

1η Επιστημονική Διημερίδα για τον Κηφισό ποταμό

«Ολοκληρωμένη προσέγγιση στα προβλήματα του
Κηφισού»

ΤΑ ΥΠΟΓΕΙΑ ΝΕΡΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΚΗΦΙΣΟΥ

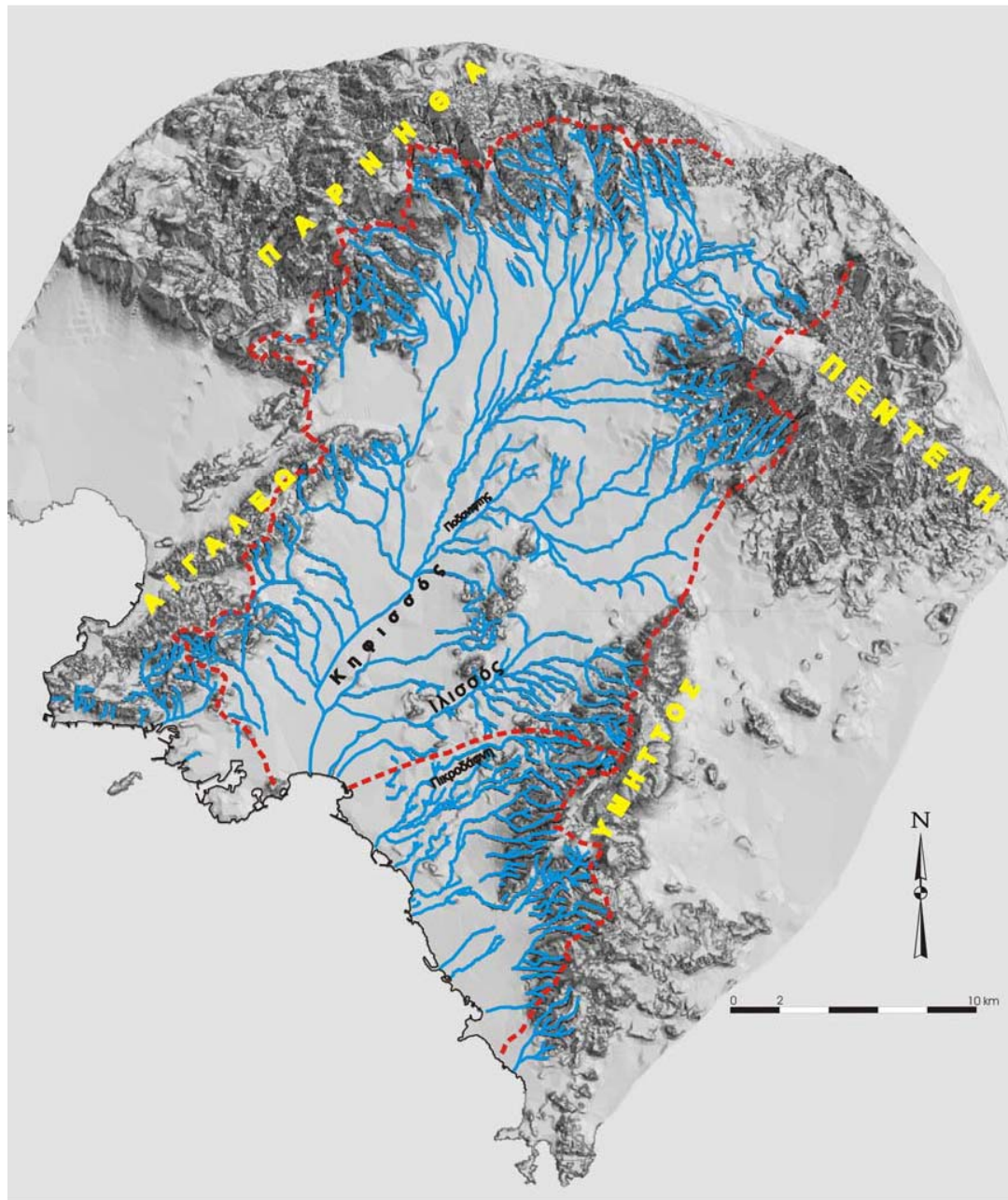
Π. Μαρίνος, Δ. Παπούλη, Μ. Παντελιάδου
Ε.Μ.Π. Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

Αθήνα, 13 & 14 Μαρτίου 2008

ΤΑ ΥΠΟΓΕΙΑ ΝΕΡΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΚΗΦΙΣΟΥ

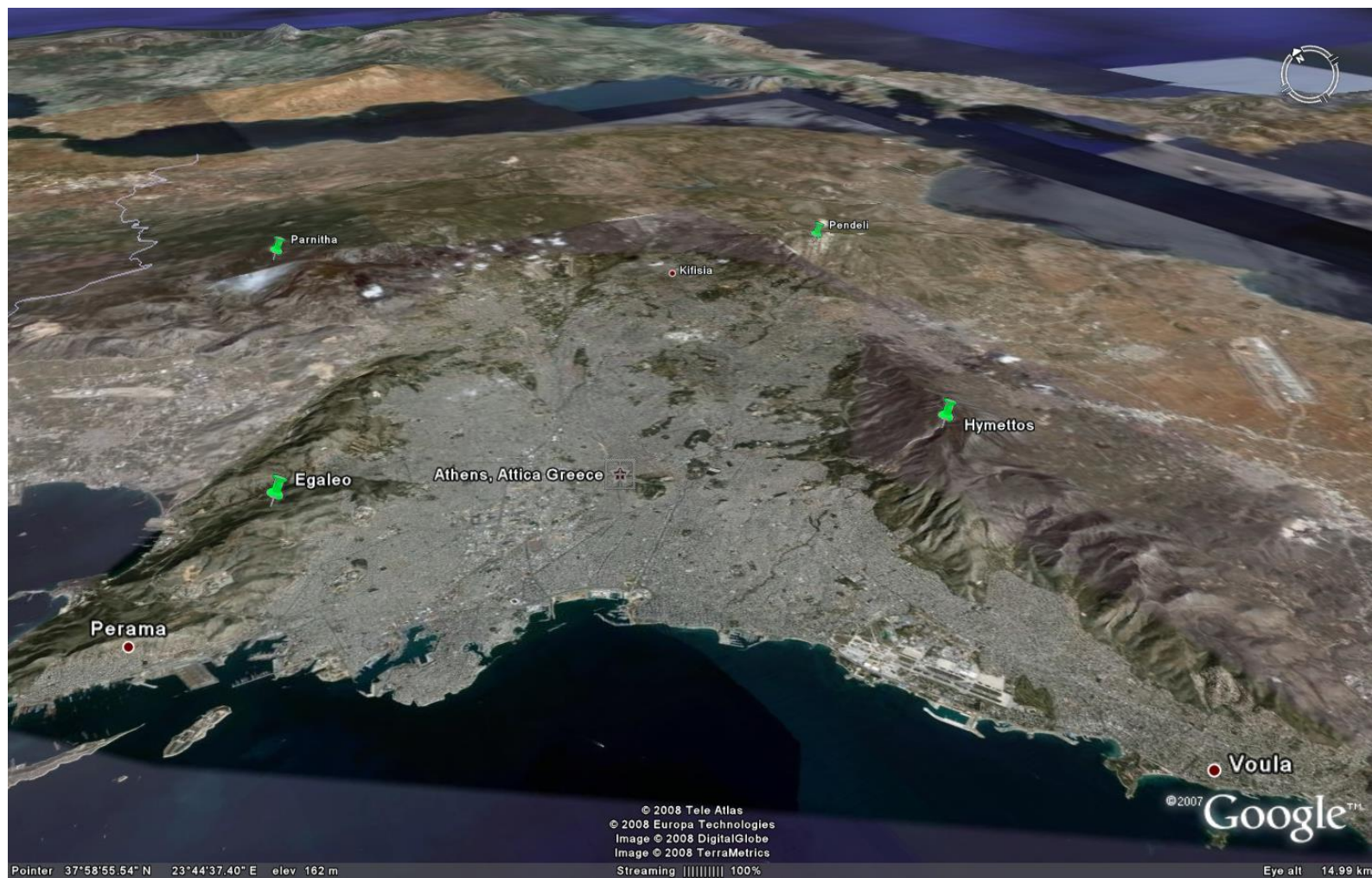
ΤΑ ΥΠΟΓΕΙΑ ΝΕΡΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΚΗΦΙΣΟΥ

Και ορισμένα άλλα, γεωτεχνικά, θέματα



Οι λεκάνες Κηφισού,
Ιλισσού και νοτίων
ρεμμάτων

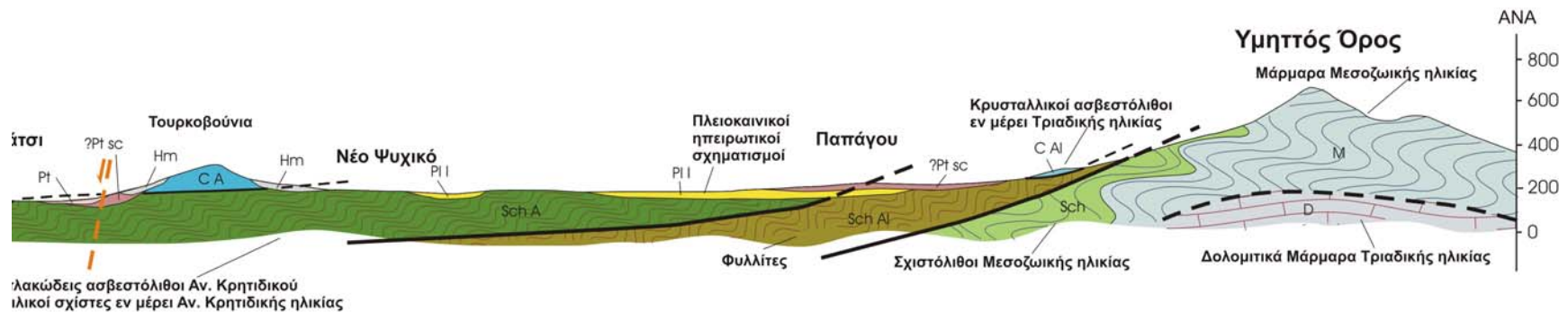
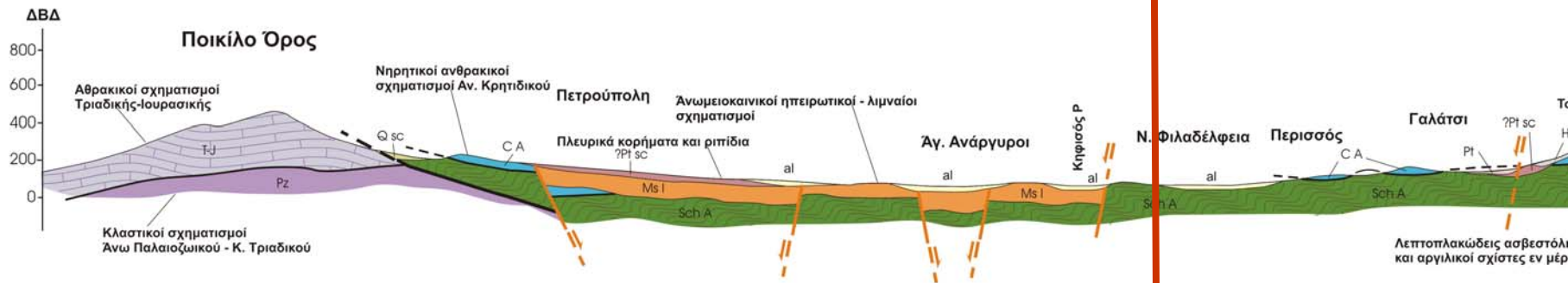
Το μέγεθος της κάλυψης από ανθρώπινες δραστηριότητες της λεκάνης και η αλλοίωση των υδρολογικών-υδρογεωλογικών χαρακτήρων



Γεωλογική τομή λεκανοπεδίου (Παπανικολάου et al., 2001)



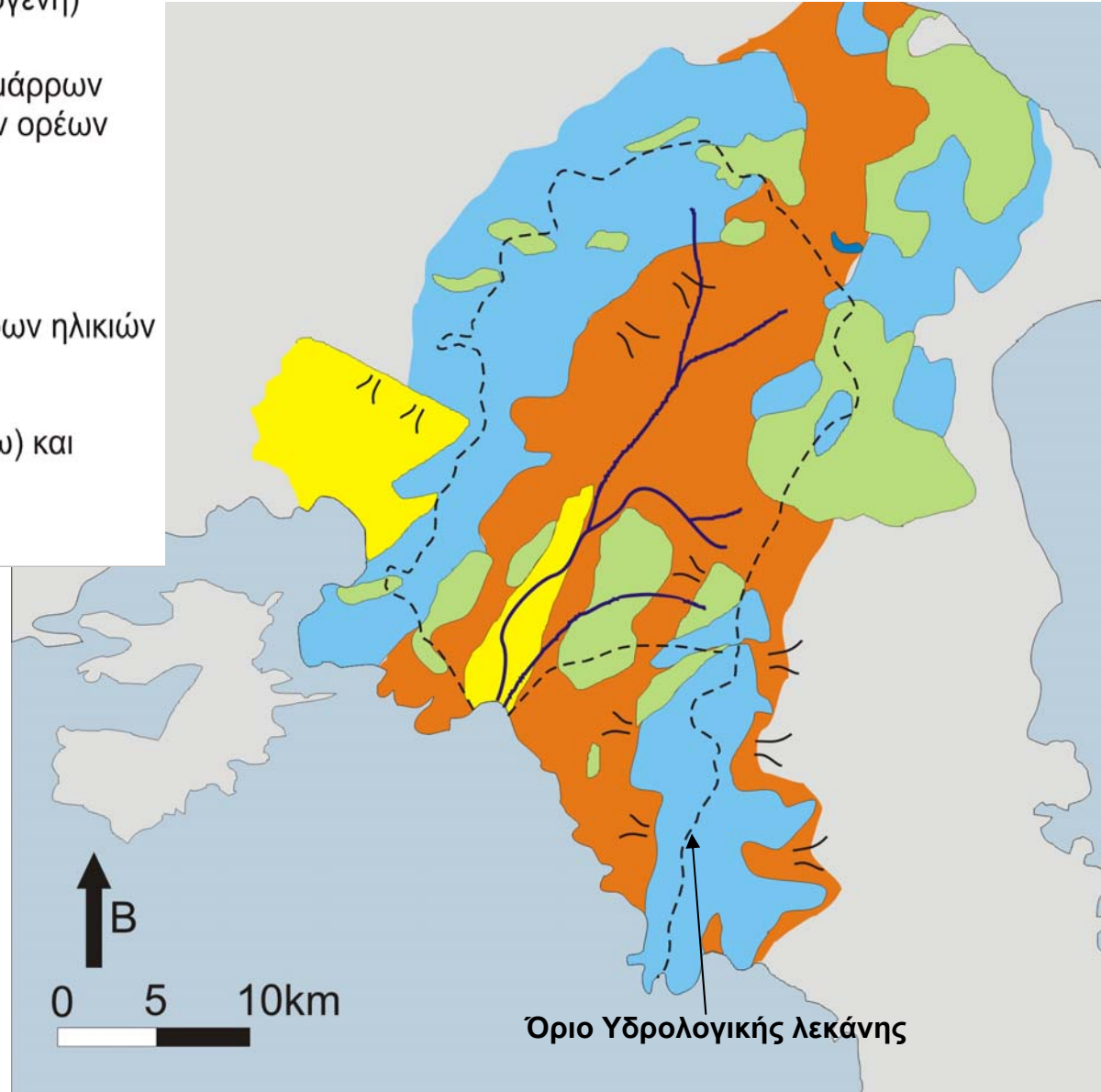
Γεωλογική τομή λεκανοπεδίου (Παπανικολάου et al., 2001)



Απλοποιημένος χάρτης με ομαδοποίηση των γεωλογικών σχηματισμών (προσφέρεται κυρίως για διαπίστωση του περιμετρικού περιορισμού των υδροφορέων)

ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

-  Προσχώσεις (Αλλούβια - Τεταρτογενή)
-  Παλαιές προσχώσεις, Κώνοι χειμάρρων και Κορήματα στα κράσπεδα των ορέων (Παλαιοτεταρτογενή)
-  Μάργες και Ψαμμίτες (Νεογενή)
-  Σχιστόλιθοι και Οφιόλιθοι διαφόρων ηλικιών
-  Ασβεστόλιθοι (Πάρνηθα, Αιγάλεω) και Μάρμαρα (Πεντέλη, Υμηττός)



