



Σχεδιασμός Δεξαμενής Απονιτροποίησης (με Προ-απονιτροποίηση) Σχεδιασμός Δεξαμενής Δευτεροβάθμιας Καθίζησης



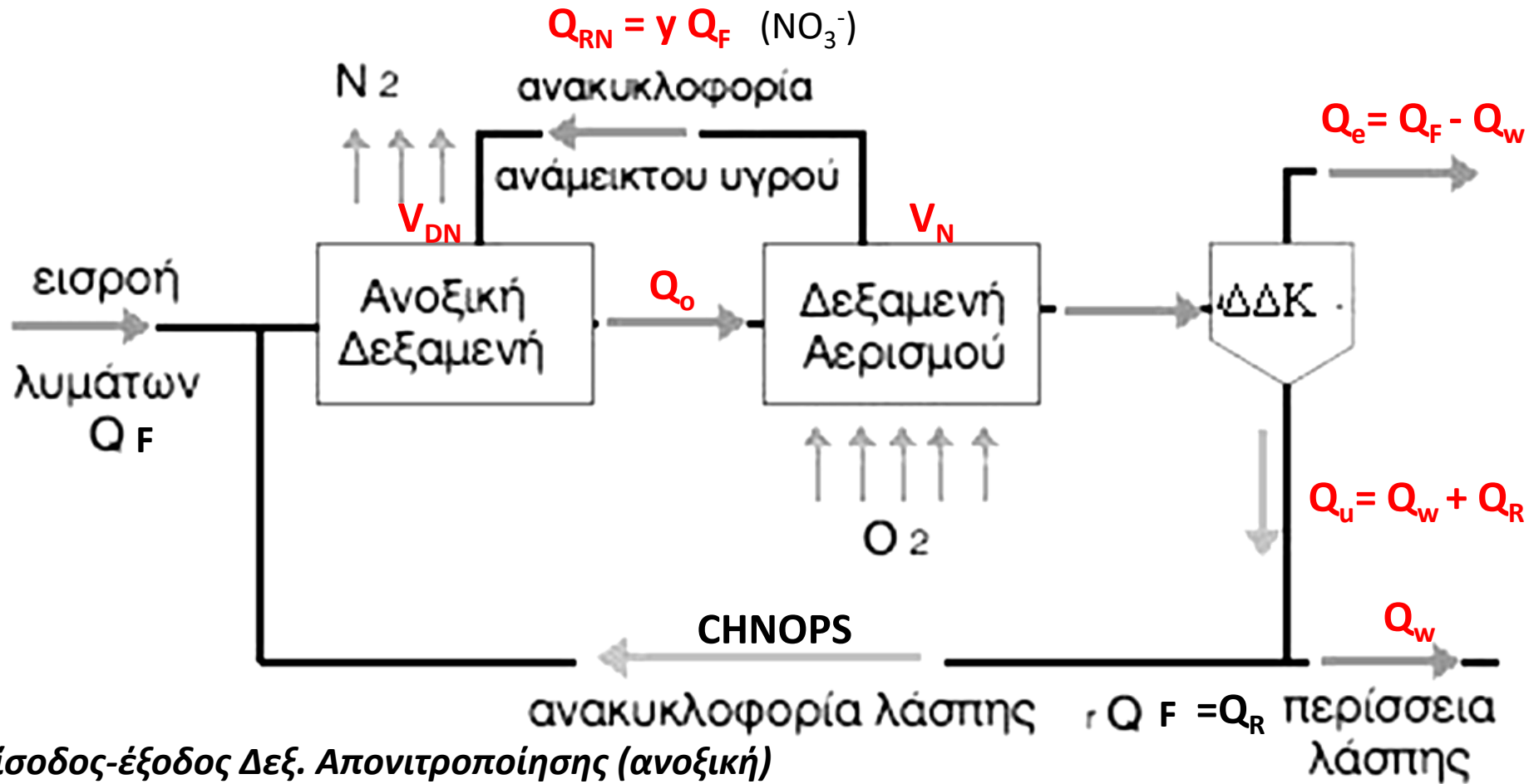
Υπεύθυνη Καθηγήτρια: Δρ. Αμανατίδου Ελισάβετ

