

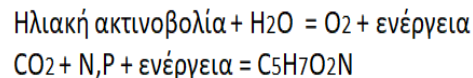
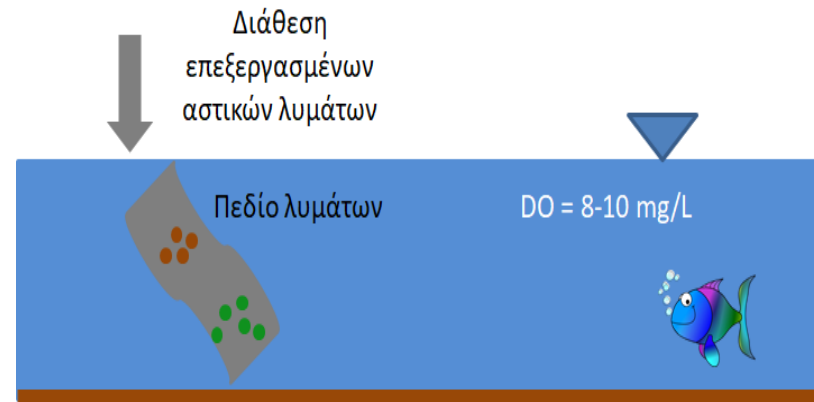
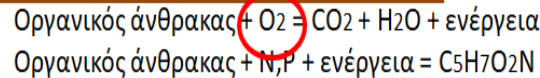
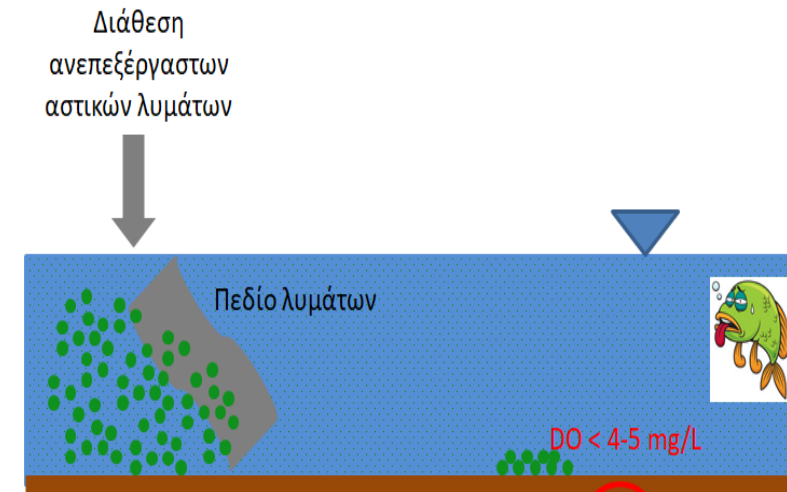
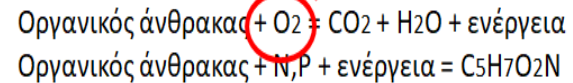
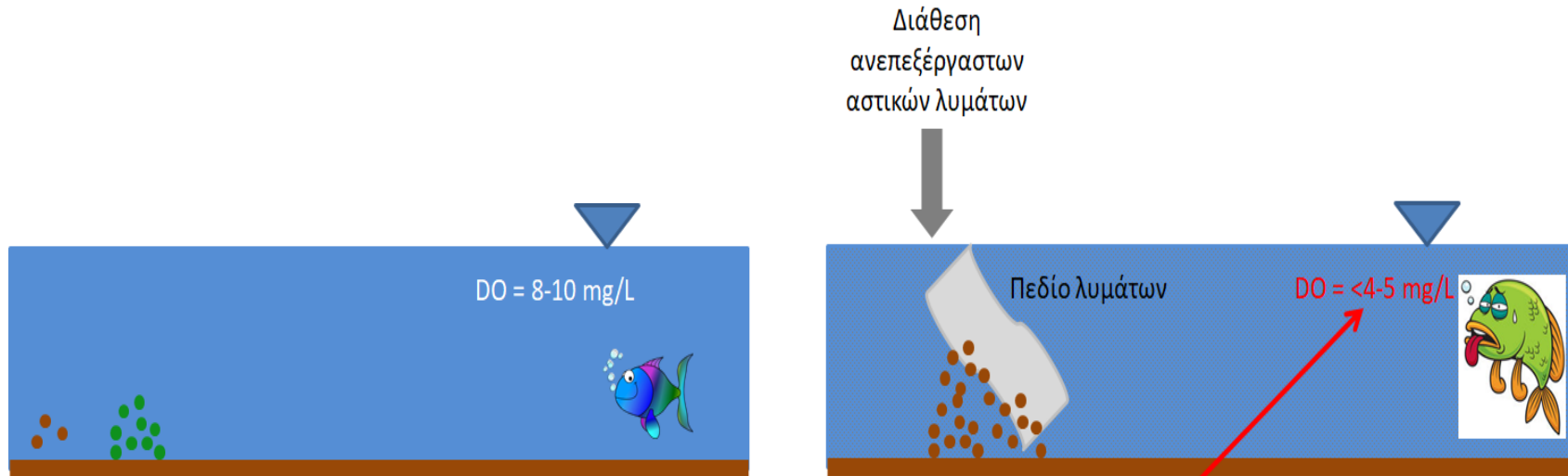
ΡΥΠΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ – ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ

