

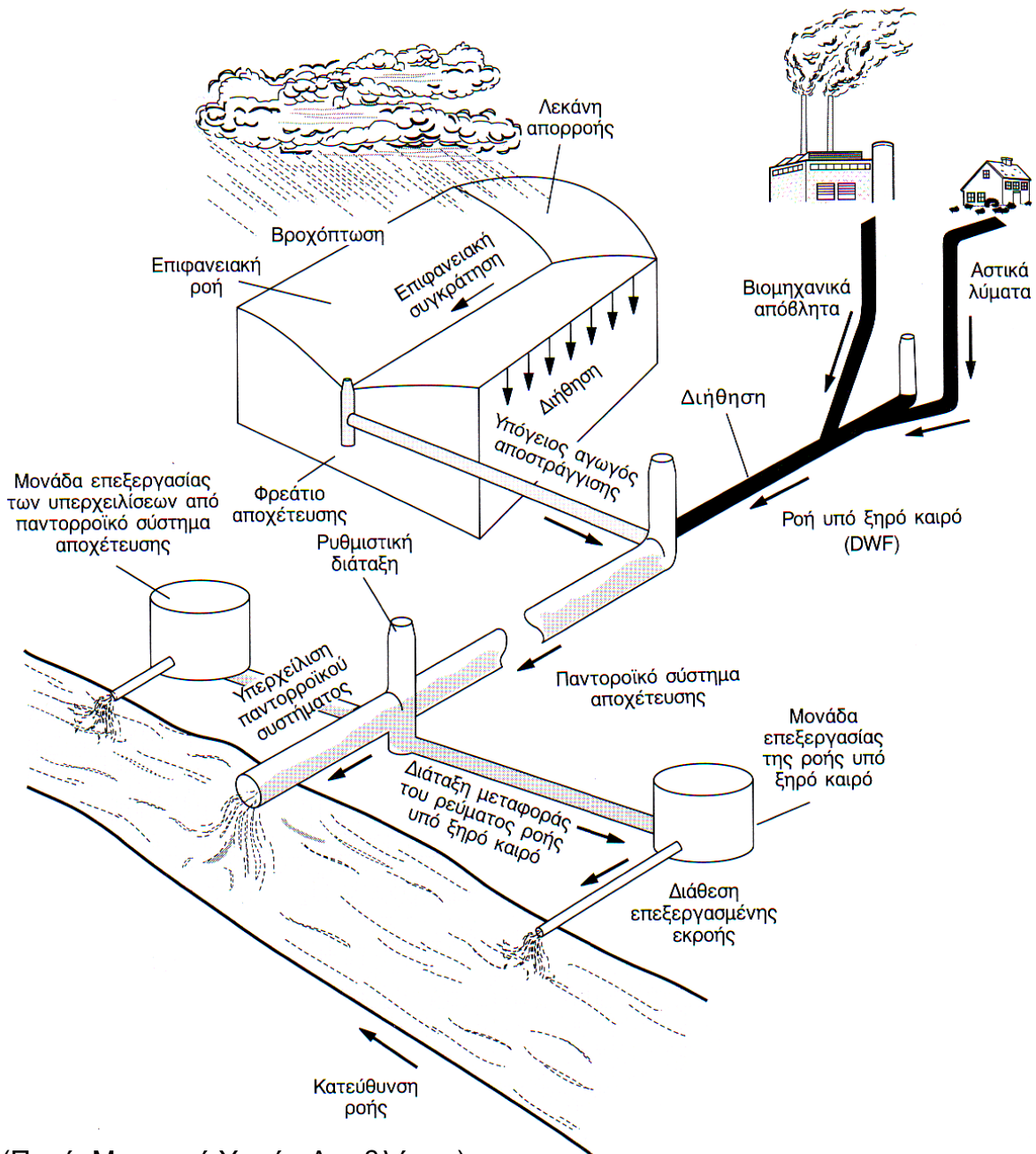
Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

Καθηγητής Π. Μελίδης

Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Διαχείρισης και Τεχνολογίας Υγρών
Αποβλήτων

Τα υγρά απόβλητα μπορεί να προέλθουν από :

- Ανθρώπινα απόβλητα (blackwater)
- Διαρροές σηπτικών δεξαμενών
- Διαρροές εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων
- Νερά πλύσης (σώματος, ρούχων, πατώματος, κουζινικών κ.λπ.), (greywater)
- Βροχοπτώσεις
- Υπόγεια νερά που διεισδύουν στα λύματα
- Περίσσεια υγρών εσωτερικών πηγών (ποτά, λάδια μαγειρέματος, φυτοφάρμακα, μπογίες, λάδια αυτοκινήτου, καθαριστικά, κ.λπ.)
- Αστική απορροή βροχοπτώσεων από τους δρόμους, τις στέγες, τα πεζοδρόμια, απορρίμματα, καύσιμα ή λαστιχένια υπολείμματα, μέταλλα από τις εξατμίσεις οχημάτων, κ.λπ)
- Είσοδος νερού της θάλασσας (μεγάλες ποσότητες του άλατος)
- Βιομηχανικά απόβλητα
- Ύδατα βιομηχανικών διαδικασιών
- Οργανικά ή βιοδιασπάσιμα απόβλητα
- Οργανικά ή μη βιοδιασπάσιμα απόβλητα
- Απόβλητα υψηλού ή χαμηλού pH
- Τοξικά απόβλητα
- Γεωργικά απόβλητα



Σύστημα διαχείρισης υγρών απόβλητων

(Πηγή: Μηχανική Υγρών Αποβλήτων)

Επίπεδα επεξεργασίας υγρών απόβλητων

| Στάδιο επεξεργασίας | Περιγραφή |
|---|--|
| Προεπεξεργασία | Απομάκρυνση των υλικών που περιέχονται στα απόβλητα όπως κουρέλια, ξύλα, επιπλέοντα υλικά, χαλίκια-άμμος, και γράσο, τα οποία μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα συντήρησης ή λειτουργίας στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας, στις διεργασίες και στα βοηθητικά συστήματα. |
| Πρωτοβάθμια | Απομάκρυνση μέρους των αιωρούμενων στερεών και του οργανικού υλικού από τα υγρά απόβλητα |
| Προχωρημένη πρωτοβάθμια | Ενισχυμένη απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών και του οργανικού υλικού από τα υγρά απόβλητα. Τυπικά πραγματοποιείται με προσθήκη χημικών και διήθηση. |
| Δευτεροβάθμια | Απομάκρυνση των βιοαποικοδομήσιμων οργανικών υλικών (διαλυμένων ή αιωρούμενων) και των αιωρούμενων στερεών. Η απολύμανση περιλαμβάνεται επίσης στον τυπικό ορισμό της συμβατικής δευτεροβάθμιας επεξεργασίας. |
| Δευτεροβάθμια με απομάκρυνση θρεπτικών ουσιών | Απομάκρυνση των βιοαποικοδομήσιμων οργανικών υλικών, των αιωρούμενων στερεών και των θρεπτικών ουσιών (άζωτο, φώσφορος, ή και τα δύο μαζί). |
| Τριτοβάθμια | Απομάκρυνση των υπολειπόμενων αιωρούμενων στερεών (μετά τη δευτεροβάθμια επεξεργασία) συνήθως με χρήση μέσου διήθησης ή μικροσχάρας. Η απολύμανση είναι επίσης μέρος της τριτοβάθμιας επεξεργασίας. Σε αυτόν τον ορισμό συμπεριλαμβάνεται συνήθως η απομάκρυνση των θρεπτικών συστατικών |
| Προχωρημένη | Απομάκρυνση των διαλυμένων και αιωρούμενων υλικών που παραμένουν μετά τη συνηθισμένη βιολογική επεξεργασία όταν απαιτείται σε διάφορες εφαρμογές επαναχρησιμοποίησης του νερού. |

Φυσικές,
χημικές και
βιολογικές
διεργασίες για
την
απομάκρυνση
ρύπων από τα
υγρά απόβλητα

| Συστατικό | Φυσική διεργασία ή βιολογική – χημική διεργασία |
|----------------------------|--|
| Αιωρούμενα στερεά | Εσχάρωση Απομάκρυνση άμμου Καθίζηση Υψηλού ρυθμού καθίζηση Επίπλευση Χημική κατακρήμνιση Διήθηση χώρου Διήθηση επιφάνειας |
| Βιοαποικοδομησιμα οργανικά | Παραλλαγή αερόβιων συστημάτων αιωρούμενης βιομάζας Παραλλαγή αερόβιων συστημάτων προσκολλημένης βιομάζας Παραλλαγή αναερόβιων συστημάτων αιωρούμενης βιομάζας Παραλλαγή αναερόβιων συστημάτων προσκολλημένης βιομάζας Παραλλαγές επεξεργασίας σε λιμνοδεξαμενές Φυσικο-χημικά συστήματα Χημική οξείδωση Προχωρημένη οξείδωση Μεμβράνη διήθησης |

Φυσικές,
χημικές και
βιολογικές
διεργασίες για
την
απομάκρυνση
ρύπων από τα
υγρά απόβλητα

| Συστατικό | Φυσική διεργασία ή βιολογική – χημική διεργασία |
|------------------------------|--|
| Θρεπτικά στοιχεία | |
| Άζωτο | Χημική οξείδωση (χλωρίωση έως το κρίσιμο σημείο) Παραλλαγή συστημάτων νιτροποίησης-απονιτροποίησης αιωρούμενης βιομάζας Παραλλαγή συστημάτων νιτροποίησης-απονιτροποίησης σταθερής κλίνης Απαέρωση Ιοντοεναλλαγή |
| Φώσφορος | Χημική επεξεργασία Βιολογική απομάκρυνση φωσφόρου |
| Άζωτο και φώσφορος | Παραλλαγές βιολογικής απομάκρυνσης θρεπτικών |
| Παθογόνοι μικροοργανισμοί | Ενώσεις χλωρίου Διοξείδιο του χλωρίου Όζον Υπεριώδης ακτινοβολία |
| Κολλοειδή και διαλυτα στερεα | Μεμβράνες Χημική επεξεργασία Προσρόφηση σε άνθρακα Ιοντοεναλλαγή |
| Πτητικές οργανικές ενώσεις | Απαέρωση Προσρόφηση άνθρακα Προχωρημένη οξείδωση |
| Όσμες | Χημικές πλυντρίδες Προσρόφηση σε άνθρακα Βιοφίλτρα Φίλτρα με υλικό βιοαποικοδομήσεως |

Βασικά συστατικά που σχετίζονται με την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων

Συστατικό

Εξήγηση της σημασίας

Αιωρούμενα στερεά

Τα αιωρούμενα στερεά μπορούν να οδηγήσουν στην ανάπτυξη συσσωματωμάτων ιλύος, καθώς και στη δημιουργία αναερόβιων συνθηκών, όταν τα ανεπεξέργαστα απόβλητα διατίθενται σε υδάτινο περιβάλλον.

Βιοαποικοδομήσιμα οργανικά

Αποτελούμενα κυρίως από πρωτεΐνες, υδρογονάνθρακες και λίπη, τα βιοαποικοδομήσιμα οργανικά συστατικά μετρώνται συνήθως με όρους BOD (βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο) και COD (χημικά απαιτούμενο οξυγόνο). Εάν διατεθούν στο περιβάλλον χωρίς προηγούμενη επεξεργασία, η βιολογική αποικοδόμηση τους μπορεί να οδηγήσει στην ελάττωση των φυσικών πηγών οξυγόνου και στην ανάπτυξη σηπτικών συνθηκών.

Παθογόνοι παράγοντες

Μεταδοτικές ασθένειες μπορούν να μεταδοθούν από παθογόνους οργανισμούς που μπορεί να υπάρχουν στα απόβλητα.

Βασικά συστατικά που σχετίζονται με την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων

Συστατικό

Εξήγηση της σημασίας

Θρεπτικά συστατικά

Τόσο το άζωτο, όσο και ο φώσφορος, σε συνδυασμό με τον άνθρακα, είναι τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για την ανάπτυξη. Όταν διατίθενται σε υδάτινο περιβάλλον, αυτά τα θρεπτικά μπορούν να οδηγήσουν στην ανάπτυξη ανεπιθύμητης υδροχαρούς βλάστησης. Όταν διατίθενται σε μεγάλες ποσότητες στο έδαφος, μπορούν επίσης να οδηγήσουν στη ρύπανση των υπόγειων νερών.

Ρύποι προτεραιότητας

Οργανικά και ανόργανα συστατικά, των οποίων είναι γνωστή ή πιθανολογούμενη η ικανότητα καρκινογένεσης, τερατογένεσης, η μεταλλαξιογόνος ικανότητα, καθώς και η υψηλή οξεία τοξικότητα. Πολλά από αυτά τα συστατικά βρίσκονται μέσα στα υγρά απόβλητα.

Δύσκολα αποικοδομήσιμα οργανικά

Αυτά τα οργανικά συστατικά τείνουν να αντιστέκονται στις τυπικές μεθόδους επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων. Τυπικά παραδείγματα αποτελούν τα απορρυπαντικά, οι φαινόλες και τα φυτοφάρμακα.

