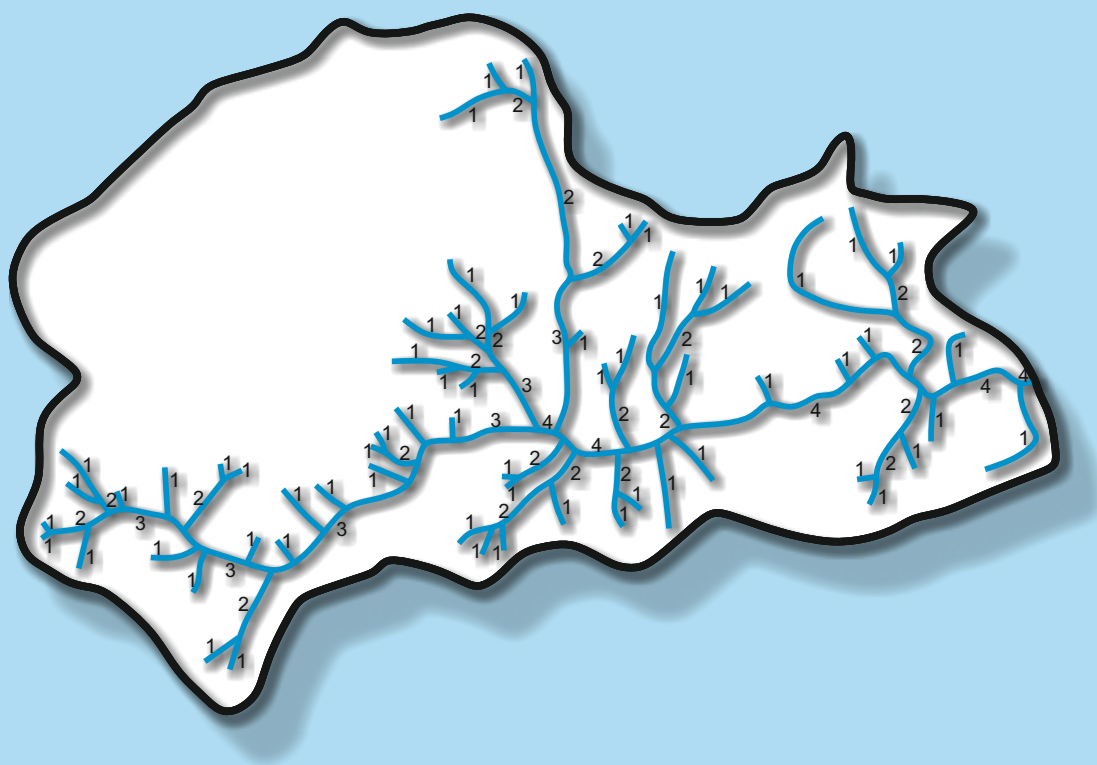


**ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΥΔΡΕΥΤΙΚΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΜΑΝΙΚΙΩΝ-ΣΕΤΑΣ
ΝΟΜΟΥ ΕΥΒΟΙΑΣ**



Από την φοιτήτρια:
Μαρία Λοιδώρη
ΑΕΜ:3278

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2014

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	2
1.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ	2
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	4
2.1 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	4
2.1.1 Μορφολογία λεκάνης	4
α. Γενικά	4
β. Παράμετροι λεκάνης και υδρογραφικού δικτύου	10
2.1.2 Γεωλογία και τεκτονική	13
2.1.3 Υδρογεωλογία λεκάνης	16
α. Διαπερατότητα σχηματισμών	16
β. Πηγές	16
2.1.4 Υδρολογία λεκάνης	24
α. Υδρολογικό ισοζύγιο	24
β. Μέση ετήσια επιφανειακή απορροή	27
γ. Ειδική απόδοση λεκάνης απορροής	27
δ. Πλημμυρικές παροχές	27
ε. Μέγεθος υπερχειλιστή	28
2.1.5 Ύψος φράγματος	28
2.2 ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ	31
2.2.1 Μορφολογία λεκάνης	31
2.2.2 Χωρητικότητα ταμιευτήρα	35
2.2.3 Γεωλογία και υδρογεωλογία λεκάνης κατάκλυσης	35
2.3 ΘΕΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ	36
2.3.1 Μορφολογία θέσης	36
2.3.2 Γεωλογία και τεκτονική	38
2.3.3 Υδρογεωλογία	38
2.3.3.1 Αξιολόγηση στάθμης υδροφόρου ορίζοντα	38
α. Διαγράμματα διακύμανσης στάθμης $h=f(t)$	38
β. Στάθμη υδροφόρου ορίζοντα	48
2.3.3.2 Διαπερατότητα	51
2.3.4 Τεχνική γεωλογία	56
2.3.4.1 Προφίλ γεωτρήσεων και φρεάτων	56
α. Λιθολογικά προφίλ γεωτρήσεων και φρεάτων	56
β. Τεχνικογεωλογικά προφίλ γεωτρήσεων	61

2.3.4.2 Ευστάθεια βραχωδών πρανών	63
2.3.4.3 Δανειοθάλαμοι υλικών κατασκευής	71
α. Δανειοθάλαμος υλικών πυρήνα	71
β. Δανειοθάλαμος ασβεστόλιθου	71
2.3.5 Σχεδιασμός φράγματος	71
2.3.5.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά φράγματος	71
2.3.5.2 Όγκος χωματουργικών	72
2.3.5.3 Όγκος εκσκαφών θεμελίωσης φράγματος	73
2.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	74

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Αναγνωριστική μελέτη κατασκευής υδρευτικού φράγματος στην περιοχή Μανικίων-Σέτας του Νομού Ευβοίας, πραγματοποιήθηκε ως Διπλωματική Εργασία υπό την επίβλεψη του Καθηγητή κ. Γεώργιου Δημόπουλου.

Αντικείμενο αυτής της αναγνωριστικής μελέτης είναι η αξιολόγηση των συνθηκών που επικρατούν στη λεκάνη απορροής, στη λεκάνη κατάκλυσης και στη θέση θεμελίωσης του φράγματος, καθώς και ο υπολογισμός των τεχνικών χαρακτηριστικών του φράγματος και του μεγέθους του υπερχειλιστή.

Για να πραγματοποιηθεί αυτή η μελέτη, ήταν απαραίτητη η συλλογή στοιχείων, τα οποία μου παραχωρήθηκαν από τη Νομαρχία Βοιωτίας, το Α.Π.Θ., το Εργοτάξιο του έργου, την 1η ΔΕΚΕ Στερεάς Ελλάδας (Λαμία) και το Ι.Γ.Μ.Ε.

Όμως αντιμετωπίστηκαν ορισμένες δυσκολίες, καθώς δεν ήταν δυνατή η εύρεση όλων των απαραίτητων στοιχείων. Οπότε αυτή η μελέτη συντάχθηκε σύμφωνα με τα στοιχεία που είχα στη διάθεσή μου.

Σε αυτό το σημείο, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Γεώργιο Δημόπουλο, για την υποστήριξη και τη βοήθειά του στην εκπόνηση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Ακόμη ευχαριστώ την κ. Ισιδώρα Παπαντωνίου, τον κ. Θωμόπουλο, τον κ. Δημήτριο Πατεράκη, τον κ. Μιχάλη Βλάμη και τον κ. Αιμίλιο Ριζογιάννη, για τα στοιχεία που μου παραχώρησαν.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Το έργο βρίσκεται στην περιοχή των κοινοτήτων Μανικίων και Σέτας στην Κεντρική Εύβοια, στα ΒΒΑ της Αμαρύνθου και ΝΔ της Κύμης (Σχ.1). Το φράγμα θα κατασκευαστεί σε απόσταση 725m ανάντη της καταβόθρας Μανικίων στα ΔΝΔ αυτής, η οποία βρίσκεται στα ΒΒΔ του οικισμού Μανικίων.

Η προσπέλαση προς το έργο γίνεται με το δρόμο Αμάρυνθος-Γυμνό-Σέτα-Κάτω Σέτα-Μακρυχώρι-Μανίκια-Καταβόθρα Μανικίων.

Η κατασκευή του έργου θα γίνει με σκοπό την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών των περιοχών Κύμης, Αυλωναρίου, Αλιβερίου, Ακτής Νηρέως και Φιλοθέης.

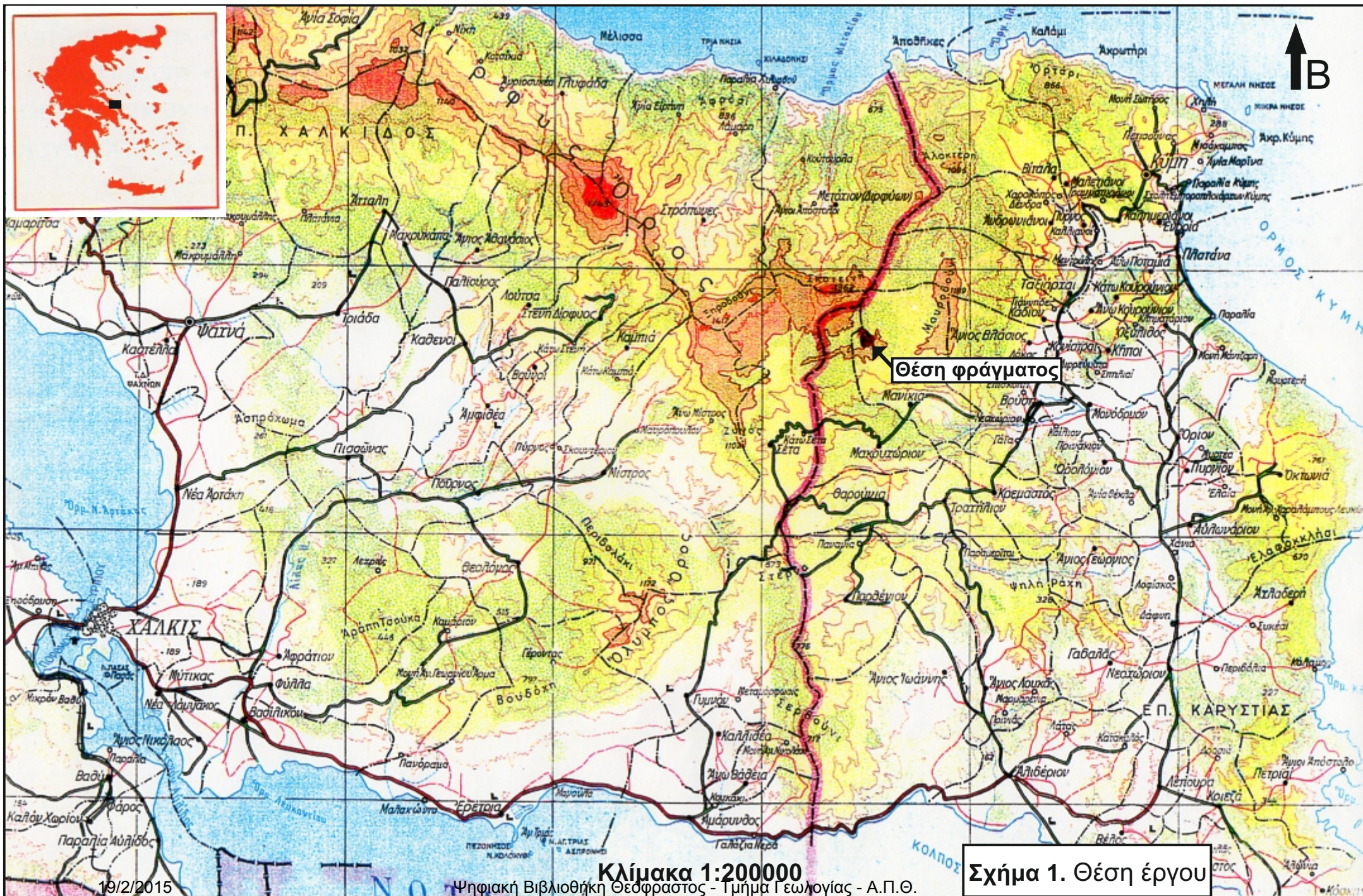
1.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν σ'αυτή τη μελέτη είναι:

- Τοπογραφικός χάρτης κλίμακας 1:50000
- Τοπογραφικός χάρτης κλίμακας 1:5000
- Τοπογραφικός χάρτης κλίμακας 1:1000
- Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες λεκάνης απορροής
- Μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις λεκάνης απορροής
- Δελτία απογραφής 6 πηγών (Π1-Π6)
- Μετρήσεις στάθμης υδροφόρου ορίζοντα σε 8 γεωτρήσεις (Γ1-Γ3, Μ1, Μ2, Μ4-Μ6) από 14/7 έως 21/8
- Τελική στάθμη υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα σε 8 γεωτρήσεις (Γ1-Γ3, Μ1-Μ5)
- Συντελεστές διαπερατότητας από 8 γεωτρήσεις (Γ1-Γ3, Μ1-Μ5)
- Τομές 3 φρεάτων (Φ1-Φ3) στη θέση θεμελίωσης του φράγματος (υψόμετρο, βάθος, στρωματογραφία)
- Προφίλ 3 γεωτρήσεων (Γ1-Γ3) στη θέση θεμελίωσης του φράγματος (υψόμετρο, βάθος, λιθολογία, βαθμός αποσάθρωσης, αριθμός ασυνεχειών ανά μέτρο, R.Q.D., πυρηνοληψία)
- Γεωμετρικά στοιχεία πρανών και ασυνεχειών στα αντερείσματα του φράγματος (διεύθυνση κλίσης, γωνία κλίσης)

Στοιχεία για τη γεωλογία της περιοχής συγκεντρώθηκαν από τη μελέτη:

- Ρόζος,Δ., Κυνηγαλάκη,Μ. και Ελευθερίου,Α.: Γεωτεχνική μελέτη φράγματος Μανικίων Κύμης, Νομού Ευβοίας. Ι.Γ.Μ.Ε.



2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

2.1 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

2.1.1 Μορφολογία λεκάνης

α. Γενικά

Η λεκάνη απορροής έχει επιφάνεια 18,22 Km², όπως προκύπτει από τον τοπογραφικό χάρτη της Γ.Υ.Σ. με κλίμακα 1:50000.

Το ανατολικό τμήμα της λεκάνης παρουσιάζει έντονο μορφολογικό ανάγλυφο, με τους λόφους Κόκκινος Βράχος και Κακή Ράχη οι οποίοι έχουν υψόμετρο περίπου 1060m και 1040m αντίστοιχα, να σχηματίζουν στενή κοιλάδα, την οποία διαρρέει ο κύριος κλάδος του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης. Σύμφωνα με την αρίθμηση του υδρογραφικού δικτύου κατά Strahler, ο κύριος κλάδος είναι 4ης τάξης. Πιο ανατολικά από τους λόφους Κόκκινος Βράχος και Κακή Ράχη, το ανάγλυφο είναι έντονο μέχρι το υψόμετρο 800m και μετά τα 800m γίνεται πιο ήπιο.

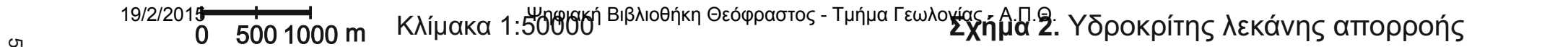
Το κεντρικό τμήμα της λεκάνης απορροής (ευρύτερη περιοχή Αμμουδιώτισσας) παρουσιάζει ήπιο μορφολογικό ανάγλυφο, ενώ στο δυτικό τμήμα της λεκάνης, το ανάγλυφο γίνεται και πάλι έντονο. Στα ΒΔ η λεκάνη απορροής περιλαμβάνει τμήμα του όρους Ξηροβουνίου με υψόμετρο 1420m.

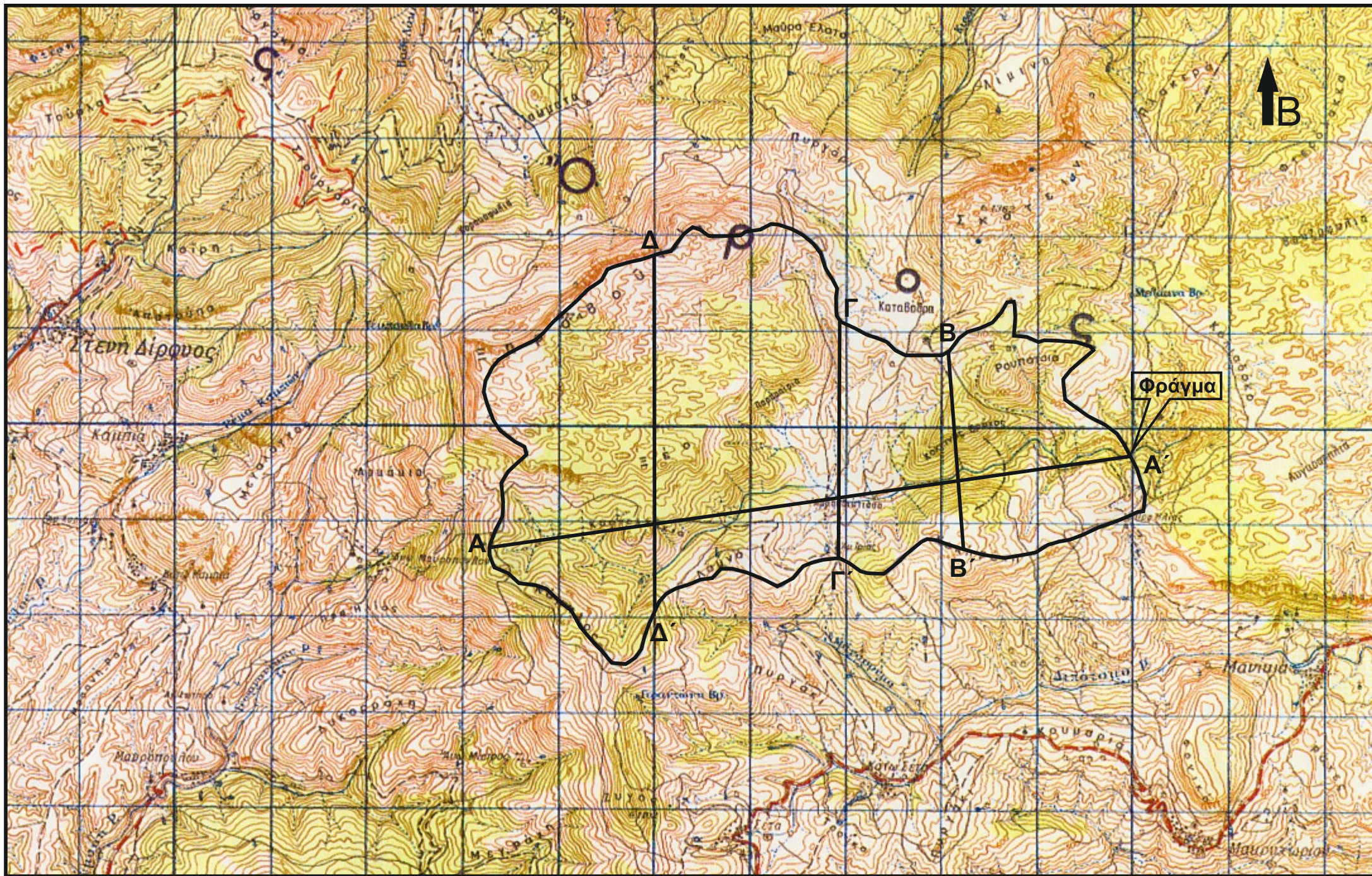
Η λεκάνη απορροής αποστραγγίζεται με την καταβόθρα Μανικίων, που βρίσκεται ΒΒΔ του οικισμού Μανικίων, σε υψόμετρο 700m.

Στο Σχ.2 παρουσιάζεται ο υδροκρίτης της λεκάνης απορροής, στο Σχ.3 οι θέσεις των μορφολογικών τομών και στα Σχ.4 και 5 οι μορφολογικές τομές της λεκάνης απορροής. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται η κατανομή της επιφάνειας στα διάφορα υψόμετρα. Στο Σχ.6 παρουσιάζεται η υψογραφική καμπύλη της λεκάνης απορροής, όπου παρατηρείται ότι το μορφολογικό ανάγλυφο είναι έντονο έως το υψόμετρο 800m, ενώ από τα 800m έως το υψόμετρο 1100m, είναι πιο ήπιο. Μετά το υψόμετρο 1100m, το ανάγλυφο αρχίζει να γίνεται και πάλι έντονο.

Πίνακας 1. Κατανομή επιφάνειας στα διάφορα υψόμετρα

Ισοϋψείς (α)-(β)	Επιφάνεια Ε ₁ μεταξύ των (α)-(β) (Km ²)	Ε ₁ %	Επιφάνεια Ε ₂ % περικλειόμενη από τη (β)
720,50-800	0,4575	2,53	2,53
800-900	3,9425	21,79	24,32
900-1000	3,6475	20,16	44,48
1000-1100	4,18	23,11	67,59
1100-1200	2,69	14,87	82,46
1200-1300	1,685	9,31	91,77
1300-1400	1,3625	7,53	99,3
1400-1420	0,12	0,66	99,96
	18,09	99,96	





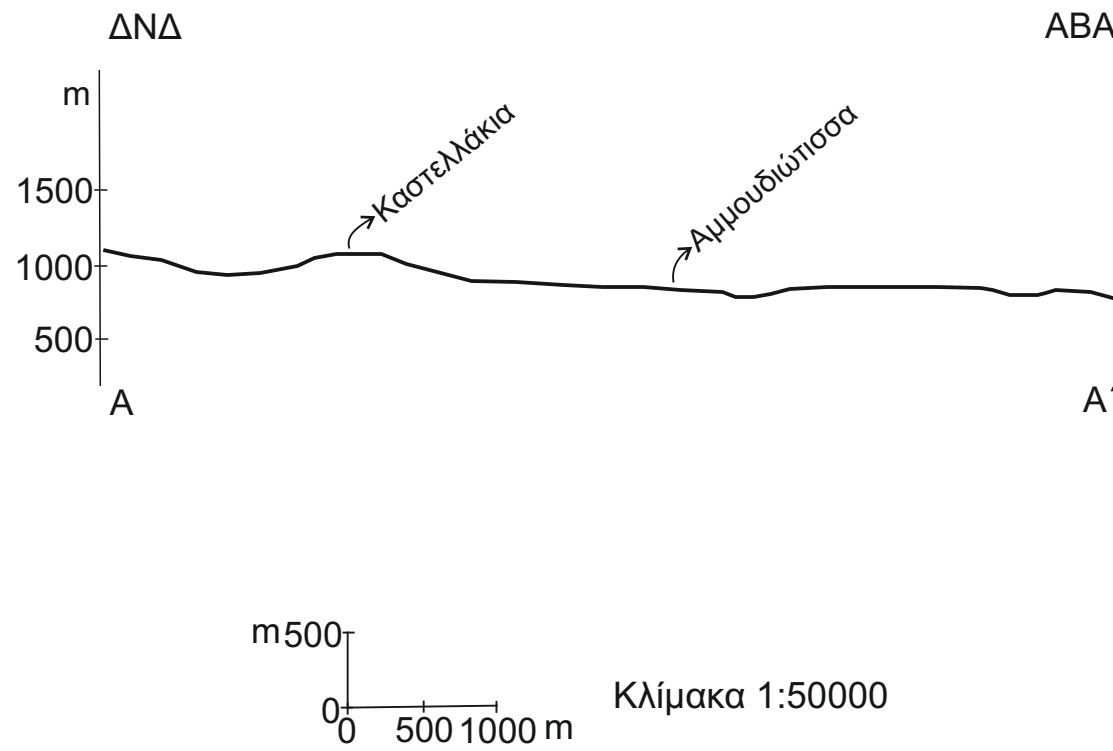
19/2/2015 0 500 1000 m

Κλίμακα 1:50000

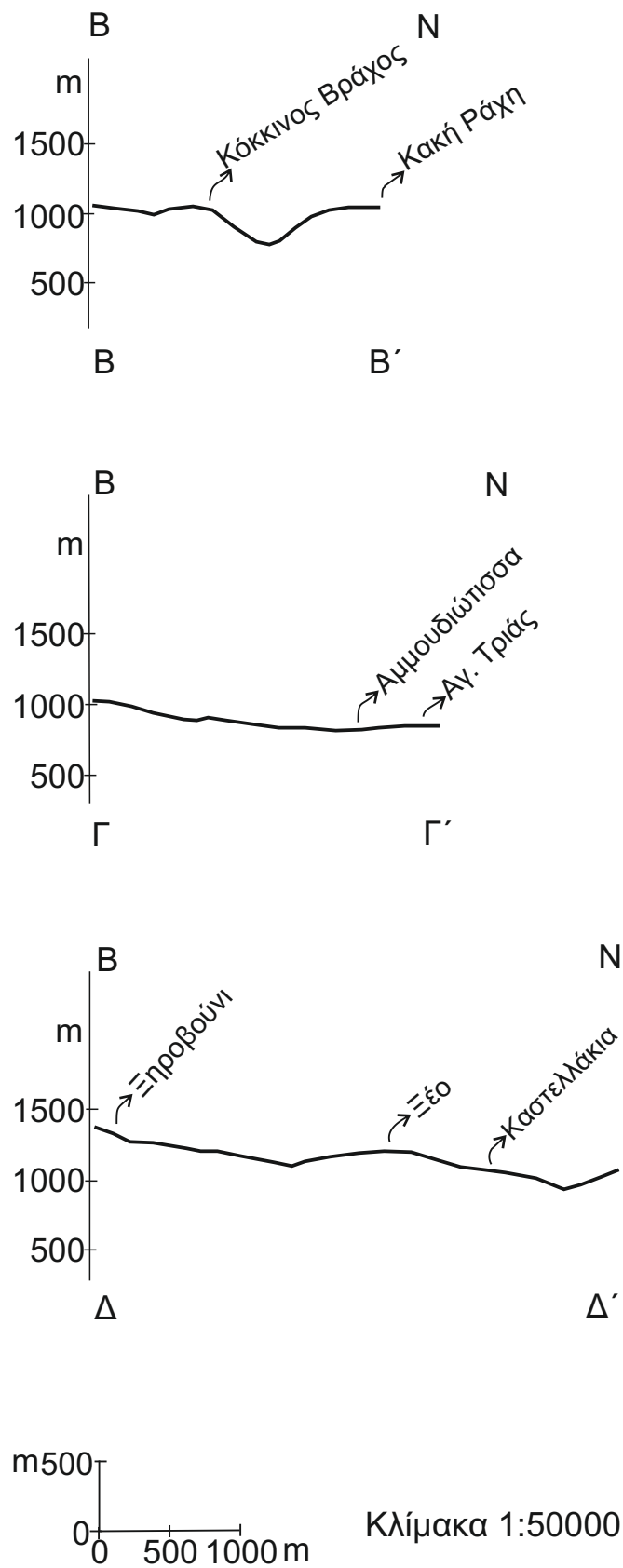
Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ.

Σχήμα 3. Θεοίς μορφολογικών τομών λεκάνης απορροής

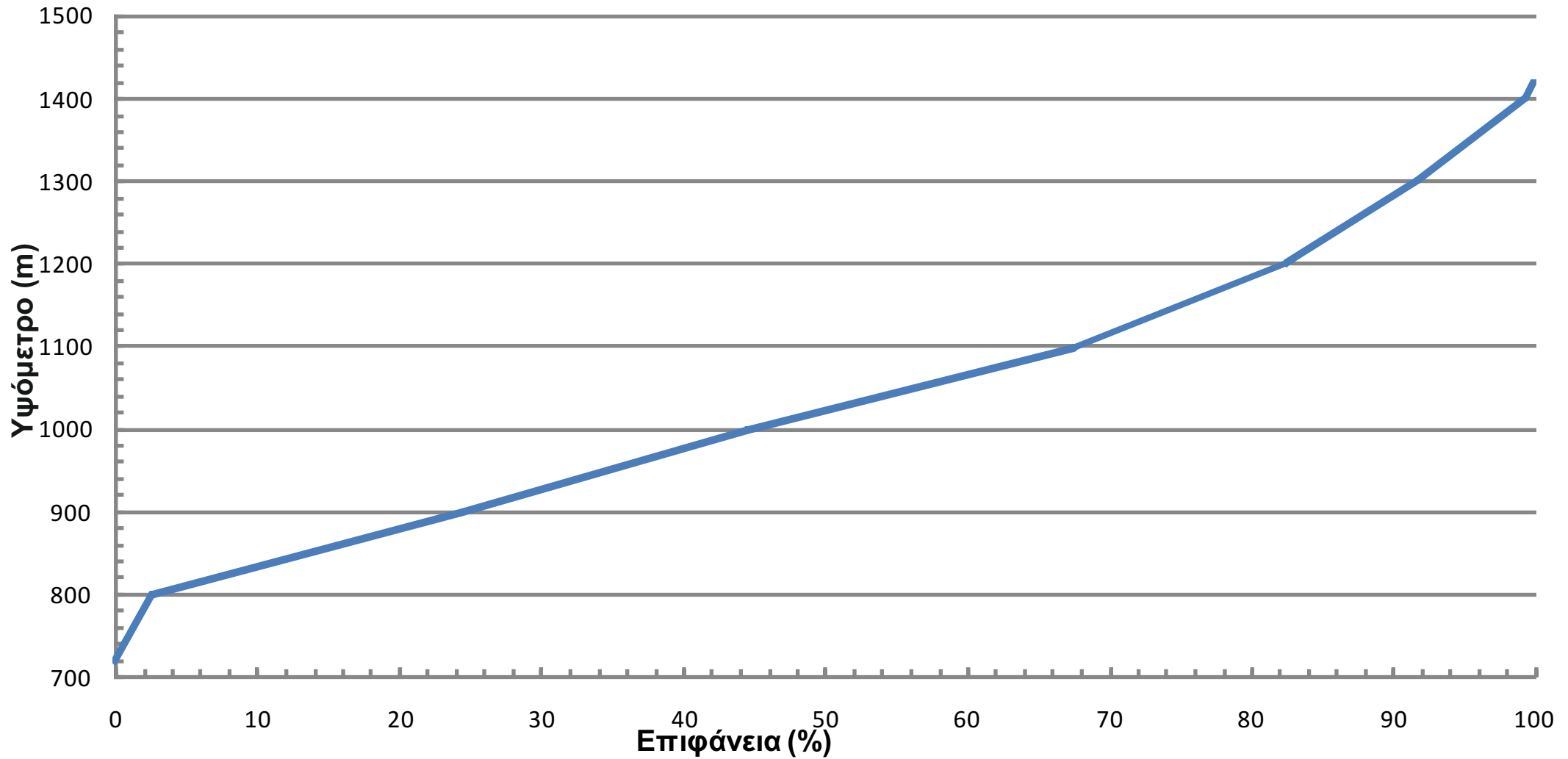
Σχήμα 4. Μορφολογική τομή κατά μήκος της λεκάνης απορροής



Σχήμα 5. Μορφολογικές τομές λεκάνης απορροής



Σχήμα 6. Υψογραφική καμπύλη λεκάνης απορροής



β. Παράμετροι λεκάνης και υδρογραφικού δικτύου

Στους Πίνακες 2, 3 και 4 παρουσιάζονται διάφορες μορφολογικές παράμετροι της λεκάνης απορροής.

