



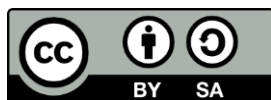
**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΕ

ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ

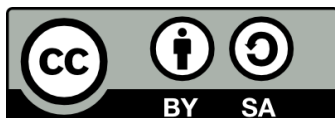
**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
κ. ΠΑΠΑΘΕΟΔΩΡΟΥ**

ΣΕΡΡΕΣ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2015



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.



Το έργο αυτό αδειοδοτείται από την Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Παρόμοια Διανομή 4.0 Διεθνές Άδεια. Για να δείτε ένα αντίγραφο της άδειας αυτής, επισκεφτείτε <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.el>.

Χρηματοδότηση

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.

Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη 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.

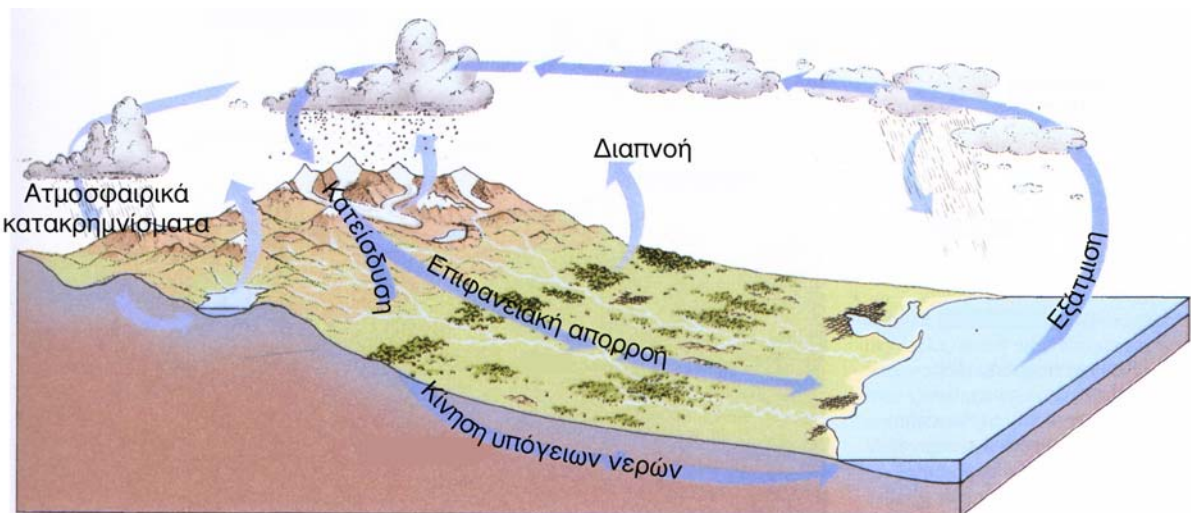


7 ΥΠΟΓΕΙΟ ΝΕΡΟ

7.1 Ο κύκλος του νερού

Το υπόγειο νερό αποτελεί μέρος του νερού της Γής το οποίο ανακυκλώνεται συνεχώς μέσω του υδρολογικού κύκλου. Το νερό στο υπέδαφος συγκεντρώνεται και κυκλοφορεί επιλεκτικά μέσα σε ορισμένους μόνο γεωλογικούς σχηματισμούς που λέγονται υδροφορείς. Οι υδροφόροι σχηματισμοί στην περίπτωση αυτή, λειτουργούν σαν αγωγοί για την κίνηση του νερού στο υπέδαφος και σαν αποθήκες για την αποθήκευσή του.

Το νερό του υπεδάφους προέρχεται από νερό της βροχής που κινείται κατακόρυφα και εισέρχεται στο έδαφος (κατείδυση). Προέρχεται επίσης από διήθηση (οριζόντια κυρίως κίνηση) του νερού που βρίσκεται στην επιφάνεια του εδάφους σε ποτάμια ή λίμνες.



Εικόνα 7-1 Ο κύκλος του νερού στη φύση.

Το υπόγειο νερό επιστρέφει στην επιφάνεια του εδάφους και στην ατμόσφαιρα μέσω των πηγών ή εξαιτίας της άντλησης και της χρησιμοποίησής του στα πλαίσια των ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Υπόγεια νερά συναντώνται σε γεωλογικούς σχηματισμούς διαφόρων τύπων. Συναντώνται τόσο σε χαλαρούς σχηματισμούς (εδάφη) όσο και σε πετρώματα διαφόρων ειδών.

Οι παράμετροι που καθορίζουν την ποσότητα και την ποιότητα του υπόγειου νερού καθώς και την ταχύτητα με την οποία αυτό κινείται στο υπέδαφος, εξαρτώνται από τα φυσικά, τα πετρογραφικά και τα γεωλογικά χαρακτηριστικά των σχηματισμών του υπεδάφους.

7.2 Πορώδες

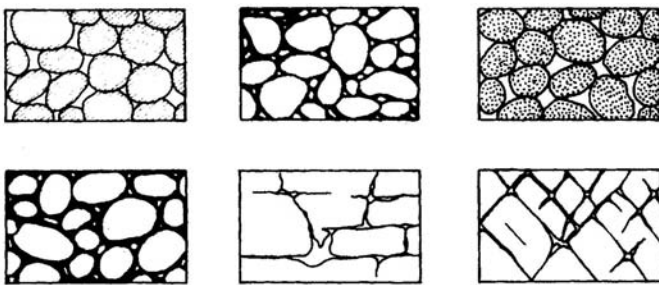
Το νερό μέσα στους γεωλογικούς σχηματισμούς καταλαμβάνει τον κενό χώρο που υπάρχει ανάμεσα στα δομικά τους στοιχεία και κάτω από κατάλληλες συνθήκες κινείται μέσα από τον χώρο αυτό.

