

Προσοχή! Κάποιες παράμετροι σχεδιασμού που υπολογίζονται σε mg/L μπορεί να χρειαστεί να αντικατασταθούν σε τύπους υπολογισμού με Kg/m<sup>3</sup> και αντίστροφα, ανάλογα με τις μονάδες των άλλων παραμέτρων που χρησιμοποιείτε σε κάποιο υπολογισμό.  
 $1 \text{ Kg/m}^3 = 1000 \text{ mg/L}$

Πίνακας 2. Παράμετροι σχεδιασμού

| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ                                                                                     |                   |                                                                                                                                                 |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ – Ι.Π                                                                       | άτομα             |                                                                                                                                                 | Δίνεται      |
| Υδραυλικά φορτία σχεδιασμού                                                                               |                   |                                                                                                                                                 |              |
| Ειδική μέση ημερήσια παροχή (q <sub>ειδ.μέση/d</sub> )                                                    | l/άτομ.<br>_d     | Κυμαίνεται από 100 – 250. Τυπική τιμή για τη μέση ειδική ημερήσια παροχή = 200                                                                  | Επιλέγεται   |
| Μέση ημερήσια παροχή (Q <sub>μέση/d</sub> )                                                               | m <sup>3</sup> /d | $Q_{\text{μέση/d}} = q_{\text{μέση/d}} (\text{l/άτομ./d}) \times \text{Ι.Π}(\text{άτομ.})$                                                      | Υπολογίζεται |
| Μέγιστη ημερήσια παροχή (Q <sub>μεγ/d</sub> ) ή Q <sub>F</sub> (Παροχή σχεδιασμού)                        | m <sup>3</sup> /d | $Q_F = Q_{\text{μεγ./d}} = 1,5 \times Q_{\text{μέση/d}}$                                                                                        | Υπολογίζεται |
| Ρυπαντικά φορτία με βάση την παροχή σχεδιασμού (Q <sub>μεγ/d</sub> )                                      |                   |                                                                                                                                                 |              |
| <b>ΟΡΓΑΝΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ</b>                                                                                    |                   |                                                                                                                                                 |              |
| Ειδική παροχή BOD (q <sub>ειδ.BOD</sub> )                                                                 | grBOD/ατομο_d     | (q <sub>ειδ.BOD</sub> )=κυμαίνεται από 60-110. Τυπική τιμή 65                                                                                   | Επιλέγεται   |
| L <sub>F</sub> = BOD <sub>5</sub> λυμάτων στην είσοδο - φόρτιση                                           | Kg/d              | $L_F = q_{\text{ειδ.BOD}} (\text{grBOD/ατομο\_d}) \times \text{Ι.Π}(\text{άτομ.})$                                                              | Υπολογίζεται |
| S <sub>F</sub> = BOD <sub>5</sub> λυμάτων στην είσοδο - συγκέντρωση                                       | mg/l              | $S_F = L_F (\text{KgBOD/d}) / Q_F (\text{m}^3/\text{d})$                                                                                        | Υπολογίζεται |
| Se = BOD <sub>e</sub> = BOD <sub>5</sub> λυμάτων στην έξοδο (μετά τη βιολογική επεξεργασία) - συγκέντρωση | mg/l              | Se = (από πίνακες σύμφωνα με τη νομοθεσία ή την επιλογή μας, ανάλογα με την ευαισθησία του αποδέκτη). Συνήθως 15-25 mg/l                        | Δίνεται      |
| Le = BOD <sub>5</sub> λυμάτων στην έξοδο - φόρτιση                                                        | Kg/d              | $Le = Se (\text{mgBOD/l}) \times Q_F (\text{m}^3/\text{d})$                                                                                     | Υπολογίζεται |
| <b>ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΑΙΑ</b>                                                                               |                   |                                                                                                                                                 |              |
| Ειδική παροχή SS (q <sub>ειδ.SS</sub> )                                                                   | grSS/ατομο_d      | (q <sub>ειδ.SS</sub> )=βιβλιογραφικά από πίνακες. Κυμαίνεται από 60 -115. Τυπική τιμή 70.                                                       | Δίνεται      |
| SS <sub>F</sub> = SS λυμάτων στην είσοδο - φόρτιση                                                        | Kg/d              | $SS_F = q_{\text{ειδ.SS}} (\text{grSS/ατομο\_d}) \times \text{Ι.Π}(\text{άτομ.})$                                                               | Υπολογίζεται |
| -συγκέντρωση [SS <sub>F</sub> ]                                                                           | mg/l              | $[SS_F] = SS_F (\text{KgSS/d}) / Q_F (\text{m}^3/\text{d})$                                                                                     | Υπολογίζεται |
| [SS] <sub>e</sub> = SS λυμάτων στην έξοδο (μετά τη βιολογική επεξεργασία) - συγκέντρωση                   | mg/l              | [SS] <sub>e</sub> (από πίνακες, σύμφωνα με τη νομοθεσία ή την επιλογή μας, που δε μπορεί να είναι ελαστικότερη της νομοθεσίας). Συνήθως 20 mg/l | Δίνεται      |
| SSE = SS λυμάτων στην έξοδο - φόρτιση                                                                     | Kg/d              | $SSE = [SS]_e (\text{mgSS/l}) \times Q_F (\text{m}^3/\text{d})$                                                                                 | Υπολογίζεται |
| <b>ΑΖΩΤΟ</b>                                                                                              |                   |                                                                                                                                                 |              |
| Ειδική παροχή TKN (q <sub>ειδ.TKN</sub> )                                                                 | grTKN/ατομο_d     | (q <sub>ειδ.TKN</sub> ) = βιβλιογραφικά από πίνακες. Κυμαίνεται από 10-18. Τυπική τιμή 12.                                                      | Δίνεται      |
| L <sub>TKN,F</sub> = TKN (ΟλικόKjeldahl άζωτο) στην είσοδο - φόρτιση                                      | Kg/d              | $L_{\text{TKN,F}} = q_{\text{ειδ.TKN}} (\text{grTKN/άτομ\_d}) \times \text{Ι.Π}(\text{άτομ.})$                                                  | Υπολογίζεται |

