



# Εκμετάλλευση και Προστασία των Υπόγειων Υδατικών Πόρων

## Ενότητα 9: Ζώνες προστασίας γεωτρήσεων

Αναπληρωτής Καθηγητής Νικόλαος Θεοδοσίου  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΑΠΘ



# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





# Ζώνες προστασίας γεωτρήσεων



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Ορισμοί (1/2)

## **Ζώνη επιρροής**

Ως ζώνη επιρροής μιας γεώτρησης ορίζεται η μέγιστη απόσταση στην οποία παρατηρείται διαταραχή της στάθμης του υδροφορέα λόγω της λειτουργίας της γεώτρησης.

## **Ζώνη σύλληψης**

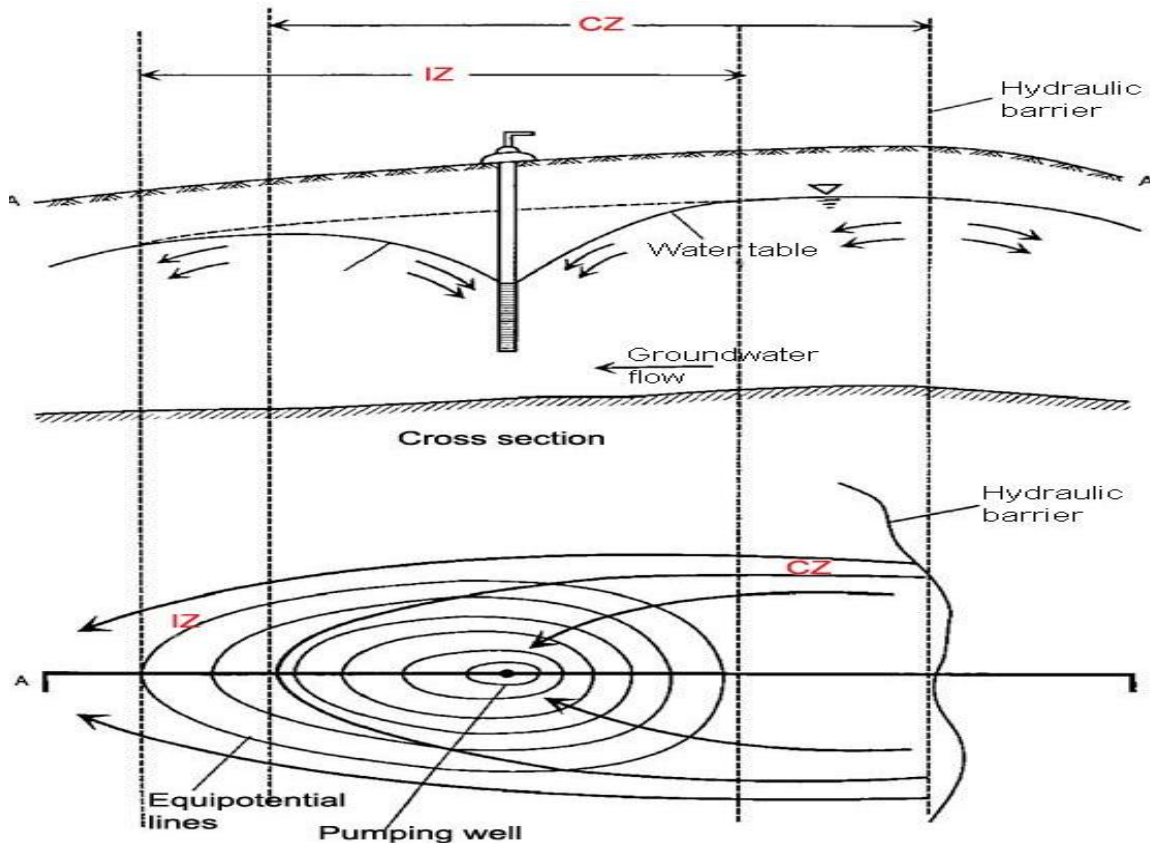
Ως ζώνη σύλληψης (ή ζώνη συνεισφοράς) μιας γεώτρησης ορίζεται η επιφανειακή ή υπόγεια περιοχή που την περιβάλλει και η οποία περιέχει νερό και ρύπους που τελικά θα καταλήξουν στην γεώτρηση και θα αντληθούν απ' αυτήν.

