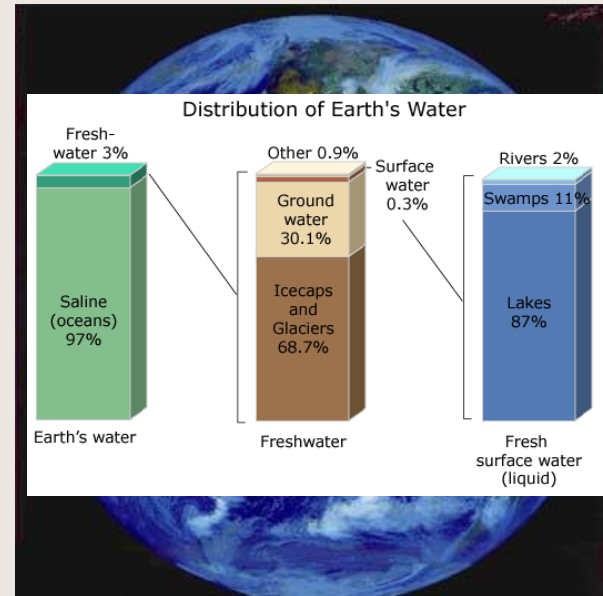




ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΝΕΡΟΥ

Νερό

- Καλύπτει μεγαλύτερο μέρος του πλανήτη
71% επιφάνειας Γης = νερό
- Σημαντικό στοιχείο για τη ζωή
- Οργανισμοί = 70% νερό
- Οι ωκεανοί αποτελούν το 97% του επιφανειακού νερού
(υπόλοιπο: παγόβουνα, λίμνες, ποτάμια)



Υδάτινα συστήματα

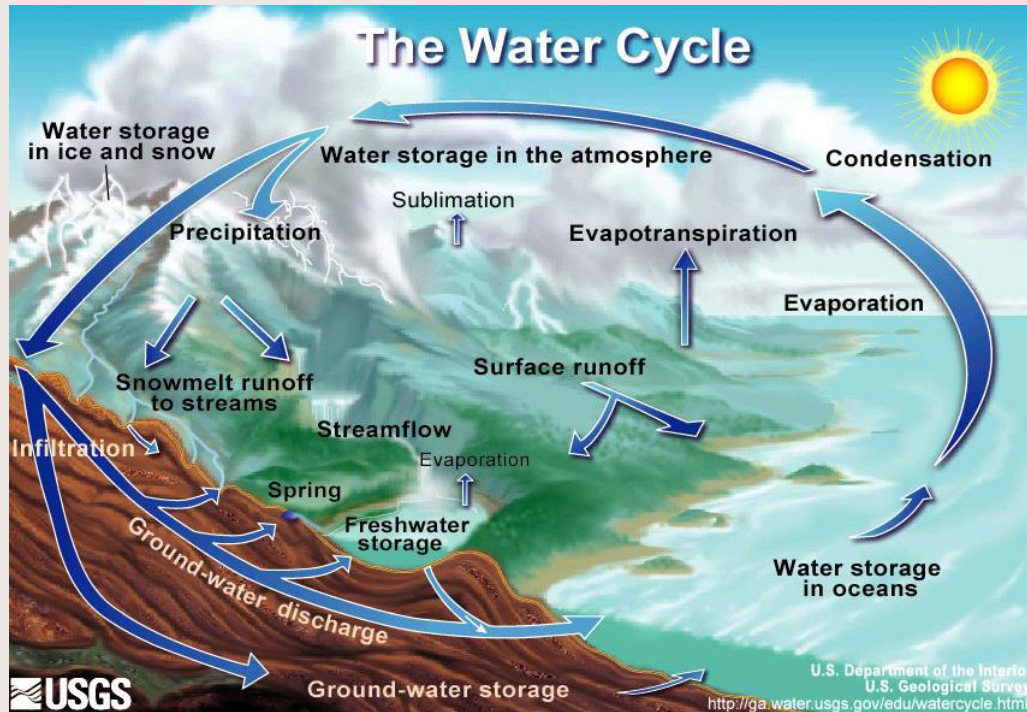
- Ωκεανοί
- Θάλασσες
- Λίμνες
- Ποτάμια
- Παράκτιες περιοχές
- Υπόγεια ύδατα



Υδρολογικός κύκλος

- Ο κύκλος του νερού κινείται από την απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας, η οποία προκαλεί εξάτμιση του νερού από τους ωκεανούς και την στεριά
- Από το εξατμιζόμενο νερό το 83% προέρχεται από τους ωκεανούς ενώ το 76% της υγρής απόθεσης (βροχή, χιόνι, κ.α.) πέφτει κατευθείαν σε αυτούς
- Στη στεριά οι βροχοπτώσεις είναι μεγαλύτερες από την εξάτμιση. Η επιπλέον ποσότητα καταλήγει στους ωκεανούς μέσω των ποταμών και των υπογείων νερών

Υδρολογικός κύκλος



Μέσοι χρόνοι παραμονής νερού

Διαμέρισμα	Μέσος χρόνος παραμονής (χρόνια)
Παγετόνες	40
Εποχιακές χιονοπτώσεις	0.4
Υγρασία εδάφους	0.2
Ρηχά υπόγεια νερά	200
Βαθιά υπόγεια νερά	10000
Λίμνες	100
Ποτάμια	0.04
Ωκεανοί	4000

Ρύπανση υδάτινων συστημάτων

- ✓ Νερό σημαντικός παράγοντας για σταθερότητα κοινωνιών
οικισμοί κοντά σε λίμνες και ποτάμια
διατροφή, υγιεινή, γεωργία, πότισμα ζώων
- ✓ Καθαρότητα πόσιμου νερού
μόλυνση από βακτήρια => λοιμώδεις νόσοι
- ✓ Αστικοποίηση, βιομηχανία => αστικά τοξικά απόβλητα

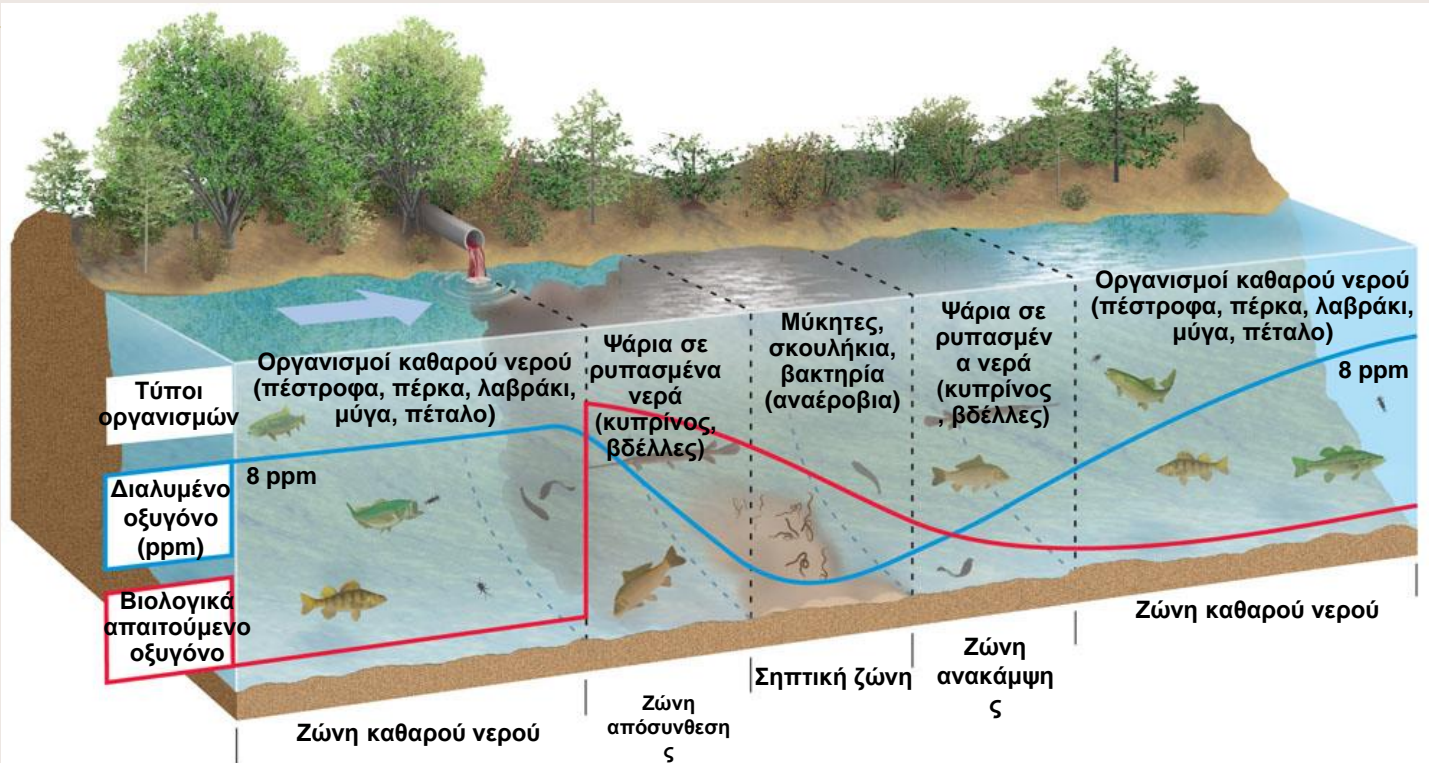
Υδατική ρύπανση: τύποι, επιπτώσεις και πηγές

- Τι είναι η υδατική ρύπανση?
- Κυρίου τύποι ρύπων και πηγών
- Σημειακές και μη σημειακές πηγές ρύπανσης
- Είναι το νερό μας ασφαλές για πόση?

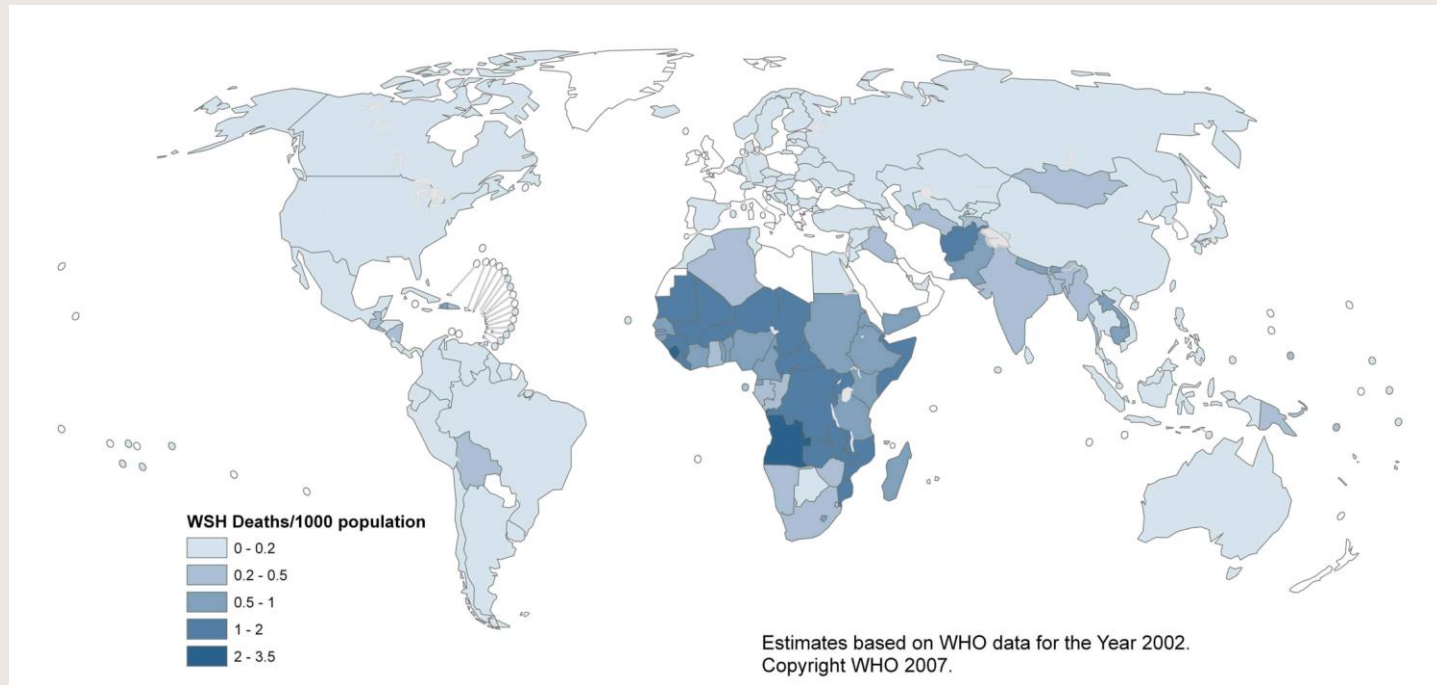
Κυρίες κατηγορίες ρύπων

- Μολυσματικοί παράγοντες
 - Βακτήρια, ιοί, πρωτόζωα, παρασιτικά σκουλήκια
 - Πηγή: Ανθρώπινα και ζωικά απόβλητα
 - Απόβλητα που απαιτούν οξυγόνο
 - Οργανικά απόβλητα + αερόβια βακτήρια
 - Πηγή: Αποχέτευση, επεξεργασία τροφίμων
- Ανόργανα χημικά
 - Οξέα, Μέταλλα, Άλατα
 - Πηγές: απορροή επιφανειών, βιομηχανικά λύματα, οικιακά καθαριστικά
- Ραδιενεργά υλικά
 - Ιώδιο, ραδόνιο, ουράνιο, καίσιο, θόριο
 - Πηγή: Πυρηνικοί και ατμοηλεκτρικοί σταθμοί, εξόρυξη, παραγωγή όπλων
- Φυτικά θρεπτικά συστατικά
 - Νιτρικά, φωσφορικά,
 - Πηγή: Λύματα, κοπριά, γεωργική και επιφανειακή απορροή
- Οργανικά χημικά
 - Λάδι, βενζίνη, πλαστικά, φυτοφάρμακα, διαλύτες, απορρυπαντικά
 - Πηγές: Βιομηχανικά λύματα, οικιακά καθαριστικά, απορροή από αγροκτήματα και αυλές
- Διαβρωμένο ίζημα
 - Έδαφος, λάσπη
- Θερμική ρύπανση
 - Πηγή: σταθμοί παραγωγής ενέργειας, βιομηχανία