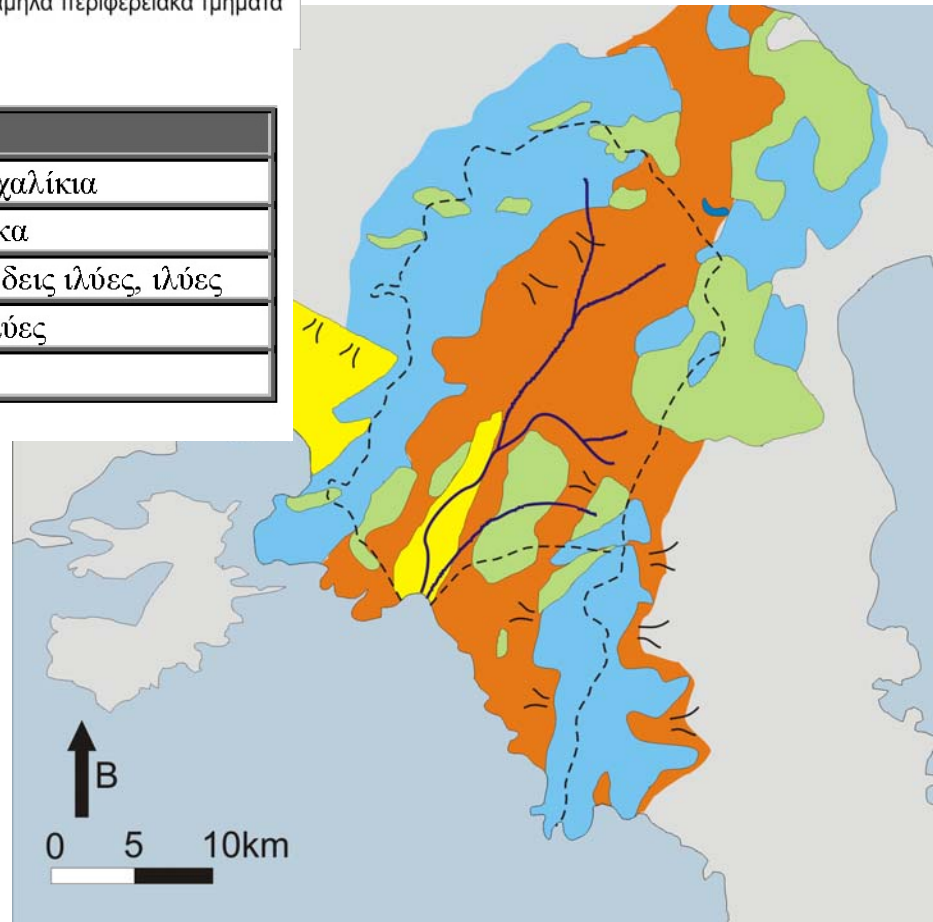
ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ	ΥΠΟΜΝΗΜΑ	ΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ	ΥΔΡΟΦΟΡΙΑ
 Προσχώσεις (Αλλούβια - Τεταρτογενή)		Μέτρια	Φρεάτιος ορίζοντας ομοιόμορφος
 Παλαιές προσχώσεις, Κώνοι χειμάρρων και Κορήματα στα κράσπεδα των ορέων (Παλαιοτεταρτογενή)		Μέτρια	Φρεάτιος ορίζοντας ομοιόμορφος/ Υπό πίεση ορίζοντας
 Μάργες και Ψαμμίτες (Νεογενή)		Μικρή	Εκλεκτικές τοπικές υδροφορίες
 Σχιστόλιθοι και Οφιόλιθοι διαφόρων ηλικιών		Μικρή έως ασήμαντη	Μικρή υδροφορία στο αποσασθρωμένο ανώτερο τμήμα
 Ασβεστόλιθοι (Πάρνηθα, Αιγάλεω) και Μάρμαρα (Πεντέλη, Υμηττός)		Υψηλή	Καρστική υδροφορία με εκλεκτικούς άξονες αποστράγγισης και ομογενοποίηση της ροής στα χαμηλά περιφερειακά τμήματα

Τυπικές τιμές συντελεστών υδροπερατότητας (

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	k (m/sec)	ΤΥΠΟΣ ΕΛΑΦΟΥΣ
Υψηλή	$>10^{-3}$	Καθαρά χαλίκια, αμμώδη χαλίκια
Μέση	$10^{-3} - 10^{-5}$	Καθαρές άμμοι, αμμοχάλικα
Χαμηλή	$10^{-5} - 10^{-7}$	Λεπτόκοκκες άμμοι, αμμώδεις ιλύες, ιλύες
Πολύ χαμηλή	$10^{-7} - 10^{-9}$	Πλωδεις άργιλοι, αργιλοϊλύες
Πρακτικά αδιαπέρατος	$<10^{-9}$	Άργιλοι

Απλοποιημένος χάρτης με ομαδοποίηση των γεωλογικών σχηματισμών
(προσφέρεται κυρίως για διαπίστωση του περιμετρικού περιορισμού των υδροφορέων)

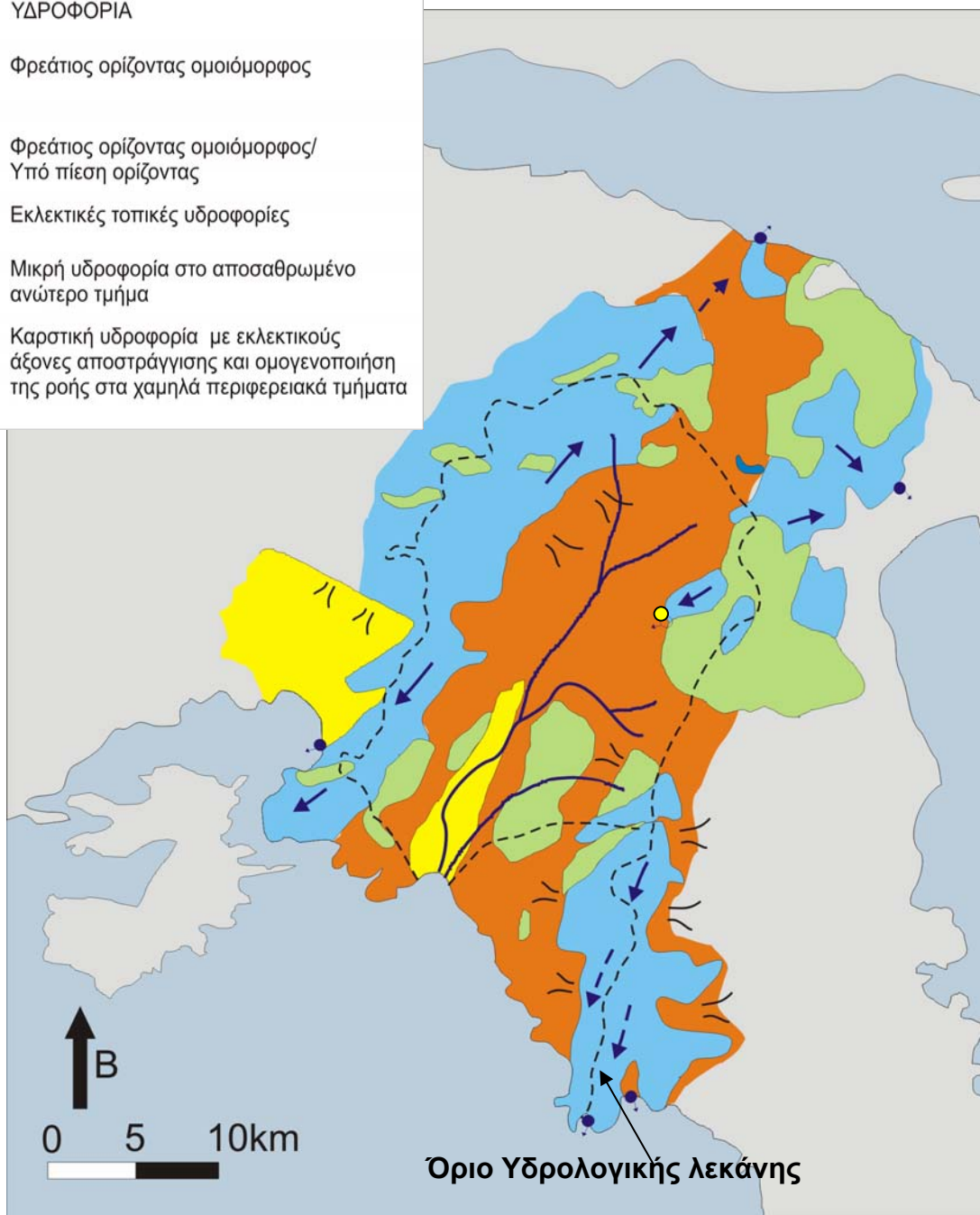
Γενική εκτίμηση δυναμικού υπόγειων νερών:
κατείσδυση $35 \times 10^6 \text{m}^3/\text{h}$
(13% των βροχοπτώσεων
εκ των οποίων 24
κατεισδύουν στους
ασβεστολίθους-μάρμαρα)
(Κουμαντάκης 1996)



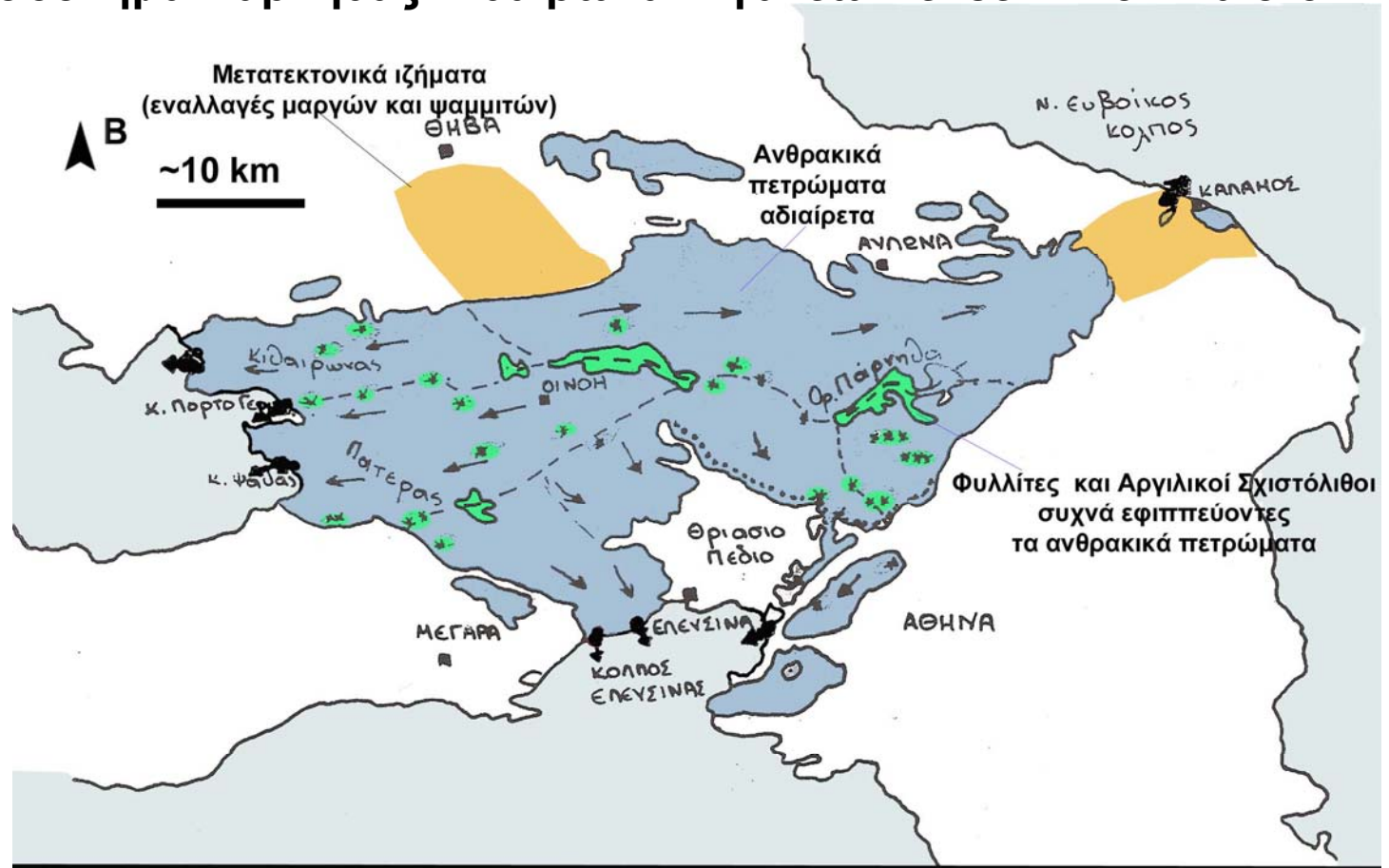
ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ	ΥΠΟΜΝΗΜΑ	ΥΔΡΟΦΟΡΙΑ
 Προσχώσεις (Αλλούβια - Τεταρτογενή)	Μέτρια	Φρεάτιος ορίζοντας ομοιόμορφος
 Παλαιές προσχώσεις, Κώνοι χειμάρρων και Κορήματα στα κράσπεδα των ορέων (Παλαιοτεταρτογενή)	Μέτρια	Φρεάτιος ορίζοντας ομοιόμορφος/ Υπό πίεση ορίζοντας
 Μάργες και Ψαμμίτες (Νεογενή)	Μικρή	Εκλεκτικές τοπικές υδροφορίες
 Σχιστόλιθοι και Οφιόλιθοι διαφόρων ηλικιών	Μικρή έως ασήμαντη	Μικρή υδροφορία στο αποσαθρωμένο ανώτερο τμήμα
 Ασβεστόλιθοι (Πάρνηθα, Αιγάλεω) και Μάρμαρα (Πεντέλη, Υμηττός)	Υψηλή	Καρστική υδροφορία με εκλεκτικούς άξονες αποστράγγισης και ομογενοποίηση της ροής στα χαμηλά περιφερειακά τμήματα

Κίνηση νερού και κύρια εκφόρτιση καρστικών υδροφοριών
(μεγάλες καρστικές πηγές εκτός λεκάνης-πλην, κάποτε, της πηγής Κεφαλαρίου. Μικρές έως ασήμαντες πλευρικές μεταγγίσεις στα πορώδη ιζήματα της λεκάνης)

-  Κύρια κατεύθυνση αποστράγγισης καρστικών νερών
-  Καρστική πηγή
-  Καρστική πηγή Κεφαλαρίου (κάποτε)



Καρστικό σύστημα Πάρνηθας-Κιθαιρώνα-Αιγάλεω – ενδεικτικό πλαίσιο



Εκφόρτιση σε παράκτιες πηγές εκτός λεκάνης Κηφισσού.

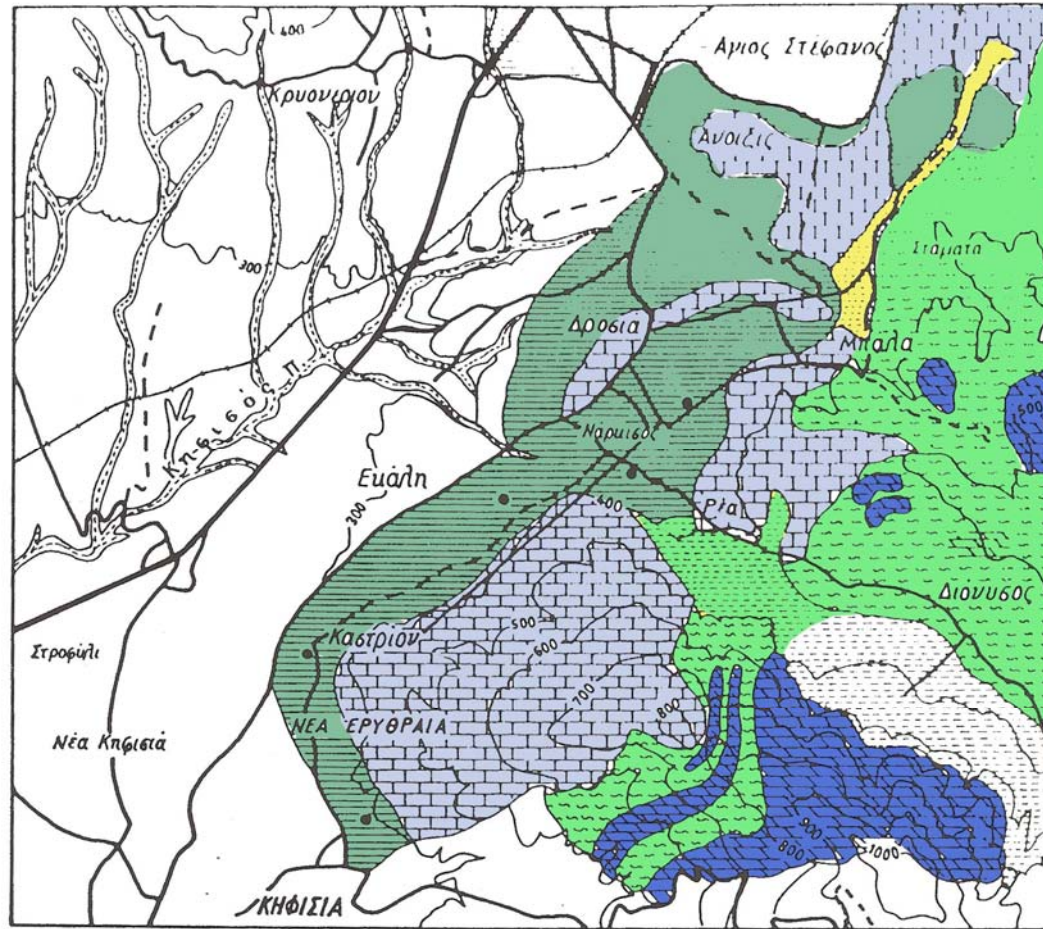
Θέματα επίμιξης με τη θάλασσα



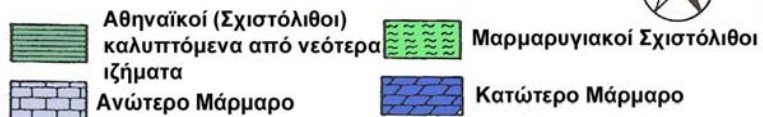
Καρστικό σύστημα Πεντέλης

Γεωλογικός Χάρτης του Δυτικού Πεντελικού (στοιχεία από Lepsius, ΙΓΜΕ και προσωπικές παρατηρήσεις)

Κλειστή
καρστική
λεκάνη:
Καστράκι
Δυτικής
Πεντέλης

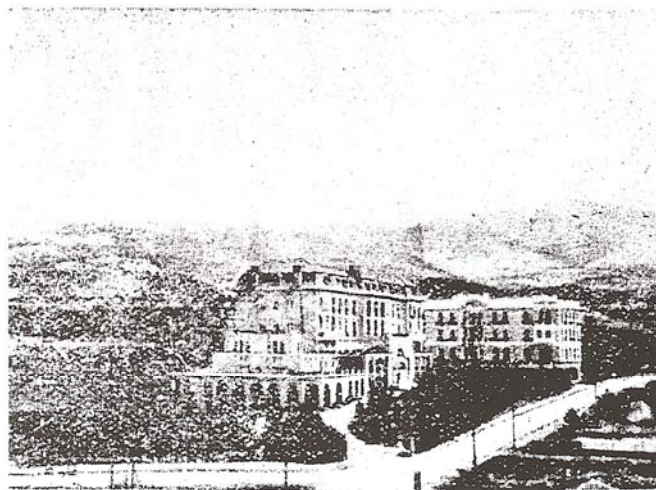


ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΔΥΤ. ΠΕΝΤΕΛΙΚΟΥ

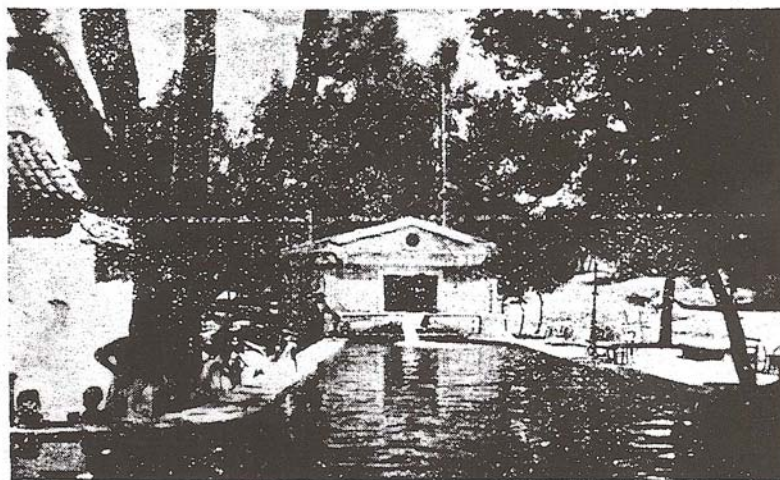


• Θέση γεωτρήσεων (Location of boreholes)

Το Κεφαλάρι στις αρχές του περασμένου αιώνα



Δύο απόψεις του περι τὸ Κεφαλάρι χώρου, ὅπου τὰ μεγάλα ξενοδοχεῖα.



