

Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

Επίκουρος Καθηγητής Ν. Ρέμμας

Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Διαχείρισης και Τεχνολογίας Υγρών
Αποβλήτων

- Όλοι οι οικισμοί εμφανίζουν 3 κοινά χαρακτηριστικά:

❖ Παράγουν υγρά και στερεά απόβλητα καθώς και αέριους ρύπους

- Τα υγρά απόβλητα προκύπτουν από το νερό που τροφοδοτείται σε ένα οικισμό, αφού πρώτα χρησιμοποιηθεί σε πληθώρα εφαρμογών
- Πώς ορίζονται τα υγρά απόβλητα;

- Όταν τα ανεπεξέργαστα απόβλητα συσσωρεύονται και υφίστανται σήψη, η αποσύνθεση του οργανικού υλικού που περιέχουν οδηγεί στη δημιουργία οχληρών καταστάσεων συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής δύσοσμων αερίων

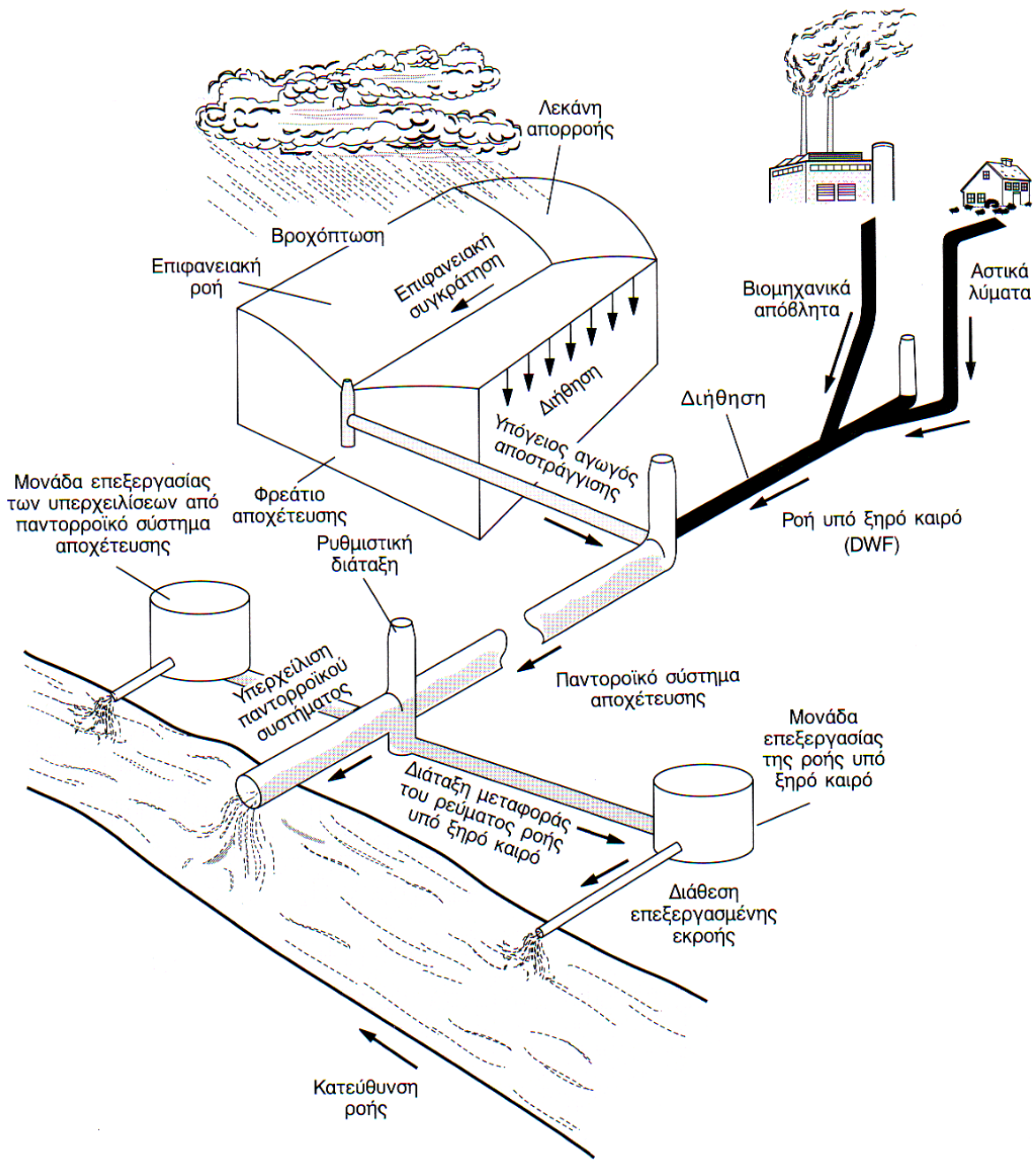
- Για αυτούς τους λόγους, η άμεση και χωρίς οχλήσεις απομάκρυνση των υγρών αποβλήτων από τα σημεία παραγωγής τους που ακολουθείται από επεξεργασία, επαναχρησιμοποίηση ή διάθεση στο περιβάλλον είναι απαραίτητη

- Η Τεχνολογία Επεξεργασίας των Υγρών Αποβλήτων είναι ο κλάδος της Περιβαλλοντικής Μηχανικής στον οποίο εφαρμόζονται οι βασικές αρχές της επιστήμης και της μηχανικής με σκοπό την επίλυση των θεμάτων που σχετίζονται με την επεξεργασία και επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων

- Ποιος είναι ο κύριος στόχος;

- Τι πρέπει να γνωρίζουμε για την προστασία της δημόσιας υγείας

- (1) τα συστατικά των υγρών αποβλήτων,
- (2) η επίδραση των συστατικών αυτών όταν τα υγρά απόβλητα διατίθενται στο περιβάλλον,
- (3) η μετατροπή και η μακρόχρονη πορεία των συστατικών σε διεργασίες επεξεργασίας,
- (4) οι μέθοδοι επεξεργασίας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την απομάκρυνση ή μεταβολή των συστατικών που περιέχονται στα απόβλητα, και
- (5) οι μέθοδοι για αξιοποίηση ή διάθεση των στερεών που παράγονται από τα συστήματα επεξεργασίας



Σύστημα διαχείρισης υγρών απόβλητων

Άλλοι παράγοντες που προκαλούν ανησυχίες για την υγεία περιλαμβάνουν:

- τη διαφυγή των πτητικών οργανικών ενώσεων (Volatile Organic Compounds, VOC)
- των τοξικών αέριων ρύπων (Toxic Air Contaminants, TAC) από τις μονάδες συλλογής και επεξεργασίας,
- την απολύμανση με χλώριο
- τα παραπροϊόντα της απολύμανσης (Disinfection By-Products, DBP)

Οι οσμές προκαλούν οξυμένη περιβαλλοντική ανησυχία στον πληθυσμό

Ενδεικτική ορολογία:

- ❖ Βιοστερεά (Α και Β κατηγορίας)
- ❖ Μη σημειακές και σημειακές πηγές ρύπανσης
- ❖ Θρεπτικά συστατικά
- ❖ Ιλύς
- ❖ Στερεά υλικά

Ενδεικτική ορολογία:

- ❖ Ρύποι προτεραιότητας
- ❖ Δυσκόλως αποδομήσιμα οργανικά
- ❖ Βαρέα μέταλλα
- ❖ Διαλυμένα ανόργανα συστατικά

Επεξεργασία υγρών αποβλήτων

- Τα υγρά απόβλητα που συλλέγονται από τους δήμους και τους οικισμούς πρέπει τελικά να επιστρέψουν στους υδάτινους αποδέκτες από όπου παρελήφθησαν αρχικά ή στο έδαφος ή να επαναχρησιμοποιηθούν

➤ Φυσικές

➤ Χημικές

➤ Βιολογικές διεργασίες

Επίπεδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

- Προεπεξεργασία
Απομάκρυνση μεγάλων στερεών αντικειμένων
- Πρωτοβάθμια
Φυσικό φαινόμενο για απομάκρυνση υλικών
- Προχωρημένη πρωτοβάθμια
Χρήση χημικών ενώσεων

Αυτό που περιέχεται στα υγρά απόβλητα, τελικά καθορίζει και την παρουσία των μικροοργανισμών αλλά και την επιτυχία της διεργασίας

Επίπεδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

- Δευτεροβάθμια
Βιολογικές και χημικές διεργασίες
- Τριτοβάθμια
Χρήση μικροδιήθησης ή μικροσχάρας
- Προχωρημένη

Κολλοειδή συστατικά

- Τα υγρά απόβλητα περιέχουν ένα υψηλό ποσοστό κολλοειδών στερεών. Το μέγεθος των κολλοειδών σωματιδίων των υγρών αποβλήτων κυμαίνεται τυπικά από 0.001 έως 1.0 μm
- Τα κολλοειδή παραμένουν διεσπαρμένα στον διαλύτη και δεν καταβυθίζονται
- Μία από τις ενδιαφέρουσες ιδιότητες που παρουσιάζουν είναι η ικανότητά τους να σκεδάζουν το φως

Από το 1900 περίπου μέχρι και τις αρχές του 1970, οι στόχοι της επεξεργασίας αφορούσαν κυρίως:

- την απομάκρυνση των κολλοειδών, των αιωρούμενων και επιπλεόντων υλικών
- την επεξεργασία των βιοαποικοδομήσιμων οργανικών ουσιών
- την εξάλειψη των παθογόνων οργανισμών

Αυτά τα προγράμματα βασίσθηκαν:

- στην αυξανόμενη κατανόηση των περιβαλλοντικών επιδράσεων που προκαλούνται από τη διάθεση των υγρών αποβλήτων
- στην καλύτερη εκτίμηση των μακροπρόθεσμων δυσμενών επιδράσεων που προκαλούνται από τη διάθεση ορισμένων από τα ιδιαίτερα συστατικά που εμπεριέχονται στα απόβλητα
- στην ανάπτυξη της ευαισθητοποίησης σε εθνικό επίπεδο σε σχέση με την προστασία του περιβάλλοντος.

- Στην Ευρώπη η οδηγία 2008/ 98/EC θεσπίζει μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας εμποδίζοντας ή μειώνοντας τις αρνητικές επιπτώσεις της παραγωγής και της διαχείρισης αποβλήτων, και περιορίζοντας τον συνολικό αντίκτυπο της χρήσης των πόρων και βελτιώνοντας την αποδοτικότητά της.
- Στην Ελλάδα έχουμε τον Περί Αποβλήτων Νόμο του 2011 (Ν. 185(I)/2011)
- Πρόσφατα τον Ν. 4819/2021 (ΦΕΚ Α 129 - 23.07.2021) Ολοκληρωμένο πλαίσιο για τη διαχείριση των αποβλήτων

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

Αιωρούμενα στερεά	
	Εσχάρωση
	Εξάμμωση
	Καθίζηση
	Επίπλευση
	Χημική κατακρήμνιση
	Διήθηση (χώρου & επιφάνειας)

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

Βιοαποδομησιμες οργανικές ενώσεις	
	Αερόβια συστήματα αιωρούμενης βιομάζας
	Αερόβια συστήματα προσκολλημένης βιομάζας
	Αναερόβια συστήματα
	Λίμνες σταθεροποίησης
	Φυσικοχημική επεξεργασία
	Προχωρημένη οξείδωση
	Συστήματα μεμβρανών

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

Άζωτο	
	Χημική οξείδωση
	Παραλλαγή συστημάτων νιτροποίησης-απονιτροποίησης αιωρούμενης βιομάζας
	Παραλλαγή συστημάτων νιτροποίησης-απονιτροποίησης σταθερής κλίνης
	Απαέρωση
	Ιοντοανταλλαγή

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

Φώσφορος	
	Χημική επεξεργασία
	Βιολογική απομάκρυνση φωσφόρου

Polyphosphate Accumulating Organisms (PAOs) ή πολύ-P Βακτήρια

Πρόκειται για βακτήρια τα οποία συμπεριφέρονται διαφορετικά υπό αερόβιες και αναερόβιες συνθήκες

- υπό αναερόβιες συνθήκες, διασπώντας παράλληλα πολυφωσφορικό (απελευθερώνοντας φω-σφορικά) και γλυκογόνο
- υπό αερόβιες ή ανοξικές συνθήκες αποθηκεύουν περισσότερο φώσφορο από αυτό που χρειάζονται για την ανάπτυξη και τη συντήρησή τους

Σε ένα βιολογικό καθαρισμό (ΜΕΥΑ-WWTP) η βιολογική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων αρχίζει αναερόβια