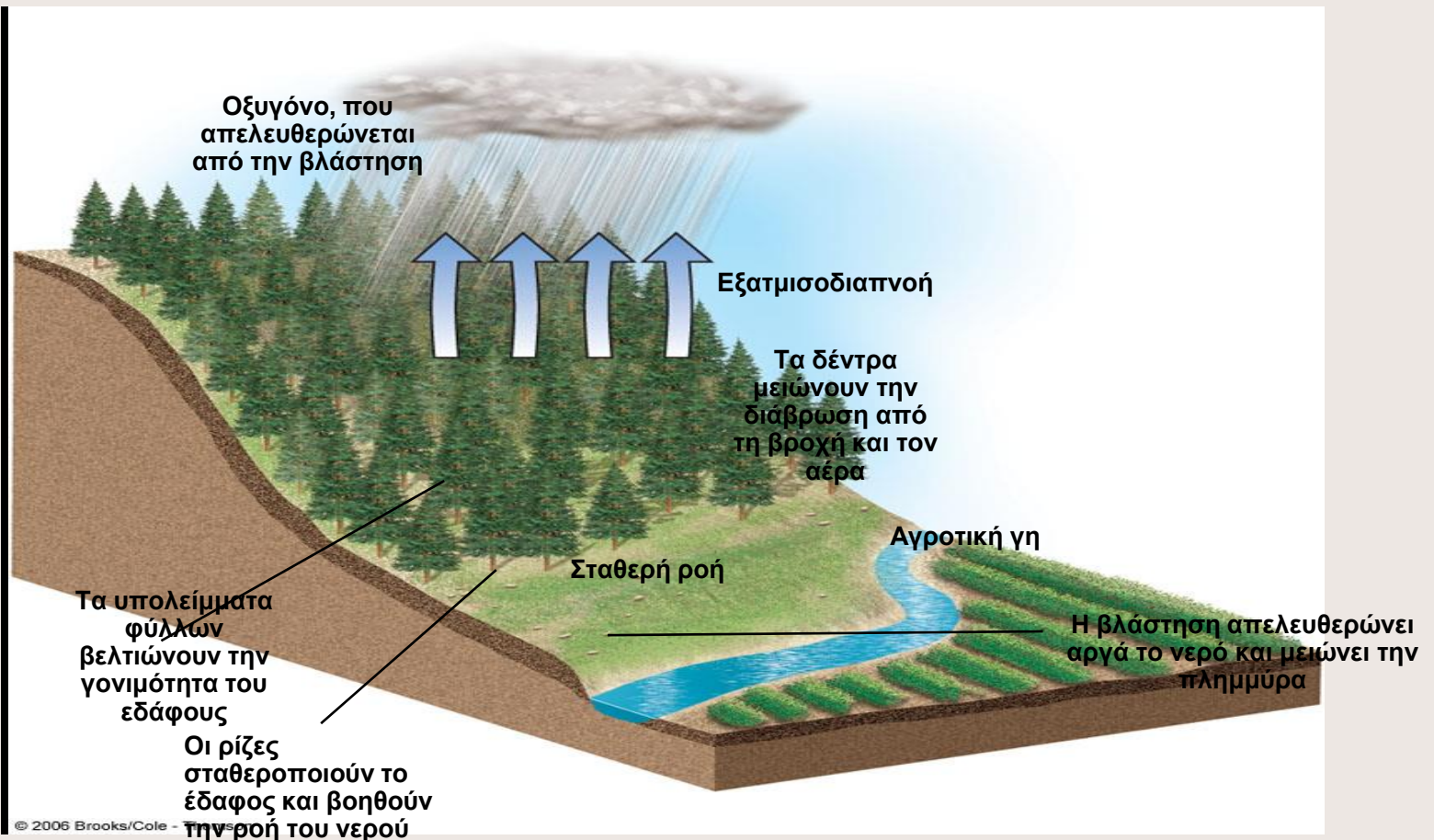
Ρύπανση σε ποταμούς



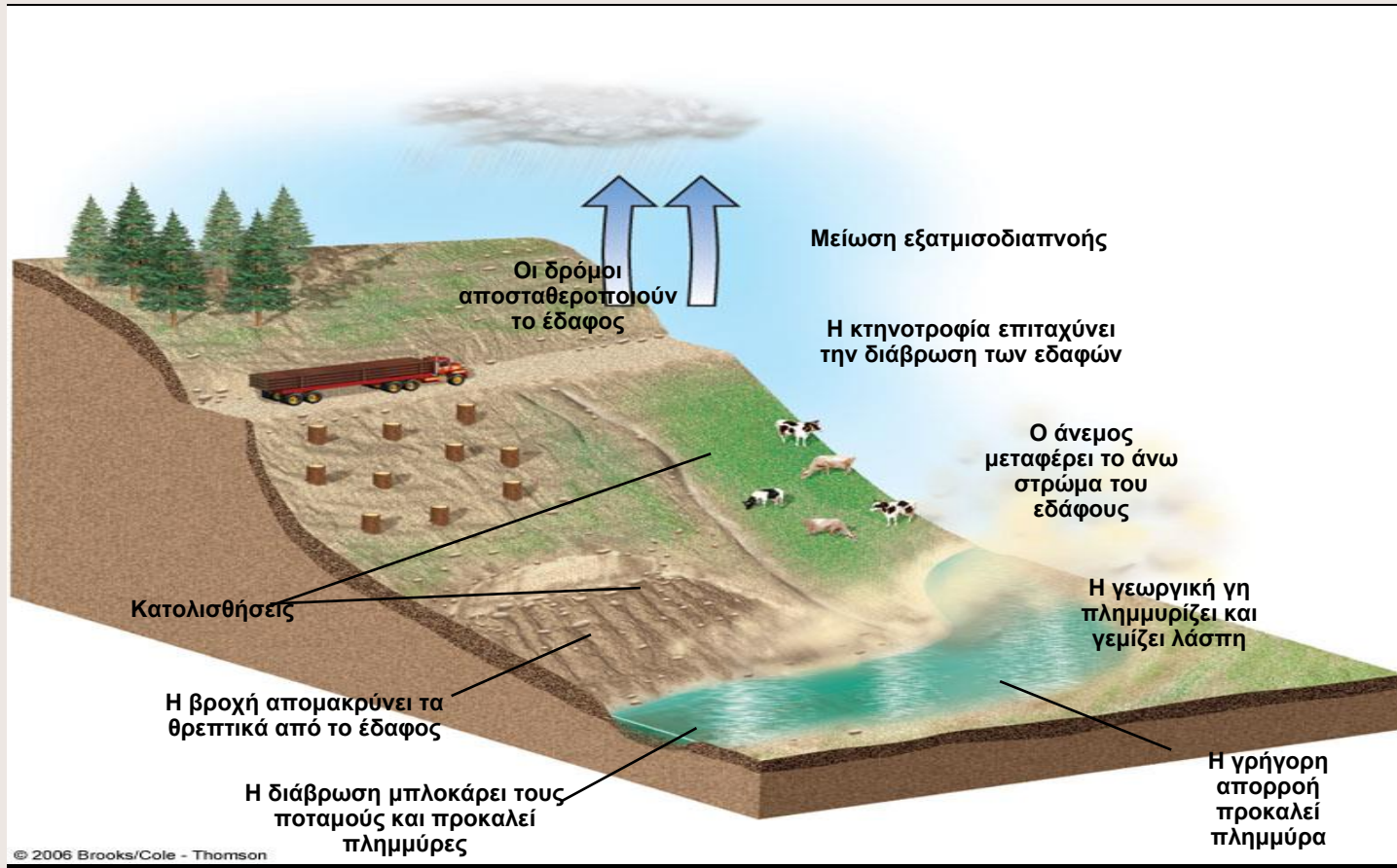
Κακή ποιότητα νερού



Επιφανειακή απορροή πριν την αποψίλωση δασών



Επιφανειακή απορροή μετά την αποψίλωση δασών



Ολιτροφικές και ευτροφικές λίμνες

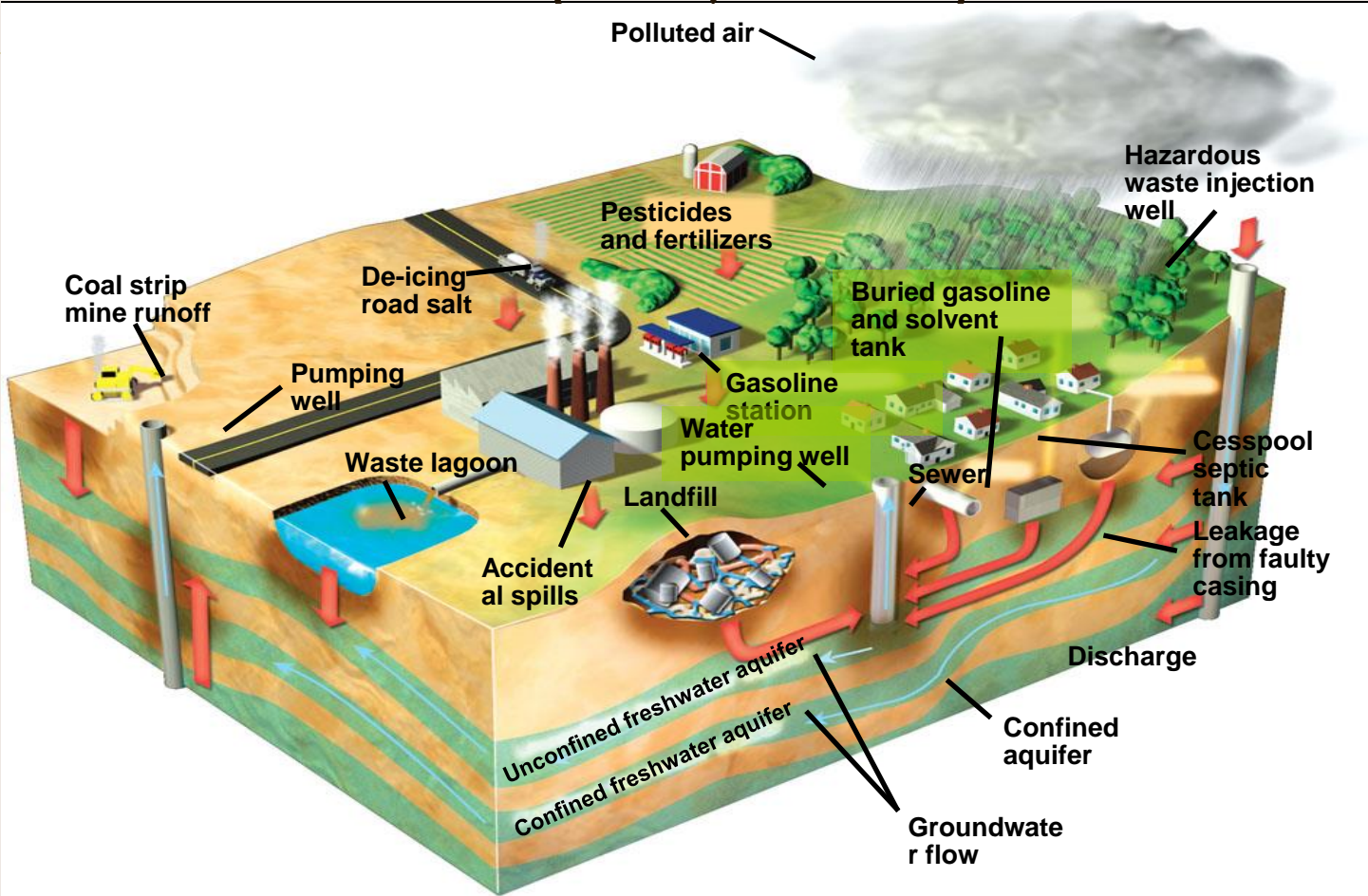


© 2006 Brooks/Cole - Thomson

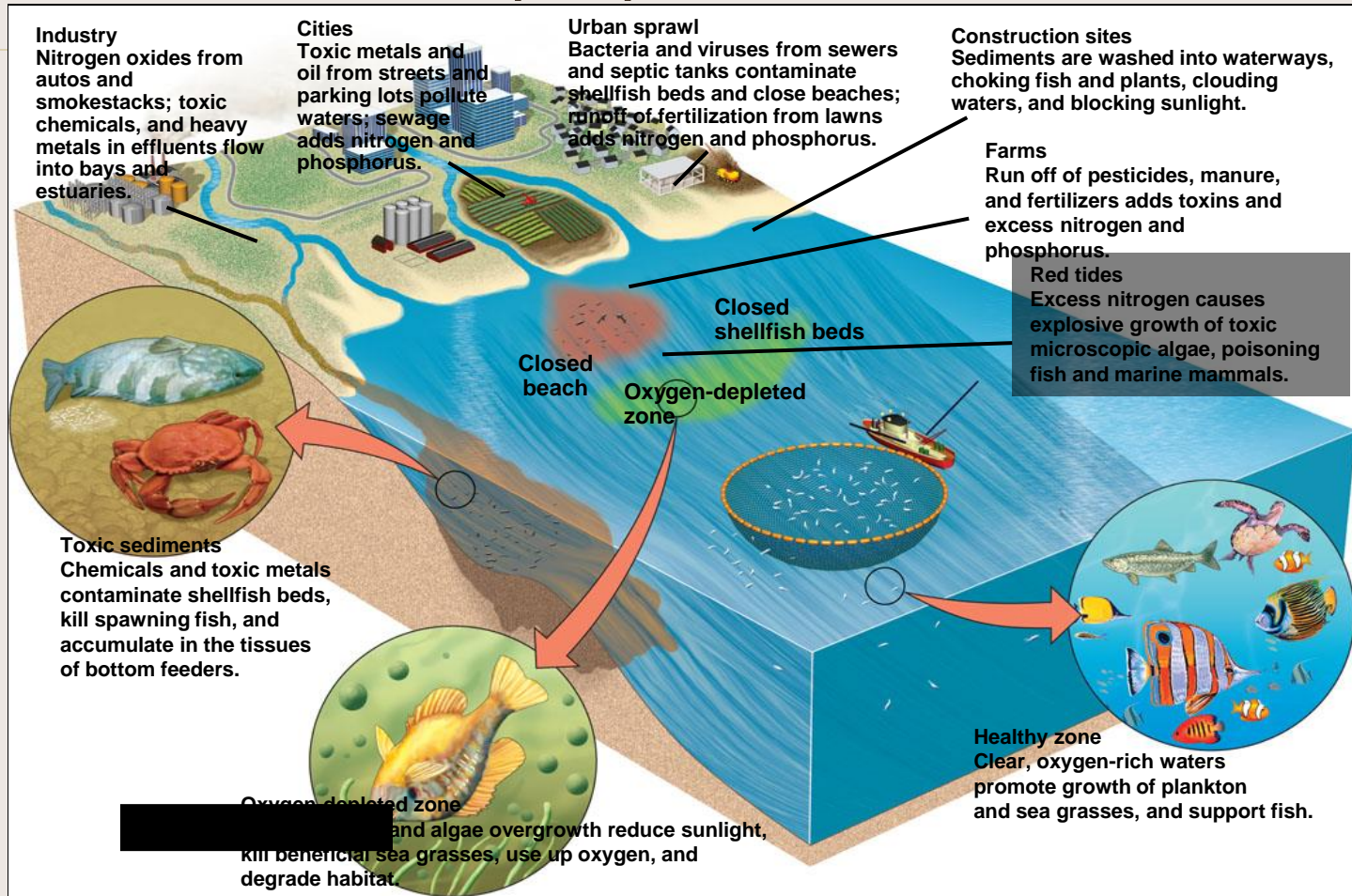


© 2006 Brooks/Cole - Thomson

Ρύπανση υπόγειων νερών



Ρύπανση παράκτιων υδάτων



ΦΥΣΙΚΑ, ΧΗΜΙΚΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Η κατανόηση της φύσης των υγρών αποβλήτων είναι ουσιαστική για το σχεδιασμό και τη λειτουργία των μονάδων συλλογής, επεξεργασίας και διάθεσης καθώς και για την μηχανική διαχείριση της ποιότητας του περιβάλλοντος.

Η συζήτηση που ακολουθεί εισάγει εν συντομία τα φυσικά, χημικά και βιολογικά συστατικά των αποβλήτων, τους ρύπους που μας απασχολούν ιδιαίτερα στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, τις μεθόδους ανάλυσης και τις μονάδες και τις εκφράσεις που χρησιμοποιούνται για το χαρακτηρισμό των ρύπων στα απόβλητα.

Συστατικά που απαντώνται στα υγρά απόβλητα

Τα υγρά απόβλητα χαρακτηρίζονται με όρους της φυσικής, χημικής και βιολογικής τους σύστασης.

Οι βασικές φυσικές ιδιότητες και τα χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων και οι πηγές τους αναφέρονται στον επόμενο Πίνακα

Αξίζει να σημειωθεί ότι πολλές από τις παραμέτρους συσχετίζονται.

Για παράδειγμα, η θερμοκρασία, φυσική ιδιότητα, επηρεάζει τη βιολογική δραστηριότητα στο απόβλητο αλλά και την απελευθέρωση αερίων στο απόβλητο.