## **Ζώνη προστασίας**

Ως ζώνη προστασίας μιας γεώτρησης ορίζεται όλη η περιοχή που πρέπει να προστατευτεί ούτως ώστε να μη φτάνουν ρύποι σε επικίνδυνες συγκεντρώσεις στην γεώτρηση άντλησης. Η ζώνη προστασίας, έχει ως μέγιστη τιμή τη ζώνη σύλληψης .



# Ορισμοί (2/2)



Ζώνη επιρροής (IZ)

Ζώνη σύλληψης (CZ)

Εικόνα 1: Καθορισμός των διάφορων ζωνών ενός πηγαδιού.

Από: Περικλής Λατινόπουλος Προστασία και Εξυγίανση των Υπόγειων Νερών – Σημειώσεις Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Προστασία Περιβάλλοντος και Βιώσιμη Ανάπτυξη», Θεσσαλονίκη 2006, σελ. 160.



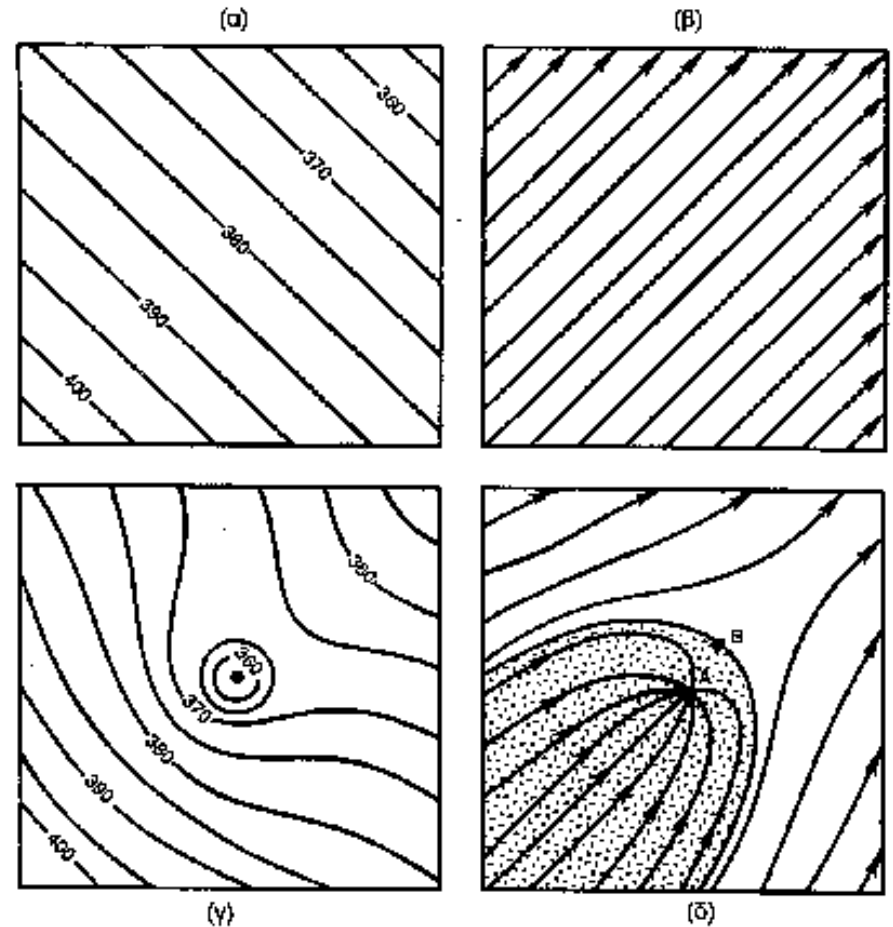
# Ζώνες σύλληψης

α και γ  
δίκτυο γραμμών δυναμικού

β και δ  
δίκτυο γραμμών ροής

Γραμμοσκιασμένη επιφάνεια – ζώνη  
σύλληψης

Σημείο Β – στάσιμο σημείο  
(stagnation point)



Εικόνα 2: Η έννοια της ζώνης σύλληψης.

Από: Περικλής Λατινόπουλος, ο.π., σελ. 155.