Βασικά συστατικά που σχετίζονται με την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων

Συστατικό

Εξήγηση της σημασίας

Δύσκολα αποικοδομήσιμα οργανικά

Αυτά τα οργανικά συστατικά τείνουν να αντιστέκονται στις τυπικές μεθόδους επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων. Τυπικά παραδείγματα αποτελούν τα απορρυπαντικά, οι φαινόλες και τα φυτοφάρμακα. Βαρέα μέταλλα προστίθενται συνήθως στα υγρά απόβλητα από εμπορικές ή βιομηχανικές δραστηριότητες και θα πρέπει να απομακρύνονται, εάν τα επεξεργασμένα απόβλητα θα επαναχρησιμοποιηθούν.

Βαρέα μέταλλα

Διαλυμένα ανόργανα συστατικά

Ανόργανα συστατικά, όπως το ασβέστιο, το νάτριο και οι θειικές ρίζες προστίθενται στο πόσιμο νερό και μπορεί να χρειάζεται να απομακρυνθούν, εάν τα επεξεργασμένα απόβλητα πρόκειται να επαναχρησιμοποιηθούν.

Φυσικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων

Ορισμοί για στερεά που βρίσκονται στα υγρά απόβλητα

| Test ^b | Description |
|--|---|
| Total solids (TS) | The residue remaining after a wastewater sample has been evaporated and dried at a specified temperature (103 to 105°C) |
| Total volatile solids (TVS) | Those solids that can be volatilized and burned off when the TS are ignited (500 ± 50°C) |
| Total fixed solids (TFS) | The residue that remains after TS are ignited (500 ± 50°C) |
| Total suspended solids (TSS) | Portion of the TS retained on a filter (see Fig. 2-4) with a specified pore size, measured after being dried at a specified temperature (105°C). The filter used most commonly for the determination of TSS is the Whatman glass fiber filter, which has a nominal pore size of about 1.58 μm |
| Volatile suspended solids (VSS) | Those solids that can be volatilized and burned off when the TSS are ignited (500 ± 50°C) |
| Fixed suspended solids (FSS) | The residue that remains after TSS are ignited (500 ± 50°C) |
| Total dissolved solids (TDS) (TS - TSS) | Those solids that pass through the filter, and are then evaporated and dried at specified temperature. It should be noted that what is measured as TDS is comprised of colloidal and dissolved solids. Colloids are typically in the size range from 0.001 to 1 μm |
| Total volatile dissolved solids (VDS) | Those solids that can be volatilized and burned off when the TDS are ignited (500 ± 50°C) |
| Fixed dissolved solids (FDS) | The residue that remains after TDS are ignited (500 ± 50°C) |
| Settleable solids | Suspended solids, expressed as milliliters per liter, that will settle out of suspension within a specified period of time |

^aAdapted from Standard Methods (1998).

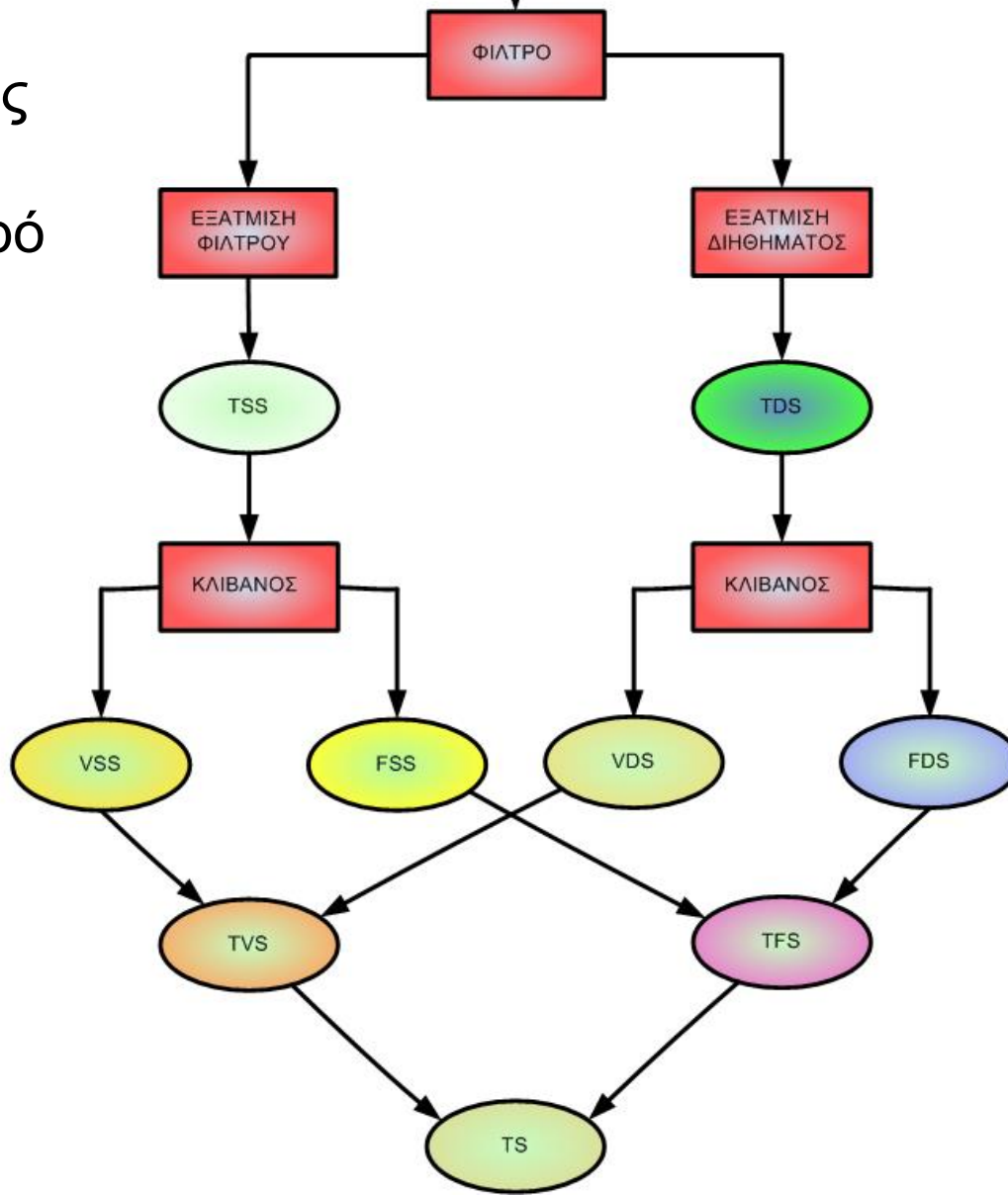
^bWith the exception of settleable solids, all solids values are expressed in mg/L.

Συνηθισμένες αναλύσεις υγρών αποβλήτων

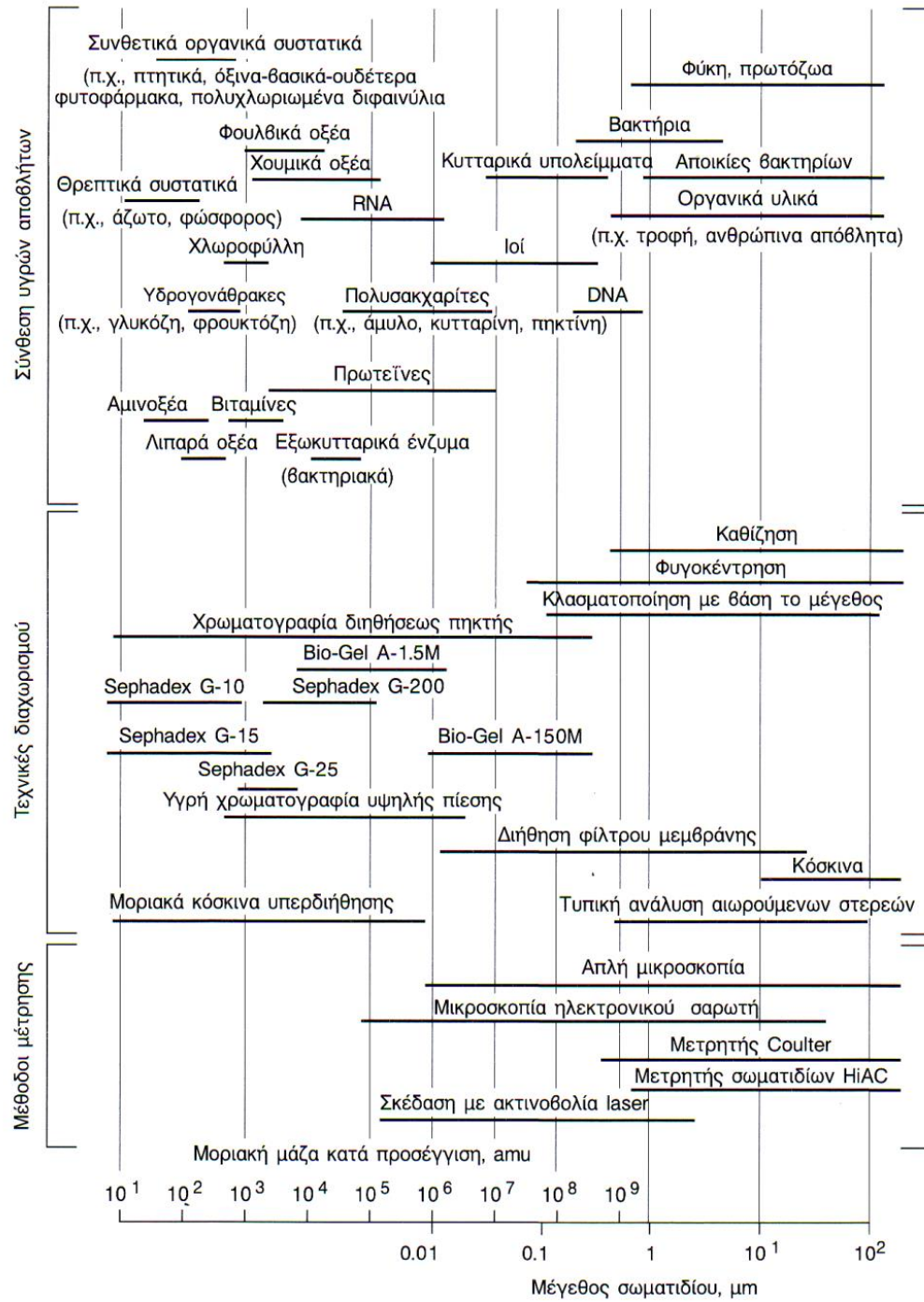
| Ανάλυση ^β | Συντομογραφία/ Ορισμός | Χρήση ή σημασία των αποτελεσμάτων των αναλύσεων |
|--------------------------------|--|--|
| Φυσικά χαρακτηριστικά | | |
| Ολικά στερεά | TS | <p>Να εκτιμηθούν οι δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων και να προσδιορισθούν οι πλέον κατάλληλες μέθοδοι και διαδικασίες για την επεξεργασία τους.</p> |
| Ολικά πτητικά στερεά | TVS | |
| Ολικά σταθερά στερεά | TFS | |
| Ολικά αιωρούμενα στερεά | TSS | |
| Πτητικά αιωρούμενα στερεά | VSS | |
| Σταθερά αιωρούμενα στερεά | FSS | |
| Ολικά διαλυμένα στερεά | TDS (TS-TSS) | |
| Πτητικά διαλυμένα στερεά | VDS | |
| Ολικά σταθερά διαλυμένα στερεά | FDS | |
| Καθιζάνοντα στερεά | PSD | |
| Κατανομή μεγέθους σωματιδίων | NTU ^γ | <p>Να εκτιμηθεί η απόδοση των διαδικασιών επεξεργασίας.</p> |
| Θολότητα | Ανοιχτό καφέ, γκρι, μαύρο | <p>Να εκτιμηθεί η ποιότητα των επεξεργασμένων αποβλήτων.</p> |
| Χρώμα | % T | <p>Να εκτιμηθεί η κατάσταση των υγρών αποβλήτων (εάν έχουν υποστεί σήψη ή όχι).</p> |
| Εκπομπή | TON ^δ | <p>Να εκτιμηθεί η καταλληλότητα των επεξεργασμένων εκροών για απολύμανση με υπεριώδη ακτινοβολία.</p> |
| Οσμή | °C ή °F | <p>Να εκτιμηθεί εάν οι οσμές αποτελούν πρόβλημα ή όχι.</p> |
| Θερμοκρασία | ρ | <p>Σημαντική στο σχεδιασμό και τη λειτουργία των βιολογικών διαδικασιών κατά την επεξεργασία.</p> |
| Πυκνότητα | EC | <p>Να εκτιμηθεί η καταλληλότητα των επεξεργασμένων εκροών για άρδευση.</p> |
| Αγωγιμότητα | Ανόργανα χημικά χαρακτηριστικά | |
| Ελεύθερη αμμωνία | NH ₄ ⁺ | <p>Χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση των θρεπτικών συστατικών και του βαθμού αποικοδόμησης των υγρών αποβλήτων. Οι ενώσεις που οξειδώνονται μπορούν να χρησιμεύσουν ως μέτρο του βαθμού οξείδωσης.</p> |
| Οργανικό άζωτο | Org N | |
| Ολικό άζωτο Kjeldahl | TKN (Οργανικό N+ NH ₄ ⁺) | |
| Νιτρώδη | NO ₂ ⁻ | |
| Νιτρικά | NO ₃ ⁻ | |
| Ολικό άζωτο | TN | |
| Ανόργανος φώσφορος | Inorg P | |
| Ολικός φώσφορος | TP | |
| Οργανικός φώσφορος | Org P | |



