.	77
Β.4.	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΘΕΣΕΩΝ.	77
Β.4.1.	ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ.	77
Β.4.2.	ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.	78
Β.4.3.	ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.	79
Β.4.4.	ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.	80
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ.	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΔΑΝΕΙΟΘΑΛΑΜΩΝ.	81

Γ.1.	ΓΕΝΙΚΑ.	81
Γ.2.	ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΩΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ.	82
Γ.2.1.	ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΚΟΣΚΙΝΑ.	82
Γ.2. 2.	ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΟ.	83
Γ.2.3.	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΙΩΝ ATTERBERG.	86
Γ.3.	ΜΕΛΕΤΗ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ.	89
Γ.3.1.	ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΚΟΣΚΙΝΑ.	89
Γ.3. 2.	ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΟ.	89
Γ.2.3.	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΙΩΝ ATTERBERG.	92
Γ.4.	ΕΠΑΡΚΕΙΑΥΛΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ	95
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Δ.	ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ.	100
Δ.1.	ΓΕΝΙΚΑ.	100
Δ.2.	ΘΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ.	100
Δ.3.	ΕΝΔΕΧΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ.	101
Δ.3.1.	ΕΔΑΦΟΣ.	101
Δ.3.2	ΝΕΡΟ.	101
Δ.3.3.	ΠΑΝΙΔΑ.	102
Δ.3.4.	ΧΛΩΡΙΔΑ.	102
Δ.3.5.	ΤΟΠΙΟ.	102
Δ.3.6.	ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ.	102
Δ.3.7.	ΚΟΙΝΩΝΙΑ.	102
Δ.4.	ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ.	103
Δ.4.1.	ΕΔΑΦΟΣ.	103
Δ.4.2.	ΝΕΡΟ.	103
Δ.4.3.	ΠΑΝΙΔΑ.	104
Δ.4.4.	ΧΛΩΡΙΔΑ.	104
Δ.4.5.	ΤΟΠΙΟ.	105
Δ.4.6.	ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ.	105
Δ.4.7.	ΚΟΙΝΩΝΙΑ.	105
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι	ΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ «ΥΨΟΣ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΩΝ-ΥΨΟΜΕΤΡΟ» ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΜΕ ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.	106
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ	ΤΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ «ΥΨΟΣ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΩΝ-ΥΨΟΜΕΤΡΟ» ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΜΗΝΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΔΥΟ ΣΤΑΘΜΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.	111
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ	ΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ «ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ-ΥΨΟΜΕΤΡΟ» ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΔΥΟ ΣΤΑΘΜΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	114
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	119

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάγκη του ανθρώπου για μεγαλύτερη ποσότητα σε νερό ώστε να καλύψει τις ανάγκες του, η ποιοτική υποβάθμιση του νερού των υδροφόρων οριζόντων, το μεγάλο βάθος της άντλησης του υπόγειου νερού που πολλές φορές την καθιστούν απαγορευτική, η αυξημένη συχνότητα πλημμυρών και ξηρασιών, τείνουν να στρέψουν την προσοχή του στην εκμετάλλευση και αποθήκευση επιφανειακών νερών με διαφορετικούς τρόπους, ένας εκ των οποίων είναι τα φράγματα.



Σχήμα 1: *Η θέση της εξεταζόμενης περιοχής στο νομό Σερρών (www.e-view.gr./serresmap.php?lang=en, με τροποποιήσεις).*

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μία μελέτη επιλογής θέσης κατασκευής φράγματος σε περιοχή του Νομού Σερρών με στόχο την αύξηση του βιοτικού επιπέδου των αγροτών, τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης των κατοίκων της περιοχής και της κοινωνικής συνοχής σχέση με άλλες αναβαθμισμένες περιοχές της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στο πλαίσιό της αναλύονται με απλά μέσα όλοι οι παράμετροι που υπολογίζονται στη κατασκευή φράγματος (τοπογραφικοί, γεωλογικοί, υδρολογικοί κλπ.). Επίσης πραγματοποιείται σύγκριση των εναλλακτικών θέσεων με σκοπό τον εντοπισμό της καλύτερης θέσης, αναφέρονται οι

θέσεις λήψης των υλικών για την κατασκευή του, αξιολογούνται οι περιβαλλοντικές συνθήκες και συντάσσεται η Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.

Η γεωγραφική της θέση παρουσιάζεται στο σχήμα 1. Βρίσκεται στο Νομό Σερρών, ΒΒΑ της ομώνυμης πόλης. Πρόκειται για τη λεκάνη του ρέματος των Αγίων Αναργύρων, με το κατώτερο όριο της να απέχει μικρή απόσταση από τις Σέρρες, στα ανάντη της ομώνυμης κοιλάδας. Με βάση την Υδατική Διαίρεση της Ελλάδας το ρέμα των Αγίων Αναργύρων (Ορεινής) ανήκει στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Μακεδονίας, τμήμα της Υδατικής Περιφέρειας Βορείου Ελλάδας και έχει τον κωδικό 11.01.16.

Σχήμα 2: *Τα υδατικά διαμερίσματα (Ν. 1739/87) και οι περιφέρειες της χώρας (Υπουργείο Γεωργίας, 2002, Βουβαλίδης, 2002).*

Σύμφωνα με το Μπαλτά (2004), το Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Μακεδονίας περιλαμβάνει μέρος της περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας και μέρος της περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης και έχει έκταση 7323 km^2. Περιλαμβάνει τις λεκάνες των ποταμών Στρυμόνα-Αγγίτη, Μαρμαρά, του ρέματος

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Νέας Καρβάλης, την κλειστή λεκάνη Οχυρού, καθώς και τις λεκάνες των παραλιακών ρεμάτων κατά μήκος των κόλπων Ορφανού και Καβάλας. Οι υδατικοί πόροι του διαμερίσματος είναι επαρκείς για την κάλυψη των αναγκών του. Αξίζει να σημειωθεί, πως ο ποταμός Στρυμόνας που είναι ο βασικότερος υδατικός πόρος του διαμερίσματος, είναι διακρατικός και πηγάζει από τη Βουλγαρία. Η μορφολογία του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Μακεδονίας χαρακτηρίζεται από ήπιο ανάγλυφο και αναπτυγμένες πεδινές εκτάσεις. Η κατανομή των υψομέτρων είναι η ακόλουθη: το 10% της έκτασης του διαμερίσματος έχει υψόμετρο πάνω από 1000m, το 49% μεταξύ 200 και 1000 m και το 41% έχει υψόμετρο μικρότερο των 200 m (Υπουργείο Ανάπτυξης, 2003). Για το λόγο αυτό η οικονομία στηρίζεται κυρίως στον πρωτογενή τομέα (γεωργία, κτηνοτροφία). Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής εκτιμάται στα 609 mm. Η τάση των ετήσιων κατακρημνίσεων στο υδατικό διαμέρισμα, παρουσιάζεται πτωτική, της τάξης του -1,36% (Μπαλτάς, 2004).

Έχουν κατασκευαστεί δέκα αρδευτικές δεξαμενές (εννέα χωμάτινες και μία με επένδυση τσιμέντου) στη θέση «Σαριγιάρ» της κοινότητας Ορεινής, με στόχο την άρδευση 2.500 στρεμμάτων της εν λόγω περιοχής και 300 στρέμματα λαχανόκηπων του οικισμού (Παπαφιλίππου-Πένου, 1997). Όπως προκύπτει από τη Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων οι δεξαμενές αυτές δεν επιφέρουν αρνητικές αλλαγές στο περιβάλλον, αντίθετα μόνο θετικές συνέπειες, οι οποίες περιληπτικά αναφέρονται:

i. Εξοικονόμηση ενέργειας και κυρίως νερού.
ii. Αύξηση της παραγωγής των καλλιεργούμενων εδαφών.
iii. Οι δεξαμενές θα είναι αρωγός στην ανάπτυξη του αγροτουρισμού.
iv. Αύξηση του εισοδήματος των κατοίκων της Ορεινής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α.
ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ.

Α.1. Η ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.

Η λεκάνη απορροής που μελετάται έχει έκταση 76 km^2 και περίμετρο 53 km περίπου. Θεωρώντας ότι λοφώδης χαρακτηρίζεται μία περιοχή με υψόμετρο μικρότερο των 500 m και ορεινή όταν το υψόμετρό της είναι πάνω από 500 m, η λεκάνη χαρακτηρίζεται ορεινή. Ο πίνακας 1 δείχνει την κατανομή της έκτασης της σε λοφώδες και ορεινό τμήμα.

Οι λόφοι-λοφοσειρές που την οριοθετούν, αναφέρονται από τα ανατολικά προς τα δυτικά ακολουθώντας κυκλική πορεία προς το ορεινό τμήμα της περιοχής, ενώ στις παρενθέσεις σημειώνονται οι τοπικές τους ονομασίες και το υψόμετρό τους με βάση τον τοπογραφικό χάρτη. Ο πρώτος είναι ο Πράσινος Λόφος (Τσέπλις) και έπονται οι: Κουτάλι, Στρόγγυλο (677 m), Τσούκες Πίτσου, Σκέπασμα (Καπακλί, 1032 m), Άγιος Κωνσταντίνος (1184 m), Επίμηκες (Κούτελ, 1275 m), Κουτσουρεμένη (1614 m), Κορυφές, Ηλιόλουστο, Προφήτης Ηλίας (1849 m), Σέλωμα (1189m), Φόρτωμα, στον οποίον υπάρχει ο οικισμός της Χρυσοπηγής και τέλος η Πράσινη Κορυφή (308m). Ακόμη εντός αυτής εντοπίζεται η κοινότητα της Ορεινής, ενώ ανατολικά της λεκάνης υπάρχει το χωριό Ελαιώνας.

Πίνακας 1: *Κατανομή της περιοχής σε ορεινό και λοφώδες τμήμα.*

	Ορεινό τμήμα	**Λοφώδες τμήμα**
Έκταση (Km^2)	61,3134	14,5726
Ποσοστό (%)	80,80%	19,20%

Α.2. Η ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.

Όπως είναι γνωστό, η περιοχή ανήκει στη μάζα της Ροδόπης. Με βάση το γεωλογικό χάρτη της περιοχής (φύλλα Σερρών και Αχλαδοχωρίου, έκδοση Ι.Γ.Μ.Ε.), τα πετρώματα και οι σχηματισμοί που συναντώνται στην περιοχή από τα νεώτερα στα παλαιότερα, είναι:

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Προσχώσεις κοιλάδων: αμμούχοι άργιλοι, ιλύες, άμμοι καταθέσεις με χαλίκια (Τεταρτογενές αδιαίρετο).

Μεσαίο σύστημα αναβαθμίδων: κυρίως χαλίκια, ερυθρογή, κατά θέσεις πηλός και αμμούχοι άργιλοι. Ύψος από τις κοίτες των ρεμάτων μέχρι 20 m (Τεταρτογενές αδιαίρετο).

Ανώτερο σύστημα αναβαθμίδων: κυρίως από κροκάλες, λατύπες και χαλίκια μαρμάρων και άλλων κρυσταλλοσχιστωδών πετρωμάτων, άμμους και αργιλούχους άμμους. Ύψος από τις κοίτες των ρεμάτων μέχρι 50 m (Τεταρτογενές αδιαίρετο).

Ποταμοχειμάριες αποθέσεις: λατύπες και ογκόλιθοι διαφόρων διαστάσεων από γρανοδιορίτη-μονζονίτη, κροκάλες και λατύπες από μάρμαρα ή από άλλα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα με παρεμβολές από αμμούχες αργίλους και ερυθροπηλούς μικρής γενικά συνεκτικότητας. Μέγιστο πάχος 200 m.

Μάρμαρα διαφόρων χρωμάτων με έντονο τεκτονισμό. Μέγιστο πάχος 200 m.

Σχιστογνεύσιοι βιοτιτικοί, μοσχοβιτικοί, με ανδαλουσίτη, με παρεμβολές μαρμάρων, αμφιβολιτών, αμφιβολιτικών-βιοτιτικών γνευσίων.

Λευκοκρατικοί γνεύσιοι με αποφύσεις από γνευσιοειδή χαλαζιακό γρανίτη-μονζονίτη.

Γνευσιοειδής χαλαζιακός μονζονίτης-γρανίτης περιφερειακά στην πλουτώνια μάζα με διεισδύσεις στα περιβάλλοντα. Περιέχει Κ-αστρίους, όξινα πλαγιόκλαστα, χαλαζία, μοσχοβίτη, κεροστίλβη και βιοτίτη. Συναντάται πυκνό δίκτυο απλιτικών και πηγματιτικών φλεβών σε δύο τουλάχιστον διευθύνσεις.

Νησίδες γρανοδιορίτη-γρανίτη που περιβάλλονται από νεογενή ιζήματα με έντονο τεκτονισμό και κατακερματισμό. Παρατηρούνται μικροκλινής, όξινα πλαγιόκλαστα, χαλαζίας και βιοτίτης.

Γρανίτης-γρανιτικός πορφύρης: προς το κέντρο του πλουτωνικού σώματος παρατηρείται βαθμιαία μετάβαση από το χαλαζιακό μονζονίτη στο γρανίτη με ελαφρά αύξηση του χαλαζία. Συναντώνται απλιτικές και πηγματιτικές φλέβες καθώς και εγκλείσματα διαφόρων διαστάσεων πλούσια σε κεροστίλβη, πυρόξενους, βιοτίτη, Κ-αστρίους και πλαγιόκλαστα.

Μανδύας αποσάθρωσης των πλουτωνικών σωμάτων με μεταφορά υλικού γρανιτικής-γρανοδιοριτικής ή μονζονιτικής σύστασης από τα ανάντη στα κατάντη με μικρή διαδρομή των υλικών. Τα υλικά που αποθέτονται είναι ερυθροχώματα, κροκάλες διαφόρων μεγεθών, λατύπες γρανιτικής σύστασης, ερυθροπηλοί,

χονδρόκοκκοι και αργιλούχοι άμμοι. Τα χονδρόκοκκα είναι αδιαβάθμιτα, χαλαρά και ατάκτως τοποθετημένα.

Ο Καρυστιναίος (1984), δέχεται ότι οι αναβαθμίδες αυτές είναι κροκαλοπαγές, ποικίλου πάχους και μεταβαλλόμενης σύστασης. Στην περιοχή της Χρυσοπηγής, όπου το κροκαλοπαγές μετρήθηκε σε φυσικές τομές, το πάχος του βρέθηκε μεγαλύτερο των 200 m.

Α.3. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.

Α.3.1. ΤΟ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.

Στο σκαρίφημα του σχήματος 3 παρουσιάζεται το υδρογραφικό δίκτυο της εξεταζόμενης περιοχής καθώς και οι επιμέρους λεκάνες μελέτης. Σύμφωνα με μελέτη αρμόδιας υπηρεσίας του Υπουργείου Γεωργίας, το ορεινό τμήμα του ρέματος των Αγίων Αναργύρων είναι $4^{ης}$ τάξης.

Όπως φαίνεται η μορφή του είναι δεντριτικού τύπου. Η αρίθμηση κατά Strahler και ποσοτική ανάλυση των κλάδων του έδωσε τον πίνακα 2 όπου και σημειώνονται οι παράμετροι για την εφαρμογή του πρώτου και δεύτερου νομού του Horton (σχήματα 4 και 5).

Πίνακας 2: *Ο αριθμός των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και τα μήκη τους.*

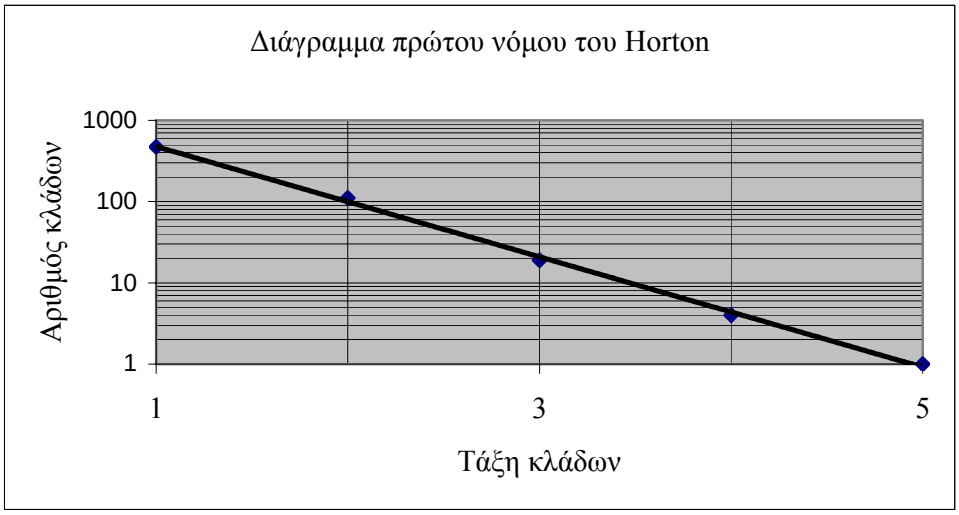
Τάξη κλάδου	**Αριθμός κλάδων**	**Μήκος κλάδων (km)**	**Μέσο μήκος κλάδων (km)**	**Αθροιστικό μέσο μήκος κλάδου (km)**
1	471	142,3	0,3	0,3
2	111	59,3	0,5	0,8
3	19	24,0	1,3	2,1
4	4	23,0	5,8	7,9
5	1	13,5	13,5	21,3

Από τη σύγκρισή του υδρογραφικού δικτύου με το γεωλογικό χάρτη, παρατηρείται ότι τα υδρορέματα δεν ακολουθούν τις τεκτονικές γραμμές. Αυτό σε συνδυασμό με την ποικιλομορφία των σχηματισμών και πετρωμάτων εξηγεί τη μορφή του. Συμπεραίνεται λοιπόν, ότι τα πυριγενή και μεταμορφωμένα πετρώματα της περιοχής

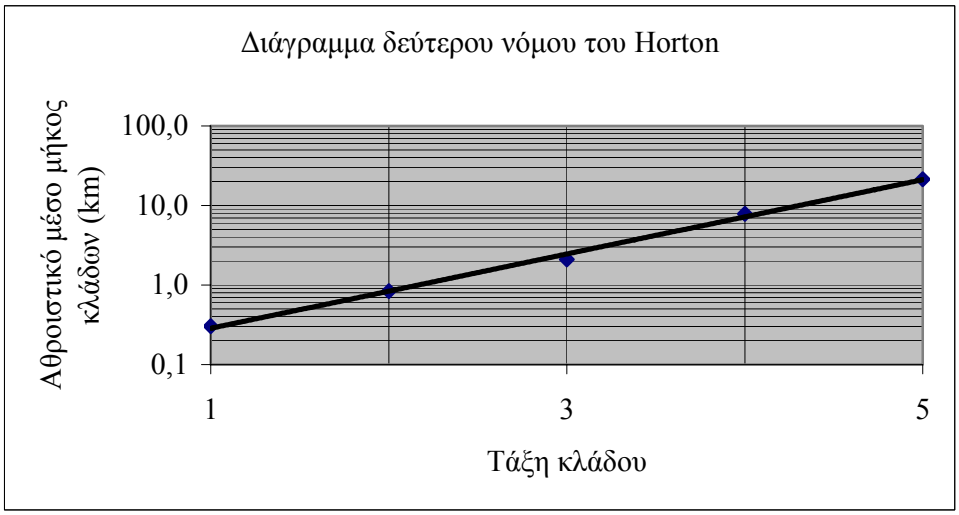
Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

δεν έχουν υποστεί σημαντικές τεκτονικές καταπονήσεις (Σωτηριάδης και Ψιλοβίκος, 1984).

Σχήμα 3: *Το υδρογραφικό δίκτυο της μελετούμενης λεκάνης και οι εναλλακτικές θέσεις φράγματος.*



Σχήμα 4: *Γραφική παράσταση του αριθμού των κλάδων σε συνάρτηση με τη τάξη τους.*



Σχήμα 5: *Γραφική παράσταση του αθροιστικού μέσου μήκους κλάδου σε συνάρτηση με την τάξη τους.*

Α.3.2. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.

Στον πίνακα 3 αναφέρονται οι μορφολογικές παράμετροι της λεκάνης απορροής.

Το υψογραφικό ολοκλήρωμα υπολογίστηκε τόσο απ' ευθείας από το χάρτη [τιμή (1)], όσο και από την υψογραφική καμπύλη [τιμή (2)], η οποία παρουσιάζεται στο σχήμα 6. Η τιμή του υψογραφικού ολοκληρώματος μπορεί να χαρακτηριστεί ως υψηλή, επειδή η τοπογραφία είναι υψηλή σε σχέση με το μέσο υψόμετρο της περιοχής.

Είναι γνωστό ότι ο παράγοντας ασυμμετρίας μιας λεκάνης ορίζεται από τη σχέση:

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

$$AF = 100\frac{A_r}{At},$$

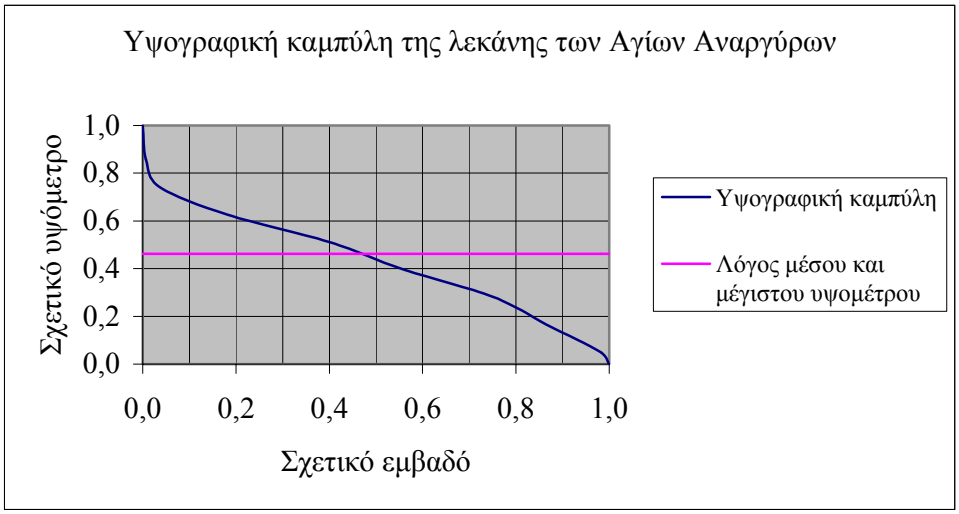
με A_r το εμβαδόν της δεξιάς υπολεκάνης (κοιτάζοντας προς τα κατάντη) και A_t το συνολικό εμβαδό της. Τιμές αυτού κοντά στο 50 σημαίνουν ότι το ποτάμιο σύστημα παραμένει σε σταθερή θέση, που πρακτικά υποδηλώνει την κατά βάθος διάβρωση των κοιλάδων (Παυλίδης, 2003).

Πίνακας 3:*Οι μορφολογικές παράμετροι της μελετούμενης υδρολογικής λεκάνης.*

Παράμετρος	Μονάδα	Τιμή
Εμβαδό	km^2	75,757
Περίμετρος	km	53,139
Μέγιστο υψόμετρο	m	1849
Ελάχιστο υψόμετρο	m	102
Μέσο υψόμετρο	m	854
Μέγιστο ανάγλυφο	m	1747
Υψομετρικό ολοκλήρωμα (1)		0,4286
Υψομετρικό ολοκλήρωμα (2)		0,4275
Παράγοντας ασυμμετρίας λεκάνης		71,402
Δείκτης κυκλικότητας		0,337
Μήκος μισγάγγειου	km	25,291
Μέση κλίση λεκάνης	%	41,04
Χρόνος απόκρισης	h	3,316
Υδρογραφική πυκνότητα	km^{-1}	3,460
Υδρογραφική συχνότητα	κλάδοι/km^2	7,999

Α.4. ΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.

Σε ολόκληρο το νομό, ο επίσημος μετεωρολογικός σταθμός της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας είναι αυτός της πόλης των Σερρών, με δυνατότητα παροχής πληροφοριών από τον Ιανουάριο του 1971. Οι υπόλοιποι υπάγονται στο Δασαρχείο και στη Διεύθυνση Γεωργίας, με τις μετρήσεις να λαμβάνονται μόνο κατά την περίοδο που δραστηριοποιούνται, για τις δικές τους εργασίες (αεροψεκασμοί, κ.λπ.). Για τις ανάγκες της παρούσης εργασίας χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από σταθμό της Χρυσοπηγής (περιόδου 1977-1993) και της Άνω Βροντού, χωρίς να αναφέρεται το χρονικό διάστημα που εκπροσωπούν. Τα υψόμετρα των σταθμών είναι 32, 605 και 1053 m αντίστοιχα.



Σχήμα 6: *Η υψογραφική καμπύλης της λεκάνης των Αγίων Αναργύρων και ο λόγος μέσο προς μέγιστο υψόμετρο.*

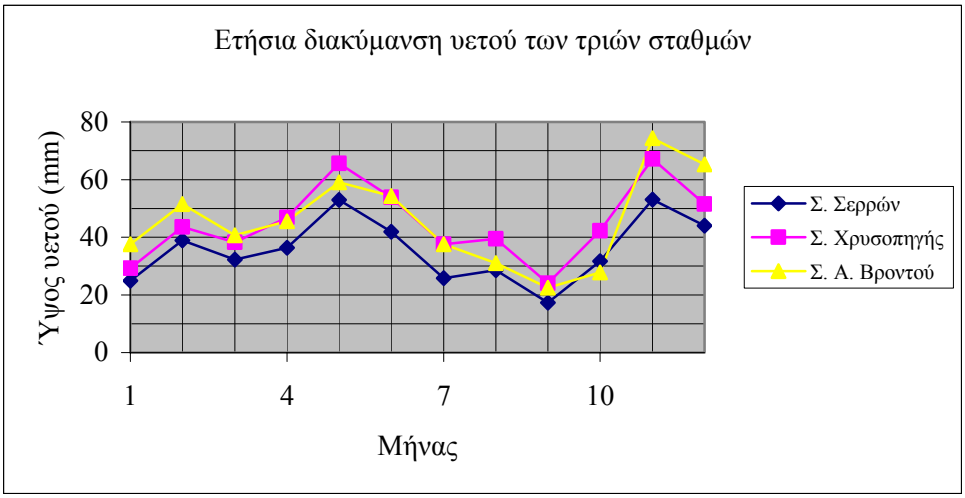
Α.4.1. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΑ (Ρ).

Στον πίνακα 4 παρουσιάζονται οι μέσες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης της περιόδου 1977-1993 και στο σχήμα 7 το διάγραμμα της ετήσιας διακύμανσης του υετού των τριών σταθμών.

Πίνακας 4: *Οι μέσες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης (mm) τις περιόδου 1977-1993.*

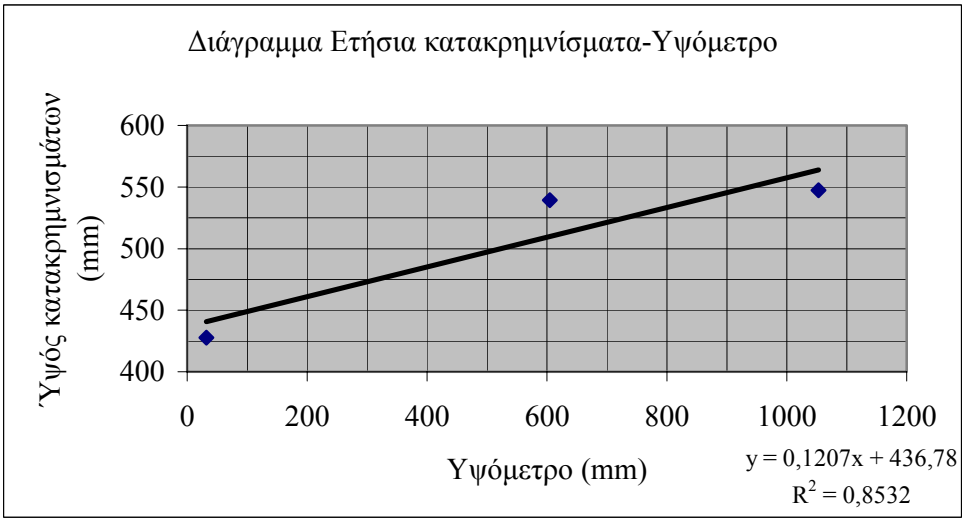
Μήνας	**Σταθμός**		
	Σερρών	**Χρυσοπηγής**	**Ά. Βροντού**
Ιανουάριος	24,9	29,2	37,6
Φεβρουάριος	38,9	43,6	51,5
Μάρτιος	32,2	38,2	40,7
Απρίλιος	36,3	46,9	45,5
Μάιος	53,0	65,6	59,1
Ιούνιος	41,9	53,9	54,3
Ιούλιος	25,8	37,6	37,6
Αύγουστος	28,6	39,4	31,0
Σεπτέμβριος	17,3	24,0	22,5
Οκτώβριος	31,7	42,2	27,8
Νοέμβριος	53,1	67,2	74,4
Δεκέμβριος	44,0	51,5	65,3
Σύνολο	427,7	539,3	547,3

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

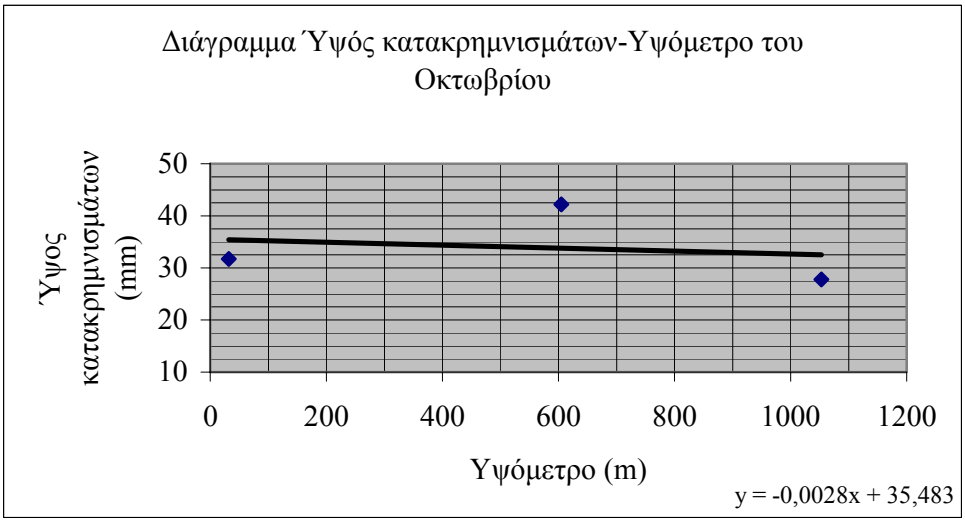


Σχήμα 7: *Διάγραμμα της ετήσιας διακύμανσης του υετού των τριών σταθμών.*

Στο διάγραμμα του σχήματος 8 φαίνεται μία γραμμική συσχέτιση ανάμεσα στο ετήσιο ύψος κατακρημνισμάτων και το υψόμετρο. Σχετίζοντας όμως τις τιμές βροχοπτώσεων ορισμένων μηνών διαπιστώθηκε ότι έχουν μικρό συντελεστή συσχέτισης. Ακόμη η ευθεία παλινδρόμησης του Οκτωβρίου παρουσιάζει και αρνητικό συντελεστή διεύθυνσης (σχήμα 9). Για το λόγο αυτό απορρίφθηκαν οι τιμές με μεγάλη τυπική απόκλιση και που θεωρήθηκαν αναξιόπιστες και τα διαγράμματα κατασκευάστηκαν χρησιμοποιώντας τις υπόλοιπες τιμές. Τα διαγράμματα με τις μετρήσεις των τριών σταθμών παρουσιάζονται στο Παράτημα Ι και τα τροποποιημένα στο Παράρτημα ΙΙ.



Σχήμα 8: *Το διάγραμμα μεταβολής των ετήσιων κατακρημνισμάτων με το υψόμετρο με βάση τα δεδομένα των τριών σταθμών.*



Σχήμα 9: *Το διάγραμμα «ύψος κατακρημνισμάτων-υψόμετρο» του μηνός Οκτωβρίου με τα στοιχεία και των τριών σταθμών της περιοχής.*

Από το διάγραμμα του σχήματος 7 φαίνεται μία παράλληλη πορεία των διακυμάνσεων της βροχόπτωσης στους τρεις σταθμούς, γεγονός που πιστοποιεί τη μεγάλη συσχέτισή τους με τα υψόμετρα των σταθμών και την παραμένουσα αξιοπιστία των τιμών τους.

Από το μέσο υψόμετρο της περιοχής μελέτης, που υπολογίστηκε στα 854 m (πίνακας 3) και το διάγραμμα του σχήματος 8, προκύπτει για την περιοχή μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης $P = 577{,}6 mm / έτος$.

Α.4.2. Η ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (Τ).

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας υπάρχουν μόνο από δύο σταθμούς, των Σερρών και της Χρυσοπηγής, που παρουσιάζονται στον πίνακα 5. Η διακύμανσή των τιμών τους κατά τη διάρκεια του έτους απεικονίζεται στο σχήμα 10 και η μεταβολή της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας με το υψόμετρο στο σχήμα 11. Το γεγονός αυτό δημιουργεί νέες ανακρίβειες στον υπολογισμό του υδρολογικού ισοζυγίου για την εκάστοτε περίπτωση. Τα διαγράμματα «Θερμοκρασία-Υψόμετρο» του κάθε μήνα παρουσιάζονται στο Παράρτημα ΙΙΙ.

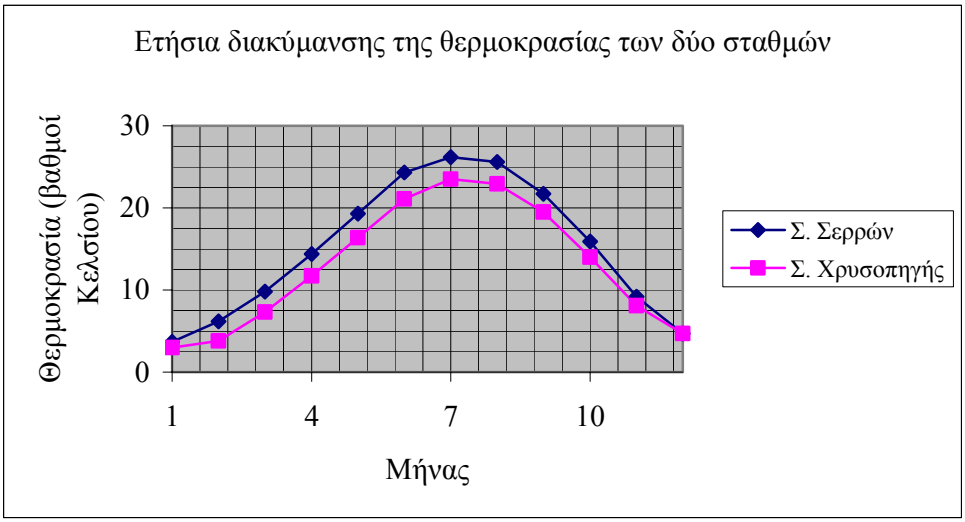
Η παράλληλη διακύμανση των μηνιαίων τιμών θερμοκρασίας των δύο σταθμών, που βασίζεται στις καμπύλες του σχήματος 10, πιστοποιεί τη μεγάλη συσχέτισή τους με τα υψόμετρα των σταθμών, επιτρέποντας έτσι τη μηνιαία συσχέτιση των τιμών τους για τα έτη παρατήρησης (1977-1993) και από τα αποτελέσματα αυτής να

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

αντληθούν από την ευθεία παλινδρόμησης η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η οποία θα χρησιμοποιηθεί στους μετέπειτα υπολογισμούς.

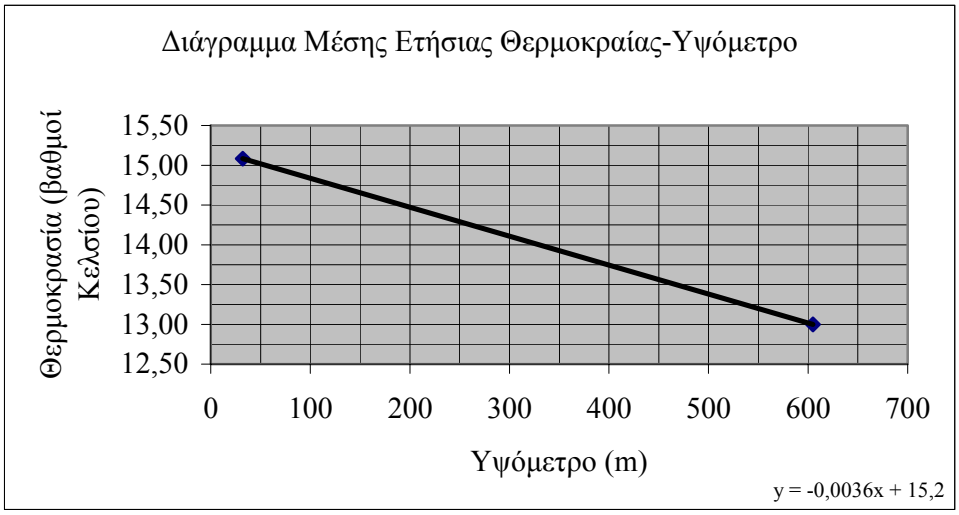
Πίνακας 5: *Οι μέσες θερμοκρασίες των σταθμών της περιόδου 1977-1993.*

Μήνας	**Θερμοκρασία (°C) σταθμού**	
	Σέρρες	**Χρυσοπηγή**
Ιανουάριος	3,7	3,0
Φεβρουάριος	6,2	3,8
Μάρτιος	9,8	7,3
Απρίλιος	14,4	11,7
Μάιος	19,3	16,4
Ιούνιος	24,3	21,1
Ιούλιος	26,2	23,5
Αύγουστος	25,6	22,9
Σεπτέμβριος	21,7	19,5
Οκτώβριος	15,9	14,0
Νοέμβριος	9,2	8,1
Δεκέμβριος	4,7	4,7
Μέσος όρος	15,08	13,00



Σχήμα 10: *Διάγραμμα μεταβολής της θερμοκρασίας των δύο σταθμών κατά τη διάρκεια του έτους.*

Από το μέσο υψόμετρο της περιοχής μελέτης (854 m, πίνακας 3) και το διάγραμμα του σχήματος 11 προκύπτει για την περιοχή μία μέση θερμοκρασία T = 12,1 ºC.



Σχήμα 11: *Διάγραμμα μεταβολής της Μέσης Ετήσιας Θερμοκρασίας με το υψόμετρο της περιοχής με βάση τα δεδομένα των δύο σταθμών.*

Α.4.3. Η ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ (Ε).

Για τον υπολογισμό της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής χρησιμοποιήθηκε ο τύπος του Thornthwaite (Σούλιος, 1996):

$$E_\delta = 16\left(10\frac{T}{I}\right)^\alpha ,$$

όπου:

- E_δ η μηνιαία δυνητική εξατμισοδιαπνοή σε mm,
- Τ η μέση θερμοκρασία αέρος σε ºC για τον υπόψη μήνα,
- Ι ο ετήσιος θερμικός δείκτης που δίνεται από τον τύπο:

$$I = \sum_{i=1}^{12} i ,$$

όπου i ο μηνιαίος θερμικός δείκτης:

$$i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1,514} ,$$

και:

- $\alpha = 0{,}49239 + 1792 \cdot 10^{-5} I - 771 \cdot 10^{-7} I^2 + 675 \cdot 10^{-9} I^3 .$

Οι υπολογιζόμενες τιμές E_δ για κάθε μήνα στη συνέχεια διορθώθηκαν με βάση το συντελεστή διόρθωσης έναντι του γεωγραφικού πλάτους (n), σύμφωνα με το

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

γεωγραφικό πλάτος της λεκάνης μελέτης. Οι τιμές του συντελεστή αυτού παρουσιάζονται στον πίνακα 6.

Πίνακας 6: *Συντελεστής διόρθωσης (n) της E_δ κατά τη μέθοδο του Thornthwaite για το βόρειο γεωγραφικό πλάτος των 41° (Thornthwaite, C. W. & Mather, J. R., 1957˙ Δημόπουλος, 1979).*

Βόρειο γεωγραφικό πλάτος λεκάνης απορροής: 41°											
Ιαν	**Φεβ**	**Μαρ**	**Απρ**	**Μαϊ**	**Ιουν**	**Ιουλ**	**Αυγ**	**Σεπ**	**Οκτ**	**Νοε**	**Δεκ**
0,83	0,83	1,03	1,11	1,25	1,26	1,27	1,19	1,04	0,96	0,82	0,80

Στο σημείο αυτό δεν πραγματοποιείται υπολογισμός της πραγματικής εξατμησοδιαπνοής (Επ), επειδή συμπεριλαμβάνεται στον υπολογισμό της επιφανειακής απορροής (Α) της λεκάνης στο κεφάλαιο Β.3.3..

Α.4.4. Η ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΑΠΟΡΡΟΗ (Α).

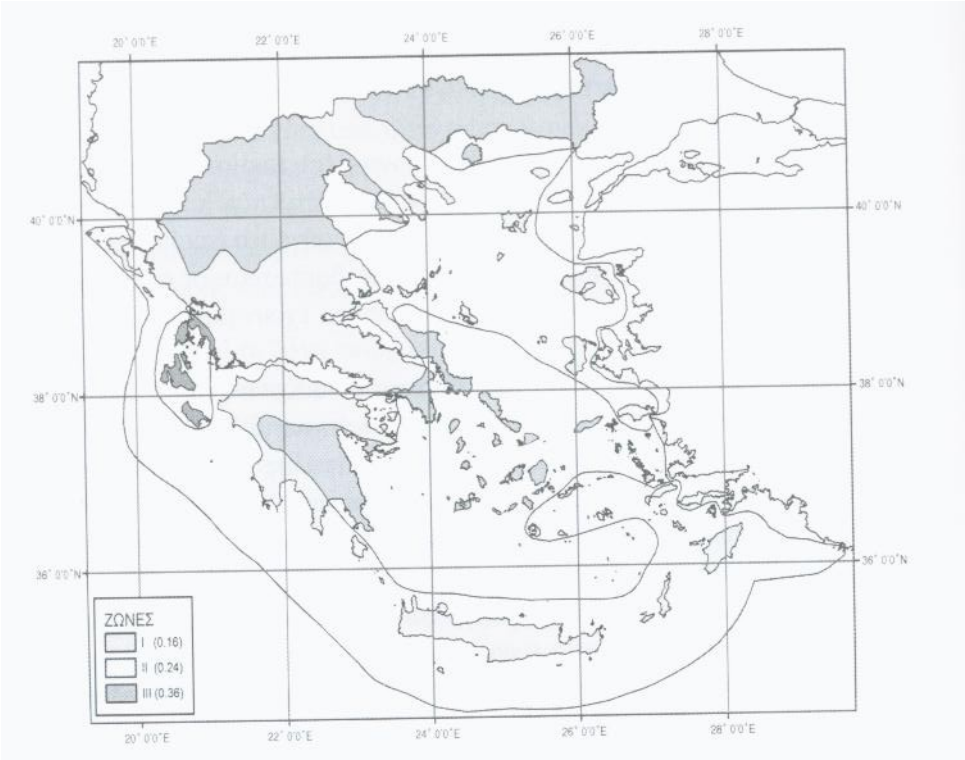
Δεν έχει γίνει συστηματική μελέτης της παροχής του ρέματος των Αγίων Αναργύρων από την Υ.Ε.Β. Σερρών. Σποραδικές μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στη θέση «Κιόσια» κατά την περίοδο 1952-1963, αλλά μόνο στους μήνες Απρίλιο έως Νοέμβριο και την περίοδο 1997-2002, στην ομώνυμη κοιλάδα ανάντη ή κατάντη της ξύλινης γέφυρας του κέντρου «Βαλέρια». Οι υδρομετρήσεις αυτές πραγματοποιούνταν από καμία (1998, 1999), μέχρι πέντε φορές το έτος, ενώ σε δύο περιπτώσεις έγινε εκτίμηση της παροχής, οι οποίες (πλην των εκτιμήσεων) παρουσιάζονται στον πίνακα 7. Σ' αυτό το σημείο σημειώνεται ότι ο αριθμός των πηγών είναι μεγάλος.