Είδη ρύπων	Επίδραση
Αύξηση οργανικού φορτίου	Αποξυγόνωση αποδέκτη
Αύξηση θρεπτικών N, P	Ευτροφισμός
Αύξηση συγκέντρωσης NH ₃	Τοξικότητα σε υδρόβιους οργανισμούς λόγω της παρουσίας μη ιονισμένης αμμωνίας (NH ₃) Αποξυγόνωση αποδέκτη λόγω νιτροποίησης
Αύξηση συγκέντρωσης NO ₃ -N	Ασφυξία σε βρέφη (πόσιμο νερό)
Αύξηση συγκέντρωσης αιωρούμενων στερεών	Δημιουργία ιζημάτων Αύξηση θολότητας αποδέκτη Μείωση αισθητικής αξίας αποδέκτη

Πηγές ρύπανσης:

1. Σημειακές πηγές πχ αστικά λύματα, κτηνοτροφικά απόβλητα (κυρίως συλλογή & επεξεργασία)
2. Μη σημειακές πηγές πχ επιφανειακές απορροές από υπερλιπασμένες γεωργικές εκτάσεις ή από αστικές (κυρίως συλλογή και απευθείας διάθεση)

Επεξεργασία λυμάτων – βασικές έννοιες – αποξυγόνωση - ευτροφισμός



Στόχοι Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης

- Προστασία Δημόσιας Υγείας
- Προστασία υδάτινων αποδεκτών από συμβατικούς ρύπους (οργανικό C, N, P)
- Ελαχιστοποίηση και ασφαλής διάθεση των υγρών και στερεών υπολειμμάτων της επεξεργασίας

- Ανάκτηση ενέργειας και χρήσιμων συστατικών
- Επαναχρησιμοποίηση λυμάτων
- Ελαχιστοποίηση της συμβολής των ΕΕΛ στην κλιματική αλλαγή και στην έκλυση αερίων του θερμοκηπίου (CO₂, N₂O, CH₄)

