



ΑΣΚΗΣΗ 1

ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΝΕΡΓΟΥ ΙΛΥΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ

● ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ BOD

● ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΑΖΩΤΟΥ



□ Παράμετροι Χαρακτηρισμού Ρυπαντικού Φορτίου

□ Διαγράμματα ροής

□ Ισοζύγια Παροχών

Υπεύθυνη Καθηγήτρια: Δρ. Αμανατίδου Ελισάβετ

Εργαστηριακό Προσωπικό:

Σαμιώτης Γεώργιος
Ζιαγκοβά Μαρία

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ-
-ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

70% TSS, 30% BOD

- Εσχάρωση
- Εξάμμωση
- Επίπλευση
- Κροκίδωση-Συσσωμάτωση-Καθίζηση

ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

80% TSS,
40% TN,
BOD > 95%

•Συστήματα
Ενεργού Ιλύος
(ΕΙ)

ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

•Απομάκρυνση N
και P

ΤΕΤΑΡΤΟΒΑΘΜΙΑ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

•ΙΟΝΤΟΕΝΑΛΛΑΓΗ
•ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ
•ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΕΣ
ΜΕΘΟΔΟΙ

ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ

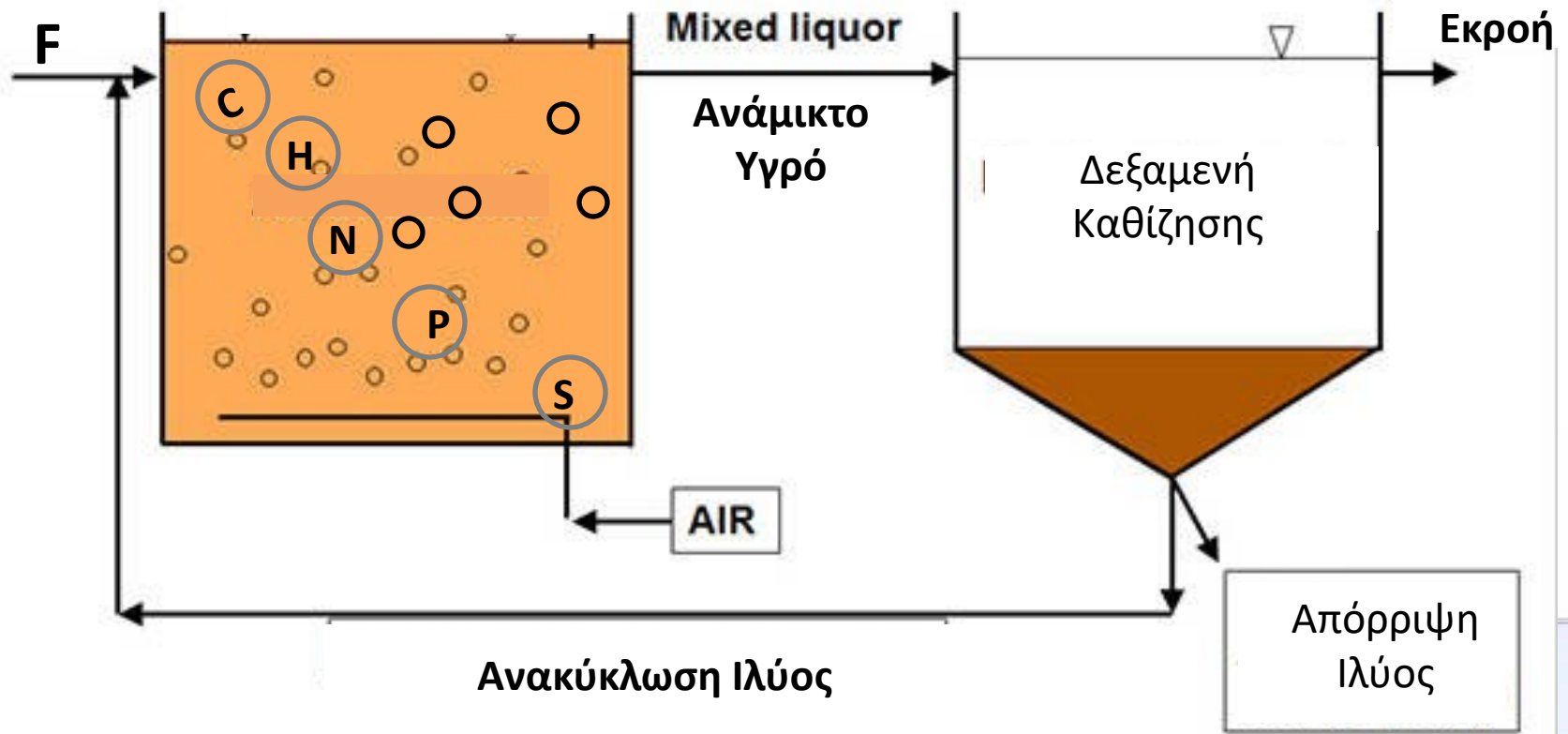
ΔΙΑΘΕΣΗ

- Επιφανειακά
Ύδατα
- Άρδευση



Προχωρημένες και Σύγχρονες Τεχνολογίες Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων

ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΕΝΕΡΓΟΥ ΙΛΥΟΣ



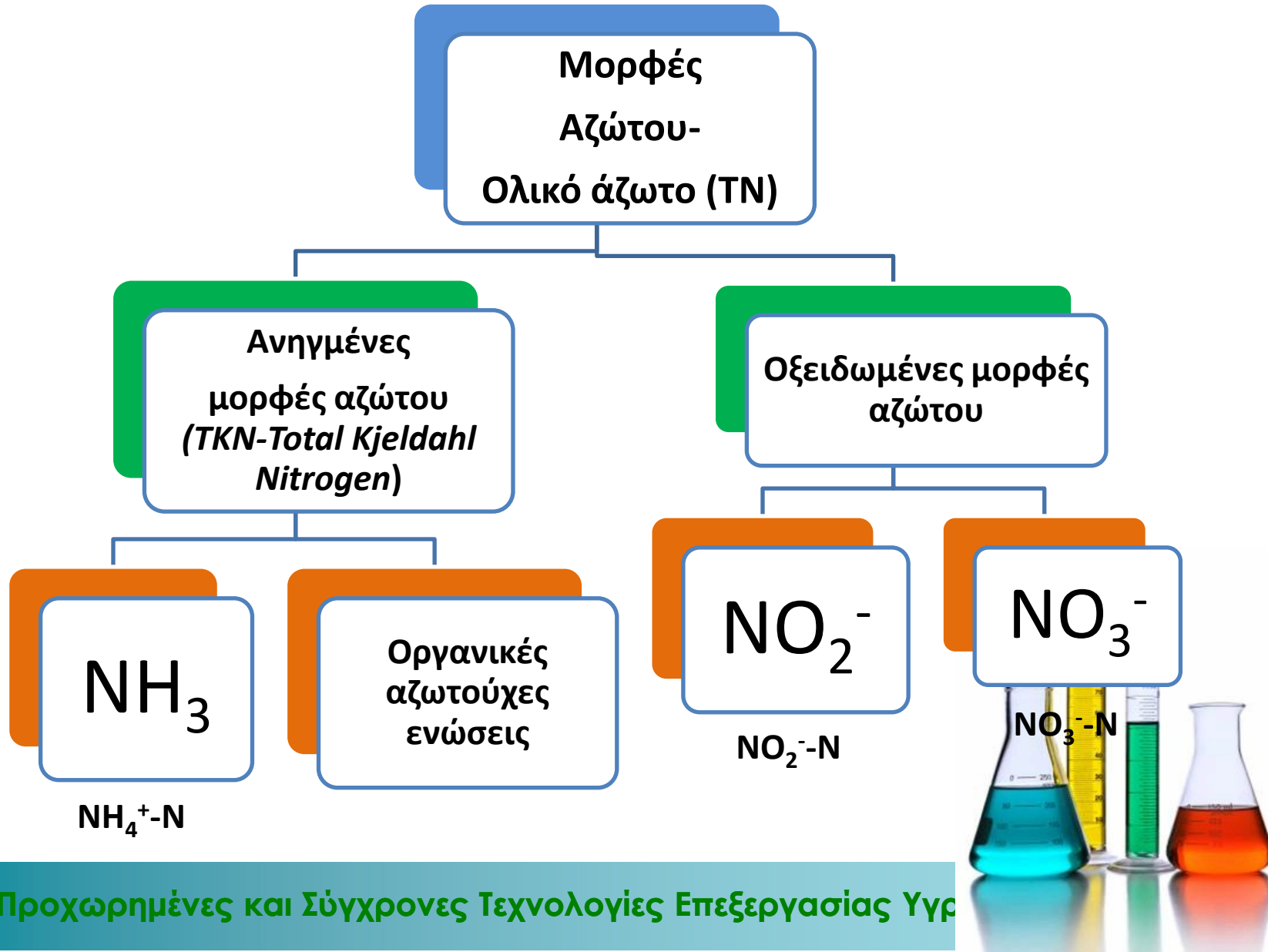
Προχωρημένες και Σύγχρονες Τεχνολογίες Επεξεργασίας Υγρ



ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΥ ΡΥΠΑΝΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ

- Βιοχημικώς Απαιτούμενο Οξυγόνο (**BOD**) → Βιοαποικοδομήσιμες οργανικές ουσίες
- Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (**COD**) → δύσκολα αποικοδομήσιμες οργανικές ουσίες
- **Στερεά** – Ολικά, Αιωρούμενα, Πτητικά, Διαλυμένα
$$\text{TSS} = \text{VSS} + \text{NVSS}, \quad \text{TS} = \text{TSS} + \text{TDS}$$





Μορφές και συμβολισμοί των διαφόρων μορφών του αζώτου

Μορφή του αζώτου	Συμβολισμός	Περιλαμβάνει τον προσδιορισμό
Αμμωνία (αέρια μορφή)	NH_3	NH_3
Αμμωνιακά ιόντα	NH_4^+	NH_4^+
Ολικό αμμωνιακό άζωτο	TAN	$\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$
Νιτρώδη ιόντα	NO_2^-	NO_2^-
Νιτρικά ιόντα	NO_3^-	NO_3^-
Ολικό ανόργανο άζωτο	TIN	$\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$
Ολικό άζωτο Kjeldahl	TKN	Οργανικό N + $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$
Οργανικό άζωτο	Οργανικό N	$\text{TKN} - (\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+)$
Ολικό άζωτο	TN	Οργανικό N + $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$

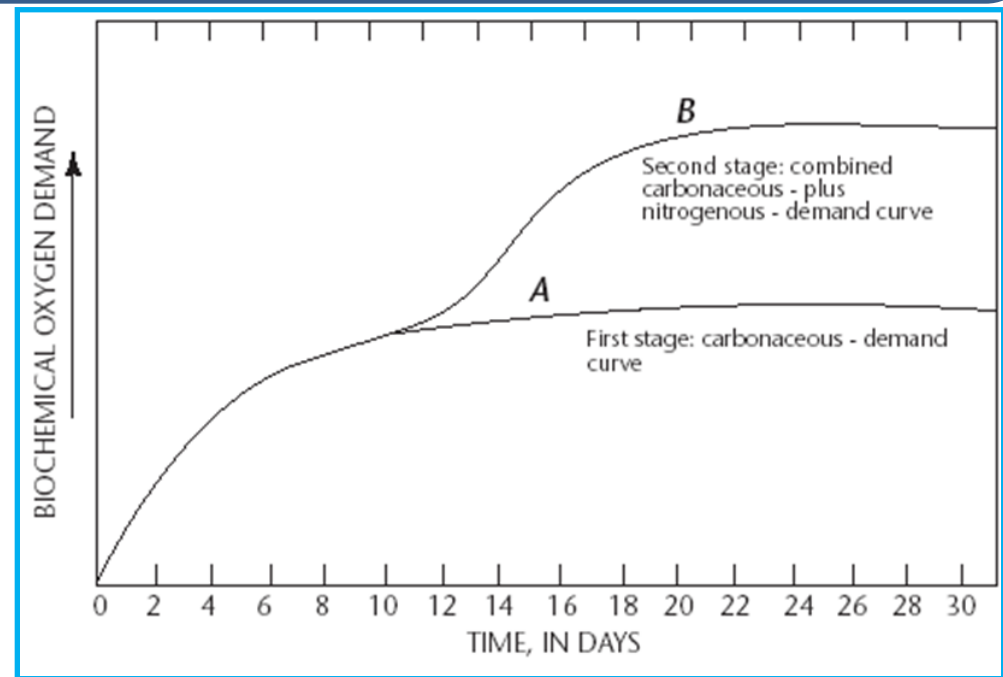
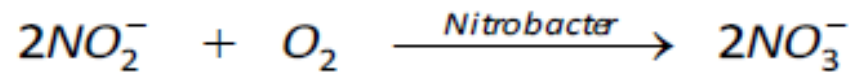
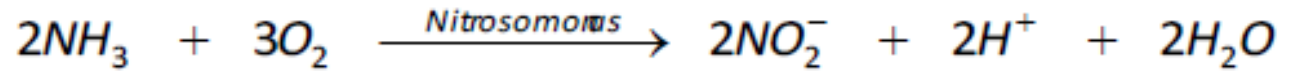
Νταρακάς, 2010