Πίνακας 7: *Μετρήσεις της παροχής του ρέματος των Αγίων Αναργύρων στο ύψος της γέφυρας του κέντρου «Βαλέρια» κατά την περίοδο 1997-2002.*

Ημερομηνία	**Παροχή (lit/sec)**	**Ημερομηνία**	**Παροχή (lit/sec)**
25/6/1997	110	**16/7/2001**	7
13/8/1997	112	**25/9/2001**	49
11/5/2000	201	**7/11/2001**	71
13/6/2000	79	**11/12/2001**	78
3/5/2001	236	**9/7/2002**	97
14/6/2001	40	**14/8/2002**	47
		9/9/2002	202

Α.5. Η ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ-ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.

Η περιοχή, σύμφωνα με την τροποποίηση του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού (ΕΑΚ-2000) το 2004 (σχήμα 12), εντάσσεται στη ζώνη ΙΙ με τιμή σχεδιασμού σεισμικής επιτάχυνσης εδάφους $\alpha = 0.24g$, με g την επιτάχυνση της βαρύτητας.



Σχήμα 12: *Ο νέος χάρτης Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδας (2004) με τρεις ζώνες (Παυλίδης, 2003).*

Βιβλιογραφικά (Παπαζάχος και Παπαζάχου, 2002), δεν αναφέρεται αν η πόλη των Σερρών ή η ευρύτερη περιοχή έχει υποστεί ζημιές από κάποιο σεισμό, εκτός από μία περίπτωση. Στις 5/5/1829, κατά την εκδήλωση σεισμού στην περιοχή της Δράμας, ο οποίος έγινε αισθητός στην Κωνσταντινούπολη και το Βουκουρέστι και είχε μέγεθος 7,3, προκλήθηκαν πολλές ζημίες. Το ίδιο ρήγμα έχει δώσει κι άλλα γεγονότα με μέγεθος μεγαλύτερο του 6, χωρίς να αναφέρονται καταστροφές στο Νομό Σερρών.

Οι νεώτερες έρευνες στην περιοχή (Tranos and Moundrakis, 2004), έδειξαν ότι στη περιοχή υπάρχει μια ζώνη ρηγμάτων, η οποία αναπτύσσεται με διεύθυνση Α-Δ και έχει μήκος 30 km. Διαιρείται σε τέσσερις κλάδους, από τους οποίους οι συμβατοί με το εφελκυστικό πεδίο των τάσεων, όπως αυτό καθορίστηκε με βάση το τελευταίο

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

σεισμικό γεγονός και είναι ΒΒΔ-ΝΝΑ διεύθυνσης, είναι οι κλάδοι Επτάμυλοι-Άγιο Πνεύμα και Άγιο Πνεύμα-Μέταλλα. Όσον αφορά τη σεισμική επικινδυνότητα της ευρύτερης περιοχή και κυρίως της πόλης των Σερρών, υπολογίστηκε ρυθμός ολίσθησης ίσος με 0,5 mm/yr. Εκτιμάται ότι ένας πιθανός σεισμός θα έχει μέγιστο μέγεθος 6 βαθμών της κλίμακας Rihter, σε περίπτωση επαναδραστηριοποίησης τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β.
ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.

Β.1. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ «ΓΥΜΝΟ ΡΕΜΑ».

Β.1.1. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.

Η θέση βρίσκεται στον άνω ρου του ρέματος των Αγίων Αναργύρων, με το σημείο εξόδου της λεκάνης να βρίσκεται σε υψόμετρο 768 m. Περιβάλλεται από τους λόφους-υψώματα (με φορά από το νοτιότερο άκρο της αριστερής υπολεκάνης κοιτάζοντας προς τα κατάντη και ακολουθώντας πορεία αντίθετης της κίνησης των δεικτών του ρολογιού): Κατσικάκι, Γεράκι, Κουτσουρεμένη, Κορυφές, Ηλιόλουστο, Καλύβια Μπεξή, Προφήτης Ηλίας, Πέταλο και Φυλλόστρωμα. Η απόσταση της από την πόλη των Σερρών ανέρχεται στα 14,5 km περίπου.

Εικόνα 1: *Άποψη της λεκάνης κατάκλυσης του Γυμνού Ρέματος.*

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Β.1.2. Η ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.

Τα πετρώματα της λεκάνης αποτελούν τμήμα του κρυσταλλοσχιστώδους υποβάθρου του όρους της Βροντού. Στα πετρώματα αυτά ανήκουν; τα μάρμαρα, οι σχιστογνεύσιοι, ο γνευσιοειδής χαλαζιακός μονζονίτης-γρανίτης και ο γρανίτης-γρανιτικός πορφύρης. Η σχιστότητα του γνευσίου αναφέρεται με διεύθυνση κλίσης ΝΔ.

Εντοπίζονται τρία πιθανά κανονικά ρήγματα:

- Ρήγμα στη νότια κλιτή του λόφου του Προφήτη Ηλία με παράταξη Α-Δ
- Δύο διασταυρωμένα στη θέση Καλύβια Μπεξή, λίγο πιο ανατολικά από το προηγούμενο, με παράταξη ΒΔ-ΝΑ και ΒΑ-ΝΔ.

Β1.3. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.

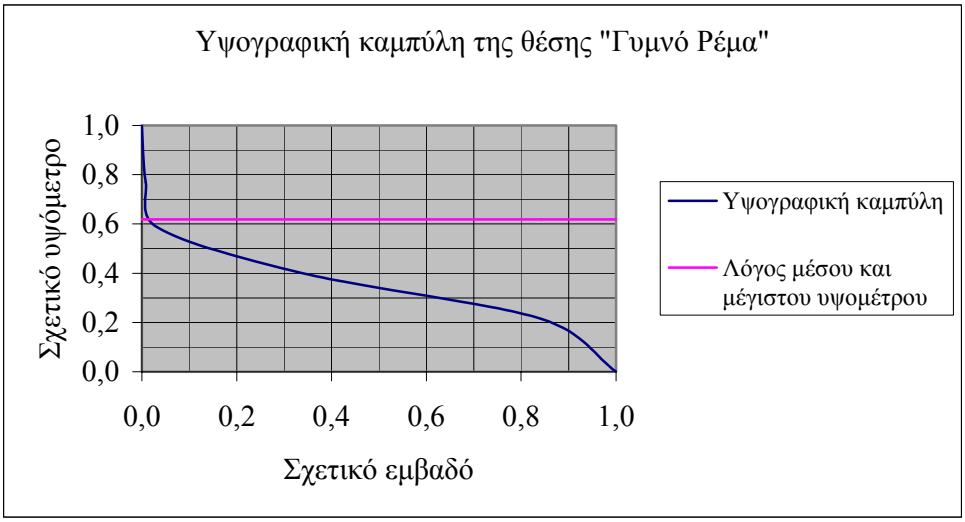
Στον πίνακα 8 αναφέρονται οι μορφολογικές παράμετροι της λεκάνης απορροής.

Πίνακας 8 :*Οι μορφολογικές παράμετροι τις λεκάνης απορροής.*

Παράμετρος	Μονάδα	Τιμή
Εμβαδό	km^2	17,1
Περίμετρος	km	21,3
Μέγιστο υψόμετρο	m	1849
Ελάχιστο υψόμετρο	m	768
Μέσο υψόμετρο	m	1144
Μέγιστο ανάγλυφο	m	1081
Υψογραφικό ολοκλήρωμα (1)		0,347
Υψογραφικό ολοκλήρωμα (2)		0,345
Παράγοντας ασυμμετρίας λεκάνης		45,4
Δείκτης κυκλικότητας		0,474
Μήκος μέγιστου μισγάγγειου	km	8,38
Μέση κλίση λεκάνης	%	40,58
Χρόνος απόκρισης	h	1,877
Υδρογραφική πυκνότητα	km^{-1}	3,728
Υδρογραφική συχνότητα	κλάδοι/km^2	8,655

Το υψογραφικό ολοκλήρωμα υπολογίστηκε τόσο απ' ευθείας από το χάρτη [τιμή (1)], όσο και από την υψογραφική καμπύλη [τιμή (2)], η οποία παρουσιάζεται στο σχήμα 13. Η τιμή του υψογραφικού ολοκληρώματος μπορεί να χαρακτηριστεί ως

υψηλή, εξαιτίας του ότι η τοπογραφία είναι υψηλή σε σχέση με το μέσο υψόμετρο της περιοχής.



Σχήμα 13: *Η υψογραφική καμπύλης της λεκάνης του Γυμνού Ρέματος και η αναλογία μέσου και μέγιστου υψομέτρου της λεκάνης.*

Τιμές του παράγοντα ασυμμετρίας κοντά στο 50, υπενθυμίζεται ότι σημαίνουν ότι το ποτάμιο σύστημα παραμένει σε σταθερή θέση, που πρακτικά υποδηλώνει την κατά βάθος διάβρωση των κοιλάδων (Παυλίδης, 2003).

Β.1.4. ΤΟ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ.

Το υδρολογικό ισοζύγιο υπολογίστηκε με τη μέθοδο του Thornthwaite και παρουσιάζεται στον πίνακα 9. Οι μηνιαίες τιμές κατακρημνισμάτων και μέσης θερμοκρασίας εκτιμήθηκαν με βάση το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής.

Θεωρήθηκε ότι τα διαθέσιμα αποθέματα του εδάφους για τη βλάστηση (W) ανέρχονται στα 100 mm.

Στον πίνακα 10 παρουσιάζεται η ανάλυση της ολικής απορροής σε κατείσδυση (I) και σε επιφανειακή απορροή (A) (ο συντελεστής επιφανειακής απορροής θεωρήθηκε ίσος με 30%, επειδή τα πετρώματα της υδρολογικής λεκάνης είναι πυριγενή και μεταμορφωμένα) και στον πίνακα 11 η συνολική παρουσίαση του ισοζυγίου.

Στο σχήμα 14 παρουσιάζεται η μηνιαία μεταβολή των κατακρημνισμάτων (P), της πραγματικής εξατμησοδιαπνοής (Επ), της κατείσδυσης (I), της επιφανειακής απορροής (A). και των διαθέσιμων αποθεμάτων για τη βλάστηση (W).

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Πίνακας 9: *Η εκτίμηση του υδρολογικού ισοζυγίου με τη μέθοδο του Thornthwaite. Τ είναι η μέση μηνιαία θερμοκρασία, i ο μηνιαίος δείκτης,, Εδ η δυνητική εξατμησοδιαπνοή, n ο συντελεστής διόρθωσης έναντι του γεωγραφικού πλάτους, Έδ η διορθωμένη δυνητική εξατμησοδιαπνοή, Ρ τα μηνιαία κατακρημνίσματα, W τα διαθέσιμα αποθέματα του εδάφους για τη βλάστηση, Επ η πραγματική εξατμησοδιαπνοή και Q η μηνιαία ολική επιφανειακή απορροή, Α η επιφανειακή απορροή και Ι η κατείσδυση.*

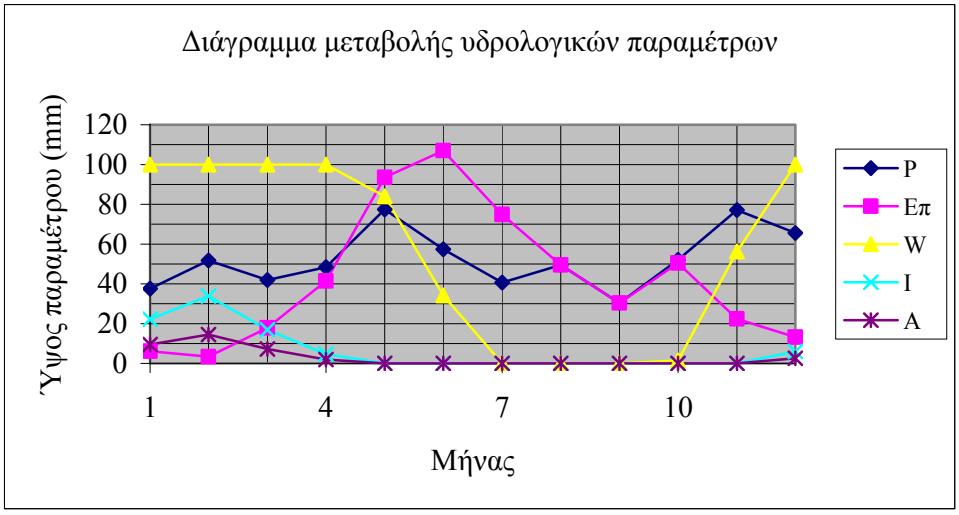
	Ιαν	**Φεβ**	**Μαρ**	**Απρ**	**Μαϊ**	**Ιουν**	**Ιουλ**	**Αυγ**	**Σεπ**	**Οκτ**	**Νοε**	**Δεκ**	
Τ (˚C)	2,40	1,50	4,90	9,20	13,60	18,10	21,00	20,40	17,50	12,20	7,10	4,70	11,05
i	0,33	0,16	0,97	2,52	4,55	7,01	8,78	8,40	6,66	3,86	1,70	0,91	45,85
Εδ (mm)	7,28	4,11	17,34	37,31	74,81	84,97	101,81	98,28	81,56	52,59	27,23	16,49	
n	0,83	0,83	1,03	1,11	1,25	1,26	1,27	1,19	1,04	0,96	0,82	0,80	
Έδ	6,04	3,41	17,86	41,41	93,51	107,06	129,30	116,95	84,82	50,49	22,33	13,19	
P (mm)	37,60	51,80	41,90	48,30	77,50	57,30	40,70	49,50	30,30	52,00	77,10	65,50	629,50
W (mm)	100,00	100,00	100,00	100,00	83,99	34,23	0,00	0,00	0,00	1,51	56,28	100,00	
Επ (mm)	6,04	3,41	17,86	41,41	93,51	107,06	74,93	49,50	30,30	50,49	22,33	13,19	510,04
Q (mm)	31,56	48,39	24,04	6,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,59	119,46
I (mm)	22,09	33,87	16,83	4,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,01	83,62
A (mm)	9,47	14,52	7,21	2,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,58	35,84

Πίνακας 10: *Η ανάλυση της ολικής απορροής σε κατείσδυση (I) και σε επιφανειακή απορροή (A).*

	Q	I	A
mm	119,46	83,62	35,84
10^6 m^3	2,0429	1,4300	0,6129
%	100	70	30

Πίνακας 11: *Η ανάλυση του υδρολογικού ισοζυγίου σε κατακρημνίσματα (P), εξατμοδιαπνοή (E), κατείσδυση (I) και επιφανειακή απορροή (A).*

	P	E	I	A
mm	629,5	510,04	83,62	35,84
10^6 m^3	10,7651	8,7219	1,4296	0,6125
%	100	81,02	13,28	5,69



Σχήμα 14: *Η μηνιαία μεταβολή των κατακρημνισμάτων (P), της πραγματικής εξατμησοδιαπνοής (Επ) των διαθέσιμων αποθεμάτων για τη βλάστηση (W), της κατείσδυσης I και της επιφανειακής απορροής (A).*

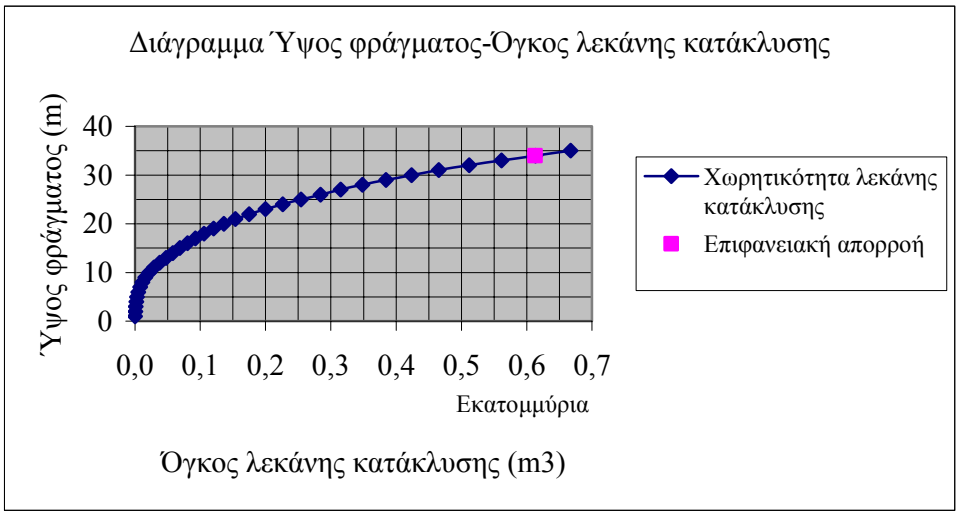
Β.1.5. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.

Β.1.5.1. ΎΨΟΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.

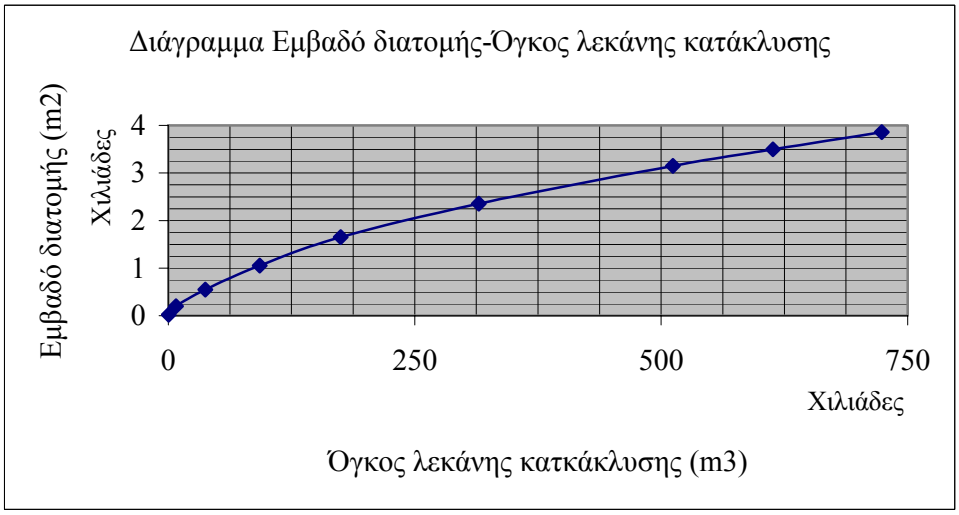
Για τον προσδιορισμό του ύψους του φράγματος χρησιμοποιήθηκε τοπογραφικός χάρτης σε κλίμακα 1:50.000. Για την πύκνωση των ισοϋψών πραγματοποιήθηκε παρεμβολή ανά 5 m, με το ίδιο λογισμικό που έγινε η ψηφιοποίηση της λεκάνης απορροής. Το υψόμετρο θεμελίωσης υπολογίστηκε στα 768 m. Στο σχήμα 15

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

παρουσιάζεται η καμπύλη ύψος φράγματος-όγκος λεκάνης κατάκλυσης, απ' όπου προκύπτει ότι το ύψος του νερού θα ανέρχεται στα 34 m, με τη στάθμη της δημιουργούμενης λίμνης να βρίσκεται σε υψόμετρο 802 m.



Σχήμα 15: *Η μεταβολή του όγκου της λεκάνης κατάκλυσης σε συνάρτηση με το ύψος του φράγματος.*



Σχήμα 16: *Η μεταβολή του όγκου της λεκάνης κατάκλυσης σε συνάρτηση με το εμβαδό διατομής του ρέματος στη θέση του άξονα του φράγματος.*

Το ύψος ασφαλείας ορίζεται από τη σχέση:

$$d = 1{,}5w + k\,,$$

με:

- $k = 0{,}5 - 0{,}3m$

- $w = 0,7 + 0,1L$
- L το μήκος της λίμνης.

Το μήκος της λίμνης υπολογίστηκε στα 0,625 km, με αποτέλεσμα το πρόσθετο ύψος να είναι ίσο με $d = 1,26 - 1,06m$. Έτσι το ελάχιστο πρόσθετο ύψος θεωρήθηκε ως $d = 2m$, διαμορφώνοντας το τελικό ύψος του φράγματος στα 36 m. Στο σχήμα 16 παρουσιάζεται το διάγραμμα εμβαδό διατομής-όγκος λεκάνης κατάκλυσης.

Όπως φαίνεται από τα σχήματα 15 και 16, οι καμπύλες έχουν μεγάλη κλίση. Επίσης ο λόγος του όγκου του φράγματος προς τον όγκο της λεκάνης κατάκλυσης έχει τιμή $\omega = 0,139$, η οποία χαρακτηρίζεται ως οριακά καλή έως ακατάλληλη.

Β.1.5.2. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΝΤΗ ΠΡΟΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.

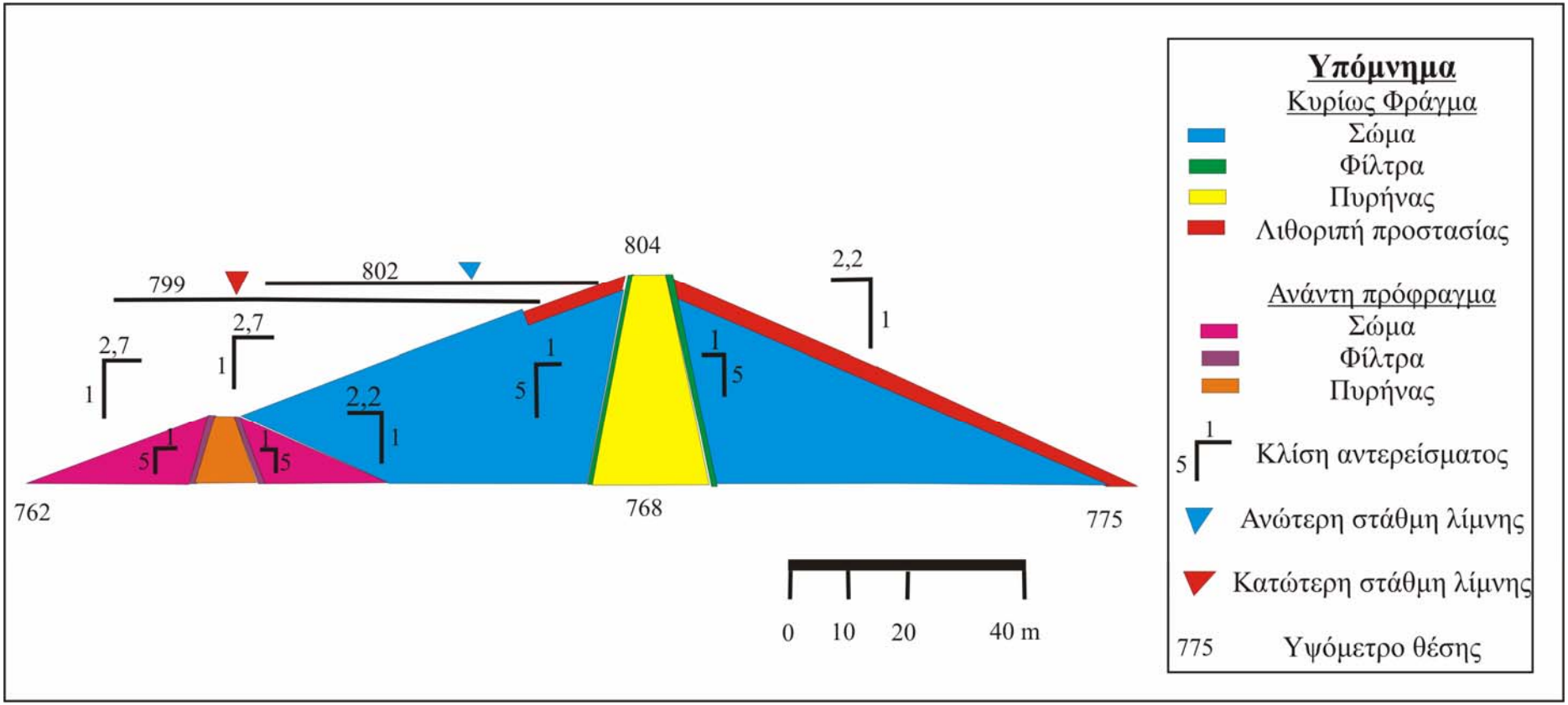
Ο σχεδιασμός προβλέπει την κατασκευή χωμάτινου φράγματος με ζωνώδη δομή. Θα κατασκευαστεί φράγμα με πέντε ζώνες: την πρώτη ζώνη που αντιστοιχεί στον αργιλικό πυρήνα, τη δεύτερη ζώνη που είναι η ζώνη των φίλτρων, την τρίτη ζώνη που αποτελεί το σώμα αντιστήριξης του φράγματος και περιλαμβάνει αδιαβάθμητα υλικά με μέγεθος όχι μεγαλύτερο των 15-20 cm, τα οποία όμως μπορούν να συμπυκνωθούν, την ανάντη και κατάντη ζώνη επένδυσης ξερολιθιάς (λιθοριπή προστασίας) που θα κατέρχονται κάτω από την κατώτερη στάθμη λειτουργίας του ταμιευτήρα. Οι χωματουργικές αυτές ζώνες παρουσιάζονται στο σχήμα 17.

Οι σχέσεις που ορίζουν τις διαστάσεις ενός φράγματος ποικίλουν από περίπτωση σε περίπτωση, ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες, την ποσότητα των υλικών και τη διαθέσιμη του βιβλιογραφία (Δημόπουλος, 1993˙ Βαλαλάς, 1984). Στον πίνακα 12 παρουσιάζονται οι σχέσεις και οι κλίσεις που είναι κοινές για τα όμοια τμήματα του φράγματος και του ανάντη προφράγματος και στο σχήμα 17 παρουσιάζεται η τομή του φράγματος, ενώ στον πίνακα 13 δίνονται οι διαστάσεις του φράγματος.

Β.1.5.3 ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.

Ο σχεδιασμός και κατ' επέκταση ο υπολογισμός των χωματουργικών του φράγματος έγινε με τις παρακάτω κλίσεις του πίνακα 12. Στον πίνακα 14 παρουσιάζονται οι απαιτούμενοι όγκοι χωματουργικών, όπως προέκυψαν από τη γεωμετρία του έργου.

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.



Σχήμα 17: *Τομή κάθετα στον άξονα του φράγματος όπου φαίνεται η ζωνώδης δομή.*

Πίνακας 12: *Οι κλίσεις και οι σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν στο σχεδιασμό του φράγματος (Δημόπουλος, 1993)*

Τμήμα σχεδιασμού	**Κλίση (h/v)**	**Σχέση**
Ανάντη αντέρεισμα	2,7/1	
Κατάντη αντέρεισμα	2,2/1	
Πρανή φίλτρων και αργιλικού πυρήνα	1/5	
Πλάτος στέψης φράγματος-προφράγματος		$\chi = 1 + 1{,}1\sqrt{H}$
Πλάτος βάσης φράγματος-προφράγματος		$\psi = 2{,}7H + \chi + 2{,}2H$
Πλάτος στέψης αργιλικού πυρήνα φράγματος		$\chi_\alpha = \chi - 3$
Πλάτος στέψης αργιλικού πυρήνα προφράγματος		$\chi_\alpha^{'} = \chi - 2$
Πλάτος βάσης αργιλικού πυρήνα φράγματος-προφράγματος		$\psi_\alpha = \chi_2 + \frac{2}{5}H$

Πίνακας 13: *Οι διαστάσεις των διαφόρων τμημάτων του φράγματος στη θέση Γυμνό Ρέμα.*

Τμήμα σχεδιασμού	**Μονάδα**	**Τιμή**	
		Φράγμα	**Ανάντη πρόφραγμα**
Ύψος	m	35	12
Πλάτος στέψης	m	7,5	4,8
Πλάτος στέψης αργιλικού πυρήνα	m	5,5	2,8
Πλάτος βάσης	m	179	63,6
Πλάτος βάσης αργιλικού πυρήνα	m	19,5	9,6
Μήκος στέψης	m	176	85
Εμβαδό διατομής	m^2	3263,75	410,4

Ένα μέρος των χωματουργικών μπορεί να προέλθει από τις εκσκαφές για τη κατασκευή του υπερχειλιστή, οι οποίες παρουσιάζονται στο ανάλογο κεφάλαιο της

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

εργασίας και, από τις εκσκαφές θεμελίωσης (V_e), των οποίων η ποσότητα (σε m^3) ορίζεται από τη σχέση:

$$V_e = L \cdot s \cdot H_e,$$

με:

- L το μέγιστο μήκος του φράγματος,
- S το συνολικό πλάτος της βάσης και
- H_e το πάχος του αποσαθρωμένου μανδύα.

Το γινόμενο $L \cdot S$ αναπαριστά το εμβαδόν της κάτοψης του φράγματος, το οποίο με εμβαδομέτρηση σε κλίμακα 1:1000 υπολογίστηκε ίσο με 22.240 m^2 περίπου. Άρα η ποσότητα των εκσκαφών θεμελίωσης ορίζεται από τη σχέση:

$$V_e = 22240 H_e$$

Πίνακας 14: *Οι απαιτούμενοι όγκοι χωματουργικών.*

Όγκος (m^3) χωματουργικών τμήματος	**Φράγμα**	**Πρόφραγμα**	**Σύνολο**
Αργιλικού πυρήνα	35867,52	10013,80	45881,32
Φίλτρων	6897,60	1805,80	8703,40
Αδιαβάθμιτων υλικών σώματος	186208,64	2626,60	188835,24
Σύνολο	228973,76	14446,20	243419,96

Β.1.6. Η ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ.

Β.1.6.1. Η ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ.

Η περιοχή θα κατακλυσθεί ως την ισοϋψή των 802 m. Η μορφή της είναι επιμήκης με διαστάσεις που δίνονται στον πίνακα 15 και ΒΑ-ΝΔ ανάπτυξη.

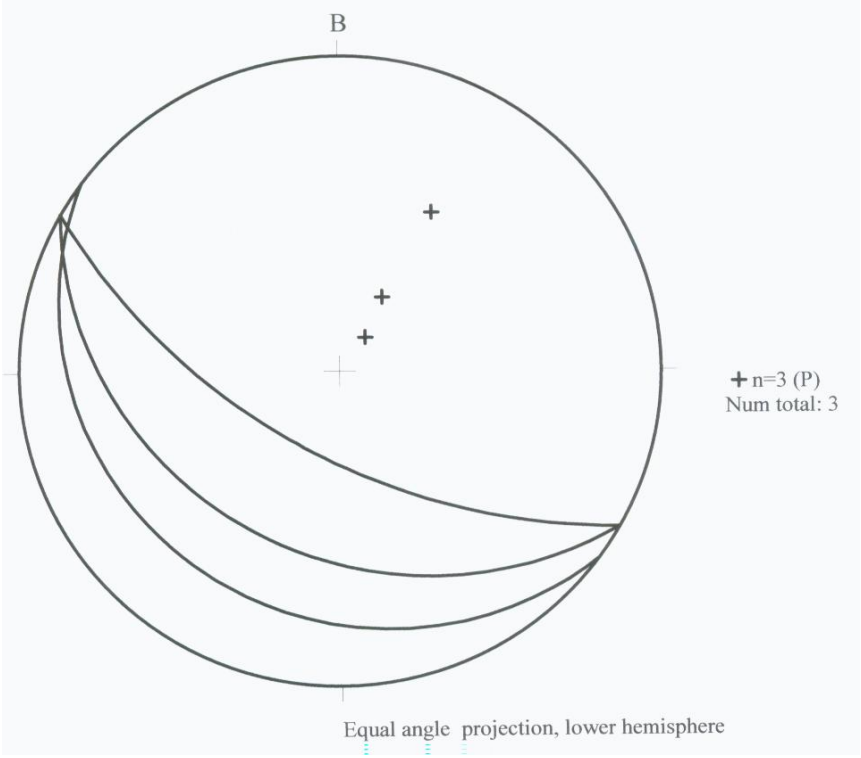
Β.1.6.2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.

Η χαρτογράφηση της περιοχής έγινε σε κλίμακα 1:5000. λόγω των απότομων κλιτύων η ισοδιάστασή του είναι 5 m αντί για 1 m.

Πίνακας 15: *Οι μορφολογικές παράμετροι του ταμιευτήρα.*

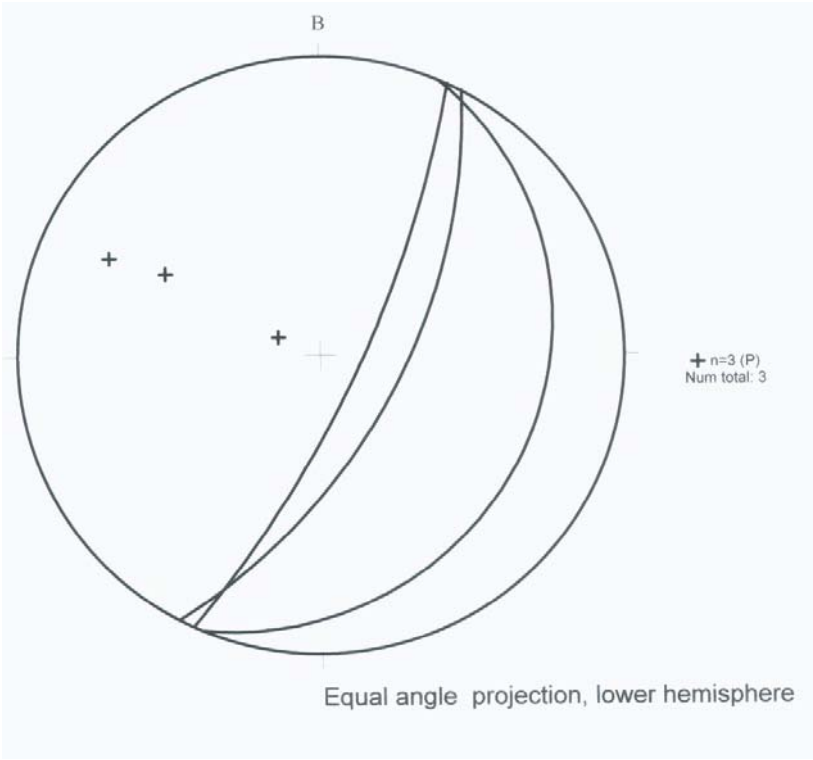
Παράμετρος	Μονάδα	Τιμή
Περίμετρος	m	1500
Έκταση	m^2	50900
Μήκος λίμνης	m	625
Υψόμετρο στάθμης	m	802

Το μοναδικό πέτρωμα που συναντάται είναι ο διμαρμαρυγιακός γρανίτης, ο οποίος είναι κατά θέσεις εξαλλοιωμένος. Οι μανδύες αποσάθρωσης αναπτύσσονται σε διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ με μήκος και πλάτος της τάξης μερικών μέτρων. Συναντώνται χαλαζιακές φλέβες σε διάφορες διευθύνσεις. Στα σχήματα 18-21 παρουσιάζονται τα διαγράμματα Schmidt των διευθύνσεων κλίσης των ασυνεχειών. Η επεξεργασία όλων των διαγραμμάτων Schmidt έγινε με τη βοήθεια του λογισμικού StereoNet Version 2.46 (Duyester, 1999).

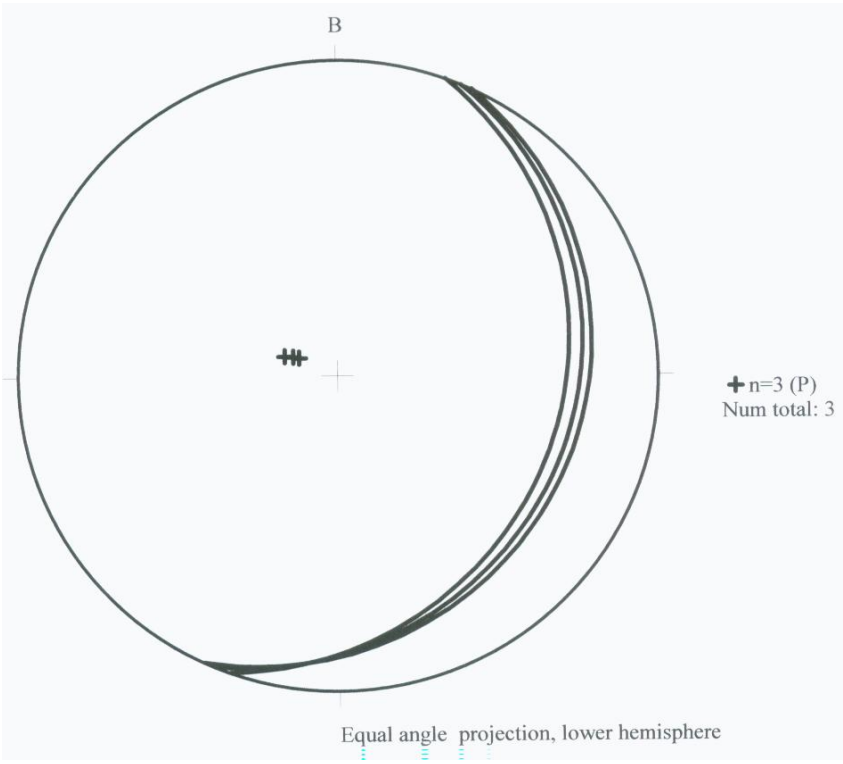


Σχήμα 18: *Διάγραμμα Schmidt των διευθύνσεων κλίσης των ασυνεχειών του αριστερού αντερείσματος στη θέση 1 των γεωλογικών χαρτών της μελετούμενης περιοχής.*

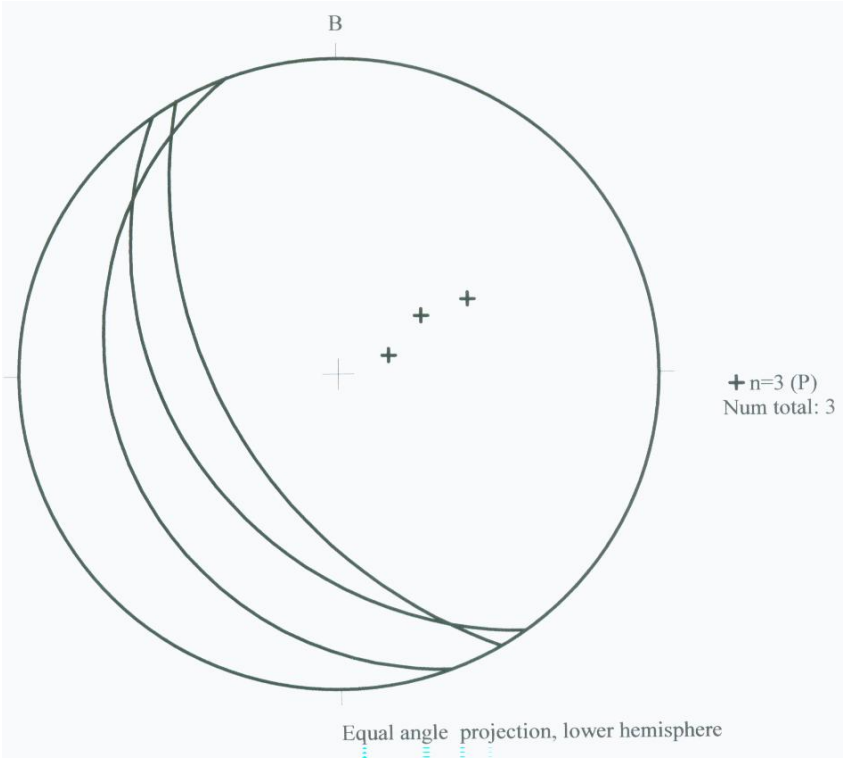
Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.



Σχήμα 19: *Διάγραμμα Schmidt των διευθύνσεων κλίσης των ασυνεχειών του δεξιού αντερείσματος στη θέση 2 των γεωλογικών χαρτών της μελετούμενης περιοχής.*



Σχήμα 20: *Διάγραμμα Schmidt των διευθύνσεων κλίσης των ασυνεχειών του δεξιού αντερείσματος στη θέση 3 του γεωλογικού χάρτη της λεκάνης κατάκλυσης.*



Σχήμα 21: *Διάγραμμα Schmidt των διευθύνσεων κλίσης των ασυνεχειών του αριστερού αντερείσματος στη θέση 3 του γεωλογικού χάρτη της λεκάνης κατάκλυσης.*

Κατά μήκος της κοίτης και εκατέρωθέν αυτής απαντούν αποθέσεις χερσαίων υλικών με αρκετό μήκος, κυμαινόμενο πλάτος και το πάχος-ύψος τους σπάνια υπερβαίνει το ένα μέτρο, δεδομένου ότι σε διάφορα σημεία είναι ορατά τα τεμάχη βράχων που έχουν αποτεθεί.

Το ρέμα έχει αναπτυχθεί κατά μήκος ενός ρήγματος, ο εντοπισμός του οποίου ενισχύεται από τη μονότονη διεύθυνση κλίσης των διακλάσεων του δεξιού αντερείσματος της λεκάνης στα ΝΑ και του αριστερού στα ΝΔ.

Β.1.6.4. ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ.

Στην περιοχή δεν έχουν εκτελεστεί γεωερευνητικά προγράμματα, έτσι ώστε μέσα από αυτά να έχει προσδιοριστεί η στεγανότητα ή όχι της λεκάνης του ταμιευτήρα. Έτσι η αξιολόγηση της υδροπερατότητας των σχηματισμών έγινε αξιολογώντας τις γεωλογικές-υδρογεωλογικές και υδραυλικές συνθήκες που παρατηρούνται στην περιοχή αυτή.