Πίνακας 3.1

Φυσικά, χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων και οι πηγές τους

Χαρακτηριστικά	Πηγές
Φυσικές ιδιότητες:	
Χρώμα	Οικιακά και βιομηχανικά απόβλητα, φυσική αποσύνθεση οργανικής ύλης
Οσμή	Αποσυντιθέμενο υγρό απόβλητο, βιομηχανικά απόβλητα
Στερεά	Τροφοδοσία οικιακού νερού, οικιακά και βιομηχανικά απόβλητα, διάβρωση χώματος, διήθηση/εισροή
Θερμοκρασία	Οικιακά και βιομηχανικά απόβλητα
Χημικά συστατικά:	
Οργανικά:	
Υδρογονάνθρακες	Οικιακά, εμπορικά και βιομηχανικά απόβλητα
Λίπη και έλαια	Οικιακά, εμπορικά και βιομηχανικά απόβλητα
Φυτοφάρμακα	Αγροτικά απόβλητα
Φαινόλες	Βιομηχανικά απόβλητα
Πρωτεΐνες	Οικιακά, εμπορικά και βιομηχανικά απόβλητα
Επιφανειοδραστικές ενώσεις	Οικιακά, εμπορικά και βιομηχανικά απόβλητα
Πτητικά οργανικά συστατικά	Οικιακά, εμπορικά και βιομηχανικά απόβλητα

Άλλα	
Ανόργανα: Αλκαλικότητα	Φυσική αποσύνθεση οργανικής ύλης Οικιακά απόβλητα, τροφοδοσία οικιακού νερού, διήθηση υπόγειου νερού
Χλωρίδια	Οικιακά απόβλητα, τροφοδοσία οικιακού νερού, διήθηση υπόγειου νερού
Βαρέα μέταλλα Άζωτο pH	Βιομηχανικά απόβλητα Οικιακά και αγροτικά απόβλητα Οικιακά, εμπορικά και βιομηχανικά απόβλητα
Φωσφόρος	Οικιακά, εμπορικά και βιομηχανικά απόβλητα, φυσική απορροή
Θείο	Τροφοδοσία οικιακού νερού, οικιακά, εμπορικά και βιομηχανικά απόβλητα
Αέρια: Υδροθείο Μεθάνιο Οξυγόνο	Αποσύνθεση οικιακών αποβλήτων Αποσύνθεση οικιακών αποβλήτων Τροφοδοσία οικιακού νερού, διήθηση επιφανειακού νερού
Βιολογικά συστατικά: Ζώα Φυτά	Ανοιχτές πηγές νερού και μονάδες επεξεργασίας Ανοιχτές πηγές νερού και μονάδες επεξεργασίας
Πρώτιστα: Ευβακτήρια Αραχαιοβακτήρια Ιοί	Οικιακά απόβλητα, διήθηση επιφανειακού νερού, μονάδες επεξεργασίας Οικιακά απόβλητα, διήθηση επιφανειακού νερού, μονάδες επεξεργασίας Οικιακά απόβλητα

Ρύποι με ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων

Τα κριτήρια για τη δευτεροβάθμια επεξεργασία των υγρών αποβλήτων αφορούν στην απομάκρυνση των βιοαποδομήσιμων οργανικών, των αιωρούμενων στερεών και των παθογόνων.

Πιο αυστηρά κριτήρια που έχουν θεσπισθεί πρόσφατα αναφέρονται στην απομάκρυνση των θρεπτικών και επιλεγμένων ρύπων.

Όταν το νερό πρόκειται να επαναχρησιμοποιηθεί, τα κριτήρια περιλαμβάνουν απαιτήσεις για την απομάκρυνση μη αποδομήσιμων οργανικών, βαρέων μετάλλων και σε μερικές περιπτώσεις των διαλυτών ανόργανων στερεών.

Πίνακας 3.2

Σημαντικοί ρύποι στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων

Ρύποι	Σημασία
Αιωρούμενα στερεά	Τα αιωρούμενα στερεά οδηγούν στην ανάπτυξη αποθεμάτων λάσπης και αναερόβιων συνθηκών όταν ανεπεξέργαστα υγρά απόβλητα απορρίπτονται σε υδατικό περιβάλλον.
Βιοαποδομήσιμα οργανικά	Αποτελούνται κυρίως από πρωτεΐνες, υδατάνθρακες και λιπαρά. Τα βιοαποδομήσιμα λιπαρά μετριούνται κυρίως με το BOD και το COD. Αν τα απόβλητα διατεθούν ανεπεξέργαστα στο περιβάλλον, η βιολογική τους σταθεροποίηση θα οδηγήσει στην εξάντληση του οξυγόνου και στην ανάπτυξη σηπτικών συνθηκών.
Παθογόνοι	Μεταδοτικές ασθένειες μπορεί να μεταδοθούν από παθογόνους οργανισμούς στα υγρά απόβλητα.
Θρεπτικά	Το άζωτο και ο φωσφόρος, μαζί με τον άνθρακα, είναι ουσιαστικά θρεπτικά για ανάπτυξη. Όταν απορρίπτονται σε υδατικό περιβάλλον, τα θρεπτικά αυτά οδηγούν στην ανάπτυξη ανεπιθύμητης υδατικής ζωής. Όταν απορρίπτονται σε υπερβολικές ποσότητες στο έδαφος, ρυπαίνουν το υπόγειο νερό.

Ρύποι

Επιλεκτικοί ρύποι
(υψηλής
προτεραιότητας)

Μη αποδομήσιμα
οργανικά

Βαρέα μέταλλα

Διαλυτοποιημένα
ανόργανα

Σημασία

Οργανικές και ανόργανες ενώσεις με βάση της πληροφορίες που υπάρχουν για την καρκινογένεση, την μεταλλακτική ικανότητα και την τερατογένεση που προκαλούν ή την υψηλή τους τοξικότητα. Πολλές από αυτές τις ενώσεις απαντώνται στα υγρά απόβλητα.

Αυτά τα οργανικά ανθίστανται στις συμβατικές μεθόδους επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων. Τυπικά παραδείγματα είναι οι επιφανειοδραστικές ενώσεις, οι φαινόλες και τα αγροτικά φυτοφάρμακα.

Τα βαρέα μέταλλα συνήθως προστίθενται στο απόβλητο από εμπορικές και βιομηχανικές δραστηριότητες και πρέπει να απομακρυνθούν από το απόβλητο όταν αυτό πρόκειται να επαναχρησιμοποιηθεί.

Ανόργανα συστατικά όπως ασβέστιο, νάτριο και θειικά προστίθενται στο αρχικό οικιακό νερό τροφοδοσίας σαν αποτέλεσμα της χρήσης του νερού και πρέπει να απομακρυνθούν πριν την επαναχρησιμοποίηση του νερού.

Αναλυτικές Μέθοδοι

Οι αναλύσεις που χρησιμοποιούνται για τον χαρακτηρισμό των υγρών αποβλήτων ποικίλουν από τους ακριβείς ποσοτικούς χημικούς προσδιορισμούς μέχρι τους πιο ποιοτικούς βιολογικούς και φυσικούς προσδιορισμούς.

Οι ποσοτικές μέθοδοι ανάλυσης είναι είτε βαρομετρικές, είτε ογκομετρικές είτε φυσικοχημικές.

Στις φυσικοχημικές μεθόδους, μετρούνται ιδιότητες διαφορετικές από τη μάζα ή τον όγκο.

Για τη φυσικοχημική ανάλυση χρησιμοποιούνται όργανα όπως θολοσίμετρα, χρωματόμετρα, ποτενσιόμετρα, πολαρογράφοι, φασματοφωτόμετρα απορρόφησης, ρεόμετρα, φασματογράφοι, πυρηνική ακτινοβολία.

Λεπτομέρειες για τις αναλύσεις υπάρχουν στο Standard Methods, που είναι το αποδεκτό εγχειρίδιο για την ανάλυση νερών και υγρών αποβλήτων.



Φασματοφωτόμετρο UV-VIS



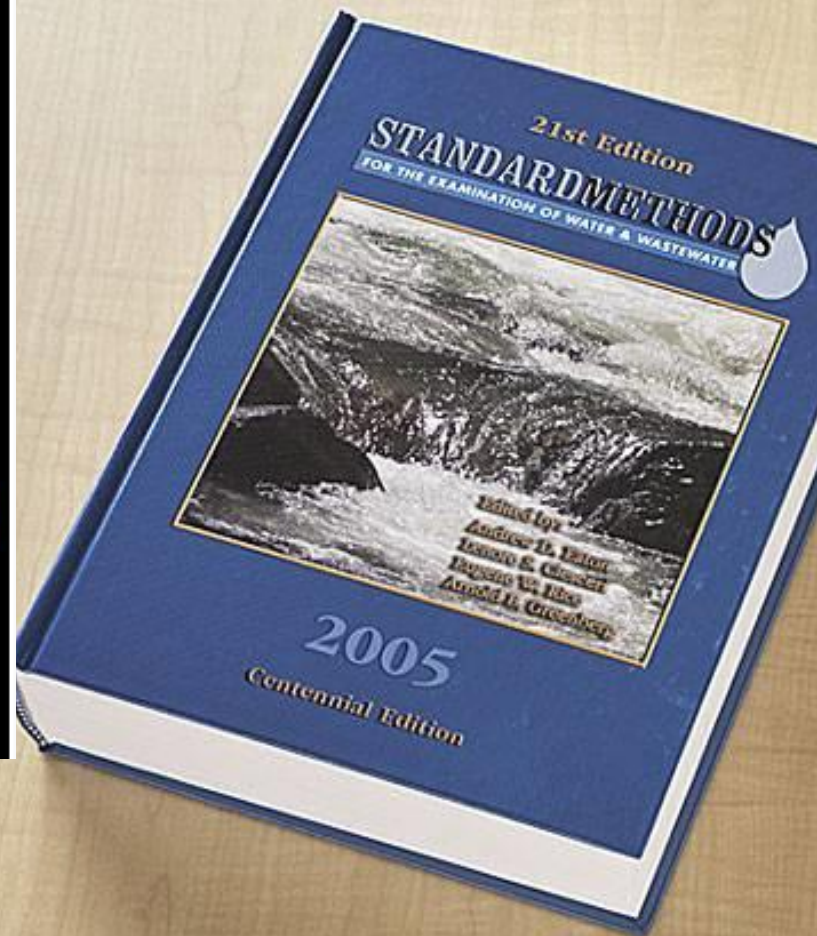
Χρωματογράφος αερίων



Φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης

Standard Methods

FOR THE
Examination
of Water and
Wastewater
20th Edition



Μονάδες μέτρησης για φυσικές και χημικές παραμέτρους

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων των δειγμάτων των υγρών αποβλήτων εκφράζονται σε όρους φυσικών και χημικών μονάδων μέτρησης.

Οι μετρήσεις των χημικών παραμέτρων συνήθως εκφράζονται σε mg/L ή σε gr/m³.

Οι συγκεντρώσεις σε ίχνη εκφράζονται κυρίως σε μg/L.

Για αραιά συστήματα όπου το ένα λίτρο ζυγίζει περίπου ένα χιλιόγραμμα, όπως συμβαίνει στα φυσικά νερά και στα υγρά απόβλητα, οι μονάδες mg/L ή σε gr/m³ είναι ισοδύναμες με το ppm (parts per million) που είναι λόγος μάζα προς μάζα.

Τα διαλυτοποιημένα αέρια, θεωρούνται σαν χημικά συστατικά, και μετριοούνται σε μονάδες mg/L ή σε gr/m³.

Τα αέρια που προκύπτουν σαν παραπροϊόν της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων, όπως το διοξείδιο του άνθρακα και το μεθάνιο, μετριοούνται σε m³ ή L.

Αποτελέσματα αναλύσεων και παράμετροι όπως η θερμοκρασία, ή οσμή, τα ιόντα υδρογόνου και οι βιολογικοί οργανισμοί εκφράζονται με άλλες μονάδες όπως θα δούμε στη συνέχεια.

Προσδιορισμός αζώτου κατά Kjeldahl



Προσδιορισμός αιωρουμένων στερεών



Θολερόμετρο



Καθιζάνοντα κατά Imhoff



Συσκευή προσδιορισμού BOD5



pH & conductivity meter



ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΜΟΝΑΔΩΝ

?

ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Σαν **ολικά στερεά** χαρακτηρίζεται το υπόλειμμα που παραμένει μετά από εξάτμιση στους 103 με 105 °C.

Καθιζάνοντα στερεά, είναι αυτά που καθιζάνουν στον πάτο ενός κωνικού δοχείου (κώνος Imhoff) σε διάστημα 60 min. Τα καθιζάνοντα στερεά, εκφράζονται σε mL/L και αποτελούν προσεγγιστική μέτρηση της λάσπης που θα απομακρυνθεί στην πρωτοβάθμια καθίζηση.

Τα ολικά στερεά κατατάσσονται επίσης σε **μη διηθητά** (nonfilterable) (αιωρούμενα) και **διηθητά** (filterable).

Για το διαχωρισμό αυτό χρησιμοποιούνται ηθμοί Whatman GF/C με διάμετρο πόρων 1.2 μm .

Το κλάσμα των διηθητών στερεών αποτελείται από **κολλοειδή** και **διαλυτά** στερεά.

Το κλάσμα των κολλοειδών στερεών αποτελείται από διακριτή ύλη με μέγεθος σωματιδίων από 0.001 έως 1 μm .

Τα διαλυτά στερεά αποτελούνται από οργανικά και ανόργανα μόρια και ιόντα που βρίσκονται σε πραγματική διάλυση στο νερό.

Το κολλοειδές κλάσμα δεν απομακρύνεται με καθίζηση. Γενικά, για την απομάκρυνση αυτών των σωματιδίων από το αιώρημα απαιτείται βιολογική οξείδωση ή συσσωμάτωση ακολουθούμενη από καθίζηση.