Εργαστηριακό Προσωπικό:

**Σαμιώτης Γεώργιος
Ζιαγκοβά Μαρία**

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



ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

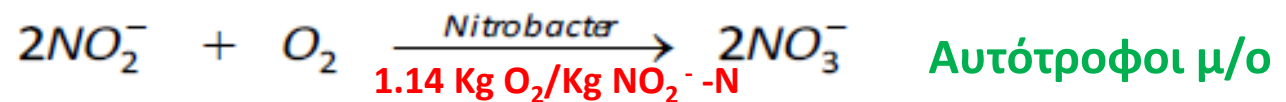
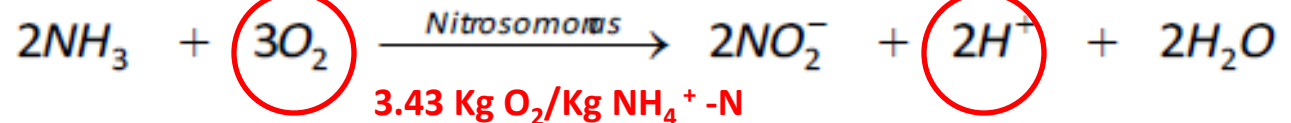
1^ο Στάδιο: Οξείδωση Οργανικών ενώσεων (Α)

Ετερότροφοι μ/ο

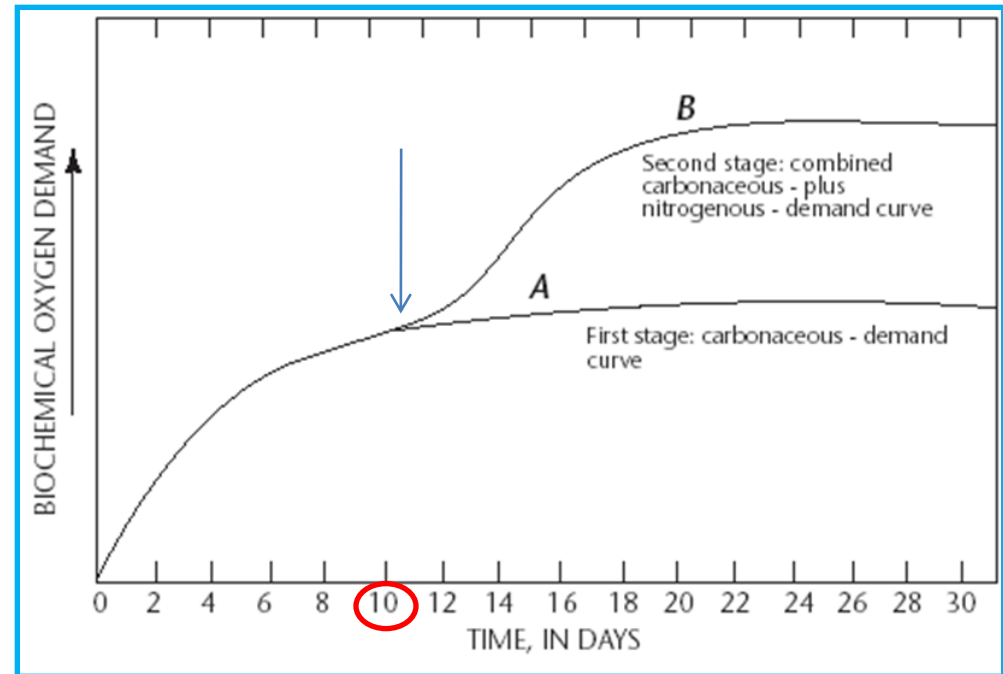
Νιτροποίηση

10^η ημέρα (2^ο Στάδιο)

Οξείδωση (Β)