Τὸ Κεφαλάρι.

Δρ. Γ. Κ. ΓΕΩΡΓΑΛΑ φ.π. επ.

Ἐκπαιδευτικὸς γεωλόγος καὶ Λεωφάντης τοῦ Μεταλλογείου τοῦ Ἐργαστηρίου τοῦ Ὑπουργ. Ἐθν. Οἰκονομίας, Καθηγητὸς ἐν τοῖς σχολαῖς τοῦ Πολυτεχνείου.

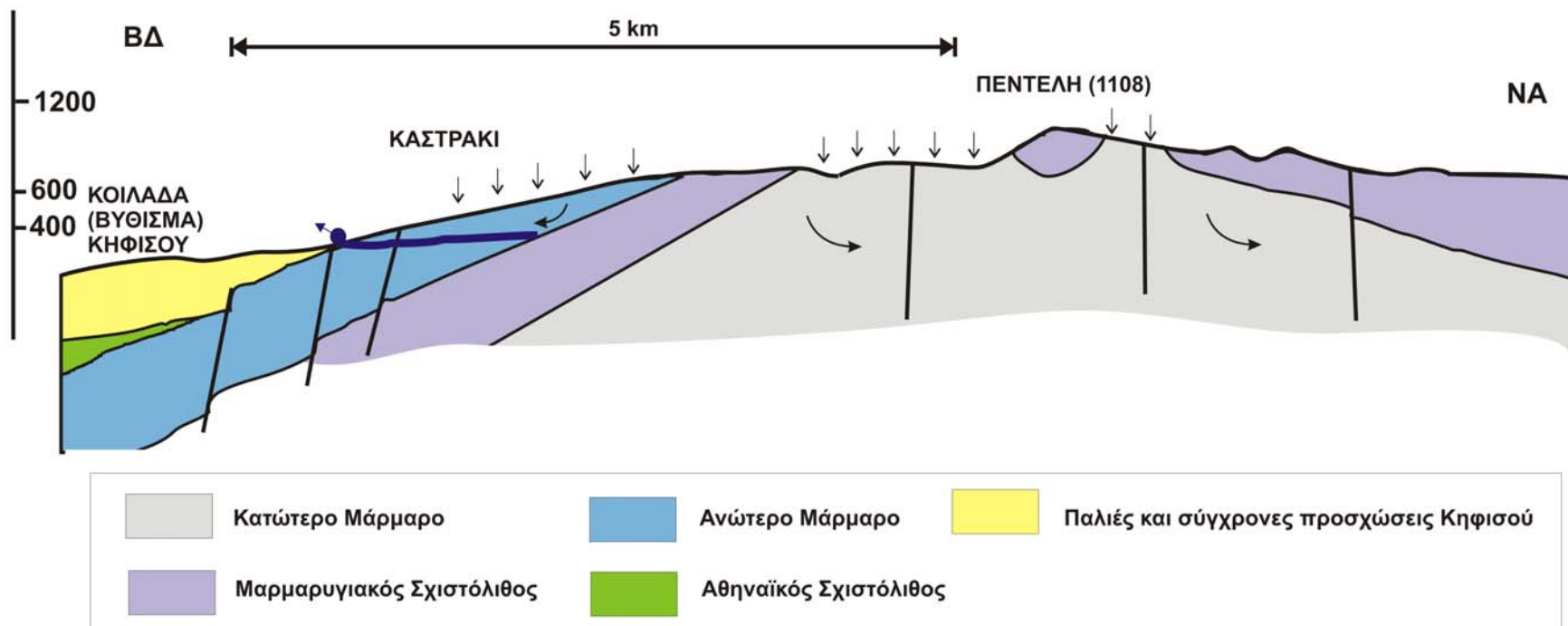
ΤΑ ΥΔΡΟΦΟΡΑ ΣΤΡΩΜΑΤΑ ΤΟΥ ΚΟΚΚΙΝΑΡΑ

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ



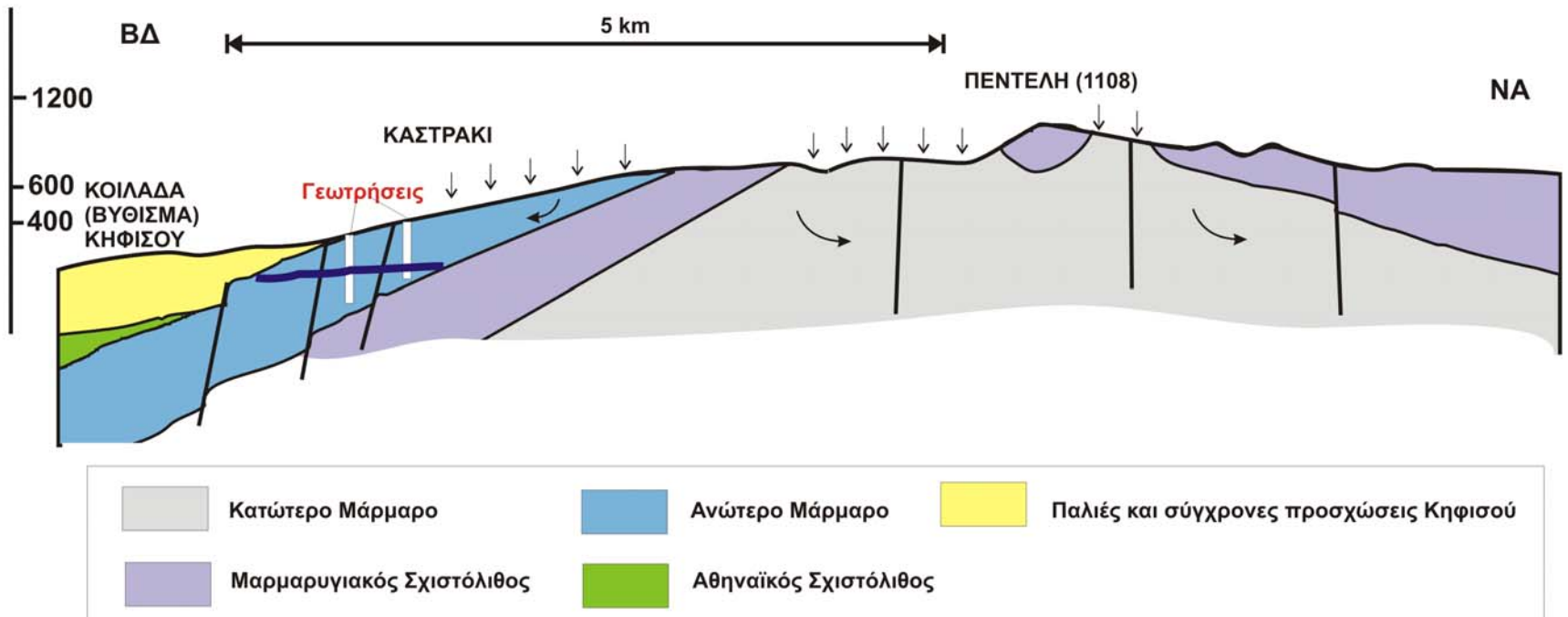
ΑΘΗΝΑΙ 1919
ΤΥΠΟΙΣ ΑΔΕΛΦΩΝ Β. ΦΡΑΝΤΖΕΣΚΑΚΙ

Σχηματικό Υδρογεωλογικό προσομοίωμα Δ. Πεντέλης



Πριν την εκμετάλλευση

Σχηματικό Υδρογεωλογικό προσομοίωμα Δ. Πεντέλης



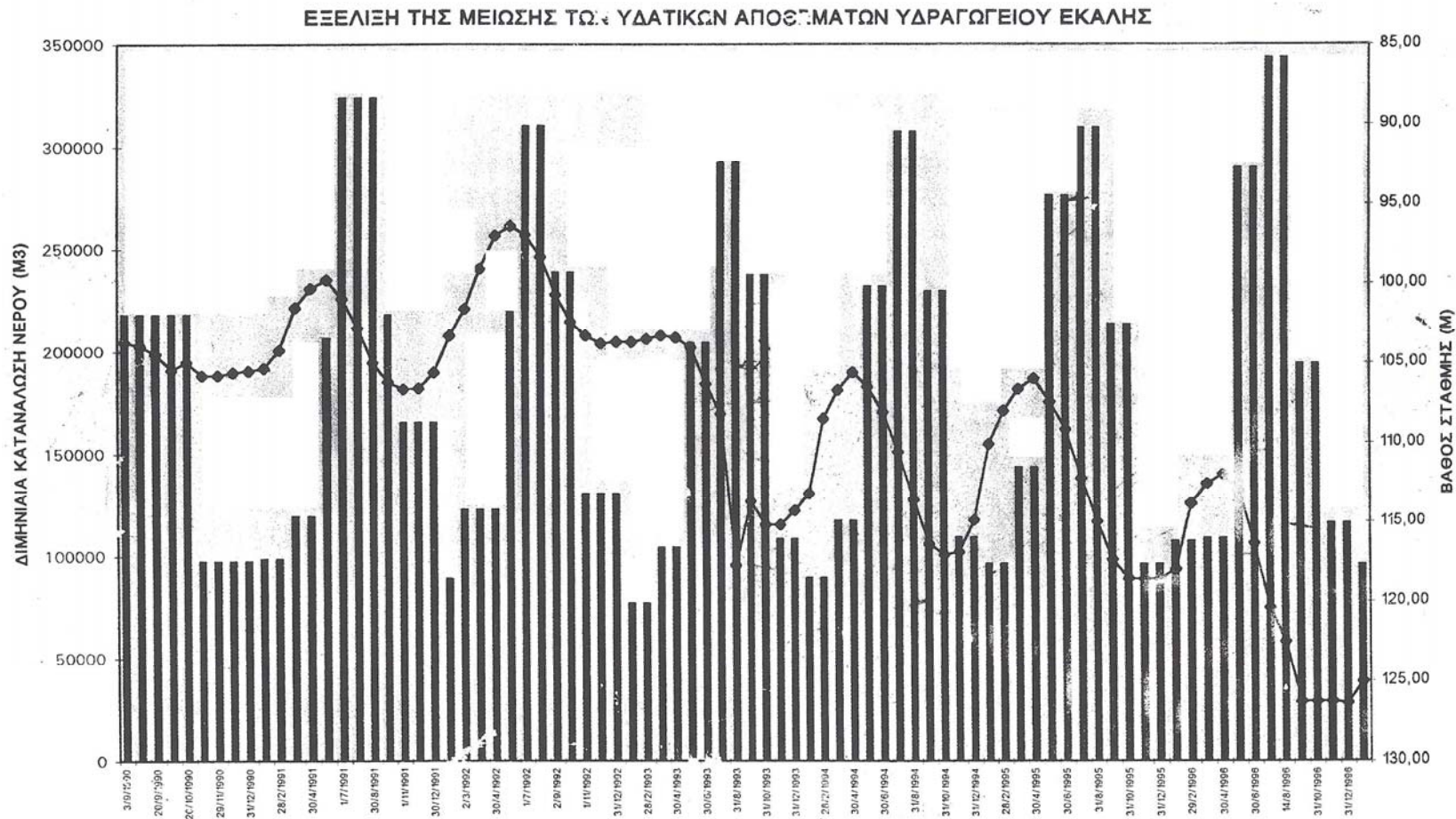
Μετά την εκμετάλλευση.

Σημερινό καθεστώς υπερεκμετάλλευσης

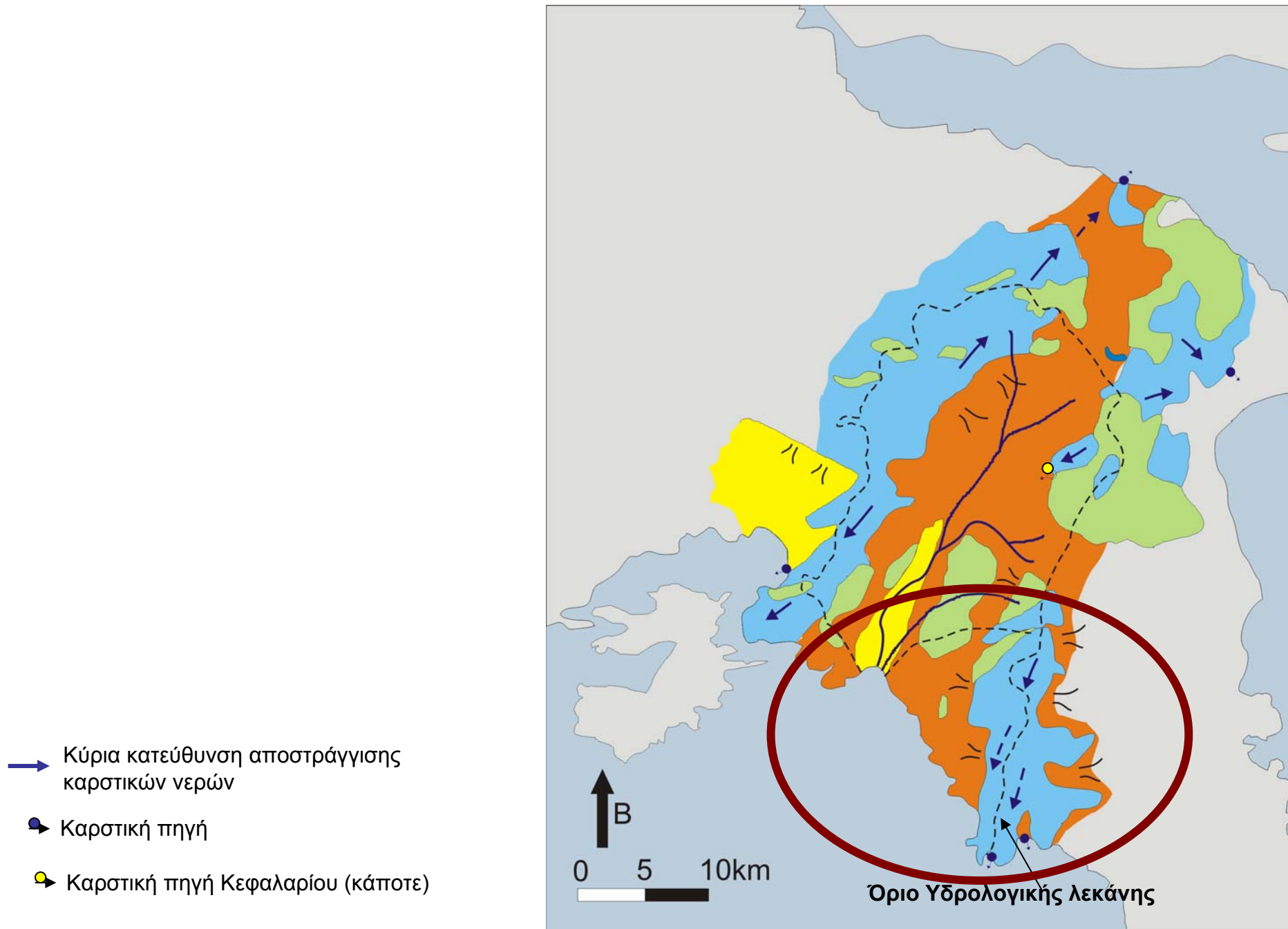
Μέση ετήσια τροφοδοσία: $2,1 \times 10^6 \text{ m}^3$

Μέση ετήσια κατανάλωση (1989): $3 \times 10^6 \text{ m}^3$

Η υπερεκμετάλλευση: Συνεχής, Συστηματική ταπείνωση της στάθμης του καρστικού υδροφόρου (με διατήρηση της κατανάλωσης στα ίδια περίπου επίπεδα)

