

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

«Επεξεργασία γεωτρητικών και αντλητικών
δεδομένων Πιερίας λεκάνης Νομού Καβάλας»



Παπαχαραλάμπου Χρυσούλα

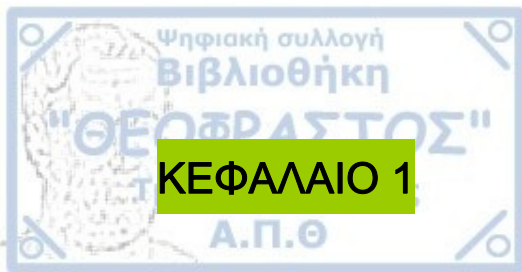
Σβήγκας Νικόλαος

Επιβλέπων: Κ. Βουδούρης, Επίκουρος Καθηγητής ΑΠΘ

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2010



	Σελ.
Κεφάλαιο 1.....	2
1.1 εισαγωγή.....	2
1.2 Σχεδιάγραμμα εργασίας.....	4
Κεφάλαιο 2.....	5
2.1 Γεωμορφολογία της ευρύτερης περιοχής της Πιερίας Λεκάνης.....	5
2.2 Γεωμορφολογικά στοιχεία της λεκάνης.....	7
2.3 Χρήσεις Γης.....	8
2.4 Αγροτική εκμετάλλευση της γης.....	10
2.5 Πληθυσμός.....	11
Κεφάλαιο 3	13
3.1 Γεωλογικά στοιχεία της λεκάνης.....	13
3.2 Υδρογεωλογικά στοιχεία της λεκάνης	16
3.3 Δίαιτα των επιφανειακών υδάτων-Υδρομετεωρολογία της λεκάνης	27
Κεφάλαιο 4.....	36
4.1 Γεωτρητικά δεδομένα	36
Κεφάλαιο 5	52
5.1 Υδραυλικές Παράμετροι.....	50
5.2 Υδραυλική αγωγιμότητα Κ.....	50
5.3 Μεταβιβαστικότητα Τ.....	51
5.4 Συντελεστής εναποθήκευσης S.....	52
Κεφάλαιο 6 (συμπεράσματα).....	56
Παράρτημα.....	59



1.1 Εισαγωγή

Η Διαχείριση των Υδατικών Πόρων, ως επιστημονική προσέγγιση, αλλά και έως επιχειρησιακή πρακτική, βρίσκεται σε άμεση συσχέτιση και εμπλέκεται ενεργά τόσο με την διαδικασία της ανάπτυξης, όσο και με εκείνη της περιβαλλοντικής πολιτικής. Αυτό είναι φυσικό, αφού το νερό είναι ένα από τα πλέον πολύτιμα και ευαίσθητα περιβαλλοντικά αγαθά, ως ανανεώσιμος περιβαλλοντικός πόρος, ενώ συγχρόνως συμμετέχει ενεργά στην αναπτυξιακή διαδικασία, αποτελώντας προϋπόθεση για κάθε μορφή οικονομικής ανάπτυξης.

Ιδιαίτερα τα υπόγεια νερά είναι ένας συχνά απαραίτητος ακρογωνιαίος λίθος στην δημιουργία πολλών περιφερειακών οικονομικών και περιβαλλοντικών συστημάτων. Αποτελούν μια πιο αξιόπιστη πηγή παροχής από ότι τα επιφανειακά νερά και τις περισσότερες φορές παράσχουν νερό υψηλής ποιότητας. Επίσης, τα υπόγεια νερά είναι η κύρια πηγή νερού σε περιόδους ξηρασίας. Οπωσδήποτε, σε πολλές περιοχές της γης ο ρόλος των υπόγειων νερών βρίσκεται σε συνθήκες σοβαρής απειλής. Κατά τις πρόσφατες δεκαετίες έχουμε γίνει μάρτυρες μιας παγκόσμιας έκρηξης στην ικανότητα άντλησης τεράστιων ποσοτήτων όσο και μίας συνεχούς αυξανόμενης απειλής ρύπανσης των υπόγειων νερών.

Πολλές φορές τα υπόγεια νερά έχουν θεωρηθεί μια εύκολα διαθέσιμη πηγή ύδατος για οικιακή, γεωργική και βιομηχανική χρήση. Σε πολλές περιοχές της γης τα υπόγεια νερά αντλούνται για

ποικίλους σκοπούς και έχουν σημαντική συμβολή στη βελτίωση των κοινωνικών και οικονομικών συνθηκών των ανθρώπων. Όμως, με την αύξηση της ζήτησης, αυτός ο πόρος, γίνεται αντικείμενο υπερεκμετάλλευσης σε πολλές περιοχές, με συνέπεια τη σταθερή εξάντληση των υδροφόρων συστημάτων και τις συνεπαγόμενες με αυτήν περιβαλλοντικές επιπτώσεις όπως η καθίζηση του εδάφους και η υποβάθμιση της ποιότητας του νερού. Επιπλέον, με τις αλλαγές στη χρήση γης και την τεράστια αύξηση στις ποσότητες και τους τύπους των βιομηχανικών, γεωργικών και οικιακών αποβλήτων που εισάγονται στον υδρολογικό κύκλο, παρατηρείται μια βαθμιαία υποβάθμιση στην ποιότητα του νερού που οφείλεται σε επιφανειακή και υπόγεια ρύπανση .

Κρίνεται λοιπόν ως απαραίτητη η παρακολούθηση και η επεξεργασία των στοιχείων που αφορούν στα υπόγεια νερά με σύγχρονες μεθόδους και τεχνικές. Πρακτικά αυτό γίνεται με την ανόρυξη γεωτρήσεων και τη μελέτη των δεδομένων που προκύπτουν από αυτές. Η συγκεκριμένη εργασία στόχο έχει την εξαγωγή υδρολογικών-υδρογεωλογικών συμπερασμάτων για την Περία λεκάνη όπως αυτά προκύπτουν από αντλητικά και γεωτρητικά δεδομένα.

1.2 Σχεδιάγραμμα εργασίας

Ο τίτλος που φέρει η διπλωματική εργασία είναι "ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΓΕΩΤΡΗΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΛΗΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΙΕΡΙΑΣ ΛΕΚΑΝΗΣ". Μιλώντας για γεωτρητικά δεδομένα κάνουμε λόγο για τις λιθολογικές στήλες που προκύπτουν από τις δειγματοληπτικές γεωτρήσεις που έγιναν στην περιοχή και αντλητικά είναι τα δεδομένα που προέκυψαν από δοκιμαστικές αντλήσεις. Αρχικά γίνεται αναφορά στη γεωγραφική θέση και μορφολογία της περιοχής μελέτης, στη συνέχεια δίνονται πληροφορίες για τη γεωλογία και την υδρογεωλογία της και τέλος παρατίθενται σε παράρτημα οι λιθολογικές στήλες όπως επίσης και τα αντλητικά διαγράμματα συνοδευόμενα από συμπεράσματα.

2.1 Γεωμορφολογία της ευρύτερης περιοχής της Πιερίας λεκάνης

Η υδρολογική λεκάνη, "Πιερία λεκάνη", της περιοχής μελέτης (λεκάνη του ποταμού Μαρμαρά) βρίσκεται στο δυτικό τμήμα του Νομού Καβάλας και οριοθετείται εκατέρωθεν από το όρος Παγγαίο και το όρος Σύμβολο. Εκτείνεται από τις ΒΑ παρυφές του Παγγαίου και με μια ΒΑ-ΝΔ ανάπτυξη φτάνει μέχρι τις ακτές του Β. Αιγαίου. Η γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης παρουσιάζεται αναλυτικά στο σχήμα 2.1.





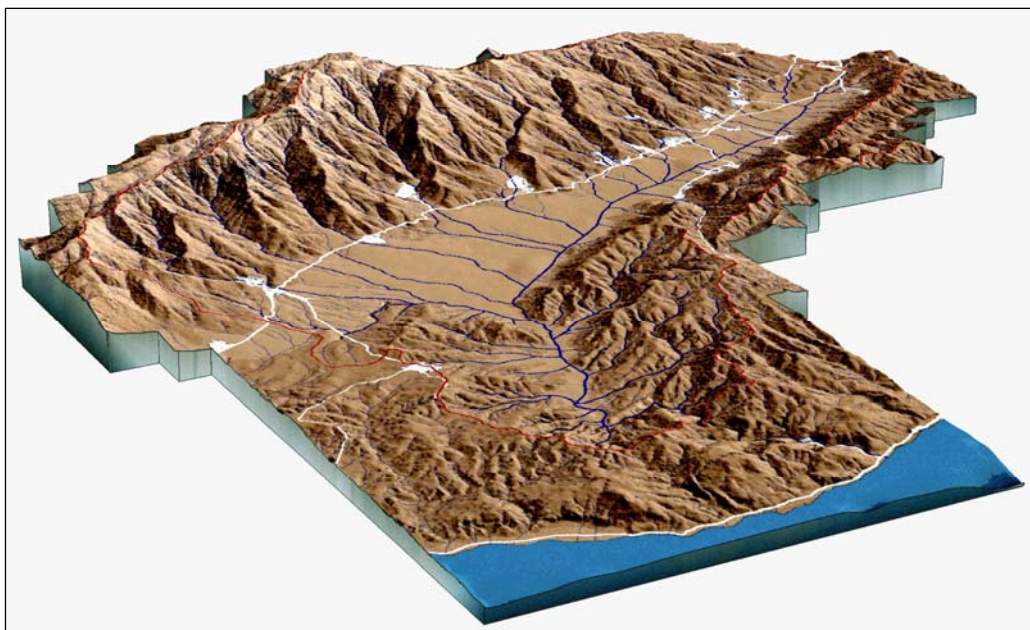
Σχ. 2.1 Γεωγραφική θέση της "Πιερίας λεκάνης" (λεκάνη του ποταμού Μαρμαρά)

Η περιοχή της Πιερίας λεκάνης ανήκει γεωτεκτονικά στη Ροδοπική μάζα και γεωγραφικά εντοπίζεται στο νοτιοδυτικό μέρος αυτής. Το νοτιοδυτικό μέρος της Ροδοπικής μάζας γεωγραφικά καταλαμβάνει την περιοχή μεταξύ των ποταμών Νέστου και Στρυμόνα, από τα ελληνο - βουλγαρικά σύνορα έως το νησί της Θάσου. Η μορφολογία της περιοχής χαρακτηρίζεται από ψηλές οροσειρές που εναλλάσσονται με ρηχές ή βαθιές λεκάνες, τάφρους και κοιλάδες. Διακρίνονται δύο αλυσίδες ορέων με ΒΔ-ΝΑ παράταξη. Η ανατολική οροσειρά περιλαμβάνει τα όρη Φαλακρό και Λεκάνης. Η δυτική περιλαμβάνει τα όρη Όρβηλος - Άγκιστρο, Βροντού, Μενοίκιο, Παγγαίο και Σύμβολο. Μεταξύ των δύο αλυσίδων αναπτύσσεται μια κεντρική ζώνη καταβύθισης αποτελούμενη από μικρότερες τάφρους.

2.2 Γεωμορφολογικά στοιχεία της λεκάνης

Η Πιερία λεκάνη αποτελεί μια συγκλινική κοιλάδα που εκτείνεται ανάμεσα στις αντικλινικές ράχες του Παγγαίου και του Συμβόλου όρους. Λιθολογικά δομείται από Προ-Παλαιοζωικά μεταμορφωμένα πετρώματα (μάρμαρα εναλλασσόμενα με γνεύσιους, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους και αμφιβολίτες). Οι πυρήνες των αντικλίνων φαίνεται να καταλαμβάνονται από πλουτώνια σώματα. Γεωμορφολογικά στοιχεία του ανάγλυφου δείχνουν ότι πρόκειται για ένα τοπικό βύθισμα του Νεογενούς, ορθογώνια ρηγματωμένο και βυθισμένο. Όπως και οι γειτονικές συγκλινικές κοιλάδες (λεκάνες Σερρών – Στρυμόνα, Αγγίτη), το μεγαλύτερο τμήμα της είναι πληρωμένο με αποθέσεις του Νεογενούς και του Τεταρτογενούς.

Το ανάγλυφο της λεκάνης έχει διαμορφωθεί τόσο από εξωγενείς παράγοντες (νερό, άνεμος, θερμοκρασία κ.α.), όσο και από ενδογενείς παράγοντες (πτύχωση, ρήγματα κ.α.), των οποίων η επίδραση φέρεται να είναι σημαντικότερη.



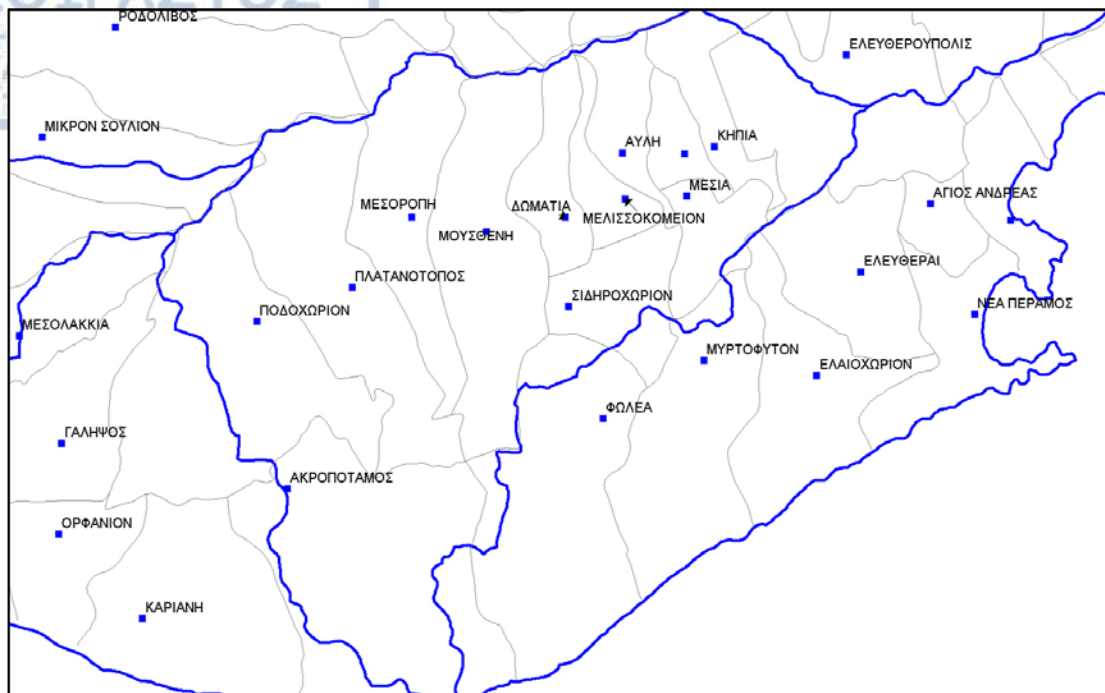
Σχ. 2.2 Τρισδιάστατη απεικόνιση της περιοχής έρευνας (Google Earth)

Με βάση την αρίθμηση του δικτύου προκύπτει ότι το δίκτυο είναι 6ης τάξης με συνολικό μήκος $\Sigma L = 2.356.186 \text{ m}$. Η μεγαλύτερη ανάπτυξη παρουσιάζεται στο βόρειο και βορειοδυτικό τμήμα της περιοχής που αποστραγγίζει τις νότιες παρυφές του όρους Παγγαίο. Το νότιο και νοτιοανατολικό τμήμα του δικτύου αποστραγγίζει τις βόρειες παρυφές του όρους Σύμβολο και παρουσιάζει μικρή ανάπτυξη. Τα δύο αυτά τμήματα του δικτύου καταλήγουν στη μεταξύ των δύο ορέων πεδινή περιοχή και σχηματίζουν τον ποταμό Μαρμαρά. Ο ποταμός αυτός ακολουθεί μια διεύθυνση ροής από ΒΑ προς ΝΔ, ενώ προς την έξοδο της λεκάνης, ο ποταμός κάμπτεται και συνεχίζει προς τα νότια έως τις εκβολές του προς τη θάλασσα. Στην περιοχή, επίσης, υπάρχει ο ποταμός Μαρμαράς όπου την θερινή περίοδο η ροή του, είτε είναι πολύ μικρή, είτε σε πολλές περιπτώσεις μηδενίζεται.

2.3 Χρήσεις Γης

Διοικητικά η περιοχή μελέτης ανήκει σε τρεις Δήμους:

Ελευθερούπολης, Πιερών και Ορφανού. Από τον Δήμο Ελευθερούπολης στην Πιερία λεκάνη ανήκουν μέρος των Δημοτικών Διαμερισμάτων (Δ.Δ.) Ελευθερούπολης και Κηπιών και ολόκληρο το Δ.Δ. Χρυσοκάστρου. Από το Δήμο Ορφανού μέρος των Δ.Δ. Ακροποτάμου και Ποδοχωρίου, ενώ από τον Δήμο Πιερών ολόκληρη η έκταση.



Σχ. 2.3 Διοικητικά διαμερίσματα περιοχής μελέτης (πριν την τροπολογία 'Καλλικράτης')

Τα στοιχεία χρήσεων γης αφορούν ολόκληρη την περιοχή μελέτης η έκταση της οποίας είναι 226,29 Km². Σε σχέση με τα 131.958 Km² της έκτασης της Ελλάδας και τα 14.517 Km² του εδάφους της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης η περιοχή μελέτης αποτελεί το 0,25 % του εδάφους της χώρας και το 2,32 % της Περιφέρειας. Τέλος, σε ότι αφορά στο Νομό Καβάλας αποτελεί το 15,55 % της έκτασής του.

Πίν. 2.1 Απόλυτα μεγέθη εκτάσεων (σε km²) και ποσοστιαία διάρθρωση
(ΠΗΓΗ: ΕΣΥΕ Απογραφή 2001)

Εκτάσεις (Km ²)	Σύνολο Χώρας	Περιφέρεια Α.Μ.Θ.	Ν. Καβάλας	Περιοχής Μελέτης
Σύνολο Έκτασης	131.957,4 100%	14.157,8 100%	2.111,7 100%	328,4 100%
Πεδινές Εκτάσεις	37.891,1 28,7%	4.867,9 34,4%	507,4 24,0%	35,9 10,9%
Ημιορεινές Εκτάσεις	38.271,9 29,0%	3.687,7 26,0%	637,3 30,2%	165,7 50,5%
Ορεινές Εκτάσεις	55.794,4 42,3%	5.602,2 39,6%	967,0 47,8%	126,8 38,6%

2.4 Αγροτική εκμετάλλευση της γης

Από τα διαθέσιμα στοιχεία προκύπτει ότι ο αγροτικός τομέας στην περιοχή είναι αρκετά ανεπτυγμένος. Στην ευρύτερη περιοχή μελέτης η απασχόληση στηρίζεται στον πρωτογενή τομέα και κυρίως στη γεωργία και λιγότερο στην κτηνοτροφία. Το μεγαλύτερο ποσοστό των εκτάσεων είναι αρδευόμενες σχεδόν σε ολόκληρη την έκταση της Πιερίας λεκάνης. Αυτό παρατηρείται τόσο στις αροτραίες καλλιέργειες, όσο και στα λαχανοκομικά είδη, στις

δενδρώδεις καλλιέργειες και στα αμπέλια. Επίσης, προκύπτει ότι το αρδευτικό δίκτυο των περιοχών που ανήκουν στους Δήμους Ελευθερούπολης και Πιερέων καταλαμβάνει μεγαλύτερο ποσοστό επί των συνολικών εκτάσεων που καλλιεργούνται.

Η καλλιέργεια του αμπελιού τα τελευταία χρόνια με άρδευση παρουσιάζει υψηλή απόδοση και αποτελεί δυναμική ανάπτυξη της περιοχής, με ανάλογη αύξηση του βιοτικού επιπέδου των πολιτών και την αξιοποίηση του ανθρώπινου δυναμικού της περιοχής.

2.5 Πληθυσμός

Η πληθυσμιακή πυκνότητα της λεκάνης είναι μάλλον μεγάλη και ομοιόμορφη. Σχεδόν το σύνολο του πληθυσμού της περιοχής βρίσκεται εντός της υδρολογικής λεκάνης, στα όρια του πεδινού με το ημιορεινό της τμήμα και μόλις δύο οικισμοί βρίσκονται εκτός αυτής.

Αναλύοντας το μέγεθος του πληθυσμού για την περιοχή μελέτης με χρονικό ορίζοντα την εικοσαετία 1981 – 2001 συμπεραίνουμε ότι ενώ για την δεκαετία 1981 -1991 η περιοχή έρευνας παρουσίαζε ρυθμούς μείωσης του πληθυσμού της τάξης του 10,71%, ο νομός εμφάνισε τάσεις σταθεροποίησης του πληθυσμού. Αντίθετα, τη δεκαετία 1991 – 2001 τόσο η περιοχή έρευνας παρουσίασε αυξητική τάση της τάξης του 4,59%, όσο και ο νομός Καβάλας με 6,28%.

Πίν. 2.2. Εξέλιξη του πληθυσμού ανά Δημοτικό Διαμέρισμα το διάστημα 1971–2001. (ΠΗΓΗ: ΕΣΥΕ Απογραφή 1981, 1991, 2001)

Δημοτικά Διαμερίσματα	1981	1991	2001	Ρυθμός Μεταβολής 81 - 91	Ρυθμός Μεταβολής 91 - 01
Δ. Ορφανού					
Ακροπόταμος	670	769	697	12,87	-10,33
Ποδοχώρι	1.017	992	649	-2,52	-52,85
Δ. Πιερέων					
Αυλή	494	559	556	11,63	-0,54
Δωμάτια	551	512	590	-7,62	13,22
Μελισσοκομείο	506	440	512	-15,00	14,06
Μεσιά	380	399	412	4,76	3,16
Μεσορόπη	735	648	610	-13,43	-6,23
Μουσθένη	1.004	868	1.075	-15,67	19,26
Πλατανότοπος	650	631	631	-3,01	0,00
Σιδηροχώρι	717	645	616	-11,16	-4,71
Δ. Ελευθερούπολης					
Ελευθερούπολη	5.706	6.262	6.116	8,88	-2,39
Κηπιά	804	393	657	-104,58	40,18
Χρυσόκαστρο	376	360	678	-4,44	46,90
Σύνολο	13.610	13.478	13.799	-10,71	4.59

Πίν. 2.3 Εξέλιξη του πληθυσμού στην περιοχή μελέτης και στο Νομό Καβάλας το διάστημα 1981 -2001. (ΠΗΓΗ: ΕΣΥΕ Απογραφή 1981, 1991, 2001)

	1981	1991	2001	Ρυθμός Μεταβολής 81 - 91	Ρυθμός Μεταβολής 91 - 01
Νομός Καβάλας	135.218	135.937	145.054	0,52	6,28
Περιοχή Έρευνας	13.610	13.478	13.799	-10,71	4.59
% Περιοχή Μελέτης / Νομός Καβάλας	10,01	9,91	9,51	-	-

Εξετάζοντας το μέγεθος του πληθυσμού για την περιοχή έρευνας αναφορικά με αυτό του Νομού Καβάλας προκύπτει ότι στην περιοχή για την εικοσαετία 1981 – 2001 κατοικεί περίπου το 10% του συνολικού πληθυσμού

του νομού και το ποσοστό αυτό παραμένει σχετικά σταθερό, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 2.3.

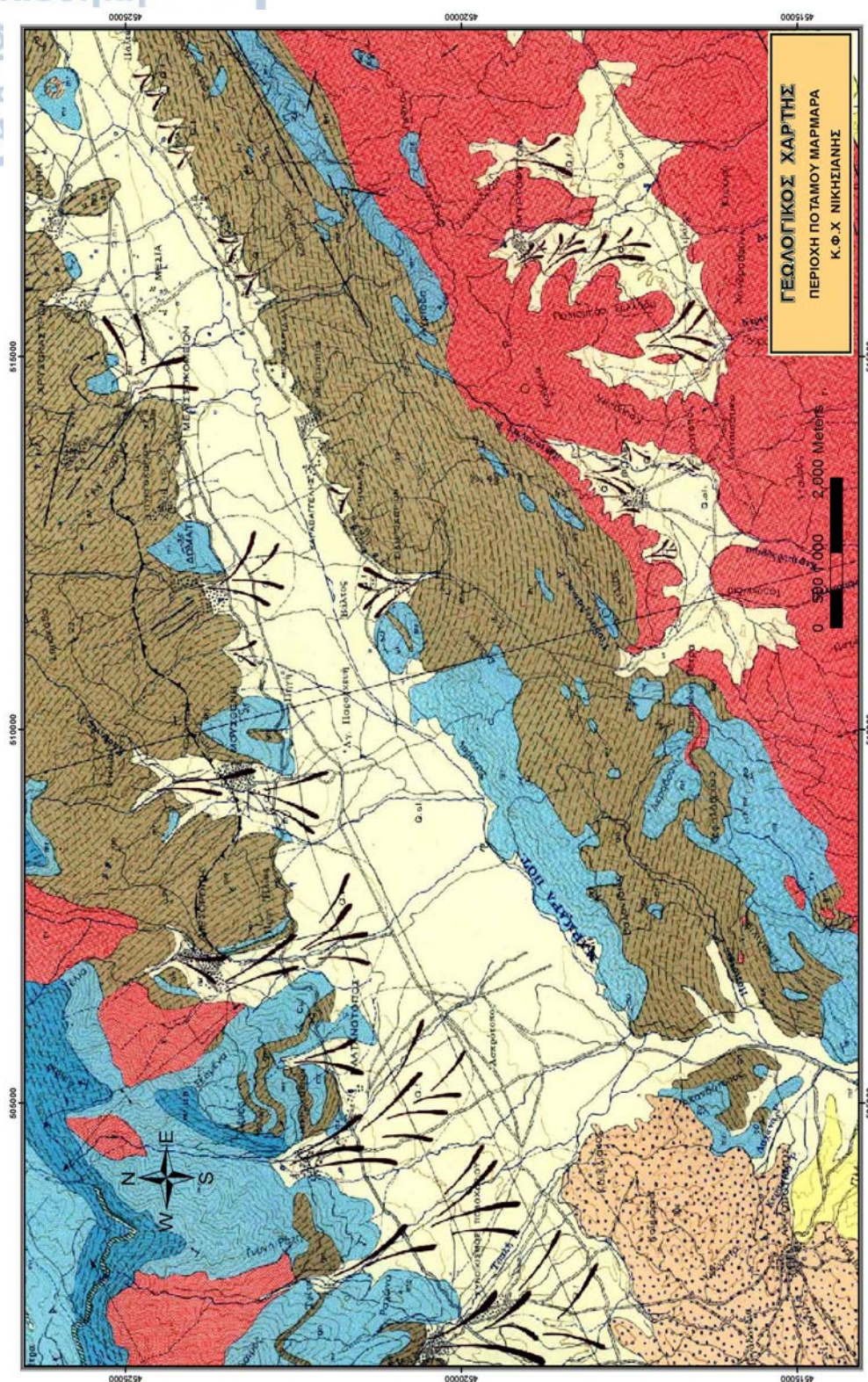
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Γεωλογικά στοιχεία της λεκάνης

Η περιοχή ανήκει γεωτεκτονικά στη μάζα της Ροδόπης, την οποία συνθέτουν μεταμορφωμένα και πυριγενή πετρώματα. Τα βραχώδη πετρώματα της λεκάνης αποτελούν το μεταμορφωμένο σύστημα το οποίο συνθέτουν:

- Κατώτεροι σχιστογενεύσιοι, με μέλη γνευσίων και σχιστογνευσίων, διακοπτόμενων κατά θέσεις από αμφιβολίτες και λευκά μάρμαρα στο Παγγαίο
- Ενδιάμεσα μάρμαρα, αποτελούμενα από συμπλέγματα λευκά σε εναλλαγές με σκοτεινόχροα, ταινιωτά στρώματα και φακούς με παρεμβολές σχιστογνευσίων
- Ανώτεροι σχιστογενεύσιοι, με σχιστογενεύσιους, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους με παρεμβολές μαρμάρων και αμφιβολιτών

Επίσης, στην πεδινή περιοχή της λεκάνης συναντώνται τα παλαιότερα - κατώτερα Νεογενή ιζήματα με αδρομερή κροκαλοπαγή, άμμους και μάργες. Τα Πλειστοκαινικά ιζήματα με θαλάσσιες αποθέσεις ψαμμιτών, ψαμμιτικών μαργών, άμμων, ιλύων, αργίλων και τοφφώδους ασβεστόλιθου και οι νεότερες – ανώτερες Ολοκαινικές αποθέσεις με χαλαρά κροκαλοπαγή, ισχυρά αναπτυγμένα πλευρικά κορήματα και κώνους κορημάτων.