Πίνακας 2. Παράμετροι λεκάνης απορροής

Συνολικό μήκος ισοϋψών	$L=60.875 \text{ Km}$
Ολικό εμβαδόν λεκάνης	$E=18.22 \text{ Km}^2$
Μέγιστο υψόμετρο λεκάνης	$Z=1420 \text{ m}$
Ελάχιστο υψόμετρο λεκάνης	$q=720.50 \text{ m}$
Μήκος λεκάνης	$Lb=6.8 \text{ Km}$
Περίμετρος λεκάνης	$P=20.7 \text{ Km}$

Πίνακας 3. Επιφάνεια μεταξύ ισοϋψών λεκάνης απορροής

Επιφάνεια μεταξύ ισοϋψών Km^2	Μέσα υψόμετρα Km
$e1=0.4575$	$h1=0.76$
$e2=3.9425$	$h2=0.85$
$e3=3.6475$	$h3=0.95$
$e4=4.18$	$h4=1.05$
$e5=2.69$	$h5=1.15$
$e6=1.685$	$h6=1.25$
$e7=1.3625$	$h7=1.35$
$e8=0.12$	$h8=1.41$

Πίνακας 4. Υπολογισμός μορφολογικών παραμέτρων λεκάνης απορροής

Μέση κλίση	$p=(d*L)/E$	0.33	
Ολικό ανάγλυφο	$H=Z-q$	699.5	m
Λόγος αναγλύφου	$R=H/Lb$	0.1	(Lb σε m)
Μέσο υψόμετρο εμπειρικά	$Hm=(Z-q)/3+q$	953.7	m
Μέσο υψόμετρο	$Hm=\sum(ei*hi)/E$	1.030	Km
Συντελεστής αποστράγγισης	$d=E/\sum Li$	0.54	Km^2/Km

Έγινε αρίθμηση του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης απορροής κατά Strahler (Σχ.7) και προκύπτουν οι παράμετροι που δίνονται στους Πίνακες 5 και 6.

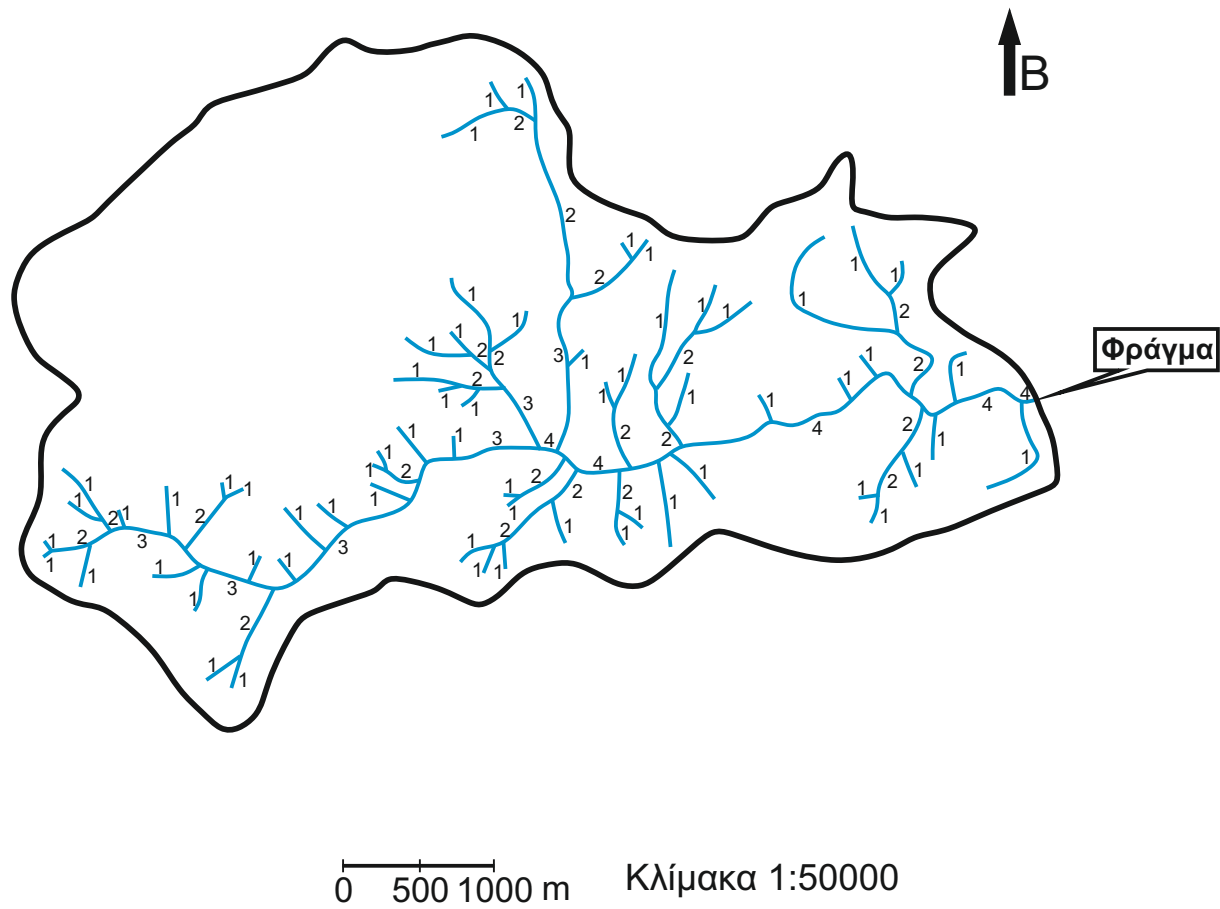
Πίνακας 5. Παράμετροι υδρογραφικού δικτύου λεκάνης απορροής

Αριθμός κλάδων	Μήκος κλάδων Km
N1=63	L1=17.37
N2=17	L2=8
N3=3	L3=4.9
N4=1	L4=3.65
Μήκος μέγιστης διαδρομής $L_{max}=7.45$ Km	

Πίνακας 6. Υπολογισμός παραμέτρων υδρογραφικού δικτύου

Ολικός αριθμός κλάδων	ΣNi	84	
Ολικό μήκος κλάδων	ΣLi	33.92	Km
Υδρογραφική πυκνότητα	$D=\Sigma Li/E$	1.86	Km^{-1}
Υδρογραφική συχνότητα	$F=\Sigma Ni/E$	4.61	Km^{-2}

Σχήμα 7. Αρίθμηση υδρογραφικού δικτύου κατά Strahler



2.1.2 Γεωλογία και τεκτονική

Η λεκάνη απορροής γεωτεκτονικά ανήκει στην Υποπελαγονική ζώνη και αποτελείται από τους παρακάτω γεωλογικούς σχηματισμούς (Σχ.8), από τους παλαιότερους προς τους νεότερους:

Σχηματισμοί Άνω Παλαιοζωικού - Κάτω Τριαδικού. Αποτελούνται κυρίως από χλωριτικούς, σερικιτικούς, γραφιτικούς και ασβεστιτικούς σχιστόλιθους, παλαιούς ψαμμίτες (γραουβάκες), κροκαλοπαγή, αργιλικούς σχιστόλιθους και φυλλίτες. Οι σχηματισμοί αυτοί είναι πολύ μεγάλου πάχους, άνω των 2000m και περιέχουν μεγάλου πάχους ασβεστολιθικές ενστρώσεις έως και 300m, με μεσοστρωματώδεις ασβεστόλιθους, καθώς επίσης σχιστοποιημένα εκρηξιγενή και σώματα χαλαζιτών.

Οι σχηματισμοί του Άνω Παλαιοζωικού - Κάτω Τριαδικού καταλαμβάνουν τη μεγαλύτερη επιφάνεια της λεκάνης απορροής. Συγκεκριμένα εμφανίζονται στο κεντρικό και στο ΝΔ τμήμα της λεκάνης, (περιοχές Παραμπήρια, Λαμνά, Καστελλάκια, Κάμπλος) και στο ανατολικό τμήμα στην περιοχή της θέσης του φράγματος.

Τριαδικοί-Ιουρασικοί ασβεστόλιθοι. Πρόκειται για λευκούς, παχυστρωματώδεις έως άστρωτους ασβεστόλιθους στη βάση τους, που εξελίσσονται σε τεφρούς έως μελανότεφρους και μεσοστρωματώδεις στους μεσαίους και ανώτερους ορίζοντες. Κατά θέσεις παρουσιάζονται ως δολομιτικοί ασβεστόλιθοι. Γενικά παρουσιάζουν ισχυρή καρστικοποίηση και μέτριο έως ισχυρό κερματισμό.

Οι Τριαδικοί-Ιουρασικοί ασβεστόλιθοι εμφανίζονται στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης απορροής στις περιοχές Ρουπατσία, Κόκκινος Βράχος, Κακή Ράχη, Αγ. Τριάς και στο ΒΔ τμήμα της λεκάνης (περιοχές Ξέο, Ξηροβούνι).

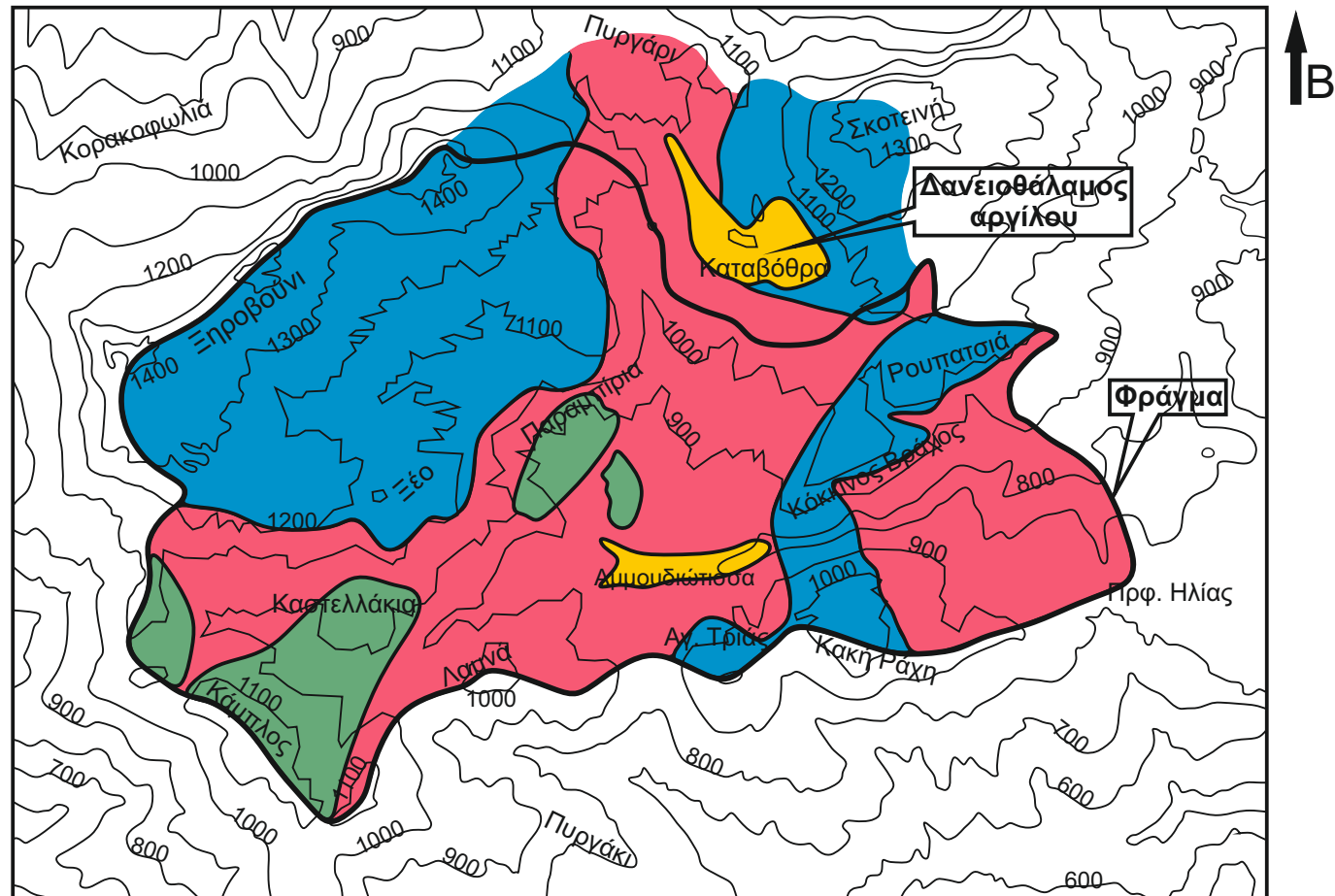
Τεταρτογενείς αποθέσεις. Περιλαμβάνουν τους εξής σχηματισμούς:

- 1) Αποθέσεις κοίτης χειμάρρων. Είναι μικρού γενικά πάχους και αποτελούνται από αργίλους, άμμους, χαλίκια, κροκάλες, καθώς και ογκόλιθους.
- 2) Αλλουβιακές αποθέσεις. Πρόκειται για αργιλοϊλυώδη έως αργιλοαμμώδη υλικά με μικρό ποσοστό αδρομερών, που αναπτύσσονται σε ήπιες μορφολογικά περιοχές.
- 3) Πλευρικά κορήματα. Είναι μικρής ανάπτυξης και αποτελούνται από λατύπες ή/και ογκόλιθους σε διάφορα μεγέθη, τα οποία κατά θέσεις είναι ανάμικτα με μικρό ποσοστό αργιλικών υλικών.
- 4) Ελουβιακοί μανδύες. Καλύπτουν σε σημαντικό ποσοστό τους σχιστοψαμμιτικούς σχηματισμούς του Άνω Παλαιοζωικού - Κάτω Τριαδικού, από τους οποίους και έχουν προέρθει.
- 5) Ποτάμιες αναβαθμίδες. Αποτελούνται από ερυθροκάστανου χρώματος αργιλοϊλύ έως ιλυώδη άμμο σαν συνδετική ύλη, χαλίκια και κροκάλες ή/και τοπικά μικρούς ογκόλιθους, σχιστολιθικής ή/και ασβεστολιθικής προέλευσης.

Οι Τεταρτογενείς αποθέσεις εμφανίζονται στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης απορροής στην περιοχή Αμμουδιώτισσα.

Τεκτονικά, η λεκάνη απορροής αναπτύσσεται πάνω στην αξονική ζώνη ενός μεγάλου αντικλινορίου, ο άξονας του οποίου έχει διεύθυνση Β-Ν. Το αντικλινόριο αυτό έχει υποστεί έντονη διάρρηξη, η οποία εκδηλώνεται με κανονικά ρήγματα διεύθυνσης ΒΒΔ-ΝΝΑ και ΒΑ-ΝΔ.

Σχήμα 8. Γεωλογικός χάρτης λεκάνης απορροής



0 500 1000 m

Κλίμακα 1:50000

Υπόμνημα

Τεταρτογενείς αποθέσεις

Ασβεστόλιθοι Τριαδικού-Ιουρασικού

Σχιστολιθικοί σχηματισμοί
Άνω Παλαιοζωικού - Κάτω Τριαδικού

Φακοειδείς ασβεστολιθικές
ενστρώσεις

2.1.3 Υδρογεωλογία λεκάνης

α. Διαπερατότητα σχηματισμών

Οι σχιστολιθικοί σχηματισμοί του Άνω Παλαιοζωικού - Κάτω Τριαδικού, οι οποίοι καλύπτουν τη μεγαλύτερη επιφάνεια της λεκάνης απορροής, είναι πρακτικά αδιαπέρατοι. Σύμφωνα με το διάγραμμα Heitfeld που δίνει τις διαπερατότητες των βραχωδών πετρωμάτων στις ζώνες χαλάρωσης, τεκτονισμού και καρστικοποίησης, ο συντελεστής διαπερατότητας k των σχιστολιθικών σχηματισμών είναι της τάξης του 10^{-9} - 10^{-10} m/sec. Οι ασβεστόλιθοι που παρεμβάλλονται μεταξύ των σχιστολιθικών σχηματισμών έχουν μεγαλύτερη διαπερατότητα, αλλά παρουσιάζονται με τη μορφή φακοειδών ενστρώσεων και περικλείονται από τους σχιστόλιθους που είναι αδιαπέρατοι.

Οι ασβεστόλιθοι του Τριαδικού-Ιουρασικού έχουν πολύ μεγάλη διαπερατότητα, όμως αναπτύσσονται πάνω στους αδιαπέρατους σχηματισμούς του Άνω Παλαιοζωικού - Κάτω Τριαδικού. Σύμφωνα με το διάγραμμα Heitfeld, ο συντελεστής διαπερατότητας k των ασβεστόλιθων είναι της τάξης του 10^{-1} - 10^{-2} m/sec.

Η διαπερατότητα των Τεταρτογενών αποθέσεων διαφέρει ανάλογα με τη σύστασή τους. Τα αργιλοαμμώδη υλικά έχουν μικρή διαπερατότητα, ενώ τα χαλίκια και οι κροκάλες έχουν μεγάλη διαπερατότητα. Όμως και οι Τεταρτογενείς αποθέσεις αναπτύσσονται πάνω στους αδιαπέρατους σχηματισμούς του Άνω Παλαιοζωικού - Κάτω Τριαδικού και έχουν μικρή ανάπτυξη.

β. Πηγές

Οι πηγές που βρίσκονται στη λεκάνη απορροής είναι οι παρακάτω:

Π1) Αγίας Τριάδας. Βρίσκεται στην κοινότητα Σέτας, στη θέση Αγία Τριάδα. Η περιοχή όπου βρίσκεται η πηγή, είναι λοφώδης και γεωλογικά αποτελείται από Μεσοζωικούς ασβεστόλιθους, οι οποίοι είναι επικείμενοι στρωματογραφικά σχιστοψαμμίτων του Παλαιοζωικού (Σχ.9). Η πηγή είναι επαφής και βρίσκεται σε υψόμετρο 870m. Η εκροή είναι μόνιμη και η παροχή $1\text{m}^3/\text{h}$ με μικρή διακύμανση. Χρησιμοποιείται για ύδρευση και πότισμα ζώων.

Π2) Εφτάπλου. Βρίσκεται στην κοινότητα Σέτας, περίπου 3 Km ΒΒΔ της Άνω Σέτας. Η περιοχή όπου βρίσκεται η πηγή, είναι λοφώδης και γεωλογικά αποτελείται από ασβεστόλιθους, οι οποίοι αποτελούν φακοειδή ένστρωση μέσα σε σχιστοψαμμίτες του Παλαιοζωικού (Σχ.10). Η πηγή είναι υπερπλήρωσης και βρίσκεται σε υψόμετρο 940m. Η εκροή είναι μόνιμη και η παροχή $7\text{m}^3/\text{h}$ με μικρή διακύμανση. Χρησιμοποιείται για άρδευση, αλλά είναι κατάλληλη και για ύδρευση.

Π3) Γενίτσαρη. Βρίσκεται στην κοινότητα Σέτας, στη θέση Παραμπίρια. Η περιοχή όπου βρίσκεται η πηγή, μορφολογικά αποτελεί απότομη πλαγιά βουνού και γεωλογικά αποτελείται από Μεσοζωικούς ασβεστόλιθους, οι οποίοι είναι επικείμενοι στρωματογραφικά σχιστοψαμμιτών του Παλαιοζωικού. Στην περιοχή της επαφής υπάρχουν λίγα κορήματα (Σχ.11). Η πηγή είναι επαφής και βρίσκεται σε υψόμετρο 980m. Η εκροή είναι μόνιμη και η παροχή $1\text{m}^3/\text{h}$ με σημαντική διακύμανση. Χρησιμοποιείται για πότισμα ζώων.

Π4) Μωραΐτη-Γενίτσαρη. Βρίσκεται στην κοινότητα Σέτας, στη θέση Παραμπίρια. Η περιοχή όπου βρίσκεται η πηγή, μορφολογικά αποτελεί απότομα πρανή βουνού και γεωλογικά αποτελείται από Μεσοζωικούς ασβεστόλιθους, οι οποίοι είναι επικείμενοι στρωματογραφικά σχιστοψαμμιτών του Παλαιοζωικού (Σχ.12). Η πηγή είναι επαφής και βρίσκεται σε υψόμετρο 840m. Η εκροή είναι μόνιμη και γίνεται από δύο σημεία και η παροχή είναι $17\text{m}^3/\text{h}$ με σημαντική διακύμανση. Χρησιμοποιείται για άρδευση, αλλά είναι κατάλληλη και για ύδρευση.

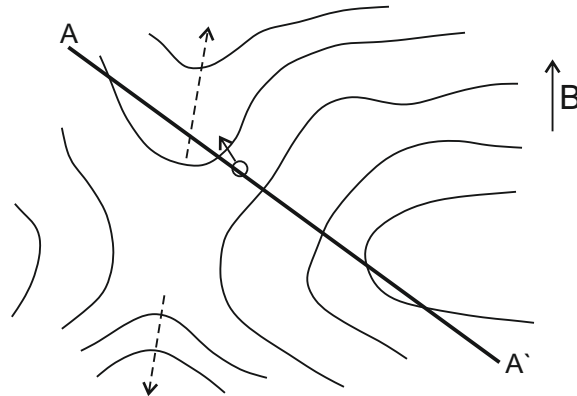
Π5) Μελίσσι. Βρίσκεται στην κοινότητα Σέτας, στη θέση Παραμπίρια. Η περιοχή όπου βρίσκεται η πηγή, μορφολογικά αποτελεί απότομη μικρή κοιλάδα και γεωλογικά αποτελείται από Μεσοζωικούς ασβεστόλιθους, οι οποίοι είναι επικείμενοι στρωματογραφικά σχιστοψαμμιτών του Παλαιοζωικού (Σχ.13). Η ανάβλυση του νερού της πηγής γίνεται λίγο πιο κάτω από την επαφή ασβεστόλιθων - σχιστοψαμμιτών, μέσα από διαρρηγμένους αδρόκοκκους ψαμμίτες. Η πηγή είναι επαφής και βρίσκεται σε υψόμετρο 1040m. Η εκροή είναι μόνιμη και γίνεται από δύο σημεία και η παροχή είναι $6\text{m}^3/\text{h}$ με σημαντική διακύμανση. Χρησιμοποιείται για άρδευση, αλλά είναι κατάλληλη και για ύδρευση.

Π6) Φλέβες. Βρίσκεται στην κοινότητα Μανικίων, στη θέση Κόκκινος Βράχος. Η περιοχή όπου βρίσκεται η πηγή, μορφολογικά αποτελεί στενή κοιλάδα και γεωλογικά αποτελείται από Μεσοζωικούς ασβεστόλιθους, οι οποίοι είναι επικείμενοι στρωματογραφικά σχιστοψαμμιτών του Παλαιοζωικού (Σχ.14). Η πηγή είναι επαφής και βρίσκεται σε υψόμετρο 772m. Η εκροή είναι μόνιμη και η παροχή $19\text{m}^3/\text{h}$ με μεγάλη διακύμανση. Η παροχή της πηγής αυξάνεται σημαντικά κατά την υγρή περίοδο του έτους, λόγω κατείσδυσης μεγάλου μέρους επιφανειακού νερού του χειμάρρου στους ασβεστόλιθους, μέσω μικρής καταβόθρας ανάντη της πηγής και επανεμφάνισής του στην επιφάνεια, στο σημείο ανάβλυσης. Χρησιμοποιείται για ύδρευση.

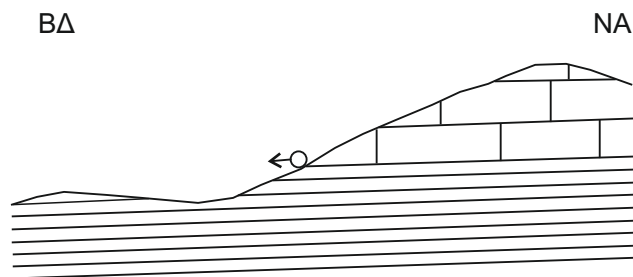
Συμπεραίνουμε ότι υπάρχουν αρκετές πηγές στη λεκάνη απορροής, με σημαντική παροχή, που σημαίνει ότι υπόγεια νερά κατευθύνονται προς τη λεκάνη απορροής.