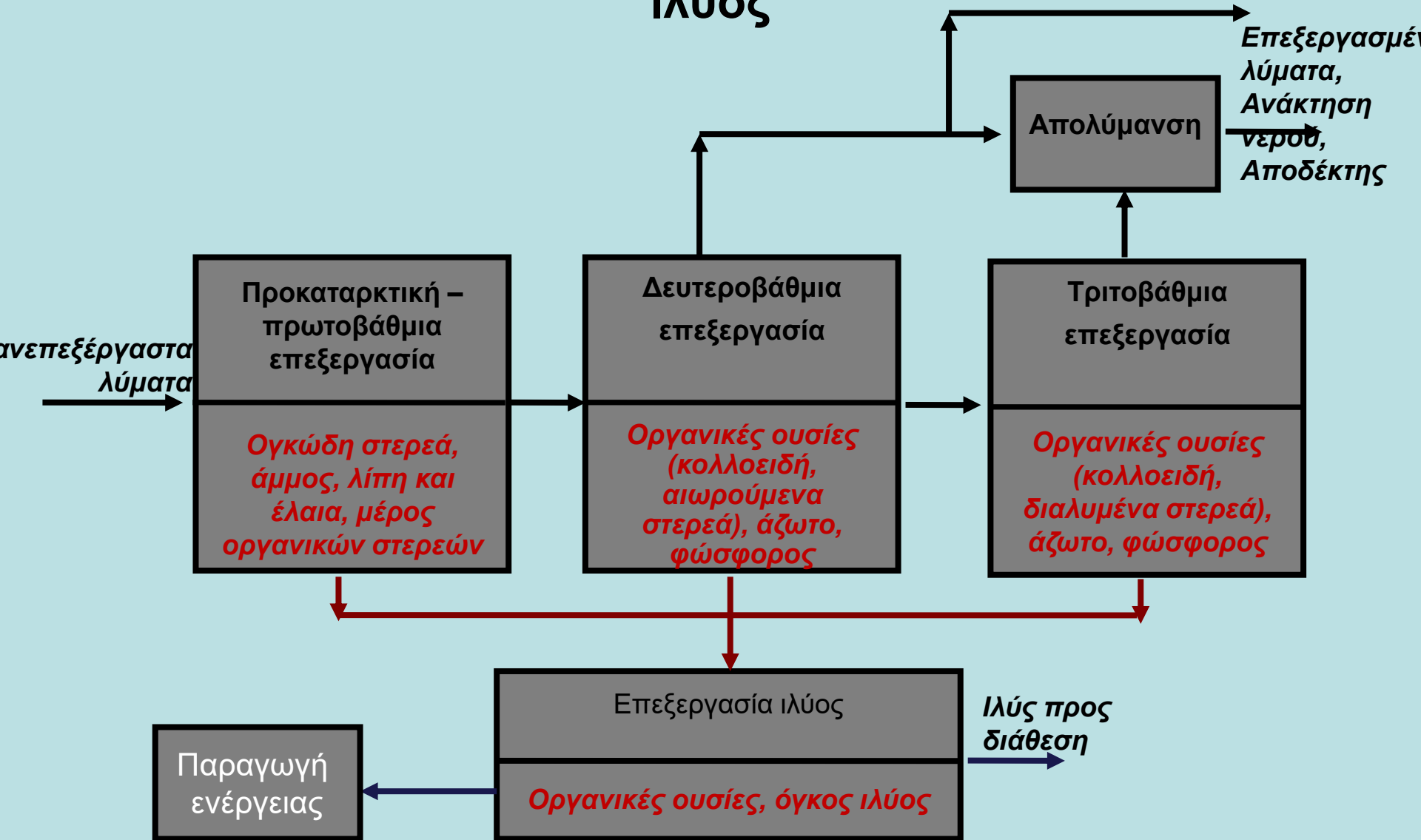
Διαφυγόντα κέρδη λόγω περιορισμένης ανάκτησης ενέργειας και πόρων

Φυσικός πόρος	Ανά m ³ λυμάτων	Τιμή σε ευρώ	Ολική αξία προϊόντος (€)
Νερό	1 m ³	0,250 €/ m ³	0,25
Άζωτο	0,05 kg	0,215 €/ kg	0,01
Φώσφορος	0,01 kg	0,700 €/ kg	0,01
Μεθάνιο ¹	0,14 m ³	0,338 €/ m ³	0,05
Οργανικό ² λίπασμα	0,10 kg	0,200 €/ kg	0,02
Σύνολο			0,34

¹Ποσοστό απομάκρυνσης με αναερόβια επεξεργασία = 80%, 0,35 m₃ CH₄/ kg COD απομακ.