Αλληλοσυσχετίσεις των στερεών που υπάρχουν στο νερό και στα υγρά απόβλητα



Εύρος μεγέθους
 οργανικών ρύπων
 των υγρών
 αποβλήτων,
 κατανομή μεγέθους
 και τεχνικές που
 χρησιμοποιούνται
 για την
 ποσοτικοποίηση
 τους



(Πηγή: Μηχανική Υγρών Αποβλήτων)

Ανόργανα αμέταλα συστατικά

pH

Χλωριόντα

Αλκαλικότητα

Άζωτο

Θείο

Φώσφορος

Αέρια

Διαλυμένο οξυγόνο

Υδροθείο

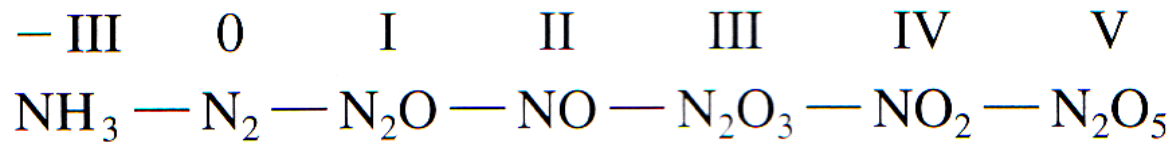
Μεθάνιο

Οσμές

Ανόργανα αμέταλα συστατικά

Άζωτο

Οξειδωτικά
στάδια,
μορφές του
αζώτου και
ορισμοί των
διαφόρων
μορφών



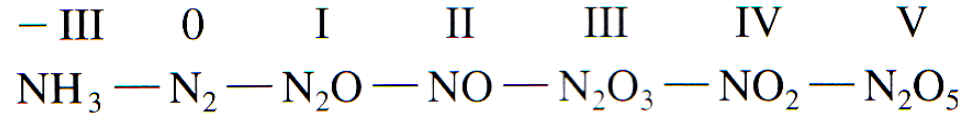
| Form of nitrogen | Abbrev. | Definition |
|--------------------------|------------------------|---|
| Ammonia gas | NH_3 | NH_3 |
| Ammonium ion | NH_4^+ | NH_4^+ |
| Total ammonia nitrogen | TAN ^a | $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$ |
| Nitrite | NO_2^- | NO_2^- |
| Nitrate | NO_3^- | NO_3^- |
| Total inorganic nitrogen | TIN ^a | $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ |
| Total Kjeldahl nitrogen | TKN ^a | Organic N + $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$ |
| Organic nitrogen | Organic N ^a | $\text{TKN} - (\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+)$ |
| Total nitrogen | TN ^a | Organic N + $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ |

^aAll species expressed as N.

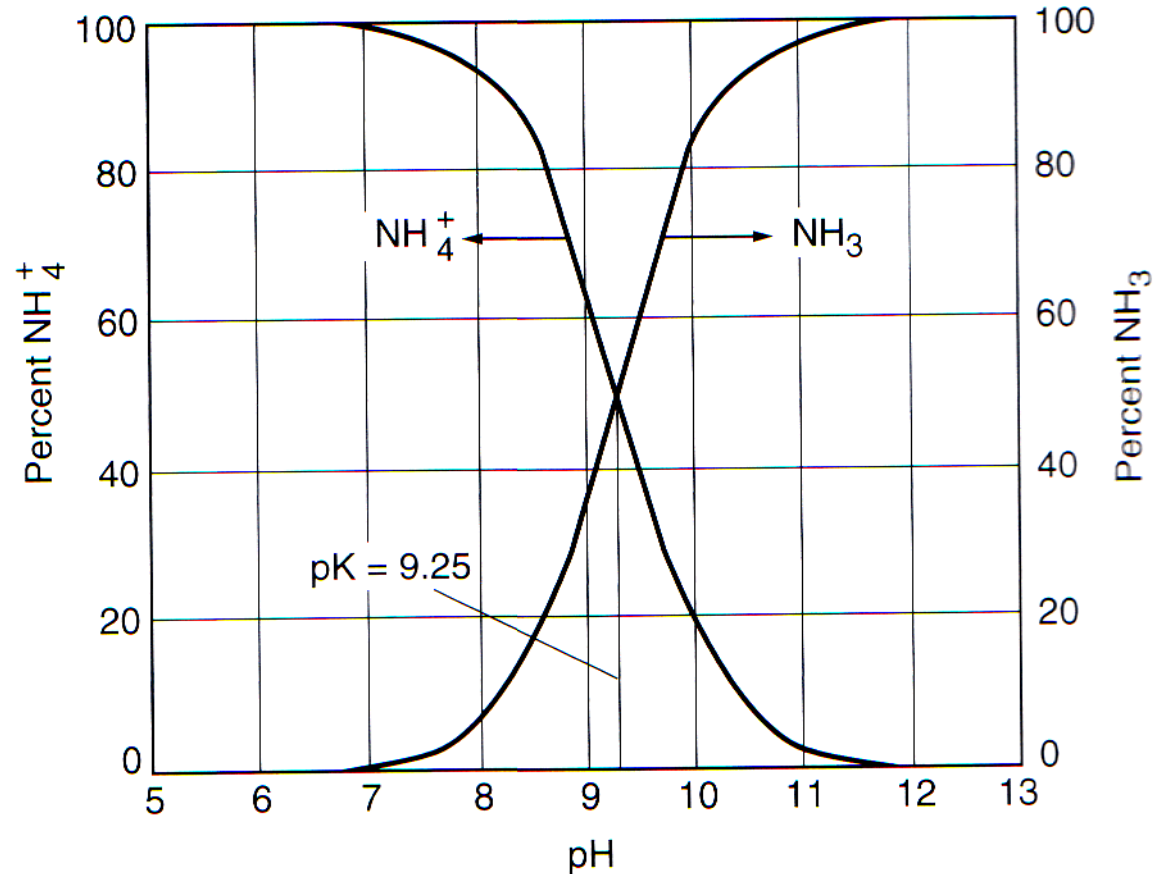
(Πηγή: Μηχανική Υγρών Αποβλήτων)

Ανόργανα αμέταλα συστατικά

Άζωτο



Κατανομή της αμμωνίας (NH₃) και του αμμώνιου (NH₄⁺) ως συνάρτηση του pH

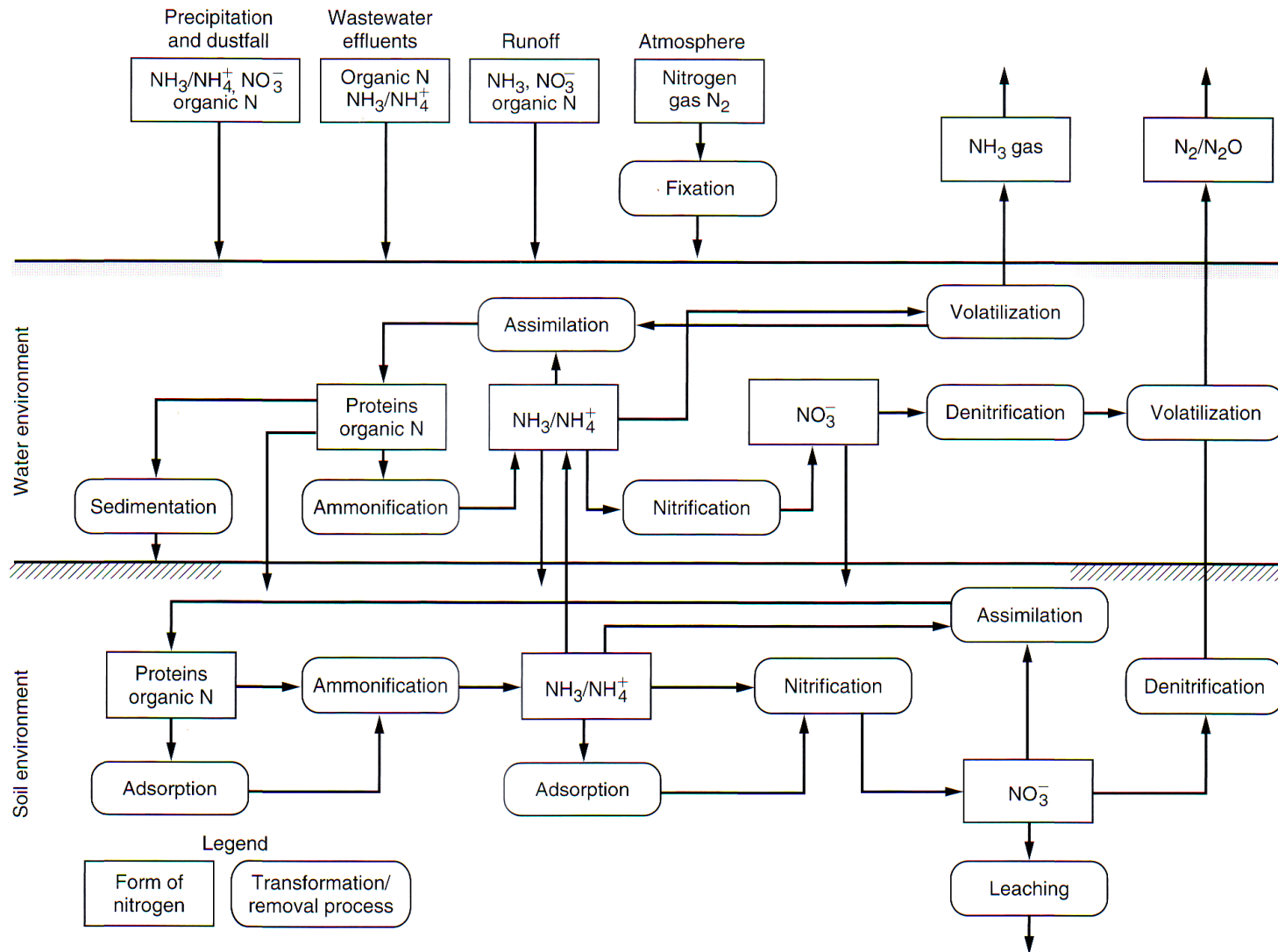


$$\text{NH}_3, \% = \frac{[\text{NH}_3] \times 100}{[\text{NH}_3] + [\text{NH}_4^+]} = \frac{100}{1 + [\text{NH}_4^+]/[\text{NH}_3]} = \frac{100}{1 + [\text{H}^+]/K_a}$$

Ανόργανα αμέταλα συστατικά

Άζωτο

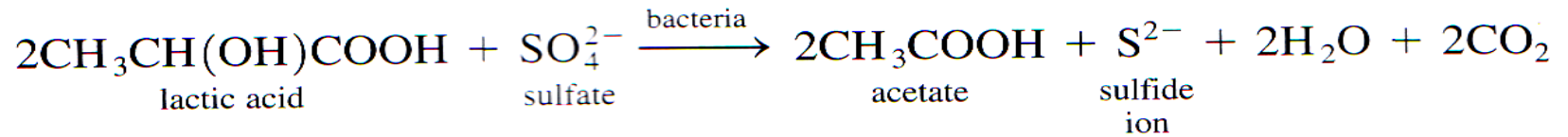
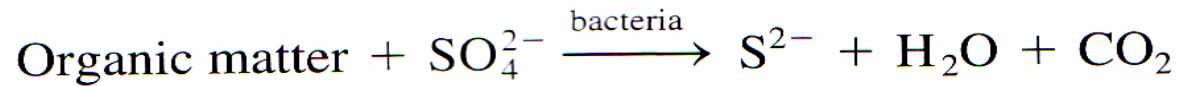
Γενικευμένος κύκλος του αζώτου σε υδατικά και χερσαία περιβάλλοντα



(Πηγή: Μηχανική Υγρών Αποβλήτων)

Ανόργανα αμέταλα συστατικά

Θείο



Ανόργανα αμέταλα συστατικά

Οσμές

Κύριες
κατηγορίες
δύσοσμων
συστατικών που
σχετίζονται με
ανεπεξεργαστα
υγρά απόβλητα

| Odorous compound | Chemical formula | Odor quality |
|--|--|-----------------|
| Amines | $\text{CH}_3\text{NH}_2, (\text{CH}_3)_3\text{NH}$ | Fishy |
| Ammonia | NH_3 | Ammoniacal |
| Diamines | $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2, \text{NH}_2(\text{CH}_2)_5\text{NH}_2$ | Decayed flesh |
| Hydrogen sulfide | H_2S | Rotten eggs |
| Mercaptans (e.g., methyl and ethyl) | $\text{CH}_3\text{SH}, \text{CH}_3(\text{CH}_2)\text{SH}$ | Decayed cabbage |
| Mercaptans (e.g., T = butyl and crotyl) | $(\text{CH}_3)_3\text{CSH}, \text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{SH}$ | Skunk |
| Organic sulfides | $(\text{CH}_3)_2\text{S}, (\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{S}$ | Rotten cabbage |
| Skatole | $\text{C}_9\text{H}_9\text{N}$ | Fecal matter |

Ανόργανα αμέταλα συστατικά

Οσμές

Οριακές τιμές
για δύσοσμα
συστατικά που
σχετίζονται με
ανεπεξεργαστα
υγρά απόβλητα

| Odorous compound | Chemical formula | Molecular weight | Odor threshold, ppm _v ^b | Characteristic odor |
|------------------|--|------------------|---|----------------------|
| Ammonia | NH ₃ | 17.0 | 46.8 | Ammoniacal, pungent |
| Chlorine | Cl ₂ | 71.0 | 0.314 | Pungent, suffocating |
| Crotyl mercaptan | CH ₃ -CH=CH-CH ₂ -SH | 90.19 | 0.000029 | Skunklike |
| Dimethyl sulfide | CH ₃ -S-CH ₃ | 62 | 0.0001 | Decayed vegetables |
| Diphenyl sulfide | (C ₆ H ₅) ₂ S | 186 | 0.0047 | Unpleasant |
| Ethyl mercaptan | CH ₃ CH ₂ -SH | 62 | 0.00019 | Decayed cabbage |
| Hydrogen sulfide | H ₂ S | 34 | 0.00047 | Rotten eggs |
| Indole | C ₈ H ₆ NH | 117 | 0.0001 | Fecal, nauseating |
| Methyl amine | CH ₃ NH ₂ | 31 | 21.0 | Putrid, fishy |
| Methyl mercaptan | CH ₃ SH | 48 | 0.0021 | Decayed cabbage |
| Skatole | C ₉ H ₉ N | 131 | 0.019 | Fecal, nauseating |
| Sulfur dioxide | SO ₂ | 64.07 | 0.009 | Pungent, irritating |
| Thiocresol | CH ₃ -C ₆ H ₄ -SH | 124 | 0.000062 | Skunk, rancid |

^a Adapted from Patterson et al. (1984) and U.S. EPA (1985e).