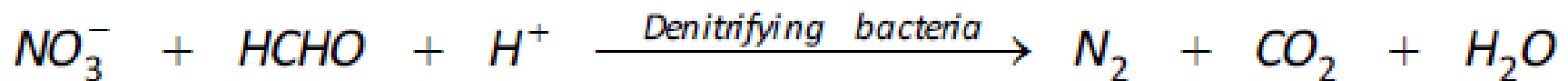
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΥ ΡΥΠΑΝΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ

Αζωτούχες Ενώσεις των Υγρών Αποβλήτων

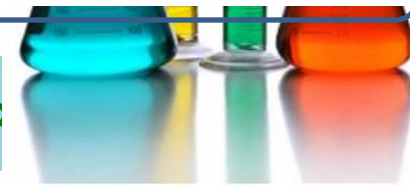
Νιτροποίηση



Απονιτροποίηση



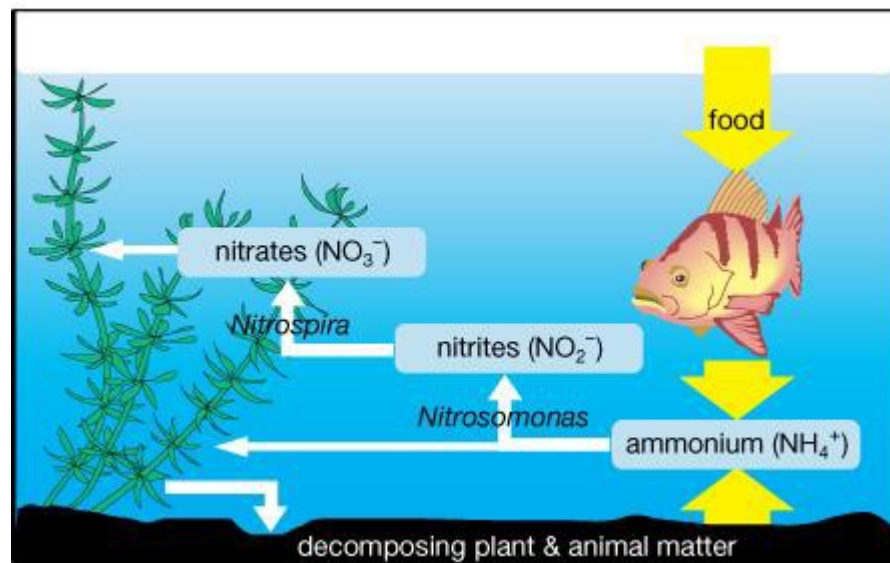
Προχωρημένες και Σύγχρονες Τεχνολογίες Επεξεργασίας Υγρ



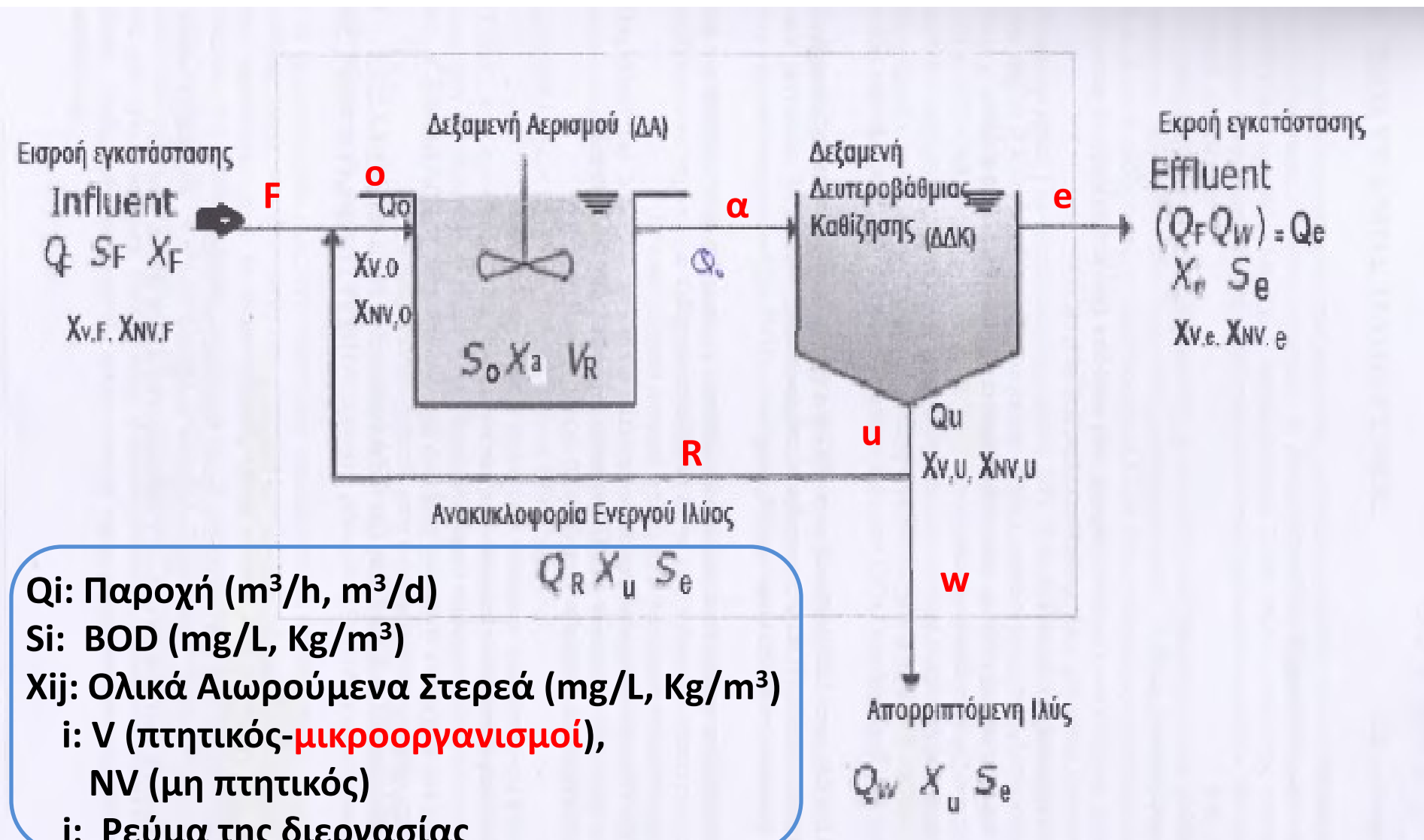
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΥ ΡΥΠΑΝΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ

Αζωτούχες Ενώσεις των Υγρών Αποβλήτων-ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

- ☉ Το άζωτο με τη μορφή αμμωνίας μετατρέπεται σε νιτρώδες και καταλήγει σε νιτρικό άζωτο μέσω μικροοργανισμών
- ☉ Τα νιτρικά προσλαμβάνονται από τη φυτά.
- ☉ Κατά την αποσύνθεση φυτικής ύλης και ζωικών αποβλήτων παράγεται αμμωνιακό άζωτο, συμπληρώνοντας τον κύκλο.

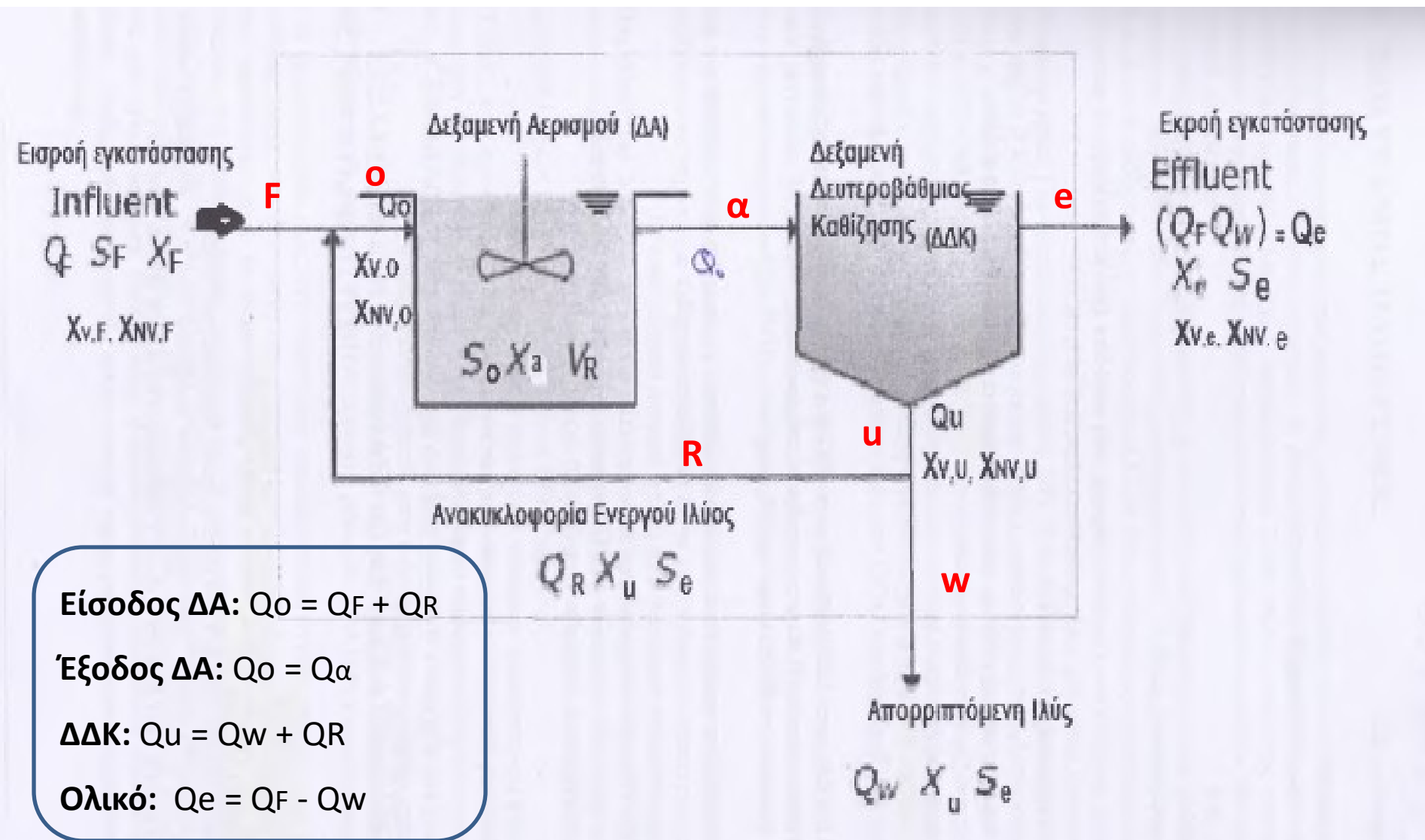


Προχωρημένες και Σύγχρονες Τεχνολογίες Επεξεργασίας Υγρ



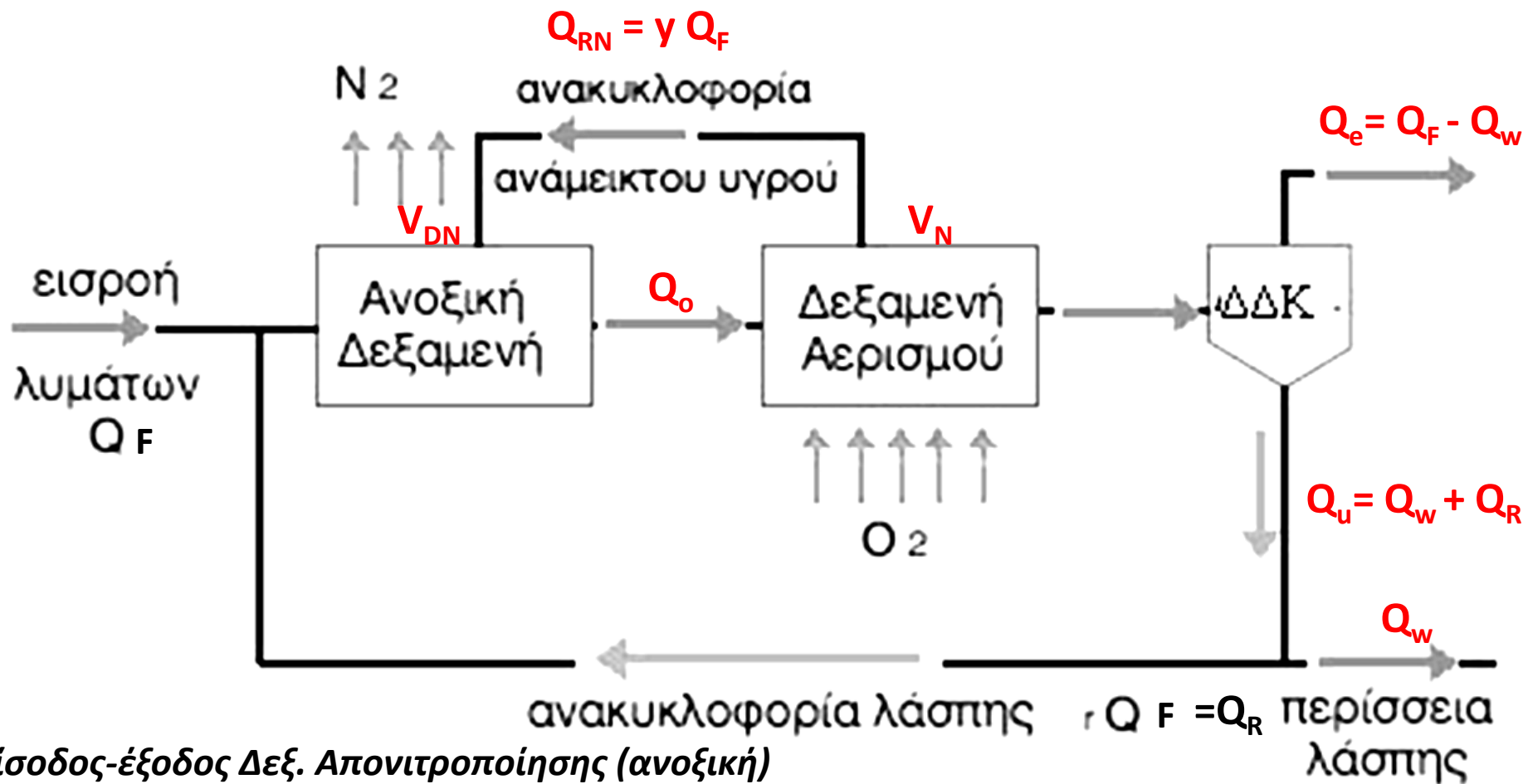
Σύστημα Ενεργού Ιλύος για την απομάκρυνση του BOD

