

Πανεπιστήμιο Πατρών

Τμήμα Γεωλογίας

Εργαστήριο Υδρογεωλογίας



Μάθημα:

Διαχείριση & Προστασία Υδατικών Πόρων

Ζ ΕΞΑΜΗΝΟ

Καζάκης Νεραντζής

Επίκουρος Καθηγητής Υδρογεωλογίας & Διαχείρισης Υδατικών Πόρων

Πανεπιστήμιο Πατρών
Τμήμα Γεωλογίας
Εργαστήριο Υδρογεωλογίας



Ζώνες Προστασίας Έργων Υδροληψίας

ΔΙΑΛΕΞΗ 9^η

Καζάκης Νεραντζής

Επίκουρος Καθηγητής Υδρογεωλογίας & Διαχείρισης Υδατικών Πόρων

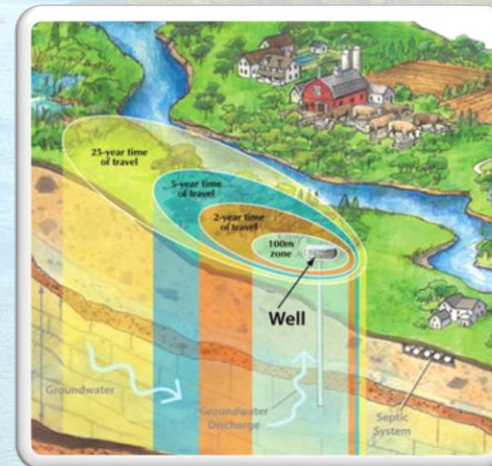
Λέξεις Κλειδιά

νεξεις κγειοια



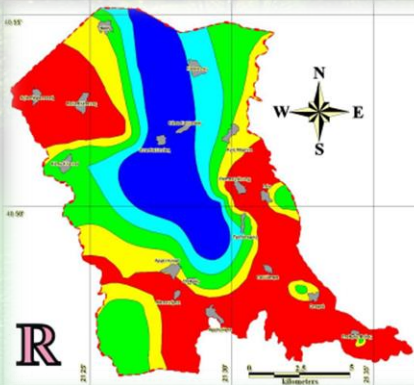
WORDS

- Τρωτότητα
- Εκτίμηση τρωτότητας
- Περίμετρος προστασίας

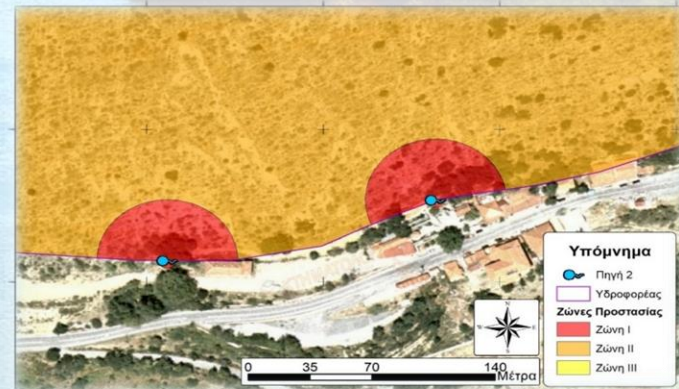
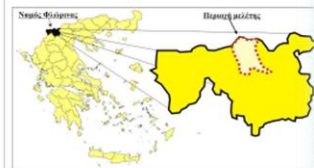




- ❖ Κατανόηση των μεθόδων υδρομάστευσης πηγών.
- ❖ Η κατανόηση της έννοιας της τρωτότητας .
- ❖ Η κατανόηση της έννοιας της περιμέτρου προστασίας.



Επιπολυτισμός (mm/year)	Βαθμολογία	Χρωματική Διαβάθμιση
60-80	5	Red
50-60	4	Yellow
40-50	3	Green
30-40	2	Cyan
<30	1	Blue



Υδρομάστευση

Ως υδρομάστευση χαρακτηρίζεται η συλλογή και απόληψη πηγαίων ή και υπόγειων υδάτων μικρού βάθους σε κλιτύες με την κατασκευή διαφόρων τεχνικών έργων

Για τις υδρομαστεύσεις μεγαλύτερη πρακτική σημασία έχει ότι τόσο το είδος της πηγής, αλλά ο τρόπος εμφάνισης (εκροής) των πηγαίων υδάτων. Ανάλογα με την εκροή διακρίνονται τα πηγαία ύδατα ως εξής:

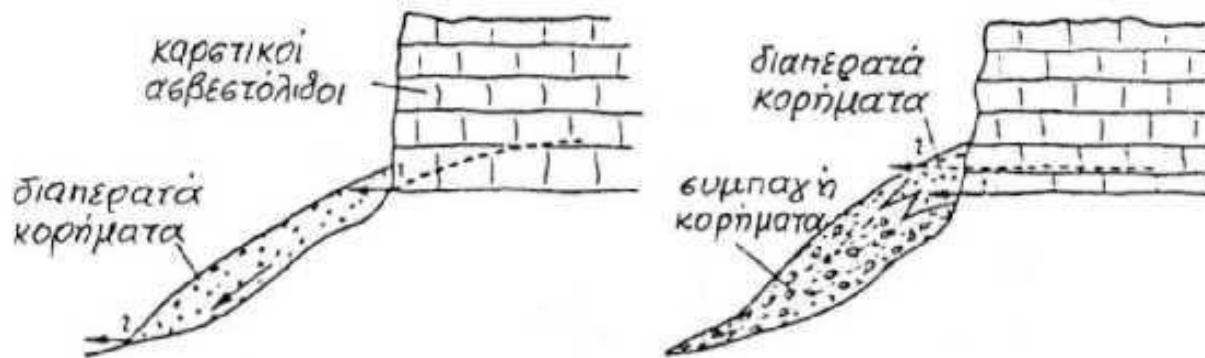
- Συγκεντρωμένα πηγαία ύδατα με καθοδική εκροή,
- Διάχυτα πηγαία ύδατα με καθοδική εκροή,
- Αναβλύζοντα πηγαία ύδατα,
- Στάσιμα υπόγεια ύδατα.

Αποκάλυψη ή Καλλιέργεια πηγής

Πριν από την κατασκευή οποιουδήποτε έργου σε πηγή είναι απαραίτητη η μέτρηση της πηγαίας παροχής, ώστε να εξασφαλίζεται, ότι αυτή ικανοποιεί τις απαιτήσεις.

Πρέπει επίσης να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στα εξής:

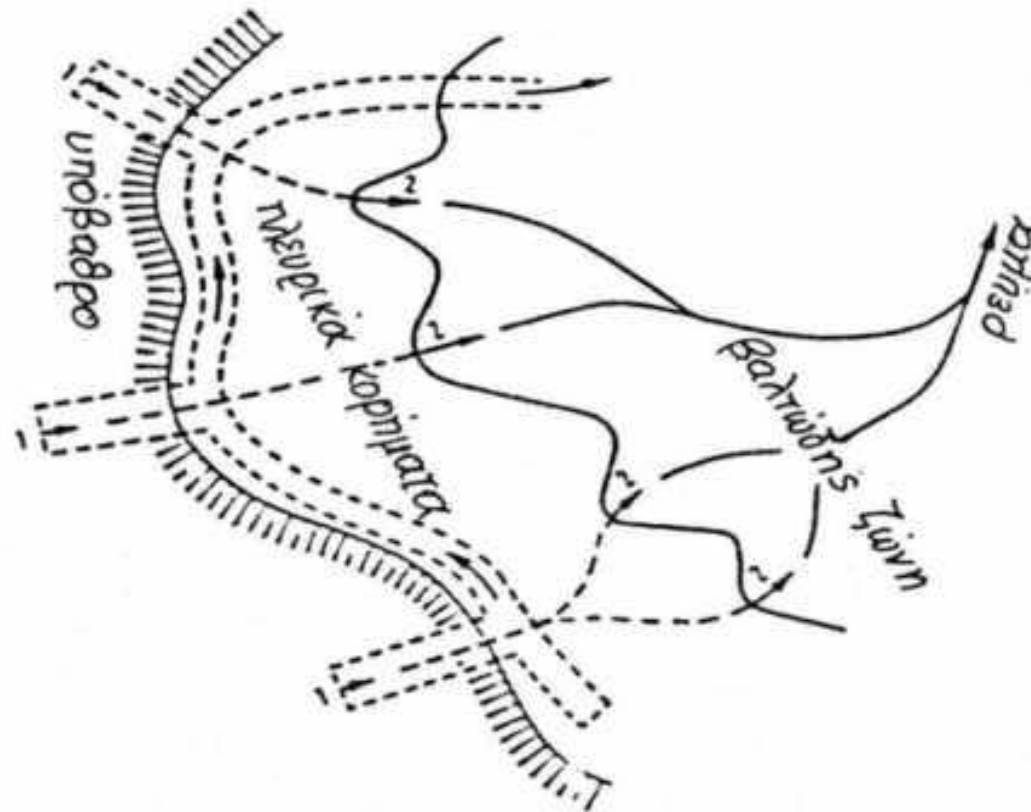
- Το πραγματικό σημείο εκφόρτισης (εκροής) της πηγής,
- Η υδροληψία πρέπει να γίνεται σε αρκετό οριζόντιο βάθος εντός της κλιτύος (προστασία από επιφανειακές ρυπάνσεις, θερμοκρασιακή διακύμανση),
- Η αποκάλυψη της πηγής γίνεται με ορύγματα και πρέπει να γίνεται από τα πλέον ήπια μέσα



Σχήμα

: Επιφανειακή επικάλυψη και ανάβλυση των πηγών. 1: πραγματική ανάβλυση και 2: φαινόμενη ανάβλυση

Αποκάλυψη ή Καλλιέργεια πηγής



Σχήμα

: Όρυγμα αποκάλυψης πολλαπλής πηγής (πολλαπλής ανάβλυσης).
1: πραγματικές αναβλύσεις και 2: δευτερεύουσες αναβλύσεις

Υδρομάστευση πηγών

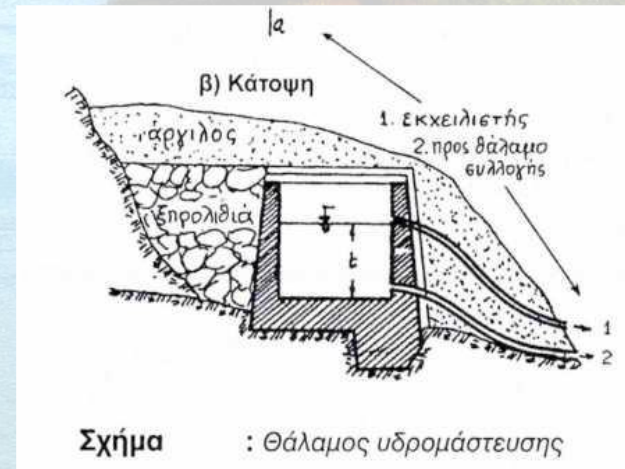
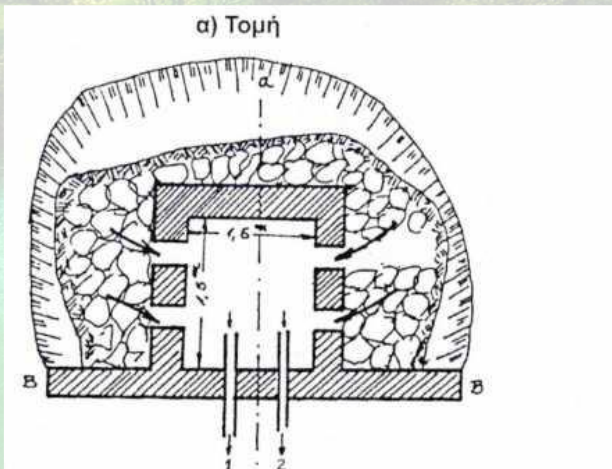
Για την υδρομάστευση των πηγαίων υδάτων χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι ανάλογα με τον τρόπο εμφάνισης του πηγαίου νερού.

Από τις σπουδαιότερες είναι οι εξής:

1. Υδρομάστευση συγκεντρωμένων, καθοδικών, πηγαίων υδάτων

- Πηγές επαφής,
- Πηγές με μορφή υπόγειου αγωγού.

Για την υδρομάστευση χρησιμοποιείται υδρομαστευτικός θάλαμος, ο οποίος λειτουργεί ως φρεάτιο υδροληψίας.

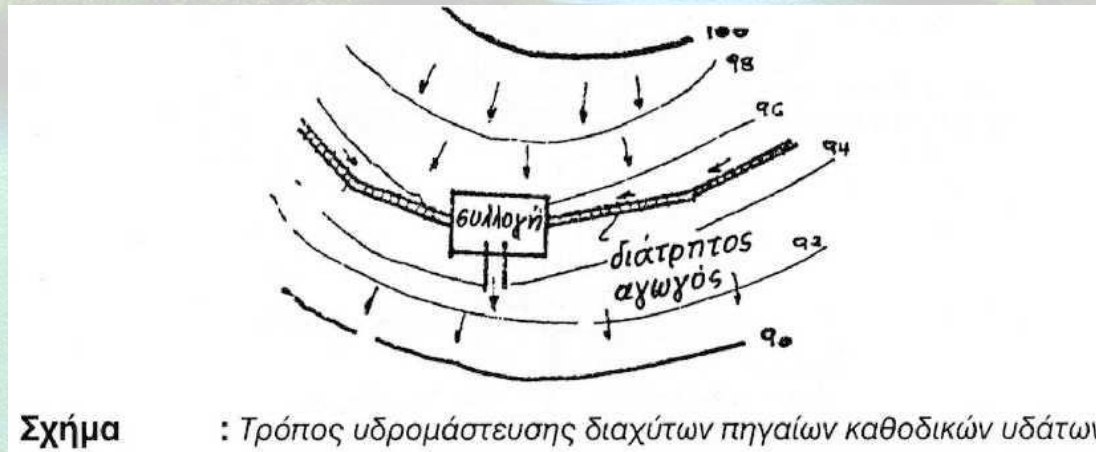


Υδρομάστευση πηγών

2. Υδρομάστευση διάχυτων, καθοδικών, πηγαίων υδάτων

Διάχυτα ύδατα σχηματίζονται κατά κανόνα όταν:

- Το πηγαίο νερό εμφανίζεται σε σχετικά μεγάλο μήκος της διαχωριστικής γραμμής μεταξύ διαπερατού και αδιαπέραστο πετρώματος.
- Όταν η επαφή του διαπερατού με το αδιαπέραστο στρώμα είναι σε μικρό βάθος από την επιφάνεια του εδάφους, οπότε είναι δυνατό το παραγόμενο νερό να διηθείται προς τα κατόντη και να εμφανίζεται σε μικρή απόσταση με διάχυτη μορφή λόγω ανισότροπης διήθησης και διάσπασης των υδάτινων ναμάτων εντός του εδάφους. Στις περιπτώσεις αυτές γίνεται εκσκαφή και διαμόρφωση του υδροφόρου πηγαίου σε κυμαινόμενο οριζόντιο βάθος μέχρι το αδιαπέραστο ή λίγο διαπερατό στρώμα.