Σχ.3.1 Γεωλογικός χάρτης της "Περίας λεκάνης" (λεκάνη του ποταμού Μαρμαρά)
Φύλλο: ΝΙΚΗΣΙΑΝΗ – ΛΟΥΤΡΑ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ (ΙΓΜΕ)

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ ΟΛΟΚΑΙΝΟΝ

Χερσαία απόθεσις: όγκολιθοι, χαλαρά κροκαλοπαγή, κροκάλα, λεπτοκοκκώδες όλικόν και έρυθραι άργιλοι

Πλευρικά κορήματα: μετά ή άνευ άργιλου

*Άλλουθιακά ριπίδια: όλικά άποσπάρσας γνευσίων, μαρμαρων και γρανιτών. Τοπικώς συνεκτικά λατυποπαγή εκ μαρμαρών (Πλειστόκαινον).

Λιμναια απόθεσις: άργιλοι λιμναιας φάσας, έναλλασσόμεναι, συνήθως, προς σχηματισμόδς λιμναιας, ποταμιας και χερσαίας φάσας, (άνθρακούχους ήλδς, άμμου, άργιλου κ.λ.π.). *Επίσης χουμάδεις άργιλοι εις την μεταξδ άργιλου και τύρφης μεταβατικήν ζώνην.

*Έρυθρογή: μετά ή άνευ κροκαλδν εκ μαρμαρών και σχιστολίθων.

Τύρφη.

ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟΝ

Χερσαία άνασπαθίς: έρυθρόχρους άμμόδης άργιλος με κροκάλας και λατύπας εκ μαρμαρων.

Φάσις θαλασσία: άργιλος, ψαμμίται, κροκαλοπαγή και άσβεστολιθικοί τόφφοι* έπικλυσιγενείς επί τδν πλειοκαινικδν σχηματισμδν. (Κατώτερον έως Μέσον Καλέβριον).

ΤΡΙΤΟΓΕΝΕΣ ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟΝ:

Λιμναια και χερσαία απόθεσις: κυρίως μάργαι (m), κροκαλοπαγή (c), ήλεις, άμμοι και χάλικες.

Θαλάσσιαι και ύφάλμυροι απόθεσις: εις την περιοχην τοδ *Άκροποτάμου άπαντδνται κυρίως ψαμμίται, μάργαι, άσβεστολίθοι και γύψος, θαλασσίου και ύφαλμόρου περιβάλλοντος. Νοτιοδυτικδς τοδ όρουσ *Σύμβολον έχομεν κυρίως ψαμμίτας και μάργας θαλασσίου περιβάλλοντος

ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

Μάρμαρα: πτωχδς έστρωμένα ή συμπαγή, λευκά μάρμαρα τά όποια θεωροϋνται ως προελδόντα εκ ύφαλογενδν άσβεστολίθων. *Εκτίτης καλδς ή λεπτός έστρωμενα άνοικτοδ ή σκεπτινοδ τεφροδ χρώματος, συχνά ταινιωτά μάρμαρα εις στρώματα και φακούς. Τά ταινιωτά τεφρά μάρμαρα άπαντδνται εις την μεταβατικήν ζώνην τδν μαρμαρων προς τοδς μαρμαρυγακούδς σχιστολίθουδς και γνευσίους με ποικίλον ποσοστόν εις χαλαζιαν, μαρμαρυγιαν και άλβιτην. Μέγεθος κόκκων, γενικδς, 0,3 - 1 mm

Μάρμαρα και μαρμαρυγακοί σχιστόλιθοι: έναλλαγαί στρωμάτων μαρμαρων και μαρμαρυγακδν σχιστολίθων με έπικρατησιν τδν μαρμαρων και κατá θέσεις πλευρική μετάβασις τδν μέν προς τά δδ.

Μαρμαρυγακοί σχιστόλιθοι και μάρμαρα: έναλλαγαί στρωμάτων μαρμαρυγακδν σχιστολίθων και μαρμαρων με έπικράτησιν τδν μαρμαρυγακδν σχιστολίθων. Κατá θέσεις πλευρική μετάβασις τδν μέν προς τά δδ.

Πρασινοςχιστόλιθοι και άμφιβολίται: άπαντδνται (με τδν άκτινδλίθον ως τδ έπικρατοϋν όρυκτόν), ως φακοί, ένσπάρσας ή εκτεταμένα στρώματα εις τδ κατώτερον μέρος της σειράς τδν μαρμαρων (συνά παρυσίαζουσιν πλευρικήν μετάβασιν προς τεφρά μάρμαρα, μαρμαρυγακούδς σχιστολίθουδς ή γνευσίους) και χαρακτηρίζουσιν την μετάβασιν εκ της ύποκειμένης σειράς τδν γνευσιακδν σχιστολίθων προς την ύπερκείμενην σειράν τδν συμπαγδν άσβεστολίθων. Οι άμφιβολίται θεωροϋνται ως προελδόντες εκ μαργδν.

Μαρμαρυγακοί σχιστόλιθοι: έπικρατοϋν *ό μοσχοβιτικοί σχιστόλιθοι με ποικίλον ποσοστόν χαλαζιου και άνθρακικδν όρυκτόν. *Απαντδνται κυρίως, εις την μετάβασιν εκ τδν γνευσίων προς τά μάρμαρα.

Γνεύσοι και γνευσιακοί σχιστόλιθοι: λεπτο - έως μεσοκοκκώδεις, ποικίλλουσιν κατá τδ χρώμα, εκ τοδ τεφροδ - σαρκοχρόου μέχρι καστανοδ, και κατá την ύψην, εκ της γνευσιακής μέχρι κοκκδουδς και σχιστοδουδς, άναλόγως της όρυκτολογικής τδν συστάσεως. Κύρια όρυκτά: χαλαζις, άλβιτης, μοσχοβίτης, έπίδοτον και βιοτίτης. Βαθμόδς μεταμορφώσεως, ύπόφασις χαλαζιου - άλβιτου - έπίδοτου - βιοτίτου της πρασινοςχιστολιθικής φάσας. Δέν ύπάρχει ένδειξις πολυμεταμορφισμοϋ. Πλησίον γρανιτικδν διασδύσαν οι γνεύσοι μεταπίπτουσιν, τοπικδς, εις όφθαλμογνευσίους με πορφυροβλάστας καλιούχων άστρίων, μήκουδς έως 2 cm.

Γρανίτης: γρανοδιορίται ύποκειμένοι τδν όρων *Παγγαίον και *Σύμβολον (γρανίτης Παγγαίου και γρανίτης Σύμβολου ή Καβάλας). Κύρια όρυκτά, καλιοχδο άστριοι, πλαγιόκλαστα, χαλαζις, βιοτίτης και κεροσίλβη.

Γεωλογικδν όριον όρατόν. στικτόν όπου κατá προσέγγισιν έντοπισμένον.

Ρήγμα όρατόν και πιθανή προέκτασις αϋτοϋ

Ρηξιγενής ζώνη με τεκτονικδν λατυποπαγέδς

*Αξων αντικλίνου

Παράταξις στρωμάτων μετρηθείσα

Παράταξις στρωμάτων κατ' έκτίμησιν

Μεταλλείον έν ένεργεία

*Εμφάνισις μεταλλειματοδ:

Χαλκός,	Cu	×
Σιδηροπυρίτης,	Py	×
Χρυσός,	Au	×
Σιδηρος,	Fe	×
Λιγνίτης,	C	×
Μαγγάνιον	Mn	×

3.2 Υδρογεωλογικά στοιχεία της λεκάνης

Με βάση τον τρόπο που συμπεριφέρεται το υπόγειο και μετεωρικό νερό, διαχωρίστηκαν τα πετρώματα της Πιερίας λεκάνης σε τρεις υδρολιθολογικές ενότητες, ως εξής (Δημόπουλος, κ.α, 1996 – η περιγραφή αντιστοιχεί σε όμοια πετρώματα όλης της έκτασης του Δήμου Ορφανού):

Ενότητα Α - των κοκκωδών πετρωμάτων

Ενότητα Β - των βραχωδών πετρωμάτων

Ενότητα Γ - των ανθρακικών πετρωμάτων

Στα επόμενα αναλύονται τα υδρολιθολογικά χαρακτηριστικά της κάθε ενότητας και η υδρογεωλογική της συμπεριφορά (από τους ίδιους ερευνητές).

Υδρολιθολογική ενότητα Α - Πορώδεις σχηματισμοί

Η υδρολιθολογική ενότητα αυτή περιλαμβάνει τους πορώδεις σχηματισμούς της λεκάνης και συγκεκριμένα τα αλλουβιακά ριπίδια, τις χερσαίες αποθέσεις του Ολοκαίνου και τις θαλάσσιες και υφάλμυρες αποθέσεις του Νεογενούς. Οι σχηματισμοί αυτοί αποτέθηκαν πάνω στο κρυσταλλικό υπόβαθρο της λεκάνης και καλύπτουν το πεδινό και το λοφώδες τμήμα της Παρουσιάζουν μεγάλο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον λόγω της μεγάλης επιφανειακής εξάπλωσής τους, του σημαντικού πάχους και κυρίως γιατί έχουν μεγάλο συντελεστή κατείσδυσης και παρέχουν ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη υπόγειας υδροφορίας.

Το υπόγειο νερό είτε προέρχεται από την άμεση κατείσδυση των κατακρημνισμάτων ή από πλευρική διήθηση, αφού αποθηκευτεί μέσα στους σχηματισμούς της ενότητας Α, κινείται υπακούοντας σε ορισμένους βασικούς κανόνες. Οι κανόνες αυτοί εξαρτώνται από τη δομή των σχηματισμών και κυρίως από το ολικό και ενεργό πορώδες, την κοκκομετρική διαβάθμιση και ταξινόμηση των υλικών και την διαγένεση των υλικών. Οι κοκκώδεις σχηματισμοί της λεκάνης παρουσιάζουν μια ποικίλη υδρολιθολογική συμπεριφορά. Με βάση τις ιδιότητές τους, τα πετρώματα της ενότητας Α διαχωρίζονται στους ακόλουθους υδρολιθολογικούς σχηματισμούς :

α) Σχηματισμός Ι των Αλλουβιακών αποθέσεων, β) Σχηματισμός ΙΙ των κορημάτων και γ) Σχηματισμός ΙΙΙ των Νεογενών αποθέσεων.

Σχηματισμός Ι - των Αλλουβιακών αποθέσεων

Σε αυτές περιλαμβάνονται σύγχρονες χερσαίες αποθέσεις με την μορφή χαλαρών προσχώσεων κοιλάδων, κορημάτων κλιτύων και αποσαθρώματα πετρωμάτων, που επικαλύπτονται συνήθως με ένα λεπτό κάλυμμα φυτικής γης. Συνίστανται από φακούς αδρομερών υλικών που παρεμβάλλονται μεταξύ λεπτομερέστερων υλικών όπως άμμων, αμμοιλύων και αργιλοϊλύων, αλλά και συνεκτικών πετρωμάτων όπως κροκαλοπαγών και ψαμμιτών. Το πάχος των αποθέσεων αυτών ποικίλει κατά θέσεις γενικά, όμως αυξάνεται προς το κέντρο της λεκάνης ενώ αποσφηνώνεται προς τις κλιτύες. Η κοκκομετρική σύσταση των αποθέσεων αυτών ποικίλει. Στο σύνολο τους όμως χαρακτηρίζονται από σχετικά μεγάλο συντελεστή ύδροπερατότητας $K = 0,2 - 0,5 \times 10^{-4} \text{m/s}$ και μέσο ενεργό πορώδες 10 - 25%, ενώ ο συντελεστής ενεργής

κατείσδυσης κυμαίνεται από 10 - 25%. Παρουσιάζουν μεγάλο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον και πρέπει να αναφερθεί ότι τα περισσότερα έργα υδρομάστευσης (πηγάδια και γεωτρήσεις) που έχουν κατασκευαστεί μέχρι σήμερα στη λεκάνη βρίσκονται μέσα στις αποθέσεις αυτές. Στην πλειονότητα τους τα έργα αυτά ήταν επιτυχή και λειτουργούν με ικανοποιητικές παροχές, ενώ είναι ελάχιστες οι περιπτώσεις αποτυχίας.

Τροφοδοσία

Η υδροφορέας των αλλουβιακών αποθέσεων τροφοδοτείται:

- με την απευθείας κατείσδυση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων,
- με πλευρική κατείσδυση της καρστικής υδροφορίας του Παγγαίου Όρους, μέσω των αδροκλαστικών υλικών που αναπτύσσονται στα κράσπεδα της λεκάνης,
- μέσω της ροής του ποταμού Μαρμαρά ή των μικρότερων υδατορευμάτων
- με επιφανειακή τροφοδοσία από τα αδιαπέρατα, ως επί των πλείστον, πετρώματα του Όρους Σύμβολο

Σχηματισμός II- των κορημάτων

Τα πλευρικά κορήματα εντοπίζονται κυρίως στους πρόποδες του Παγγαίου όρους και έχουν σημαντική έκταση. Τα όρια τους με τις Ολοκαινικές αποθέσεις δεν είναι σαφή και μάλλον αποτελούν πλευρική μετάβαση. Η κοκκομετρία τους ποικίλει από ογκόλιθους

και τεμάχια μέχρι άργιλο, με διαφορετικούς βαθμούς διαβάθμισης. Τα αδρομερέστερα υλικά βρίσκονται κοντά στους πρόποδες, συνήθως αναμεμιγμένα με πιο λεπτόκοκκα κλάσματα, ενώ η κοκκομετρική διαβάθμιση εξομαλύνεται στις χαμηλότερες περιοχές. Τα κορήματα έχουν φακοειδή μορφή, σε τομή εγκάρσια προς το ριπίδιο, και ινώδη μορφή (επιμήκη στρώματα μικρού πάχους), κατά τη διεύθυνση των υδρορευμάτων. Η κοκκομετρία είναι συνεχώς ελαττούμενη από τα ανάντη προς τα κατόντη, ενώ παράλληλα ελαττώνεται και το πάχος των περατών στρωμάτων με την ίδια φορά,

Οι υδρογεωλογικές ιδιότητες των κορημάτων, εξαρτώνται από τον λιθολογικό χαρακτήρα των μητρικών πετρωμάτων. Τα ανθρακικής προέλευσης υλικά έχουν κατά θέσεις μεταβληθεί σε πολύ συνεκτικό λατυποπαγές ή κροκαλοπαγές, με ποικίλη διάλυση και απόθεση ανθρακικών αλάτων. Τα μη ανθρακικής προέλευσης υλικά (γρανίτες, γνεύσιοι) χαρακτηρίζονται από σημαντικό ποσοστό λεπτόκοκκων υλικών και κατά θέσεις, λόγω συμπύκνωσης, έχουν χάσει το πρωτογενές πορώδες τους.

Στα περατά στρώματα και φακούς των κορημάτων αναπτύσσονται αρκετοί υδροφόροι με ικανοποιητική σύνδεση μεταξύ τους. Κατά θέσεις εμφανίζονται φαινόμενα αρτεσιανισμού κυρίως προς το κέντρο της λεκάνης, γεγονός που δηλώνει ότι ως προς την κατακόρυφο δεν υπάρχει ικανοποιητική υδραυλική σύνδεση. Η τροφοδοσία των υδροφόρων αυτών γίνεται κυρίως με τη διήθηση του νερού των ρεμάτων που απορρέουν από το ορεινό τμήμα καθώς και από πλευρικές διηθήσεις από τα παρακείμενα μάρμαρα. Το υπόγειο νερό σε αρκετές περιπτώσεις επανεμφανίζεται με τη μορφή πηγών γύρω από τον πόδα των ριπιδίων, ενώ συνήθως

συνεχίζει την υπόγεια ροή του προς τα κατάντη και διηθείται στις αλλουβιακές αποθέσεις.

Σχηματισμός III - των Νεογενών αποθέσεων

Ο υδρολιθολογικός αυτός σχηματισμός περιλαμβάνει στρωματομόρφα Νεογενή ιζήματα κυρίως μαργών, ψαμμιτών, κροκαλοπαγών, ασβεστόλιθων και γύψων. Τα ιζήματα του σχηματισμού αυτού καλύπτουν το λοφώδες ΝΔ τμήμα της λεκάνης στην περιοχή του Ακροποτάμου. Οι εναλλαγές των διάφορων στρωμάτων που συνιστούν τον σχηματισμό έχουν τα δικά τους υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά και με βάση αυτά μπορεί να εκτιμηθεί η συνολική υδρογεωλογική συμπεριφορά τους. Κυρίως επικρατούν οι μάργες και τα χαρακτηριστικά τους καθορίζουν στην πράξη την ολική συμπεριφορά του σχηματισμού.

Τα μαργαϊκά στρώματα είναι συνεκτικά ιζήματα που προέρχονται από τη διαγένεση πηλινών και συνίστανται σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50%, από κόκκους με μέση διάμετρο $< 2 \mu\text{m}$. Χαρακτηρίζονται από ένα ασήμαντο πρωτογενές πορώδες (ενεργό πορώδες) και ένα συχνά σημαντικότερο δευτερογενές πορώδες. Το πρωτογενές πορώδες οφείλεται στα κενά μεταξύ των μικροκόκκων που συνιστούν τα μαργαϊκά στρώματα και μειώνεται με το βάθος, ενώ το δευτερογενές πορώδες οφείλεται στη δημιουργία διόδων κυκλοφορίας του νερού είτε λόγω τεκτονισμού, είτε λόγω αποσάθρωσης. Γενικά τα μαργαϊκά στρώματα είναι αδιαπέρατα και στεγανά και μόνο όταν παρουσιάζουν δευτερογενές πορώδες μπορούν να φιλοξενήσουν μια κακή ως μέτρια υδροφορία. Τέλος η περατότητα τους είναι μικρότερη του 10^{-8} m/sec . Στην περιοχή τα

μαργαϊκά στρώματα δεν είναι συμπαγή, έχουν μικρή συνοχή και σπανίως σε αυτά αναπτύσσεται δευτερογενές πορώδες.

Οι ψαμμίτες και τα κροκαλοπαγή εμφανίζονται υπό μορφή φακών και στρωμάτων σε διάφορα βάθη μέσα στη Νεογενή ακολουθία, ενώ στην επιφάνεια εμφανίζονται μόνο κατά θέσεις. Όταν η εμφάνιση τους δεν γίνεται σε μορφολογικές τομές, αλλά στο οριζόντιο επίπεδο, τότε παρουσιάζουν αυξημένη κατείσδυση. Γενικά έχουν συνολικό πορώδες που κυμαίνεται βάσει βιβλιογραφικών αναφορών από 0,4% μέχρι 35%. Λόγω του μικρού βαθμού διαγένεσης, της κοκκομετρικής διαβάθμισης και της κακής ταξινόμησης, πιστεύουμε ότι τα στρώματα - φακοί ψαμμιτών και κροκαλοπαγών έχουν ένα μεγάλο σχετικά πορώδες. Η υδροπερατότητα τους είναι επίσης σχετικά μεγάλη και κυμαίνεται γύρω στο 10^{-4} m/sec.

Τα στρώματα ασβεστόλιθων και γύψων έχουν μικρή έκταση μέσα στη λεκάνη τροφοδοσίας και ελάχιστα ρυθμίζουν τα χαρακτηριστικά του σχηματισμού. Γενικά κυριαρχούν τα χαρακτηριστικά των μαργών, δίνοντας έτσι μικρές τιμές κατείσδυσης και πορώδους στο σχηματισμό.

Υδρολιθολογική ενότητα Β - Βραχώδη πετρώματα

Τα βραχώδη πετρώματα αποτελούν το γεωλογικό υπόβαθρο της λεκάνης τροφοδοσίας και περιλαμβάνουν γνεύσιους, γνευσιακούς σχιστόλιθους, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους,

πρασινοσχιστόλιθους, αμφιβολίτες και γρανοδιορίτες. Τα γνευσιακά και γρανιτικά πετρώματα παρουσιάζουν παρόμοια υδρολιθολογικά χαρακτηριστικά και αποτελούν το μεγαλύτερο τμήμα των βραχωδών πετρωμάτων. Τα σχιστολιθικά πετρώματα έχουν βέβαια διαφορετικά χαρακτηριστικά, αλλά έχουν συγκριτικά περιορισμένη έκταση. Για το λόγο αυτό οι λιθολογικοί τύποι που συνιστούν την ενότητα Β εξετάζονται αδιαίρετοι.

Τα πετρώματα της ενότητας Β παρουσιάζουν ένα ασήμαντο πρωτογενές και ένα πολύ πιο σημαντικό δευτερογενές πορώδες. Το πρωτογενές πορώδες των υγιών (χωρίς αποσάθρωση) πετρωμάτων είναι συνήθως μικρότερο του 3%. Στη ζώνη αποσάθρωσης όμως, το πορώδες αυξάνει και μπορεί να κυμαίνεται από 1% μέχρι 35%. Το πορώδες αυτό ελαττώνεται με το βάθος στις ζώνες όπου τα πετρογενετικά ορυκτά είναι ελάχιστα εξαλειωμένα. Εκτός της αποσάθρωσης, το δευτερογενές πορώδες των πετρωμάτων αυτών οφείλεται και στην ύπαρξη προνομιακών ζωνών κίνησης του νερού, όπως οι ζώνες διάρρηξης και οι επιφάνειες ασυνέχειας. Έτσι η περατότητα τους, εκτός από την αποσάθρωση, καθορίζεται κυρίως από τις ασυνέχειες και τα χαρακτηριστικά τους. Συνήθως τα πετρώματα αυτά παρουσιάζουν μια ισχυρή υδραυλική ανισοτροπία και υδραυλική ετερογένεια.

Στην περιοχή τα πετρώματα εμφανίζονται ποικίλως κερματισμένα από ασυνέχειες που αποκτήθηκαν κατά τη γεωλογική ιστορία τους. Ο κερματισμός είναι εντονότερος κοντά και μέσα σε ρηξιγενείς ζώνες, με αποτέλεσμα τέτοιες ζώνες να παρουσιάζουν αξιόλογες υδρογεωλογικές συνθήκες. Είναι γνωστό ότι η περατότητα στα ρωγμώδη πετρώματα ελαττώνεται όσο αυξάνεται το βάθος, έτσι η αποθήκευση νερού περιορίζεται σε ένα μικρό σχετικά βάθος και σε

θέσεις όπου οι ασυνέχειες δημιουργούν προνομιακές ζώνες κίνησης του υπόγειου νερού. Όταν οι ζώνες αυτές παρουσιάζουν υδραυλική σύνδεση μεταξύ τους και οι ασυνέχειες είναι ικανοποιητικά αγωγίμες, τότε δημιουργούνται δομές που επιτρέπουν τη διακίνηση και αποθήκευση αξιόλογων ποσοτήτων υπόγειου νερού.

Στα βραχώδη πετρώματα αναπτύσσονται γενικά μικροί επικρεμάμενοι υδροφόροι όπου οι συνθήκες το επιτρέπουν. Κυρίως αναπτύσσονται σε ζώνες διάρρηξης και όπου ο μανδύας αποσάθρωσης έχει σημαντικό πάχος. Η τροφοδοσία των υδροφόρων αυτών γίνεται αποκλειστικά από την κατείσδυση ή από τα υπερκείμενα μάρμαρα. Ο συντελεστής ενεργής κατείσδυσης στα πετρώματα αυτά κυμαίνεται από 3 - 7% και εξαρτάται κυρίως από τις μορφολογικές κλίσεις του ανάγλυφου, τη φυτοκάλυψη και τις κλιματικές συνθήκες. Η τιμή αυτή είναι σημαντικά μικρή ώστε να δημιουργεί προβληματικές συνθήκες τροφοδοσίας και εμπλουτισμού των υδροφορέων. Γενικά τα πετρώματα αυτά παρουσιάζουν αρνητικές συνθήκες τροφοδοσίας τόσο από την άμεση κατείσδυση όσο και από τις πλευρικές διηθήσεις μέσω γειτονικών πετρωμάτων. Η περατότητα των πετρωμάτων αυτών είναι καθαρά δευτερογενής και κυμαίνεται γύρω στα $1 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Υδρολιθολογική ενότητα Γ - Ανθρακικά πετρώματα

Στην ενότητα αυτή ανήκουν τα κρυσταλλικά μάρμαρα της Ροδόπης και οι εναλλαγές σχιστολίθων και μαρμάρων. Τα πετρώματα αυτά λόγω της σύστασης τους παρουσιάζουν το φαινόμενο της καρστικοποίησης. Με τη δράση του υπόγειου νερού διαλύεται το

ανθρακικό ασβέστιο, με αποτέλεσμα την αρχική διεύρυνση των ασυνεχειών και το σχηματισμό μετέπειτα, ενός δικτύου καρστικών αγωγών και εγκοίλων, Η ιδιαιτερότητα αυτή των ανθρακικών πετρωμάτων τους αποδίδει σημαντικά υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά,

Τα μάρμαρα της λεκάνης συμπεριφέρονται σαν τυπικό καρστ, ενώ οι εναλλαγές μαρμάρων και σχιστολίθων όχι. Για το λόγο αυτό διακρίναμε τα πετρώματα της ενότητας Γ σε δυο σχηματισμούς και για κάθε σχηματισμό ισχύουν τα ακόλουθα.

Σχηματισμός Ι - Μάρμαρα

Ο συντελεστής κατείσδυσης σε έναν καρστικοποιημένο σχηματισμό εξαρτάται από το αν είναι ή όχι καλυμμένος με πρόσφατες αργιλικές κ.λ.π. αποθέσεις και από το αν φέρει βλάστηση, το είδος της και πόσο πυκνή είναι, Η βλάστηση ρυθμίζει την κατείσδυση κυρίως με την κατανάλωση νερού με τη διαπνοή και την κατακράτηση της βροχής με την κομοστέγη. Γενικά τα ανθρακικά πετρώματα χαρακτηρίζονται από μεγάλο συντελεστή κατείσδυσης, που κυμαίνεται από 40% μέχρι 70% των κατακρημνισμάτων. Στην προκειμένη περίπτωση τα ανθρακικά πετρώματα της λεκάνης πιστεύουμε ότι πρέπει να έχουν ελαφρώς μικρότερο συντελεστή από αυτόν που δίνεται στη διεθνή βιβλιογραφία, λόγω της φυτοκάλυψης που παρουσιάζουν και των μεγάλων μορφολογικών κλίσεων που έχουν. Εκτιμούμε ότι η τιμή 50% προσεγγίζει την

πραγματική κατείσδυση των ανθρακικών πετρωμάτων της λεκάνης. Γενικά τα ανθρακικά πετρώματα της ενότητας Γ παρουσιάζουν τις πιο ευνοϊκές συνθήκες τροφοδοσίας από τις τρεις ενότητες. Η περατότητα των πετρωμάτων αυτών ποικίλλει και εξαρτάται από το βαθμό καρστικοποίησής τους. Προχωρημένη καρστικοποίηση οδηγεί σε πολύ μεγάλες περατότητες. Σε συνδυασμό, η κυκλοφορία του υπόγειου νερού μέσα σε καρστικούς αγωγούς και η σχετικά καλή τροφοδοσία των πετρωμάτων αυτών, λόγω του μεγάλου συντελεστή κατείσδυσης, οδηγούν σε ευνοϊκές υδρογεωλογικές συνθήκες και αποθήκευση σημαντικών ποσοτήτων υπόγειου νερού.