^b Parts per million by volume.

Μεταλλικά συστατικά

Σημαντικά μέταλλα για τη διαχείριση των υγρών αποβλήτων

| Μέταλλο | Σύμβολο | Θρεπτικά απαραίτητα για την ανάπτυξη | | Όριο συγκέντρωσης ανασταλτικής επίδρασης σε ετερότροφους οργανισμούς, mg/L | Χρησιμοποιείται για την εύρεση του SAR | Χρησιμοποιείται για τη διαπίστωση του εάν τα βιοστερέα είναι κατάλληλα για αγροτική χρήση |
|-------------|---------|--------------------------------------|--------------|--|--|---|
| | | Μακροστοιχεία | Ιχνοστοιχεία | | | |
| Αρσενικό | As | | | 0.05 | | ✓ |
| Κάδμιο | Cd | | | 1.0 | | ✓ |
| Ασβέστιο | Ca | ✓ | | | ✓ | |
| Χρώμιο | Cr | | ✓ | 10 ^B , 1 ^Y | | |
| Κοβάλτιο | Co | | ✓ | | | |
| Χαλκός | Cu | | ✓ | 1.0 | | ✓ |
| Σίδηρος | Fe | ✓ | | | | |
| Μόλυβδος | Pb | | ✓ | 0.1 | | ✓ |
| Μαγνήσιο | Mg | ✓ | ✓ | | ✓ | |
| Μαγγάνιο | Mn | | ✓ | | | |
| Υδράργυρος | Hg | | | 0.1 | | ✓ |
| Μολυβδένιο | Mo | | ✓ | | | ✓ |
| Νικέλιο | Ni | | ✓ | 1.0 | | ✓ |
| Κάλιο | K | ✓ | | | | |
| Σελήνιο | Se | | ✓ | | | ✓ |
| Νάτριο | Na | ✓ | | | ✓ | |
| Βολφράμιο | W | | ✓ | | | |
| Βανάδιο | V | | ✓ | | | |
| Ψευδάργυρος | Zn | | ✓ | 1.0 | | ✓ |

ΠΗΓΗ: Crites and Tchobanoglous (1998)

Μεταλλικά συστατικά

Τυπικά συστατικά αποβλήτων που παράγονται από εμπορικές και αγροτικές δραστηριότητες και έχουν χαρακτηριστεί ως ρύποι προτεραιότητας

| Όνομα | Σύμβολο | Χρήση | Σημασία |
|------------|---------|---|--|
| Αρσενικό | As | Προσθετικό κραμάτων μετάλλων, ειδικά μολύβδου και χαλκού, ηλεκτροδία μπαταριών, περιβλήματα καλωδίων, σωλήνες θερμαντήρων. Υψηλής καθαρότητας μέταλλο (ημιαγωγός). | Καρκινογόνο και μεταλλαξιογόνο. Σε μακροχρόνια βάση μερικές φορές μπορεί να προκαλέσει κάματο ή απώλεια ενέργειας. Δερματίτιδες. |
| Βάριο | Ba | Κράμα μετάλλων σε ηλεκτρονικές λυχνίες, αντιοξειδωτικό του χαλκού, λιπαντικό ανοδικών στροφών ηλεκτρονικών λυχνιών, κράμα μετάλλων στα μπουζί των αυτοκινήτων, ιατρική χρήση για ακτίνες Χ. | Εύφλεκτο σε θερμοκρασία δωματίου, αυξημένη πίεση αίματος και νευρικός κλονισμός. |
| Κάδμιο | Cd | Επίστρωμα μετάλλων, συνθετικό κραμάτων που λιώνουν εύκολα, επιχαλκωμένα κράματα, συστήματα πυρασφάλειας, συσσωρευτές νικελίου-καδμίου, καλώδια μπαταριών, βαφές για υαλώδη επίστρωση κεραμικών αντικειμένων, μικητοκτόνα, υλικά φωτογραφίας, λιθογραφίας, ηλεκτρόδια για λάμπες καδμίου, φωτοηλεκτρικά κύτταρα. | Εύφλεκτο σε μορφή σκόνης. Τοξικό κατά την εισπνοή σκόνης ή καπνού. Καρκινογόνο. Τα διαλυτά συστατικά του καδμίου είναι εξαιρετικά τοξικά. Σε μακροχρόνια βάση δημιουργεί βλάβες στο συκώτι, στους νεφρούς, στο πάγκρεας και στους θυροειδείς αδένες. Επίσης είναι πιθανή η πρόκληση υπέρτασης. |
| Χρώμιο | Cr | Υλικό κράματος που χρησιμοποιείται για επίστρωση πλαστικών υποστρωμάτων που χρησιμοποιούνται για την πρόληψη της διάβρωσης, συστατικό ανοξειδωτων χαλύβων, προστατευτικό επίστρωμα εξαρτημάτων αυτοκινήτου, πυρηνική έρευνα, συστατικό ανόργανων βαφών. | Οι ενώσεις του εξασθενούς χρωμίου δημιουργούν καρκινογένεση. Επίσης είναι διαβρωτικές. Σε μακροχρόνια βάση δημιουργεί δερματικές παθήσεις και βλάβες των νεφρών. |
| Μόλυβδος | Pb | Συσσωρευτές μπαταριών, προσθετικό της βενζίνης, επίστρωμα καλωδίων, πυρομαχικά, σωληνουργία, συστατικό εσωτερικής επένδυσης δεξαμενών, συγκολλητικό κραμάτων μετάλλων, ελάσματα, επίστρωμα κουζινέτου αυτοκινήτου | Τοξικό κατά την εισπνοή καπνού ή ατμών. Σε μακροχρόνια βάση προκαλεί βλάβες στον εγκέφαλο και στους νεφρούς. Γενετικές δυσμορφίες. |
| Υδράργυρος | Hg | Αμαλγάματα, ηλεκτρικοί καταλύτες, παραγωγή χλωρίου και καυστικής σόδας, λάμπες υδραργύρου, επίστρωμα καθρεπτών, τοξοειδείς λαμπτήρες, λέβητες | Ιδιαίτερα τοξικό κατά την απορρόφηση από το δέρμα ή κατά την εισπνοή καπνού ή ατμών. Σε μακροχρόνια βάση προκαλεί διαταραχές του κεντρικού νευρικού συστήματος και γενετικές δυσμορφίες. |
| Σελήνιο | Se | Ηλεκτρονικά, ξηρογραφικές πλάκες, τηλεοπτικές κάμερες, φωτοκύτταρα, μαγνητικοί πυρήνες υπολογιστών, ηλιακές μπαταρίες, κεραμικά, ατσάλι και χαλκός, επιταχυντές ελαστικών, καταλύτες, ιχνοστοιχείο σε ζωτροφές. Κατασκευή του νιτρικού αργύρου, του βρωμιούχου αργύρου και των φωτοχημικών. Εσωτερική επένδυση βαρελιών μούστου και άλλων εξαρτημάτων δοχείων που χρησιμοποιούνται για χημικές αντιδράσεις, αποστάξεις κ.λ.π. Καθρέφτες, ηλεκτρικοί αγωγοί, ηλεκτρονικές συσκευές, αποστειρωτικά διαλύματα, επεξεργασία του νερού, κόλλες χειρουργείου, καταλύτες, ειδικές μπαταρίες, ηλιακά κύτταρα, ανακλαστήρες ηλιακών πύργων, κράματα που λιώνουν σε χαμηλές θερμοκρασίες, | Σε μακροχρόνια βάση δημιουργεί κόκκινα σημάδια στα δάχτυλα, τα δόντια και τα μαλλιά. Γενική αδυναμία. Ερεθισμός της μύτης και του στόματος. |
| Άργυρος | Ag | μαχαιροπήρουνα, κοσμήματα, οδοντιατρικά εργαλεία, ηλεκτρικές συνδέσεις, ανθεκτικά μέταλλα, μαγνητικά ελάσματα, οδοντιατρικά αμαλγάματα. Ο κολλοειδής άργυρος χρησιμοποιείται στη φωτογραφία και στην ιατρική συχνά συνδυασμένος με πρωτεΐνες. | Τοξικό μέταλλο. Σε μακροχρόνια βάση προκαλεί μόνιμο αποχρωματισμό του δέρματος, των ματιών και των βλεννοδών μεμβρανών. |

Μεταλλικά συστατικά

Τυπικά όρια
εκροών για
τοξικά συστατικά
που
ανιχνεύονται σε
δευτεροβάθμιες
εκροές

| Συστατικό | Μονάδες | Μέση τιμή ^α | |
|--------------------------|---------|------------------------|---------|
| | | Ημερήσια | Μηνιαία |
| Αρσενικό | μg/L | 20 | |
| Κάδμιο | μg/L | 1.1 | |
| Χρώμιο | μg/L | 11 | |
| Χαλκός | μg/L | 4.9 | |
| Μόλυβδος ^β | μg/L | 5.6 | |
| Υδράργυρος | μg/L | 2.1 | 0.012 |
| Νικέλιο ^β | μg/L | 7.1 | |
| Σελήνιο ^β | μg/L | 5.0 | |
| Άργυρος | μg/L | 2.3 | |
| Ψευδάργυρος ^β | μg/L | 58 | |
| Dieldrin ^γ | μg/L | 0.0019 | 0.00014 |
| Lindane | μg/L | 0.16 | 0.063 |
| Τριβουτυλο-κασσίτερος | μg/L | 0.01 | 0.005 |
| PAH ^{δ, ε} | μg/L | 0.049 | |

Συσσωματωμένα οργανικά συστατικά

Αποτελούνται συνήθως από ένα συνδυασμό άνθρακα, υδρογόνου και οξυγόνου μαζί με άζωτο σε ορισμένες περιπτώσεις

Το οργανικό υλικό των υγρών αποβλήτων αποτελείται κυρίως από πρωτεΐνες (40-60%), υδρογονάνθρακες (25-50%) λίπη και έλαια (8-12%) ουρία μικρές ποσότητες ενός μεγάλου αριθμού διαφορετικών συνθετικών οργανικών ουσιών

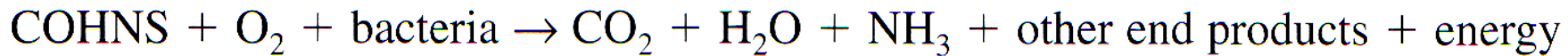
Η μέτρηση του οργανικού περιεχομένου γίνεται με

1. Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD)
2. Το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)
3. Τον ολικό οργανικό άνθρακα (TOC)

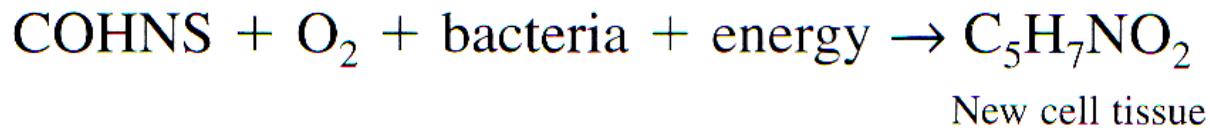
Συσσωματωμένα οργανικά συστατικά - BOD

Βάσεις για την ανάλυση του BOD

Oxidation:



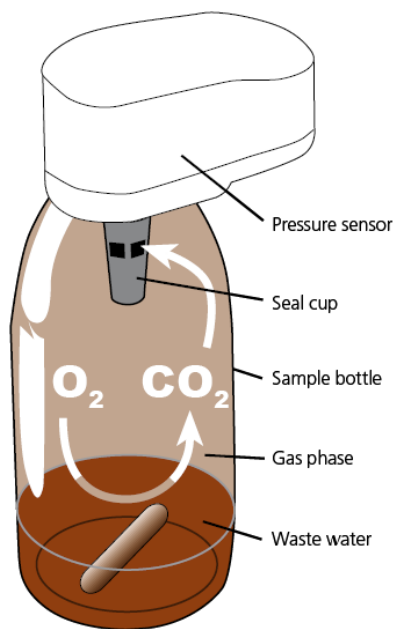
Synthesis:



Endogenous respiration:



Μέτρηση του οργανικού φορτίου με το BOD



Είναι η πιο συνηθισμένη μέθοδος

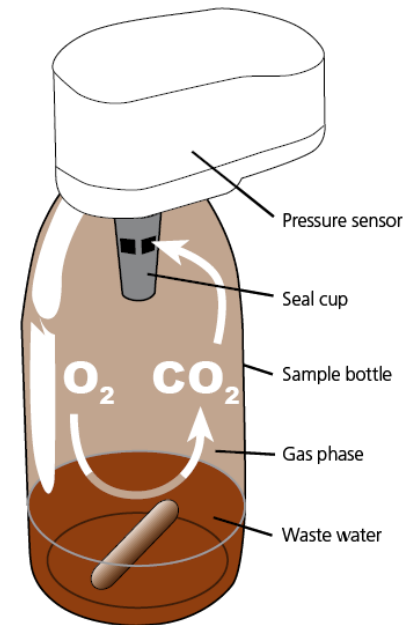
→ Χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της επίδρασης των λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες

→ Χρησιμοποιείται για τον σχεδιασμό και τον έλεγχο της απόδοσης των ΜΕΥΑ

→ Για τον υπολογισμό του χρησιμοποιείται η εναλλαγή της ύλης αερόβιων μικροοργανισμών, οι οποίοι καταναλώνουν οξυγόνο.