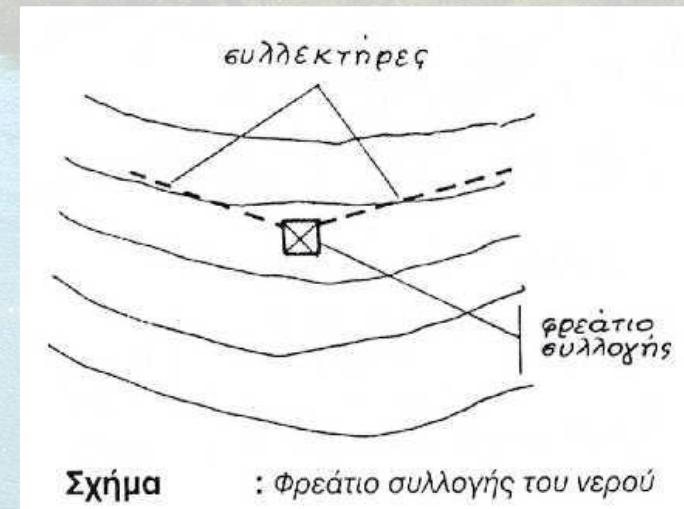


Υδρομάστευση πηγών

3. Υδρομάστευση στάσιμων, υπόγειων νερών

Τα στάσιμα υπόγεια νερά σχηματίζονται όπως και τα πηγαία υπόγεια ύδατα. Εάν η συγκρότηση του εδάφους δεν επιτρέπει τη διαφυγή των υδάτων που συρρέουν, η δε αντίσταση του υπερκείμενου εδάφους είναι σημαντική (μεγαλύτερη της πίεσης του νερού), τα ύδατα συσσωρεύονται εντός του υπόγειου υδροφορέα μέχρι την επιφάνεια που τον τροφοδοτεί.

Η υδρομάστευση γίνεται με τρόπο ανάλογο προς εκείνο των πηγών με γραμμική εμφάνιση (συλλεκτήριος αγωγός, παράλληλα προς τις ισοϋψείς και κάθετα στην υπόγεια ροή του νερού).

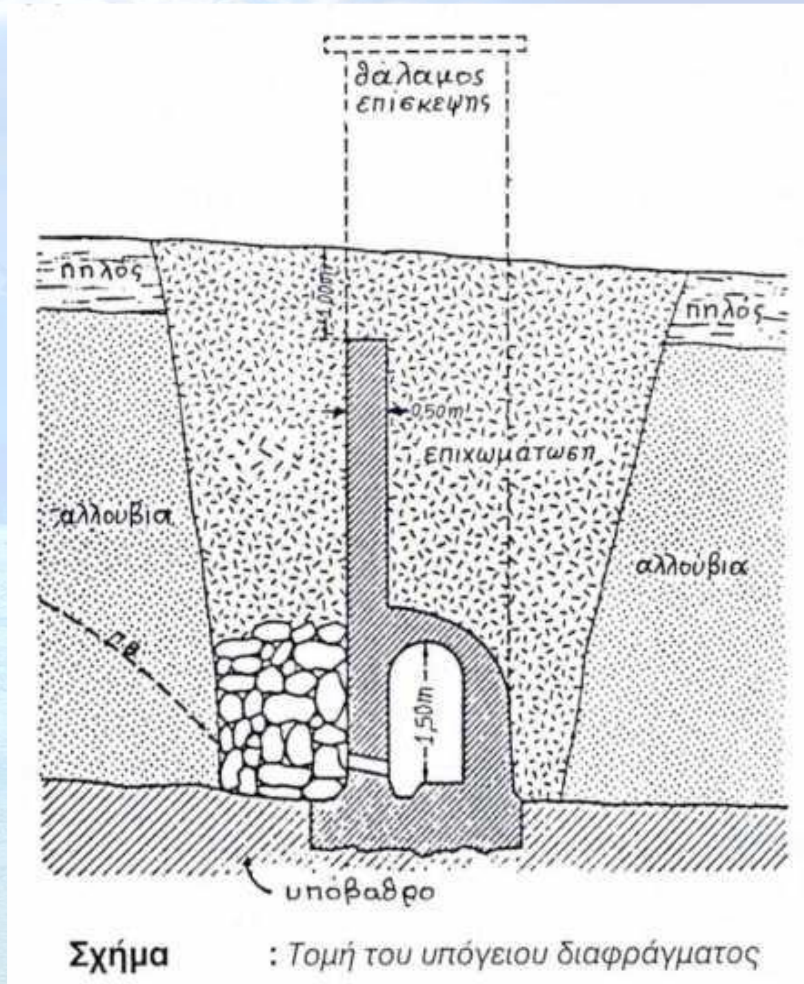


Υδρομάστευση πηγών

4. Υδρομάστευση υπόγειου υδροφορέα σε κοίτη ρεύματος

Η υδρομάστευση ενός υπόγειου υδροφορέα γίνεται ως εξής:

Διακόπτεται η υπόγεια ροή του νερού με την κατασκευή ενός στεγανού διαφράγματος, το οποίο δημιουργεί υπόγεια συσσώρευση ύδατος, γι' αυτό και προκαλεί ανύψωση της στάθμης στα ανάντη του διαφράγματος. Στη συνέχεια το συσσωρευμένο νερό αντλείται ή οδηγείται με τη βαρύτητα στον τόπο της κατανάλωσης. Στην τελευταία περίπτωση η υδροληψία διαμορφώνεται στον πυθμένα του διαφράγματος.



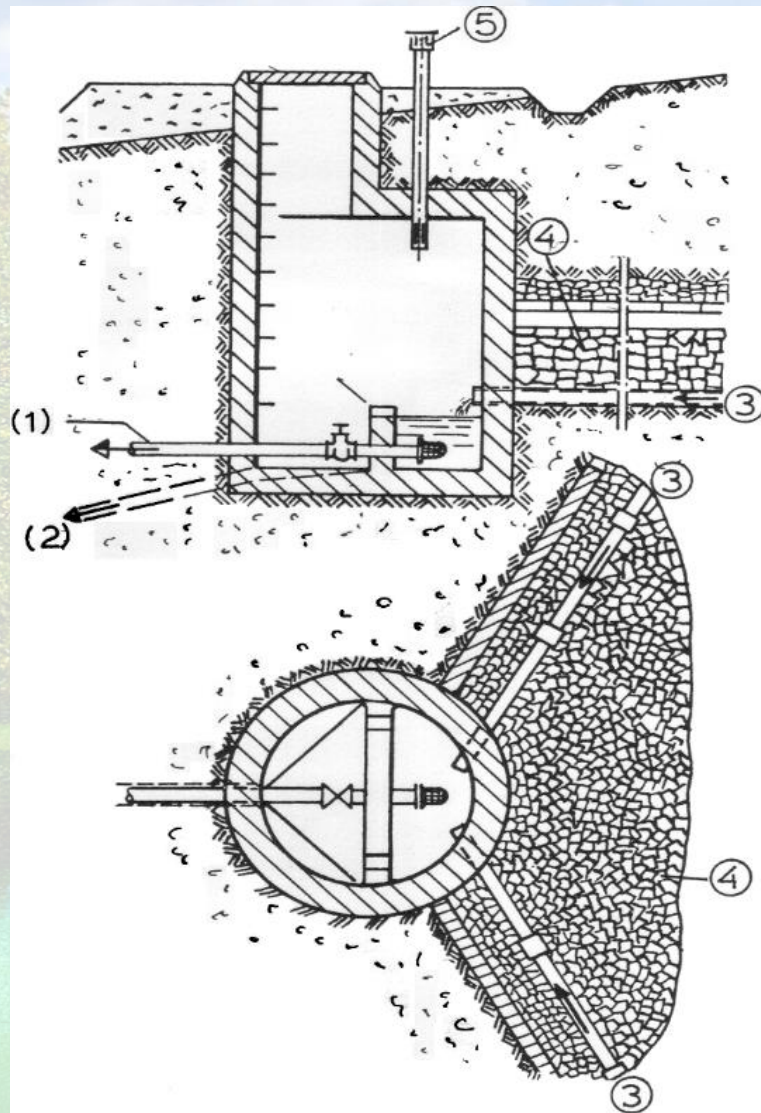
Υδρομάστευση πηγών

5. Ειδικές περιπτώσεις υδρομάστευσης – Αναρρύθμιση πηγών

Σε ειδικές περιπτώσεις πηγαίων υδάτων εφαρμόζονται και ανάλογοι τρόποι υδρομάστευσης (π.χ. πηγάδια, γεωτρήσεις, κλπ.). Τέτοιοι τρόποι εφαρμόζονται όταν:

- Η πηγή βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση από το κέντρο ζήτησης νερού,
- Η παροχή της πηγής ξεπερνά τις ανάγκες σε μερικές εποχές και υπολείπεται αυτών σε μερικές άλλες,
- Το νερό της πηγής είναι κακής ποιότητας, αλλά το νερό του υδροφόρου στρώματος που την τροφοδοτεί είναι χρησιμοποιήσιμο,
- Η πηγή εκφορτίζεται διάχυτα σε ελώδες έδαφος, είναι πιο εύκολη η εκτέλεση μερικών υδρογεωτρήσεων παρά ο εντοπισμός της μητρικής εκφόρτισης κάτω από ένα παχύ μανδύα κορημάτων και λάσπης.

Έργα συλλογής του μαστευόμενου νερού



- 1.-Προς ύδρευση
- 2.-Απαγωγός πλεονάζοντος νερού
- 3.-Διάτρητοι αργιλοπυριτικοί σωλήνες
- 4.-Λιθοριπή από πλυμένους λίθους
- 5.-Αερισμός

Φωτογραφίες



Φωτογραφίες



Φωτογραφίες



Φωτογραφίες



Φωτογραφίες



Spring Box in Ecuador

Φωτογραφίες



Υδρομάστευση στην περιοχή των Καλαβρύτων (από <https://teucris.net>)

Φωτογραφίες



Υδρομάστευση στην περιοχή των Καλαβρύτων (από <https://teucris.net>)

Φωτογραφίες



Υδρομάστευση στην περιοχή των Καλαβρύτων (από <https://teucris.net>)

Φωτογραφίες



Υδρομάστευση στην περιοχή των Καλαβρύτων (από <https://teucris.net>)

Φωτογραφίες



Υδρομάστευση στην περιοχή των Καλαβρύτων (από <https://teucris.net>)

Φωτογραφίες



Υδρομάστευση στην περιοχή των Καλαβρύτων (από <https://teucris.net>)

Τρωτότητα

Τρωτότητα ή ρυπαντική επιδεκτικότητα ή ευαλωσιμότητα (vulnerability) υπόγειων νερών ή υδροφόρων οριζόντων είναι η ευαισθησία ή η επιδεκτικότητα απέναντι στους ρύπους. Η τρωτότητα σχετίζεται με την ευκολία με την οποία ένας ρύπος, που εισάγεται στην επιφάνεια του εδάφους, μπορεί να φθάσει στον υδροφόρο ορίζοντα.

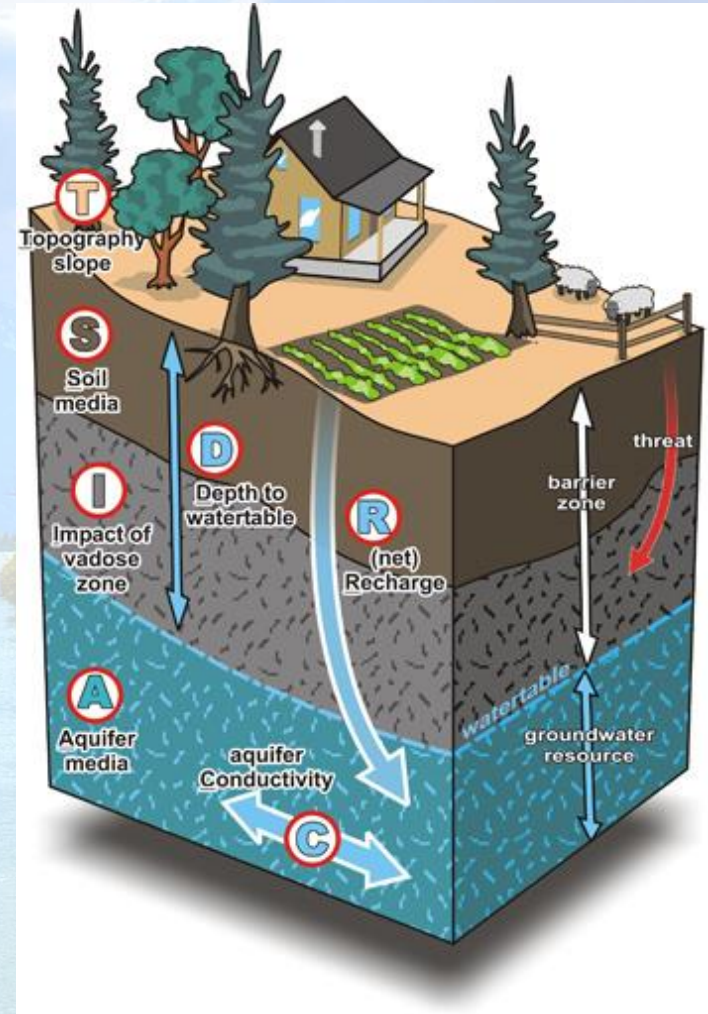


Τρωτότητα

Υδρολογία

Πολλοί ερευνητές χρησιμοποιούν τον όρο ευαισθησία του υδροφόρου ή επιδεκτικότητα (aquifer sensitivity ή intrinsic susceptibility), που είναι το μέτρο της ευκολίας με την οποία τα νερά εισέρχονται και κινούνται στον υδροφόρο ορίζοντα.

Είναι χαρακτηριστικό του υδροφόρου ορίζοντα, των υπερκείμενων στρωμάτων και των υδρολογικών συνθηκών και ανεξάρτητο των χημικών χαρακτηριστικών του ρύπου και της πηγής του.

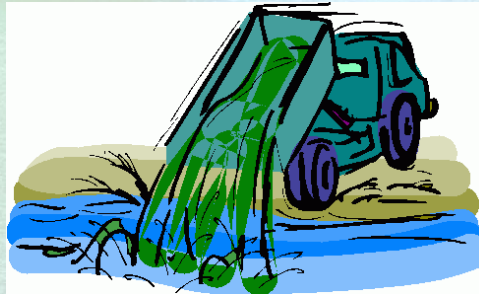


Είδη Τρωτότητας

ΕΙΔΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

Η τρωτότητα διακρίνεται σε:

- **Ειδική** (specific) που αναφέρεται σε συγκεκριμένο ρυπαντή ή ομάδα ρυπαντών.
- **Γενική ή ιδιοτρωτότητα** (intrinsic) που σχετίζεται αποκλειστικά με τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά του υδροφορέα και του υπερκείμενου εδάφους, χωρίς εξειδίκευση σε κάποιο ρυπαντή (ταυτίζεται κατά πολλούς με την ευαισθησία του υδροφορέα).