Ισοζύγια Παροχών



Σύστημα βιολογικής απομάκρυνσης αζώτου με προαπονιτροποίηση

Ισοζύγια Παροχών



Είσοδος-έξοδος Δεξ. Απονιτροποίησης (ανοξική)

$$Q_O = Q_F + Q_R + Q_{RN}$$

Εξόδος ΔΑ: $Q_{\text{εξοδου, ΔΑ}} = Q_O - Q_{RN} = Q_F + Q_R = Q_{\text{εισοδου, ΔΔΚ}}$

Κορνάρος Μ. 2014



BOD

$$L_F = S_F \times Q_F$$

L_F = Φόρτιση BOD εισόδου (μάζα/χρόνος, π.χ. Kg/h ή Kg/d)

S_F = Συγκέντρωση BOD εισόδου (μάζα/όγκος, π.χ. mg/L ή Kg/m³)

Q_F = Παροχή εισόδου (όγκος/χρόνος, π.χ. m³/h ή m³/d)

Αιωρούμενα Σωματίδια (ΑΣ)

$$SS_F = [SS]_F \times Q_F$$

SS_F = Φόρτιση ΑΣ εισόδου (μάζα/χρόνος, π.χ. Kg/h ή Kg/d)

$[SS]_F$ = Συγκέντρωση ΑΣ εισόδου (μάζα/όγκος, π.χ. mg/L ή Kg/m³)

Σύστημα Ενεργού Ιλύος για την απομάκρυνση του BOD

ΑΣΚΗΣΗ 1

Να βρεθεί η φόρτιση (L_F , Kg/d) για υγρά απόβλητα βιομηχανίας ημερήσιας παροχής $Q_F = 4000 \text{ m}^3/\text{d}$ και συγκέντρωσης $\text{BOD} = 450 \text{ mg/L}$.

Λύση:

$$S_F = 450 \text{ mg/L} = 450 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ Kg}}{10^6 \text{ mg}} \times \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 0.45 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$L_F = S_F \times Q_F = 0.45 \text{ Kg/m}^3 \times 4000 \text{ m}^3/\text{d} = \mathbf{1800 \text{ kg/d}}$$

Μαζική Παροχή = Ογκομετρική παροχή x Συγκέντρωση

Μάζα/χρόνος = Όγκος/χρόνος x Μάζα/όγκο



Προχωρημένες και Σύγχρονες Τεχνολογίες Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων

Σύστημα Ενεργού Ιλύος για την απομάκρυνση του BOD

ΑΣΚΗΣΗ 2

Να βρεθεί η φόρτιση (L_F) και η φόρτιση στερεών (SS_F) για υγρά απόβλητα βιομηχανίας ημερήσιας παροχής $Q_F = 13000 \text{ m}^3/\text{d}$, συγκέντρωσης $\text{BOD} = 220 \text{ mg/L}$ και συγκέντρωσης στερεών $[SS]_F = 70 \text{ mg/L}$.

$$S_F = 220 \text{ mg/L} = 220 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ Kg}}{10^6 \text{ mg}} \times \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 0.22 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$[SS]_F = 70 \text{ mg/L} = 70 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ Kg}}{10^6 \text{ mg}} \times \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 0.07 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$L_F = S_F \times Q_F = 0.22 \text{ Kg/m}^3 \times 13000 \text{ m}^3/\text{d} = 2860 \text{ kg/d}$$

$$SS_F = [SS]_F \times Q_F = 0.07 \text{ Kg/m}^3 \times 13000 \text{ m}^3/\text{d} = 910 \text{ kg/d}$$