Το πορώδες, δείχνει τον όγκο του μέρους εκείνου του γεωλογικού σχηματισμού που δεν καταλαμβάνεται από ορυκτή ύλη και παραμένει κενός. Το πορώδες (n) προσδιορίζεται ως το επί τοις εκατό ποσοστό του όγκου των κενών ενός σχηματισμού προς τον συνολικό του όγκο:

$$n = \frac{V_{\text{κενών}}}{V_{\text{ολικό}}}$$

Τα κενά δημιουργούνται στους γεωλογικούς σχηματισμούς είτε πρωτογενώς ή δευτερογενώς και το πορώδες ονομάζεται αντίστοιχα πρωτογενές ή δευτερογενές.

Πρωτογενή χαρακτηρίζονται τα κενά που δημιουργούνται κατά τη γένεση των γεωλογικών σχηματισμών. Συναντώνται στους χαλαρούς σχηματισμούς, σε ορισμένα ιζηματογενή και σε λίγα πυριγενή πετρώματα. Το υπόγειο νερό στους παραπάνω σχηματισμούς κινείται μέσα



Εικόνα 7-2 Σχηματικά παραδείγματα ειδών πορώδους σε διάφορα πετρώματα. (α) ίσοι σε μέγεθος κόκκοι και υψηλό πορώδες, (β) ανισομεγέθεις κόκκοι (φτωχή διαβάθμιση) και μικρό πορώδες, (γ) πορώδεις ισομεγέθεις κόκκοι-πολύ μεγάλο πορώδες, (δ) ισομεγέθεις κόκκοι που επικαλύπτονται από λεπτόκοκκο υλικό-μειωμένο πορώδες, (ε) ασβεστόλιθος-πολύ μεγάλο δευτερογενές πορώδες, (στ) δευτερογενές πορώδες εξαιτίας δημιουργίας ασυνεχειών.

από τα κενά αυτά.

Δευτερογενή ονομάζονται τα κενά που εμφανίστηκαν στα πετρώματα μετά το σχηματισμό τους. Η δημιουργία των κενών στην περίπτωση αυτή, οφείλεται στην επίδραση δυνάμεων και τάσεων στα πετρώματα και στην επακόλουθη διάρρηξή τους. Η κίνηση του υπόγειου νερού γίνεται μέσα από τα

δίκτυα ασυνεχειών των πετρωμάτων.

Στην πράξη, όλα τα κενά που υπάρχουν σε ένα γεωλογικό σχηματισμό δεν επικοινωνούν μεταξύ τους, αλλά πάντοτε υπάρχει ένα ποσοστό τους που παραμένει απομονωμένο. Αυτό το ποσοστό δεν συμμετέχει στην κυκλοφορία του υπόγειου νερού. Για να μπορεί λοιπόν να εκτιμηθεί το ποσοστό των κενών που πραγματικά συμμετέχουν στη κίνηση των υπόγειων νερών χρησιμοποιείται η έννοια του ενεργού πορώδους.

Είναι δε το ενεργό πορώδες, ο όγκος του νερού που μπορεί να ληφθεί από ένα κεκορεσμένο σε νερό γεωλογικό σχηματισμό, προς τον συνολικό όγκο του σχηματισμού.

Το γεγονός ότι ένας γεωλογικός σχηματισμός παρουσιάζει πορώδες δεν σημαίνει κατ' ανάγκη ότι παρουσιάζει και ενεργό πορώδες, δηλαδή ότι επιτρέπει την κυκλοφορία του υπόγειου νερού. Είναι, γιά την περίπτωση αυτή, χαρακτηριστικό το παράδειγμα των αργιλικών σχηματισμών.

Η άργιλος ως χαλαρός σχηματισμός παρουσιάζει πορώδες (μία τυπική τιμή είναι 42%). Τα ορυκτά που την αποτελούν όμως, έχουν την ιδιότητα να προσροφούν το νερό και να το συγκρατούν στο κρυσταλλικό τους πλέγμα με ισχυρές δυνάμεις. Το νερό που εισρέει στην άργιλο και καταλαμβάνει τα κενά της, προσροφάται και συγκρατείται εκεί χωρίς να μπορεί να διαφύγει ή να αντληθεί. Η άργιλος συνεπώς, δεν παρουσιάζει ενεργό πορώδες αφού δεν επιτρέπει τη δίοδο του νερού από μέσα της. Θεωρείται γιά το λόγο αυτό ως αδιαπέρατος γεωλογικός σχηματισμός.

7.3 Υδροπερατότητα

Η υδροπερατότητα εκφράζει την ευκολία με την οποία το νερό περνά μέσα από κάποιο γεωλογικό σχηματισμό. Σαν μέγεθος έχει ιδιαίτερη σημασία στις περιπτώσεις που απαιτείται στεγανοποίηση ή αποστράγγιση γεωλογικών σχηματισμών.

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που επιτρέπουν τη δίοδο του υπόγειου νερού ονομάζονται υδροπερατοί.

