

Οδηγίες Συγγραφής Τεχνικής Αναφοράς

Παράδοση αποτελεσμάτων Εργασιών 2 & 3

ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ

Όλες οι εργασίες θα παραδοθούν μόνο την ημέρα που προβλέπεται στο πρόγραμμα ασκήσεων που σας δόθηκε. Δε θα γίνουν δεκτές εργασίες πέραν της προγραμματισμένης ημέρας

1. ΓΕΝΙΚΑ

Το παρόν κείμενο αφορά στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων των ασκήσεων 2 και 3 υπό μορφή Τεχνικής Έκθεσης. Η άσκηση είναι ατομική, δηλαδή κάθε φοιτητής θα συντάξει τη δική του Τεχνική αναφορά και στόχος αυτής είναι η πλήρης κατανόηση τόσο του θεωρητικού υποβάθρου που απαιτείται για την επίλυση των ασκήσεων όσο και της μεθοδολογίας που ακολουθείται στο σχεδιασμό μιας Εγκατάστασης Βιολογικής Επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Το περιεχόμενο της εν λόγω Τεχνικής Έκθεσης καθορίζεται στη συνέχεια, βάσει του υποδείγματος που σας προτείνεται για το σχεδιασμό της κάθε επιμέρους μονάδας της μελετώμενης Εγκατάστασης Ενεργού Ιλύος Απομάκρυνσης BOD, Νιτροποίησης - Απονιτροποίησης (με Προ-απονιτροποίηση).

Σημειώνεται ότι το υπόδειγμα αυτό αποτελεί έναν οδηγό για τη διάρθρωση και το περιεχόμενο της Τεχνικής Αναφοράς σας, όπου παρουσιάζονται ποιοτικώς οι παράμετροι που θα πρέπει να επιλέξετε ή υπολογίσετε, ενώ τα ποσοτικά δεδομένα (δηλαδή οι τιμές των παραμέτρων αυτών) είναι αυτά που ήδη έχετε προσδιορίσει στα πλαίσια των υπολογιστικών ασκήσεων 2 και 3.

2. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ – ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

2.1. Εισαγωγή

Να γίνει μια συνοπτική περιγραφή του συστήματος Βιολογικής Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων που μελετήθηκε και να κατασκευαστεί το διάγραμμα ροής της εγκατάστασης, όπου θα απεικονίζονται τα βασικά ρεύματα ροής (εισροές και εκροές των επιμέρους μονάδων) και τα ανακυκλοφορούμενα ρεύματα.

2.1. Γενικά στοιχεία σχεδιασμού

Στην παράγραφο αυτή θα παρουσιάσετε υπό μορφή πίνακα τις βασικές παραμέτρους σχεδιασμού της εγκατάστασης. Αυτές περιλαμβάνουν:

- α) τα δεδομένα,
- β) τις παραδοχές,
- γ) τις προδιαγραφές καθαρισμού των λυμάτων (απαιτήσεις) και
- δ) τα υπολογιζόμενα μεγέθη.

Οι τιμές των παραμέτρων α), β) και γ), είτε καθορίζονται στα δεδομένα της άσκησης που δόθηκε σε κάθε ομάδα ξεχωριστά, ή λαμβάνονται βάσει βιβλιογραφικών δεδομένων ή απαιτήσεων της ισχύουσας νομοθεσίας που αφορά στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων.