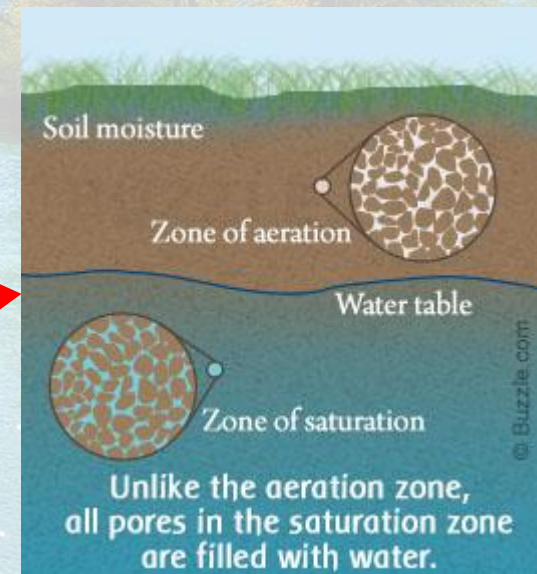
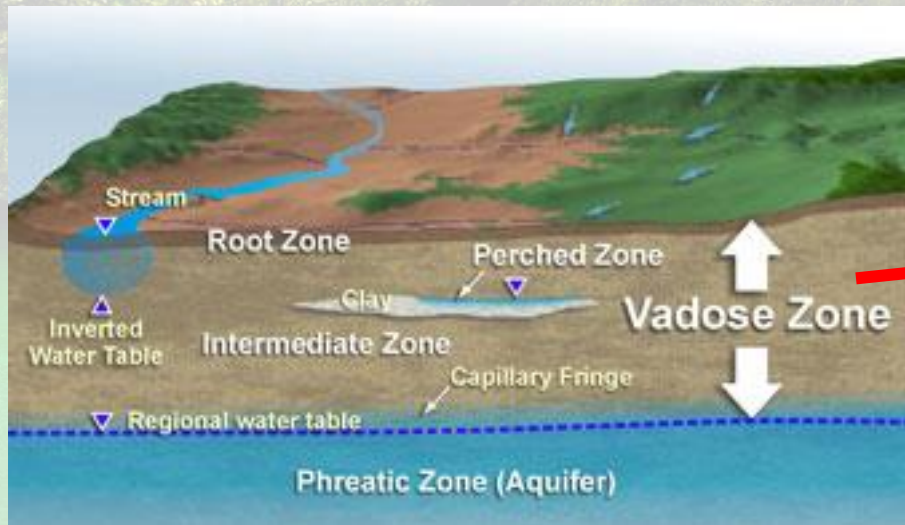
Γενικά για την τρωτότητα

1. Έτσι, η **ειδική τρωτότητα** του υπόγειου νερού είναι συνάρτηση τόσο των χαρακτηριστικών του υδροφόρου συστήματος, όσο και της απόστασης από την πηγή ρύπανσης, των **χαρακτηριστικών του ρύπου** και άλλων παραγόντων που μπορεί πιθανά να αυξήσουν το ρυπαντικό φορτίο του συγκεκριμένου ρυπαντή. Με άλλα λόγια η τρωτότητα του υπόγειου νερού στη ρύπανση εξαρτάται από την ευαισθησία ή επιδεκτικότητα του υδροφόρου ορίζοντα, καθώς και τον τύπο του ρυπαντή και την απόσταση από την πηγή ρύπανσης.
2. Η έννοια της τρωτότητας βασίζεται στην παραδοχή ότι **το φυσικό περιβάλλον μπορεί να προστατεύσει σε κάποιο βαθμό το υπόγειο νερό**. Συνεπώς κάποιες περιοχές είναι πιο ευάλωτες από κάποιες άλλες.



Γενικά για την τρωτότητα

3. Η **ακόρεστη ζώνη** παίζει σημαντικό ρόλο στη μείωση της ρύπανσης, λόγω της βραδείας κίνησης του νερού και λόγω διαφόρων διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα σε αυτήν, όπως: προσρόφηση και ανταλλαγή κατιόντων, χημικές αντιδράσεις, μείωση παθογόνων μικροοργανισμών κ.ά.
4. **Ο βαθμός εξασθένησης** των ρύπων στην ακόρεστη ζώνη εξαρτάται από τη **λιθολογία της, την κοκκομετρία, το πάχος, τα χαρακτηριστικά του ρύπου και τη συγκέντρωσή του** κ.λπ.
5. Στην εδαφική ζώνη και ιδιαίτερα στη ζώνη των ριζών μεγάλες ποσότητες χημικών στοιχείων εξασθενούν και αποικοδομούνται από μικροοργανισμούς.



Γενικά για την τρωτότητα

ΓΕΛΙΚΑ ΛΙΑ ΕΠΛ ΕΒΩΛΟΓΙΑ

Σύμφωνα με τον Στουρνάρα (1996) η έννοια της τρωτότητας πρέπει να αντιμετωπίζεται σε τρία στάδια:

1. Το στάδιο της δυνητικής εισόδου του ρύπου στο υδατικό σύστημα, που συνδέεται με τις υδρογεωλογικές συνθήκες και τη συμπεριφορά του ρύπου.

2. Το στάδιο της παραμονής του ρύπου στο υδατικό σύστημα που συνδέεται με τις φυσικοχημικές ιδιότητες του ρύπου και τις υδρογεωλογικές και υδραυλικές συνθήκες του υδροφορέα.

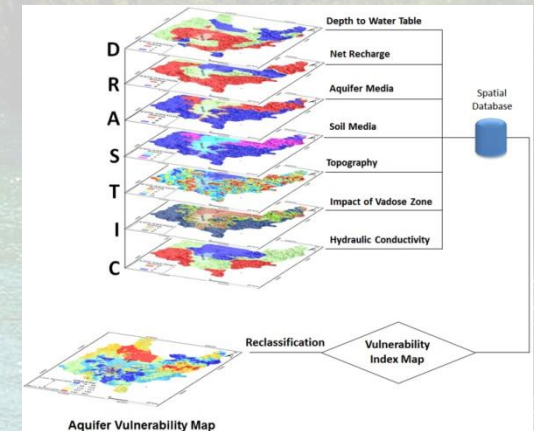
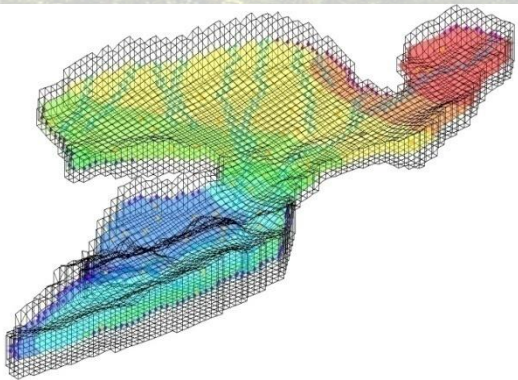
3. Το στάδιο της άφιξης του ρύπου στο υδροληπτικό έργο, αν γίνεται εκμετάλλευση του υδροφόρου ορίζοντα.

Μέθοδοι εκτίμησης της Τρωτότητας

Μεθοδοι εκτιμησης της τρωτοτητας

Οι χρησιμοποιούμενες μέθοδοι για την εκτίμηση της τρωτότητας διακρίνονται σε:

- Μεθόδους βαθμονόμησης (rating methods). Περιλαμβάνουν μεθόδους δεικτών (index methods) και υβριδικές μεθόδους (hybrid methods), που συνδυάζουν μεθόδους δεικτών με στατιστικές μεθόδους.
- Στατιστικές μεθόδους (statistical methods).
- Μεθόδους προσομοίωσης (simulating models).

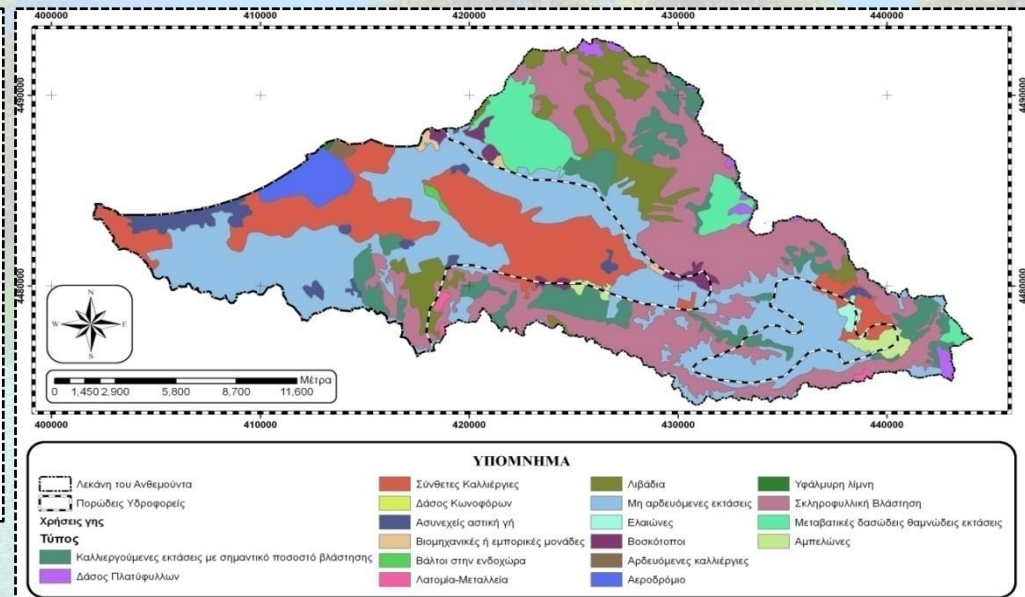
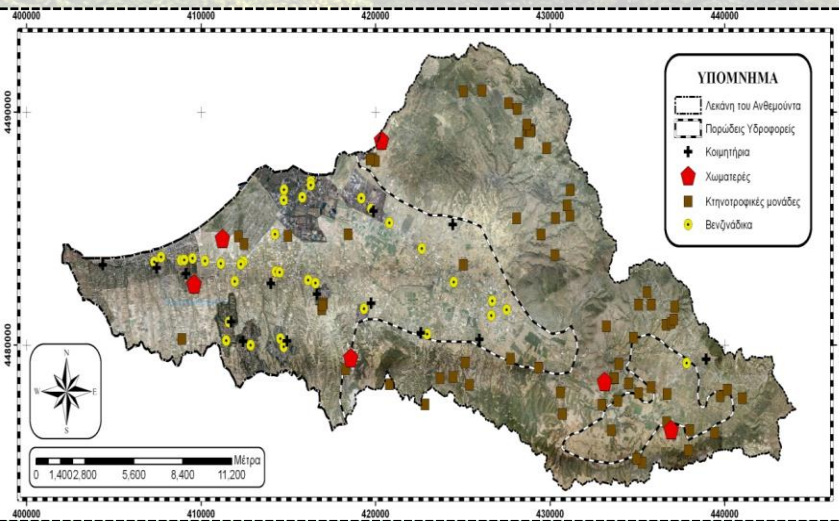


Μέθοδοι εκτίμησης της Τρωτότητας

Μεθοδολογία εκτίμησης της τρωτότητας

Οι χάρτες τρωτότητας για την κατασκευή τους απαιτούν πολλές πληροφορίες:

- Τοπογραφικά δεδομένα, κλιματικά στοιχεία, υφή εδάφους.
- Υδρογεωλογικά δεδομένα (είδος υδροφορέα, πάχος και υλικό ακόρεστης ζώνης, στάθμη υπόγειου νερού, κ.λπ.).
- Ποιοτικά δεδομένα του υπόγειου νερού.
- Χρήσεις γης.



Μέθοδοι εκτίμησης της Τρωτότητας

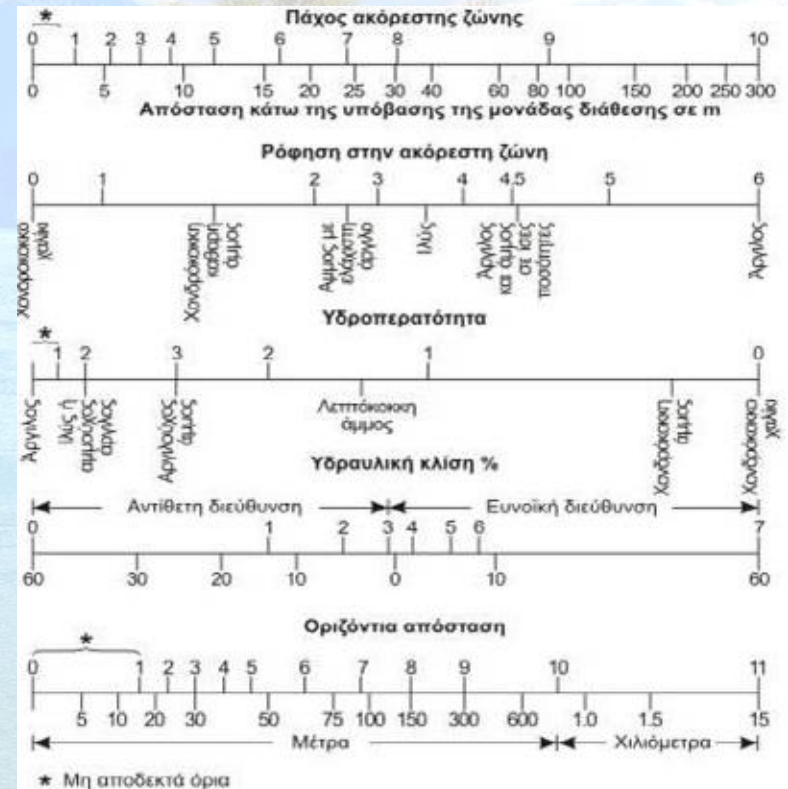
Μεθοδοι εκτιμησης της Τρωτοτητας

Ο LeGrand (1964) εισήγαγε την έννοια του δυναμικού ρύπανσης των υδροφόρων οριζόντων με κριτήρια: πάχος ακόρεστης ζώνης, υδροπερατότητα, υδραυλική κλίση της πιεζομετρικής επιφάνειας, οριζόντια απόσταση από την πηγή ρύπανσης, προσρόφηση και απορρόφηση στην ακόρεστη ζώνη.

Σύμφωνα με το διάγραμμα LeGrand, καθώς και το σύνολο της βαθμολογίας σε μια περιοχή, αυτή χαρακτηρίζεται:

- πολύ χαμηλής τρωτότητας (>12 βαθμοί).
- μέτριας τρωτότητας (8-12 βαθμοί).
- μεγάλης τρωτότητας (4-8 βαθμοί).
- πολύ μεγάλης τρωτότητας (<4 βαθμοί).

Εικ.7.1: Βαθμονόμηση για την εκτίμηση της τρωτότητας ελεύθερων αλλουβιακών υδροφορέων.



Μέθοδοι εκτίμησης της Τρωτότητας

Μεθοδολογία DRΑSTIC

Η μεθοδολογία DRΑSTIC (Aller et al., 1987) ανήκει στις μεθόδους δεικτών και χρησιμοποιείται ευρύτατα για την εκτίμηση του κινδύνου ρύπανσης των υπόγειων νερών με βάση υδρογεωλογικές παραμέτρους. Η λέξη DRΑSTIC προκύπτει από τα ακρωνύμια των:

D (Depth) βάθος της στάθμης του υπόγειου νερού.

