



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

ΔΙΑΘΕΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Ενότητα 3: Υδροχημική συμπεριφορά των ρυπαντών
(Μέρος 2^ο)

Ζαγγανά Ελένη

Σχολή : Θετικών Επιστημών

Τμήμα : Γεωλογίας

Σκοποί ενότητας

Αναφορά στους σημαντικότερους ρυπαντές των υδάτων (ενώσεις αζώτου, βαρέα μέταλλα, οργανικές ενώσεις, μικροοργανισμοί) καθώς και στα απόβλητα στα οποία περιέχονται.



Περιεχόμενα ενότητας

- 1) Ανόργανοι Ρυπαντές
Άζωτο, Νιτρικά, Φωσφορικά, Βαρέα Μέταλλα, Αρσενικό
- 2) Οργανικοί Ρυπαντές
- 3) Ραδιενεργοί Ρυπαντές
- 4) Μικροοργανισμοί



ΔΙΑΘΕΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Υδροχημική συμπεριφορά των
ρυπαντών

Υδροχημική συμπεριφορά των ρυπαντών

Οι σημαντικότεροι ρυπαντές του νερού είναι :

- Άζωτο (N)
- Φώσφορος (P)
- Ιχνοστοιχεία
 - Αμέταλλα στοιχεία (C, Cl, S, F, B,)
 - Μέταλλα (As, Se) – Βαρεά μέταλλα (Ni, Co, Cd, Zn, etc.)
- Μικροοργανισμοί
- Οργανικές ενώσεις
- Ραδιενεργοί ρύποι



Άζωτο

- Το άζωτο (συνδεδεμένο άζωτο) απαντά σε τρεις μορφές στα φυσικά νερά: ως **οργανικό άζωτο**, **αμμωνιακό άζωτο** και **οξειδωμένο άζωτο**.
- Το **οργανικό άζωτο** απαντά στα πρωτεϊνικά μόρια που είναι απαραίτητα για όλους τους ζώντες οργανισμούς, ή στα προϊόντα διάσπασης αυτών, όπως τα αμινοξέα. Το οργανικό άζωτο αποτελεί μια επιπρόσθετη πληροφορία ως προς την παρουσία οργανικής ύλης στο νερό.
- Το **αμμωνιακό άζωτο** είναι το αποτέλεσμα της βιολογικής αποσύνθεσης και σταθεροποίησης του οργανικού αζώτου. Η οξειδωμένη μορφή του αζώτου απαντά με τη μορφή οξειδίου του αζώτου και προέρχεται από τη νίτρωση του αμμωνιακού αζώτου. Στη συνέχεια της διαδικασίας της νίτρωσης έχουμε τη δημιουργία της νιτρώδους ρίζας (NO_2^-) και της νιτρικής (NO_3^-).



Ενώσεις του αζώτου

NO_3^- Νιτρική ρίζα, NO_2^- Νιτρώδη ρίζα, NH_4^+ Αμμωνιακή ρίζα (Αμμώνιο),
 NH_3 Αμμωνία, N_2O Υποξείδιο του αζώτου και N_2 οργανικής ή ανόργανης προέλευσης.

Διαδικασίες δημιουργίας NO_3^- :

- Αμμωνιοποίηση: Μετατροπή N οργανικής προέλευσης σε NH_4^+ .
- Νίτρωση: Οξείδωση NH_4^+ σε NO_3^- .

