

1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ (συνέχεια) - ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΕΣ- ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ [1, 2, 3,4, 5]

Για το σχεδιασμό της εγκατάστασης χρησιμοποιούμε τιμές που υπολογίσθηκαν στο 1^ο μέρος. Από τις δεδομένες ή τις ήδη υπολογισμένες τιμές υπολογίζονται τα υπόλοιπα δεδομένα σχεδιασμού για τις ανάγκες της άσκησης. Στους πίνακες 4, 5 & 6 παρουσιάζονται αναλυτικά όλα τα δεδομένα σχεδιασμού (δεξαμενής απονιτροποίησης, ανακυκλοφοριών και δεξαμενής καθίζησης) και ο τρόπος υπολογισμού τους.

Για την εκτέλεση της άσκησης αυτής, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα της επίλυσης του πρώτου μέρους.

Για το λόγο αυτό πρέπει να έχετε μαζί, το φύλλο εργασίας της άσκησης 2.

1.1. Μεθοδολογία Σχεδιασμού Εγκατάστασης Απομάκρυνσης BOD, Νιτροποίησης - Απονιτροποίησης (με Προ-απονιτροποίηση)

Το δεύτερο μέρος του υπολογισμού αποτελεί συνέχεια του πρώτου μέρους και περιλαμβάνει :

α) με βάση τους υπολογισμούς του πίνακα 4, υπολογίζουμε τον υδραυλικό χρόνο παραμονής στη δεξαμενή απονιτροποίησης και τις ανακυκλοφορίες από τη δεξαμενή καθίζησης και αερισμού προς τη δεξαμενή απονιτροποίησης, σύμφωνα με τη σειρά και τις υποδείξεις του πίνακα 5.

β) με βάση τις υποδείξεις και τη σειρά του πίνακα 6, υπολογίζουμε τον όγκο της δεξαμενής καθίζησης, τον υδραυλικό χρόνο παραμονής στη δεξαμενή καθίζησης και κάνουμε τις σχετικές επαληθεύσεις με τα κριτήρια σχεδιασμού που δίνονται.

Πίνακας 4. Παράμετροι σχεδιασμού Απονιτροποίησης - Όγκος δεξαμενής Απονιτροποίησης

ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ			
$L_{TKN,e}$ = TKN στην είσοδο - φόρτιση	Kg/d		Υπολογίσθηκε πριν
N_{NH4e} = Αμμωνιακό άζωτο στην είσοδο, ημερήσιο φορτίο ή φόρτιση	Kg/d		Υπολογίσθηκε πριν
N_{NO3e} = Νιτρικό άζωτο στην έξοδο, ημερήσιο φορτίο ή φόρτιση	Kg/d		Υπολογίσθηκε πριν
Αζωτο για σύνθεση βιομάζας	Kg/d	$N_{\text{συνθ}} = BOD_0 \cdot 70\% \cdot 6\%$	Από προηγούμενο πίνακα
N_{Nitr} = Αζωτο που νιτροποιείται, φόρτιση	Kg $NH_4^+ - N/d$		Από προηγούμενο πίνακα
Το άζωτο $NH_4^+ - N$ που νιτροποιείται Kg N/d $N_e = [TKN]_e = [NH_4^+ - N]_e$ (mg/L) Kg/m ³	[N-Nitr] = συγκέντρωση σε mg/L		Από προηγούμενο πίνακα
N_{Denitr} = Αζωτο που απονιτροποιείται, φόρτιση	Kg $NO_3^- - N/d$	$N_{Denitr} = N_{Nitr} - N_{NO3e}$	Υπολογίζεται
N_{Denitr} = Αζωτο που απονιτροποιείται, συγκέντρωση	mg $NO_3^- - N/L$	$[N_{Denitr}] = [N_{Nitr}] - [N_{NO3e}]$	Υπολογίζεται

ΑΣΚΗΣΗ 3

Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων – Σύστημα Ενεργού Ιλύος για απομάκρυνση BOD, Νιτροποίηση - Απονιτροποίηση (με Προ-απονιτροποίηση)

ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΕΛ – ΜΕΡΟΣ 2^ο

(ΚΟΙΝΗ ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΟΜΑΔΕΣ)

V_{DN} = Όγκος δεξαμενής απονιτροποίησης Η ανοξική ζώνη, ο όγκος της οποίας υπολογίζεται με την εξίσωση που παρατίθεται, καταλαμβάνει συνήθως το 25-50% του συνολικού όγκου του αντιδραστήρα, ανάλογα με τη συγκέντρωση στερεών του ανάμικτου υγρού και τη διαθέσιμη οργανική τροφή.	m^3	$V_{DN} = \frac{N - \text{Denitr}}{U'_{DN} \times MLVSS}$	
U_{DN} = ειδικός ρυθμός απονιτροποίησης ο οποίος δίνεται βιβλιογραφικά, για ορισμένο εύρος των θερμοκρασιών, το οποίο καλύπτει τις θερμοκρασίες εισόδου των αποβλήτων. Εξαρτάται από το είδος της πηγής άνθρακα, δηλαδή τη μέθοδο απομάκρυνσης του αζώτου. Δίνεται βιβλιογραφικά. U'_{DN} = Ταχύτητα απονιτροποίησης, υπολογίζεται για τη θερμοκρασία λειτουργίας της εγκατάστασης	$Kg NO_3^- - N / Kg VSS_d$	Για προαπονιτροποίηση 0,03-0,11 (για θερμοκρασίες $T=15$ έως $27^\circ C$) 'Metcalf & Eddy'. Για μετά-απονιτροποίηση, που γίνεται συνήθως σε οξειδωτικές τάφρους και αφορά ενδογενή μεταβολισμό, ο $U_{DN} = 0,017 - 0,048$ (για θερμοκρασίες $T=12$ έως $20^\circ C$), οι οποίες αποτελούν το 50% των τιμών της μεθόδου με προαπονιτροποίηση, επειδή καταναλώνεται άζωτο στον ενδογενή μεταβολισμό. Οι μικρότερες τιμές παρατηρούνται για μεγαλύτερες ηλικίες λάσπης.	Δίνεται βιβλιογραφικά
Υδραυλικός χρόνος παραμονής στη δεξαμενή απονιτροποίησης	d	$t_{DN} = \frac{[N - \text{Denitr}]}{U'_{DN} \cdot MLVSS}$	Υπολογίζεται
Με δεδομένο το U_{DN} βιβλιογραφικά αλλά υπολογίζεται ως U'_{DN} από τη σχέση: $U'_{DN} = U_{DN} \times 1,09^{(T-20)} \times (1-DO)$ DO (Διαλυμένο οξυγόνο) = για την απονιτροποίηση ή συγκέντρωσή του είναι 0,1-0,5 mg/L, ενδεικτική τιμή: 0,1 - 0,2.			

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

ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΕΣ			
η: Βαθμός απομάκρυνσης (απόδοση) Νιτρικών		$\eta = 1 - \frac{N - NO_{3e}}{N - \text{Nitr}} = \frac{R}{R + 1}$	Υπολογίζεται
R = βαθμός συνολικής ανακυκλοφορίας = $y + r$		$R = N - \text{Denitr} / N_{NO3e}$	
r = ποσοστό της ανακυκλοφορουμένης ιλύος σε σχέση με την παροχή τροφοδοσίας ή σχεδιασμού		$r = \frac{X_{V,a}}{X_{V,u} - X_{V,a}}$	Υπολογίζεται
y = ποσοστό των ανακυκλοφορούντων νιτρικών σε σχέση με την παροχή τροφοδοσίας ή σχεδιασμού	$R = y + r = \frac{Q_{RN} + Q_R}{Q_F} = \frac{yQ_F + rQ_F}{Q_F}$		υπολογίζεται
Όπου $X_{V,a}$ = το $MLVSS$, $X_{V,u}$ = η βιομάζα στον πυθμένα της δεξαμενής καθίζησης, δηλαδή τα $MLVSS$ συμπυκνωμένα. Ο συντελεστής συμπύκνωσης μπορεί να επιλεγεί βιβλιογραφικά, ανάλογα με το επιλεγμένο σύστημα επεξεργασίας, πχ. για δεξαμενή εκτεταμένου αερισμού με νιτροποίηση ένας αποδεκτός συντελεστής συμπύκνωσης είναι το 2. "Metcalf & Eddy" Άρα το $X_{V,u} = 2 \times X_{V,a}$ για την περίπτωση του παραδείγματος.			
Q_{RN} = $y \cdot Q_F$ παροχή ανακυκλοφορίας των νιτρικών (από τη δεξαμενή αερισμού, ΔΑ, στη δεξαμενή απονιτροποίησης), Q_R = $r \cdot Q_F$ παροχή ανακυκλοφορίας της λάσπης (από τη δεξαμενή ΔΔΚ στη δεξαμενή απονιτροποίησης), Q_O = ημερήσια παροχή μικτού υγρού, Q_F = μέγιστη ημερήσια παροχή (τροφοδοσίας)			