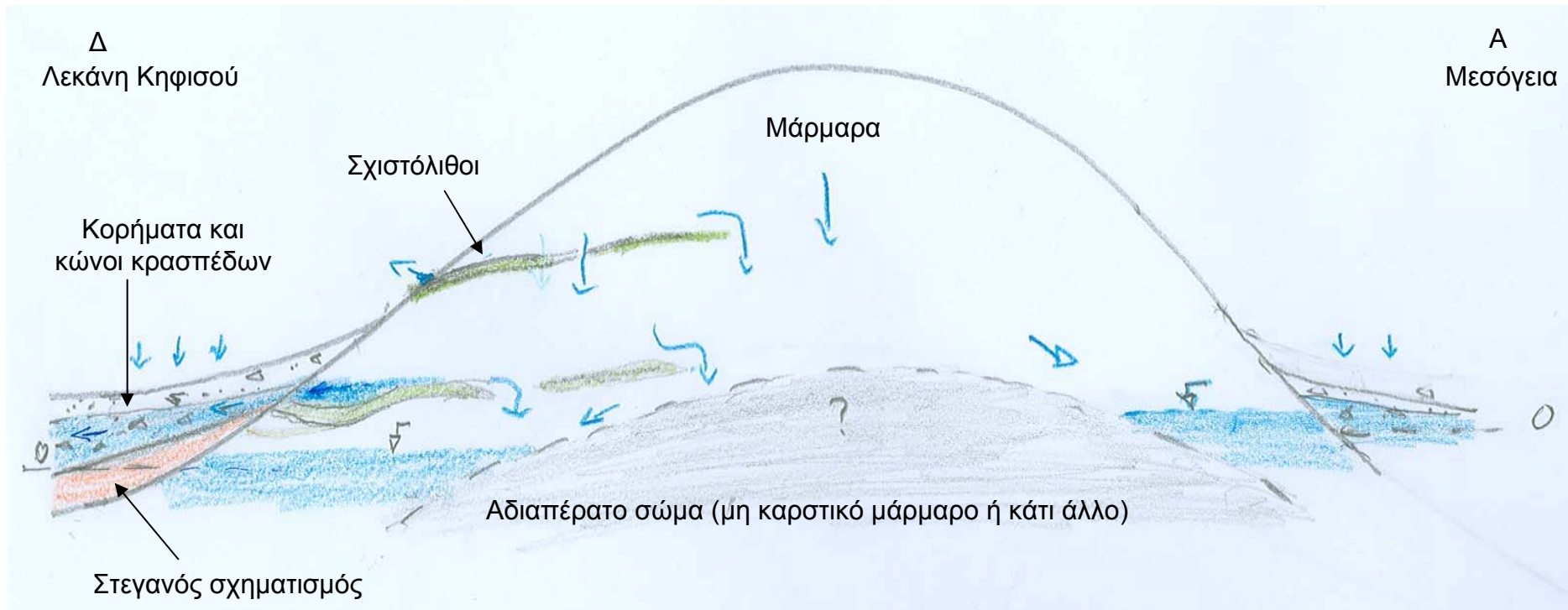


Καρστικό σύστημα Υμηττού



Καρστικό σύστημα Υμηττού

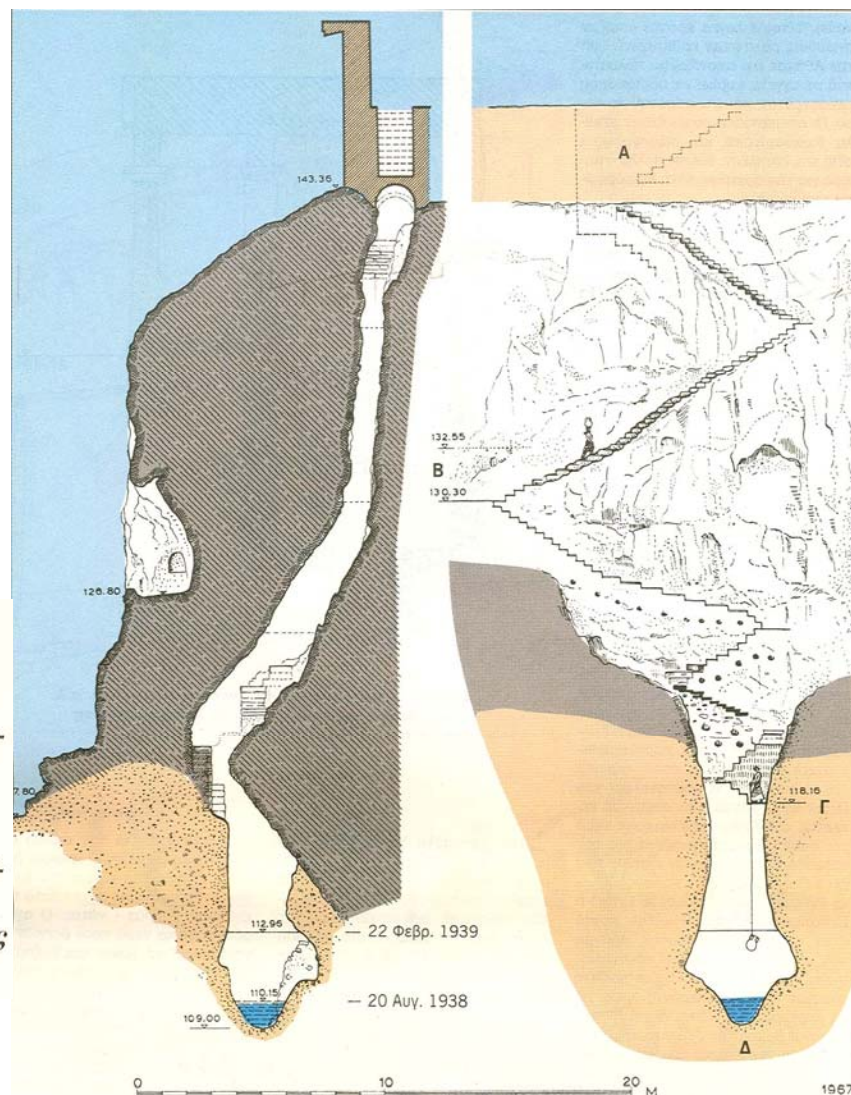
Πιθανό υδρογεωλογικό μοντέλο



Οι ασβεστολιθικοί λόφοι των Αθηνών.

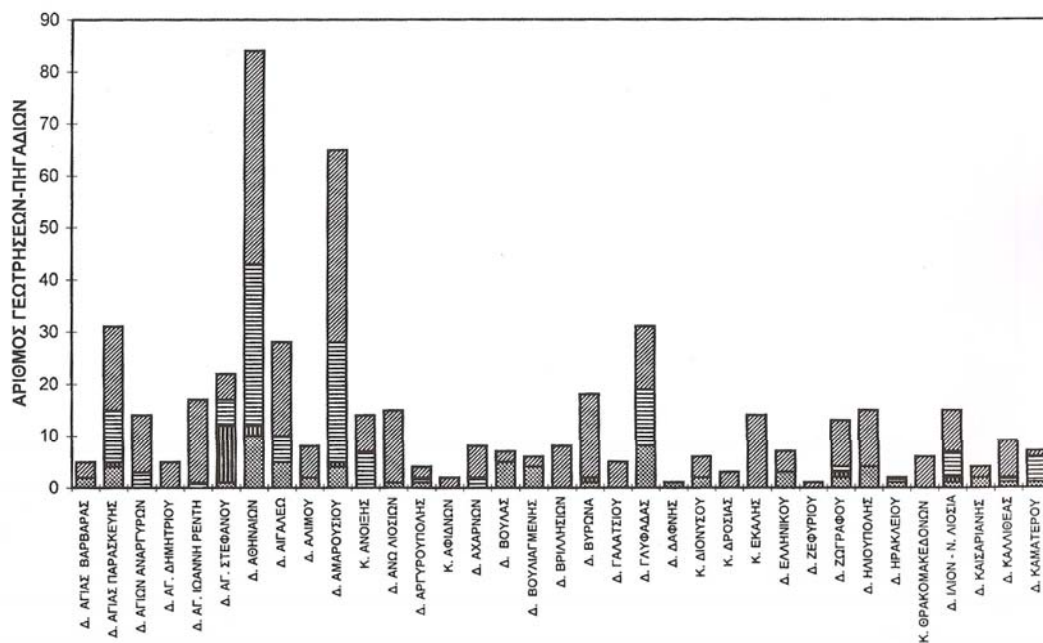
Επικάθονται του αδιαπέρατου Αθηναϊκού σχιστολίθου - Μικρές πηγές στην βάση τους

► Σχεδιαστική απεικόνιση της σχισμής με τη μυκηναϊκή κρήνη, στη βόρεια πλευρά του βράχου της Ακρόπολης (κατά Broneer). Αριστερά, τομή στον βράχο κοιτάζοντας ανατολικά. Δεξιά, όψη του βράχου στη νότια πλευρά της σχισμής. Σημειώνονται επίσης οι ξύλινες βαθμίδες της πρόσβασης (από Α έως Β), οι πέτρινες βαθμίδες της πρόσβασης (από Β έως Γ) και η πηγή (Δ).

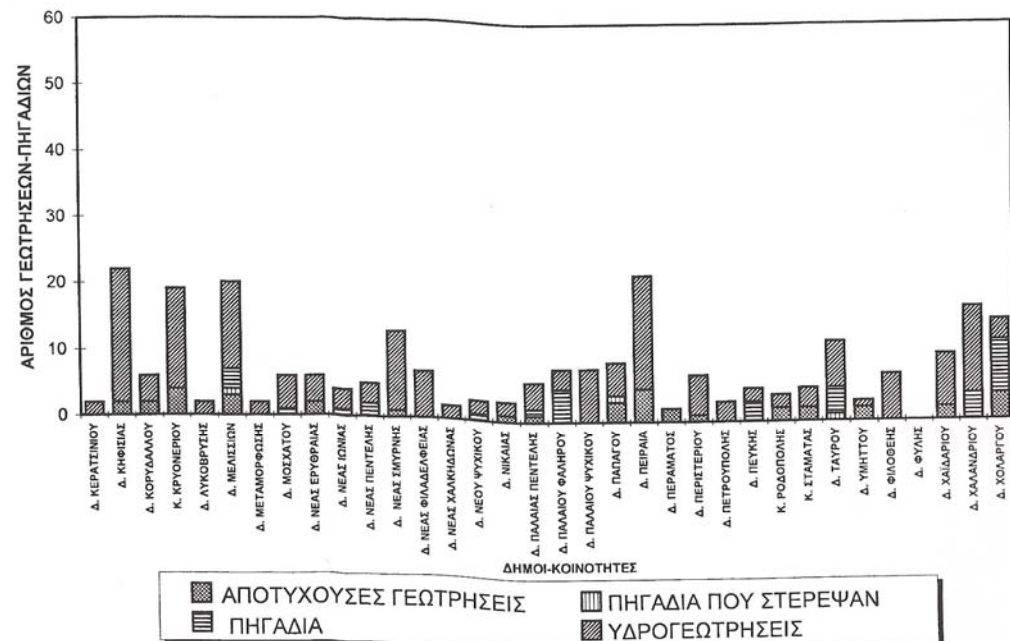


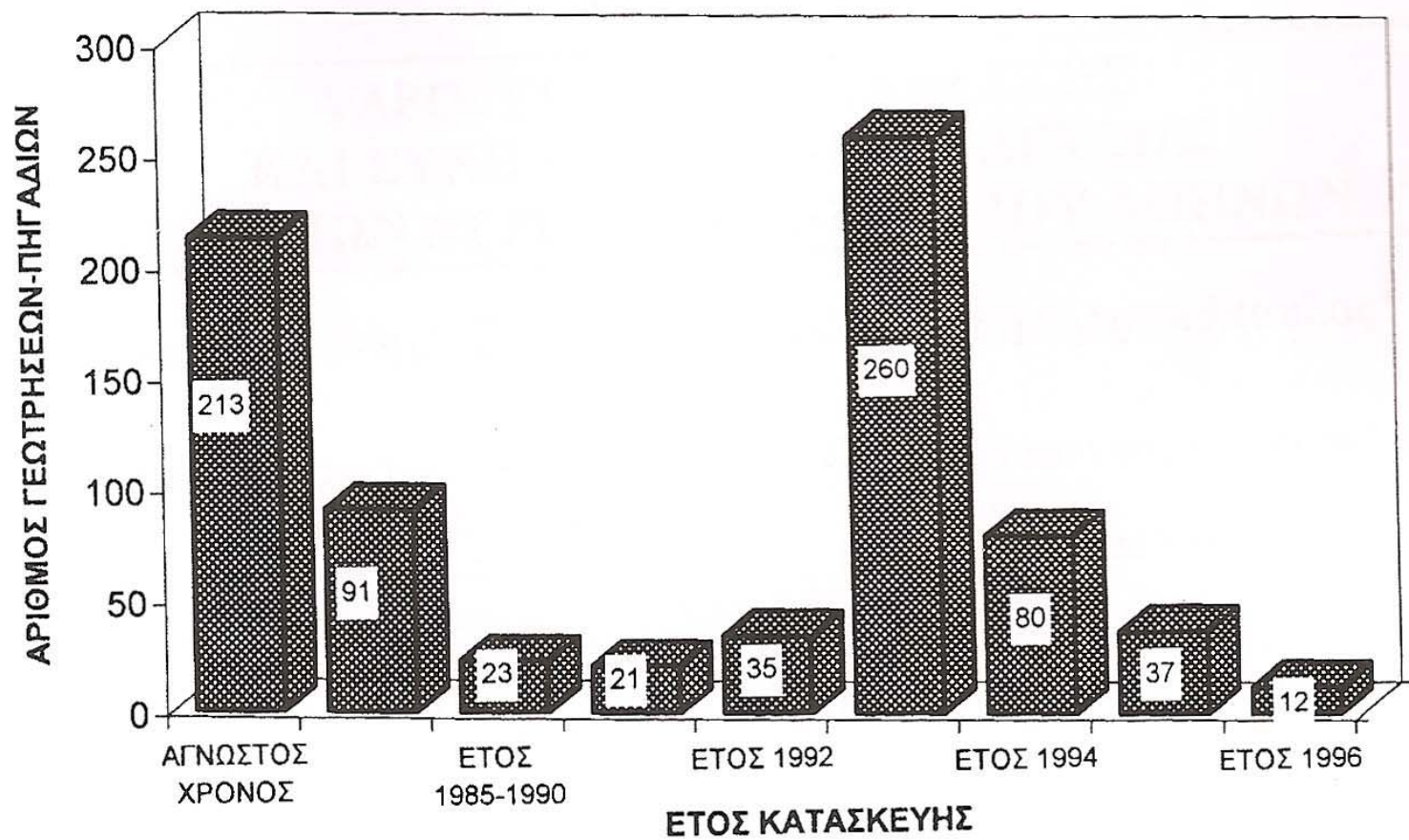
Καθημερινή, Επτά Ημέρες, 24 Μαρτίου 2002

**Πορώδεις σχηματισμοί παλαιών και νέων
προσχώσεων και κώνων κορημάτων**



Κατανομή γεωτρήσεων και φρεάτων του Λεκανοπεδίου Αθηνών που απογράφηκαν (Κουμαντάκης, 1997)

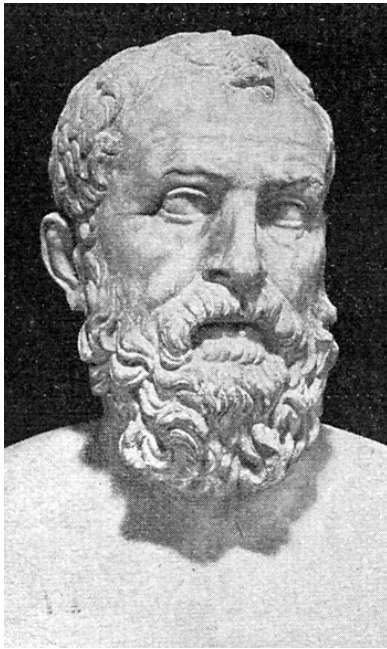




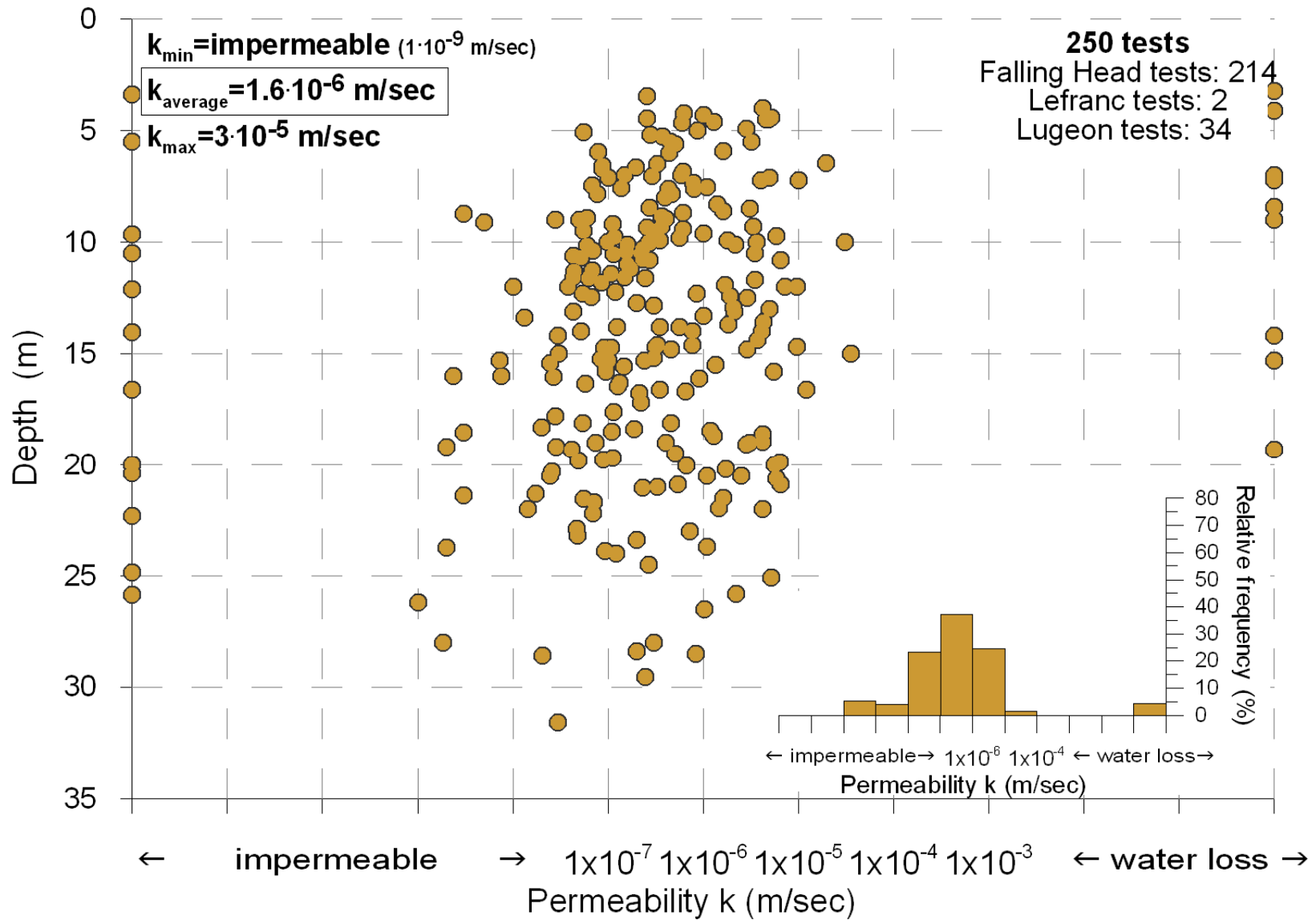
ΚΟΥΜΑΝΤΑΚΗΣ (1997)

Οι νόμοι του Σόλωνα:

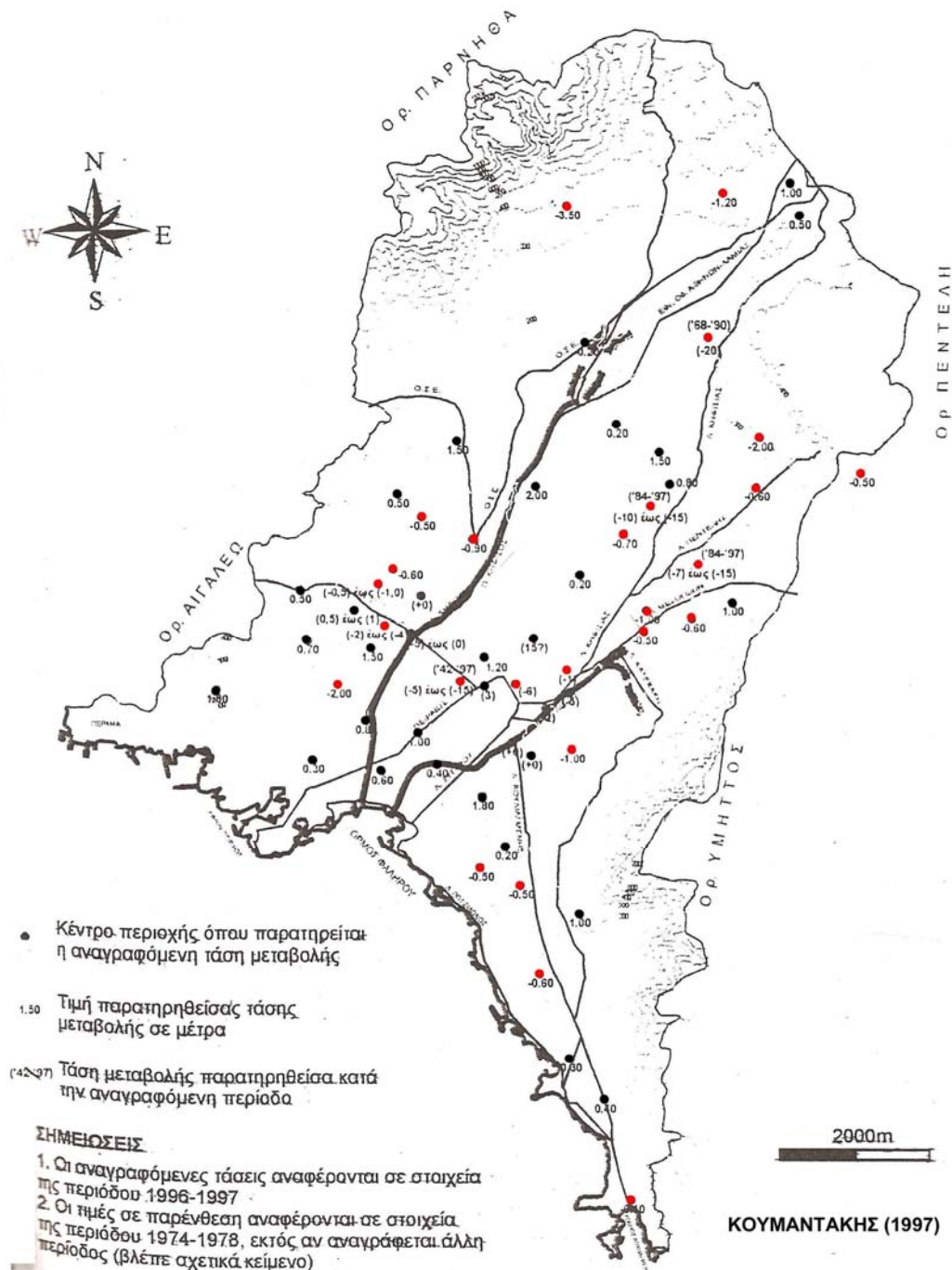
....εάν υπάρχει δημόσιο πηγάδι σε απόσταση 500 περίπου μέτρα αυτό θα έπρεπε να χρησιμοποιείται. Μόνο εάν αυτό είναι πιο μακριά θα μπορούσε κάποιος να κατασκευάσει το δικό του. Εάν δεν εβρίσκετο νερό μέχρι βάθος 20 μέτρων, τότε του επιτρέπεται να παίρνει 20 λίτρα 2 φορές την ημέρα από το πηγάδι του γείτονα (από αναφορές του Πλούταρχου)



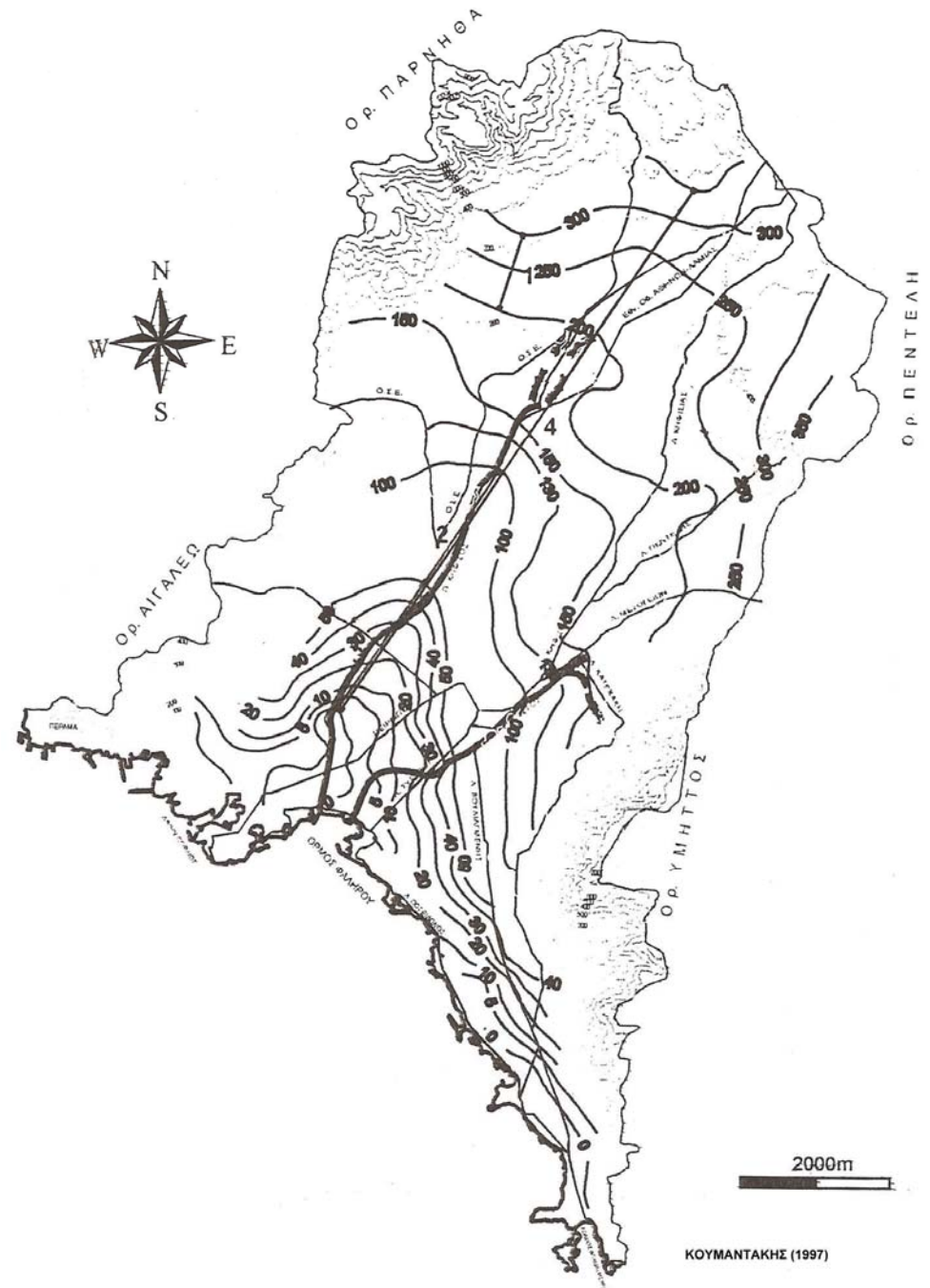
Τεταρτογενή ιζήματα γενικώς (προσχώσεις κλπ.)



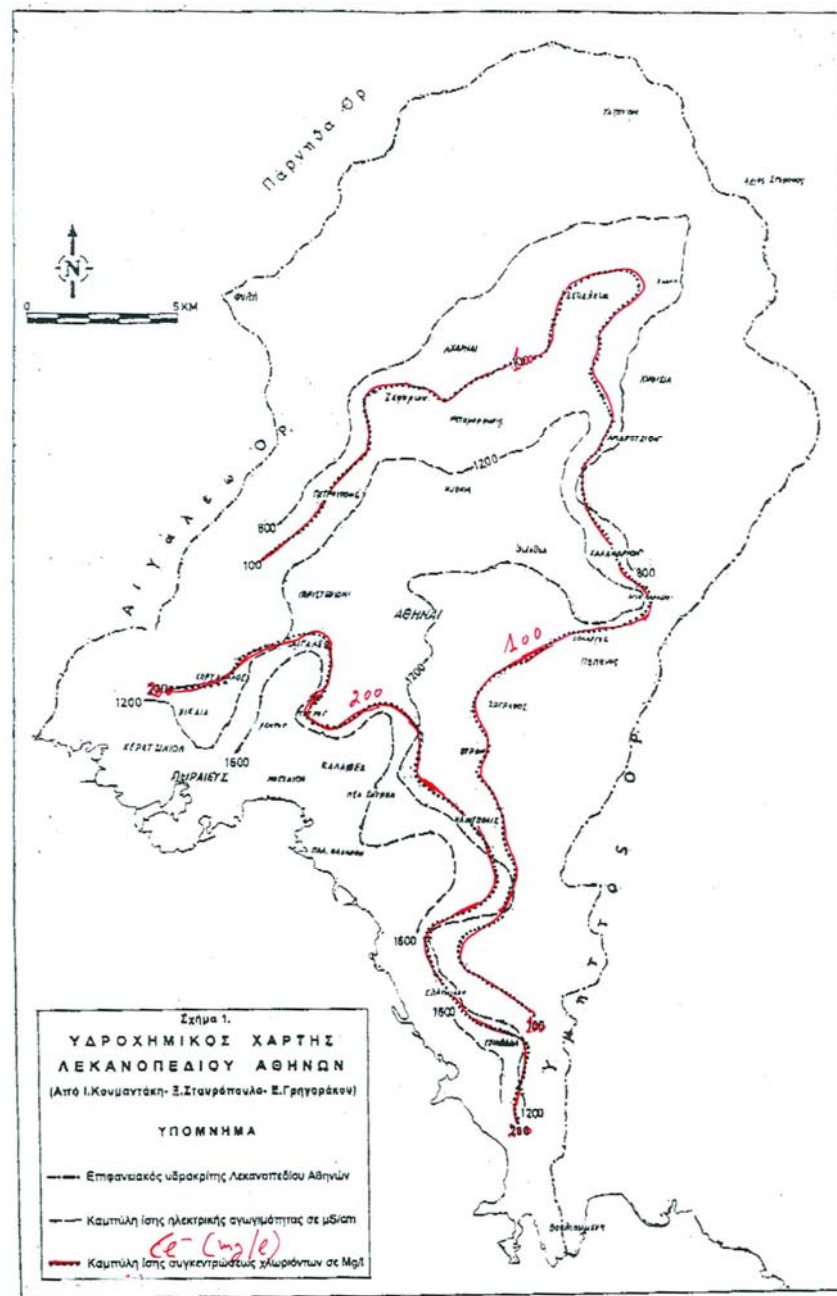
Τάση μεταβολής της στάθμης
 χαρακτηρίζουσα το καθεστώς
 εκμετάλλευσης (τοπικές
 υπερεκμεταλλεύσεις) και την
 δυνατότητα ανάμιξης με την
 θάλασσα



**Ισοπιεζομετρικές καμπύλες
ευρύτερου προσχωματικού
πεδίου λεκάνης Κηφισού
(Κουμαντάκης, 1997)**



Καμπύλες ισοχλωριώντων (Κουμαντάκης et al., 1997)



Διασχίζοντας εγκάρσια τις παλαιές και νέες προσχώσεις του Κηφισού από την γραμμή 3 του Μετρό (Βοτανικός-Αιγάλεω)

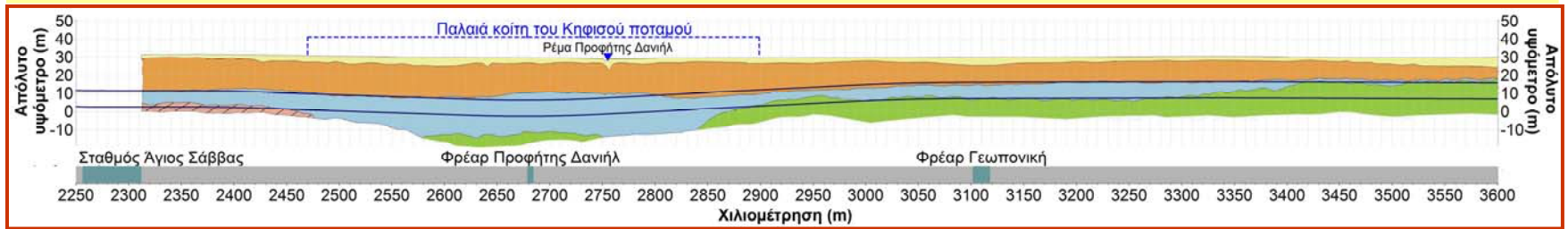


Κατά τη διάνοιξη του φρέατος πρόσβασης «Προφήτης Δανιήλ», στην περιοχή της παλαιάς κοίτης του Κηφισού ποταμού, σημειώθηκαν σημαντικές εισροές νερού (~200 m³/h), οδηγώντας τότε, σε προσωρινή παύση των εργασιών εκσκαφής από αυτό το φρέαρ

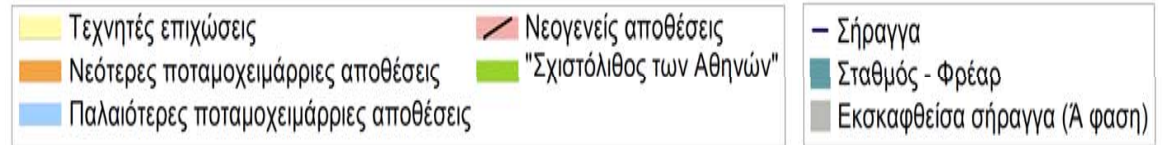
Φρέαρ Προφήτη πρόσβασης Προφήτη Δανιήλ



Τέμνοντας την ευρεία κοίτη του Κηφισού από την γραμμή Μετρό προς Αιγάλεω



Μαρίνος *et al.*, 2006



➤ «Αθηναϊκός Σχιστόλιθος»

- Έντονα ετερογενές και ελαφρώς μεταμορφωμένο σύστημα που περιλαμβάνει διάφορους λιθολογικούς σχηματισμούς - αδιαπέρατο

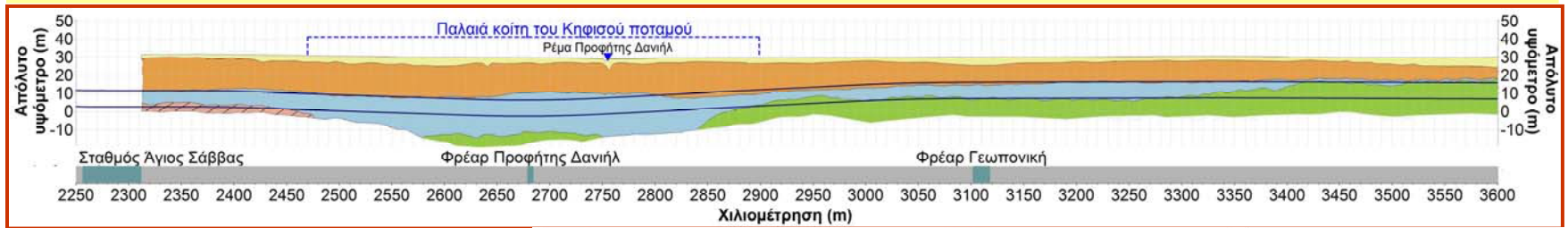


Πυρήνες δειγματοληψίας
του «Αθηναϊκού Σχιστόλιθου»

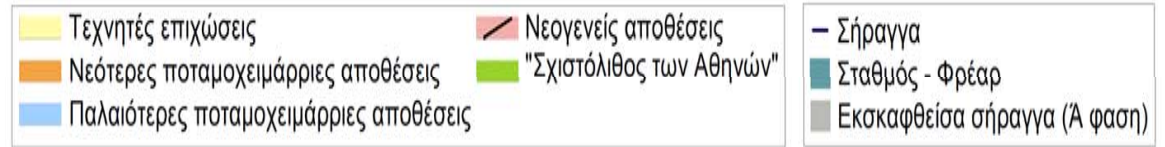


«Αθηναϊκός Σχιστόλιθος»
στο μέτωπο εκσκαφής

Τέμνοντας την ευρεία κοίτη του Κηφισού από την γραμμή Μετρό προς Αιγάλεω



Μαρίνος *et al.*, 2006



- Τεταρτογενή ποταμοχειμάρρια ιζήματα – Δύο φάσεις ιζηματογένεσης:
 - α) μία παλαιότερη από κροκαλοπαγή (συνεκτικά ή/και συμπαγή)