# Ζώνες προστασίας (1/13)

Η ζώνη προστασίας μιας γεώτρησης εξαρτάται από τα παρακάτω:

- κατανομή του υδραυλικού φορτίου και κλίση του υδροφόρου ορίζοντα.
- υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά του υδροφορέα.
- παροχή άντλησης από την υπό προστασία γεώτρηση.
- το υδραυλικό πεδίο όπως διαμορφώνεται από τις γειτονικές γεωτρήσεις.





# Ζώνες προστασίας (2/13)

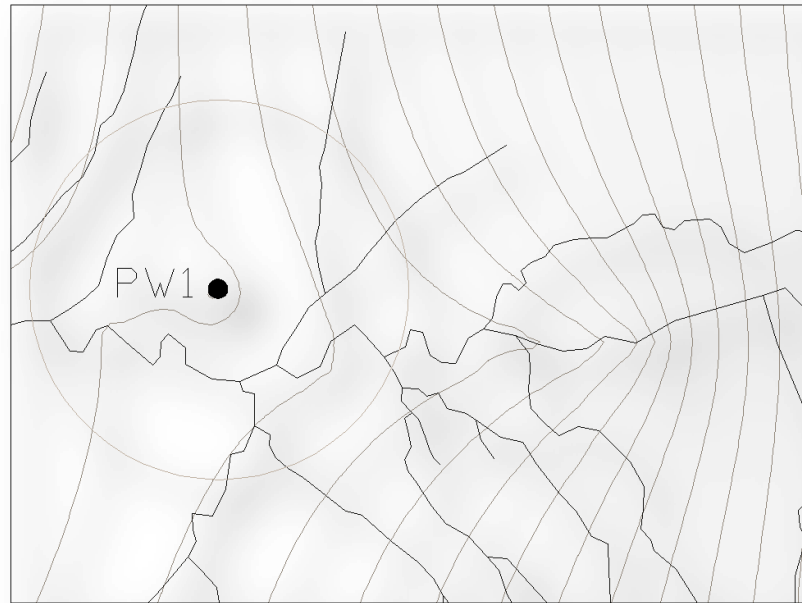
Κριτήρια οριοθέτησης ζωνών προστασίας:

- Το κριτήριο της απόστασης.
- Το κριτήριο της πτώσης στάθμης.
- Το κριτήριο του χρόνου.
- Το κριτήριο των ορίων του πεδίου ροής.
- Το κριτήριο της αφομοιωτικής ικανότητας.



# Ζώνες προστασίας (3/13)

Το κριτήριο της απόστασης είναι ο πιο άμεσος τρόπος οριοθέτησης της ζώνης προστασίας και βασίζεται στην απόσταση μεταξύ του πηγαδιού και του σημείου που εξετάζεται (π.χ. πηγή ρύπανσης). Το κριτήριο αυτό οδηγεί συνήθως στη διαμόρφωση μιας κυκλικής ζώνης στην οποία εφαρμόζονται απαγορευτικές διατάξεις. Πρόκειται για μια πρώτη και αρκετά απλουστευτική προσέγγιση της οριοθέτησης.



Εικόνα 3: Οριοθέτηση ζώνης προστασίας γεώτρησης με το κριτήριο της απόστασης.

# Ζώνες προστασίας (4/13)

**Το κριτήριο της πτώσης στάθμης** καθορίζει την έκταση στην οποία η άντληση προκαλεί πτώση στη στάθμη ενός φρεάτιου υδροφορέα ή στην πιεζομετρική επιφάνεια ενός υδροφορέα υπο πίεση. Καθορίζει τη ζώνη επιρροής και τον κώνο πτώσης στάθμης. Με την άντληση προκαλείται επιτάχυνση της κίνησης προς το πηγάδι με αποτέλεσμα η ρύπανση να φτάνει γρηγορότερα στο σημείο άντλησης.

**Το κριτήριο του χρόνου** εξαρτάται από τον μέγιστο χρόνο που απαιτείται για να φτάσει η ρύπανση στο πηγάδι. Περιλαμβάνει μεθόδους υπολογισμού της κίνησης των ρύπων και κυρίως της μεταφοράς, αν και σε περιπτώσεις μικρών ταχυτήτων ροής και οι υπόλοιποι μηχανισμοί κίνησης είναι εξίσου σημαντικοί. Το κριτήριο αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία, αφού ορισμένες φορές ο χρόνος άφιξης των ρύπων μπορεί να υπολογιστεί με μεγαλύτερη ακρίβεια από ότι οι αναμενόμενες συγκεντρώσεις.