$y = \text{ποσοστό των ανακυκλοφορούντων νιτρικών σε σχέση με την παροχή τροφοδοσίας ή σχεδιασμού}$ $r = \text{ποσοστό της ανακυκλοφορούμενης ιλύος σε σχέση με την παροχή τροφοδοσίας ή σχεδιασμού}$ $Q_O = Q_F + Q_{RN} + Q_R$			
Επαληθεύουμε τον όγκο V_{DN} $V_{tot} = V_R + V_{DN}$ Η ανοξική ζώνη είναι το 25-50% του V_{tot}		$V_{DN} = \delta V_{TOT} = Q_F t_{DN}$	
Επαλήθευση των V_R, V_{DN} & V_{tot} -Από το λόγο F/M υπολογίζουμε το V_{tot} -Από τη σχέση $V_R + V_{DN} = V_{tot}$ και έχοντας υπολογίσει τα V_R & V_{DN} πριν ξεχωριστά, υπολογίζω το V_{tot} πάλι και συγκρίνω με αυτό που υπολογίστηκε από το λόγο F/M		$L_S = \frac{F}{M} = \frac{L_F}{X_{Va} \cdot V_{tot}}$	
$L_F = \text{BOD5 λυμάτων στην είσοδο}$ - φόρτιση (φορτίο)	Kg/d	$L_F = \text{grBOD/ατομο_d} \times \Pi(\text{άτομ.})$	

Πίνακας 6. Υπολογισμός όγκου δεξαμενής καθίζησης, ηλικία λάσπης

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ

Ένας βέλτιστος σχεδιασμός πρέπει να προβλέπει την **ελαχιστοποίηση του συνολικού όγκου των δεξαμενών αερισμού και τελικής καθίζησης** (για μείωση κόστους κατασκευής).

Για τον υπολογισμό του όγκου της δεξαμενής αερισμού **επιλέγεται η συγκέντρωση των MLSS** (βιβλιογραφικά). Συνήθως επιλέγεται μία υψηλή τιμή, έτσι ώστε να προκύπτει μικρότερος όγκος δεξαμενής αερισμού. Επειδή η πολύ υψηλή τιμή των MLSS επηρεάζει την ανάμιξη, την οξυγόνωση και την καθίζηση, θα πρέπει να επιλεγεί η βέλτιστη τιμή των MLSS για το σχεδιασμό τόσο της αερισμού όσο και της καθίζησης και τον υπολογισμό των ανακυκλοφοριών.

Επίσης:

-η **επιφάνεια** παίζει σημαντικό ρόλο στην καθίζηση

-η **συνηθισμένη διάμετρος για κυκλικές δεξαμενές καθίζησης** κυμαίνεται από 10-40 m

-η **ακτίνα της δεξαμενής** δε θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το πενταπλάσιο του πλευρικού βάθους. **Επομένως, θα πρέπει να ικανοποιούνται δύο βασικά εμπειρικά κριτήρια** που σχετίζονται με την επιφάνεια, άρα και τον όγκο και γενικότερα τις διαστάσεις της δεξαμενής. **Τα κριτήρια αυτά είναι:**

α) το υδραυλικό φορτίο ή επιφανειακή φόρτιση (Γεφ.φορτ.-εκφρασμένο σε m^3 λυμάτων / m^2 επιφάνειας δεξαμενής_d) και επηρεάζει κατά κύριο λόγο τη διαδικασία της διαύγασης καθώς σχετίζεται με την ταχύτητα καθίζησης των βιοκροκίδων και **β) το φορτίο (φόρτιση) στερεών** (Γφορτ.στερ.-εκφρασμένο σε Kg ανάμικτου υγρού, MLSS / m^2 επιφάνειας δεξαμενής_d), επηρεάζει κατά κύριο λόγο τη διαδικασία συμπύκνωσης.

Οι σχέσεις υπολογισμού καθώς και οι τιμές που μπορούν να πάρουν τα κριτήρια αυτά δίνονται στη συνέχεια.