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

Παθογόνοι	
	Χλωρίωση
	Όζον
	Υπεριώδης ακτινοβολία

Κολλοειδή & διαλυτά στερεά	
	Μεμβράνες
	Χημική επεξεργασία
	Προσρόφηση σε άνθρακα
	Ιοντοανταλλαγή

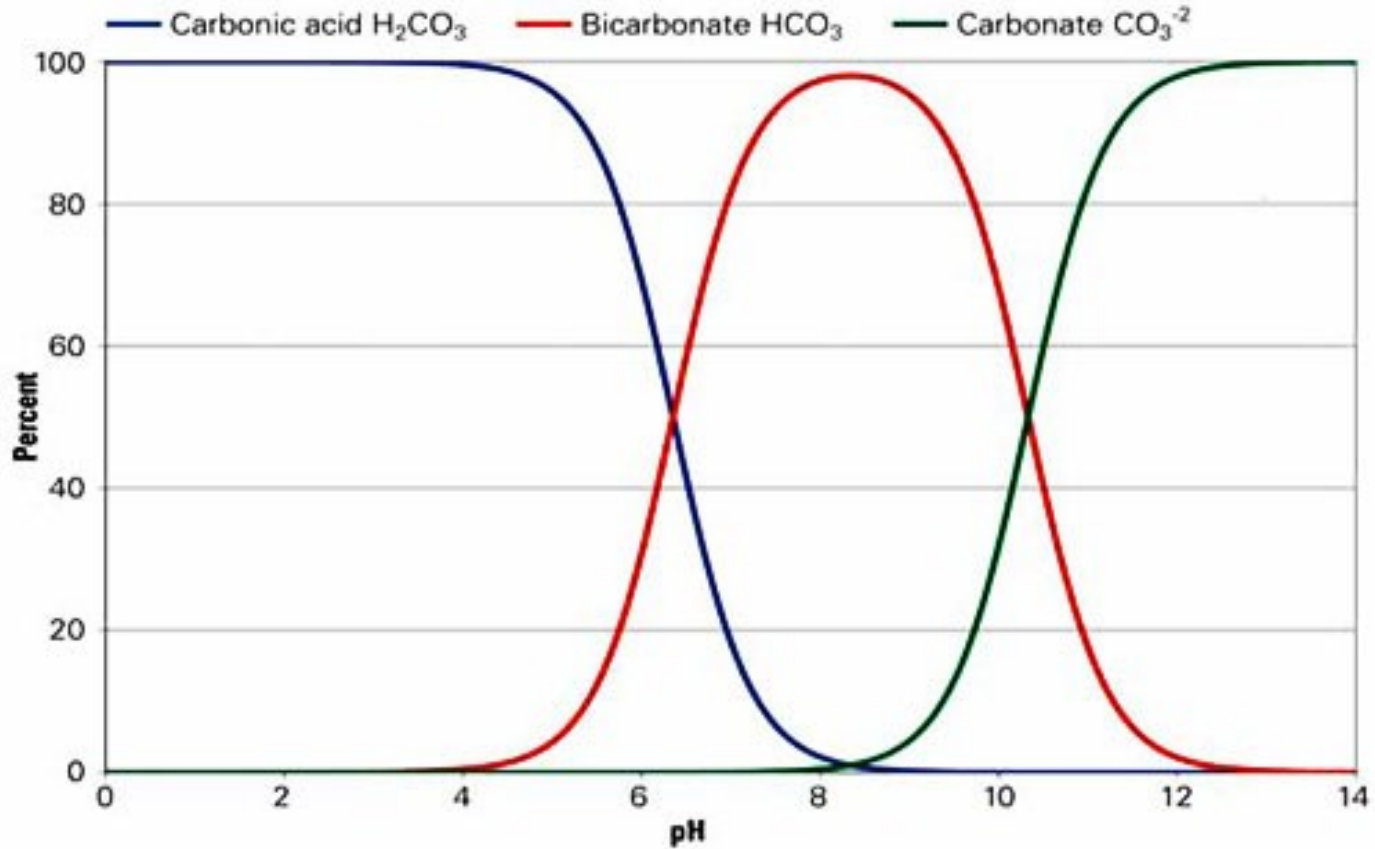
Φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες για την απομάκρυνση ρύπων από τα υγρά απόβλητα

Πτητικές οργανικές ενώσεις	
	Απαέρωση
	Προσρόφηση άνθρακα
	Προχωρημένη οξείδωση
Οσμές	
	Χημικές πλυντηρίδες
	Προσρόφηση σε άνθρακα
	Ενεργός άνθρακας

Παράμετροι - Αναλύσεις:

- ❖ pH
- ❖ Ηλεκτρική αγωγιμότητα
- ❖ Αλκαλικότητα
- ❖ Χλωριούχα συστατικά

Αλκαλικότητα



Παράμετροι - Αναλύσεις:

- ❖ Αέρια αμμωνία
- ❖ Αμμώνιο
- ❖ Ολικό αμμωνιακό άζωτο
- ❖ Νιτρώδη – Νιτρικά
- ❖ Ολικό ανόργανο άζωτο
- ❖ Ολικό κατά Kjeldahl αζωτο
- ❖ Οργανικό άζωτο
- ❖ Ολικό άζωτο

Υγρά απόβλητα

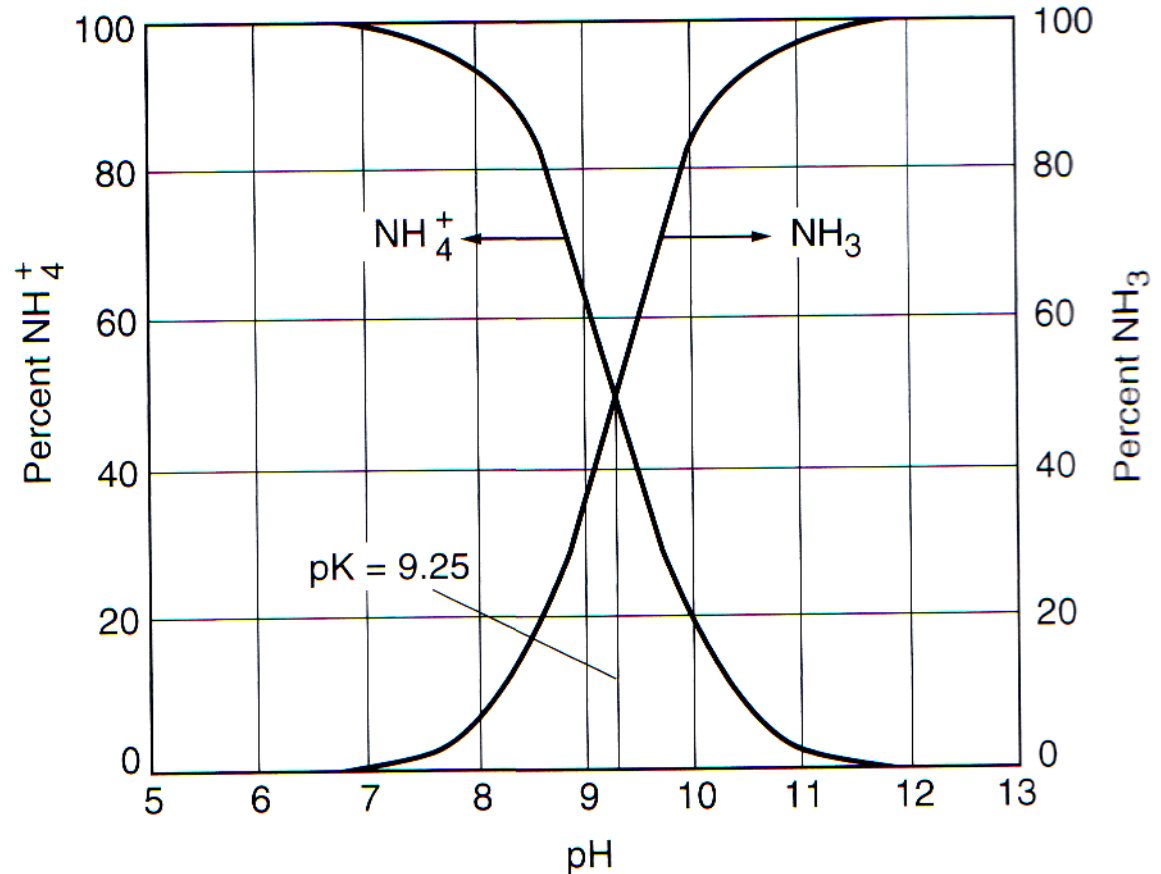
Θρεπτικά συστατικά αζώτου:

Μορφές αζώτου	Σύμβολο	Αζωτούχες ενώσεις
Αέριο άζωτο		-
Αμμωνιακά		-
Ολικό αμμωνιακό		
Νιτρώδη		-
Νιτρικά		-
Ολικό ανόργανο άζωτο		
Ολικό Kjeldahl		
Οργανικό άζωτο		
Ολικό άζωτο		

Ανόργανα αμέταλα συστατικά

Άζωτο

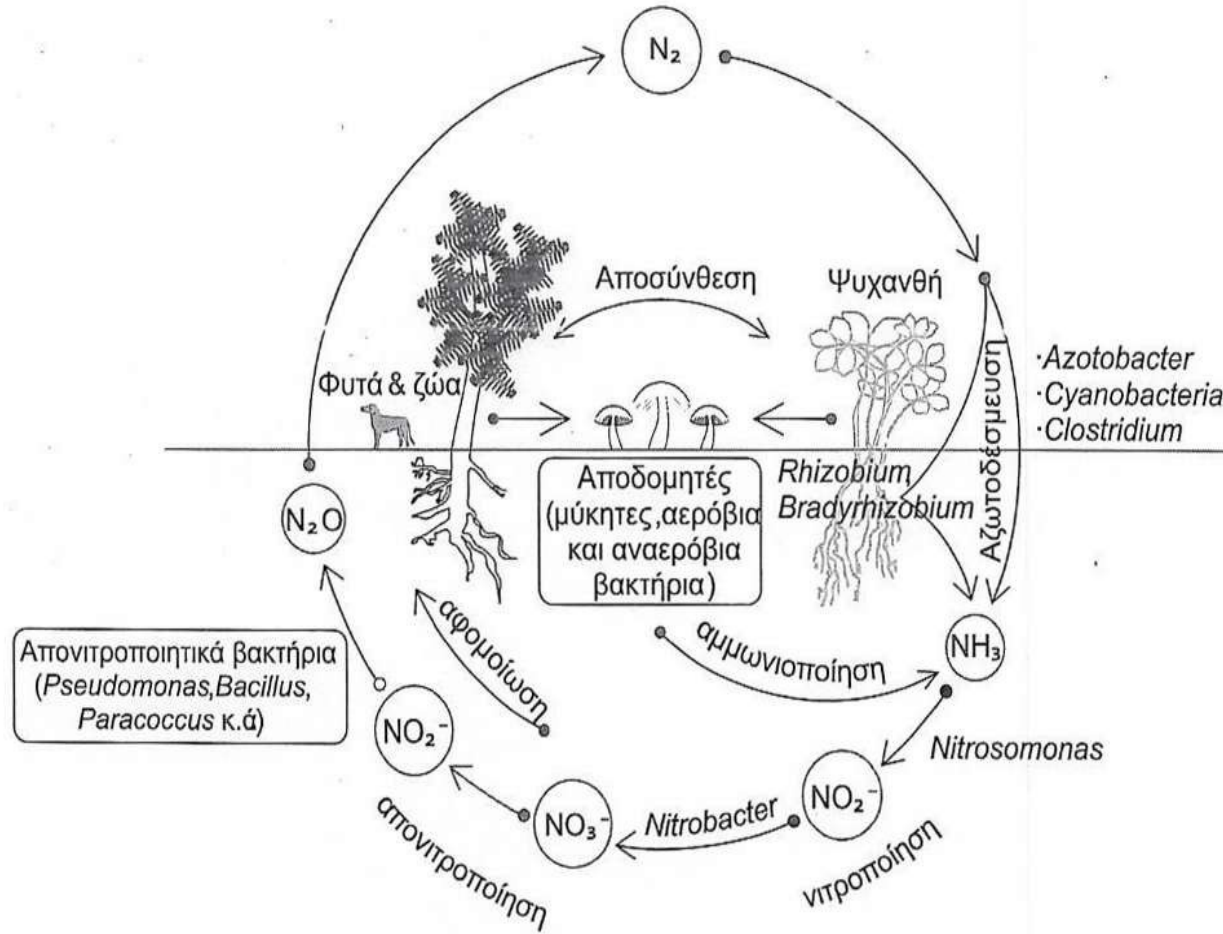
Κατανομή της αμμωνίας (NH_3) και του αμμώνιου (NH_4^+) ως συνάρτηση του pH