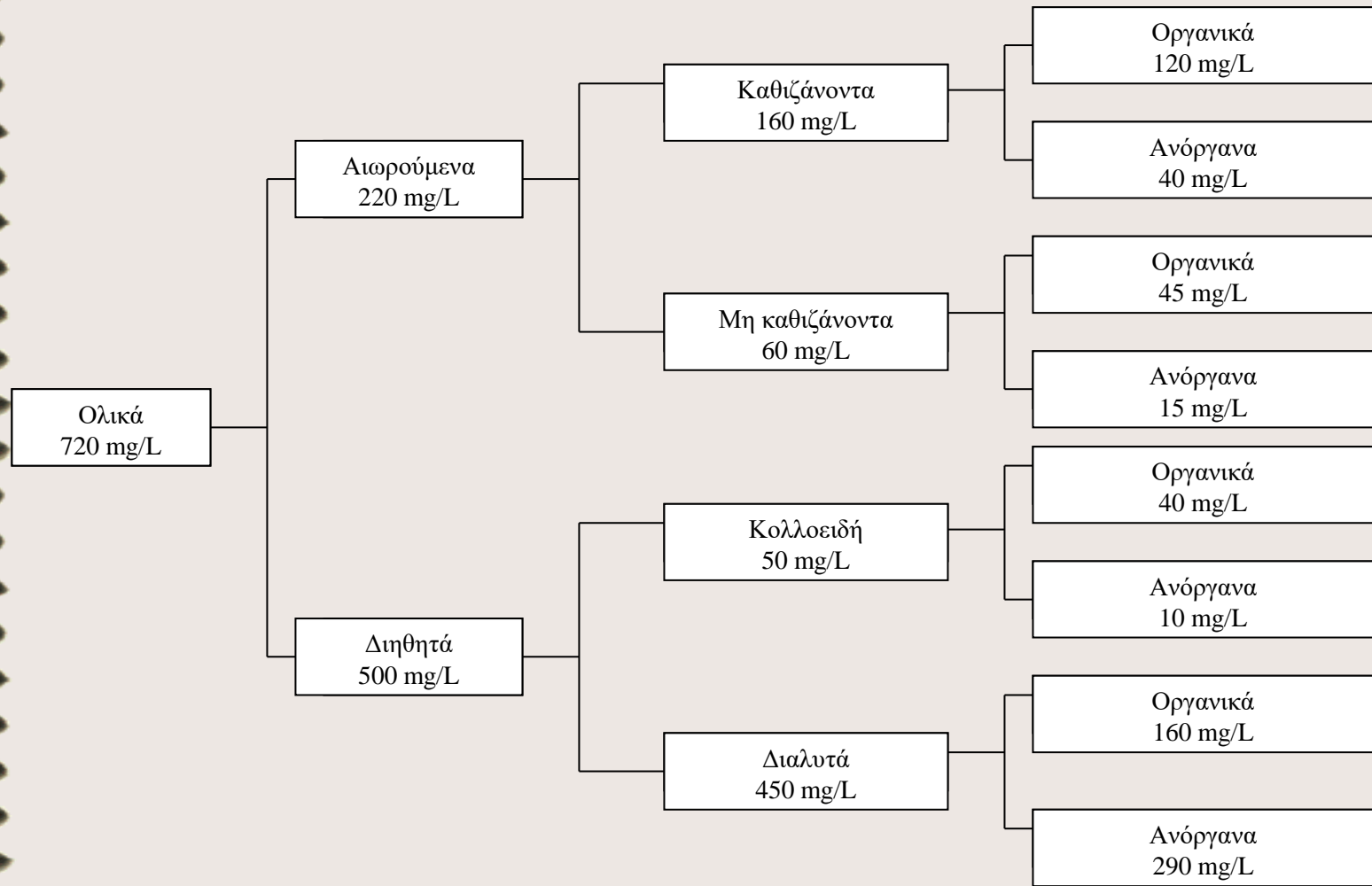
Κάθε μία από αυτές τις δύο κατηγορίες στερεών μπορεί να ταξινομηθεί στη συνέχεια με βάση την πτητικότητά τους στους 550 ± 50 °C.

Σε αυτή τη θερμοκρασία το οργανικό κλάσμα εξατμίζεται σαν αέριο ενώ το ανόργανο κλάσμα παραμένει σαν στάχτη.

Έτσι οι όροι πτητικά αιωρούμενα στερεά και σταθεροποιημένα πτητικά στερεά αναφέρονται αντίστοιχα στο οργανικό και το ανόργανο περιεχόμενο των αιωρούμενων στερεών.

Η ανάλυση των πτητικών στερεών εφαρμόζεται κυρίως στις λάσπες των υγρών αποβλήτων για να μετρηθεί η βιολογική σταθερότητα.

Σχήμα 3.1 Κατάταξη στερεών που απαντώνται σε απόβλητο μέσης ισχύος



Οσμές

Οι οσμές στα οικιακά απόβλητα συνήθως δημιουργούνται από αέρια που παράγονται κατά την αποσύνθεση της οργανικής ύλης ή από άλλα συστατικά που προστίθενται στα υγρά απόβλητα.

Το φρέσκο απόβλητο έχει μια διακριτική μυρωδιά, κάπως δυσάρεστη, που είναι λιγότερο ενοχλητική απ' ό,τι η μυρωδιά αποβλήτου που έχει υποστεί αναερόβια επεξεργασία.

Η πιο χαρακτηριστική μυρωδιά του εξασθενημένου ή σηπτικού αποβλήτου είναι αυτή του υδρόθειου, που παράγεται από αναερόβιους μικροοργανισμούς που ανάγουν τα θειικά σε σουλφίδια.

Οι οσμές είναι το πρώτο θέμα που απασχολεί την κοινή γνώμη κατά την υλοποίηση μονάδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

Επίδραση των οσμών

Η σημασία των οσμών σε χαμηλές συγκεντρώσεις για τους ανθρώπους σχετίζεται κυρίως με την ψυχολογική πίεση που ασκούν παρά με τις σωματικές βλάβες που προκαλούν.

Οι δυσάρεστες οσμές μπορεί να προκαλέσουν ανορεξία, χαμηλή κατανάλωση νερού, χαμηλή αναπνοή, αναγούλα και εμετό και πνευματική διαταραχή.

Σε ακραίες περιπτώσεις, οι δυσάρεστες οσμές μπορεί να οδηγήσουν σε καταπάτηση της προσωπικής και κοινωνικής υπερηφάνειας, επίδραση στις ανθρώπινες σχέσεις, αποθάρρυνση επενδύσεων, χαμηλό κοινωνικό-οικονομικό κατεστημένο και αποθάρρυνση της ανάπτυξης.

Ανίχνευση των οσμών

Τα δύσοσμα συστατικά που είναι υπεύθυνα για την πρόκληση της ψυχολογικής πίεσης ανιχνεύονται από το οσφρητικό σύστημα, αλλά ο ακριβής μηχανισμός δεν είναι καλά κατανοητός.

Από το 1870, έχουν αναπτυχθεί πάνω από 30 θεωρίες για να εξηγήσουν την όσφρηση.

Το πρόβλημα που παρουσιάζεται είναι ότι συστατικά με παρόμοια δομή έχουν διαφορετική οσμή, ενώ συστατικά με διαφορετική δομή παρουσιάζουν παρόμοια οσμή.

Πίνακας 3.3

Οσμηρά συστατικά στα ανεπεξέργαστα υγρά απόβλητα

Οσμηρό συστατικό	Χημικός τύπος	Οσμή, ποιότητα
Αμίνες Αμμωνία Διαμίνες	CH_3NH_2 , $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ NH_3 $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$, $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_5\text{NH}_2$	Ψαρίλα Αμμωνιακή Αποσυντιθέμενη σάρκα Κλούβια αυγά
Υδρόθειο Μερκαπτάνες (π.χ. μεθυλ- και αιθυλ-) Μερκαπτάνες (π.χ. Γ=βουτυλ- και κροτυλ-) Οργανικά σουλφίδια Σκατόλες	H_2S CH_3SH , $\text{CH}_3(\text{CH}_2)\text{SH}$ $(\text{CH}_3)_3\text{CSH}$, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{SH}$ $(\text{CH}_3)_2\text{S}$, $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{S}$ $\text{C}_9\text{H}_9\text{N}$	Αποσυντιθέμενο λάχανο Ψωφίμι Σάπια λαχανικά Κοπρώδης ύλη

Πίνακας 3.4

Όρια οσμής οσμηρών ουσιών που απαντώνται στα ανεπεξέργαστα υγρά απόβλητα

Οσμηρή ουσία	Χημικός τύπος	Όριο οσμής, ppmV	
		Ανίχνευση	Αναγνώριση
Αμμωνία	NH ₃	17	37
Χλωρίνη	Cl ₂	0.080	0.314
Διμέθυλο-σουλφίδιο	(CH ₃) ₂ S	0.001	0.001
Διφένυλο-σουλφίδιο	(C ₆ H ₅) ₂ S	0.0001	0.0021
Αιθύλ-μερκαπτάνη	CH ₃ CH ₂ SH	0.0003	0.001
Υδρόθειο	H ₂ S	<0.00021	0.00047
Ινδόλη	C ₈ H ₇ N	0.0001	-
Μεθυλ-αμίνη	CH ₃ NH ₂	4.7	-
Μέθυλ-μερκαπτάνη	CH ₃ SH	0.0005	0.001
Σκατόλη	C ₉ H ₉ N	0.001	0.019

Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία των υγρών αποβλήτων είναι συνήθως μεγαλύτερη απ' ότι του νερού τροφοδοσίας λόγω της προσθήκης ζεστού νερού από τα σπίτια και τις βιομηχανικές δραστηριότητες.

Καθώς η ειδική θερμότητα του νερού είναι πολύ μεγαλύτερη από του αέρα, οι θερμοκρασίες των υγρών αποβλήτων είναι υψηλότερες από τις τοπικές θερμοκρασίες του αέρα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια του έτους, ενώ γίνονται μικρότερες μόνο κατά τους ζεστούς καλοκαιρινούς μήνες.

Ανάλογα με τη γεωγραφική θέση, η μέση ετήσια θερμοκρασία των αποβλήτων κυμαίνεται από 10 μέχρι 21.1 °C, με αντιπροσωπευτική τιμή τους 15.6 °C.

Η θερμοκρασία του νερού είναι πολύ σημαντική παράμετρος λόγω της επίδρασής του στις χημικές αντιδράσεις και στους ρυθμούς των αντιδράσεων, στην υδατική ζωή και στην καταλληλότητα του νερού για διάφορες χρήσεις.

Το οξυγόνο είναι λιγότερο διαλυτό στο ζεστό απ' ό,τι στο κρύο νερό.

Η αύξηση του ρυθμού των βιοχημικών αντιδράσεων που προκαλεί η αύξηση της θερμοκρασίας, σε συνδυασμό με την μειωμένη συγκέντρωση οξυγόνου στα επιφανειακά νερά, προκαλεί συχνά προβλήματα έλλειψης διαλυμένου οξυγόνου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Όταν μεγάλες ποσότητες ζεστού νερού απορρίπτονται σε φυσικούς αποδέκτες τότε το πρόβλημα αυτό εντείνεται.

Οι βέλτιστες θερμοκρασίες για τη βακτηριακή δραστηριότητα κυμαίνονται από 25 με 35 °C.

Η αερόβια χώνευση και η νιτροποίηση σταματούν για θερμοκρασίες πάνω από 50 °C.

Όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω από 15 °C οι μεθανογόνοι μικροοργανισμοί απενεργοποιούνται, ενώ κάτω από τους 5 °C απενεργοποιούνται οι αυτότροφοι νιτροποιητικοί μικροοργανισμοί.

Κάτω από τους 2 °C απενεργοποιούνται σχεδόν όλοι οι μικροοργανισμοί.

Πυκνότητα

Η πυκνότητα του υγρού αποβλήτου ρ_w , ορίζεται η μάζα ανά μονάδα όγκου εκφρασμένη σε kg/m^3 .

Η πυκνότητα είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του αποβλήτου λόγω της δυναμικής για σχηματισμό ιζημάτων στις δεξαμενές καθίζησης και σε άλλες μονάδες επεξεργασίας.

Η πυκνότητα των οικιακών αποβλήτων που δεν περιέχουν σημαντικές ποσότητες βιομηχανικών αποβλήτων, είναι ουσιαστικά η ίδια με του νερού για τη συγκεκριμένη θερμοκρασία.

Σε μερικές περιπτώσεις το ειδικό βάρος του αποβλήτου $s_w = \rho_w / \rho_o$, χρησιμοποιείται αντί για την πυκνότητα.

Χρώμα

Ιστορικά, ο όρος «κατάσταση» χρησιμοποιήθηκε μαζί με τη σύσταση και τη συγκέντρωση για την περιγραφή του αποβλήτου.

Η κατάσταση αναφέρεται στην ηλικία του απόβλητου που καθορίζεται ποιοτικά από το χρώμα και την οσμή του.

Το φρέσκο απόβλητο έχει συνήθως ένα καφέ – γκρι χρώμα.

Καθώς όμως αυξάνει ο χρόνος παραμονής του στο σύστημα συλλογής και αναπτύσσονται αναερόβιες συνθήκες, το χρώμα αλλάζει σε σκούρο γκρι και τελικά σε μαύρο.

Θολότητα

Η θολότητα, ένα μέτρο της μεταβίβασης του φωτός στο νερό, είναι ένα άλλο τεστ που χρησιμοποιείται για να υποδείξει την ποιότητα του νερού που απορρίπτεται στα φυσικά νερά σε σχέση με τα κολλοειδή και τα υπολειπόμενα αιωρούμενα σωματίδια.

Τα κολλοειδή σωματίδια διασκορπίζουν ή απορροφούν το φως και έτσι εμποδίζουν τη μεταβίβασή του.

Γενικά, δεν υπάρχει σχέση μεταξύ της θολότητας και της συγκέντρωσης των αιωρούμενων στερεών στα ανεπεξέργαστα υγρά απόβλητα.

Υπάρχει όμως σχέση μεταξύ της θολότητας και των αιωρούμενων σωματιδίων από την έξοδο της δευτεροβάθμιας καθίζησης από τις διεργασίες δραστικής λάσπης.

ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Οργανική ύλη

Σε ένα υγρό απόβλητο μέσης ισχύος, περίπου το 75% των αιωρούμενων στερεών και το 40% των διαλυτών στερεών είναι οργανική ύλη.

Οι οργανικές ενώσεις αποτελούνται από ένα συνδυασμό άνθρακα, υδρογόνου και οξυγόνου, μαζί με άζωτο σε μερικές περιπτώσεις.

Επίσης, μπορεί να υφίστανται και άλλα στοιχεία όπως θείο, φωσφόρος και σίδηρος.

Οι βασικές ομάδες οργανικών ενώσεων που απαντώνται στα υγρά απόβλητα είναι πρωτεΐνες (40-60%), υδρογονάνθρακες (24-50%) και λίπη και έλαια (10%).

Η ουρία, το βασικό συστατικό των ούρων, είναι μια άλλη σημαντική οργανική ένωση που απαντάται στα υγρά απόβλητα.

Οργανική ύλη

Μαζί με τις απλές οργανικές ενώσεις που προαναφέρθηκαν, στα υγρά απόβλητα υπάρχει και ένας μεγάλος αριθμός σύνθετων οργανικών μορίων από πολύ απλά έως πολύ σύνθετα στην δομή τους.

Τυπικά παραδείγματα είναι επιφανειοδραστικές ενώσεις, οργανικοί ρύποι υψηλής προτεραιότητας, πτητικές οργανικές ενώσεις και φυτοφάρμακα.

Επιπλέον, ο αριθμός των νέων ενώσεων που συντίθενται κάθε χρόνο αυξάνει σημαντικά.

Η παρουσία αυτών των ενώσεων στα υγρά απόβλητα δυσχεραίνει ιδιαίτερα την επεξεργασία τους γιατί οι πιο πολλές από αυτές τις ενώσεις ή αποδομούνται πολύ αργά ή δεν αποδομούνται καθόλου.

Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες είναι το κύριο συστατικό των ζωικών οργανισμών, ενώ υφίστανται σε μικρότερη έκταση στα φυτά.

Οι πρωτεΐνες είναι πολύπλοκες στη χημική τους δομή και ιδιαίτερα ασταθείς και αποτελούν το αντικείμενο πολλών μορφών μετασχηματισμού.

Μερικές είναι διαλυτές στο νερό ενώ άλλες είναι αδιάλυτες. Η χημεία του σχηματισμού τους περιλαμβάνει το συνδυασμό ή την ένωση ενός μεγάλου αριθμού αμινοξέων.

Το μοριακό βάρος των πρωτεϊνών είναι πολύ μεγάλο και κυμαίνεται από 20,000 μέχρι 20,000,000.

Όλες οι πρωτεΐνες περιέχουν άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο. Επιπλέον, περιέχουν ένα σχετικά υψηλό και σταθερό ποσοστό αζώτου, περίπου 16%.

Οι πρωτεΐνες και η ουρία είναι η βασική πηγή αζώτου των υγρών αποβλήτων. Όταν οι πρωτεΐνες υφίστανται σε μεγάλες ποσότητες, παράγονται άσχημες οσμές από την αποσύνθεσή τους.

Υδρογονάνθρακες

Οι υδρογονάνθρακες είναι ιδιαίτερα διαδεδομένοι στη φύση και περιλαμβάνουν σάκχαρα, άμυλο, κυτταρίνη και ίνες ξύλου. Όλα απαντώνται στα υγρά απόβλητα.