Η υδροπερατότητα εκφράζεται ποσοτικά από τον συντελεστή υδροπερατότητας (K), ο οποίος δείχνει την ταχύτητα κίνησης του νερού μέσα από τον γεωλογικό σχηματισμό και μετράται με μονάδες ταχύτητας (m/sec).

Η υδροπερατότητα ενός σχηματισμού εξαρτάται κυρίως από το πορώδες, το ενεργό πορώδες και την υδραυλική κλίση (U). Αυτή είναι ο λόγος της υψομετρικής διαφοράς (h) της στάθμης του νερού ανάμεσα σε δύο σημεία προς την οριζόντια απόσταση (d) μεταξύ των σημείων αυτών ($U=h/d$). Η υδροπερατότητα εξαρτάται επίσης από την κοκκομετρική διαβάθμιση εφόσον πρόκειται για χαλαρό σχηματισμό.

Η υδροπερατότητα ενός χαλαρού γεωλογικού σχηματισμού εξαρτάται από το σχήμα, τη διάταξη και το μέγεθος των κόκκων που τον αποτελούν καθώς και από την κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού του. Υπάρχουν μάλιστα διάφορες εμπειρικές σχέσεις που δίνουν τη δυνατότητα προσδιορισμού του συντελεστή υδροπερατότητας των χαλαρών γεωλογικών σχηματισμών. Η ευρύτερα χρησιμοποιούμενη από αυτές είναι η εμπειρική σχέση του Hazen (1892):

$$k = 10^4 \cdot d_{10}^2$$

όπου k: ο συντελεστής υδροπερατότητας (σε m/sec) του χαλαρού σχηματισμού
 d_{10} : η διάμετρος (σε m) της βροχίδας του κόσκινου από το οποίο διέρχεται το 10% του υλικού του δείγματος.

Η υδροπερατότητα ενός βραχώδους σχηματισμού εξαρτάται κυρίως από την παρουσία πρωτογενών κενών, την πυκνότητα των διακλάσεων, το εύρος ανοίγματός τους, την παρουσία και το είδος του υλικού πληρώσεως.

Ανάλογα με τον συντελεστή υδροπερατότητάς τους οι γεωλογικοί σχηματισμοί χαρακτηρίζονται ως:

- πολύ υδροπερατοί, με υδροπερατότητα (K) μεγαλύτερη από 10^{-2} m/sec,
- υδροπερατοί, όταν 10^{-2} m/sec < K < 10^{-6} m/sec,
- λίγο περατοί, όταν 10^{-6} m/sec < K < 10^{-9} m/sec,
- πρακτικά στεγανοί, όταν K < 10^{-9} m/sec.

Με βάση την υδροπερατότητά τους οι γεωλογικοί σχηματισμοί (πετρώματα και εδάφη) χαρακτηρίζονται ως:

- αδιαπέρατοι ή υδατοστεγανοί. Είναι οι σχηματισμοί που δεν επιτρέπουν τη διόδο νερού από μέσα τους. Τέτοιοι σχηματισμοί είναι τα αργιλικά εδάφη, τα πυριγενή πετρώματα, τα μεταμορφωσιγενή πετρώματα και από τα ιζηματογενή όσα αποτελούνται σε μεγάλο ποσοστό από άργιλο.
- Πρέπει να σημειωθεί ότι, εξαιτίας της παρουσίας ασυνεχειών στα περισσότερα πετρώματα, αναπτύσσεται σ' αυτά δευτερογενές πορώδες παρόλο που με βάση τον τρόπο σχηματισμού τους θεωρούνται ως αδιαπέρατα από το νερό. Το γεγονός αυτό, έχει σαν συνέπεια την εμφάνιση σημαντικής υδροπερατότητας σε όλα αυτά τα πετρώματα όταν διατρέχονται από πυκνό δίκτυο ασυνεχειών.
- Υδροπερατοί. Είναι αυτοί που επιτρέπουν το νερό να περάσει από τη μάζα τους.

Γεωλογικός σχηματισμός	Υδροπερατότητα (m/sec)
Μεγάλα χαλίκια	$1.7 \cdot 10^{-3}$
Μικρά χαλίκια	$5.2 \cdot 10^{-3}$
Χονδρόκοκκη άμμος	$5.2 \cdot 10^{-4}$
Λεπτόκοκκη άμμος	$1.4 \cdot 10^{-4}$
Αργίλος	$2.3 \cdot 10^{-9}$
Μεσόκοκκος ψαμμίτης	$3.6 \cdot 10^{-5}$
Ιλύς	$9.2 \cdot 10^{-7}$
Σχιστόλιθος	$2.3 \cdot 10^{-6}$
Βασάλτης	$1.1 \cdot 10^{-7}$
Αποσαθρωμένος γάββρος	$2.3 \cdot 10^{-6}$
Αποσαθρωμένος γρανίτης	$1.6 \cdot 10^{-5}$

Εικόνα 7-3 Ενδεικτικές τιμές υδροπερατότητας διαφόρων γεωλογικών σχηματισμών.

Υδροπερατοί χαλαροί γεωλογικοί σχηματισμοί είναι οι άμμοι, τα χαλίκια, οι κροκάλες και τα μίγματά τους. Από πετρώματα, είναι τα κροκαλοπαγή και οι ψαμμίτες που εμφανίζουν πρωτογενές πορώδες και τα ανθρακικά πετρώματα (ασβεστόλιθοι, δολομίτες, μάρμαρα) που εμφανίζουν δευτερογενές πορώδες.