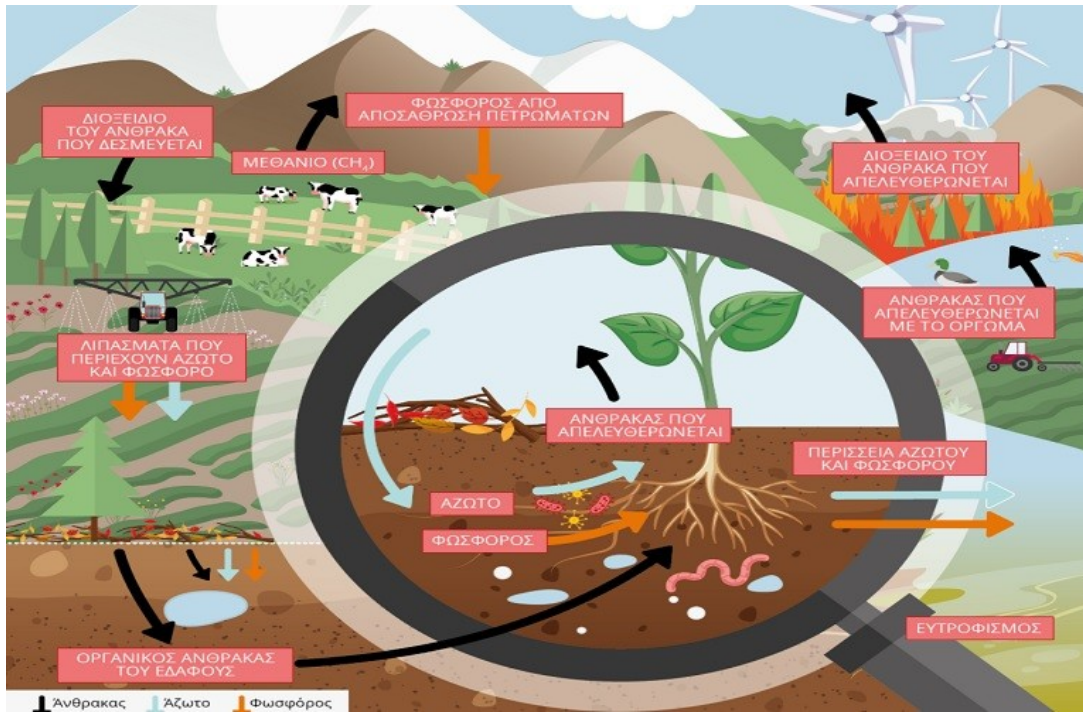


$$\text{NH}_3, \% = \frac{[\text{NH}_3] \times 100}{[\text{NH}_3] + [\text{NH}_4^+]} = \frac{100}{1 + [\text{NH}_4^+]/[\text{NH}_3]} = \frac{100}{1 + [\text{H}^+]/K_a}$$

Ανόργανα αμέταλα συστατικά

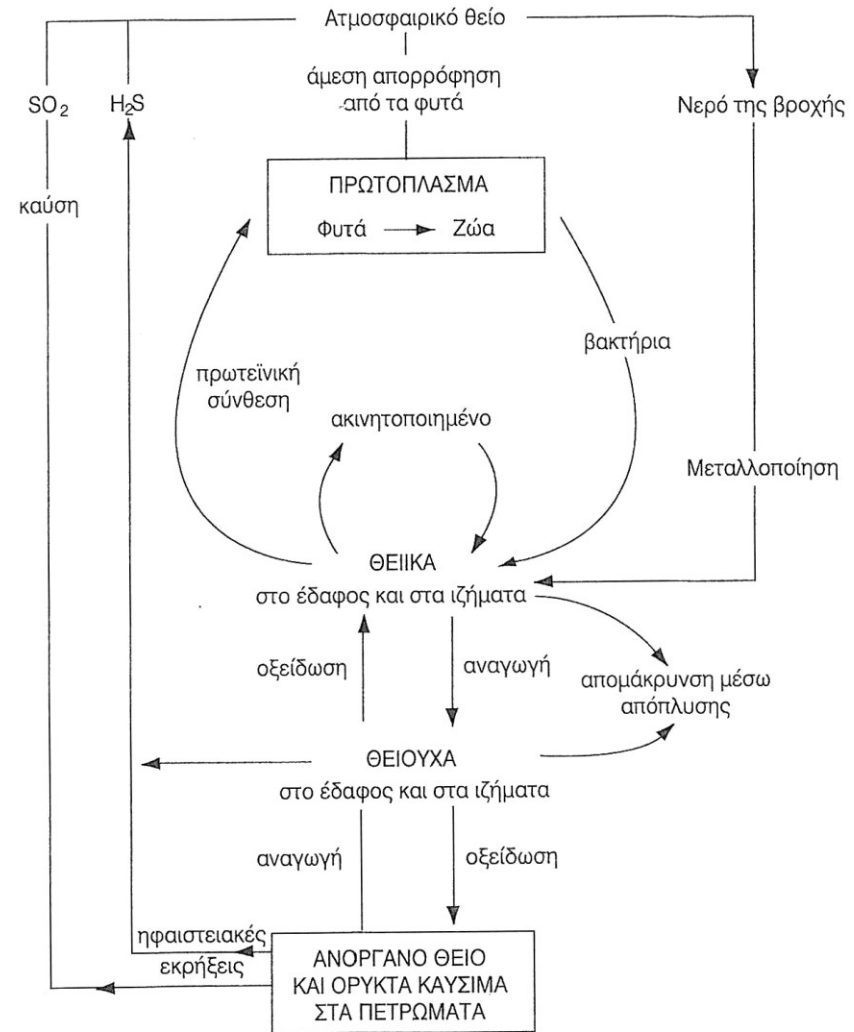
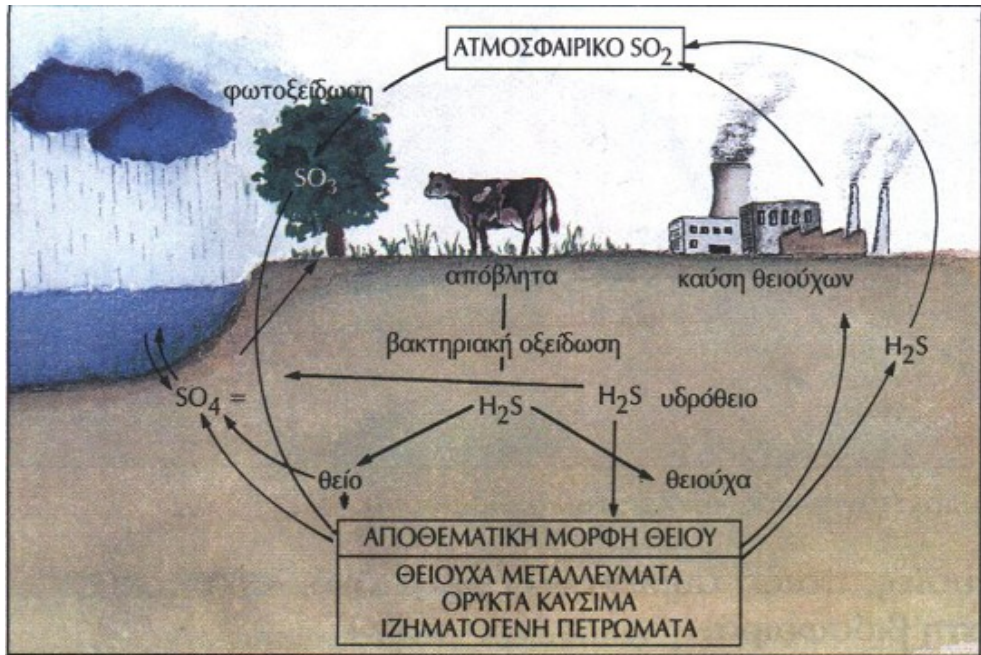
Άζωτο





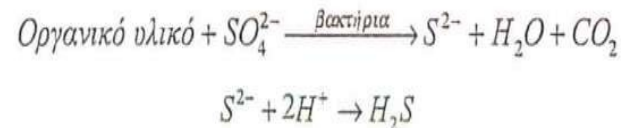
Σχ. 9. Ο κύκλος του φωσφόρου.

Για ποιο λόγο το θείο είναι απαραίτητο για τους οργανισμούς....

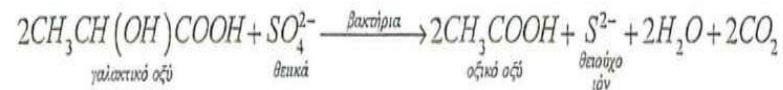


Σχ. 10. Ο κύκλος του θείου.

Τα θειικά ιόντα υπάρχουν στις περισσότερες πηγές νερού, όπως επίσης και στα υγρά απόβλητα. Το θείο είναι απαραίτητο στη σύνθεση των πρωτεϊνών και απελευθερώνεται κατά την αποικοδόμησή τους. Τα θειικά διασπώνται βιολογικά, κάτω από αναερόβιες συνθήκες, σε θειούχα, τα οποία, με τη σειρά τους, αντιδρούν με υδρογόνο και σχηματίζουν υδρόθειο (H₂S). Στη συνέχεια εμφανίζονται ορισμένες τυπικές αντιδράσεις:



Εάν γαλακτικό οξύ χρησιμοποιηθεί ως το πρόδρομο οργανικό συστατικό, τότε η μετατροπή των θεικών σε σουλφίδια γίνεται ως εξής:



Οργανικά συστατικά υγρών αποβλήτων:

- ❖ Τα οργανικά συστατικά αποτελούνται από συνδυασμό
 - Ανθρακα
 - Υδρογόνου
 - Οξυγόνου
 - Αζώτου
- ❖ Το οργανικό υλικό των υγρών αποβλήτων αποτελείται κυρίως από
 - Πρωτεΐνες
 - Υδατάνθρακες
 - Λίπη και έλαια
 - Ουρία

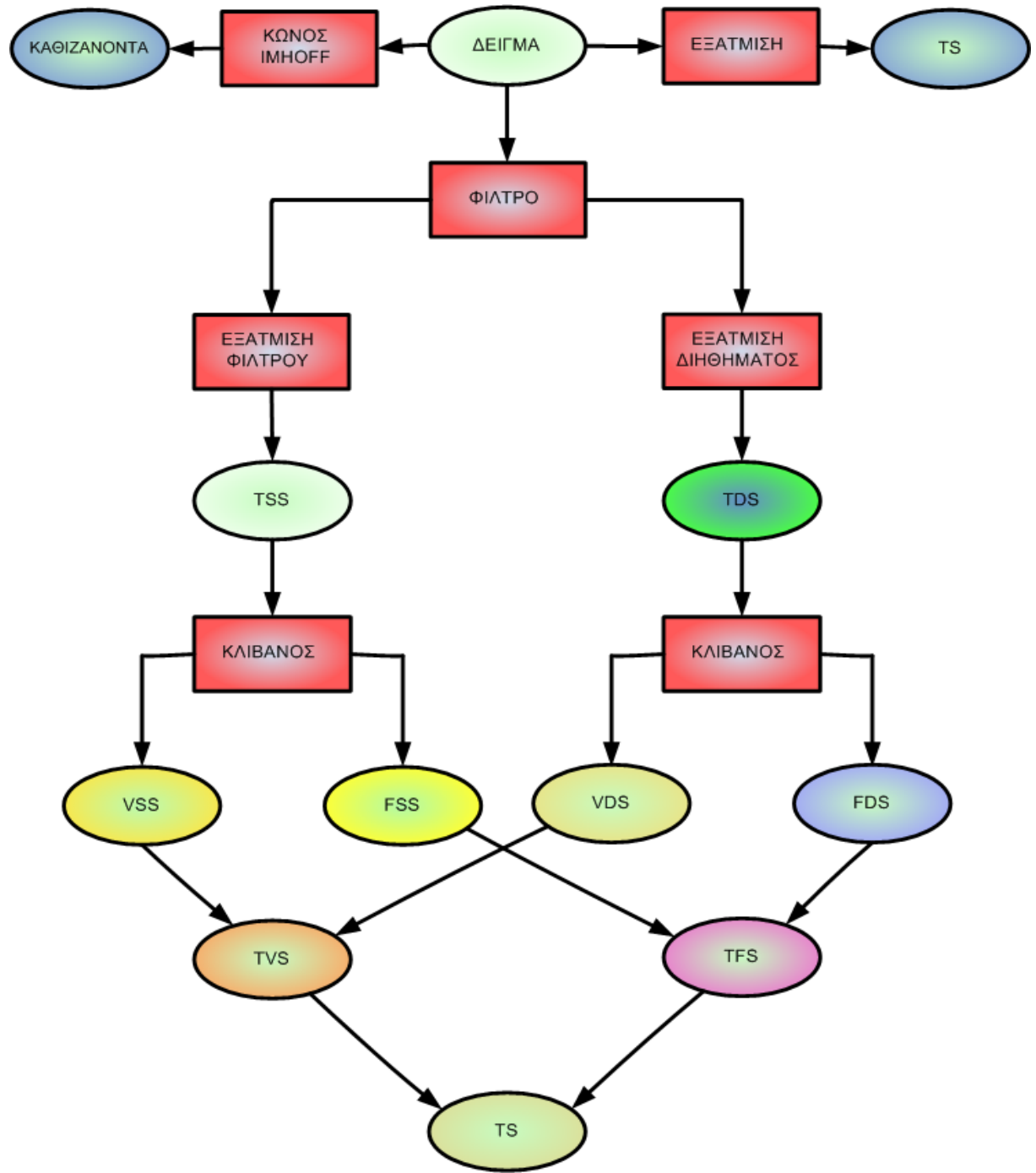
Τυπική σύσταση αστικών υγρών αποβλήτων :