² Μη βιοδιασπάσιμα οργανικά στερεά = 20%

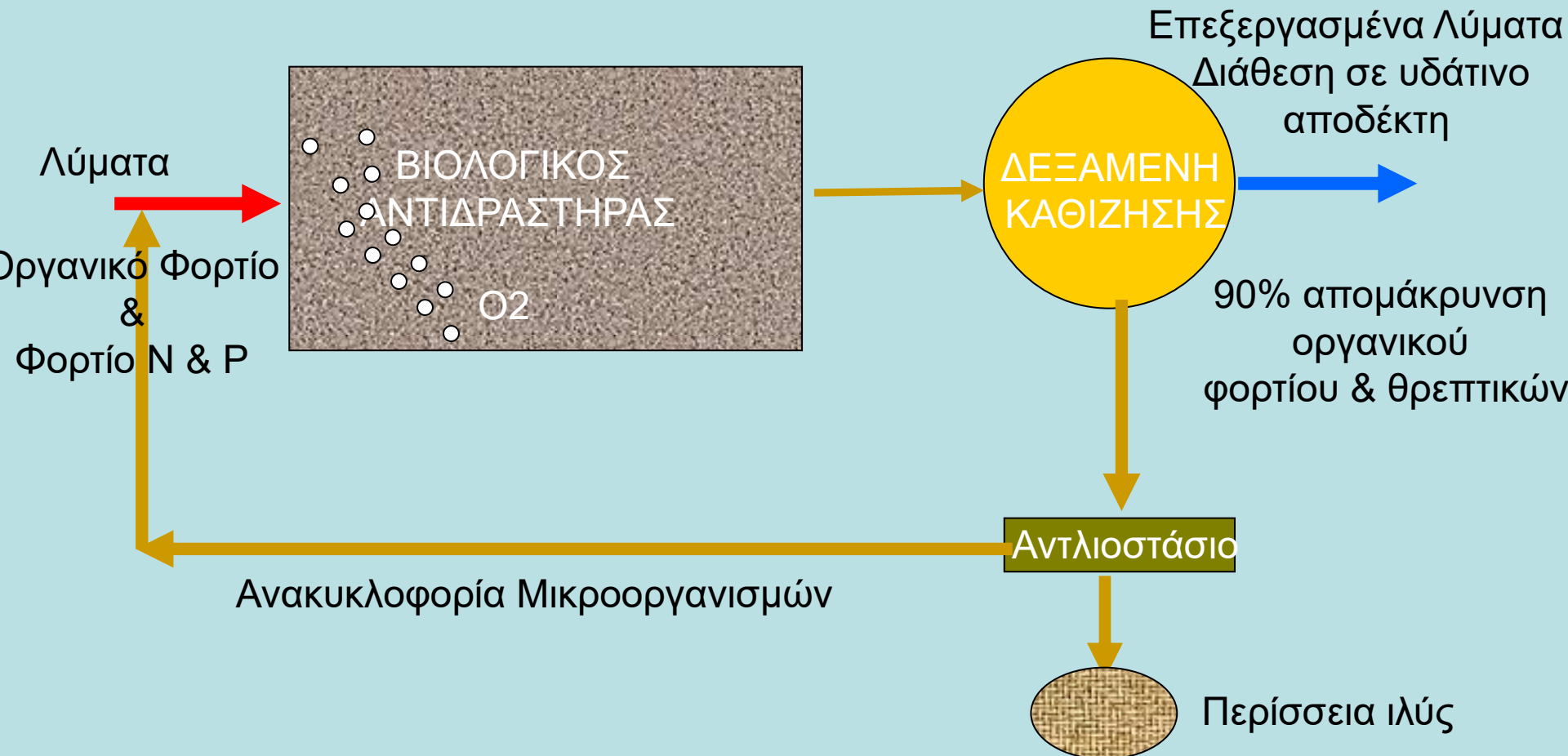
Κύρια στάδια επεξεργασίας αστικών λυμάτων και ιλύος



Στην πραγματικότητα



ΤΥΠΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΝΕΡΓΟΥ ΙΛΟΥΣ



Με βάση τον κύκλο του άνθρακα πως λειτουργεί το σύστημα βιολογικής επεξεργασίας των λυμάτων για την απομάκρυνση του οργανικού C?

Αερόβια Χημικοσυνθετικά Ετεροτροφικά Βακτήρια

Οργανικός άνθρακας + O₂ + βακτήρια = CO₂ + H₂O + βακτήρια + ενέργεια

Οργανικός άνθρακας + N,P + ενέργεια + βακτήρια = περισσότερα βακτήρια



Με βάση τον κύκλο του αζώτου πως λειτουργεί το σύστημα βιολογικής επεξεργασίας των λυμάτων για την απομάκρυνση του αζώτου?

