

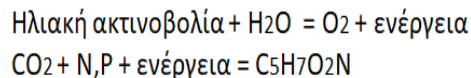
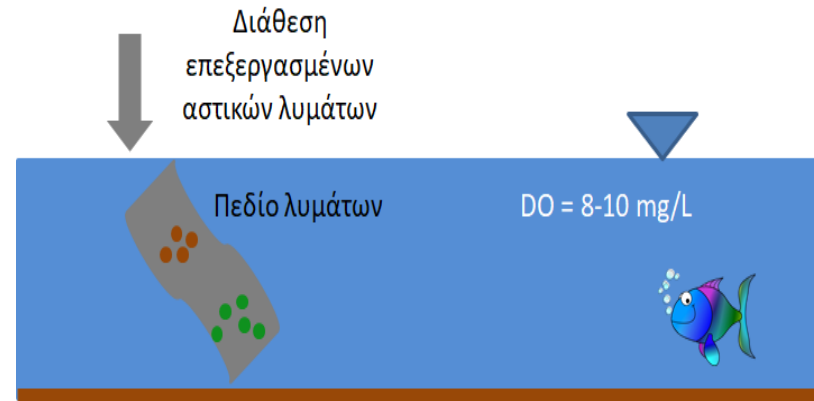
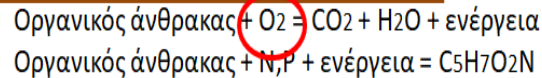
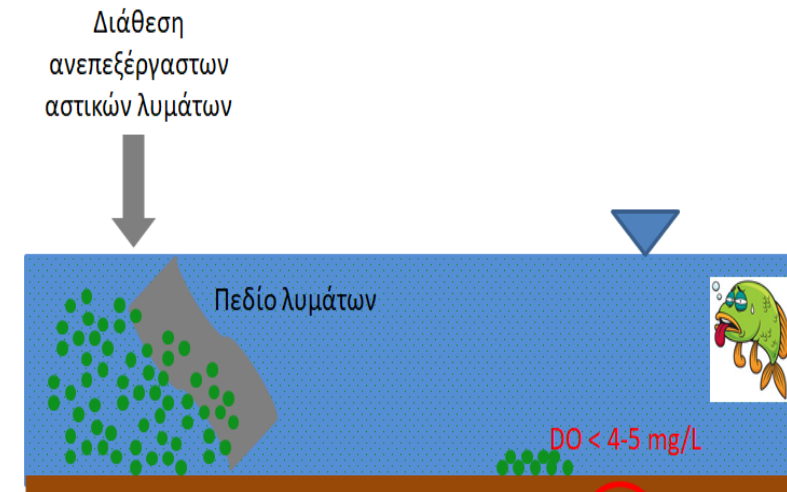
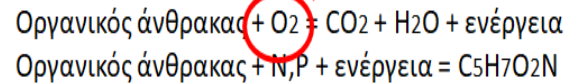
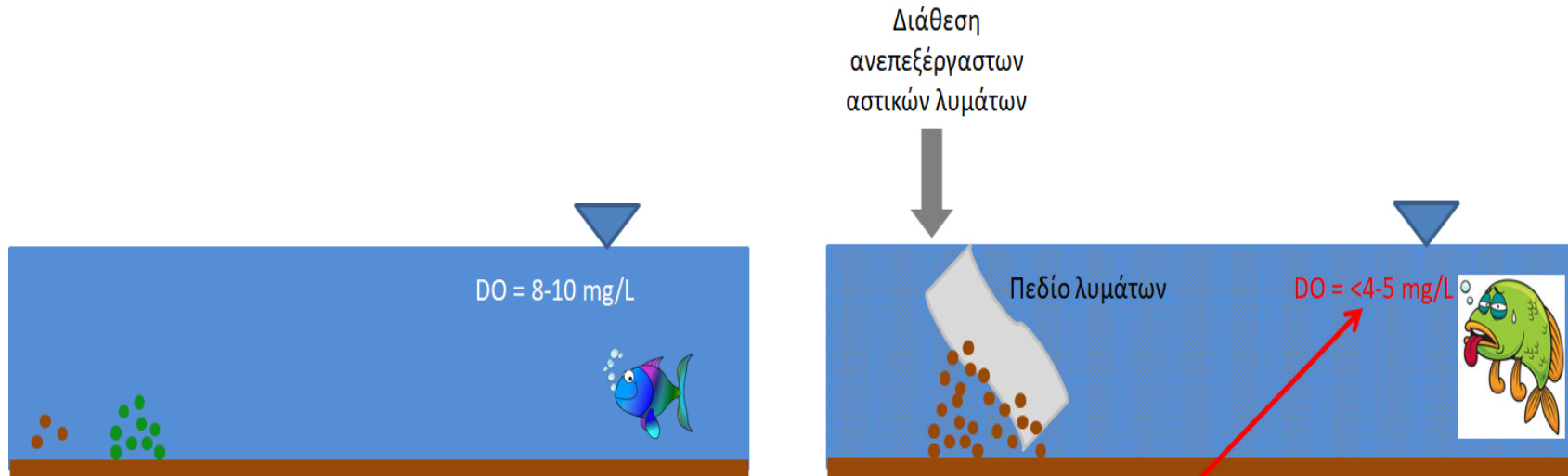
# ΡΥΠΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ – ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ

Είδη ρύπων	Επίδραση
Αύξηση οργανικού φορτίου	Αποξυγόνωση αποδέκτη
Αύξηση θρεπτικών N, P	Ευτροφισμός
Αύξηση συγκέντρωσης NH <sub>3</sub>	Τοξικότητα σε υδρόβιους οργανισμούς λόγω της παρουσίας μη ιονισμένης αμμωνίας (NH <sub>3</sub> ) Αποξυγόνωση αποδέκτη λόγω νιτροποίησης
Αύξηση συγκέντρωσης NO <sub>3</sub> -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 (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>)

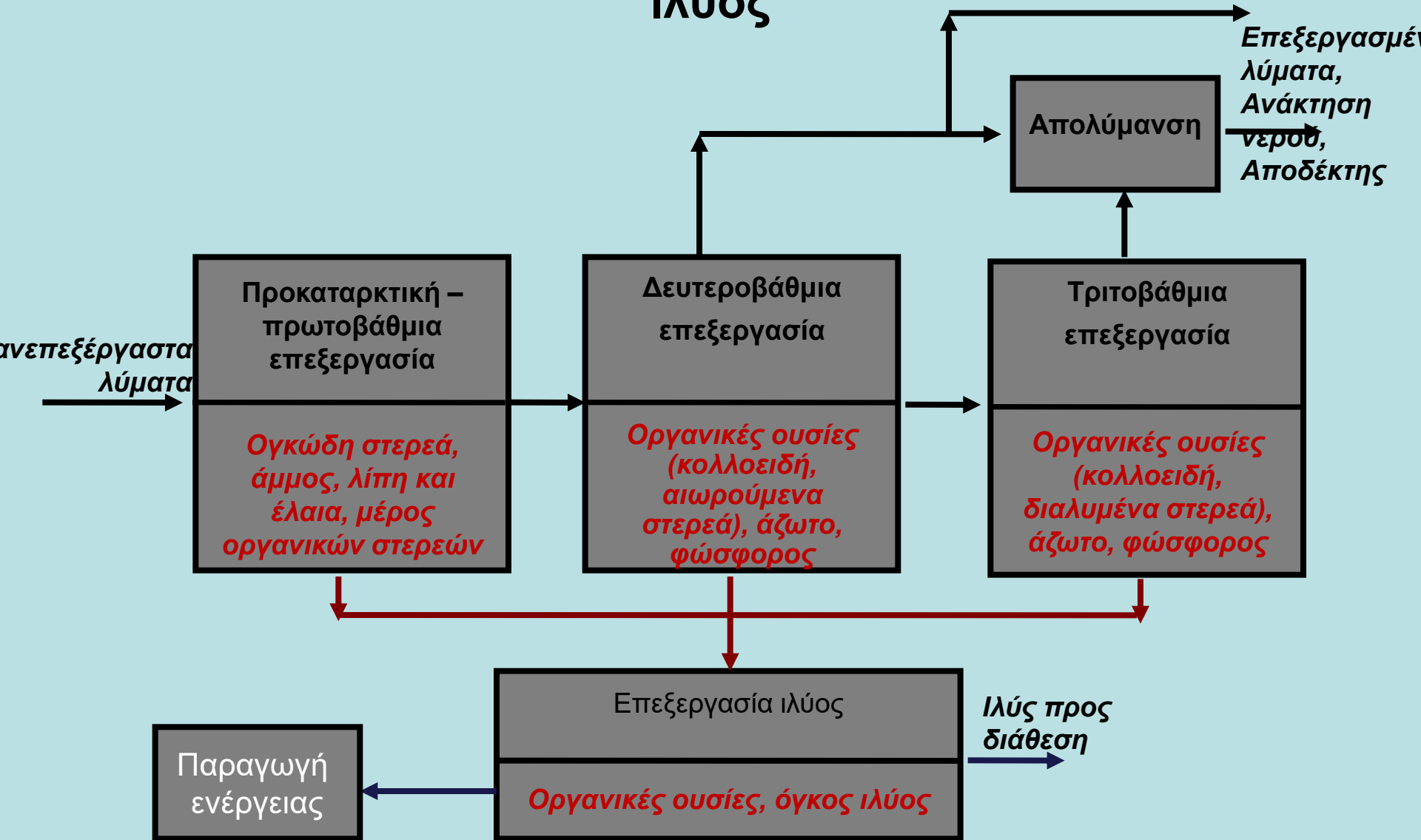
# Διαφυγόντα κέρδη λόγω περιορισμένης ανάκτησης ενέργειας και πόρων