# Ζώνες προστασίας (5/13)

## Χρόνος διάνυσης έξι μηνών:

Δίνεται έμφαση σε μικρόβια και μικροοργανισμούς καθώς και στον κίνδυνο άμεσης ρύπανσης από άλλες πηγές. Υπάρχουν ενδείξεις ότι ορισμένοι ιοί (όπως ηπατίτιδα Α) και μικροοργανισμοί μπορούν να επιβιώσουν στο υπόγειο νερό για εκτεταμένες χρονικές περιόδους. Εάν είναι δυνατό, οι πηγές αυτών των οργανισμών θα πρέπει να διατηρούνται σε απόσταση μεγαλύτερη της ζώνης που καθορίζεται από τον χρόνο διάνυσης των έξι μηνών. Επίσης, χημικά, ικανά να ρυπάνουν ένα υπόγειο υδατικό σύστημα, πρέπει να διατηρούνται σε απόσταση μεγαλύτερη από αυτήν με χρόνο διάνυσης έξι μηνών, λόγω της αδυναμίας αντίδρασης σε ένα πιθανό επεισόδιο ρύπανσης. Τέλος λόγω της πιθανότητας αλλαγής στην υδραυλική κλίση συνιστάται η ζώνη που αντιστοιχεί σε χρόνο διάνυσης έξι μηνών να έχει κυκλική μορφή με κέντρο το σημείο υδροληψίας.



# Ζώνες προστασίας (6/13)

## **Χρόνος διάνυσης μέχρι 5 έτη:**

Στο χώρο μεταξύ των ζωνών με χρόνους διάνυσης έξι μηνών και πέντε ετών, θα πρέπει να δίνεται έμφαση στην αναγνώριση και στον έλεγχο των πιθανών πηγών ρύπανσης. Θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην αποτροπή της ρύπανσης και στον περιορισμό της επικινδυνότητας. Περιοχές μέσα σε αυτή τη ζώνη θα πρέπει να ιεραρχούνται με βάση κατάλληλη ανάλυση τρωτότητας.

**Χρόνος διάνυσης μέχρι 10 έτη:** Ο χώρος μεταξύ των ζωνών με χρόνους διάνυσης 5 και 10 έτη θα πρέπει να θεωρείται ως ο χώρος αναζήτησης νερού ύδρευσης για το άμεσο μέλλον και θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ανάλογα. Η ανάλυση τρωτότητας μπορεί να βοηθήσει στην ιεράρχηση των δραστηριοτήτων στη ζώνη αυτή.



# Ζώνες προστασίας (7/13)

## Ζώνη συνεισφοράς:

Δεν πρέπει να αγνοείται το γεγονός ότι ο ορισμός ανάντι ορίου στη ζώνη διάλυσης των 10 ετών δεν εξασφαλίζει τη ζώνη προστασίας και κατ' επέκταση και την πηγή υδροληψίας από πηγές ρύπανσης που βρίσκονται εκτός, αλλά πολύ κοντά στο όριο αυτό. Για την πλήρη αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού, θα πρέπει να οριοθετείται και να αναγνωρίζεται η συμβολή και της ζώνης συνεισφοράς της πηγής υδροληψίας.



# Ζώνες προστασίας (8/13)

Μέθοδοι οριοθέτησης ζωνών προστασίας:

- Μέθοδοι καθορισμού κυκλικής περιοχής.
- Αναλυτικές μέθοδοι.
- Αριθμητικές μέθοδοι.



# Ζώνες προστασίας (9/13)

## Μέθοδοι καθορισμού κυκλικής περιοχής:

### *Πλεονεκτήματα:*

Απλότητα, χαμηλό κόστος, δεν απαιτείται μεγάλο πλήθος δεδομένων.

### *Μειονεκτήματα:*

Γενικά δεν προσομοιάζουν ικανοποιητικά το υπόγειο υδατικό σύστημα, τείνουν να υπερ-προστατεύουν την κατάντι περιοχή και υπο-προστατεύουν την ανάντι, συχνά καταλήγουν σε μεγαλύτερης έκτασης ζώνες προστασίας σε σχέση με τις άλλες μεθόδους.