R (Recharge) ενεργή κατείσδυση.

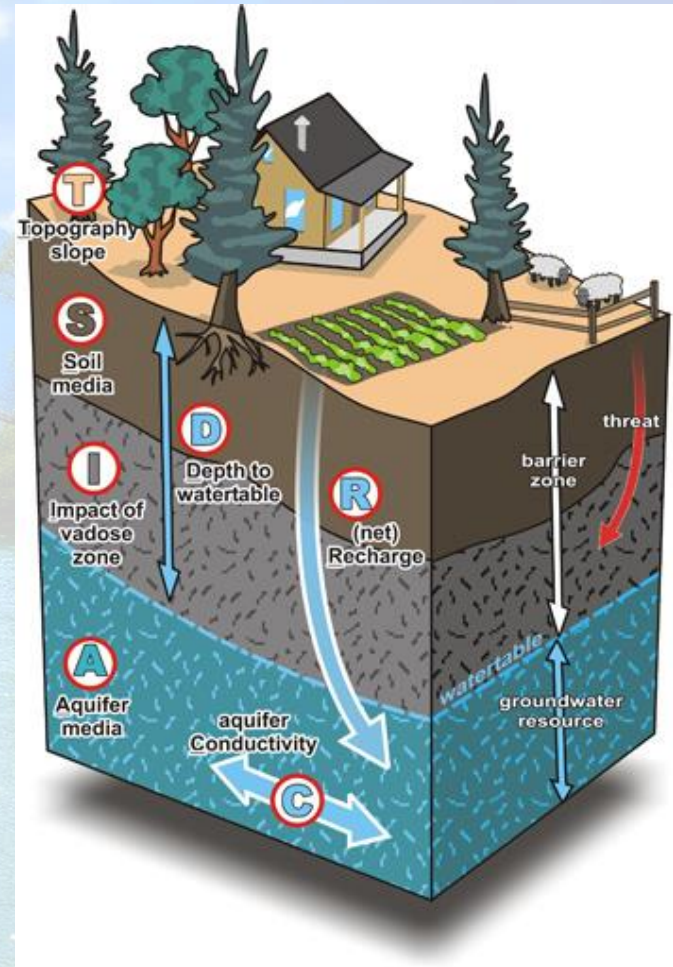
A (Aquifer) υδροφορέας.

S (Soil) έδαφος.

T (Topography) κλίση αναγλύφου.

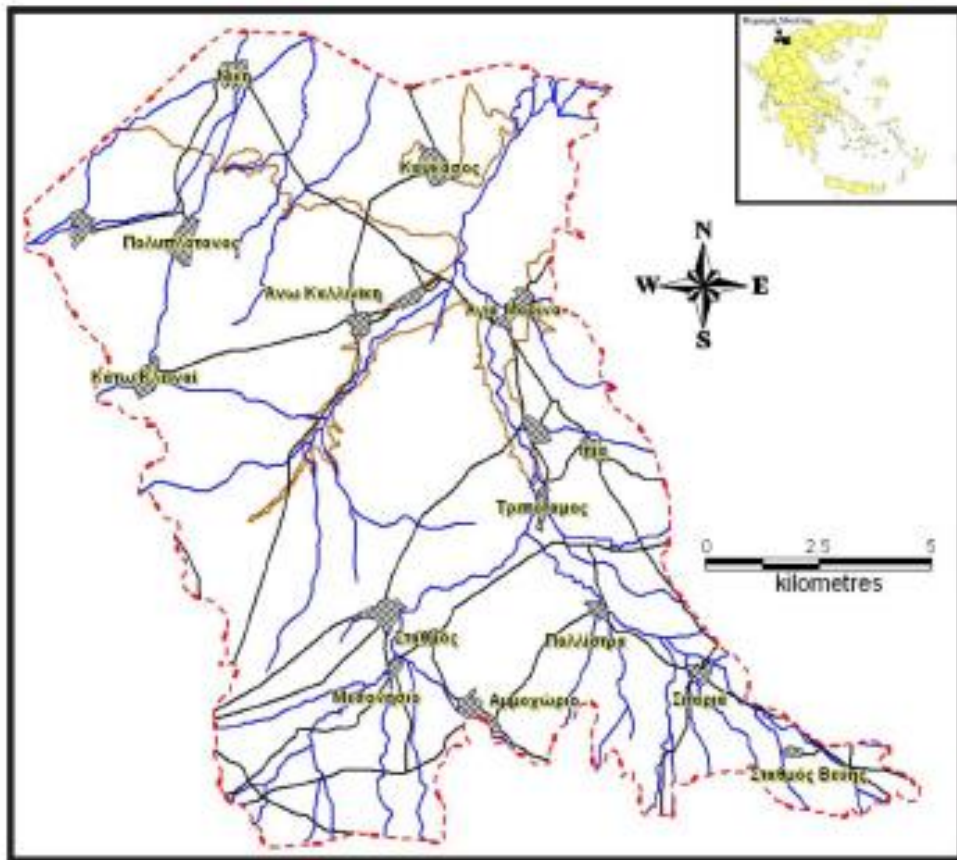
I (Impact of the vadose zone) επίδραση της ακόρεστης ζώνης.

C (Hydraulic Conductivity of the aquifer) συντελεστής υδραυλικής αγωγιμότητας ή υδροπερατότητας.



Μέθοδοι εκτίμησης της Τρωτότητας

Μεθοδοι εκτιμησης της τρωτοτητας



Η περιοχή μελέτης έχει έκταση 184,1 km², μέσο υψόμετρο 622m και ήπιο ανάγλυφο.

Η πεδιάδα της Φλώρινας περιβάλλεται από τρεις σημαντικούς ορεινούς όγκους Βαρνούντα, Βέρνο και Βόρα και αποστραγγίζεται από πολλούς χείμαρρους, παροδικής κυρίως ροής.

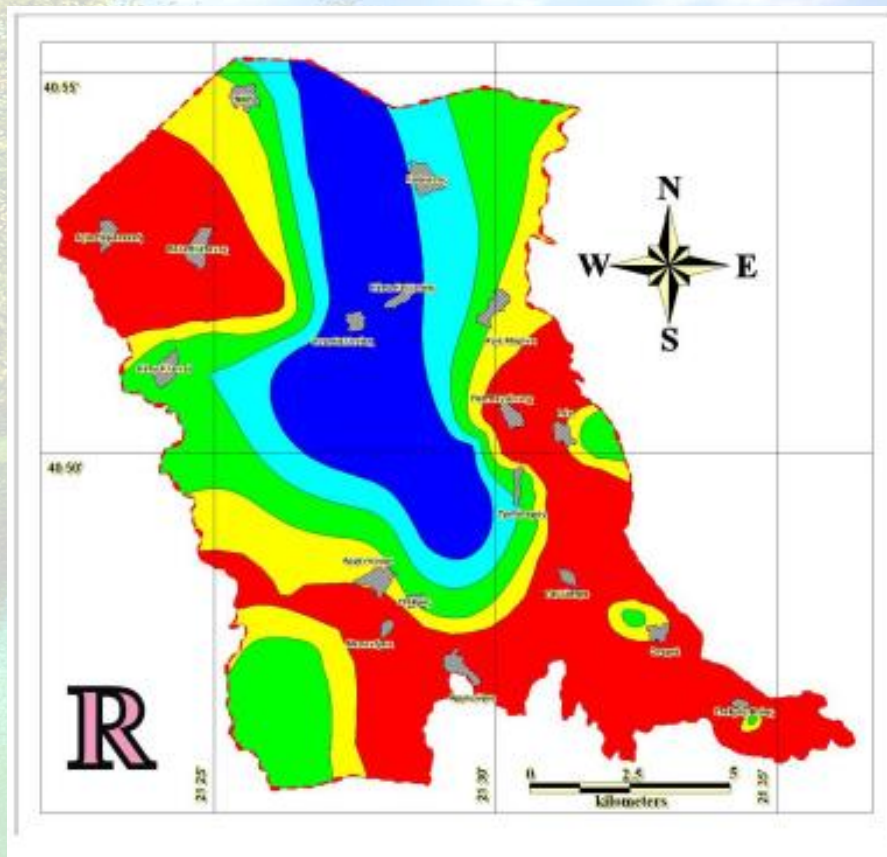
Το κλίμα της περιοχής είναι ηπειρωτικό και χαρακτηρίζεται από μια ξηρή-θερμή και μια υγρή-ψυχρή εποχή. Η μέση θερμοκρασία για την περίοδο 1973-1998 στο σταθμό της Άνω Καλλιτικής είναι 16,6°C . Η μέση ετήσια βροχόπτωση ανέρχεται σε 640 mm.

Τοπογραφικός χάρτης της περιοχής έρευνας.

Εμπλουτισμός (R)

Επιγονιζογραφικός (K)

Ο εμπλουτισμός αντιπροσωπεύει την ετήσια ποσότητα του νερού σε mm που κατεισδύει από την επιφάνεια του εδάφους στον υδροφορέα. Η μεταφορά των ρύπων από την επιφάνεια, λόγω της βροχόπτωσης που κατεισδύει στην ακόρεστη ζώνη είναι σημαντικός μηχανισμός. Στην περιοχή έρευνας η κατείσδυση κυμαίνεται από 21 έως 79mm. Η βαρύτητα της παραμέτρου εκτιμήθηκε ίση με 4 και η βαθμονόμηση έγινε ως εξής:



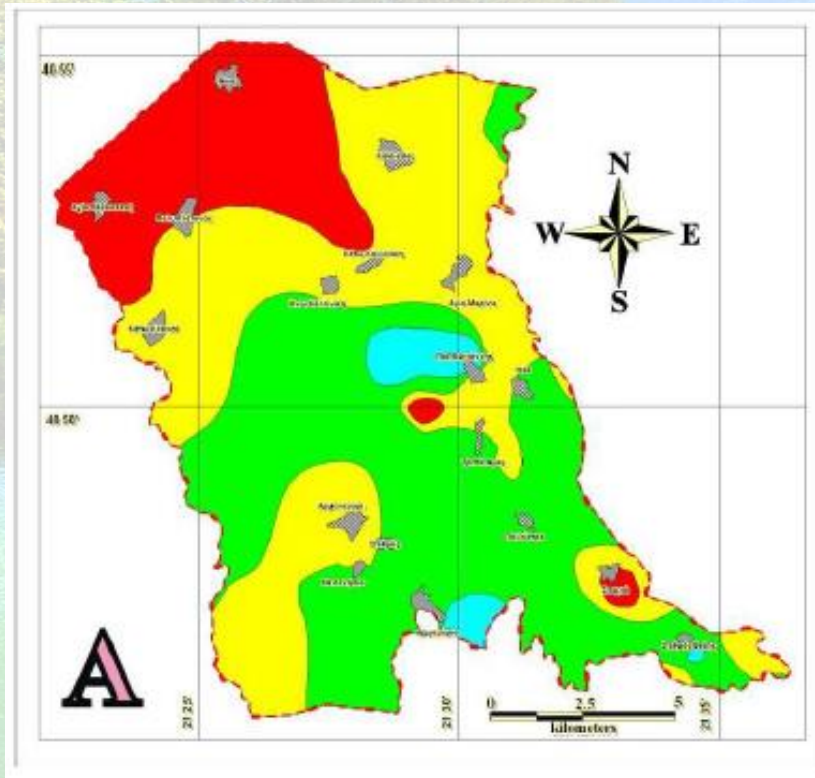
Εμπλουτισμός(mm/year)	Βαθμονόμηση	Χρωματική Διαβάθμιση
60-80	5	Red
50-60	4	Yellow
40-50	3	Green
30-40	2	Cyan
<30	1	Blue



Υδροφόρο μέσο (Α)

Λοβοφόρο Ηραο (Α)

Γενικά τα αδρομερή υλικά εμφανίζουν μεγαλύτερη υδροπερατότητα και μικρή ικανότητα εξασθένησης των ρύπων. Με βάση τη λιθολογική περιγραφή από 40 λιθολογικές τομές γεωτρήσεων της περιοχής έρευνας το υδροφόρο μέσο ταξινομήθηκε ως: κροκάλες (βαθμοί 7), χαλίκια (βαθμοί 6), χαλίκια-άμμος (βαθμοί 4) και άμμος-χαλίκια-άργιλος (βαθμοί 2). Όσο πιο χονδρόκοκκο είναι το υλικό του υδροφορέα τόσο μεγαλύτερη τιμή δόθηκε στη βαθμονόμηση, ενώ σε πιο λεπτόκοκκο υλικό του υδροφόρου δόθηκε μικρότερη τιμή. Η βαρύτητα της παραμέτρου εκτιμήθηκε ίση με 3.



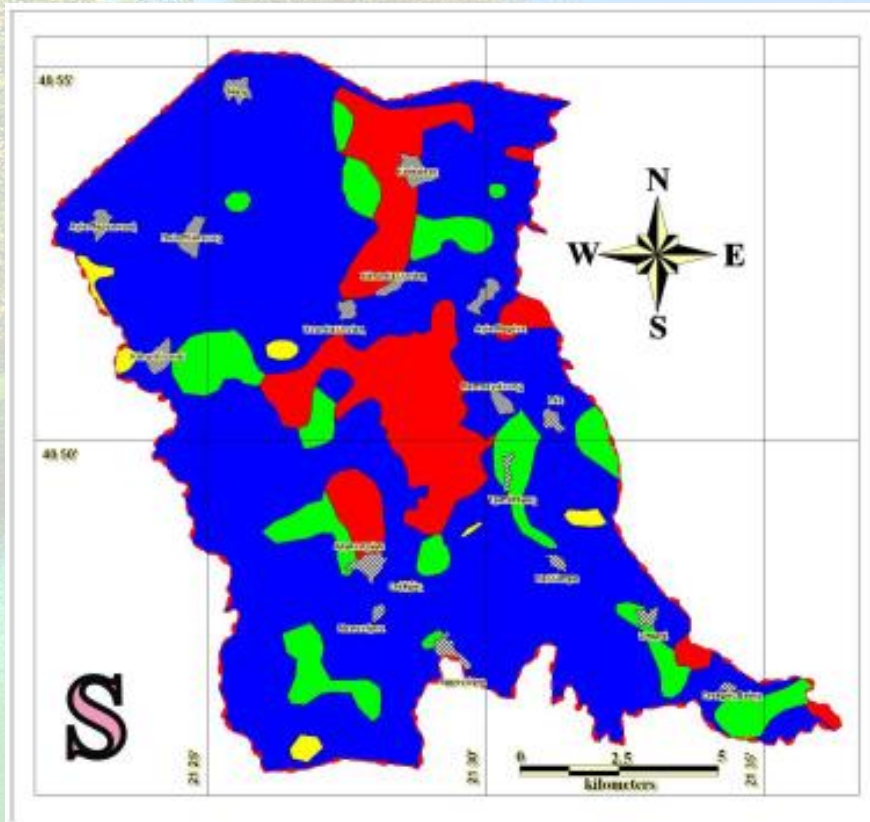
Τύπος υδροφόρου	Βαθμονόμηση	Χρωματική Διαβάθμιση
Κροκάλες-Χαλίκια	7	Red
Χαλίκια	6	Yellow
Χαλίκια-Άμμος	4	Green
Άμμος-Χαλίκια-Άργιλος	2	Cyan



Έδαφος (S)

Έδαφος (2)

Στην **εδαφική ζώνη** και ιδιαίτερα στη ζώνη των ριζών το ρυπαντικό φορτίο εξασθενεί και πολλές ουσίες αποδομούνται από μικροοργανισμούς. Στα λεπτόκοκκα υλικά δόθηκε μικρή τιμή καθώς το ρυπαντικό φορτίο εξασθενεί σε μεγαλύτερο βαθμό, ενώ τα πιο χονδρόκοκκα βαθμονομήθηκαν με μεγαλύτερη τιμή καθώς συμβάλουν σε μικρότερο βαθμό στην εξασθένηση των ρύπων. Η βαρύτητα της παραμέτρου εκτιμήθηκε ίση με 2.