Οι υδρογονάνθρακες περιέχουν άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο.

Μερικοί υδρογονάνθρακες, όπως τα σάκχαρα, είναι διαλυτοί στο νερό, ενώ άλλοι όπως το άμυλο είναι αδιάλυτοι.

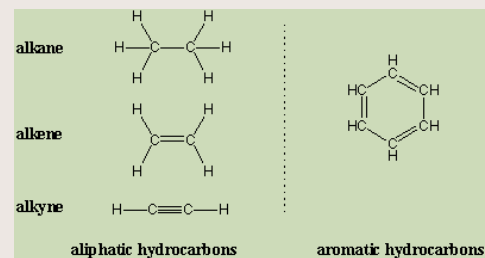
Τα σάκχαρα αποσυντίθενται και μέσω ζύμωσης παράγουν αλκοόλη και διοξείδιο του άνθρακα.

Το άμυλο, είναι πιο ευσταθές, αλλά μετατρέπεται σε σάκχαρα μέσω βακτηριακής δραστηριότητας όπως και με αραιά ανόργανα οξέα.

Το πιο ανθεκτικό συστατικό στην αποσύνθεση είναι η κυτταρίνη. Η αποσύνθεση της κυτταρίνης πραγματοποιείται από μόνη της στο έδαφος κυρίως λόγω δραστηριότητας διαφόρων μυκήτων, ιδιαίτερα όταν επικρατούν όξινες συνθήκες.

Ρύπανση από υδρογονάνθρακες

- Αλογονωμένοι υδρογονάνθρακες
 - χλώριο, βρώμιο, φθόριο ή ιώδιο
- Στην πλειοψηφία τους ανθρωπογενείς πηγές ρύπανσης
- Μη βιοδιασπώμενοι, πτητικοί => μεταφέρονται εύκολα με αέριες μάζες
- Αλειφατικοί
 - εξάνιο, επτάνιο, χλωροφόρμιο, τετραχλωράνθρακας, τριχλωροαιθυλένιο, κλπ...
- Αρωματικοί
 - βενζόλιο, χλωροβενζόλιο, τολουόλιο, κλπ...



Επιπτώσεις υδρογονανθράκων

- Ανοσοποιητικό σύστημα
- Αναπαραγωγικό σύστημα
- Καρκίνος

- Παραμένουν στους υδρόβιους οργανισμούς για μεγάλο χρονικό διάστημα => καλοί δείκτες ρύπανσης και διασυννοριακής μεταφοράς ρύπων
- Βιομεγεθύνονται και βιοσυσσωρεύονται

Ρύπανση από πετρελαιοειδή

- 3,5 δισ. τόνοι πετρέλαιο το χρόνο
- 50% μεταφέρεται με δεξαμενόπλοια
- Ναυτιλιακά ατυχήματα (Εκχον Valdez) => αυστηρή νομοθεσία
- ΑΛΛΑ ακόμα συμβαίνουν



Ρύπανση από πετρελαιοειδή

- Πετρέλαιο = μείγμα υδρογονανθράκων, ΠΑΥ, αρωματικών ενώσεων
- Καρκινογόνες
- Θανατηφόρες για πτηνά, υδρόβιους οργανισμούς και μικροοργανισμούς



Λίπη και έλαια

Τα λίπη και τα έλαια είναι συστατικά (εστέρες) της αλκοόλης ή της γλυκερόλης (γλυκερίνης) με λιπαρά οξέα.

Τα γλυκερίδια των λιπαρών οξέων που είναι υγρά στις συνηθισμένες θερμοκρασίες ονομάζονται έλαια και αυτά που είναι στερεά ονομάζονται λίπη.

Τα λίπη και τα έλαια είναι παρόμοιες χημικές ενώσεις και αποτελούνται από άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο σε διάφορες αναλογίες.

Τα λίπη και τα έλαια εισέρχονται στα οικιακά απόβλητα με το βούτυρο, το λαρδί, τη μαργαρίνη και τα φυτικά λίπη και έλαια.

Τα λίπη συναντώνται συνήθως στο κρέας, στα δημητριακά, σε σπόρους και σε ορισμένα φρούτα.

Τα λίπη είναι από τις πιο σταθερές οργανικές ενώσεις και δεν αποδομούνται εύκολα από τα βακτήρια.

Επιφανειοδραστικές ενώσεις

Οι επιφανειοδραστικές ενώσεις είναι οργανικές ενώσεις μεγάλου μοριακού βάρους, είναι ελαφρά διαλυτές στο νερό και προκαλούν αφρισμό στις μονάδες επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων και στα επιφανειακά νερά όπου απορρίπτεται η έξοδος των επεξεργασμένων αποβλήτων.

Οι ενώσεις αυτές τείνουν να συγκεντρώνονται στη διεπιφάνεια αέρα-νερού.

Κατά τον αερισμό των αποβλήτων, οι ενώσεις αυτές συλλέγονται στην επιφάνεια των φυσαλίδων αέρα και σχηματίζουν έτσι έναν πολύ σταθερό αφρό.

Ρύποι υψηλής προτεραιότητας

Η ΕΡΑ έχει αναγνωρίσει περίπου 129 ρύπους υψηλής προτεραιότητας στα υγρά απόβλητα.

Οι ρύποι αυτοί (οργανικοί και ανόργανοι) επιλέχτηκαν με βάση τις υποψίες που υπάρχουν για καρκινογένεση, μετάλλαξη, τερατογένεση και υψηλή τοξικότητα.

Πολλοί από τους ρύπους υψηλής προτεραιότητας ταξινομούνται σαν πτητικά οργανικά συστατικά (VOCs).

Μέσα στο σύστημα συλλογής και επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων οι ρύποι υψηλής προτεραιότητας μπορεί να απομακρυνθούν, να μετασχηματισθούν, να δημιουργηθούν ή να μεταφερθούν μέσω του συστήματος χωρίς να υποστούν μεταβολή.

Πέντε βασικοί μηχανισμοί εμπλέκονται: (1) εξαέρωση (ή απαερίωση), (2) αποδόμηση, (3) προσρόφηση στα σωματίδια και τη λάσπη, (4) μεταφορά μέσω του συστήματος και (5) δημιουργία σαν αποτέλεσμα της χλωρίωσης ή σαν παραπροϊόντα της αποδόμησης πρόδρομων ενώσεων.

Πτητικά οργανικά συστατικά (VOCs)

Τα οργανικά συστατικά που έχουν σημείο βρασμού $<100^{\circ}\text{C}$ και/ή τάση ατμών $>1 \text{ mm Hg}$ στους 25°C θεωρούνται γενικά πτητικά οργανικά συστατικά.

Για παράδειγμα το βινυλο- χλωρίδιο, που έχει σημείο βρασμού στους -13.9°C και τάση ατμών 2548 mm Hg στους 20°C , είναι ένα ακραίο εξαιρετικά πτητικό οργανικό συστατικό.

Τα VOCs είναι ιδιαίτερης σημασίας γιατί

- (1) όταν τα συστατικά αυτά βρίσκονται στη φάση ατμών είναι πολύ πιο κινητικά. και γι' αυτό μπορούν να ελευθερωθούν πιο εύκολα στο περιβάλλον,
- (2) η παρουσία κάποιων από αυτά τα συστατικά στην ατμόσφαιρα μπορεί να εκθέσει τη δημόσια υγεία σε σοβαρό κίνδυνο και
- (3) συνεισφέρουν σε μια γενική αύξηση των αντιδρώντων υδρογονανθράκων στην ατμόσφαιρα, που οδηγούν στο σχηματισμό φωτοχημικών οξειδωτικών μέσων.

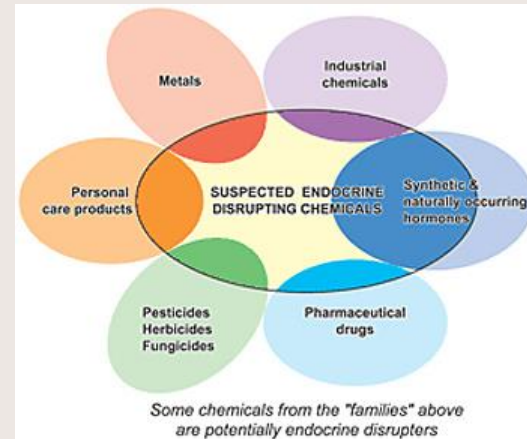
Ρύπανση από ενδοκρινικούς διαταράκτες

- Παράγοντες που επηρεάζουν (ή «διαταράσσουν») τη λειτουργία του ενδοκρινικού συστήματος
- Προϊόντα καθημερινής χρήσης
- Μέσα δεκαετίας '90 παρατηρήθηκαν ορμονικές αλλαγές σε ψάρια και αμφίβια
 - Θηλυκοποίηση αρσενικών (!)
- Επιδημιολογικές έρευνες σε άνδρες => μείωση ποιότητας και ποσότητας σπέρματος



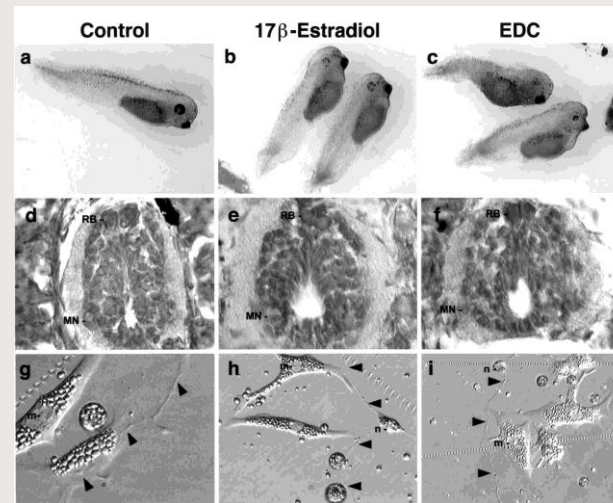
Ενδοκρινικοί διαταράκτες

- Ουσίες που παρουσιάζουν οιστρογόνο ή αντι-οιστρογόνο δράση:
 - Φυσικά οιστρογόνα
 - Συνθετικά οιστρογόνα
 - Ορισμένα φυτοφάρμακα
 - PCBs
 - Διοξίνες
 - TBT
 - κλπ...



Ενδοκρινικοί διαταράκτες – επιπτώσεις

- Γυρίνος εκτέθηκε σε αλατόνερο (control), φυσικό οιστρογόνο (17β-estradiol) and EDC (pouylphenol) 10 ώρες μετά την γονιμοποίηση (πριν τη δημιουργία του νευρικού συστήματος) για 2 ημέρες.
- d-f = περιοχές στην σπονδυλική στήλη. Οι κινητικοί νευρώνες (MN) φαίνονται μεν, αλλά στα ζώα με οιστρογόνα φαίνονται αχνότεροι και όχι τόσο υγιείς.
- g-i = μυϊκά κύτταρα (m) και νευρώνες (n και βελάκια), διαχωρισμένα από το υπόλοιπο σύστημα, τα οποία δείχνουν μειωμένη ανάπτυξη και μορφολογία.



Φυτοφάρμακα και αγροτικά χημικά

Τχνη οργανικών ενώσεων, όπως είναι τα φυτοφάρμακα, τα ζιζανιοκτόνα και άλλα αγροτικά χημικά, είναι τοξικά για τις πιο πολλές μορφές ζωής και γι' αυτό είναι σημαντικοί ρύποι των επιφανειακών νερών.

Αυτά τα χημικά δεν απαντώνται στα οικιακά απόβλητα αλλά προκύπτουν κυρίως από επιφανειακές απορροές από γεωργικές εκτάσεις.

Μικρές συγκεντρώσεις αυτών των συστατικών μπορούν να σκοτώσουν τα ψάρια, να μολύνουν τη σάρκα των ψαριών καθιστώντας τα ακατάλληλα για τροφή και να καταστρέψουν τα αποθέματα νερού.

Μερικά από αυτά τα χημικά ταξινομούνται σαν ρύποι υψηλής προτεραιότητας.

Ρύπανση από φυτοφάρμακα και λιπάσματα

- Αποτέλεσμα έκπλυσης υπολειμμάτων από γεωργικές εκμεταλλεύσεις
- Φυτοφάρμακα:
 - οργανοχλωριωμένα, οργανοφωσφωρικά, καρβαμδικά, πυρεθροειδή, κλπ...
- Λιπάσματα:
 - νιτρικά, αζωτούχα, κλπ...
- Αύξηση χρήσης φυτοφαρμάκων μέχρι 1990 => μείωση



Ρύπανση υδάτων από φυτοφάρμακα

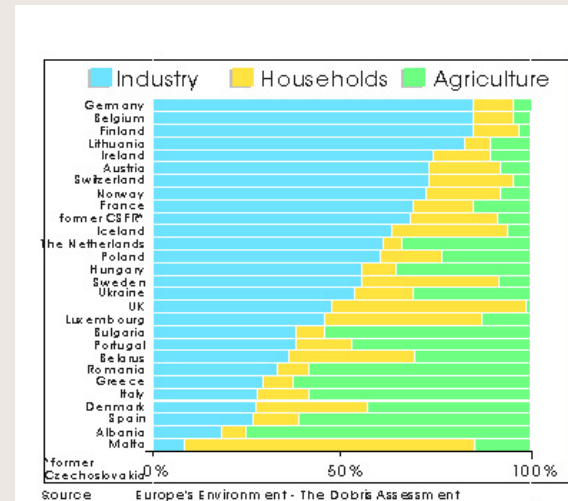
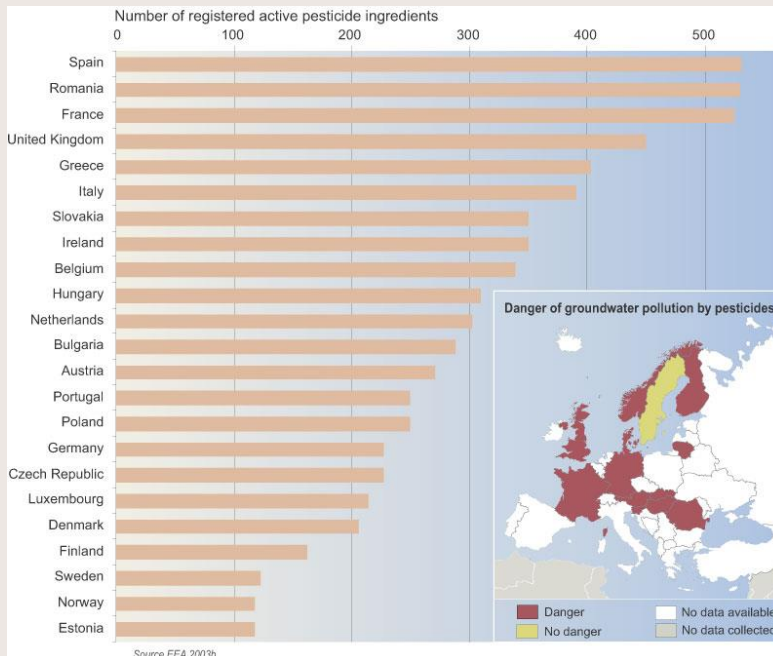


Figure 1: Total water abstraction (surface and groundwater) by economic sectors in European countries

Μέτρηση του οργανικού περιεχομένου

Με το πέρασμα του χρόνου αναπτύχθηκαν αρκετά διαφορετικά τεστ για τον προσδιορισμό του οργανικού περιεχομένου των υγρών αποβλήτων.

Γενικά, τα τεστ αυτά χωρίζονται σε αυτά που μετράνε χοντρικά την οργανική ύλη για συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 1 mg/L και σε αυτές που μετράνε ίχνη συγκεντρώσεων στην περιοχή των 10^{-12} έως 10^{-3} mg/L.