Ειδικότερα:

Τα δεδομένα αφορούν στις εξής παραμέτρους:

- Ισοδύναμο Πληθυσμό (άτομα)
- Θερμοκρασία λειτουργίας της εγκατάστασης (°C)

Οι παραδοχές αφορούν στις εξής παραμέτρους:

- Ειδική μέση ημερήσια παροχή (l/άτομ._d)
- Ειδική παροχή BOD₅ των εισερχόμενων λυμάτων (grBOD/άτομο_d)
- Ειδική παροχή SS των εισερχόμενων λυμάτων (grSS/άτομο_d)
- Ειδική παροχή TKN (Ολικού Kjeldahl αζώτου) των εισερχόμενων λυμάτων (grTKN/άτομο_d)

Οι προδιαγραφές καθαρισμού (απαιτήσεις) αφορούν στις εξής παραμέτρους:

- Συγκέντρωση του BOD₅ των λυμάτων στην έξοδο της εγκατάστασης (mg/l).
- Απόδοση της εγκατάστασης σε απομάκρυνση BOD₅ (%)
- Συγκέντρωση των Αιωρούμενων Σωματιδίων (SS) των λυμάτων στην έξοδο της εγκατάστασης (mg/l).
- Συγκέντρωση του Αμμωνιακού Αζώτου (N_{NH4}) των λυμάτων στην έξοδο της εγκατάστασης (mg/l).
- Συγκέντρωση του Νιτρικού Αζώτου (N_{NO3}) των λυμάτων στην έξοδο της εγκατάστασης (mg/l).

Τα υπολογιζόμενα μεγέθη είναι:

- Η Μέση ημερήσια παροχή εισερχόμενων λυμάτων (m³/d)
- Η Μέγιστη ημερήσια παροχή λυμάτων στην είσοδο της εγκατάστασης ή παροχή σχεδιασμού (m³/d)
- Το BOD₅ των λυμάτων στην είσοδο της εγκατάστασης α) σε φόρτιση και β) σε συγκέντρωση
- Τα SS των λυμάτων στην είσοδο της εγκατάστασης α) σε φόρτιση και β) σε συγκέντρωση

- Το TKN των λυμάτων στην είσοδο της εγκατάστασης α) σε φόρτιση και β) σε συγκέντρωση
- Το BOD₅ των λυμάτων στην έξοδο της εγκατάστασης σε φόρτιση
- Τα SS των λυμάτων στην έξοδο της εγκατάστασης σε φόρτιση
- Το Νιτρικό άζωτο (N-NO₃) στην έξοδο της εγκατάστασης σε φόρτιση
- Το Αμμωνιακό άζωτο (N-NH₄) στην έξοδο της εγκατάστασης σε φόρτιση

2.2. Δεξαμενή αερισμού

Θεωρητικό μέρος

Θα περιγράψετε το ρόλο της Δεξαμενής Αερισμού σε μια Εγκατάσταση Επεξεργασίας υγρών Αποβλήτων με τη μέθοδο της Ενεργού Ιλύος για απομάκρυνση BOD, Νιτροποίηση - Απονιτροποίηση (διαδικασία με Προ-απονιτροποίηση).

Να δοθεί έμφαση στις βασικές βιοχημικές διεργασίες που συμβαίνουν στη Δεξαμενή Αερισμού και έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση του ρυπαντικού φορτίου των επεξεργαζόμενων λυμάτων. Να αναφέρετε ποια από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των λυμάτων (παράμετροι ρυπαντικού φορτίου) διαφοροποιούνται κατά την επεξεργασία των λυμάτων στη Δεξαμενή Αερισμού και με ποιο τρόπο.

Τι είναι η Νιτροποίηση και ποιες συνθήκες την ευνοούν. Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την Νιτροποίηση και με ποιο τρόπο;

Δεδομένα σχεδιασμού Δεξαμενής Αερισμού

Στην παράγραφο αυτή θα παρουσιάσετε όλες τις παραμέτρους (βιβλιογραφικά δεδομένα, παραδοχές, σταθερές) που είναι καθοριστικής σημασίας για το σχεδιασμό της Δεξαμενής αερισμού και οι οποίες αναφέρονται στη συνέχεια. Θα πρέπει να αναφέρετε τόσο το εύρος τιμών εντός του οποίου κυμαίνονται, όσο και την τιμή την οποία επιλέξατε και χρησιμοποιήσατε στους υπολογισμούς σας.