- ❖ BOD
- ❖ COD
- ❖ TSS – VSS
- ❖ TKN
- ❖ Αμμωνιακό άζωτο
- ❖ Νιτρικά και νιτρώδη
- ❖ Ολικός φώσφορος
- ❖ Ανόργανος φώσφορος
- ❖ Αλκαλικότητα

Ανάλυση των στερεών που εμπεριέχονται στα υγρά απόβλητα:

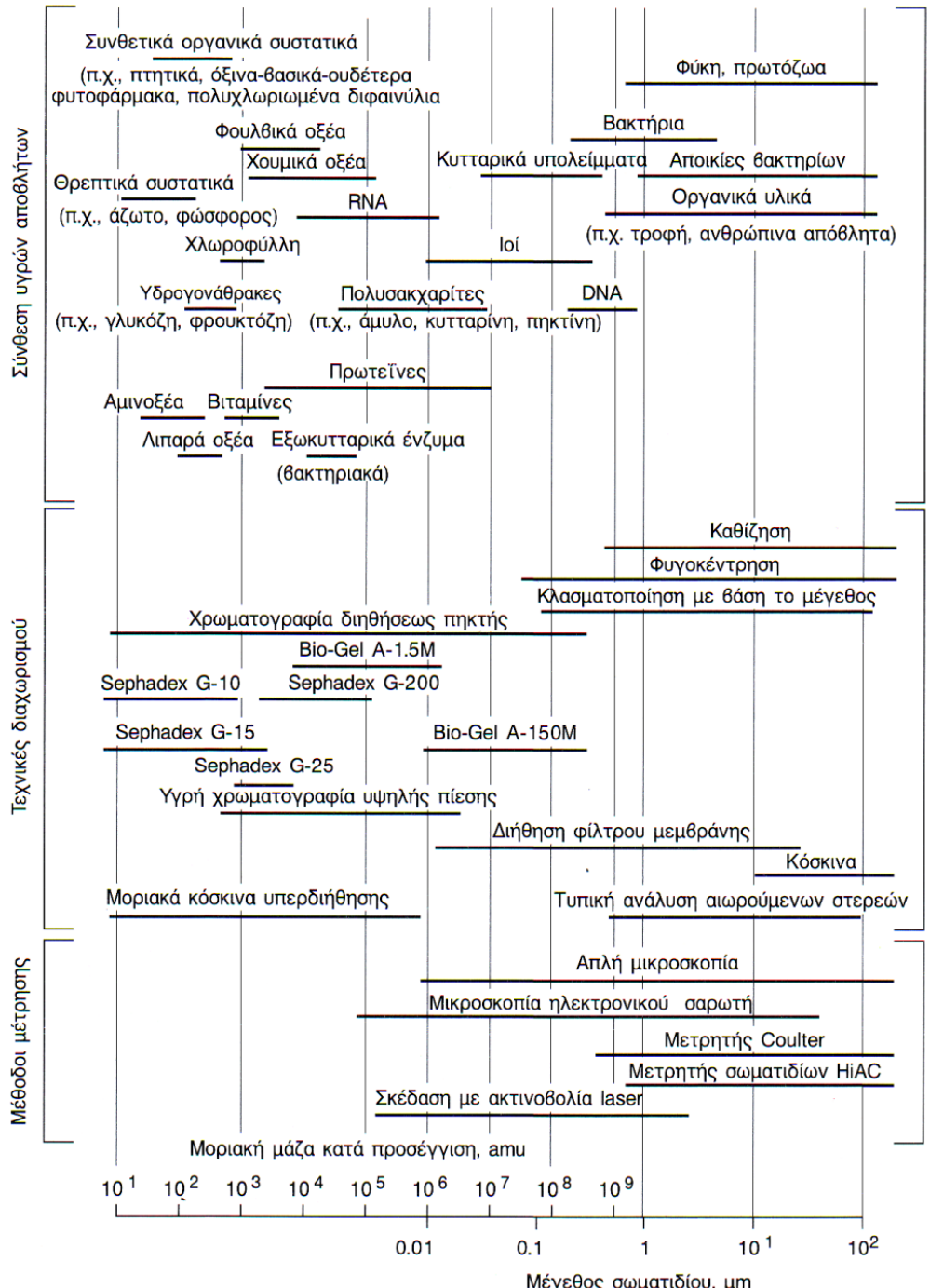
- ❖ TS ολικά στερεά
- ❖ TVS ολικά πτητικά
- ❖ TFS ολικά σταθερά
- ❖ TSS ολικά αιωρούμενα
- ❖ VSS Πτητικά αιωρούμενα
- ❖ FSS Σταθερά αιωρούμενα
- ❖ TDS Ολικά διαλυμένα

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
 ποσοτικοποίησή τους



Μέταλλα:

Στοιχείο	Μακροστοιχεία	Ιχνοστοιχεία
As		
Cd		
Ca	✓	
Cr		✓
Co		✓
Cu		✓
Na	✓	
Zn		✓
Pb		✓
Mg	✓	
K	✓	
Fe	✓	

- Τα αέρια που συναντώνται κυρίως σε ανεπεξέργαστα υγρά απόβλητα περιλαμβάνουν τα αέρια άζωτο (N_2), οξυγόνο (O_2), διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), υδρόθειο (H_2S), αμμωνία (NH_3) και μεθάνιο (CH_4)
- Δύσοσμα συστατικά στα υγρά απόβλητα:
 - Αμίνες
 - Αμμωνία
 - Διαμίνες
 - Υδρόθειο
 - Μερκαπτάνες
 - Οργανικά σουλφίδια

- **Βέλτιστες θερμοκρασίες για βιολογική δραστηριότητα**

Οι βέλτιστες θερμοκρασίες για βακτηριακή δραστηριότητα κυμαίνονται από 25 έως 35°C

Η αερόβιος διεργασίες, καθώς και η νιτροποίηση σταματούν όταν η θερμοκρασία φτάσει στους 50°C

Όταν η θερμοκρασία πέσει στους 15°C, τα βακτήρια που παράγουν μεθάνιο γίνονται ανενεργά και στους 5 °C περίπου τα αυτότροφα αζωτοποιητικά βακτήρια στην ουσία αναστέλλουν τη λειτουργία τους

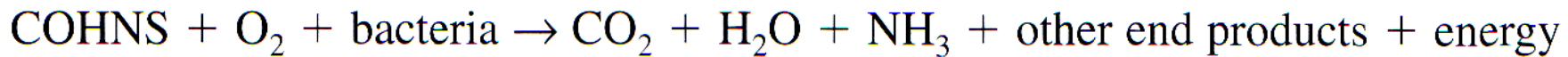
Στους 2°C ακόμη και τα χημειοετερότροφα βακτήρια μετατρέπονται σε ανενεργά

• Οι εργαστηριακές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται κυρίως σήμερα για τη μέτρηση μεγάλων ποσοτήτων οργανικού υλικού στα υγρά απόβλητα, περιλαμβάνουν:

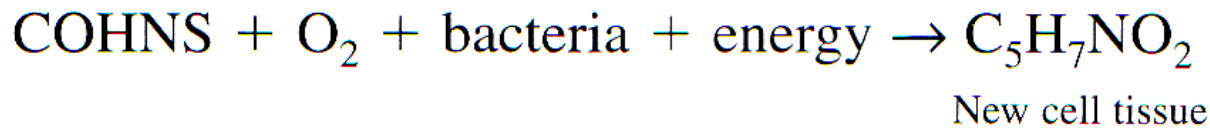
- το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (biochemical oxygen demand, BOD),
- το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (chemical oxygen demand, COD),
- τον ολικό οργανικό άνθρακα (total organic carbon, TOC)

Βάσεις για την ανάλυση του BOD

Oxidation:



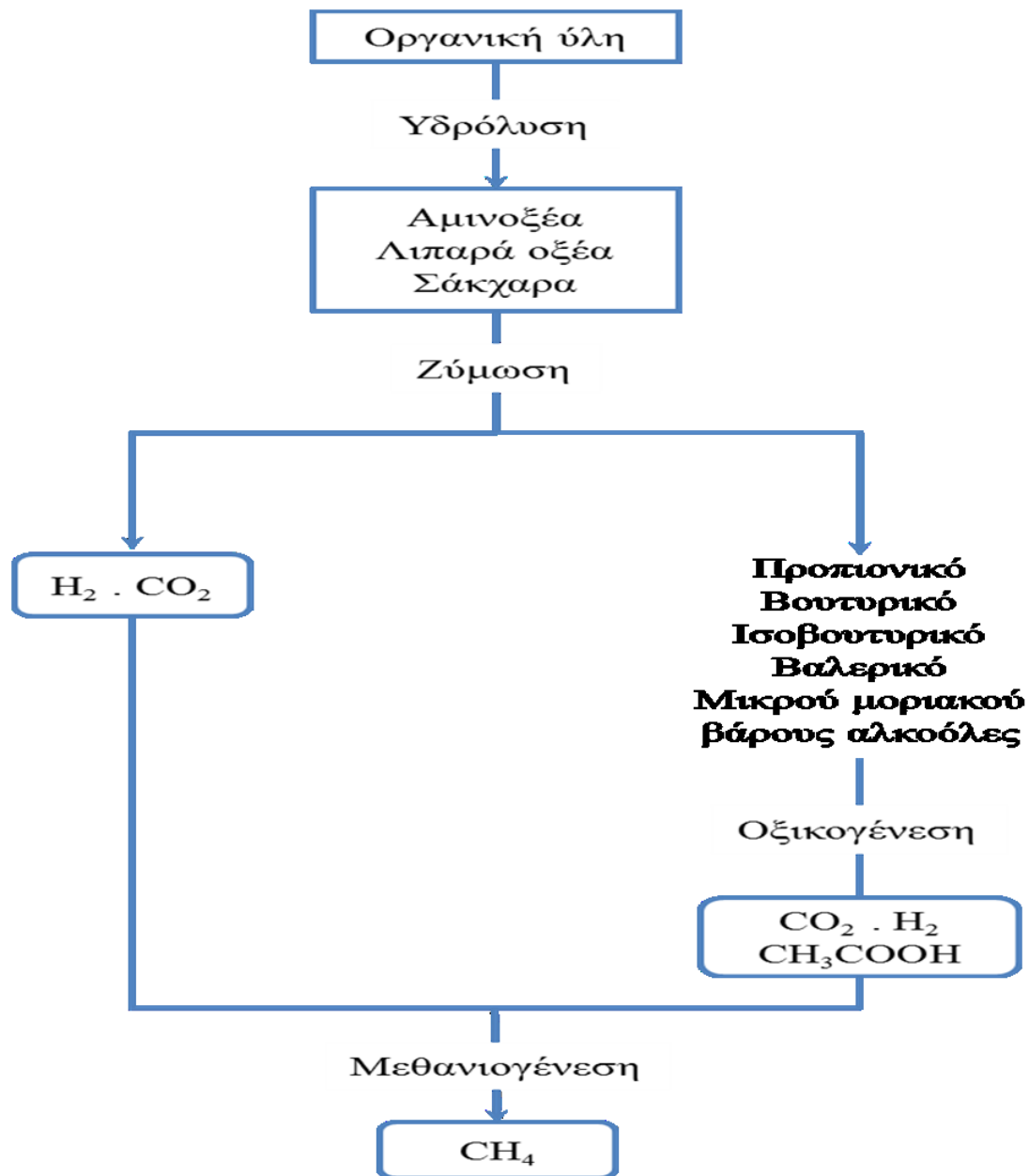
Synthesis:



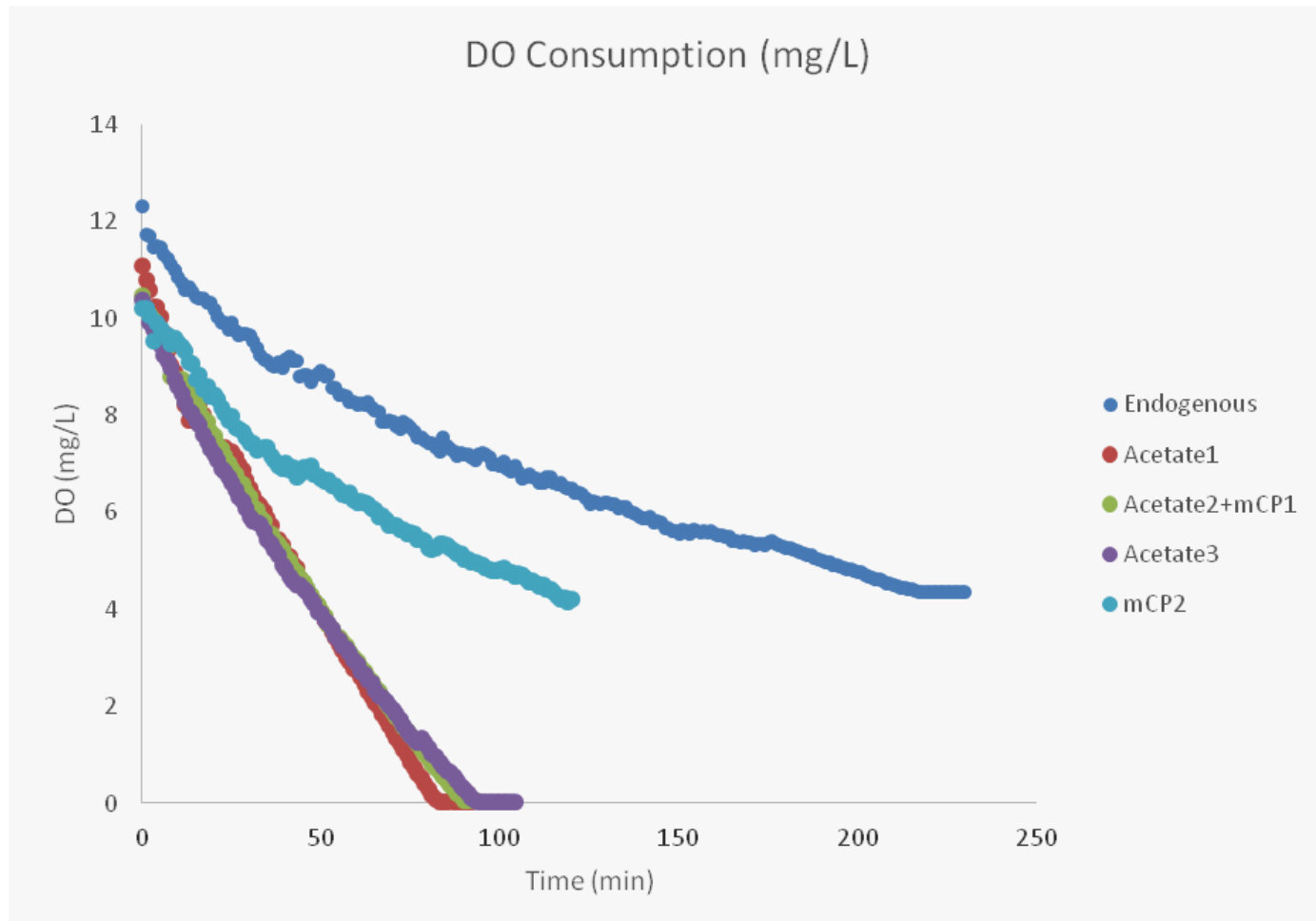
Endogenous respiration:



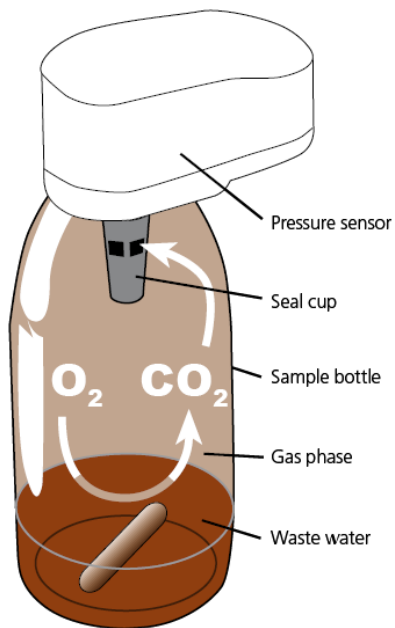
Βιομετατροπές οργανικού κλάσματος



OUR Oxygen Uptake Rate



Μέτρηση του οργανικού φορτίου με το BOD



Είναι η πιο συνηθισμένη μέθοδος

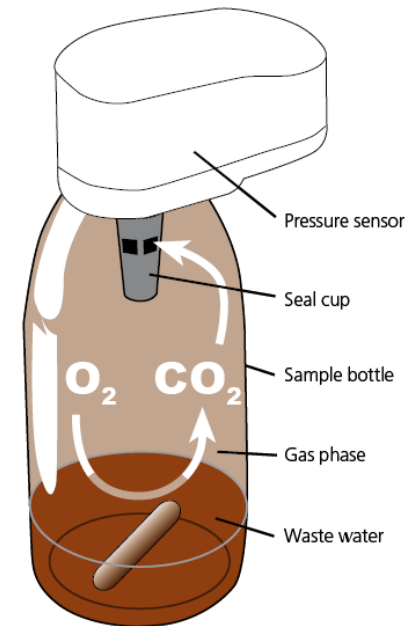
→ Χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της επίδρασης των λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες

→ 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 - 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 ανά 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-})

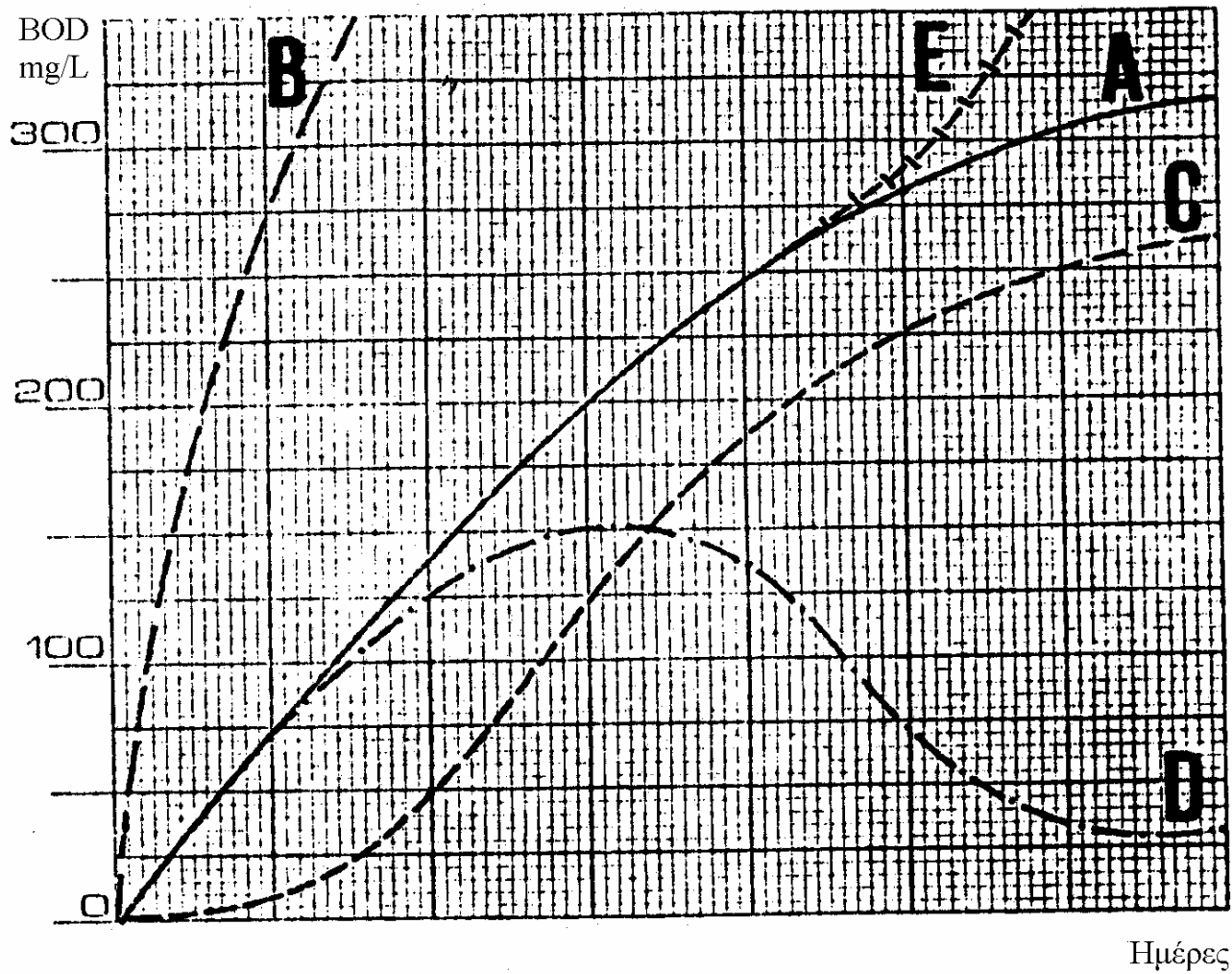
- Στις πρώτες 5 ημέρες της διαδικασίας κατανάλωσης οξυγόνου πληρούται περίπου το 70% της συνολικής απαίτησης οξυγόνου για την οξείδωση του άνθρακα και του αζώτου
- Η κατανάλωση οξυγόνου εξελίσσεται στην αρχή γρήγορα και οι καμπύλες δείχνουν τις πρώτες ημέρες μία απότομη άνοδο

Χρόνος επώασης

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

Χρόνος επώασης

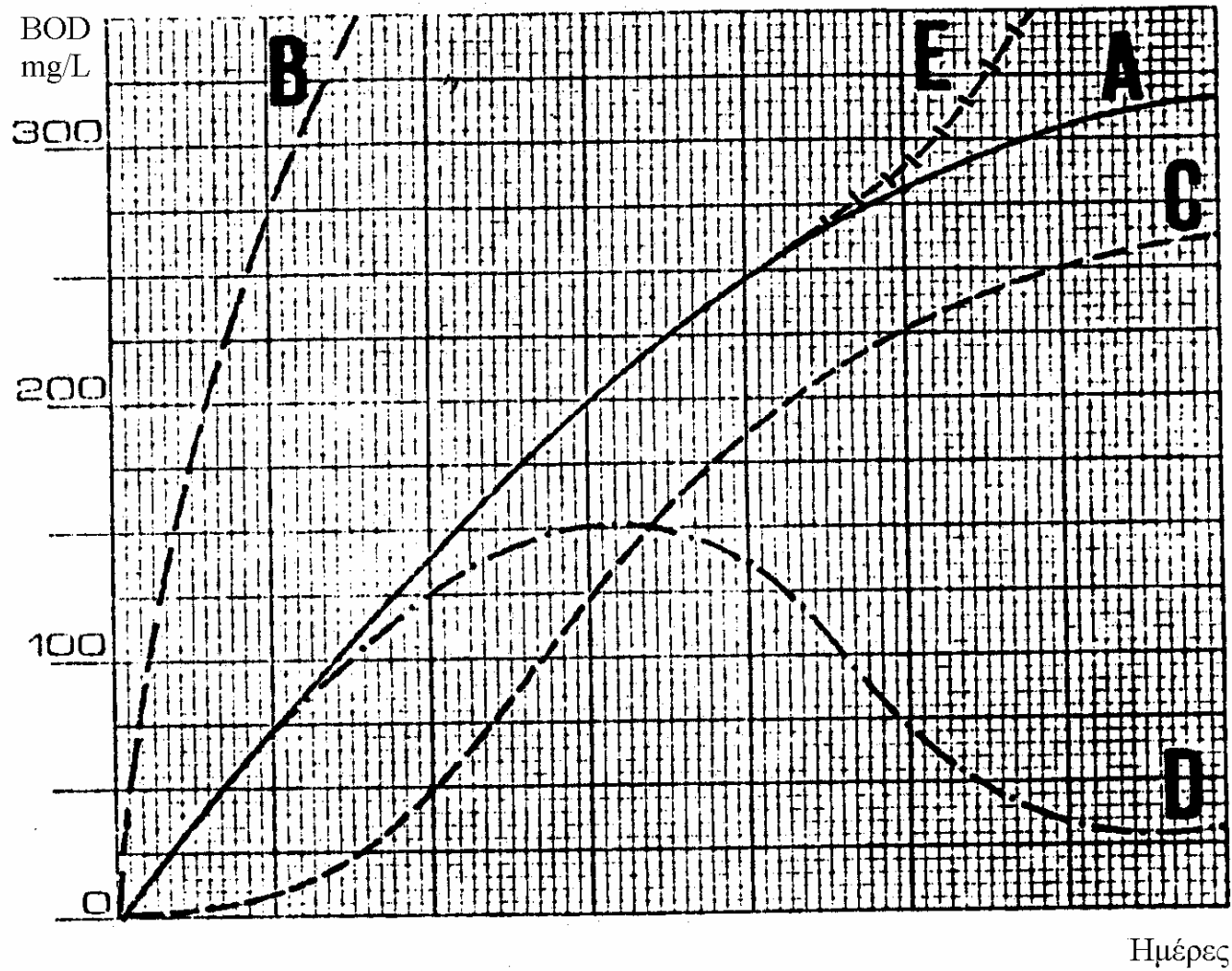
- Η μετάβαση σε μικρότερη κατανάλωση οξυγόνου δεν εξελίσσεται συνεχόμενα
- Στους 20 °C ξεκινά μετά 10 ημέρες ακόμα μια φορά μία έντονη κατανάλωση
- Εξηγείται από την επικράτηση βακτηρίων που οξειδώνουν τις ενώσεις αζώτου (μετά την πλήρη κατανάλωση των οργανικών ανθρακούχων ενώσεων)