Οι εργαστηριακές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τη χοντρική μέτρηση της οργανικής ύλης περιλαμβάνουν: (1) βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD), (2) χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD), και (3) ολικός οργανικός άνθρακας (TOC).

Συμπληρωματικά με τις εργαστηριακές μετρήσεις χρησιμοποιείται και η θεωρητική απαίτηση οξυγόνου (ThOD), που προσδιορίζεται από το χημικό τύπο της οργανικής ύλης.

Άλλη μέτρηση που χρησιμοποιείται είναι του αμμωνιακού αζώτου.

Η μέτρηση του αμμωνιακού αζώτου χρησιμοποιείται για να προσδιοριστεί η διαθεσιμότητα του αζώτου για να συντηρήσει τη βιολογική δραστηριότητα στις μονάδες επεξεργασίας και για να αποφευχθεί η ανεπιθύμητη ανάπτυξη φυκιών στους υδάτινους αποδέκτες.

Τα ίχνη των οργανικών ενώσεων στην περιοχή των 10^{-12} έως 10^{-3} mg/L προσδιορίζονται χρησιμοποιώντας οργανολογία που περιλαμβάνει αέρια χρωματογραφία και φασματοσκοπία μάζας.

GC/MS/MS



Ιοντόμετρο για προσδιορισμό αμμωνίας, φθοριούχων και νιτρικών



Γεννήτρια υδριδίων για μέτρηση Hg, Se, As



Flame AAS



Αναλυτής T.O.C. για νερά, απόβλητα και στερεά



Βιολογικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD)

Η πιο διαδεδομένη παράμετρος της οργανικής ρύπανσης που εφαρμόζεται τόσο στα απόβλητα όσο και στα επιφανειακά νερά είναι το BOD 5-days (BOD_5).

Αυτός ο προσδιορισμός περιλαμβάνει τη μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου που χρησιμοποιείται από τους μικροοργανισμούς στη βιοχημική οξείδωση της οργανικής ύλης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

3.2 ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

α) Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (ΒΑΟ), BOD

Η πλέον χρησιμοποιούμενη παράμετρος είναι το ΒΑΟ (5 ημερών). Συνίσταται στην μέτρηση του **Διαλυμένου Οξυγόνου (ΔΟ)** που απαιτείται για την βιοχημική οξείδωση της οργανικής ύλης σύμφωνα με την αντίδραση:



Στη συνέχεια το δείγμα αραιώνεται (με απιονισμένο νερό με προσθήκη ανόργανων αλάτων για διατήρηση του pH και της οσμωτικής πίεσης) και προστίθεται εμβόλιο μικροοργανισμών. Η επώαση τους γίνεται για 5 ημέρες τους 20 °C. Ο υπολογισμός γίνεται ως εξής:

$$\text{ΒΑΟ} = \left[\frac{(\Delta\text{O}_κ - \Delta\text{O}_i)}{\frac{\text{όγκος φιάλης}}{\text{mL δείγματος}}} \right] - (\Delta\text{O}_κ - \Delta\text{O}_α)$$

Με $\Delta\text{O}_κ$: ΔΟ στο κενό (μόνο νερό αραιώσης)

ΔO_i : ΔΟ στο τέλος της επώασης του αραιωμένου δείγματος

$\Delta\text{O}_α$: αρχικό ΔΟ στο μη αραιωμένο δείγμα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

3.2 ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

α) Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (ΒΑΟ), **BOD**

$$\frac{dL_t}{dt} = -k'L_t$$

$$L_t = L_o e^{-k't} = L_o 10^{-kt}$$

$$y = L_o - L_t = L_o (1 - e^{-k't})$$

$$k_T = k_{20} \theta^{(T-20)}$$

L_t : το διαλυμένο οξυγόνο σε χρόνο t

L_o : το διαλυμένο οξυγόνο σε χρόνο 0

y : η απαίτηση σε οξυγόνο (BOD)

$\theta = 1,056$ για 20-30°C

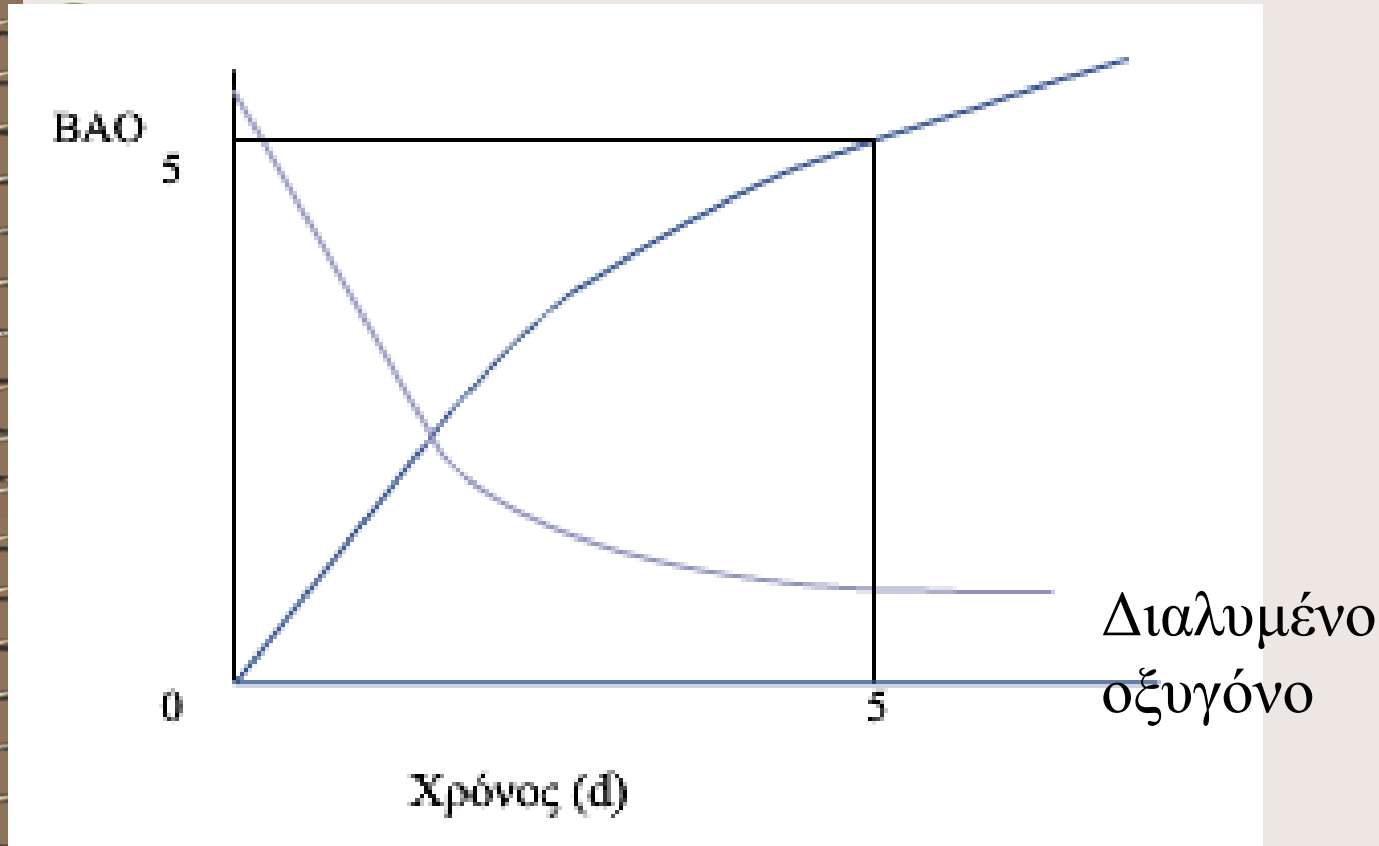
1,135 για 4-20°C

Συνήθως $\theta = 1,047$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

3.2 ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

α) Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (ΒΑΟ), **BOD**



Εφαρμογές του BOD

Τα αποτελέσματα του τεστ BOD χρησιμοποιούνται:

- (1) για τον προσδιορισμό της προσεγγιστικής ποσότητας οξυγόνου που απαιτείται για τη βιολογική σταθεροποίηση της υφιστάμενης οργανικής ύλης,
- (2) για τον προσδιορισμό του μεγέθους των μονάδων επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων,
- (3) για τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας μερικών διεργασιών και
- (4) για να προσδιοριστεί η συμμόρφωση με τα όρια των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων που διατίθενται στο περιβάλλον.

Μέτρηση του BOD

Για να εξασφαλιστεί η ορθότητα των αποτελεσμάτων, το δείγμα πρέπει να αραιώνεται κατάλληλα με ένα ειδικά προετοιμασμένο νερό αραιώσεως ώστε να υπάρχουν διαθέσιμα επαρκή θρεπτικά και οξυγόνο κατά την περίοδο επώασης.

Κανονικά, ετοιμάζονται αρκετές αραιώσεις για να καλυφθεί όλο το εύρος των πιθανών τιμών.

Όταν το δείγμα περιέχει μεγάλο πληθυσμό μικροοργανισμών (π.χ. ανεπεξέργαστο υγρό απόβλητο) δεν είναι απαραίτητος ο εμβολιασμός του δείγματος.

Σε περίπτωση που είναι απαραίτητο, το νερό αραιώσεως εμβολιάζεται με βακτηριακό πληθυσμό που έχει εγκλιματιστεί στην οργανική ύλη ή σε άλλα υλικά που βρίσκονται στα υγρά απόβλητα.

Πίνακας 3.5

Μέτρηση BOD με διάφορες αραιώσεις δείγματος

% μείγμα		Προσθήκη δείγματος σε φιάλες των 300mL	
% μείγμα	Εύρος του BOD	mL	Εύρος του BOD
0.01	20,000-70,000	0.02	30,000-105,000
0.02	10,000-35,000	0.05	12,000-42,000
0.05	4,000-14,000	0.10	6,000-21,000
0.1	2,000-7,000	0.20	3,000-10,500
0.2	1,000-3,500	0.50	1,200-4,200
0.5	400-1,400	1.0	600-2,100
1.0	200-700	2.0	300-1,050
2.0	100-350	5.0	120-420
5.0	40-140	10.0	60-210
10.0	20-70	20.0	30-105
20.0	10-35	50.0	12-42
50.0	4-14	100.0	6-21
100.0	0-7	300.0	0-7

Το εμβόλιο που χρησιμοποιείται είναι μια μεικτή καλλιέργεια.

Η περίοδος επώασης είναι περίπου 5 ημέρες στους 20 °C, αλλά και άλλοι χρόνοι και θερμοκρασίες μπορεί να χρησιμοποιηθούν.

Το διαλυμένο οξυγόνο των δειγμάτων μετριέται πριν και μετά την επώαση και υπολογίζεται το BOD.

Όταν το νερό αραίωσης δεν εμβολιάζεται:

$$BOD, mg / L = \frac{D_1 - D_2}{P}$$

Όταν το νερό αραιώσης εμβολιάζεται:

$$BOD, mg / L = \frac{(D_1 - D_2) - (B_1 - B_2)f}{P}$$

D_1 =διαλυμένο οξυγόνο του αραιωμένου δείγματος αμέσως μετά την προετοιμασία, mg/L

D_2 =διαλυμένο οξυγόνο του αραιωμένου δείγματος μετά από 5d επώασης στους 20 °C, mg/L

P =δεκαδικό ογκομετρικό κλάσμα του δείγματος που χρησιμοποιείται

B_1 =διαλυμένο οξυγόνο του εμβολίου πριν την επώαση, mg/L

B_2 =διαλυμένο οξυγόνο του εμβολίου μετά την επώαση, mg/L

f =λόγος του εμβολίου στο δείγμα προς το εμβόλιο στον όγκο ελέγχου
=(% εμβόλιο στο D_1)/(% εμβόλιο στο B_1)

Η βιοχημική οξείδωση είναι μια πολύ αργή διεργασία και θεωρητικά απαιτεί άπειρο χρόνο για να ολοκληρωθεί.

Σε περίοδο 20 ημερών, οξειδώνεται το 95 με 99% της ανθρακούχας οργανικής ύλης.

Στην περίοδο των 5 ημερών που χρησιμοποιείται για του τεστ του BOD οξειδώνεται το 60 με 70%.

Η κινητική των βιοχημικών αντιδράσεων εξαρτάται άμεσα από τη θερμοκρασία.

Η κινητική της αντίδρασης του BOD λαμβάνεται σαν κινητική πρώτης τάξης:

$$\frac{dL}{dt} = -kL_t$$

όπου L_t είναι το ποσό του BOD που παραμένει στο νερό μετά από χρόνο t και k είναι η σταθερά ρυθμού της αντίδρασης.

$$\ln L_t \Big|_0^t = -kt$$

Το ποσό του BOD που παραμένει σε χρόνο t ισούται με:

$$L_t = L(e^{-kt})$$

και y , είναι το ποσό του BOD που έχει καταναλωθεί σε κάθε στιγμή t

$$y_t = L - L_t = L(1 - e^{-kt})$$

Το BOD 5 ημερών ισούται με:

$$y_5 = L - L_5 = L(1 - e^{-5k})$$

Για ρυπασμένα νερά και υγρά απόβλητα, μια τυπική τιμή του k (στους $20\text{ }^{\circ}\text{C}$) είναι 0.23 d^{-1} .

Η τιμή της σταθεράς αντίδρασης ποικίλει σημαντικά με τον τύπο του αποβλήτου. Το εύρος της σταθεράς αντίδρασης κυμαίνεται από 0.05 έως 0.3 d^{-1} .

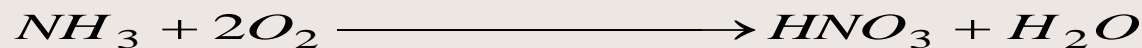
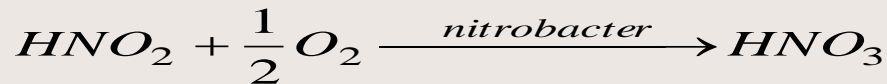
Η επίδραση της θερμοκρασίας στην σταθερά της αντίδρασης δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$k_T = k_{20} \theta^{(T-20)}$$

Η τιμή του θ κυμαίνεται από 1.056 για θερμοκρασίες μεταξύ 20 και 30°C μέχρι 1.135 για θερμοκρασίες μεταξύ 4 και $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Τυπική τιμή που χρησιμοποιείται για το θ είναι 1.047 .

Νιτροποίηση στην ανάλυση του BOD

Δύο είδη αυτότροφων βακτηρίων οξειδώνουν την αμμωνία αρχικά σε νιτρώδη και στη συνέχεια σε νιτρικά.



Το οξυγόνο που απαιτείται για την οξείδωση της αμμωνίας σε νιτρικά καλείται νιτρογενής απαίτηση οξυγόνου (NBOD).

Επειδή ο ρυθμός αναπαραγωγής των νιτροποιητικών βακτηρίων είναι αργός, συνήθως απαιτούνται 6 με 10 ημέρες για να πολλαπλασιαστούν και να καταναλώσουν μετρήσιμες ποσότητες οξυγόνου.

Περιορισμοί στο τεστ του BOD

Το τεστ του BOD παρουσιάζει τους ακόλουθους περιορισμούς:

- (1) απαιτείται υψηλή συγκέντρωση ενεργών, εγκλιματισμένων βακτηρίων,
- (2) απαιτείται προετοιμασία όταν αναφερόμαστε σε τοξικά απόβλητα και πρέπει να ελαχιστοποιηθούν οι επιδράσεις από τους νιτροποιητικούς οργανισμούς,
- (3) μετρούνται μόνο τα βιοαποδομήσιμα οργανικά,
- (4) το τεστ δεν έχει στοιχειομετρική αξιοπιστία όταν καταναλωθούν τα οργανικά που βρίσκονται στο διάλυμα και
- (5) απαιτείται μεγάλο χρονικό διάστημα για τη λήψη των αποτελεσμάτων.