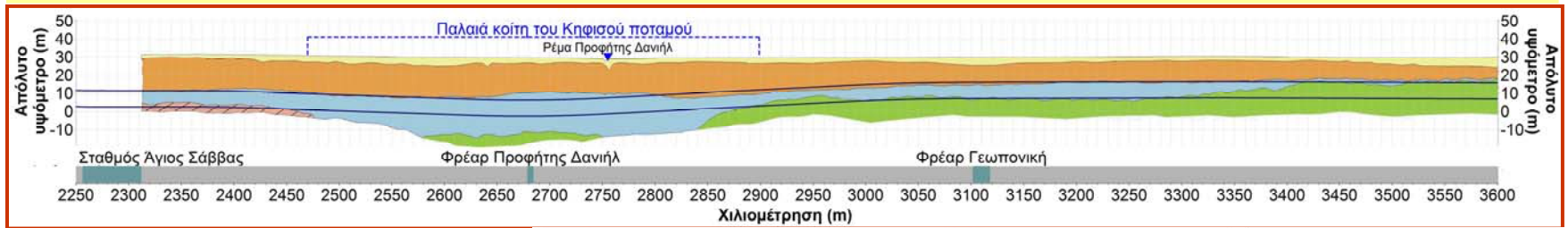


Κροκαλοπαγή της παλαιάς κοίτης
Θέση: Προφήτης Δανιήλ, βάθος: 21,3 - 24,9 m



Συμπαγές κροκαλοπαγές
στο μέτωπο εκσκαφής

Τέμνοντας την ευρεία κοίτη του Κηφισού από την γραμμή Μετρό προς Αιγάλεω



Μαρίνος *et al.*, 2006

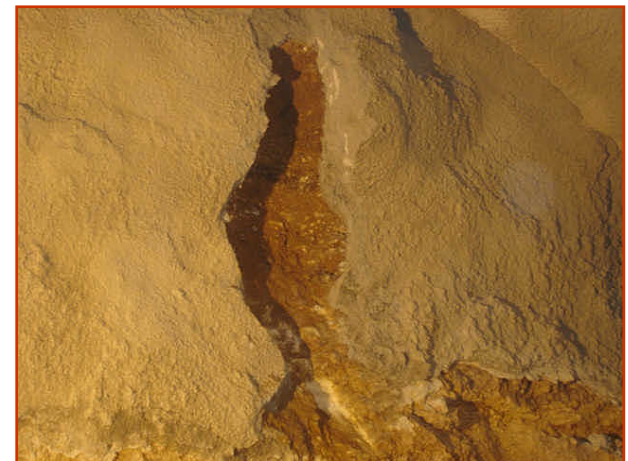


Τεταρτογενή ποταμοχειμάρρια ιζήματα – Δύο φάσεις ιζηματογένεσης:

- μία παλαιότερη από κροκαλοπαγή (συνεκτικά ή/και συμπαγή)
- μία νεότερη από προσχώσεις αργίλων, ιλύων, άμμων και χαλίκων (ετερογενής σχηματισμός με διασταυρούμενη στρώση και πλευρικές μεταβάσεις)



Πρόσφατες αποθέσεις της παλαιάς κοίτης
Θέση: Ιερή Ελιά, βάθος: 8,5 - 13,5 m

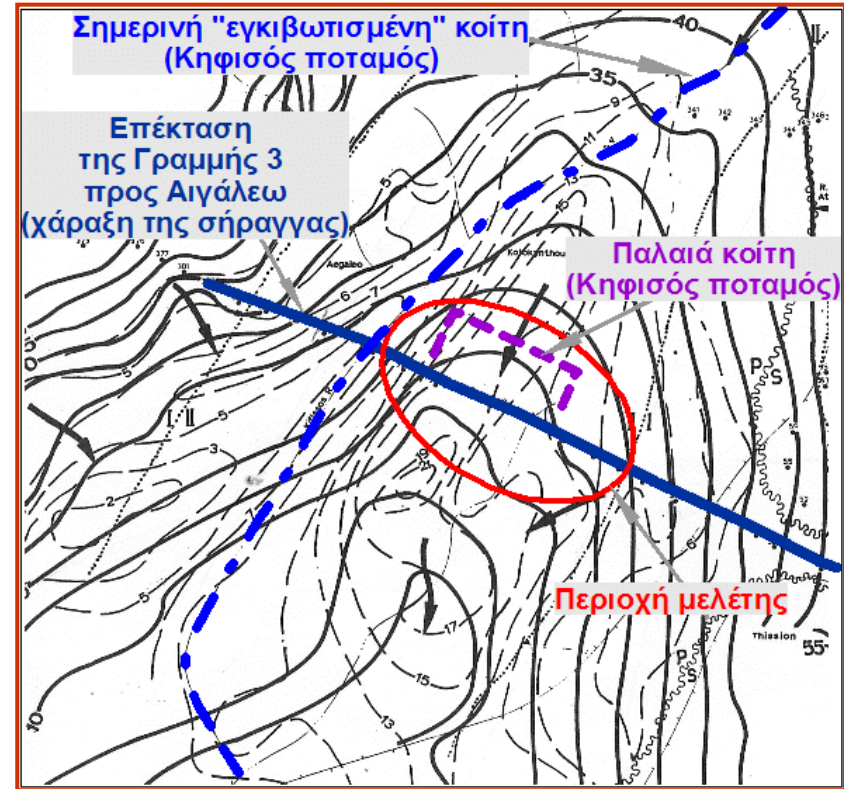


Πρόσφατες αποθέσεις
στο μέτωπο εκσκαφής

Τέμνοντας την ευρεία κοίτη του Κηφισού από την γραμμή Μετρό προς Αιγάλεω

Υδρογεωλογικές συνθήκες

- «Αθηναϊκός Σχιστόλιθος»
 - αδιαπέρατος σχηματισμός
 - υδροφορία μικρής δυναμικότητας (μανδύας αποσάθρωσης και επιφανειακή ζώνη χαλάρωσης)
- Κροκαλοπαγή παλαιάς κοίτης
 - κύριο υδροφόρο μέσο που συνάντησε η σήραγγα
 - υδροφορία με ανομοιόμορφο τρόπο:
 - Συνεκτικά: φύση και σύσταση συνδετικού υλικού
 - Συμπαγή: βαθμός και ατέλειες συγκόλλησης, ύπαρξη ρωγμών και επικοινωνία μεταξύ τους
- Πρόσφατες αποθέσεις παλαιάς κοίτης
 - γενικώς μέτριας περατότητας
 - ποικίλη υδρογεωλογική συμπεριφορά (κοκκομετρία, πάχος)

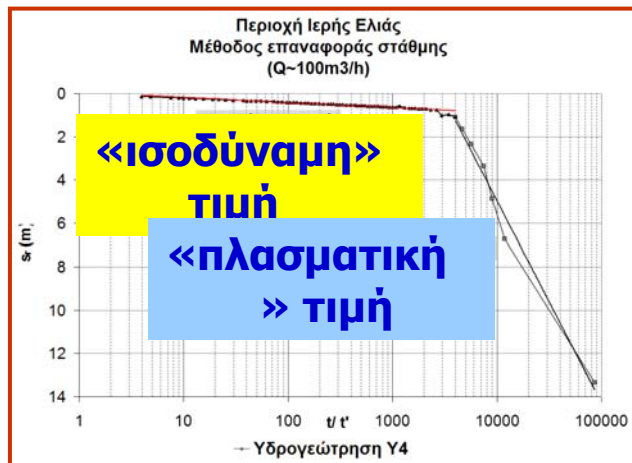


Πιεζομετρικός χάρτης σε υγρή περίοδο
(Κούνης Γ., 1981)

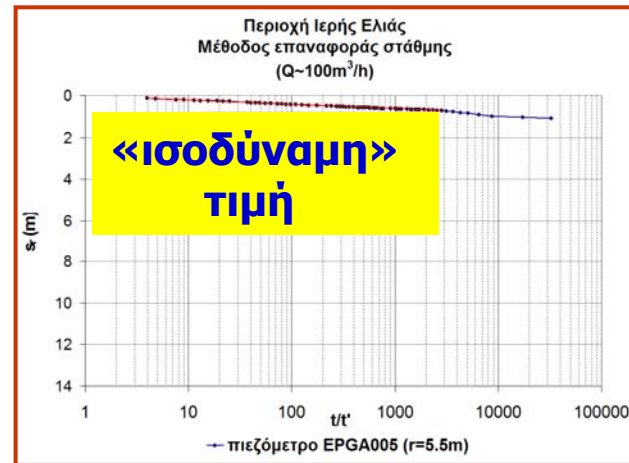
Τέμνοντας την ευρεία κοίτη του Κηφισού από την γραμμή Μετρό προς Αιγάλεω

Διακριτοποίηση της συμπεριφοράς του υδροφόρου μέσου – Υδραυλικές παράμετροι

- Μεταβολή στάθμης υπόγειου νερού από δοκιμαστικές αντλήσεις



Ανάλυση υδρογεωτρήσεων:
2 τιμές μεταβιβαστικότητας



Ανάλυση δορυφόρων
πιεζομέτρων:
1 τιμή μεταβιβαστικότητας

- «πλασματική» τιμή

Επηρεάζεται από τις απώλειες φορτίου, λόγω της δυσκολίας του υπόγειου νερού να κυκλοφορήσει μέσα στο ανομοιογενές και ασυνεχές υδροφόρο μέσο που διαμορφώνουν τα κροκαλοπαγή κατά την ακτινική κίνησή του προς την αντλούμενη υδρογεώτρηση.

Αυτές οι απώλειες φορτίου δεν υπάρχουν προφανώς στα

πιεζόμετρα

- «ισοδύναμη» τιμή

Αντανακλά στο πραγματικό δυναμικό, συνολικά, του ενιαίου υδροφόρου συστήματος (πρόσφατες και παλαιότερες ποταμοχειμάρριες αποθέσεις)

«ισοδύναμη» τιμή ≈ 10 φορές μεγαλύτερη από την «πλασματική» τιμή

Τέμνοντας την ευρεία κοίτη του Κηφισού από την γραμμή Μετρό προς Αιγάλεω

Εκτίμηση εισροών νερού

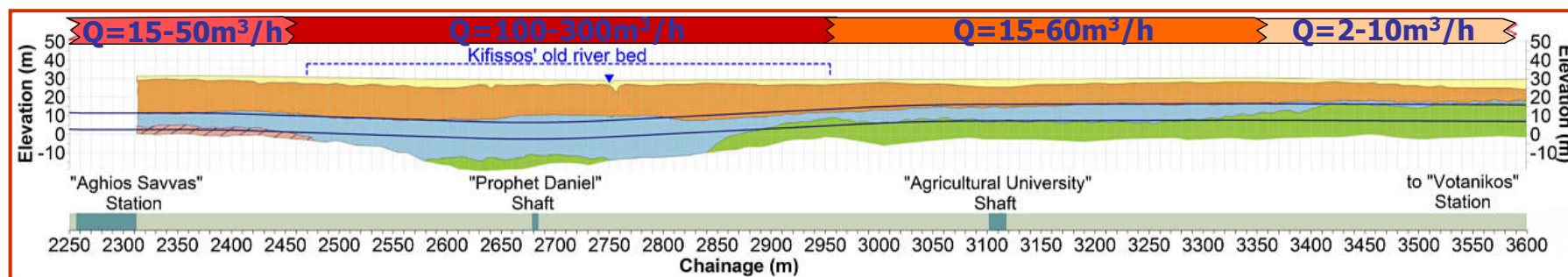
➤ Επιλογή υδραυλικών παραμέτρων

- Χρήση «πλασματικών» τιμών: δεν αντανακλούν το «πραγματικό» δυναμικό του υδροφόρου συστήματος
- Χρήση «ισοδύναμων» τιμών: δεν λαμβάνουν υπόψη τις απώλειες φορτίου κατά την κυκλοφορία του νερού στη μάζα του κροκαλοπαγούς

Θεώρηση μιας «διορθωμένης» τιμής περατότητας της «ισοδύναμης» τιμής

➤ Εκτίμηση της μέσης εισροής νερού στο μέτωπο σήραγγας ανά μέτρο εκσκαφής με τη χρήση τροποποιημένης εξίσωσης του Theis (Καββαδάς, 2004)

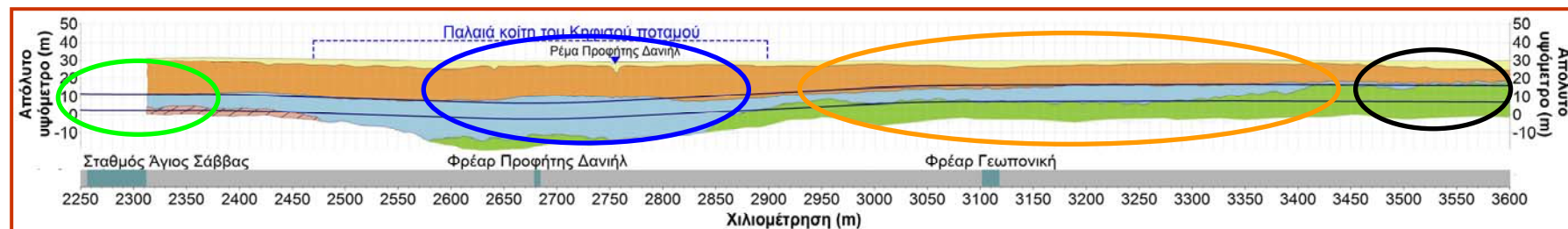
- Θεώρηση: η εισροή νερού στο μέτωπο εκσκαφής ελέγχεται από μία ευρεία ζώνη κατά μήκος του άξονα της σήραγγας, ίση περίπου με 3 διαμέτρους σήραγγας (15-20m πίσω από το μέτωπο εκσκαφής)



Σχηματική γεωλογική μηκοτομή της σήραγγας επέκτασης της Γραμμής 3 προς Αιγάλεω, στο τμήμα που διέρχεται από το πεδίο του Κηφισού ποταμού, με τις εκτιμηθείσες εισροές νερού στο μέτωπο εκσκαφής ως και 15 – 20m πίσω από αυτό

Τέμνοντας την ευρεία κοίτη του Κηφισού από την γραμμή Μετρό προς Αιγάλεω

Σύγκριση συναντηθεισών και εκτιμηθεισών εισροών νερού



	Περιοχή Αγίου Σάββα (2+000-2+350)	Φρέαρ Προφήτης Δανιήλ/Θέση Ιερή Ελιά (2+680- 2+900)	Φρέαρ “Γεωπονική” (2+950-3+450)	Γεωπονικό Πανεπιστήμιο (3+450-3+600)
Εκτιμηθείσες εισροές στο μέτωπο ως και 15 – 20m πίσω από αυτό (m ³ /h)	15 -50	100 – 300	15 -60	2 -10
Μέγιστες μετρηθείσες* εισροές στο μέτωπο και 15 – 20 m πίσω από αυτό (m ³ /h)	40	140	50	10
Μέγιστες παρατηρηθείσες εισροές στη στενή περιοχή του μετώπου (1- 3m πίσω από αυτό) (m ³ /h)	15	45	15	3

* Οι τιμές προέρχονται από επεξεργασία των μετρηθεισών εισροών στα κατά περίπτωση φρέατα πρόσβασης

Συναντηθείσες εισροές νερού μέσα στο πλαίσιο
των εκτιμηθεισών



Επιβεβαιώθηκε η λογική των θεωρήσεων που
αναπτύχθηκαν

Σύμπτωση πρόβλεψης και πραγματικότητας περίπου
στη μέση του πλαισίου των τιμών της πρόβλεψης



Θα μπορούσε, να χρησιμοποιηθεί ακόμα πιο μικρή
«διορθωμένη» τιμή μεταβιβασιμότητας, (μικρότερη του 50%
της «ισοδυναμίας»)

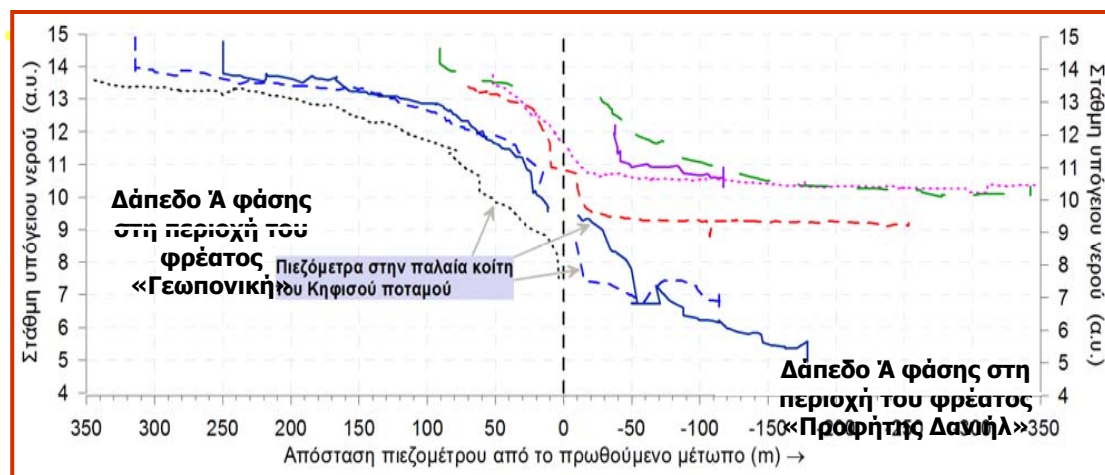
Τέμνοντας την ευρεία κοίτη του Κηφισού από την γραμμή Μετρό προς Αιγάλεω

Ορισμένες πρόσθετες παρατηρήσεις την περιοχή της παλαιάς κοίτης

- Από την απόκριση των πιεζομέτρων φαίνεται ότι η στάθμη του υπόγειου νερού στο περιβάλλον του κροκαλοπαγούς ταπεινώνεται σχετικά γρήγορα και αρκετά μπροστά από τα προωθούμενα μέτωπα, γεγονός που δείχνει την καθυστέρηση ανανέωσης των αποθεμάτων, με αποτέλεσμα να μην διατηρείται υψηλό φορτίο γύρω από το έργο
- Η πτώση στάθμης ήταν δυνατό να μετρηθεί αρκετά μπροστά από το μέτωπο, σε αποστάσεις μεγαλύτερες των 50m



Συμπαγή κροκαλοπαγή της παλαιάς κοίτης του Κηφισού ποταμού στο μέτωπο εκσκαφής



Διακύμανση στάθμης υπόγειου νερού σε σχέση με την απόσταση των πιεζομέτρων από το εκσκαπτόμενο μέτωπο