Αξιολογώντας τα παραπάνω διαπιστώνεται:

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

- Το μοναδικό πέτρωμα είναι ο γρανίτης και τα χερσαία υλικά έχουν μικρή εξάπλωση στη θέση αυτή.
- Στο δεξί αντέρεισμα της λεκάνης και σε μικρό ύψος από την κοίτη του ρέματος (≈ 5 m) εντοπίστηκε πηγή, όπως επίσης και στο αριστερό αντέρεισμα πηγή ανάντη τις λεκάνης μέσα στα χερσαία υλικά και σε ύψος περίπου ενός μέτρου πάνω από το επίπεδο ροής.

Ο γρανίτης παρόλο που κατά θέσεις είναι διερρηγμένος και εμφανίζεται κατά θέσεις αποσαθρωμένος δε φαίνεται να είναι υδροπερατός, αφού οι διακλάσεις του δεν είναι διευρυμένες και φράσσονται με το βάθος (Δημόπουλος, 1986). Οι δύο πηγές στα αντερείσματα δηλώνουν την ύπαρξη υδροφόρου ορίζοντα σε μικρό βάθος, ελαχιστοποιώντας έτσι των κίνδυνο των πλευρικών και κατακόρυφων διαφυγών νερού.

Β.1.7. ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ (Q_m) ΤΟΥ ΡΕΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ ΣΤΗ ΘΕΣΗ «ΓΥΜΝΟ ΡΕΜΑ».

Για τον υπολογισμό των πλημμυρικών παροχών εφαρμόστηκε τόσο ο τύπος του Füller, όσο και ο τύπος του Giadotti.

Ο τύπος του Füller έχει τη μορφή:

$$Q_m = q_\mu (1 + 0{,}8 \cdot \log T)\left(1 + \frac{2{,}66}{E^{0{,}3}}\right),$$

με:

- Ε το εμβαδόν της λεκάνης (km^2),
- Τ η περίοδος επανάληψης του πλημμυρικού επεισοδίου σε έτη,
- $q_\mu = 1{,}8E^{0{,}8}$ η μέση πλημμυρική παροχή για ένα έτος (m^3/sec).

Με αριθμητική αντικατάσταση η παραπάνω σχέση μετασχηματίζεται σε:

$$Q_m = 43{,}75 \log T + 54{,}69$$

για Τ έτη, ενώ για ένα έτος έχει τιμή ίση με:

$$q_\mu = 17{,}45 m^3 / \sec$$

Ο τύπος του Giadotti είναι ο:

$$Q_m = 0{,}278 \cdot E \cdot P_i \cdot I_\sigma$$

όπου:

- $P_i = (30 \log T + 15) \cdot t_c^{-0,6}$ η ένταση τις βροχόπτωσης σε mm,
- $t_c = \frac{4\sqrt{E} + 1,5L}{0,8\sqrt{z}}$ ο χρόνος απόκρισης της λεκάνης σε ώρες, Ε το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km^2), L το μέγιστο μήκος μισγάγκειου του υδρογραφικού δικτύου σε km και z η υψομετρική διαφορά μεταξύ του μέσου και του ελάχιστου υψομέτρου της λεκάνης.
- Τ η περίοδος επανάληψης τις πλημμύρας σε έτη και,
- I_σ ο συντελεστής απορροής, ο οποίος έχει τιμή 40% και 70% για ένα έτος και για εκατό αντίστοιχα.

Στον πίνακα 16 παρουσιάζονται οι πλημμυρικές παροχές των δύο αυτών μεθόδων για ένα και για εκατό χρόνια. Επειδή η μέθοδος του Giadotti λαμβάνει υπόψη περισσότερες παραμέτρους σε σχέση με τη μέθοδο του Füller, όπως φαίνεται και από τους αντίστοιχους τύπους, θεωρείται πιο αξιόπιστη και με βάση την τιμή που προκύπτει για εκατό χρόνια γίνονται οι παραπέρα υπολογισμοί.

Πίνακας 16: *Οι τιμές των πλημμυρικών παροχών της λεκάνης που προέκυψαν από τις δύο μεθόδους.*

Έτη	**Πλημμυρική παροχή (m^3/sec)**	
	Füller	**Giadotti**
1	17,45	19,55
10	98,44	
50	129,02	
100	142,19	171,05

Β.1.8. ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗΣ.

Η κατασκευή του υπερχειλιστή προτείνεται στο δεξί αντέρεισμα. Ο τύπος που προτείνεται είναι μετωπικός τετραγωνικός.

Δεδομένου ότι η παροχετευτικότητα μιας τετραγωνικής διατομής ορίζεται από τη σχέση:

$$Q = 1,87B\sqrt{h^3} \ ,$$

με:

- Q την παροχή σε m^3/sec,
- Β το πλάτος της διατομής, και

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

- h το ύψος της διατομής

προκύπτει ότι για πλημμυρική παροχή 171,05 m^3/sec και για ύψος 2 m το πλάτος θα είναι ίσο με 32,24 m. Για το λόγο αυτόν προτείνεται κατασκευή υπερχειλιστή με πλάτος 33 m. Τότε με βάση τη δεδομένη γεωμετρία η παροχετευτικότητά του είναι ίση με:

$$Q_{33} = 174{,}5 m^3 / \sec ,$$

όπου Q_{33} η παροχετευτικότητα υπερχειλιστή πλάτους 33 m.

Ο υπερχειλιστής σχηματίζει αριστερόστροφη γωνία 102º με τον άξονα του φράγματος.

Β.1.9. Η ΔΙΩΡΥΓΑ ΦΥΓΗΣ ΤΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ.

Η διατομή της διώρυγας φυγής του πλημμυρικού κύματος είναι τετραγωνική με διαστάσεις 5m ύψος και 9 m πλάτος (ισοδύναμη παροχετευτικότητα 188,1 m^3/sec). Αναπτύσσεται στον υπερχειλιστή, ως τη θέση του άξονα, συνεχίζει κάθετα σ' αυτόν, ακολουθώντας συνεχώς την κλίση του ανάγλυφου μέχρι το υψόμετρο των 760 m. Το μήκος της ανέρχεται στα 151 μέτρα.

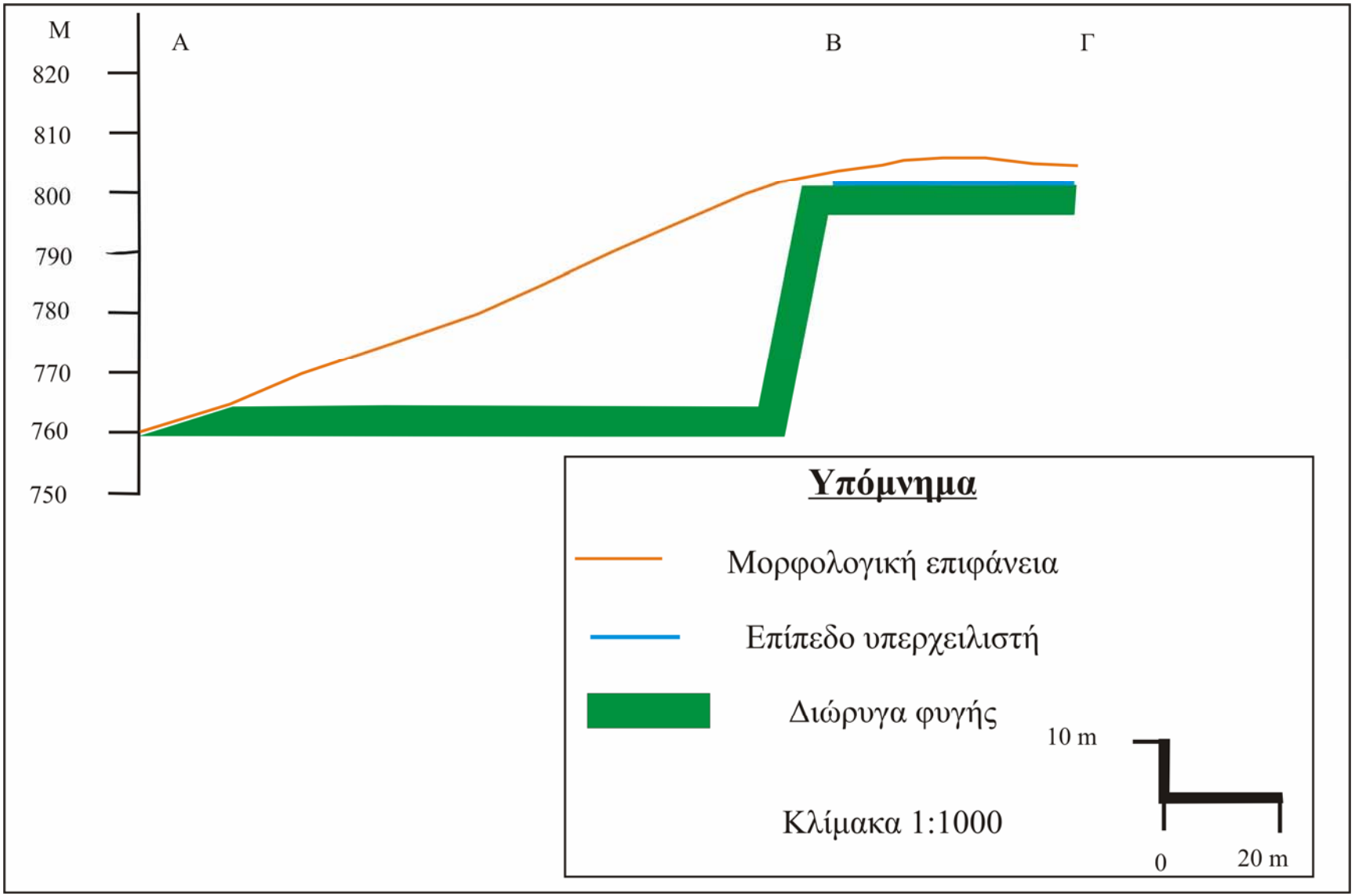
Το πρανές της κατασκευάζεται με κλίση 1:2 (h:v) μέχρι το ύψος των 2 μέτρων πάνω από τη στάθμη της λίμνης (μέχρι δηλαδή το υψόμετρο των 804 m), δημιουργείται μια αναβαθμίδα πλάτους 4 m και υψώνεται με κλίση 1:5 (h:v) μέχρι να τμήσει τη μορφολογία.

Τα χωματουργικά που θα προκύψουν από την κατασκευή του υπερχειλιστή και της διώρυγας φυγής της εκτιμήθηκαν στα 28.900 m^3 περίπου.

Στα σχήματα 22 και 23 παρουσιάζονται η διάταξη της διώρυγας φυγής σε σχέση με τη στάθμη της λίμνης και τη στέψη του φράγματος, τόσο κατά μήκος αυτής, όσο και κάθετα σ' αυτήν κατά τη διεύθυνση του άξονα του φράγματος αντίστοιχα.

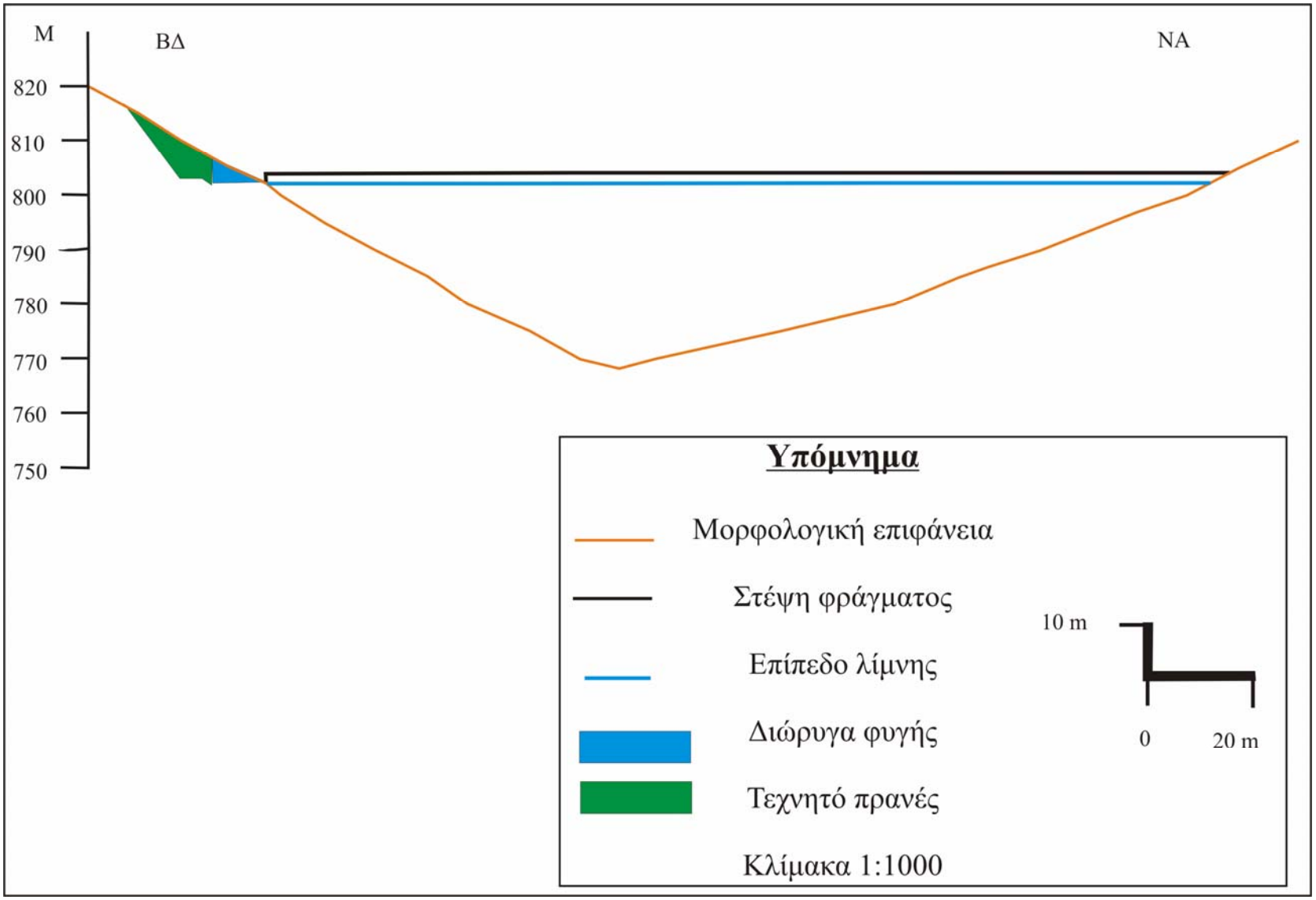
Β.1.10. ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΠΡΑΝΩΝ.

Ο γρανίτης που συναντάται στη λεκάνη κατάκλυσης είναι από τη φύση του πιο σκληρός και στερεός από το σκυρόδεμα, εφόσον δεν είναι τεκτονισμένος ή αποσαθρωμένος.



Σχήμα 22: *Η διάταξη της διώρυγας φυγής σε σχέση με τη στάθμη της λίμνης κατά μήκος αυτής.*

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.



Σχήμα 23: *Η διάταξη της διώρυγας φυγής σε σχέση με τη στάθμη της λίμνης και τη στέψη του φράγματος κάθετα αυτής.*

Όμως οι διακλάσεις που εντοπίστηκαν είναι στην πλειοψηφία τους μέτρια πλατιές (2,5-10 mm) χωρίς υλικό πλήρωσης και μειώνουν την αντοχή του. Έτσι κατά τη φάση της οριστικής μελέτης προτείνεται να εφαρμοστούν για τον υπολογισμό του μοντέλου της παραμόρφωσης και κατ' επέκταση την επίδρασή της σε φαινόμενα κατολίσθησης είτε επιφορτίσεις δειγμάτων με σχετικά μεγάλη επιφάνεια πίεσης ή WD-tests ή και σεισμικές γεωδιασκοπήσεις (Δημόπουλος, 1986).

Τα παραπάνω θα πρέπει να εφαρμοστούν τόσο στα πρανή της λεκάνης κατάκλυσης, όσο και στις θέσεις των συνοδών έργων.

Επιπλέον πιθανά προβλήματα μπορούν να δημιουργηθούν κατά τις διακυμάνσεις της στάθμης της λίμνης, οι οποίες έχουν οριστεί μεταξύ των επιπέδων 802 και 799 m, διότι με το γέμισμα της λεκάνης μεταβάλλεται η στερεότητα του πετρώματος, ελαττώνεται το βάρος εξαιτίας της άνωσης του νερού, με το ειδικό βάρος του γρανίτη πάνω από το επίπεδο της λίμνης να παραμένει σταθερό. Σε περίπτωση που παρατηρηθούν γρήγορες πτώσεις της στάθμης αυξάνονται αμέσως οι παράλληλες συνιστώσες βάρους ως προς τα πρανή και λόγω της απορροής του νερού μεταφέρονται στη μάζα του γρανίτη σημαντικές δυνάμεις ικανές να προκαλέσουν κατολισθήσεις (Δημόπουλος, 1986).

Προβλήματα από την επίδραση των κυμάτων δεν αναμένονται επειδή η λίμνη έχει μικρό μήκος και συνεπώς ο κυματισμός είναι ασθενής.

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Β.2. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ «ΑΝΩ ΜΟΣΧΑΡΙ».

Β.2.1. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ.

Η θέση βρίσκεται στο μέσο ρου του ρέματος των Αγίων Αναργύρων, με το σημείο εξόδου της λεκάνης να βρίσκεται στο υψόμετρο των 301 m. Περιβάλλεται από τους λόφους-υψώματα (με φορά από το νοτιότερο άκρο της αριστερής υπολεκάνης κοιτάζοντας της τα κατάντη και ακολουθώντας πορεία αντίθετης της κίνησης των δεικτών του ρολογιού): Κουτάλι, Στρόγγυλο, Τσούκες Πίτσου, Σκέπασμα, Άγιος Κωνσταντίνος, Επίμηκες, Γεράκι, Κουτσουρεμένη, Κορυφές, Ηλιόλουστο, Καλύβια Μπεξή, Προφήτης Ηλίας, Σέλωμα, Φόρτωμα και Άγιος Κωνσταντίνος. Η απόσταση της από την πόλη των Σερρών ανέρχεται στα 6 km περίπου.

Εικόνα 2: *Πανοραμική άποψη της λεκάνης κατάκλυσης με το Βορά να βρίσκεται στο βάθος της φωτογραφίας.*

Β.2.2. Η ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.

Τα πετρώματα που δομούν τη λεκάνη είναι κι εδώ τα μάρμαρα, οι σχιστογνεύσιοι, ο γνευσιοειδής χαλαζιακός μονζονίτης-γρανίτης και ο γρανίτης-γρανιτικός πορφύρης. Η σχιστότητα του γνευσίου αναφέρεται με διεύθυνση κλίσης ΝΔ.

Συναντώνται και νεώτερα ιζήματα του Τεταρτογενούς, τα οποία είναι άμμοι, χαλίκια, κροκάλες, λατύπες και άργιλοι τοποθετημένα σε τρεις αναβαθμίδες, με τη διάταξή τους να μεταβάλλεται έντονα από θέση σε θέση.

Τα ρήγματα που υπάρχουν στην περιοχή έχουν παράταξη κυρίως ΒΔ-ΝΑ, με πολύ μεγάλη γωνία κλίσης, έως κατακόρυφα

Β.2.3. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.

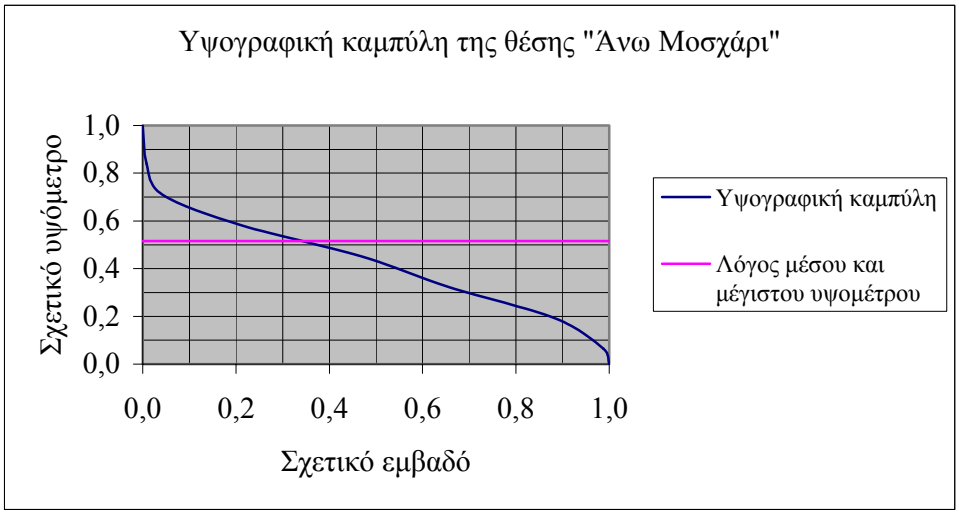
Στον πίνακα 17 αναφέρονται οι μορφολογικές παράμετροι της λεκάνης απορροής.

Το υψογραφικό ολοκλήρωμα υπολογίστηκε τόσο απ' ευθείας από το χάρτη [τιμή (1)], όσο και από την υψογραφική καμπύλη [τιμή (2)], η οποία παρουσιάζεται στο σχήμα 24. Η τιμή του υψογραφικού ολοκληρώματος μπορεί να χαρακτηριστεί ως υψηλή, διότι η τοπογραφία είναι υψηλή σε σχέση με το μέσο υψόμετρο της περιοχής.

Πίνακας 17: *Οι μορφολογικές παράμετροι της λεκάνης απορροής.*

Παράμετρος	Μονάδα	Τιμή
Εμβαδό	km^2	64,1976
Περίμετρος	km	42
Μέγιστο υψόμετρο	m	1849
Ελάχιστο υψόμετρο	m	301
Μέσο υψόμετρο	m	953
Μέγιστο ανάγλυφο	m	1548
Υψογραφικό ολοκλήρωμα (1)		0,41
Υψογραφικό ολοκλήρωμα (2)		0,4276
Παράγοντας ασυμμετρίας λεκάνης		69,761
Δείκτης κυκλικότητας		0,457
Μήκος μέγιστου μισγάγγειου	km	18,66
Μέση κλίση λεκάνης	%	41,95
Χρόνος απόκρισης	h	2,937
Υδρογραφική πυκνότητα	m^{-1}	3,416
Υδρογραφική συχνότητα	κλάδοι/km^2	8,038

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.



Σχήμα 24: *Η υψογραφική καμπύλης της λεκάνης ανάντη της θέσης Άνω Μοσχάρι και ο λόγος μέσο προς μέγιστο υψόμετρο.*

Β.2.4. ΤΟ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ.

Το υδρολογικό ισοζύγιο υπολογίστηκε με τη μέθοδο του Thornthwaite και παρουσιάζεται στον πίνακα 18. Οι μηνιαίες τιμές κατακρημνισμάτων και μέσης θερμοκρασίας εκτιμήθηκαν με βάση το μέσο υψόμετρο λεκάνης απορροής. Θεωρήθηκε ότι τα διαθέσιμα αποθέματα του εδάφους για τη βλάστηση (W) ανέρχονται στα 100 mm.

Για τον υπολογισμό της επιφανειακής απορροής χρησιμοποιήθηκαν οι μέσες τιμές συντελεστών επιφανειακής απορροής που συναντώνται στη βιβλιογραφία (Σούλιος, 1996). Στον πίνακα 19 παρουσιάζονται οι συντελεστές επιφανειακής απορροής και η έκταση των σχηματισμών.

Πίνακας 19: *Οι συντελεστές επιφανειακής απορροής των σχηματισμών (Σούλιος, 1996) και η έκτασή τους.*

Κατηγορία σχηματισμού	**Μέση τιμή συντελεστή επιφανειακής απορροής (%)**	**Έκταση (km^2)**
Πυριγενή και μεταμορφωμένα	30	43,36
Ιζήματα	12,5	20,8376

Ο συντελεστής επιφανειακής απορροής για ολόκληρη τη λεκάνη έγινε με βάση τη σχέση:

$$\overline{A_{\%}} = \frac{\sum A_i E_i}{\sum E_i}$$

με:

- $\overline{A_{\%}}$ ο συντελεστής επιφανειακής απορροής για ολόκληρη τη λεκάνη,
- A_i η μέση τιμή συντελεστή επιφανειακής απορροής του Ι σχηματισμού και,
- E_i η έκτασή του.

Με εφαρμογή της παραπάνω σχέσης προέκυψε συντελεστής ίσος με 24,32%.

Στον πίνακα 20 παρουσιάζεται η ανάλυση της ολικής απορροής σε κατείσδυση (I) και σε επιφανειακή απορροή (A) και στον πίνακα 21 η συνολική παρουσίαση του ισοζυγίου.

Πίνακας 20: *Η ανάλυση της ολικής απορροής σε κατείσδυση (I) και σε επιφανειακή απορροή (A).*

	Q	**I**	**A**
mm	103,7	78,48	25,22
10^6 m^3	6,65730	5,03824	1,61906
%	100	75,68	24,32

Πίνακας 21: *Η ανάλυση του υδρολογικού ισοζυγίου σε κατακρημνίσματα (P), εξατμσοδιαπνοή (E), κατείσδυση (I) και επιφανειακή απορροή (A).*

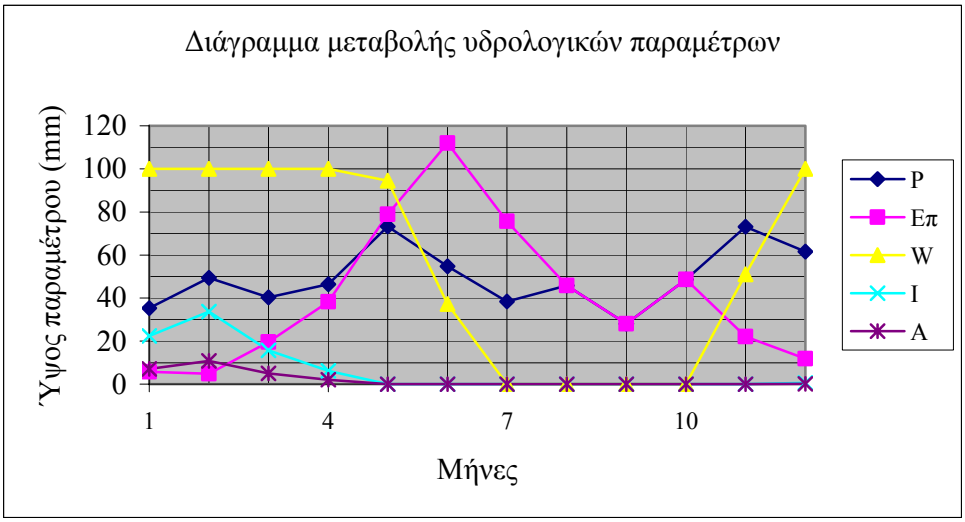
	P	**E**	**I**	**A**
mm	595,3	491,59	78,48	25,22
10^6 m^3	38,2168	31,5589	5,03822	1,61906
%	100	82,58	13,18	4,24

Στο σχήμα 25 παρουσιάζεται η μηνιαία μεταβολή των κατακρημνισμάτων (P), της πραγματικής εξατμησοδιαπνοής (Επ), της κατείσδυσης (I), της επιφανειακής απορροής (A). και των διαθέσιμων αποθεμάτων για τη βλάστηση (W).

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Πίνακας 18: *Η εκτίμηση του υδρολογικού ισοζυγίου με τη μέθοδο του Thornthwaite. Τ είναι η μέση μηνιαία θερμοκρασία, Ι ο μηνιαίος δείκτης,, Εδ η δυνητική εξατμησοδιαπνοή, n ο συντελεστής διόρθωσης έναντι του γεωγραφικού πλάτους, Έδ η διορθωμένη δυνητική εξατμησοδιαπνοή, Ρ τα μηνιαία κατακρημνίσματα, W τα διαθέσιμα αποθέματα του εδάφους για τη βλάστηση, Επ η πραγματική εξατμησοδιαπνοή και Q η μηνιαία ολική επιφανειακή απορροή, Ι η κατείσδυση και Α η επιφανειακή απορροή..*

	Ιαν	**Φεβ**	**Μαρ**	**Απρ**	**Μαϊ**	**Ιουν**	**Ιουλ**	**Αυγ**	**Σεπ**	**Οκτ**	**Νοε**	**Δεκ**	
Τ (ºC)	2,60	2,30	5,70	10,10	14,60	19,10	21,90	21,30	18,20	12,60	7,50	4,70	11,72
i	0,37	0,31	1,22	2,90	5,07	7,01	8,78	8,40	6,66	3,86	1,70	0,91	47,19
Εδ (mm)	6,97	5,96	18,99	34,42	63,09	88,91	105,87	102,19	83,60	53,87	26,96	14,85	
n	0,83	0,83	1,03	1,11	1,25	1,26	1,27	1,19	1,04	0,96	0,82	0,80	
Έδ	5,79	4,95	19,56	38,21	78,86	112,03	134,45	121,61	86,94	51,72	22,11	11,88	
P (mm)	35,30	49,40	40,30	46,50	73,30	54,80	38,40	45,90	28,10	48,60	73,10	61,60	595,30
W (mm)	100,00	100,00	100,00	100,00	94,44	37,21	0,00	0,00	0,00	0,00	50,99	100,00	
Επ (mm)	5,79	4,95	19,56	38,21	78,86	112,03	75,61	45,90	28,10	48,60	22,11	11,88	491,59
Q (mm)	29,51	44,45	20,74	8,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71	103,70
I (mm)	22,33	33,64	15,70	6,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	78,48
A (mm)	7,18	10,81	5,04	2,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	25,22



Σχήμα 25: *Η μηνιαία μεταβολή των κατακρημνισμάτων (Α), πραγματικής εξατμησοδιαπνοής (Επ) των διαθέσιμων αποθεμάτων για τη βλάστηση (W), κατείσδυσης (I) και επιφανειακής απορροής (Α).*

Β.2.5. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.

Β.2.5.1. ΎΨΟΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.

Για τον προσδιορισμό του ύψους του φράγματος χρησιμοποιήθηκε τοπογραφικός χάρτης σε κλίμακα 1:50.000. Για την πύκνωση των ισοϋψών πραγματοποιήθηκε παρεμβολή ανά 5 m, με το ίδιο λογισμικό που έγινε η ψηφιοποίηση της λεκάνης απορροής. Το υψόμετρο θεμελίωσης υπολογίστηκε στα 301 m. Στο σχήμα 26 παρουσιάζεται η καμπύλη ύψος φράγματος-όγκος λεκάνης κατάκλυσης, απ' όπου προκύπτει ότι το ύψος του νερού θα ανέρχεται στα 33 m, με τη στάθμη της δημιουργούμενης λίμνης να βρίσκεται σε υψόμετρο 334 m.

Το ύψος ασφαλείας ορίζεται από τη σχέση:

$$d = 1{,}5w + k\,,$$

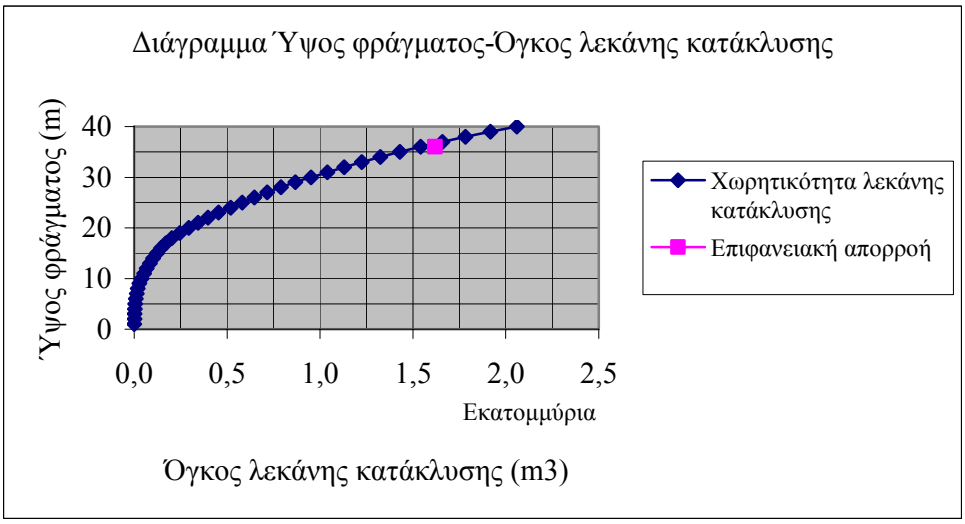
με:

- $k = 0{,}5 - 0{,}3m$
- $w = 0{,}7 + 0{,}1L$
- L το μήκος της λίμνης.

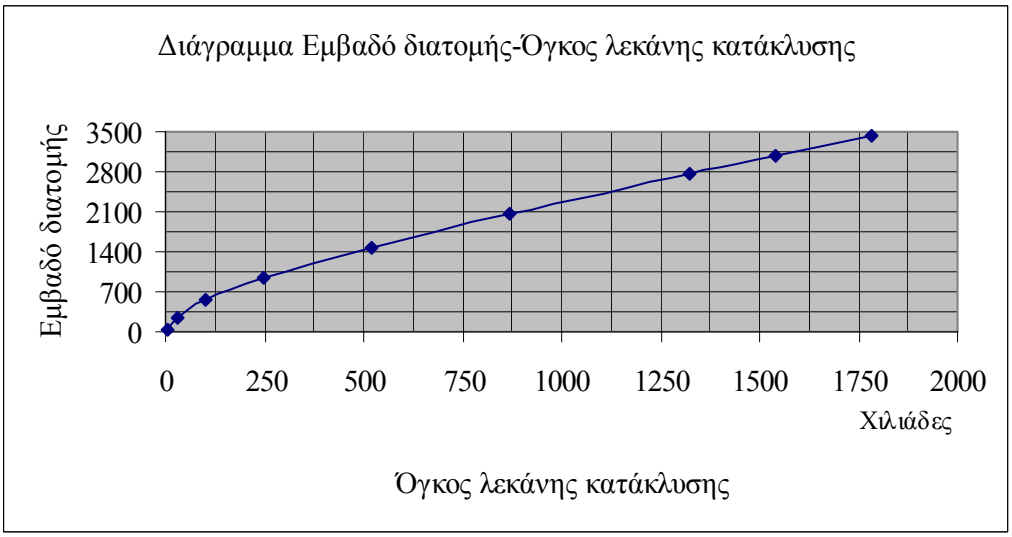
Το μήκος της λίμνης υπολογίστηκε στα 0,950 km, με αποτέλεσμα το πρόσθετο ύψος να είναι ίσο με $d = 1{,}26 - 1{,}06m$. Έτσι το ελάχιστο πρόσθετο ύψος θεωρήθηκε

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

ως $d = 2m$, διαμορφώνοντας το τελικό ύψος του φράγματος στα 35 m. Στο σχήμα 27 παρουσιάζεται το διάγραμμα εμβαδό διατομής-όγκος λεκάνης κατάκλυσης.



Σχήμα 26: *Η μεταβολή του όγκου της λεκάνης κατάκλυσης σε συνάρτηση με το ύψος του φράγματος.*



Σχήμα 27: *Η μεταβολή του όγκου της λεκάνης κατάκλυσης σε συνάρτηση με το εμβαδό διατομής του ρέματος στη θέση του άξονα του φράγματος.*

Όπως φαίνεται από τα σχήματα 26 και 27, οι καμπύλες έχουν αρκετά μεγάλη κλίση. Επίσης ο λόγος του όγκου του φράγματος προς τον όγκο της λεκάνης κατάκλυσης έχει τιμή $\omega = 0{,}143$, η οποία χαρακτηρίζεται ως καλή έως οριακή.

Β.2.5.2. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΝΤΗ ΠΡΟΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.

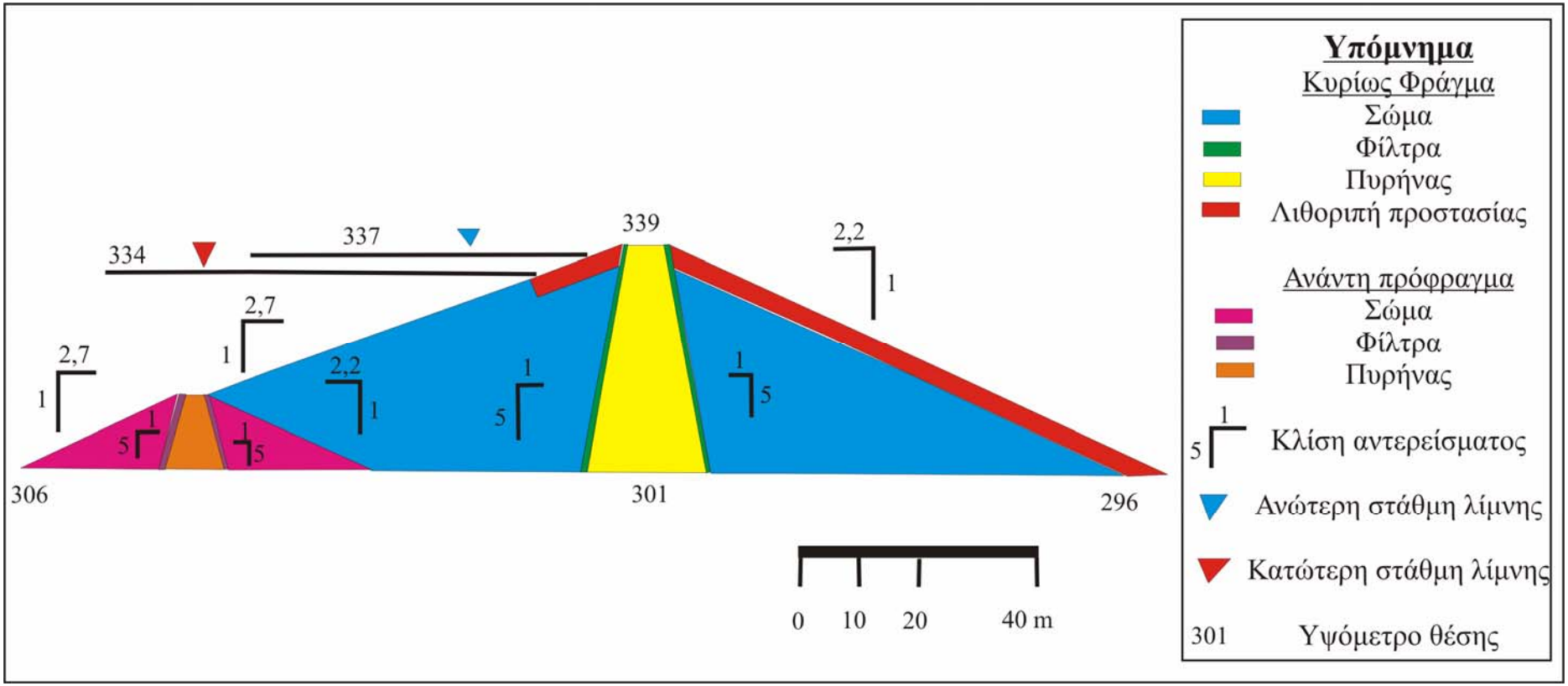
Ο σχεδιασμός προβλέπει την κατασκευή χωμάτινου φράγματος με ζωνώδη δομή. Θα κατασκευαστεί φράγμα με τέσσερις ζώνες: την πρώτη ζώνη που αντιστοιχεί στον αργιλικό πυρήνα, τη δεύτερη ζώνη που είναι η ζώνη των φίλτρων, την τρίτη ζώνη που αποτελεί το σώμα αντιστήριξης του φράγματος και περιλαμβάνει αδιαβάθμητα υλικά με μέγεθος όχι μεγαλύτερο των 15-20 cm, τα οποία όμως μπορούν να συμπυκνωθούν, την ανάντη και κατάντη ζώνη επένδυσης ξερολιθιάς (λιθοριπή προστασίας) που θα κατέρχονται κάτω από την κατώτερη στάθμη λειτουργίας του ταμιευτήρα.

Οι σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν για το σχεδιασμό και τον υπολογισμό του φράγματος είναι της με αυτές που εφαρμόστηκαν στην προηγούμενη περίπτωση (Παράγραφος Β.1.5.2., πίνακας 12). Στο σχήμα 28 παρουσιάζεται η τομή του φράγματος, όπου φαίνεται η ζώνωση και στον πίνακα 22 οι διαστάσεις τόσο του φράγματος όσο και του ανάντη προφράγματος της αυτές προέκυψαν από τη γεωμετρία του έργου και τη μορφολογία της περιοχής.

Πίνακας 22: *Οι διαστάσεις των διαφόρων τμημάτων του φράγματος.*

Τμήμα σχεδιασμού	**Μονάδα**	**Τιμή**	
		Φράγμα	**Ανάντη πρόφραγμα**
Ύψος	m	38	12
Πλάτος στέψης	m	7,5	4,8
Πλάτος στέψης αργιλικού πυρήνα	m	5,5	2,8
Πλάτος βάσης	m	179	63,6
Πλάτος βάσης αργιλικού πυρήνα	m	19,5	9,6
Μήκος στέψης	m	176	85
Εμβαδό διατομής	m^2	3263,75	410,4

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.



Σχήμα 28: *Η τομή του φράγματος, όπου φαίνεται η ζώνώδης του δομή.*

Β.2.5.3. ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.

Ο σχεδιασμός και κατ' επέκταση ο υπολογισμός των χωματουργικών του φράγματος έγινε με τις κλίσεις του πίνακα 12. Στον πίνακα 23 παρουσιάζονται οι απαιτούμενοι όγκοι χωματουργικών, όπως προέκυψαν από τη γεωμετρία του έργου.

Πίνακας 23: *Ο όγκος των χωματουργικών του φράγματος για κάθε τμήμα του.*

Όγκος (m^3) χωματουργικών τμήματος	**Φράγμα**	**Πρόφραγμα**	**Σύνολο**
Αργιλικού πυρήνα	33181,50	1805,80	34987,30
Φίλτρων	6527,50	720,80	7248,30
Αδιαβάθμιτων υλικών σώματος	171346,83	7387,20	178734,03
Σύνολο	211055,83	9913,80	220969,63

Ένα μέρος των χωματουργικών μπορεί να προέλθει από τις εκσκαφές για τη κατασκευή του υπερχειλιστή, οι οποίες παρουσιάζονται στο ανάλογο κεφάλαιο της εργασίας και, από τις εκσκαφές θεμελίωσης (V_e), των οποίων η ποσότητα (σε m^3) ορίζεται από τη σχέση:

$$V_e = L \cdot s \cdot H_e,$$

με:

- L το μέγιστο μήκος του φράγματος,
- S το συνολικό πλάτος της βάσης και
- H_e το πάχος του αποσαθρωμένου μανδύα.

Το γινόμενο $L \cdot S$ αναπαριστά το εμβαδόν της κάτοψης του φράγματος, το οποίο με εμβαδομέτρηση σε κλίμακα 1:1000 υπολογίστηκε ίσο με 33.473 m^2 περίπου. Άρα η ποσότητα των εκσκαφών θεμελίωσης ορίζεται από τη σχέση:

$$V_e = 33473 H_e$$

Β.2.6. Η ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ.