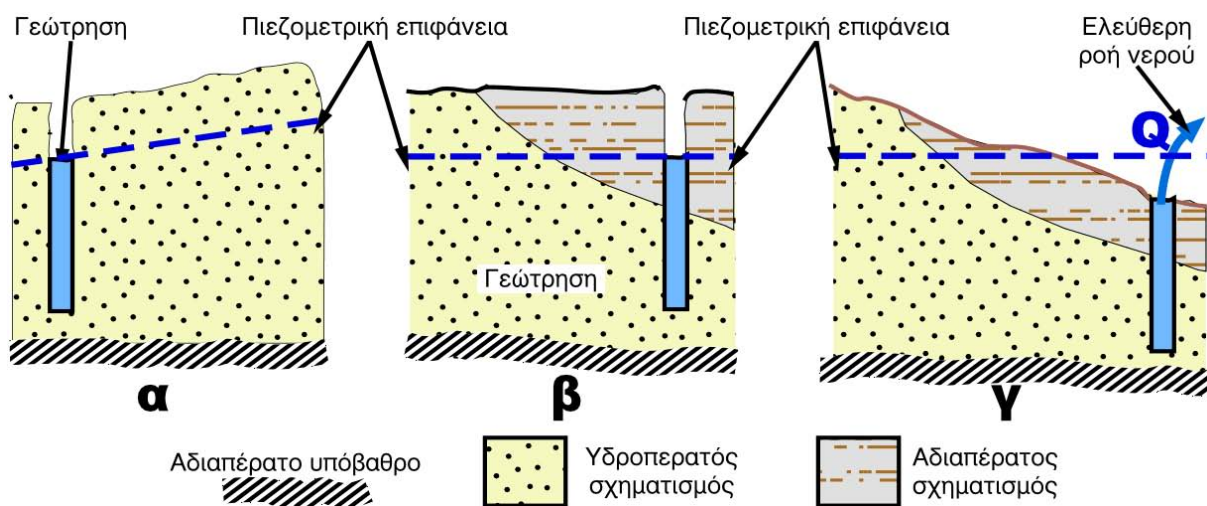
Εξαιτίας της ανισοτροπίας των γεωλογικών σχηματισμών, η υδροπερατότητά τους δεν είναι σταθερή προς όλες τις κατευθύνσεις αλλά μεταβάλλεται σημαντικά από θέση σε θέση.

7.4 Τύποι υδροφόρων οριζόντων

Οι υδροφόροι ορίζοντες είναι γεωλογικοί σχηματισμοί οι οποίοι περιέχουν νερό που μπορεί να αντληθεί. Αυτοί έχουν συνεπώς την ικανότητα να επιτρέπουν τη διόδο του υπόγειου νερού

από τη μάζα τους. Ο υδροφόρος ορίζοντας σαν έννοια, περιλαμβάνει τόσο τον γεωλογικό σχηματισμό όσο και το νερό που βρίσκεται μέσα σε αυτόν. Οι υδροφόροι ορίζοντες χαρακτηρίζονται ως ελεύθεροι ή ως υπό πίεση (εγκλωβισμένοι).

Οι ελεύθεροι υδροφόροι ορίζοντες είναι υδροπερατοί σχηματισμοί που επικάθονται σε αδιαπέρατους από το νερό σχηματισμούς. Ένα μέρος τους είναι κεκορεσμένο σε νερό και στην ελεύθερη επιφάνειά τους η πίεση είναι ίση με την ατμοσφαιρική (Εικόνα 7-4, α). Η ελεύθερη επιφάνεια των υδροφόρων αυτών οριζόντων (πιεζομετρική επιφάνεια) δεν είναι επίπεδη αλλά ανώμαλη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η ελεύθερη επιφάνεια βρίσκεται σε δυναμική ισορροπία. Η μορφή της επηρεάζεται από τη μορφή της επιφάνειας επαφής με τον αδιαπέρατο σχηματισμό, από τη διαπερατότητα του σχηματισμού, από διαφυγές μέσα από ρήγματα του στεγανού υποβάθρου, από αντλήσεις κ.λ.π.



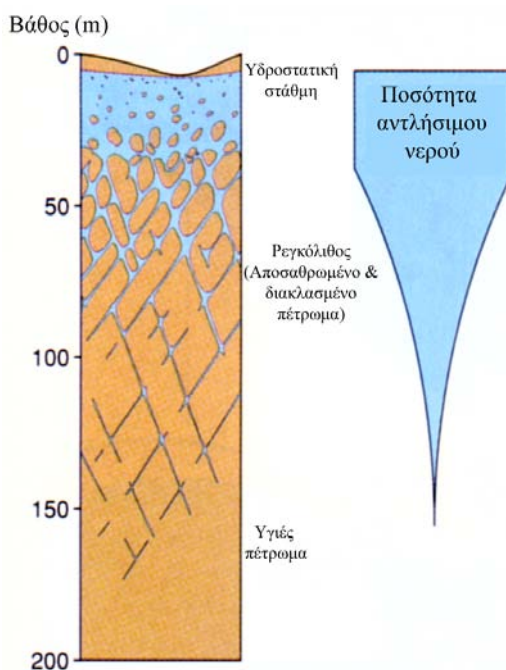
Εικόνα 7-4 Είδη υδροφόρων οριζόντων. Ελεύθεροι (α), υπό πίεση (β), αρτεσιανοί (γ).