Σχήμα 9. Πηγή Π1 "Αγίας Τριάδας"

Τοπογραφικό σκαρίφημα



Γεωλογική τομή

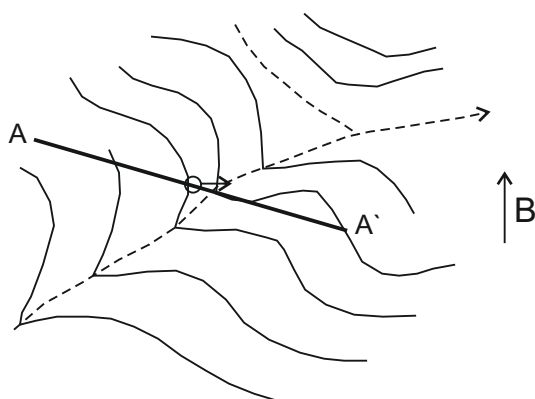


Μεσοζωικοί ασβεστόλιθοι

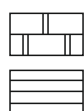
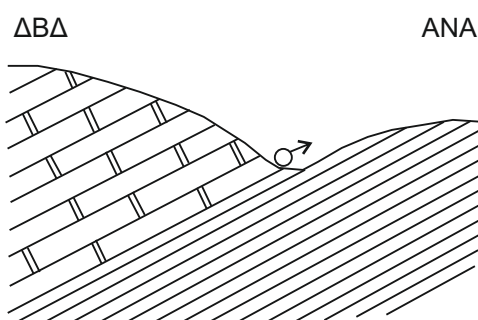
Παλαιοζωικοί σχιστοψαμμίτες

Σχήμα 10. Πηγή Π2 “Εφτάπλου”

Τοπογραφικό σκαρίφημα



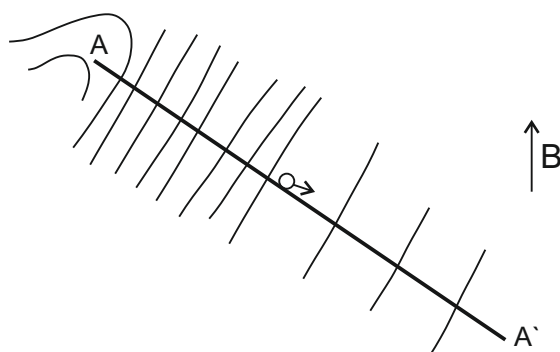
Γεωλογική τομή



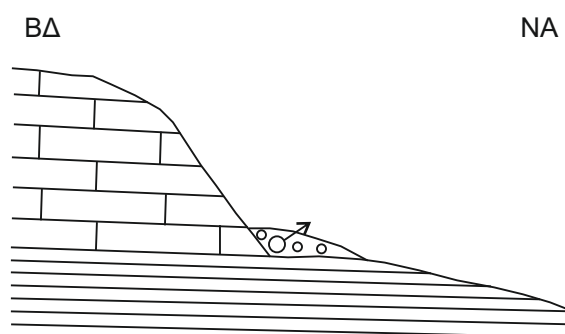
Φακοειδής ένστρωση ασβεστόλιθου μέσα
σε σχιστοψαμμίτες του Παλαιοζωικού
Παλαιοζωικοί σχιστοψαμμίτες

Σχήμα 11. Πηγή Π3 "Γενίτσαρη"

Τοπογραφικό σκαρίφημα



Γεωλογική τομή



Κορήματα



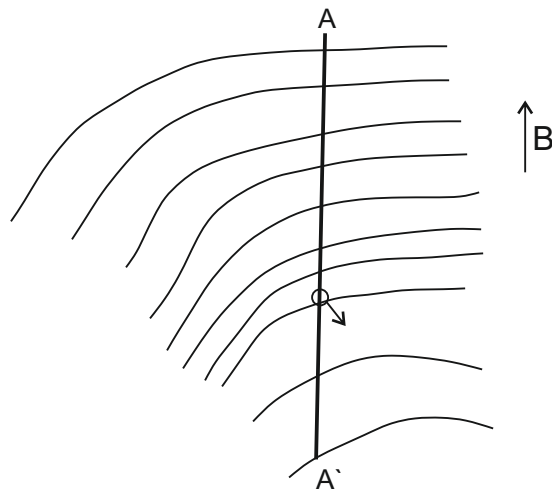
Μεσοζωικοί ασβεστόλιθοι



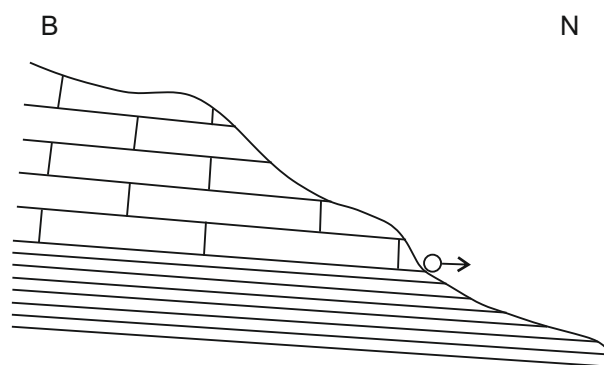
Παλαιοζωικοί σχιστοψαμμίτες

Σχήμα 12. Πηγή Π4 "Μωραΐτη-Γενίτσαρη"

Τοπογραφικό σκαρίφημα



Γεωλογική τομή



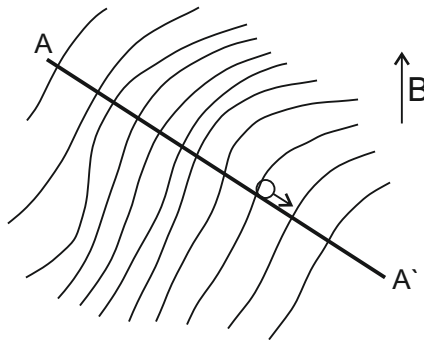
Μεσοζωικοί ασβεστόλιθοι



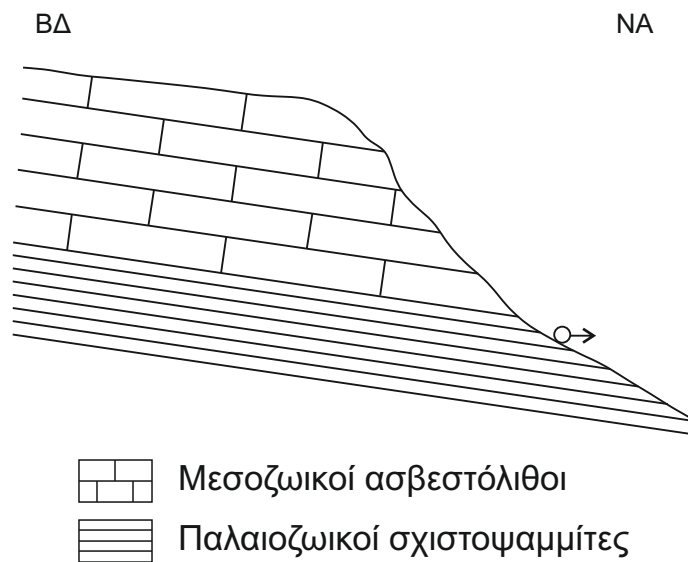
Παλαιοζωικοί σχιστοψαμμίτες

Σχήμα 13. Πηγή Π5 "Μελίσσι"

Τοπογραφικό σκαρίφημα

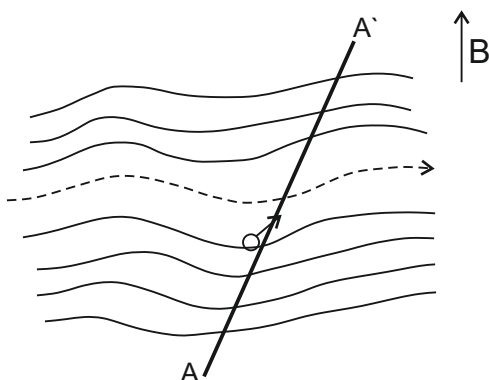


Γεωλογική τομή

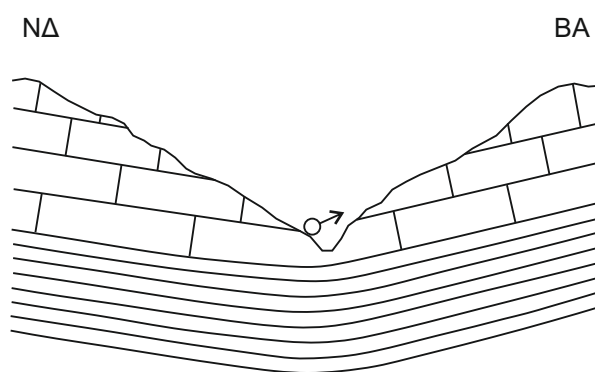


Σχήμα 14. Πηγή Π6 “Φλέβες”

Τοπογραφικό σκαρίφημα



Γεωλογική τομή



Μεσοζωικοί ασβεστόλιθοι



Παλαιοζωικοί σχιστοψαμμίτες

2.1.4 Υδρολογία λεκάνης

α. Υδρολογικό ισοζύγιο

Το υδρολογικό ισοζύγιο υπολογίστηκε με τη μέθοδο Thornthwaite, σύμφωνα με την οποία υπολογίζεται αρχικά ο ετήσιος θερμικός δείκτης I , που είναι ίσος με το άθροισμα των μηνιαίων θερμικών δεικτών i των 12 μηνών. Ο μηνιαίος θερμικός δείκτης i δίνεται από τον τύπο:

$$i = (T/5)^{1.514}$$

Όπου T είναι η μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα ($^{\circ}\text{C}$). Υπολογίστηκε ότι ο ετήσιος θερμικός δείκτης είναι $I=67,73$. Επίσης υπολογίστηκε:

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

$$= 0,49239 + 1792 \cdot 10^{-5} \cdot 67,73 - 771 \cdot 10^{-7} \cdot 67,73^2 + 675 \cdot 10^{-9} \cdot 67,73^3 = 1,562$$

Τελικά υπολογίζεται η μηνιαία δυνητική εξατμισοδιαπνοή E_{Δ} σε mm, από τον τύπο:

$$E_{\Delta} = 16(10T/I)^{\alpha}$$

Από τα παραπάνω προκύπτει:

$$E_{\Delta} = 16(10T/67,73)^{1,562}$$

Ο υπολογισμός του υδρολογικού ισοζυγίου παρουσιάζεται στον Πίνακα 7 και στο Σχ.15 δίνεται το διάγραμμα της μεθόδου Thornthwaite.

Το υδρολογικό ισοζύγιο μπορεί να εκφρασθεί με την εξίσωση:

$$P = E_{\Pi} + Q$$

Όπου P είναι το μέσο ετήσιο ύψος κατακρημνισμάτων, E_{Π} είναι η μέση ετήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή και Q είναι η μέση ετήσια ολική απορροή. Αυτή η εξίσωση εκφράζεται ως εξής:

$$\text{Ύψος νερού (mm): } 1020,9 = 479,99 + 540,91$$

$$\text{Συντελεστής (\%): } 100 = 47 + 53$$

$$\text{Όγκος (m}^3\text{): } 18603350,25 = 8746617,775 + 9856732,475$$

Πίνακας 7. Υπολογισμός υδρολογικού ισοζυγίου με τη μέθοδο Thornthwaite

Μήνες	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	Σύνολο
T	6,6	6,6	9,3	13,0	17,3	22,8	23,1	22,9	19,7	17,9	12,5	8,8	
i	1,52	1,52	2,56	4,25	6,55	9,95	10,15	10,01	7,97	6,90	4,00	2,35	I=67,73
E _Δ	15,37	15,37	26,25	44,30	69,23	106,55	108,74	107,28	84,80	73,01	41,67	24,08	
n	0,85	0,84	1,03	1,10	1,23	1,24	1,25	1,17	1,04	0,96	0,84	0,83	
E'Δ	13,06	12,91	27,04	48,73	85,15	132,12	135,92	125,52	88,19	70,09	35,00	19,99	
P	161,9	142,6	125,9	44,0	42,0	26,6	18,8	38,0	32,5	122,9	120,1	145,6	1020,9
W	100	100	100	95,27	52,12	0	0	0	0	52,81	100	100	
E _Π	13,06	12,91	27,04	48,73	85,15	78,72	18,8	38,0	32,5	70,09	35,00	19,99	479,99
Q	148,84	129,69	98,86	0	0	0	0	0	0	0	37,91	125,61	540,91

T: Μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα (°C)

i: Μηνιαίος θερμικός δείκτης

I: Ετήσιος θερμικός δείκτης

E_Δ: Μηνιαία δυνητική εξατμισοδιαπνοή (mm)

n: Συντελεστής διόρθωσης για γεωγραφικό πλάτος 38°

E'Δ: Διορθωμένη μηνιαία δυνητική εξατμισοδιαπνοή (mm)

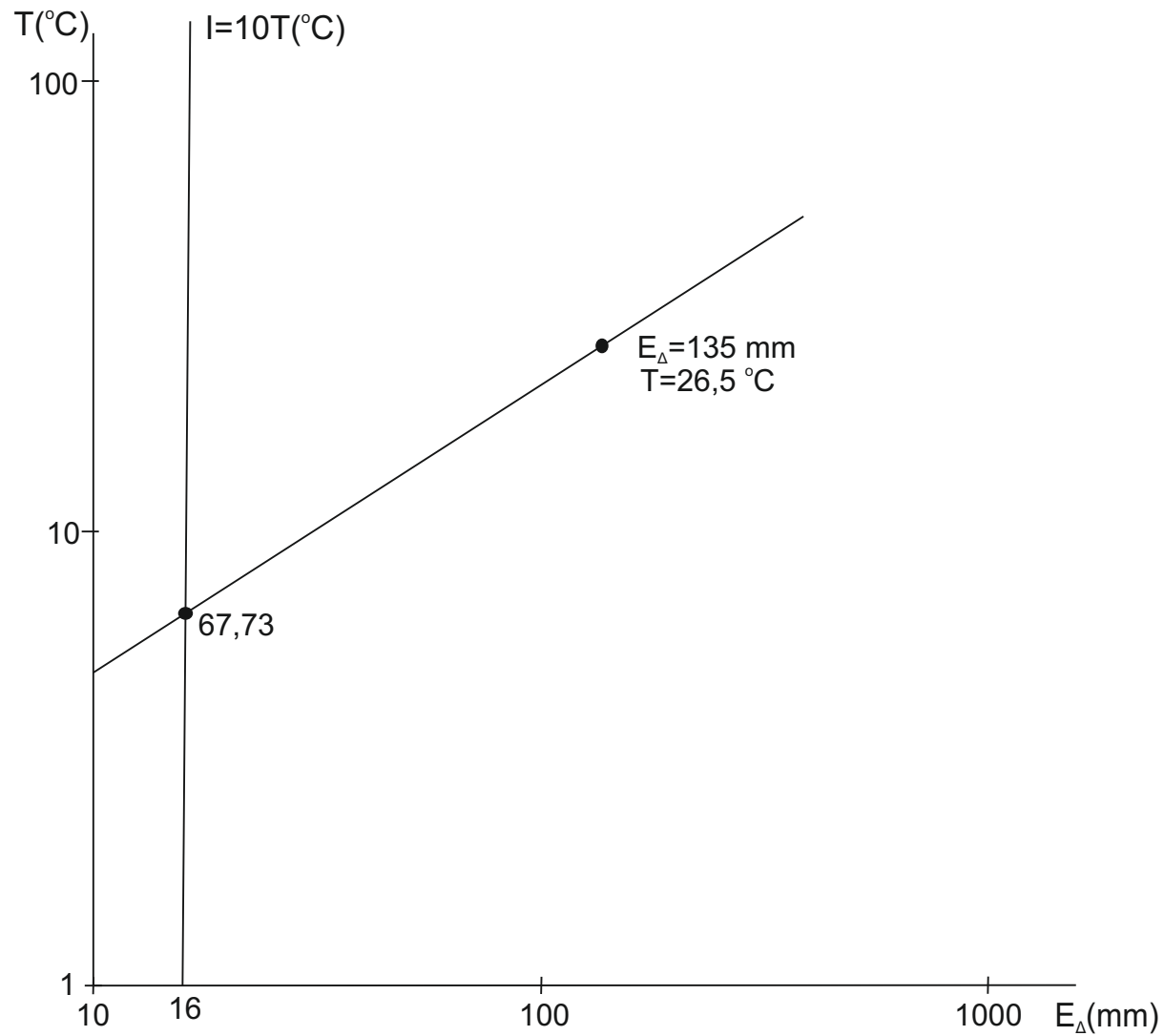
P: Μέσο μηνιαίο ύψος κατακρημνισμάτων (mm)

W: Εδαφική υγρασία (mm)

E_Π: Μηνιαία πραγματική εξατμισοδιαπνοή (mm)

Q: Μηνιαία ολική απορροή (mm)

Σχήμα 15. Διάγραμμα μεθόδου Thornthwaite



β. Μέση ετήσια επιφανειακή απορροή

Η μέση ετήσια επιφανειακή απορροή που αντιστοιχεί σε κάθε σχηματισμό της λεκάνης απορροής, δίνεται από το γινόμενο $F_i \cdot P \cdot c_i$ όπου F_i είναι η επιφάνεια που καλύπτει κάθε σχηματισμός, P είναι το μέσο ετήσιο βροχομετρικό ύψος ($P=1020.9\text{mm}$) και c_i είναι ο συντελεστής επιφανειακής απορροής του σχηματισμού. Δεχόμαστε συντελεστή επιφανειακής απορροής για τις Τεταρτογενείς αποθέσεις $c_1=5\%$, για τους Μεσοζωικούς ασβεστόλιθους $c_2=10\%$ και για τους σχιστολιθικούς σχηματισμούς $c_3=30\%$. Επομένως η μέση ετήσια επιφανειακή απορροή κάθε σχηματισμού θα είναι:

Τεταρτογενείς αποθέσεις:

$$F_1 \cdot P \cdot c_1 = 205000\text{m}^2 \cdot 1.0209\text{m} \cdot 0.05 = 10464.225 \text{ m}^3$$

Μεσοζωικοί ασβεστόλιθοι:

$$F_2 \cdot P \cdot c_2 = 738000\text{m}^2 \cdot 1.0209\text{m} \cdot 0.1 = 753424.2 \text{ m}^3$$

Σχιστολιθικοί σχηματισμοί:

$$F_3 \cdot P \cdot c_3 = 1069000\text{m}^2 \cdot 1.0209\text{m} \cdot 0.3 = 3274026.3 \text{ m}^3$$

Η μέση ετήσια επιφανειακή απορροή W_Q της λεκάνης απορροής, προκύπτει από το άθροισμα των μέσων ετήσιων επιφανειακών απορροών των σχηματισμών που καλύπτουν την επιφάνεια της λεκάνης. Σύμφωνα με τα παραπάνω είναι:

$$W_Q = 10464.225 + 753424.2 + 3274026.3 = 4037914.725\text{m}^3 = 4.04 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

γ. Ειδική απόδοση λεκάνης απορροής

Η ειδική απόδοση q της λεκάνης απορροής είναι:

$$q = W_Q / E = [(4037914.725 \cdot 1000) / (31536000\text{sec})] / 18.22\text{Km}^2 = 7.03 \text{ l/sec} \cdot \text{Km}^2$$

Όπου W_Q είναι η μέση ετήσια επιφανειακή απορροή της λεκάνης και E είναι το ολικό εμβαδόν της λεκάνης.

δ. Πλημμυρικές παροχές

Ο υπολογισμός της πλημμυρικής παροχής της λεκάνης απορροής έγινε με τις παρακάτω μεθόδους:

Εμπειρική μέθοδος

Η πλημμυρική παροχή Q_m της λεκάνης θα είναι:

$$Q_m = 14 \cdot \sqrt{E} \cdot \log E = 14 \cdot \sqrt{18.22} \cdot \log 18.22 = 75.33 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Όπου E είναι η ολική επιφάνεια της λεκάνης απορροής σε Km^2 .

Μέθοδος Fuller

Αρχικά υπολογίζεται η μέση πλημμυρική παροχή q_m για $T=1$ έτος:

$$q_m = 1.8 \cdot E^{0.8} = 1.8 \cdot 18.22^{0.8} = 18.35 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Η πλημμυρική παροχή Q_m της λεκάνης θα είναι:

$$Q_m = q_m [1 + (0.8 \cdot \log T)] \cdot [1 + (2.66/E^{0.3})] = 18.35 [1 + (0.8 \cdot \log 100)] \cdot [1 + (2.66/18.22^{0.3})] = 100.84 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Όπου T είναι η περίοδος επανάληψης πλημμύρας (100 έτη).

Μέθοδος Giandotti

Υπολογίζεται η διαφορά $H_m - q = 1030 - 720.50 = 309.5\text{m}$ όπου H_m είναι το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής σε m και q είναι το ελάχιστο υψόμετρο της λεκάνης απορροής σε m.

Ο χρόνος άφιξης t_c του πλημμυρικού κύματος είναι:

$$t_c = (4 \cdot \sqrt{E} + 1.5 \cdot L_{\max}) / (0.8 \cdot \sqrt{H_m - q}) = (4 \cdot \sqrt{18.22} + 1.5 \cdot 7.45) / (0.8 \cdot \sqrt{309.5}) = 2.01 \text{ h}$$

Όπου $L_{\max}$ είναι το μήκος του μέγιστου μισγάγγειου της λεκάνης απορροής σε Km.

Η ένταση P_i της βροχόπτωσης είναι:

$$P_i = (30 \cdot \log T + 15) \cdot t_c^{-0.6} = (30 \cdot \log 100 + 15) \cdot 2.01^{-0.6} = 49.334 \text{ mm/h}$$

Τελικά η πλημμυρική παροχή Q_m της λεκάνης θα είναι:

$$Q_m = 0.278 \cdot E \cdot P_i \cdot R_s = 0.278 \cdot 18.22 \cdot 49.334 \cdot 0.53 = 132.44 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Όπου R_s είναι ο συντελεστής απορροής.

ε. Μέγεθος υπερχειλιστή

Όπως φαίνεται στον τοπογραφικό χάρτη 1:5000, η διεύθυνση της κοίτης του ποταμού μεταβάλλεται από ΝΔ-ΒΑ στη θέση θεμελίωσης του φράγματος, σε ΒΔ-ΝΑ αμέσως κατάντη του φράγματος. Επομένως λαμβάνοντας υπόψη τη μορφολογία, για να οδηγηθεί η πλημμυρική παροχή απ' ευθείας στην κοίτη του ποταμού, κατάλληλο για τον υπερχειλιστή είναι το δεξιό αντέρεισμα, στο οποίο θα κατασκευαστεί με τη μορφή σήραγγας.

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς των πλημμυρικών παροχών, η παροχή θα είναι $Q = 132 \text{ m}^3/\text{sec}$. Δεχόμαστε ταχύτητα ροής $v = 4.52 \text{ m/sec}$. Από τον τύπο:

$$Q = v \cdot F$$

προκύπτει ότι η επιφάνεια F της διατομής της σήραγγας του υπερχειλιστή θα είναι:

$$F = Q/v = 132/4.52 = 29.2 \text{ m}^2$$

Από τον τύπο:

$$F = \pi \cdot r^2$$

υπολογίζεται η ακτίνα r της σήραγγας του υπερχειλιστή:

$$r = \sqrt{(F/\pi)} = \sqrt{(29.2/3.14)} = 3.0 \text{ m}$$

Επομένως η διάμετρος της σήραγγας του υπερχειλιστή θα είναι $D = 6\text{m}$. Ο υπερχειλιστής παρουσιάζεται στο Σχ. 17.

2.1.5 Ύψος φράγματος

Στον Πίνακα 8 παρουσιάζεται η χωρητικότητα του ταμιευτήρα ανά ισοϋψή, με το αντίστοιχο ύψος φράγματος, όπως υπολογίστηκαν από τον τοπογραφικό χάρτη με κλίμακα 1:5000. Οι υπολογισμοί έγιναν σύμφωνα με τον τύπο:

$$V_n = [(E_{n-1} + E_n)/2] \cdot h_n$$

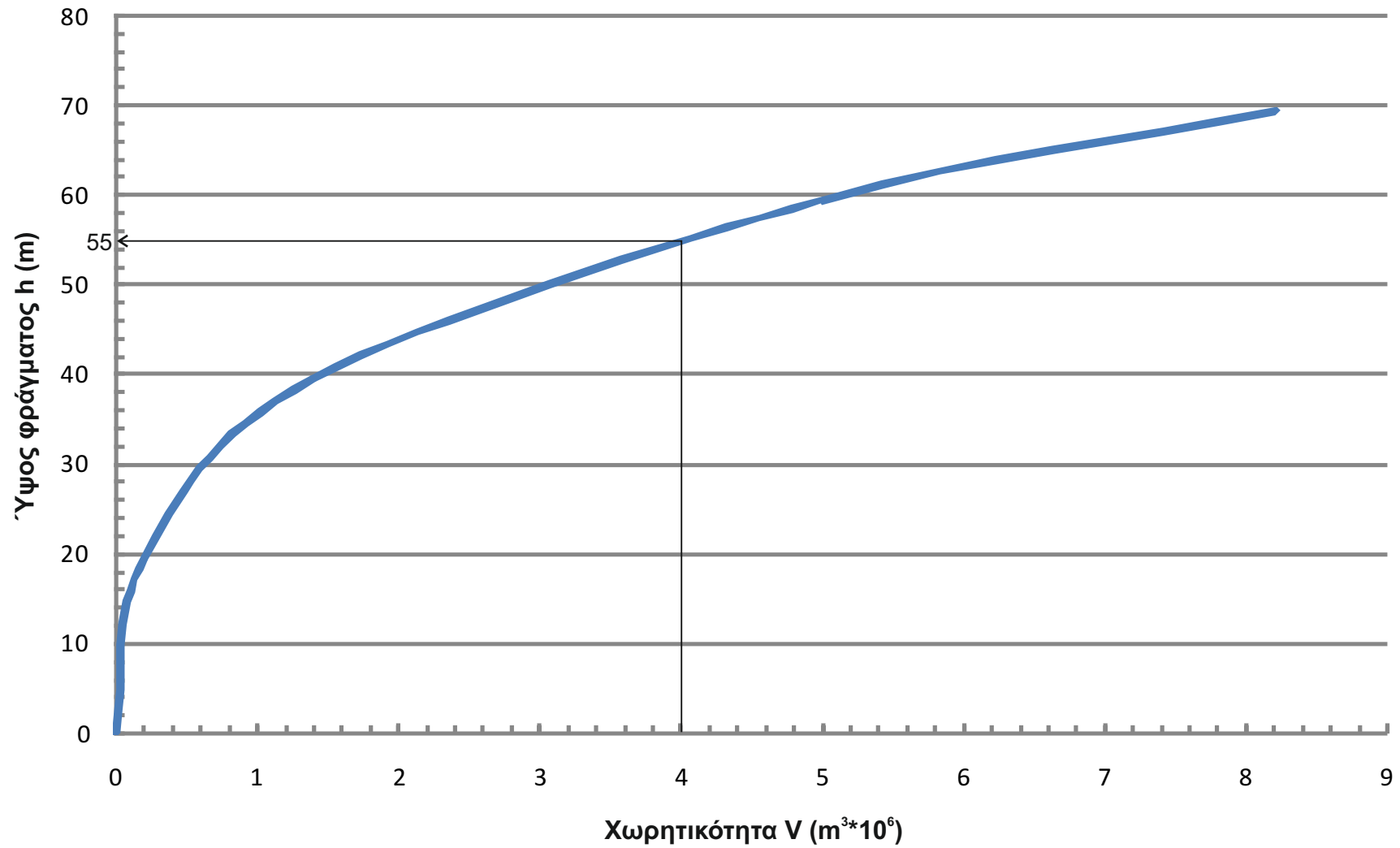
Όπου V_n είναι η χωρητικότητα ανάμεσα σε δύο διαδοχικές ισοϋψείς, E είναι η επιφάνεια που καλύπτει κάθε ισοϋψής και h_n είναι η ισοδιάσταση του χάρτη. Για Σh_n αντιστοιχεί όγκος νερού ΣV_n .

Πίνακας 8. Χωρητικότητα ταμιευτήρα ανά ισοϋψή

Υψόμετρο (m)	Επιφάνεια $E(m^2)$	Ύψος φράγματος $h(m)$	Χωρητικότητα ταμιευτήρα $V(m^3)$
720.50	0	0	0
740	19325	19.5	$0.19 \cdot 10^6$
760	101075	39.5	$1.39 \cdot 10^6$
780	259725	59.5	$5 \cdot 10^6$
790	369375	69.5	$8.15 \cdot 10^6$

Στο Σχ.16 δίνεται το διάγραμμα ύψος φράγματος h - χωρητικότητα ταμιευτήρα V . Από την καμπύλη ύψους φράγματος - χωρητικότητας ταμιευτήρα, προκύπτει ότι για μέση ετήσια απορροή $4.04 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, το ύψος του φράγματος H_Φ θα είναι 55m.

Σχήμα 16. Ύψος φράγματος



2.2 ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ

2.2.1 Μορφολογία λεκάνης

Η περιοχή της λεκάνης κατάκλυσης αποτελεί μορφολογικά στενή κοιλάδα, με μεγάλες κλίσεις πρηνών, η οποία διευρύνεται σε ορισμένα σημεία. Η μέγιστη στάθμη του ταμιευτήρα θα βρίσκεται στο υψόμετρο 775.5m και το μήκος της λίμνης θα είναι $l=2052.5m=2.05Km$. Στο Σχ.17 παρουσιάζονται τα όρια της λεκάνης κατάκλυσης και οι θέσεις των μορφολογικών τομών και στα Σχ. 18 και 19 οι μορφολογικές τομές της λεκάνης κατάκλυσης.

Στον Πίνακα 9 δίνονται οι επιφάνειες μεταξύ των ισοϋψών, όπως προκύπτουν από τον τοπογραφικό χάρτη με κλίμακα 1:5000.