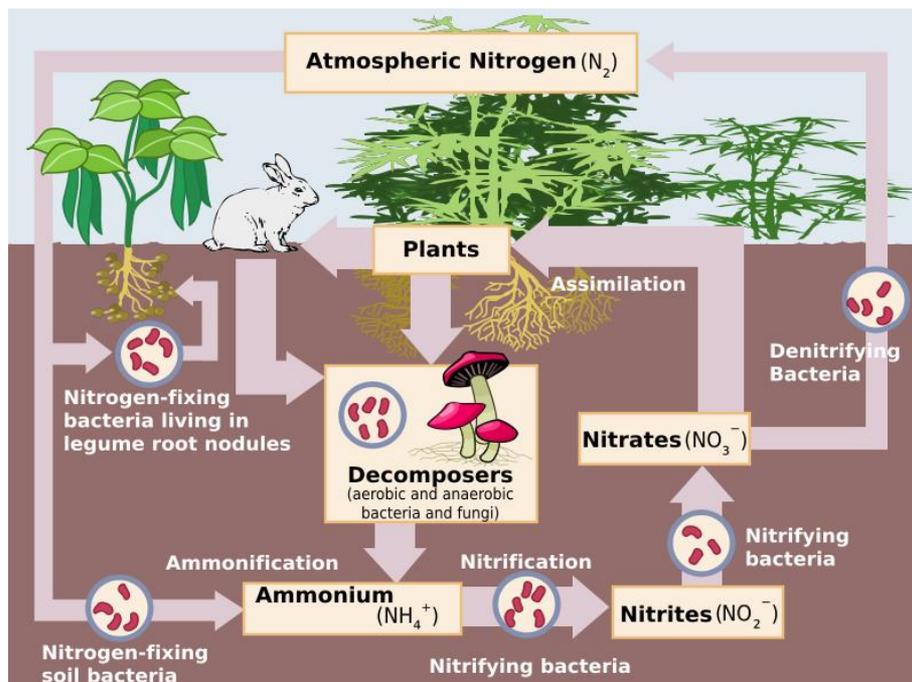
Διαδικασία εξαφάνισης NO_3^- :

- Απαζώτωση: Αναγωγή NO_3^- αρχικά σε N_2O και στη συνέχεια σε N_2

Μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση NO_3^- στο πόσιμο νερό:
50 mg/l