Αυτές είναι:

- Φορτίο λάσπης ή Λόγος τροφής προς μάζα μ/ο Ls ή λόγος F/M (KgBOD₅/MLVSS-ημ)
- Αιωρούμενα στερεά στη Δεξαμενή Αερισμού (Mixed Liquor Suspended Solids) MLSS (mg/l)
- Πτητικά Αιωρούμενα Στερεά (Mixed Liquor Volatile Suspended Solids) MLVSS (mg/l)
- Φόρτιση όγκου δεξαμενής αερισμού C_V (KgBOD/m³_d)
- Συγκέντρωση κορεσμού του οξυγόνου στους 20 °C = C_{S20} (mg/L)
- Συγκέντρωση κορεσμού του οξυγόνου σε T °C, και πίεση 760 mmHg (θερμοκρασία λειτουργίας) = C_{w,alt} (mg/L)
- Συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου λειτουργίας, DO = C_L (mg/L)
- Συντελεστής μεταβίβασης οξυγόνου στα λύματα (συντελεστής διόρθωσης), λόγος μεταφοράς οξυγόνου στα απόβλητα σε σχέση με το καθαρό νερό (βρύσης) = α
- Συντελεστής διαλυτότητας, δηλ. συντελεστής διόρθωσης που σχετίζεται με την αλατότητα και την επιφανειακή τάση ή λόγος μεταφοράς οξυγόνου στα απόβλητα σε σχέση με το απεσταγμένο νερό = β
- Θερμοκρασία λειτουργίας της εγκατάστασης = T (°C)
- Πίεση στην επιφάνεια των δεξαμενών αερισμού όταν χρησιμοποιούνται επιφανειακοί αεριστήρες και στο μέσο βάθος όταν χρησιμοποιούνται υποβρύχιοι = P. (mm Hg)
- Συντελεστής απαίτησης (κατανάλωσης) οξυγόνου για την οξείδωση των ανθρακούχων συστατικών = α (kgO₂/kgBOD₅)
- Συντελεστής ενδογενούς αναπνοής, εξαρτάται από τη θερμοκρασία = b (KgO₂/kgVSS_d)

Υπολογισμοί Δεξαμενής Αερισμού

Στην παράγραφο αυτή θα παρουσιάσετε όλες τις σχέσεις βάσει των οποίων υπολογίσατε τις παραμέτρους σχεδιασμού της Δεξαμενής αερισμού και τις οποίες θα επιλύσετε με βάση τα δεδομένα της άσκησής σας.

Υπολογισμός δεξαμενών

Τα μεγέθη που πρέπει να υπολογίσετε είναι:

- BOD στην είσοδο της δεξαμενής αερισμού, ως φόρτιση, δηλ. στην έξοδο της απονιτροποίησης (προαπονιτροποίηση) = L_R (Kg BOD/d)
- Όγκος δεξαμενής αερισμού = V_R (m³)
- Υδραυλικός χρόνος παραμονής στη δεξαμενή αερισμού = t_{av} (hr)
- Αφομοιούμενο άζωτο για τη σύνθεση της βιομάζας = $N_{\text{συνθ}} = 0,12(\Delta X_V + \Delta X_N)$ (Kg N/d)
- Άζωτο NH_4^+ -N που νιτροποιείται = N_{Nitr} (Kg N/d)

Υπολογισμός απαιτούμενου οξυγόνου

- Απαιτούμενο οξυγόνο για την οξείδωση των ανθρακούχων συστατικών και την ενδογενή αναπνοή (κατανάλωση Οξυγόνου) = OD (Kg O₂/d)
- Απαιτούμενο οξυγόνο για την οξείδωση του αζώτου, δηλ. για νιτροποίηση = NOD (Kg O₂/d)
- Ολική απαίτηση οξυγόνου για το σύνολο των αερόβιων διεργασιών σε συνθήκες λειτουργίας = TOD (Kg O₂/d)
- Πραγματική απαίτηση σε οξυγόνο (συγκέντρωση κορεσμού) για την επιλογή και υπολογισμό των συστημάτων αερισμού, Kg O₂/KWh για καθαρό νερό με μηδενική αρχική συγκέντρωση οξυγόνου = TOD_0 (Kg O₂/d)