Β.2.6.1. Η ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ.

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Η περιοχή θα κατακλυσθεί μέχρι την ισοϋψή των 337 m. Στον πίνακα 24 αναφέρονται οι μορφολογικές παράμετροι της λίμνης.

Πίνακας 24: *Οι μορφολογικές παράμετροι του ταμιευτήρα.*

Παράμετρος	**Μονάδα**	**Τιμή**
Περίμετρος	m	2515
Έκταση	m^2	113.780
Μήκος λίμνης	m	950
Υψόμετρο στάθμης	m	337

Β.2.6.2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.

Οι σχηματισμοί που συναντώνται τόσο στη λεκάνη κατάκλυσης όσο και στη θέση έδρασης του φράγματος είναι:

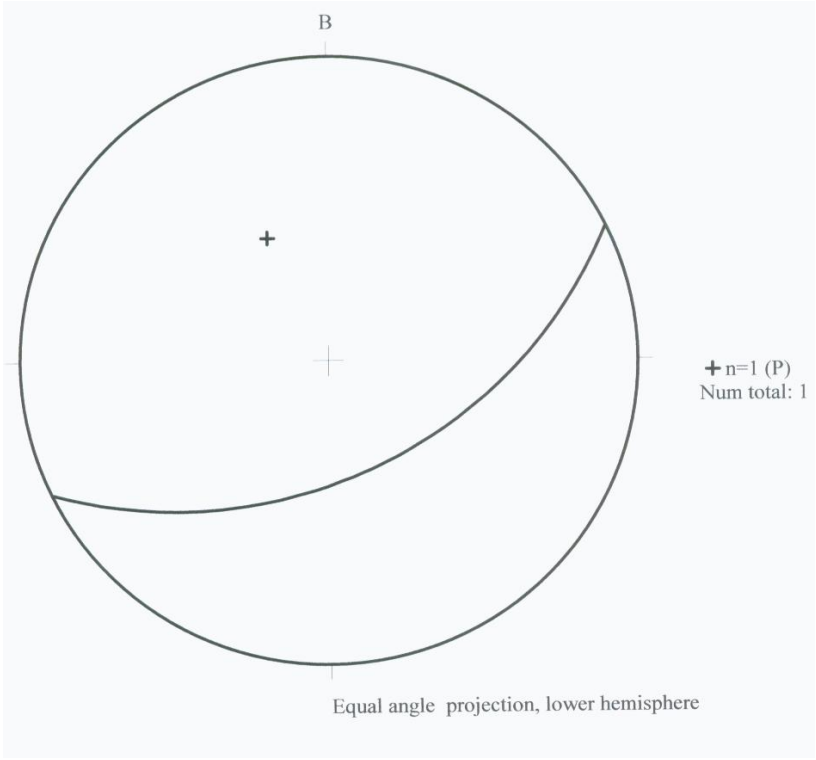
- Κροκαλοπαγές,
- Αδιαβάθμητες αποθέσεις άμμων χαλικιών και κροκάλων,
- Προσχώσεις και πλευρικά κορήματα σε επαφή με το κροκαλοπαγές,.

Το κροκαλοπαγές αποτελείται από κροκάλες μαρμάρου και γρανίτη κυρίως, με μέγεθος κροκαλών από μερικά εκατοστά μέχρι μισό μέτρο περίπου. Η στρώση του κροκαλοπαγούς μεταβάλλεται έντονα (σχήματα 29, 30 και 32).

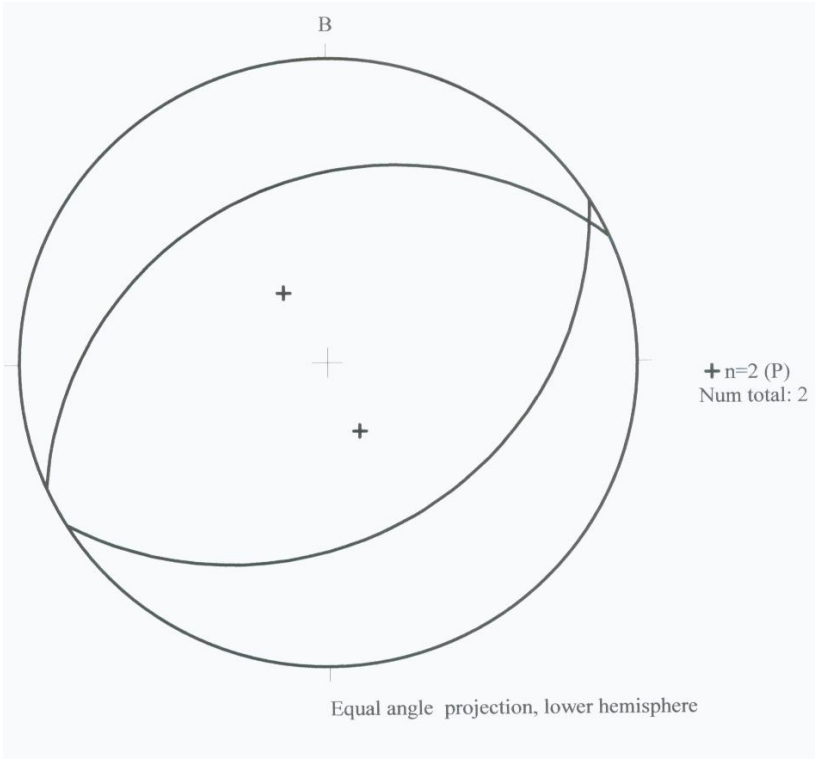
Τα αδιαβάθμητα υλικά καταλαμβάνουν τμήμα του δεξιού αντερείσματος της λεκάνης και αποτελούνται από άμμους, χαλίκια και κροκάλες.

Οι προσχώσεις της κοίτης αποτελούνται από άμμους και κροκάλες, καλύπτοντας το σχετικά επίπεδο πυθμένα της λεκάνης. Τα πλευρικά κορήματα αναπτύσσονται με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, σε ύψος μικρότερο των 10 m από το επίπεδο ροής του ποταμού. Το κροκαλοπαγές, το οποίο χρησίμευσε ως βάση για την απόθεσή της είναι ορατό στη βάση της αναβαθμίδας.

Εντοπίστηκαν τέσσερα ρήγματα. Τρία στην επαφή των ιζημάτων με το κροκαλοπαγές, εκ των οποίων τα δύο έχουν παράταξη Α-Δ και το άλλο ΒΔ-ΝΑ και το τέταρτο την επαφή του κροκαλοπαγούς με τα πλευρικά κορήματα με παράταξη ΒΒΔ-ΝΝΑ.

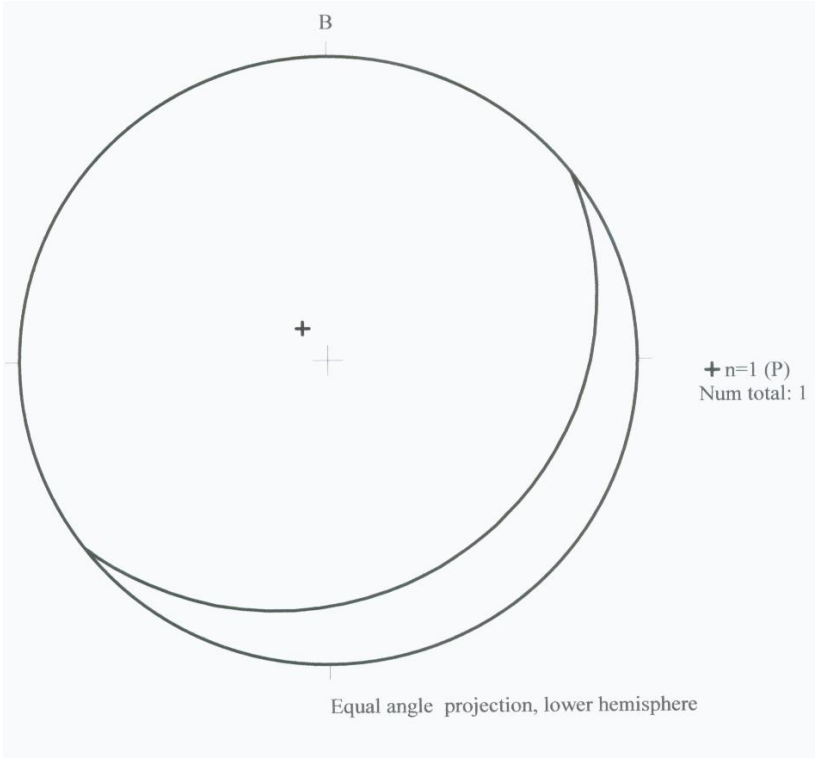


Σχήμα 29: *Στερεογραφικό διάγραμμα της διεύθυνσης κλίσης του κροκαλοπαγούς στη θέση 1 των γεωλογικών χαρτών.*

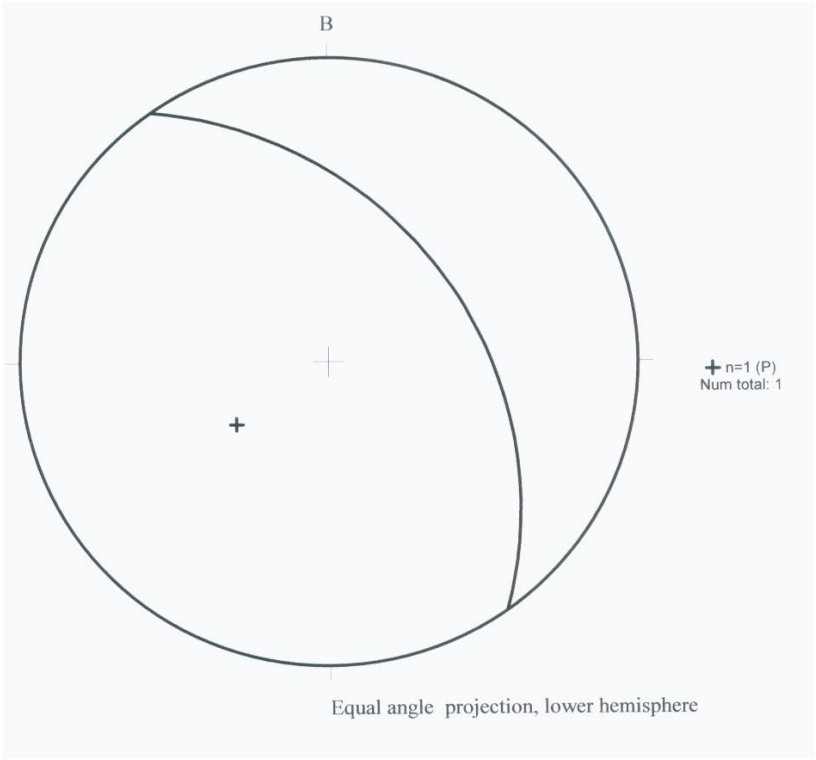


Σχήμα 30: *Στερεογραφικό διάγραμμα της διεύθυνσης κλίσης του κροκαλοπαγούς στη θέση 2 του γεωλογικού χάρτη της λεκάνης κατάκλυσης.*

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.



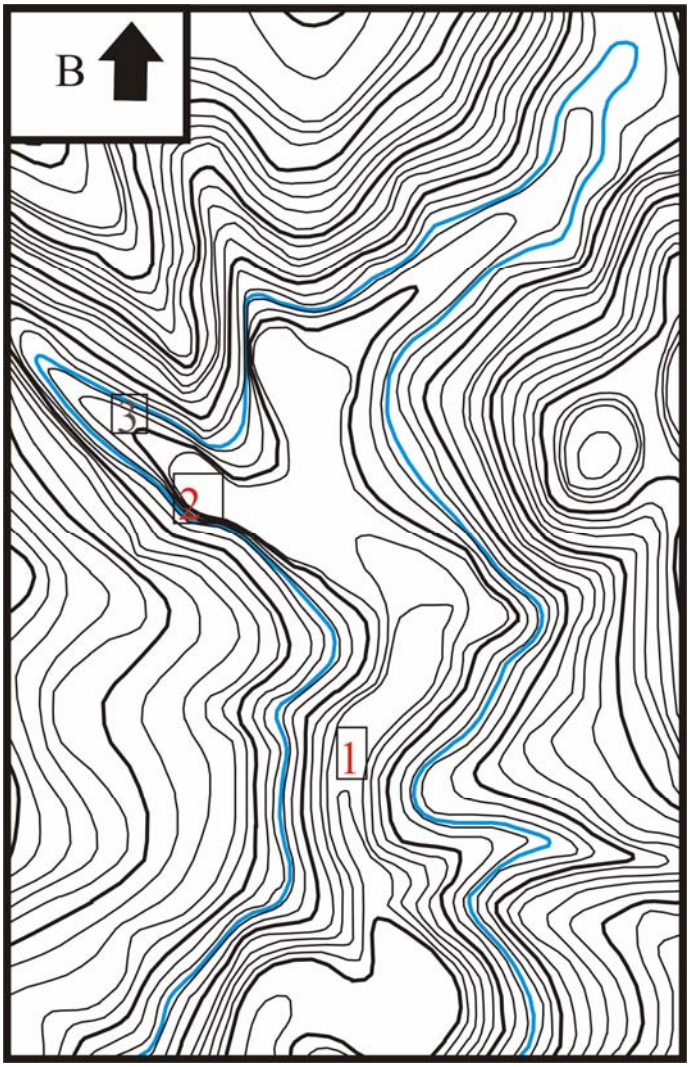
Σχήμα 31: *Στερεογραφικό διάγραμμα της διεύθυνσης κλίσης των χερσαίων ιζημάτων στη θέση 3 του γεωλογικού χάρτη της λεκάνης κατάκλυσης.*



Σχήμα 32: *Στερεογραφικό διάγραμμα της διεύθυνσης κλίσης του κροκαλοπαγούς στη θέση 3 των γεωλογικών χαρτών της περιοχής.*

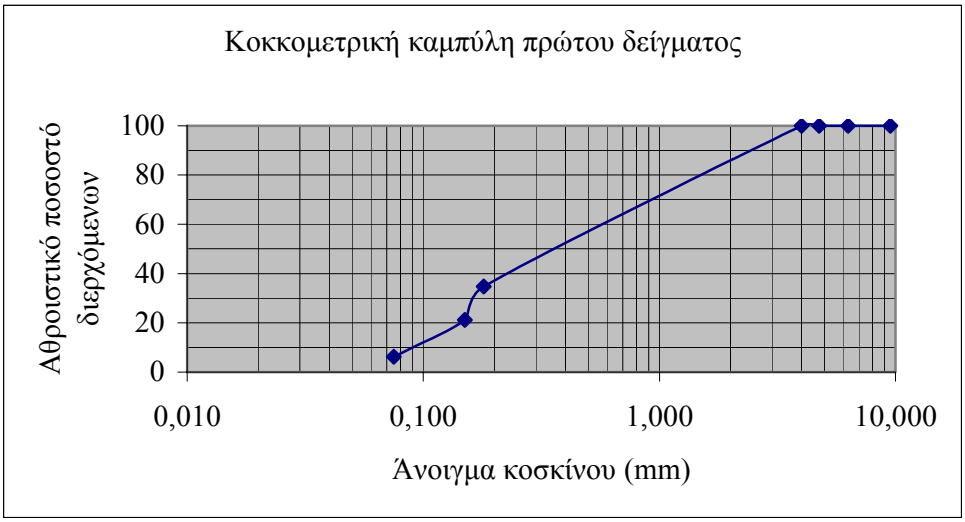
Β.2.6.3. ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ.

Για τη μελέτη της κοκκομετρίας των σχηματισμών των αδιαβάθμιτων υλικών και των προσχώσεων πάρθηκαν δείγματα από τρία σημεία της λεκάνης. Στο σχήμα 31 παρουσιάζεται οι θέσεις δειγματοληψίας. Στους πίνακες και τα σχήματα που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης με κόσκινα και η κοκκομετρική καμπύλη για κάθε δείγμα (δείγματα 1 και 3 για της προσχώσεις και δείγμα 2 για τα αδιαβάθμιτα υλικά), συγκριτικός πίνακας αποτελεσμάτων και κοινή κοκκομετρική καμπύλη. Επειδή το δεύτερο δείγμα αφορά το σχηματισμό των αδιαβάθμιτων υλικών, πάρθηκε από τα λίγα πλευρικά κορήματα κατακόρυφου πρανούς της λεκάνης κατάκλυσης, ως αντιπροσωπευτικό δείγμα του σχηματισμού.



Σχήμα 33: *Τοπογραφικό σκαρίφημα της λεκάνης κατάκλυσης με σημειωμένες τις θέσεις δειγματοληψίας.*

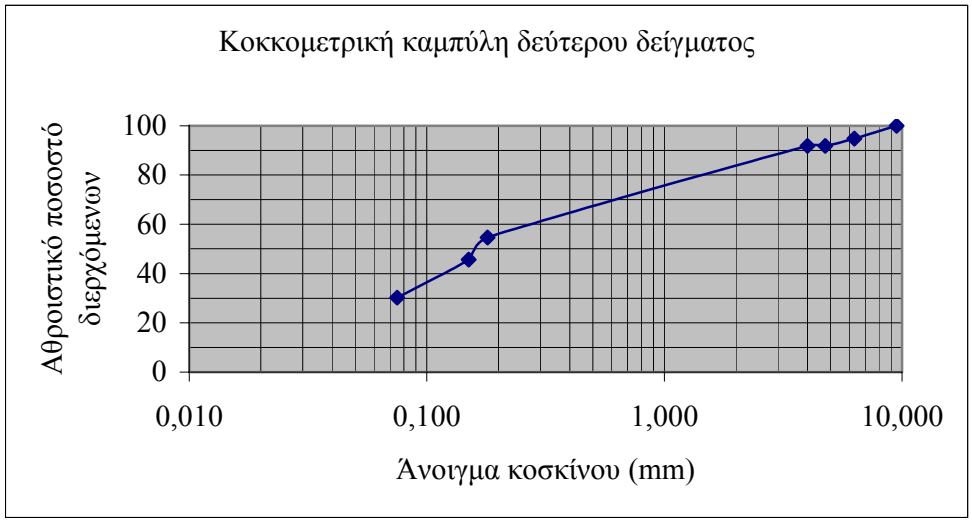
Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.



Σχήμα 34: *Η κοκκομετρική καμπύλη του πρώτου δείγματος της θέσης Άνω Μοσχάρι.*

Πίνακας 25: *Τα αποτελέσματα της ανάλυσης με κόσκινα του πρώτου δείγματος.*

Άνοιγμα κόσκινου (mm)	**Συγκρατούμενο βάρος**		**Αθροιστικό συγκρατούμενο βάρος**		**Διερχόμενο βάρος**	
	gr	**%**	**gr**	**%**	**gr**	**%**
9,500	0,00	0,00	0,00	0,00	148,74	100,00
6,300	0,00	0,00	0,00	0,00	148,74	100,00
4,750	0,00	0,00	0,00	0,00	148,74	100,00
4,000	0,00	0,00	0,00	0,00	148,74	100,00
0,180	97,08	65,27	97,08	65,27	51,66	34,73
0,150	20,14	13,54	117,22	78,81	31,52	21,19
0,075	22,21	14,93	139,43	93,74	9,31	6,26
Παιπάλη	9,31	6,26	148,74	100,00	0,00	0,00
Ολικό βάρος (gr)	148,74					

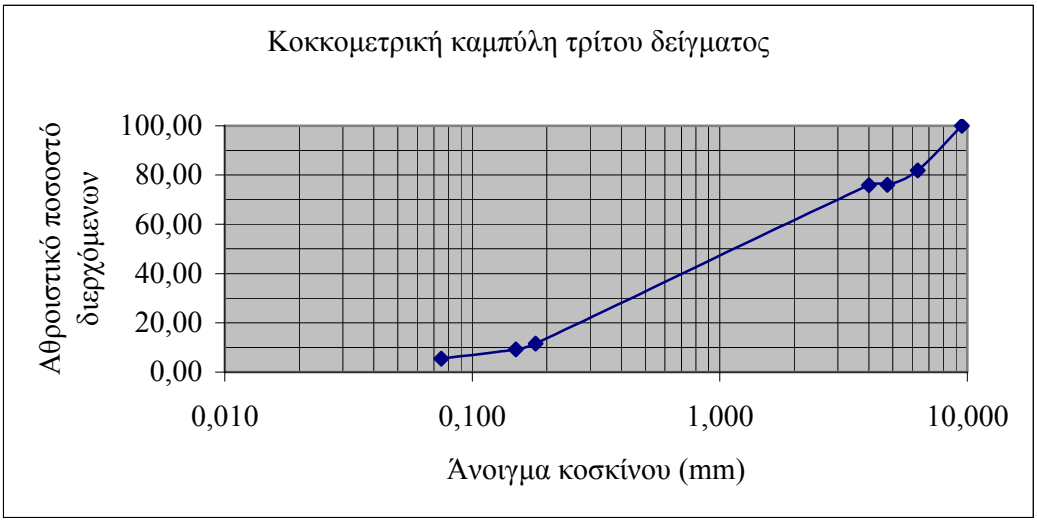


Σχήμα 35: *Η κοκκομετρική καμπύλη του δεύτερου δείγματος της θέσης Άνω Μοσχάρι.*

Πίνακας 26: *Τα αποτελέσματα της ανάλυσης με κόσκινα του δεύτερου δείγματος.*

Άνοιγμα κόσκινου (mm)	**Συγκρατούμενο βάρος**		**Αθροιστικό συγκρατούμενο βάρος**		**Διερχόμενο βάρος**	
	gr	**%**	**gr**	**%**	**gr**	**%**
9,500	0,00	0,00	0,00	0,00	140,92	100
6,300	7,27	0,00	7,27	5,16	133,65	94,84
4,750	4,20	2,98	11,47	8,14	129,45	91,86
4,000	0,00	0,00	11,47	8,14	129,45	91,86
0,180	52,52	37,27	63,99	45,41	76,93	54,59
0,150	12,52	8,88	76,51	54,29	64,41	45,71
0,075	21,81	15,48	98,32	69,77	42,60	30,23
Παιπάλη	42,60	30,23	140,92	100,00	0,00	0,00
Ολικό βάρος (gr)	140,92					

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.



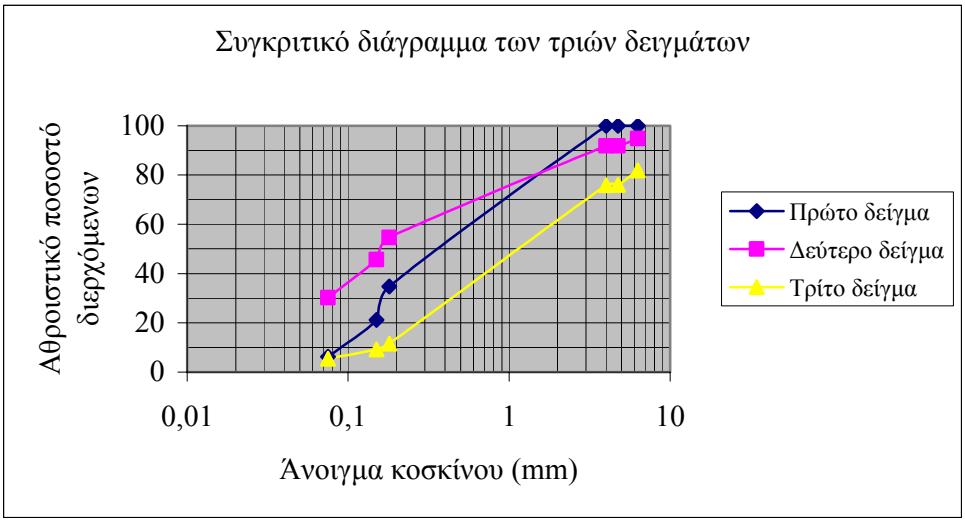
Σχήμα 34: *Η κοκκομετρική καμπύλη του τρίτου δείγματος της θέσης Άνω Μοσχάρι.*

Πίνακας 27: *Τα αποτελέσματα της ανάλυσης με κόσκινα του τρίτου δείγματος.*

Άνοιγμα κόσκινου (mm)	**Συγκρατούμενο βάρος**		**Αθροιστικό συγκρατούμενο βάρος**		**Διερχόμενο βάρος**	
	gr	**%**	**gr**	**%**	**gr**	**%**
9,500	0,00	0,00	0,00	0,00	281,65	100,00
6,300	51,13	18,15	51,13	18,15	230,52	81,85
4,750	16,53	5,87	67,66	24,02	213,99	75,98
4,000	0,20	0,07	67,86	24,09	213,79	75,91
0,180	181,22	64,34	249,08	88,44	32,57	11,56
0,150	6,72	2,39	255,80	90,82	25,85	9,18
0,075	10,65	3,78	266,45	94,60	15,20	5,40
Παιπάλη	15,20	5,40	281,65	100,00	0,00	0,00
Ολικό βάρος (gr)	281,65					

Πίνακας 28 : *Συγκριτικός πίνακας αποτελεσμάτων της δοκιμής ανάλυσης με κόσκινα των δειγμάτων της λεκάνης.*

Διάμετρος κόκκου i % (mm)	**1ο δείγμα**	**2ο δείγμα**	**3ο δείγμα**
d_{10}	0,0900		0,1675
d_{15}	0,1175		0,2217
d_{30}	0,1700		0,4500
d_{50}	0,3760	0,1725	1,2000
d_{60}	0,6000	0,2826	1,3230
d_{85}	2,0000	2,3300	6,7000



Σχήμα 36: *Συγκριτικό διάγραμμα κοκκομετρικής καμπύλης των τριών δειγμάτων*

Πίνακας 29: *Οι διάφορες παράμετροι των δειγμάτων της λεκάνης.*

Παράμετρος	**Σχέση**	**1ο δείγμα**	**3ο δείγμα**
Συντελεστής ομοιομορφίας	$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$	6,66	7,898
Συντελεστής ετερομορφίας	$H = \frac{d_{85}}{d_{15}}$	17,02	30,22
Βαθμός διαβάθμισης	$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10}d_{60}}$	0,535	0,911
Υδροπερατότητα (cm/sec)	$k = 100d_{10}^2$	$8{,}1\cdot10^{-3}$	$2{,}82\cdot10^{-2}$

Πίνακας 30: *Αντιστοίχηση της μέσης διαμέτρου d_{50} του δείγματος και του εδάφους (Κούκης και Σαμπατακάκης, 2002)*

Μέση διάμετρος d_{50} (mm)	**Είδος εδάφους**
0,001	Άργιλος
0,010	Αμμώδης ιλύς, ιλύς
0,100	Ιλυώδης άμμος
0,500	Μεσόκκοκη άμμος
1,000	Χαλικώδης άμμος

Με βάση τον πίνακα 30, το πρώτο δείγμα προσεγγίζει τη μεσόκκοκη άμμο, το δεύτερο την ιλυώδη άμμο και το τρίτο τη χαλικώδη άμμο. Σύμφωνα με την

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

παράμετρο αυτή, όσο μεγαλύτερες τιμές έχει, τόσο το εδαφικό υλικό γίνεται πιο κοκκώδες και προφανώς η διατμητική αντοχή οριοθετείται από την τριβή των κόκκων μεταξύ τους (Κούκης και Σαμπατακάκης, 2002).

Β.2.6.4. ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ.

Στην περιοχή δεν έχουν εκτελεστεί γεωερευνητικά προγράμματα, έτσι ώστε μέσα από αυτά να έχει προσδιοριστεί η στεγανότητα ή όχι της λεκάνης του ταμιευτήρα. Έτσι η αξιολόγηση της υδροπερατότητας των σχηματισμών έγινε αξιολογώντας τις γεωλογικές-υδρογεωλογικές και υδραυλικές συνθήκες που παρατηρούνται στην περιοχή αυτή.

Αξιολογώντας τα παραπάνω διαπιστώνεται:

- Οι σχηματισμοί των πρανών της λεκάνης κλίνουν της το εσωτερικό της και
- Εντοπίστηκαν δύο πήγες στο αριστερό αντέρεισμα και μία στο δεξί, οι οποίες αποστραγγίζουν το κροκαλοπαγές,

παράγοντες που βελτιώνουν τη στεγανότητα.

12.7. ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ ΤΟΥ ΡΕΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ ΣΤΗ ΘΕΣΗ «ΑΝΩ ΜΟΣΧΑΡΙ».

Για τον υπολογισμό των πλημμυρικών παροχών εφαρμόστηκε τόσο ο τύπος του Füller, όσο και ο τύπος του Giadotti.

Με αριθμητική αντικατάσταση ο τύπος του Füller μετασχηματίζεται σε:

$$Q_m = 70{,}78 \log T + 88{,}48$$

για Τ έτη, ενώ για ένα έτος έχει τιμή ίση με:

$$q_\mu = 50{,}27 m^3 / \sec$$

Ο τύπος του Giadotti είναι ο:

$$Q_m = 0{,}278 \cdot E \cdot P_i \cdot I_\sigma$$

όπου:

- $P_i = (30 \log T + 15) \cdot t_c^{-0{,}6}$ η ένταση της βροχόπτωσης σε mm,

- $t_c = \frac{4\sqrt{E} + 1{,}5L}{0{,}8\sqrt{z}}$ ο χρόνος απόκρισης της λεκάνης σε ώρες, Ε το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km^2), L το μέγιστο μισγάγκειο του υδρογραφικού δικτύου σε km και z η υψομετρική διαφορά μεταξύ του μέσου και του ελάχιστου υψομέτρου της λεκάνης
- Τ η περίοδος επανάληψης της πλημμύρας σε έτη και,
- I_σ ο συντελεστής απορροής, ο οποίος έχει τιμή 40% και 70% για ένα έτος και για εκατό αντίστοιχα.

Στον πίνακα 31 παρουσιάζονται οι πλημμυρικές παροχές των δύο αυτών μεθόδων για ένα και για εκατό χρόνια. Επειδή η μέθοδος του Giadotti λαμβάνει υπόψη περισσότερες παραμέτρους σε σχέση με τη μέθοδο του Füller, της φαίνεται και από της αντίστοιχους τύπους, θεωρείται πιο αξιόπιστη και με βάση την τιμή που προκύπτει για εκατό χρόνια γίνονται οι παραπέρα υπολογισμοί.

Πίνακας 31: *Οι τιμές των πλημμυρικών παροχών όπως προέκυψαν από τις δύο μεθόδους.*

Έτη	**Πλημμυρική παροχή (m^3/sec)**	
	Füller	**Giadotti**
1	50,27	56,1
10	159,26	
50	208,73	
100	230,04	490,91

Β.2.8. ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗΣ.

Η κατασκευή του υπερχειλιστή προτείνεται στο δεξί αντέρεισμα. Ο τύπος του είναι τετραγωνικός και σχηματίζει αριστερόστροφη γωνία 92º με τον άξονα του φράγματος.

Δεδομένου ότι η παροχετευτικότητα μιας τετραγωνικής διατομής ορίζεται από τη σχέση:

$$Q = 1{,}87B\sqrt{h^3},$$

με:

- Q την παροχή σε m^3/sec,
- Β το πλάτος της διατομής, και
- h το ύψος της διατομής

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

προκύπτει ότι για πλημμυρική παροχή 490,91 m^3/sec και για ύψος 2 m το πλάτος θα είναι ίσο με 93 m.

Β.2.9. ΔΙΩΡΥΓΑ ΦΥΓΗΣ ΤΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ.

Η διατομή της διώρυγας φυγής του πλημμυρικού κύματος είναι τετραγωνική με διαστάσεις 5m ύψος και 24 m πλάτος (ισοδύναμη παροχετευτικότητα 501,8 m^3/sec). Αναπτύσσεται στον υπερχειλιστή, ως τη θέση του άξονα, συνεχίζει κάθετα σ' αυτόν, ακολουθώντας συνεχώς την κλίση του ανάγλυφου μέχρι το υψόμετρο των 295 m. Το μήκος της ανέρχεται στα 196 μέτρα.

Το πρανές της κατασκευάζεται με κλίση 1:2 (h:v) μέχρι το ύψος των 2 μέτρων πάνω από τη στάθμη της λίμνης (μέχρι δηλαδή το υψόμετρο των 339 m), δημιουργείται μια αναβαθμίδα πλάτους 4 m και υψώνεται με κλίση 1:5 (h:v) μέχρι να τμήσει τη μορφολογία.

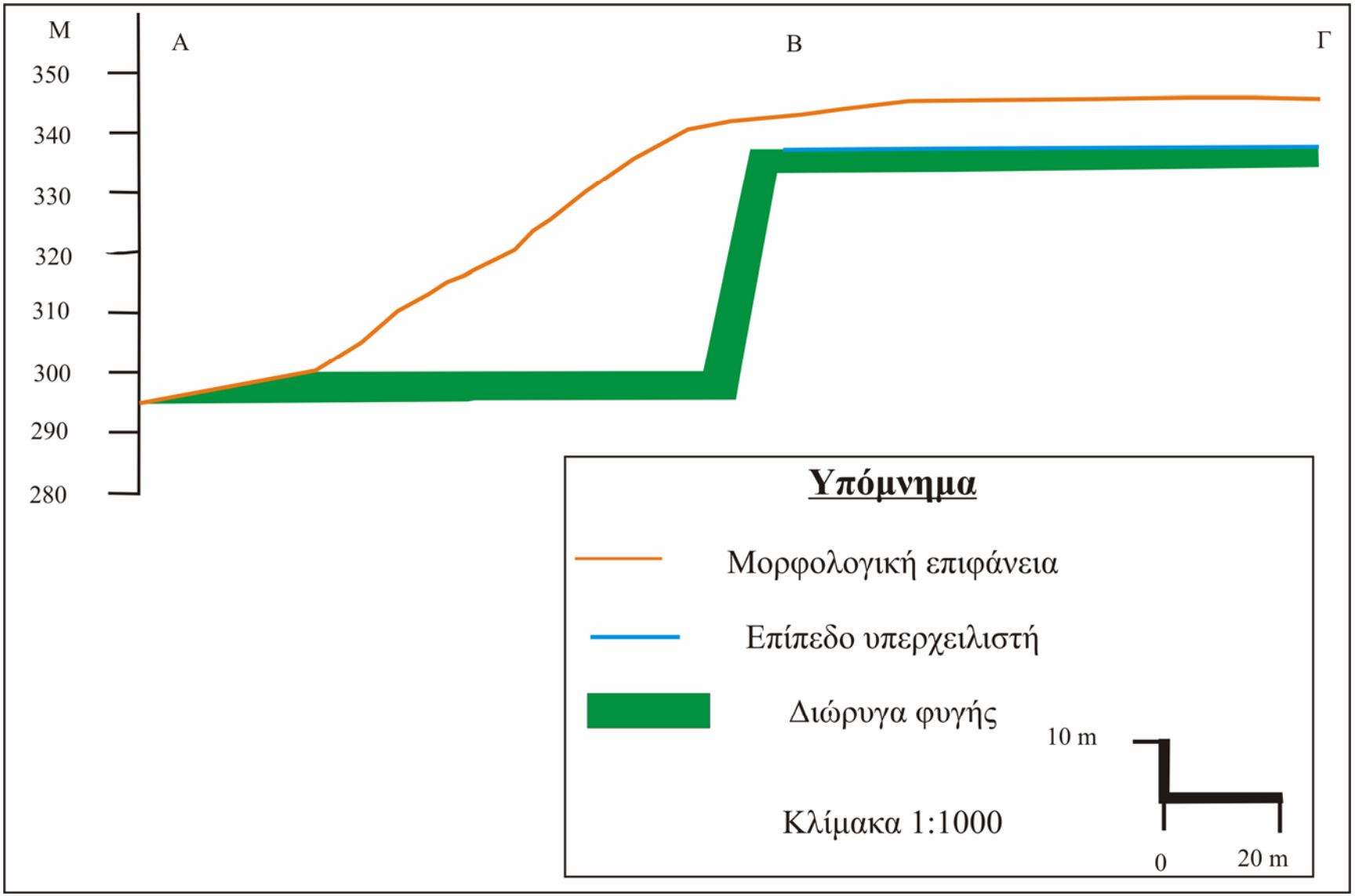
Τα χωματουργικά που θα προκύψουν από την κατασκευή του υπερχειλιστή και της διώρυγας φυγής της εκτιμήθηκαν στα 73.250 m^3 περίπου.

Στα σχήματα 37 και 38 παρουσιάζεται η διάταξη της διώρυγας φυγής σε σχέση με τη στάθμη της λίμνης και τη στέψη του φράγματος, τόσο κατά μήκος αυτής, όσο και κάθετα της κατά τη διεύθυνση του άξονα του φράγματος.

Β.2.10. ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΠΡΑΝΩΝ.

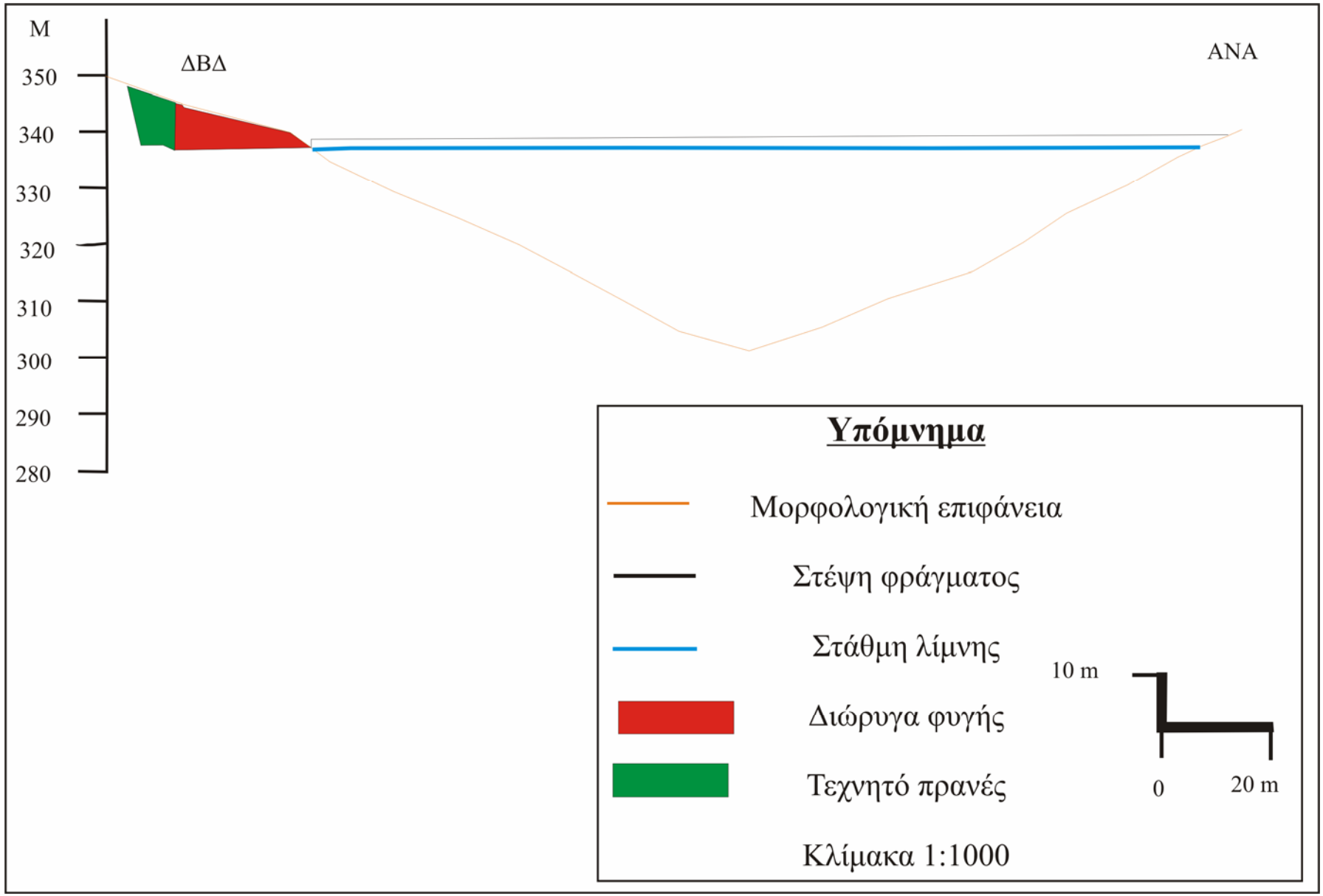
Πιθανά προβλήματα μπορούν να δημιουργηθούν κατά τις διακυμάνσεις της στάθμης της λίμνης, οι οποίες έχουν οριστεί μεταξύ των επιπέδων 337 και 340 m, διότι με το γέμισμα της λεκάνης μεταβάλλεται η στερεότητα του σχηματισμού, ελαττώνεται το βάρος εξαιτίας της άνωσης του νερού, με το ειδικό βάρος του σχηματισμού πάνω από το επίπεδο της λίμνης να παραμένει σταθερό. Σε περίπτωση που παρατηρηθούν γρήγορες πτώσεις της στάθμης αυξάνονται αμέσως οι παράλληλες συνιστώσες βάρους ως προς τα πρανή και λόγω της απορροής του νερού μεταφέρονται στη μάζα των σχηματισμών σημαντικές δυνάμεις ικανές να προκαλέσουν κατολισθήσεις (Δημόπουλος, 1986).

Προβλήματα από την επίδραση των κυμάτων δεν αναμένονται επειδή η λίμνη έχει μικρό μήκος και συνεπώς ο κυματισμός είναι ασθενής.



Σχήμα 37: *Η διάταξη της διώρυγας φυγής σε σχέση με τη στάθμη της λίμνης του κατά μήκος αυτής.*

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.



Σχήμα 38: *Η διάταξη της διώρυγας φυγής σε σχέση με τη στάθμη της λίμνης και τη στέψη του φράγματος κάθετα αυτής.*

Β.3. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ «ΑΓΙΟΙ ΑΝΑΡΓΥΡΟΙ».

Β.3.1. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ.

Η θέση αυτή ταυτίζεται με την έξοδο της λεκάνης που αναφέρεται στην Εισαγωγή.

Εικόνα 3: *Πανοραμική άποψη της λεκάνης κατάκλυσης.*

Β.3.2. Η ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.

Η γεωλογική δομή και στη θέση αυτή δε διαφοροποιείται. Συναντώνται προσχώσεις κοιλάδων, μεσαίο και ανώτερο σύστημα αναβαθμίδων, ποταμοχειμάριες αποθέσεις, μάρμαρα, σχιστογνεύσιοι, λευκοκρατικοί γνεύσιοι, γνευσιοειδής χαλαζιακός μονζονίτης-γρανίτης, νησίδες γρανοδιορίτη-γρανίτη, γρανίτης-γρανιτικός πορφύρης και μανδύας αποσάθρωσης των πλουτωνικών σωμάτων.

Β.3.3. ΤΟ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ.