Από τα παραπάνω πιο σημαντικό ίσως είναι ότι η περίοδος των 5 ημερών μπορεί και να μην αντιστοιχεί στο σημείο που έχει καταναλωθεί η διαλυτή οργανική ύλη.

Άσκηση

Τι ποσοστό του αρχικού L_0 είναι το BOD_1 εάν το BOD_5 υγρών αποβλήτων είναι 360 mg/L στους 20°C ($k=0,28\text{d}^{-1}$, βάση e);

$$BOD_5 = y_5 = L_0 (1 - e^{-k \cdot t}) \Rightarrow$$

$$360 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = L_0 (1 - e^{-0,28 \cdot 5}) \Rightarrow$$

$$L_0 = 477,83 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$BOD_1 = y_1 = 477,83 (1 - e^{-0,28 \cdot 1}) = 116,69 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$\frac{BOD_1}{L_0} \cdot 100\% = \frac{116,69 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{477,83 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} \cdot 100\% = 24,42\%$$

Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)

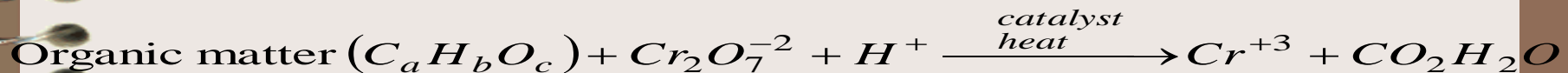
Το τεστ του COD χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της οργανικής ύλης τόσο στα υγρά απόβλητα όσο και στα φυσικά νερά.

Το ισοδύναμο του οξυγόνου που μπορεί να οξειδωθεί από την οργανική ύλη μετριέται χρησιμοποιώντας ένα ισχυρό οξειδωτικό μέσο σε ένα όξινο μέσο.

Το διχρωμικό κάλιο έχει βρεθεί ότι είναι κατάλληλο για τη συγκεκριμένη περίπτωση.

Το τεστ πρέπει να πραγματοποιηθεί σε αυξημένη θερμοκρασία. Ένας καταλύτης (θεικός άργυρος) απαιτείται για την οξείδωση συγκεκριμένων κατηγοριών οργανικών ενώσεων.

Η βασική εξίσωση που χρησιμοποιεί το διχρωμικό κάλιο σαν οξειδωτικό μέσο μπορεί να περιγραφεί ως εξής:



Φυλλάδιο COD

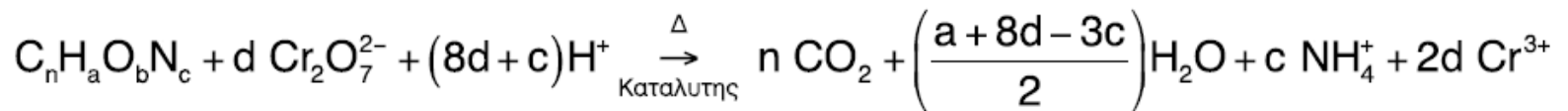
Το COD ενός αποβλήτου είναι γενικά υψηλότερο από το BOD γιατί πιο πολλά συστατικά μπορούν να οξειδωθούν χημικά απ' ότι βιολογικά.

Για πολλούς τύπους αποβλήτων είναι δυνατό να συσχετίσουμε το COD με το BOD.

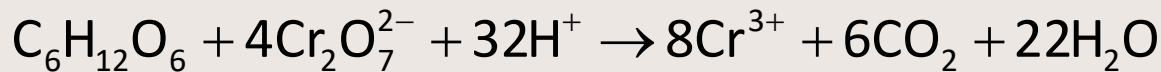
Αυτό είναι πολύ σημαντικό γιατί το COD μετριέται σε 3 ώρες, ενώ το BOD σε 5 ημέρες.

Άσκηση – COD, TOC, ThOD

Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του χημικά απαιτούμενου οξυγόνου COD, του ολικού οργανικού άνθρακα TOC και του θεωρητικά απαιτούμενου οξυγόνου ThOD αποβλήτου που περιέχει 160g/L γλυκόζης $C_6H_{12}O_6$. Θεωρείστε ότι κάθε mole $Cr_2O_7^{2-}$ ισοδυναμεί με 1,5 mol O_2 .



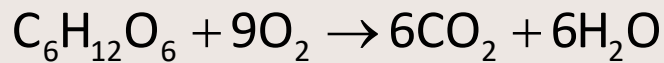
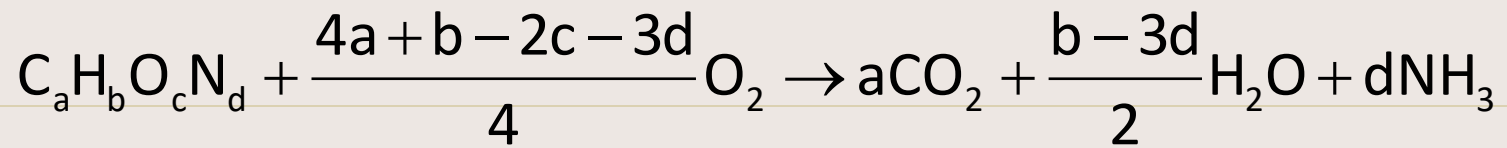
$$\text{με } d = \frac{2n}{3} + \frac{a}{6} - \frac{b}{3} - \frac{c}{2}$$



1mol 4mol

$$\frac{160}{180} \text{ mol} \quad ; = 4 \cdot \frac{160}{180} \text{ mol} = 3,56 \text{ mol} \xrightarrow{\cdot 1,5 \frac{\text{mol} O_2}{\text{mol} Cr_2O_7^{2-}}} 5,33 \text{ mol } O_2$$

COD = 170,67g /L



$$1 \text{ mol} \quad 9 \text{ mol} \quad 6 \cdot 12 \text{ mol} = 72 \text{ gC}$$

$$\frac{160}{180} \text{ mol ThOD TOC}$$

$$\text{COD} = 170,67 \text{ g/L}$$

$$\text{ThOD} \rightarrow 9 \cdot \frac{160}{180} \text{ mol} = 8 \text{ mol} \xrightarrow{\cdot 32} 256 \text{ g } O_2$$

$$\text{ThOD} = 256 \text{ g/L}$$

$$\text{TOC} = 72 \cdot \frac{160}{180} = 64 \text{ g/L}$$

Ολικός οργανικός άνθρακας (TOC)

Ένα άλλο τεστ για τη μέτρηση της οργανικής ύλης στο νερό είναι το TOC, το οποίο εφαρμόζεται ιδιαίτερα σε χαμηλές συγκεντρώσεις οργανικής ύλης.

Το τεστ πραγματοποιείται με την εισαγωγή γνωστής ποσότητας δείγματος σε φούρνο υψηλής θερμοκρασίας ή σε χημικά οξειδωτικό περιβάλλον.

Ο οργανικός άνθρακας οξειδώνεται σε διοξείδιο του άνθρακα παρουσία καταλύτη. Το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται μετριέται ποσοτικά με υπέρυθρο αναλυτή.

Το τεστ πραγματοποιείται πολύ γρήγορα και γίνεται πολύ δημοφιλές.

Θεωρητική απαίτηση οξυγόνου

Η οργανική ύλη ζωικής ή φυτικής προέλευσης στα υγρά απόβλητα είναι γενικά συνδυασμός άνθρακα, υδρογόνου, οξυγόνου και αζώτου.

Οι βασικές ομάδες αυτών των στοιχείων που απαντώνται στα υγρά απόβλητα είναι υδρογονάνθρακες, πρωτεΐνες, λίπη και προϊόντα της αποσύνθεσής τους.

Αν είναι γνωστός ο χημικός τύπος της οργανικής ύλης, τότε μπορεί να υπολογιστεί το ThOD.

Συσχετισμοί μεταξύ χοντρικών μετρήσεων οργανικού περιεχομένου

Για τυπικά ανεπεξέργαστα αστικά απόβλητα ο λόγος BOD_5/COD κυμαίνεται από 0.4 μέχρι 0.8 .

Πρέπει να σημειωθεί ότι αυτός ο λόγος ποικίλει σημαντικά με το βαθμό επεξεργασίας που υφίσταται το απόβλητο.

Αλκαλικότητα

Η αλκαλικότητα στα υγρά απόβλητα είναι το αποτέλεσμα της παρουσίας υδροξειδίων, ανθρακικών και διττανθρακικών στοιχείων όπως ασβέστιο, μαγνήσιο, νάτριο, κάλιο ή αμμωνία.

Η αλκαλικότητα στα απόβλητα βοηθάει στην αντίσταση στις μεταβολές του pH που προκαλούνται από την προσθήκη οξέων.

Τα απόβλητα είναι συνήθως αλκαλικά και λαμβάνουν την αλκαλικότητά τους από το νερό τροφοδοσίας, από το υπόγειο νερό και τα υλικά που προστίθενται κατά την οικιακή χρήση.

Η αλκαλικότητα προσδιορίζεται με τιτλοδότηση με πρότυπο οξύ.

Τα αποτελέσματα εκφράζονται με βάση το ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3).

Άζωτο

Τα στοιχεία άζωτο και φωσφόρος είναι σημαντικά για την ανάπτυξη των πρωτίστων και των φυτών και γι' αυτό είναι γνωστά σαν θρεπτικά.

Επειδή το άζωτο είναι μια ουσιαστική δομική μονάδα στη σύνθεση των πρωτεϊνών, τα δεδομένα του αζώτου είναι απαραίτητα για την εκτίμηση της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων από τις βιολογικές διεργασίες.

Ανεπαρκείς ποσότητες αζώτου μπορεί να οδηγήσουν στην προσθήκη αζώτου προκειμένου να καταστήσουν το απόβλητο επεξεργάσιμο.

Όπου απαιτείται έλεγχος των φυκιών στους υδάτινους αποδέκτες για να εξασφαλιστεί περαιτέρω χρήση του νερού και προστασία του περιβάλλοντος, είναι απαραίτητη η απομάκρυνση ή μείωση του αζώτου πριν την απόρριψη των αποβλήτων.

Μορφές αζώτου

Το ολικό άζωτο αποτελείται από οργανικό άζωτο, αμμωνία, νιτρώδη και νιτρικά.

Το οργανικό άζωτο προσδιορίζεται με τη μέθοδο Kjeldahl.

Το υδατικό δείγμα πρώτα βράζεται για να φύγει η αμμωνία και μετά χωνεύεται. Κατά τη χώνευση, το οργανικό άζωτο μετατρέπεται σε αμμωνία.

Το ολικό άζωτο Kjeldahl προσδιορίζεται όπως και το οργανικό άζωτο, με τη διαφορά ότι η αμμωνία δεν απομακρύνεται πριν από τη χώνευση. Έτσι το άζωτο Kjeldahl είναι το άθροισμα του οργανικού και του αμμωνιακού αζώτου.

Αμμωνία

Η αμμωνία υπάρχει στα υδατικά διαλύματα είτε σαν αμμωνιακό ιόν είτε σαν αμμωνία, ανάλογα με το pH του διαλύματος.

Για μεγάλες τιμές του pH επικρατεί η αμμωνία ενώ για μικρότερες τιμές επικρατεί το αμμωνιακό ιόν.

Η αμμωνία προσδιορίζεται με αύξηση του pH, απόσταξη της αμμωνίας από τον ατμό που παράγεται όταν βράζει το δείγμα και συμπύκνωση του ατμού που απορροφά την αέρια αμμωνία.

Η μέτρηση γίνεται χρωμομετρικά με τιτλοδότηση ή με ειδικά ηλεκτρόδια.

Νιτρώδη

Το νιτρώδες άζωτο, προσδιορίζεται χρωμομετρικά, είναι σχετικά ασταθές και εύκολα οξειδώνεται σε νιτρικά.

Αποτελεί δείκτη προγενέστερης ρύπανσης και σπάνια ξεπερνά το 1 mg/L στα απόβλητα και το 0.1 mg/L στα επιφανειακά ή στα υπόγεια νερά.

Αν και απαντώνται σε χαμηλές συγκεντρώσεις τα νιτρώδη είναι πολύ επικίνδυνα γιατί είναι ιδιαίτερα τοξικά για τα περισσότερα ψάρια.

Τα νιτρώδη που απαντώνται στην έξοδο των μονάδων βιολογικού καθαρισμού οξειδώνονται με χλώριο και έτσι αυξάνουν τις απαιτούμενες δόσεις του χλωρίου και το κόστος της απολύμανσης.

Νιτρικά

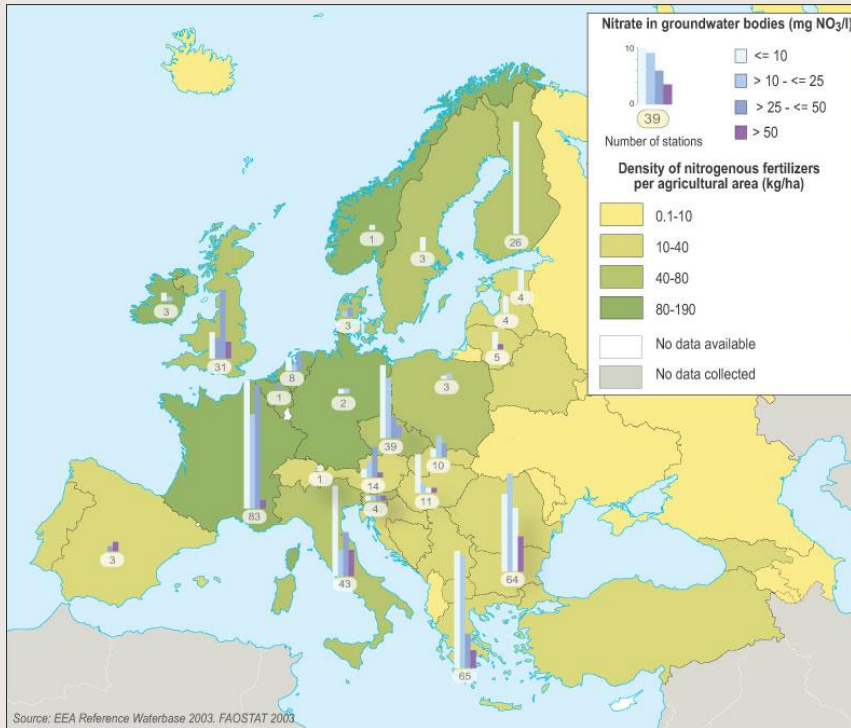
Το νιτρικό άζωτο είναι η πιο υψηλά οξειδωμένη μορφή του αζώτου στα υγρά απόβλητα.

Το ανώτατο επιτρεπτό όριο για τα νιτρικά στο πόσιμο νερό είναι 45 mg/L σαν NO_3^- λόγω των σοβαρών επιπτώσεων που έχουν ιδιαίτερα στα νήπια.

Η συγκέντρωση των νιτρικών στην έξοδο των μονάδων βιολογικού καθαρισμού κυμαίνεται από 0 μέχρι 20 mg/L.

Η συγκέντρωση των νιτρικών προσδιορίζεται επίσης με χρωμομετρική μέθοδο.

Ρύπανση υδάτων από νιτρικά



Επιπτώσεις νιτρικών:

- Στο στομάχι μετατρέπονται σε νιτρώδη => καρκίνος στομάχου, εντέρων
- Ευτροφισμός: αύξηση νιτρικών => αύξηση οργανικής ύλης => μείωση οξυγόνου)
- Τοξικότητα σε ζώα-φυτά

Φωσφόρος

Ο φωσφόρος είναι επίσης σημαντικός για την ανάπτυξη των φυκιών και άλλων βιολογικών οργανισμών.