Κύκλος αζώτου



Εικόνα 1 : Σχηματική αναπαράσταση του κύκλου του αζώτου στο φυσικό περιβάλλον

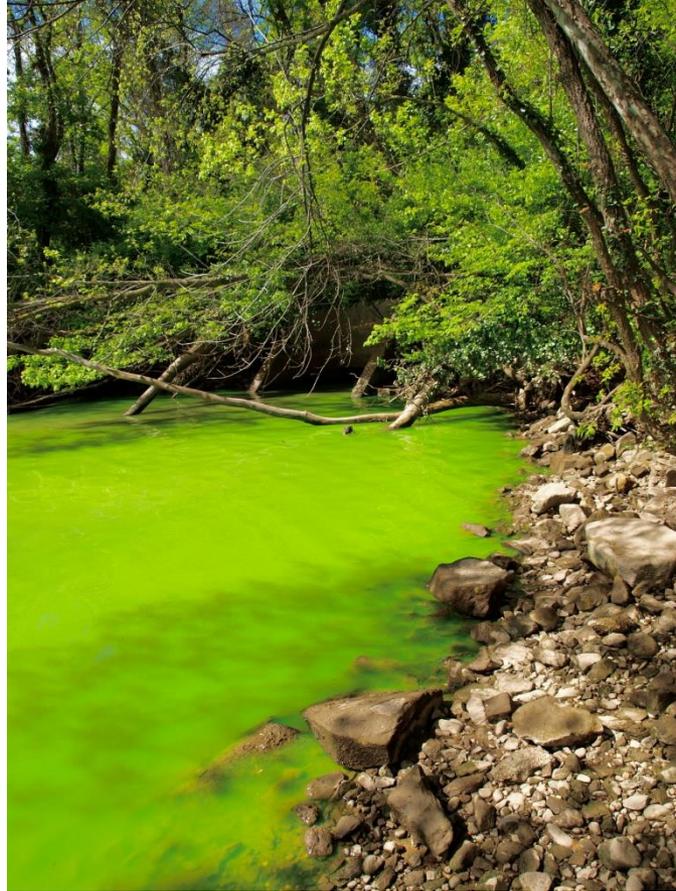


Φώσφορος και φωσφορικά

- Ο φώσφορος που συνήθως περιέχεται στις οργανικές ενώσεις είναι στοιχείο απαραίτητο για την ανάπτυξη των οργανισμών. Στα επιφανειακά νερά απαντά με τη μορφή των ορθοφωσφορικών ή πολυφωσφορικών ενώσεων.
- Τα φωσφορικά μαζί με τα νιτρικά, αναφέρονται και σαν θρεπτικά, ευθύνονται για την πρόκληση ευτροφισμού σε επιφανειακά υδάτινα σώματα, δηλαδή για την υπερβολική ανάπτυξη φυκών και πλαγκτόν.
- Τα είδη των αλγών που κατά κανόνα σχηματίζονται είναι ακατάλληλα ως τροφή του ζωοπλαγκτού και παράλληλα καταπνίγουν την ανάπτυξη άλλων οργανισμών.
- Η παρουσία του οφείλεται στην απόρριψη υγρών αποβλήτων, επεξεργασμένων ή όχι στα οποία η μεγαλύτερη ποσότητα φωσφόρου προέρχεται από τα απορρυπαντικά και τα φωσφορικά λιπάσματα.



Φαινόμενο του Ευτροφισμού



Εικόνα 2 : Το φαινόμενο του ευτροφισμού σε επιφανειακά ύδατα



Βαρέα μέταλλα

- Βαρέα μέταλλα είναι τα μέταλλα που έχουν ειδικό βάρος μεγαλύτερο από αυτό του σιδήρου.
- π.χ. μόλυβδος, υδράργυρος, μαγγάνιο, κτλ. Πολλά από αυτά όχι μόνο δεν είναι απαραίτητα για τη ζωή του ανθρώπου, αλλά αντίθετα είναι επικίνδυνα για τα φυτά, τα ζώα και τον άνθρωπο.
- Τα μέταλλα σε αντίθεση με τις περισσότερες οργανικές ενώσεις, δεν αποικοδομούνται και γι' αυτό συσσωρεύονται στο περιβάλλον. Ένα μέρος αυτών καταλήγει με τη τροφική αλυσίδα έως τον άνθρωπο, στον οποίο προκαλούν χρόνιες ή οξείες βλάβες. Τα βαρέα μέταλλα είναι επικίνδυνα στη μορφή των κατιόντων τους και όταν είναι συνδεδεμένα με μικρές αλυσίδες ατόμων άνθρακα.



Αρσενικό (As)

Το As κατανέμεται στη λιθόσφαιρα σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις.

Βρίσκεται στις ακόλουθες συγκεντρώσεις:

- στα μαγματικά πετρώματα 1,75 mg/kg,
- στους ψαμμίτες 1,0 mg/kg,
- στα αργιλικά πετρώματα 9,0 mg/kg,
- στα ανθρακικά 1,75 mg/kg.

Σε ασήμαντες συγκεντρώσεις εντοπίζεται στο θαλασσινό νερό (0,0026 mg/l).

Απαντάται κυρίως στις μεταλλοφόρες περιοχές μαζί με άλλα μέταλλα.

Φυσικές (γεωγενείς) πηγές As είναι επίσης:

- τα ηφαίστεια (7.000-17.000 τόνοι / έτος),
- οι γήινες εξαερώσεις (16.000-26.000 τόνοι / έτος),
- η αιολική διάβρωση (2.000-2.500 τόνοι/έτος)



Αρσενικό (As)συνέχεια 1

- Στο περιβάλλον παρέχεται σε αφθονία από διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως τα λιπάσματα, τα απορρυπαντικά, τα φυτοφάρμακα, την καύση των γαιανθράκων, τα βιομηχανικά απόβλητα, από ορυχεία, την καύση των ορυκτελαίων κ.α.
- Πολλές ενώσεις του As είναι διαλυτές στο νερό και έτσι μπορούν να ρυπάνουν το περιβάλλον και εύκολα να εισέλθει στην τροφική αλυσίδα. Το As είναι ένα τοξικό ιχνοστοιχείο για τα φυτά, τα ζώα και τον άνθρωπο. Στο πόσιμο νερό η ανώτατη επιτρεπτή τιμή καθορίζεται από την Ε.Ε. στα 50 $\mu\text{g}/\text{l}$. Στα επιφανειακά γλυκά νερά η τιμή κυμαίνεται στα 0,4-1,0 $\mu\text{g}/\text{l}$. Στο νερό άρδευσης η μέγιστη επιτρεπτή τιμή είναι 0,1 mg/l .