Παρουσίαση αποτελεσμάτων Δεξαμενής Αερισμού

Στην παράγραφο αυτή θα παρουσιάσετε τα αποτελέσματα των υπολογισμών της Δεξαμενής Αερισμού υπό μορφή πίνακα. Στον πίνακα αυτό θα φαίνονται τα υπολογιζόμενα μεγέθη, ο συμβολισμός τους, οι μονάδες μέτρησής τους και οι τιμές τους.

2.3. Δεξαμενή Απονιτροποίησης

Θεωρητικό μέρος

Θα περιγράψετε το ρόλο της Δεξαμενής Απονιτροποίησης (ή αλλιώς Ανοξικής Δεξαμενής) στη μελετώμενη Εγκατάσταση Επεξεργασίας υγρών Αποβλήτων με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος. Να αναφερθείτε στις βασικές βιοχημικές διεργασίες που συμβαίνουν στη Δεξαμενή Απονιτροποίησης, στις συνθήκες που ευνοούν την Απονιτροποίηση και στους παράγοντες που την επηρεάζουν, και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των λυμάτων (παράμετροι ρυπαντικού φορτίου) που διαφοροποιούνται κατά την επεξεργασία των λυμάτων στη Δεξαμενή Απονιτροποίησης.

Επίσης, να εξηγήσετε τι συμβαίνει κατά τη Βιολογική Επεξεργασία των Υγρών Αποβλήτων με τη μέθοδο της Ενεργού Ιλύος στις εξής περιπτώσεις: α) με Προ-απονιτροποίηση και β) με Μετα-Απονιτροποίηση. Για ποιους λόγους πιστεύετε ότι επιλέγεται συνήθως η μέθοδος της Προ-απονιτροποίησης.

Παράμετροι σχεδιασμού Δεξαμενής Απονιτροποίησης

Στην παράγραφο αυτή θα παρουσιάσετε όλες τις παραμέτρους (βιβλιογραφικά δεδομένα, παραδοχές, σταθερές) που είναι καθοριστικής σημασίας για το σχεδιασμό της Δεξαμενής

Απονιτροποίησης και οι οποίες αναφέρονται στη συνέχεια. Θα πρέπει να αναφέρεται τόσο το εύρος τιμών εντός του οποίου κυμαίνονται, όσο και την τιμή την οποία επιλέξατε και χρησιμοποιήσατε στους υπολογισμούς σας.

Αυτές είναι:

- Συντελεστής απομοίωσης του BOD (ρυθμός παραγωγής πτητικών, λόγω αφομοίωσης οργανικών ανθρακούχων ενώσεων για παραγωγή βιομάζας στη δεξαμενή απονιτροποίησης) = **a** (mg VSS/mg BOD)
- Συντελεστής απομοίωσης Νιτρικού αζώτου (ρυθμός παραγωγής πτητικών, λόγω αφομοίωσης Νιτρικού αζώτου για παραγωγή βιομάζας στη δεξαμενή απονιτροποίησης) = **b** (mg VSS/mg NO₃-N)
- **U_{DN}** =ειδικός ρυθμός απονιτροποίησης ο οποίος δίνεται βιβλιογραφικά, για ορισμένο εύρος των θερμοκρασιών, το οποίο καλύπτει τις θερμοκρασίες εισόδου των αποβλήτων, σε Kg NO₃⁻-N/Kg VSS_d. Εξαρτάται από το είδος της πηγής άνθρακα, δηλαδή τη μέθοδο απομάκρυνσης του αζώτου. Δίνεται βιβλιογραφικά.