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

<sup>1</sup>Ποσοστό απομάκρυνσης με αναερόβια επεξεργασία = 80%, 0,35 m<sub>3</sub> CH<sub>4</sub>/ kg COD απομακ.

<sup>2</sup> Μη βιοδιασπάσιμα οργανικά στερεά = 20%

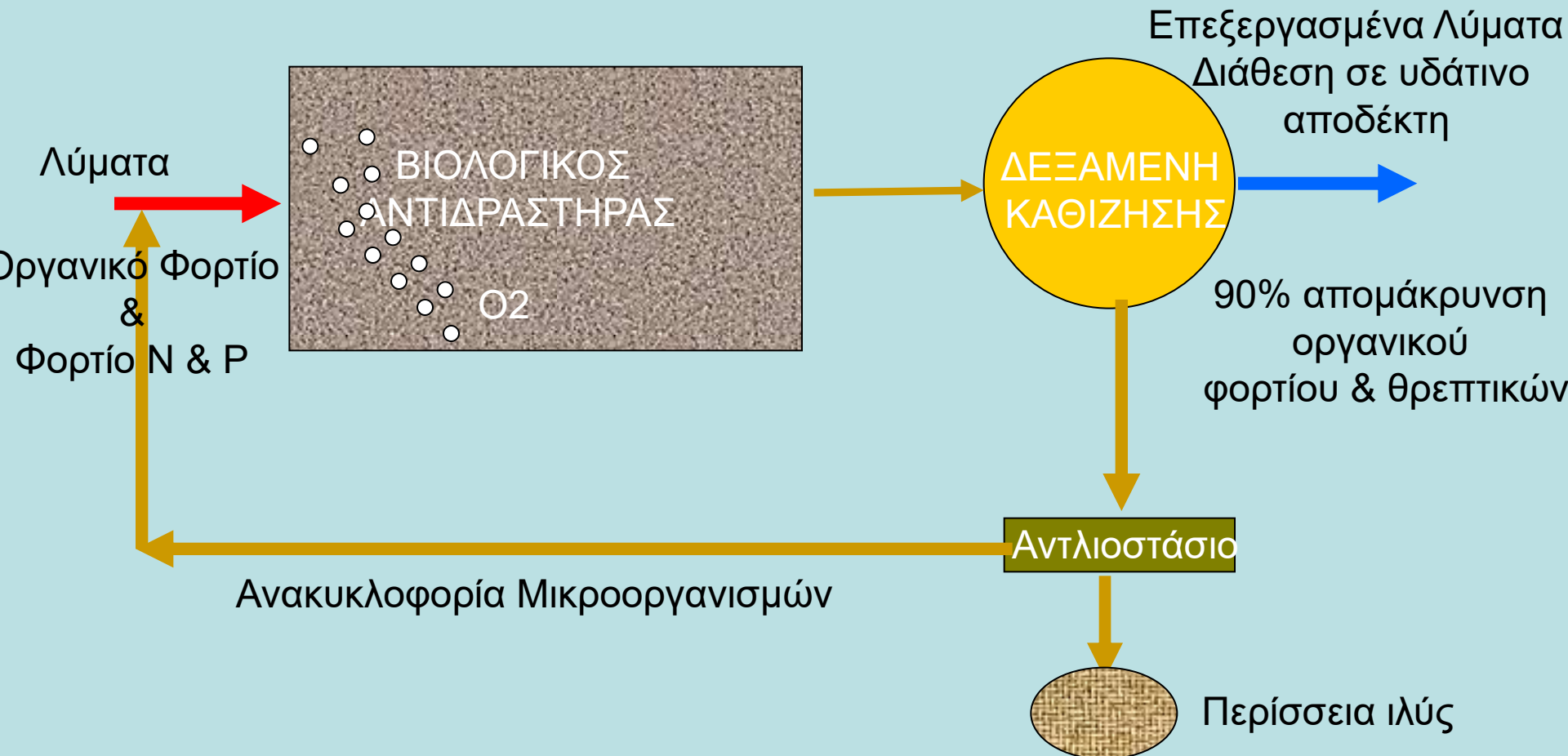
# Κύρια στάδια επεξεργασίας αστικών λυμάτων και ιλύος