Αυτότροφοι μ/ο



Απονιτροποίηση- Αναγωγή



ΒΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ

1

- Ισοζύγιο Νιτρικού Αζώτου
- N_{Nitr} , N_{Denitr}

2

- Όγκος Δεξαμενής Απονιτροποίησης, V_{DN}

3

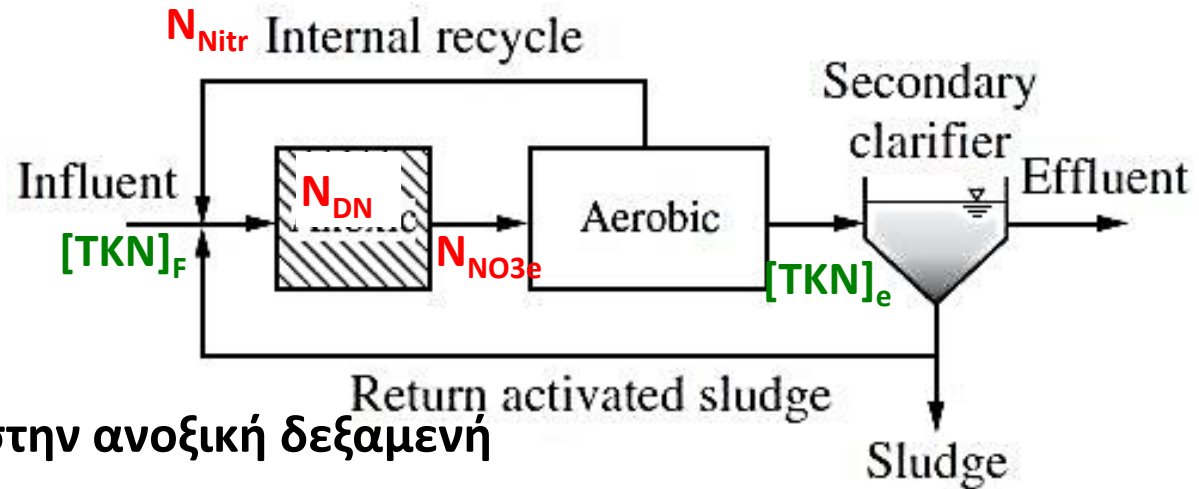
- Ρεύματα ανακύκλωσης
- Q_R , Q_{RN}



Προχωρημένες και Σύγχρονες Τεχνολογίες Επεξεργασίας Υγρ



1. Ισοζύγιο Νιτρικού αζώτου



Ισοζύγιο Νιτρικού-αζώτου στην ανοξική δεξαμενή

$$N_{Nitr} = N_{Denitr} + N_{NO_3e}$$

N_{Nitr} Τα νιτρικά που παράγονται στη δεξαμενή αερισμού

N_{denitr} Τα νιτρικά που απονιτροποιούνται στην ανοξική δεξαμενή

Τα νιτρικά που
καταναλώνονται για την
παραγωγή βιομάζας

$$N_{Nitr} = Q_F \cdot [TKN]_F - Q_F \cdot [TKN]_e - 0.06 \cdot 0.7 \cdot L_F$$



2. Δεξαμενή Απονιτροποίησης (με προ-απονιτροποίηση)

$$V_{DN} = \frac{N - \text{Denitr}}{U'_{DN} \times MLVSS}$$

$$V_{DN} = (25-50)\% V_{tot},$$

$$V_{tot} = V_R + V_{DN}$$

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

Ταχύτητα απονιτροποίησης

$$U_{DN}' = U_{DN} \cdot 1.09^{(T-20)} \cdot (1 - DO)$$

$$DO: 0.1-0.5 \text{ mg/L}$$

U_{DN} Ειδικός ρυθμός απονιτροποίησης
(0.03-0.11) Kg NO₃-N/Kg VSS d για 15-27 °C

Χρόνος παραμονής στη
δεξαμενή απονιτροποίησης

$$t_{DN} = \frac{[N_{\text{Denitr}}]}{U'_{DN} \cdot MLVSS}$$



2. Δεξαμενή Απονιτροποίησης (με προ-απονιτροποίηση)

$$L_s = \frac{F}{M} = \frac{\text{μαζα BOD / μον. χρόνου}}{\text{συνολική μαζα μλ ο.}} = \frac{L_F}{X_V \cdot V_{\text{tot}}} \quad (1)$$