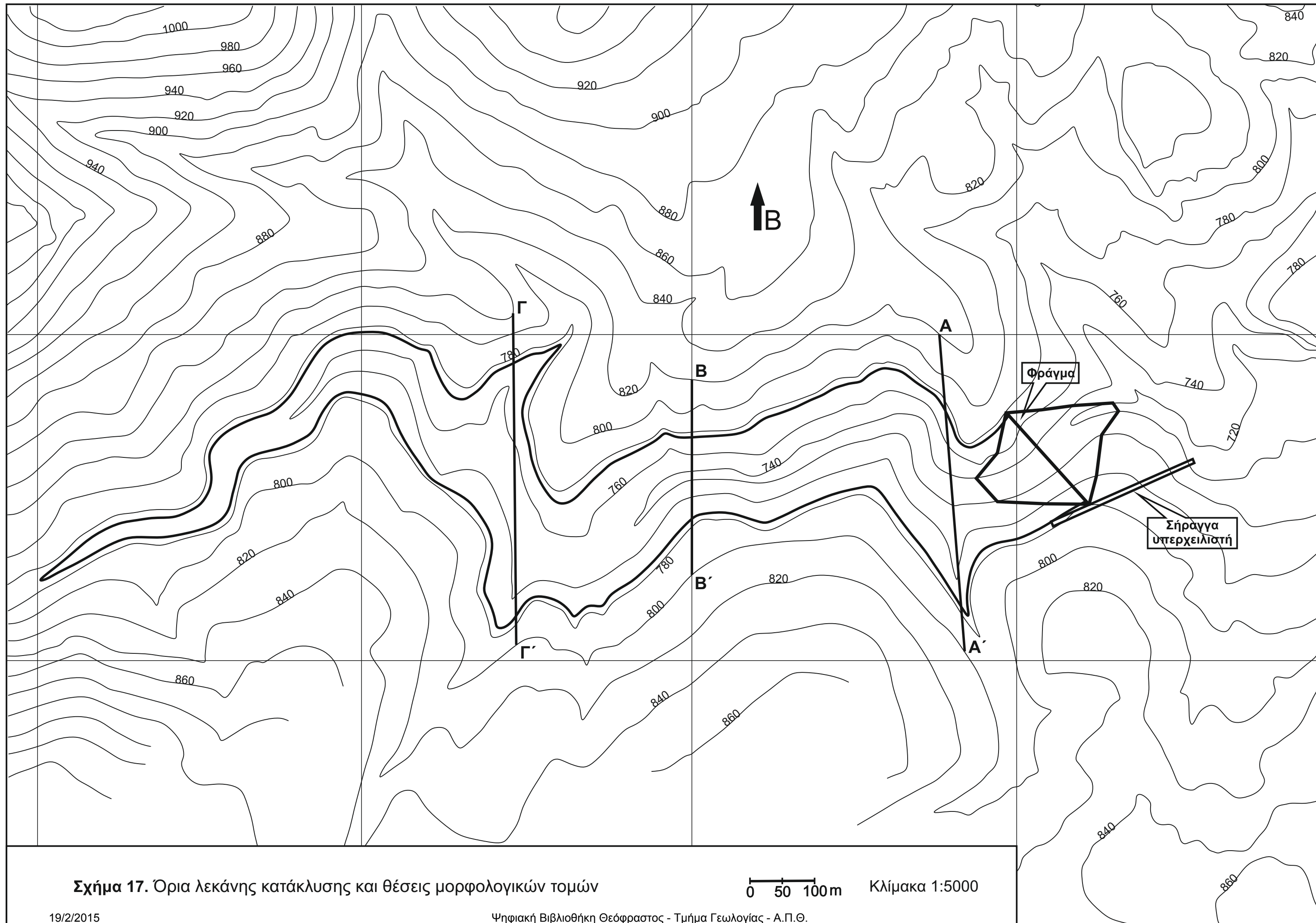
Πίνακας 9. Επιφάνεια μεταξύ ισοϋψών λεκάνης κατάκλυσης

Ισοϋψείς	Επιφάνεια μεταξύ ισοϋψών (m^2)
720.50-740	$E_1=19325$
740-760	$E_2=81750$
760-775.50	$E_3=116275$

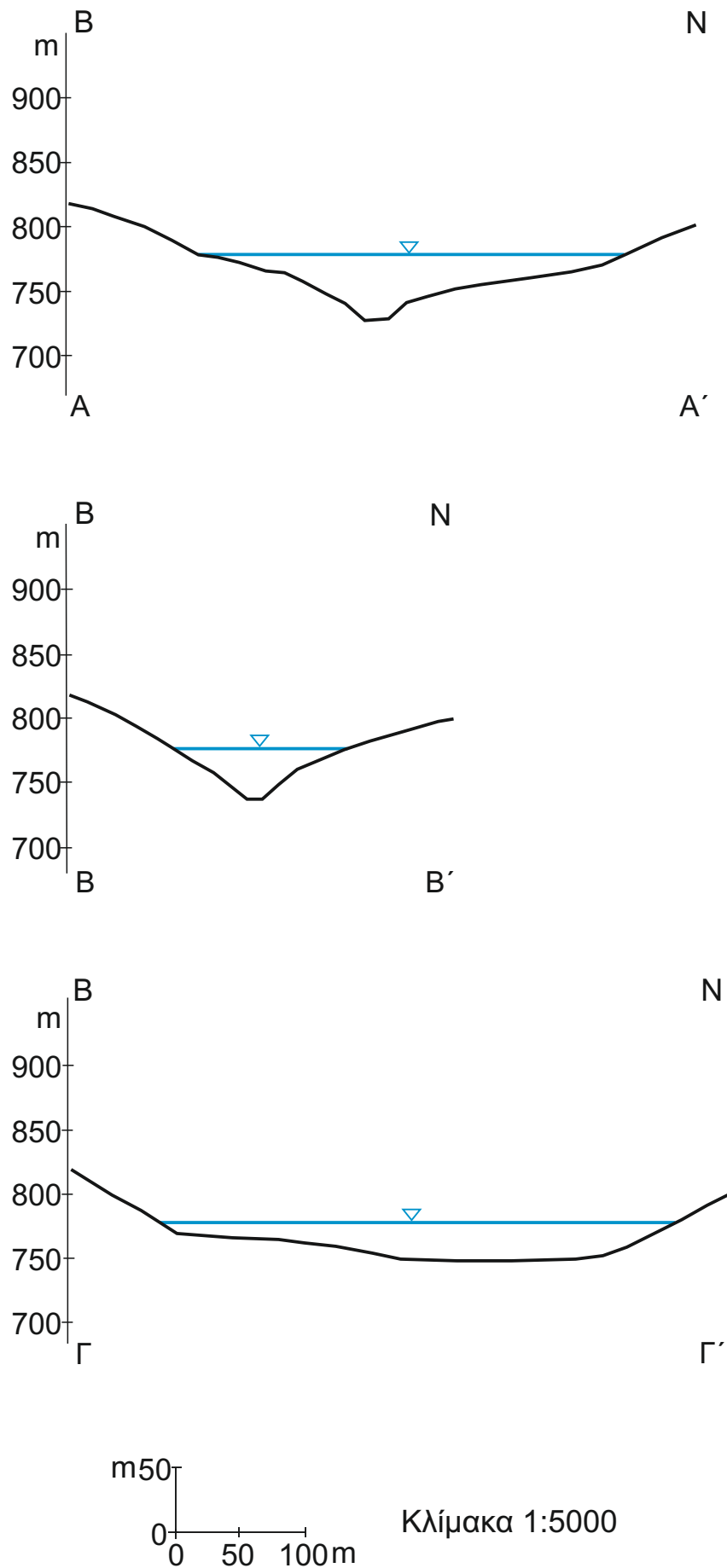
Το ολικό εμβαδόν E_{tot} της λεκάνης κατάκλυσης υπολογίζεται από τον τύπο:

$$E_{tot} = \sum E_i$$

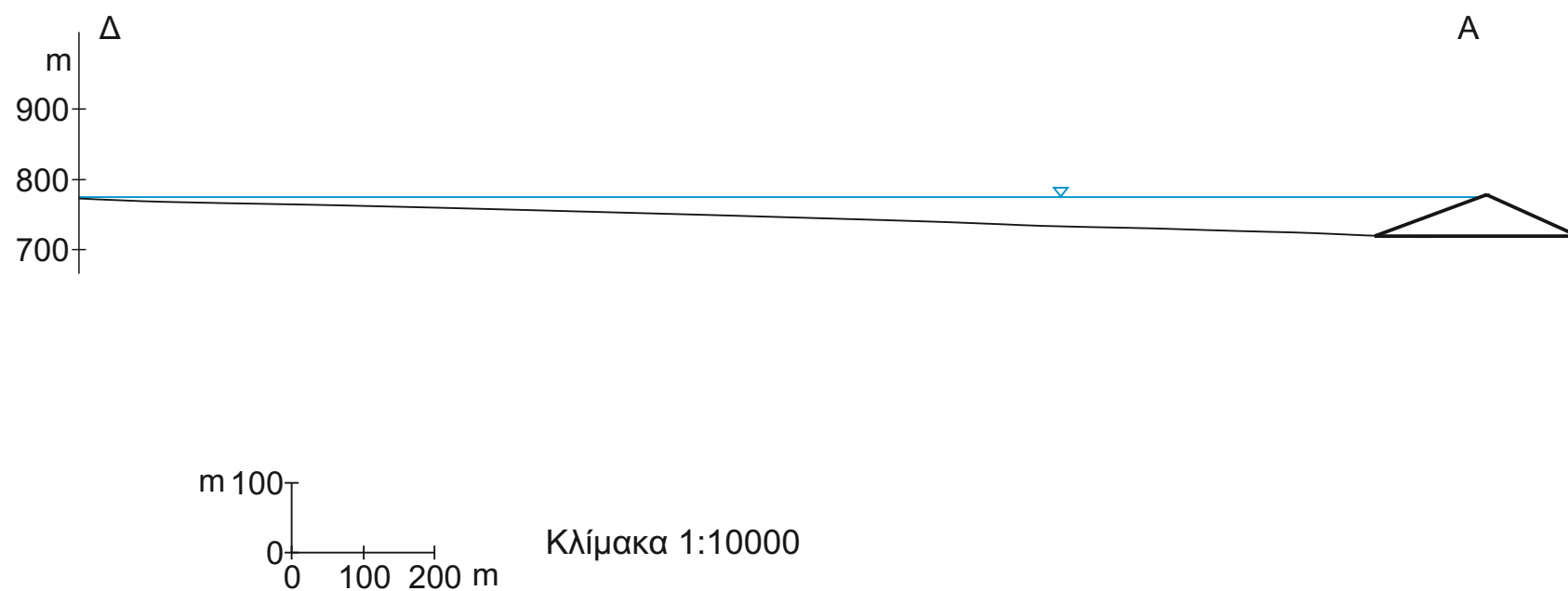
Όπου E_i είναι η επιφάνεια μεταξύ διαδοχικών ισοϋψών. Σύμφωνα με τον τύπο αυτό, η επιφάνεια της λεκάνης κατάκλυσης στο υψόμετρο 775.5m, είναι $E_{tot}=217350 m^2$.



Σχήμα 18. Μορφολογικές τομές λεκάνης κατάκλυσης



Σχήμα 19. Μορφολογική τομή κατά μήκος της λεκάνης κατάκλυσης



2.2.2 Χωρητικότητα ταμειευτήρα

Η ολική χωρητικότητα V_{tot} του ταμειευτήρα υπολογίζεται από τον τύπο:

$$V_{tot} = \sum \left[\left(\frac{E_i + E_{i+1}}{2} \right) * d \right]$$

Όπου E είναι η επιφάνεια που καλύπτει κάθε ισοϋψής και d είναι η ισοδιάσταση του χάρτη. Από τον τύπο αυτό προκύπτει ότι η χωρητικότητα του ταμειευτήρα στο υψόμετρο 775.5m, που είναι το υψόμετρο της μέγιστης στάθμης του ταμειευτήρα, είναι:

$$V_{tot} = 188418.75 + 1204000 + 2467793.75 = 3860212.5 \text{ m}^3 = 3.86 * 10^6 \text{ m}^3$$

Η ωφέλιμη χωρητικότητα V_w του ταμειευτήρα είναι:

$$V_w = 1.1 * 0.8 * W_Q = 1.1 * 0.8 * 4037914.725 = 3553364.958 \text{ m}^3 = 3.55 * 10^6 \text{ m}^3$$

Όπου W_Q είναι η μέση ετήσια επιφανειακή απορροή της λεκάνης απορροής.

2.2.3 Γεωλογία και υδρογεωλογία λεκάνης κατάκλυσης

Η λεκάνη κατάκλυσης αποτελείται από τους σχιστολιθικούς σχηματισμούς του Άνω Παλαιοζωικού - Κάτω Τριαδικού. Τα πετρώματα αυτά είναι πρακτικά αδιαπέρατα και εξασφαλίζουν τη στεγανότητα της λεκάνης.

Μόνο τοπικά καλύπτεται επιφανειακά από μανδύα αποσάθρωσης, κορήματα και αποθέσεις κοίτης, οι οποίες είναι μικρού πάχους, μέχρι 3m. Σε μια θέση, μακριά από τον χώρο θεμελίωσης του φράγματος, παρατηρούνται και τα υλικά των αναβαθμίδων, τα οποία είναι περιορισμένης έκτασης και πάχους. Όλα αυτά τα υλικά, λόγω της μικρής ανάπτυξής τους και του ότι αναπτύσσονται πάνω στους αδιαπέρατους σχιστολιθικούς σχηματισμούς, δεν δημιουργούν πρόβλημα στη στεγανότητα της λεκάνης.

Οι ασβεστολιθικές ενστρώσεις του Άνω Παλαιοζωικού - Κάτω Τριαδικού και οι ασβεστόλιθοι του Τριαδικού-Ιουρασικού, αναπτύσσονται έξω από τα όρια της λεκάνης κατάκλυσης.

2.3 ΘΕΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

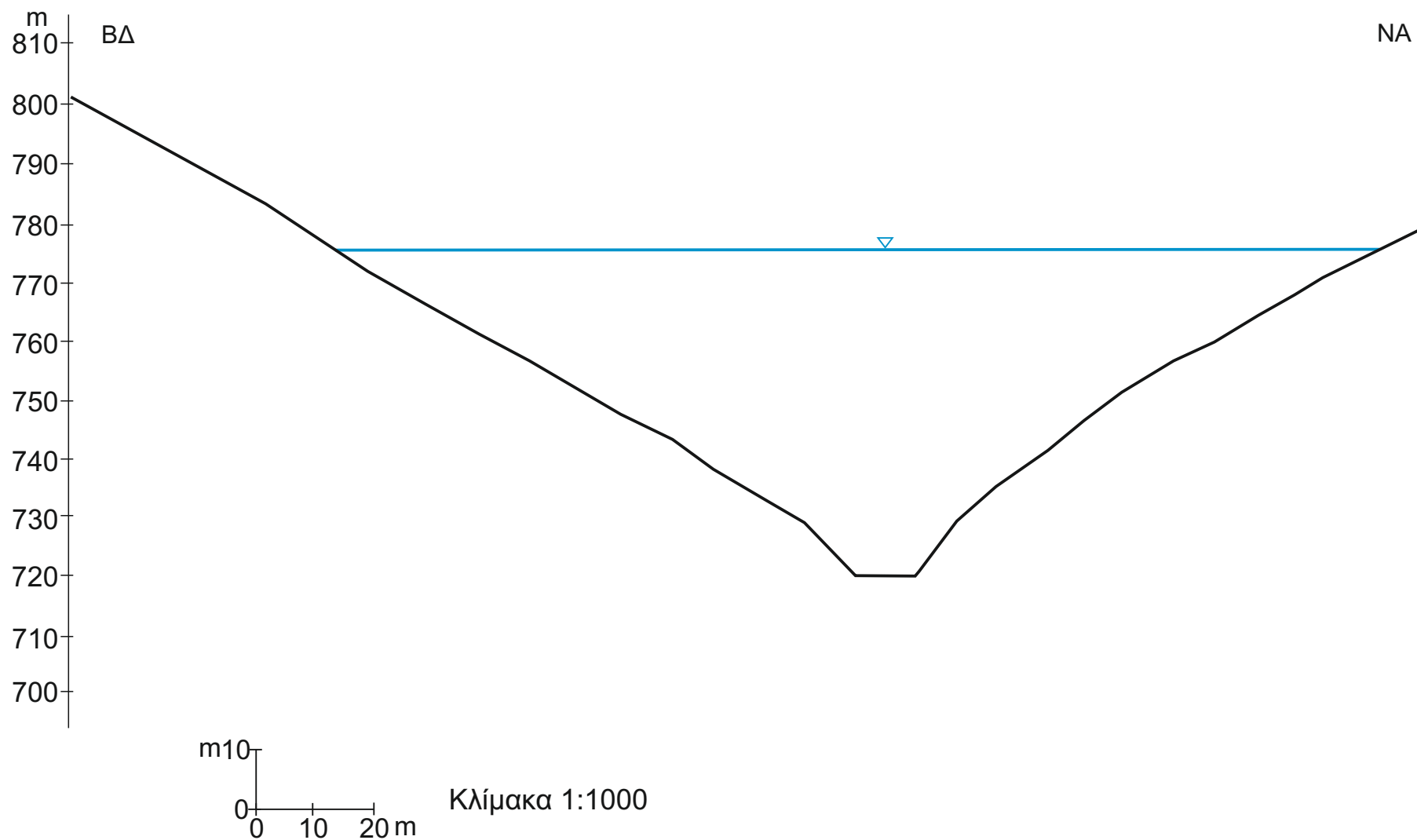
2.3.1 Μορφολογία θέσης

Η θέση που θα θεμελιωθεί το φράγμα βρίσκεται σε απόσταση 725m ανάντη της καταβόθρας Μανικίων, στα ΔΝΔ αυτής. Το υψόμετρο της κοίτης του ποταμού στη θέση του άξονα του φράγματος είναι 720.50m.

Στη θέση θεμελίωσης του φράγματος η κοιλάδα στενεύει, ενώ ανάντη του φράγματος η κοιλάδα τοπικά διευρύνεται. Επομένως αυτή η θέση είναι κατάλληλη μορφολογικά για την κατασκευή του φράγματος.

Μέχρι το υψόμετρο των 800m περίπου, το μορφολογικό ανάγλυφο και των δύο αντερείσμάτων είναι έντονο. Στο χαμηλότερο τμήμα του δεξιού αντερείσματος, τα πρανή έχουν κλίση περίπου 41° , ενώ στο υψηλότερο τμήμα, τα πρανή έχουν κλίση περίπου 29° . Στο αριστερό αντέρεισμα, τα πρανή έχουν κλίση περίπου 30° . Μετά το υψόμετρο των 800m, το ανάγλυφο και των δύο αντερείσμάτων γίνεται πιο ήπιο. Στο Σχ.20 παρουσιάζεται η μορφολογική τομή κατά μήκος του άξονα του φράγματος.

Σχήμα 20. Μορφολογική τομή κατά μήκος του άξονα του φράγματος



2.3.2 Γεωλογία και τεκτονική

Η περιοχή της θέσης θεμελίωσης του φράγματος γεωλογικά αποτελείται από συνεκτικούς σχιστόλιθους, του Άνω Παλαιοζωικού - Κάτω Τριαδικού, οι οποίοι είναι πτυχωμένοι. Τοπικά καλύπτονται από Τεταρτογενείς αποθέσεις, μικρής έκτασης και πάχους, οι οποίες περιλαμβάνουν τους εξής σχηματισμούς:

- 1) Σύγχρονες αποθέσεις κοίτης. Αποτελούνται από κροκάλες, χαλίκια, άμμους και αργίλους, σε ποικίλλουσα αναλογία κατά θέσεις. Συχνή είναι και η παρουσία ογκόλιθων. Το πάχος των αποθέσεων αυτών είναι γενικά μικρό και κατά τμήματα απουσιάζουν τελείως από την κοίτη.
- 2) Ποτάμιες αναβαθμίδες. Αποτελούνται κυρίως από κροκαλολατύπες, χαλίκια και άμμους, με μικρό ποσοστό αργίλων. Το πάχος τους είναι μικρό και σπάνια υπερβαίνει τα 2m.
- 3) Πλευρικά κορήματα. Αποτελούνται συνήθως από τεμάχια σχιστόλιθου, ανάμικτα με μικρό ή μεγαλύτερο ποσοστό αργιλικών υλικών κατά θέσεις. Η έκταση και το πάχος τους είναι μικρό.
- 4) Παλαιές ποτάμιες αναβαθμίδες. Αποτελούνται από κροκάλες, χαλίκια, άμμους και αργίλους. Η ανάπτυξή τους στην περιοχή του φράγματος είναι μικρή.

2.3.3 Υδρογεωλογία

2.3.3.1 Αξιολόγηση στάθμης υδροφόρου ορίζοντα

α. Διαγράμματα διακύμανσης στάθμης $h=f(t)$

Στον Πίνακα 10 δίνονται οι απόλυτες στάθμες του νερού, που μετρήθηκαν στις γεωτρήσεις Γ1-Γ3, Μ1, Μ2, Μ4 και Μ5 που διανοίχθηκαν στον άξονα του φράγματος και στη Μ6 που διανοίχθηκε ανάντη του φράγματος. Οι μετρήσεις της στάθμης έγιναν από 14 Ιουλίου έως 21 Αυγούστου.

Στα Σχ.21-28 παρουσιάζονται τα διαγράμματα διακύμανσης της στάθμης $h=f(t)$. Από τα διαγράμματα αυτά, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα: Η διακύμανση της στάθμης που παρατηρείται στη γεώτρηση Γ2 από 14 Ιουλίου έως 23 Ιουλίου, στη γεώτρηση Γ1 από 24 Ιουλίου έως 6 Αυγούστου και στη γεώτρηση Γ3 από 9 Αυγούστου έως 14 Αυγούστου, οφείλεται στις εργασίες διάτρησης της γεώτρησης. Μετά το τέλος της διάτρησης, στη γεώτρηση Γ2 στην κοίτη του ποταμού, η στάθμη είναι σταθερή. Στο δεξιό αντέρεισμα, στη γεώτρηση Γ1, η διακύμανση της στάθμης είναι μεγάλη και στις γεωτρήσεις Μ1, Μ2 η διακύμανση της στάθμης είναι μικρή. Στο αριστερό αντέρεισμα, στη γεώτρηση Γ3, η στάθμη στις 21 Αυγούστου, έχει κατέβει σε απόλυτο υψόμετρο 743.5m. Στη γεώτρηση Μ4 η στάθμη είναι σχεδόν σταθερή και στη Μ5 η διακύμανση της στάθμης είναι μικρή. Στη γεώτρηση Μ6 ανάντη του φράγματος, η στάθμη είναι σταθερή.

Πίνακας 10. Απόλυτες στάθμες νερού από 14/7 έως 21/8

<u>Γεώτρηση Γ1</u>		
Χρόνος (ημέρες)	Απόλυτη στάθμη (m)	
	Πρωί	Βράδυ
24-Ιουλ		745
25-Ιουλ	741,9	744,1
26-Ιουλ	741,8	737,5
29-Ιουλ	Κενή	735,6
30-Ιουλ	732,9	743,7
31-Ιουλ	735,2	740,1
1-Αυγ	734,7	736,5
2-Αυγ	734,7	736,15
3-Αυγ	735,1	741,7
5-Αυγ	736,1	741,6
6-Αυγ	734,5	741
7-Αυγ	735,6	
11-Αυγ	735,6	
17-Αυγ	739,5	
21-Αυγ	735,9	

<u>Γεώτρηση Γ2</u>		
Χρόνος (ημέρες)	Απόλυτη στάθμη (m)	
	Πρωί	Βράδυ
14-Ιουλ		719,9
15-Ιουλ	719,7	719,6
16-Ιουλ	719,6	719,7
17-Ιουλ	719,6	719,65
18-Ιουλ	719,7	719,5
19-Ιουλ	719,7	718,4
20-Ιουλ	719,7	717,5
22-Ιουλ	719,5	717,45
23-Ιουλ	719,4	719,8
24-Ιουλ	719,7	
27-Ιουλ	719,65	
30-Ιουλ	719,65	
11-Αυγ	719,7	
17-Αυγ	719,65	
21-Αυγ	719,65	

<u>Γεώτρηση Γ3</u>		
Χρόνος (ημέρες)	Απόλυτη στάθμη (m)	
	Πρωί	Βράδυ
9-Αυγ		756,6
10-Αυγ	754,2	756,8
12-Αυγ	749,1	755,7
13-Αυγ	743,9	752,7
14-Αυγ	744,2	748,3
21-Αυγ	743,5	

<u>Γεώτρηση Μ1</u>	
Χρόνος (ημέρες)	Απόλυτη στάθμη (m)
24-Ιουλ	748,88
27-Ιουλ	748,98
30-Ιουλ	749,08
11-Αυγ	748,23
21-Αυγ	748,48

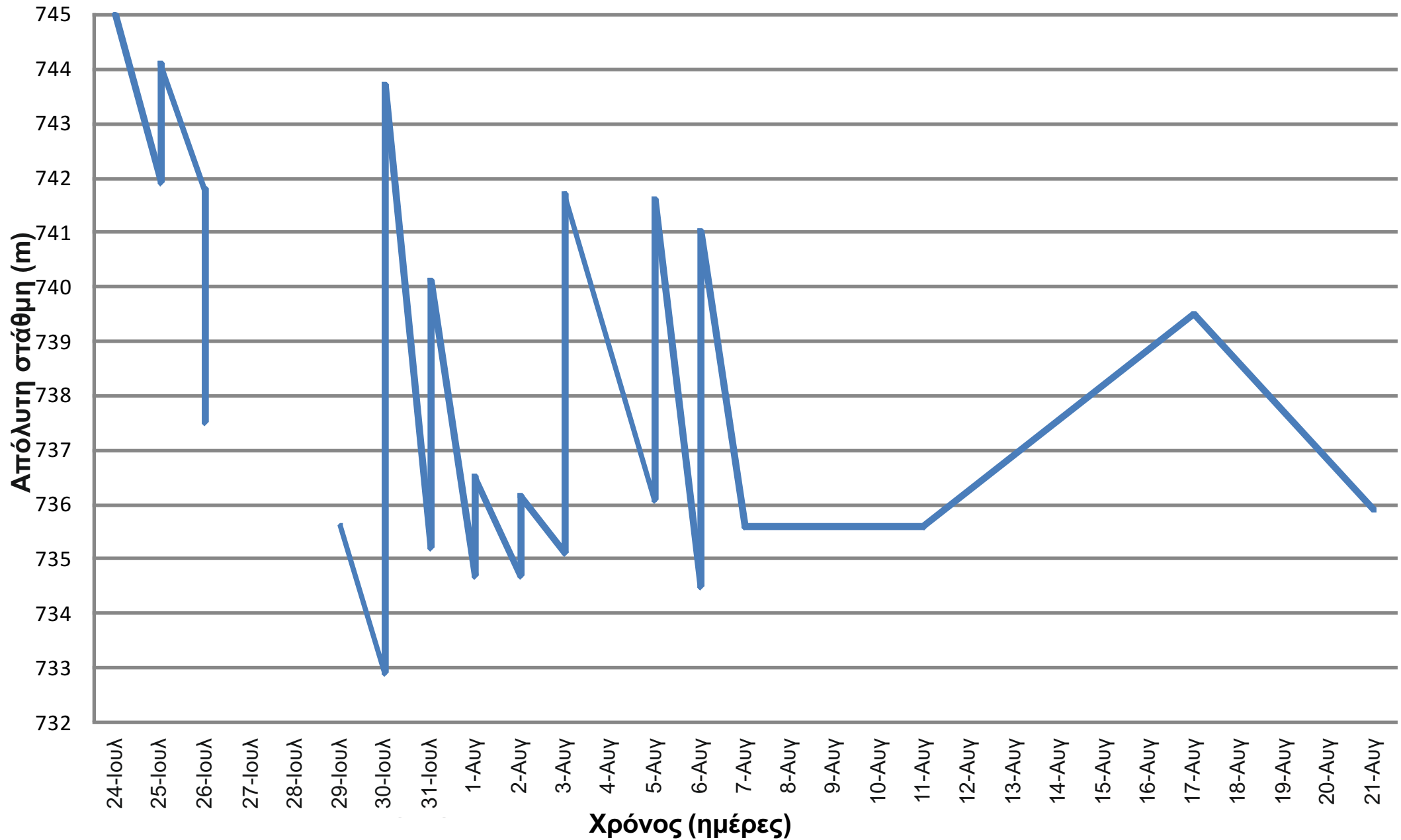
<u>Γεώτρηση Μ2</u>	
Χρόνος (ημέρες)	Απόλυτη στάθμη (m)
24-Ιουλ	740,35
27-Ιουλ	740,25
30-Ιουλ	740,15
11-Αυγ	739,4
17-Αυγ	739,55
21-Αυγ	739

<u>Γεώτρηση Μ4</u>	
Χρόνος (ημέρες)	Απόλυτη στάθμη (m)
11-Αυγ	739,8
14-Αυγ	739,9
21-Αυγ	740,1