# Ζώνες προστασίας (10/13)

## Αναλυτικές μέθοδοι:

### Πλεονεκτήματα:

Λαμβάνουν υπόψιν υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά του υδροφορέα, χαρακτηριστικά της υπόγειας ροής και οριακές συνθήκες, βασίζονται σε δεδομένα με τοπικό χαρακτήρα, συχνά καταλήγουν σε μικρότερης έκτασης ζώνες προστασίας σε σχέση με την προηγούμενη κατηγορία.

### Μειονεκτήματα:

Στις περισσότερες περιπτώσεις υποθέτουν ομογενή υδροφορέα, απαιτούν σημαντική εμπειρία και έχουν σχετικά μεγάλο κόστος εφαρμογής.



# Ζώνες προστασίας (11/13)

## Αριθμητικές μέθοδοι:

### Πλεονεκτήματα:

Μπορούν να ληφθούν υπόψιν σύνθετες οριακές συνθήκες καθώς και χρονικές και χωρικές μεταβολές των υδρογεωλογικών παραμέτρων, μπορούν να αξιοποιηθούν για τη διερεύνηση των επιπτώσεων διαφόρων σεναρίων διαχείρισης και ακόμα παρέχουν τη δυνατότητα τρισδιάστατης προσομοίωσης της ροής. Καταλήγουν σε πιο ακριβή οριοθέτηση της ζώνης προστασίας της οποίας η έκταση είναι συνήθως μικρότερη από αυτήν που προκύπτει από τις άλλες μεθόδους.

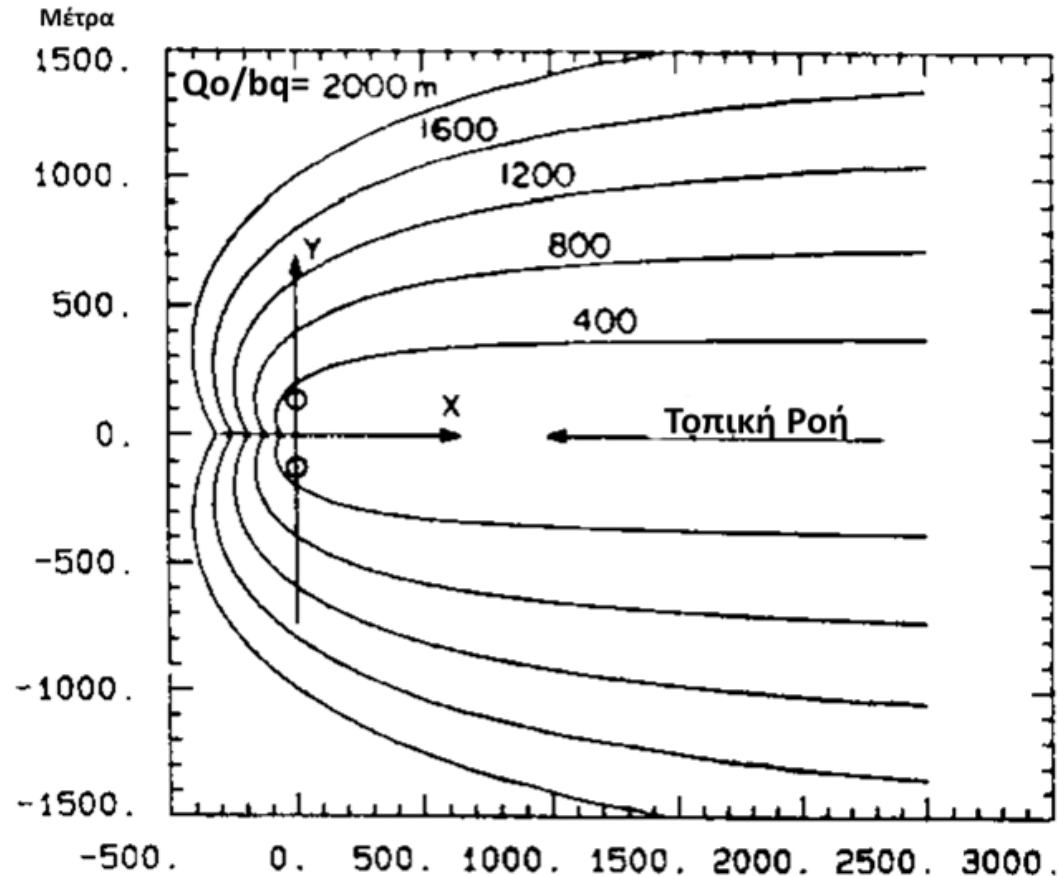
### Μειονεκτήματα:

Έχουν υψηλό κόστος σε σχέση με τις άλλες μεθόδους, απαιτούν μεγάλο πλήθος δεδομένων και πολύ μεγάλη εμπειρία στην ανάπτυξη και εφαρμογή τους.



