

Υπόγεια ύδατα: Το αόρατο μέρος του υδρολογικού κύκλου

Ένας από τους πολυτιμότερους θησαυρούς που ο πλανήτης μας κρύβει μέσα του είναι τα υπόγεια νερά. Είναι τα αποθέματα γλυκού νερού που βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, αποθηκευμένα στους πόρους κορεσμένων υπόγειων γεωλογικών σχηματισμών, με κίνηση σταθερή και αργή.

Η ρύπανση των υπόγειων υδροφορέων αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες απειλές στον πλανήτη σήμερα καθώς μάλιστα τα αποθέματα γλυκού νερού περιορίζονται δραστικά, από τις ολοένα και μεγαλύτερες πιέσεις που προέρχονται από την κλιματική αλλαγή και την αύξηση του πληθυσμού. Η ρύπανση αυτή είναι άρρηκτα συνδεδεμένη και υποχρεωτικά συνυπάρχει με τη ρύπανση του εδάφους, παράμετρος που συνήθως αγνοείται όταν γίνεται λόγος για τη ρύπανση των υπόγειων νερών. Στην πλειονότητα των περιπτώσεων, απόβλητα που περιέχουν τους επικίνδυνους για τη δημόσια υγεία ρύπους καταλήγουν στο έδαφος.

Το σύστημα έδαφος - υπόγεια νερά είναι συνεπώς ενιαίο, ειδικά στην περίπτωση της ρύπανσης, και κατ' αυτόν τον τρόπο θα πρέπει να αντιμετωπίζεται. Συμπερασματικά, δεν μπορεί να γίνεται λόγος για ρύπανση υπόγειου υδροφορέα και παράλληλα να αγνοείται η ρύπανση του εδάφους και οι αλληλοεπιδράσεις ρύπου-εδάφους-νερού.

Μαζί με τα επιφανειακά νερά, τα υπόγεια αποθέματα νερού αποτελούν τα συνολικά αποθέματα του γλυκού νερού. Το νερό κινείται με την επίδραση της βαρύτητας και γεμίζει τις σχισμές και γενικά τα κενά ανάμεσα στα πετρώματα και το υπέδαφος. Οι υπόγειοι υδροφορείς, εκτός του ότι αποθηκεύουν το νερό, τροφοδοτούν σε σημαντικό βαθμό τα ρυάκια και ποτάμια και τους υδροβιότοπους. Συνολικά, δίνουν περίπου το 90% του γλυκού νερού του πλανήτη, χωρίς να υπολογιστούν οι ποτικοί πάγοι.

Καθώς η ηλικία των υπόγειων υδάτων κυμαίνεται από δεκαετίες έως χιλιετίες (παρότι τα υπόγεια νερά που χρησιμοποιούνται για πόσιμο νερό έχουν μέσο όρο ηλικίας 40 ετών), οι δικές μας περιβαλλοντικές συμπεριφορές αφήνουν ουσιαστικά μια κληρονομιά ρύπανσης των υπόγειων υδάτων για τις επόμενες γενιές".

Οι σπουδαιότεροι ρύποι εδαφών και υπόγειων νερών έχουν κοινές πηγές και μπορεί να είναι:

- Βαρέα μέταλλα όπως μόλυβδος, χρώμιο, κάδμιο, αρσενικό, χαλκός, σίδηρος, μαγγάνιο και ραδιενεργά απόβλητα
- Συνθετικές οργανικές χημικές ουσίες όπως οργανικοί διαλύτες, βιομηχανικά απόβλητα, αντιβιοτικά, εντομοκτόνα και ζιζανιοκτόνα (πχ. DDT, αλντρίνη, εξαχλωριούχο βενζόλιο)
- Παθογόνα μικρόβια που μπορεί να προκαλέσουν ασθένειες όπως πχ. δυσεντερία, κ.ά.
- Μιτρικά ιόντα προερχόμενα από λιπάσματα, βόθρους και υπονόμους
- Άλατα από υπαλμύρωση, είσοδο της θάλασσας σε υπόγειους υδροφορείς ή εκχιονισμό οδοστρωμάτων