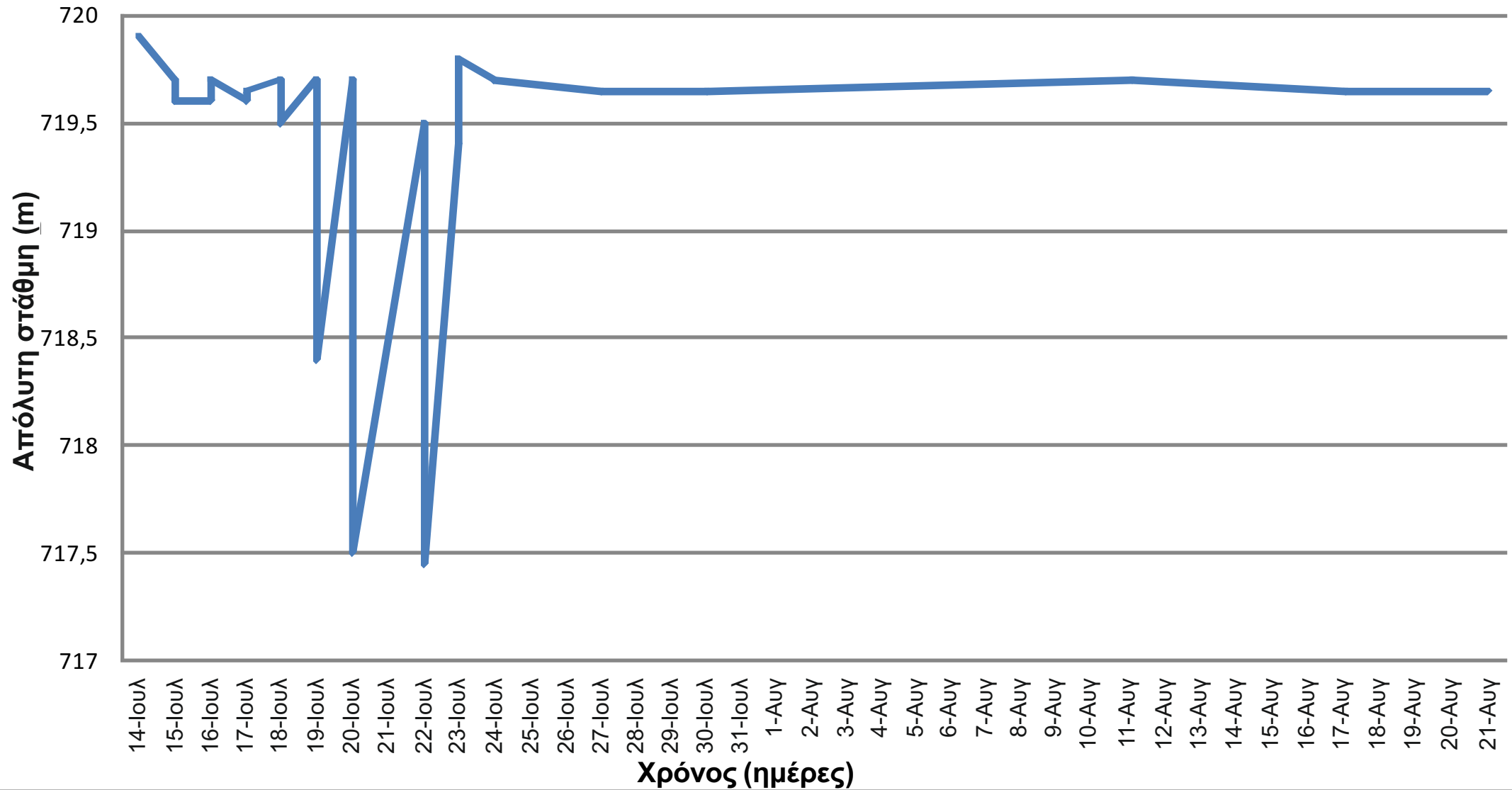
<u>Γεώτρηση Μ5</u>	
Χρόνος (ημέρες)	Απόλυτη στάθμη (m)
11-Αυγ	744,22
14-Αυγ	744,52
21-Αυγ	743,52

<u>Γεώτρηση Μ6</u>	
Χρόνος (ημέρες)	Απόλυτη στάθμη (m)
24-Ιουλ	729,5
27-Ιουλ	729,6
30-Ιουλ	729,6
11-Αυγ	729,45
21-Αυγ	729,55

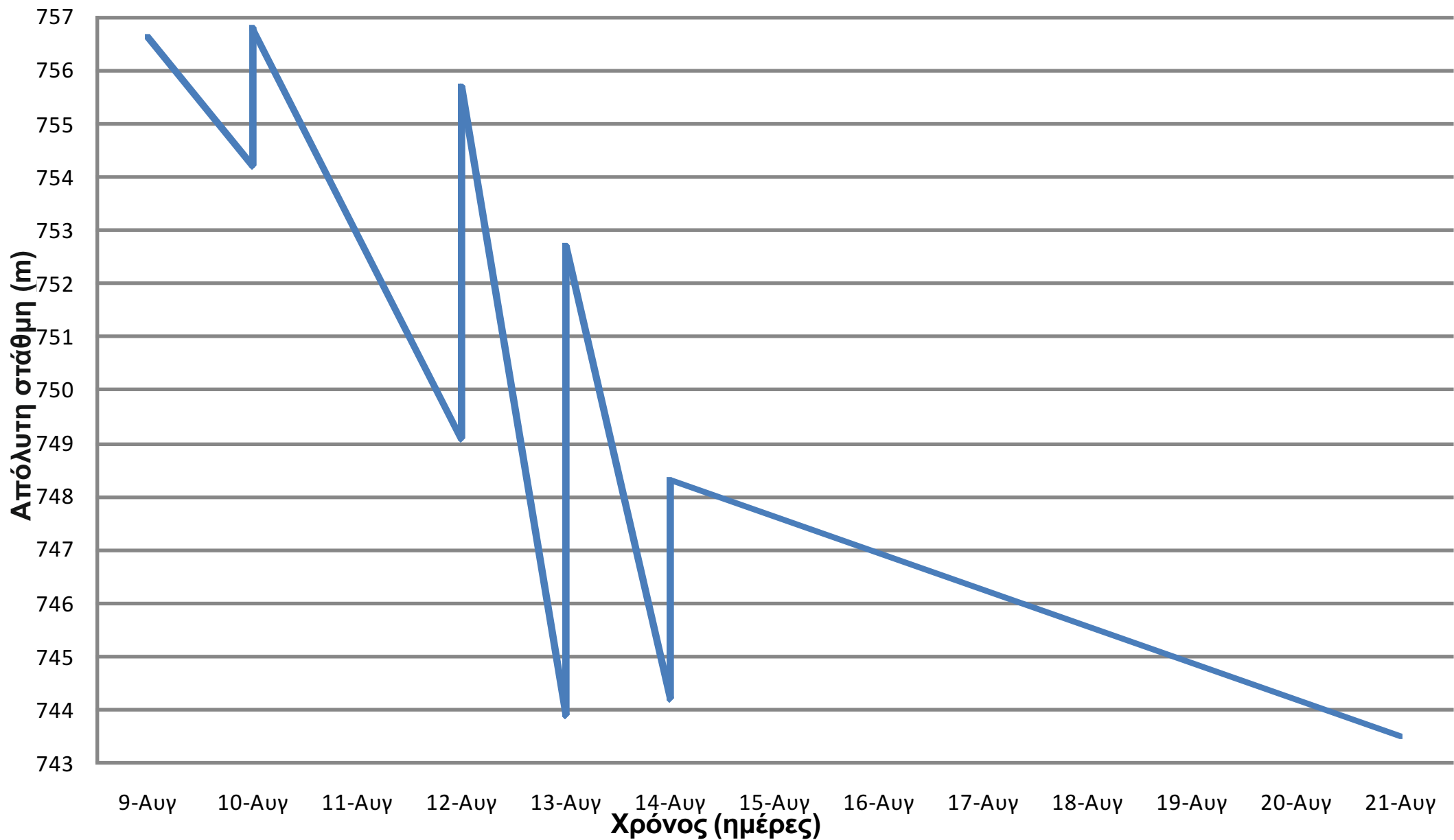
Σχήμα 21. Διακύμανση στάθμης γεώτρησης Γ1



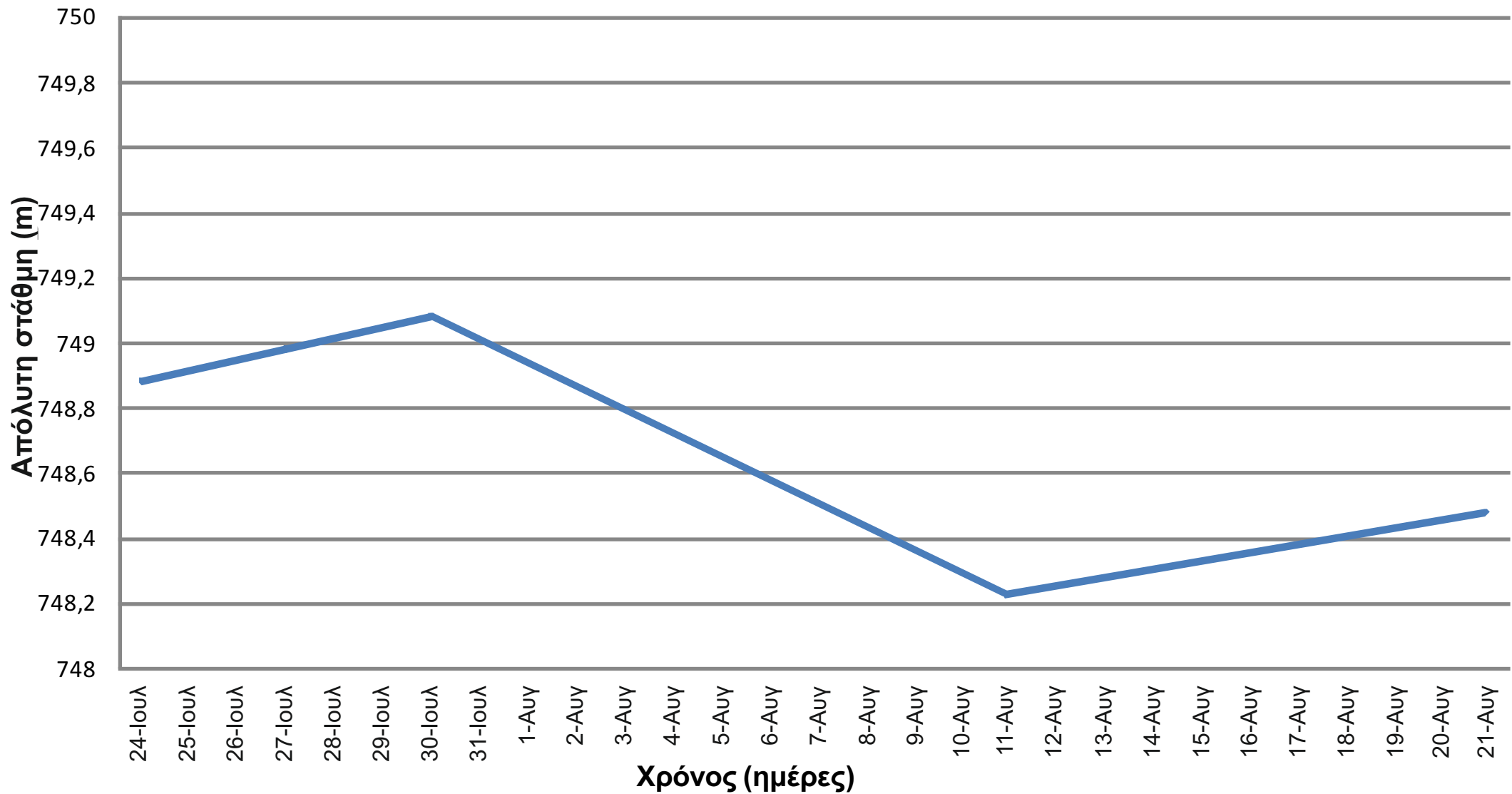
Σχήμα 22. Διακύμανση στάθμης γεώτρησης Γ2



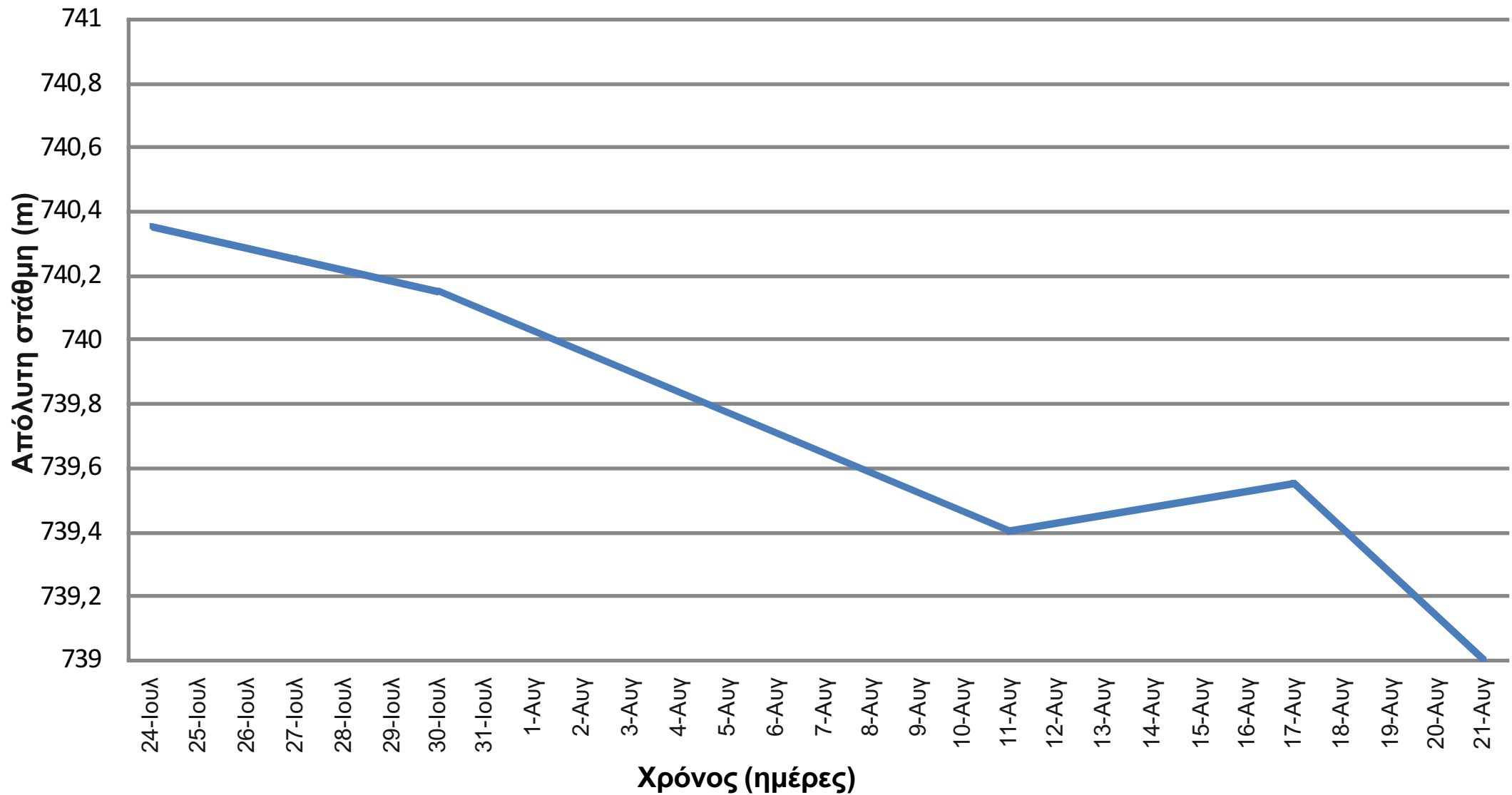
Σχήμα 23. Διακύμανση στάθμης γεώτρησης Γ3



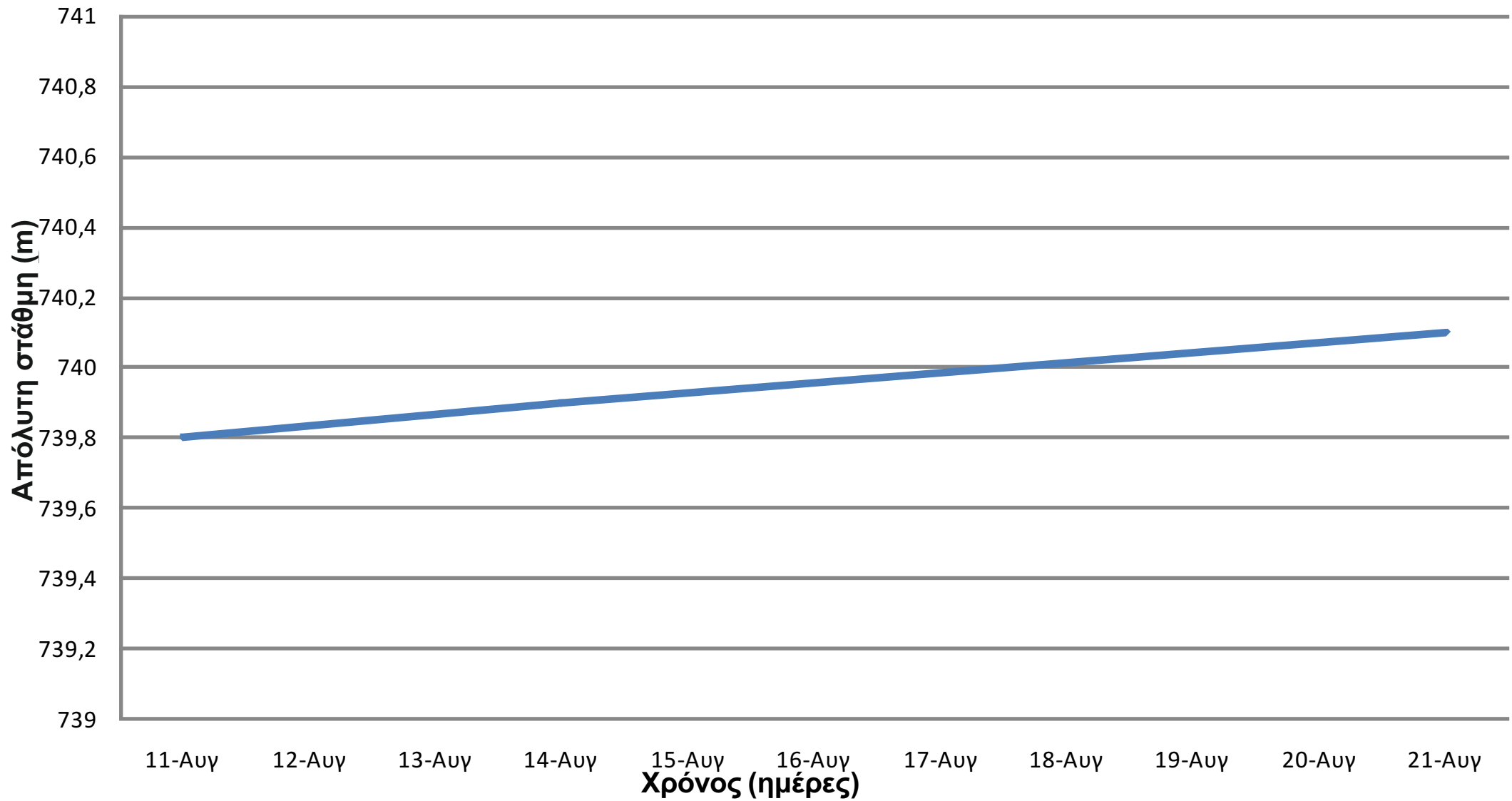
Σχήμα 24. Διακύμανση στάθμης γεώτρησης M1



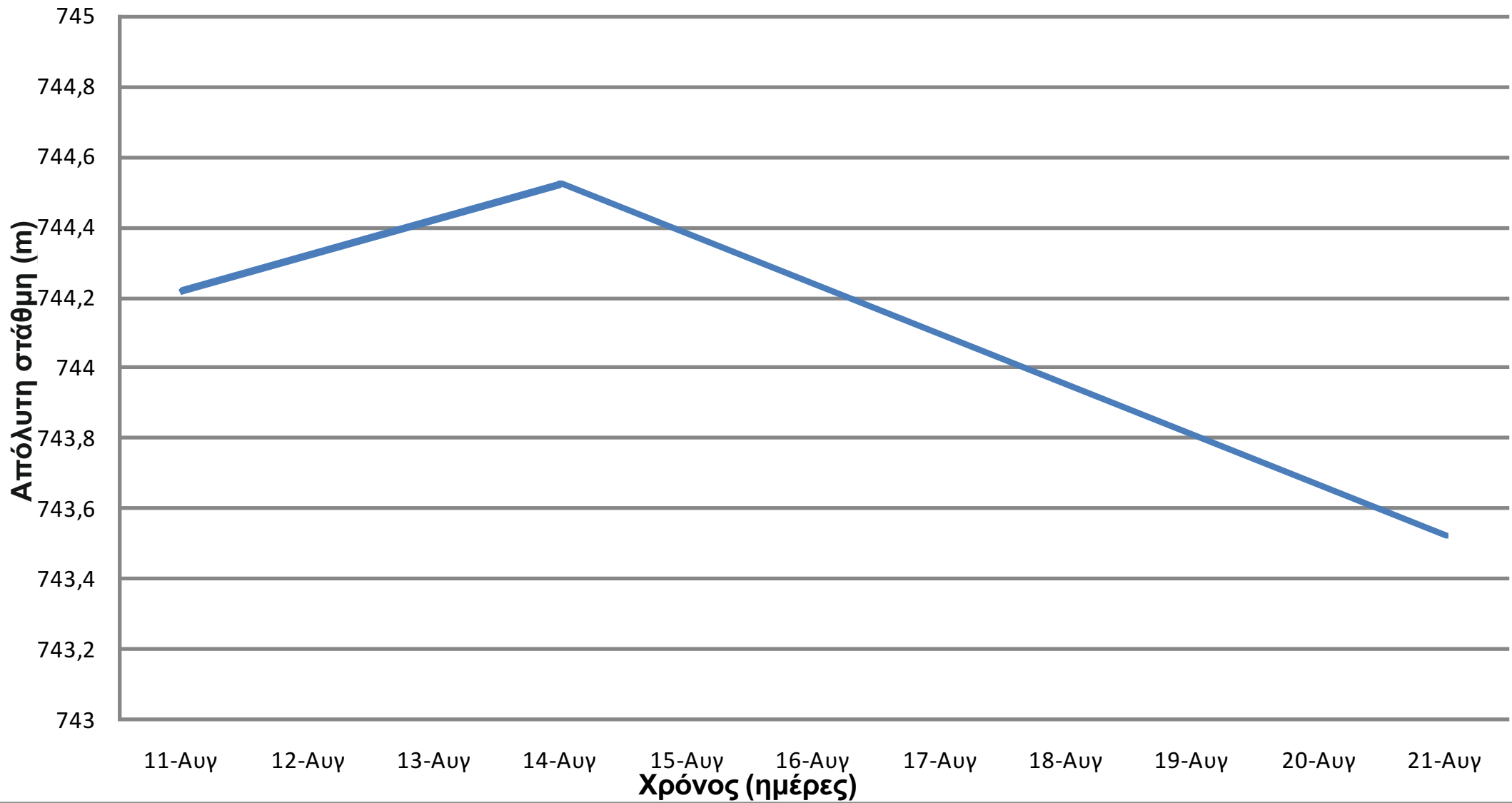
Σχήμα 25. Διακύμανση στάθμης γεώτρησης M2



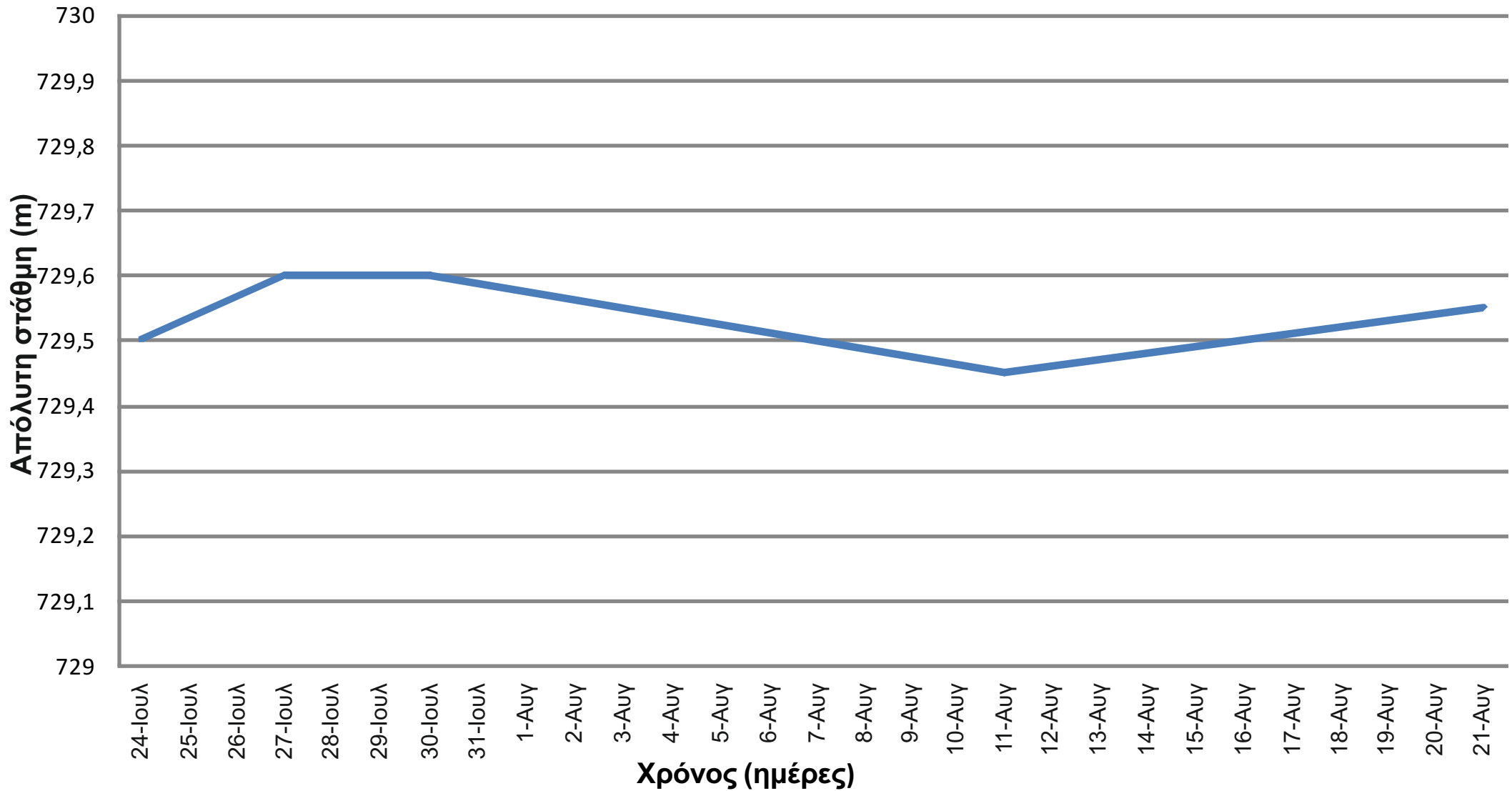
Σχήμα 26. Διακύμανση στάθμης γεώτρησης M4



Σχήμα 27. Διακύμανση στάθμης γεώτρησης M5



Σχήμα 28. Διακύμανση στάθμης γεώτρησης M6



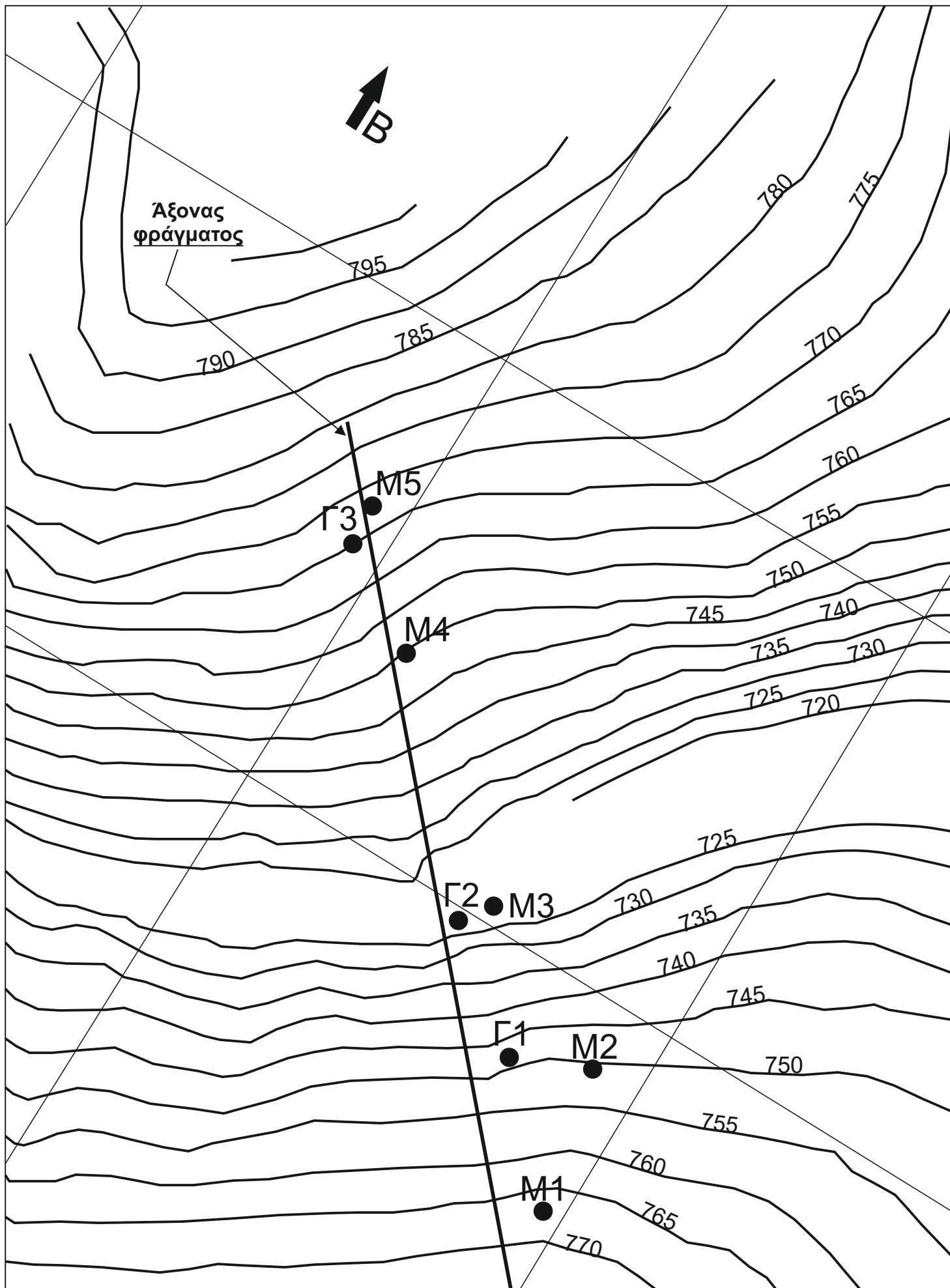
β. Στάθμη υδροφόρου ορίζοντα

Η τελική στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα που μετρήθηκε στις γεωτρήσεις Γ1-Γ3 και Μ1-Μ5, δίνεται στον Πίνακα 11. Στο Σχ.29 φαίνονται οι θέσεις των γεωτρήσεων.