$V_{\Delta\Delta K}$, Όγκος δεξαμενής καθίζησης	m^3	$V_{\Delta\Delta K} = A \times H$ Το A υπολογίζεται όπως περιγράφεται παρακάτω	Υπολογίζεται
H = πλευρικό βάθος υγρού	m	τυπική τιμή = 3 m	επιλέγεται
Γεφ.φορτ. (υδραυλικό φορτίο ή επιφανειακή φόρτιση) Χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της επιφάνειας (A) της ΔΔΚ	m^3 λυμάτων / m^2 επιφάνειας δεξαμενής_d	Γεφ.φορτ. $\geq Q_F / A$ Παίρνει τιμές από 12-16, Τυπική τιμή 14	επιλέγεται
H = επιφάνεια κυκλικής δεξαμενής καθίζησης	m^2	Επιλέγεται μια τιμή για το Γεφ.φορτ. και λύνεται η παραπάνω σχέση ως προς A. Στη συνέχεια για αυτή την τιμή του A που προέκυψε υπολογίζεται η Γφορτ.στερ. (από τη σχέση που δίνεται στη συνέχεια). Η τιμή που θα προκύψει για την	Υπολογίζεται

		Γφορτ.στερ. θα πρέπει να είναι εντός των αποδεκτών ορίων που δίνονται στη βιβλιογραφία (επαλήθευση του δεύτερου κριτηρίου)	
Γφορτ.στερ. (το φορτίο ή φόρτιση στερεών) Αντικαθιστώ το A από το 1 ^ο κριτήριο (Γεπ.φορτ.) και βλέπω αν ισχύει το δεύτερο (Γφορτ.στερ.). Αν δεν ισχύει, επιλέγω μία άλλη τιμή του 1 ^{ου} κριτηρίου και κάνω τους σχετικούς υπολογισμούς από την αρχή.	Kg MLSS /m2 επιφάνειας δεξαμενής_d	Γφορτ.στερ. $\geq Q \times \text{MLSS} / A$ Η Γεπ.φορτ. παίρνει τιμές: 1. Για κλασικό σύστημα απομάκρυνσης θρεπτικών συστατικών: από 120-192, 2. Για σύστημα εκτεταμένου αερισμού: από 24-120 Όπου $Q = Q_F + Q_R$	Υπολογίζεται για την επαλήθευση του A
Η διαδικασία μπορεί να γίνει και με άλλη σειρά. Δηλαδή, υπολογίζω το A από τα δύο κριτήρια επιλέγοντας τις τιμές τους και συγκρίνω αν τα A έχουν κοντινές τιμές. Μετά τον υπολογισμό του A (του οποίου η τιμή επαληθεύει και τα 2 κριτήρια), υπολογίζω τον όγκο, με τον τύπο που δίνεται πιο πάνω ($V_{\Delta\Delta K} = A \times H$). Το κριτήριο του υδραυλικού φορτίου είναι κρίσιμο για περιπτώσεις μικρών συγκεντρώσεων ανάμικτου υγρού. Επειδή τελευταία συνήθως επιλέγονται σχετικά υψηλές τιμές ανάμικτου υγρού (2500-5000mg/L), ο σχεδιασμός των ΔΔΚ με βάση το υδραυλικό φορτίο, είναι πιθανό να οδηγήσει σε υψηλή φόρτιση στερεών, με αποτέλεσμα τη μη ικανοποιητική λειτουργία των δεξαμενών. Γι' αυτό θα πρέπει να ικανοποιούνται ταυτόχρονα τα δύο παραπάνω κριτήρια. Αν δεν ικανοποιούνται συγχρόνως τα δύο κριτήρια, υπολογίζω το Q χρησιμοποιώντας το Qμέση αντί του Qμέγιστη σαν παροχή σχεδιασμού (στην περίπτωση που εξετάζουμε το $Q_F = Q_{\text{μέγιστη}}$) ή επιλέγω άλλη τιμή MLSS.			
$Q = Q_F + Q_R$		$Q = Q_F + rQ_F = Q_F (1 + r)$	Υπολογίζεται
Οι κυκλικές δεξαμενές, στο κάτω μέρος σχηματίζουν κώνο, στον οποίο συσσωρεύεται η ιλύς. Ο όγκος που υπολογίζουμε αφορά στο κυλινδρικό μόνο τμήμα της δεξαμενής καθίζησης. Ο κώνος του πυθμένα της δεξαμενής, λαμβάνεται υπόψη μόνο κατασκευαστικά (δε λαμβάνεται υπόψη στους υπόλοιπους υπολογισμούς).			
Υδραυλικός χρόνος παραμονής στη ΔΔΚ -Αποτελεί κριτήριο σχεδιασμού και παίρνει τιμές ανάμεσα σε ένα εύρος, που δίνεται βιβλιογραφικά (επαληθεύω τους υπολογισμούς του όγκου και της παροχής)		$t_{av, \Delta\Delta K} = \frac{V_{\Delta\Delta K}}{Q_F}$	
Ηλικία της λάσπης -Αποτελεί κριτήριο σχεδιασμού, παίρνει τιμές ανάμεσα σε ένα εύρος -Προσδιορίζει τον επιτεύξιμο βαθμό καθίζησης και τα χαρακτηριστικά της ιλύος	d εύρος τιμών για εκτεταμένο αερισμό: 20-30d	$t_c = \frac{\text{Συνολ.μάζα μ/ο}}{\text{Μάζα απομακρυν. μ/ο}_d} = \frac{X_v V}{\Delta X_v}$	υπολογίζεται
Διακρίνουμε τις περιπτώσεις: 1. Το σύστημα επεξεργασίας αποτελείται μόνο από Δ.Α και ΔΔΚ και ανακυκλοφορία, χωρίς νιτροποίηση και συμβολίζοντας με X_v γενικά τα VSS για κάθε διαδικασία, και ΔX_v την περίσσεια ιλύος από τα πτητικά γενικά, Τότε, για την περίπτωση αυτή, στην παραπάνω σχέση όπου:			