Σχηματισμός II - Εναλλαγές Μαρμάρων και σχιστολίθων

Τα παραπάνω ισχύουν απόλυτα για τα μάρμαρα της λεκάνης ενώ για τις εναλλαγές μαρμάρων και σχιστολίθων ισχύουν μερικώς. Στο σχηματισμό αυτό οι ενστρώσεις μαρμάρων έχουν ποικίλο πάχος που φτάνει μέχρι και τα 20 m, ενώ φαίνεται να κυριαρχούν οι σχιστόλιθοι σε σχέση με τα μάρμαρα. Η παρεμβολή των αδιαπέρατων σχιστολίθων δεν επιτρέπει την τυπική ανάπτυξη του καρστ με αποτέλεσμα οι αγωγοί που δημιουργούνται να έχουν περιορισμένη έκταση. Έτσι δημιουργούνται μικρά αυτόνομα συστήματα που δεν επικοινωνούν με τα γειτονικά τους. Οι πολυάριθμες μικροπηγές στις επαφές μαρμάρων και σχιστολίθων αποδεικνύουν το παραπάνω. Ο συντελεστής κατείσδυσης του σχηματισμού αυτού εξαρτάται επιπλέον και από την αναλογία μαρμάρων / σχιστολίθων. Πιστεύουμε ότι ένα ποσό 30 % έως 35 %



των κατακρημνισμάτων αντιπροσωπεύει την πραγματική κατείσδυση.

Πηγές

Στην περιοχή του Δήμου Ορφανού δεν υπάρχουν γενικά αξιόλογες πηγές. Πηγές μικρής παροχής χρησιμοποιούμενες στην ύδρευση του οικισμού, εμφανίζονται στα ΒΔ του Ποδοχωρίου. Άλλες πηγές που ανέβλυζαν στην Πιερία κοιλάδα, έχουν στερέψει μετά τη λειτουργία των γεωτρήσεων του ΤΟΕΒ.

Υδροχημικά χαρακτηριστικά

Για την περιοχή της λεκάνης του Μαρμαρά ποταμού, όπου λειτουργούν οι κύριες υδρευτικές γεωτρήσεις των Δήμων Ορφανού και Ελευθερών, δίδονται τα εξής στοιχεία (Βεργής, 1986) :

- Η ποιότητα των νερών των μαρμάρων είναι καλή.
- Η ποιότητα των νερών των Τεταρτογενών αποθέσεων είναι γενικά καλή. Κατά θέσεις αυτά παρουσιάζουν μικρή σκληρότητα.
- Η ποιότητα των νερών των γνευσίων και των γνευσιακών σχιστολίθων διαφέρει ουσιαστικά από την ποιότητα των νερών των άλλων υδροφορέων της λεκάνης, με χαρακτηριστικό γνώρισμα την μικρή σκληρότητα.

- Η ποιότητα του νερού του Μαρμαρά ποταμού είναι καλή.

Προβλήματα σχετιζόμενα με την υφαλμύριση εντοπίζονται στο παραλιακό τμήμα του Δήμου. Για τον λόγο αυτό έχει απαγορευτεί εδώ και πολλά χρόνια η ανόρυξη νέων γεωτρήσεων Νότια της παραλιακής Εθνικής οδού Καβάλας – Θεσσαλονίκης. Ακόμα στην ίδια περιοχή έχουν γίνει έργα τεχνητού εμπλουτισμού για την μείωση της αγωγιμότητας, που τοπικά ξεπερνά τα 3.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ενώ στο μεγαλύτερο τμήμα της ζώνης αυτής κυμαίνεται μεταξύ 1.000 – 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

3.3 Δίαιτα των επιφανειακών υδάτων-Υδρομετεωρολογία της λεκάνης

Μετεωρολογικά στοιχεία δίδονται για την περιοχή μελέτης από τον μετεωρολογικό σταθμός της Κάρυανης, που βρίσκεται σε υψόμετρο 10 m και θεωρείται ότι παρέχει αντιπροσωπευτικά στοιχεία για το παραλιακό τμήμα του Δήμου. Από τον σταθμό αυτόν προέρχονται θερμοκρασιακά και βροχομετρικά στοιχεία τα οποία καλύπτουν τις εξής χρονικές περιόδους:

- Για τα μηνιαία ύψη βροχής, τα έτη 1978 – 1990.
- Για την μηνιαία θερμοκρασία, τα έτη 1976 – 1989.

Η παρουσίαση των μετρήσεων των βροχομετρικών και θερμοκρασιακών παρατηρήσεων του σταθμού Κάρυανης φαίνεται

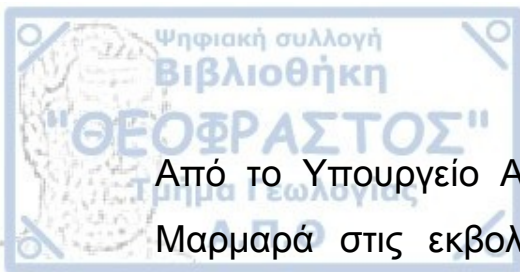
στους πίνακες μετεωρολογικών δεδομένων του σταθμού Κάρυανης που ακολουθούν, μαζί με ιστόγραμμα ύψους βροχής και διάγραμμα ύψους βροχής – θερμοκρασίας.

Η αποστράγγιση των περιοχών του Δήμου Ορφανού γίνεται μέσω των ρεμάτων – χειμάρρων, που με γενική κατεύθυνση από Βορρά προς Νότο ρέουν προς τον Στρυμονικό κόλπο. Πρόκειται κυρίως για χειμάρρους, με εξαίρεση το ρέμα Ορφανίου, το οποίο παρουσιάζει μικρή συνεχή ροή στο ανάντη τμήμα του (Πλατανόρεμα).

Η απορροή της Πιερίας λεκάνης γίνεται μέσω του Μαρμαρά ποταμού. Για τον ποταμό και την λεκάνη δίδονται στοιχεία από τον Βεργή (1986), ως εξής (τα στοιχεία αφορούν στην περίοδο 1982 – 1983, πριν την χρήση των αρδευτικών γεωτρήσεων του ΤΟΕΒ Πιερίας κοιλάδας) :

- Μέση βροχόπτωση στη λεκάνη 461,1 mm
- Εξατμισιδιαπνοή 321,3 mm (69,6%)
- Επιφανειακή απορροή 58,8 mm (12,8%)
- Υπόγεια απορροή 87,0 mm (18,9%)
- Μεταβολή αποθεμάτων – 6,0 mm (-1,3%)

Άρα η μέση ενεργός κατείσδυση υπολογίζεται σε $87,0 - 6,0 = 81,0$ mm, ενώ η μέση ετήσια παροχή του Μαρμαρά ανήλθε σε 22×10^6 m³ για τα υδρολογικά έτη 1981 – 1983.



Από το Υπουργείο Ανάπτυξης δίδεται μέση ετήσια παροχή του Μαρμαρά στις εκβολές του $0,227 \text{ m}^3/\text{sec}$, που αντιστοιχεί σε ποσότητα νερού της τάξης των $7,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ ετησίως. Τα υδατικά αποθέματα της λεκάνης εκτιμώνται σε $18 \times 10^6 \text{ m}^3$ (πηγή : Περιφέρεια Α.Μ.Θ).

Πίν. 3.1 Βροχομετρικά στοιχεία του σταθμού Κάρυανης (υψόμετρο + 10 m)

Μηνιαία ύψη βροχής σε mm

Έτος	Οκτ	Νοέ	Δεκ	Ιαν	Φεβρ	Μάρ	Απρ	Μάι	Ιού	Ιούλ	Αύγ	Σεπτ	Ετήσιο
1978-79				28	63	26	88	43	10	50	94	20	
1979-80	130	105	32	62	5	47	29	28	6	25	16,1	13,2	498,3
1980-81	85	22	73	49	110	3	2	14	26,7	25	10	0	419,7
1981-82	53	122	90	5	30	47	55	9	11	10	33	10	475
1982-83	29	89	25	0	26	31	0	19	131	85	25	24	484
1983-84	4	48	94	39	71	71	27	15	20	10	51	1	451
1984-85	0	73	10	3	13	39	9	11	16	0	25	6	205
1985-86	19	85	20	23	115	6	30	55	98	0	9	6,5	466
1986-87	26	29	11	38	63	58	71	25	25	46	21	18	431
1987-88	111	108	24	14	57	99	22,5	4	17,5	6,5	0	0	463
1988-89	11	84	69	0	0	56	22	36,5	42,5	25	0	55,5	262,5
1989-90	25												
M.O	44,82	76,50	44,80	23,30	49,00	45,70	26,75	21,65	39,37	23,25	19,01	13,42	415,5
Max	130,00	122,00	94,00	62,00	115,00	99,00	71,00	55,00	131,00	85,00	51,00	55,50	498,3
Min	0,00	22,00	10,00	0,00	0,00	3,00	0,00	4,00	6,00	0,00	0,00	0,00	205,0

Πίν. 3.2 Θερμοκρασιακά στοιχεία του σταθμού Κάρυανης (υψόμετρο + 10 m)

Μηνιαία θερμοκρασία αέρα °C

Έτος	Οκτ	Νοέ	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μάρ	Απρ	Μάι	Ιούν	Ιούλ	Αύ	Σεπ	Ετήσιο
1976-77				5,3	10	9,8	13,2	19,4	23,9	26,5	23,7	20,6	
1977-78	12,9	12,5	5,4	4,2	7,3	10,3	12,2	17,3	23,4	25,2	23,6	18,6	14,4
1978-79	14	6,6	6,4	3,9	6,3	9,9	12,2	18,4	23,9	24,7	23,7	18,6	14,0
1979-80	13,14	10,9	5,4	1,6	4	7,3	11	15,4	21,1	25,4	24,5	20,8	13,4
1980-81	17	12,1	6,6	1,7	3,6	10,6	12,3	16,4	24	25	23,8	20,6	14,4
1981-82	17,9	6,1	6,8	3,5	3,1	7	11	16,6	21,5	22,7	23,1	21,4	13,3
1982-83	15,7	7,6	7,1	1,2	3,4	8,3	13,2	18,6	20,2	23,7	22,3	19,1	13,3
1983-84	13	6,4	5	1,4	4,2	6,4	9,9	16,7	19,9	21,9	20,5	18,8	12,01
1984-85	15	8,8	3,8	3,5	0,5	6,5	13,1	18,4	20,7	23,2	24	21,1	13,01
1985-86	13,5	10,6	6,2	4,73	4,43	6,1	12,6	16,6	21,55	22,45	22,8	18,68	13,3
1986-87	13,44	7,34	3,42	2,64	5,34	3,09	8,93	13,68	12,28	22,34	20,13	18,54	10,9
1987-88	12,56	9,65	5,9	5,48	5,83	7,51	10,2	15,79	21,95	24,55	22,08	18,25	13,3
1988-89	12,13	5	4,89										
M.O	14,21	8,63	5,58	3,26	4,83	7,73	11,65	16,94	21,20	23,97	22,85	19,51	13,2
Max	17,90	12,50	7,10	5,48	10,00	10,60	13,20	19,40	24,00	26,50	24,50	21,40	14,4
Min	12,13	5,00	3,42	1,20	0,50	3,09	8,93	13,68	12,28	21,90	20,13	18,25	10,3

Στην περιοχή μελέτης χρησιμοποιήθηκαν συνολικά επτά μετεωρολογικοί σταθμοί για τη συλλογή βροχομετρικών στοιχείων και θερμοκρασιών. Οι σταθμοί και οι συντεταγμένες αυτών παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίν. 3.3 Μετεωρολογικοί σταθμοί της ευρύτερης περιοχής

α/α	Ονομασία Σταθμού	Χ (Ε)	Ψ (Ν)	Υψόμετρο (m)
1	Ελευθερές	0522083	4521205	27
2	Ελευθερούπολη	0521505	4529171	78
3	Κάρυνη	0496671	4510874	7
4	Μουσθένη	0509461	4522535	186
5	Ορφάνι	0495408	4512582	22
6	Πλατανότοπος	0504839	4520396	182
7	Φωλιά	0512383	4516085	221



Σχ. 3.2 Θέσεις των μετεωρολογικών σταθμών της ευρύτερης περιοχής μελέτης

Σε όλους τους σταθμούς το μεγαλύτερο ύψος των βροχοπτώσεων παρατηρείται το μήνα Δεκέμβριο με εξαίρεση τον σταθμό της Φωλιάς, όπου το μεγαλύτερο ύψος των

βροχοπτώσεων παρατηρείται τον Οκτώβριο και ο Δεκέμβριος είναι ο τρίτος μήνας με το μεγαλύτερο ύψος βροχοπτώσεων. Κατά το μήνα Δεκέμβριο το ύψος της βροχόπτωσης σε όλους τους σταθμούς ξεπερνά τα 60 mm με εξαίρεση τους σταθμούς Ορφανίου και Φωλιάς που είναι μικρότερο των 45 mm.

Αξιοσημείωτο μεγάλο ύψος βροχοπτώσεων παρατηρείται σε όλους τους σταθμούς τον μήνα Μάιο, άνω των 40 mm εκτός των σταθμών Κάρυανης και Ορφανίου. Γενικότερα, ο Μάιος εμφανίζεται να είναι ένας από τους μήνες με τα μεγαλύτερα ύψη βροχοπτώσεων. Αντίθετα ο μήνας Απρίλιος εμφανίζεται να έχει χαμηλά ύψη βροχοπτώσεων και σε κάθε σταθμό μικρότερα από τον μήνα Μάιο.

Όπως, είναι αναμενόμενο ο μήνας με τα μικρότερα ύψη βροχοπτώσεων εμφανίζεται να είναι ο Αύγουστος σε όλους τους σταθμούς, εκτός αυτών του Ορφανίου και της Φωλιάς. Επίσης, κατά την θερινή περίοδο ο μήνας Ιούλιος εμφανίζεται να έχει περισσότερες βροχοπτώσεις σε σχέση με τον Ιούνιο σε όλους τους σταθμούς, εκτός των σταθμών Ελευθερούπολης και Ορφανίου.

Ένα γενικό συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι οι βροχοπτώσεις είναι σημαντικά μειωμένες τα έτη 1999, 2000 και 2001 σε σχέση με τα υπόλοιπα έτη. Δηλ. ενώ υπάρχουν υψηλά ύψη βροχοπτώσεων την περίοδο 1996 – 1998, ακολουθεί μια περίοδος ύφεσης 1999 – 2001 και στη συνέχεια παρατηρούνται ξανά υψηλά ύψη βροχοπτώσεων την περίοδο 2002 – 2006.

Οι σταθμοί με τα υψηλότερα ετήσια ύψη βροχόπτωσης είναι της Ελευθερούπολης και της Μουσθένης, όπου για το σταθμό της Ελευθερούπολης οι βροχοπτώσεις των ετών 2005 και 2006 είναι



μεγαλύτερες των 1000 mm και για το σταθμό της Μουσθένης για την ίδια περίοδο μεγαλύτερες των 900 mm.

Ο σταθμός με τα χαμηλότερα ύψη βροχόπτωσης είναι του Ορφανίου. Σε όλα τα έτη με εξαίρεση το 2006 εμφανίζει ύψη βροχόπτωσης μικρότερα των 300 mm.

4.1 ΓΕΩΤΡΗΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από την ανόρυξη 17 γεωτρήσεων στην Πιερία κοιλάδα Νομού Καβάλας. Οι θέσεις των γεωτρήσεων απεικονίζονται στον χάρτη της περιοχής, που παρατίθεται στο παράρτημα, όπως και οι τομές των γεωτρήσεων. Παρακάτω περιγράφεται η κάθε γεώτρηση ξεχωριστά.

- Αρδευτική γεώτρηση (No 1- ΙΠΔ)

Η γεώτρηση ανορύχθηκε στο αγρόκτημα Ποδοχωρίου, σε υψόμετρο ~185m και έφτασε σε βάθος τα 185m. Η διάτρηση πραγματοποιήθηκε κατά το Μάιο του 2009 με διάμετρο διάτρησης 15 1-2 ". Κατά την ανόρυξη διατρήθηκαν χάλικες, άργιλος σε εναλλαγές με μάργα και μαργαϊκό ψαμμίτη και μετά τα 150m χαλαζιακός ψαμμίτης και βιοτιτικός γνεύσιος με χαλαζία. Η διάτρηση έγινε με υδραυλικό γεωτρύπανο θετικής κυκλοφορίας, με χρήση πολτού μπετονίτη και η τελική σωλήνωση ήταν διαμέτρου 8". Τοποθετήθηκαν φιλτροσωλήνες συνολικού μήκους 90m, σε βάθη 66-72m, 78-90m, 96-162m και 168-174m.

Η υδροστατική στάθμη μετρήθηκε στα 26.30m, ο πιεζομετρικός σωλήνας διαμέτρου 1" τοποθετήθηκε σε βάθος 96m, η παροχή εκμετάλλευσης της γεώτρησης υπολογίστηκε στα 35 m³/h και το βάθος τοποθέτησης αντλίας προτάθηκε στα 120m.

- Αρδευτική γεώτρηση (No 2- ΜΔ1 ΝΕΑ)

Η γεώτρηση ανορύχθηκε στο αγρόκτημα Δωματίων, σε υψόμετρο ~ 98m και έφθασε σε βάθος τα 150m. Η διάτρηση πραγματοποιήθηκε κατά το Μάιο του 2007 με διάμετρο διάτρησης 17 1/2 " . Επίσης τοποθετήθηκε περιφραγματικός σωλήνας διαμέτρου 18" σε βάθος 20m. Κατά την ανόρυξη διατρήθηκαν κροκάλες γνευσίου σε εναλλαγές με άργιλο και χαλίκια και μετά τα 122m γνεύσιοι κατά θέσεις αποσαθρωμένοι ή τεκτονισμένοι. Η διάτρηση έγινε με υδραυλικό γεωτρύπανο θετικής κυκλοφορίας, με χρήση πολτού μπετονίτη και η τελική σωλήνωση ήταν διαμέτρου 10". Τοποθετήθηκαν φιλτροσωλήνες συνολικού μήκους 78m σε βάθη 30-48m, 54-84m, 90-96m, 102-108m, 114-126m και 132-138m.

Η υδροστατική στάθμη μετρήθηκε στα 1.20m, ο πιεζομετρικός σωλήνας διαμέτρου 1 1/2 " τοποθετήθηκε σε βάθος 54m, η παροχή εκμετάλλευσης της γεώτρησης υπολογίστηκε στα 35 m³/h και το βάθος τοποθέτησης αντλίας προτάθηκε στα 100m.

- Αρδευτική γεώτρηση (No 3- ΜΔ6 ΝΕΑ)

Η γεώτρηση ανορύχθηκε στο αγρόκτημα Δωματίων, σε υψόμετρο ~94m. και έφθασε σε βάθος 170m. Η διάτρηση πραγματοποιήθηκε κατά τον Ιούλιο του 2007 με διάμετρο διάτρησης 17 1/2 " έως βάθους 138 μέτρων και 15 1/2 " από 138 έως 162 μέτρα. Επίσης τοποθετήθηκε περιφραγματικός σωλήνας διαμέτρου 18" σε βάθος 18m. Κατά την ανόρυξη διατρήθηκαν άργιλος σε εναλλαγές με χάλικες ή κροκάλες συστάσεως γνευσίου, ενώ μετά τα 140m ψαμμίτης. Η διάτρηση έγινε με

υδραυλικό γεωτρύπανο θετικής κυκλοφορίας, με χρήση πολτού μπετονίτη και η τελική σωλήνωση ήταν διαμέτρου 10" και 8" (τηλεσκοπική σωλήνωση). Τοποθετήθηκαν φιλτροσωλήνες συνολικού μήκους 108m ως εξής:

- διαμέτρου 10" σε βάθη 12-18m, 24-30m, 42-60m, 66-72m, 78-84m, 90-96m και 102- 138 m.
- διαμέτρου 8" σε βάθος 138 - 162m.

Η υδροστατική στάθμη μετρήθηκε στα 8m, ο πιεζομετρικός σωλήνας διαμέτρου 1 1/2 " τοποθετήθηκε σε βάθος 66m, η παροχή εκμετάλλευσης της γεώτρησης υπολογίστηκε στα 60 m³/h και το βάθος τοποθέτησης αντλίας προτάθηκε στα 66m.

- Αρδευτική γεώτρηση (No 4- ΜΠ2 ΝΕΑ)

Η γεώτρηση ανορύχθηκε στο αγρόκτημα Ποδοχωρίου, σε υψόμετρο ~120m και έφθασε σε βάθος τα 164m. Η διάτρηση πραγματοποιήθηκε κατά τον Απρίλιο του 2007 με διάμετρο διάτρησης 17 1/2 ". Τοποθετήθηκε επίσης περιφραγματικός σωλήνας διαμέτρου 20" σε βάθος 7m. Κατά την ανόρυξη διατρήθηκαν εναλλαγές αργίλου με κροκαλοπαγές μαρμάρου και μετά τα 120m ψαμμίτης σε εναλλαγές με καφεπράσινη μάργα. Η διάτρηση έγινε με υδραυλικό γεωτρύπανο θετικής κυκλοφορίας, με χρήση πολτού μπετονίτη και η τελική σωλήνωση ήταν διαμέτρου 10". Τοποθετήθηκαν φιλτροσωλήνες συνολικού

μήκους 72m, σε βάθη 36-42m, 48-54m, 60-72m, 78-102m, 114-120m, 132-144m και 150-156m.

Η υδροστατική στάθμη μετρήθηκε στα 18.7m, ο πιεζομετρικός σωλήνας διαμέτρου 1 1/2" τοποθετήθηκε σε βάθος 60m, η παροχή εκμετάλλευσης υπολογίστηκε στα 80 m³/h και το βάθος τοποθέτησης αντλίας προτάθηκε στα 60m.

- Αρδευτική γεώτρηση (No 5- MM9 NEA)

Η γεώτρηση ανορύχθηκε στο αγρόκτημα Μουσθένης, σε υψόμετρο ~114m και έφθασε σε βάθος τα 165m. Η διάτρηση πραγματοποιήθηκε κατά τον Οκτώβριο του 2007 με διάμετρο διάτρησης 17 1/2 " και 15 1/2 ". Τοποθετήθηκε επίσης περιφραγματικός σωλήνας διαμέτρου 20 " σε βάθος 12m. Κατά την ανόρυξη διατρήθηκαν κροκάλες γνευσίου, χαλαζία, μαρμάρου και άργιλος, ενώ μετά τα 118m χαλαζιακός ψαμμίτης. Η διάτρηση έγινε με υδραυλικό γεωτρύπανο θετικής κυκλοφορίας, με χρήση πολτού μπετονίτη και η τελική σωλήνωση ήταν διαμέτρου 10" και 8" (τηλεσκοπική). Τοποθετήθηκαν φιλτροσωλήνες συνολικού μήκους 90m, ως εξής :

- διαμέτρου 10" σε βάθη 18-24m, 30-60m 66-78m, 84-90m, 96-102m

- διαμέτρου 8" σε βάθη 114-126m, 132-138m και 144-156m

Η υδροστατική στάθμη μετρήθηκε στα 5.50m, ο πιεζομετρικός σωλήνας διαμέτρου 1 1/2" τοποθετήθηκε σε βάθος 66m, η παροχή εκμετάλλευσης της γεώτρησης υπολογίστηκε στα 80 m³/h και το βάθος τοποθέτησης αντλίας προτάθηκε στα 63m.

- Αρδευτική γεώτρηση (No 6- ΜΠΛ11 ΝΕΑ)

Η γεώτρηση ανορύχθηκε στο αγρόκτημα Πλατανότοπου, σε υψόμετρο ~80m και έφθασε σε βάθος τα 140m. Η διάτρηση πραγματοποιήθηκε κατά το Μάιο του 2007 με διάμετρο διάτρησης 19 1/2 " και 17 1/2 ". Τοποθετήθηκε επίσης περιφραγματικός σωλήνας διαμέτρου 20" σε βάθος 15m. Κατά την ανόρυξη διατρήθηκαν άργιλος, χάλικες, κροκάλες μαρμάρου και γνευσίου και ψαμμίτης. Η διάτρηση έγινε με υδραυλικό γεωτρύπανο θετικής κυκλοφορίας, με χρήση πολτού μπετονίτη και η τελική σωλήνωση ήταν διαμέτρου 12" και 10". Τοποθετήθηκαν φιλτροσωλήνες συνολικού μήκους 78μ, ως εξής :

- διαμέτρου 12" σε βάθη 24-42m και 48-54m
- διαμέτρου 10" σε βάθη 60-72m, 84-90m και 96-132m

Στην γεώτρηση αυτή παρατηρήθηκε αρτεσιανισμός κατά την διάρκεια κατασκευής (Μάιος 2007) παροχής ~10 m³/h. Ο πιεζομετρικός σωλήνας διαμέτρου 1 1/2" τοποθετήθηκε σε βάθος 60m, η παροχή εκμετάλλευσης της γεώτρησης υπολογίστηκε στα 80 m³/h και το βάθος τοποθέτησης αντλίας προτάθηκε στα 60m.

- Αρδευτική γεώτρηση (No 7- MM3 ΝΕΑ)

Η γεώτρηση ανορύχθηκε στο αγρόκτημα Μουσθένης, σε υψόμετρο ~90m και έφθασε σε βάθος τα 138m. Η διάτρηση πραγματοποιήθηκε κατά το Μάιο του 2007 με διάμετρο διάτρησης 17 1/2" (από 0 έως 60 m.) και 15 1/2" (από 60 – 138 m). Επίσης τοποθετήθηκε περιφραγματικός σωλήνας διαμέτρου

20" σε βάθος 12m. Κατά την ανόρυξη διατρήθηκαν άργιλος σε εναλλαγές με κροκάλες γνευσίου και μαρμάρου και μετά τα 128m αμφιβολιτικός γνεύσιος. Η διάτρηση έγινε με υδραυλικό γεωτρύπανο θετικής κυκλοφορίας, με χρήση πολτού μπετονίτη και η τελική σωλήνωση ήταν διαμέτρου 10" και 8" (τηλεσκοπική γεώτρηση). Τοποθετήθηκαν φιλτροσωλήνες συνολικού μήκους 78m, ως εξής :

- διαμέτρου 10" σε βάθος 24 – 48m
- διαμέτρου 8" σε βάθη 60-66m, 72-108m και 120-132m

Η υδροστατική στάθμη μετρήθηκε στα 2m., ο πιεζομετρικός σωλήνας διαμέτρου 1 1/2 " τοποθετήθηκε σε βάθος 60m, η παροχή εκμετάλλευσης της γεώτρησης υπολογίστηκε στα 80 m³/h και το βάθος τοποθέτησης αντλίας προτάθηκε στα 60m.