Πίνακας 11. Μετρήσεις στάθμης γεωτρήσεων στον άξονα του φράγματος

α/α	Γεώτρηση	Υψόμετρο γεώτρησης (m)	Βάθος γεώτρησης (m)	Βάθος στάθμης γεώτρησης από την επιφάνεια (m)	Απόλυτη στάθμη γεώτρησης (m)
1	Γ1	749.00	50.50	13.10	735.90
2	Γ2	720.50	26.50	0.85	719.65
3	Γ3	764.00	40.10	20.55	743.45
4	Μ1	764.78	57.50	17.00	747.78
5	Μ2	749.25	37.50	10.80	738.45
6	Μ3	720.56	27.00	1.00	719.56
7	Μ4	749.20	37.00	8.30	740.90
8	Μ5	767.72	57.40	20.80	746.92

Στο Σχ.30 παρουσιάζεται η στάθμη του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα στη θέση του άξονα του φράγματος, όπου παρατηρείται ότι η στάθμη του υπόγειου νερού στην κοίτη του ποταμού, σχεδόν συμπίπτει με τη στάθμη του ποταμού. Στα αντερείσματα του φράγματος, η στάθμη του υπόγειου νερού βρίσκεται υψηλότερα από τη στάθμη του ποταμού. Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι υπάρχουν ευνοϊκές υδραυλικές συνθήκες για την κατασκευή του φράγματος.



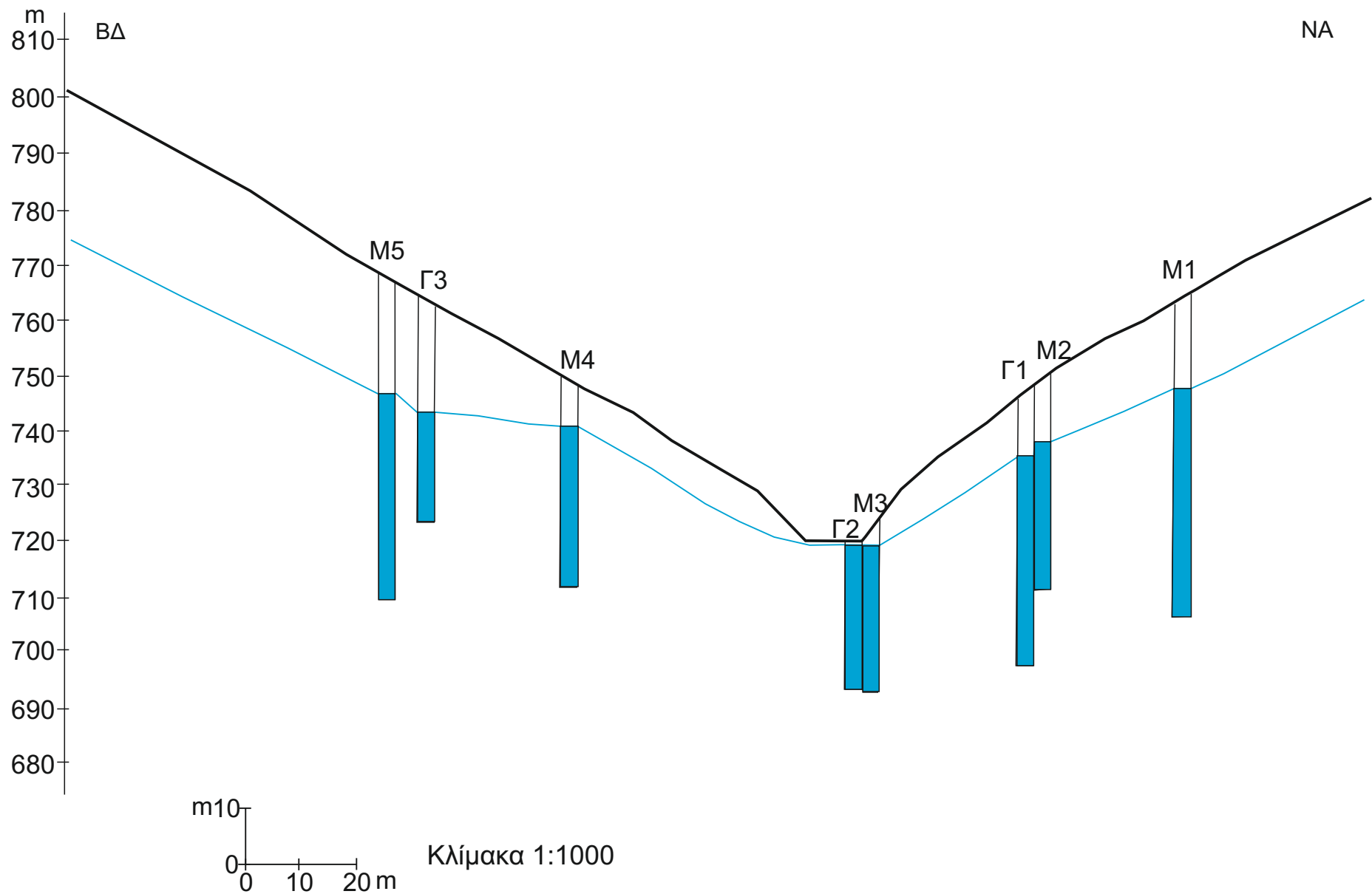
0 10 20m
19/2/2015

Κλίμακα 1:1000

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

Σχήμα 29. Θέσεις γεωτρήσεων

Σχήμα 30. Στάθμη υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα



2.3.3.2 Διαπερατότητα

Η περιοχή της θέσης θεμελίωσης του φράγματος αποτελείται από σχιστόλιθους, οι οποίοι είναι πρακτικά αδιαπέρατοι. Όμως σε θέσεις όπου οι σχιστόλιθοι είναι αποσαθρωμένοι και κερματισμένοι, η διαπερατότητα είναι μεγαλύτερη.

Στον Πίνακα 12 δίνονται οι συντελεστές διαπερατότητας, που προέκυψαν από τις δοκιμές διαπερατότητας, που έγιναν στις γεωτρήσεις Γ1-Γ3 και Μ1-Μ5. Σύμφωνα με τους συντελεστές αυτούς, μπορούν να χαραχθούν δύο ζώνες διαπερατότητας, όπως φαίνεται στο Σχ.31. Η πρώτη ζώνη είναι μεγαλύτερης διαπερατότητας με το συντελεστή διαπερατότητας να είναι $k \geq 1.00 \cdot 10^{-5} \text{ cm/sec}$. Η δεύτερη ζώνη είναι πολύ μικρής διαπερατότητας και ο συντελεστής διαπερατότητας είναι $k < 1.00 \cdot 10^{-5} \text{ cm/sec}$.

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι πρέπει να κατασκευαστεί κουρτίνα τσιμεντενέσεων κατά μήκος του άξονα του φράγματος, για τη στεγανοποίηση της βραχώμαζας. Τα όρια της κουρτίνας τσιμεντενέσεων παρουσιάζονται στο Σχ.32.

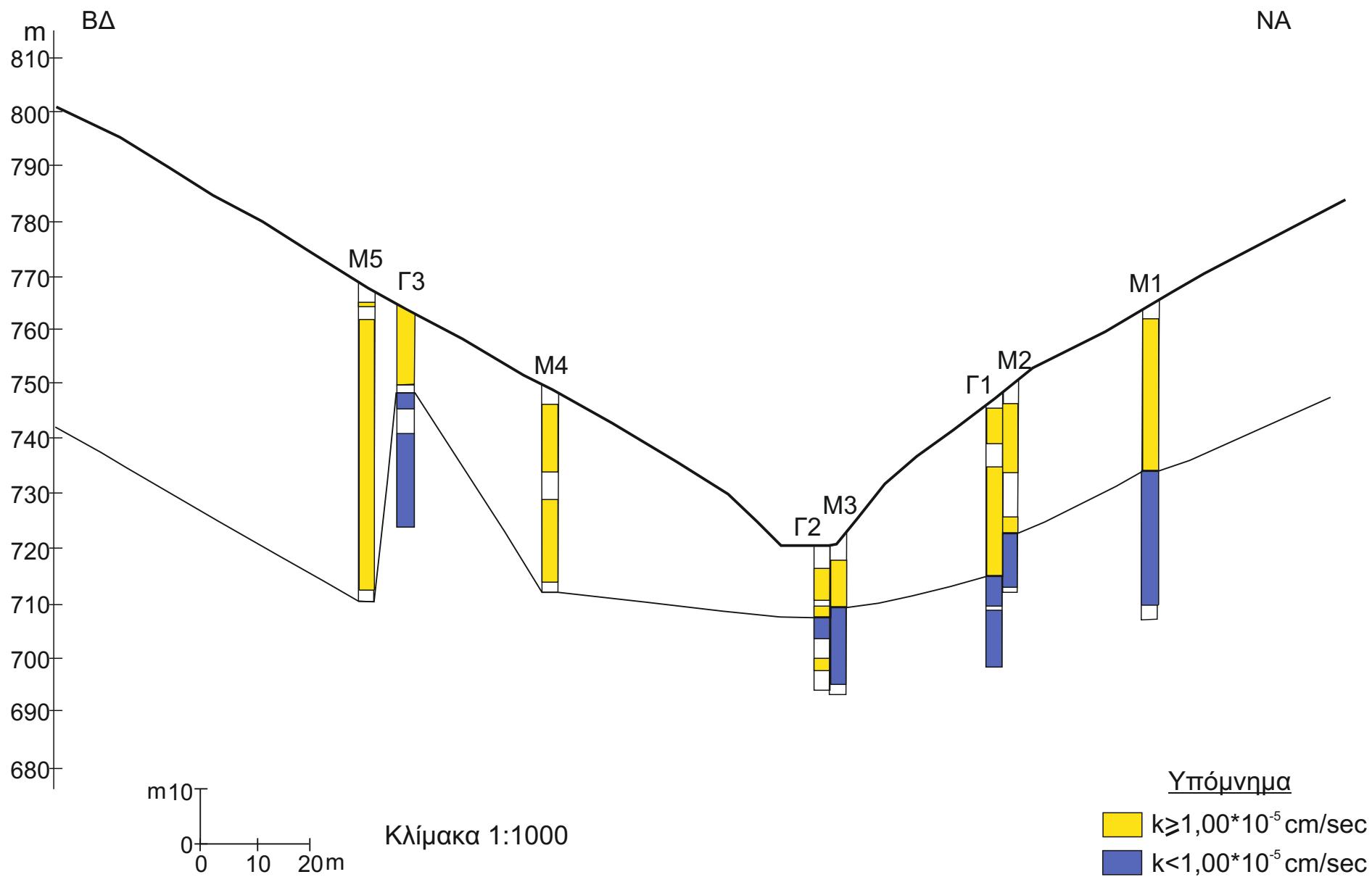
Πίνακας 12. Συντελεστές διαπερατότητας k

Γεώτρηση	Βάθος (m)	Είδος δοκιμής	Συντελεστής διαπερατότητας k (cm/sec)
Γ1	3,50-5,40	Maag	$6,6 \cdot 10^{-4}$
	8,00-9,70	Maag	$2,5 \cdot 10^{-4}$
	12,50-18,30	Maag	-
	14,30-17,30	Lugeon	$6,5 \cdot 10^{-5}$
	16,00-20,15	Maag	$1,2 \cdot 10^{-5}$
	18,00-23,85	Maag	$1,5 \cdot 10^{-5}$
	24,00-27,10	Maag	$1,8 \cdot 10^{-5}$
	28,00-30,90	Maag	$2,1 \cdot 10^{-5}$
	28,00-34,00	Maag	$1,1 \cdot 10^{-5}$
	28,00-38,20	Maag	$9,8 \cdot 10^{-6}$
	28,00-39,90	Maag	$8,3 \cdot 10^{-6}$
	40,40-43,00	Lugeon	0
	42,70-45,30	Lugeon	0
	42,50-47,00	Lugeon	0
	28,00-50,50	Maag	$4,5 \cdot 10^{-6}$
	27,10-50,10	Lugeon	$3,0 \cdot 10^{-5}$
Γ2	4,10-5,05	Lugeon	$8,5 \cdot 10^{-4}$
	6,00-9,50	Lugeon	$3,6 \cdot 10^{-4}$
	8,00-10,00	Lugeon	$3,2 \cdot 10^{-4}$
	11,10-13,10	Lugeon	$9,9 \cdot 10^{-5}$
	13,00-17,10	Lugeon	0
	20,30-22,80	Lugeon	$1,6 \cdot 10^{-5}$
Γ3	0,00-3,00	Maag	$3,4 \cdot 10^{-4}$
	4,00-6,00	Maag	$3,7 \cdot 10^{-4}$
	7,00-10,00	Maag	$7,0 \cdot 10^{-4}$
	10,00-11,20	Maag	$4,4 \cdot 10^{-4}$
	11,20-14,20	Lugeon	$1,4 \cdot 10^{-4}$
	15,30-18,30	Lugeon	0
	22,70-25,70	Lugeon	$4,1 \cdot 10^{-6}$
	30,00-33,00	Lugeon	$2,0 \cdot 10^{-6}$
	37,00-40,00	Lugeon	$1,6 \cdot 10^{-6}$
M1	2,50-3,00	Maag	$1,50 \cdot 10^{-4}$
	3,00-6,00	Lugeon	$1,10 \cdot 10^{-5}$
	6,00-9,00	Lugeon	$1,20 \cdot 10^{-3}$
	9,00-12,00	Lugeon	$4,80 \cdot 10^{-4}$
	12,00-15,00	Lugeon	$5,60 \cdot 10^{-4}$
	16,00-20,00	Lugeon	$1,20 \cdot 10^{-4}$
	20,00-25,00	Lugeon	$4,30 \cdot 10^{-5}$
	25,00-30,00	Lefranc	$1,60 \cdot 10^{-4}$
	30,00-35,00	Lugeon	$3,00 \cdot 10^{-7}$
	35,00-40,00	Lugeon	$3,00 \cdot 10^{-7}$
	40,00-45,00	Lugeon	$1,50 \cdot 10^{-7}$
	45,00-50,00	Lugeon	$1,50 \cdot 10^{-7}$
	50,00-55,00	Lugeon	$1,50 \cdot 10^{-7}$

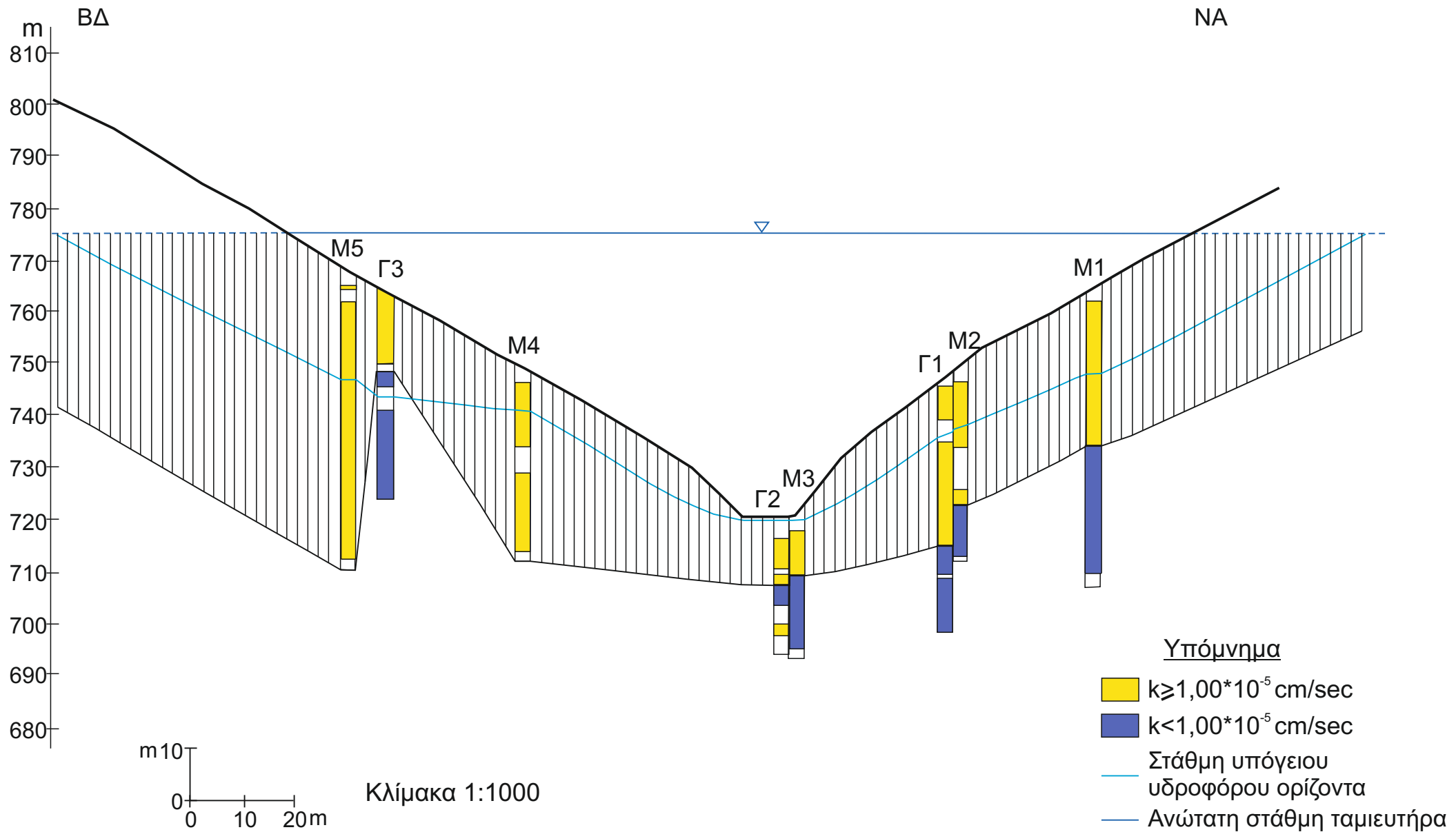
Πίνακας 12 (Συνέχεια). Συντελεστές διαπερατότητας k

Γεώτρηση	Βάθος (m)	Είδος δοκιμής	Συντελεστής διαπερατότητας k (cm/sec)
M2	2,50-3,00	Maag	$4,40 \cdot 10^{-4}$
	5,50-6,00	Maag	$6,30 \cdot 10^{-4}$
	6,00-9,00	Lugeon	$8,40 \cdot 10^{-4}$
	9,00-12,00	Lugeon	$4,20 \cdot 10^{-4}$
	12,00-15,00	Lugeon	$9,20 \cdot 10^{-5}$
	23,00-26,00	Lugeon	$2,10 \cdot 10^{-5}$
	26,00-31,00	Lugeon	$4,70 \cdot 10^{-6}$
	31,00-36,00	Lugeon	$4,30 \cdot 10^{-6}$
M3	3,00-5,50	Maag	$7,70 \cdot 10^{-4}$
	5,50-8,50	Lugeon	$4,30 \cdot 10^{-4}$
	8,50-11,50	Lugeon	$3,80 \cdot 10^{-5}$
	11,50-16,50	Lugeon	$1,00 \cdot 10^{-6}$
	16,50-21,50	Lugeon	$3,70 \cdot 10^{-6}$
	21,50-25,50	Lugeon	$2,50 \cdot 10^{-6}$
M4	2,50-3,00	Maag	$8,40 \cdot 10^{-5}$
	3,00-6,00	Lugeon	$1,20 \cdot 10^{-5}$
	6,00-9,00	Lugeon	$2,00 \cdot 10^{-5}$
	9,00-12,00	Lugeon	$3,70 \cdot 10^{-4}$
	12,00-15,00	Lugeon	$3,40 \cdot 10^{-4}$
	20,00-25,00	Lugeon	$1,50 \cdot 10^{-5}$
	25,00-30,00	Lugeon	$4,80 \cdot 10^{-5}$
	30,00-35,00	Lugeon	$2,40 \cdot 10^{-5}$
M5	2,50-3,00	Maag	$2,10 \cdot 10^{-4}$
	5,50-6,00	Maag	$5,70 \cdot 10^{-5}$
	6,00-9,00	Lugeon	$3,00 \cdot 10^{-4}$
	9,00-12,00	Lugeon	$2,20 \cdot 10^{-4}$
	12,00-15,00	Lugeon	$1,80 \cdot 10^{-4}$
	13,50-18,50	Lugeon	$5,60 \cdot 10^{-4}$
	15,00-20,00	Lugeon	$5,50 \cdot 10^{-5}$
	20,00-25,00	Lugeon	$5,70 \cdot 10^{-5}$
	25,00-30,00	Lugeon	$1,00 \cdot 10^{-4}$
	30,00-35,00	Lugeon	$3,30 \cdot 10^{-4}$
	35,00-40,00	Lugeon	$3,50 \cdot 10^{-4}$
	40,00-45,00	Lugeon	$3,40 \cdot 10^{-4}$
	45,00-50,00	Lugeon	$2,90 \cdot 10^{-5}$
	50,00-55,00	Lugeon	$1,90 \cdot 10^{-5}$

Σχήμα 31. Διαπερατότητα βραχώμαζας



Σχήμα 32. Όρια κουρτίνας τσιμεντενέσεων



2.3.4 Τεχνική γεωλογία

2.3.4.1 Προφίλ γεωτρήσεων και φρεάτων

α. Λιθολογικά προφίλ γεωτρήσεων και φρεάτων

Στο Σχ.33 φαίνονται οι θέσεις των φρεάτων. Τα λιθολογικά προφίλ των γεωτρήσεων και των φρεάτων παρουσιάζονται στο Σχ.34, από τα οποία προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

Στο δεξιό αντέρεισμα, συναντάται αποσθρωμένος και εξαλλοιωμένος σχιστόλιθος έως το βάθος των 12.50m, ο οποίος εμφανίζεται ως αργιλώδες ή ιλυώδες αμμοχάλικο έως ιλυώδης άμμος καστανού χρώματος. Στη συνέχεια συναντάται κερματισμένος έως κατακερματισμένος σχιστόλιθος, τεφρού έως τεφροκυανού χρώματος, με φλεβίδια χαλαζία ή/και ασβεσίτη, ο οποίος στα πρώτα 2.5m παρουσιάζει οξειδώσεις στις διακλάσεις και μετά το βάθος των 47.00m εμφανίζεται ως ψαμμιτικός σχιστόλιθος. Επίσης παρατηρούνται τρεις ζώνες ισχυρού θρυμματισμού του σχιστόλιθου, ο οποίος εμφανίζεται ως αμμοιύς μελανότεφρου χρώματος, στα βάθη 18.30-23.85m, 30.90-34.00m και 45.30-47.00m.

Στην κοίτη του ποταμού, συναντώνται χαλίκια και κροκάλες σχιστόλιθου στα πρώτα 0.60m. Στη συνέχεια συναντάται κερματισμένος έως κατακερματισμένος σχιστόλιθος, τεφρού έως κυανότεφρου χρώματος, με φλεβίδια χαλαζία ή/και ασβεσίτη. Στο βάθος 2.90-3.35m εμφανίζεται άργιλος με χαλίκια.

Στο αριστερό αντέρεισμα, συναντάται αποσθρωμένος και εξαλλοιωμένος σχιστόλιθος έως το βάθος των 10.70m, ο οποίος εμφανίζεται ως αργιλώδης ή ιλυώδης άμμος έως αργιλώδες αμμοχάλικο, καστανέρυθρου χρώματος. Στη συνέχεια συναντάται κερματισμένος και κατά τόπους κατακερματισμένος σχιστόλιθος, τεφρού χρώματος, με φλεβίδια χαλαζία ή/και ασβεσίτη, ο οποίος μέχρι το βάθος των 23.00m παρουσιάζει οξειδωμένες διακλάσεις και μικρά έγκοιλα κατά τόπους. Μετά το βάθος των 23.00m εμφανίζεται τοπικά ψαμμιτικός.

Αναλυτικά η στρωματογραφία των φρεάτων Φ1-Φ3 και των γεωτρήσεων Γ1-Γ3, δίνεται παρακάτω:

ΦΡΕΑΡ Φ1

Υψόμετρο: 764.50 m

Βάθος φρέατος: 2.20 m

Στρωματογραφία:

- 0.00-2.00m: Κατακερματισμένος, αποσθρωμένος και εξαλλοιωμένος σχιστόλιθος, καστανού ανοικτού έως καστανοκίτρινου χρώματος.
2.00-2.20m: Ογκόλιθοι ελαφρά αποσθρωμένου σχιστόλιθου, τεφροκάστανου χρώματος.

ΦΡΕΑΡ Φ2

Υψόμετρο: 762.00 m

Βάθος φρέατος: 5.00 m

Στρωματογραφία:

- 0.00-2.50m: Αποσαθρωμένος σχιστόλιθος, τεφρού χρώματος. Ογκόλιθοι με υλικό πλήρωσης αμμοχάλικο και άργιλο, καστανού έως καστανέρυθρου χρώματος.
- 2.50-3.50m: Κερματισμένος και αποσαθρωμένος σχιστόλιθος με οξειδωμένες διακλάσεις. Ογκόλιθοι με υλικό πλήρωσης καστανέρυθρο αργιλώδες αμμοχάλικο.
- 3.50-4.00m: Κερματισμένος και αποσαθρωμένος σχιστόλιθος πρασινωπού χρώματος.
- 4.00-5.00m: Εξαλλοιωμένος σχιστόλιθος, με υγιή τμήματα κατά τόπους. Άργιλος με λεπτά χαλίκια.

ΦΡΕΑΡ Φ3

Υψόμετρο: 781.00 m

Βάθος φρέατος: 1.50 m

Στρωματογραφία:

- 0.00-0.80m: Αποσαθρωμένος και εξαλλοιωμένος σχιστόλιθος καστανέρυθρου χρώματος. Αργιλώδες αμμοχάλικο.
- 0.80-1.50m: Συμπταγείς ογκόλιθοι σχιστόλιθου, τεφροπράσινου χρώματος.

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ1

Υψόμετρο: 749.00 m

Βάθος γεώτρησης: 50.50 m

Λιθολογία:

- 0.00-12.50m: Αποσαθρωμένος και εξαλλοιωμένος σχιστόλιθος. Ιλυώδες αμμοχάλικο έως ιλυώδης άμμος καστανού χρώματος.
(0.00-0.60m: Τεχνητές αποθέσεις)
- 12.50-15.00m: Κερματισμένος έως κατακερματισμένος σχιστόλιθος, τεφρού χρώματος, με φλεβίδια ασβεστίτη ή/και χαλαζία και οξειδώσεις στις διακλάσεις.
- 15.00-18.30m: Κερματισμένος έως κατακερματισμένος σχιστόλιθος, τεφροκυανού χρώματος, με φλεβίδια χαλαζία ή/και ασβεστίτη.
- 18.30-23.85m: Ζώνη ισχυρού θρυμματισμού του σχιστόλιθου. Αμμοϊλός τεφρού σκούρου χρώματος.
- 23.85-30.90m: Κερματισμένος σχιστόλιθος, τεφροκυανού χρώματος, με φλεβίδια χαλαζία ή/και ασβεστίτη.
- 30.90-34.00m: Ζώνη ισχυρού θρυμματισμού του σχιστόλιθου. Αμμοϊλός μελανότεφρου χρώματος.
- 34.00-45.30m: Κατακερματισμένος σχιστόλιθος, τεφροκυανού χρώματος, με φλεβίδια χαλαζία ή/και ασβεστίτη.

45.30-47.00m: Ζώνη ισχυρού θρυμματισμού του σχιστόλιθου. Αμμοϊλός μελανότεφρου χρώματος.

47.00-50.50m: Κερματισμένος έως κατακερματισμένος ψαμμιτικός σχιστόλιθος, τεφρού χρώματος, με φλεβίδια χαλαζία ή/και ασβεστίτη.

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ2

Υψόμετρο: 720.50 m

Βάθος γεώτρησης: 26.50 m

Λιθολογία:

0.00-0.60m: Τεχνητές αποθέσεις. Χαλίκια και κροκάλες σχιστόλιθου.

0.60-2.90m: Κατακερματισμένος σχιστόλιθος, τεφρού έως κυανότεφρου χρώματος, με φλεβίδια χαλαζία ή/και ασβεστίτη.