Αερόβιος Αντιδραστήρας

1) Αερόβια Χημικοσυνθετικά Ετεροτροφικά Βακτήρια

Οργανικός άνθρακας + O_2 + βακτήρια = CO_2 + H_2O + βακτήρια + ενέργεια

Οργανικός άνθρακας + N,P + ενέργεια + βακτήρια = περισσότερα βακτήρια

2) Αερόβια αυτοτροφικά χημικοσυνθετικά βακτήρια

NH_3 + O_2 = NO_3 + ενέργεια (νιτροποίηση)

Ανοργ C + ενέργεια + N,P + βακτήρια = περισσότερα βακτήρια

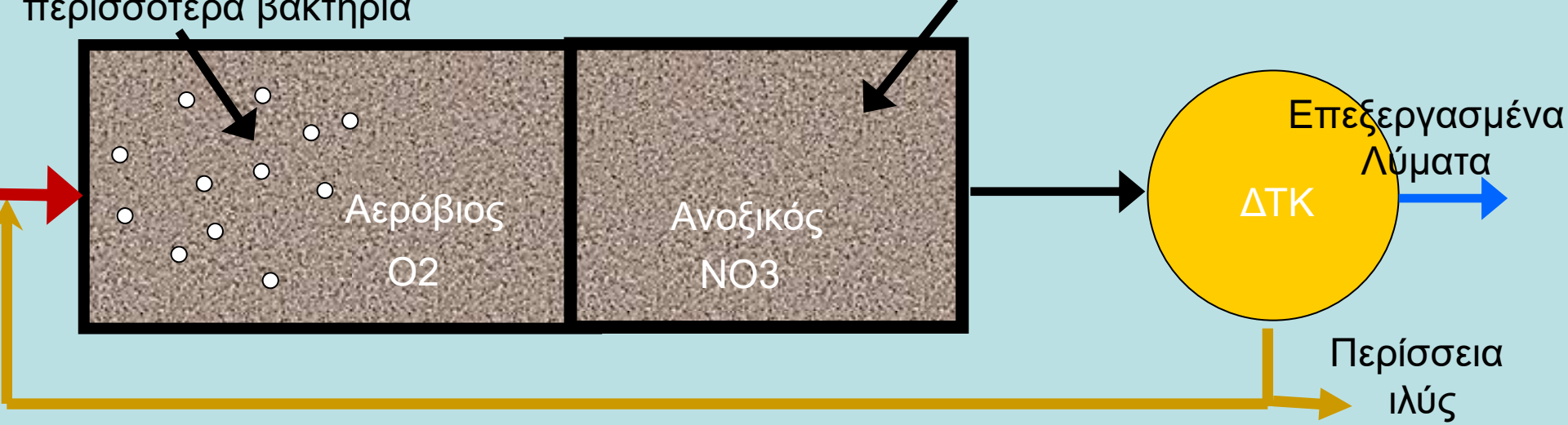
Ανοξικός Αντιδραστήρας

1) Ανοξικά Χημικοσυνθετικά Ετεροτροφικά Βακτήρια

Οργανικός άνθρακας + NO_3 + βακτήρια = CO_2 + H_2O + βακτήρια + N_2 + ενέργεια

Οργανικός άνθρακας + N,P + ενέργεια + βακτήρια = περισσότερα βακτήρια

Απονιτροποίηση



Παράδειγμα

Εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων επεξεργάζεται υγρά απόβλητα που περιέχουν 2000 kg/ημέρα προπανόλης (C_3H_7OH) και 200 kg/ημέρα αμμωνίου (NH_4^+). Η εγκατάσταση επιτυγχάνει με βιολογική επεξεργασία, πλήρη απομάκρυνση της προπανόλης και της αμμωνίας. Θεωρείστε ότι κατά την αερόβια βιολογική επεξεργασία των αποβλήτων το 50% της προπανόλης και το 10% του αμμωνίου χρησιμοποιούνται για σύνθεση μικροοργανισμών ενώ το υπόλοιπο οξειδώνεται. Ζητούνται:

- α) Το ημερήσιο κόστος αερισμού της βιολογικής επεξεργασίας
- β) Η συμβολή της βιολογικής επεξεργασίας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

