



ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΕΛ



Υπεύθυνη Καθηγήτρια: Δρ. Αμανατίδου Ελισάβετ

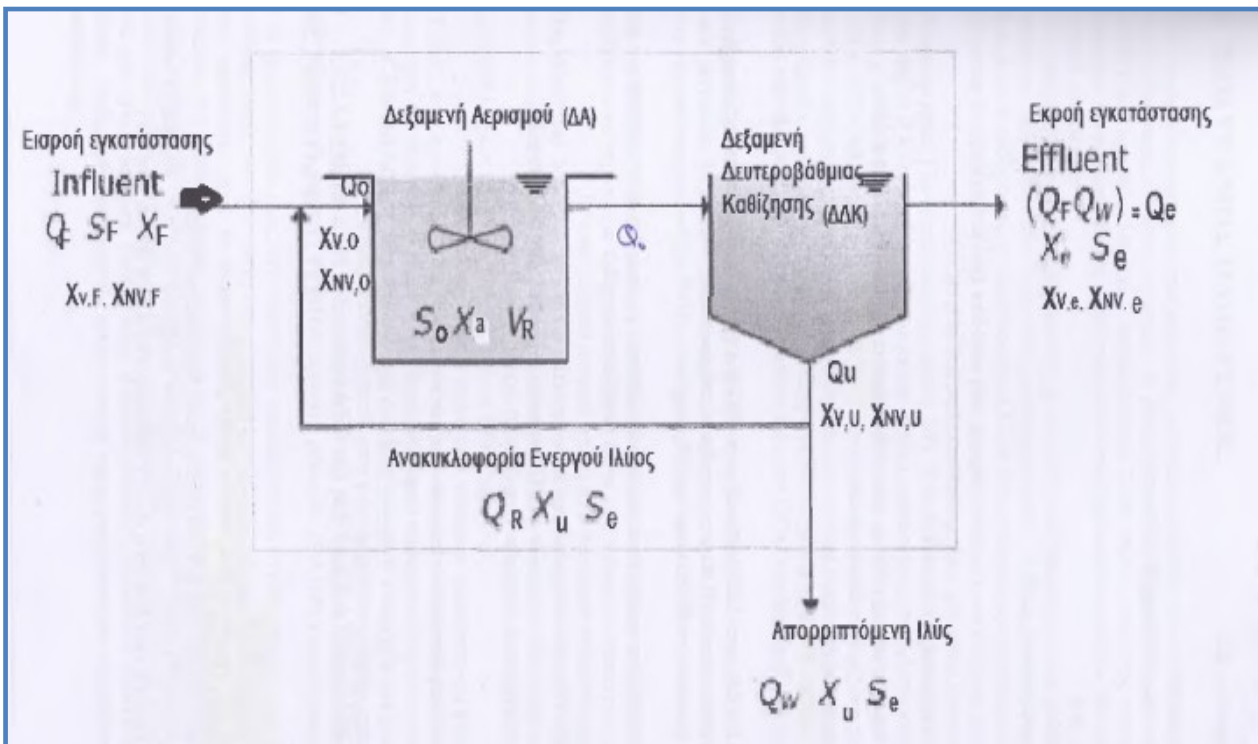
Εργαστηριακό Προσωπικό:

**Σαμιώτης Γεώργιος
Ζιαγκοβά Μαρία**

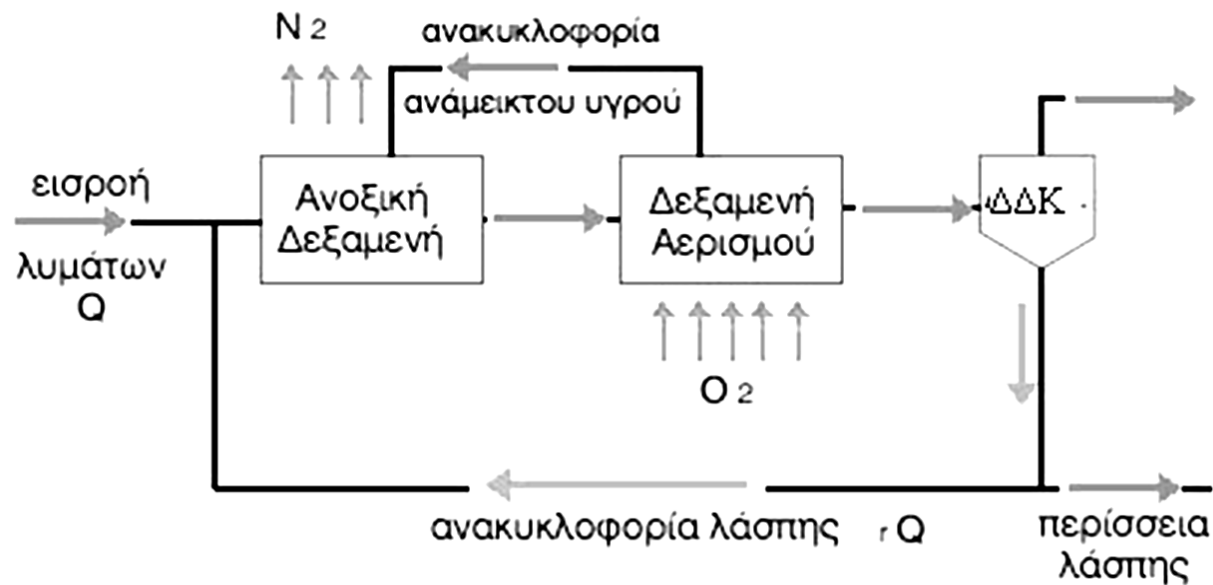
**Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Χημικών Μηχανικών
Κοίλα Κοζάνης 50100 | Kozani GR 50100**



Διεργασία Ενεργού Ιλύος για την απομάκρυνση του C



Απομάκρυνση C και N (νιτροποίηση με προ- απονιτροποίηση)



$$U = \frac{F}{M} = \frac{Q_F S_F}{X_{V,a} V_R}$$

$$V_R = \frac{L_F}{c_V} \quad 0.4 < C_V < 0.8$$

$$\Delta X = \Delta X_V + \Delta X_{NonV} - \Delta X_e$$

$$\Delta X_V = Y_{max} (S_F - S_e) Q_F - k_d X_{V,a} V_R$$

$$Y_{max} = 0.5 - 0.75 \text{ Kg VSS/Kg BOD}$$

$$K_d = 0.05 - 0.08 \text{ d}^{-1}$$

$$MLSS = 1500 - 4000 \text{ mg/L}$$

$$t_c = \frac{V_R X_{V,a}}{\Delta X_V}$$

$$5 < t_c < 10 \text{ d}$$

$$L_S = \frac{F}{M} = \frac{L_F}{X_V V_{tot}}$$

$$V_R = \frac{L_R}{c_V} \quad 0.16 < C_V < 0.4$$

$$\Delta X = \Delta X_V + \Delta X_{NonV} - \Delta X_e$$

$$\Delta X_V = \Delta X_{V,\alpha} + \Delta X_{V,N} + \Delta X_{V,DN}$$

$$\Delta X_{V,a} = Y_{max} (S_F - S_e) Q_F - k_d X_{V,a} V_R$$

$$Y_{max} = 0.5 - 0.75 \text{ Kg VSS/Kg BOD}$$

$$K_d = 0.05 - 0.08 \text{ d}^{-1}$$

$$MLSS = 3000 - 6000 \text{ mg/L}$$

$$t_c = \frac{V \cdot X_{V,a}}{\Delta X_V}$$

$$20 < t_c < 30 \text{ d}$$



$$OD = a(S_F - S_e)Q_F + bX_{V,a} V_R$$

$$\alpha = 0.5 - 0.7 \frac{\text{Kg O}_2}{\text{Kg BOD}}$$

$$b = 0.05 - 0.15 \frac{\text{Kg O}_2}{\text{Kg VSS}}$$

$$OD = a(S_F - S_e)Q_F + bX_{V,a} V_R$$

$$\alpha = 0.6 - 0.9 \frac{\text{Kg O}_2}{\text{Kg BOD}} \quad b = 0.05 - 0.15 \frac{\text{Kg O}_2}{\text{Kg VSS}}$$