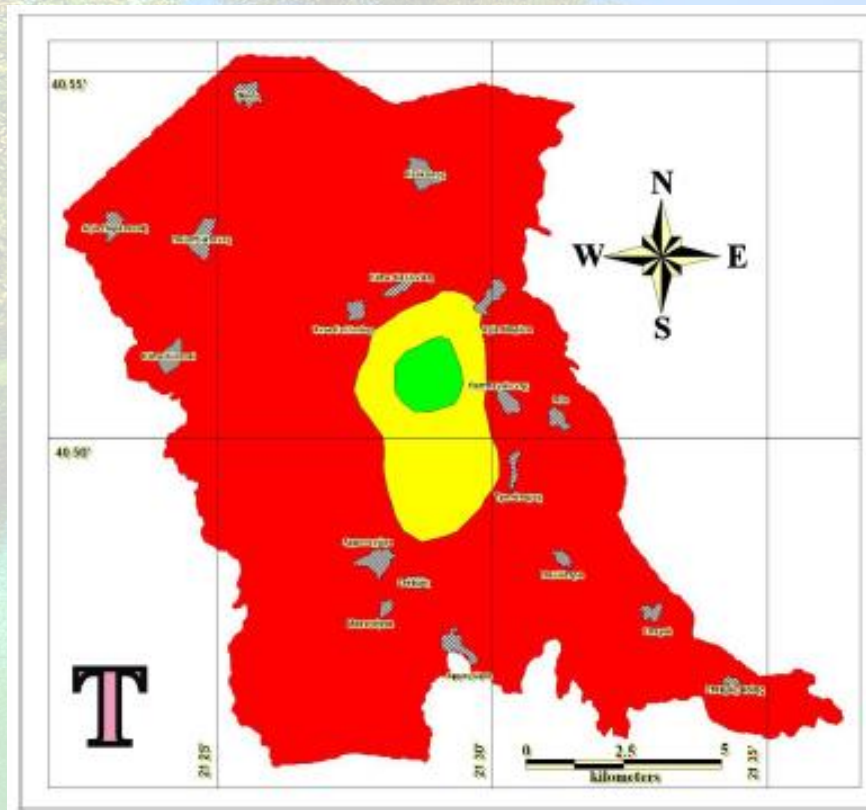
Έδαφος	Βαθμονόμηση	Χρωματική Διαβάθμιση
Αμμώδης	8	Yellow
Αμμοπηλώδης	6	Blue
Πλυοπηλώδης	4	Green
Αργιλώδης	2	Red



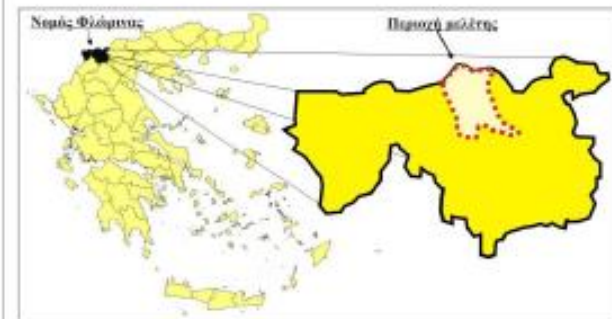
Τοπογραφία (Τ)

Γεομορφολογία (Γ)

Οι μικρές κλίσεις που ευνοούν την κατεΐσδυση σχετίζονται με υψηλή τρωτότητα, ενώ αντίθετα οι μεγάλες κλίσεις ευνοούν την επιφανειακή απορροή και σχετίζονται με μικρό δυναμικό ρύπανσης. Το ανάγλυφο της περιοχής του αλλουβιακού υδροφορέα είναι ήπιο (κλίση $<3\%$) και ο καθορισμός των κλίσεων έγινε με βάση το ψηφιακό υπόβαθρο του εδάφους (**DEM**). Οι μικρές κλίσεις βαθμονομήθηκαν με υψηλή τιμή, ενώ μεγάλες κλίσεις βαθμονομήθηκαν με χαμηλή τιμή. Η βαρύτητα της παραμέτρου εκτιμήθηκε ίση με 1.



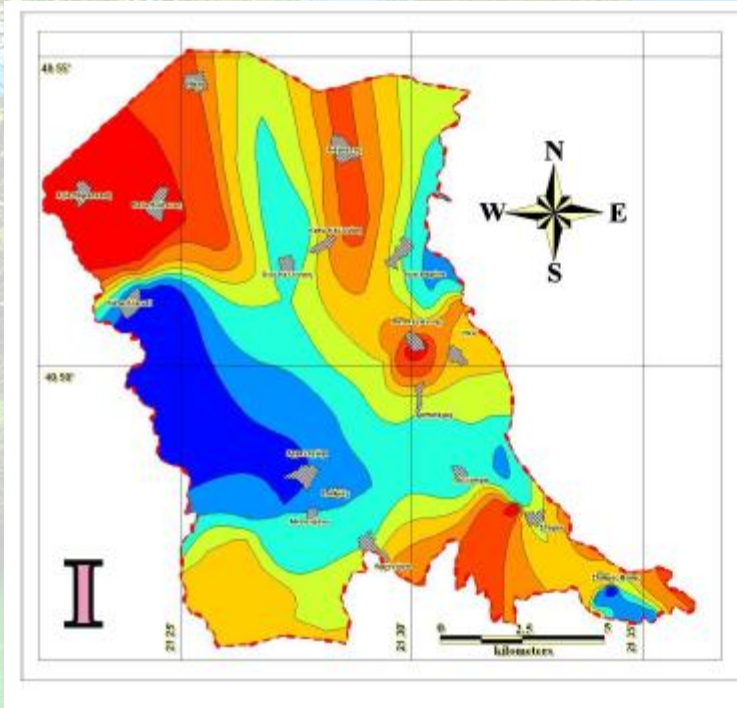
Κλίση %	Βαθμονόμηση	Χρωματική Διαβάθμιση
0-2	10	Red
2-6	9	Yellow
6-12	5	Green
12-18	3	Cyan
>18	1	Blue



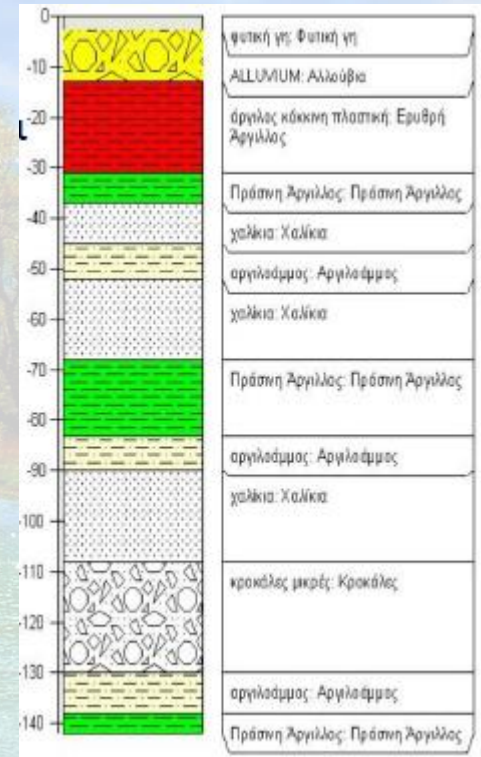
Επίδραση της ακόρεστης ζώνης (I)

Επιρροή της ακόρεστης ζώνης (I)

Τα χαρακτηριστικά της καθορίζουν τον δρόμο κίνησης και τη συγκέντρωση των ρύπων. Το μεγάλο πάχος της ακόρεστης ζώνης και η παρουσία αργιλικών ορυκτών συμβάλλουν στη μείωση του ρυπαντικού φορτίου. Η βαρύτητα της παραμέτρου εκτιμήθηκε ίση με 5 και η βαθμονόμηση έγινε ως εξής:



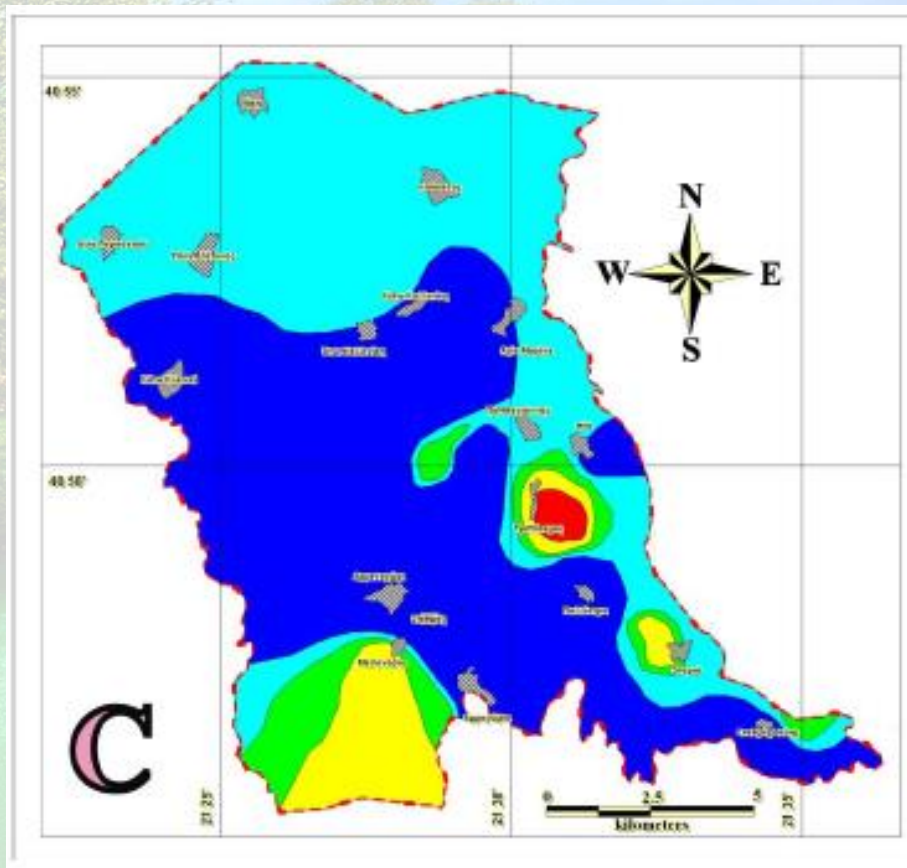
Υλικό της ακόρεστης ζώνης	Βαθμονόμηση	Χρωματική Διαβάθμιση
Κροκάλες	9	Red
Χαλίκια	8	Orange
Χαλίκια-Άμμος	7	Yellow-Orange
Άμμος-Χαλίκια	6	Yellow
Άμμος	5	Light Green
Αργίλος-Άμμος-Χαλίκια	4	Cyan
Αργίλος-Άμμος	3	Blue
Αργίλος	2	Dark Blue



Υδραυλική αγωγιμότητα (C)

Λοβαστική αλμειότητα (C)

Η υδραυλική αγωγιμότητα ελέγχει την ευκολία κίνησης του υπόγειου νερού στην κορεσμένη ζώνη και κατά συνέπεια και των ρύπων. Η υδραυλική αγωγιμότητα προσδιορίστηκε από την επεξεργασία των αντλητικών δεδομένων. Η βαρύτητα της παραμέτρου εκτιμήθηκε ίση με 3 και η βαθμονόμηση έγινε ως εξής:



Υδραυλική Αγωγιμότητα (m/day)	Βαθμονόμηση	Χρωματική Διαβάθμιση
>10	7	Red
4-10	6	Yellow
2-4	4	Green
1-2	3	Cyan
<1	2	Blue



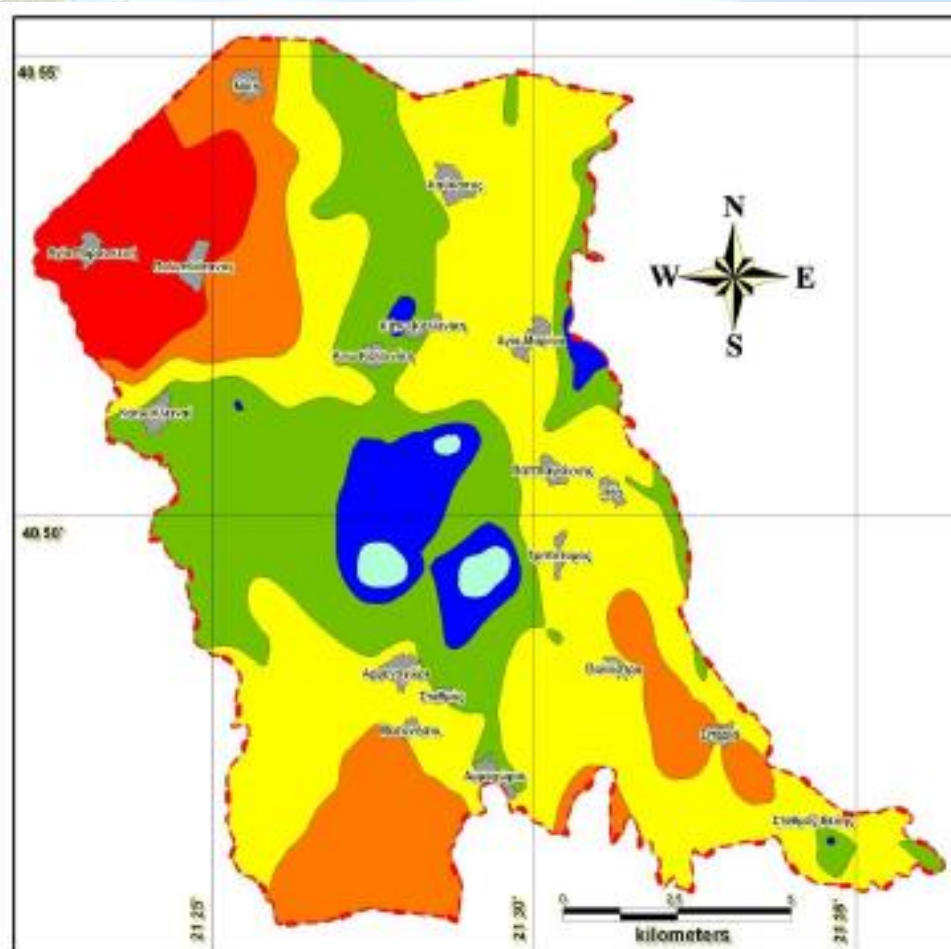
Αποτελέσματα

Υπογεωγράφα

Οι τιμές του δείκτη DRASTIC χωρίστηκαν σε 6 κλάσεις, όπως φαίνεται στο υπόμνημα του χάρτη. Με βάση τις τιμές του δείκτη DRASTIC, όπως προέκυψε από τη σχέση:

$$DI = DrDw + RrRw + ArAw + SrSw + TrTw + Irlw + CrCw$$

Κατασκευάστηκε η Φύση του υδρ. ΒΔ/κό τ. υπόγειο ενώ ο τ. του υδρ. σημαίνει ευάλωτο



ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΤΗΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

VII	VI	VIII	LM	L	VL	Τιμές της DRASTIC
						>160
						140-160
						120-140
						100-120
						80-100
						<80

VII = Πολύ Υψηλή
 VI = Υψηλή
 VIII = Μέση Υψηλή
 LM = Χαμηλή-Μέση
 L = Χαμηλή
 VL = Πολύ Χαμηλή

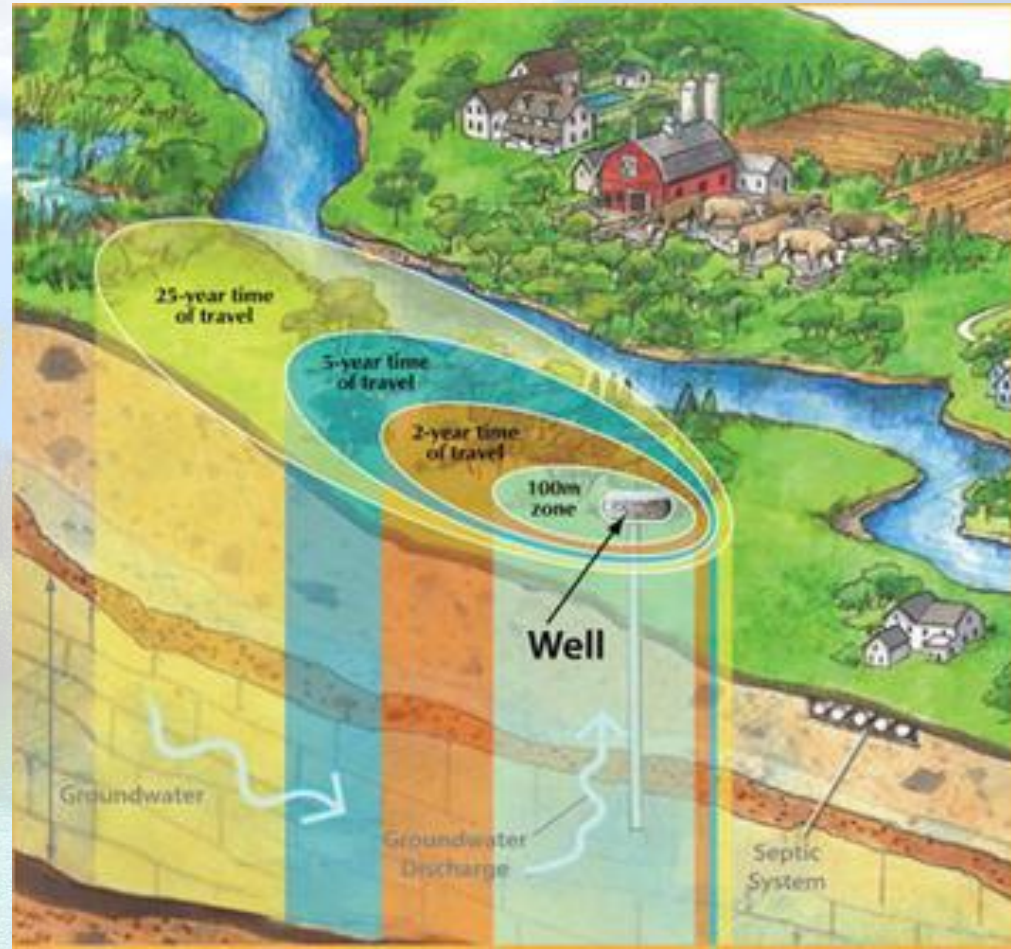


λεκάνης ύφανση εται στο μης του ήμα του, ό τμήμα μικό δεν λιγότερο

Μέθοδοι εκτίμησης της Τρωτότητας

Μεθοδοι εκτιμησης της τρωτοτητας

Σε κάθε υδροληπτικό έργο καθορίζεται μια **περίμετρος προστασίας** για την ποιοτική προστασία του υπό εκμετάλλευση υδροφόρου ορίζοντα. Τα κριτήρια καθορισμού της περιμέτρου προστασίας ποικίλλουν από χώρα σε χώρα, ανάλογα με τους κανόνες υγιεινής, τα πρότυπα ποσιμότητας κ.λπ. και περιλαμβάνουν ένα κατάλογο από απαγορευτικές ανθρώπινες δραστηριότητες που μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα των υπόγειων νερών. Οι επιπτώσεις των διαφόρων πηγών ρύπανσης εξαρτώνται από την απόσταση από το υδροληπτικό έργο, τις ιδιότητες του ρύπου, καθώς και τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του υδροφόρου ορίζοντα και τη φύση των υλικών πάνω από αυτόν.



Συμπεράσματα – Χρησιμότητα Χάρτη Τρωτότητας

Συμπέρασμα – χρησιμότητα χάρτη τρωτότητας

- 1)** Υψηλή τρωτότητα (>160) εμφανίζεται στο ΒΔ/κό τμήμα του υδροφορέα και σχετίζεται κυρίως με το μικρό βάθος της στάθμης του υπόγειου νερού. Ο τομέας μέσης τρωτότητας (120-140) καλύπτει το Ανατολικό τμήμα του, ενώ ο τομέας χαμηλής τρωτότητας (80-100) καταλαμβάνει μικρή έκταση στο κεντρικό τμήμα του υδροφορέα.
- 2)** Ο χάρτης τρωτότητας μπορεί να αποτελέσει πολύτιμο εργαλείο στους φορείς της δημόσιας διοίκησης και της τοπικής αυτοδιοίκησης που χαράσσουν πολιτική στον τομέα των υδάτων.
- 3)** Με βάση τον χάρτη τρωτότητας μπορεί να γίνει ο βέλτιστος χωροταξικός σχεδιασμός για την προστασία των υπόγειων νερών από την εξωτερική ρύπανση, καθώς επίσης και χάραξη ζωνών προστασίας των υδροληπτικών έργων.

Ζώνες Προστασίας

1. Ζώνη προστασίας I (άμεσης προστασίας ή απαγορευμένη ζώνη)

Η ζώνη αυτή προφυλάσσει τον άμεσο χώρο γύρω από το υδροληπτικό έργο από κάθε μορφή επίδρασης που μπορεί να προκύψει από επιφανειακούς παράγοντες. Στην περίπτωση γεώτρησης περιλαμβάνει τον χώρο γύρω της σε ακτίνα **10-30 m**. Στην περίπτωση πηγής περιλαμβάνει τις εγκαταστάσεις, την πλησιέστερη περιοχή ανάντη αυτής (>20 m) και τον χώρο κατόντη (2-5 m).

Στη ζώνη I απαγορεύονται οι δραστηριότητες που αναφέρονται στις υποζώνες IIA, IIB, IIIA και IIIB, καθώς επίσης και η **κυκλοφορία οχημάτων, κάθε γεωργική δραστηριότητα και κάθε δραστηριότητα που επιδρά στον εδαφικό ορίζοντα και στην ακόρεστη ζώνη.**

2. Ζώνη προστασίας II (ζώνη μικροβιολογικής προστασίας ή ζώνη 50 ημερών)

Η ζώνη αυτή έχει σκοπό να προφυλάξει το υδροληπτικό έργο από διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες, ιδιαίτερα από μια ενδεχόμενη μικροβιακή μόλυνση. Επειδή τα μικρόβια και ιδίως οι παθογόνοι μικροοργανισμοί έχουν χρόνο ζωής στον υδροφόρο ορίζοντα περίπου **50 ημέρες**, ονομάζεται ζώνη μικροβιολογικής προστασίας ή ζώνη 50 ημερών.

Ζώνες Προστασίας

Ζώνες Προστασίας

- Υποζώνη IIA

Επεκτείνεται από τα όρια της ζώνης I μέχρι την ισόχρονη γραμμή των 10 ημερών. Η απόσταση αυτή πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 100 m, ανάντη του υδροληπτικού έργου. Εκατέρωθεν της γεώτρησης επεκτείνεται μέχρι τα όρια της ακτίνας επίδρασης της γεώτρησης, χωρίς να υπερβαίνει τα όρια της ζώνης ανάκτησης.

Στην υποζώνη αυτή απαγορεύονται οι δραστηριότητες που αναφέρονται στις υποζώνες IIB, IIIA και IIIB, καθώς και κάθε γεωργική και κατασκευαστική δραστηριότητα.

- Υποζώνη IIB

Επεκτείνεται από τα όρια της ισόχρονης γραμμής των 10 ημερών μέχρι τα όρια της ισόχρονης γραμμής των 50 ημερών. Στην υποζώνη αυτή απαγορεύεται κυρίως ότι αναφέρεται στις υποζώνες IIIA και IIIB, καθώς επίσης και οι ακόλουθες δραστηριότητες: εγκατάσταση εργοστασίων, δημιουργία χώρων αναψυχής, βοσκή ζώων, μεταλλευτικά έργα και εκρήξεις, εγκατάσταση ιχθυοτροφείων, μεταφορά ραδιενεργών υλικών και ρύπων, δημιουργία λατομείων, αποθήκευση ορυκτελαίων και δομικών υλικών, χρησιμοποίηση λιπασμάτων, ανάπτυξη έργων υποδομής με παρεμβάσεις στο έδαφος κ.λπ.

Ζώνες Προστασίας

3. Ζώνη προστασίας III (ζώνη χημικής προστασίας ή επιτηρούμενη ζώνη)

Καλύπτει την απομακρυσμένη περιοχή τροφοδοσίας της γεώτρησης και περιβάλλει τη ζώνη II. Η ζώνη αυτή έχει σκοπό να προστατεύσει τον υδροφόρο ορίζοντα από χημικές ουσίες και ραδιενεργά απόβλητα. Σε συνθήκες σταθερής ροής η ζώνη αυτή ταυτίζεται με τη ζώνη ανάκτησης.

- Υποζώνη IIIA

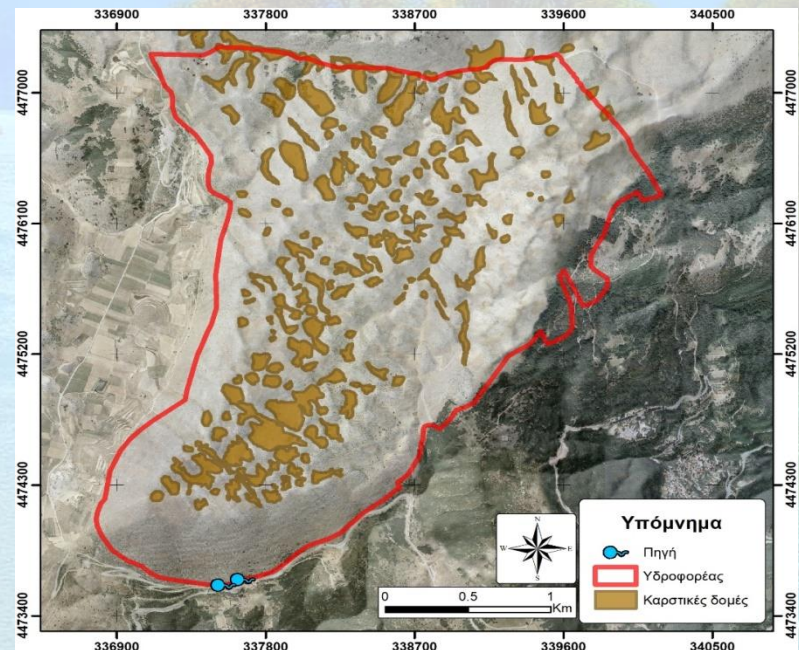
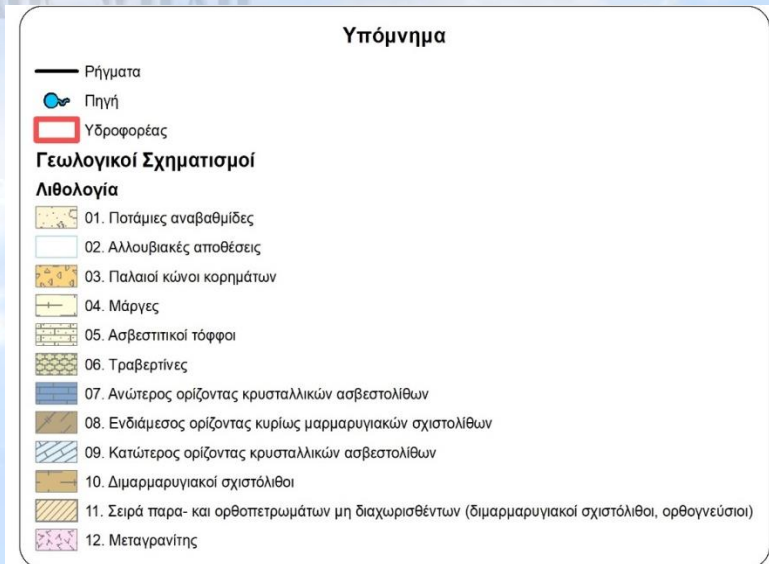
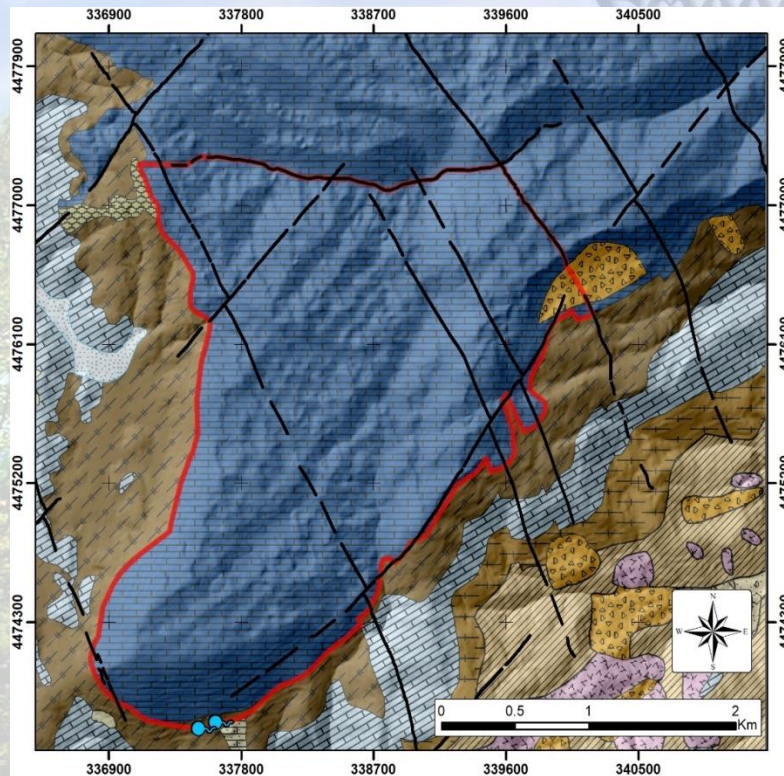
Επεκτείνεται σε απόσταση **μέχρι 2000 m** από το υδροληπτικό έργο. Όταν η ταχύτητα του υπόγειου νερού είναι μεγαλύτερη από 10 m/day και προκύπτει μεγάλη ακτίνα για τη ζώνη II, θα πρέπει η υποζώνη IIIA να καλύπτει τα όρια της ισόχρονης γραμμής των 50 ημερών.