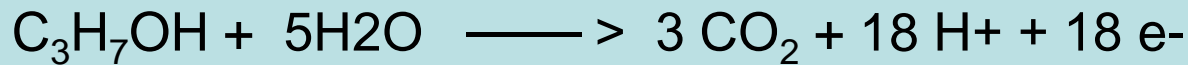
Δίνονται:

- Ενεργειακή απόδοση = $2 \text{ kg } O_2 / \text{kWh}$
- Παραγόμενο CO_2 λόγω κατανάλωσης ενέργειας = $0,50 \text{ kg } CO_2 / \text{kWh}$
- Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας $0,20 \text{ ευρώ/kWh}$
- Ατομικά Βάρη C, H, O και N είναι 12, 1, 16 και 14 αντίστοιχα

Παράδειγμα – Λύση

α) Οξείδωση προπανόλης με οξυγόνο

Ημι-αντίδραση οξείδωσης



Ημι-αντίδραση αναγωγής



Άρα συνολικά:



$$\text{MB προπανόλης} = 3 \times 12 + 8 + 1 \times 16 = 60 \text{ gr}$$

$$\text{MB οξυγόνου} = 2 \times 16 = 32 \text{ gr}$$

$$\text{MB CO}_2 = 2 \times 16 + 12 = 44 \text{ gr}$$

Άρα η οξείδωση 60gr προπανόλης οξέος από βακτήρια κάτω από αερόβιες

συνθήκες έχει ως αποτέλεσμα την κατανάλωση $4,5 \times 32 \text{ g O}_2 = 144 \text{ g O}_2$

Δηλ. 1 g προπανόλης καταναλώνει $144/60 = 2,4 \text{ g O}_2$ και παράγει $132/60 \text{ CO}_2$

Κατά συνέπεια για την οξείδωση 1000 kg/d προπανόλης, απαιτούνται:

$$1000 \text{ kg/d} \times 2,4 = 2400 \text{ kg/d O}_2 \text{ και παράγονται } 1000 \times 132/60 = 2200 \text{ kg/d CO}_2$$

Παράδειγμα – Λύση

β) Οξείδωση αμμωνίου

Ημιαντίδραση οξείδωσης αμμωνίου



Αναγωγή Οξυγόνου



$$\text{MB αμμωνίου} = 14 + 4 = 18 \text{ gr}$$

$$\text{MB οξυγόνου} = 2 \times 16 = 32 \text{ gr}$$

Άρα η οξείδωση 18 g αμμωνίου από βακτήρια κάτω από αερόβιες συνθήκες έχει ως αποτέλεσμα την κατανάλωση 2 x 32 g O₂, δηλαδή για κάθε gr αμμωνίας που νιτροποιείται απαιτούνται 64/18 = 3,6 g O₂.

Κατά συνέπεια για την οξείδωση 180 kg/d αμμωνίου, απαιτούνται:
180 kg/d x 3,6 = 648 kg/d O₂.

Παράδειγμα – Λύση

1° Ερώτημα: Ημερήσιο κόστος αερισμού

Συνολική κατανάλωση αέρα = $2400 \text{ kg/d} + 648 \text{ kg/d} = 3048 \text{ kg/d}$

Ενεργειακή απόδοση = $2 \text{ kg O}_2/\text{kWh}$

Άρα συνολική ενεργειακή κατανάλωση = $3048 \text{ kg/d}/2\text{kg O}_2/\text{kWh} = 1524 \text{ kWh/d}$

Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας $0,20 \text{ ευρώ/kWh}$

Άρα συνολικό ενεργειακό κόστος για αερισμό = 305 ευρώ/d

2° Ερώτημα: Η συμβολή της βιολογικής επεξεργασίας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου

Η συνολική συμβολή στο φαινόμενο του θερμοκηπίου προέρχεται από την αναπνοή των βακτηρίων και από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας

Παραγωγή CO_2 λόγω αναπνοής = $2200 \text{ kg CO}_2/\text{d}$

Παραγωγή CO_2 λόγω κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας =
= $1524 \text{ kWh/d} * 0,50 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} = 762 \text{ kg CO}_2/\text{d}$

Άρα συνολικά παράγονται = $2962 \text{ kg CO}_2/\text{d}$