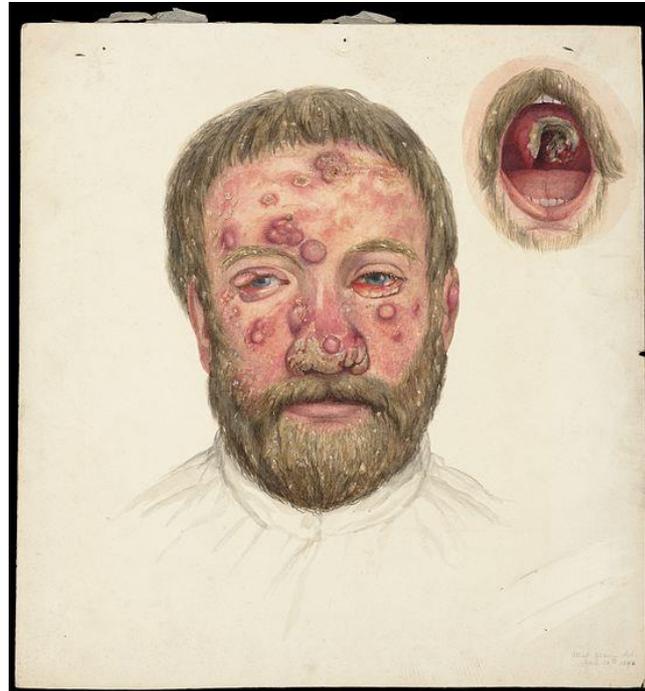


Αρσενικό (As)συνέχεια 2

- Μερικές ενώσεις τρισθενούς και πενταθενούς ανόργανου As απορροφώνται από το πεπτικό σύστημα και εισέρχεται στο αίμα από όπου μεταφέρεται στα νεφρά, στους μύες, στη σπλήνα, στον εγκέφαλο, στην καρδιά, το θυρεοειδή, στο πάγκρεας, στα μαλλιά και τα νύχια. Άμεση δηλητηρίαση από As οδηγεί σε παράλυση του νευρικού συστήματος, σε κώμα, ακόμα και στο θάνατο.
- Η χρόνια δηλητηρίαση από As εκδηλώνεται με γενική μυϊκή αδυναμία, απώλεια όρεξης, ναυτία, φλεγμονή του βλεννογόνου υμένα του ματιού, της μύτης και του λάρυγγα. Επίσης παρατηρούνται νευρολογικά προβλήματα και κακοήθεις όγκοι στα ζωτικά όργανα του ανθρώπου.



Αρσενικό (As)συνέχεια 3



Εικόνα 3 : Ασθένεια που προκαλεί το Αρσενικό



Οργανικές ενώσεις

- Η παγκόσμια παραγωγή και χρήση οργανικών ενώσεων (συνθετικών) άρχισε να αυξάνεται σημαντικά μετά το τέλος του Β' παγκοσμίου πολέμου, καθώς πολλές από αυτές βρήκαν σημαντικές εφαρμογές στην καθημερινή ζωή.
- Οι οργανικές ενώσεις απαντώνται στο περιβάλλον στην αέρια, υγρή ή στερεή φάση είτε σαν καθαρές ενώσεις, είτε σαν σύμπλεγμα ενώσεων είτε διαλυμένες στο νερό. Γενικά ο χρόνος παραμονής και η «τύχη» μιας οργανικής ένωσης που εισέρχεται στο περιβάλλον, εξαρτάται από τις φυσικοχημικές της ιδιότητες (διαλυτότητα, πτητικότητα, ρόφηση) και από τις διεργασίες που υφίσταται (οξειδωση, φωτόλυση, βιοαποικοδόμηση).