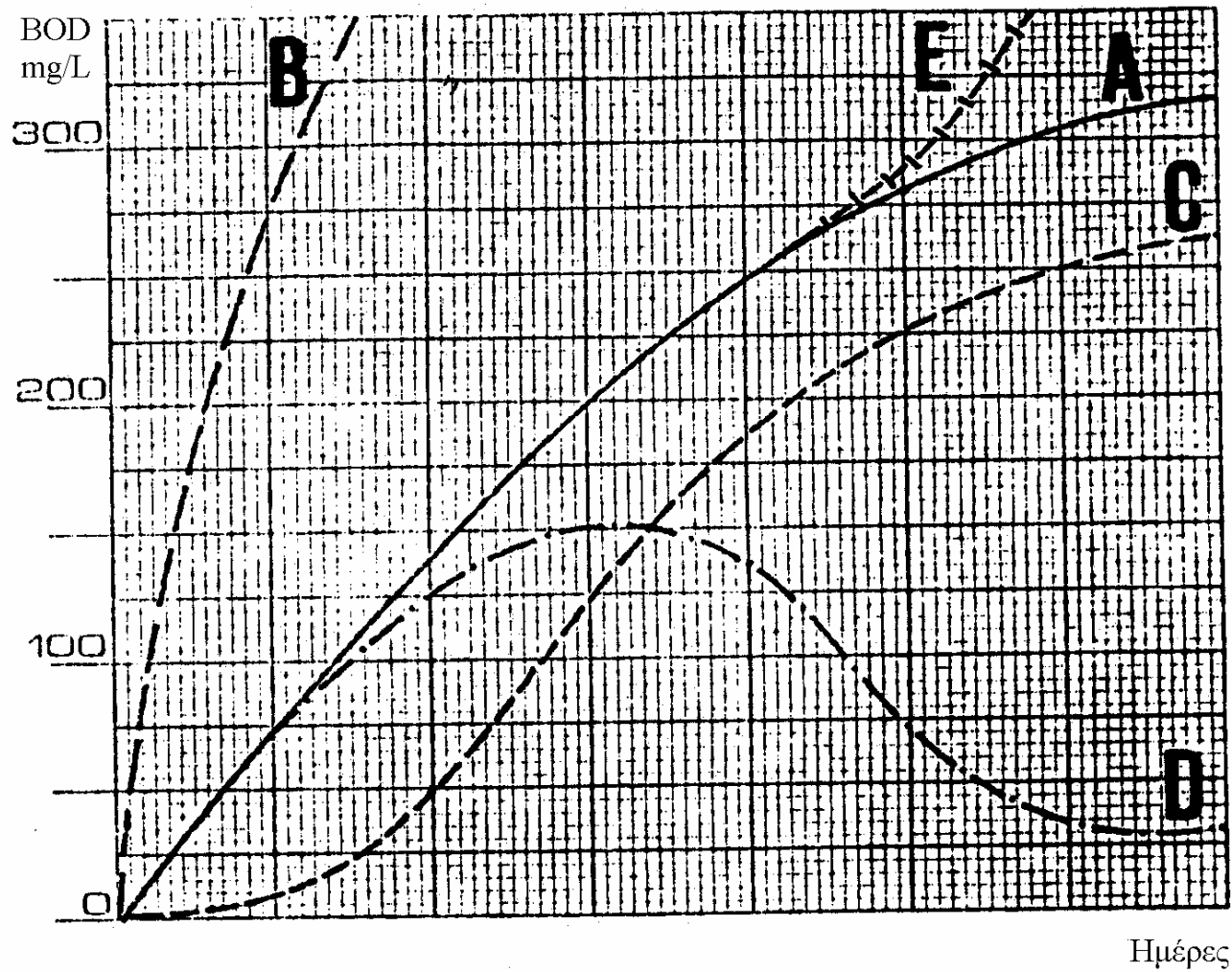
Hμέρες

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.

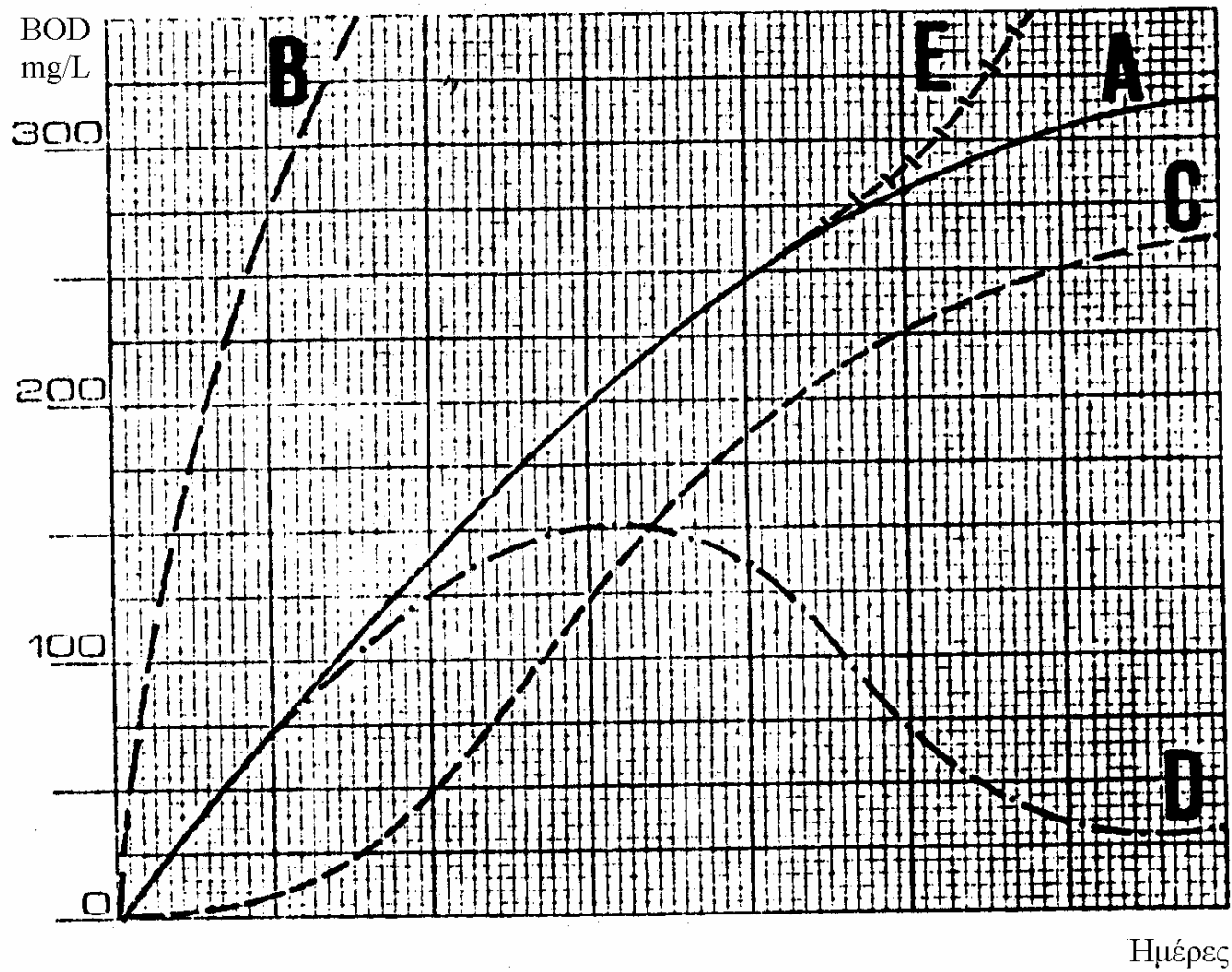


Αν οι τιμές κάθε ημέρας ή ανά 12 ώρες χρησιμοποιηθούν για κατασκευή καμπύλης τότε η καμπύλη παίρνει τη μορφή Α