Σύστημα Ενεργού Ιλύος για την απομάκρυνση του BOD

ΑΣΚΗΣΗ 3

Τα οικιστικά λύματα μιας κατοικήσιμης περιοχής είναι 454.2 L/άτομο.ημέρα και περιέχουν 200 mg/L BOD και 240 mg/L αιωρούμενα στερεά. Υπολογίστε την **ποσότητα** του BOD και των αιωρούμενων στερεών **ανά άτομο και ημέρα**.

$$\text{Ειδική παροχή BOD: } 0.2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 0.4542 \frac{\text{m}^3}{\text{άτομο day}} = 0.091 \frac{\text{Kg BOD}}{\text{άτομο day}}$$

$$\text{Ειδική παροχή SS: } 0.24 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 0.4542 \frac{\text{m}^3}{\text{άτομο day}} = 0.011 \frac{\text{Kg SS}}{\text{άτομο day}}$$

Σύστημα Ενεργού Ιλύος για την απομάκρυνση του BOD

ΑΣΚΗΣΗ 4

Τα οικιστικά λύματα μιας κατοικήσιμης περιοχής είναι 454.2 L/άτομο.ημέρα και περιέχουν 200 mg/L BOD και 240 mg/L αιωρούμενα στερεά. Υπολογίστε την **ποσότητα** του BOD και των αιωρούμενων στερεών **ανά άτομο και ημέρα**.

$$\text{Ειδική παροχή BOD: } 0.2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 0.4542 \frac{\text{m}^3}{\text{άτομο day}} = 0.091 \frac{\text{Kg BOD}}{\text{άτομο day}}$$

$$\text{Ειδική παροχή SS: } 0.24 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 0.4542 \frac{\text{m}^3}{\text{άτομο day}} = 0.011 \frac{\text{Kg SS}}{\text{άτομο day}}$$

Σύστημα Ενεργού Ιλύος για την απομάκρυνση του BOD

ΑΣΚΗΣΗ 5

Μία δεξαμενή αερισμού ενεργού ιλύος και όγκου 300 m^3 , περιέχει MLSS συγκέντρωση 2000 mg/L (g/m^3) σε αιωρούμενα στερεά. Πόσα κιλά αιωρούμενων στερεών βρίσκονται μέσα στην ενεργό ιλύ;

Μάζα MLSS:

$$2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 300 \text{ m}^3 = 600 \text{ Kg SS}$$

Σύστημα Ενεργού Ιλύος για την απομάκρυνση του BOD

ΑΣΚΗΣΗ 5

Μία γαλακτοβιομηχανία που επεξεργάζεται 125000 Kg/d γάλακτος, παράγει κατά μέσο όρο 250000 L την ημέρα αποβλήτων με BOD 1400 mg/L. Υπολογίστε τη ροή (όγκο) και το BOD που αντιστοιχεί ανά 1000 Kg γάλακτος, καθώς και τον ισοδύναμο πληθυσμό της ημερήσιας παραγωγής υγρών αποβλήτων. Δίνεται ειδική παροχή BOD = 90.7 g/άτομο.d.

Τα 125000 Kg/d γάλακτος παράγουν 250000 L /d αποβλήτων

1000

X

$$X = \frac{250000 \cdot 1000}{125000} = 2000 \text{ L αποβλήτων / 1000 Kg γάλακτος ημερήσια βάση}$$

Το BOD που παράγεται μετά την επεξεργασία 125000 Kg/d γάλακτος είναι :

$$1.4 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 250 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} = 350 \frac{\text{Kg BOD}}{\text{d}}$$

Σύστημα Ενεργού Ιλύος για την απομάκρυνση του BOD

ΑΣΚΗΣΗ 5-συνέχεια

Δίνεται ειδική παροχή BOD = 90.7 g/άτομο.d.

Τα 125000 Kg/d γάλακτος παράγουν 350 Kg BOD /d

1000

X

$$X = \frac{350 \cdot 1000}{125000} = 2.8 \text{ Kg BOD} / 1000 \text{ Kg γάλακτος σε ημερήσια βάση}$$

Υπολογισμός του Ισοδύναμου πληθυσμού

$$\text{ΙΠ} = \frac{350 \frac{\text{Kg BOD}}{\text{d}}}{0.091 \frac{\text{Kg BOD}}{\text{άτομο d}}} = 3846 \text{ άτομα}$$