Οργανικές ενώσεις συνέχεια 1

- Επειδή οι περισσότερες από τις οργανικές ενώσεις που χρησιμοποιήθηκαν ευρύτατα τις προηγούμενες δεκαετίες δεν ήταν βιοαποικοδομήσιμες, συσσωρεύτηκαν στο περιβάλλον με αποτέλεσμα σήμερα να γίνονται ορατές οι συνέπειες στο περιβάλλον και οι κίνδυνοι που διατρέχει η ανθρώπινη υγεία. Το γεγονός αυτό οδήγησε στην εξονυχιστική εξέταση πολλών χημικών ενώσεων που ενώ χρησιμοποιούνται δεν έχουν πλήρως ελεγχθεί και στην ακριβέστερη εκτίμηση των κινδύνων που αυτές εγκυμονούν για τον περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία.



Οργανικές ενώσεις συνέχεια 2

Οι οργανικές ενώσεις εισέρχονται στο υπόγειο νερό από

- παρασιτοκτόνα
- τα απόβλητα των ανεξέλεγκτων χωματερών
- τις διαρροές από την επιφανειακή συγκέντρωση υγρών αποβλήτων
- τους αγωγούς μεταφοράς και κατά τα ατυχήματα των μέσων μεταφοράς τους
- βιομηχανικά απόβλητα και τη διάθεση αυτών
- πετρελαιοπηγές, διυλιστήρια και δεξαμενόπλοια πετρελαίου



Οργανικές ενώσεις συνέχεια 3

Οι σημαντικότερες οργανικές ενώσεις που ρυπαίνουν το υπόγειο νερό είναι:

- Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (polycyclic aromatic hydrocarbons - PAHs)
- Άλλοι υδρογονάνθρακες πετρελαίου
- Χλωριωμένοι αλειφατικοί υδρογονάνθρακες (chlorinated hydrocarbons – CH)
- Πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs)
- Φαινόλες
- Διοξίνες
- Απορρυπαντικά
- Παρασιτοκτόνα



Υδρογονάνθρακες

Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (polycyclic aromatic hydrocarbons - PAHs)

Οι PAH αποτελούν μια από τις σημαντικότερες κατηγορίες ρύπων του περιβάλλοντος.

Είναι οργανικές ενώσεις που έχουν στο μόριό τους συμπυκνωμένους αρωματικούς βενζολικούς δακτυλίους.

Η ρύπανση του περιβάλλοντος από PAH προκαλείται τόσο από φυσικές όσο και από ανθρωπογενείς πηγές. Οι κυριότερες φυσικές πηγές είναι οι πυρκαγιές των δασών και διάφορα γεωλογικά φαινόμενα. Ελάχιστες ποσότητες παράγονται από φυτά, βακτήρια, άλγη κι άλλους μικροοργανισμούς.

Οι φυσικές πηγές ρύπανσης του περιβάλλοντος με PAH είναι αμελητέες σε σχέση με τις ανθρωπογενείς πηγές (βιομηχανίες, αυτοκίνητα, καύση απορριμμάτων, διυλιστήρια, κτλ.)



Υδρογονάνθρακες συνέχεια 1

Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (polycyclic aromatic hydrocarbons - PAHs)

- Η κυριότερη πηγή PAH στα υπόγεια νερά είναι οι διαρροές αργού πετρελαίου ή προϊόντων διύλισης από πετρελαιοπηγές, διυλιστήρια ή δεξαμενόπλοια. Το αργό πετρέλαιο περιέχει PAH σε υψηλές συγκεντρώσεις, οι οποίες κυμαίνονται ανάλογα με τον τύπο και την πηγή προέλευσης του (π.χ, 0,004 mg/l , 1,3 mg/l και 1,6 mg/l για το Περσικό, Λιβυκό και πετρέλαιο Βενεζουέλας).
- Οι PAH έχουν μεγάλο μοριακό βάρος και είναι ελάχιστοι διαλυτοί στο νερό, μεγάλο ποσοστό προσροφάται από τα αιωρούμενα σωματίδια και αποτίθεται στα ιζήματα του πυθμένα.