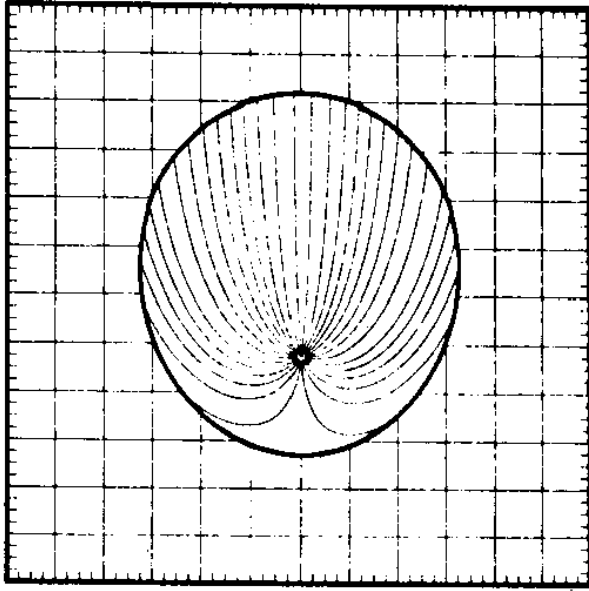
# Ζώνες προστασίας (12/13)

Η οριοθέτηση των ζωνών προστασίας βασίζεται στο πεδίο ροής του υδροφορέα

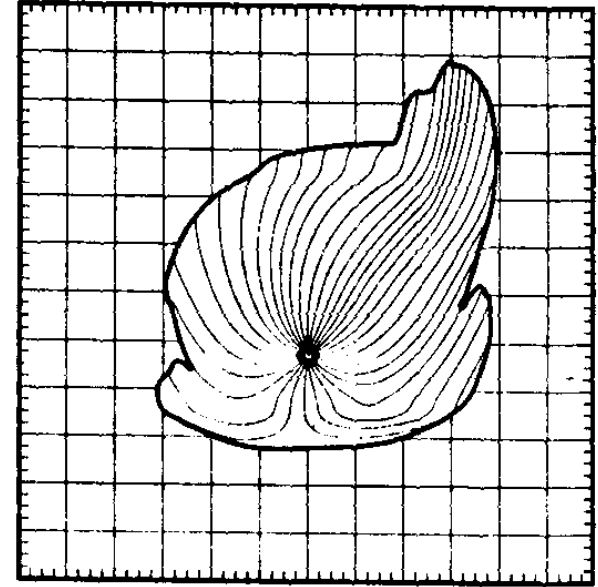


Σχήμα 1: Ζώνες σύλληψης για ένα σύστημα πηγαδιών άντλησης.

# Ζώνες προστασίας (13/13)



Σχήμα : Ζώνη προστασίας σε ομογενή υδροφόρα.



Σχήμα : Ζώνη προστασίας σε ετερογενή υδροφόρα.



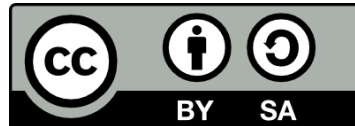
# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Νικόλαος Θεοδοσίου.  
«Εκμετάλλευση και Προστασία των Υπόγειων Υδατικών Πόρων. Ζώνες  
προστασίας γεωτρήσεων». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014. Διαθέσιμο από  
τη δικτυακή διεύθυνση: <http://eclass.auth.gr/courses/OCRS373/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

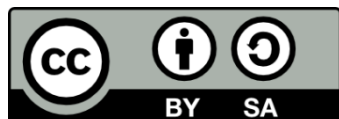
[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





# Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: <Γιάννης Αυγολούπης>  
Θεσσαλονίκη, <Χειμερινό Εξάμηνο 2014-2015>





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

---

# Σημειώματα



# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