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Πίνακας 32: *Η εκτίμηση του υδρολογικού ισοζυγίου με τη μέθοδο του Thornthwaite. Της είναι η μέση μηνιαία θερμοκρασία, I ο μηνιαίος δείκτης,, Εδ η δυνητική εξατμησοδιαπνοή, n ο συντελεστής διόρθωσης έναντι του γεωγραφικού πλάτους, Έδ η διορθωμένη δυνητική εξατμησοδιαπνοή, P τα μηνιαία κατακρημνίσματα, W τα διαθέσιμα αποθέματα του εδάφους για τη βλάστηση, Επ η πραγματική εξατμησοδιαπνοή, Q η μηνιαία ολική επιφανειακή απορροή, A η επιφανειακή απορροή και I η κατείσδυση.*

	Ιαν	**Φεβ**	**Μαρ**	**Απρ**	**Μαϊ**	**Ιουν**	**Ιουλ**	**Αυγ**	**Σεπ**	**Οκτ**	**Νοε**	**Δεκ**	
T (°C)	2,70	2,80	6,20	10,50	15,10	19,70	22,30	21,70	18,60	13,20	7,60	4,70	12,09
i	0,39	0,42	1,38	3,07	5,33	7,97	9,62	9,23	7,31	4,35	1,88	0,91	51,86
Εδ (mm)	6,82	7,15	20,21	40,24	64,71	91,62	107,74	103,96	84,99	54,28	26,37	14,07	
n	0,83	0,83	1,03	1,11	1,25	1,26	1,27	1,19	1,04	0,96	0,82	0,80	
Έδ	5,66	5,93	20,82	44,67	80,89	115,44	136,83	123,71	88,39	52,11	21,62	11,26	
P (mm)	34,10	48,20	39,50	45,60	71,10	53,60	37,20	44,10	26,90	46,70	71,00	59,60	577,60
W (mm)	100,00	100,00	100,00	100,00	90,21	28,37	0,00	0,00	0,00	0,00	49,34	97,72	
Επ	5,66	5,93	20,82	44,67	80,89	115,44	65,57	44,10	26,90	46,70	21,62	11,26	489,56
Q (mm)	28,44	42,27	18,68	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	90,32
I (mm)	22,04	32,75	14,47	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	69,98
A (mm)	6,40	9,52	4,21	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,34

Το υδρολογικό ισοζύγιο υπολογίστηκε με τη μέθοδο του Thornthwaite και παρουσιάζεται στον πίνακα 32. Οι μηνιαίες τιμές κατακρημνισμάτων και μέσης θερμοκρασίας εκτιμήθηκαν με βάση το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής. Θεωρήθηκε ότι τα διαθέσιμα αποθέματα του εδάφους για τη βλάστηση (W) ανέρχονται στα 100 mm.

Για τον υπολογισμό της επιφανειακής απορροής χρησιμοποιήθηκαν οι μέσες τιμές συντελεστών επιφανειακής απορροής που συναντώνται στη βιβλιογραφία (Σούλιος, 1996). Στον πίνακα 33 παρουσιάζονται οι συντελεστές επιφανειακής απορροής και η έκταση των σχηματισμών.

Πίνακας 33: *Οι συντελεστές επιφανειακής απορροής των σχηματισμών (Σούλιος, 1996) και η έκτασή τους.*

Κατηγορία σχηματισμού	**Μέση τιμή συντελεστή επιφανειακής απορροής (%)**	**Έκταση (km^2)**
Πυριγενή και μεταμορφωμένα	30	43,3785
Ιζήματα	12,5	32,3785

Ο συντελεστής επιφανειακής απορροής για ολόκληρη τη λεκάνη έγινε με βάση τη σχέση:

$$\overline{R_{\%}} = \frac{\sum R_i E_i}{\sum E_i}$$

με:

- $\overline{R_{\%}}$ ο συντελεστής επιφανειακής απορροής επί της ολικής απορροής για ολόκληρη τη λεκάνη,
- R_i η μέση τιμή συντελεστή επιφανειακής απορροής του I σχηματισμού και,
- E_i η έκτασή του.

Με εφαρμογή της παραπάνω σχέσης προέκυψε συντελεστής ίσος με 24,32%.

Στον πίνακα 34 παρουσιάζεται η ανάλυση της ολικής απορροής σε κατείσδυση (I) και σε επιφανειακή απορροή της και στον πίνακα 35 η συνολική παρουσίαση του ισοζυγίου.

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

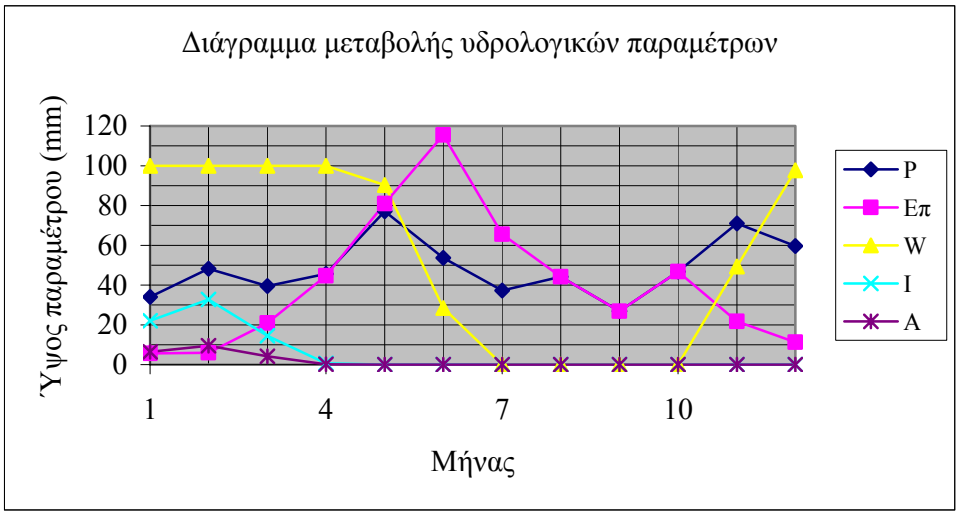
Πίνακας 34: *Η ανάλυση της ολικής απορροής σε κατείσδυση (Ι) και σε επιφανειακή απορροή (Α).*

	Q	I	A
mm	87,94	68,14	19,80
10^6 m^3	6,6621	5,1618	1,5003
%	100	77,48	22,52

Πίνακας 35: *Η ανάλυση του υδρολογικού ισοζυγίου σε κατακρημνίσματα (Ρ), εξατμοδιαπνοή (Ε), κατείσδυση (Ι) και επιφανειακή απορροή (Α).*

	P	E	I	A
mm	577,6	510,04	83,62	35,84
10^6 m^3	10,7651	8,7219	1,4296	0,6125
%	100	88,30	14,48	6,20

Στο σχήμα 39 παρουσιάζεται η μηνιαία μεταβολή των κατακρημνισμάτων (Ρ), της πραγματικής εξατμησοδιαπνοής (Επ), της κατείσδυσης (Ι), της επιφανειακής απορροής (Α). και των διαθέσιμων αποθεμάτων για τη βλάστηση (W).



Σχήμα 39: *Η μηνιαία μεταβολή των κατακρημνισμάτων (Ρ), της πραγματικής εξατμησοδιαπνοής (Επ) των διαθέσιμων αποθεμάτων για τη βλάστηση (W), της κατείσδυσης (Ι) και της επιφανειακής απορροής (Α).*

Β.3.4. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.

Β.3.4.1. ΎΨΟΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.

Για τον προσδιορισμό του ύψους του φράγματος χρησιμοποιήθηκε τοπογραφικός χάρτης κλίμακας 1:50000 και ισοδιάσταση 20 m. Για την πύκνωση των ισοϋψών πραγματοποιήθηκε παρεμβολή ανά 5 m, με το ίδιο λογισμικό που έγινε η ψηφιοποίηση της λεκάνης απορροής. Το υψόμετρο θεμελίωσης υπολογίστηκε στα 100 m. Στο σχήμα 40 παρουσιάζεται η καμπύλη ύψος φράγματος-όγκος λεκάνης κατάκλυσης, απ' όπου προκύπτει ότι το ύψος του νερού θα ανέρχεται στα 22 m με τη στάθμη της δημιουργούμενης λίμνης να βρίσκεται σε υψόμετρο 122 m.

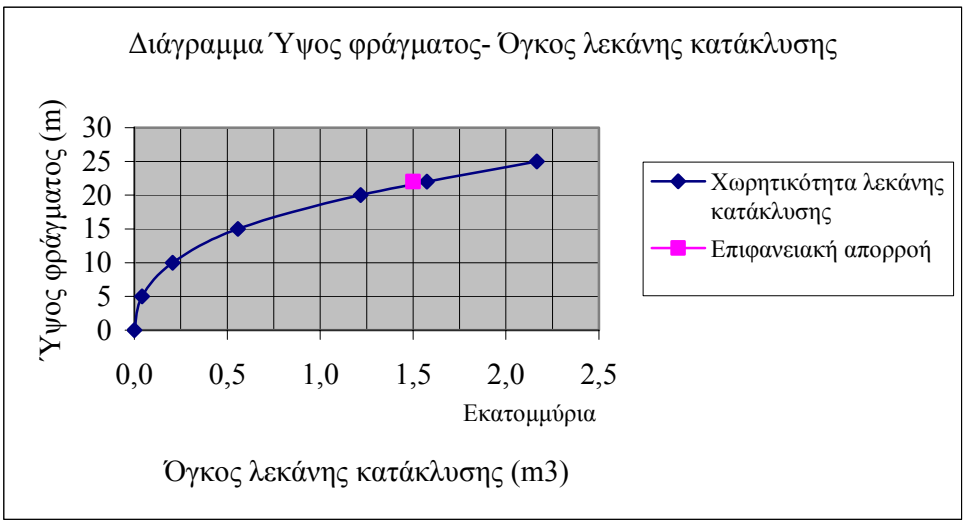
Το ύψος ασφαλείας ορίζεται από τη σχέση:

$$d = 1{,}5w + k\,,$$

με:

- $k = 0{,}5 - 0{,}3m$
- $w = 0{,}7 + 0{,}1L$
- L το μήκος της λίμνης.

Το μήκος της λίμνης υπολογίστηκε στα 0,95 Km, με αποτέλεσμα το πρόσθετο ύψος να είναι ίσο με $d = 1{,}3 - 1{,}1m$. Έτσι το ελάχιστο πρόσθετο ύψος θεωρήθηκε ως $d = 2m$, διαμορφώνοντας το τελικό ύψος του φράγματος στα 24 m.

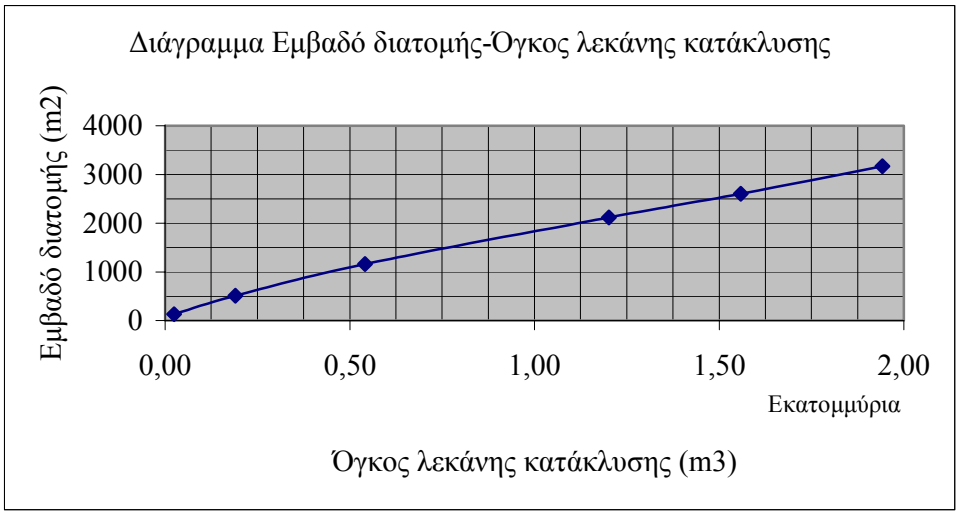


Σχήμα 40: *Η μεταβολή του όγκου της λεκάνης κατάκλυσης σε συνάρτηση με το ύψος του φράγματος.*

Στο σχήμα 41 παρουσιάζεται το διάγραμμα «Εμβαδό διατομής-Όγκος λεκάνης κατάκλυσης». Οι καμπύλες των σχημάτων 40 και 41 έχουν ομαλή κλίση, με αποτέλεσμα η θέση αυτή να είναι καλή για την κατασκευή φράγματος, γεγονός που

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

επιβεβαιώνεται και από τον υπολογισμό του λόγου «όγκος φράγματος προς όγκο λεκάνης κατάκλυσης (ω)», που εδώ αποκτά τιμή ίση με $\omega = 0{,}048$ και χαρακτηρίζεται ιδανική έως πολύ καλή θέση.

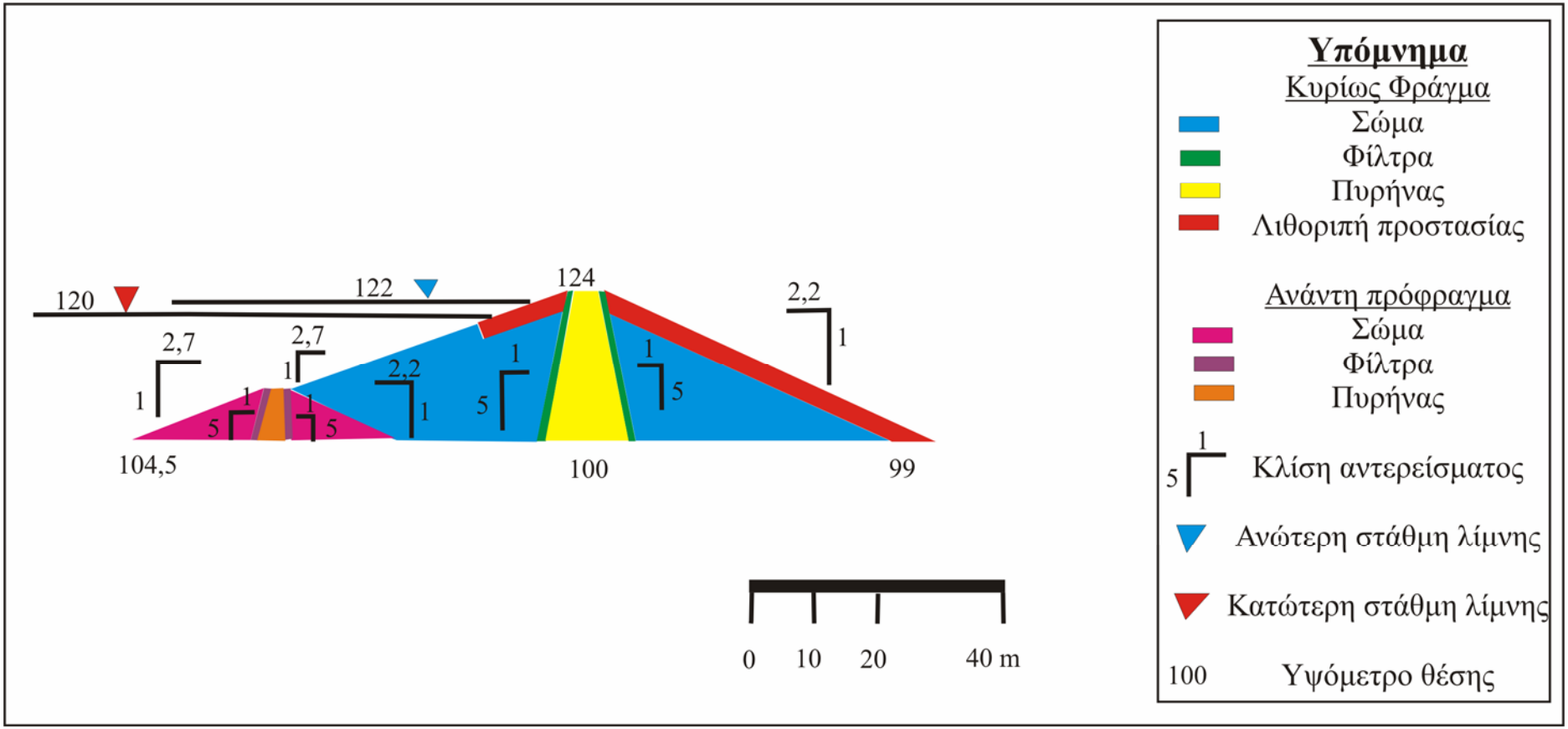


Σχήμα 41: *Η μεταβολή του όγκου της λεκάνης κατάκλυσης σε συνάρτηση με το εμβαδό διατομής του ρέματος στη θέση του άξονα του φράγματος..*

Β.3.4.2. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΝΤΗ ΠΡΟΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.

Ο σχεδιασμός προβλέπει την κατασκευή χωμάτινου φράγματος με ζωνώδη δομή. Θα κατασκευαστεί φράγμα με τέσσερις ζώνες: την πρώτη ζώνη που αντιστοιχεί στον αργιλικό πυρήνα, τη δεύτερη ζώνη που είναι η ζώνη των φίλτρων, την τρίτη ζώνη που αποτελεί το σώμα αντιστήριξης του φράγματος και περιλαμβάνει αδιαβάθμητα υλικά με μέγεθος όχι μεγαλύτερο των 15-20 cm, τα οποία όμως μπορούν να συμπυκνωθούν, την ανάντη και κατάντη ζώνη επένδυσης ξερολιθιάς (λιθοριπή προστασίας) που θα κατέρχονται κάτω από την κατώτερη στάθμη λειτουργίας του ταμιευτήρα. Οι χωματουργικές αυτές ζώνες παρουσιάζονται στο σχήμα 42.

Οι σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν για το σχεδιασμό και τον υπολογισμό του φράγματος είναι ίδιες με αυτές που εφαρμόστηκαν στην περίπτωση της θέσης στο Γυμνό Ρέμα (Παράγραφος Β.1.5.2., πίνακας 12). Στον πίνακα 36 παρουσιάζονται οι διαστάσεις τόσο του φράγματος όσο και του ανάντη προφράγματος, όπως αυτές προέκυψαν από τη γεωμετρία του έργου και τη μορφολογία της περιοχής.



Σχήμα 42: *Η τομή του φράγματος.*

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Πίνακας 36 : *Οι διαστάσεις των διαφόρων τμημάτων του φράγματος.*

Τμήμα σχεδιασμού	**Μονάδα**	**Τιμή**	
		Φράγμα	**Ανάντη πρόφραγμα**
Ύψος	m	24	8
Πλάτος στέψης	m	6,4	4,1
Πλάτος στέψης αργιλικού πυρήνα	m	4,4	2,1
Πλάτος βάσης	m	124	43,3
Πλάτος βάσης αργιλικού πυρήνα	m	14	5,3
Μήκος στέψης	m	278	151
Εμβαδό διατομής	m^2	1564,8	189,6

Β.3.4.3. ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.

Ο σχεδιασμός και κατ' επέκταση ο υπολογισμός των χωματουργικών του φράγματος έγινε με βάση τις κλίσεις του πίνακα 12. Στον πίνακα 37 παρουσιάζονται οι απαιτούμενοι όγκοι χωματουργικών, άλλες προέκυψαν από τη γεωμετρία του έργου.

Πίνακας 37: *Ο όγκος των χωματουργικών του φράγματος για κάθε τμήμα του*

Όγκος (m^3) χωματουργικών τμήματος	**Φράγμα**	**Πρόφραγμα**	**Σύνολο**
Αργιλικού πυρήνα	11892,50	600,40	12492,90
Φίλτρων	3129,60	379,20	3508,80
Αδιαβάθμιτων υλικών σώματος	56332,80	2275,20	58608,00
Σύνολο	71354,90	3254,80	74609,70

Ένα μέρος των χωματουργικών μπορεί να προέλθει από της εκσκαφές για τη κατασκευή του υπερχειλιστή, οι οποίες παρουσιάζονται στο ανάλογο κεφάλαιο της

εργασίας και, από της εκσκαφές θεμελίωσης (V_e), των οποίων η ποσότητα (σε m^3) ορίζεται από τη σχέση:

$$V_e = L \cdot s \cdot H_e,$$

με:

- L το μέγιστο μήκος του φράγματος,
- S το συνολικό πλάτος της βάσης και
- H_e το πάχος του αποσαθρωμένου μανδύα.

Με εμβαδομέτρηση υπολογίστηκε ότι η κάτοψη του φράγματος έχει έκταση 22.560 m^2 περίπου. Το πάχος του αποσαθρωμένου μανδύα μπορεί να υπολογιστεί από τη χαρτογράφηση της περιοχής σε ανάλογη κλίμακα, ή από της ερευνητικές μεθόδους. Συνεπώς ο όγκος των εκσκαφών θεμελίωσης θα εκφράζεται από τη σχέση: $V_e = 22.560 \cdot H_e$.

Β.3.5. Η ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ.

Β.3.5.1 Η ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ.

Η περιοχή θα κατακλυστεί μέχρι την ισοϋψή των 122 m. Στον πίνακα 38 παρουσιάζονται οι μορφολογικές παράμετροι του ταμιευτήρα

Πίνακας 38: *Οι μορφολογικές παράμετροι του ταμιευτήρα των Αγίων Αναργύρων.*

Παράμετρος	**Μονάδα**	**Τιμή**
Περίμετρος	m	2560
Έκταση	m^2	182.145
Μήκος λίμνης	m	948
Υψόμετρο στάθμης	m	122

Β.3.5.2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.

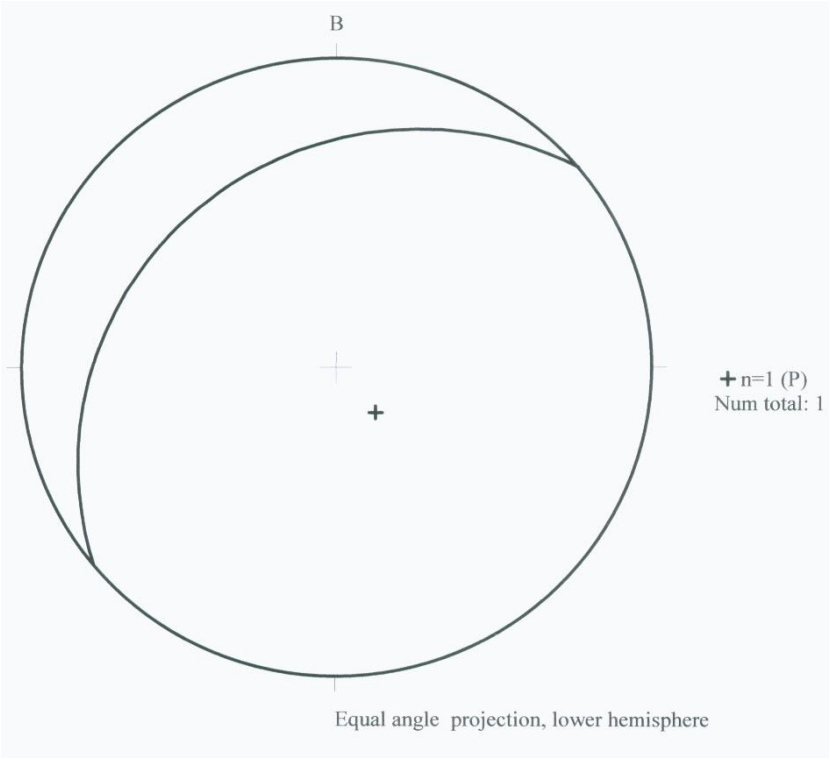
Η πυκνή βλάστηση που επικρατεί στη περιοχή, δεν επέτρεψε τη λεπτομερή χαρτογράφηση της περιοχής. Παρ' όλ' αυτά οι σχηματισμοί που επικρατούν στη λεκάνη κατάκλυσης είναι:

- Ψαμμίτης και

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

- Τεταρτογενή ιζήματα.

Ο ψαμμίτης συναντάται κατά μήκος των πρανών της κοίτης του ρέματος και στα ανώτερα τοπογραφικά σημεία της λεκάνης. Έχει γενική διεύθυνση κλίσης προς τα Βόρια και εμφανίζεται με διάφορες τιμές κλίσης.

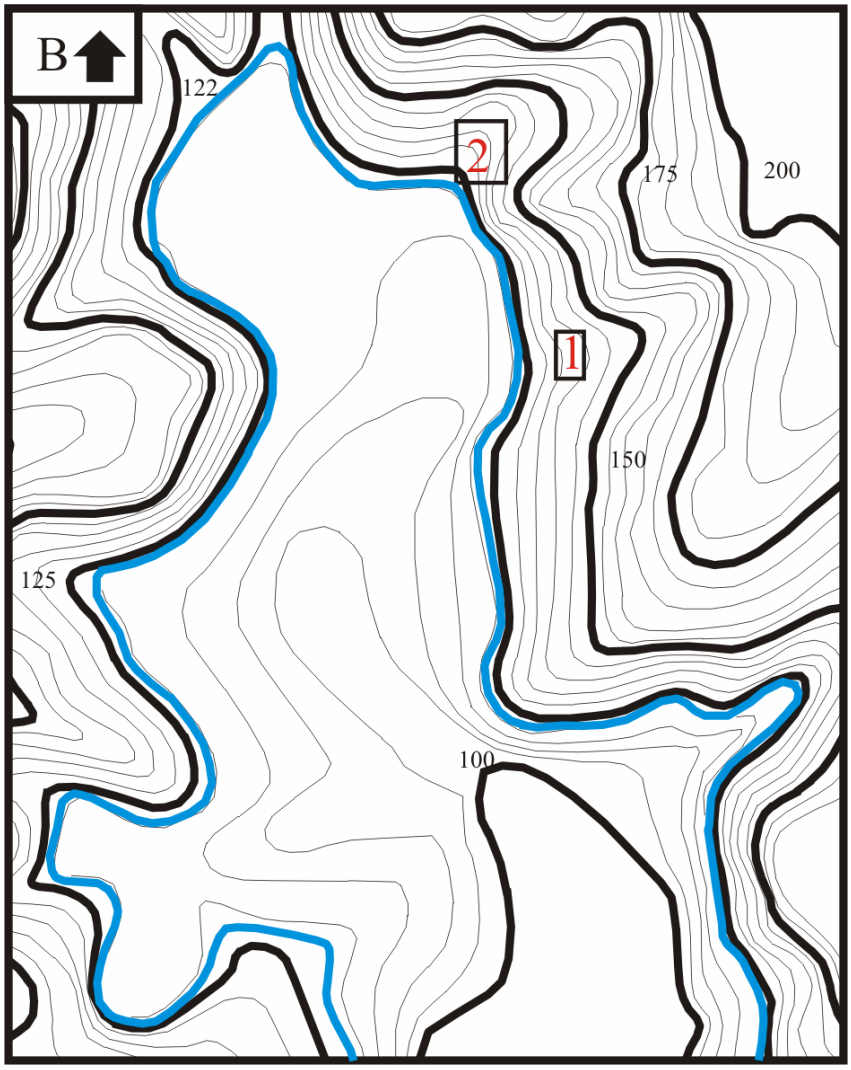


Σχήμα 43: *Διάγραμμα Schmidt της διάταξης των ιζημάτων στη θέση 1 του γεωλογικού χάρτη.*

Τα Τεταρτογενή ιζήματα επικάθονται του ψαμμίτη. Αποτελούνται από άμμους και χαλίκια κυρίως με συχνές ενστρώσεις κροκαλών ποικίλου μεγέθους. Η διάταξή τους μεταβάλλεται από οριζόντια έως κεκλιμένη.

Β.3.5.3. ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ.

Για τη μελέτη της κοκκομετρίας των σχηματισμών πάρθηκαν δείγματα από δύο σημεία της λεκάνης. Στο σχήμα 44 παρουσιάζεται οι θέσεις δειγματοληψίας. Στους πίνακες και τα σχήματα που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης με κόσκινα και η κοκκομετρική καμπύλη για κάθε δείγμα, συγκριτικός πίνακας αποτελεσμάτων και κοινή κοκκομετρική καμπύλη.

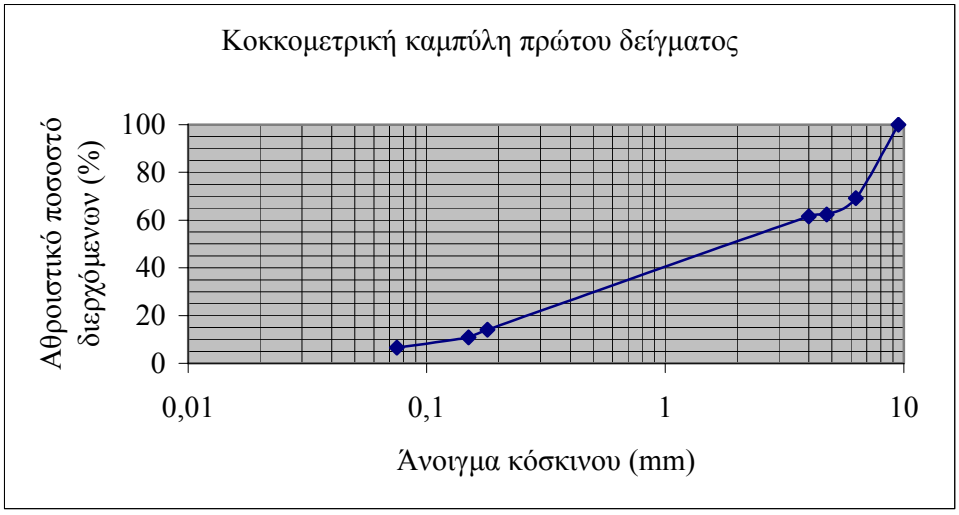


Σχήμα 44: *Τοπογραφικό σκαρίφημα της λεκάνης κατάκλυσης με σημειωμένες της θέσεις δειγματοληψίας.*

Πίνακας 39: *Τα αποτελέσματα της ανάλυσης με κόσκινα του πρώτου δείγματος.*

Άνοιγμα κόσκινου (mm)	**Συγκρατούμενο βάρος**		**Αθροιστικό συγκρατούμενο βάρος**		**Διερχόμενο βάρος**	
	gr	**%**	**gr**	**%**	**gr**	**%**
9,500	0,00	0,00	0,00	0,00	366,75	100
6,300	112,98	30,81	112,98	30,81	253,77	69,19
4,750	24,94	6,80	137,92	37,61	228,83	62,39
4,000	3,06	0,83	140,98	38,44	225,77	61,56
0,180	174,09	47,47	315,07	85,91	51,68	14,09
0,150	11,97	3,26	327,04	89,17	39,71	10,83
0,075	15,53	4,23	342,57	93,41	24,18	6,59
Παιπάλη	24,18	6,59	366,75	100,00	0,00	0,00
Σύνολο	366,75	100,00				

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.



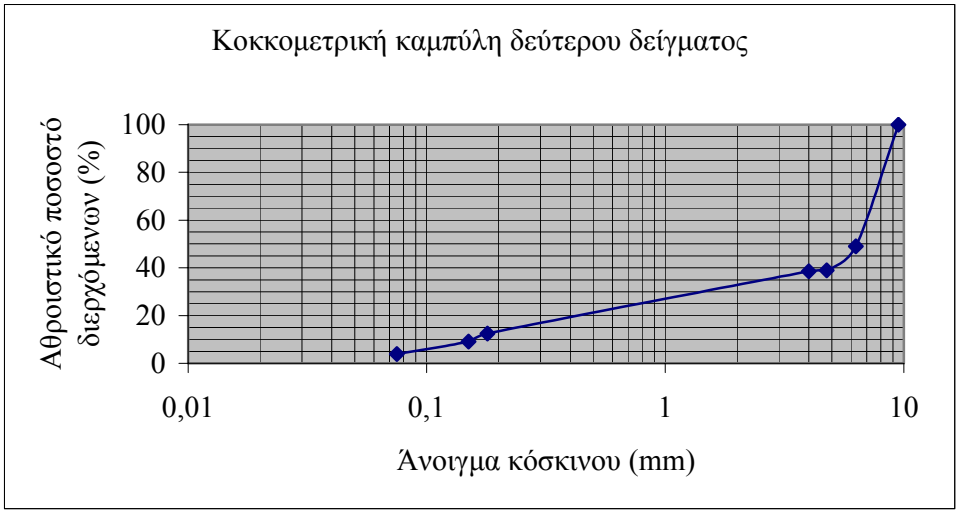
Σχήμα 45: *Η κοκκομετρική καμπύλη του πρώτου δείγματος της θέσης Άγιοι Ανάργυροι*

Πίνακας 40: *Τα αποτελέσματα της ανάλυσης με κόσκινα του δεύτερου δείγματος.*

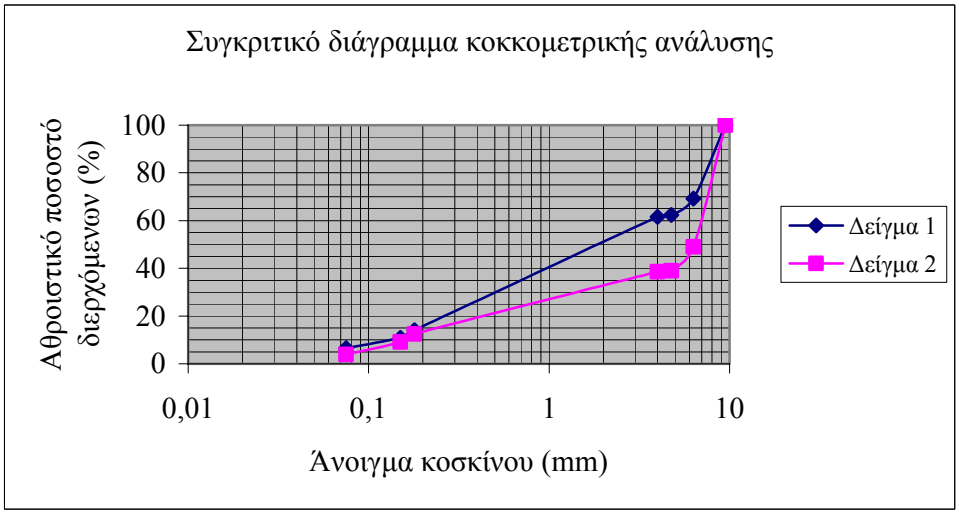
Άνοιγμα κόσκινου (mm)	**Συγκρατούμενο βάρος**		**Αθροιστικό συγκρατούμενο βάρος**		**Διερχόμενο βάρος**	
	gr	**%**	**gr**	**%**	**gr**	**%**
9,500	0,00	0,00	0,00	0,00	336,86	100
6,300	171,75	50,99	171,75	50,99	165,11	49,01
4,750	33,94	10,08	205,69	61,06	131,17	38,94
4,000	1,13	0,34	206,82	61,40	130,04	38,60
0,180	88,26	26,20	295,08	87,60	41,78	12,40
0,150	11,01	3,27	306,09	90,87	30,77	9,13
0,075	17,52	5,20	323,61	96,07	13,25	3,93
Παιπάλη	13,25	3,93	336,86	100,00	0,00	0,00
Σύνολο	336,86	100,00				

Πίνακας 41: *Συγκριτικός πίνακας αποτελεσμάτων της δοκιμής ανάλυσης με κόσκινα των δειγμάτων της λεκάνης.*

Διάμετρος κόκκου i % (mm)	**1ο δείγμα**	**2ο δείγμα**
d_{10}	0,1350	0,1625
d_{15}	0,1900	0,2478
d_{30}	0,5200	1,5000
d_{50}	1,8500	6,3333
d_{60}	3,6250	7,0000
d_{85}	7,8750	8,3333



Σχήμα 46: *Η κοκκομετρική καμπύλη του δεύτερου δείγματος της θέσης Άγιοι Ανάργυροι*



Σχήμα 47: *Συγκριτικό διάγραμμα κοκκομετρικής καμπύλης των δύο δειγμάτων*

Πίνακας 42: *Οι διάφορες παράμετροι των δειγμάτων της λεκάνης.*

Παράμετρος	**Σχέση**	**1ο δείγμα**	**3ο δείγμα**
Συντελεστής ομοιομορφίας	$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$	26,85	43,76
Συντελεστής ετερομορφίας	$H = \frac{d_{85}}{d_{15}}$	41,45	51,28
Βαθμός διαβάθμισης	$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} d_{60}}$	0,5525	1,978
Υδροπερατότητα (cm/sec)	$k = 100 d_{10}^2$	$1{,}82 \cdot 10^{-2}$	$2{,}64 \cdot 10^{-2}$

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Με βάση τον πίνακα 30, το πρώτο δείγμα προσεγγίζει τη ιλυώδη άμμο και το δεύτερο τη χαλικώδη άμμο.

Β.3.5.4. ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ.

Στην περιοχή δεν έχουν εκτελεστεί γεωερευνητικά προγράμματα, έτσι ώστε μέσα από αυτά να έχει προσδιοριστεί η στεγανότητα ή όχι της λεκάνης του ταμιευτήρα. Έτσι η αξιολόγηση της υδροπερατότητας των σχηματισμών έγινε αξιολογώντας τις γεωλογικές-υδρογεωλογικές και υδραυλικές συνθήκες που παρατηρούνται στην περιοχή αυτή.

Παρόλο που οι σχηματισμοί της λεκάνης είναι περατοί, η στεγανότητα αυξάνεται διότι οι σχηματισμοί βυθίζονται προς το εσωτερικό της λεκάνης. Ο ψαμμίτης αποτελεί το υπόβαθρο της λεκάνης, ενώ τα χαλαρά ιζήματα τα δύο αντερείσματα της λεκάνης. Έτσι περιορίζονται οι κατακόρυφες κινήσεις του νερού.

Ακόμη εντοπίστηκε πηγή στο δεξί αντερείσμα, γεγονός που μειώνει τις πλευρικές διαφυγές του νερού από τον ταμιευτήρα.

Β.3.6. ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ ΤΟΥ ΡΕΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ.

Για τον υπολογισμό των πλημμυρικών παροχών εφαρμόστηκε τόσο ο τύπος του Füller, όσο και ο τύπος του Giadotti.

Με αριθμητική αντικατάσταση ο τύπος του Füller μετασχηματίζεται σε:

$$Q_m = 99{,}06 \log T + 79{,}24$$

για Τ έτη, ενώ για ένα έτος έχει τιμή ίση με:

$$q_\mu = 57{,}4 m^3 / \sec$$

Ο τύπος του Giadotti είναι ο:

$$Q_m = 0{,}278 \cdot E \cdot P_i \cdot I_\sigma$$

όπου:

- $P_i = (30 \log T + 15) \cdot t_c^{-0,6}$ η ένταση τις βροχόπτωσης σε mm,

- $t_c = \frac{4\sqrt{E} + 1{,}5L}{0{,}8\sqrt{z}}$ ο χρόνος απόκρισης τις λεκάνης σε ώρες, Ε το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km^2), L το μισγάγκειο του υδρογραφικού δικτύου σε km και z η υψομετρική διαφορά μεταξύ του μέσου και του ελάχιστου υψομέτρου της λεκάνης
- Τ η περίοδος επανάληψης της πλημμύρας σε έτη και,
- I_σ ο συντελεστής απορροής, ο οποίος έχει τιμή 40% και 70% για ένα έτος και για εκατό έτη αντίστοιχα.

Στον πίνακα 43 παρουσιάζονται οι πλημμυρικές παροχές των δύο αυτών μεθόδων για ένα και για εκατό χρόνια. Επειδή η μέθοδος του Giadotti λαμβάνει υπόψη περισσότερες παραμέτρους σε σχέση με τη μέθοδο του Füller, τις φαίνεται και από τις αντίστοιχους τύπους, θεωρείται πιο αξιόπιστη και με βάση την τιμή που προκύπτει για εκατό χρόνια γίνονται οι περαιτέρω υπολογισμοί. Άξιο προσοχή είναι οι μεγάλη απόκλιση της τιμής τους για περίοδο επανάληψης 100 έτη.

Πίνακας 43: *Οι τιμές των πλημμυρικών παροχών τις προέκυψαν από τις δύο μεθόδους.*

Έτη	**Πλημμυρική παροχή (m^3/sec)**	
	Fuller	**Giadotti**
1	57,4	61,55
10	178,3	
50	247,54	
100	277,36	538,59

Β.3.7. ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗΣ.

Η κατασκευή του υπερχειλιστή προτείνεται στο δεξί αντέρεισμα. Ο τύπος του είναι μετωπικός τετραγωνικός.

Δεδομένου ότι η παροχετευτικότητα μιας τετραγωνικής διατομής ορίζεται από τη σχέση:

$$Q = 1{,}87B\sqrt{h^3}\ ,$$

με:

- Q την παροχή σε m^3/sec,
- Β το πλάτος της διατομής, και
- h το ύψος της διατομής

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

προκύπτει ότι για πλημμυρική παροχή 538,59 m^3/sec και για ύψος 2 m το πλάτος θα είναι ίσο με 102 m περίπου που μεταφράζεται σε ισοδύναμη παροχετευτικότητα 539,49 m^3/sec.

Το πρανές του υπερχειλιστή στη μεριά της λίμνης σχηματίζει γωνία 118º με τον άξονα του φράγματος. Κατασκευάζεται με κλίση 1:2 (h:v) μέχρι το ύψος των 2 μέτρων πάνω από τη στάθμη της λίμνης (μέχρι δηλαδή το υψόμετρο των 124 m), δημιουργείται στη συνέχεια, μια αναβαθμίδα πλάτους 4 m και υψώνεται με κλίση 1:5 (h:v) μέχρι να τμήσει τη μορφολογία.