Υδρογονάνθρακες συνέχεια 2

Χλωριωμένοι αλειφατικοί υδρογονάνθρακες (chlorinated hydrocarbons – CH)

Είναι οργανικές ενώσεις μη κυκλικής δομής με ορισμένο αριθμό απλών, διπλών ή τριπλών δεσμών στο μόριό τους και ορισμένο αριθμό ατόμων χλωρίου. Βρίσκουν σημαντικές εφαρμογές στην καθημερινή ζωή, όπως οι παρακάτω:

- Ουσίες χημικού καθαρισμού (τετραχλωροαιθυλαίνιο, τριχλωροαιθυλαίνιο, τετραχλωράνθρακας)
- Διαλυτικά (διχλωροαιθάνιο, διχλωροπροπάνιο, χλωροφόρμιο)
- Πρώτες ύλες για συνθετικές ουσίες (Βινυλοχλωρίδιο), από το οποίο παρασκευάζεται το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) (μέσα συσκευασίας τροφίμων, παιχνίδια, κτλ.)



Υδρογονάνθρακες συνέχεια 3

Χλωριωμένοι αλειφατικοί υδρογονάνθρακες (chlorinated hydrocarbons – CH)

- Μικρές ποσότητες CH παράγονται κατά χλωρίωση αποβλήτων ορισμένων βιομηχανιών (χαρτιού) ενώ συχνά ανιχνεύονται και στα αστικά λύματα. Χαρακτηρίζονται από ελάχιστη διαλυτότητα στο νερό και υψηλή τάση ατμών με αποτέλεσμα να εξατμίζονται γρήγορα.



Παρασιτοκτόνα

- Σε αυτά περιλαμβάνεται κάθε χημική ουσία, που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο, την καταστροφή ή την μείωση των ζωικών ή φυτικών παράσιτων που εμφανίζονται στις καλλιέργειες.
- Ανάλογα με το σκοπό, για τον οποίο προορίζονται, διακρίνονται σε ζιζανιοκτόνα, εντομοκτόνα, ακαριοκτόνα, σκωληκοκτόνα
- Από πλευράς χημικής σύνταξης τα παρασιτοκτόνα χωρίζονται σε βασικές ομάδες:
 - ✓ Οργανοχλωριωμένες ενώσεις (Εντομοκτόνα)
 - ✓ Οργανοφωσφορικοί εστέρες (Εντομοκτόνα)
 - ✓ Καρβαμιδικές ενώσεις (Πολλαπλή χρήση)
 - ✓ Χλωροφαινοξυ-οξέα (Ζιζανιοκτόνα)



Παρασιτοκτόνα συνέχεια

- Οι οργανοχλωριωμένες ενώσεις αποτελούν την παλαιότερη και πιο σημαντική ομάδα των παρασιτοκτόνων. Είναι συνθετικά παρασκευαζόμενες οργανικές ενώσεις, οι περισσότερες δεν είναι βιοαποικοδομήσιμες και συσσωρεύονται στο περιβάλλον.
- Το πιο γνωστό είναι το DDT (Dichloro-Diphenyl-Trichloroethane), η δράση του οποίου ανακαλύφθηκε το 1939 και από το 1950 άρχισε να χρησιμοποιείται εκτεταμένα με άριστα αποτελέσματα (Θνησιμότητα πολλών εντόμων, εξάλειψη της ελονοσίας σε πολλές χώρες, έτσι ωφελήθηκε και η γεωργική παραγωγή). Όμως η χρήση του ήταν αλόγιστη με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν τεράστιες συνέπειες για το περιβάλλον.
- Με την πάροδο του χρόνου η χρήση τους προκάλεσε ανοσία σε πολλά επιβλαβή έντομα, έτσι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην καταπολέμηση της ελονοσίας, αλλά και το θάνατο πολλών χρήσιμων εντόμων όπως οι μέλισσες. Σιγά-σιγά πέρασαν στην τροφική αλυσίδα και στον άνθρωπο. Η τοξικότητά τους είναι μεγάλη, για αυτό σήμερα στις περισσότερες προηγμένες χώρες έχει απαγορευθεί η χρήση του DDT.