$$\begin{aligned} \text{NOD} &= \\ &= 4.57 \{ Q_F \cdot [\text{TKN}]_F - Q_F \cdot [\text{TKN}]_e - 0.12 (\Delta V_{\alpha} + \Delta X_{V,N}) \} = \\ &= 4.57 \cdot N_{\text{Nitr}} \end{aligned}$$

$$\text{TOD} = \text{OD} + \text{NOD} - 2.86 \cdot N_{\text{Denitr}}$$

$$\text{TOD}_0 = \text{TOD} \times \frac{C_{S20}}{(bC_{W,alt} \left(\frac{P}{760} \right) - C_L \times 1,024^{(T-20)} \times a}$$



ΑΣΚΗΣΗ 1

Τα απόβλητα μιας κοινότητας με πληθυσμό 2000 κατοίκων περιλαμβάνουν και απόβλητα από βιομηχανίες επεξεργασίας γάλακτος και πουλερικών.

Τα απόβλητα της **γαλακτοβιομηχανίας** είναι **75700 L/d** με συγκέντρωση **BOD 900 mg/L**.

Το εργοστάσιο πουλερικών παράγει ημερησίως **60560 L** αποβλήτων που περιέχουν **168 Kg BOD**.

Υπολογίστε τη συνολική ροή αποβλήτων σε m³/d, τη συγκέντρωση BOD σε mg/L και τον ισοδύναμο πληθυσμό της κάθε βιομηχανίας.

Δίνεται για τα αστικά λύματα: **ειδική παροχή όγκου = 450 L/άτομο.d** και **ειδική παροχή BOD = 90.72 g/άτομο.d**

$$\begin{array}{ll} \text{Υπολογισμός Παροχής} & \text{Πόλη: } 450 \frac{\text{L}}{\text{άτομο d}} \cdot 2000 \text{ άτομα} = 900000 \frac{\text{L}}{\text{d}} = 900 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \\ & \text{Γαλακτοβιομηχανία: } 75700 \frac{\text{L}}{\text{d}} = 75.7 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \quad \text{Πουλερικά: } 60650 \frac{\text{L}}{\text{d}} = 60.65 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \end{array}$$



ΑΣΚΗΣΗ 1-Συνέχεια

Υπολογισμός Συγκέντρωσης BOD, Πόλη:

$$S_f = \frac{L_f}{Q_f} = \frac{\frac{90.72 \text{ g BOD}}{\text{άτομο d}} \cdot 2000 \text{ άτομα}}{900 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}} = 201.6 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = 201.6 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1000 \text{ mg}}{\text{g}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = 201.6 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Βιομηχανία Πουλερικών: $S_f = \frac{L_f}{Q_f} = \frac{168 \text{ Kg BOD}}{60650 \text{ L}} = 2.8 \times 10^{-3} \frac{\text{Kg}}{\text{L}} = 2800 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$

Υπολογισμός Ισοδύναμου Πληθυσμού,

Βιομηχανίας Πουλερικών:

$$\text{ΙΠ} = \frac{168000 \frac{\text{g BOD}}{\text{d}}}{90.72 \frac{\text{g BOD}}{\text{άτομο d}}} = 1852 \text{ άτομα}$$

Γαλακτοβιομηχανίας:

$$\text{ΙΠ} = \frac{0.9 \frac{\text{g BOD}}{\text{L}} \cdot 75700 \frac{\text{L}}{\text{d}}}{90.72 \frac{\text{g BOD}}{\text{άτομο d}}} = 751 \text{ άτομα}$$



ΑΣΚΗΣΗ 2

Υπολογίστε το χρόνο παραμονής που απαιτείται για απονιτροποίηση στις ακόλουθες συνθήκες:

- εισροή νιτρικών στη δεξαμενή = 30 mg/L
- εκροή νιτρικών από τη δεξαμενή = 2 mg/L
- MLVSS = 2000 mg/L
- Θερμοκρασία = **12 °C**
- Διαλυμένο οξυγόνο = 0.15 mg/L
- $UDN_{20} = 0.10 \text{ Kg NO}_3\text{-N} / \text{Kg VSS}_d$

1. Υπολογισμός $[\text{NO}_3^- \text{-N}]$ εισόδου ή $[\text{N-Nitr}]$

Δίνεται 30 mg/L NO_3^- και ζητείται $[\text{NO}_3^- \text{-N}]$

$$MB (\text{NO}_3^-) = 14 + 3 \times 16 = 62$$

$$\begin{array}{ccc} \text{Τα } 62 \text{ mg NO}_3^- & \text{περιέχουν } 14 \text{ mg NO}_3^- \text{-N} \\ 30 & X \end{array}$$

$$X = \frac{30 \cdot 14}{62} = 6.7 \text{ mg/L NO}_3^- \text{-N}$$



2. Υπολογισμός $[\text{NO}_3^- - \text{N}]$ εξόδου

Δίνεται 2 mg/L NO_3^- και ζητείται $[\text{NO}_3^- - \text{N}]_e$

$$\text{MB} (\text{NO}_3^-) = 14 + 3 \times 16 = 62$$

$$\begin{array}{ccc} \text{Τα } 62 \text{ mg } \text{NO}_3^- & \text{περιέχουν } 14 \text{ mg } \text{NO}_3^- - \text{N} \\ 2 & & X \end{array}$$

$$X = \frac{2 \cdot 14}{62} = 0.45 \text{ mg/L } [\text{NO}_3^- - \text{N}]_e$$

3. Υπολογισμός $[\text{N-Denitr}]$

$$[\text{N-Denitr}] = [\text{N-Nitr}] - [\text{N-NO}_3]_e = (6.774 - 0.4516) \text{ mg N/L} = 6.3226 \text{ mg N/L} = 6.3226 \cdot 10^{-3} \text{ Kg N/m}^3$$



4. Υπολογισμός t_{DN}

$$t_{DN} = \frac{(N - \text{Denitr})}{U'_{DN} \cdot \text{MLVSS}} = \frac{6.32 \cdot 10^{-3} \text{ Kg N/m}^3}{0.0426 \frac{\text{Kg NO}_3 - \text{N}}{\text{Kg VSS} \cdot \text{d}} \cdot 2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} = 0.074 \text{ d} \quad \text{ή } 1.776 \text{ ώρες}$$

$$U'_{DN} = U_{DN} \times 1,09^{(T'-20)} \times (1-DO) =$$

$$(0.10 \text{ Kg NO}_3\text{-N / Kg VSS}_d) \cdot 0.502 \cdot (1-0.15) = 0.04267 \text{ Kg NO}_3\text{-N / Kg VSS}_d$$



ΑΣΚΗΣΗ 3

Η δεξαμενή αερισμού μιας διεργασία ενεργού ιλύος πλήρους ανάμιξης έχει σχεδιαστεί για επεξεργασία υγρών αποβλήτων $7570 \text{ m}^3/\text{d}$. Το BOD στην είσοδο της εγκατάστασης είναι 130 mg/L και η απαίτηση στην έξοδο είναι 20 mg BOD /L .

Οι παράμετροι σχεδιασμού είναι:

- Ηλικία ιλύος: 10 d
- MLVSS: 1400 mg/L
- $[\text{TKN}]_F = 65 \text{ mg/L}$
- $[\text{TKN}]_e = 5 \text{ mg/L}$

Δίνονται: $Y=0.6 \text{ mg VSS/mg BOD}$, $k_d = 0,06 \text{ d}^{-1}$.

Να υπολογιστούν: ο όγκος της δεξαμενής αερισμού και ο υδραυλικός χρόνος παραμονής.