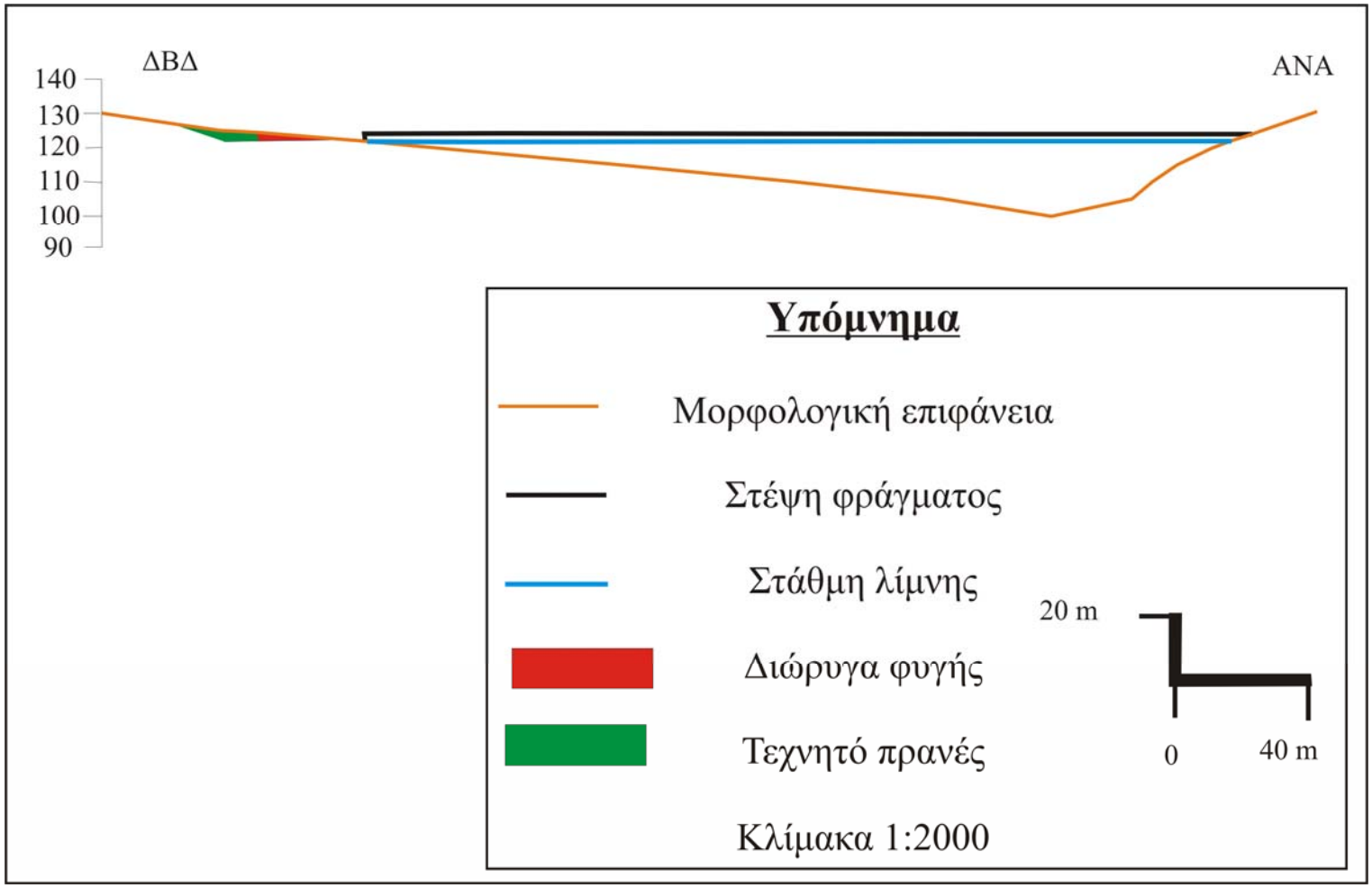
Β.3.8. ΔΙΩΡΥΓΑ ΦΥΓΗΣ ΤΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ.

Η διατομή της διώρυγας φυγής του πλημμυρικού κύματος είναι ίδια με αυτήν του υπερχειλιστή. Αναπτύσσεται πίσω από τον υπερχειλιστή και συνεχίζει κάθετα στον άξονα του φράγματος ακολουθώντας την κλίση του ανάγλυφου στη διεύθυνση αυτή μέχρι το υψόμετρο των 100 m. Το μήκος της ανέρχεται στα 205 μέτρα και τα χωματουργικά που θα προκύψουν από την κατασκευή του υπερχειλιστή και της διώρυγας εκτροπής εκτιμήθηκαν στα 59.150 m^3. Στα σχήματα 48 και 49 παρουσιάζεται η διάταξη του υπερχειλιστή και της διώρυγας φυγής παράλληλα στον άξονα του φράγματος και κατά μήκος της διώρυγας φυγής αντίστοιχα.

Β.3.9. ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΠΡΑΝΩΝ.

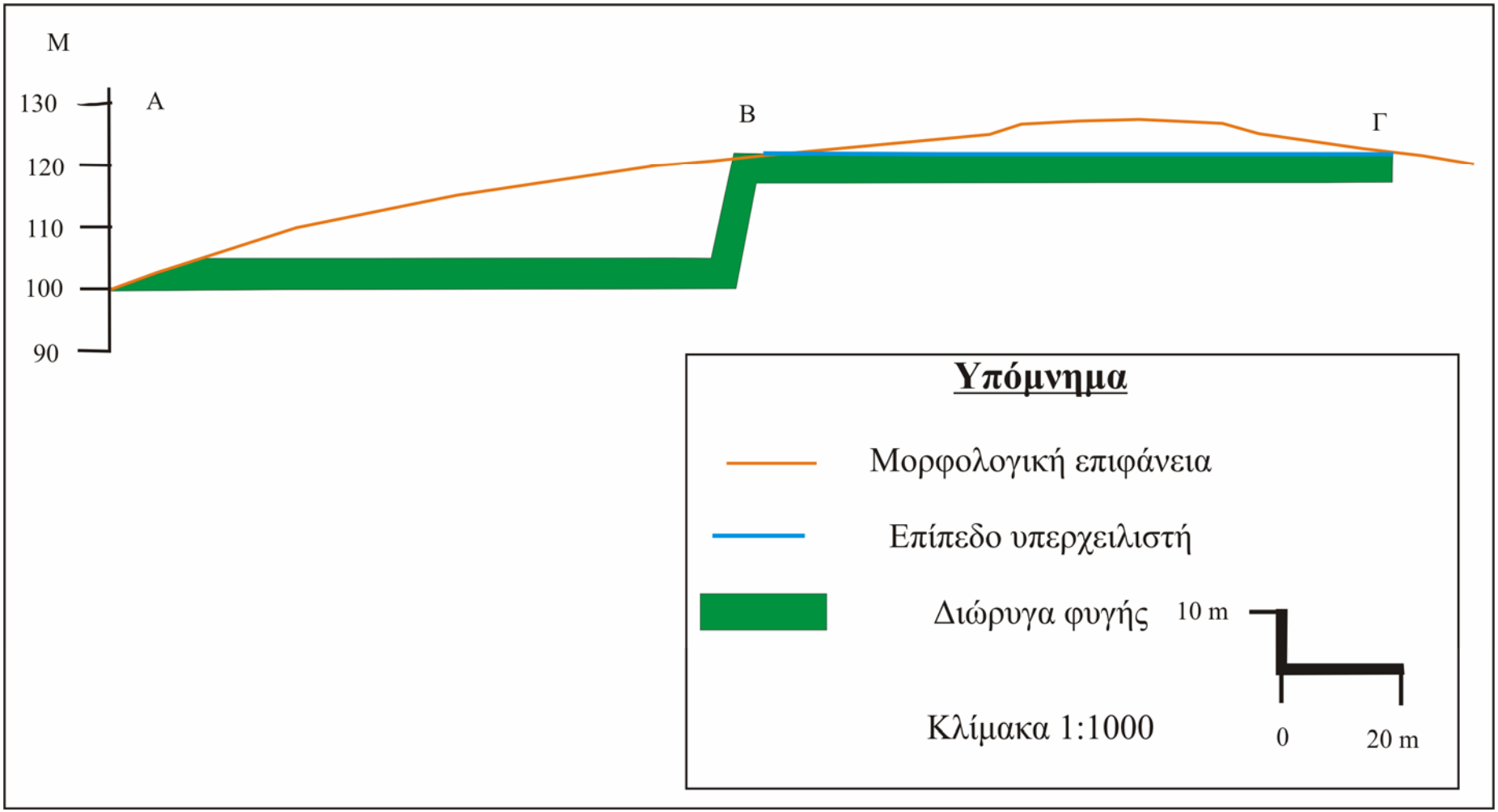
Πιθανά προβλήματα μπορούν να δημιουργηθούν κατά τις διακυμάνσεις της στάθμης της λίμνης, οι οποίες έχουν οριστεί μεταξύ των επιπέδων 120 και 122 m, διότι με το γέμισμα της λεκάνης μεταβάλλεται η στερεότητα του σχηματισμού, ελαττώνεται το βάρος του εξαιτίας της άνωσης του νερού, με το ειδικό βάρος του πάνω από το επίπεδο της λίμνης να παραμένει σταθερό. Σε περίπτωση που παρατηρηθούν γρήγορες πτώσεις της στάθμης αυξάνονται αμέσως οι παράλληλες συνιστώσες βάρους ως προς τα πρανή και λόγω της απορροής του νερού μεταφέρονται στη μάζα του σχηματισμού σημαντικές δυνάμεις ικανές να προκαλέσουν κατολισθήσεις (Δημόπουλος, 1986).

Προβλήματα από την επίδραση των κυμάτων δεν αναμένονται επειδή η λίμνη έχει μικρό μήκος και συνεπώς ο κυματισμός είναι ασθενής.



Σχήμα 48: *Η διάταξη της διώρυγας φυγής σε σχέση με τη στάθμη της λίμνης και τη στέψη του φράγματος κάθετα αυτής.*

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.



Σχήμα 49: *Η διάταξη της διώρυγας φυγής σε σχέση με τη στάθμη της λίμνης κατά μήκος αυτής*

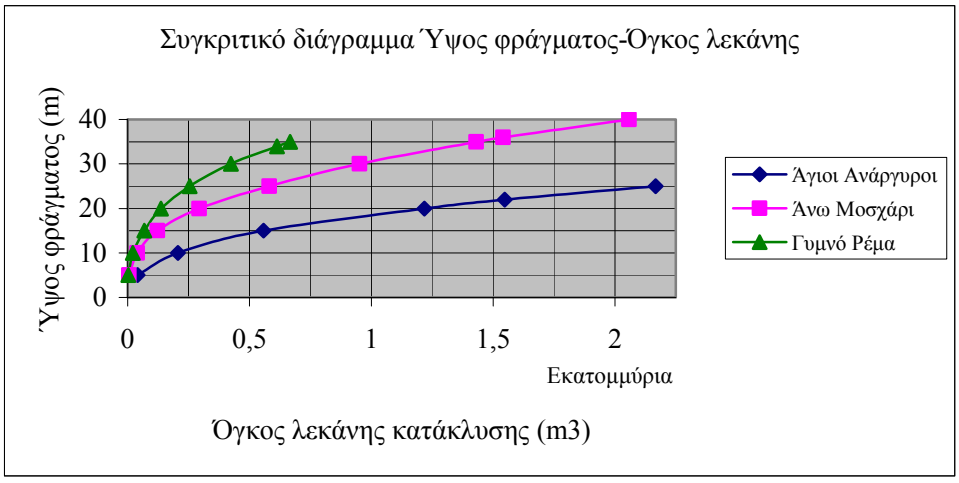
Β.4. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΘΕΣΕΩΝ.

Στο σημείο αυτό πραγματοποιείται η σύγκριση των τριών θέσεων, ώστε να προκύψουν τα συμπεράσματα εκείνα που θα οδηγήσουν στην επιλογή της καλύτερης θέσης για κατασκευή φράγματος. Η σύγκριση αφορά τη μορφολογία, τη γεωλογία, την υδρολογία και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του φράγματος σε κάθε θέση.

Β.4.1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ.

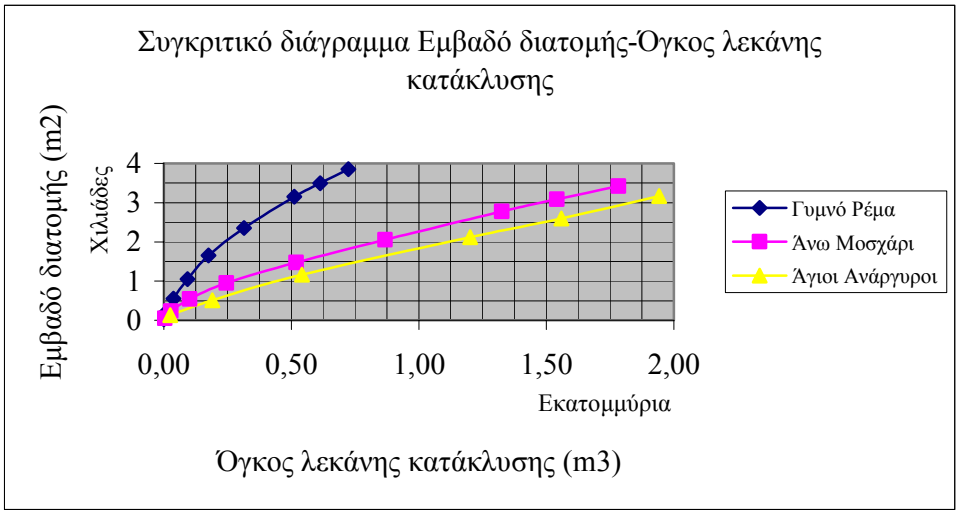
Έχει γίνει κατανοητό ότι όλη η λεκάνη των Αγίων Αναργύρων έχει μεγάλη κλίση (μεγαλύτερη του 40%) και σε όλη της την έκταση οι κοιλάδες έχουν τη μορφή «U». Αναμενόμενο είναι λοιπόν οι επιλεγόμενες θέσεις μελέτης να έχουν ανάλογη εγκάρσια τομή. Παρ' όλ' αυτά είναι δυνατόν να σημειωθούν ορισμένες παρατηρήσεις. Στα σχήματα 50 και 51 παρουσιάζονται τα συγκριτικά διαγράμματα ύψος φράγματος-όγκος λεκάνης κατάκλυσης και εμβαδό διατομής-όγκος λεκάνης κατάκλυσης.

Όπως φαίνεται από το σχήμα 50, στις χαμηλότερες υψομετρικές θέσεις (νότιο τμήμα λεκάνης) πραγματοποιείται διεύρυνση της κοιλάδας αποκτώντας σταδιακά πιο ανοικτή τομή. Στο ίδιο συμπέρασμα μπορεί κάποιος να οδηγηθεί και από το σχήμα 51, όπου οι καμπύλες ακολουθούν την ίδια διάταξη. Οι χαρακτηριστικές καμπύλες ακολουθούν μείωση της κλίσης τους ακολουθώντας την πορεία: Γυμνό Ρέμα, Άνω Μοσχάρι και Άγιοι Ανάργυροι.



Σχήμα 50: *Συγκριτικό διάγραμμα ύψος φράγματος-όγκος λεκάνης κατάκλυσης.*

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.



Σχήμα 51: *Συγκριτικό διάγραμμα εμβαδό διατομής-όγκος λεκάνης κατάκλυσης.*

Η επιλογή της καταλληλότερης θέσης κατασκευής φράγματος, από αυτές που εξετάστηκαν στα επιμέρους κεφάλαια προκύπτει ύστερα από σύγκριση του ύψους του φράγματος και της διατομής του σε σχέση με την ίδια χωρητικότητα του ταμιευτήρα. Έτσι από τις τρεις αυτές θέσεις για χωρητικότητα $V = 1{,}5 \cdot 10^6 m^3$, η θέση που δίνει το μικρότερο ύψος φράγματος με το μικρότερο εμβαδό είναι αυτή των Αγίων Αναργύρων, η οποία και επιλέγεται. Επιπλέον στη θέση αυτή ο λόγος ω αποκτά την ευνοϊκότερη τιμή.

Β.4.2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.

Από γεωλογική άποψη, η περίπτωση του Γυμνού Ρέματος υπερτερεί των άλλων δύο, διότι το πέτρωμα της περιοχής είναι γρανίτης, στεγανός από τη φύση του ενώ στις άλλες περιπτώσεις οι σχηματισμοί είναι χαλαρές αποθέσεις και ιζηματογενή πετρώματα, με αποτέλεσμα να έχουν μεγαλύτερη υδροπερατότητα και συνέπεια μεγαλύτερες διαφυγές νερού από το ταμιευτήρα, γεγονός που μπορεί να αντιμετωπιστεί κατά το στάδιο της οριστικής μελέτης και κατασκευής.

Όμως εκτός από την υδροπερατότητα των σχηματισμών και πετρωμάτων των θέσεων, κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί και η ύπαρξη πηγών στα αντερείσματα της εκάστοτε λεκάνης. Στη θέση του Γυμνού Ρέματος εντοπίστηκε από μία πηγή σε κάθε αντέρεισμα ενώ στις άλλες μία (στο αριστερό αντέρεισμα της θέσης Άνω Μοσχάρι και στο δεξί της θέσης των Αγίων Αναργύρων), γεγονός που από το πρίσμα αυτό καθιστά πλεονέκτημα για την πρώτη θέση. Πηγή επίσης εντοπίστηκε και στο δεξί αντέρεισμα της λεκάνης

κατάκλυσης των Αγίων Αναργύρων κατάντη στης βάσης έδρασης του φράγματος. Τα παραπάνω γεγονότα ενισχύουν και την υδρογεωλογική καταλληλότητα και της θέσης των Αγίων Αναργύρων.

Β.4.3. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.

Στον πίνακα 44 παραθέτονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά κάθε περίπτωσης. Άξιο προσοχής είναι η πτώση του λόγου όγκου φράγματος προς τον όγκο της λεκάνης κατάκλυσης, χαρακτηρίζοντας έτσι οριακά αποδεκτές έως απαράδεκτες τις συνθήκες της θέσης Γυμνό Ρέμα, πολύ καλές έως καλές συνθήκες της θέσης Άνω Μοσχάρι και ιδανικές έως πολύ καλές συνθήκες της θέσης Άγιοι Ανάργυροι. Η βελτίωση αυτή μπορεί να εκτιμηθεί και από τα σχήματα 50 και 51.

Πίνακας 44:*Σύγκριση των τεχνικών χαρακτηριστικών κάθε περίπτωσης.*

Παράμετρος	**Μονάδα**	**Γυμνό ρέμα**	**Άνω Μοσχάρι**	**Άγιοι Ανάργυροι**
Όγκος αργιλικού πυρήνα	m^3	37673,32	34987,3	12492,9
Όγκος φίλτρων	m^3	7618,4	7248,3	3508,8
Όγκος σώματος	m^3	193595,84	178734,03	58608
Συνολικός όγκος χωματουργικών	m^6	238887,56	220969,63	74609,7
Όγκος λεκάνης κατάκλυσης	10^6 m^3	0,613	1,541	1,558
Μέγιστη ωφέλιμη χωρητικότητα	10^6 m^3	0,552	1,387	1,402
Ελάχιστη ωφέλιμη χωρητικότητα	10^6 m^3	0,491	1,233	1,247
Λόγος όγκου φράγματος προς όγκο λεκάνης κατάκλυσης (ω)		0,390	0,143	0,048
Όγκος εκσκαφών υπερχειλιστή και διώρυγας φυγής	m^3	28900	73250	59150
Διαστάσεις υπερχειλιστή	m×m	2×33	2×93	2×102
Παροχετευτικότητα υπερχειλιστή	m^3/sec	174,54	491,84	539,49
Διαστάσεις διατομής διώρυγας εκτροπής	m×m	5×9	5×24	5×26
Παροχετευτικότητα διώρυγας εκτροπής	m^3/sec	174,54	501,78	543,59

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

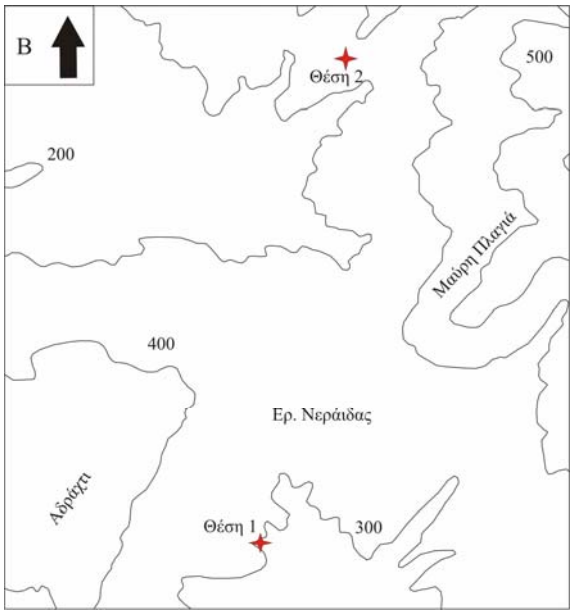
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ.
ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΔΑΝΕΙΟΘΑΛΑΜΩΝ.

Γ.1. ΓΕΝΙΚΑ.

Για των εντοπισμό των θαλάμων απόληψης των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του φράγματος πραγματοποιήθηκε έρευνα στην περιοχή του Παλαιοκάστρου Σερρών, ανάμεσα των χωριών Μελενικίτσι και Βαμβακόφυτο.

Σχήμα 52: *Η περιοχή όπου πραγματοποιήθηκε η έρευνα για τον εντοπισμό των δανειοθαλάμων (www.walking-greece.ana.gr/.../ FOTOS/N.SERRON300.jpg, με τροποποιήσεις).*

Ως αποτέλεσμα της αναζήτησης αυτής ήταν ο εντοπισμός δύο θέσεων. Η μία στη θέση «Νεράιδα» της περιοχής του Παλαιοκάστρου και η άλλη ΝΔ της θέσης «Λόφος». Στο σχήμα 53 παρουσιάζεται απλοποιημένο τοπογραφικό σκαρίφημα των δύο θέσεων. Τα δύο δείγματα που πάρθηκαν υποβλήθηκαν στις δοκιμές: κοκκομετρική ανάλυση με κόσκινα, κοκκομετρική ανάλυση με αραιόμετρο και προσδιορισμός των ορίων Atterberg.



Σχήμα 53: *Απλοποιημένο τοπογραφικό σκαρίφημα των δύο θέσεων δειγματοληψίας.*

Γ.2. ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΩΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ.

Στην εικόνα 4 παρουσιάζεται η θέση απ' όπου πάρθηκε το πρώτο δείγμα. Σημειώνεται ότι η θέση αυτή αντιστοιχεί στην πύλη του υποψήφιου ΧΥΤΑ του Νομού Σερρών. Τα ιζήματα της θέσης βρίσκονται σε οριζόντια θέση και πλευρικά μεταβαίνουν σε πιο αδρόκοκκα υλικά. Τα αποθέματα εκτιμήθηκαν σε 7.985.000 m^3.

Γ.2.1. ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΚΟΣΚΙΝΑ.

Το δείγμα αρχικά υποβλήθηκε σε κοκκομετρική ανάλυση με κόσκινα, με τη χρήση πρότυπων κόσκινων τετραγωνικών οπών (AASHO T-27/66· ASTM C-136· Χρηστάρας, 2002). Τα κόσκινα που χρησιμοποιήθηκαν με αυξανόμενη σειρά μεγέθους από κάτω προς τα πάνω είναι: No. 200, No. 100, No. 40, No. 30, No. 10, No. 4, ¼ in και ½ in. Τα αποτελέσματα της κοκκομετρικής ανάλυσης παρουσιάζονται στον πίνακα 45.

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Εικόνα 4: *Η θέση δειγματοληψίας του πρώτου δείγματος.*

Πίνακάς 45: *Τα αποτελέσματα της κοκκομετρικής ανάλυσης με κόσκινα του πρώτου δείγματος.*

Αριθμός κόσκινου	**Άνοιγμα κόσκινου (mm)**	**Συγκρατούμενο βάρος**		**Αθροιστικά διερχόμενο βάρος**		**Διερχόμενο βάρος**	
		gr	**%**	**gr**	**%**	**gr**	**%**
1/2 in	**12,70**	0,00	0,00	0,00	0,00	274,94	100,00
1/4 in	**6,300**	4,4	1,60	4,40	1,60	270,54	98,40
No 4	**4,750**	5,25	1,91	9,65	3,51	265,29	96,49
No 10	**2,000**	9,27	3,37	18,92	6,88	256,02	93,12
No 30	**0,600**	53,29	19,38	72,21	26,26	202,73	73,74
No 40	**0,425**	43,4	15,79	115,61	42,05	159,33	57,95
No 100	**0,150**	99,72	36,27	215,33	78,32	59,61	21,68
No 200	**0,075**	28,72	10,45	244,05	88,76	30,89	11,24
	Παιπάλη	30,89	11,24	274,94	100,00	0,00	0,00
	Ολικό βάρος	274,94					

Γ.2. 2. ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΟ.

Πίνακας 46: *Τα αποτελέσματα της ανάλυσης με αραιόμετρο του πρώτου δείγματος.*

Διαρρεύσας χρόνος (min)	**θερμοκρασία (ºC)**	**Ανάγνωση πυκνόμετρου**	**Διορθ. R'**	**R**	**Ποσοστό κόκκων σε αιώρηση P (%)**	**Διάμετρος κόκκων σε αιώρηση d (mm)**	**Ποσοστό κόκκων επί του αρχικού W (%)**	**K_n**	**K_L**	**K_G**
1	19	56	-7,4	48,6	17,68	0,0390000	11,99	1,000	0,680	**1,0**
2	19	52	-7,4	44,6	15,12	0,0282000	10,25	1,000	0,705	**1,0**
5	19	47	-7,4	39,6	13,43	0,0192000	9,11	1,000	0,737	**1,0**
30	20,5	41	-6,7	34,3	11,63	0,0075600	7,89	0,984	0,770	**1,0**
60	20,5	38	-6,7	31,3	10,61	0,0057450	7,19	0,984	0,789	**1,0**
250	21	32	-6,5	25,5	8,64	0,0029106	5,86	0,980	0,825	**1,0**
1140	20	25	-6,9	18,1	6,14	0,0012849	4,16	0,988	0,867	**1,0**

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

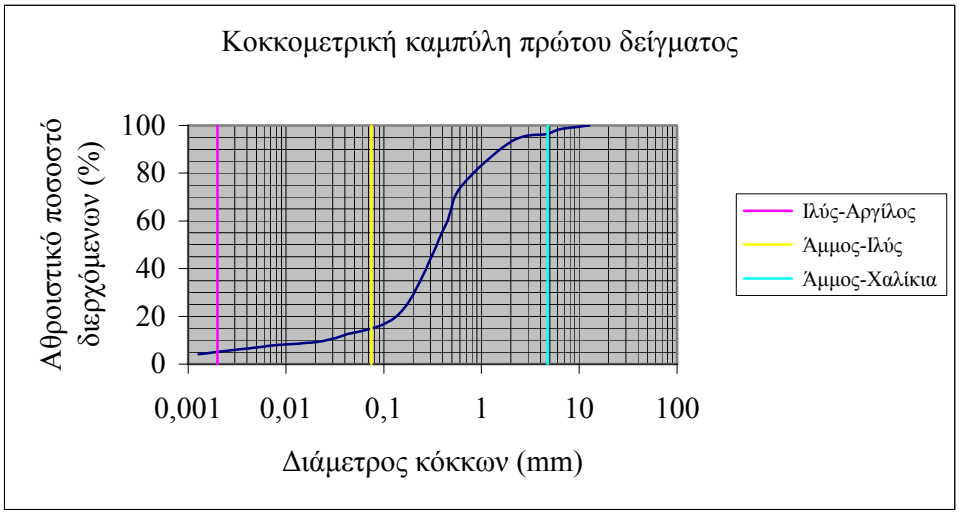
Στη συνέχεια μέρος του δείγματος υποβλήθηκε σε ανάλυση με αραιόμετρο. Το πυκνόμετρο που χρησιμοποιήθηκε είναι το 152 H και ως αντιθρομβωτική ουσία το $NaPO_3$. Στους πίνακες παρουσιάζονται τα αποτελέσματά της, η κοκκομετρική ανάλυση του υλικού μετά την πλύση επάνω στο κόσκινο No. 200 και την εκτέλεση ανάλυσης με τα κόσκινα: No. 40, No. 100 και No. 200, η τιμή διακριτών διαμέτρων κόκκων, οι κοκκομετρικές παράμετροι του δείγματος και στο σχήμα 54 η κοκκομετρική καμπύλη. Το ειδικό βάρος των κόκκων του εδάφους θεωρήθηκε ίσο με $\gamma_s = 2,65$ gr/cm^3.

Πίνακάς 47: *Ο συγκεντρωτικός πίνακας κοκκομετρικής ανάλυσης του πρώτου δείγματος.*

Αριθμός κόσκινου	**Άνοιγμα κόσκινου (mm)**	**Συγκρατούμενο βάρος**		**Διερχόμενο βάρος**	
		gr	**%**	**gr**	**%**
1/2 in	**12,7000000**	0,00	0,00	274,94	100,00
1/4 in	**6,3000000**	4,4	1,60	270,54	98,40
No 4	**4,7500000**	5,25	1,91	265,29	96,49
No 10	**2,0000000**	9,27	3,37	256,02	93,12
No 30	**0,6000000**	53,29	19,38	202,73	73,74
No 40	**0,4250000**	43,4	15,79	159,33	57,95
No 100	**0,1500000**	99,72	36,27	59,61	21,68
No 200	**0,0750000**	28,72	10,45	30,89	11,24
	0,0282000	0,54	0,20	28,18	10,25
	0,0192000	3,13	1,14	25,05	9,11
	0,0075600	3,36	1,22	21,69	7,89
	0,0057450	1,92	0,70	19,77	7,19
	0,0029106	3,66	1,33	16,11	5,86
	0,0012849	4,67	1,70	11,44	4,16

Πίνακας 48: *Η ανάλυση με τα κόσκινα No. 40, No. 100 και No. 200 του υλικού μετά την πλύση επάνω στο κόσκινο No. 200.*

Αριθμός κόσκινου	**Άνοιγμα κόσκινου (mm)**	**Συγκρατούμενο βάρος**		**Αθροιστικά διερχόμενο βάρος**		**Διερχόμενο βάρος**	
		gr	**%**	**gr**	**%**	**gr**	**%**
No 40	**0,425**	13,62	30,70	13,62	30,70	30,75	32,87
No 100	**0,150**	18,20	41,02	31,82	71,72	12,55	13,42
No 200	**0,075**	10,49	23,64	42,31	95,36	2,06	2,20
	Παιπάλη	2,06	4,64	44,37	100,00	0,00	0,00
	Ολικό βάρος	44,37					



Σχήμα 54: *Η κοκκομετρική καμπύλη του πρώτου δείγματος με βάση την ανάλυση με κόσκινα και ανάλυση με αραιόμετρο.*

Πίνακας 49: *Το ποσοστό των κόκκων διακριτών διαμέτρων.*

Διάμετρος κόκκου i %	**d_{10}**	**d_{15}**	**d_{30}**	**d_{50}**	**d_{60}**	**d_{85}**
Τιμή (mm)	0,026	0,080	0,111	0,366	0,466	1,260

Πίνακας 50: *Οι τιμές των διαφόρων παραμέτρων του δείγματος.*

Παράμετρος	**Σχέση**	**Τιμή**
Συντελεστής ομοιομορφίας	$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$	11,25
Συντελεστής ετερομορφίας	$H = \frac{d_{85}}{d_{15}}$	10
Βαθμός διαβάθμισης	$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} d_{60}}$	2,2
Υδροπερατότητα (cm/sec)	$k = 100 d_{10}^2$	$1{,}6 \cdot 10^{-3}$

Γ.2.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΙΩΝ ATTERBERG.

Το όριο υδαρότητας υπολογίστηκε με τη μέθοδο του πενετρόμετρου πίπτοντος κώνου, δεδομένου ότι τα αποτελέσματα της μεθόδου αυτής έχουν επαναληψημότητα και επηρεάζονται λιγότερο από την κρίση και την εμπειρία του προσωπικού που εκτελεί

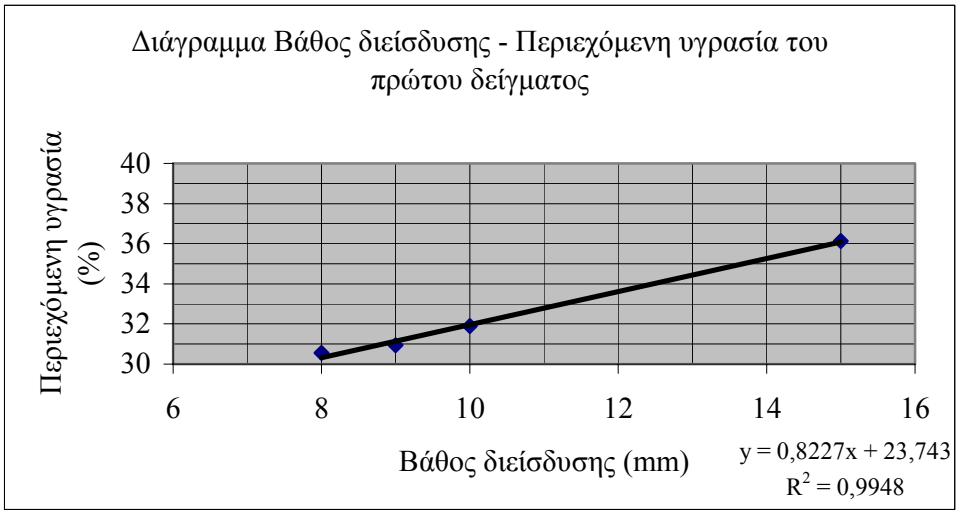
Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

τη δοκιμή. Για το λόγο αυτόν προτιμήθηκε έναντι της συσκευής Casagrande. Στον πίνακα 51 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των δοκιμών για τον υπολογισμό των ορίων Atterberg και στο σχήμα 55 το διάγραμμα «Βάθος διείσδυσης – Περιεχόμενη υγρασία».

Πίνακας 51: *Τα αποτελέσματα των δοκιμών για τον προσδιορισμό των ορίων του Atterberg.*

	ΔΟΚΙΜΗ	**Προσδιορισμός Ορίου Υδαρότητας (LL)**				**Προσδιορισμός Ορίου Πλαστικότητας (PL)**		
	Αριθμός Δοκιμής	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**
	Αριθμός κάψας	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7
	Βάθος διείσδυσης (mm)	8	9	10	15			
Α	**Βάρος υγρού δείγματος + κάψας (gr)**	31,103	27,878	30,071	23,586	15,372	14,944	13,41
Β	**Βάρος ξηρού δείγματος + κάψας (gr)**	26,641	24,171	25,844	20,566	14,824	14,525	13,12
Γ	**Βάρος νερού (gr) (Γ=Α-Β)**	4,462	3,707	4,227	3,02	0,548	0,419	0,289
Δ	**Βάρος κάψας (gr)**	12,037	12,19	12,591	12,208	11,753	12,189	11,59
Ε	**Βάρος ξηρού δείγματος (Ε = Δ-Β)**	14,604	11,981	13,253	8,358	3,071	2,336	1,528
Ζ	**Περιεχόμενη υγρασία (%) (Ζ=100Γ/Ε)**	30,553	30,941	31,895	36,133	17,844	17,937	18,914

Το όριο υδαρότητας ορίζεται με αυτόν τον τρόπο ως η περιεκτικότητα σε νερό που αντιστοιχεί σε 10 mm διείσδυσης (Χρηστάρας, 2002) και υπολογίζεται απ' ευθείας από την εξίσωση της ευθείας παλινδρόμησης. Το όριο πλαστικότητας είναι ίσο με τη μέση τιμή της περιεχόμενης υγρασίας των τριών αντίστοιχων δοκιμών. Στον πίνακα 52 παρουσιάζονται οι τιμές των ορίων για το πρώτο δείγμα.



Σχήμα 55: *Το διάγραμμα «Βάθος διείσδυσης – Περιεχόμενη υγρασία» του πρώτου δείγματος.*

Πίνακας 52: *Οι τιμές των ορίων του Atterberg για το πρώτο δείγμα.*

Όριο υδαρότητας (LL)	**Όριο πλαστικότητας (PL)**	**Δείκτης πλαστικότητας (PI)**
31,97	18,232	13,738

Εικόνα 5: *Η δεύτερη θέση δειγματοληψίας.*

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Γ.3. ΜΕΛΕΤΗ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ.

Στην εικόνα 5 παρουσιάζεται η θέση απ' όπου πάρθηκε το δεύτερο δείγμα, το οποίο υποβλήθηκε στις ίδιες δοκιμές με το πρώτο δείγμα υπό τις ίδιες προδιαγραφές. Παρεμβάλλεται ως φακός των περιβαλλόντων ιζημάτων. Παρεμβάλλεται ως φακός ανάμεσα στα περιβάλλοντα ιζήματα. Τα αποθέματα εκτιμήθηκαν σε 1.318.000 m^3.

Γ.3.1. ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΚΟΣΚΙΝΑ.

Στον πίνακα 53 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της κοκκομετρικής ανάλυσης με κόσκινα.

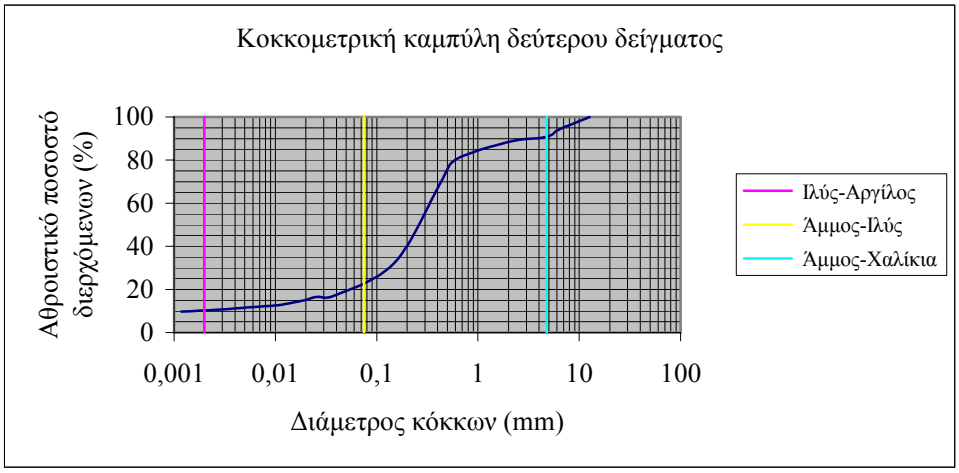
Πίνακάς 53: *Τα αποτελέσματα της κοκκομετρικής ανάλυσης με κόσκινα του δεύτερου δείγματος.*

Αριθμός κόσκινου	**Άνοιγμα κόσκινου (mm)**	**Συγκρατούμενο βάρος**		**Αθροιστικά διερχόμενο βάρος**		**Διερχόμενο βάρος**	
		gr	**%**	**gr**	**%**	**gr**	**%**
1/2 in	**12,700**	0,00	0,00	0,00	0,00	265,07	100,00
1/4 in	**6,300**	15,46	5,83	15,46	5,83	249,61	94,17
No 4	**4,750**	8,78	3,31	24,24	9,14	240,83	90,86
No 10	**2,000**	6,53	2,46	30,77	11,61	234,30	88,39
No 30	**0,600**	21,87	8,25	52,64	19,86	212,43	80,14
No 40	**0,425**	28,73	10,84	81,37	30,70	183,70	69,30
No 100	**0,150**	98,04	36,99	179,41	67,68	85,66	32,32
No 200	**0,075**	39,83	15,03	219,24	82,71	45,83	17,29
	Παιπάλη	45,83	17,29	265,07	100,00	0,00	0,00
	Ολικό βάρος	265,07					

Γ.3. 2. ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΟ.

Στη συνέχεια μέρος του δείγματος υποβλήθηκε σε ανάλυση με αραιόμετρο. Το πυκνόμετρο που χρησιμοποιήθηκε είναι το 152 H και ως αντιθρομβωτική ουσία το $NaPO_3$. Στους πίνακες παρουσιάζονται τα αποτελέσματά της, καθώς επίσης η κοκκομετρική ανάλυση του υλικού μετά την πλύση επάνω στο κόσκινο No. 200 και την εκτέλεση ανάλυσης με τα κόσκινα: No. 40, No. 100 και No. 200, η τιμή διακριτών διαμέτρων κόκκων, οι κοκκομετρικές παράμετροι του δείγματος και στο σχήμα 56 η

κοκκομετρική καμπύλη. Το ειδικό βάρος των κόκκων του εδάφους θεωρήθηκε ίσο με γ_s = 2,65 gr/cm^3.



Σχήμα 56: *Η κοκκομετρική καμπύλη του πρώτου δείγματος με βάση την ανάλυση με κόσκινα και ανάλυση με αραιόμετρο.*

Πίνακας 55: *Η ανάλυση με τα κόσκινα No. 40, No. 100 και No. 200 του υλικού μετά την πλύση επάνω στο κόσκινο No. 200.*

Αριθμός κόσκινου	**Άνοιγμα κόσκινου (mm)**	**Συγκρατούμενο βάρος**		**Αθροιστικά διερχόμενο βάρος**		**Διερχόμενο βάρος**	
		gr	**%**	**gr**	**%**	**gr**	**%**
No 40	**0,425**	6,13	17,60	6,13	17,60	28,69	30,67
No 100	**0,150**	16,73	48,05	22,86	65,65	11,96	12,79
No 200	**0,075**	11,22	32,22	34,08	97,87	0,74	0,79
	Παιπάλη	0,74	2,13	34,82	100,00	0,00	0,00
	Ολικό βάρος	34,82					

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Πίνακας 54: *Τα αποτελέσματα της ανάλυσης με αραιόμετρο του δεύτερου δείγματος.*

Διαρρεύσας χρόνος (min)	**θερμοκρασία (ºC)**	**Ανάγνωση πυκνόμετρου**	**Διορθ. R'**	**R**	**Ποσοστό κόκκων σε αιώρηση P (%)**	**Διάμετρος κόκκων σε αιώρηση d (mm)**	**Ποσοστό κόκκων επί του αρχικού W (%)**	**Kn**	**K_L**	**K_G**
1	21	61	-6,5	54,5	20,58	0,0369000	16,87	0,980	0,650	**1,0**
2	21	60	-6,5	53,5	20,20	0,0256760	16,56	0,980	0,655	**1,0**
5	20,5	54	-6,7	47,3	17,86	0,0177300	14,65	0,984	0,693	**1,0**
30	20,5	48	-6,7	41,3	15,59	0,0107890	12,78	0,984	0,731	**1,0**
60	20,5	46	-6,7	39,3	14,84	0,0073100	12,17	0,984	0,743	**1,0**
250	21	41	-6,5	34,5	13,03	0,0027160	10,68	0,980	0,770	**1,0**
1140	20	36	-6,9	29,1	10,99	0,0011856	9,01	0,988	0,800	**1,0**

Πίνακας 56 : *Η συνολική κοκκομετρία του δεύτερου δείγματος.*

Αριθμός κόσκινου	Άνοιγμα κόσκινου (mm)	Συγκρατούμενο βάρος		Διερχόμενο βάρος	
		gr	%	gr	%
1/2 in	**12,7000000**	0,00	0,00	265,07	100,00
1/4 in	**6,3000000**	15,46	5,84	249,61	94,24
No 4	**4,7500000**	8,78	3,31	240,83	90,92
No 10	**2,0000000**	6,53	2,47	234,30	88,46
No 30	**0,6000000**	21,87	8,26	212,43	80,20
No 40	**0,4250000**	28,73	10,85	183,70	69,35
No 100	**0,1500000**	98,04	37,01	85,66	32,34
No 200	**0,0750000**	39,83	15,04	45,83	17,30
	0,0177300	3,83	1,45	41,80	15,78
	0,0107890	5,27	1,99	36,53	13,79
	0,0073100	1,78	0,67	34,75	13,12
	0,0027160	4,54	1,71	30,51	11,52
	0,0011856	4,79	1,81	25,72	9,71

Πίνακας 57: *Το ποσοστό των κόκκων διακριτών διαμέτρων.*

Διάμετρος κόκκου i %	$\mathbf{d_{10}}$	$\mathbf{d_{15}}$	$\mathbf{d_{30}}$	$\mathbf{d_{50}}$	$\mathbf{d_{60}}$	$\mathbf{d_{85}}$
Τιμή (mm)	0,0014	0,0177	0,1300	0,2700	0,3580	1,1800

Πίνακας 58: *Οι τιμές των διαφόρων παραμέτρων του δείγματος.*

Παράμετρος	Σχέση	Τιμή
Συντελεστής ομοιομορφίας	$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$	255,7
Συντελεστής ετερομορφίας	$H = \frac{d_{85}}{d_{15}}$	66,6
Βαθμός διαβάθμισης	$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} d_{60}}$	33,72
Υδροπερατότητα (cm/sec)	$k = 100 d_{10}^2$	$1{,}96 \cdot 10^{-6}$

Γ.2.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΙΩΝ ATTERBERG.