→ Απαιτούν πολύ χρόνο από ότι για το COD

→ Υπολογίζεται για τις πρώτες πέντε ημέρες (BOD_5) και εκφράζεται ως mg/L (ppm).



Προϋποθέσεις

1. Η επώαση να γίνεται στους 20 °C
2. Στα σκοτεινά (αποφυγή ανάπτυξης αλγών)
3. Πρέπει να υπάρχουν οργανικές ενώσεις
4. Επαρκής τροφοδοσία με οξυγόνο, θρεπτικά υλικά (άζωτο, φώσφορο) και ιχνοστοιχεία.
5. pH να είναι περίπου ουδέτερο.
6. Αρκετή ανάδευση για την αιώρηση όλων των σωματιδίων



Η μέτρηση του BOD

→ Δεν παρουσιάζει καμία δυσκολία στα αστικά λύματα (πλούσιο και βιοαποδομήσιμο οργανικό υπόστρωμα)

→ Προσοχή στα λύματα που έχουν χλωριωθεί (εξουδετέρωση του υπολειμματικού χλωρίου με διάλυμα θειώδους νατρίου)

Δεν συμβαίνει το ίδιο στα βιομηχανικά απόβλητα

→ παρουσία τοξικών ουσιών ή

→ απουσία μικροοργανισμών

παρεμποδίζουν ή επιβραδύνουν την οξείδωση των οργανικών ενώσεων

→ απαιτούν ξεχωριστή προετοιμασία

Η μέτρηση του BOD - στα βιομηχανικά απόβλητα

πρέπει να δίνεται προσοχή:

1. Εξουδετέρωση των αποβλήτων με προσθήκη θειικού οξέος ή καυστικού νατρίου, για τελικό $pH = 7,00$
2. Προσθήκη κατάλληλης μικροβιακής καλλιέργειας στις φιάλες μέτρησης από παλαιωμένα λύματα ή ρυπασμένο νερό ποταμών (εμβολιασμός)
3. Ικανοποιητική αραίωση με ειδικά προετοιμασμένο νερό ώστε να εξαλειφθεί οποιαδήποτε αρνητική επίδραση κάθε πιθανού τοξικού παράγοντα και να διασφαλισθεί αρκετό διαλυμένο οξυγόνο για τους μικροοργανισμούς
4. Εξουδετέρωση του υπολειμματικού χλωρίου με προσθήκη διαλύματος θειώδους νατρίου

Όρια

Το BOD των αστικών αποβλήτων κυμαίνεται περίπου στα 360 mg/L (24ώρο ανάμικτο δείγμα)

Η προ κάτοικο ημερήσια εκπομπή αποβλήτων υπολογίζεται σε 60g BOD, από τα οποία κανονικά το 1/3 προέρχεται από τα καθιζάνοντα στερεά, έτσι ώστε μετά έναν μηχανικό καθαρισμό και προσπέλαση πρωτοβάθμιας καθίζησης παραμένουν μόνο 40 g BOD /κάτοικο και ημέρα ή 240 mg BOD₅/L.

Χρόνος επώασης

Εάν υποθέσουμε ότι μετά 70 ημέρες οι υπάρχοντες ρύποι, σχεδόν πλήρως, μετατρέπονται σε ανόργανες ενώσεις (CO_2 , H_2O , και άλατα, κυρίως CaCl_2 , KCl , SO_4^{2-} , NO_3^- , PO_4^{3-})

→ Στις πρώτες 5 ημέρες της διαδικασίας κατανάλωσης οξυγόνου πληρούται περίπου το 1/3 της συνολικής απαίτησης οξυγόνου για την οξείδωση του άνθρακα και του αζώτου

→ Η κατανάλωση οξυγόνου εξελίσσεται στην αρχή γρήγορα και οι καμπύλες δείχνουν τις πρώτες ημέρες μία απότομη άνοδο.

.

Χρόνος επώασης

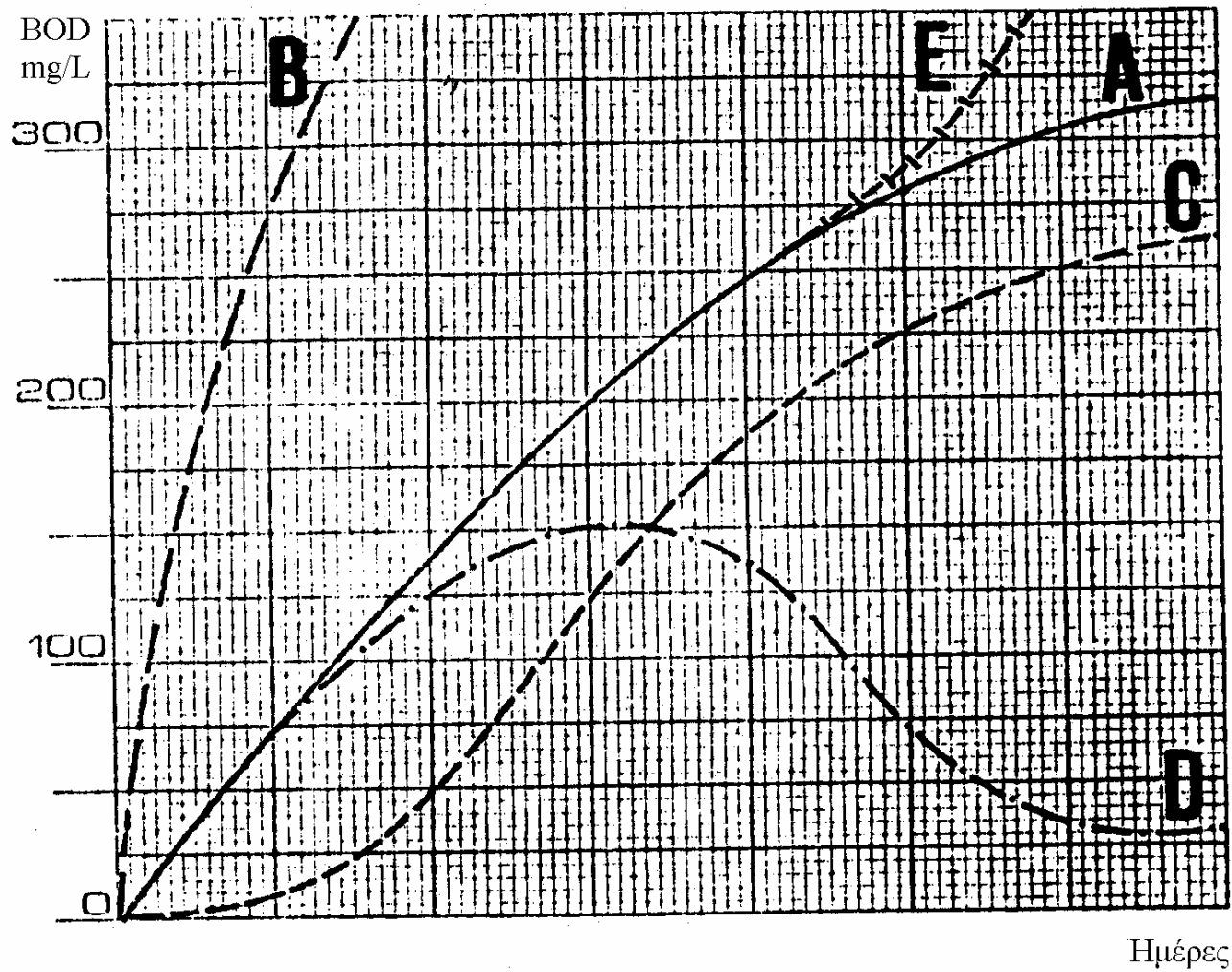
1. Μετά 20 ημέρες εξελίσσονται σχεδόν μόνο επίπεδα
2. Οφείλετε στις δύσκολα αποδομούμενες ενώσεις που έχουν απομείνει
3. Ότι πολλοί από τους μικροοργανισμούς έχουν πεθάνει και είναι στην διάθεση των υπόλοιπων σαν καινούρια τροφή και
4. Ο λόγος τροφής προς τους μικροοργανισμούς έχει μικρύνει πολύ και είναι δύσκολη η προσάρτηση τροφής
5. Το BOD_{20} παρομοιάζεται πολλές φορές με το απόλυτο BOD.

Χρόνος επώασης

Η μετάβαση σε μικρότερη κατανάλωση οξυγόνου δεν εξελίσσεται συνεχόμενα

Στους 20 °C ξεκινά μετά 10 ημέρες ακόμα μια φορά μία έντονη κατανάλωση

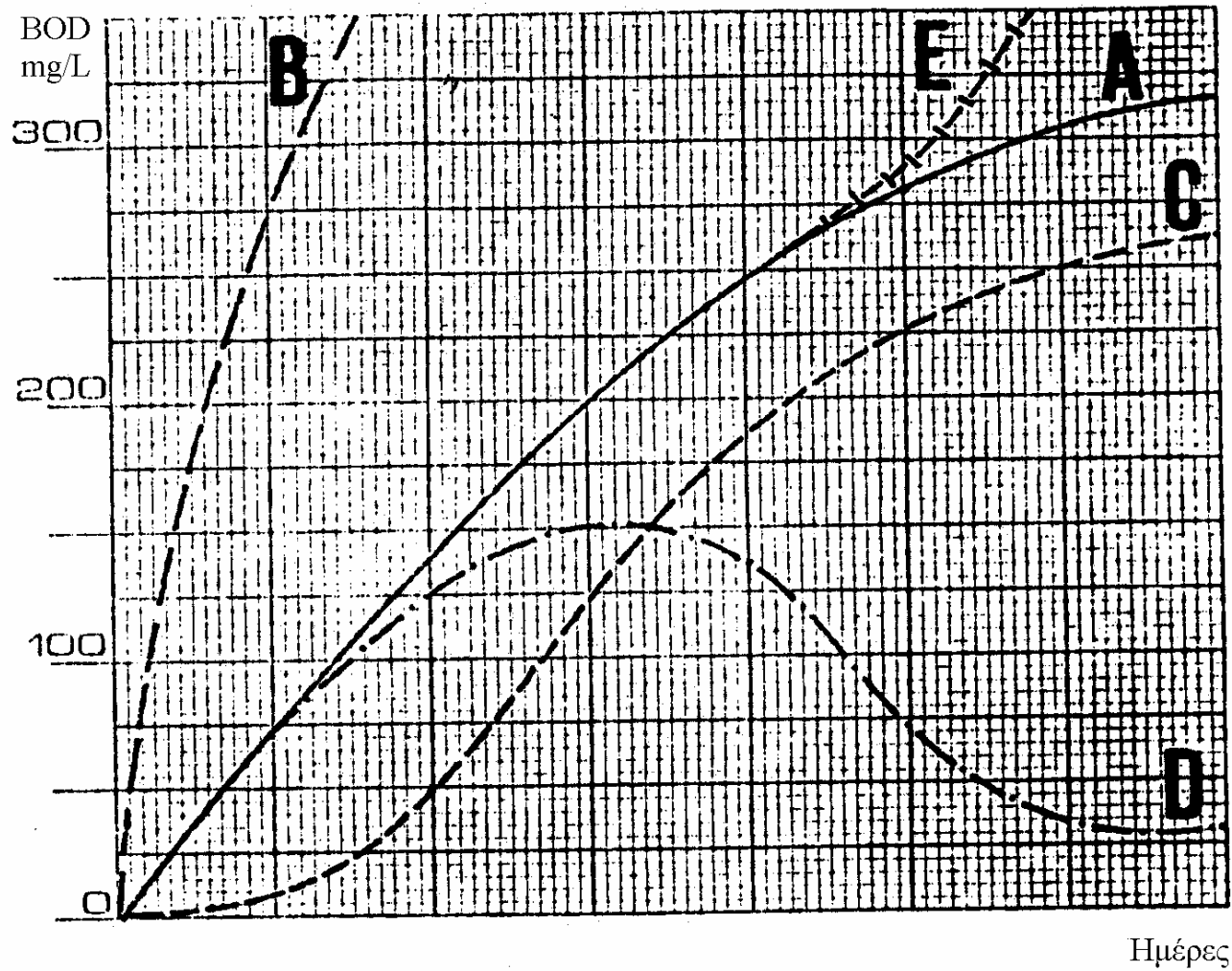
Εξηγείται από την επικράτηση βακτηρίων που οξειδώνουν τις ενώσεις αζώτου (μετά την πλήρη κατανάλωση των οργανικών ανθρακούχων ενώσεων)