▪ X
 μ
 ▪ V
 ▪ L
 ε
 Δ

 $Y_{\max}$
 $= 0,5$
 $k_d =$
 χρόν

2. Το σύ
 Τότε
 ▪
 ▪
 ▪
Όπου Δ
 του αμμ

 $\Delta X_{v,N}$
 (TKN)_e
 $Y_{N,\max} =$
 NH_4^+
 $K_{d,N} =$
 σία λειπ
 $X_{v,N} =$
 Στην π
 που νι
 σχέση :
3. Το ε
 τη ΔΔ
 νές ιλύ
 Τό
 ▪
 ▪
 ▪
 ▪
Όπου:
 υπολο
 επί τό
 $\Delta X_{v,N}$
 Το Q
 νόμεν
 Όπου
 πτητι
 Για π
 'Όποι
 $-\Delta X_v$
 $-\Delta X_v$
 στερε
 λητέα

- $X_V = X_{V,a}$ = οι μ/ο (βιομάζα, ενεργός ιλύς ή VSS, ή MLVSS) που παράγονται στη δεξαμενή αερισμού και δίνεται από τη σχέση: $MLVSS = 0,7 MLSS$, (τα MLSS επιλέγονται)
- $V = V_R = 0$ όγκος της δεξαμενής αερισμού
- $\Delta X_V = \Delta X_{V,a}$ η **περίσσεια ιλύος δηλ.**, η ποσότητα της απομακρυνόμενης ιλύος για τη Δ.Α, μόνο από διάσπαση οργανικών ουσιών (BOD) και δίνεται σε Kg/d από τη σχέση :

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

$Y_{\max}$ = σταθερή σύνθεσης, μάζας παραγόμενων μ/ο προς μάζα καταναλισκόμενων οργανικών ουσιών = 0,5 - 0,75 Kg VSS/ Kg απομακρυνόμενου BOD. **Τυπική τιμή = 0,65**

k_d = σταθερή αποσύνθεσης, μάζα μ/ο που καταστρέφονται προς συνολική μάζα μ/ο στη μονάδα του χρόνου = 0,05-0,08 d⁻¹. **Τυπική τιμή = 0,06**

2. Το σύστημα επεξεργασίας αποτελείται μόνο από Δ.Α και ΔΔΚ και ανακυκλοφορία, με νιτροποίηση

Τότε στην παραπάνω σχέση όπου:

- $X_V = X_{V,a}$ = ίδια με την πρώτη περίπτωση
- $V = V_R = 0$ όγκος της δεξαμενής αερισμού
- $\Delta X_V = \Delta X_{V,a} + \Delta X_{V,N}$