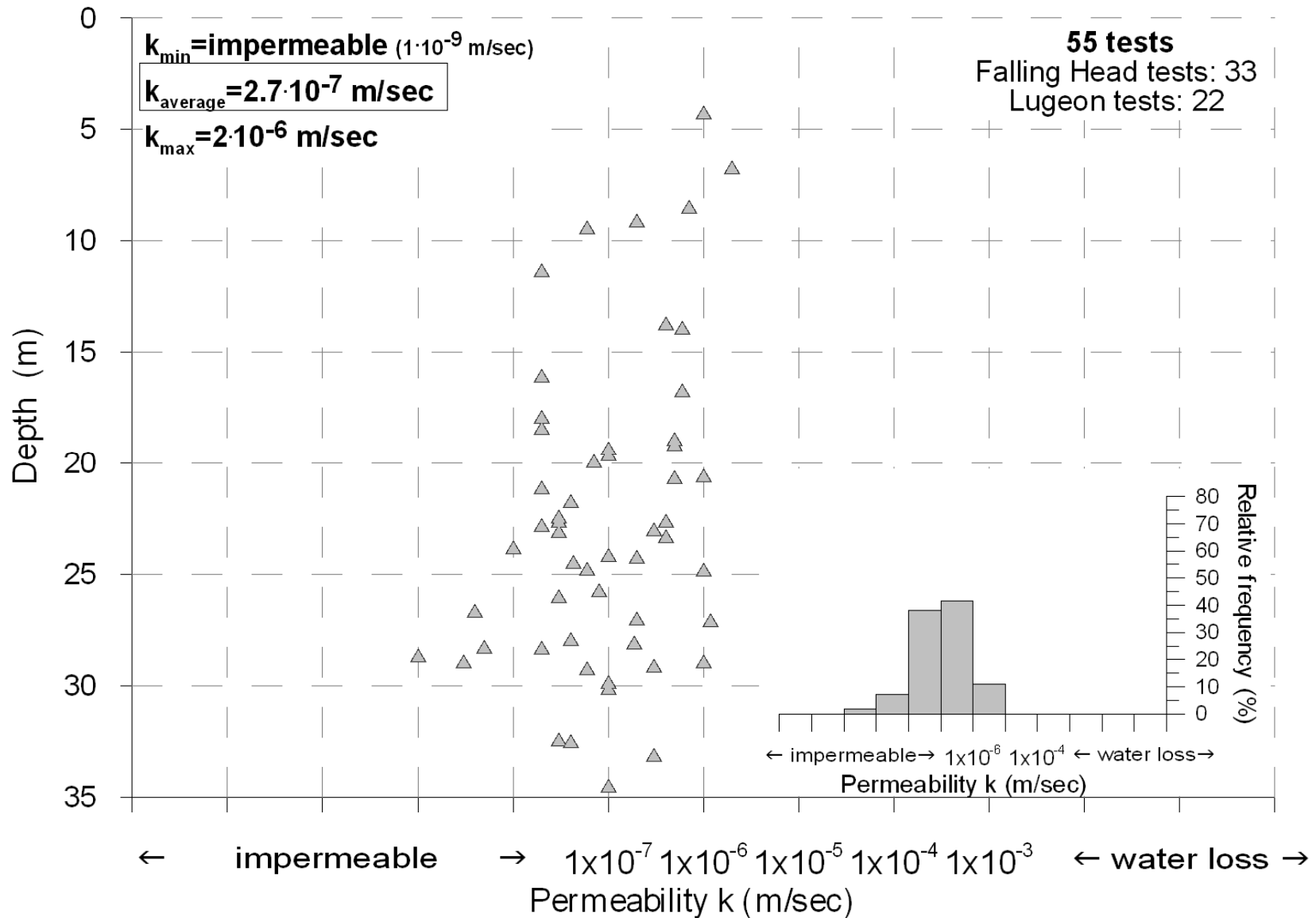


Εισροή νερού από διατρήματα στην παρειά της σήραγγας στην παλαιά κοίτη

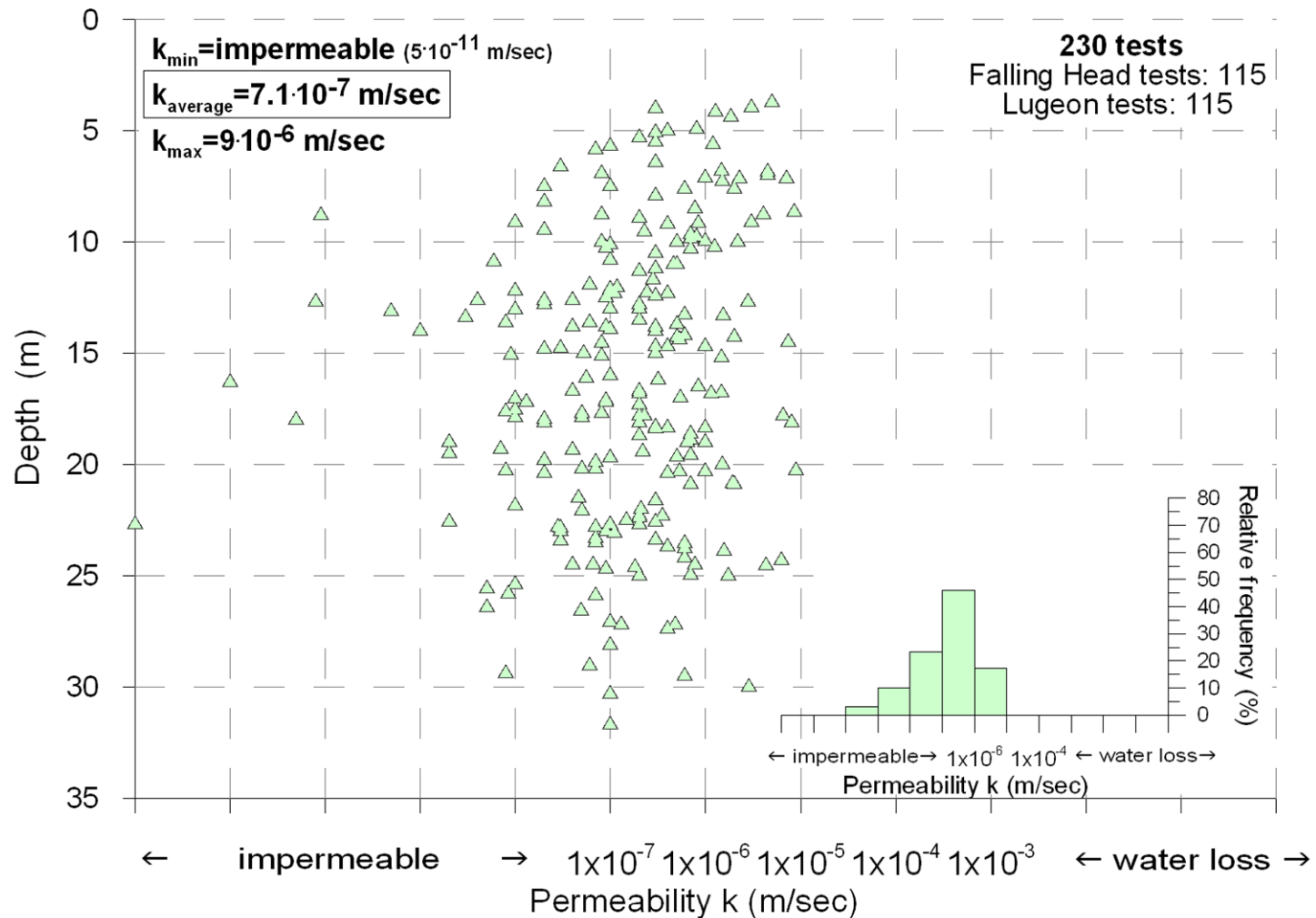
Ο σχιστόλιθος των Αθηνών. Το κύριο γεωλογικό υπόβαθρο της πρωτεύουσας

Περατότητα μικρή έως πολύ μικρή.
Τοπικά μικρές κυκλοφορίες νερού σε κερματισμένες ζώνες

Αθηναϊκός Σχιστόλιθος. Κατώτερη ενότητα: κυρίως ιλυόλιθοι



Αθηναϊκός Σχιστόλιθος. Ανώτερη ενότητα: εντονότερη παρουσία ψαμμιτικών στρωμάτων



**Ancient water collecting gallery at
Keramikos Station**

from 'The City under the City'
Ministry of Culture, Museum of Cycladic Art



from 'The City under the City'
Ministry of Culture,
Museum of Cycladic Art

**Hydraulic system with wells, cisterns and aqueducts
(Syntagma Station)**



Ancient aqueduct in the area of Metropolis Cathedral

Αμφορείς από υπόγειο
φρέαρ-κελάρι που
συναντήθηκε κατά την
διάνοιξη του βασικού έργου
του Μετρό



Επέκταση του Μετρό προς Πειραιά

LEGEND

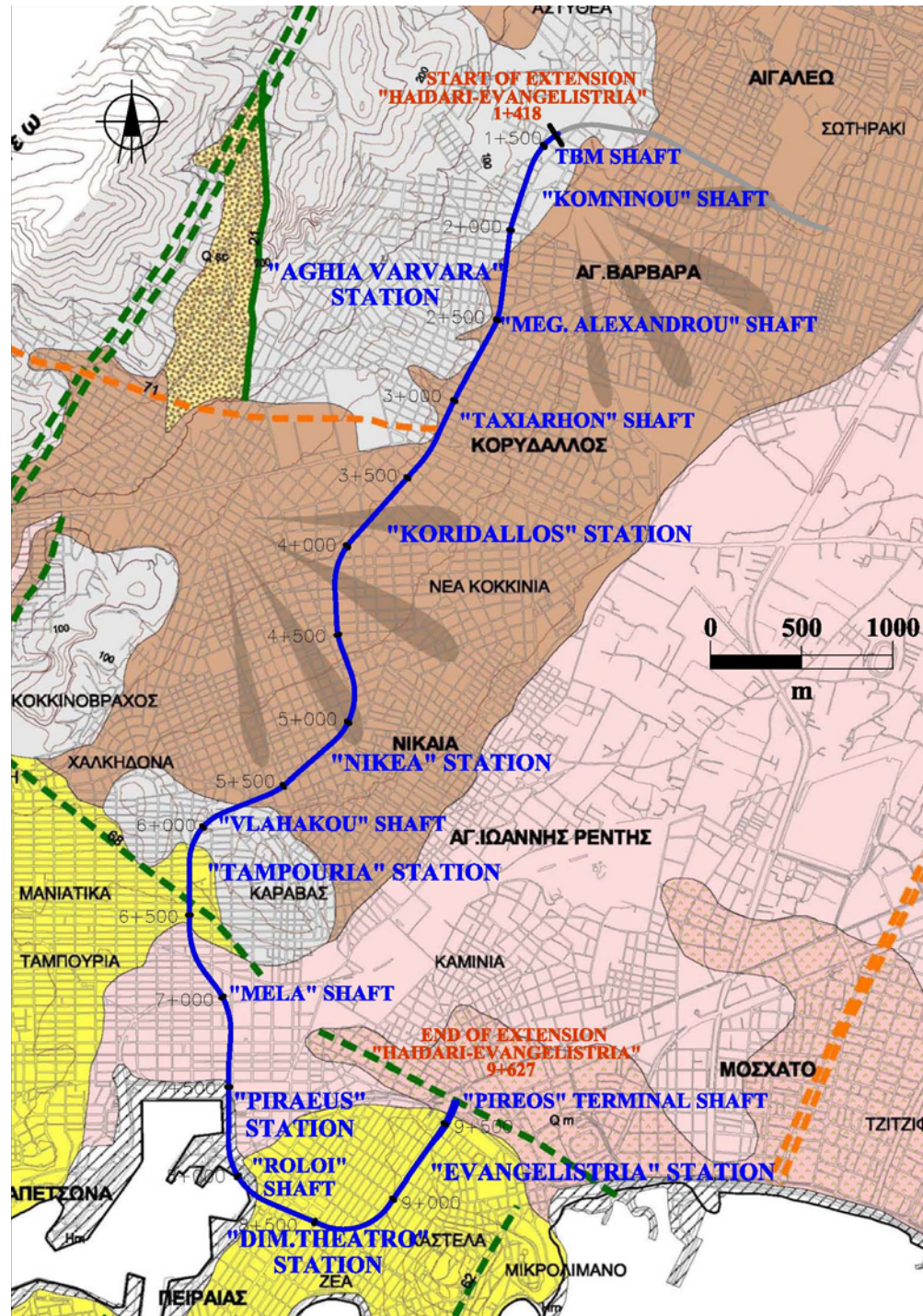
QUATERNARY

-  Fill
-  Alluvia
-  Marsh sediments
-  Scree
-  Scree and fans (?Pleistocene)

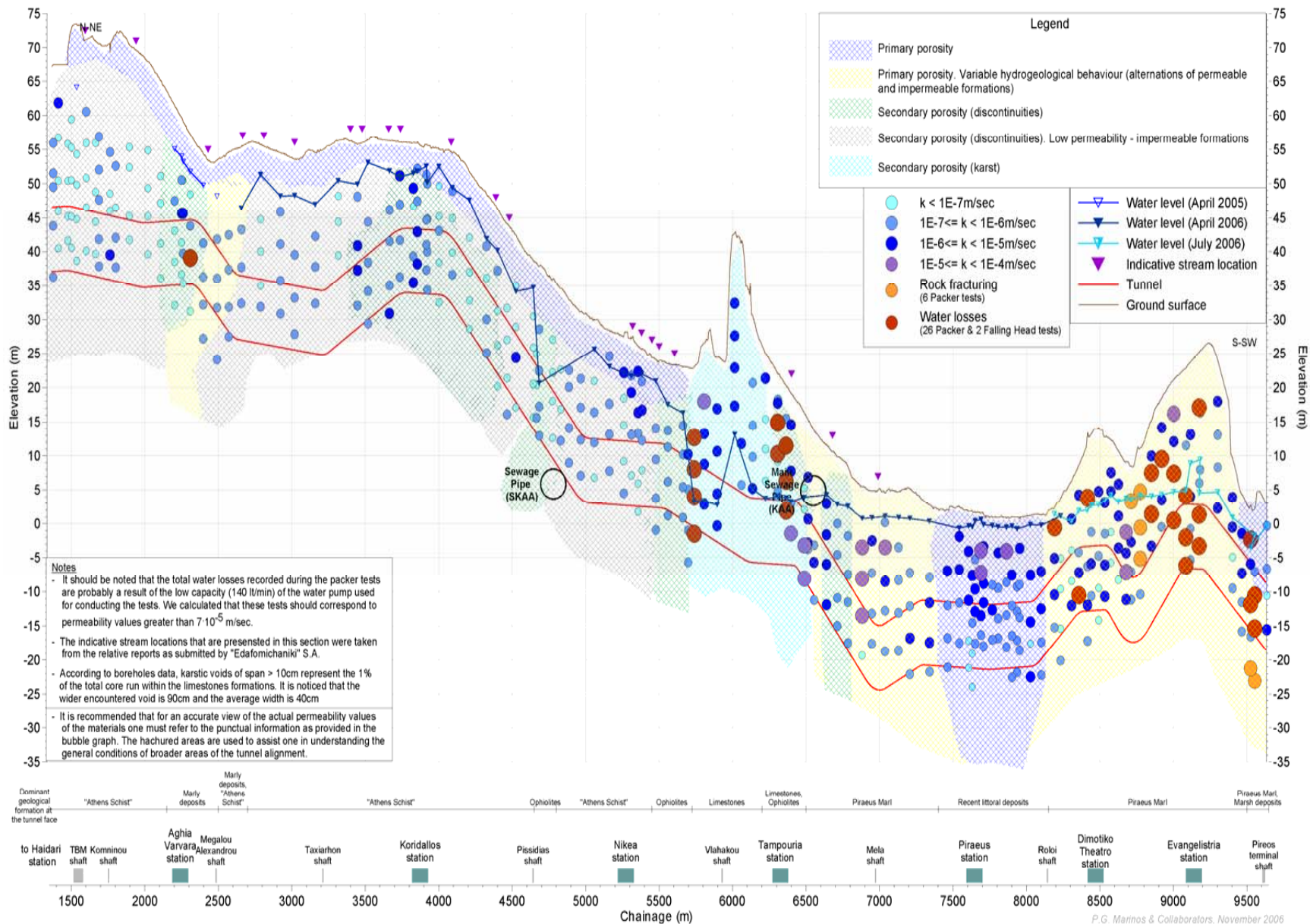
NEOGENE

-  Marine deposits (Pliocene)
-  II. ALPINE FORMATIONS
(Athens Schist, Ophiolites, Limestones)

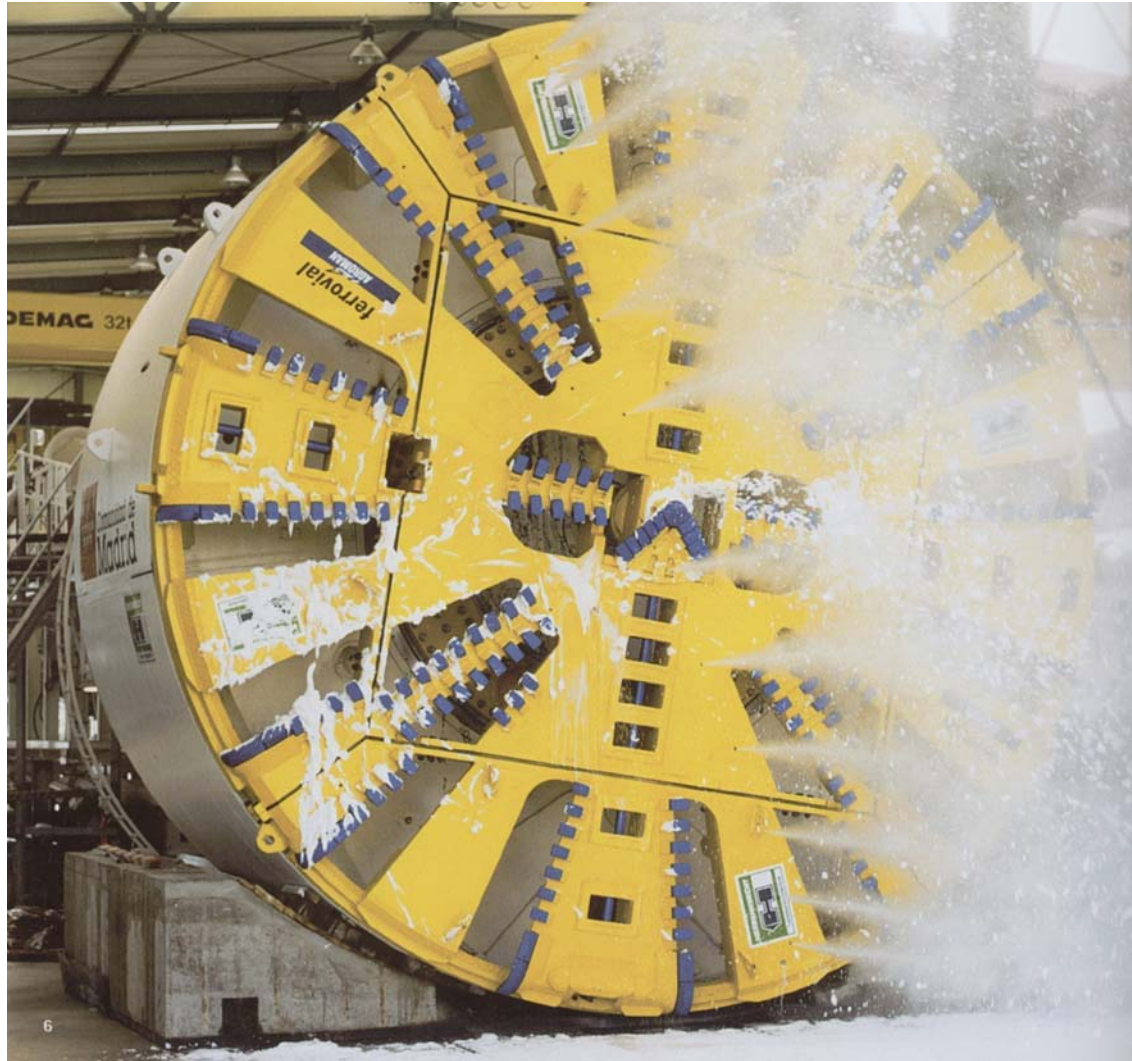
-  Geological contact
-  Fault, active
-  Fault, probably active
-  Fault, inactive