Η θέση της πιεζομετρικής επιφάνειας δεν είναι επίσης σταθερή αλλά μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του έτους εξαιτίας των βροχοπτώσεων που τροφοδοτούν με νερό τον υδροφόρο ορίζοντα.

Στους υπό πίεση υδροφόρους ορίζοντες ο υδροπερατός σχηματισμός παρεμβάλλεται μεταξύ δύο αδιαπέρατων από το νερό σχηματισμών και είναι κεκορεσμένος σε νερό (Εικ. 7-4, β). Η υδροστατική πίεση στην πιεζομετρική επιφάνεια των οριζόντων αυτών είναι μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής.

Οι αρτεσιανοί, είναι υδροφόροι ορίζοντες υπό πίεση στους οποίους η πιεζομετρική επιφάνεια βρίσκεται σε μεγαλύτερο υψόμετρο από την επιφάνεια του εδάφους. Έτσι όταν διατρηθεί ένας τέτοιος υδροφόρος ορίζοντας από μία γεώτρηση, το υπόγειο νερό αναβλύζει με ελεύθερη ροή στην επιφάνεια ή σχηματίζει πίδακα (Εικ. 7-4, γ).

Ελεύθεροι υδροφόροι ορίζοντες σχηματίζονται τόσο σε χαλαρούς όσο και σε βραχώδεις σχηματισμούς. Ιδιαίτερα στα πετρώματα που θεωρούνται αδιαπέρατα από το νερό, επειδή αυτά είναι κατά κανόνα διαρρηγμένα, σχηματίζονται σε μικρό βάθος από την επιφάνεια του εδάφους ελεύθεροι υδροφόροι ορίζοντες. Η στάθμη του νερού μέσα σε αυτούς παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση κατά τη διάρκεια του έτους με μέγιστο ύψος την άνοιξη και ελάχιστο στα τέλη Σεπτεμβρίου. Επειδή οι διακλάσεις κλείνουν στα βαθύτερα σημεία από την επιφάνεια, η ποσότητα του νερού μειώνεται σε βάθος. Το νερό μέσα στους υδροφόρους αυτούς ορίζοντες κινείται λόγω βαρύτητας, προς τη διεύθυνση κλίσης της επαφής μεταξύ του άρρηκτου και του διαρρηγμένου πετρώματος.



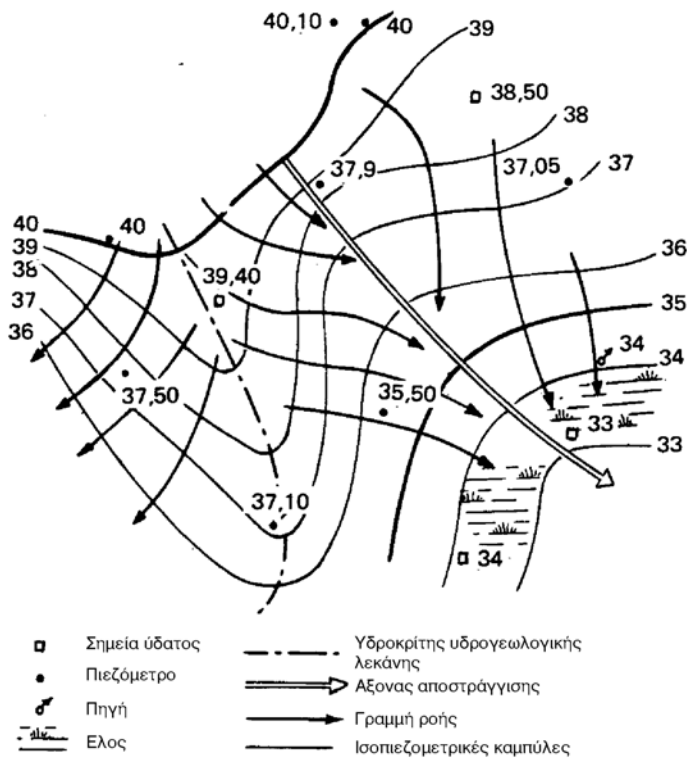
Εικόνα 7-5 Ελεύθερος υδροφόρος ορίζοντας. Τον υδροφορέα αποτελεί η αποσαθρωμένη ζώνη πετρώματος.

7.5 Κίνηση του υπόγειου νερού

Η αξιοποίηση, διαχείριση και προστασία των υπόγειων νερών συνδέεται άμεσα με τη γνώση της προέλευσής τους, της διεύθυνσης κίνησής τους και της δυναμικότητας του υδροφόρου συστήματος στο οποίο βρίσκονται. Είναι λοιπόν απαραίτητος σε πολλές περιπτώσεις ο προσδιορισμός της θέσης της επιφάνειας του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα (πιεζομετρική επιφάνεια) και η εκτίμηση της δυναμικότητάς του (της ποσότητας του νερού που κινείται μέσα από αυτόν).