Hμέρες

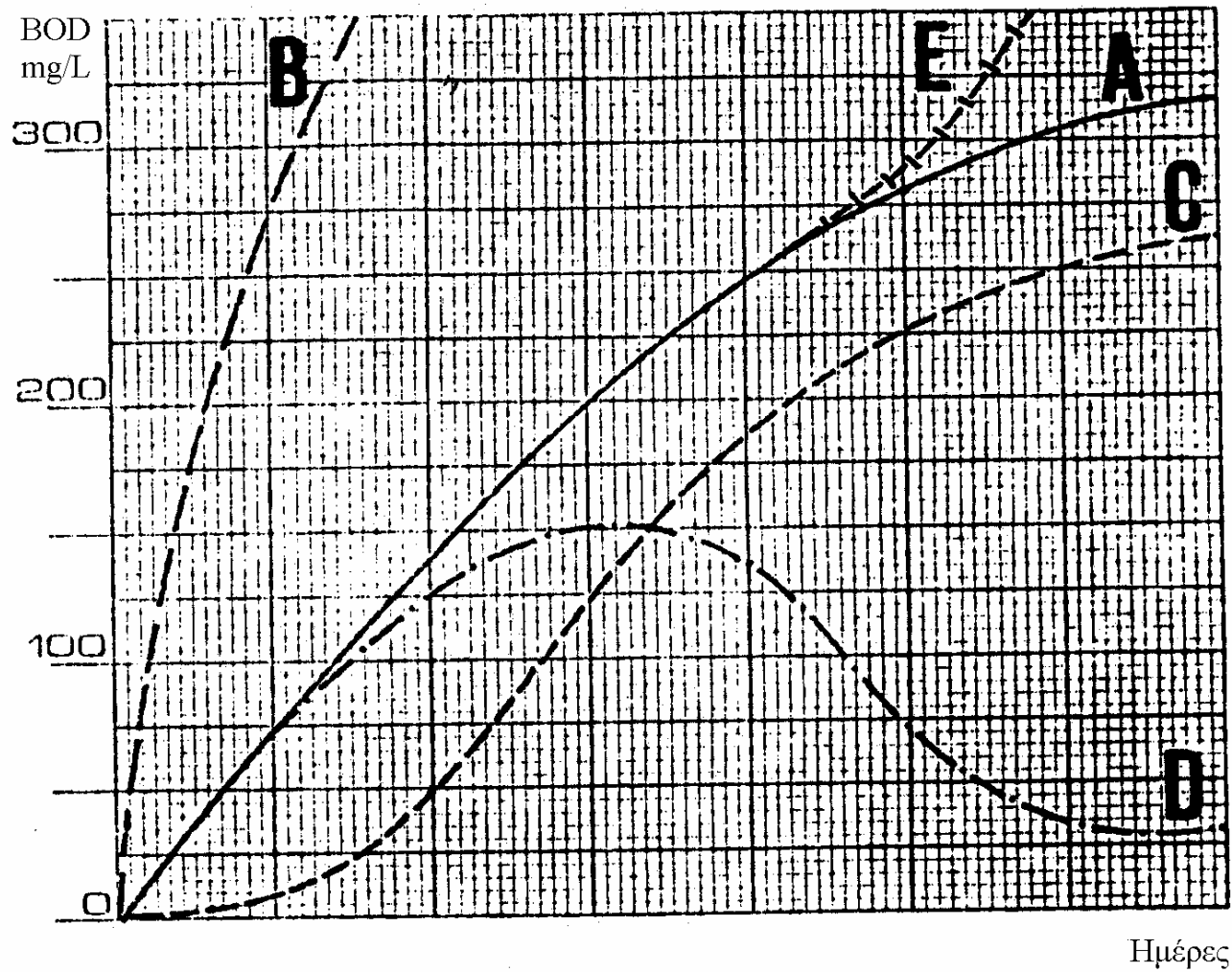
Οι τιμές μιας μέρας είναι ψηλότερες από τις τιμές της προηγούμενης μέρας. Η τιμή του BOD δεν αυξάνει γραμμικά.

Η αύξηση της τιμής είναι πάντοτε μικρότερη από την αύξηση της προηγούμενης ημέρας.



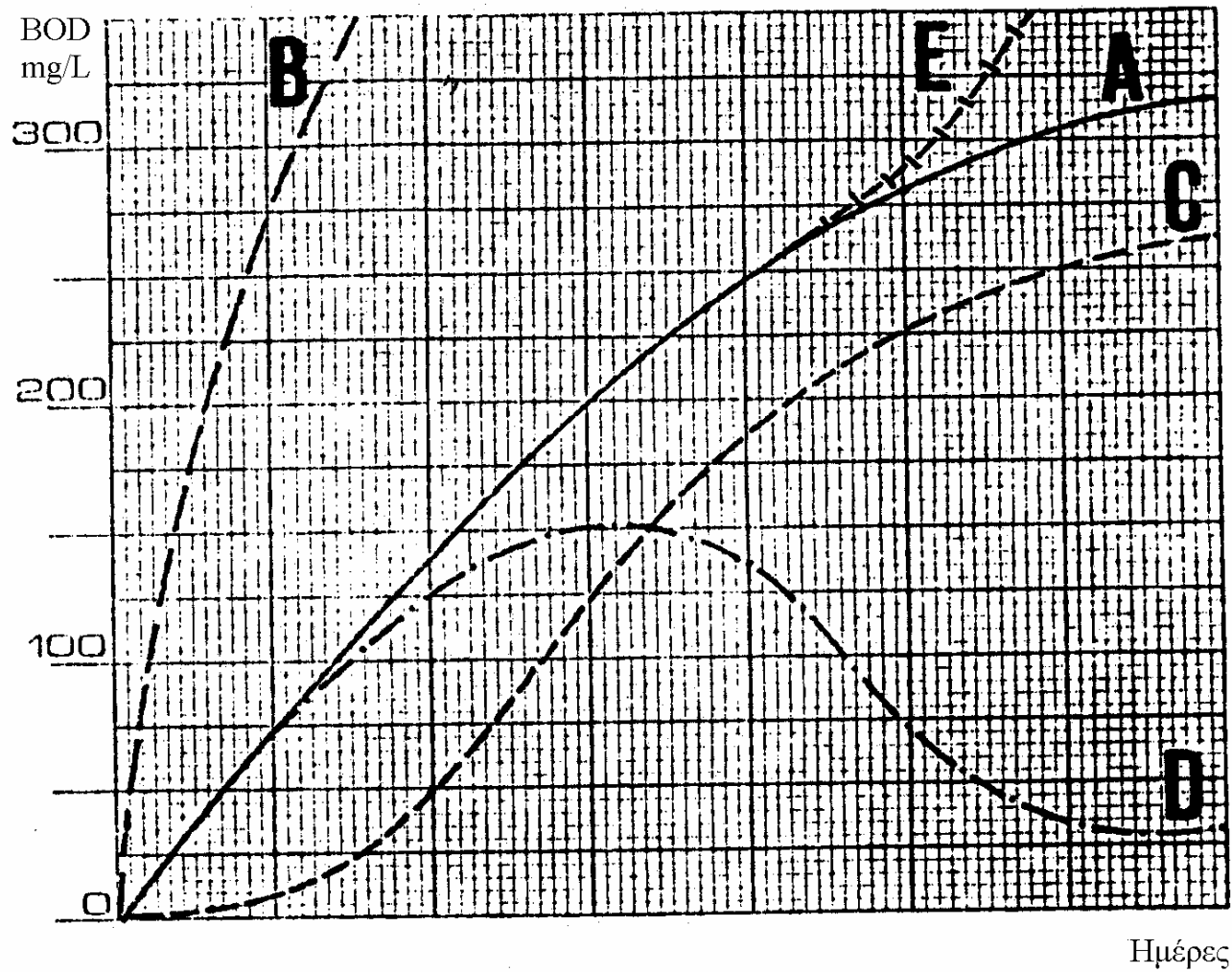
Hμέρες

Αν οι τιμές κάθε ημέρας ή ανά 12 ώρες χρησιμοποιηθούν για κατασκευή καμπύλης τότε η καμπύλη παίρνει τη μορφή Α



Hμέρες

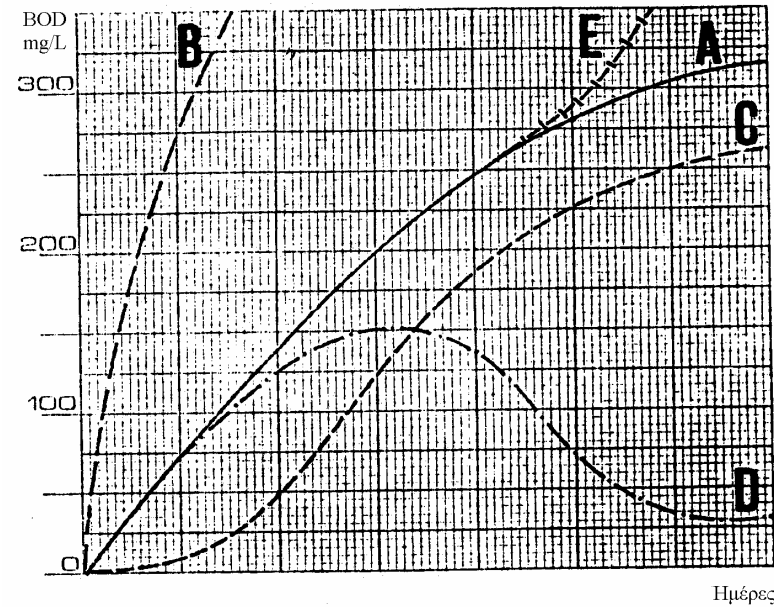
Η καμπύλη B δείχνει ότι το δείγμα έχει υψηλότερη τιμή BOD από αυτή που περιμέναμε όταν μετρήθηκε.



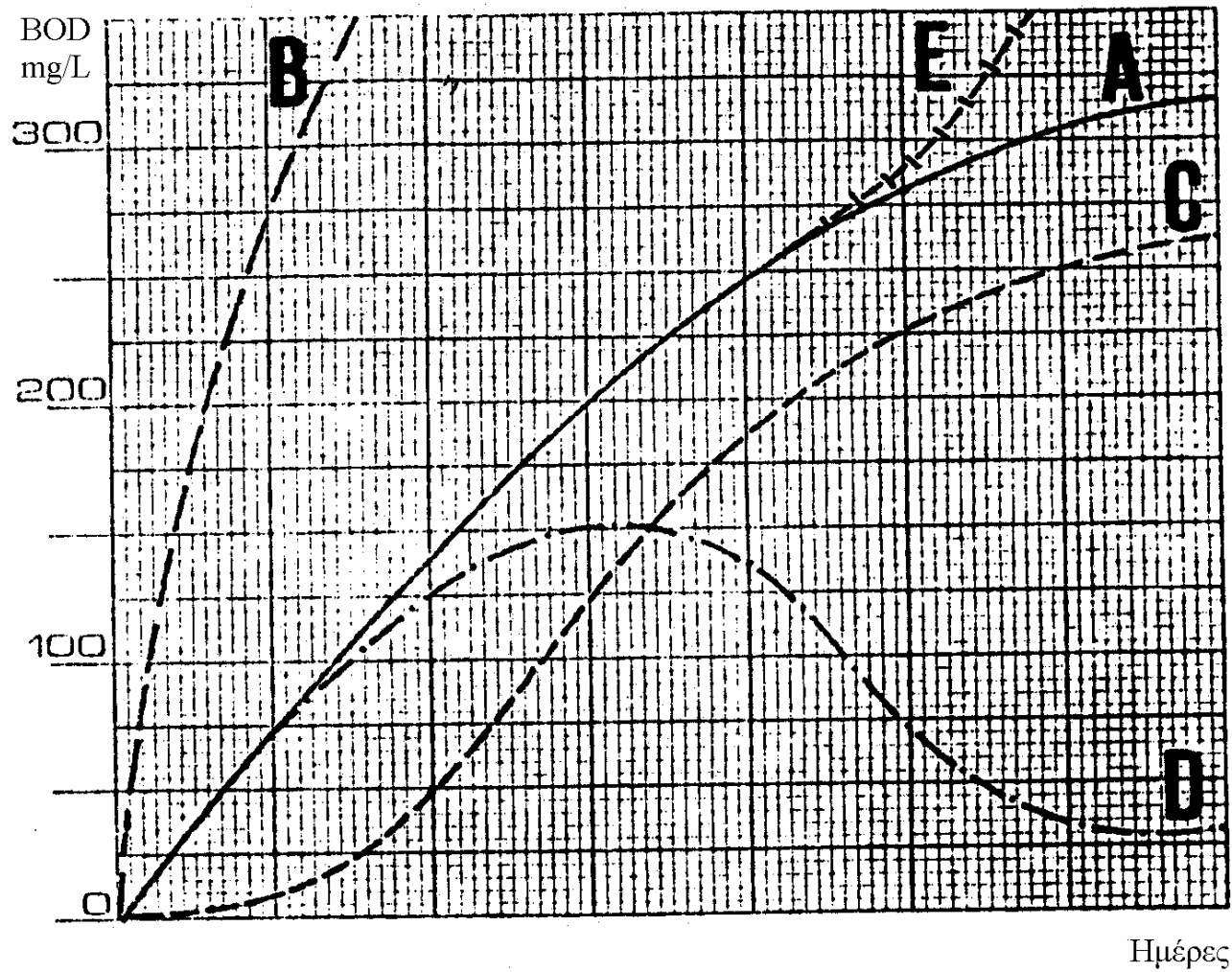
Η καμπύλη D δείχνει ότι το σύστημα δεν έχει στεγανοποιηθεί και υπάρχει διαρροή αέρα

Αυτό μπορεί να οφείλεται:

- 1) Σε μη καλό κλείσιμο των πωμάτων της φιάλης και του μανομέτρου.
- 2) Σκουπιδάκια που υπάρχουν στα πώματα.
- 3) Μικροσπασίματα του τριχοειδούς σωλήνα ή των πλαστικών σωλήνων σύνδεσης
- 4) Μεγαλύτερα σπασίματα έχουν σαν αποτέλεσμα να υπάρχει κάποια μεταβολή στις μετρήσεις.
- 5) Αν δεν υπάρχει καθόλου ένδειξη μετρήσεων μπορεί να οφείλεται σε απώλεια καυστικού καλίου από το ελαστικό ποτηράκι, οπότε επαναλαμβάνουμε την μέτρηση.