2.90-3.35m: Άργιλος με χαλίκια.

3.35-4.00m: Κατακερματισμένος σχιστόλιθος, τεφρού έως κυανότεφρου χρώματος, με φλεβίδια χαλαζία ή/και ασβεστίτη.

4.00-26.50m: Κερματισμένος έως κατακερματισμένος σχιστόλιθος, κυανότεφρου χρώματος, με φλεβίδια χαλαζία ή/και ασβεστίτη.

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ3

Υψόμετρο: 764.00 m

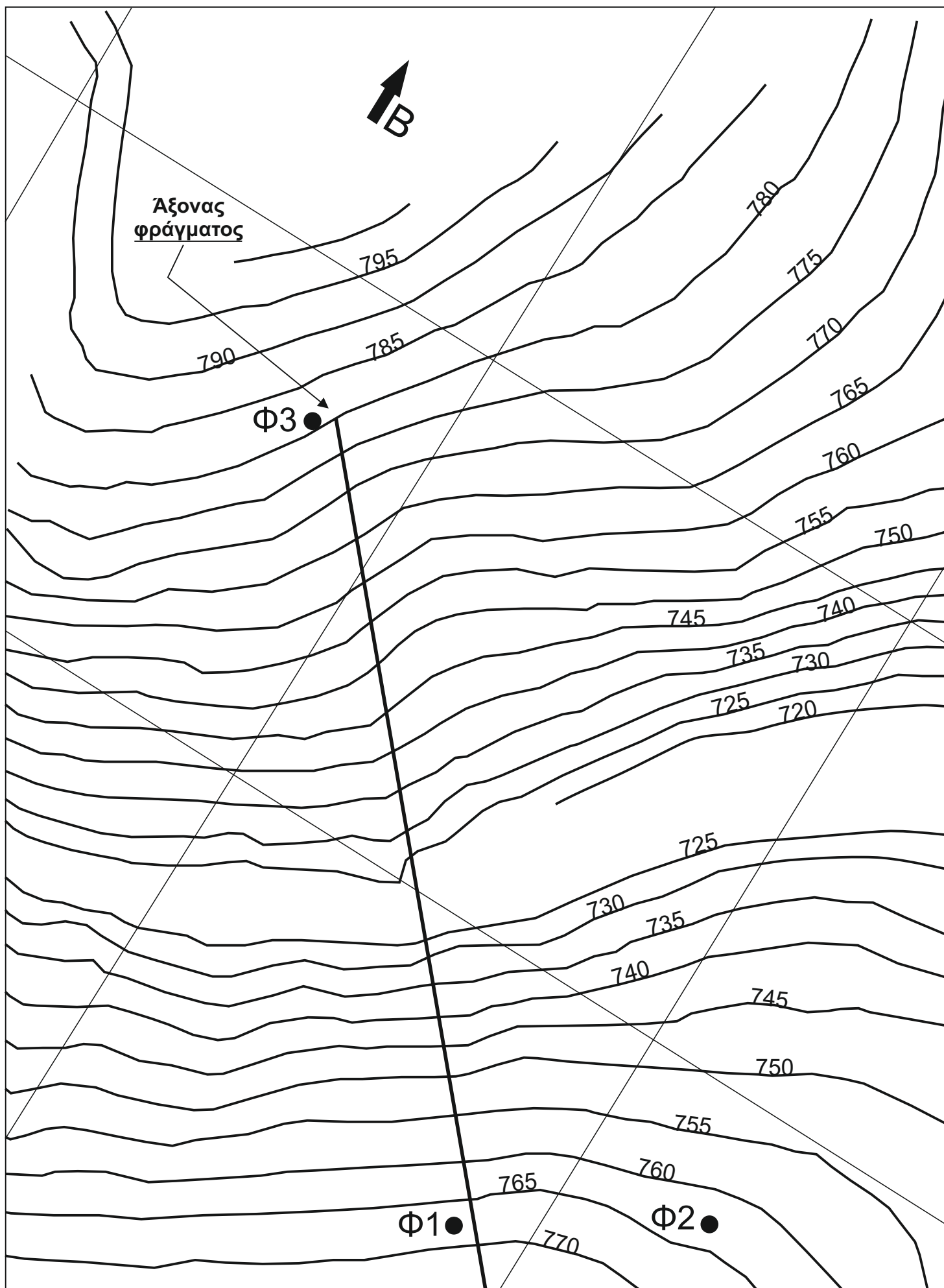
Βάθος γεώτρησης: 40.10 m

Λιθολογία:

0.00-10.70m: Αποσαθρωμένος και εξαλλοιωμένος σχιστόλιθος. Αργιλώδης ή ιλυώδης άμμος έως αργιλώδες αμμοχάλικο.
(0.00-2.50m: Τεχνητές επιχώσεις)

10.70-23.00m: Κερματισμένος και κατά τόπους κατακερματισμένος σχιστόλιθος, τεφρού χρώματος, με φλεβίδια χαλαζία ή/και ασβεστίτη, οξειδωμένες διακλάσεις και μικρά έγκοιλα κατά τόπους.

23.00-40.10m: Κερματισμένος και κατά τόπους κατακερματισμένος σχιστόλιθος, τεφρού χρώματος, με φλεβίδια χαλαζία ή/και ασβεστίτη, τοπικά ψαμμιτικός.



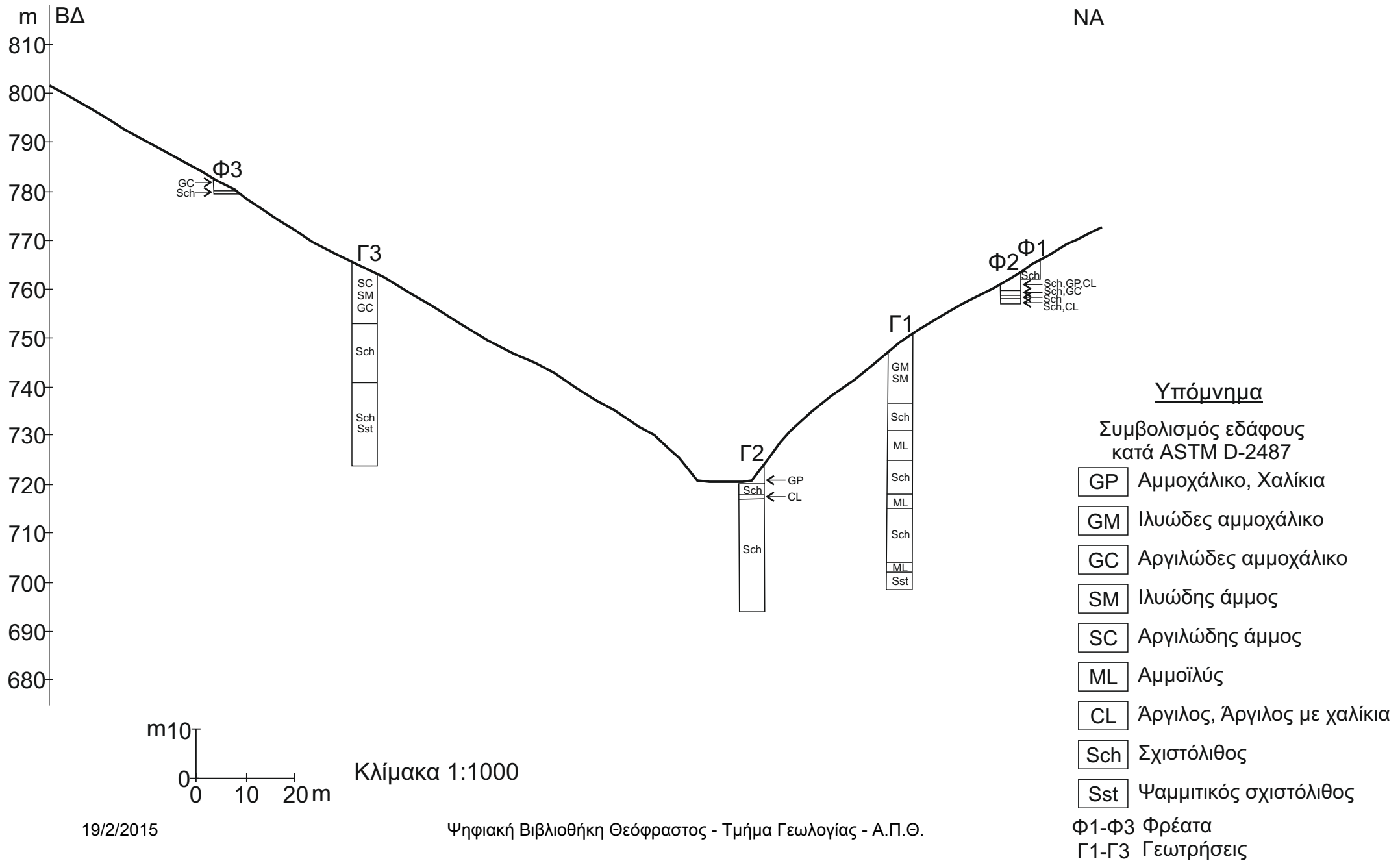
0 10 20 m
19/2/2015

Κλίμακα 1:1000

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

Σχήμα 33. Θέσεις φρεάτων

Σχήμα 34. Λιθολογικά προφίλ γεωτρήσεων και φρεάτων



β. Τεχνικογεωλογικά προφίλ γεωτρήσεων

Τα τεχνικογεωλογικά προφίλ των γεωτρήσεων Γ1-Γ3 παρουσιάζονται στο Σχ.35, όπου φαίνονται ο βαθμός αποσάθρωσης, ο αριθμός των ασυνεχειών ανά μέτρο, ο δείκτης ποιότητας βράχου R.Q.D. και η πυρηνοληψία. Στο σχήμα αυτό παρατηρούμε:

Στο δεξιό αντέρεισμα μέχρι το βάθος των 12.50m, ο σχιστόλιθος είναι πολύ ισχυρά αποσάθρωμένος, ενώ μετά το βάθος αυτό κατά τόπους είναι υγιής. Μετά το βάθος των 12.50m, το πέτρωμα είναι κατακερματισμένο, με τις ασυνέχειες να είναι περισσότερες από 20 ανά μέτρο. Η ποιότητα της βραχόμαζας είναι πολύ κακή έως κακή, με τον R.Q.D. να είναι 0% στο μεγαλύτερο μέρος της βραχόμαζας και σε ορισμένα τμήματα 10-35%. Η πυρηνοληψία κυμαίνεται από 20-100% και στα βάθη όπου παρατηρούνται οι τρεις ζώνες ισχυρού θρυμματισμού του σχιστόλιθου, είναι 0%.

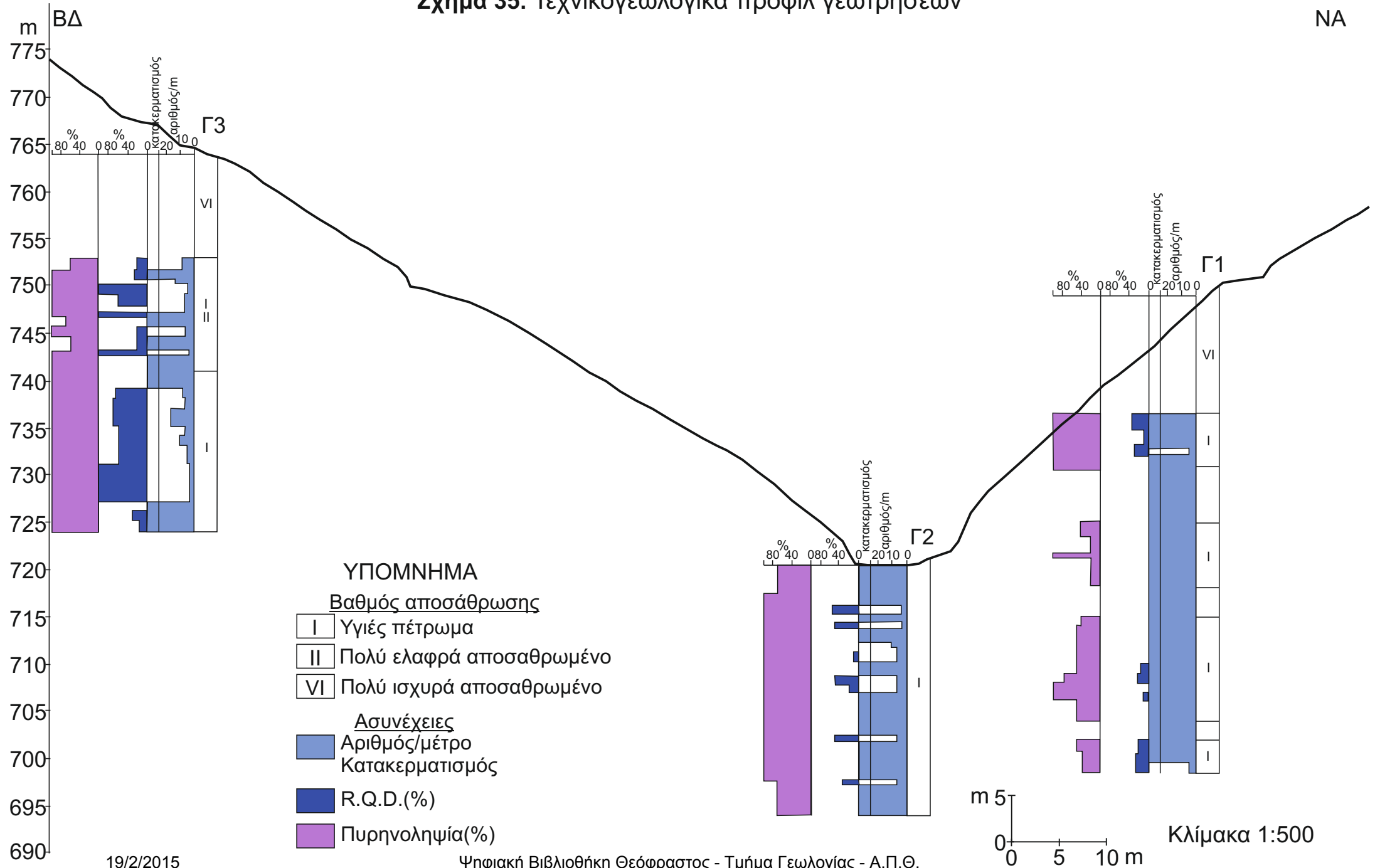
Στην κοίτη του ποταμού, ο σχιστόλιθος είναι υγιής σε όλο το βάθος. Όμως είναι κατακερματισμένος, με τις ασυνέχειες να είναι περισσότερες από 20 ανά μέτρο. Μόνο σε μερικά τμήματα ο αριθμός των ασυνεχειών είναι περίπου 5 ανά μέτρο. Σ' αυτά τα τμήματα η ποιότητα της βραχόμαζας είναι κακή έως μέτρια, με τον R.Q.D. να παίρνει τιμές 35-55%. Η ποιότητα της υπόλοιπης βραχόμαζας είναι πολύ κακή, με τον R.Q.D. να είναι 0%. Η πυρηνοληψία στα πρώτα 3.00m και μετά το βάθος των 23.00m είναι 70%. Στην υπόλοιπη βραχόμαζα είναι 100%.

Στο αριστερό αντέρεισμα μέχρι το βάθος των 10.70m, ο σχιστόλιθος είναι πολύ ισχυρά αποσάθρωμένος. Από τα 10.70m έως τα 23.00m βάθος, είναι πολύ ελαφρά αποσάθρωμένος έως υγιής και μετά το βάθος των 23.00m είναι υγιής. Μετά το βάθος των 10.70m, ο αριθμός των ασυνεχειών είναι περίπου 5-15 ανά μέτρο, ενώ σε μερικά τμήματα το πέτρωμα είναι κατακερματισμένο, με τις ασυνέχειες να είναι περισσότερες από 20 ανά μέτρο. Σ' αυτά τα τμήματα η ποιότητα της βραχόμαζας είναι πολύ κακή έως κακή, με τον R.Q.D. να κυμαίνεται από 0-30%. Η ποιότητα της υπόλοιπης βραχόμαζας είναι μέτρια με τον R.Q.D. να κυμαίνεται από 60-70%, ενώ σε ορισμένα τμήματα είναι άριστη με τον R.Q.D. να είναι 100%. Η πυρηνοληψία είναι 100% και μόνο σε κάποια μικρά τμήματα είναι 60-70%.

Συμπεραίνουμε ότι η αντοχή της βραχόμαζας είναι μειωμένη, αλλά μπορεί να βελτιωθεί στη θέση θεμελίωσης του φράγματος με τσιμεντενέσεις, οι οποίες θα μειώσουν και τη διαπερατότητά της.

Σχήμα 35. Τεχνικογεωλογικά προφίλ γεωτρήσεων

NA



19/2/2015

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

2.3.4.2 Ευστάθεια βραχωδών πρανών

Οι θέσεις στα αντερείσματα του φράγματος, στις οποίες έγινε έλεγχος της ευστάθειας των βραχωδών πρανών και προσδιορισμός δυνατών ολισθήσεων, είναι οι παρακάτω:

Δεξιό αντέρεισμα, υψόμετρο 721-728m (Διάγραμμα Α)

Τα γεωμετρικά στοιχεία (διεύθυνση κλίσης, γωνία κλίσης) του πρανούς και των ασυνεχειών στη θέση αυτή, είναι τα εξής:

Πρανές: 310/80

Ασυνέχειες

Ομάδα 1: 053/50

Ομάδα 2: 109/74

Ομάδα 3: 288/77

Σύμφωνα με το τεστ Markland ισχύει $\alpha > i_{13} > \varphi$ (τομή I_{13} εντός του γραμμοσκιασμένου τμήματος Σχ.36), όπου α είναι η γωνία κλίσης του πρανούς, i_{13} είναι η γωνία κλίσης της γραμμής τομής των ασυνεχειών των ομάδων 1 και 3 και φ είναι η γωνία τριβής, που είναι ίση με 27° . Επομένως είναι δυνατό να προκύψει ολίσθηση βραχοσφήνας, η οποία σχηματίζεται από τα επίπεδα των ασυνεχειών των ομάδων 1 και 3. Σύμφωνα με το τεστ Hocking, η γωνία που ορίζεται στο δίκτυο Schmidt από τη διεύθυνση κλίσης του πρανούς και τη διεύθυνση της τομής I_{13} των ασυνεχειών, δεν περιέχει τη διεύθυνση κλίσης καμίας από τις δύο ασυνέχειες (Σχ.36). Οπότε η ολίσθηση της βραχοσφήνας θα γίνει κατά τη διεύθυνση της τομής των επιπέδων των ασυνεχειών των ομάδων 1 και 3.

Για να είναι ασφαλές το τεχνητό πρανές στη θέση αυτή, θα πρέπει να διαμορφωθεί με γωνία κλίσης 38° .

Δεξιό αντέρεισμα, υψόμετρο 749-753m (Διάγραμμα Β)

Τα γεωμετρικά στοιχεία του πρανούς και των ασυνεχειών στη θέση αυτή, είναι τα εξής:

Πρανές: 330/80

Ασυνέχειες

Ομάδα 1: 022/72

Ομάδα 2: 141/74

Ομάδα 3: 311/45

Σύμφωνα με το τεστ Markland ισχύει $\alpha > i_{13} > \varphi$ (τομή I_{13} εντός του γραμμοσκιασμένου τμήματος Σχ.37), όπου α είναι η γωνία κλίσης του πρανούς, i_{13} είναι η γωνία κλίσης της γραμμής τομής των ασυνεχειών των ομάδων 1 και 3 και φ είναι η γωνία τριβής, που είναι ίση με 27° . Επομένως είναι δυνατό να προκύψει ολίσθηση βραχοσφήνας, η οποία σχηματίζεται από τα επίπεδα των ασυνεχειών των ομάδων 1 και 3. Όπως φαίνεται στο δίκτυο Schmidt, η διεύθυνση κλίσης της τομής I_{13} των ασυνεχειών ταυτίζεται με τη

διεύθυνση κλίσης των ασυνεχειών της ομάδας 3 (Σχ.37). Οπότε η ολίσθηση της βραχοσφήνας θα γίνει κατά το επίπεδο των ασυνεχειών της ομάδας 3.

Επίσης είναι δυνατό να προκύψει ανατροπή κατά το επίπεδο των ασυνεχειών της ομάδας 2, καθώς είναι αντίρροπες προς το πρανές και η γωνία κλίσης τους είναι μεγαλύτερη από 70° .

Για να είναι ασφαλές το τεχνητό πρανές στη θέση αυτή, θα πρέπει να διαμορφωθεί με γωνία κλίσης 43° .

Αριστερό αντέρεισμα, υψόμετρο 720-729m (Διάγραμμα Γ)

Τα γεωμετρικά στοιχεία του πρανούς και των ασυνεχειών στη θέση αυτή, είναι τα εξής:

Πρανές: 130/80

Ασυνέχειες

Ομάδα 1: 028/54

Ομάδα 2: 113/81

Ομάδα 3: 170/55

Σύμφωνα με το τεστ Markland ισχύει $\alpha > i_{23} > \varphi$ (τομή I_{23} εντός του γραμμοσκιασμένου τμήματος Σχ.38), όπου α είναι η γωνία κλίσης του πρανούς, i_{23} είναι η γωνία κλίσης της γραμμής τομής των ασυνεχειών των ομάδων 2 και 3 και φ είναι η γωνία τριβής, που είναι ίση με 27° . Επομένως είναι δυνατό να προκύψει ολίσθηση βραχοσφήνας, η οποία σχηματίζεται από τα επίπεδα των ασυνεχειών των ομάδων 2 και 3. Σύμφωνα με το τεστ Hocking, η γωνία που ορίζεται στο δίκτυο Schmidt από τη διεύθυνση κλίσης του πρανούς και τη διεύθυνση της τομής I_{23} των ασυνεχειών, περιέχει τη διεύθυνση κλίσης των ασυνεχειών της ομάδας 3 (Σχ.38). Οπότε η ολίσθηση της βραχοσφήνας θα γίνει κατά τη διεύθυνση κλίσης του επιπέδου των ασυνεχειών της ομάδας 3.

Για να είναι ασφαλές το τεχνητό πρανές στη θέση αυτή, θα πρέπει να διαμορφωθεί με γωνία κλίσης 53° .

Αριστερό αντέρεισμα, υψόμετρο 749-754m (Διάγραμμα Δ)

Τα γεωμετρικά στοιχεία του πρανούς και των ασυνεχειών στη θέση αυτή, είναι τα εξής:

Πρανές: 100/80

Ασυνέχειες

Ομάδα 1: 051/42

Ομάδα 2: 134/69

Ομάδα 3: 284/73

Σύμφωνα με το τεστ Markland ισχύει $\alpha > i_{12} > \varphi$ (τομή I_{12} εντός του γραμμοσκιασμένου τμήματος Σχ.39), όπου α είναι η γωνία κλίσης του πρανούς, i_{12} είναι η γωνία κλίσης της γραμμής τομής των ασυνεχειών των ομάδων 1 και 2 και φ είναι η γωνία τριβής, που είναι ίση με 27° . Επομένως είναι δυνατό να προκύψει ολίσθηση βραχοσφήνας, η οποία σχηματίζεται από τα επίπεδα των ασυνεχειών των ομάδων 1 και 2. Σύμφωνα με το τεστ

Hocking, η γωνία που ορίζεται στο δίκτυο Schmidt από τη διεύθυνση κλίσης του πρανούς και τη διεύθυνση της τομής I_{12} των ασυνεχειών, δεν περιέχει τη διεύθυνση κλίσης καμίας από τις δύο ασυνέχειες (Σχ.39). Οπότε η ολίσθηση της βραχοσφήνας θα γίνει κατά τη διεύθυνση της τομής των επιπέδων των ασυνεχειών των ομάδων 1 και 2.

Επίσης είναι δυνατό να προκύψει ανατροπή κατά το επίπεδο των ασυνεχειών της ομάδας 3, καθώς είναι αντίρροπες προς το πρανές και η γωνία κλίσης τους είναι μεγαλύτερη από 70° .

Για να είναι ασφαλές το τεχνητό πρανές στη θέση αυτή, θα πρέπει να διαμορφωθεί με γωνία κλίσης 39° .

Αριστερό αντέρεισμα, υψόμετρο 773-778m (Διάγραμμα Ε)

Τα γεωμετρικά στοιχεία του πρανούς και των ασυνεχειών στη θέση αυτή, είναι τα εξής:

Πρανές: 150/80

Ασυνέχειες

Ομάδα 1: 334/56

Ομάδα 2: 106/39

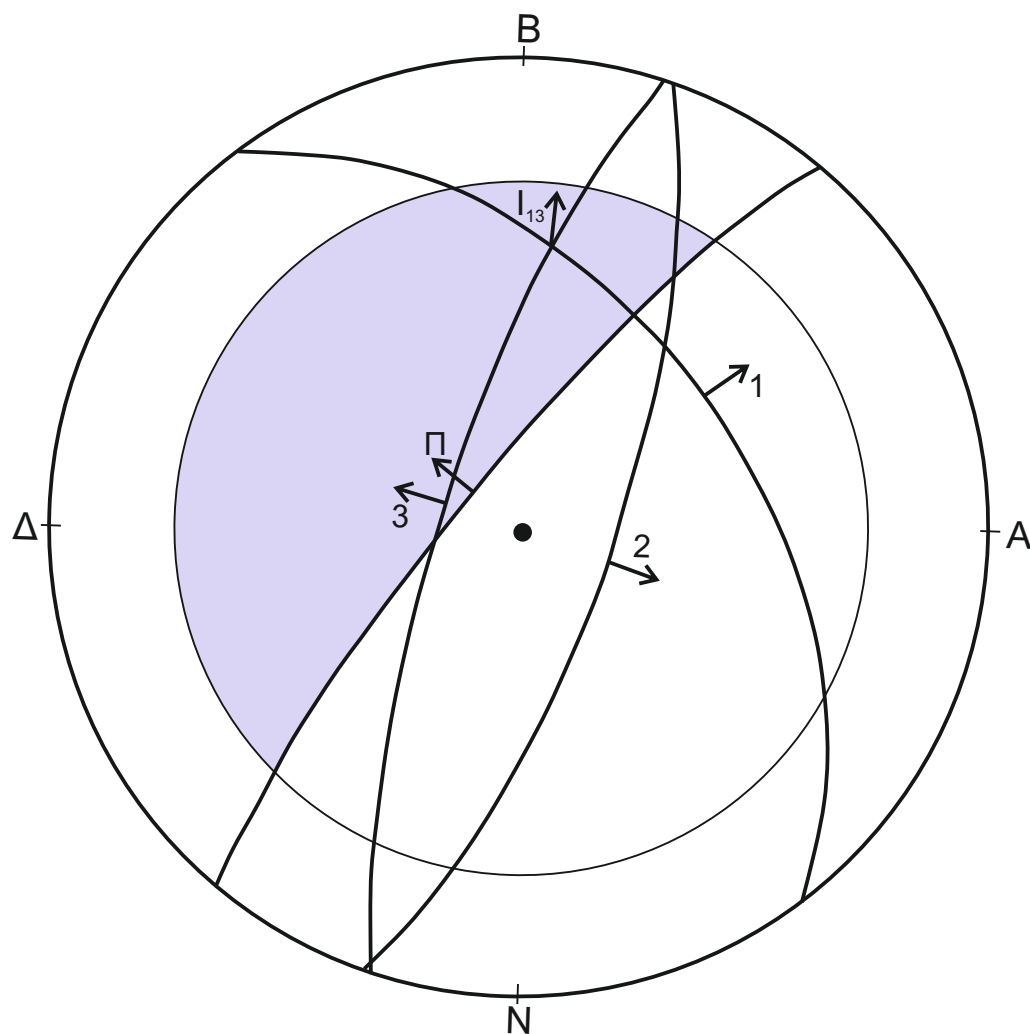
Ομάδα 3: 281/79

Ομάδα 4: 207/70

Σύμφωνα με το τεστ Markland ισχύει $\alpha > i_{24} > \varphi$ (τομή I_{24} εντός του γραμμοσκιασμένου τμήματος Σχ.40), όπου α είναι η γωνία κλίσης του πρανούς, i_{24} είναι η γωνία κλίσης της γραμμής τομής των ασυνεχειών των ομάδων 2 και 4 και φ είναι η γωνία τριβής, που είναι ίση με 27° . Επομένως είναι δυνατό να προκύψει ολίσθηση βραχοσφήνας, η οποία σχηματίζεται από τα επίπεδα των ασυνεχειών των ομάδων 2 και 4. Σύμφωνα με το τεστ Hocking, η γωνία που ορίζεται στο δίκτυο Schmidt από τη διεύθυνση κλίσης του πρανούς και τη διεύθυνση της τομής I_{24} των ασυνεχειών, δεν περιέχει τη διεύθυνση κλίσης καμίας από τις δύο ασυνέχειες (Σχ.40). Οπότε η ολίσθηση της βραχοσφήνας θα γίνει κατά τη διεύθυνση της τομής των επιπέδων των ασυνεχειών των ομάδων 2 και 4.