- Αρδευτική γεώτρηση (No 8- ΜΠ3 ΝΕΑ)

Η γεώτρηση ανορύχθηκε στο αγρόκτημα Ποδοχωρίου, σε υψόμετρο ~110m και έφθασε σε βάθος τα 150m. Η διάτρηση πραγματοποιήθηκε κατά τον Απρίλιο του 2007 με διάμετρο διάτρησης 17 1/2 ". Επίσης τοποθετήθηκε περιφραγματικός σωλήνας διαμέτρου 20" σε βάθος 9m. Κατά την ανόρυξη διατρήθηκαν κροκάλες σε εναλλαγές με ερυθρή άργιλο, μάργα σε εναλλαγές με ψαμμίτη και μετά τα 124m γκρίζα άργιλος. Η διάτρηση έγινε με υδραυλικό γεωτρύπανο θετικής κυκλοφορίας, με χρήση πολτού μπετονίτη και η τελική σωλήνωση ήταν διαμέτρου 10". Τοποθετήθηκαν φιλτροσωλήνες συνολικού

μήκους 66m, σε βάθη 24-48m, 60-72m, 78-96m, 108-114m και 120-126m

Η υδροστατική στάθμη μετρήθηκε στα 21.5m, ο πιεζομετρικός σωλήνας διαμέτρου 1 1/2" τοποθετήθηκε σε βάθος 60m, η παροχή εκμετάλλευσης της γεώτρησης υπολογίστηκε στα 80 m³/h και το βάθος τοποθέτησης αντλίας προτάθηκε στα 60m.

- Αρδευτική γεώτρηση (No 9- ΜΠΛ6 ΝΕΑ)

Η γεώτρηση ανορύχθηκε στο αγρόκτημα Πλατανότοπου, σε υψόμετρο ~105m και έφθασε σε βάθος τα 140m. Η διάτρηση διήρκησε από τον Απρίλιο μέχρι το Μάιο του 2007 με διάμετρο διάτρησης 17 1/2". Τοποθετήθηκαν περιφραγματικοί σωλήνες διαμέτρου 20" σε βάθος 7m και διαμέτρου 18" σε βάθος 12m. Κατά την ανόρυξη διατρήθηκαν άργιλος σε εναλλαγές με κροκάλες μαρμάρου καθώς και μάργα σε εναλλαγές με μαργαϊκό ψαμμίτη μετά τα 115m. Η διάτρηση έγινε με υδραυλικό γεωτρώπανο θετικής κυκλοφορίας, με χρήση πολτού μπετονίτη και η τελική σωλήνωση ήταν διαμέτρου 10". Τοποθετήθηκαν φιλτροσωλήνες συνολικού μήκους 72m, σε βάθη 24-42m, 48-54m, 60-72m, 84-114m και 126-132m.

Η υδροστατική στάθμη μετρήθηκε στα 9m, ο πιεζομετρικός σωλήνας διαμέτρου 1 1/2" τοποθετήθηκε σε βάθος 60m, η παροχή εκμετάλλευσης της γεώτρησης υπολογίστηκε στα 80 m³/h και το βάθος τοποθέτησης αντλίας προτάθηκε στα 60m.

- Γεώτρηση πολλαπλών χρήσεων (N° 10 – Εξοχής)

Η γεώτρηση ανορύχθηκε στο αγρόκτημα Εξοχής, σε υψόμετρο ~150m και έφτασε σε βάθος τα 55m. Η διάτρηση πραγματοποιήθηκε κατά τον Ιούλιο του 2007 με διάμετρο 12 1/2". Κατά την ανόρυξη διατρήθηκαν κροκάλες σε εναλλαγές με άργιλο και μετά τα 21m γνεύσιος. Η διάτρηση πραγματοποιήθηκε με υδραυλικό γεωτρύπανο θετικής κυκλοφορίας, με χρήση πολτού μπετονίτη και η τελική σωλήνωση ήταν διαμέτρου 6". Τοποθετήθηκαν φιλτροσωλήνες συνολικού μήκους 36m, σε βάθη 6-36m και 42-48m.

Η υδροστατική στάθμη μετρήθηκε στα 2.50 m, ο πιεζομετρικός σωλήνας διαμέτρου 1" τοποθετήθηκε σε βάθος 42m, η παροχή εκμετάλλευσης της γεώτρησης υπολογίστηκε στα 20 m³/h και το βάθος τοποθέτησης της αντλίας προτάθηκε στα 50m.

- Υδρευτική γεώτρηση(No 11 -ΥΔΡ1 ΚΑΡ)

Η γεώτρηση ανορύχθηκε στο αγρόκτημα Καραβαγγέλη, σε υψόμετρο ~112m και έφτασε σε βάθος τα 122m. Η διάτρηση πραγματοποιήθηκε κατά τον Ιούλιο του 2007 με διάμετρο διάτρησης 15 1/2". Τοποθετήθηκε επίσης περιφραγματικός σωλήνας διαμέτρου 16" σε βάθος 12m. Κατά την ανόρυξη διατρήθηκαν πράσινη άργιλος σε εναλλαγές με χάλικες και μετά τα 19m γνεύσιος. Η διάτρηση έγινε με υδραυλικό γεωτρύπανο θετικής κυκλοφορίας, με χρήση πολτού μπετονίτη και η τελική σωλήνωση ήταν διαμέτρου 8". Τοποθετήθηκαν φιλτροσωλήνες συνολικού μήκους 72m, σε βάθη 12-18m, 24-54m, 60-84m και 96-108m.

Η υδροστατική στάθμη μετρήθηκε στα 20.70m, ο πιεζομετρικός σωλήνας διαμέτρου 1" τοποθετήθηκε σε βάθος 60m, η παροχή εκμετάλλευσης της γεώτρησης υπολογίστηκε στα 30 m³/h και το βάθος τοποθέτησης της αντλίας προτάθηκε στα 93m.

- Υδρευτική γεώτρηση (No 12 -ΥΔΡ2 ΚΑΡ)

Η γεώτρηση ανορύχθηκε στο αγρόκτημα Καραβαγγέλη, σε υψόμετρο ~104m και έφτασε σε βάθος τα 153m. Η διάτρηση πραγματοποιήθηκε κατά τον Σεπτέμβριο του 2007 με διάμετρο διάτρησης 15 1/2 " και 12 1/2 ". Τοποθετήθηκε περιφραγματικός σωλήνας διαμέτρου 16" σε βάθος 18m. Κατά την ανόρυξη διατρήθηκαν άργιλος σε εναλλαγές με κροκάλες και μετά τα 32m. γνεύσιος. Η διάτρηση έγινε με υδραυλικό γεωτρώπανο θετικής κυκλοφορίας, με χρήση πολτού μπετονίτη και η τελική σωλήνωση ήταν διαμέτρου 8" και 6". Τοποθετήθηκαν φιλτροσωλήνες συνολικού μήκους 84m. ως εξής :

- διαμέτρου 8" σε βάθη 18-42m, 48-54m, 60-66m, 78-84m, 90-96m, και 102-108m
- διαμέτρου 6" σε βάθη 114-120m. και 126-150m

Η υδροστατική στάθμη μετρήθηκε στα 8.50m, ο πιεζομετρικός σωλήνας διαμέτρου 1" τοποθετήθηκε σε βάθος 60m, η παροχή εκμετάλλευσης της γεώτρησης υπολογίστηκε στα 15 m³/h και το βάθος τοποθέτησης της αντλίας προτάθηκε στα 112m με ολιγόωρη ημερήσια απόληψη της τάξης των 5 – 6 m³/h (δύσκολη επαναπλήρωση των υπόγειων υδροφορέων).

- Αρδευτική γεώτρηση (No 13- M2 B)

Η γεώτρηση ανορύχθηκε στο αγρόκτημα Μεσιάς, σε υψόμετρο ~112m και έφτασε σε βάθος τα 143m. Η διάτρηση πραγματοποιήθηκε κατά τον Σεπτέμβριο του 2007 με διάμετρο διάτρησης 17 1/2 " και 15 1/2 ". Επίσης, τοποθετήθηκε περιφραγματικός σωλήνας διαμέτρου 18" σε βάθος 9m. Κατά την ανόρυξη διατρήθηκαν καφέ άργιλος σε εναλλαγές με χαλίκια, καθώς και εξαλλοιωμένος γνεύσιος και μάρμαρο μετά τα 100m. Η διάτρηση έγινε με υδραυλικό γεωτρύπανο θετικής κυκλοφορίας, με χρήση πολτού μπετονίτη και η τελική σωλήνωση ήταν διαμέτρου 10" και 8". Τοποθετήθηκαν φιλτροσωλήνες συνολικού μήκους 102m, ως εξής :

- διαμέτρου 10" σε βάθη 6-36m, 42-48m, 54-90m και 96-102m
- διαμέτρου 8" σε βάθος 108-132m

Η υδροστατική στάθμη μετρήθηκε στα 3.75m, ο πιεζομετρικός σωλήνας διαμέτρου 1 1/2" τοποθετήθηκε σε βάθος 54m, η παροχή εκμετάλλευσης της γεώτρησης υπολογίστηκε στα 100 m³/h και το βάθος τοποθέτησης της αντλίας προτάθηκε στα 52m.

- Αρδευτική γεώτρηση (No 14- M3 NEA)

Η γεώτρηση ανορύχθηκε στο αγρόκτημα Μεσιάς, σε υψόμετρο ~115m και έφτασε σε βάθος τα 110m. Η διάτρηση πραγματοποιήθηκε κατά τον Ιούνιο του 2007 με διάμετρο διάτρησης 17 1/2 ". Τοποθετήθηκε περιφραγματικός σωλήνας διαμέτρου 18" σε βάθος 12m. Κατά την ανόρυξη διατρήθηκαν

άργιλος σε εναλλαγές με χαλίκια και γνεύσιος μετά τα 78m. Η διάτρηση πραγματοποιήθηκε με υδραυλικό γεωτρύπανο θετικής κυκλοφορίας, με χρήση πολτού μπετονίτη και η τελική σωλήνωση ήταν διαμέτρου 10". Τοποθετήθηκαν φιλτροσωλήνες συνολικού μήκους 72m, σε βάθη 12-18m, 24-48m, 54-72m και 78-102m.

Η υδροστατική στάθμη μετρήθηκε στα 5.60m, ο πιεζομετρικός σωλήνας διαμέτρου 1 1/2" τοποθετήθηκε σε βάθος 54m, η παροχή εκμετάλλευσης της γεώτρησης υπολογίστηκε στα 80 m³/h και το βάθος τοποθέτησης της αντλίας προτάθηκε στα 54m.

- Αρδευτική γεώτρηση (No 15- ΜΔ5 Β)

Η γεώτρηση ανορύχθηκε στο αγρόκτημα Δωματίων, σε υψόμετρο ~100m και έφτασε σε βάθος τα 183m. Η διάτρηση πραγματοποιήθηκε κατά τον Σεπτέμβριο του 2007 με διάμετρο διάτρησης 17 1/2 ".Επίσης, τοποθετήθηκε περιφραγματικός σωλήνας διαμέτρου 20 " σε βάθος 9m. Κατά την ανόρυξη διατρήθηκαν ερυθρή και πράσινη άργιλος σε εναλλαγές με χάλικες και κροκάλες γνευσίου. Η διάτρηση έγινε με υδραυλικό γεωτρύπανο θετικής κυκλοφορίας, με χρήση πολτού μπετονίτη και η τελική σωλήνωση ήταν διαμέτρου 10". Τοποθετήθηκαν φιλτροσωλήνες συνολικού μήκους 102m, σε βάθη 6-12m, 18-30m, 42-54m, 60-78m, 84-102m, 108-126m, 132-138m, 150-156 m και 168-174m.

Η υδροστατική στάθμη μετρήθηκε στα 4.80m, ο πιεζομετρικός σωλήνας διαμέτρου 1 1/2" τοποθετήθηκε σε βάθος 60m, η παροχή εκμετάλλευσης της γεώτρησης υπολογίστηκε στα 100 m³/h και το βάθος τοποθέτησης αντλίας προτάθηκε στα 60m.

- Αρδευτική γεώτρηση (No 16- ΜΔ5 ΝΕΑ)

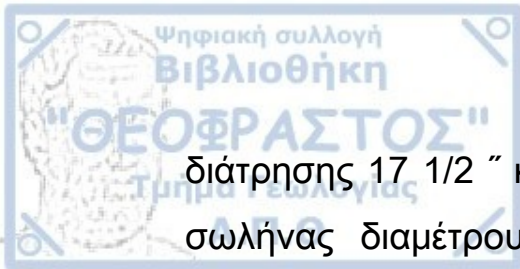
Η γεώτρηση ανορύχθηκε στο αγρόκτημα Δωματίων, σε υψόμετρο ~100m και έφτασε σε βάθος τα 170m. Η διάτρηση πραγματοποιήθηκε κατά τον Ιούλιο του 2007 με διάμετρο διάτρησης 17 1/2 " και 15 1/2 ". Τοποθετήθηκε επίσης περιφραγματικός σωλήνας διαμέτρου 18" σε βάθος 9m. Κατά την ανόρυξη διατρήθηκαν κροκάλες γνευσίου σε εναλλαγές με άργιλο και ψαμμίτης μετά τα 120m. Η διάτρηση πραγματοποιήθηκε με υδραυλικό γεωτρύπανο θετικής κυκλοφορίας, με χρήση πολτού μπετονίτη και η τελική σωλήνωση ήταν διαμέτρου 10" και 8". Τοποθετήθηκαν φιλτροσωλήνες συνολικού μήκους 108m, ως εξής :

- διαμέτρου 10" σε βάθη 12-18m, 30-42m, 48-60m και 66-120 m
- διαμέτρου 8" σε βάθη 120-132m, 138-144m και 156-162m

Η υδροστατική στάθμη μετρήθηκε στα 5.50m, ο πιεζομετρικός σωλήνας διαμέτρου 1 1/2" τοποθετήθηκε σε βάθος 66m, η παροχή εκμετάλλευσης της γεώτρησης υπολογίστηκε στα 35 m³/h και το βάθος τοποθέτησης της αντλίας προτάθηκε στα 135m.

- Αρδευτική γεώτρηση (No 17-MK2 ΝΕΑ)

Η γεώτρηση ανορύχθηκε στο αγρόκτημα Κηπιών, σε υψόμετρο ~127m και έφτασε σε βάθος τα 93m. Η διάτρηση πραγματοποιήθηκε κατά το Μάιο του 2007 με διάμετρο



διάτρησης 17 1/2 " και 15 1/2 " . Τοποθετήθηκε περιφραγματικός σωλήνας διαμέτρου 20 "σε βάθος 12m. Κατά την ανόρυξη διατρήθηκαν χάλικες σε εναλλαγές με άργιλο και γνεύσιος μετά τα 69m. Η διάτρηση έγινε με υδραυλικό γεωτρύπανο θετικής κυκλοφορίας, με χρήση πολτού μπετονίτη και η τελική σωλήνωση ήταν διαμέτρου 10" και 8". Τοποθετήθηκαν φιλτροσωλήνες συνολικού μήκους 60m, ως εξής :

- διαμέτρου 10" σε βάθη 12-30m και 36-54m
- διαμέτρου 8" σε βάθη 60-78m και 84-90m

A/A	Όνομα_γεώτρησης	Βάθος (m)	Υδροστατική_στάθμη (m)	Παροχή_εκμετάλλευσης (m ³ /h)	Λιθολογία
1	ΙΠΔ	185	26.3	35	άργιλος,χαλίκια,ψαμμίτης,γνεύσιος
2	ΜΔ1-NEA	150	1.2	35	γνεύσιος,άργιλος,χάλικες
3	ΜΔ6-NEA	170	8.0	60	άργιλος,γνεύσιος,ψαμμίτης
4	ΜΠ2-NEA	164	18.7	80	άργιλος,μάρμαρο,μάργα,ψαμμίτης
5	ΜΜ9-NEA	165	5.5	80	άργιλος,μάρμαρο,γνεύσιος,ψαμμίτης
6	ΜΠΔ11-NEA	140	αρτεσιανισμός	80	άργιλος,ψαμμίτης
7	ΜΜ3-NEA	138	2.0	80	άργιλος,μάρμαρο,γνεύσιος
8	ΜΠ3-NEA	150	21.5	80	άργιλος,μάργα,ψαμμίτης
9	ΜΠΔ6-NEA	140	9.0	80	άργιλος,μάρμαρο,μάργα,ψαμμίτης
10	ΕΞΟΧΗΣ	55	2.5	20	κρακάλες,άργιλος,γνεύσιος
11	ΥΔΡ1-ΚΑΡ	122	20.7	30	άργιλος,χαλίκια,γνεύσιος
12	ΥΔΡ2-ΚΑΡ	153	8.50	15	άργιλος,χαλίκια,γνεύσιος
13	Μ2-B	143	3.75	100	άργιλος,χαλίκια,γνεύσιος,μάρμαρο
14	Μ3-NEA	110	5.60	80	άργιλος,χαλίκια,γνεύσιος
15	ΜΔ5-B	183	4.80	100	άργιλος,χαλίκια,γνεύσιος
16	ΜΔ5-NEA	170	5.50	35	γνεύσιος,άργιλος,ψαμμίτης

Πίν 4.1 Συγκεντρωτικά στοιχεία γεωτρητικών δεδομένων

Η υδροστατική στάθμη μετρήθηκε στα 3.75m, ο πιεζομετρικός σωλήνας διαμέτρου 1 1/2" τοποθετήθηκε σε βάθος 60m, η παροχή εκμετάλλευσης υπολογίστηκε στα 60 m³/h και το βάθος τοποθέτησης αντλίας προτάθηκε στα 80m.

ΑΝΤΛΗΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

5.1 Υδραυλικές Παράμετροι

Η μελέτη ενός υπόγειου υδροφόρου συστήματος επιβάλλει τον προσδιορισμό ορισμένων βασικών υδραυλικών παραμέτρων. Οι παράμετροι αυτοί είναι οι εξής:

- Υδραυλική αγωγιμότητα K (Υδροπερατότητα)
- Συντελεστής μεταβιβαστικότητας T
- Συντελεστής υδροχωρητικότητας S (Εναποθήκευσης)

5.2 Υδραυλική αγωγιμότητα K

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, ένα μέσον έχει υδραυλική αγωγιμότητα K ίση με τη μονάδα, εάν στη μονάδα του χρόνου μεταβιβάζει, κάθετα προς τη διεύθυνση ροής, τη μονάδα όγκου νερού, μέσω μιας διατομής ίσης με τη μονάδα, με επικράτηση του κινηματικού ιξώδους και με υδραυλική κλίση ίση με τη μονάδα.

Η υδραυλική αγωγιμότητα έχει διαστάσεις ταχύτητας όπως προκύπτει από το νόμο του Darcy:

$$K = \frac{v}{dh/dl}$$

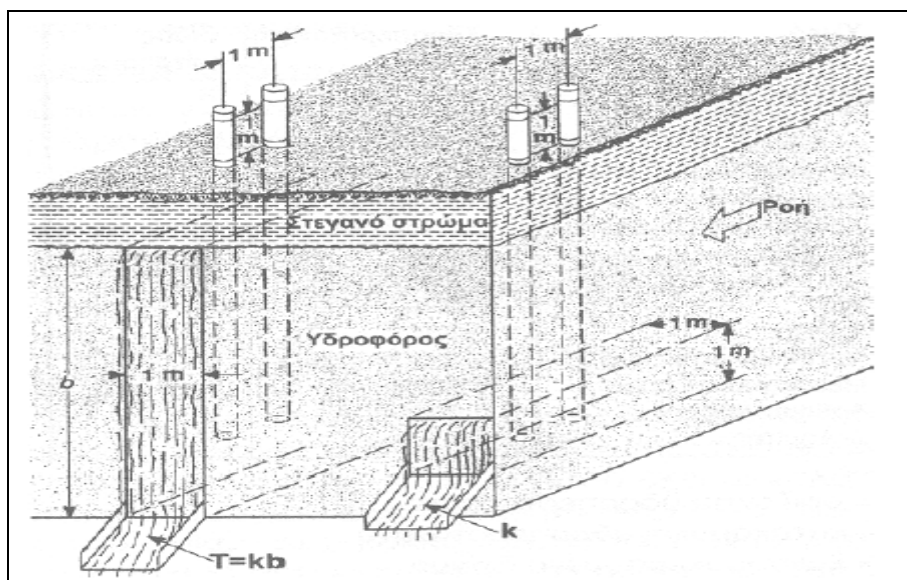
όπου K (m/ sec) είναι η υδραυλική αγωγιμότητα, v (m/s) είναι η ταχύτητα ροής και dh/ dl (m/ m) η υδραυλική κλίση.

5.3 Μεταβιβαστικότητα T

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, ως μεταβιβαστικότητα ορίζεται το γινόμενο της υδραυλικής αγωγιμότητας επί το κορεσμένο με νερό πάχος του υδροφόρου στρώματος και είναι ο ρυθμός με τον οποίο το νερό, με επικράτηση του κινηματικού ιξώδους, μεταβιβάζεται μέσω της μονάδας διατομής του υδροφόρου με υδραυλική κλίση ίση με τη μονάδα.

$$T = K * b$$

όπου T (m²/s) είναι η μεταβιβαστικότητα, K (m/s) η υδραυλική αγωγιμότητα και b (m) το κορεσμένο πάχος του υδροφόρου.



Σχ.5.1 Σχηματική παράσταση των συντελεστών υδραυλικής αγωγιμότητας K και μεταβιβαστικότητας T (από Σούλιο «Γενική Υδρογεωλογία» Τομος 1)

Όπως ο συντελεστής υδραυλικής αγωγιμότητας έτσι και ο συντελεστής μεταβιβαστικότητας καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την υδραυλική συμπεριφορά ενός υδροφόρου στρώματος. Η μεταβιβαστικότητα μας δίνει αριθμητικά την παροχή μιας στήλης υδροφόρου στρώματος ύψους b (ίσου προς το πάχος του) και μοναδιαίου πλάτους $l = 1$, όταν η υδραυλική κλίση i είναι επίσης μοναδιαία ($i = 1$). Έχει διαστάσεις ειδικής παροχής ($L^2 T^{-1}$) και εκφράζεται συνήθως σε m^2/s .

Ο συντελεστής υδραυλικής αγωγιμότητας λοιπόν εκφράζει την ικανότητα ενός υδροφόρου στρώματος να φέρει, να διοχετεύει νερό. Ένα ορισμένο T μπορεί να αντιστοιχεί σε λεπτό στρώμα με μεγάλη περατότητα ή αντίθετα σε παχύ στρώμα με μικρή περατότητα. Ο T εκφράζει λοιπόν χαρακτηριστική ιδιότητα των υδροφόρων στρωμάτων και αποτελεί έτσι θεμελιώδη υδραυλική παράμετρό τους.

5.4 Συντελεστής εναποθήκευσης S

Ο συντελεστής εναποθήκευσης S είναι επίσης μία παράμετρος που καθορίζει την υδραυλική συμπεριφορά των υδροφόρων στρωμάτων. Ο συντελεστής εναποθήκευσης ορίζεται ως ο λόγος του όγκου του νερού που θα αποδοθεί (ή αποθηκεύεται) από ένα ορθό πρίσμα υδροφόρου στρώματος με μοναδιαία βάση και ύψος ίσο με το πάχος του στρώματος, όταν η πιεζομετρική στάθμη κατεβεί (ή ανεβεί) κατά ένα μέτρο, δια του αντίστοιχου όγκου του υδροφορέα που εκκενώθηκε (ή θεωρείται ότι εκκενώθηκε για τους υπό πίεση υδροφορείς). Όπως προκύπτει από τον ορισμό ο S είναι καθαρός αριθμός (αδιάστατος), ενώ για τα ελεύθερα υδροφόρα στρώματα ταυτίζεται με το ενεργό πορώδες.

$$S = \frac{V(m^3)}{\Delta h(m^3)}$$

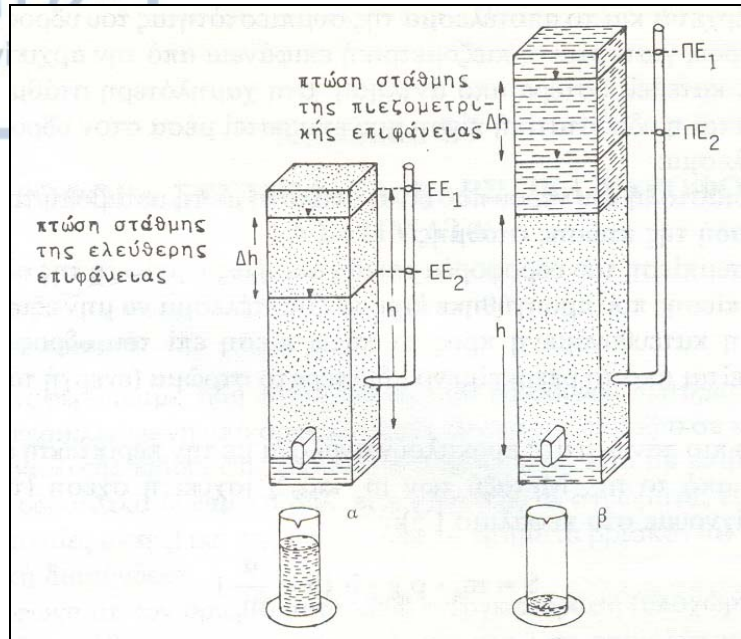
όπου S είναι ο συντελεστής εναποθήκευσης, V η ποσότητα του νερού που θα αποδοθεί από τον όγκο του υδροφορέα.

Ο συντελεστής μεταβιβαστικότητας εκφράζει τον όγκο του νερού που θα περάσει από ορισμένη διατομή, ενώ ο συντελεστής εναποθήκευσης τον όγκο του νερού που θα αποληφθεί από την εκκένωση υδροφορέα ορισμένου όγκου.

Όπως και για τον T έτσι και για τον S ο ορισμός που δόθηκε ισχύει για τα ελεύθερα όσο και για τα υπό πίεση υδροφόρα στρώματα. Όμως, ενώ ο T μπορεί να πάρει όλο το σύνηθες φάσμα τιμών τόσο για τα ελεύθερα, όσο και για τα υπό πίεση υδροφόρα στρώματα, ο S μπορεί να πάρει ορισμένο φάσμα τιμών για τα μεν και ορισμένο για τα δε:

- για τα ελεύθερα υδροφόρα στρώματα ο S συμπίπτει με το ενεργό πορώδες και έτσι για τα συνήθη αντλούμενα υδροφόρα στρώματα μπορεί να πάρει τιμές από $4 \times 10^{-1} - 1 \times 10^{-1}$ μέχρι $5 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-3}$ (αλλά συνηθέστατα κυμαίνεται από 2×10^{-1} μέχρι 2×10^{-2}).

- για τα υπό πίεση υδροφόρα στρώματα παίρνει τιμές συνηθέστατα της τάξης του 10^{-4} μέχρι 10^{-6} ανάλογα με την ελαστικότητα και το πάχος του υδροφόρου στρώματος.



Σχ.5.2 Απελευθέρωση του νερού σε ελεύθερα (α) και υπό πίεση (β) υδροφόρα στρώματα και συντελεστής εναποθήκευσης (από Σούλιο «Γενική Υδρογεωλογία» τομος 1)

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο μηχανισμός απελευθέρωσης του νερού είναι διαφορετικός για τα υπό πίεση στρώματα, γιατί στην περίπτωση αυτή υπεισέρχεται και το αποτέλεσμα της συμπίεστικότητας του υδροφορέα και του νερού, γιατί όταν η πιεζομετρική επιφάνεια από την αρχική στάθμη Π.Ε.1. κατεβεί, ύστερα από άντληση, στη χαμηλότερη στάθμη Π.Ε.2., μειώνεται η υδροστατική πίεση που επικρατεί μέσα στον υδροφορέα με αποτέλεσμα:

- τη διαστολή του νερού που είναι ανάλογη με τη μεταβολή της πίεσης, δηλαδή της πτώσης στάθμης,
- τη συμπίεση του υδροφορέα επειδή ακριβώς η μείωση της υδροστατικής πίεσης που προηγήθηκε έχει σαν αποτέλεσμα να μην εξισορροπείται η κατευθυνόμενη προς τα κάτω πίεση επί του υδροφορέα που ασκείται από το υπερκείμενο αδιαπέρατο στρώμα.