Hμέρες

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

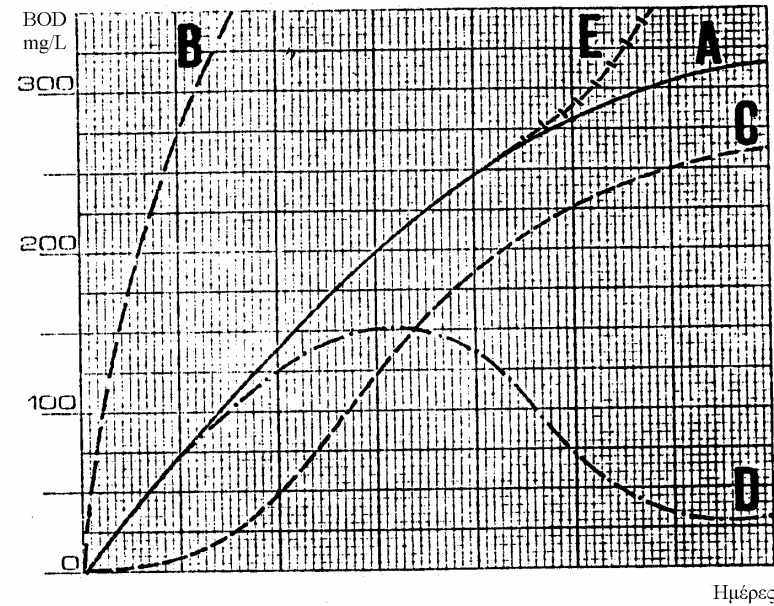


Hμέρες

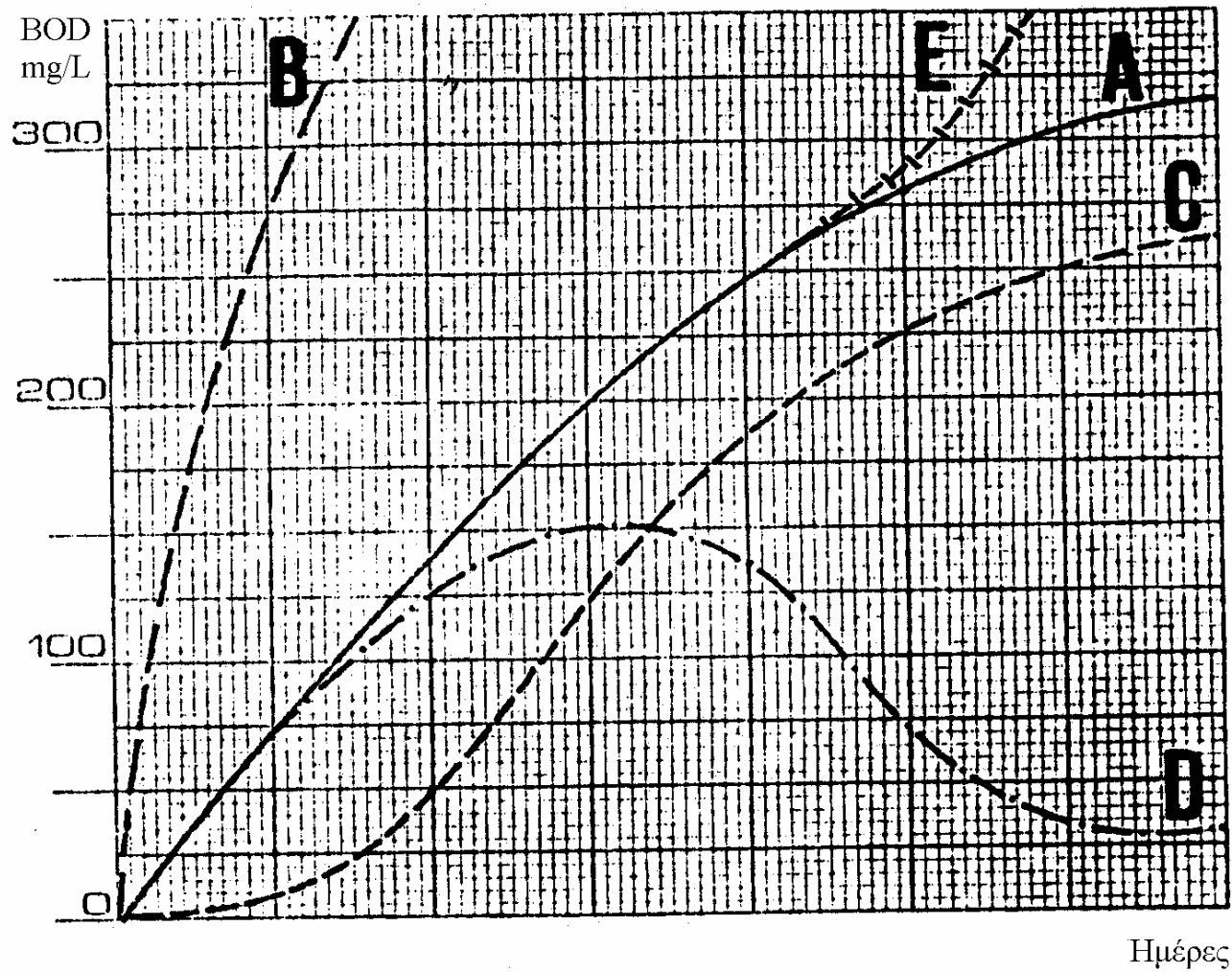
Η καμπύλη D δείχνει ότι το σύστημα δεν έχει στεγανοποιηθεί και υπάρχει διαρροή αέρα

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



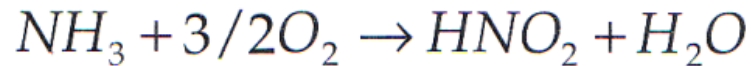
Hμέρες

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

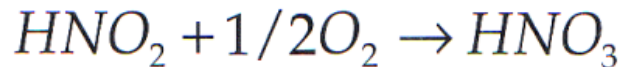
Συσσωματωμένα οργανικά συστατικά - BOD

Νιτροποίηση στην ανάλυση του BOD

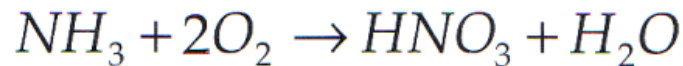
Μετατροπή της αμμωνίας σε νιτρώδη (από τα βακτήρια Nitrosomonas):



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



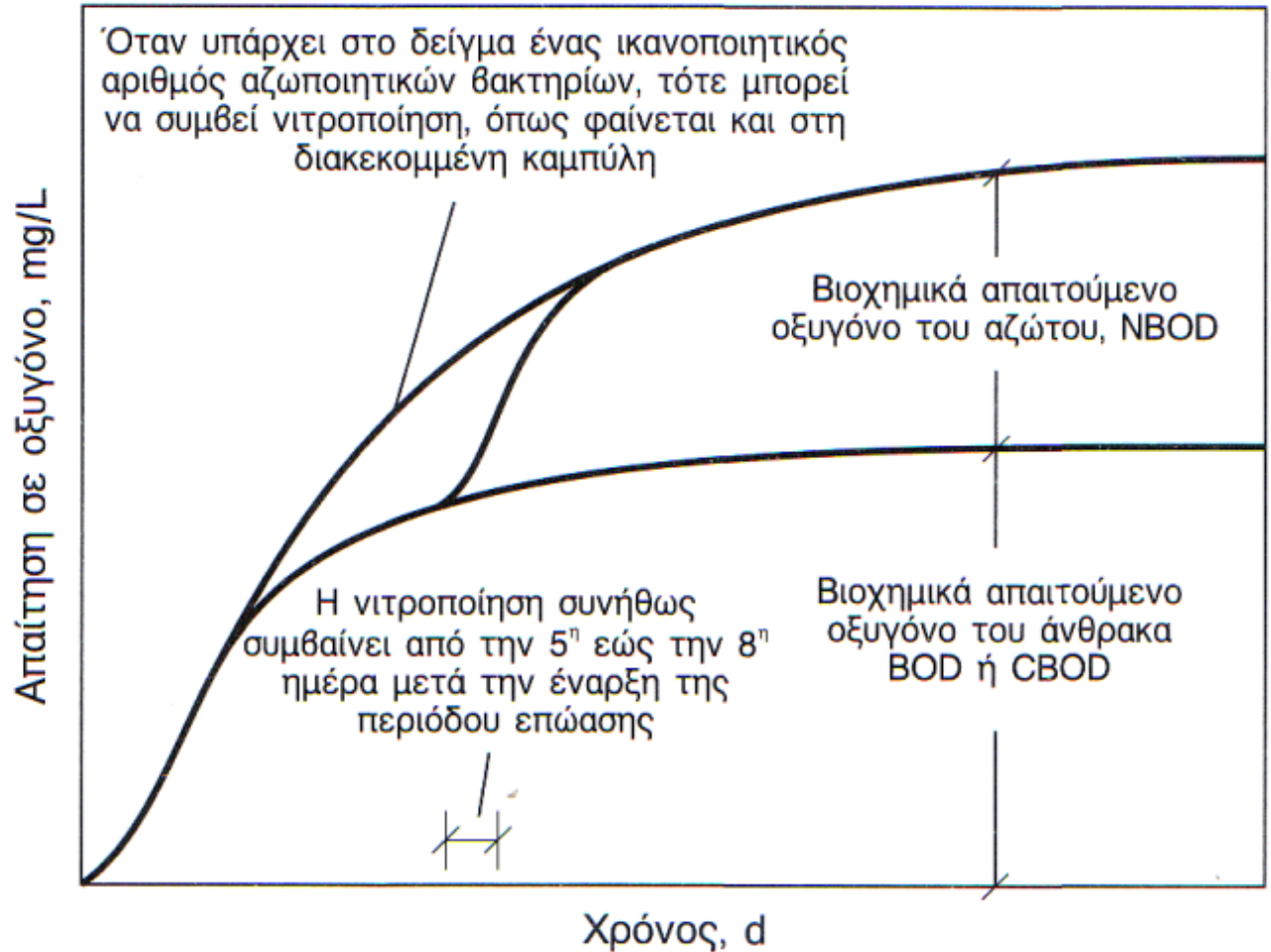
Συνολική μετατροπή της αμμωνίας σε νιτρικά:



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



Συσσωματωμένα οργανικά συστατικά - BOD

Περιορισμοί στην ανάλυση του BOD

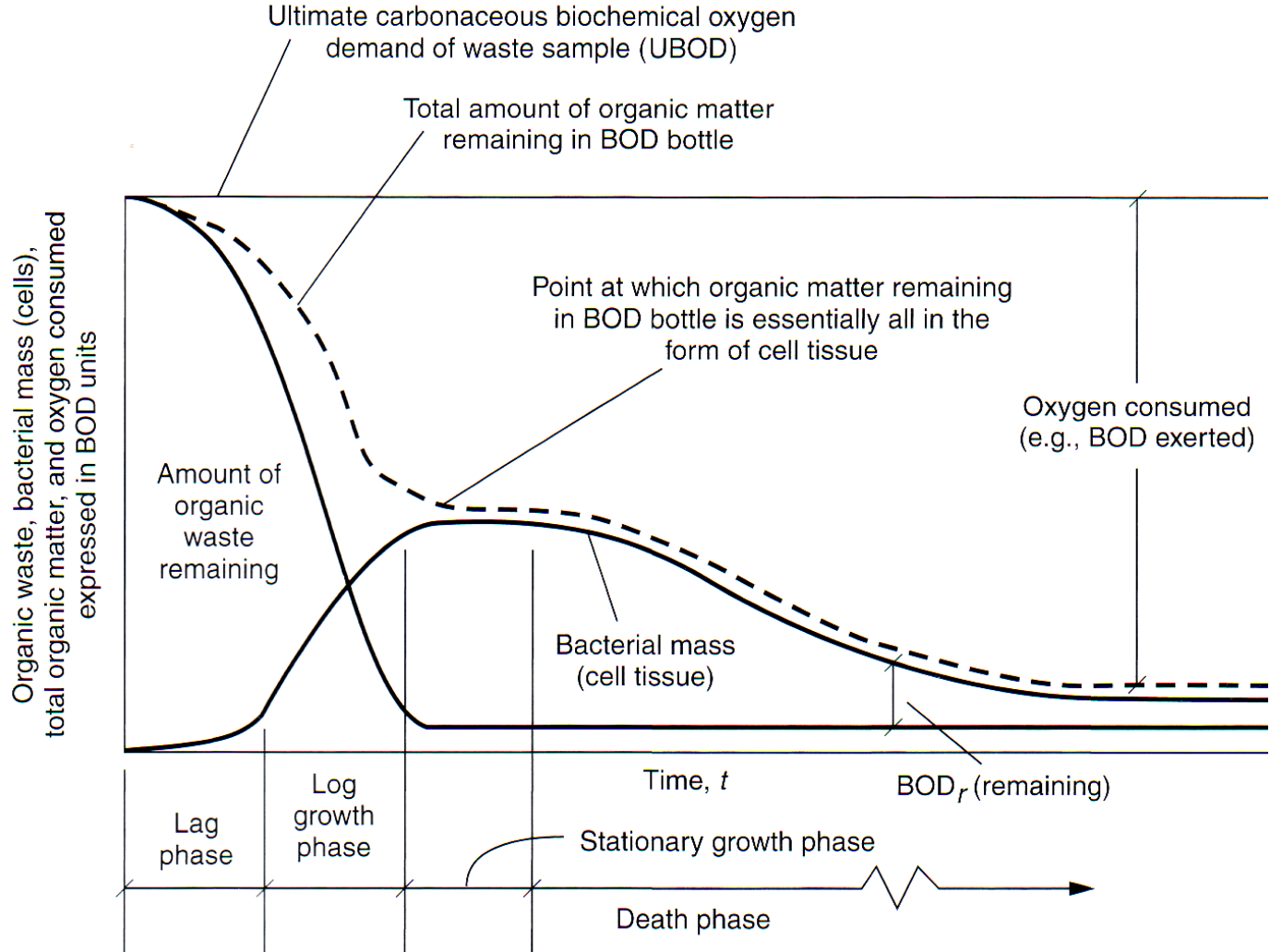
1. Απαιτείται υψηλή συγκέντρωση ενεργών βακτηρίων που θα χρησιμοποιηθούν ως εμβόλιο
2. Είναι αναγκαία η προεπεξεργασία σε περίπτωση που υπάρχουν τοξικές ουσίες και οι επιδράσεις των αζωτοποιητικών βακτηρίων πρέπει να ελαχιστοποιηθούν
3. Μετρώνται μόνον τα βιοαποικοδομήσιμα οργανικά υλικά
4. Η ανάλυση 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