# Στην πραγματικότητα



# ΤΥΠΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΝΕΡΓΟΥ ΙΛΟΥΣ

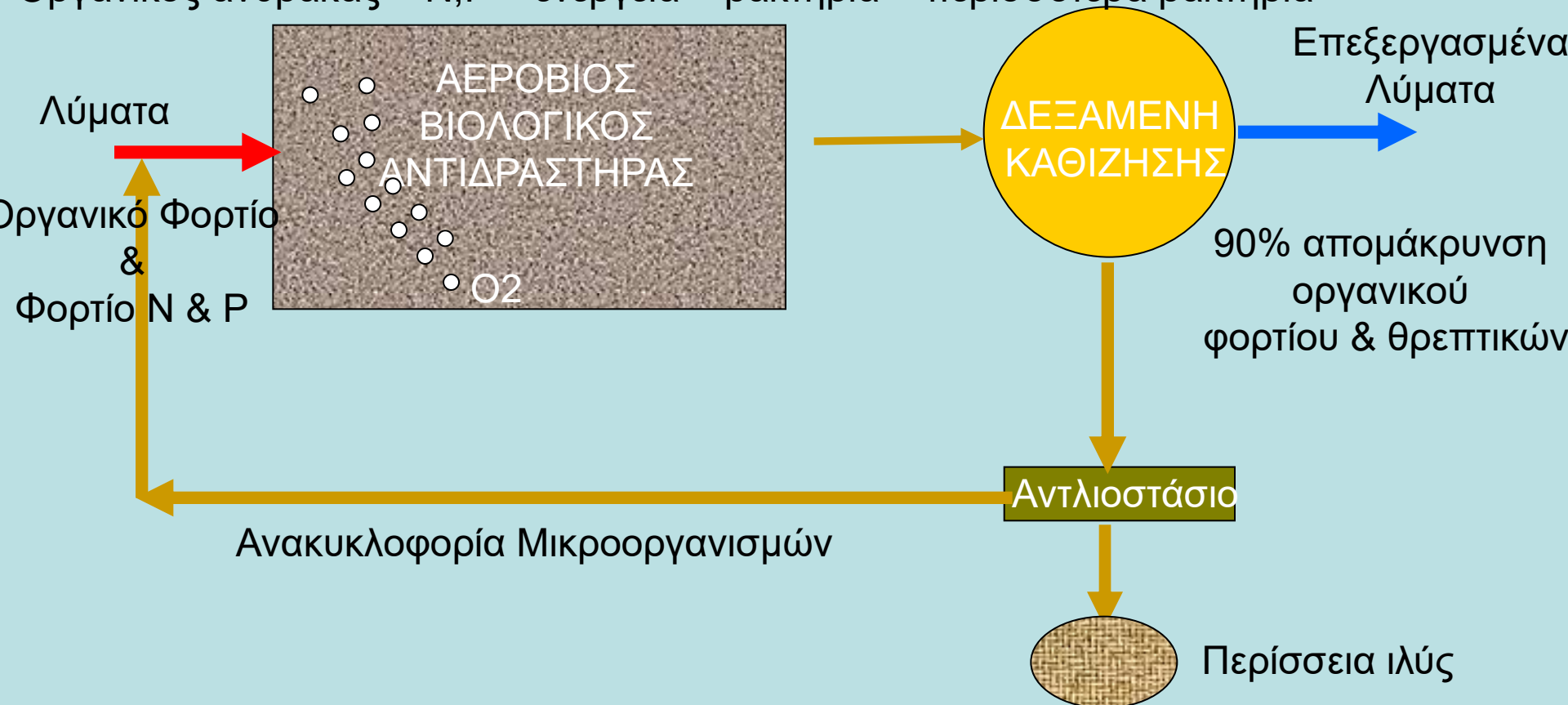


# Με βάση τον κύκλο του άνθρακα πως λειτουργεί το σύστημα βιολογικής επεξεργασίας των λυμάτων για την απομάκρυνση του οργανικού C?