Επέκταση του Μετρό προς Πειραιά – Κατάσταση υπόγειων νερών (Marinos et al. 2007)

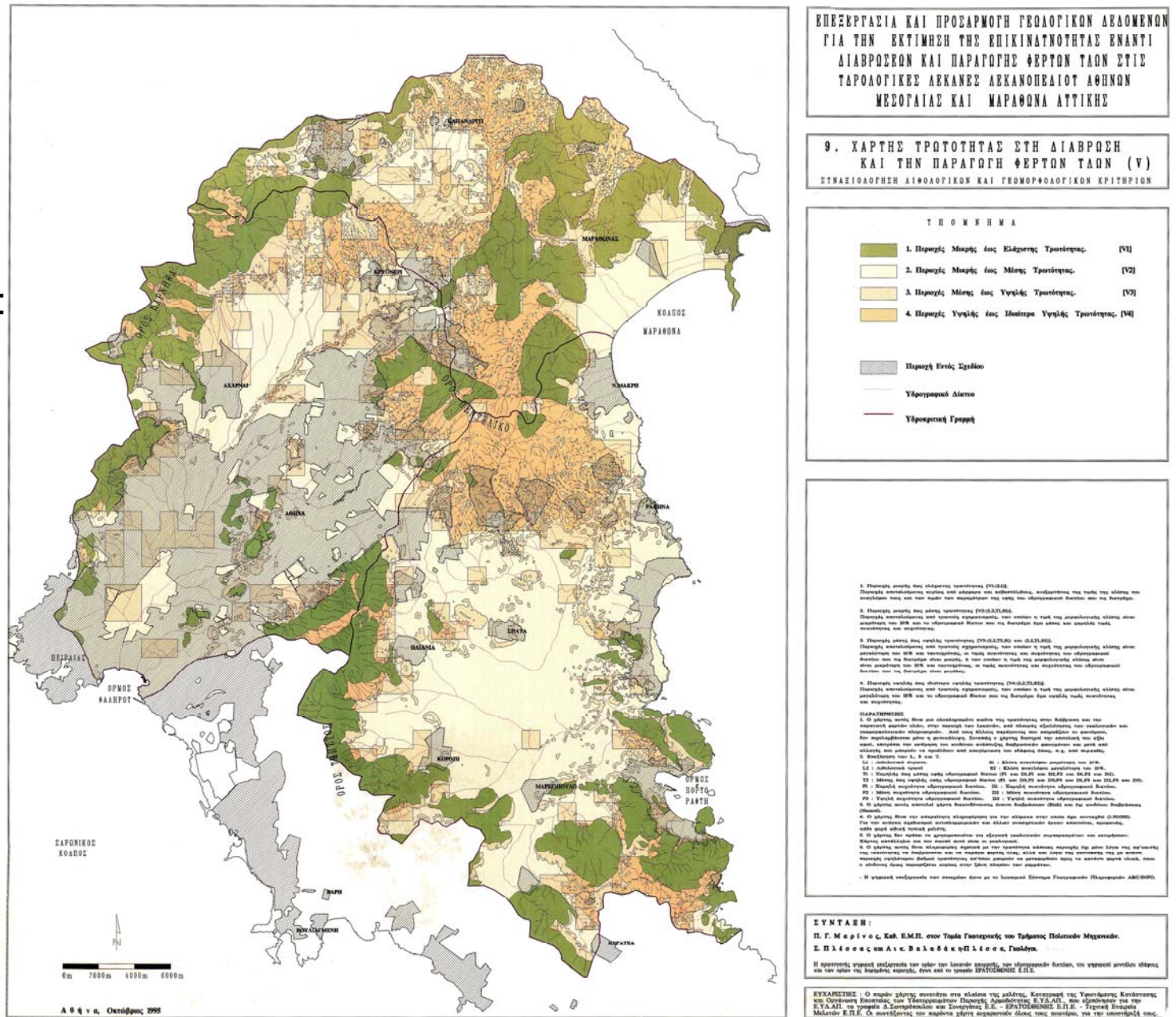


Η επιλογή της μεθόδου και του μηχανήματος εκσκαφής



Χάρτης τρωτότητας στην διάβρωση και παραγωγή φερτών υλών

Ζώνες από την
συναξιολόγηση:
-γεωλογικής
σύστασης,
-περατότητας,
-κλίσης
εδάφους,
-συχνότητας
υδρογραφικού
δικτύου και
-πυκνότητας
υδρογραφικού
δικτύου



Μαρίνος και συνεργάτες, 1997



Αθήνα, 1938, Αρχείο ΕΥΔΑΠ

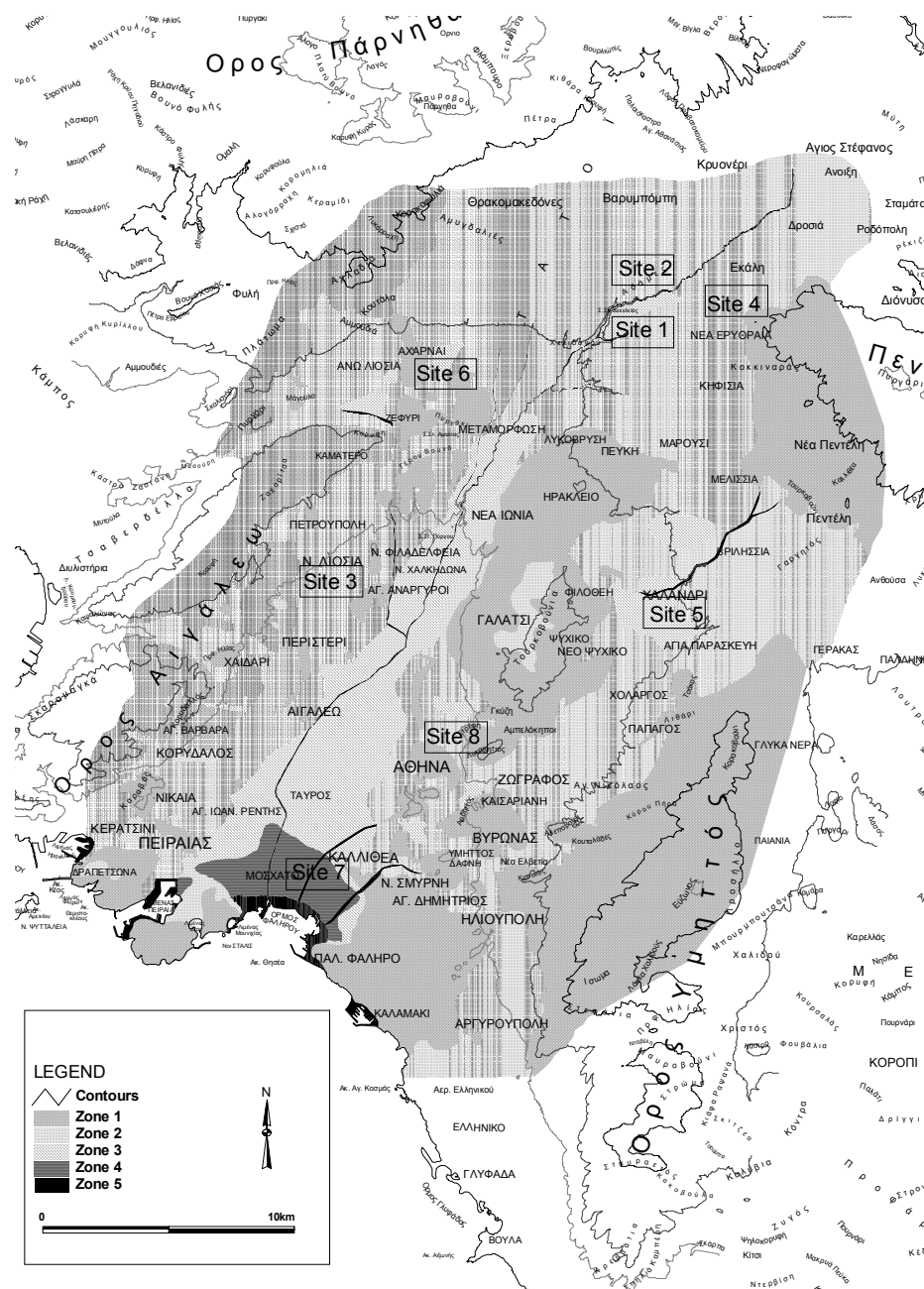


ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ

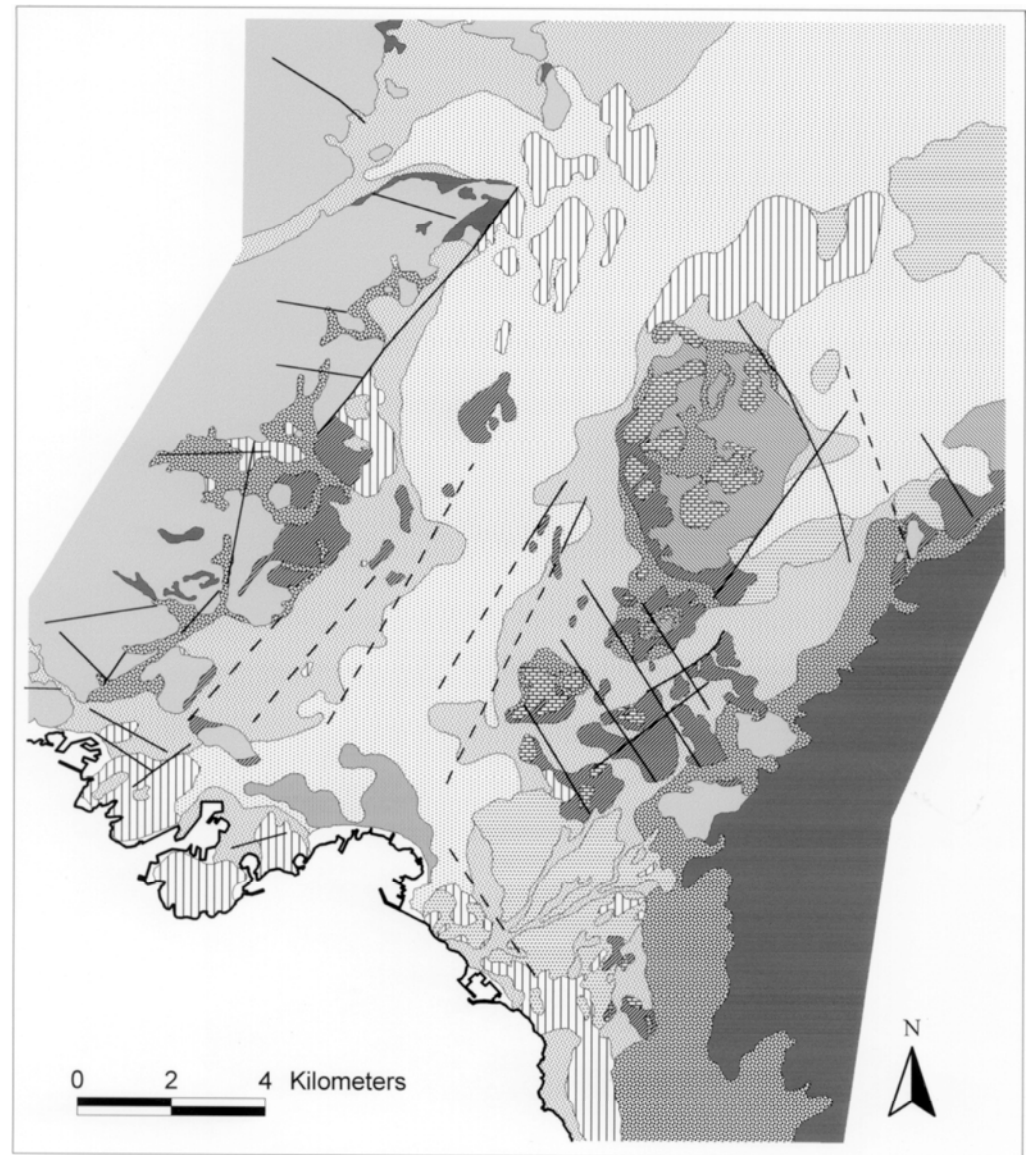
Αθήνα, 1938, Αρχείο ΕΥΔΑΠ

Ζώνες συμπεριφοράς εδαφών έναντι Σεισμικού Κινδύνου

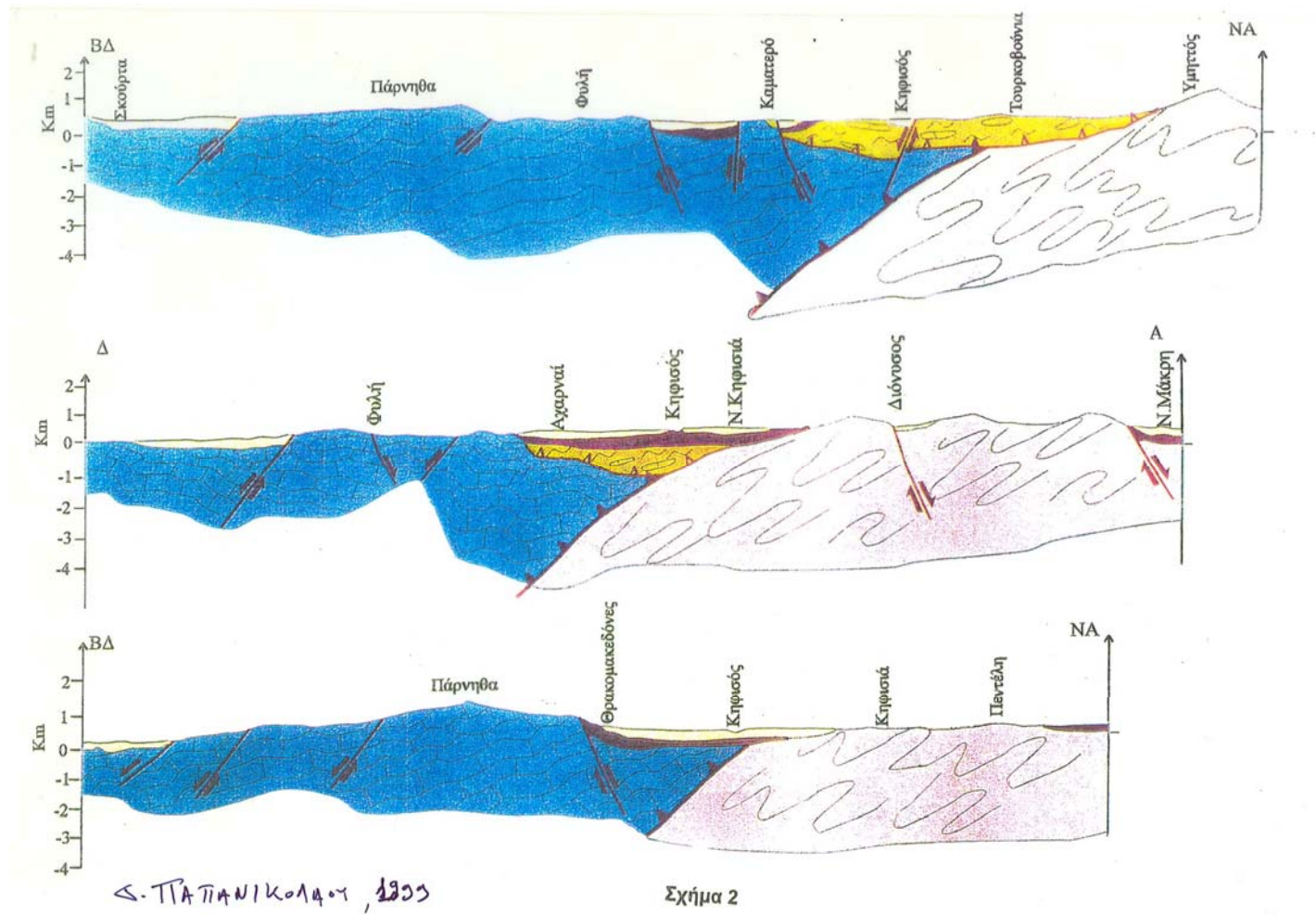
Ζώνη	Κατηγορία Εδάφους Σεισμικού Κανονισμού
1	A (B)
2	A (B)
3	B (C)
4	C
5	X



Engineering geological map of Athens basin (Koukis and Sabatakakis, 2000); 1: Coarse grained recent deposits, 2: Fine grained recent deposits, 3: Loose coastal deposits, 4: Scree, 5: Loams – conglomerates, 6: Marly deposits, 7: Crest limestones, 8: Schists – sandstones, 9: Athens schists, 10: Limestones, 11: Marbles and schists.



Απλοποιημένη τομή



Σχήμα 2