Υπολογισμοί Δεξαμενής Απονιτροποίησης

Στην παράγραφο αυτή θα παρουσιάσετε όλες τις σχέσεις βάσει των οποίων υπολογίσατε τις παραμέτρους σχεδιασμού της Δεξαμενής Απονιτροποίησης και τις οποίες θα επιλύσετε με βάση τα δεδομένα της άσκησής σας.

Τα μεγέθη που πρέπει να υπολογίσετε είναι:

- Άζωτο που απονιτροποιείται, σε φόρτιση = **N-Denitr** (Kg NO₃⁻-N/d)
- Τα παραγόμενα VSS στη δεξαμενή απονιτροποίησης = **L_{vss}** (Kg VSS /d)
- Το απομακρυνόμενο BOD στη δεξαμενή απονιτροποίησης = **L_{DN}** (Kg BOD/d)
- Το BOD στην έξοδο της απονιτροποίησης (προαπονιτροποίηση) δηλ. στην είσοδο της δεξαμενής αερισμού, ως φόρτιση = **L_R** (Kg BOD/d)
- Όγκος δεξαμενής απονιτροποίησης = **V_{DN}** (m³)
- Υδραυλικός χρόνος παραμονής στη δεξαμενή απονιτροποίησης = **t_{DN}** (d)
- Η παραγόμενη βιομάζα (ιλύς) από την απομάκρυνση (αναγωγή) του νιτρικού αζώτου=**ΔX_{v,DN}**

Παρουσίαση αποτελεσμάτων Δεξαμενής Απονιτροποίησης

Στην παράγραφο αυτή θα παρουσιάσετε τα αποτελέσματα των υπολογισμών της Δεξαμενής Απονιτροποίησης υπό μορφή πίνακα. Στον πίνακα αυτό θα φαίνονται τα υπολογιζόμενα μεγέθη, ο συμβολισμός τους, οι μονάδες μέτρησής τους και οι τιμές τους.

2.4. Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης

Θεωρητικό μέρος

Θα περιγράψετε το ρόλο της Δεξαμενής Δευτεροβάθμιας Καθίζησης στη μελετώμενη Εγκατάσταση Επεξεργασίας υγρών Αποβλήτων με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος. Να αναφερθείτε στους παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση της ΔΔΚ και στα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για το βέλτιστο σχεδιασμό της.

Παράμετροι σχεδιασμού Δεξαμενής Δευτεροβάθμιας Καθίζησης

Στην παράγραφο αυτή θα παρουσιάσετε όλες τις παραμέτρους (βιβλιογραφικά δεδομένα, παραδοχές, σταθερές) που είναι καθοριστικής σημασίας για το σχεδιασμό της Δεξαμενής Δευτεροβάθμιας Καθίζησης (ΔΔΚ) και οι οποίες αναφέρονται στη συνέχεια. Θα πρέπει να

αναφέρεται τόσο το εύρος τιμών εντός του οποίου κυμαίνονται, όσο και την τιμή την οποία επιλέξατε και χρησιμοποιήσατε στους υπολογισμούς σας.

Αυτές είναι:

- μ/o (βιομάζα, ενεργός ιλύς ή VSS, ή MLVSS) που παράγονται στη δεξαμενή αερισμού = $X_v = X_{v,a}$ (mg/L)
- MLSS στον πυθμένα της δεξαμενής καθίζησης = X_u (mg/L)
- Τα ολικά στερεά στην έξοδο της εγκατάστασης, $(SS_e) = \Delta X_e$ (Kg/d)
- **Γεπ.φορτ., Γφορτ.στερ.**

Υπολογισμοί Δεξαμενής Δευτεροβάθμιας Καθίζησης

Στην παράγραφο αυτή θα παρουσιάσετε όλες τις σχέσεις βάσει των οποίων υπολογίσατε τις παραμέτρους σχεδιασμού της Δεξαμενής Δευτεροβάθμιας Καθίζησης ($\Delta\Delta K$) και τις οποίες θα επιλύσετε με βάση τα δεδομένα της άσκησης σας.