Για να είναι ασφαλές το τεχνητό πρανές στη θέση αυτή, θα πρέπει να διαμορφωθεί με γωνία κλίσης 34° .

Σχήμα 36. Διάγραμμα A, δεξιό αντέρεια, υψόμετρο 721-728 m



Πρανές

Π: 310/80

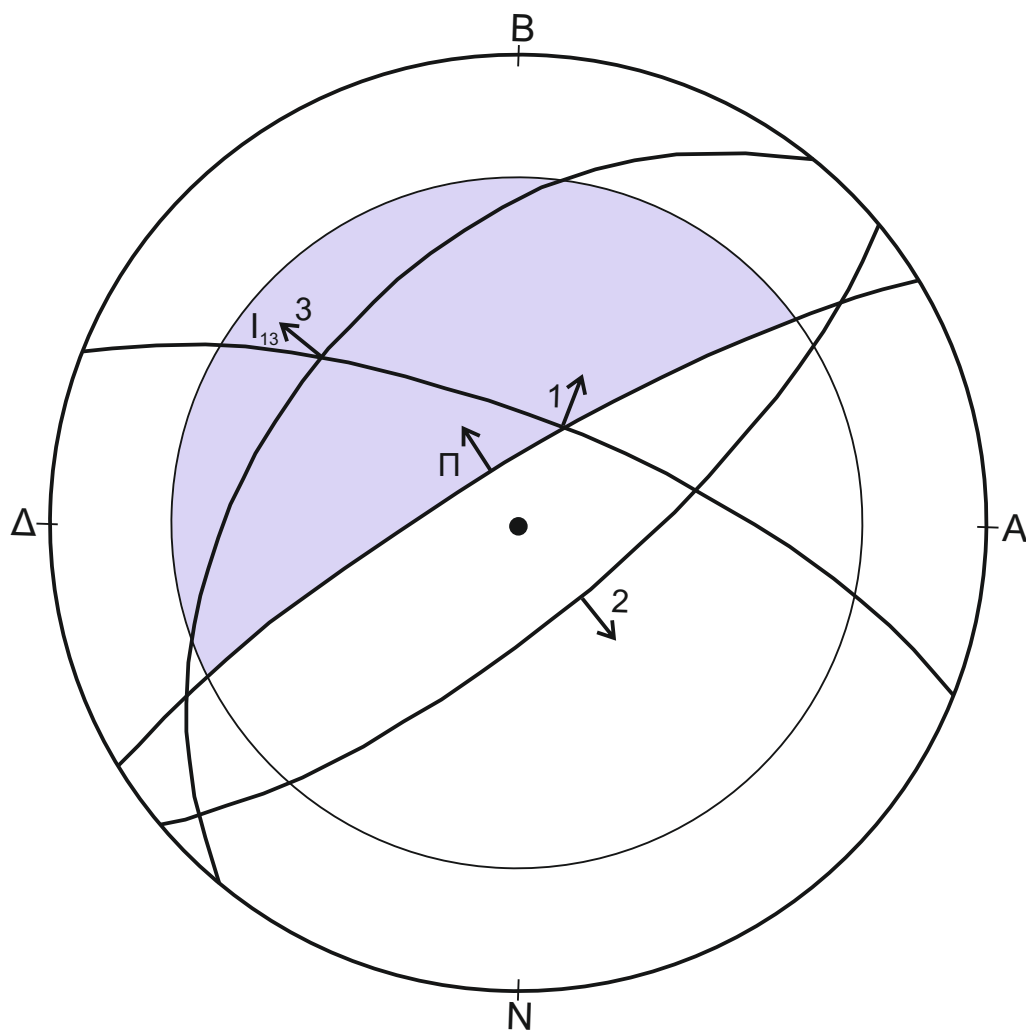
Ασυνέχειες

Ομάδα 1: 053/50

Ομάδα 2: 109/74

Ομάδα 3: 288/77

Σχήμα 37. Διάγραμμα B, δεξιό αντέρεια, υψόμετρο 749-753 m



Πρανές

Π: 330/80

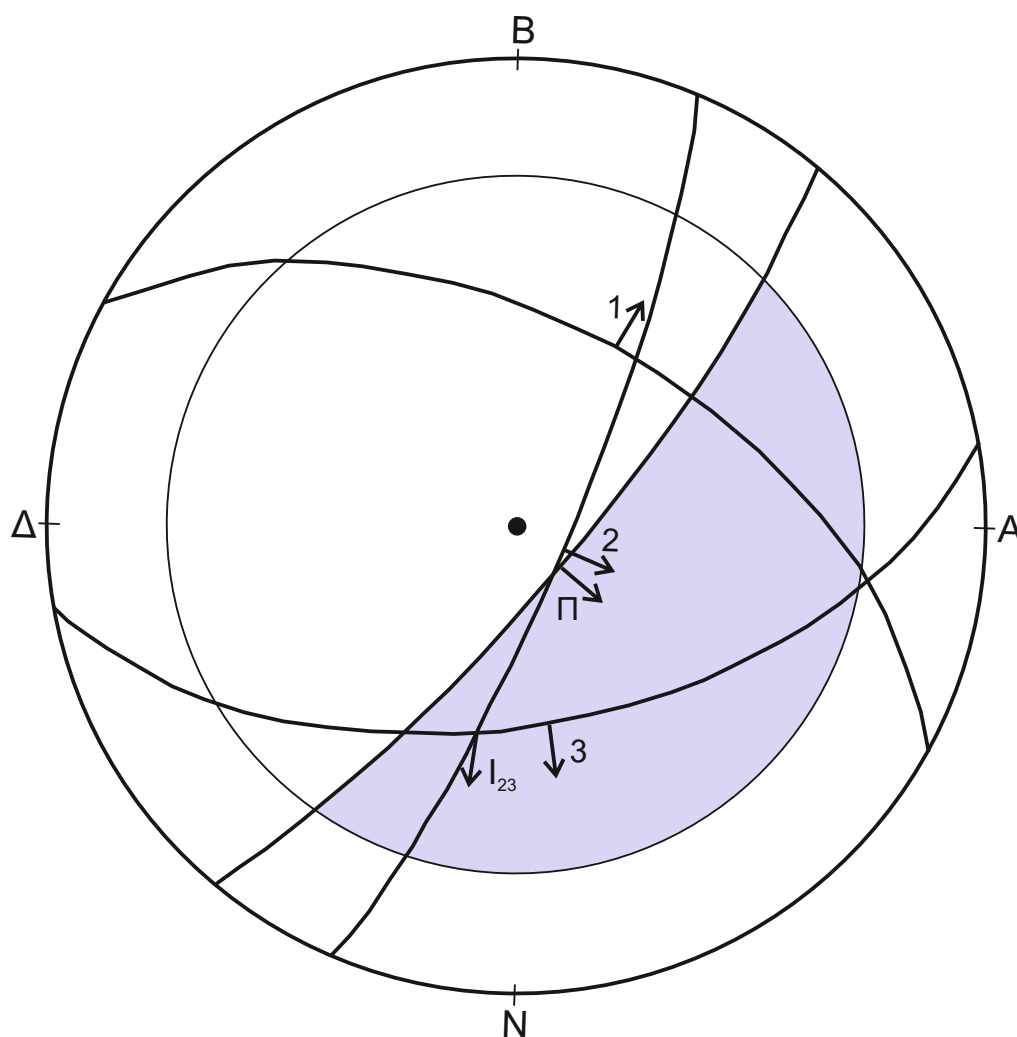
Ασυνέχειες

Ομάδα 1: 022/72

Ομάδα 2: 141/74

Ομάδα 3: 311/45

Σχήμα 38. Διάγραμμα Γ, αριστερό αντέρειασμα, υψόμετρο 720-729 m



Πρανές

Π: 130/80

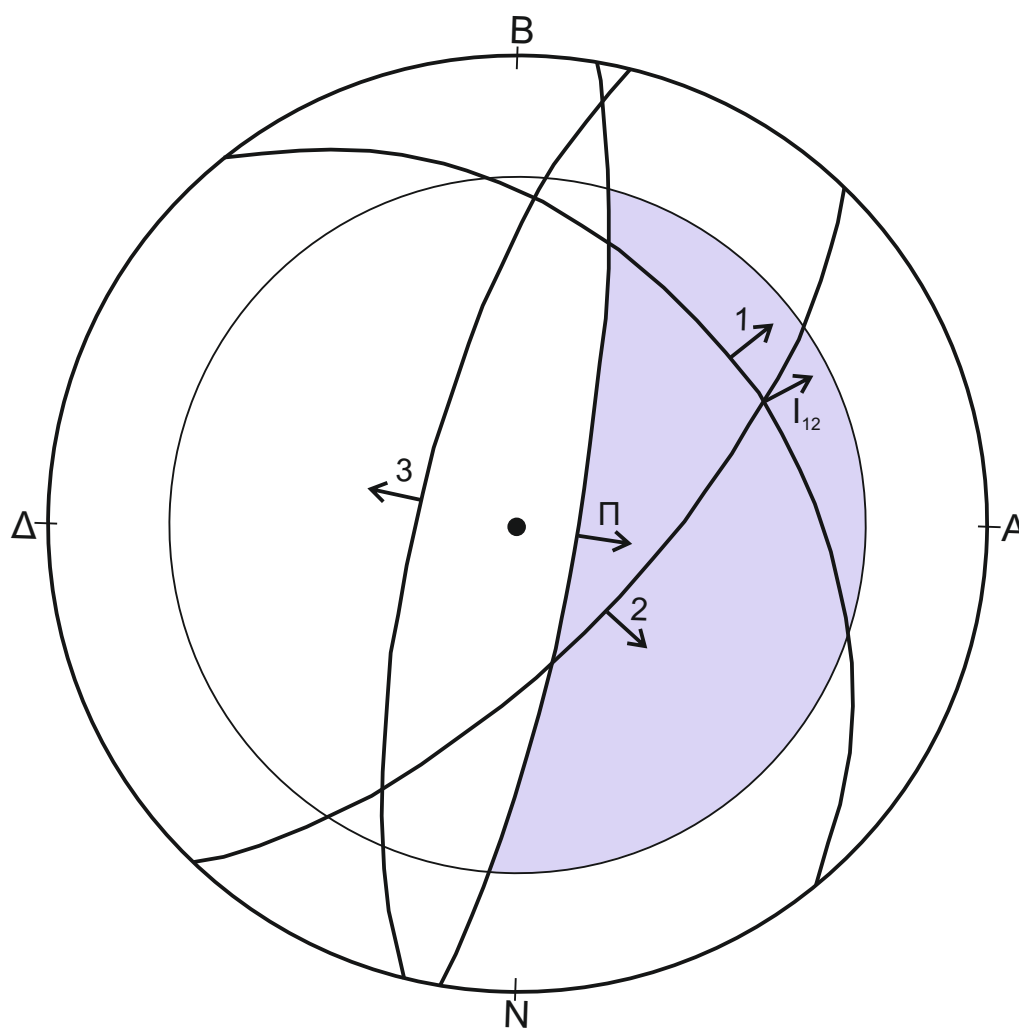
Ασυνέχειες

Ομάδα 1: 028/54

Ομάδα 2: 113/81

Ομάδα 3: 170/55

Σχήμα 39. Διάγραμμα Δ, αριστερό αντέρειασμα, υψόμετρο 749-754 m



Πρανές

Π: 100/80

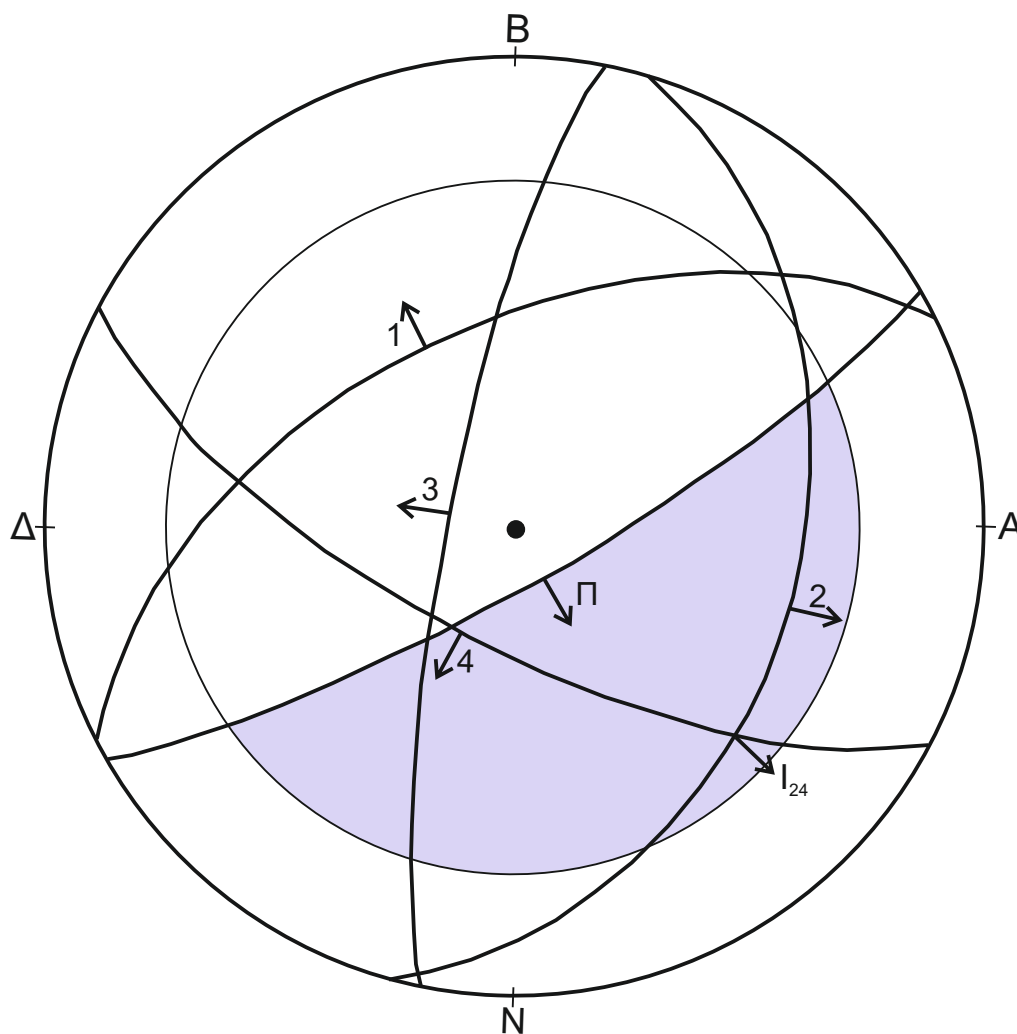
Ασυνέχειες

Ομάδα 1: 051/42

Ομάδα 2: 134/69

Ομάδα 3: 284/73

Σχήμα 40. Διάγραμμα Ε, αριστερό αντέρειαμα, υψόμετρο 773-778 m



Πρανές

Π: 150/80

Ασυνέχειες

Ομάδα 1: 334/56

Ομάδα 2: 106/39

Ομάδα 3: 281/79

Ομάδα 4: 207/70

2.3.4.3 Δανειοθάλαμοι υλικών κατασκευής

α. Δανειοθάλαμος υλικών πυρήνα

Ο δανειοθάλαμος αργιλικών υλικών πυρήνα βρίσκεται στην περιοχή Καταβόθρα, στα ΝΔ του βουνού Σκοτεινή, σε απόσταση περίπου 3Km ΒΔ του φράγματος (Σχ.2 και 8). Αποτελείται από αργιλοϊλύ έως αμμώδη ιλύ ή αμμώδη άργιλο, καστανού έως καστανέρυθρου χρώματος. Ο σχηματισμός της αργιλοϊλύος έχει μέσο πάχος περίπου 3.5-4m και το μέγιστο πάχος, μπροστά από την καταβόθρα, υπερβαίνει τα 6m.

Ο συντελεστής διαπερατότητας k του αργιλικού υλικού πυρήνα, είναι $1.40 \cdot 10^{-7}$ - $3.26 \cdot 10^{-7}$ cm/sec, επομένως έχει πολύ μικρή διαπερατότητα και εξασφαλίζει τη στεγανότητα του φράγματος.

β. Δανειοθάλαμος ασβεστόλιθου

Ο δανειοθάλαμος ασβεστολιθικών υλικών βρίσκεται στην περιοχή Προφήτης Ηλίας, σε απόσταση 700m NNA του φράγματος (Σχ.2). Οι ασβεστόλιθοι του δανειοθαλάμου είναι τεφροί-λευκότεφροι, πλακώδεις, υγιείς και θα χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή του φράγματος μετά από θραύση.

2.3.5 Σχεδιασμός φράγματος

2.3.5.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά φράγματος

Τα χαρακτηριστικά της βραχώμαζας και η ύπαρξη κατάλληλων υλικών κατασκευής κοντά στη θέση του φράγματος, ευνοούν την κατασκευή λιθόρριπτου φράγματος με αργιλικό πυρήνα. Παρακάτω υπολογίζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του φράγματος:

Το ύψος κύματος w θα είναι:

$$w = 0.7 + 0.1l = 0.7 + 0.1 \cdot 2.05 = 0.905 \text{ m}$$

Όπου l είναι το μήκος της λίμνης σε Km.

Το ύψος ασφάλειας d είναι:

$$d = 1.5w + k = 1.5 \cdot 0.905 + 2 = 3.36 \text{ m}$$

Οπότε το τελικό ύψος H_F του φράγματος είναι:

$$H_F = H_\phi + d = 55 + 3.36 = 58.36 \text{ m}$$

Το πλάτος x της στέψης του φράγματος είναι:

$$x = 1.1\sqrt{H_F} = 1.1\sqrt{58.36} = 8.4 \text{ m}$$

Το πλάτος ψ της βάσης του φράγματος είναι:

$$\psi = 2.7 \cdot H_F + x + 2.2 \cdot H_F = 2.7 \cdot 58.36 + 8.4 + 2.2 \cdot 58.36 = 294.36 \text{ m}$$

Το εμβαδόν E της διατομής του φράγματος είναι:

$$E = [(x + \psi)/2] \cdot H_F = [(8.4 + 294.36)/2] \cdot 58.36 = 8834.54 \text{ m}^2$$

Ο ολικός όγκος V_{Φ} των χωματουργικών του φράγματος είναι:

$$V_{\Phi} = E \cdot x + (2.7 H_F / 3) \cdot E + (2.2 H_F / 3) \cdot E = 8834.54 \cdot 8.4 + (2.7 \cdot 58.36 / 3) \cdot 8834.54 + (2.2 \cdot 58.36 / 3) \cdot 8834.54 = 916330.268 \text{ m}^3$$

Το πλάτος x_a της στέψης του αργιλικού πυρήνα είναι:

$$x_a = x - 3 = 8.4 - 3 = 5.4 \text{ m}$$

Το πλάτος ψ_a της βάσης του αργιλικού πυρήνα είναι:

$$\psi_a = x_a + 1/5 H_F + 1/5 H_F = 5.4 + 1/5 \cdot 58.36 + 1/5 \cdot 58.36 = 28.74 \text{ m}$$

Συνοπτικά τα τεχνικά χαρακτηριστικά του φράγματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 13.

Πίνακας 13. Τεχνικά χαρακτηριστικά φράγματος

Τελικό ύψος φράγματος H_F	58.36 m
Λόγος κλίσης ανάντη πρανούς	1:2.7 (κ/ο)
Λόγος κλίσης κατόντη πρανούς	1:2.2 (κ/ο)
Μήκος στέψης φράγματος L	190 m
Πλάτος στέψης φράγματος x	8.4 m
Πλάτος βάσης φράγματος ψ	294.36 m
Εμβαδόν διατομής φράγματος E	8834.54 m ²
Ολικός όγκος χωματουργικών φράγματος V_{Φ}	916330.268 m ³
Κλίση πρανών αργιλικού πυρήνα	5:1 (κ/ο)
Πλάτος στέψης αργιλικού πυρήνα x_a	5.4 m
Πλάτος βάσης αργιλικού πυρήνα ψ_a	28.74 m
Χωρητικότητα ταμιευτήρα V_{tot}	3.86 · 10 ⁶ m ³
Ωφέλιμη χωρητικότητα ταμιευτήρα V_{ω}	3.55 · 10 ⁶ m ³
Επιφάνεια ταμιευτήρα E_{tot}	217350 m ²

2.3.5.2 Όγκος χωματουργικών

Ο όγκος V_a των χωματουργικών του αργιλικού πυρήνα είναι:

$$V_a = E \cdot x_a + (H_F / 3 \cdot 5) \cdot E + (H_F / 3 \cdot 5) \cdot E = 8834.54 \cdot 5.4 + (58.36 / 15) \cdot 8834.54 + (58.36 / 15) \cdot 8834.54 = 116451.016 \text{ m}^3$$

Όπου E είναι το εμβαδόν της διατομής του φράγματος, x_a είναι το πλάτος της στέψης του αργιλικού πυρήνα και H_F είναι το τελικό ύψος του φράγματος.

Ο όγκος των φίλτρων V_{Φ} και του αργιλικού πυρήνα V_a είναι:

$$V_{\Phi} + V_a = E \cdot x + (H_F / 3 \cdot 5) \cdot E + (H_F / 3 \cdot 5) \cdot E = 8834.54 \cdot 8.4 + (58.36 / 15) \cdot 8834.54 + (58.36 / 15) \cdot 8834.54 = 142954.636 \text{ m}^3$$

Όπου x είναι το πλάτος της στέψης του φράγματος.

Ο όγκος V_{ϕ} των χωματουργικών των φίλτρων είναι:

$$V_{\phi} = (V_{\phi} + V_{\alpha}) - V_{\alpha} = 142954.636 - 116451.016 = 26503.62 \text{ m}^3$$

Ο όγκος V_{Σ} των χωματουργικών του σώματος αντιστήριξης είναι:

$$V_{\Sigma} = V_{\phi p} - (V_{\phi} + V_{\alpha}) = 916330.268 - 142954.636 = 773375.632 \text{ m}^3$$

Όπου $V_{\phi p}$ είναι ο ολικός όγκος των χωματουργικών του φράγματος.

2.3.5.3 Όγκος εκσκαφών θεμελίωσης φράγματος

Ο όγκος V_e των εκσκαφών θεμελίωσης του φράγματος είναι:

$$V_e = L * \psi * H_e = 190 * 294.36 * 12.50 = 699105 \text{ m}^3$$

Όπου L είναι το μήκος του άξονα του φράγματος σε m, ψ είναι το πλάτος της βάσης του φράγματος σε m και H_e είναι το πάχος του αποσαθρωμένου μανδύα σε m.

2.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η λεκάνη απορροής αποτελείται από τους εξής γεωλογικούς σχηματισμούς από τους παλαιότερους προς τους νεότερους: Σχιστολιθικούς σχηματισμούς του Άνω Παλαιοζωικού - Κάτω Τριαδικού, οι οποίοι περιέχουν φακοειδείς ασβεστολιθικές ενστρώσεις. Ασβεστόλιθους του Τριαδικού-Ιουρασικού και Τεταρτογενείς αποθέσεις, οι οποίες καλύπτουν μικρό τμήμα της λεκάνης.
- Η διαπερατότητα των Τεταρτογενών αποθέσεων διαφέρει ανάλογα με τη σύστασή τους. Οι ασβεστόλιθοι του Τριαδικού-Ιουρασικού έχουν μεγάλη διαπερατότητα και αναπτύσσονται πάνω στους Παλαιοζωικούς σχιστολιθικούς σχηματισμούς που είναι αδιαπέρατοι, με αποτέλεσμα να υπάρχουν αρκετές πηγές στη λεκάνη απορροής, που σημαίνει ότι υπόγεια νερά κατευθύνονται προς τη λεκάνη.
- Η λεκάνη κατάκλυσης αποτελεί μορφολογικά στενή κοιλάδα, η οποία διευρύνεται σε ορισμένα σημεία και αποτελείται γεωλογικά από τους Παλαιοζωικούς σχιστολιθικούς σχηματισμούς, που εξασφαλίζουν τη στεγανότητά της. Μόνο τοπικά καλύπτεται από Τεταρτογενείς αποθέσεις, οι οποίες λόγω της μικρής ανάπτυξής τους και του ότι αναπτύσσονται πάνω στους αδιαπέρατους σχιστόλιθους, δεν δημιουργούν πρόβλημα στη στεγανότητα της λεκάνης.
- Η θέση θεμελίωσης του φράγματος γεωλογικά αποτελείται από συνεκτικούς σχιστόλιθους του Άνω Παλαιοζωικού - Κάτω Τριαδικού.
- Η στάθμη του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, στην κοίτη του ποταμού σχεδόν συμπίπτει με τη στάθμη του ποταμού και στα αντερείσματα του φράγματος βρίσκεται υψηλότερα από τη στάθμη του ποταμού. Επομένως υπάρχουν ευνοϊκές υδραυλικές συνθήκες για την κατασκευή του φράγματος.
- Οι σχιστόλιθοι από τους οποίους αποτελείται η θέση θεμελίωσης του φράγματος είναι πρακτικά αδιαπέρατοι, όμως μέχρι το βάθος που είναι αποσαθρωμένοι και κερματισμένοι, η διαπερατότητα είναι μεγαλύτερη. Επομένως πρέπει να κατασκευαστεί κουρτίνα τσιμεντενέσεων κατά μήκος του άξονα του φράγματος, για τη στεγανοποίηση της βραχόμαζας.
- Η ποιότητα της βραχόμαζας στο αριστερό αντέρεισμα είναι πολύ κακή έως μέτρια και σε ορισμένα τμήματα άριστη, ενώ στο δεξιό αντέρεισμα και στην κοίτη του ποταμού είναι πολύ κακή έως κακή. Συνεπώς η

αντοχή της βραχώμαζας είναι μειωμένη και πρέπει να κατασκευαστεί εύκαμπτο φράγμα. Η ύπαρξη κατάλληλων υλικών κοντά στη θέση του φράγματος, ευνοούν την κατασκευή λιθόρριπτου φράγματος με αργιλικό πυρήνα.

- Λαμβάνοντας υπόψη τη μορφολογία και τη διεύθυνση της κοίτης του ποταμού στη θέση θεμελίωσης του φράγματος, για να οδηγηθεί η πλημμυρική παροχή απ' ευθείας στην κοίτη του ποταμού, κατάλληλο για τον υπερχειλιστή είναι το δεξιό αντέρεισμα, στο οποίο θα κατασκευαστεί με τη μορφή σήραγγας.

ΓΕΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αλεξόπουλος, Α., Λέκκας Σ. (2009): Εισαγωγή στην Υδρογεωλογία. Εκπαιδευτικές Σημειώσεις. Τμήμα Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος. Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Δημόπουλος, Γ. (2008): Τεχνική Γεωλογία. Εκδόσεις Αφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.
- Δημόπουλος, Γ. (2007): Γεωλογικές μελέτες τεχνικών έργων-Υδρογεωλογικές μελέτης. Εκδόσεις Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.
- Καλλέργης, Γ. (1999, 2001): Εφαρμοσμένη Περιβαλλοντική Υδρογεωλογία. Τόμοι Α' και Γ', Έκδοση ΤΕΕ. Αθήνα.
- Κούκης, Γ., Σαμπατακάκης, Ν. (2002): Τεχνική Γεωλογία. Εκδόσεις Παπασωτηρίου.
- Ρόζος, Δ., Κυνηγαλάκη, Μ., Ελευθερίου, Α. (1995): Γεωτεχνική μελέτη φράγματος Μανικίων Κύμης, Ν. Ευβοίας. ΙΓΜΕ.
- Σούλιος, Γ. (2004): Γενική Υδρογεωλογία. Τόμος Γ'. Αποθέματα και διαχείριση του υπόγειου νερού. Εκδ. Κυριακίδη. Θεσσαλονίκη.
- Σούλιος, Γ. (2006-2011): Γενική Υδρογεωλογία. Τόμοι Α', Β', Ε'. University Studio Press. Θεσσαλονίκη.
- Στουρνάρας, Γ., Σταυροπούλου, Μ. (2011): Τεχνική Γεωλογία. Εκδόσεις Τζιόλα.
- Sanders, J. (1981): Principles of Physical Geology. John Wiley & Sons, p. 624.
- Shaw, E.M. (1996): Hydrology in practice. Chapman & Hall.
- Turner, A. (1967): Hydrogeologie. Springer-Verlag. Wien, p. 350.
- Todd, D.K. (1980): Groundwater Hydrology. John Wiley & Sons, p. 535.
- Viessman, J.W., Levis, G.L., Knapp, J.W. (1989): Introduction to Hydrology. Harper & Row Publishers.
- Χρηστάρας, Β., Χατζηαγγέλου, Μ. (2011): Απλά βήματα στην Εδαφομηχανική. University Studio Press.
- Walton, W.C. (1991): Principles of groundwater engineering. Lewis Publ. Inc, Chelsea, Michigan, USA, p. 414.
- Ward, A.D., Trimble, S.W. (2004): Environmental Hydrology. Second Edition, Lewis Publishers, p. 475.
- Zötl, J. (1974): Karst Hydrogeologie. Vienna, Springer, p. 291.