Πιν 5.1 Αποτελέσματα επεξεργασίας Αντλητικών Δεδομένων

A/A	Όνομα_γεώτρησης	Διάρκεια_άντλησης (min)	T (m ² /min)	k (m/min)
1	ΙΠΔ	150	8.47x10 ⁻³	9.41x10 ⁻⁵
2	ΜΔ1-ΝΕΑ	360	1.12x10 ⁻²	1.44x10 ⁻⁴
3	ΜΔ6-ΝΕΑ	150	4.87x10 ⁻²	4.51 x10 ⁻⁴
4	ΜΠ2-ΝΕΑ	300	2.83x10 ⁻¹	3.93 x10 ⁻³
5	ΜΜ9-ΝΕΑ	300	7.75x10 ⁻²	8.61 x10 ⁻⁴
6	ΜΠΛ11-ΝΕΑ	360	1.10x10 ⁻¹	1.42 x10 ⁻³
7	ΜΜ3-ΝΕΑ	300	1.27x10 ⁻¹	1.63 x10 ⁻³
8	ΜΠ3-ΝΕΑ	270	2.92x10 ⁻¹	4.43 x10 ⁻³
9	ΜΠΛ6-ΝΕΑ	300	1.29x10 ⁻¹	1.79 x10 ⁻³
10	ΕΞΟΧΗΣ	60	3.08x10 ⁻⁴	1.11 x10 ⁻²
11	ΥΔΡ1-ΚΑΡ	300	3.13x10 ⁻⁴	2.25 x10 ⁻²
12	ΥΔΡ2-ΚΑΡ	180	4.82x10 ⁻⁵	4.04 x10 ⁻³
13	Μ2-Β	300	7.31x10 ⁻³	7.45 x10 ⁻¹
14	Μ3-ΝΕΑ	300	1.20x10 ⁻³	8.66 x10 ⁻²
15	ΜΔ5-Β	210	3.45x10 ⁻³	3.52 x10 ⁻¹
16	ΜΔ5-ΝΕΑ	300	1.20x10 ⁻⁴	1.30 x10 ⁻²
17	ΜΚ2	300	3.68x10 ⁻⁴	2.21 x10 ⁻²

Η επεξεργασία των αντλητικών δεδομένων έγινε με τη μέθοδο Jacob με το πρόγραμμα AquiferTest.

Στο παράρτημα παρατίθενται τα διαγράμματα των αντλητικών δεδομένων για τις αναφερόμενες 17 γεωτρήσεις.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση την επεξεργασία των γεωτρητικών και αντλητικών δεδομένων από τις μελετούμενες δεκαεφτά (17) γεωτρήσεις της Πιερίας λεκάνης προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

Σύμφωνα με τις στρωματογραφικές στήλες που προέκυψαν από τις ανορυγμένες γεωτρήσεις, τα βαθύτερα στρώματα της λεκάνης μελέτης αποτελούνται από γνεύσιο, βιοτιτικό γνεύσιο, ψαμμίτη, μαργαϊκό ψαμμίτη, χαλαζιακό ψαμμίτη και μάρμαρο, ενώ τα ανώτερα από μάργα, κρακάλες γνευσίου και μαρμάρου, καθώς και ερυθρή και γκρίζα άργιλο. Οι γεωτρήσεις ΥΔΡ-1 ΚΑΡ, ΥΔΡ-2 ΚΑΡ, ΕΞΟΧΗ, Μ2ΝΕΑ, Μ3ΝΕΑ, ΜΔ1ΝΕΑ, ΜΚ2ΝΕΑ, ΜΜ3ΝΕΑ, Μ2-Β τέμνουν το υπόβαθρο.

Μετά την επεξεργασία των αντλητικών δεδομένων με τη μέθοδο Jacob παρατηρούμε ότι οι τιμές της μεταβιβαστικότητας T κυμαίνεται από $4,82 \times 10^{-5}$ έως $1,10 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$. Οι μεγαλύτερες τιμές υπολογίστηκαν για τις γεωτρήσεις ΜΠ2-ΝΕΑ, ΜΠΛ11-ΝΕΑ, ΜΜ3-ΝΕΑ, ΜΠΛ6-ΝΕΑ, ΜΠ3-ΝΕΑ, οι οποίες βρίσκονται στο ΝΔ τμήμα της λεκάνης, ΒΒΔ του ποταμού Μαρμαρά, δηλαδή οι γεωτρήσεις που είναι κοντά στο ποτάμι έχουν μεγαλύτερες τιμές του συντελεστή μεταβιβαστικότητας. Αντίστοιχα, η υδραυλική αγωγιμότητα k παίρνει τιμές από $9,41 \times 10^{-5}$ έως $3,52 \times 10^{-1} \text{ m/s}$. Οι μεγαλύτερες τιμές υπολογίστηκαν για τις γεωτρήσεις Μ2-Β, ΜΔ5-Β, Μ3-ΝΕΑ, ΥΔΡ1-ΚΑΡ, ΜΚ-2, οι οποίες βρίσκονται στο ΒΒΑ τμήμα της λεκάνης.

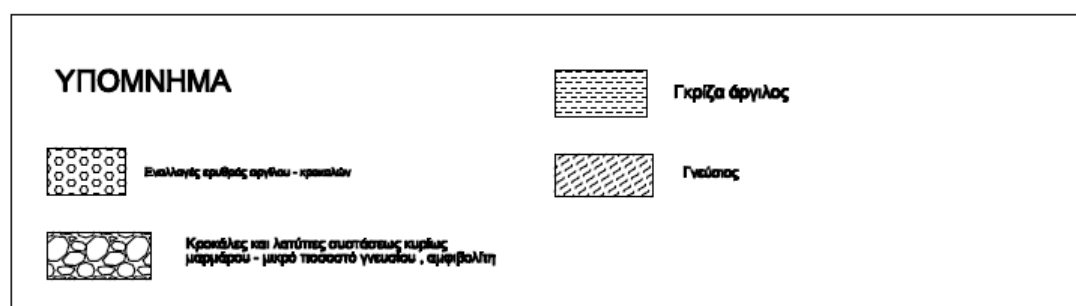
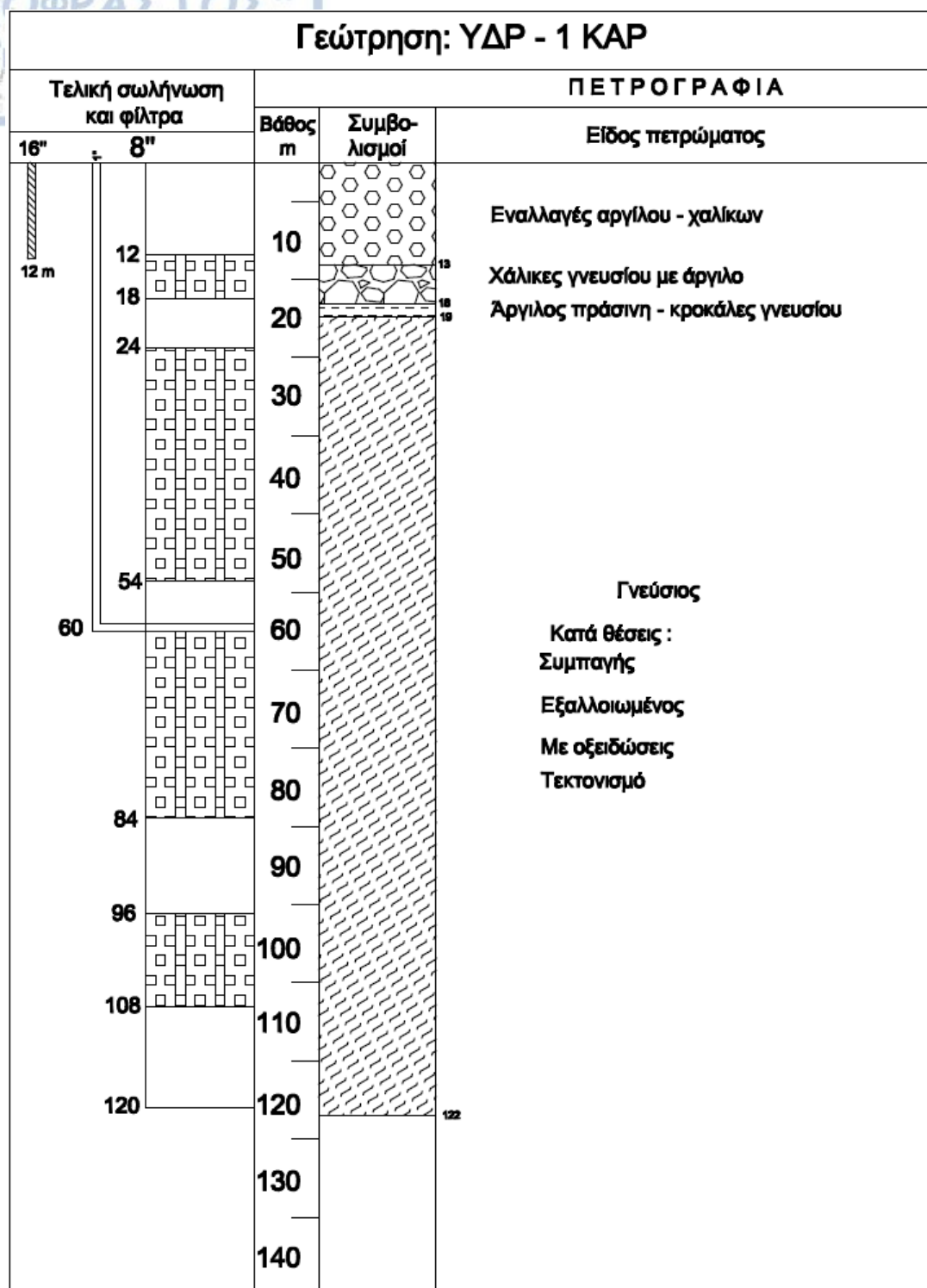
Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι γεωτρήσεις με υψηλή πιεζομετρική στάθμη παρουσιάζονται ανάμεσα σε γεωτρήσεις με χαμηλότερη πιεζομετρική στάθμη. Το γεγονός αυτό οδηγεί στην εκτίμηση ότι ο υπόγειος υδροφορέας στα σημεία αυτά τροφοδοτείται από υπερκείμενους καρστικούς υδροφόρους. Η πιεζομετρική επιφάνεια του υδροφορέα έχει ομαλή κλίση προς τα χαμηλότερα υψόμετρα και προς την περιοχή του Μαρμαρά ποταμού. Το νερό που αποθηκεύεται στους καρστικούς υδροφόρους ορίζοντες κινείται με πολύ μεγαλύτερες ταχύτητες από ότι το νερό των πορωδών υδροφόρων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την άμεση ανταπόκριση των πηγών σε κάθε επεισόδιο εμπλουτισμού του καρστ από τις βροχοπτώσεις.

Ένα ακόμη συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί είναι ότι σε όσες γεωτρήσεις βρίσκονται στην ημι-ορεινή περιοχή της λεκάνης, δηλ. στους πρόποδες των βουνών, παρατηρούνται τα μεγαλύτερα βάθη των στάθμεων. Αντίθετα, στις γεωτρήσεις που βρίσκονται στο πεδινό τμήμα της λεκάνης οι στάθμες τους βρίσκονται σε πολύ μικρή απόσταση από την επιφάνεια του εδάφους.

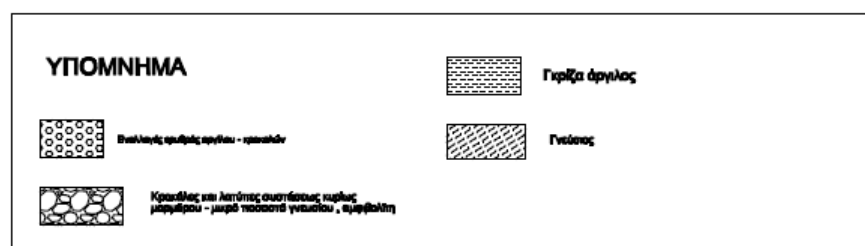
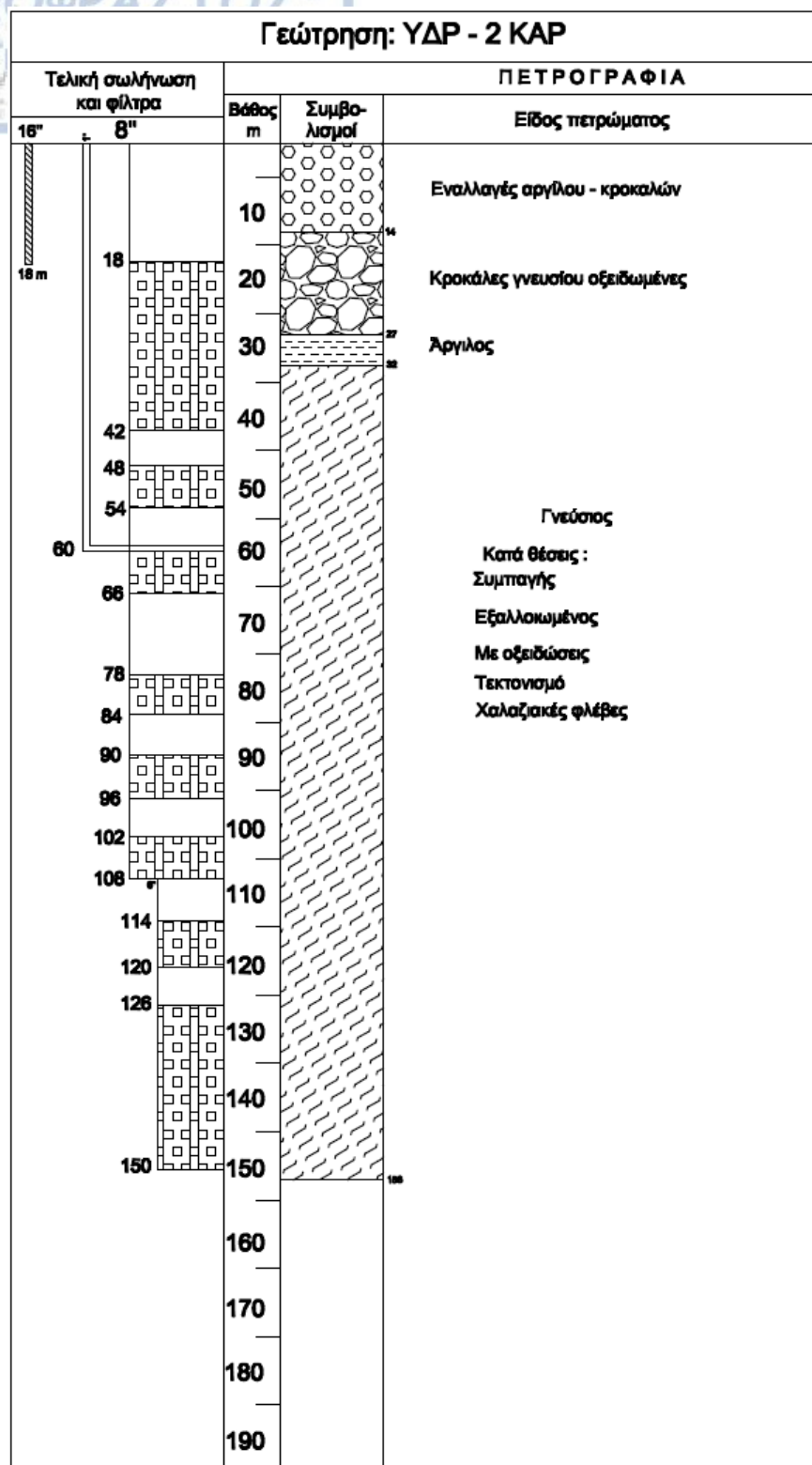
Για την προστασία της ποιότητας και ποσότητας του υδατικού δυναμικού της λεκάνης απαιτείται συστηματική παρακολούθηση της στάθμης και ορθολογική συνδιαχείριση επιφανειακών και υπόγειων νερών.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



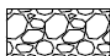




Γεώτρηση: Εργοταξίου Εξοχής - τεμ. 71

Τελική σωλήνωση και φίλτρα		ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ		
		Βάθος m	Συμβολισμοί	Είδος πετρώματος
1"	6"			
	6			
		10		Άργιλος Χάλικες γνευσίου χαλαροί Κροκάλες γνευσίου
		20		Κροκάλες γνευσίου - αποσαθρωμένος γνεύσιος Άργιλος - αποσαθρωμένος γνεύσιος
		30		Γνεύσιος αποσαθρωμένος - τοπικά οξειδώσεις
	36			Γνεύσιος αποσαθρωμένος Γνεύσιος συμπαγής
42		40		Γνεύσιος αποσαθρωμένος Γνεύσιος συμπαγής
	48			Γνεύσιος αποσαθρωμένος - τοπικά οξειδώσεις
	54	50		Γνεύσιος συμπαγής
		60		
		70		
		80		
		90		

ΥΠΟΜΝΗΜΑ



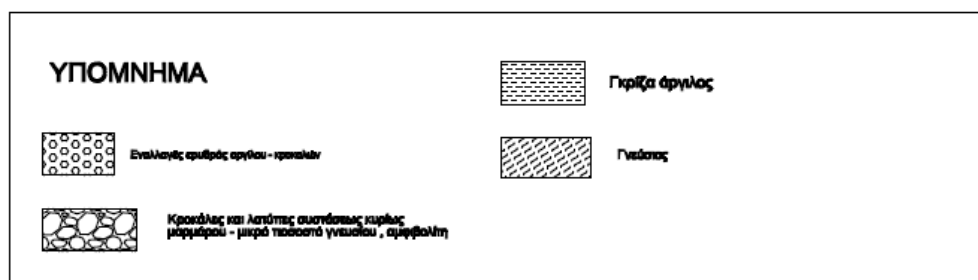
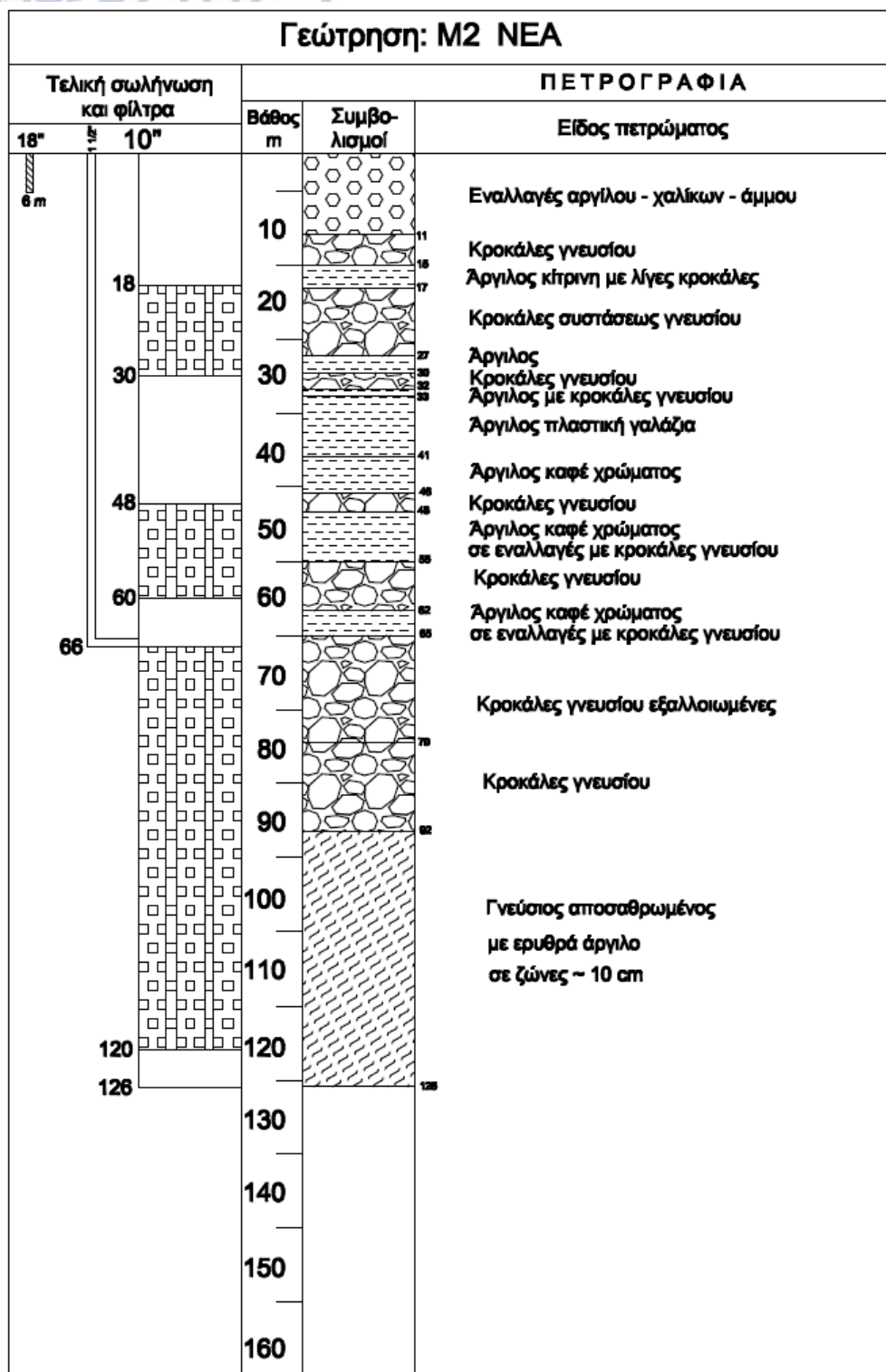
Κροκάλες και λαύπες σιτάσεως κυρίως
μαρμάρου - μικρό ποσοστό γνευσίου, αμφιβολή

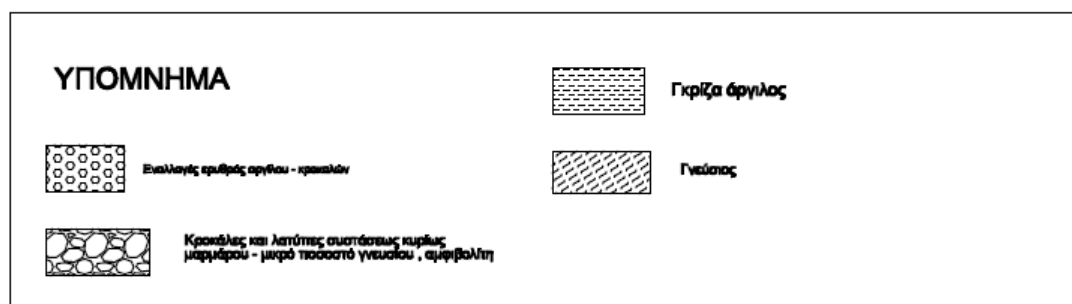
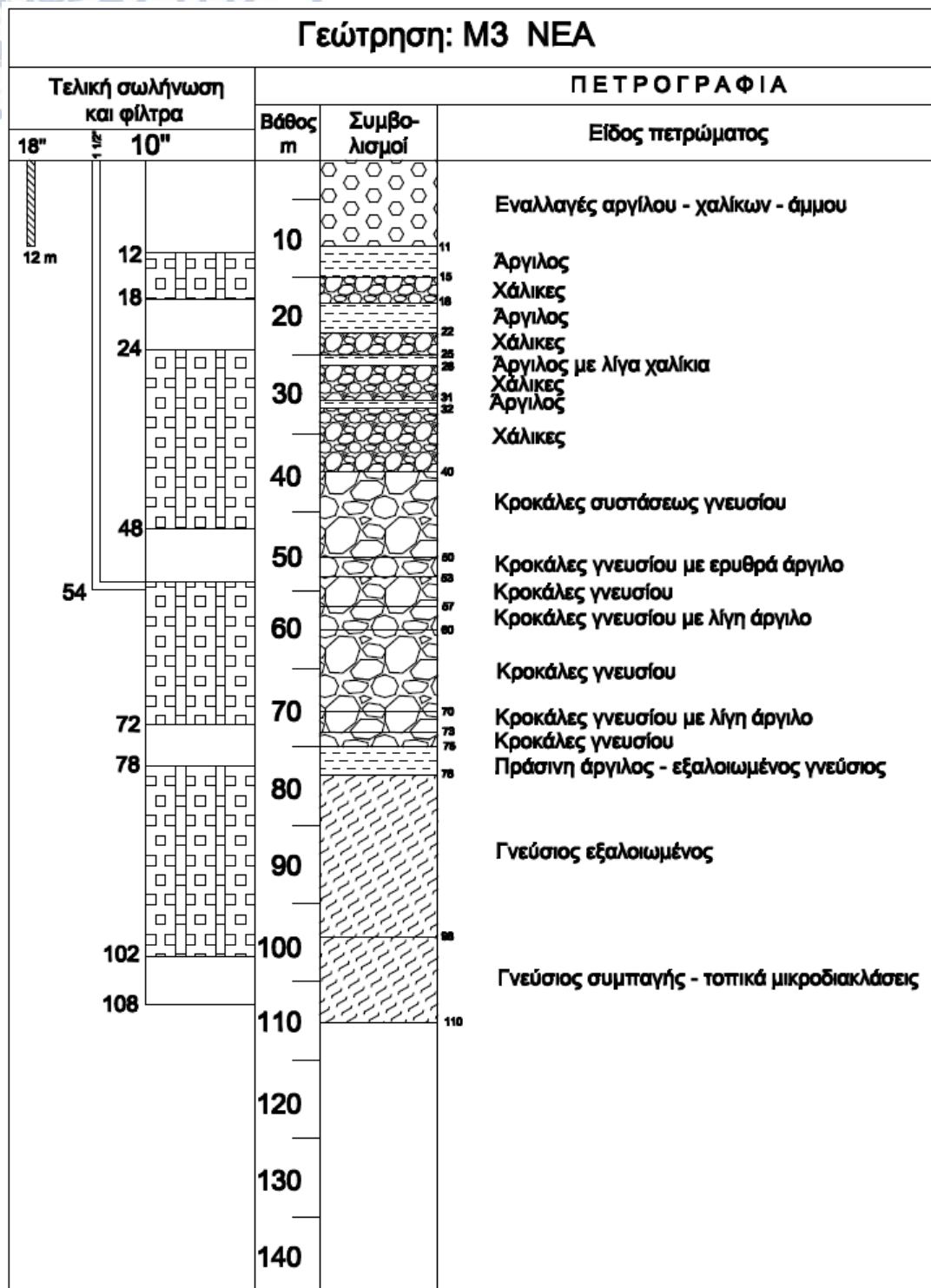