Τα μεγέθη που πρέπει να υπολογίσετε είναι:

- Επιφάνεια κυκλικής δεξαμενής καθίζησης = A (m^2)
- Όγκος δεξαμενής καθίζησης = $V_{\Delta\Delta K}$ (m^3)
- Υδραυλικός χρόνος παραμονής στη $\Delta\Delta K$ = $t_{av,\Delta\Delta K}$ (hr)
- Ηλικία της λάσπης = t_c (d)
- Συνολικός όγκος δεξαμενών αερισμού και απονιτροποίησης $V_{tot} = V_R + V_{DN}$
- Η συνολική περίσσεια ιλύος που απομακρύνεται από το σύστημα = ΔX (Kg/d)
- Παροχή της απομακρυνόμενης ιλύος = Q_w (m^3/d)

Παρουσίαση αποτελεσμάτων Δεξαμενής Δευτεροβάθμιας Καθίζησης

Στην παράγραφο αυτή θα παρουσιάσετε τα αποτελέσματα των υπολογισμών της Δεξαμενής Δευτεροβάθμιας Καθίζησης υπό μορφή πίνακα. Στον πίνακα αυτό θα φαίνονται τα υπολογιζόμενα μεγέθη, ο συμβολισμός τους, οι μονάδες μέτρησής τους και οι τιμές τους.

2.5. Ανακυκλοφορίες

Θεωρητικό μέρος

Θα περιγράψετε το ρόλο των Ανακυκλοφοριών σε μια Εγκατάσταση Επεξεργασίας υγρών Αποβλήτων με τη μέθοδο της Ενεργού Ιλύος για απομάκρυνση BOD, Νιτροποίηση – Απονιτροποίηση (διαδικασία με Προ-απονιτροποίηση). Θα περιγράψετε τις ανακυκλοφορίες της εγκατάστασης του εργαστηρίου.

Παράμετροι σχεδιασμού

Στην παράγραφο αυτή θα παρουσιάσετε όλες τις παραμέτρους (βιβλιογραφικά δεδομένα, παραδοχές, σταθερές) που χρησιμοποιήσατε στον υπολογισμό των ανακυκλοφοριών.

Αυτές είναι:

- τα MLVSS στη $\Delta\Delta K$ = $X_{v,a}$
- η βιομάζα στον πυθμένα της δεξαμενής καθίζησης, δηλαδή τα MLVSS συμπυκνωμένα = $X_{v,u}$

Υπολογισμοί Ανακυκλοφοριών

- ποσοστό της ανακυκλοφορούμενης ιλύος σε σχέση με την παροχή τροφοδοσίας ή σχεδιασμού = r
- ποσοστό των ανακυκλοφορούμενων νιτρικών σε σχέση με την παροχή τροφοδοσίας ή σχεδιασμού = y
- βαθμός συνολικής ανακυκλοφορίας = R

- παροχή ανακυκλοφορίας της λάσπης (από τη δεξαμενή ΔΔΚ στη δεξαμενή απονιτροποίησης) = Q_R (m³/d)
- παροχή ανακυκλοφορίας των νιτρικών (από τη δεξαμενή αερισμού, στη δεξαμενή απονιτροποίησης) = Q_{RN} (m³/d)
- ημερήσια παροχή μικτού υγρού = Q_o (m³/d)

Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Στην παράγραφο αυτή θα παρουσιάσετε τα αποτελέσματα των υπολογισμών των ανακυκλοφοριών υπό μορφή πίνακα. Στον πίνακα αυτό θα φαίνονται τα υπολογιζόμενα μεγέθη, ο συμβολισμός τους, οι μονάδες μέτρησής τους και οι τιμές τους.