Αν υποτεθεί ότι στις συνθήκες λειτουργίας της εγκατάστασης επιτυγχάνεται η ανάπτυξη νιτροποιητικών μ/ο ώστε να γίνεται σε ποσοστό 30% η οξείδωση του αζώτου, ποια είναι η συγκέντρωση του αζώτου που νιτροποιείται στη συμβατική εγκατάσταση αερισμού; Θεωρήστε ότι η μείωση των ενώσεων του αζώτου είναι ίση με το 6% του οργανικού φορτίου στην είσοδο της εγκατάστασης.



ΑΣΚΗΣΗ 3-Λύση

$$V_R = \frac{Y_{\max}(S_F - S_e)Q_F}{(k_d + t_C^{-1})X_{V,a}} = \frac{0.6 \frac{\text{mg VSS}}{\text{mg BOD}} \cdot (130 - 20) \frac{\text{mg BOD}}{\text{L}} \cdot 7570 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}}{(0.06 + 10^{-1}) \frac{1}{\text{d}} \cdot 1400 \frac{\text{mg VSS}}{\text{L}}} = 2230 \text{ m}^3$$

$$t_{\text{av}} = V_R / Q_F = 2230 \text{ m}^3 / 7570 \text{ m}^3/\text{d} = 0.295 \text{ d} = 7.07 \text{ h}$$

Το Ν που καταναλώνεται για τη σύνθεση βιομάζας είναι :

$$6 \% \times 30\% \times L_F \text{ (Kg N/d)} = 0.06 \times 0.3 \times (7570 \times 0.13) = 17.7 \text{ Kg N/d}$$

$$\mathbf{N\text{-}Nitr} = Q_F \cdot \{[TKN]_F - [TKN]_e\} - 6 \% \times 30\% \times L_F = 7570(0.065 - 0.005) - 17.7 = \mathbf{436.5 \text{ Kg N/d}}$$

$$[\mathbf{N\text{-}Nitr}] = [\mathbf{N\text{-}Nitr \text{ (Kg N/d)} / Q_F \text{ (m}^3/\text{d)}]} \times 1000 = (436.5 / 7570) \times 1000 = \mathbf{57.66 \text{ mg N/L}}$$



ΑΣΚΗΣΗ 4

Σε συμβατικό σύστημα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων Ε.Ι. με αερισμό, τα ανεπεξέργαστα υγρά απόβλητα έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

$$Q_F = 3800 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$S_F = 230 \text{ mg/L}$$

$$S_e = 20 \text{ mg/L}$$

Δίνεται:

$$\text{MLSS} = 3 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{MLVSS} = 0.7 \text{ MLSS}$$

$$C_v = 0.3 \text{ kg BOD/m}^3\text{-d}$$

Να υπολογισθούν:

$V_R, L_s, V_{\Delta\Delta\kappa}, \text{OD}, t_c$

$$L_f = S_f \times Q_f = 0.23 \frac{\text{Kg BOD}}{\text{m}^3} \cdot 3800 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} = 874 \frac{\text{Kg BOD}}{\text{d}}$$

$$V_R = \frac{L_F}{C_v} = \frac{874 \frac{\text{Kg BOD}}{\text{d}}}{0.3 \frac{\text{Kg BOD}}{\text{m}^3 \text{ d}}} = 2913 \text{ m}^3$$



ΑΣΚΗΣΗ 4-συνέχεια

$$L_s = \frac{F}{M} = \frac{L_f}{X_{v,a} \cdot V_R} = \frac{874 \frac{\text{Kg BOD}}{\text{d}}}{(0.7 \cdot 3) \frac{\text{Kg VSS}}{\text{m}^3} \cdot 2913 \text{ m}^3} = 0.14 \frac{\text{Kg BOD}}{\text{Kg VSS d}}$$

**Φορτίο λάσπης ή
Οργανική
επιβάρυνση**

Υπολογισμός ΔΔΚ

Επιλέγεται $G_{\text{ΕΦ}} = 14 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$

$$A_{\Delta\Delta\text{Κ}} = \frac{Q_f}{G_{\text{ΕΦ}}} = \frac{3800 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}}{14 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \text{ d}}} = 271 \text{ m}^2$$