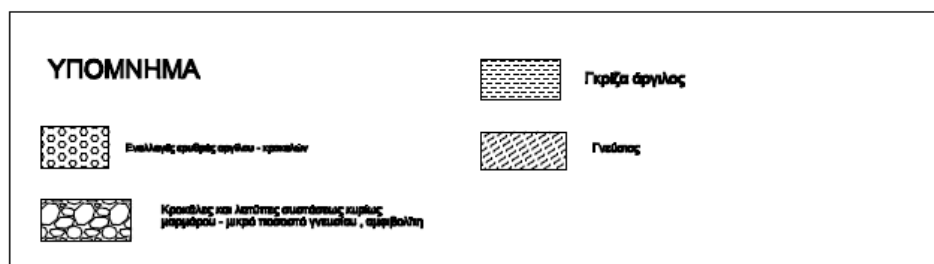
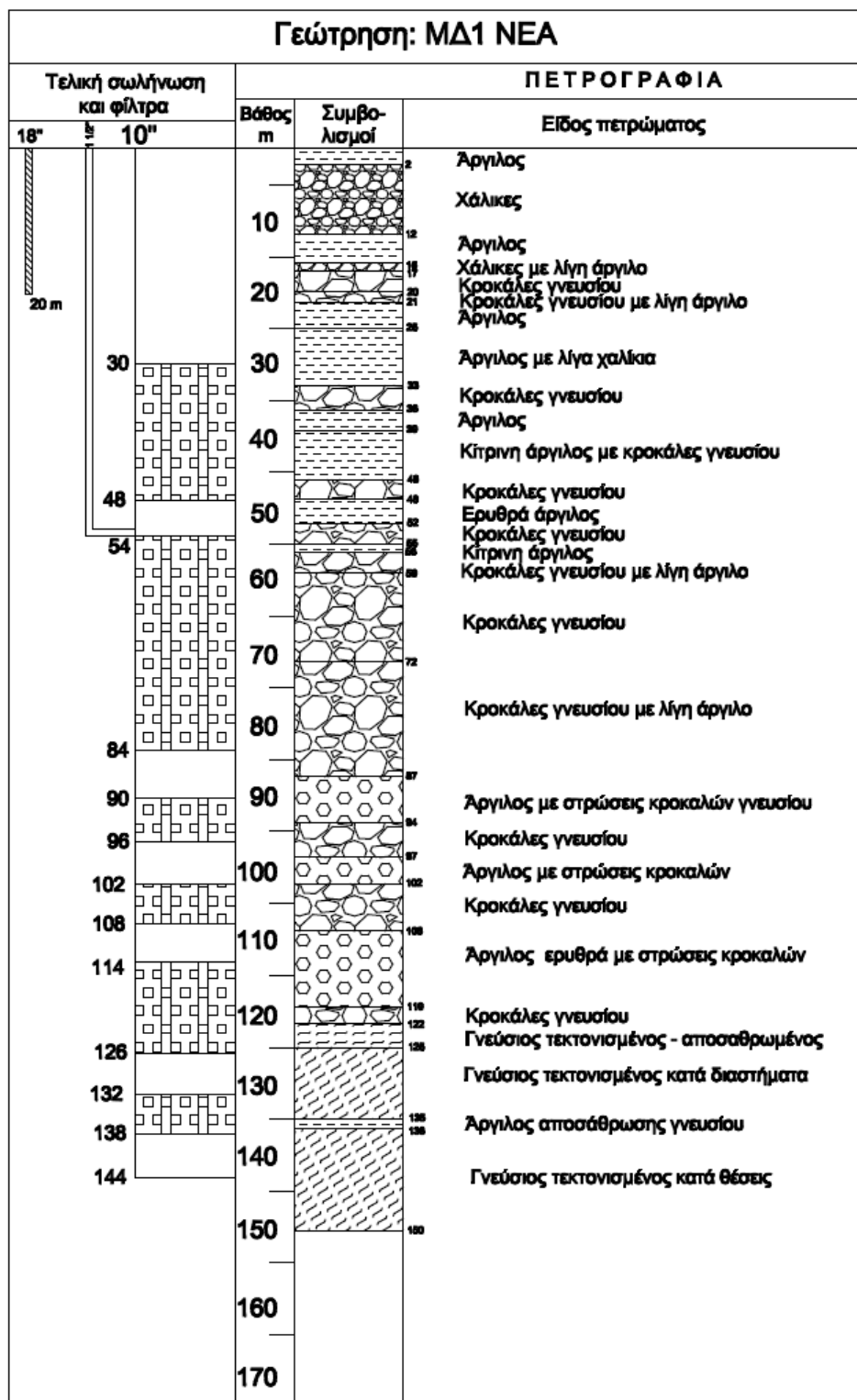
Γκριζα άργιλος



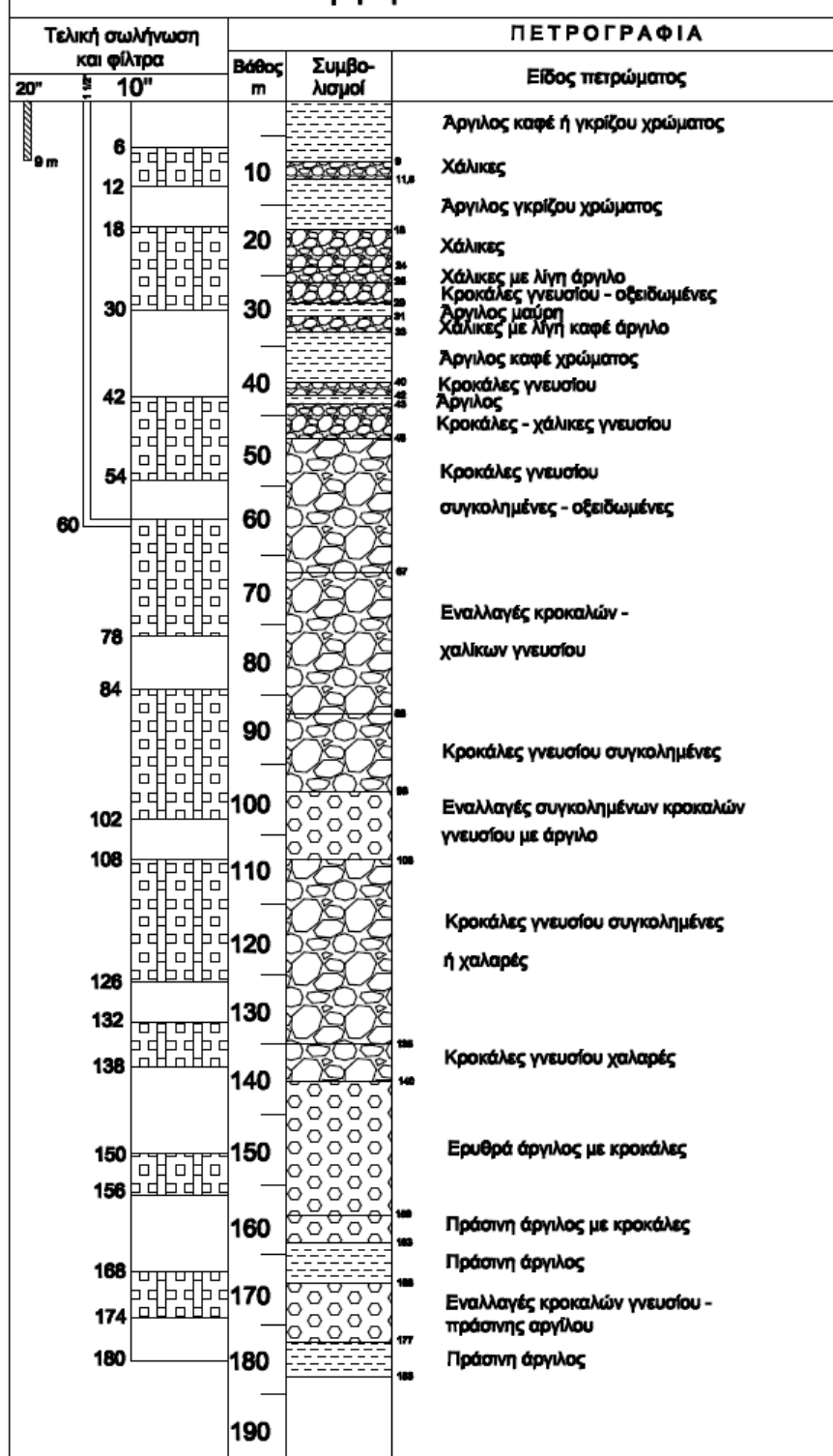
Γνεύσιος







Γεώτρηση: ΜΔ5 - Β



ΥΠΟΜΝΗΜΑ



Εναλλαγές ερυθρής άργιλου - κροκαλών

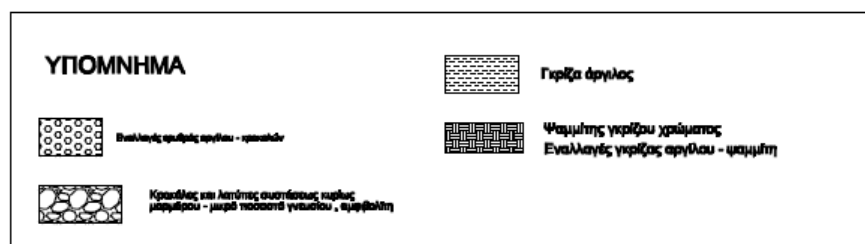
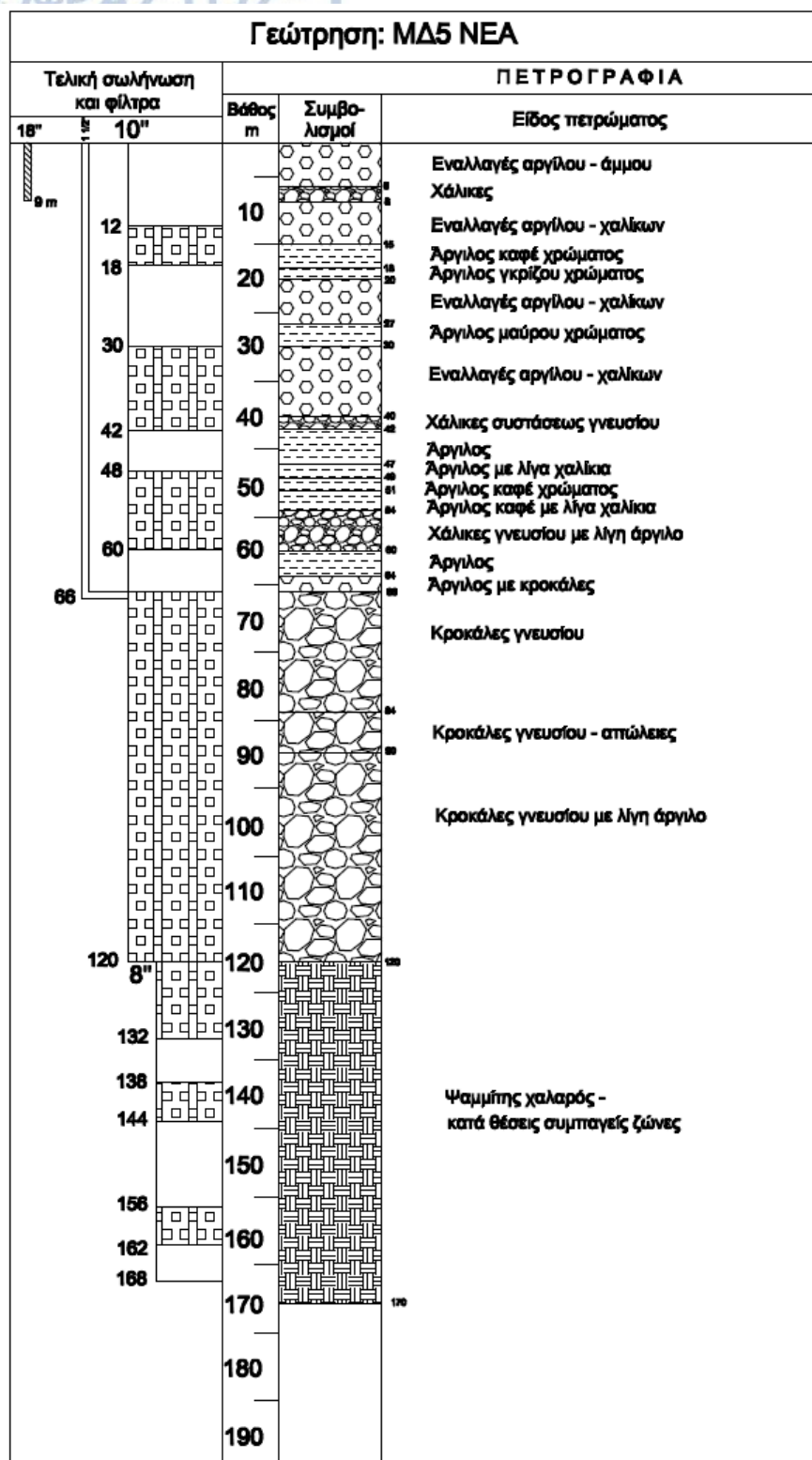


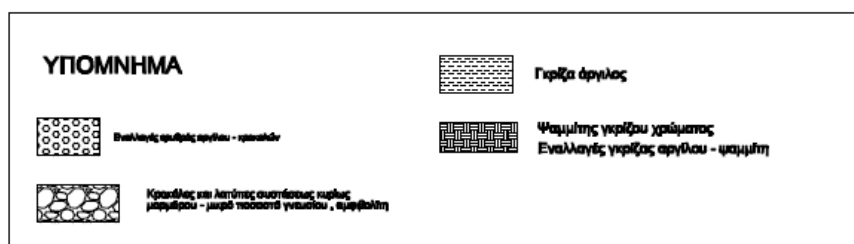
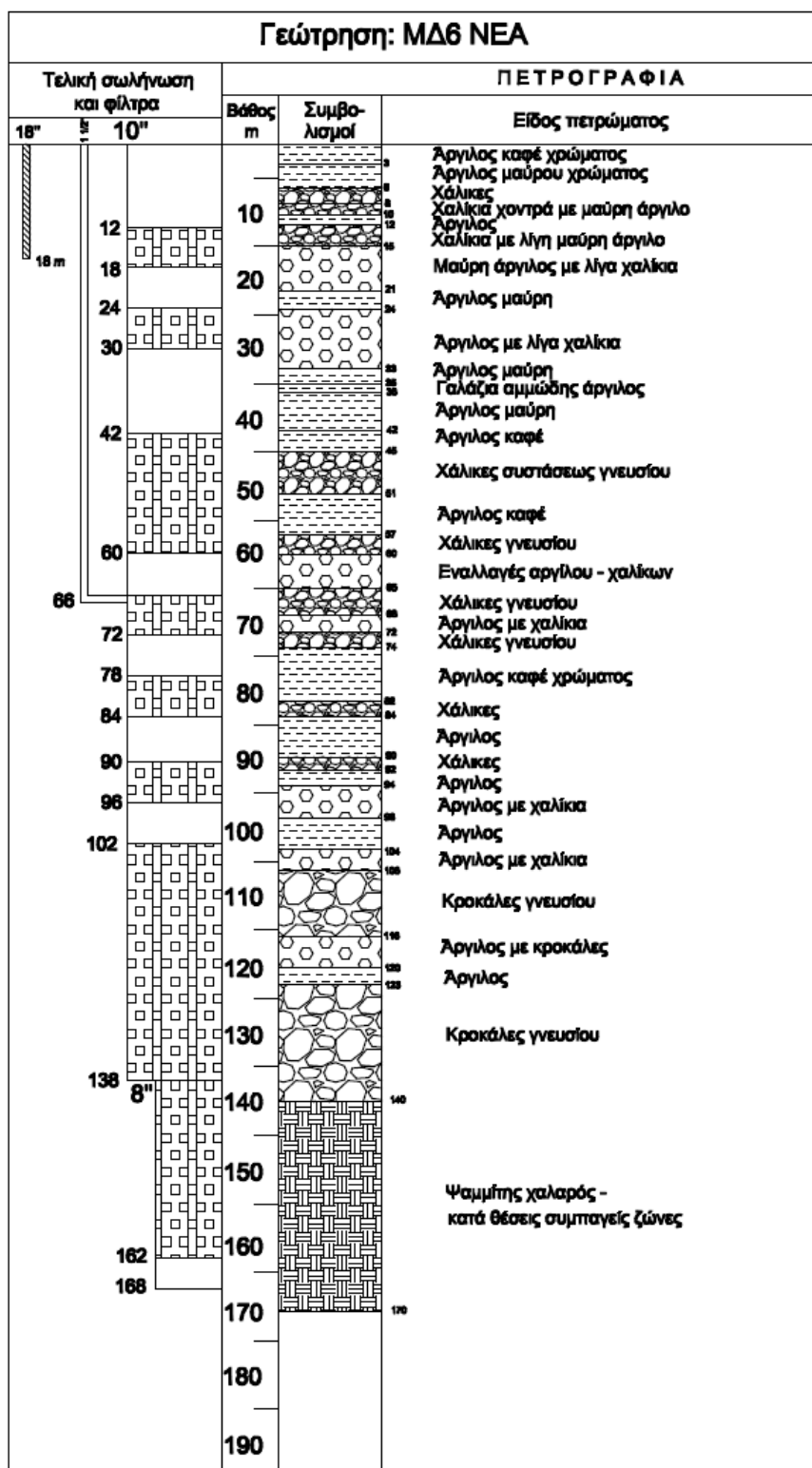
Κροκάλες και λαπίτσες ουσίως κερπής
μεμβράνι - μεμβράνι γνευσίου, αμφιβόλη

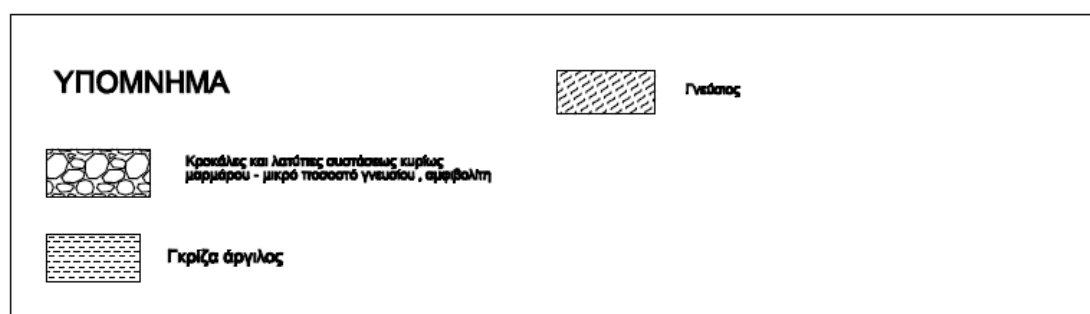
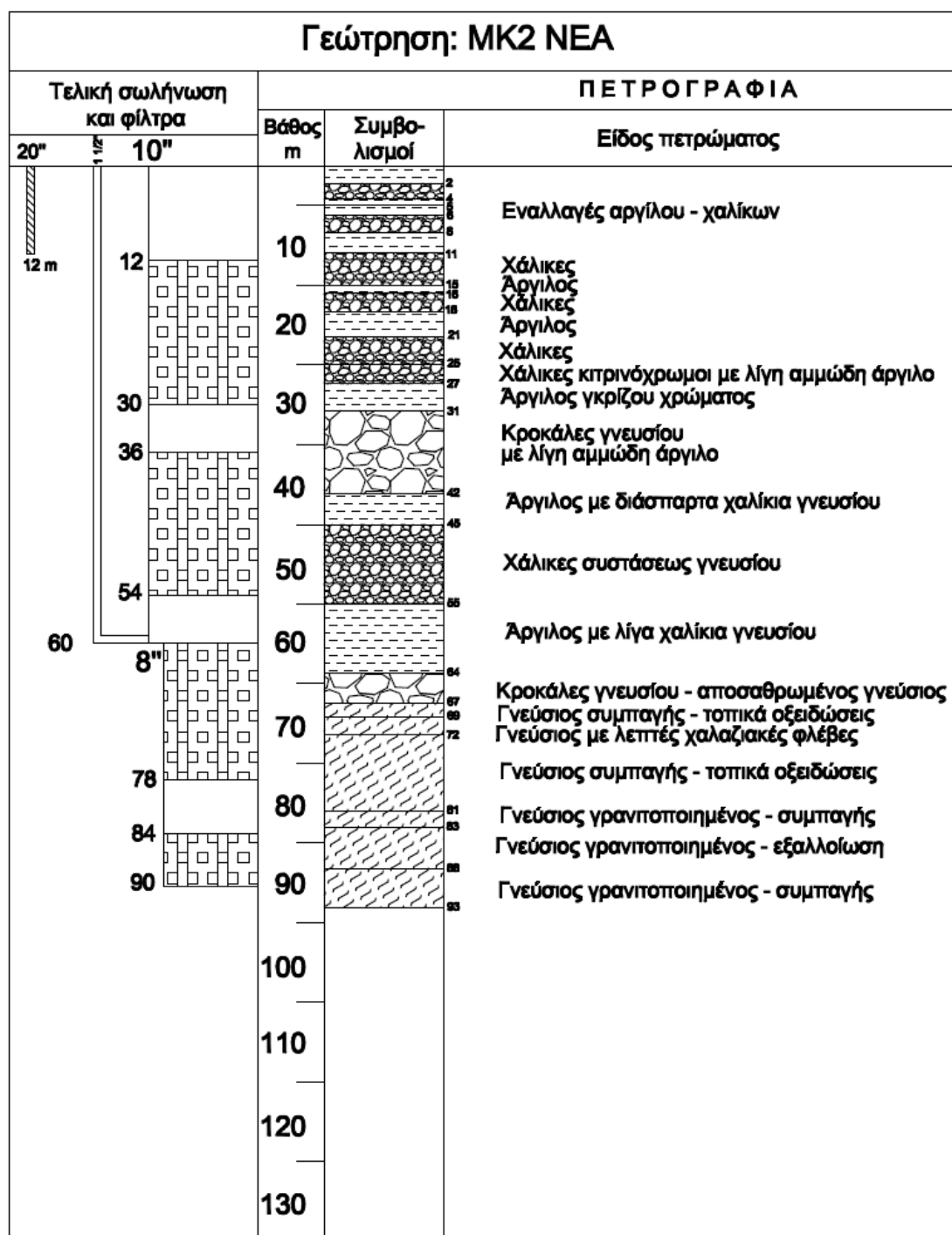


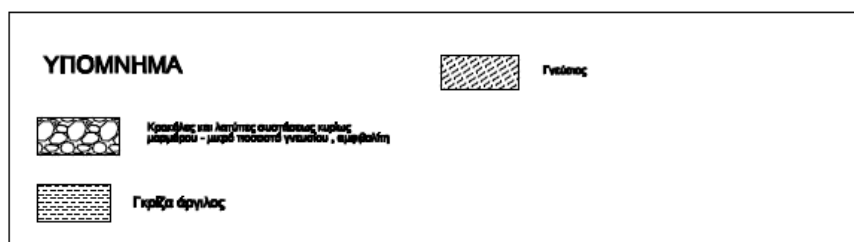
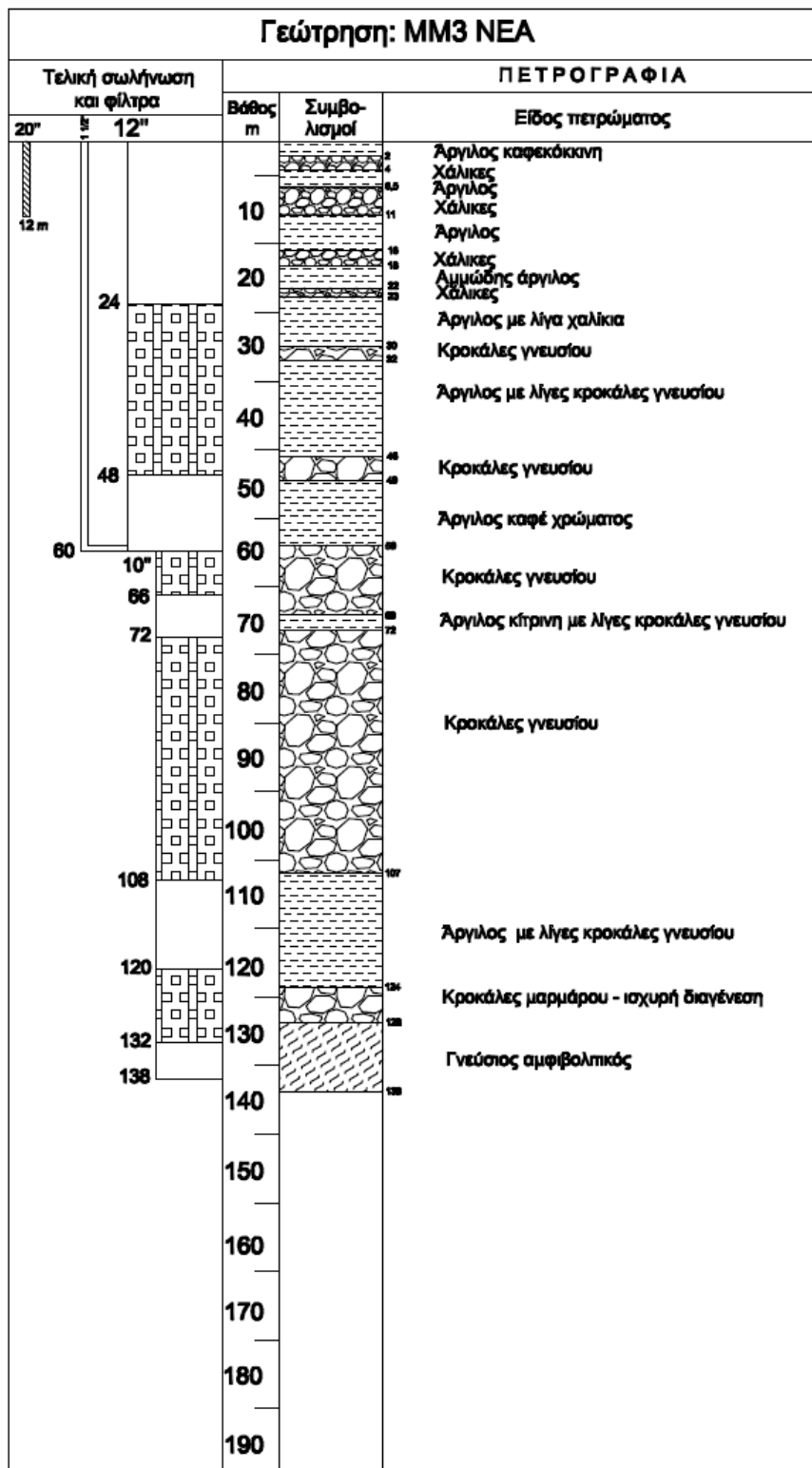
Γκριζα άργιλος