Στην υποζώνη αυτή απαγορεύεται η εγκατάσταση: **κτηνοτροφικών μονάδων, διύλιστηρίων, χώρων υγειονομικής ταφής απορριμμάτων, νεκροταφείων, χώρων διάθεσης λυμάτων και αποβλήτων, βιομηχανιών εφόσον τα απόβλητά τους δεν απορρίπτονται εκτός της υποζώνης IIIA και τέλος η χρήση φυτοφαρμάκων, εντομοκτόνων και λιπασμάτων.**

- Υποζώνη IIIB

Επεκτείνεται μέχρι τα όρια του υπόγειου υδροκρίτη. Στην υποζώνη αυτή απαγορεύεται η εγκατάσταση **εργοστασίων που αποβάλλουν ραδιενεργές ουσίες, χημικών και μεταλλευτικών εργοστασίων, πυρηνικών αντιδραστηρίων και ελαιοτριβείων. Επίσης απαγορεύεται η διάθεση στο έδαφος τοξικών ουσιών, φυτοφαρμάκων, εντομοκτόνων, φαινολών κ.λπ., καθώς και η μεταφορά ουσιών που ρυπαίνουν.** Η απόσταση των ορίων IIIA/IIIB δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 1000 m.

Ζωοδόχος πηγή

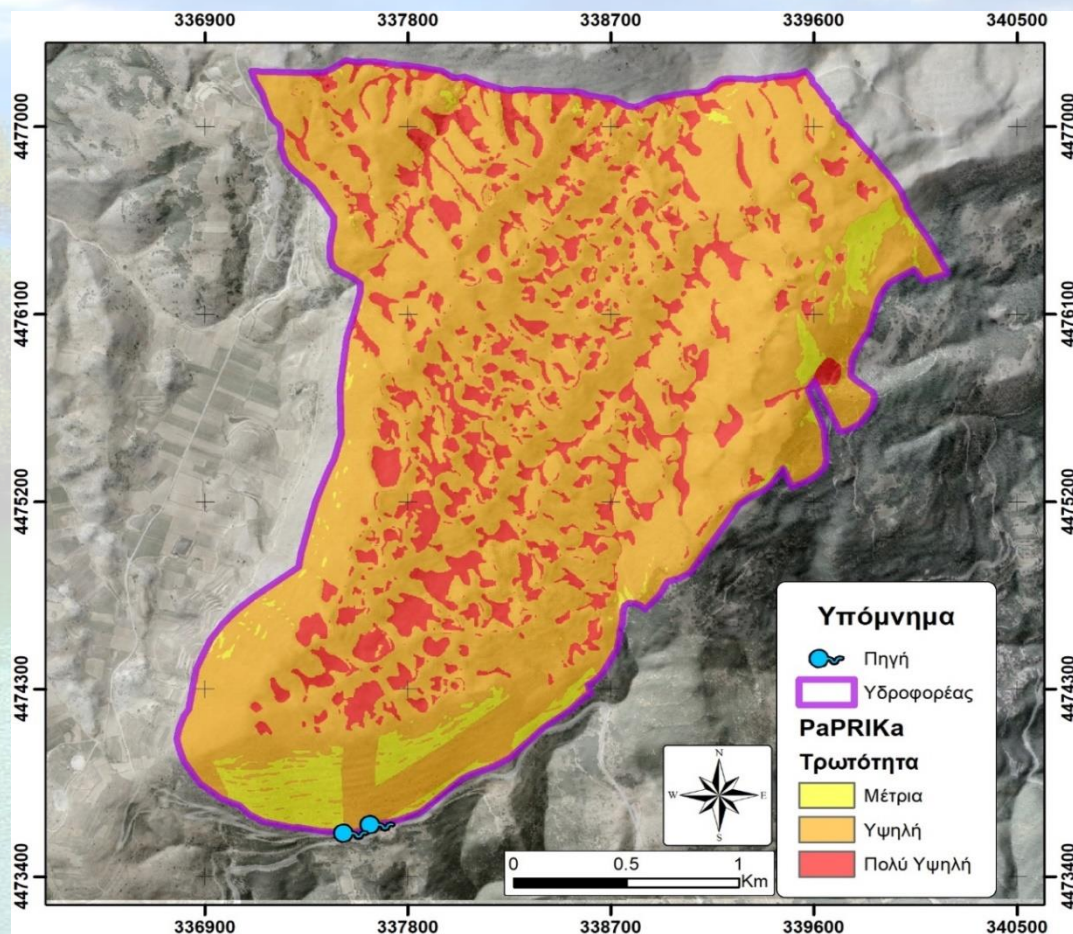
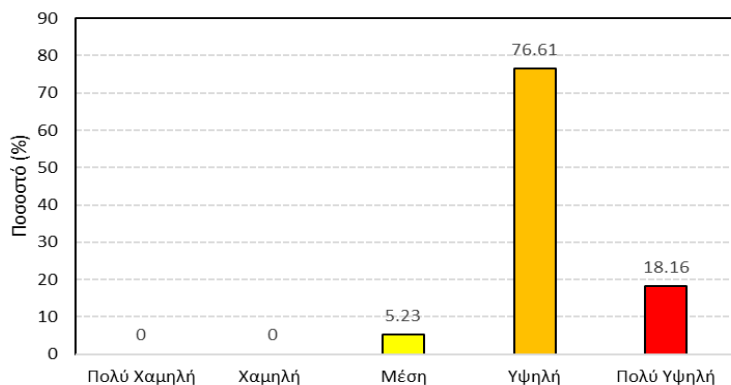


Ισοζύγιο υδροφορέα – Τρωτότητα – Ζωοδόχος Πηγή

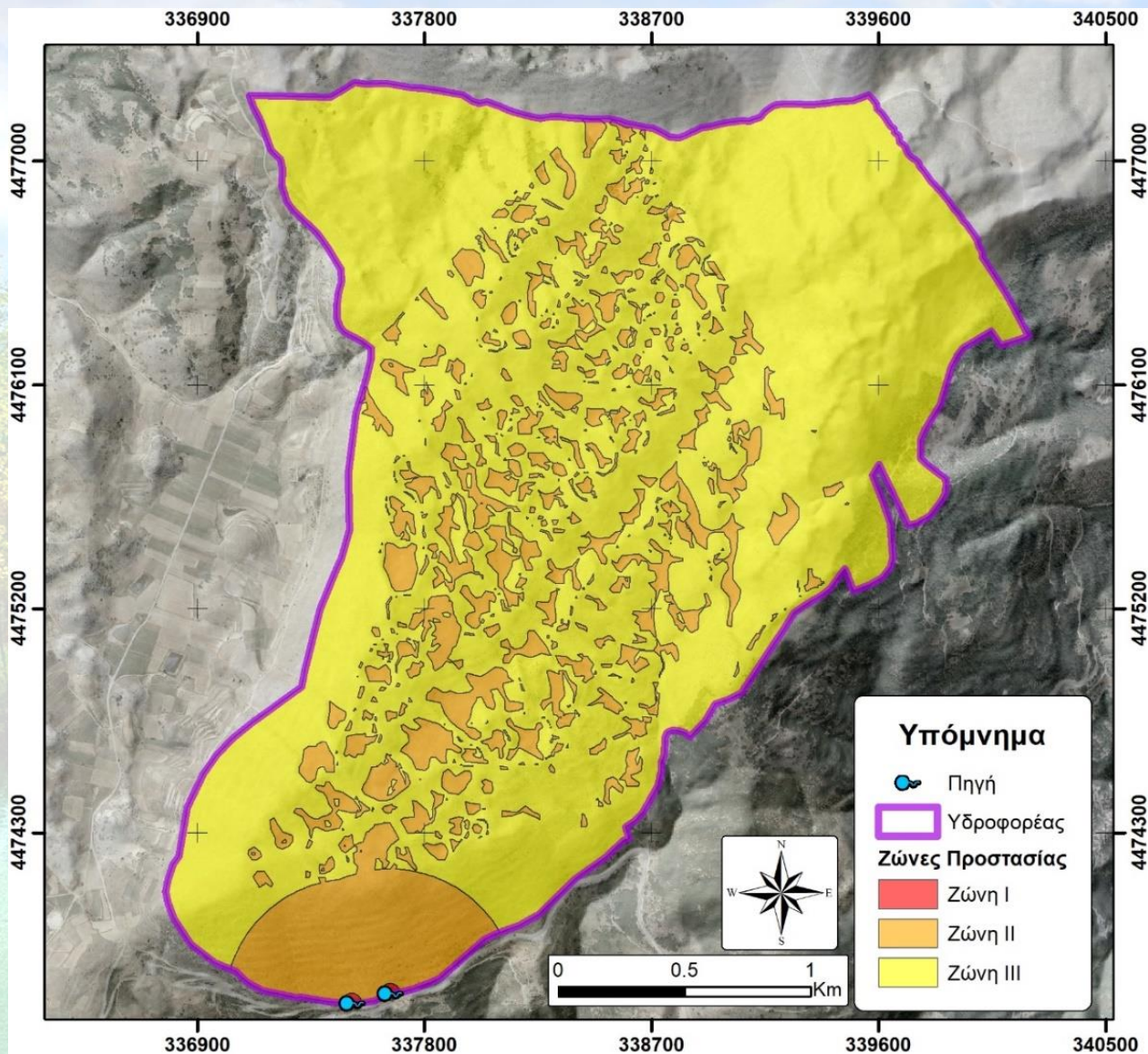
Παράμετρος	Penman		Thornthwaite-Mather	
	mm	%	mm	%
Εξατμισοδιαπνοή (E _r)	586,6	52,9	404,1	36,4
Απορροή (R)	522,1	47,1	704,6	63,6
Βροχόπτωση (P)	1108,7	100	1108,7	100

Υδρολογικό έτος	Συνολική ποσότητα (m ³)
2014-2015	1.327.248
2015-2016	972.912
2016-2017	1.053.144