Hμέρες



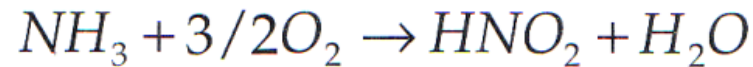
Hμέρες

Στην περίπτωση της καμπύλης E (με απότομη αύξηση της τιμής) οφείλεται στην ενεργοποίηση των αζωβακτηρίων

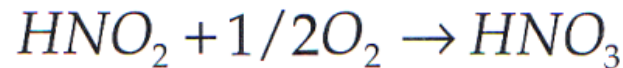
Συσσωματωμένα οργανικά συστατικά - BOD

Νιτροποίηση στην ανάλυση του BOD

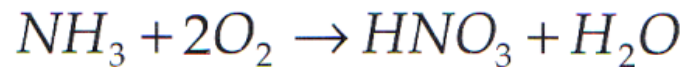
Μετατροπή της αμμωνίας σε νιτρώδη (από τα βακτήρια Nitrosomonas):



Μετατροπή των νιτρωδών σε νιτρικά (από τα βακτήρια Nitrobacter):



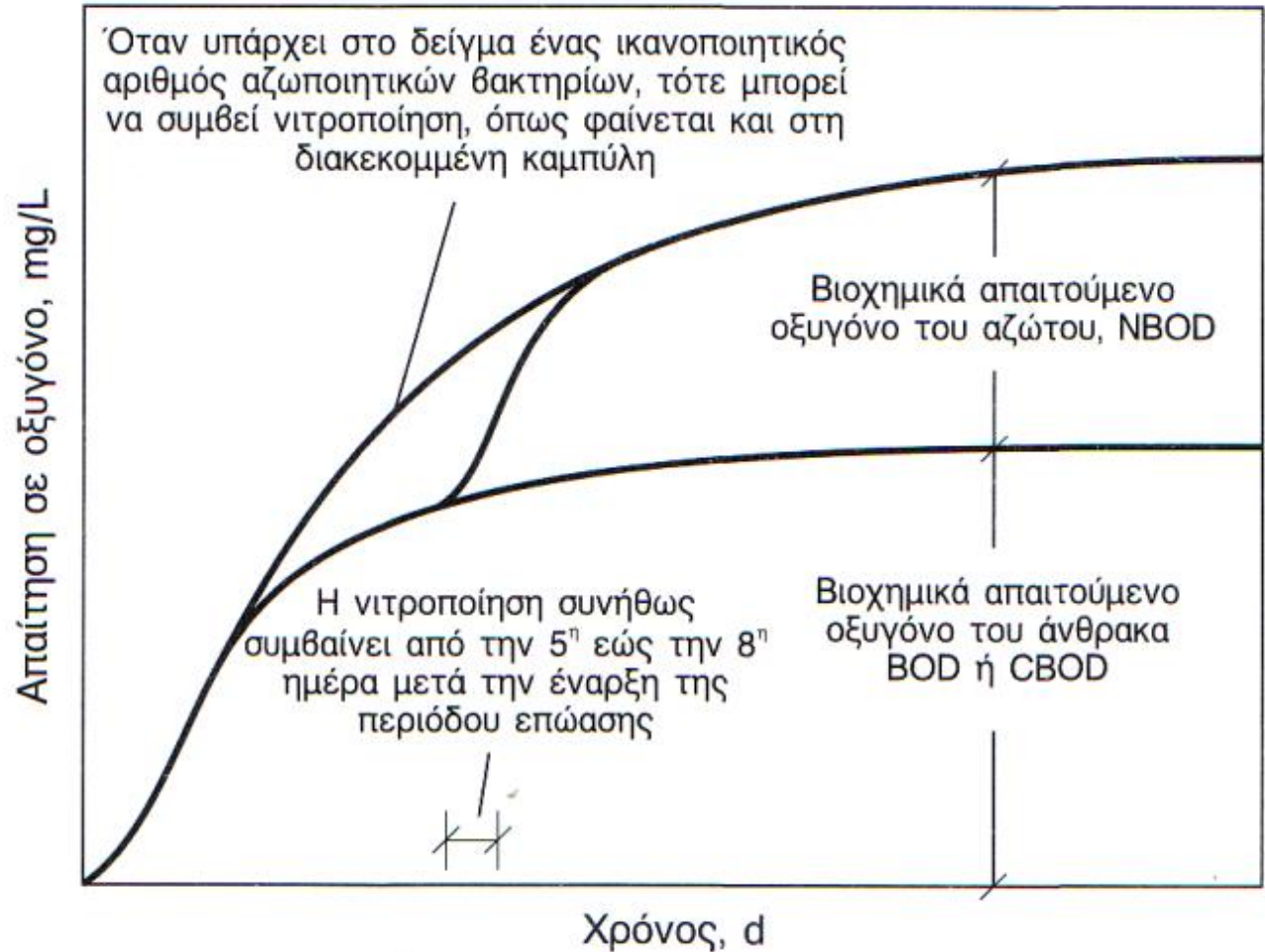
Συνολική μετατροπή της αμμωνίας σε νιτρικά:



Συσσωματωμένα οργανικά συστατικά - BOD

Νιτροποίηση στην ανάλυση του BOD

Διάγραμμα της κατανομής του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου του άνθρακα και του αζώτου σε ένα δείγμα υγρού απόβλητου



(Πηγή: Μηχανική Υγρών Αποβλήτων)

Συσσωματωμένα οργανικά συστατικά - BOD

Περιορισμοί στην ανάλυση του BOD

1. Απαιτείται υψηλή συγκέντρωση ενεργών βακτηρίων που θα χρησιμοποιηθούν ως εμβόλιο
2. Είναι αναγκαία η προεπεξεργασία σε περίπτωση που υπάρχουν τοξικές ουσίες και οι επιδράσεις των αζωτοποιητικών βακτηρίων πρέπει να ελαχιστοποιηθούν
3. Μετρώνται μόνον τα βιοαποικοδομήσιμα οργανικά υλικά
4. Η ανάλυση δεν έχει στοιχειομετρική ισχύ μετά την κατανάλωση του διαλυτού οργανικού υλικού
5. Απαιτείται σχετικά μεγάλη χρονική περίοδος για την απόκτηση αποτελεσμάτων

Συσσωματωμένα οργανικά συστατικά - BOD

Περιορισμοί στην ανάλυση του BOD

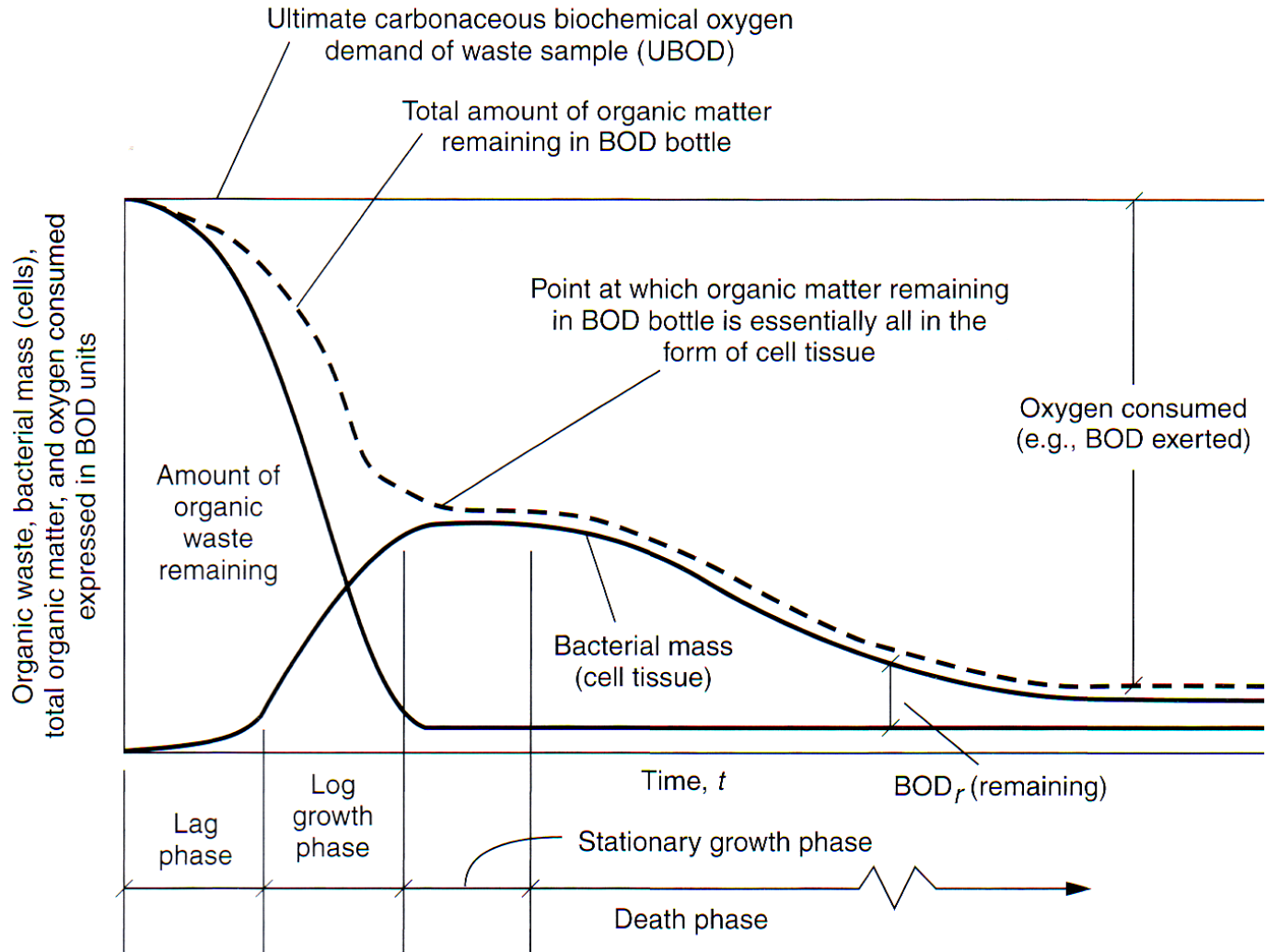
Ο περισσότερος σοβαρός περιορισμός έγκειται στο ότι η περίοδος των 5 ημερών μπορεί να μην αντιστοιχεί στο σημείο όπου το διαλυτό οργανικό υλικό έχει καταναλωθεί
Η απουσία στοιχειομετρικής ισχύος όλες τις χρονικές περιόδους μειώνει τη χρησιμότητα των αποτελεσμάτων της ανάλυσης

Συσσωματωμένα οργανικά συστατικά - BOD

Περιορισμοί στην ανάλυση του BOD

Λειτουργική ανάλυση της ανάλυσης του BOD

α) Συσχέτιση οργανικών αποβλήτων και της συγκέντρωσης βακτηρίων (κυτταρικοί ιστοί, ολικός οργανικός άνθρακας, και οξυγόνο που καταναλώθηκε στην ανάλυση BOD