Έλεγχος-επαλήθευση

$0,05 < L_s < 0,15 \text{ Kg/Kg_d ή d}^{-1}$ (Metcalf & Eddy, third ed., "waste water engineering") για παραταμένο αερισμό με νιτροποίηση και απομάκρυνση BOD

L_s : επιλέγεται

$$V_{\text{tot}} = V_R + V_{DN} \quad (2)$$

$$(1) V_{\text{tot}} = (2) V_{\text{tot}}$$



3. Ανακυκλοφορίες

Ανακυκλοφορία
Λάσπης

$$r = \frac{X_{V,a}}{X_{V,u} - X_{V,a}}$$

$$X_{v,u} = 2 \cdot X_{v,a}$$

Βαθμός
απομάκρυνσης NO_3^-

$$\eta = 1 - \frac{N_{\text{NO}_3\text{e}^-}}{N_{\text{Nitr}}} = \frac{R}{R + 1} \rightarrow R = \frac{N_{\text{Denitr}}}{N_{\text{NO}_3\text{e}^-}}$$

Συνολική
Ανακυκλοφορία

Ανακυκλοφορία
Νιτρικών

$$R = y + r = \frac{Q_{\text{RN}} + Q_{\text{F}}}{Q_{\text{F}}} = \frac{yQ_{\text{F}} + rQ_{\text{F}}}{Q_{\text{F}}}$$





1. Επιλέγεται η τιμή της υδραυλικής επιφανειακής φόρτισης ($G, m^3/m^2 d$), τιμές $12-16 m^3/m^2 d$
2. Υπολογίζεται η επιφάνεια της δεξαμενής, A
3. Υπολογίζεται η τιμή της **φόρτισης των στερεών**

$$G_{\text{Φορτ}, \Sigma\tau} \geq \frac{Q_0 \cdot \text{MLSS}}{A}$$

$$G_{\text{φορ}, \sigma\tau} = [24-120 \text{ Kg MLSS}/m^2 d]$$

$$Q_0 = Q_f + Q_R$$

Υπολογίζεται ο όγκος της δεξαμενής $V = A \times H$

H : Πλευρικό βάθος υγρού (τυπική τιμή 3 m)



Πίνακας 1. Ενδεικτικές τιμές σταθερών και επιλεγόμενων παραμέτρων [6,7]

Σταθερή/Παράμετρος	Συμβολισμός	Τιμή/Μονάδες
Σταθερή (συγκέντρωση $\times$ χρόνος) ⁻¹	k	0,016-0,043 (mg/L.d) ⁻¹
Σταθερή σύνθεσης, μάζας παραγόμενων μ/ο προς μάζα καταναισκόμενων 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 απομακρυνόμεν. BOD
Συντελεστής που εκφράζει την ανά μονάδα απαιτούμενη ποσότητα O ₂ για την οξείδωση της βιομάζας)	b	0,05-0,15 Kg O ₂ /Kg X _d X=VSS
Σταθερά παραγωγής αυτότροφης βιομάζας	$Y_{N,max}$	0.1-0.3 Kg VSS/Kg απομακρυνόμενου NH ₄ ⁺ - N

Σταθερά αποσύνθεσης νιτροποιητικών βακτηρίων $K_{d,N} = 0.5 \cdot 1.022^{(T-20)}$ $T (^{\circ}C)$



Πίνακας 9.2: Παράμετροι σχεδιασμού και λειτουργίας για τα διάφορα συστήματα τύπου ενεργού ιλύος.