|                                                                        |      |                                                                                                                     |              |
|------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| $[TKN]_F = TKN$ (Ολικό Kjeldahl άζωτο) στην είσοδο<br>- συγκέντρωση    | mg/l | $[TKN]_F = L_{TKN,F} (KgTKN/d) / Q_F (m^3/d)$                                                                       | Υπολογίζεται |
| $[N\_NH_4]_e =$ Αμμωνιακό άζωτο στην έξοδο<br>- συγκέντρωση            | mg/l | $[N\_NH_4]_e =$ Από πίνακες σύμφωνα με τη νομοθεσία με βάση την ευαισθησία του αποδέκτη. <b>Τυπική τιμή 2 mg/l.</b> | Δίνεται      |
| $N\_NH_4e =$ Αμμωνιακό άζωτο στην έξοδο<br>- ημερήσιο φορτίο ή φόρτιση | Kg/d | $N\_NH_4e = [N\_NH_4]_e (mgN\_NH_4/l) \times Q_F (m^3/d)$                                                           | Υπολογίζεται |
| $[N\_NO_3]_e =$ Νιτρικό άζωτο στην έξοδο<br>- συγκέντρωση              | mg/l | $[N\_NO_3]_e =$ Από πίνακες σύμφωνα με τη νομοθεσία με βάση την ευαισθησία του αποδέκτη. <b>Τυπική τιμή 7 mg/l.</b> | Δίνεται      |
| $N\_NO_3e =$ Νιτρικό άζωτο στην έξοδο<br>- ημερήσιο φορτίο ή φόρτιση   | Kg/d | $N\_NO_3e = [N\_NO_3]_e (mgN\_NO_3/l) \times Q_F (m^3/d)$                                                           | Υπολογίζεται |