Η θέση της πιεζομετρικής επιφάνειας του υδροφόρου ορίζοντα σε κάποια περιοχή μπορεί να

προσδιορισθεί από παρατηρήσεις σε σημεία που αυτός εμφανίζεται. Τα σημεία αυτά, που ονομάζονται σημεία ύδατος, μπορεί να είναι γεωτρήσεις που έχουν γίνει στην περιοχή, πηγές που εμφανίζονται σε διάφορα σημεία της ή άλλες εμφανίσεις υπόγειων νερών στην επιφάνεια.



Εικόνα 7-6 Προσδιορισμός της διεύθυνσης κίνησης των υπόγειων νερών.

είναι γνωστή σε τρία τουλάχιστον σημεία της ευρύτερης περιοχής του τεχνικού έργου, η διεύθυνση κίνησης του υπόγειου νερού μπορεί να προσδιορισθεί με την επίλυση του προβλήματος των τριών σημείων. Με την παραδοχή ότι η πιεζομετρική επιφάνεια στην κλίμακα του τεχνικού έργου είναι ουσιαστικά επίπεδη, η διεύθυνση κίνησης του υπόγειου νερού θα ταυτίζεται με τη μέγιστη κλίση του επιπέδου που ορίζουν τα τρία σημεία.

Με τους τρόπους που περιγράφηκαν πιο πάνω είναι πρακτικά δυνατόν να προσδιορισθεί η διεύθυνση κίνησης των υπόγειων νερών σε κάποια περιοχή. Μόνο έτσι είναι δυνατόν να μελετηθεί η διαίτα των υπόγειων νερών και να προγραμματιστεί η διαχείρησή τους και να σχεδιασθούν με αποτελεσματικό τρόπο οι απαραίτητες επεμβάσεις για την προστασία τους.

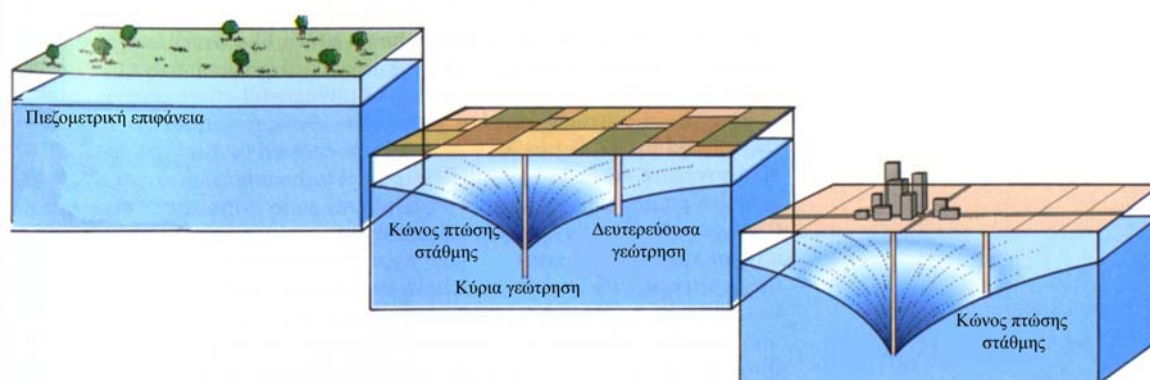
Όταν το υπόγειο νερό μεταβαίνει από μία περιοχή του υδροφόρου ορίζοντα σε μία άλλη με

Από τον προσδιορισμό της θέσης της πιεζομετρικής επιφάνειας των υπόγειων νερών σε διάφορες θέσεις (τουλάχιστον τρεις), είναι δυνατόν να κατασκευασθούν ισοπιεζομετρικές καμπύλες. Αυτές περιγράφουν τη θέση της πιεζομετρικής επιφάνειας στο υπέδαφος. Τα κάθετα διανύσματα στις καμπύλες αυτές, δείχνουν τη διεύθυνση κίνησης του υπόγειου νερού. Η ταχύτητα κίνησης του νερού είναι τόσο μεγαλύτερη όσο πλησιέστερα μεταξύ τους βρίσκονται οι ισοπιεζομετρικές καμπύλες.

Εάν η θέση του υδροφόρου ορίζοντα

μεγαλύτερη υδροπερατότητα, τότε η ταχύτητά του αυξάνεται. Επειδή όμως η ποσότητά του, η οποία διέρχεται από μία συγκεκριμένη διατομή του υδροφόρου στρώματος είναι δεδομένη, η πιεζομετρική επιφάνεια του νερού ταπεινώνεται. Το γεγονός αυτό φαίνεται χαρακτηριστικά στις υδρογεωτρήσεις που αποτελούν θέσεις μεγάλης υδροπερατότητας και ταχείας κίνησης του νερού.

Κατά την άντληση νερού από μία γεώτρηση, η πιεζομετρική επιφάνειά του γύρω από τη γεώτρηση παίρνει σχήμα αντεστραμμένου κώνου. Το γεγονός αυτό χρησιμοποιείται για την ταπείνωση της στάθμης των υπόγειων νερών μέσω της άντλησής τους.



Εικόνα 7-7 Κώνος πτώσης στάθμης κατά την άντληση υπόγειων νερών.