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

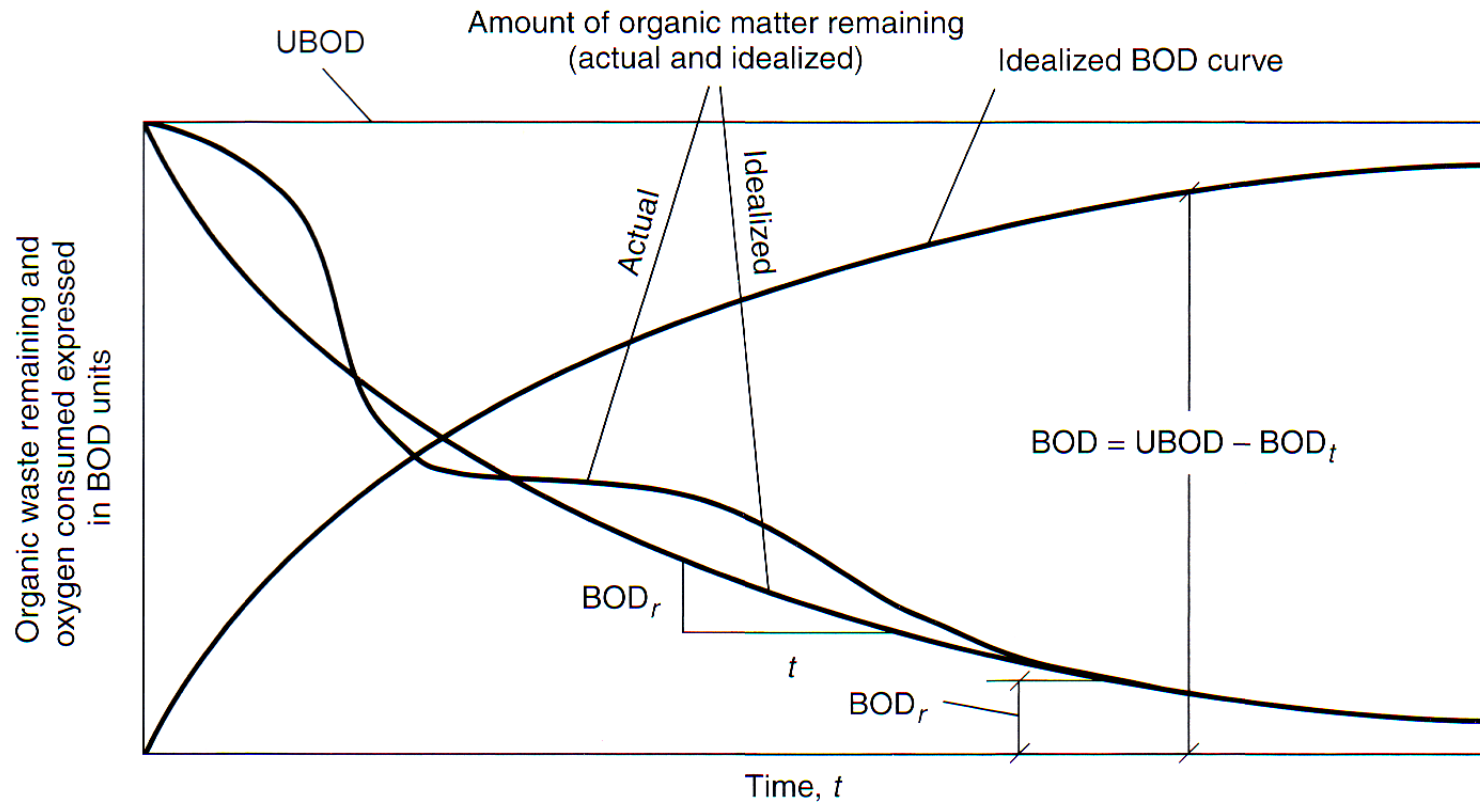


Συσσωματωμένα οργανικά συστατικά - BOD

Περιορισμοί στην ανάλυση του BOD

Λειτουργική ανάλυση της ανάλυσης του BOD

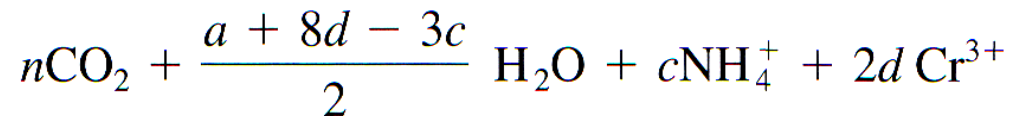
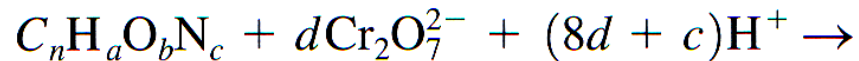
Β) απεικόνιση της διαδικασίας ανάλυσης του BOD κάτω από ιδανικές συνθήκες



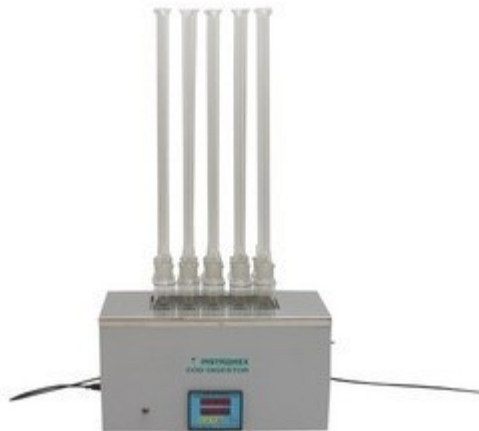
(b)

Συσσωματωμένα οργανικά συστατικά - COD

Ολικό και διαλυτό χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD & sCOD)

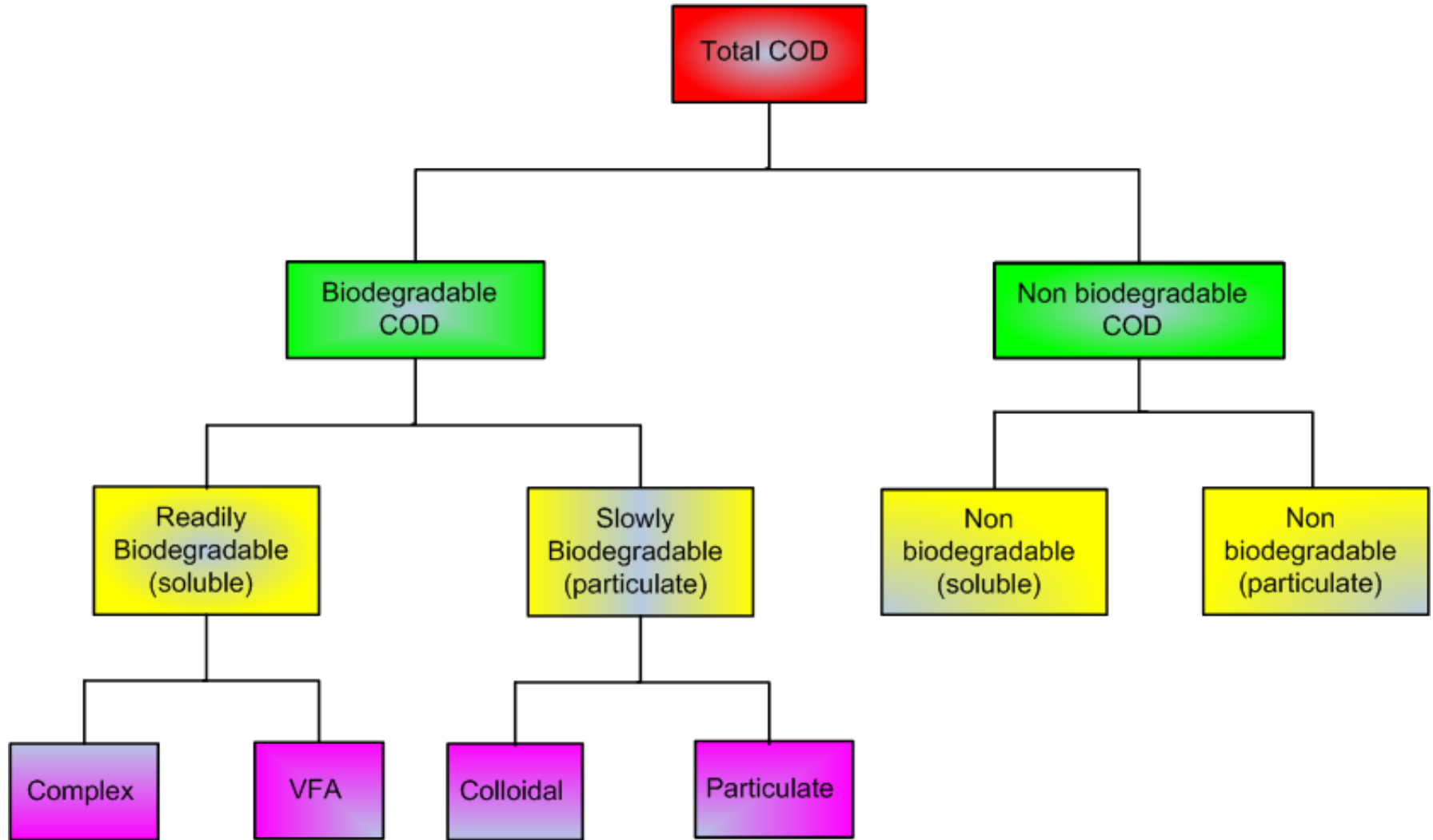


$$\text{where } d = \frac{2n}{3} + \frac{a}{6} - \frac{b}{3} - \frac{c}{2}$$



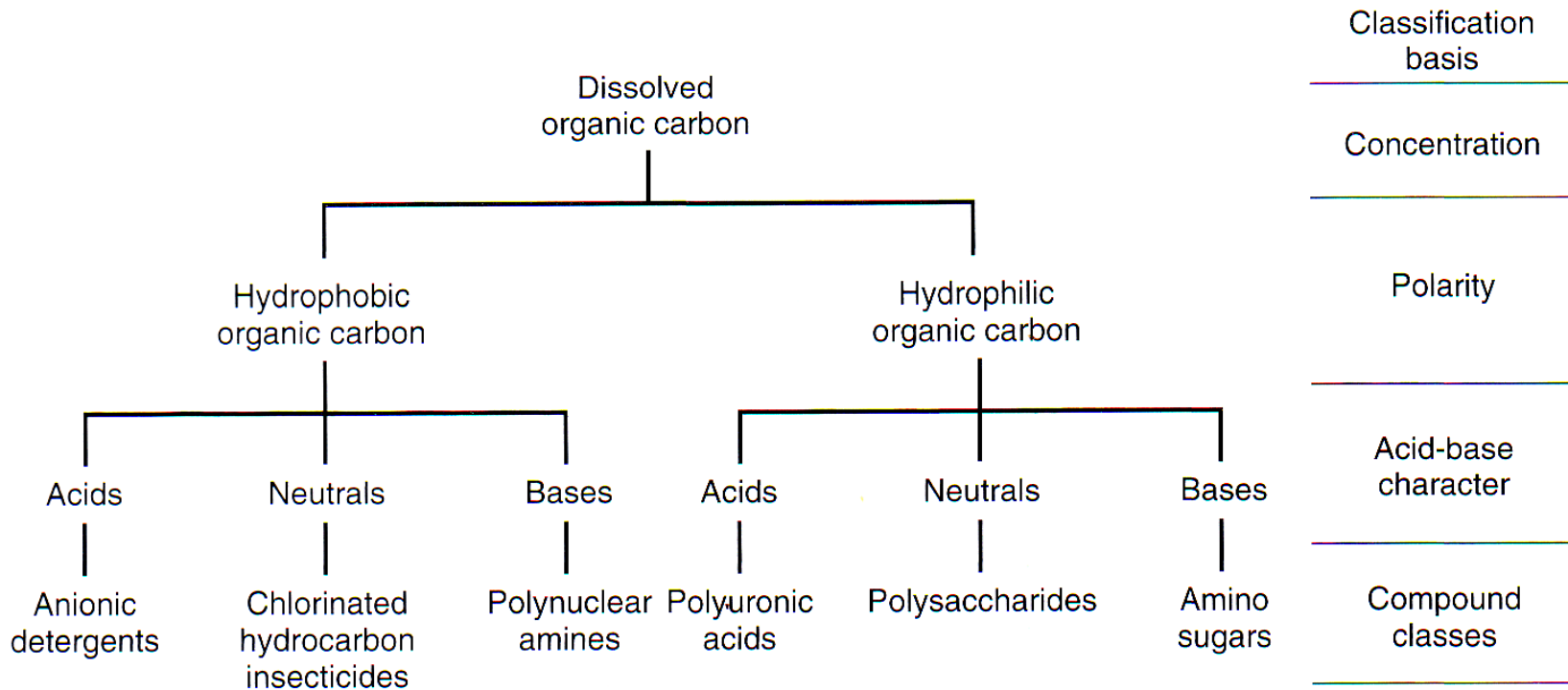
Συσσωματωμένα οργανικά συστατικά - COD

Διαχωρισμός του COD



Συσσωματωμένα οργανικά συστατικά - TOC

Διαδικασία χαρακτηρισμού των οργανικών κλασμάτων που αποτελούν το TOC



Διαδικασία χαρακτηρισμού των οργανικών κλασμάτων που αποτελούν το ΤΟC

Συγκέντρωση

Πολικότητα

Όξινος Βασικός χαρακτήρας Κατηγορίες ενώσεων