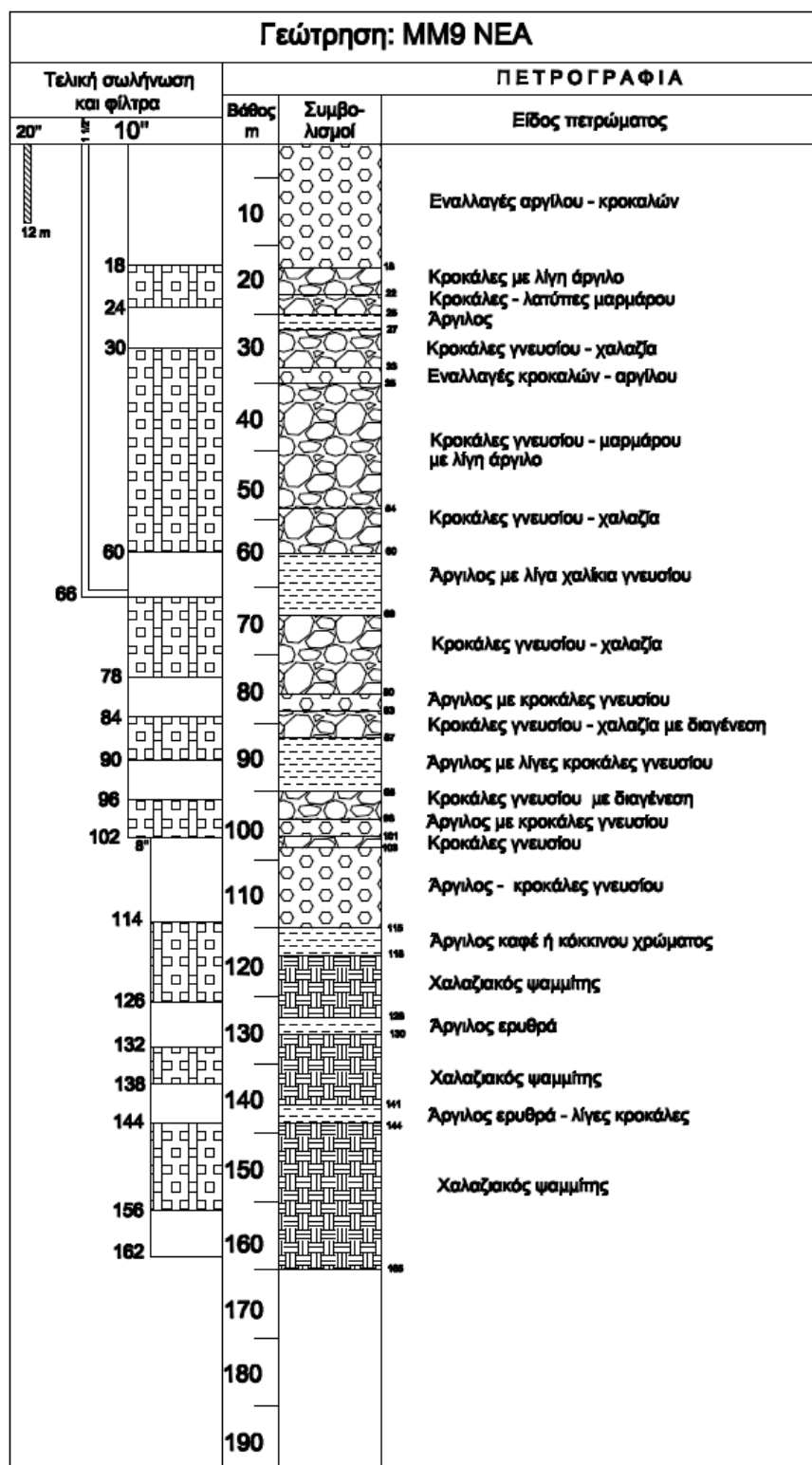












ΥΠΟΜΝΗΜΑ



Εναλλαγές αργίλου - κροκαλών



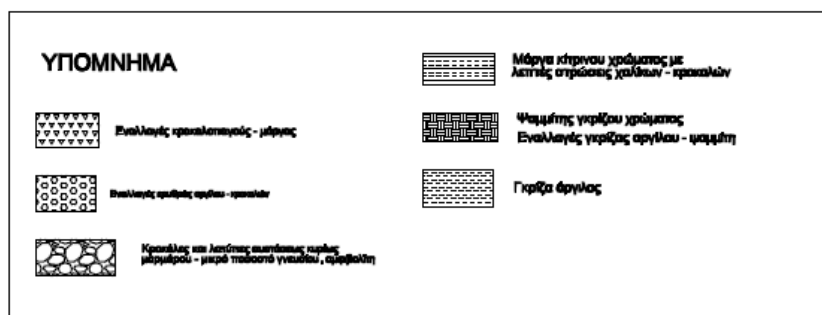
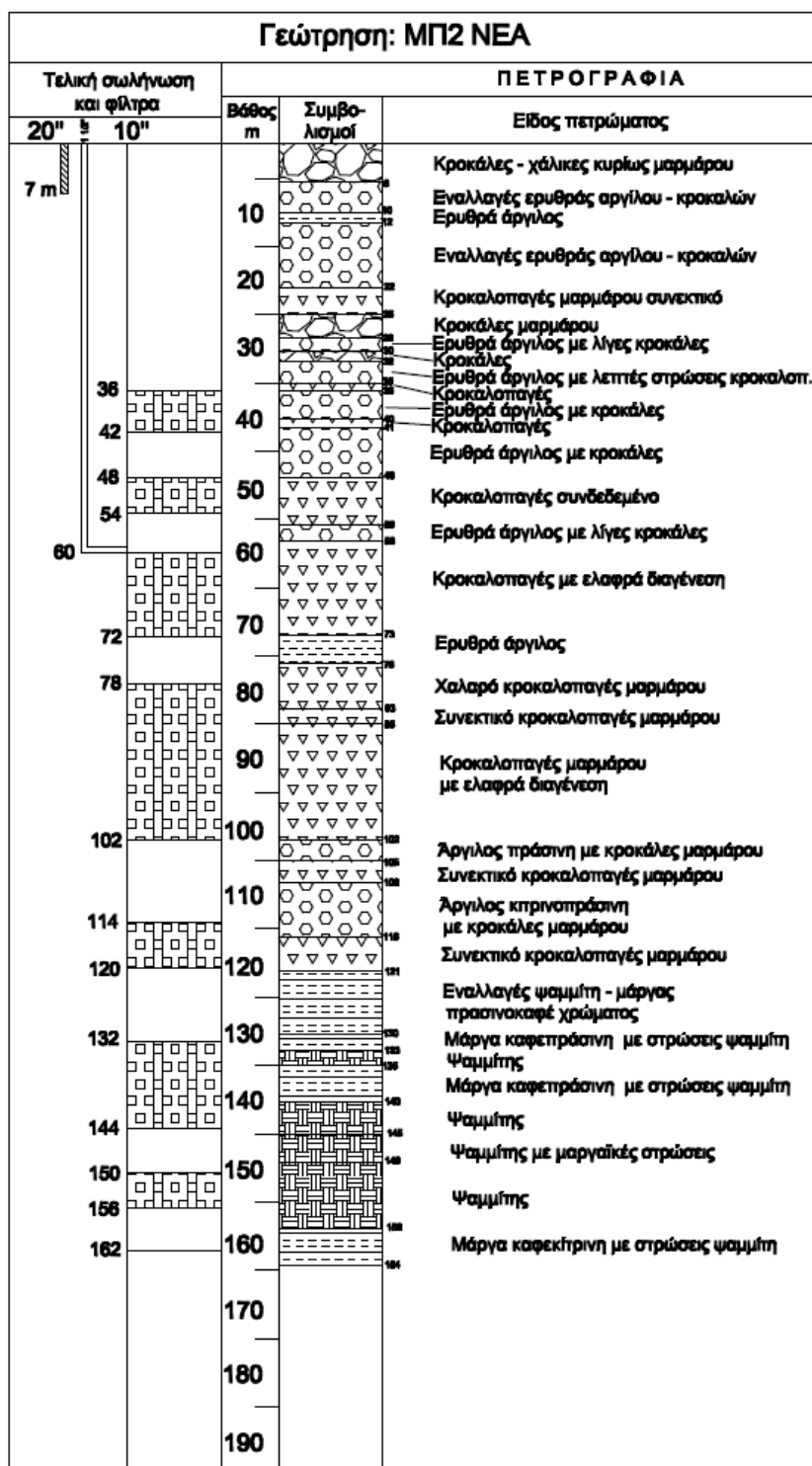
Κροκάλες και λατύπες ασπίστους μαρμάρου - μαρμάρου γνευσίου, αμφοβόλη

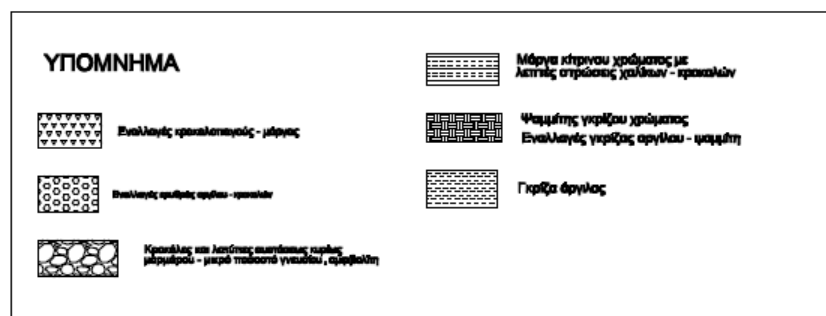
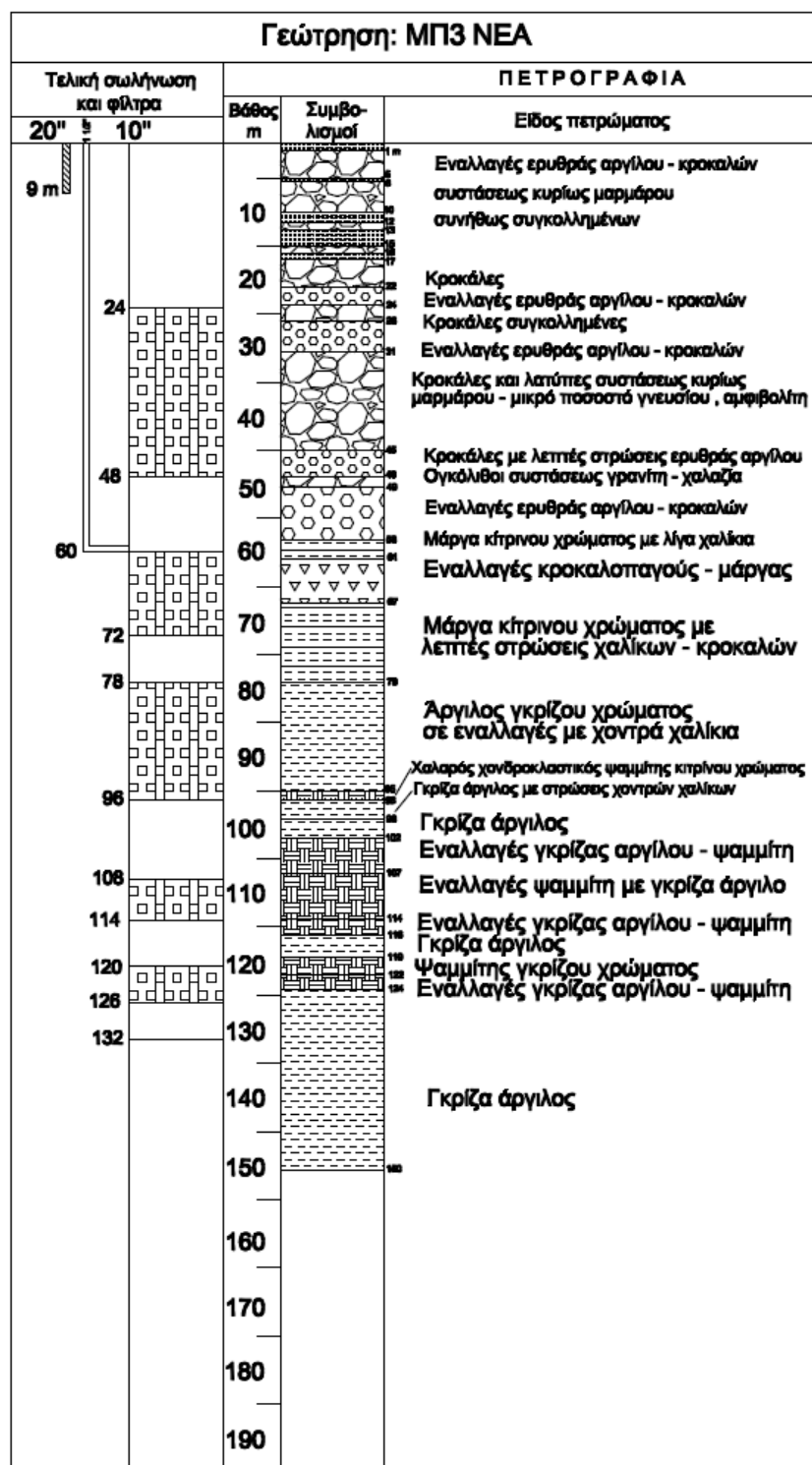


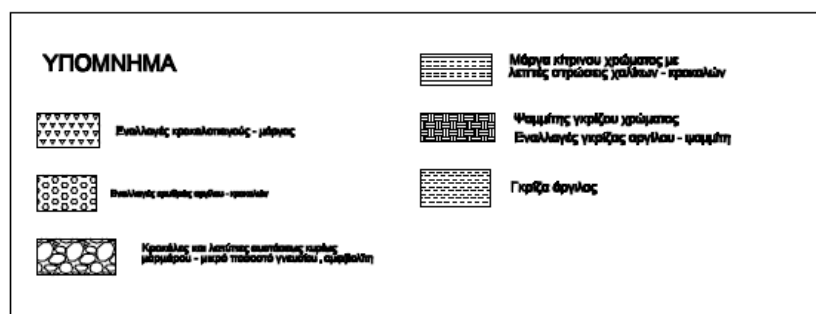
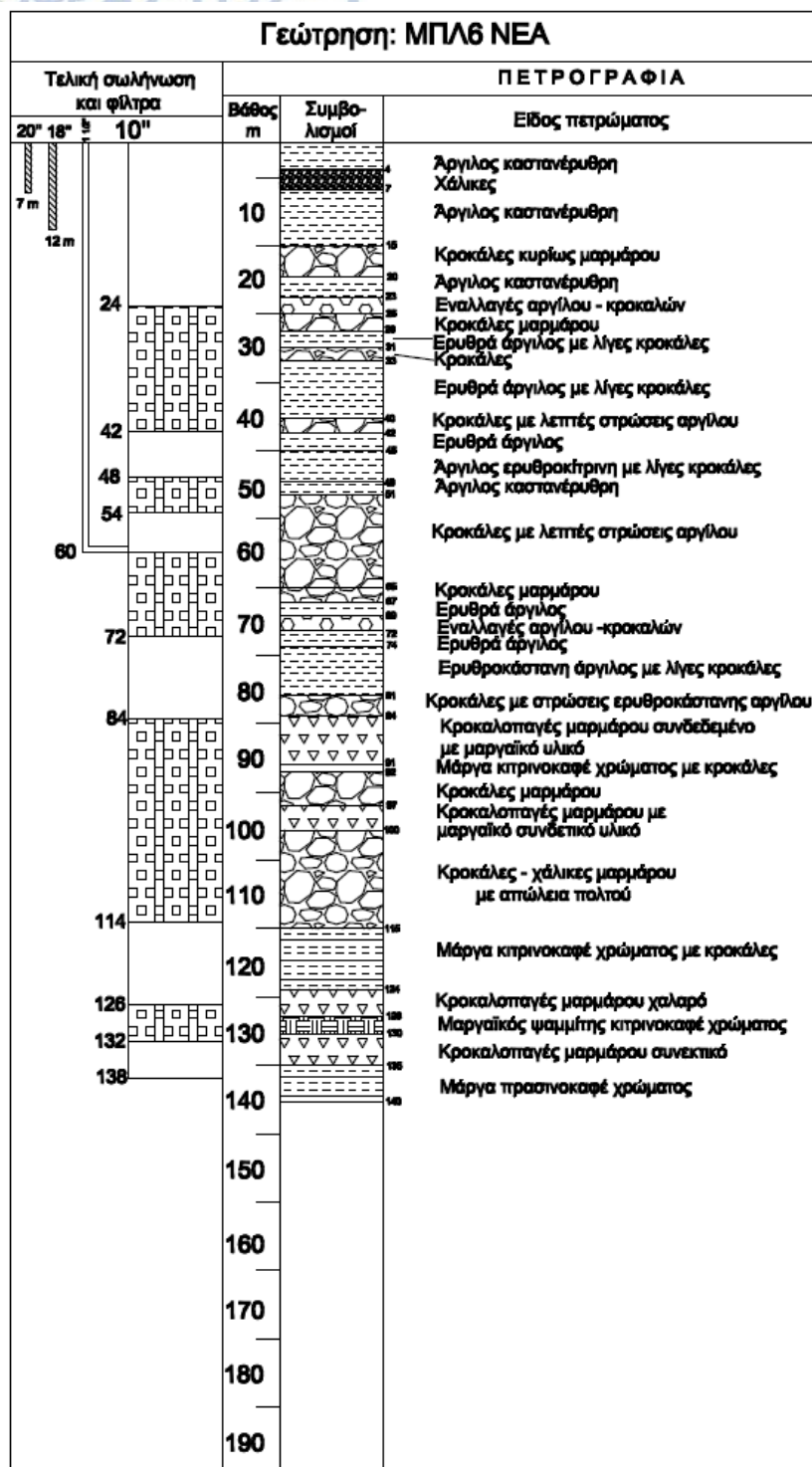
Γκριζά άργιλος

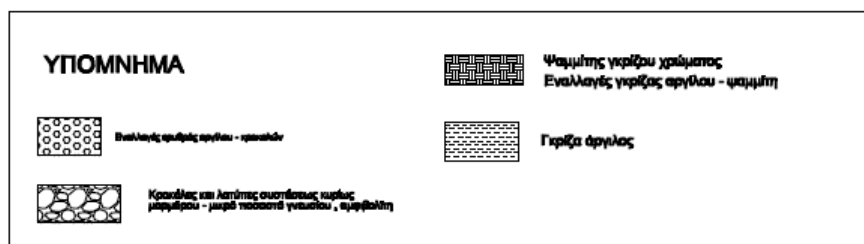
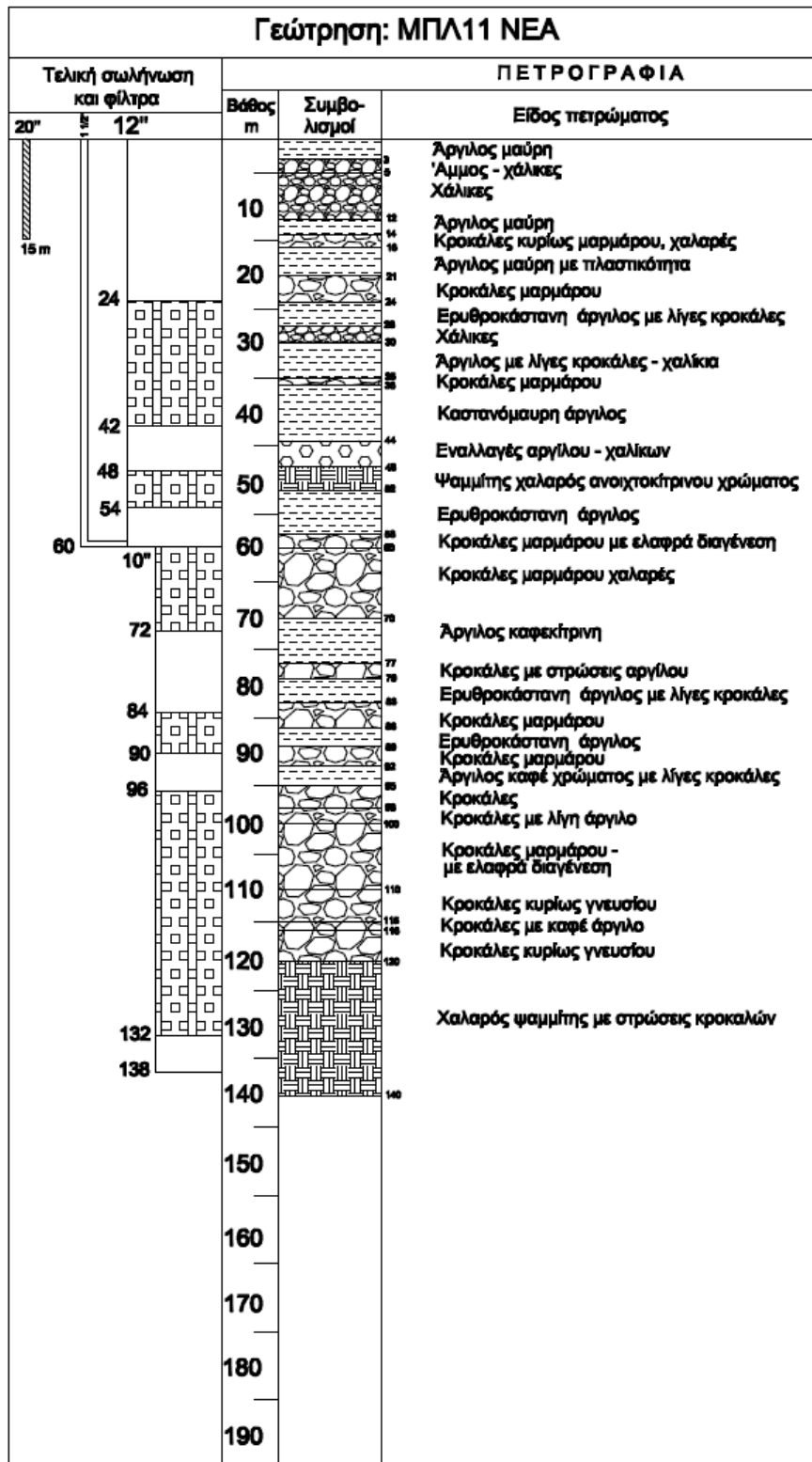


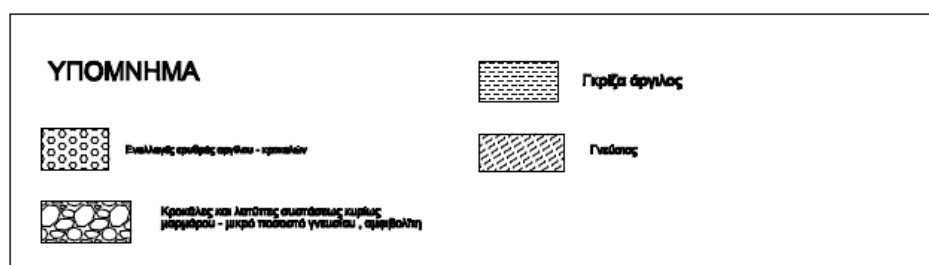
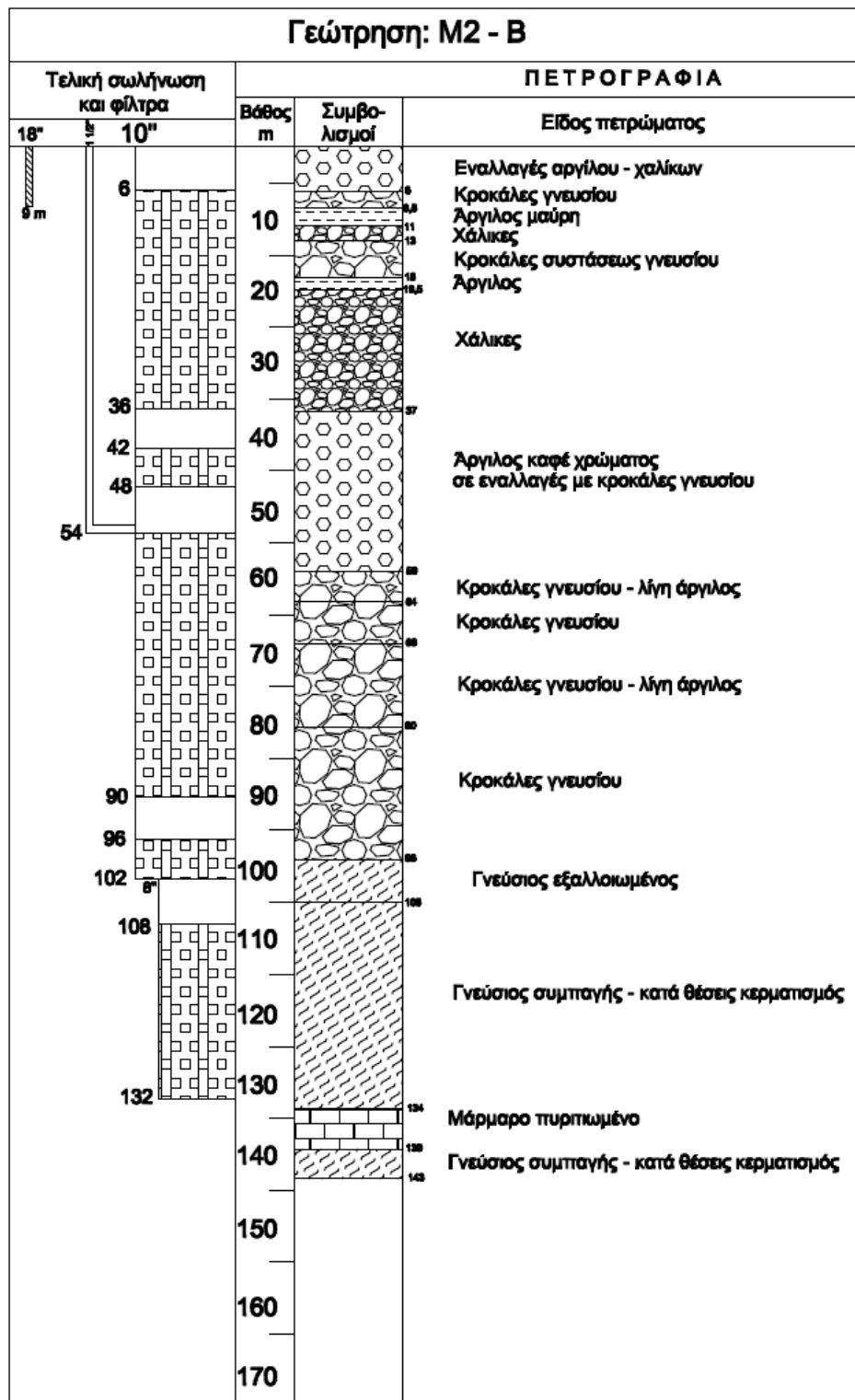
Ψαμμίτης γκριζού χρώματος
Εναλλαγές γκριζού αργίλου - ψαμμίτη