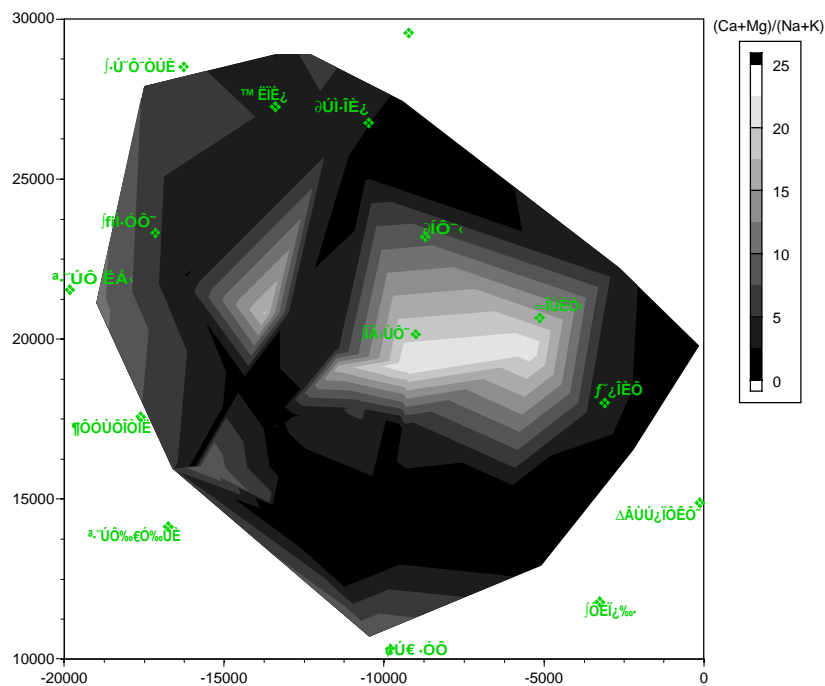
7.6 Χάρτες υπόγειων νερών

Η μεγάλη σημασία που παρουσιάζει η έρευνα γύρω από την εκμετάλλευση, τη διαχείριση και την προστασία των υπόγειων νερών εκφράζεται και μέσω της ανάγκης για κατασκευλη διαφόρων τύπων θεματικών χαρτών. Οι χάρτες αυτοί περιγράφουν τα υδρολιθολογικά χαρακτηριστικά των υδροφορέων, τα δυναμικά χαρακτηριστικά των υδροφόρων οριζόντων και τα φυσικά και τα χημικά χαρακτηριστικά του υπόγειου νερού.

Οι υδρογεωλογικοί χάρτες παρουσιάζουν την κατανομή των γεωλογικών σχηματισμών με βάση τα υδρολιθολογικά τους χαρακτηριστικά και τη συμπεριφορά τους απέναντι στο υπόγειο νερό. Παρουσιάζονται επίσης στους χάρτες αυτούς τα σημεία νερού της περιοχής έρευνας, καθώς και όσα στοιχεία είναι διαθέσιμα και αφορούν υδροδυναμικά στοιχεία των

υπόγειων νερών. Τέτοια είναι η υδροστατική στάθμη που μετράται σε σημεία ύδατος, η δυναμική στάθμη (στάθμη άντλησης) που μετράται σε αντλούμενες γεωτρήσεις, οι παροχές γεωτρήσεων και πηγών, ο συντελεστής υδροπερατότητας του υδροφορέα και ο συντελεστής εναποθήκευσης του υδροφόρου ορίζοντα.

Σε θεματικούς χάρτες παρουσιάζονται επίσης φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά που συνδέονται με την προέλευση και την ποιότητα των υπόγειων νερών. Η κίνηση των υπόγειων νερών από τη ζώνη τροφοδοσίας τους προς τη θέση στην οποία αντλούνται, συνοδεύεται από μεταβολές στις φυσικές τους ιδιότητες (αγωγιμότητα, θερμοκρασία) αλλά και στη χημική τους σύσταση. Αυτό συμβαίνει επειδή το νερό αλληλεπιδρά με το υλικό του υδροφορέα. Υπάρχει λοιπόν η δυνατότητα να εκτιμηθεί ο χρόνος παραμονής του νερού στο υπέδαφος, η ευαισθησία του απέναντι σε ενδεχόμενη ρύπανση, ο ρυθμός αναπλήρωσής του και άλλες παράμετροι που συνδέονται με τη διαχείριση και την προστασία του.