Αερόβια Χημικοσυνθετικά Ετεροτροφικά Βακτήρια

Οργανικός άνθρακας + O<sub>2</sub> + βακτήρια = CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + 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

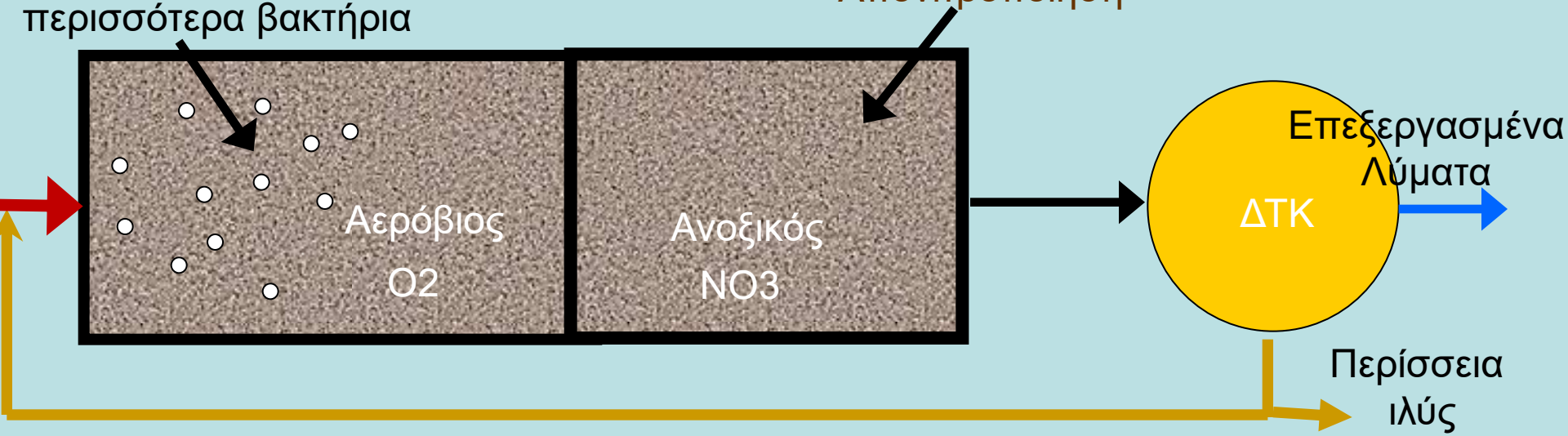
Ανοξικός Αντιδραστήρας

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.

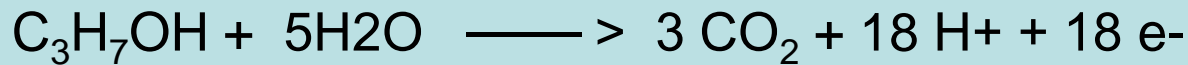
Δίνονται:

- 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:

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

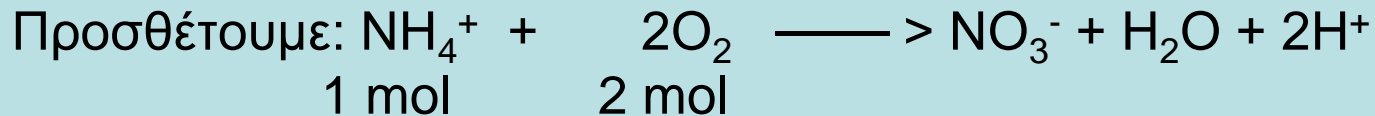
# Παράδειγμα – Λύση

## 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 O<sub>2</sub>, δηλαδή για κάθε gr αμμωνίας που νιτροποιείται απαιτούνται 64/18 = 3,6 g O<sub>2</sub>.

Κατά συνέπεια για την οξείδωση 180 kg/d αμμωνίου, απαιτούνται:  
180 kg/d x 3,6 = 648 kg/d O<sub>2</sub>.

# 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 =  $308 \text{ ευρώ/d}$

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

Παραγωγή  $\text{CO}_2$  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 =  $2962 \text{ kg CO}_2/\text{d}$