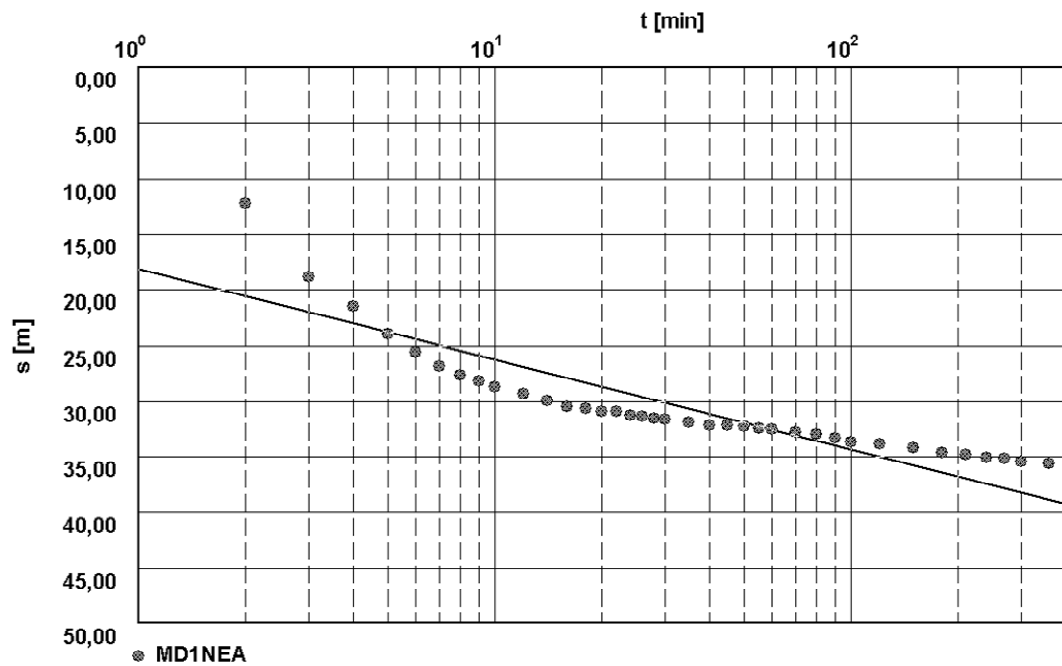








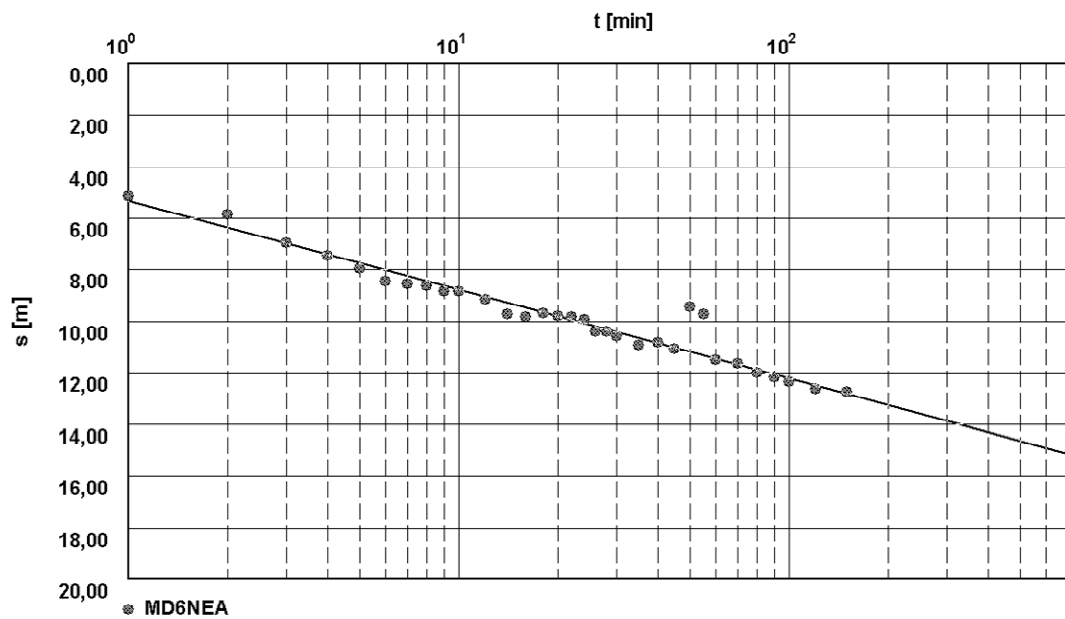




$$T = 1,12 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{min}$$

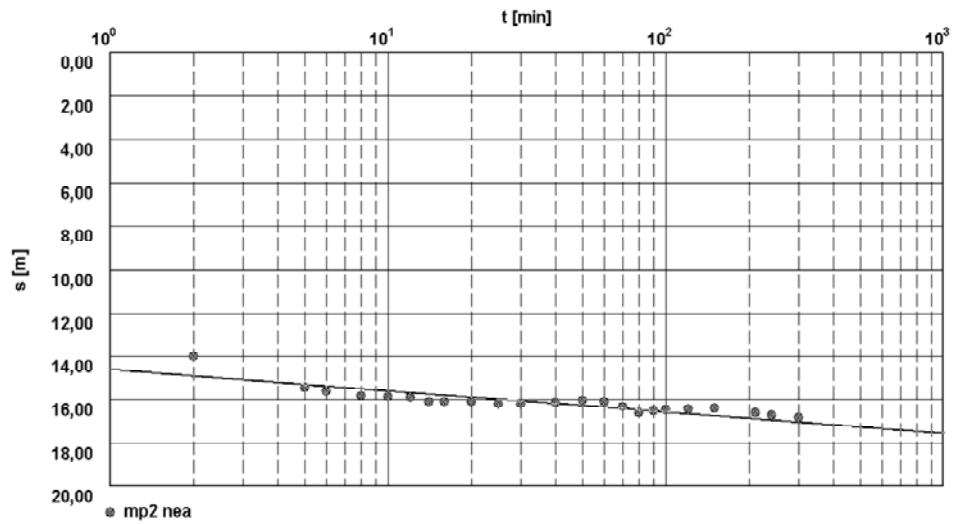
$$k = 1,44 \times 10^{-4} \text{ m}/\text{min}$$

Γεώτρηση ΜΔ6ΝΕΑ



$$T = 4,87 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{min}$$

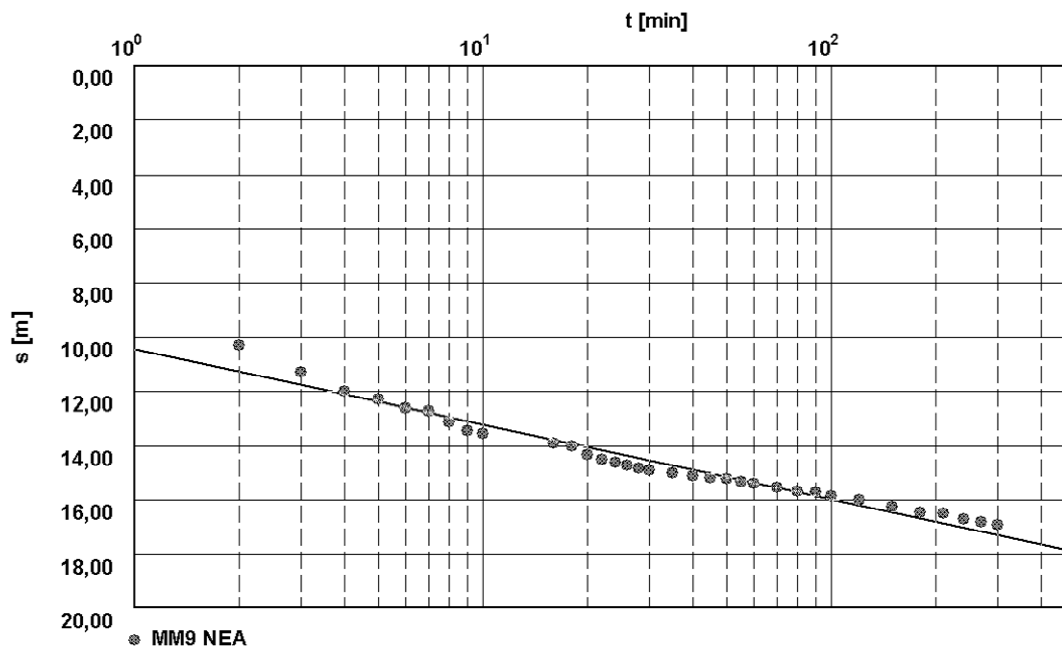
$$k = 4,51 \times 10^{-4} \text{ m}/\text{min}$$



$$T=2,83 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{min}$$

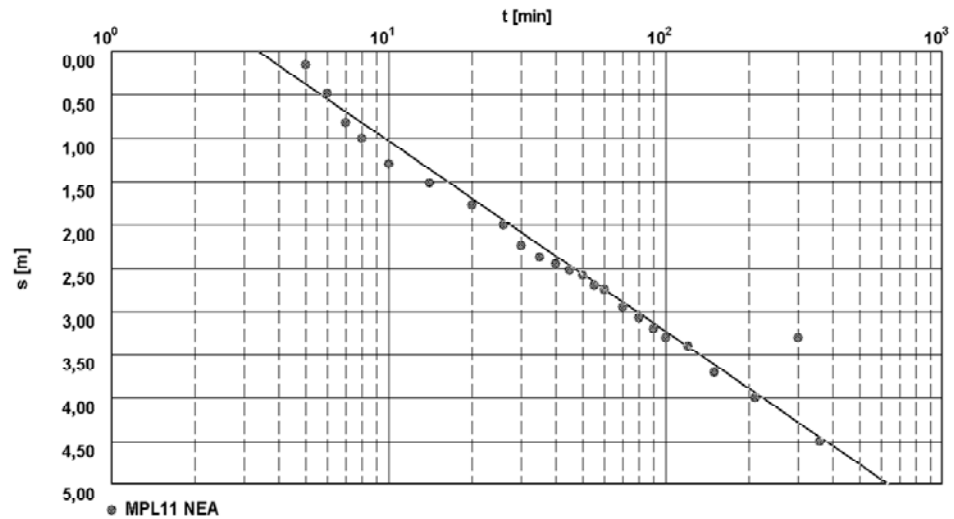
$$k=3,93 \times 10^{-3} \text{ m}/\text{min}$$

Γεώτρηση MM9NEA



$$T = 7,75 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{min}$$

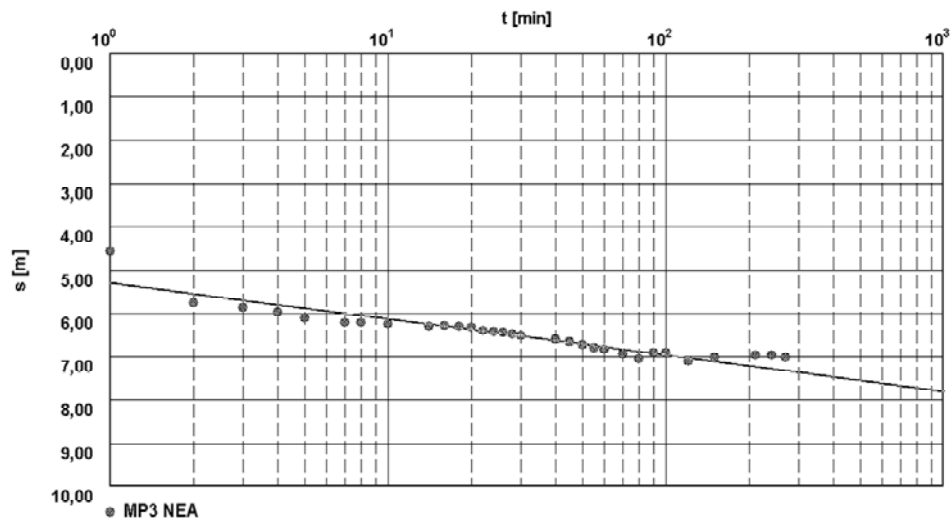
$$k = 8,61 \times 10^{-4} \text{ m}/\text{min}$$



$$T = 1,10 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{min}$$

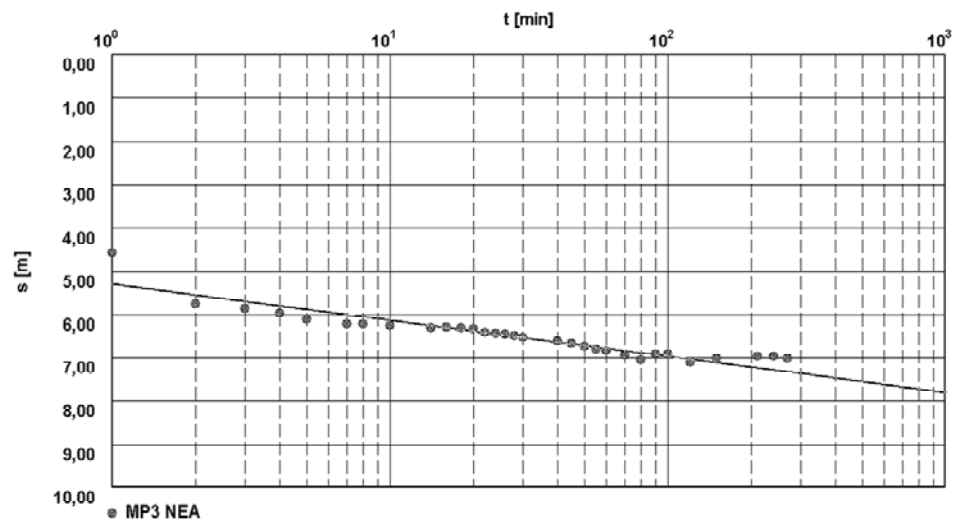
$$K = 1,42 \times 10^{-3} \text{ m/min}$$

Γεώτρηση ΜΜΕΝΕΑ



$$T = 1,27 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{min}$$

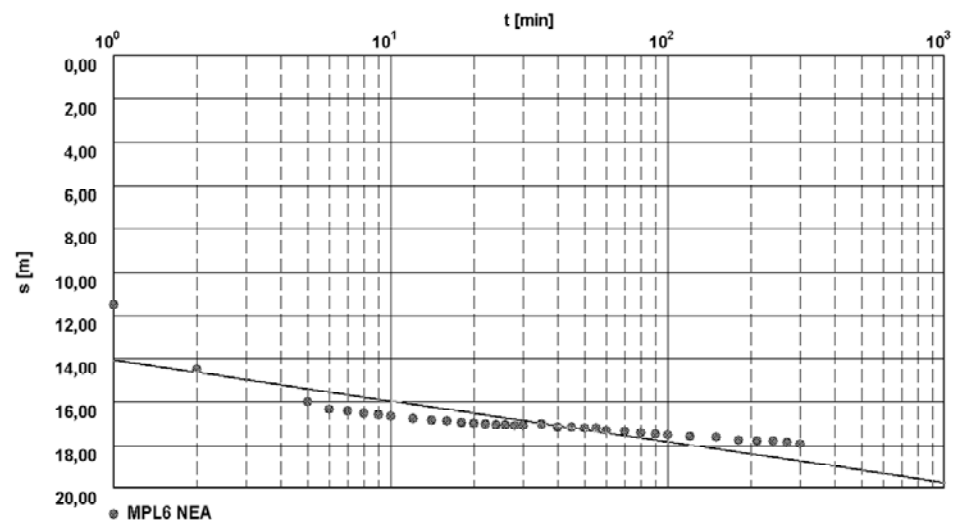
$$k = 1,63 \times 10^{-3} \text{ m/min}$$



$$T=2,92 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{min}$$

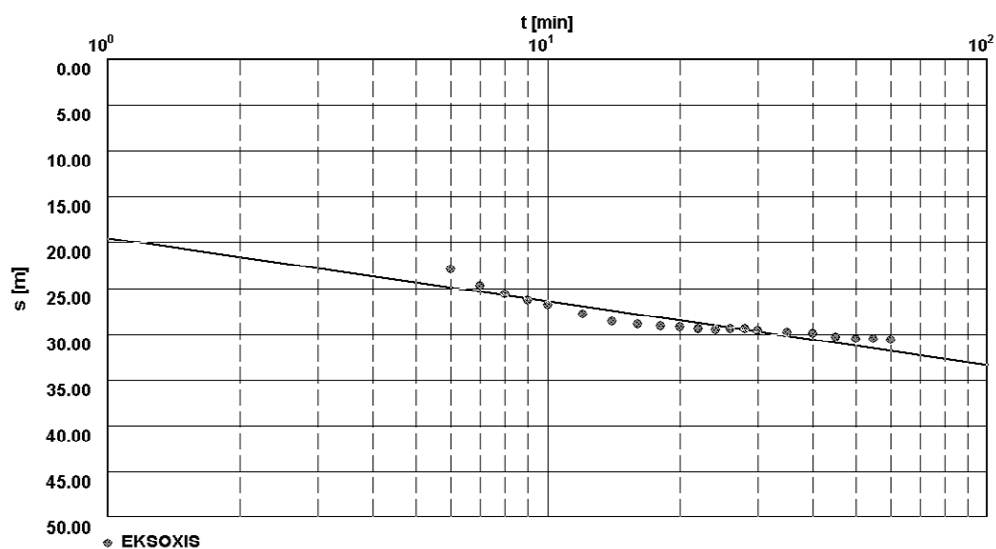
$$K=4,43 \times 10^{-3} \text{ m/min}$$

Γεώτρηση ΜΤΛ6ΝΕΑ



$$T = 1,29 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{min}$$

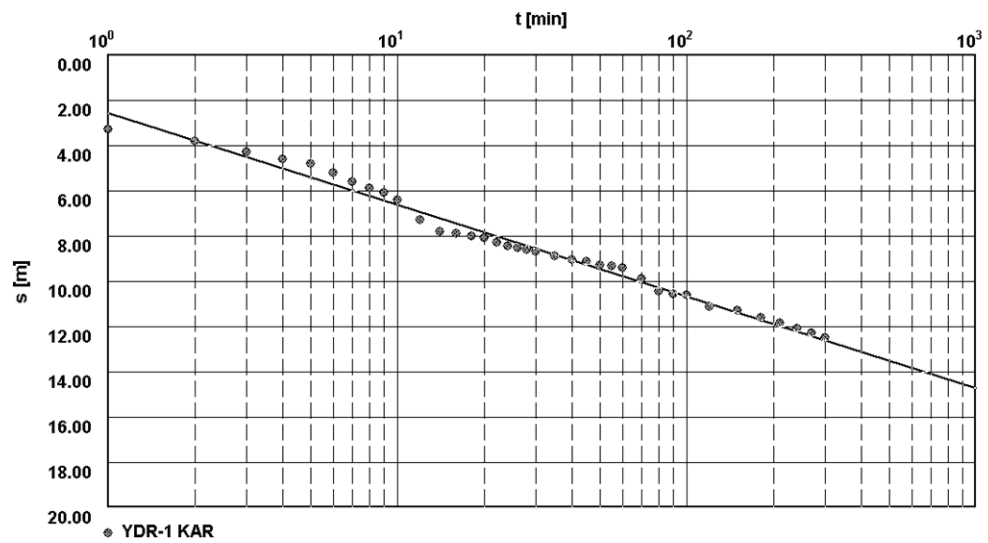
$$k = 1,79 \times 10^{-3} \text{ m/min}$$



$$T = 3.08 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{min}$$

$$K = 1.11 \times 10^{-2} \text{ m}/\text{min}$$

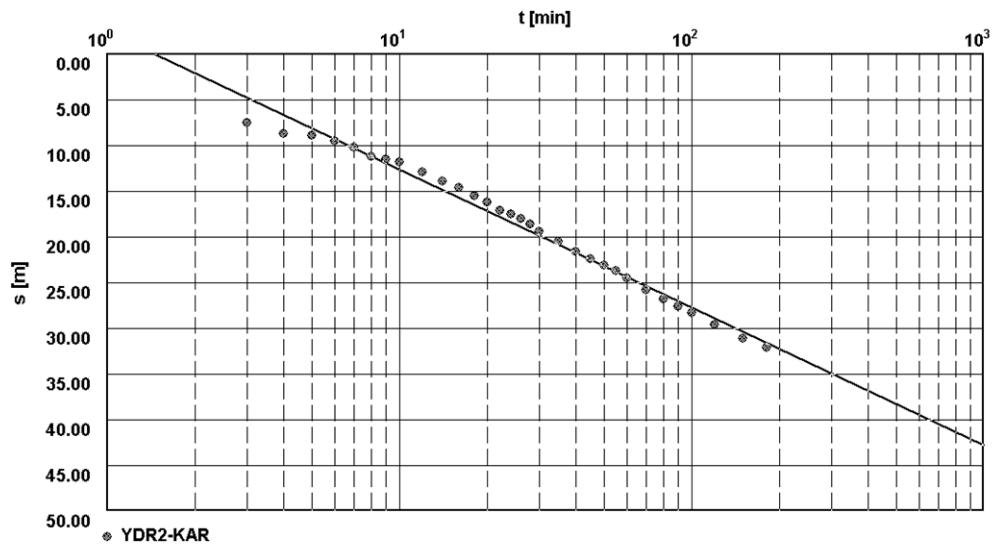
Γεώτρηση ΥΔΡ-1 ΚΑΡ



$$T = 3,13 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{min}$$

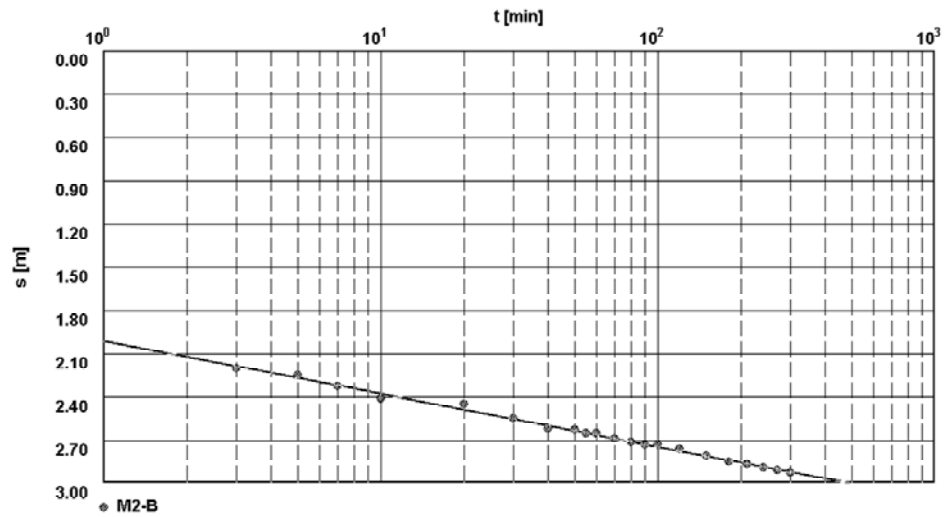
$$K = 2,25 \times 10^{-2} \text{ m/min}$$

Γεώτρηση ΥΔΡ2-ΚΑΡ



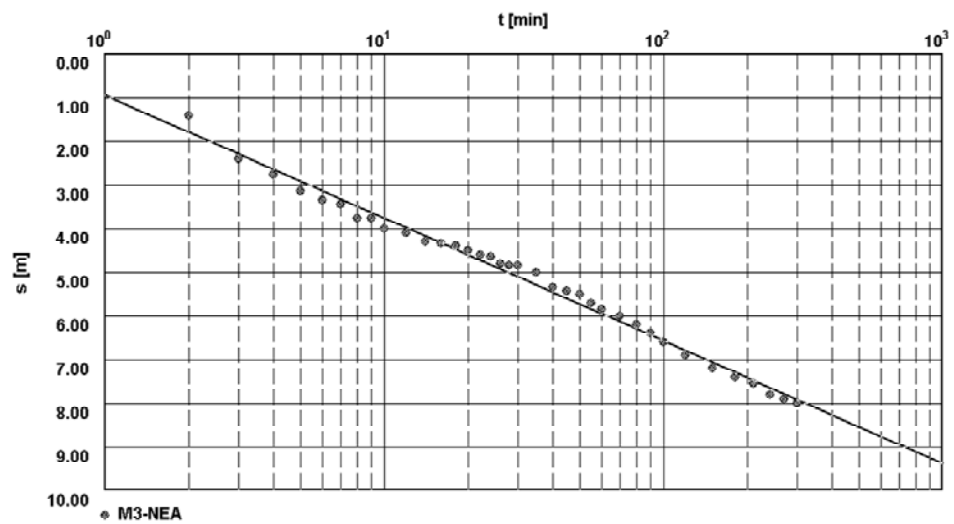
$$T=4,82 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{min}$$

$$k=4,04 \times 10^{-3} \text{ m/min}$$



$$T=7,31 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{min}$$

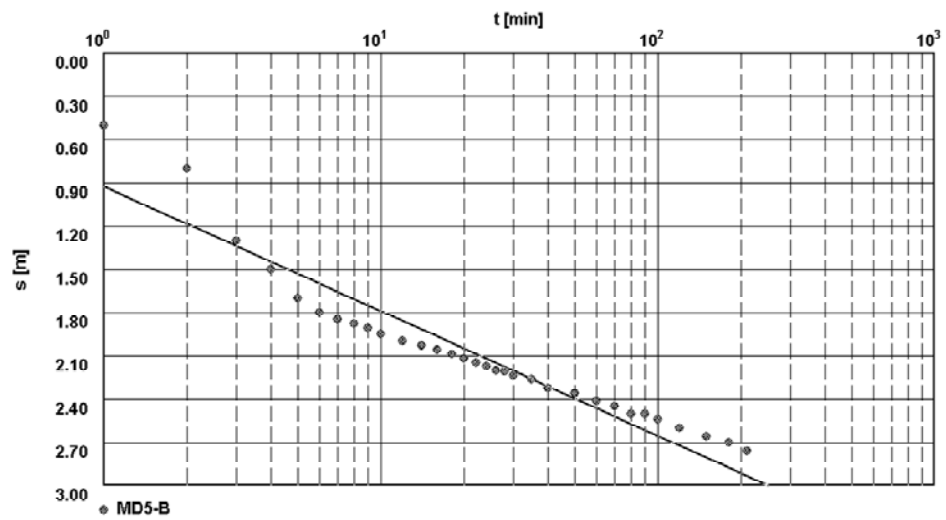
$$k=7.45 \times 10^{-1} \text{ m/min}$$



$$T = 1,20 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{min}$$

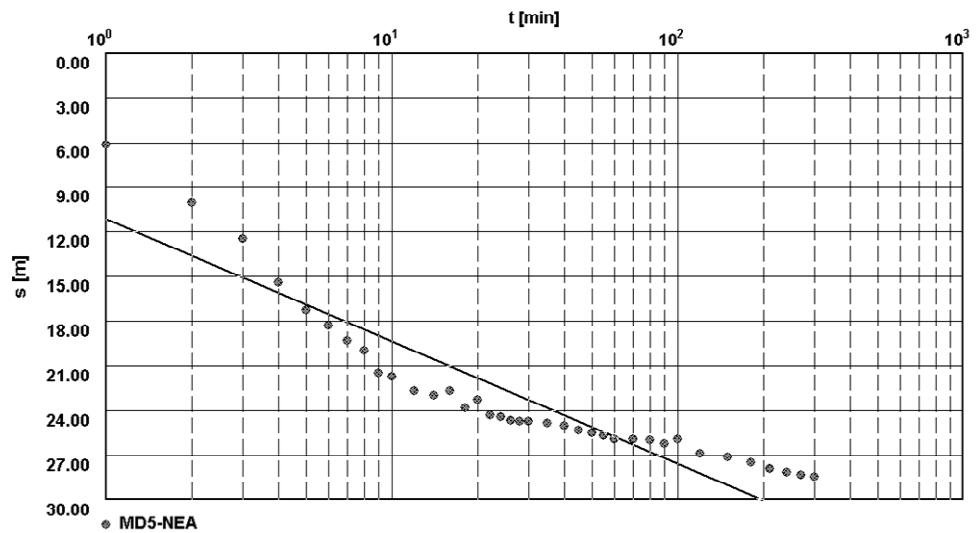
$$k = 8,66 \times 10^{-2} \text{ m/min}$$

Γεώτρηση ΜΔ5-Β



$$T=3,45 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{min}$$

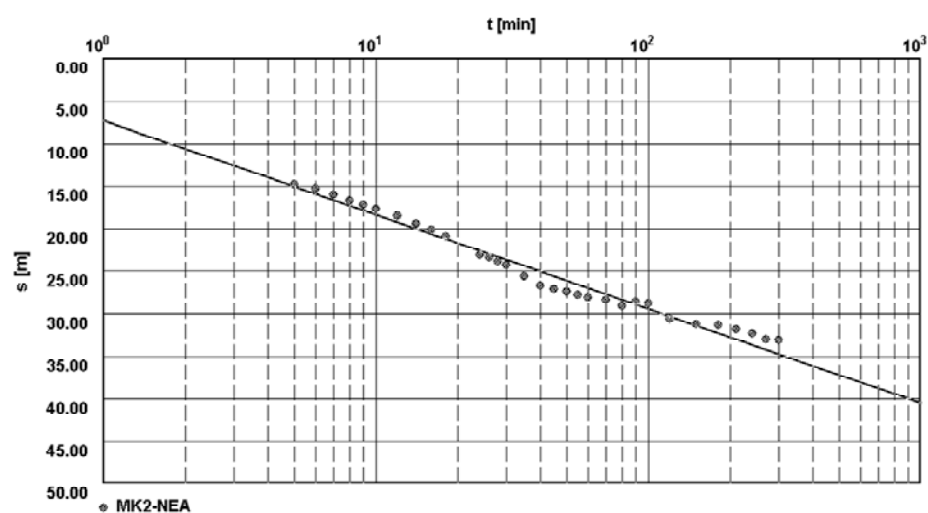
$$k=3,52 \times 10^{-1} \text{ m/min}$$



$$T = 1,20 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{min}$$

$$k = 1,30 \times 10^{-2} \text{ m/min}$$

Γεώτρηση MK2-NEA



$$T=3,68 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{min}$$

$$k=2,21 \times 10^{-2} \text{ m/min}$$



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Σούλιος «Γενική Υδρογεωλογία» πρώτος τόμος εκδόσεις universal studio press

Καμπάς Γεώργιος «Υδρογεωλογική διερεύνηση Πιερίας κοιλάδας νομού
καβαλας»

ΤΟΕΒ Δήμου Ορφανού

Google earth

ΕΣΥΕ

**Ευχαριστούμε τον κ. Παπαχαράλαμπο Χρήστο για την παροχή πολύτιμου
βιβλιογραφικού υλικού