Σύστημα ενεργού ιλύος	Χρόνος κράτησης στερεών, d	Οργανική φόρτιση (kg BAO ₅ /kg MLVSS·d)	Ογκομετρική φόρτιση (Kg BAO ₅ /m ³ ·d)	Αιωρούμενα στερεά μικτού υγρού, mg/L	Υδραυλικός χρόνος παραμονής, h	Ανακυκλοφορία	Συντελεστής ασφάλειας	Απόδοση αφαίρεσης BAO
	θ_x	F/M		ΑΣΜΥ, MLVS	$\theta = V/Q$	Q_r/Q		%
Συμβατικό								
-Σύνθηες	5-15	0.2-0.4	0.32-0.64	1500-3000	4-8	0.25-0.75	20-70	85-95
-Τροποποιημένος αερισμός	0.2-0.5	1.5-5.0	1.2-1.4	200-1000	1.5-3.0	0.05-0.25	4-20	60-75
-Ταχύρρυθμο	5-10	0.4-1.5	1.6-16	4000-10000	2-4	1.0-5.0	20-70	
Με βηματική τροφοδότηση	5-15	0.2-0.4	0.64-0.96	2000-3500	3-5	0.25-0.75	20-70	75-90
Πλήρους ανάμιξης	5-15	0.2-0.6	0.80-1.92	2500-4000	3-5	0.25-1.0	20-70	85-95
Με επιλογή								
Επαφής-σταθεροποίησης	5-15	0.2-0.6	0.96-1.20	1000-3000 (επαφή) 4000-1000 (σταθεροποίηση)	0.5-1.0 (επαφή) 3-6 (σταθεροποίηση)	0.5-1.5	20-75	80-90
↓ Παρατεταμένου αερισμού	20-30	0.05-0.15	0.15-0.40	3000-6000	18-36	0.5-1.5	>70	75-95
Με καθαρό οξυγόνο	3-10	0.25-1.0	1.60-3.20	2000-5000	1-3	0.25-0.5		85-95
Με επαναλαμβανόμενους λειτουργικούς κύκλους		0.05-0.30	0.08-0.24	1500-5000	12-50			85-95



ΙΠ=ΑΜ φοιτητή x 10

Πίνακας 4. Παράμετροι σχεδιασμού Απονιτροποίησης –Όγκος δεξαμενής Απονιτροποίησης

ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ			
$L_{TKN,F}$	Kg/d		Υπολογίσθηκε πριν
N_{NH4e}	Kg/d		Υπολογίσθηκε πριν
N_{NO3e}	Kg/d		Υπολογίσθηκε πριν
Αζωτο για σύνθεση βιομάζας	Kg/d		Από προηγούμενο πίνακα
$N-Nitr$	Kg NH_4^+-N/d		Από προηγούμενο πίνακα
$N_e = [TKN]e = [NH_4^+-N]e$	mg/L		Από προηγούμενο πίνακα
$N-Denitr$	Kg NO_3^--N/d		Υπολογίζεται
$[N-Denitr]$	mg NO_3^--N /L		Υπολογίζεται
V_{DN}	m^3		Υπολογίζεται
U_{DN} U'_{DN}	Kg $NO_3^--N/Kg VSS_d$		Δίνεται βιβλιογραφικά
Υδραυλικός χρόνος παραμονής στη δεξαμενή απονιτροποίησης	d		Υπολογίζεται



Ασκηση για την επόμενη φορά

Πίνακας 5. Υδραυλικός Χρόνος παραμονής στη δεξαμενή απονιτροποίησης & υπολογισμός ανακυκλοφοριών

ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΕΣ			
Q			Υπολογίζεται
R			
I			Υπολογίζεται
V			Υπολογίζεται
Επαληθεύουμε τον όγκο V_{DN}			
Επαλήθευση των V_R , V_{DN} & V_{tot}			
L_f	Kg/d		

Πίνακας 6. Υπολογισμός όγκου δεξαμενής καθίζησης, ηλικία λάσπης

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ			
$V_{ΔΔΚ}$	m^3		Υπολογίζεται
H	m		επιλέγεται
Σεπ.φορτ.	m^3 λυμάτ/ m^2 επιφάνειας δεξαμενής d		επιλέγεται
A	m^2		Υπολογίζεται
Σφορτ.στερ.	Kg MLSS / m^2 επιφάνειας δεξαμενής d		Υπολογίζεται για την επαλήθευση του A
$Q = Q_F + Q_R$			Υπολογίζεται
Υδραυλικός χρόνος παραμονής στη ΔΔΚ			Υπολογίζεται
Ηλικία της λάσπης	d		Υπολογίζεται
Q_w	m^3/d		Υπολογίζεται