Στον πίνακα 59 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των δοκιμών για τον υπολογισμό των ορίων Atterberg και στο σχήμα 57 το διάγραμμα «Βάθος διείσδυσης – Περιεχόμενη υγρασία».

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Πίνακας 59: *Τα αποτελέσματα των δοκιμών για τον προσδιορισμό των ορίων του Atterberg.*

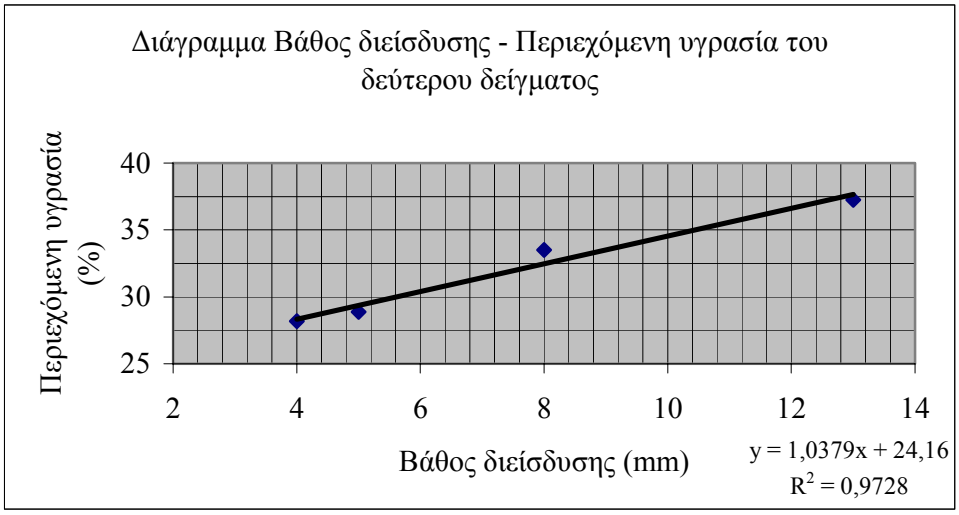
	ΔΟΚΙΜΗ	**Προσδιορισμός Ορίου Υδαρότητας (LL)**				**Προσδιορισμός Ορίου Πλαστικότητας (PL)**		
	Αριθμός Δοκιμής	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**
	Αριθμός κάψας	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7
	Βάθος διείσδυσης (mm)	4	5	8	13			
Α	**Βάρος υγρού δείγματος + κάψας (gr)**	30,274	26,714	27,981	33,487	16,605	14,45	16,089
Β	**Βάρος ξηρού δείγματος + κάψας (gr)**	26,305	23,365	24,12	27,67	15,884	13,989	15,488
Γ	**Βάρος νερού (gr) (Γ=Α-Β)**	3,969	3,349	3,861	5,817	0,721	0,461	0,601
Δ	**Βάρος κάψας (gr)**	12,217	11,762	12,592	12,054	12,197	11,608	12,218
Ε	**Βάρος ξηρού δείγματος (Ε = Δ-Β)**	14,088	11,603	11,528	15,616	3,687	2,381	3,27
Ζ	**Περιεχόμενη υγρασία (%) (Ζ=100Γ/Ε)**	28,173	28,863	33,492	37,250	19,555	19,362	18,379

Πίνακας 60: *Οι τιμές των ορίων του Atterberg για το δεύτερο δείγμα.*

Όριο υδαρότητας (LL)	**Όριο πλαστικότητας (PL)**	**Δείκτης πλαστικότητας (PI)**
34,539	19,099	15,44

Το όριο υδαρότητας ορίζεται με αυτόν τον τρόπο ως η περιεκτικότητα σε νερό που αντιστοιχεί σε 10 mm διείσδυσης (Χρηστάρας, 2002) και υπολογίζεται απ' ευθείας από την εξίσωση της ευθείας παλινδρόμησης. Το όριο πλαστικότητας είναι ίσο με τη

μέση τιμή της περιεχόμενης υγρασίας των τριών αντίστοιχων δοκιμών. Στον πίνακα 60 παρουσιάζονται οι τιμές των ορίων για το δεύτερο δείγμα.



Σχήμα 57: *Το διάγραμμα «Βάθος διείσδυσης – Περιεχόμενη υγρασία» του δεύτερου δείγματος.*

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Γ.4. ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΥΛΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ.

Όπως φαίνεται από τις κοκκομετρικές καμπύλες των δύο δειγμάτων (σχήματα 54 και 56) πρόκειται για ιλυώδεις άμμους. Στον πίνακα 61 παρουσιάζονται τα ποσοστά και οι όγκοι των κλασμάτων του υλικού των περιοχών.

Πίνακας 61: *Τα ποσοστά και οι όγκοι των διάφορων κλασμάτων των υλικών των θέσεων 1 και 2 καθώς και η εκτίμηση των αποθεμάτων.*

Κλάσμα	Θέση 1		Θέση 2	
	Ποσοστό (%)	Όγκος (m^3)	Ποσοστό (%)	Όγκος (m^3)
Άργιλος	6	479100	10,5	138390
Ιλύς	5,5	439175	12	158160
Λεπτή άμμος	46	3673100	46,5	612870
Μέση άμμος	35,5	2834675	19	250420
Χοντρή άμμος	3	239550	4	52720
Χαλίκια	4	319400	8	105440
Σύνολο	100	7985000	100	1318000

Για την κατασκευή του αργιλικού πυρήνα του φράγματος απαιτούνται 12500 m^3 αργιλικό υλικό, τα οποία καλύπτονται με βάση τα στοιχεία του πίνακα 61.

Η τοποθέτηση των φίλτρων αποσκοπεί (Χρηστάρας, 2002):

- Στο μηδενισμό των υπόγειων ροών και συνεπώς των δυνάμεων διήθησης στα τμήματα που βρίσκονται κατάντη των φίλτρων.
- Στην ταπείνωση της ελεύθερης επιφάνειας του νερού στο κατάντη σώμα στήριξης, που βελτιώνει την ευστάθεια του φράγματος.
- Να αποκλείσουν φαινόμενα διασωλήνωσης. Τα φίλτρα διαβαθμίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να εμποδίζουν την απομάκρυνση των λεπτόκοκκων συστατικών, τα οποία σε άλλη περίπτωση θα παρασύρονταν από το νερό.
- Στην εκτόνωση του υδραυλικού φορτίου με την κατασκευή, στην κατάντη περιοχή θεμελίωσης φρεάτων τα οποία γεμίζονται με υλικά φίλτρου,

καθώς επίσης:

- Να μη χαρακτηρίζονται «ευαίσθητα παγετού». Η αύξηση του όγκου εξαιτίας του πάγου προκαλεί διογκώσεις, οι οποίες συχνά δεν είναι αντιστρεπτές (Δημοπουλος, 1986).

Σημειώνεται ότι η υδροπερατότητα του φίλτρου πρέπει να είναι μεγαλύτερη από αυτή του εδάφους θεμελίωσης (Βαλαλάς, 1984).

Σύμφωνα με το Χρηστάρα (2002) οι προϋποθέσεις του φίλτρου πρέπει να είναι:

- Το ποσοστό των λεπτόκοκκων υλικών δεν πρέπει να υπερβαίνει το 5%.
- Η μέγιστη διάμετρος του υλικού δεν πρέπει να είναι μικρότερη των 7,5 cm.
- Το υλικό να διαβαθμίζεται ομοιόμορφα ($U \leq 2$).
- Πρέπει να πληρούν δύο απαιτήσεις, οι οποίες είναι η διάβρωση και η υδροπερατότητα, που εκφράζονται με τη συνθήκη του Terzaghi:

$$\frac{D_{15}}{d_{85}} < 4 < \frac{D_{15}}{d_{15}} \text{ με,}$$

$\frac{D_{15}}{d_{85}} < 4$ εκφράζει την ασφάλεια σε διάβρωση,

$\frac{D_{15}}{d_{15}} > 4$ εκφράζει την ασφάλεια σε υδροπερατότητα.

Η D_{15} αντιστοιχεί στο φίλτρο και οι d_{15} και d_{85} στο υλικό που φιλτράρεται.

Από αυτά γίνεται φανερό ότι δε μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα υπάρχοντα υλικά των θέσεων 1 κα 2 χωρίς επεξεργασία.

Άρα πρέπει να κατασκευαστεί υλικό που να έχει τις παρακάτω ιδιότητες:

- D_{100} = 75 mm.
- D_5 = 0,075 mm.
- U = 2, απ' όπου προκύπτει ότι $D_{60} = 2D_{10}$ και εκφράζει τη μέση κλίση της κοκκομετρικής καμπύλης του υλικού (Καλλέργης, 1999) και,
- $\frac{D_{15}}{d_{85}} < 4 < \frac{D_{15}}{d_{15}}$.

Από την κοκκομετρική καμπύλη του πρώτου δείγματος προκύπτει d_{15} = 0,08 mm και d_{85} = 1,26 mm. Συνεπώς η συνθήκη του Terzaghi διαμορφώνεται ως:

$$\frac{D_{15}}{1{,}26} < 4 < \frac{D_{15}}{0{,}08}, \text{ ή } 0{,}32 < D_{15} < 5{,}04,$$

η οποία οριακά εκφράζεται από τη διπλή ανίσωση:

$$0{,}32 \leq D_{15} \leq 5{,}04.$$

Το μεγάλο εύρος διακύμανσης του D_{15} του φίλτρου σημαίνει ότι μπορούν να δημιουργηθούν άπειρες στον αριθμό κοκκομετρικές καμπύλες φίλτρου. Οι ακραίες τιμές του D_{15} είναι 0,32 (ελάχιστη) και 5,04 (μέγιστη).

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Επειδή U = 2 θα είναι: $D_{60} = 2D_{10}$, οπότε αν $D_{10} = \chi$, τότε $D_{60} = 2\chi$. Για το λόγο ότι ο βαθμός διαβάθμισης εκφράζει τη μέση κλίση της κοκκομετρικής καμπύλης τα σημεία που αντιστοιχούν στις διαμέτρους D_{10}, D_{15} και D_{60} θα είναι «συνευθειακά».

Άρα για $D_{15} = 0,32$ από τον τύπο της ευθείας ισχύει:

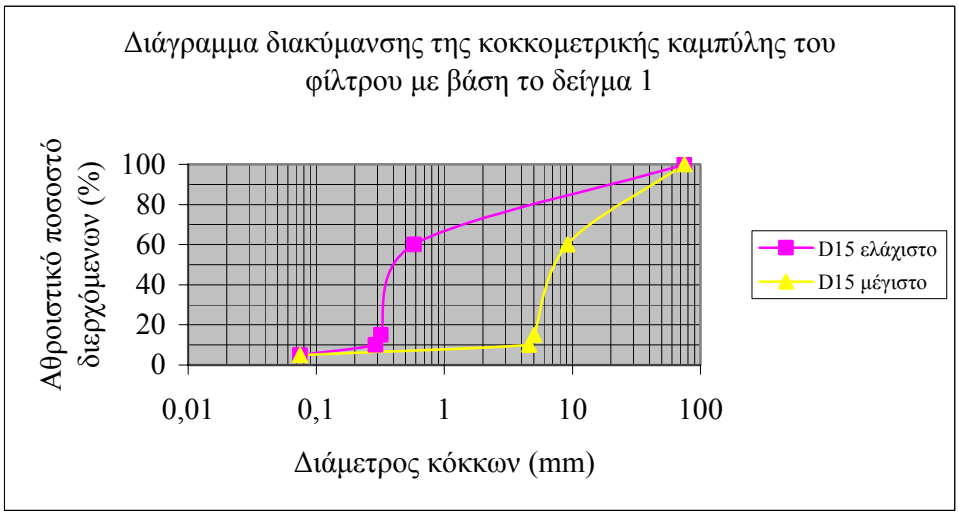
$$\begin{vmatrix} 10 & \chi & 1 \\ 15 & 0,32 & 1 \\ 60 & \chi & 1 \end{vmatrix} = 0,$$

από την οποία προκύπτει: $\chi = 0,291$.

Όμοια για $D_{15} = 5,04$ προκύπτει $\chi = 4,582$.

Πίνακας 62: *Οι διακριτές τιμές διαμέτρου D του φίλτρου με βάση το δείγμα 1 για τις δύο περιπτώσεις.*

Ποσοστό διερχόμενων (%)	**Διάμετρος διερχόμενων (mm)**	
	D_{15} ελάχιστο	**D_{15} μέγιστο**
100	75,000	75,000
60	0,582	9,164
15	0,320	5,040
10	0,291	4,582
5	0,075	0,075



Σχήμα 57: *Διάγραμμα διακύμανσης της κοκκομετρικής καμπύλης των φίλτρων του φράγματος με βάση το υλικό του δείγματος 1.*

Τελικά προκύπτει ο πίνακας 62 που δείχνει τις διακριτές τιμές διαμέτρων D του φίλτρου και το σχήμα 57, όπου οι δύο καμπύλες αποτελούν τις ακραίες καμπύλες του φίλτρου.

Για το δεύτερο δείγμα η συνθήκη του Terzaghi αποκτά τη μορφή:

$$0{,}0708 < D_{15} < 4{,}72 \quad (1).$$

Με βάση τη διπλή ανισότητα (1) το D_{15} μπορεί να πάρει τιμές κάτω του $D_5 = 0{,}075$ mm.

Επειδή $D_5 = 0{,}075$ mm, η επόμενη μετρήσιμη τιμή του D_{10} είναι $D_{10} = 0{,}076$ mm και για U = 2 είναι $D_{60} = 0{,}152$ mm. Άρα η ορίζουσα της ευθείας (με άγνωστο το $D_{15} = \chi$) διαμορφώνεται ως:

$$\begin{vmatrix} 10 & 0{,}076 & 1 \\ 15 & \chi & 1 \\ 60 & 0{,}152 & 1 \end{vmatrix} = 0\,,$$

από την οποία προκύπτει ότι $\chi = 0{,}0836$.

Συνεπώς η συνθήκη του Terzaghi παίρνει τη μορφή:

$$0{,}0836 < D_{15} < 4{,}72\,.$$

Όμοια για $D_{15} = 4{,}72$ προκύπτει $\chi = 4{,}29$.

Τελικά προκύπτει ο πίνακας 63 που δείχνει τις διακριτές τιμές διαμέτρων D του φίλτρου με βάση το υλικό του δεύτερου δείγματος και το σχήμα 58, όπου οι δύο καμπύλες αποτελούν τις ακραίες καμπύλες του φίλτρου.

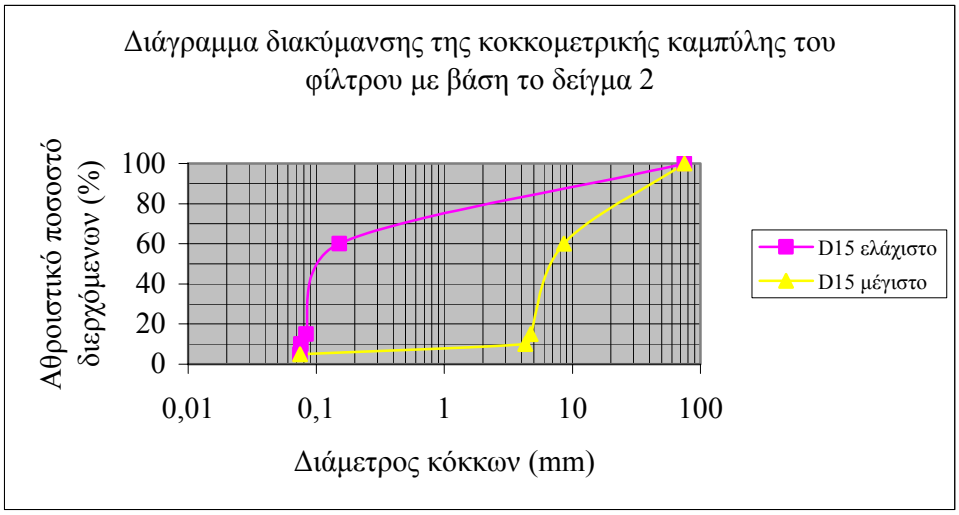
Πίνακας 63: *Οι διακριτές τιμές διαμέτρου D του φίλτρου με βάση το δείγμα 2 για τις δύο περιπτώσεις.*

Ποσοστό διερχόμενων (%)	**Διάμετρος διερχόμενων (mm)**	
	D_{15} ελάχιστο	**D_{15} μέγιστο**
100	75,000	75,000
60	0,152	8,580
15	0,084	4,720
10	0,076	4,290
5	0,075	0,075

Στον πίνακα 64 παρουσιάζονται τα πεδία τιμών της υδροπερατότητας των φίλτρων με βάση τα δύο δείγματα. Σύμφωνα με την κοκκομετρική ανάλυση με κόσκινα των δειγμάτων της λεκάνης κατάκλυσης των Αγίων Αναργύρων, τα οποία προσδιορίζουν

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

τιμές υδροπερατότητας από $1,84 \cdot 10^{-4}$ m/sec έως $2,64 \cdot 10^{-4}$ m/sec και τις τιμές υδροπερατότητας του πίνακα 64, φαίνεται ότι η κατασκευή των φίλτρων από το υλικό του δείγματος 1 υπερτερεί σε σχέση με το υλικό του δεύτερου δείγματος, διότι εξασφαλίζει μεγαλύτερη υδροπερατότητα και για το λόγο αυτό προτιμάται.



Σχήμα 58: *Διάγραμμα διακύμανσης της κοκκομετρικής καμπύλης των φίλτρων του φράγματος με βάση το υλικό του δείγματος 2.*

Πίνακας 64: *Οι τιμές υδροπερατότητας των φίλτρων με βάση τα δύο δείγματα.*

Αριθμός δείγματος	**Υδροπερατότητα (m/sec)**	
	D_{15} ελάχιστο	**D_{15} μέγιστο**
1	$8,648 \cdot 10^{-6}$	$2,099 \cdot 10^{-3}$
2	$5,77 \cdot 10^{-7}$	$1,84 \cdot 10^{-3}$

Όσον αφορά το σώμα του φράγματος υπάρχουν επαρκείς ποσότητες υλικού, η οποίες θα προκύψουν από την επεξεργασία για το διαχωρισμό των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του πυρήνα του φράγματος και των φίλτρων.

Τέλος για τον εντοπισμό των λιθοσυγκριμάτων που θα αποτελέσουν τη λιθοριπή προστασίας προτείνεται η χρήση του στείρου υλικού του λατομείου της Εταιρίας «Ασφαλτική Α.Ε.», το οποίο είναι συγκεντρωμένο στο ύψωμα Αδράχτι, δυτικά της θέσης Νεράιδα, βοηθώντας με αυτό τον τρόπο στην αποκατάσταση του τοπίου του λόφου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Δ.
ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ.

Δ.1. ΓΕΝΙΚΑ.

Τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να γίνεται έκδηλη η προσπάθεια για προστασία του περιβάλλοντος από την ανθρώπινη επέμβαση, ώστε να βρεθεί μία βιώσιμη κατάσταση. Στόχος είναι να μη χαθεί εντελώς η «φυσικότητα» του νέου, ανθρωπογενούς πλέον περιβάλλοντος. Περισσότερο απαραίτητη η ανάγκη αυτή (ή και απαίτηση) είναι στα εκτενή τεχνικά έργα, όπως στα φράγματα, όπου το επίκεντρο του ενδιαφέροντος εστιάζεται στον ταμιευτήρα, τη λεκάνη κατάντη του φράγματος και τους δανειοθαλάμους, πραγματεύοντας κάθε φορά το έδαφος, το νερό, το οικοσύστημα, το τοπίο, το μικροκλίμα και την κοινωνική διάσταση του έργου. Το πλαίσιο κάθε Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων είναι το ίδιο και κάθε φορά γίνεται προσαρμογή στην εκάστοτε περίπτωση. Εδώ αξίζει να αναφερθεί ότι ο όρος «επίπτωση» αναφέρεται μόνο στα αρνητικά αποτελέσματα.

Δεδομένου ότι η κάθε εναλλακτική θέση κατασκευής φράγματος μελετήθηκε με την ίδια μεθοδολογία, κρίθηκε σκόπιμο να εκπονηθεί μία κοινή Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και όπου χρειάζεται να γίνεται ειδική αναφορά. Επίσης προτείνονται λύσεις για την αποκατάσταση τοπίου στους δανειοθαλάμους των χωματουργικών.

Δ.2. ΘΕΤΙΚΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ.

Τα θετικά αποτελέσματα ενός φράγματος και των συνοδών έργων μπορούν να εστιαστούν στα:

- Δεν γίνεται έντονη εκμετάλλευση του υπόγειου νερού. Αντίθετα γίνεται κατανάλωση νερού το οποίο έρεε ως μη αξιοποιήσιμο για μεγάλο τμήμα του έτους.
- Εμπλουτισμός του υδροφόρου ορίζοντα μέσω των διαφυγών νερού από τη λεκάνη κατάκλυσης.
- Δημιουργία τεχνητού υγροτόπου.
- Δημιουργία χώρων αναψυχής και ταυτόχρονη προώθηση του αγροτουρισμού.

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Δ.3. ΕΝΔΕΧΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ.

Δ.3.1. ΕΔΑΦΟΣ.

Το έδαφος στη θέση του φράγματος μπορεί να υποστεί τα εξής:

- Παρατηρείται σημαντική ποιοτική μεταβολή, όπου μία χερσαία έκταση και ένας ποτάμιος υγρότοπος μετατρέπονται σε λιμναίο περιβάλλον.
- Μεταβολή της μορφολογίας του, λόγω των απαιτούμενων εκσκαφών και τη χάραξη δρόμων προσπέλασης.
- Κατολισθήσεις και ερπυσμοί εδάφους εξαιτίας είτε της διαφυγής του νερού προς τον υδροφόρο ορίζοντα, είτε των έντονων αυξομειώσεων της στάθμης της λίμνης.
- Πιθανή μεταβολή της κοκκομετρίας του εδάφους λόγω εγκατάλειψης αργιλικών υλικών κατά το στάδιο της κατασκευής.

Δ.3.2 ΝΕΡΟ.

Το νερό θα υποστεί τόσο ποιοτικές όσο και ποσοτικές μεταβολές. Οι ποιοτικές είναι:

- Το νερό που θα υπερχειλίζει από το φράγμα θα στερείται φερτών υλών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μεταβολή του κύκλου της απογύμνωσης.
- Σε περίπτωση μη αποψίλωσης στο χώρο της λεκάνης κατάκλυσης, παρατηρείται μείωση του οξυγόνου και ταυτόχρονη μείωση του pH, λόγω της βιοαποδόμησης των οργανικών ενώσεων, ως επακόλουθο των αναερόβιων συνθηκών του πυθμένα.
- Η θερμοκρασία του νερού της λίμνης θα μεταβάλλεται με το βάθος, ενώ καθώς είχε συνεχή ροή ήταν σταθερή.

Οι ποσοτικές μεταβολές του νερού είναι οι:

- Μεταβολή της ποσότητας του νερού κατάντη του φράγματος με διαδοχές πλημμύρας και ξηρασίας.
- Έντονες αυξομειώσεις της στάθμης της λίμνης και ενδεχόμενη στέρηση πλημμυρικού φορτίου της κατάντη περιοχής.
- Μεταβολές του επιπέδου του υδροφόρου ορίζοντα.

Δ.3.3. ΠΑΝΙΔΑ.

- Συσσώρευση νέων ειδών ορνιθοπανίδας, αύξηση του αριθμού των ερπετών και των θηλαστικών κυρίως των σαρκοφάγων, σε βάρος της αρχικής αναλογίας.
- Από τη λειτουργία της λίμνης δυσκολεύεται η μετακίνηση μικρών θηλαστικών.

Δ.3.4. ΧΛΩΡΙΔΑ.

- Στο περιβάλλον της λίμνης η παραποτάμια χλωρίδα θα μετατραπεί σταδιακά σε παρόχθια.
- Κατάντη του φράγματος η χλωρίδα θα προσαρμοστεί σε πιο ξηρές συνθήκες.

Δ.3.5. ΤΟΠΙΟ.

Με την κατασκευή του φράγματος το συνεχές ποτάμιο τοπίο διακόπτεται ξαφνικά από το λιμναίο σε μία αναπάντεχη θέση.

Δ.3.6. ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ.

- Η κατασκευή του ταμιευτήρα θα προκαλέσει μεταβολή του τοπικού υδρολογικού ισοζυγίου τόσο στη λεκάνη κατάκλυσης, όσο και στο υπόλοιπο της λεκάνης κατάντη του φράγματος.
- Αύξηση της συχνότητας ανάπτυξης της ομίχλης γύρω από τη λίμνη.
- Το κλίμα μεταπίπτει σε ηπιότερο, διότι παρατηρείται αύξηση της υγρασία.

Δ.3.7. ΚΟΙΝΩΝΙΑ.

Τα αρνητικά αποτελέσματα στην τοπική κοινωνία θα είναι:

- Κατακλυσμός οικοπέδων και χωραφιών στη θέση της λίμνης και ανάλογη καταστροφή στης θέσεις απόληψης υλικών.
- Οι κλιματικές αλλαγές και κυρίως η μεταβολή της υγρασίας ίσως επιφέρουν μεταβολές στην υγεία των κατοίκων.

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

- Οι λίμνες, τόσο με την αυξημένη ορνιθοπανίδα τους (κυρίως τα αποδημητικά πτηνά), όσο και με το μεγάλο πληθυσμό εντομών στα αβαθή σημεία τους ίσως αποτελέσουν εστία μόλυνσης της τοπικής κοινωνίας.

Δ.4. ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ.

Δ.4.1. ΕΔΑΦΟΣ.

Το έδαφος θα πρέπει να προστατευτεί τόσο στην περιοχή γύρω από τον ταμιευτήρα, όσο και στους χώρους απόληψης των εδαφικών υλικών για την κατασκευή του φράγματος. Ως μέτρα προστασίας στο χώρο του φράγματος προτείνονται τα εξής:

- Λήψη υλικών για την κατασκευή του σώματος του φράγματος και του προφράγματος από τις εκσκαφές θεμελίωσης και τις εκσκαφές του υπερχειλιστή και διώρυγας εκτροπής και δημιουργία δανειοθαλάμων εντός της λεκάνης κατάκλυσης.
- Τοποθέτηση παραμορφωσιομέτρων περιμετρικά του έργου και παρακολούθηση των ενδείξεών τους, με σκοπό την πρόληψη των κατολισθήσεων.
- Προσπάθεια διατήρησης της στάθμης της λίμνης σε σταθερό επίπεδο και μικρές διακυμάνσεις κατά την περίοδο κατανάλωσης, περιορίζοντας με αυτόν τον τρόπο τις κατολισθήσεις περιφερειακά της λίμνης, συμβάλλοντας έτσι στη συγκράτηση του εδάφους.
- Δεντροφυτεύεις και τεχνητές φυτοκαλύψεις συμβατών με τη χλωρίδα της περιοχής.

Ως μέτρα προστασίας στις θέσεις των δανειοθαλάμων προτείνονται τα παρακάτω:

- Τοποθέτηση παραμορφωσιομέτρων στην περίμετρο και παρακολούθηση των ενδείξεών τους, με σκοπό την πρόληψη των κατολισθήσεων.
- Εξομάλυνση των πρανών σύμφωνα με τη μορφολογία της περιοχής.
- Μεταφορά και απόθεση εδάφους της ίδιας περίπου σύστασης από περιοχή όπου παρατηρείται έντονη και μη επιθυμητή απόθεση ιζημάτων.
- Απόθεση των στείρων εδαφικών υλικών που πιθανώς να προκύψουν στους χώρους απόληψης, ώστε να λειτουργήσουν και ως αποθεσιοθάλαμοι.

- Δεντροφυτεύεις και τεχνητές φυτοκαλύψεις συμβατών με τη χλωρίδα της περιοχής.

Δ.4.2. ΝΕΡΟ.

Για το νερό, μοναδικός αρωγός για τη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος κατάντη του φράγματος αλλά και στο χώρο του προτείνονται τα:

- Εξασφάλιση ελάχιστης ροής στα κατάντη. Αυτό φαίνεται να επιτυγχάνεται εύκολα, διότι στην περιοχή υπάρχει πληθώρα πηγών, κυρίως στον άνω ρου του ρέματος, των οποίων η παροχή δεν συνυπολογίστηκε στη μελέτη της επιφανειακής απορροής, γεγονός που υποδηλώνει τη συνεχή υπερχείλιση υδάτων από το φράγμα.
- Ιεράρχηση της χρήσης του νερού.
- Αποψίλωση της βλάστησης στο χώρο της λεκάνης κατάκλυσης.

Δ.4.3. ΠΑΝΙΔΑ.

Για την πανίδα, δείκτη της ποιότητας ενός περιβάλλοντος προτείνονται τα κάτωθι:

- Προσεκτικός καθαρισμός της παρόχθιας ζώνης.
- Δεντροφυτεύεις και τεχνητές φυτοκαλύψεις συμβατών με τη χλωρίδα της περιοχής.
- Δημιουργία ζωνών προστασίας και μεταφορά ευαίσθητων ειδών.
- Απεντόμωση στα αβαθή σημεία της λίμνης.

Δ.4.4. ΧΛΩΡΙΔΑ.

Για την προστασία της χλωρίδας προτείνονται τα εξής:

- Διατήρησης μίας συνεχούς ροής κατάντη του φράγματος η οποία να είναι συμβατή με την αρχική.
- Δεντροφυτεύεις και τεχνητές φυτοκαλύψεις συμβατών με τη χλωρίδα της περιοχής.
- Δημιουργία ζωνών προστασίας στη γειτονική παρόχθια περιοχή.

Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Δ.4.5. ΤΟΠΙΟ.

Γενικά για την αποκατάσταση του τοπίου γύρω από το έργο (φράγμα ή δανειοθάλαμοι) προτείνονται τα εξής:

- Δεντροφυτεύεις και τεχνητές φυτοκαλύψεις συμβατών με τη χλωρίδα της περιοχής.
- Εξομάλυνση των πρανών σύμφωνα με τη μορφολογία της περιοχής.
- Απόθεση των στείρων εδαφικών υλικών που πιθανώς να προκύψουν στους χώρους απόληψης.

Δ.4.6. ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ.

Για την προστασία του μικροκλίματος της περιοχής προτείνεται η δεντροφύτευση φυτών προσαρμοσμένα σε πιο υγρά κλίματα και παρακολούθηση της εξάπλωσης τους, ώστε να μην αλλοιωθεί η αναλογία τους με την αρχική χλωρίδα.

Δ.4.7. ΚΟΙΝΩΝΙΑ.

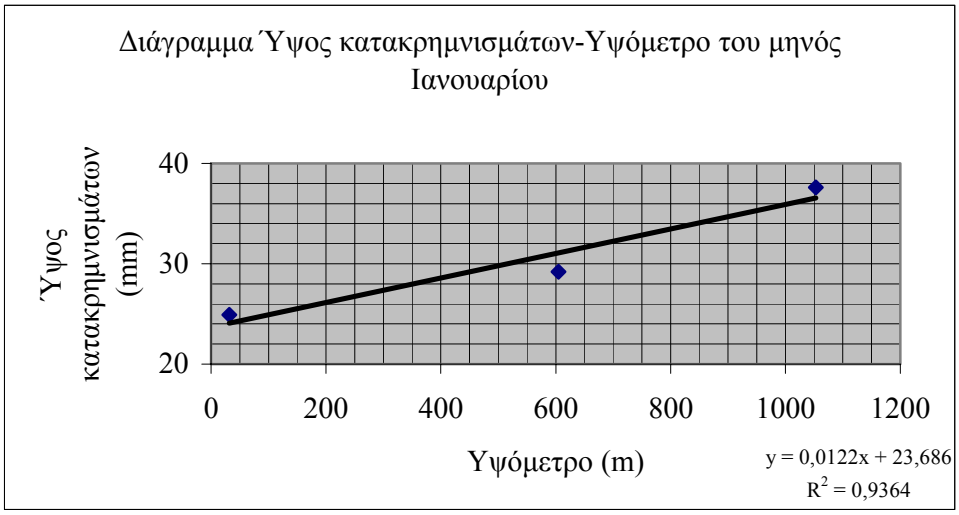
Για την των προβλημάτων που μπορεί να δημιουργηθούν κατά την κατασκευή και λειτουργία του φράγματος προτείνονται:

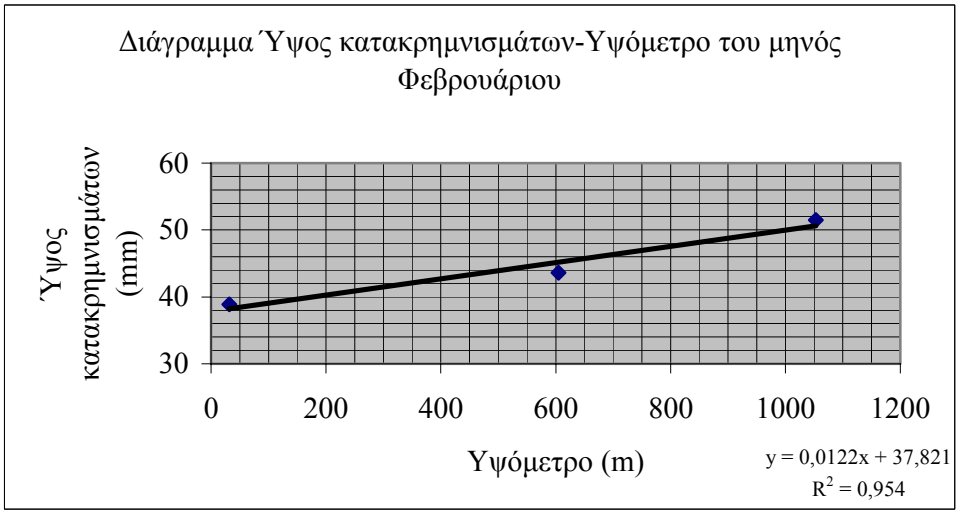
- Απαλλοτρίωση των ιδιοκτησιών που θα κατακλυστούν.
- Πληροφόρηση από τις αρμόδιες υπηρεσίες του τοπικού πληθυσμού ώστε να είναι έτοιμος να αντιμετωπίσει τη νέα κατάσταση και να είναι γνώστης των αιτιών που οδήγησαν στο έργο αυτό.
- Απεντομώσεις και παρακολούθηση της υγείας των πτηνών στο περιβάλλον της λίμνης.

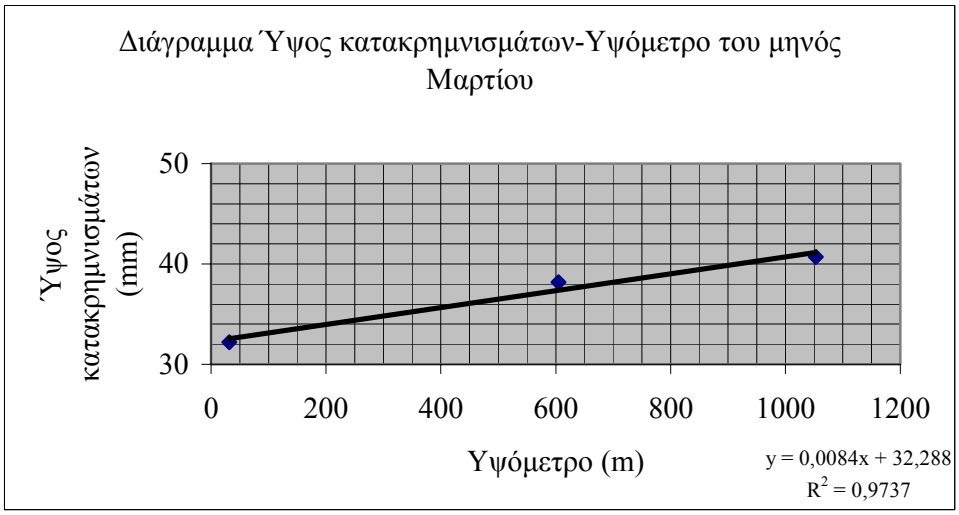
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

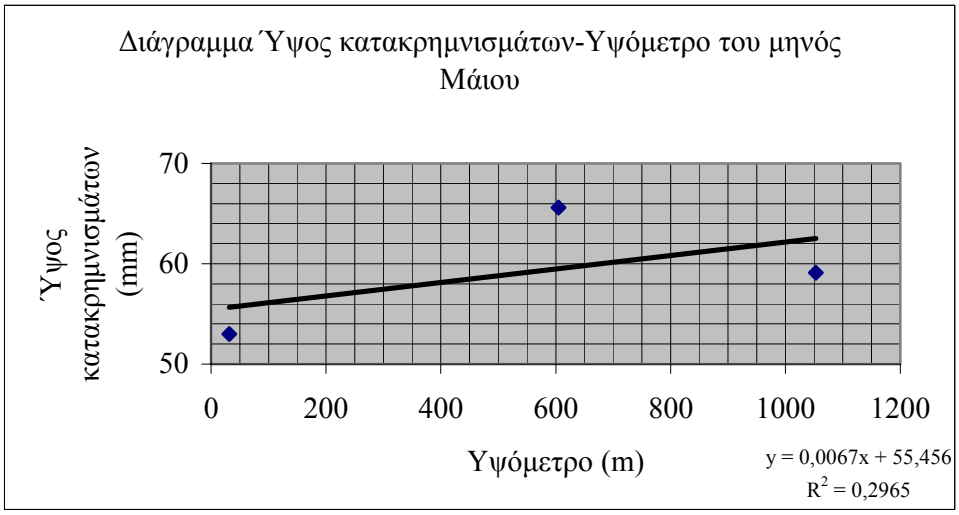
ΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ «ΥΨΟΣ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΩΝ-ΥΨΟΜΕΤΡΟ» ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΜΕ ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.