Αν $H=3 \text{ m}$, τότε $V_{\Delta\Delta\text{Κ}} = 271 \times 3 = 813 \text{ m}^3$

Απαιτούμενο Οξυγόνο

$$OD = a(S_F - S_e)Q_F + bX_{v,a}V_R$$

$\alpha = 0.5-0.7$

$b = 0.05-0.15$

$$\begin{aligned} &= 0.6 \frac{\text{Kg O}_2}{\text{Kg κκαταναλκικόμενου BOD}} \cdot (0.23 - 0.02) \frac{\text{Kg BOD}}{\text{m}^3} \cdot 3800 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} + 0.1 \frac{\text{Kg O}_2}{\text{Kg VSS d}} \cdot (0.7 \cdot 3) \frac{\text{Kg VSS}}{\text{m}^3} 2913 \text{ m}^3 = \\ &= 478.8 + 611.73 = 1090.53 \text{ Kg O}_2/\text{d} \end{aligned}$$



Προχωρημένες και Σύγχρονες Τεχνολογίες Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων

Ηλικία λάσπης

$$t_c = \frac{X_{V,a} V_R}{\Delta X_V} = \frac{X_{V,a} V_R}{(Q_F - Q_W) X_{V,e} + Q_W X_{V,u}}$$

$$= \frac{\text{Συνολ. μάζα μλ ο.στη Δ.Α}}{\text{Μάζα απομακρυν. μλ ο. h}^{-1}}$$

$$\Delta X_V = [Q_W X_{V,u} + (Q_F - Q_W) X_{V,e}] =$$

$$= Y_{\max} (S_F - S_e) Q_F - k_d X_{V,a} V_R$$

$$= \frac{(0.7 \cdot 3) \frac{\text{Kg VSS}}{\text{m}^3} 2913 \text{ m}^3}{0.7 \frac{\text{Kg VSS}}{\text{Kg απομακρυνόμενου BOD}} (0.23 - 0.02) \frac{\text{Kg BOD}}{\text{m}^3} 3800 \text{ m}^3/\text{d} - 0.05 \text{ d}^{-1} (0.7 \cdot 3) \frac{\text{Kg VSS}}{\text{m}^3} 2913 \text{ m}^3} =$$

$$= \frac{6117.3}{478.8 - 367} = 24 \text{ d}$$



ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΣΤΑΘΕΡΩΝ

Πίνακας 5.3. Ενδεικτικές τιμές σταθερών και επιλεγόμενων παραμέτρων [6,7]

Σταθερή/Παράμετρος	Συμβολισμός	Τιμή/Μονάδες
Σταθερή (συγκέντρωση × χρόνος) ⁻¹	k	0,016-0,043 (d .mg/L) ⁻¹
Σταθερή σύνθεσης, μάζας παραγόμενων μ/ο προς μάζα κααναλισκόμενων οργανικών ουσιών	Y_{max}	0,5-0,75 Kg VSS/Kg απομακρυνόμενου BOD
Σταθερή αποσύνθεσης, μάζα μ/ο που καταστρέφονται προς συνολική μάζα μ/ο στη μονάδα του χρόνου	k_d	0,05-0,08 d ⁻¹
Συντελεστής που εκφράζει πόσα KgO ₂ απαιτούνται ανά Kg BOD που μετατρέπεται (απομακρύνεται, οξειδώνεται)	α	0,5-0,7 Kg O ₂ /Kg απομακρυνόμ. BOD
Συντελεστής που εκφράζει την ανά μονάδα χρόνου απαιτούμενη ποσότητα O ₂ για την οξείδωση της βιομάζας)	b	0,05-0,15 Kg O ₂ /Kg X _d X=VSS
MLVSS, στη Δ.Α.	X_v	1500-4500 mg/L
MLVSS, στον πυθμένα της ΔΔΚ	X_{v,u}	10000-15000 mg/L