Όπου $\Delta X_{V,N}$, είναι η ημερήσια ποσότητα της αυτότροφης βιομάζας (ιλύς), δηλαδή από την οξείδωση του αμμωνιακού αζώτου (N-οξειδωτικών μ/ο) και δίνεται σε Kg/d, ως φόρτιση, από τη σχέση:

$$\Delta X_{V,N} = Y_{N,\max} \{ [(TKN)_F - (TKN)_e] Q_F - 0,12 \Delta X_{V,a} \} - k_{d,N} \cdot X_{V,N} \cdot V_R$$

(TKN)_e: είναι η συγκέντρωση του ολικού αζώτου στην έξοδο

$Y_{N,\max}$ = ο συντελεστής απόδοσης (παραγωγής) βιομάζας = 0,1-0,3 σε Kg VSS/Kg N_{ox}, (ή Kg VSS/Kg N-NH₄⁺). **Τυπική τιμή: 0,2 Kg VSS/Kg N-NH₄⁺**

$K_{d,N} = 0,5 \cdot 1,022^{(T-20)}$ = συντελεστής αποσύνθεσης των νιτροποιητικών βακτηριδίων, όπου T= θερμοκρασία λειτουργίας, °C

$X_{V,N}$ = Η συγκέντρωση των νιτροποιών βακτηριδίων. Συνήθως το $X_{V,N}$ είναι ποσοστό του MLVSS = 3-5%.

Στην πράξη όμως μπορούμε πιο εύκολα να υπολογίσουμε το ΔX_N ως το γινόμενο του αμμωνιακού αζώτου που νιτροποιείται, επί το βαθμό μετατροπής αυτού σε βιομάζα (10-30%, τυπική τιμή 20%) σύμφωνα με τη σχέση : $\Delta X_{V,N} = 20\% \times N-Nitr$, σε Kg/d, ως φόρτιση

3. Το σύστημα επεξεργασίας αποτελείται από τη Δ.Α με νιτροποίηση, τη δεξαμενή απονιτροποίησης, τη ΔΔΚ και τις ανακυκλοφορίες (από ΔΔΚ και Δ.Α στη δεξαμενή απονιτροποίησης - σύστημα με κοινές ιλίες)

Τότε στην παραπάνω σχέση όπου:

- $X_V = X_{V,a}$ = ίδια με την πρώτη περίπτωση
- $V = V_{tot} = V_R + V_{DN}$ (όπου V_{DN} ο όγκος της δεξαμενής απονιτροποίησης)
- $\Delta X_V = \Delta X_{V,a} + \Delta X_{V,N} + \Delta X_{V,DN}$

Όπου: $\Delta X_{V,DN}$ = η παραγόμενη βιομάζα (ιλύς) από την απομάκρυνση (αναγωγή) του νιτρικού αζώτου, και υπολογίζεται είτε όπως στη θεωρία, είτε πρακτικά ως το γινόμενο του απομακρυνόμενου νιτρικού αζώτου επί το βαθμό μετατροπής αυτού σε βιομάζα (40-90%, τυπική τιμή 70%) σύμφωνα με τη σχέση:

$$\Delta X_{V,DN} = 70\% \times N-Denitr, \text{ όπου: } N-Denitr = N-Nitr - N-NO_3e$$

Το Q_w = η παροχή της απομακρυνόμενης ιλύος	m ³ /d	$Q_w = \Delta X \text{ (Kg/d)} / X_u \text{ (mg/l ή Kg/m}^3\text{)}$	Υπολογίζεται
---	-------------------	--	--------------

Όπου ΔX είναι η συνολική περίσσεια ιλύος που απομακρύνεται από το σύστημα και περιλαμβάνει και τα μη πτητικά στερεά για κάθε μία από τις τρεις προηγούμενες περιπτώσεις.

Για την εργαστηριακή άσκηση (περίπτωση 3): $\Delta X = \Delta X_V + \Delta X_{NonV} - \Delta X_e \text{ (Kg/d)}$

Όπου:

$-\Delta X_V = \Delta X_{V,a} + \Delta X_{V,N} + \Delta X_{V,DN}$, υπολογίσθηκε προηγουμένως, (πτητικά στερεά, περίπτωση 3)

$-\Delta X_{NonV}$ = τα μη πτητικά αιωρούμενα στερεά. Στην είσοδο της εγκατάστασης (τροφοδοσία, Q_F , τα ολικά στερεά είναι τα $SS_F = VSS + NVSS$ (volatiles + non volatiles). Επειδή στην εισροή τα VSS θεωρούνται αμελητέα και υπάρχουν μόνο στο σύστημα επεξεργασίας ως MLVSS, τα NVSS προσεγγιστικά = SS_F και υπο-

λογίζονται στα δεδομένα σχεδιασμού

- ΔX_e = τα ολικά στερεά στην έξοδο της εγκατάστασης, SS_e , (Kg/d), υπολογίζονται ως παράμετροι σχεδιασμού (δίνονται ως συγκέντρωση στα δεδομένα σχεδιασμού -απαίτηση).