Κατάταξη των πηγών ρύπανσης εδαφών και υπόγειων νερών

| Κατηγορία ενώσεων | Τυπικές τοποθεσίες | Κινητικότητα | Αρνητική δράση |
|---|--|------------------|---|
| Αγροχημικά | Βιομηχανίες, Αγροτικές εκμεταλλεύσεις | Χαμηλή | Καρκίνος, ασθένειες του νευρικού συστήματος |
| Βενζίνη και Πετρέλαιο | Διυλιστήρια, Πρατήρια, Στρατιωτικές βάσεις | Μέτρια ως Χαμηλή | Καρκινογενέσεις |
| Διαλύτες | Βαφεία αυτοκινήτων, Στρατ. Βάσεις | Υψηλή ως Μέτρια | Καρκινογενέσεις |
| PAHs | Εργοστάσια | Μέτρια ως Χαμηλή | Καρκινογενέσεις |
| PCBs | Εργοστάσια | Χαμηλή | Καρκίνος |
| Διοξίνες | Χημική βιομηχανία, Καύση αστικών απορριμμάτων | Χαμηλή | Καρκίνος |
| Βαρέα μέταλλα | Εργοστάσια, Βιομηχανίες, Ηλεκτρονικά απόβλητα, Στρατιωτικές βάσεις | Υψηλή ως Χαμηλή | Καρκίνος, προσβολή μυελού οστών και ερυθρών αιμοσφαιρίων, ασθένειες του νευρικού συστήματος, δερματικές παθήσεις |
| Αντιβιοτικά και άλλα φαρμακευτικά προϊόντα | Αστικά λύματα | Υψηλή | Διαταραχές του ανοσοποιητικού συστήματος, υπό έρευνα |
| Μικροβιακή ρύπανση | Αστικά λύματα, Χωματερές | Υψηλή ως Χαμηλή | Διαταραχές του ανοσοποιητικού συστήματος, ασθένειες του νευρικού συστήματος, υπό εξερεύνηση |
| Πτώση της στάθμης των υδροφορέων | Υπεράντληση των υδροφορέων | Υψηλή ως Χαμηλή | Έμμεση |

Μοντέλο κίνησης υπόγειων υδάτων



Την εικόνα - έννοια των υπόγειων υδάτων, και την τεράστια σημασία τους σαν μέρος του υδρολογικού κύκλου μπορείς εύκολα να παρουσιάσεις με το μοντέλο κίνησης των υπόγειων υδάτων, ένα εύχρηστο εργαλείο διδασκαλίας τόσο για μαθητές όσο και ενήλικες. Καθώς το νερό και προσμείξεις (έγχρωμοι ρύποι) εισάγονται στο σύστημα του μοντέλου, οι επιμορφούμενοι μπορούν να παρακολουθήσουν και να κατανοήσουν την πορεία τους, καθώς το νερό αυτό ρέει δια μέσου προσομοιωμένων υπόγειων πετρωμάτων. Έτσι οι μαθητές έχουν ένα ευχάριστο τρόπο εκμάθησης σχετικά με το πορώδες, την διαπερατότητα, τον υδροφόρο ορίζοντα, τον υδροφόρο, τη ρύπανση....

Το μοντέλο κίνησης των υπόγειων υδάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διδάξει μαθητές και ενήλικες πολλές ακόμα έννοιες των υπόγειων υδάτων, όπως:

- Τι είναι τα υπόγεια ύδατα;
- Ποια είναι η προέλευση των υπόγειων υδάτων;
- Προς τα πού κινούνται;
- Πώς είναι το νερό που αποθηκεύεται υπογείως;
- Γιατί υπάρχει ροή των υπόγειων υδάτων;
- Πώς υπόγεια ύδατα μολύνονται;
- Τις επιπτώσεις των διαφόρων γεωλογικών υλικών και εδαφών για την κυκλοφορία των υπόγειων υδάτων
- Τύποι υδροφοριών & υδροφόρος ορίζοντας
- Περιοχές τροφοδότησης υδροφοριών (Βουνά, Οροσειρές, Δάση κ.λπ.) & περιοχές αποφόρτισης (Θάλασσα, ποτάμια/λίμνες κ.λπ.)
- **Μόλυνση & Ρύπανση** των υπόγειων υδάτων από διάφορες πηγές,
- Τα αποτελέσματα της ανίληψης από πηγάδια και γεωτρήσεις.
- Πιθανές δραστηριότητες και χρήσεις γης που ενδέχεται να επηρεάσουν την ποιότητα ή / και την ποσότητα των υπόγειων υδάτων