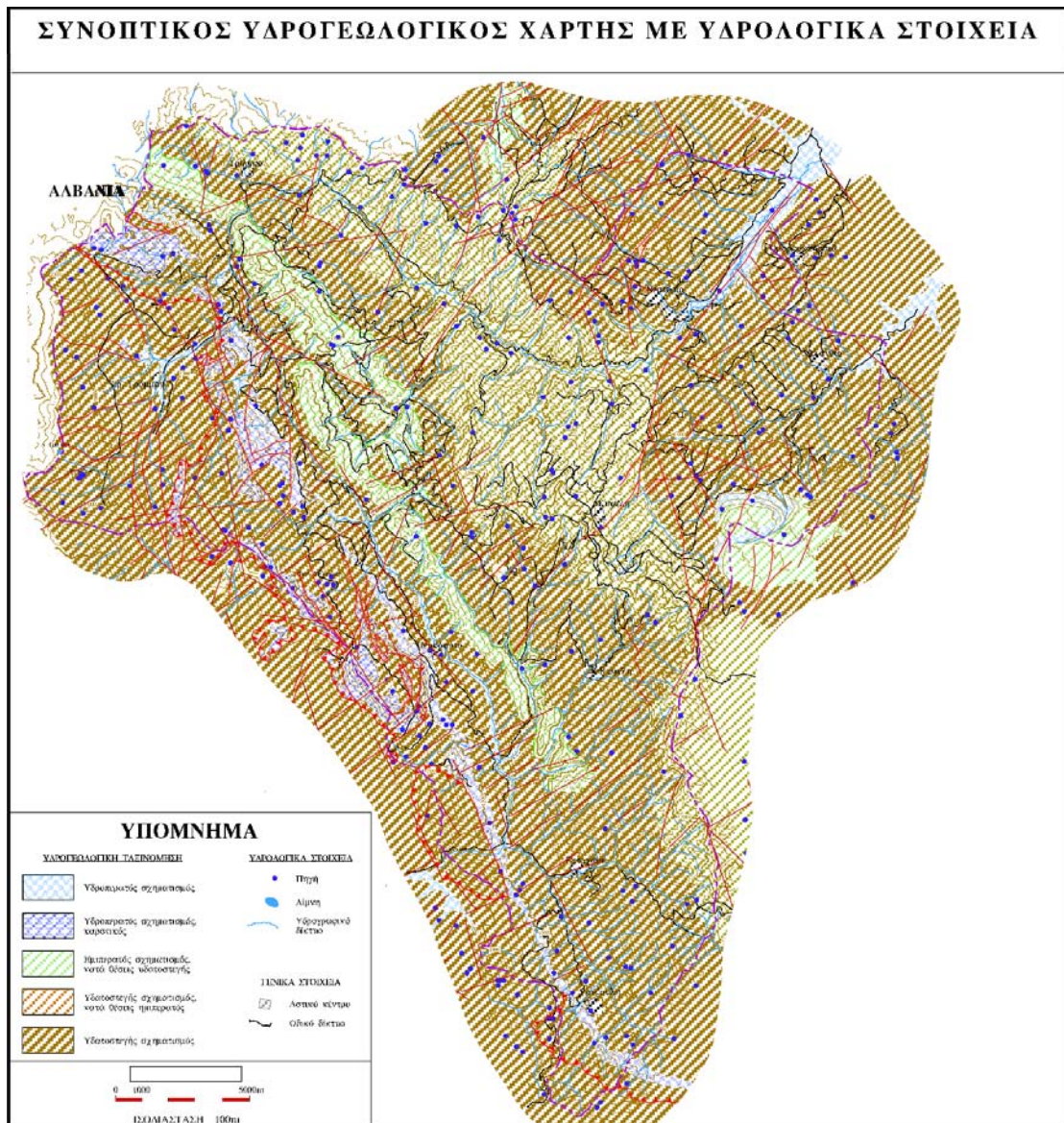


Εικόνα 7-8 Χωρική κατανομή σχέσης ιόντων (βλ. υπόμνημα) των υπόγειων νερών τμήματος της λεκάνης Σαριγκιόλ (περιοχή Κοζάνης-Πτολεμαΐδας). Η ιοντική αυτή σχέση είναι ενδεικτική (αντιστρόφως ανάλογη) της διάρκειας κίνησης του υπόγειου νερού μέσα στους χαλαρούς σχηματισμούς της λεκάνης.

Οι χάρτες που συνδέονται με τα γεωμετρικά στοιχεία των υδροφορέων αποτελούνται από ισοβαθείς καμπύλες της οροφής τους ή του αδιαπέρατου υποβάθρου τους ή ακόμη και ισοπαχείς καμπύλες, οι οποίες δείχνουν τη χωρική κατανομή του πάχους του υδροφορέα.

Οι χάρτες των φυσικών ιδιοτήτων παρουσιάζουν τη χωρική κατανομή της θερμοκρασίας, της αγωγιμότητας, του pH κ.λ.π. του νερού του υδροφόρου ορίζοντα.

Στους υδροχημικούς χάρτες παρουσιάζεται η χωρική κατανομή της συγκέντρωσης διαφόρων ιόντων στα υπόγεια νερά. Τα ιόντα που συνήθως επιλέγονται είναι αυτά που σχετίζονται με την ποιότητα των νερών και χαρακτηρίζουν την καταλληλότητά τους για πόση (ποσιμότητα) ή για άρδευση ή είναι δείκτες της παρουσίας ρύπων.



Εικόνα 7-9 Παράδειγμα υδρογεωλογικού χάρτη. Ο χάρτης αυτός παρουσιάζει τα υδρολιθολογικά χαρακτηριστικά των γεωλογικών σχηματισμών, τα σημεία νερού και όποια άλλη πληροφορία σχετίζεται με τη διαίτα των υπόγειων νερών. Ο χάρτης του παραδείγματος περιλαμβάνει επί πλέον υδρολογικά και τεκτονικά στοιχεία. Για τη χάραξη των τεκτονικών ασυνεχειών χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές εικόνες Landsat 5 TM και SPOT.

Στα πλαίσια λοιπόν έρευνας για τη διαχείριση και προστασία των υπόγειων νερών κάποιας περιοχής, κατασκευάζονται συνήθως αρκετοί από τους προαναφερθέντες θεματικούς χάρτες, με σκοπό να γίνει σύγκριση ή συσχέτιση των αποτελεσμάτων τους προκειμένου να εκτιμηθούν οι ζητούμενες παράμετροι των υπόγειων νερών.