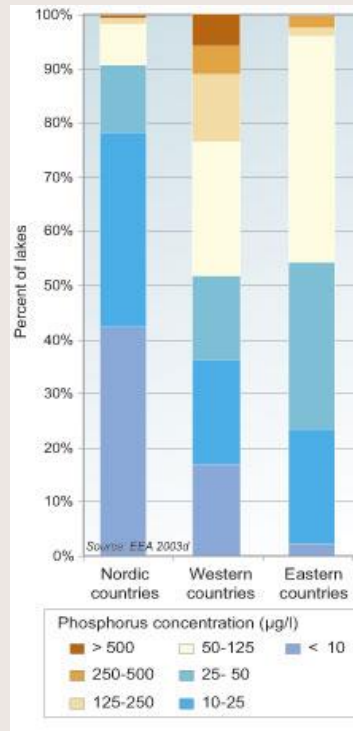
Λόγω της καταστροφικής εκρηκτικής ανάπτυξης των φυκιών στα επιφανειακά νερά, επιβάλλεται ιδιαίτερα αυστηρός έλεγχος στις συγκεντρώσεις του αζώτου στην έξοδο των υγρών αποβλήτων από τις μονάδες επεξεργασίας τους.

Τα αστικά απόβλητα περιέχουν από 4 μέχρι 15 mg/L φωσφόρου σαν P.

Οι συνήθεις μορφές του φωσφόρου στα υγρά απόβλητα περιλαμβάνουν ορθοφωσφορικά, πολυφωσφορικά και οργανικό φωσφόρο.

Ο οργανικός φωσφόρος είναι συνήθως ασήμαντος σε αστικά απόβλητα, αλλά μπορεί να είναι σημαντικός σε βιομηχανικά απόβλητα και στις λάσπες των υγρών αποβλήτων.

Ρύπανση υδάτων από φωσφορικά



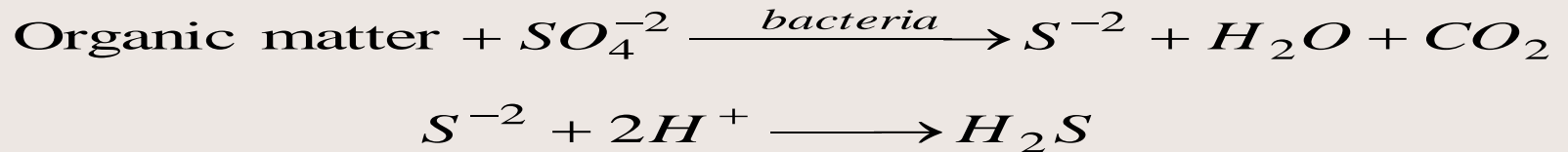
- Οι συγκεντρώσεις φωσφόρου είναι υψηλότερες στην Δ. Ευρώπη (μεγαλύτερος πληθυσμός και εντατική γεωργία)
- Οι Σκανδιναβικές χώρες είναι αραιοκατοικημένες, με πολλές λίμνες και λιγότερες γεωργικές καλλιέργειες

Θείο

Τα θειικά ιόντα βρίσκονται φυσικά στα περισσότερα αποθέματα νερού αλλά και στα υγρά απόβλητα.

Το θείο απαιτείται για τη σύνθεση των πρωτεϊνών και ελευθερώνεται κατά την αποδόμησή τους.

Τα θειικά ανάγονται βιολογικά υπό αναερόβιες συνθήκες σε σουλφίδια, τα οποία αντιδρούν με υδρογόνο και σχηματίζουν υδρόθειο (H_2S).



Το αέριο υδρόθειο, που σχηματίζεται και αναμιγνύεται με τα άλλα αέρια των υγρών αποβλήτων (μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα) είναι επίσης διαβρωτικό για τις σωληνώσεις των αερίων.

Τοξικά ανόργανα συστατικά

Λόγω της τοξικότητάς τους μερικά ιόντα είναι ιδιαίτερης σημασίας για την επεξεργασία και διάθεση των υγρών αποβλήτων.

Πολλά από αυτά τα συστατικά κατατάσσονται στους ρύπους υψηλής προτεραιότητας.

Χαλκός, μόλυβδος, άργυρος, χρώμιο, αρσενικό, νικέλιο και βόριο, είναι ιδιαίτερα τοξικά για τους μικροοργανισμούς και γι' αυτό πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό των μονάδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

Για παράδειγμα, στους χωνευτήρες λάσπης ο χαλκός είναι τοξικός στα 100 mg/L, το χρώμιο και το νικέλιο στα 500 mg/L, ενώ το νάτριο είναι τοξικό σε υψηλότερες συγκεντρώσεις. Άλλα τοξικά ιόντα όπως το κάλιο και το αμμώνιο είναι τοξικά στα 4000 mg/L.

Μερικά τοξικά ανιόντα όπως κυανιούχα και χρωμικά συναντώνται επίσης στα υγρά απόβλητα.

Βαρέα μέταλλα

Ποσότητες σε ίχνη αρκετών μετάλλων όπως νικέλιο, μαγγάνιο, μόλυβδος, χρώμιο, κάδμιο, ψευδάργυρος, χαλκός, σίδηρος και υδράργυρος είναι σημαντικά συστατικά στα περισσότερα νερά.

Τα περισσότερα από αυτά αποτελούν απαραίτητα συστατικά για την ανάπτυξη της βιολογικής ζωής.

Σε μεγαλύτερες ποσότητες όμως είναι ιδιαίτερα τοξικά και πρέπει να απομακρύνονται από τα υγρά απόβλητα, ιδιαίτερα όταν το επεξεργασμένο απόβλητο πρόκειται να επαναχρησιμοποιηθεί.

Ρύπανση από μέταλλα

• Χρήσιμα για την ανάπτυξη των οργανισμών (ασβέστιο, μαγνήσιο, σίδηρος, κλπ...)

• ΑΛΛΑ σε αυξημένες συγκεντρώσεις = τοξικά

• Κύριες πηγές ρύπανσης:

- Βιομηχανία
 - απόρριψη βιομηχανικών αποβλήτων, μεταλλευτικές εκμεταλλεύσεις
- Γεωργική δραστηριότητα
- Καύση στερεών καυσίμων

Παράγοντες ρύπανσης μετάλλων

- Θερμοκρασία
 - τοξικότητα και μεταβολισμό
- Φως
 - ένζυμα
- pH
 - πρόσληψη μετάλλων από φυτά
 - μεταφορά

Τοξικότητα μετάλλων

- Νεφροτοξικά
 - μόλυβδος, υδράργυρος, αρσενικό, κάδμιο
- Νευροτοξικά
 - υδράργυρος, μόλυβδος
- Καρκινογόνα
 - Αρσενικό, χρώμιο, νικέλιο



Ρύπανση από ραδιενεργά

- Ραδιενέργεια = φυσικό φαινόμενο
- Φυσικά επίπεδα ραδιενέργειας στα επιφανειακά νερά θαλασσών => κάλιο-40, τρίτιο, ρουβίδιο-87, κλπ...
- Κυριότερες πηγές θαλάσσιας ρύπανσης ήταν αρχικά οι πυρηνικές δοκιμές από ΗΠΑ και Σοβιετική Ένωση (σταμάτησαν το 1963)
- Μετά το 1974 οι δοκιμές έγιναν υπογείως => περιορισμός εκπομπών σε ατμόσφαιρα και νερά

ΑΛΛΑ:

- Πυρηνικά ατυχήματα (Τσέρνομπιλ)
- Βυθισμένα πυρηνικά απόβλητα
- Πυρηνικοί αντιδραστήρες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Ρύπανση από ραδιενεργά

- Διεθνείς κανονισμοί + συστηματικές μετρήσεις της ραδιενέργειας (\pm) = ασφάλεια ?



Ρύπανση από υφαλοχρώματα

- Οργανοκασσιτερικές ενώσεις (π.χ., τριβουτυλοκασσίτερος ή TBT)
- Πρόσθετα σε υφαλοχρώματα πλοίων για την αποφυγή απόθεσης αλγών, οστράκων και άλλων θαλάσσιων οργανισμών
- Αυξημένα επίπεδα οργανοκασσίτερου σε ιζήματα και θαλάσσιους οργανισμούς όπως τα ψάρια, τα θαλάσσια πτηνά και θηλαστικά
- Προκαλούν ορμονικές διαταραχές, επικίνδυνα για καταναλωτές μολυσμένων ψαριών

Υφαλοχρώματα - επιπτώσεις

- Αρρενοποίηση των θηλυκών (imposex)
- Παρατηρήθηκε κυρίως σε οστρακοειδή

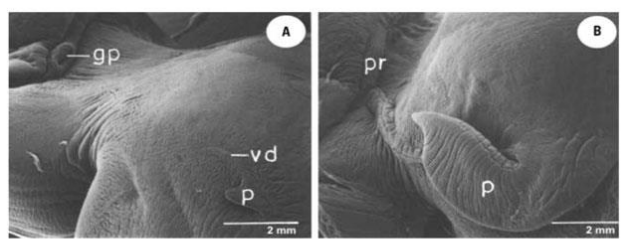


Figure 2. Scanning electron micrographs of *Nucella lapillus* depicting (A) imposex stage 3a with a penis and an anterior section of the vas deferens and (B) imposex stage 5a with a fully developed penis, vas deferens, and a prostate gland supplanting the vagina. Abbreviations: gp, genital papilla; p, penis; pr, prostate gland; vd, vas deferens.

Hagger et al. (2006). *Environmental Health Perspectives*, 114 (S-1), pp.20-26

- TBT βρέθηκε σε φάλαινες => διαταραχές στην ακοή

Υφαλοχρώματα – θεσμικό πλαίσιο

- Μερικές χώρες θέσπισαν αυστηρούς κανονισμούς για ΤΒΤ (η Ιαπωνία απαγόρευσε εντελώς τα υφαλοχρώματα με βάση το ΤΒΤ)
- Η ΕΕ το 1989 απαγόρευσε την εμπορία οργανοκασσιτερικών ενώσεων
- Το 2001 ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός απαγόρευσε τα οργανοκασσιτερικά σε υφαλοχρώματα



ΑΛΛΑ:

- Ανιχνεύονται ακόμα σε υψηλά επίπεδα (και στην Ελλάδα) σε ιζήματα και θαλάσσιους οργανισμούς

ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Ο περιβαλλοντολόγος μηχανικός πρέπει να έχει σημαντικές γνώσεις των βιολογικών χαρακτηριστικών των υγρών αποβλήτων.

Συγκεκριμένα πρέπει να γνωρίζει:

- (1) τα βασικά είδη μικροοργανισμών που απαντώνται στα επιφανειακά νερά και στα υγρά απόβλητα καθώς και τα είδη που είναι υπεύθυνα για τη βιολογική επεξεργασία,
- (2) τους παθογόνους οργανισμούς που απαντώνται στα υγρά απόβλητα,
- (3) τους οργανισμούς που χρησιμοποιούνται σαν δείκτες και τη σημασία τους,
- (4) τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την απαρίθμηση των οργανισμών δεικτών και
- (5) τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της τοξικότητας των επεξεργασμένων αποβλήτων.

Μικροοργανισμοί

Οι βασικές ομάδες μικροοργανισμών που απαντώνται στα επιφανειακά νερά και στα υγρά απόβλητα ταξινομούνται σαν ευκαριωτικοί οργανισμοί, ευβακτήρια και αρχαιοβακτήρια.

Τα περισσότερα βακτήρια κατατάσσονται στα ευβακτήρια.

Τα πρώτιστα, ανήκουν στους ευκαριωτικούς οργανισμούς και περιλαμβάνουν φύκια, μύκητες και πρωτόζωα.

Τα φυτά, (φυτά με σπόρους, βρύα, φτέρες) κατατάσσονται στους ευκαριωτικούς πολυκύτταρους.

Τα σπονδυλωτά και τα ασπόνδυλα κατατάσσονται στα πολυκύτταρα ευκαριωτικά ζώα.

Οι ιοί, που επίσης συναντώνται στα υγρά απόβλητα, ταξινομούνται ξεχωριστά ανάλογα με τον ξενιστή που προσβάλλουν.

Βακτήρια

Τα βακτήρια είναι μονοκύτταρα προκαριωτικά ευβακτήρια.

Τα περισσότερα βακτήρια μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερις γενικές κατηγορίες: σφαιροειδή, ράβδοι, καμπύλοι ράβδοι ή σπιδάλ, και νηματοειδής.

Τα σφαιρικά βακτήρια, γνωστά και σαν cocci (singular, coccus) έχουν περίπου 1 με 3 μm διάμετρο.

Τα ραβδοειδή βακτήρια, γνωστά σαν βάκιλοι (singular, bacillus) ποικίλουν από 0.3 έως 1.5 μm σε πλάτος ή διάμετρο και από 1.0 έως 10.0 μm σε μήκος.

Το *Escherichia coli*, ένας κοινός οργανισμός που απαντάται στις ανθρώπινες ακαθαρσίες, έχει διάμετρο 0.5 μm και μήκος 2 μm .

Οι καμπυλοειδής ράβδοι, γνωστοί σαν vibrios, κυμαίνονται από 0.6 έως 1 μm σε διάμετρο και από 2 έως 6 μm σε μήκος.

Τα σπιράλ βακτήρια, γνωστά σαν spirilla (singular, spirillum) μπορεί να έχουν μήκος έως 50 μm.

Τα νηματοειδή βακτήρια, γνωστά με μια ποικιλία ονομάτων, μπορεί να φτάσουν τα 100μm σε μήκος ή και περισσότερο.

Λόγω του εκτεταμένου και θεμελιώδους ρόλου που παίζουν τα βακτήρια στην αποσύνθεση και σταθεροποίηση της οργανικής ύλης, τόσο στα απόβλητα όσο και στη φύση, πρέπει να γίνουν καλά κατανοητά τα χαρακτηριστικά τους, οι λειτουργίες τους, ο μεταβολισμός τους και η σύνθεσή τους.

Τα κολοβακτηρίδια χρησιμοποιούνται επίσης σαν δείκτης της ρύπανσης από ανθρώπινα απόβλητα.

ΣΥΝΘΕΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Πίνακας 3.6

Τυπική σύσταση ανεπεξέργαστων αστικών αποβλήτων

Συγκέντρωση

Ρύποι	Μονάδες	Συγκέντρωση		
		Ασθενές	Ενδιάμεσο	Ισχυρό
Στερεά, ολικά (TS)	mg/L	350	720	1200
Διαλυτά, ολικά (TDS)	mg/L	250	500	850
Σταθεροποιημένα	mg/L	145	300	525
Πτητικά	mg/L	105	200	325
Αιωρούμενα στερεά (SS)	mg/L	100	220	350
Σταθεροποιημένα	mg/L	20	55	75
Πτητικά	mg/L	80	165	275
Καθιζάνοντα στερεά	mL/L	5	10	20
BOD ₅	mg/L	110	220	400
TOC	mg/L	80	160	290
COD	mg/L	250	500	1000
Άζωτο (ολικό σαν N)	mg/L	20	40	85
Οργανικό	mg/L	8	15	35
Αμμωνία	mg/L	12	25	50
Νιτρώδη	mg/L	0	0	0
Νιτρικά	mg/L	0	0	0
Φωσφόρος (ολικός σαν P)	mg/L	4	8	15
Οργανικός	mg/L	1	3	5
Ανόργανος	mg/L	3	5	10
Χλώριο	mg/L	30	50	100
Θευικά	mg/L	20	30	50
Αλκαλικότητα (σαν CaCO ₃)	mg/L	50	100	200
Λίπος	mg/L	50	100	150
Ολικά κολοβακτηρίδια	no/100 mL	10 ⁶ -10 ⁷	10 ⁷ -10 ⁸	10 ⁷ -10 ⁹
VOCs	μg/L	<100	100-400	>400