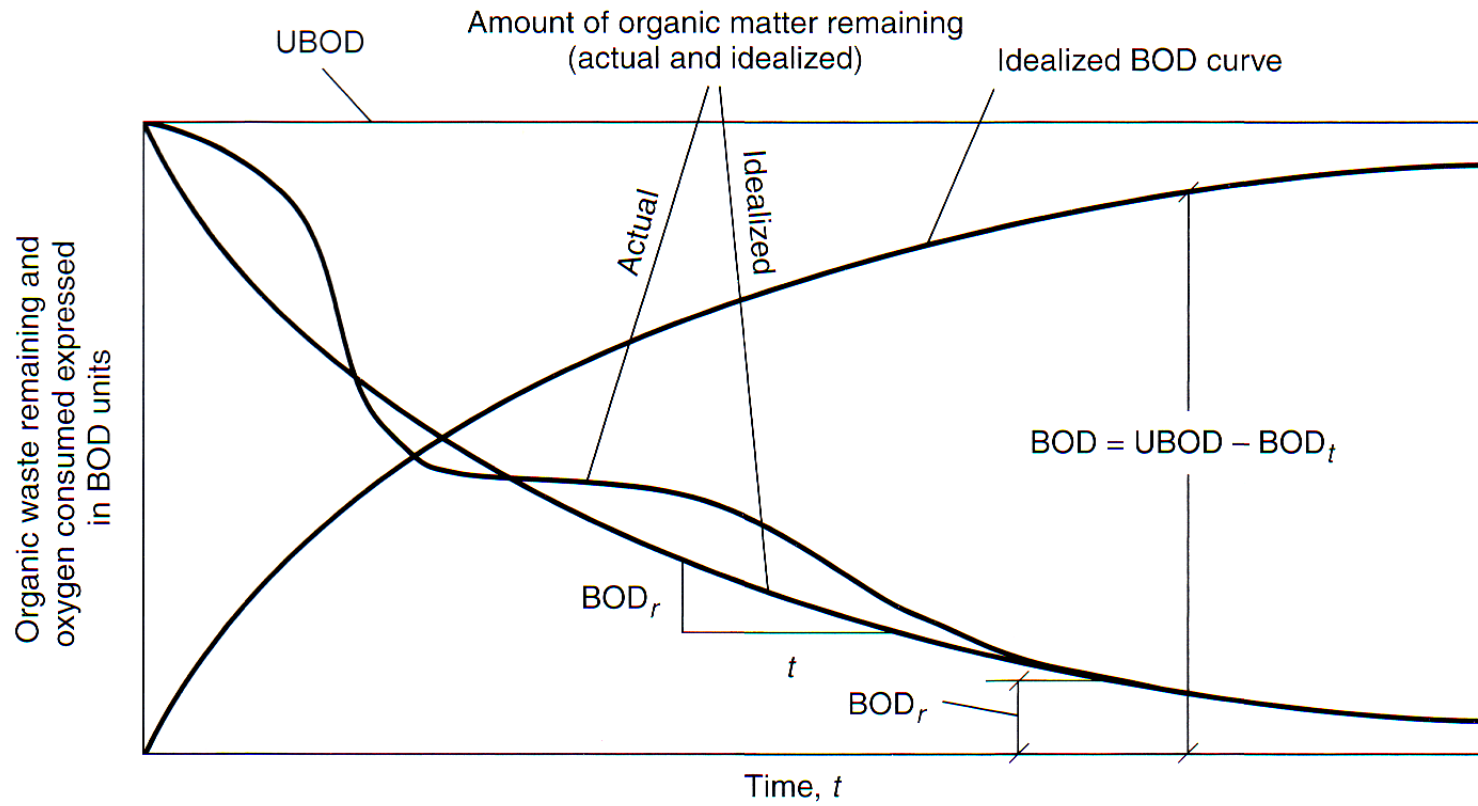
(Πηγή: Μηχανική Υγρών Αποβλήτων)

Συσσωματωμένα οργανικά συστατικά - BOD

Περιορισμοί στην ανάλυση του BOD

Λειτουργική ανάλυση της ανάλυσης του BOD

Β) απεικόνιση της διαδικασίας ανάλυσης του BOD κάτω από ιδανικές συνθήκες

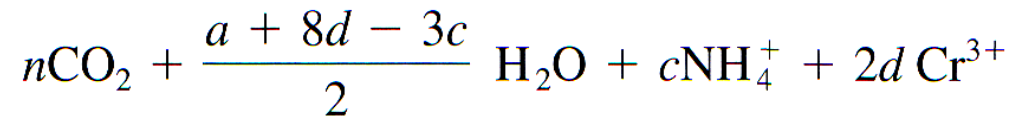
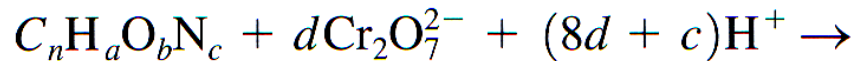


(b)

(Πηγή: Μηχανική Υγρών Αποβλήτων)

Συσσωματωμένα οργανικά συστατικά - COD

Ολικό και διαλυτό χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD & sCOD)



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



Συσσωματωμένα οργανικά συστατικά - COD

Ολικό και διαλυτό χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD & sCOD)

Λόγοι που προκαλούν τις διαφορές μεταξύ BOD και COD

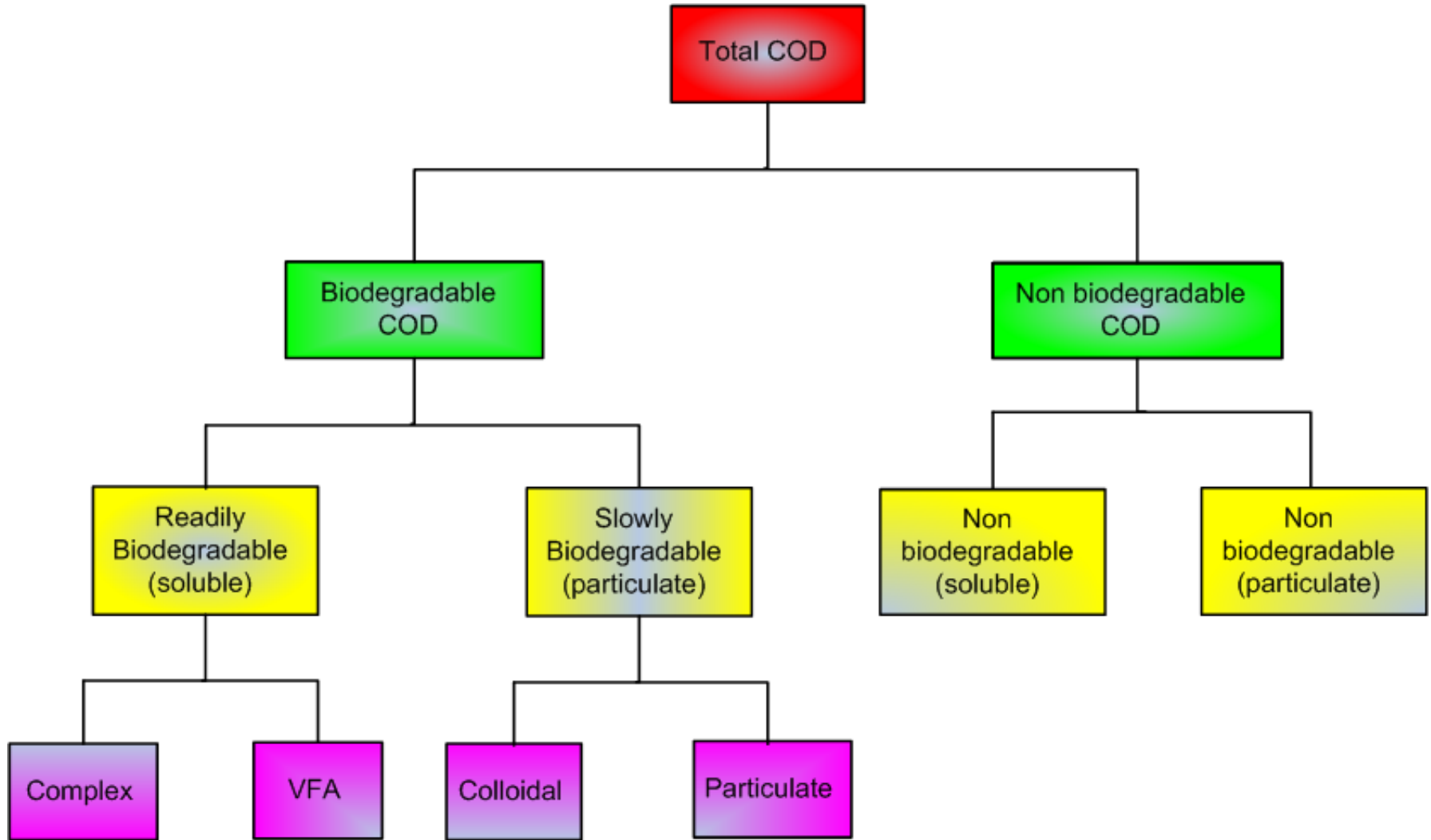
1. Οξείδωση και οργανικών ουσιών όπως η λιγνίνη που δεν οξειδώνονται βιολογικά
2. Οξείδωση ανόργανων ουσιών – αύξηση του φαινομενικού οργανικού υλικού
3. Οξείδωση και τοξικών οργανικών ουσιών – για τους μ/ο θα ήταν τοξικές

Άλλα πλεονεκτήματα:

1. Ολοκλήρωση μέσα σε 3 ώρες
2. Γρήγορο τέστ COD σε 15 λεπτά

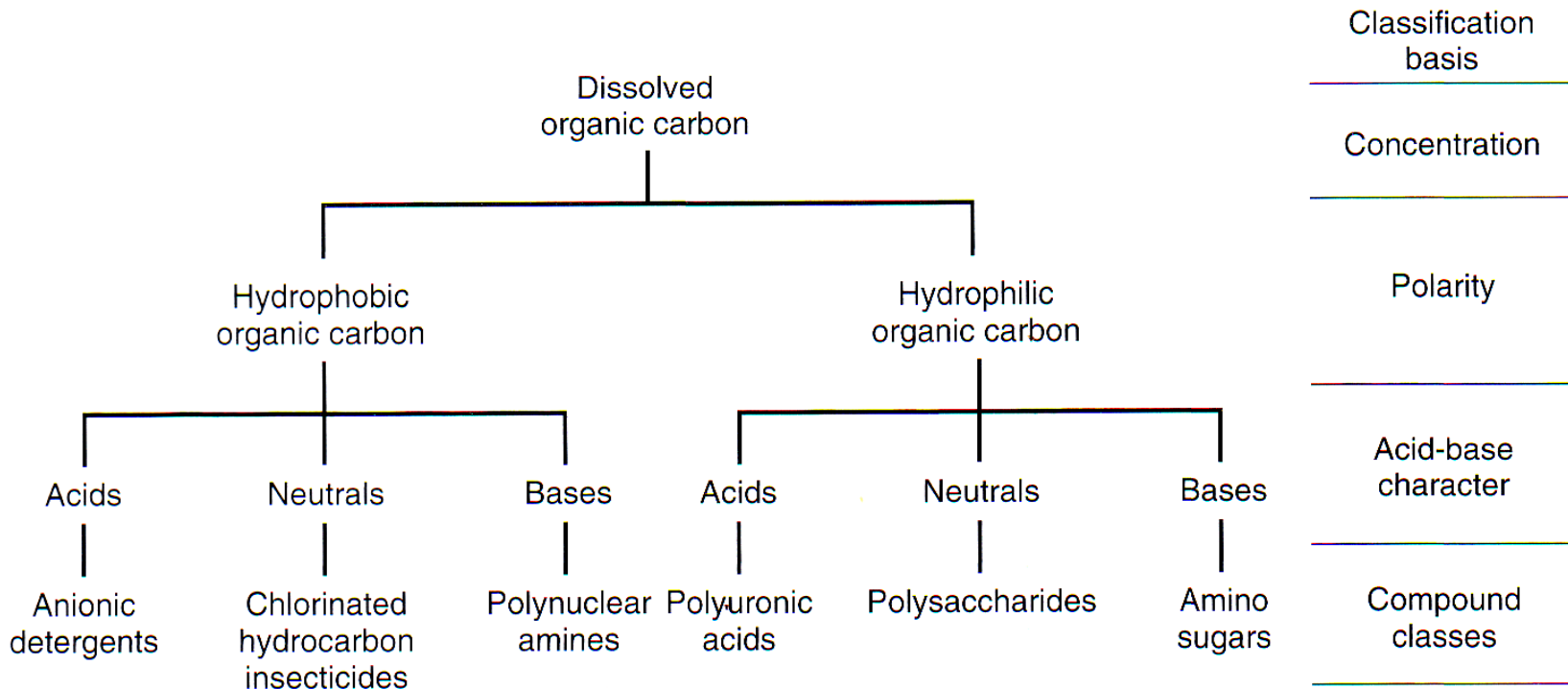
Συσσωματωμένα οργανικά συστατικά - COD

Διαχωρισμός του COD



Συσσωματωμένα οργανικά συστατικά - TOC

Διαδικασία χαρακτηρισμού των οργανικών κλασμάτων που αποτελούν το TOC



Οργανικά συστατικά με ικανότητα απορρόφησης υπεριώδους ακτινοβολίας

UV ακτινοβολία στα 250 nm απορροφούν συστατικά όπως:

1. Οι χουμικές ενώσεις
2. Η λιγνίνη
3. Οι τανίνες
4. Τα αρωματικά συστατικά

Σχετίζονται με το ποσό του διαλυμένου οργανικού άνθρακα και έχει διηθηθεί διαμέσου φίλτρου 0,45 μm

Τα αποτελέσματα αναφέρονται ως ειδική προσρόφηση UV ακτινοβολίας, SUVA mg/L DOC

Οργανικά συστατικά με ικανότητα απορρόφησης υπεριώδους ακτινοβολίας

| UV | COD | CODM | CODY |
|-----|------|------|------|
| 370 | 97,8 | 97,8 | 93,3 |
| 247 | 48,9 | 48,9 | 55,5 |
| 183 | 31,1 | 31,1 | 35,9 |
| 151 | 26,6 | 26,6 | 26,0 |
| 118 | 22,2 | 22,2 | 15,9 |