Η παρουσία SS_e , που οφείλεται στα MLSS που δεν καθιζάνουν, συμβάλλει στο συνολικό BOD της εκροής.

- X_u = τα MLSS στον πυθμένα της δεξαμενής καθίζησης σε mg/L ή Kg/m³ (όπου γίνεται συμπύκνωση λάσπης). Μπορεί να υπολογισθεί από τα MLSS της Δ.Α. συμπυκνωμένα 2-4 φορές (τυπική τιμή συμπύκνωσης 2 φορές).

Δηλαδή $X_u = 2 \times MLSS_{(στη \Delta A)}$

• $X_{v,u}$ = τα MLVSS στον πυθμένα της δεξαμενής καθίζησης

• η σχέση $MLVSS = 0,7 \times MLSS$ ισχύει και στη λάσπη της ΔΔΚ, δηλαδή $X_{v,u} = 0,7 \times X_u$. Άρα ισχύει και $X_{v,u} = 2 \times X_{v,a} = 2 \times MLVSS$.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αϊβαζίδης Α., "Τεχνολογία και Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων II", Δημοκρίτειο Παν/μιο Θράκης, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Εκδ. Εταιρεία Αξιοποίησης
2. Metckalf & Eddy, "Waste Water Engineering- Treatment-Disposal-Reuse" McGrawHill, 1991, Third Ed.
3. Στάμου Ι. Α., "Βιολογικός Καθαρισμός Αστικών Αποβλήτων –με Παρατεταμένο Αερισμό και Βιολογική Απομάκρυνση Θρεπτικών" ΑΘΗΝΑ 1995, Εκδ. Παπασωτηρίου
4. M. J. Hammer, M. J. Hammer Jr., , "Water and Waste Water Technology", Prentice Hall, N.J., 1996, Third Ed.
5. Ανδρεαδάκης Α., Κατσίρη Α., Μαμαής Δ., "Τεχνολογία Αντιμετώπισης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων", Τόμος Α', "Επεξεργασία και διάθεση Υγρών Αποβλήτων", Ελληνικό Ανοικτό Παν/μιο, Πάτρα 2001

3. ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

-Να υπολογισθούν: ο όγκος της δεξαμενής Απονιτροποίησης, ο υδραυλικός χρόνος παραμονής στη δεξαμενή απονιτροποίησης, να γίνει ο υπολογισμός των ανακυκλοφοριών, του όγκου της δεξαμενής καθίζησης και της ηλικίας της λάσπης, σε συνέχεια των υπολογισμών της εργαστηριακής άσκησης 2.

-Να συμπληρωθούν οι πίνακες που δίνονται στο φύλλο άσκησης.

-Να γίνουν οι επαληθεύσεις του συστήματος που σχεδιάσατε.

Πίνακι

ΔΗΟ

L_{TKN,F}

N_{NH}

N_{NO}

Αζωτο

N-Nitr

Ne = [T

N-Den

[N-De

V_{DN}

U_{DN}

U'_{DN}

Υδραυ

δεξαμε

Πίνακι

λοφορι

ΑΝΑΙ

η

R

γ

Υ

Επαλη

Επαλη

L_F

Πίνακι

ΑΕΞΑ

V_{ΔΔΚ}

H

Γεπ.φ

Α

Γφορτ

Q = Q

Υδραυ

στη ΔΔ

Ηλικία

Q_w

ΦΥΛΛΟ ΑΣΚΗΣΗΣ 3

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

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

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

Πίνακας 6. Υπολογισμός όγκου δεξαμενής καθίζησης, ηλικία λάσπης

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ			
$V_{ΔΔΚ}$	m^3		Υπολογίζεται
H	m		επιλέγεται
Επ.φορτ.	$m^3 \text{ λυμάτων}/m^2 \text{ επιφάνειας δεξαμενής}_d$		επιλέγεται
A	m^2		Υπολογίζεται
Φορτ.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