Μικροοργανισμοί

- Οι πιο σπουδαίοι μικροοργανισμοί στα υπόγεια νερά είναι τα παθογόνα βακτήρια, οι μύκητες και τα πρωτόζωα παράσιτα. Πηγές των μικροοργανισμών αυτών είναι τα λύματα. Τα σοβαρότερα προβλήματα υγείας που προκαλούνται από την μόλυνση του νερού από μικροοργανισμούς είναι ο τύφος, η χολέρα, η ηπατίτιδα, γαστρεντερίτιδες, διάρροιες και αναιμία. Ως δείκτης μικροβιακής μόλυνσης χρησιμοποιείται το κολοβακτηρίδιο (coliform bacteria).
- Οι μεταβολές στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού πολλές φορές οφείλονται σε μικροβιακή δράση. Η μεταφορά των βακτηριδίων στο υπόγειο νερό γίνεται με το μηχανισμό της φυσικής υπόγειας ροής των υδροφόρων (advection).



Βιβλιογραφία

- Βουδούρης, Κ. (2009). Υδρογεωλογία περιβάλλοντος, υπόγεια νερά & περιβάλλον, Θεσσαλονίκη.
- Ζαγγανά, Ε. (2010). Διάθεση Στερεών και Υγρών Αποβλήτων στο Γεωλογικό Περιβάλλον, Παν/μιακες Σημειώσεις, Πάτρα.
- DVWK, Schriften (1998): Hydrogeochemische Stoffsysteme, Teil II, Heft 17.
- Καλέργης, Γ. (2000). Εφαρμοσμένη - Περιβαλλοντική Υδρογεωλογία, Αθήνα.
- Miller, T.G. (1996). Βιώνοντας στο περιβάλλον I, Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών.
- Miller, T.G. (1999). Βιώνοντας στο περιβάλλον II, Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών.



Βιβλιογραφία

- Simmons, I.G. (1993). Ressourcen und Umweltmanagement, Akademischer Verlag.
- Σταμάτης, Γ. (2001). Καθαρισμός της παραμέτρου προστασίας υδροληπτικών έργων υπόγειου πόσιμου νερού και ιαματικών πηγών έναντι της ρύπανσης και μόλυνσης βάση υδρογεωλογικών κριτηρίων, Πάτρα.
- Schriften, DVWK. (1998). Hydrogeochemische Stoffsysteme Teil II.
- Todd, D. & McNutly, D. (1976). Polluted groundwater.



Τέλος Ενότητας

Υδροχημική συμπεριφορά των ρυπαντών
(μέρος 2^ο)

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» 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.



Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Τμήμα Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών,
Ζαγγανά Ελένη. «Διάθεση στερεών και υγρών αποβλήτων στο
γεωλογικό περιβάλλον, Υδροχημική συμπεριφορά των
ρυπαντών (μέρος 2^ο) ». Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2015. Διαθέσιμο
από τη δικτυακή διεύθυνση:

<https://eclass.upatras.gr/courses/GEO361/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [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».



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

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

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

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Εικόνα 1:

https://en.wikipedia.org/wiki/Nitrogen_cycle#/media/File:Nitrogen_Cycle.svg

Εικόνα 2:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Eutrophication>

Εικόνα 3:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:The_head_of_a_man_with_a_beard_and_skin_disease._Wellcome_L0060791.jpg