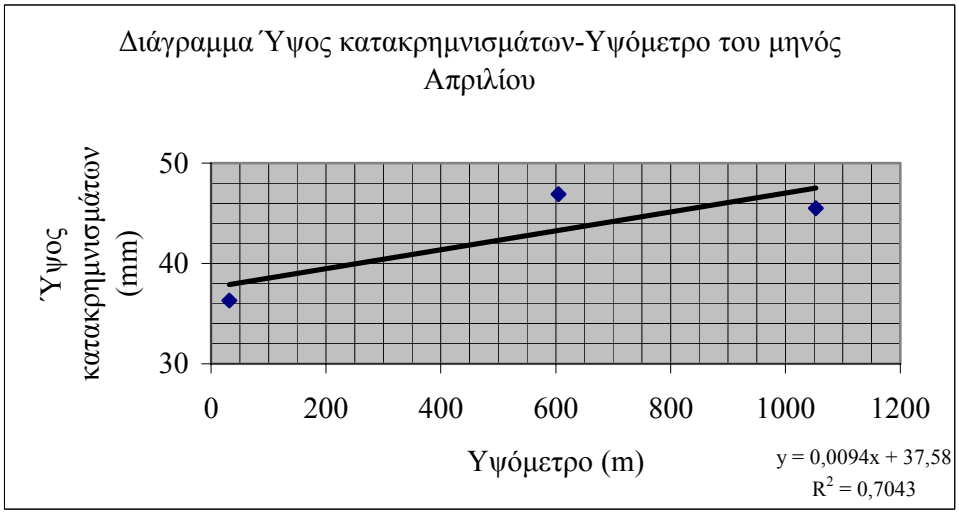
Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

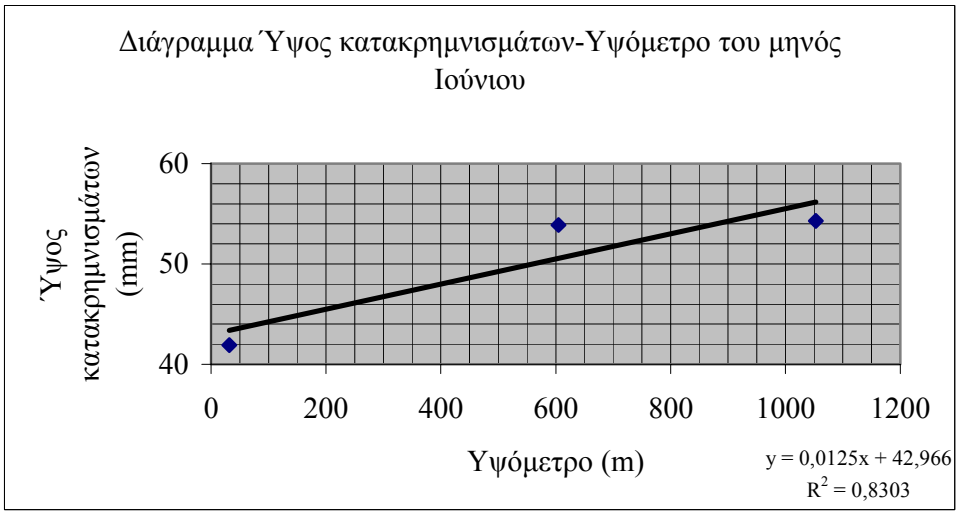

Διάγραμμα Ύψος κατακρημνισμάτων-Υψόμετρο του μηνός Ιανουαρίου
Ύψος κατακρημνισμάτων (mm)
40
30
20
0
200
400
600
800
1000
1200
Υψόμετρο (m)
y = 0,0122x + 23,686
R2 = 0,9364


Διάγραμμα Ύψος κατακρημνισμάτων-Υψόμετρο του μηνός Φεβρουάριου
Ύψος κατακρημνισμάτων (mm)
60
50
40
30
0
200
400
600
800
1000
1200
Υψόμετρο (m)
y = 0,0122x + 37,821
R2 = 0,954

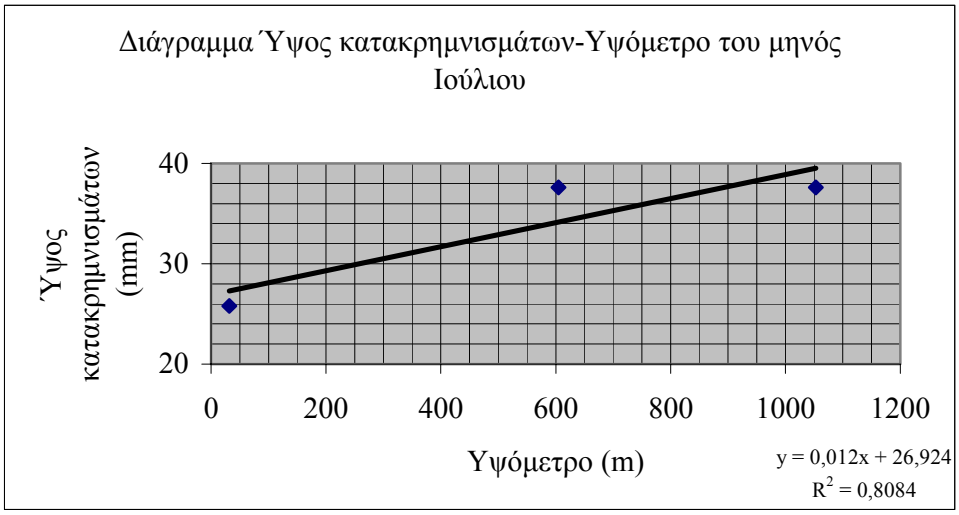

Διάγραμμα Ύψος κατακρημνισμάτων-Υψόμετρο του μηνός Μαρτίου
Ύψος κατακρημνισμάτων (mm)
50
40
30
0
200
400
600
800
1000
1200
Υψόμετρο (m)
y = 0,0084x + 32,288
R2 = 0,9737

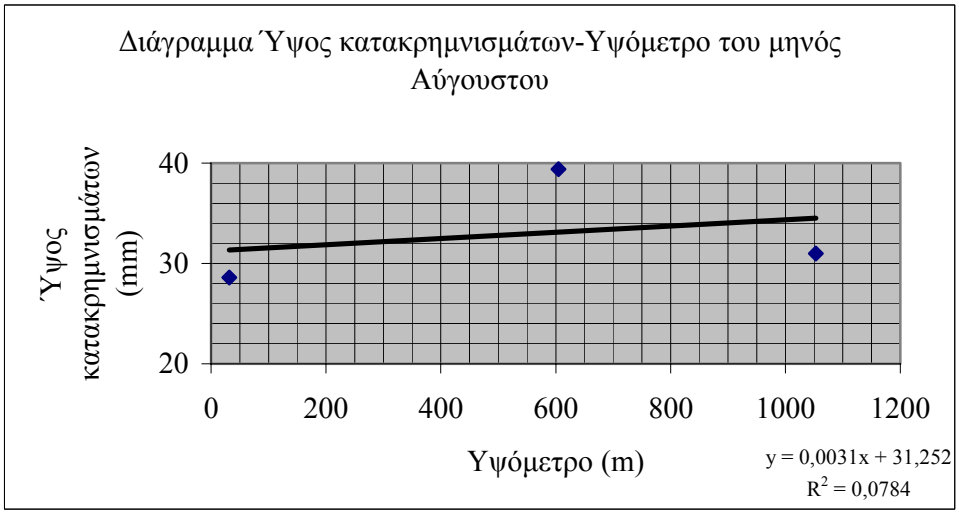


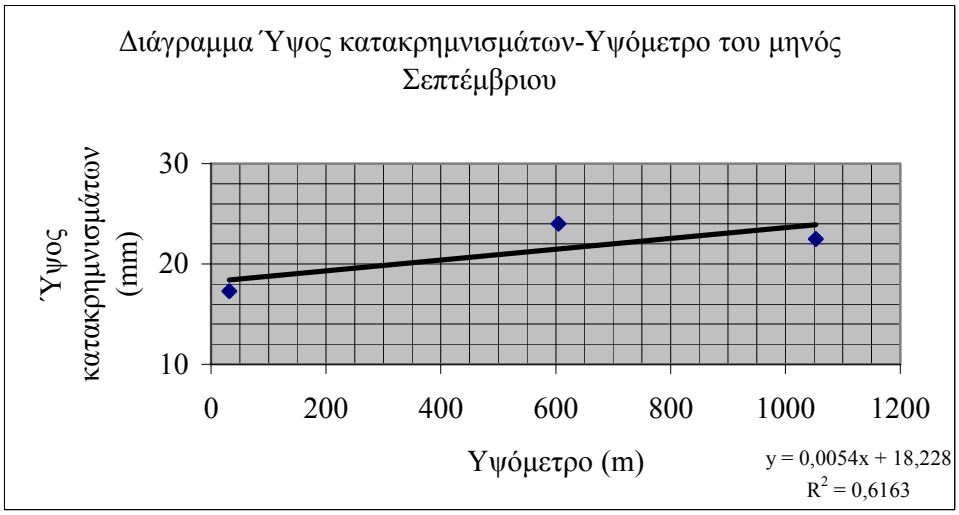


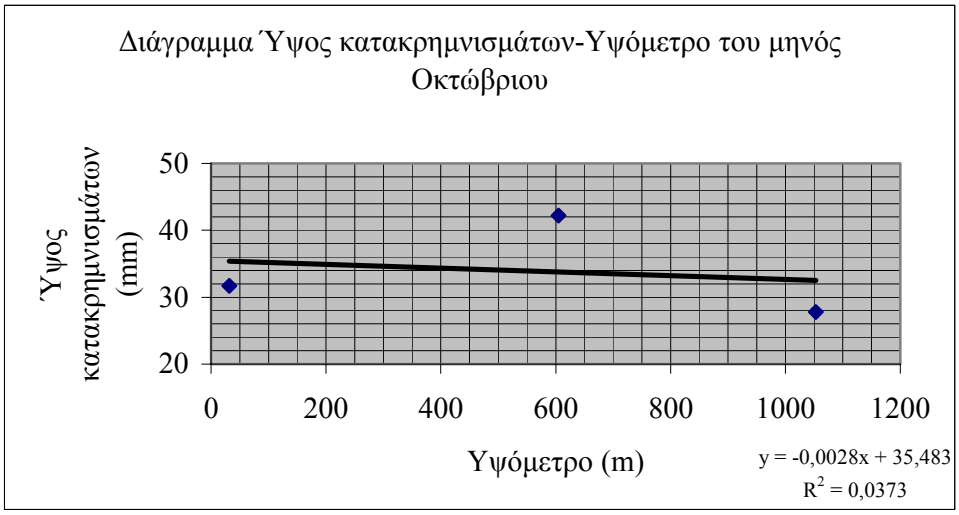


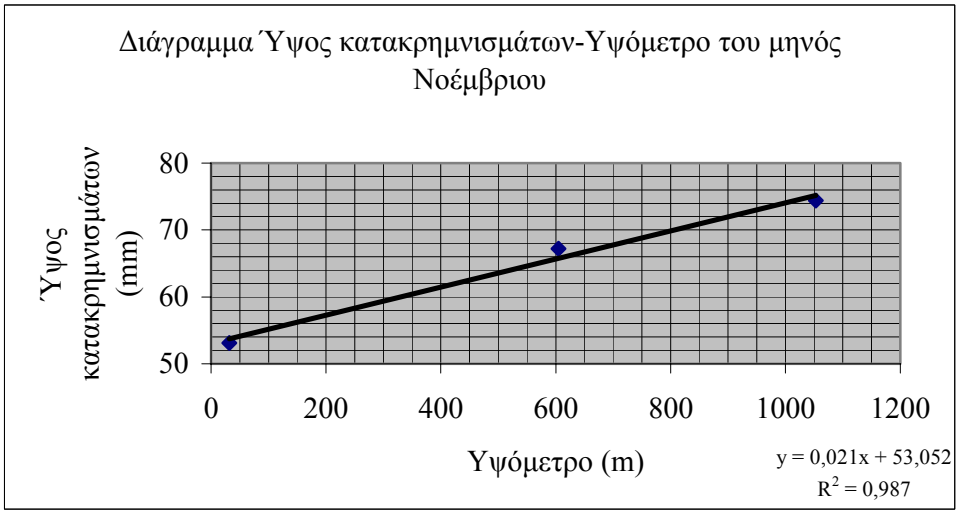
Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

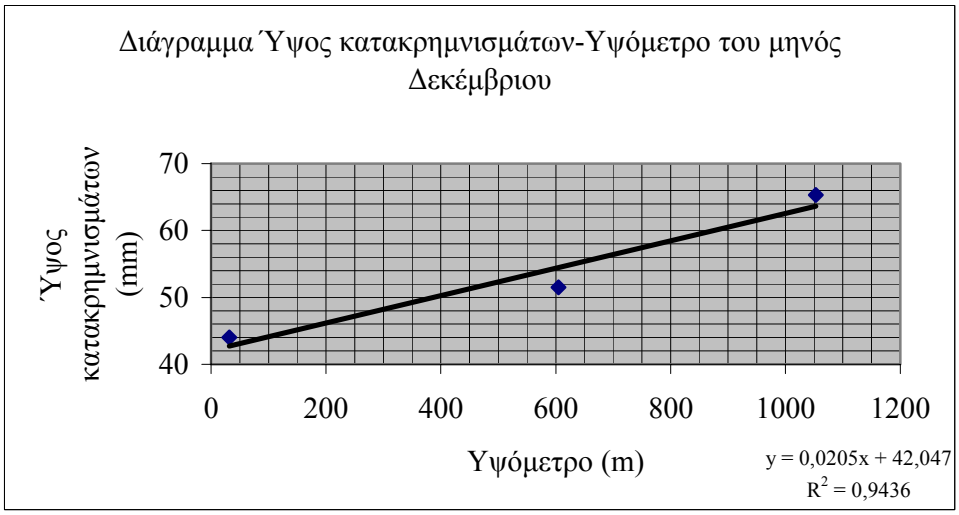

Διάγραμμα Ύψος κατακρημνισμάτων-Υψόμετρο του μηνός Ιούλιου
Ύψος κατακρημνισμάτων (mm)
40
30
20
0
200
400
600
800
1000
1200
Υψόμετρο (m)
y = 0,012x + 26,924
R2 = 0,8084


Διάγραμμα Ύψος κατακρημνισμάτων-Υψόμετρο του μηνός Αύγουστου
Ύψος κατακρημνισμάτων (mm)
40
30
20
0
200
400
600
800
1000
1200
Υψόμετρο (m)
y = 0,0031x + 31,252
R2 = 0,0784


Διάγραμμα Ύψος κατακρημνισμάτων-Υψόμετρο του μηνός Σεπτέμβριου
Ύψος κατακρημνισμάτων (mm)
30
20
10
0
200
400
600
800
1000
1200
Υψόμετρο (m)
y = 0,0054x + 18,228
R2 = 0,6163



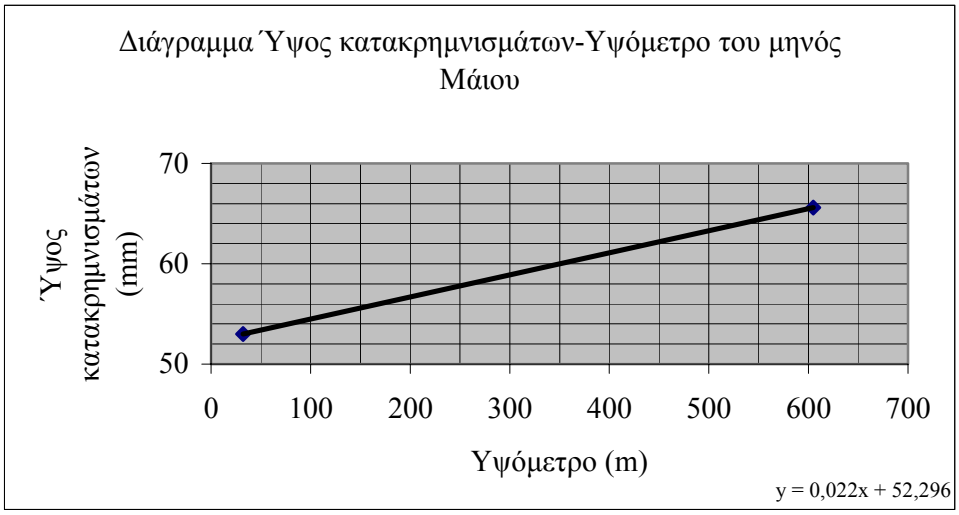


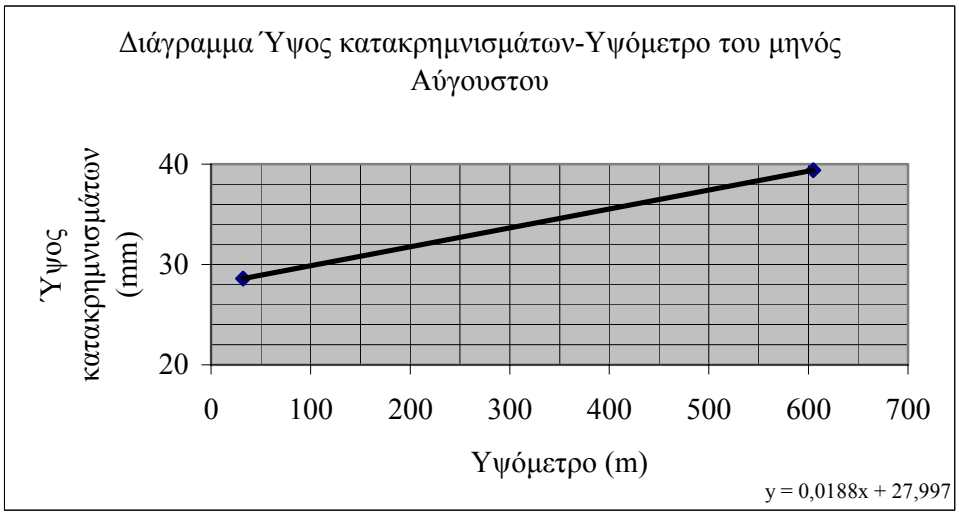


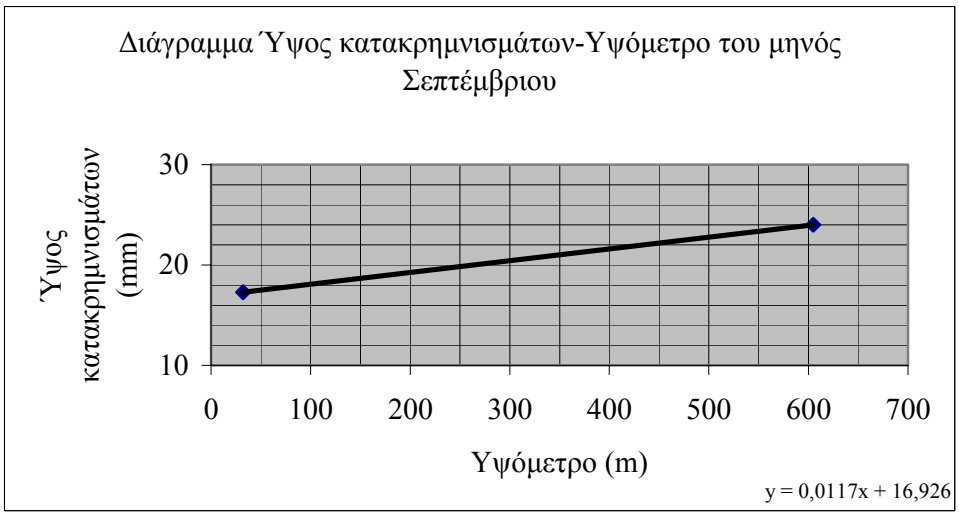
Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

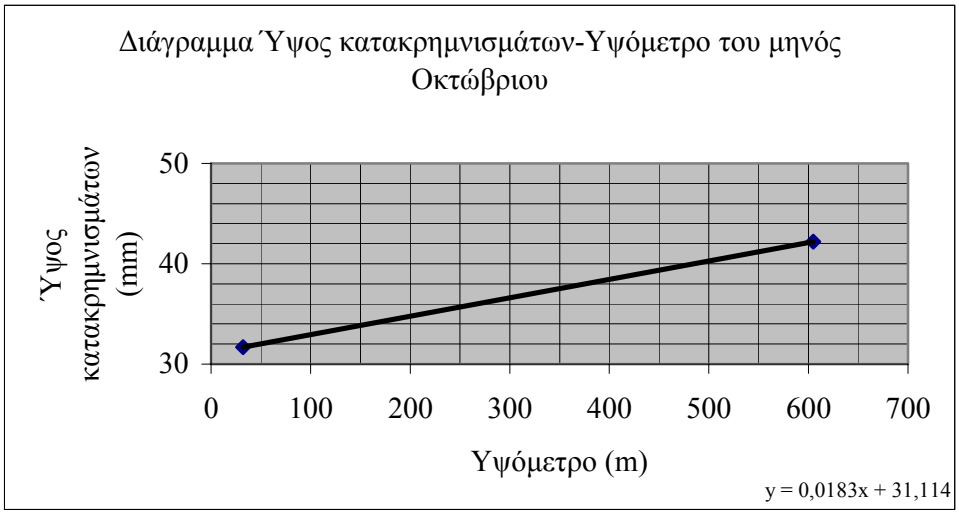
ΤΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ «ΥΨΟΣ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΩΝ-ΥΨΟΜΕΤΡΟ» ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΜΗΝΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΔΥΟ ΣΤΑΘΜΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.







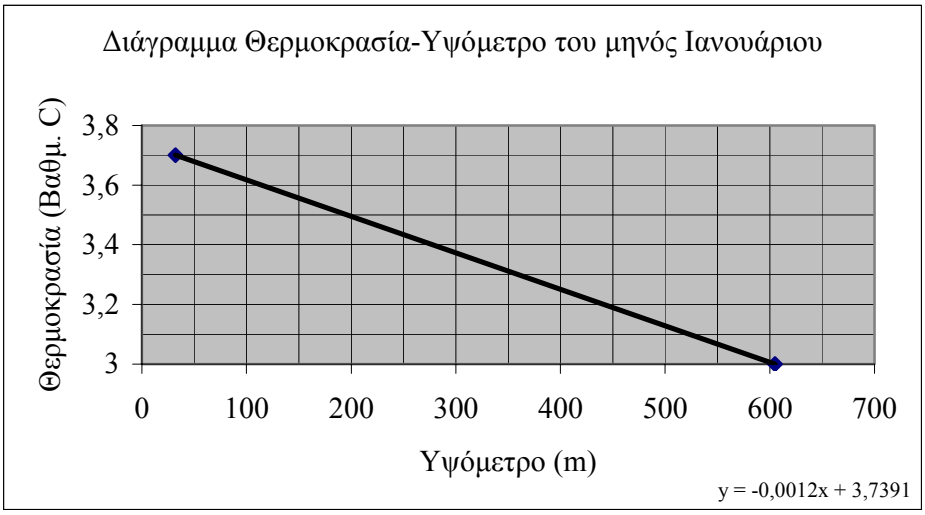
Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

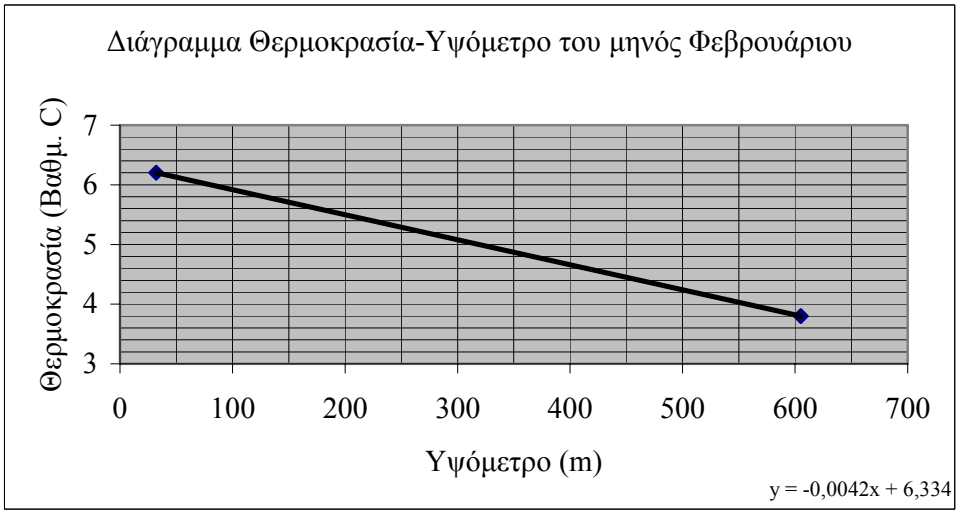

Διάγραμμα Ύψος κατακρημνισμάτων-Υψόμετρο του μηνός Οκτώβριου
Ύψος κατακρημνισμάτων (mm)
50
40
30
0
100
200
300
400
500
600
700
Υψόμετρο (m)
y = 0,0183x + 31,114

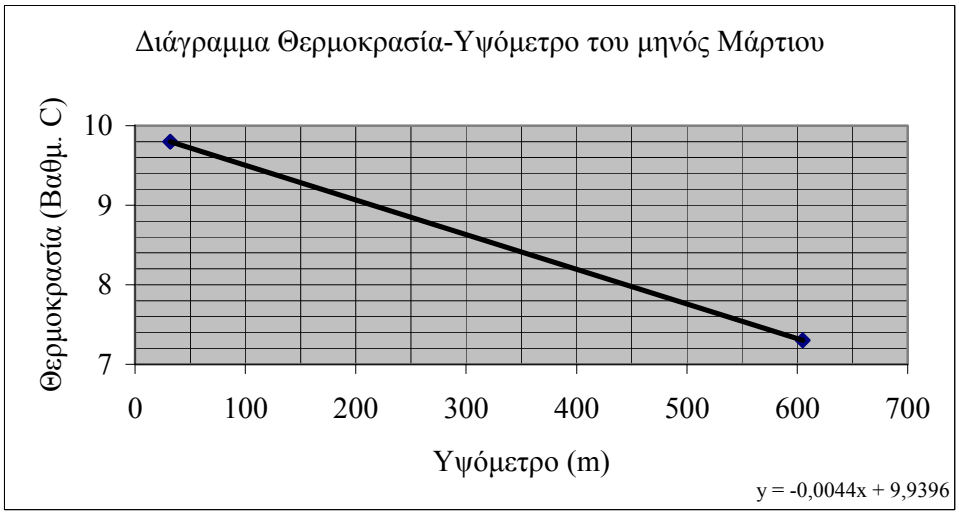
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

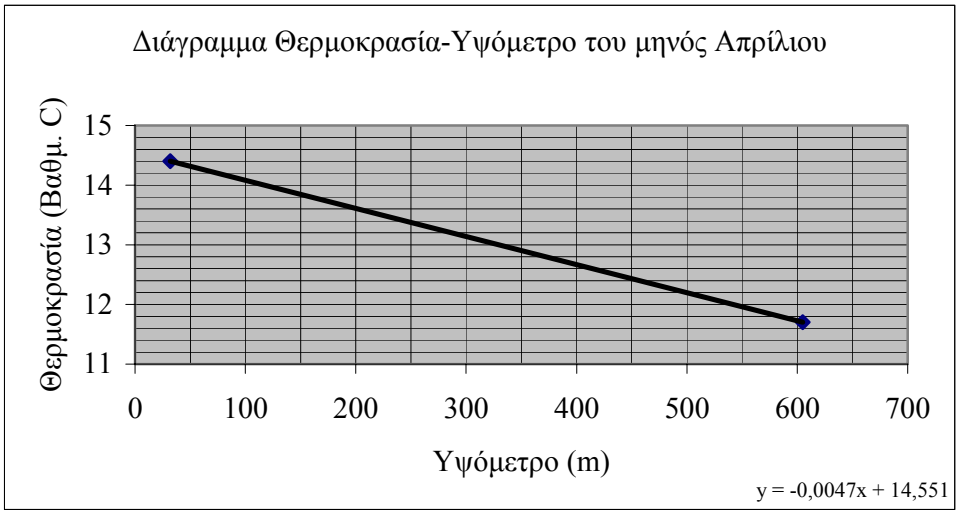
ΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ «ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ-ΥΨΟΜΕΤΡΟ» ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΔΥΟ ΣΤΑΘΜΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

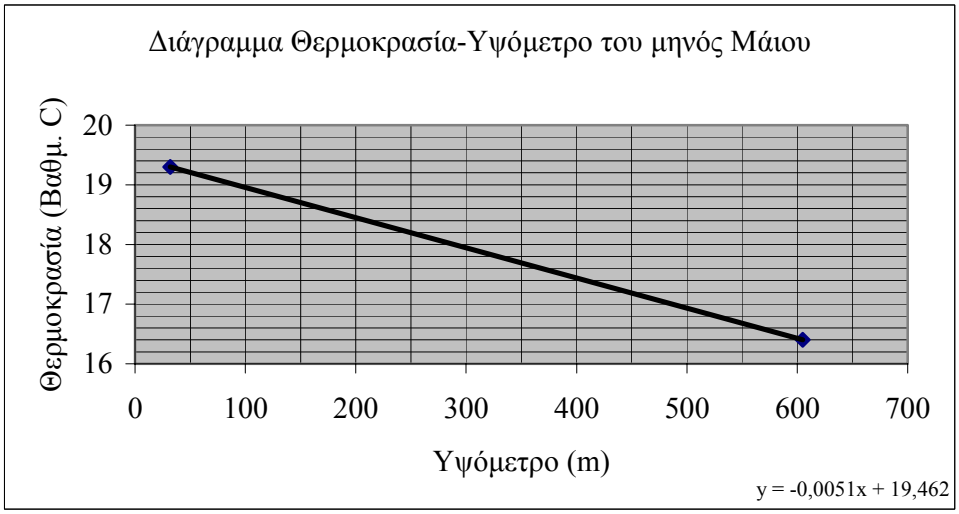
Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

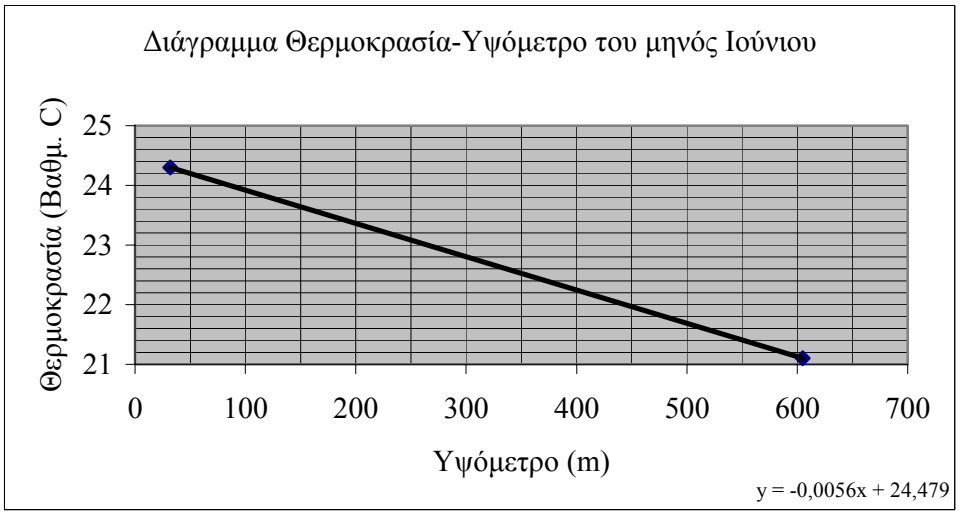

Διάγραμμα Θερμοκρασία-Υψόμετρο του μηνός Ιανουάριου
Θερμοκρασία (Βαθμ. C)
3,8
3,6
3,4
3,2
3
0
100
200
300
400
500
600
700
Υψόμετρο (m)
y = -0,0012x + 3,7391


Διάγραμμα Θερμοκρασία-Υψόμετρο του μηνός Φεβρουάριου
Θερμοκρασία (Βαθμ. C)
7
6
5
4
3
0
100
200
300
400
500
600
700
Υψόμετρο (m)
y = -0,0042x + 6,334

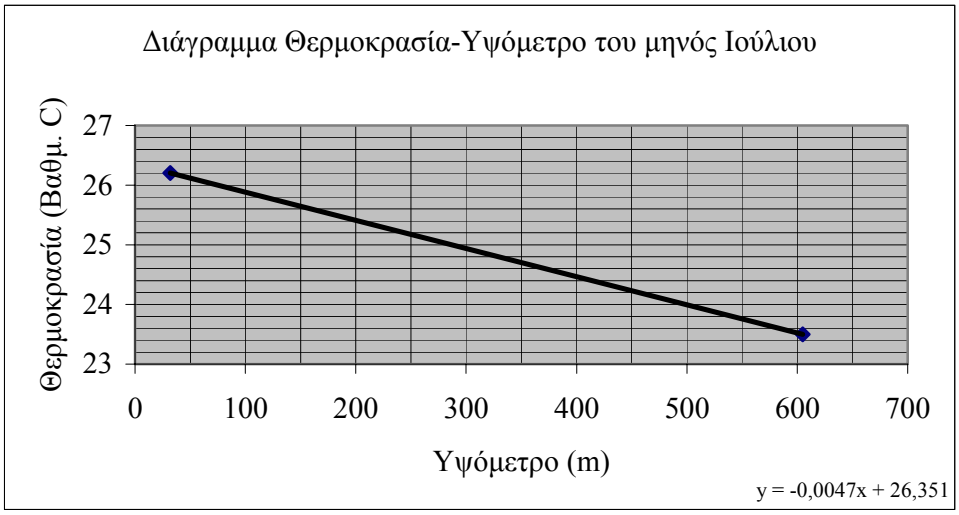

Διάγραμμα Θερμοκρασία-Υψόμετρο του μηνός Μάρτιου
Θερμοκρασία (Βαθμ. C)
10
9
8
7
0
100
200
300
400
500
600
700
Υψόμετρο (m)
y = -0,0044x + 9,9396

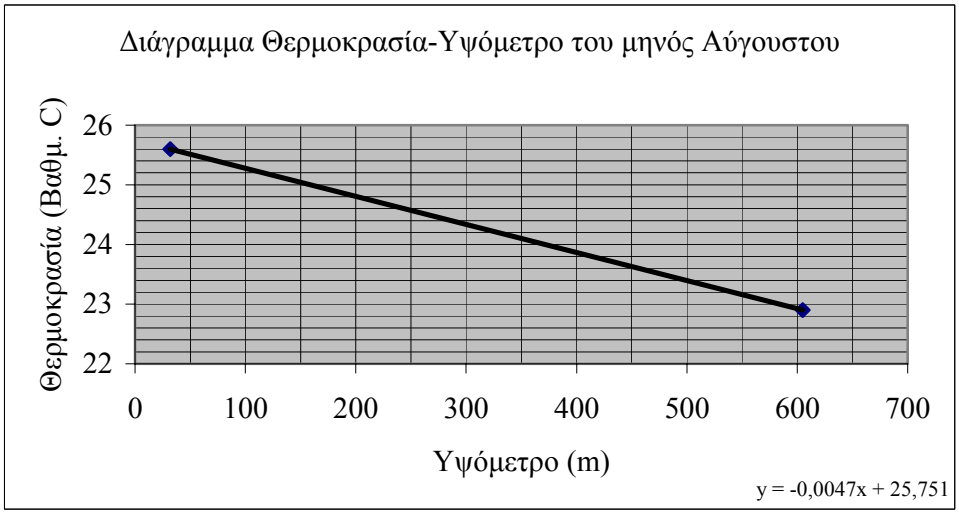


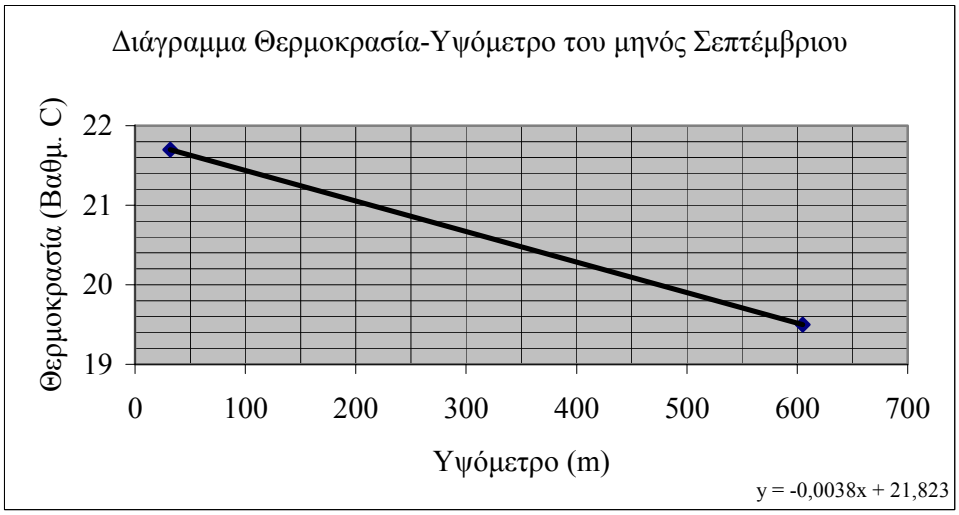


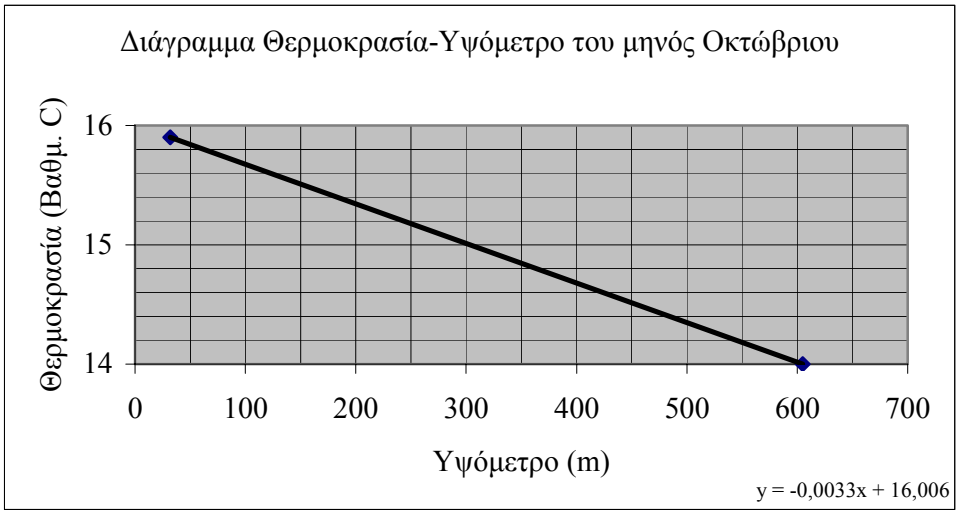


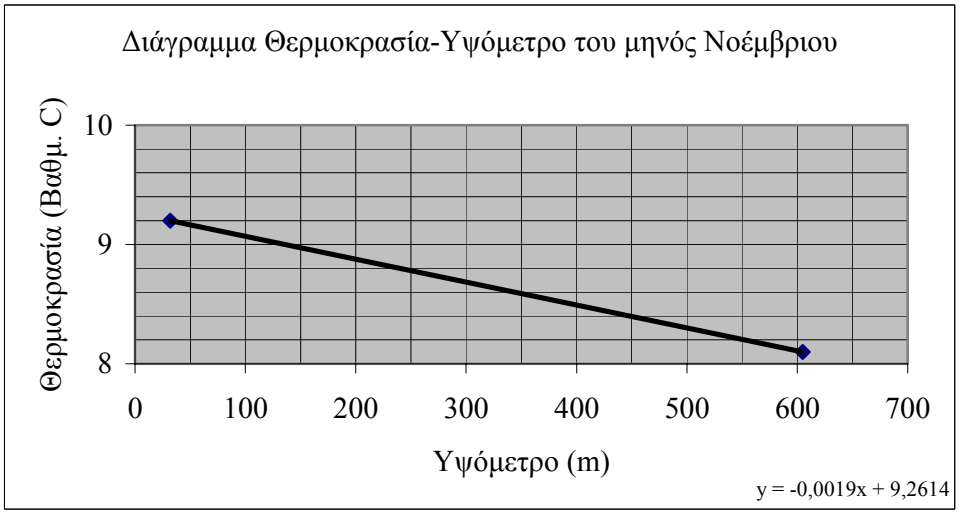
Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

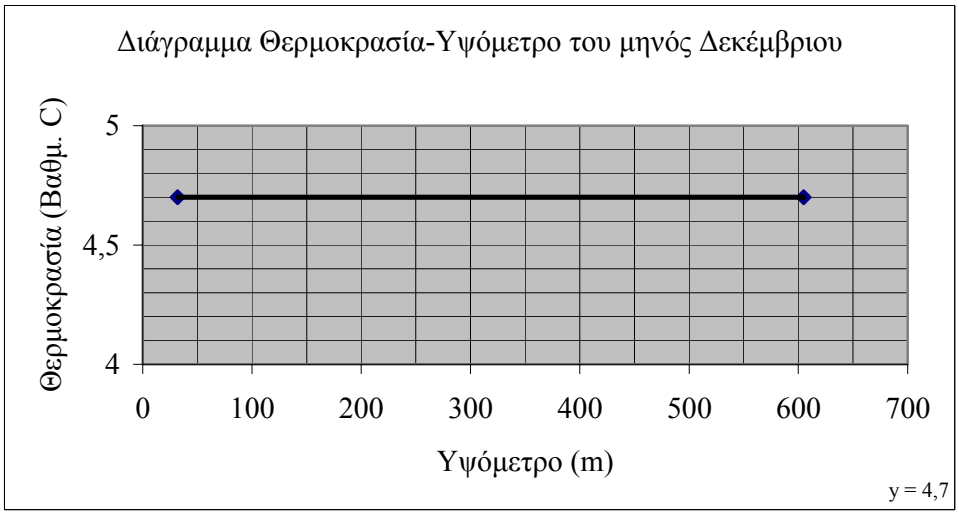

Διάγραμμα Θερμοκρασία-Υψόμετρο του μηνός Ιούλιου
Θερμοκρασία (Βαθμ. C)
27
26
25
24
23
0
100
200
300
400
500
600
700
Υψόμετρο (m)
y = -0,0047x + 26,351


Διάγραμμα Θερμοκρασία-Υψόμετρο του μηνός Αύγουστου
Θερμοκρασία (Βαθμ. C)
26
25
24
23
22
0
100
200
300
400
500
600
700
Υψόμετρο (m)
y = -0,0047x + 25,751


Διάγραμμα Θερμοκρασία-Υψόμετρο του μηνός Σεπτέμβριου
Θερμοκρασία (Βαθμ. C)
22
21
20
19
0
100
200
300
400
500
600
700
Υψόμετρο (m)
y = -0,0038x + 21,823







Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βαλαλάς, Δ., Θ. (1984). Γεωτεχνική Μηχανική-Υποδομή των Τεχνικών Έργων. Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη Α.Ε. Θεσσαλονίκη.

Βουβαλίδης, Κ. (2002). Μαθήματα Φυσικής Γεωγραφίας. Α.Π.Θ. Πανεπιστημιακό Τυπογραφείο.

Δημόπουλος, Γ., Χρ. (1979). Υπολογισμός της πραγματικής εξατμησοδιαπνοής και του υδρολογικού ισοζυγίου μιας λεκάνης με τη μέθοδο του Thornthweite. Θεσσαλονίκη.

Δημόπουλος, Γ., Χρ. (1986). Τεχνική Γεωλογία με βασικές έννοιες βραχομηχανικής και γεωλογικές μελέτες τεχνικών έργων. Γιαχούδη-Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη.

Δημόπουλος, Γ. (1993). Ασκήσεις Τεχνικής Γεωλογίας και Υποδείγματα Σύνταξης Γεωλογικών Μελετών. Α.Π.Θ. Πανεπιστημιακό Τυπογραφείο.

Διαχείριση του Δημόσιου Δασικού συμπλέγματος Ξηροτόπου-Ορεινής-Ελαιώνα Ν. Σερρών (Περίοδος 1994-2003). Τεύχος Ι.

Duyester, J., D. (1999). StereoNett, version 2.4, www.homepage.ruhr-uni-bochum.de/Johanes.P.Duyester/Stereo/Stereo1.htm.

ΙΓΜΕ. (1980). Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, φύλλο Σερρών 1:50.000.

ΙΓΜΕ. (1985). Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, φύλλο Αχλαδοχωρίου 1:50.000.

Καλλέργης, Γ. (1999). Εφαρμοσμένη Περιβαλλοντική Υδρογεωλογία. Τόμος Α΄. ΤΕΕ. Αθήνα.

Καρυστιναίος, Ν. (1984). Παλαιογεωγραφική εξέλιξη της λεκάνης των Σερρών. Λιθοστρωματογραφία, βιοστρωματογραφία και τεκτονική. Διδακτ. Διατρ. Πανεπ. Θεσσαλονίκης, 230 p.

Κούκης, Γ., Χρ., και Σαμπατακάκης, Ν., Στ. (2002). Τεχνική Γεωλογία. Α. Παπασωτηρίου & ΣΙΑ ΟΕ. Αθήνα.

Λαμπροπούλου, Β., Καραγεωργόπουλος, Α., Κορνάρος, Μ., Τσούτσος, Θ. (2004). Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από Μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς – Η Ελληνική Εμπειρία. Τεχν. Χρον. Επιστ. Έκδ. ΤΕΕ, ΙΙΙ, τευχ. 1-2 2004.

Μπαλτάς, Ε., Α. (2004). Υδρολογική και γεωμορφολογική διερεύνηση της Βόρειας Ελλάδας. 1ο ΣΥΜΠΟΣΙΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΑΠΘ. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, 11-12 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2004.

Παπαζάχος, Β., και Παπαζάχου, Κ. (2002). ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ. Β΄ Έκδοση. Εκδόσεις Ζήτη. Θεσσαλονίκη.

Παπαφιλίππου-Πέννου, Ε. (1997). Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από την «Κατασκευή Αρδευτικών Δεξαμενών» χωριού Ορεινής (τοποθεσία Σαριγίαρ) Ν. Σερρών.

Σούλιος, Γ. (1996). Γενική Υδρογεωλογία. Τόμος Α΄. University Press. Θεσσαλονίκη.

Σωτηριάδης, Α., Α. και Ψιλοβίκος, Α., Α. (1984). Ασκήσεις Γεωμορφολογίας. Α.Π.Θ. Πανεπιστημιακό Τυπογραφείο.

Tranos, M., D., & Mountrakis, D., M. (2004). The Serres fault zone (SFZ): an active fault zone in Eastern Macedonia (Northern Greece). Proceedings of the 5th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology. Thessaloniki, Greece, 14 to 20 April 2004. Vol. 2.

www.e-view.gr./serresmap.php?lang=en

www.walking-greece.ana.gr/.../ FOTOS/N.SERRON300.jpg

Υπουργείο Ανάπτυξης. (2003). Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Χώρας. Αθήνα.

Χρηστάρας, Β. (2002). Εργαστηριακές και επί τόπου δοκιμές της Εδαφομήχανικής. ΤΕΕ. Αθήνα.