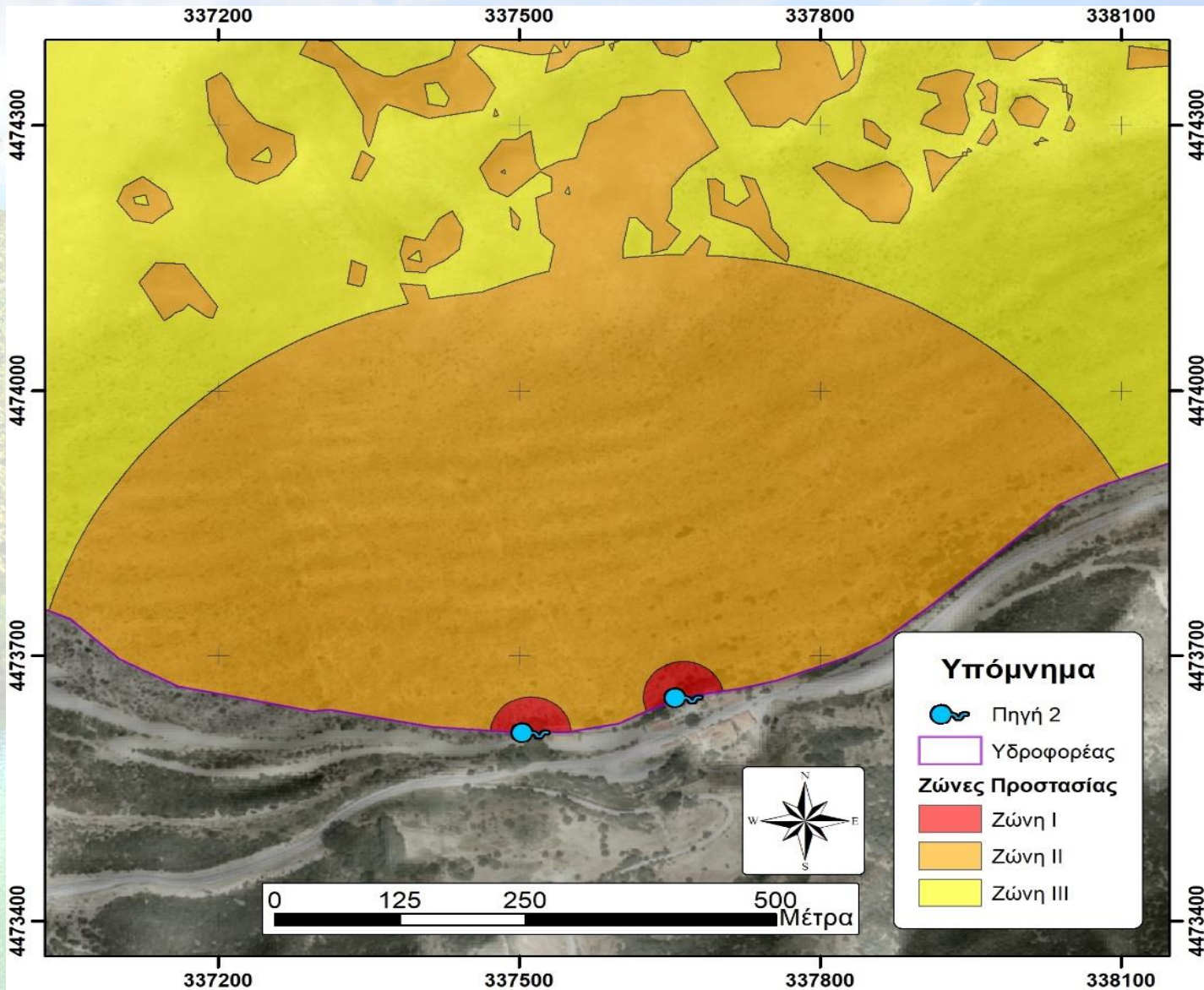
Τρωτότητα Ζωοδόχος Πηγή



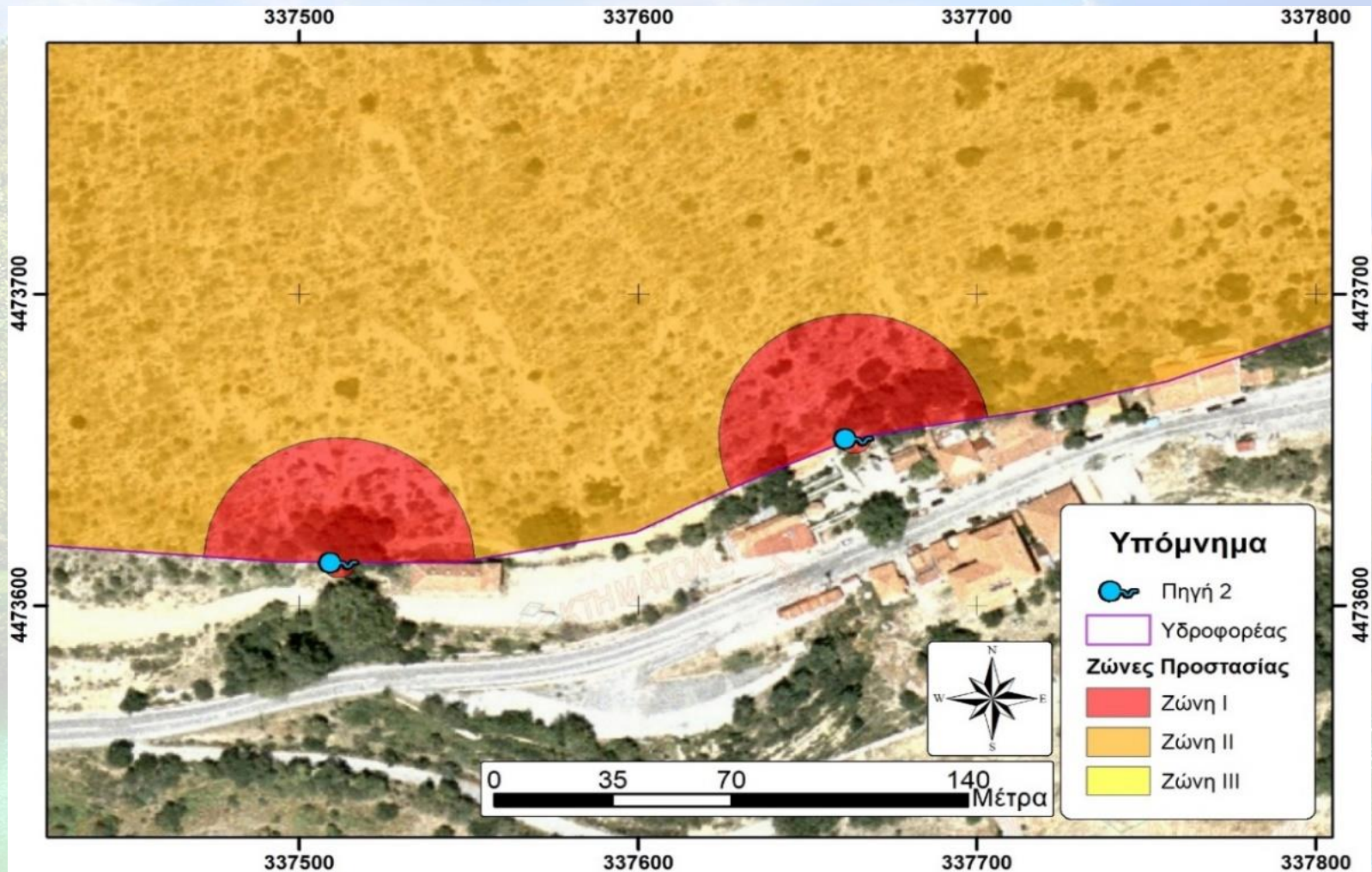
Ζώνες Προστασίας – Ζωοδόχος Πηγή



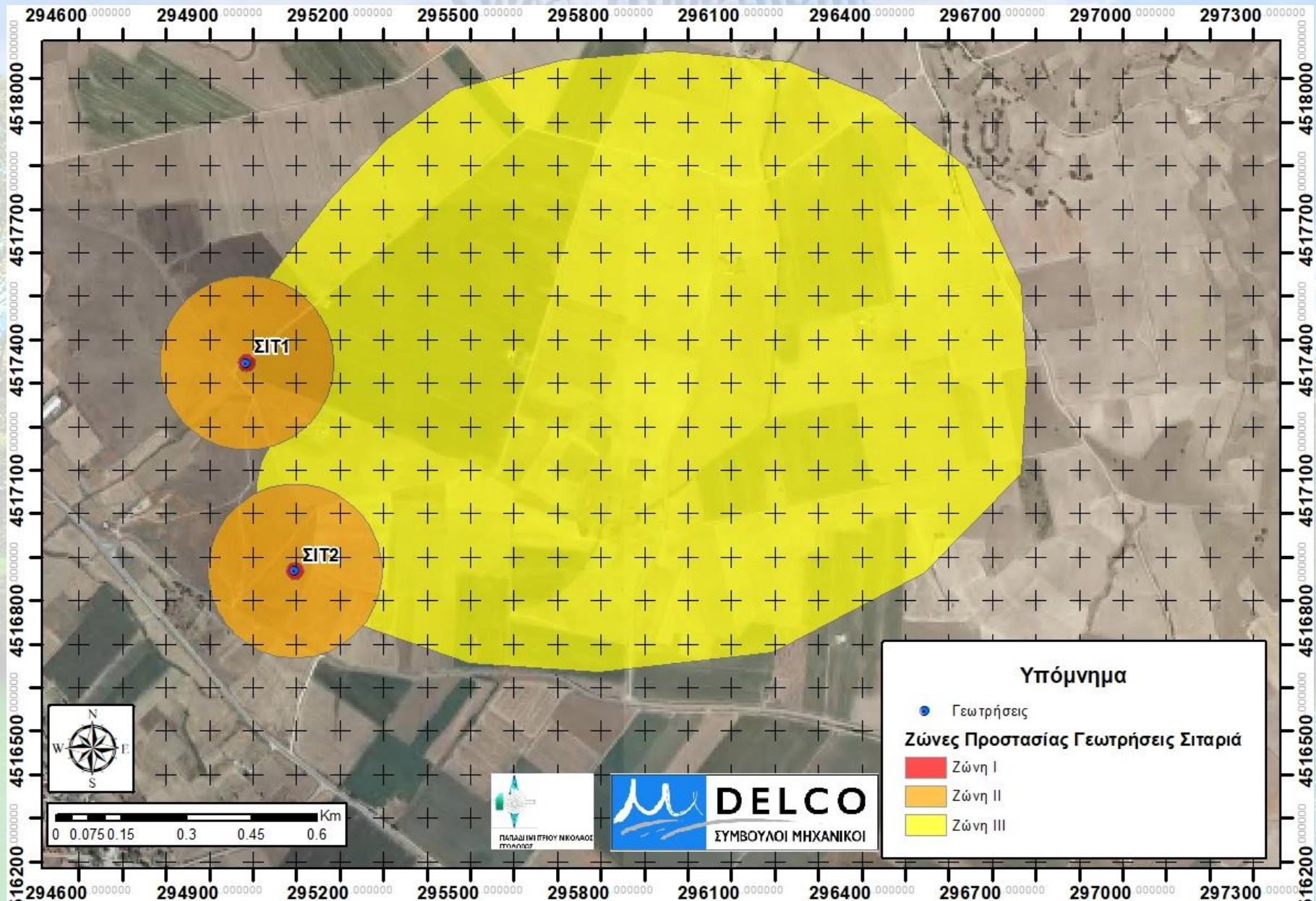
Ζώνες Προστασίας – Ζωοδόχος Πηγή



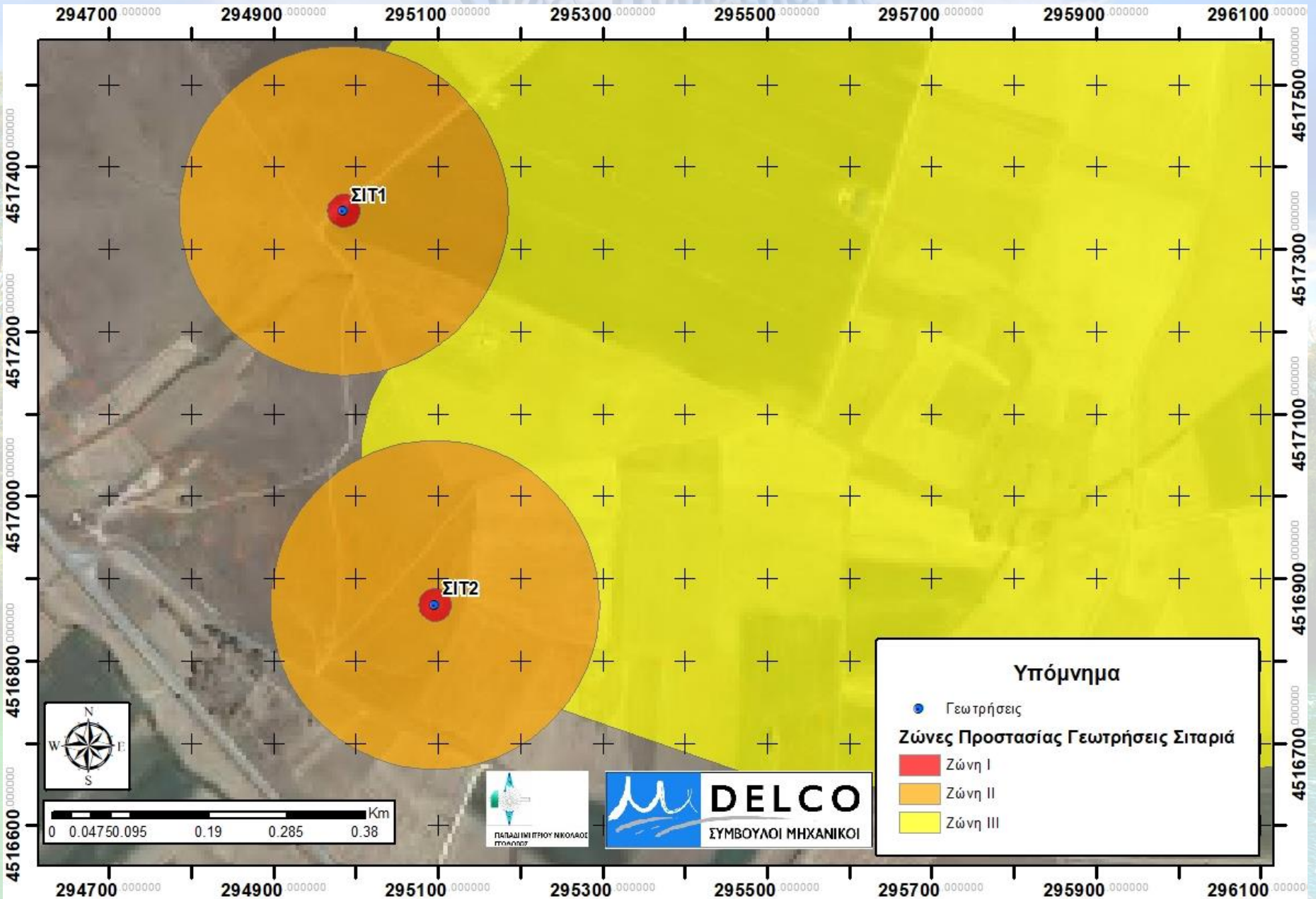
Ζώνες Προστασίας – Ζωοδόχος Πηγή



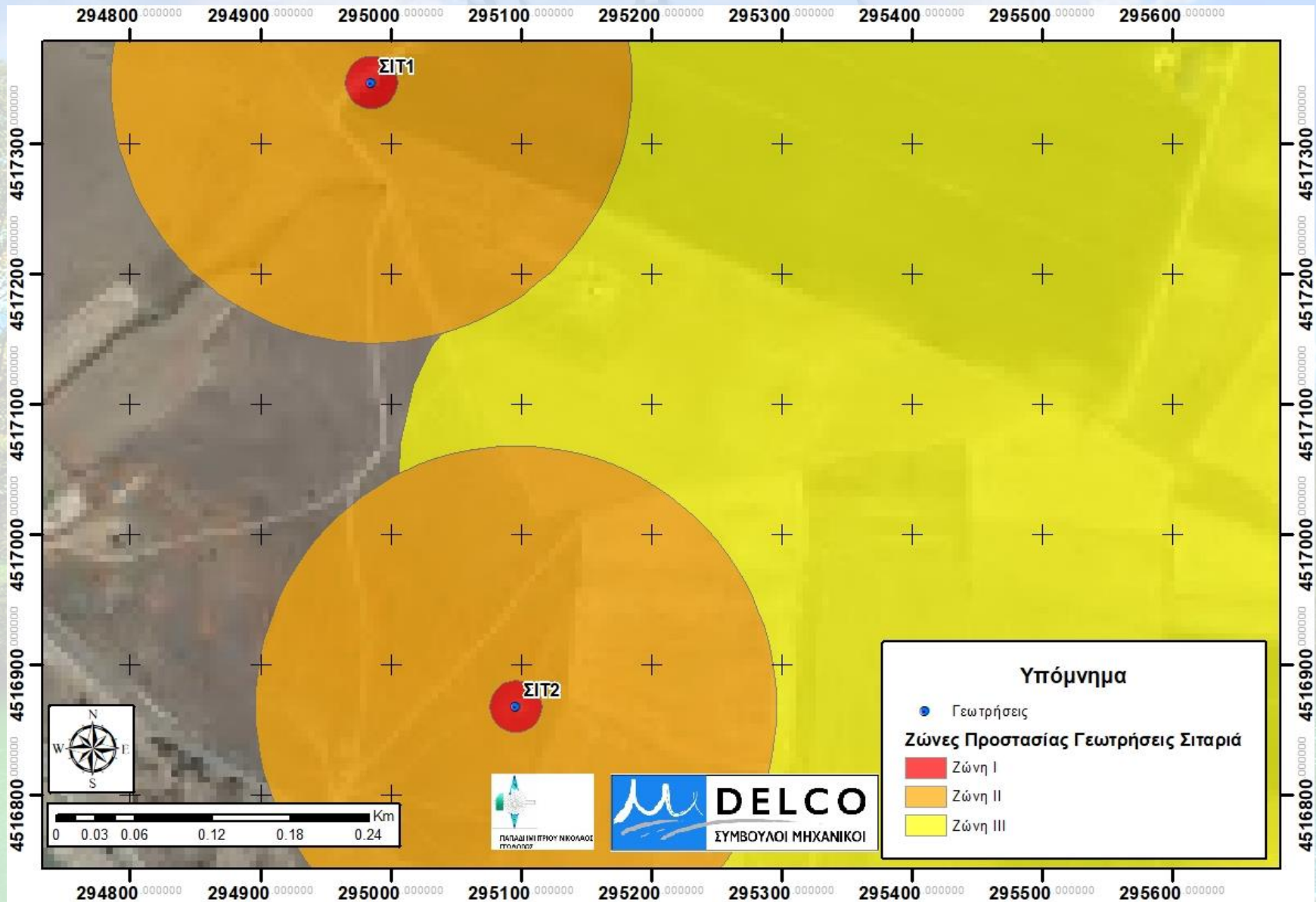
Ζώνες Προστασίας



Ζώνες Προστασίας



Ζώνες Προστασίας



Ευχαριστώ για την
ΠΡΟΣΟΧΗ σας!!