#### ΠΕΡΙΣΤΑΤΕΑ

|                                                                      |             |                                                                                                               |              |
|----------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Ειδική παροχή P ( $q_{ειδ.P}$ )                                      | grP/ατομο_d | $(q_{ειδ.P}) =$ βιβλιογραφικά από πίνακες. Κυμαίνεται από 2-6. <b>Τυπική τιμή 3.</b>                          | Δίνεται      |
| $P_F = P$ στην είσοδο<br>- φόρτιση                                   | Kg/d        | $P_F = q_{ειδ.P} (grP / άτομο\_d) \times L.P(άτομ.)$                                                          | Υπολογίζεται |
| $[P]_F = P$ στην είσοδο<br>- συγκέντρωση                             | mg/l        | $[P]_F = P_F (KgP/d) / Q_F (m^3/d)$                                                                           | Υπολογίζεται |
| $[P]_e = P$ στην έξοδο της εγκατάστασης<br>- συγκέντρωση             | mg/l        | $[P]_e =$ από πίνακες σύμφωνα με τη νομοθεσία με βάση την ευαισθησία του αποδέκτη. <b>Τυπική τιμή 7 mg/l.</b> | Δίνεται      |
| $P_e = P$ στην έξοδο της εγκατάστασης<br>- ημερήσιο φορτίο ή φόρτιση | Kg/d        | $P_e = [P]_e (mgP/l) \times Q_F (m^3/d)$                                                                      | Υπολογίζεται |

### Πίνακας 3. Υπολογισμός Δεξαμενής αερισμού

| ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΕΡΙΣΜΟΥ                                                                                                                                                   |                         |                                                                                                                                           |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| $V_R =$ Όγκος δεξαμενής αερισμού                                                                                                                                    | m <sup>3</sup>          | $V_R = L_R / C_V$                                                                                                                         | Υπολογίζεται |
| $C_V =$ φόρτιση όγκου δεξαμενής αερισμού                                                                                                                            | KgBOD/m <sup>3</sup> _d | 0,16 < $C_V$ < 0,40 για παρατεταμένο αερισμό (Metcalf & Eddy, third ed., "waste water engineering")                                       | Δίνεται      |
| Metcalf & Eddy, third ed., "waste water engineering")                                                                                                               |                         | Λόγος πλάτους/βάθους δεξαμενής αερισμού είναι 1/1 έως 2,2/1, συνήθως 1,5/1<br>Βάθος κυμαίνεται από 4,5 - 7,6 m (για αερισμό με διαχυντές) |              |
| $L_R =$ Το BOD στην είσοδο της δεξαμενής αερισμού, ως φόρτιση, δηλ. στην έξοδο της απονιτροποίησης (προαπονιτροποίηση)                                              | Kg BOD/d                | $L_R = L_F - L_{DN}$                                                                                                                      | Υπολογίζεται |
| $L_{DN} =$ Το απομακρυνόμενο BOD στη δεξαμενή απονιτροποίησης                                                                                                       | Kg BOD/d                | $L_{DN} = L_{VSS} / a$                                                                                                                    | Υπολογίζεται |
| $a =$ συντελεστής απομοίωσης του BOD (αριθμός παραγωγής πτητικών, λόγω απομόιωσης οργάνικών ανθρακούχων ενώσεων για παραγωγή βιομάζας στη δεξαμενή απονιτροποίησης) | mg VSS/<br>mg BOD       | $a = 0,55$                                                                                                                                | Δίνεται      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b><math>L_{vss}</math></b> = Τα παραγόμενα VSS στη δεξαμενή απονιτροποίησης                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Kg VSS /d                                                                                                                                                                                  | <b><math>L_{vss} = b \times N\text{-Denitr}</math></b>                                                                                                                                                                                                           | Υπολογίζεται  |
| <b>b</b> = συντελεστής απομοίωσης Νιτρικού αζώτου (ρυθμός παραγωγής πτητικών, λόγω αφομοίωσης Νιτρικού αζώτου για παραγωγή βιομάζας στη δεξαμενή απονιτροποίησης)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | mg VSS/<br>mg NO <sub>3</sub> -N                                                                                                                                                           | b=0,8                                                                                                                                                                                                                                                            | Δίνεται       |
| <b>N-Denitr</b> = Άζωτο που απονιτροποιείται, φόρτιση                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Kg NO <sub>3</sub> -N/d                                                                                                                                                                    | <b><math>N\text{-Denitr} = N\text{-Nitr(Kg/d)} - N_{NO_3e}</math></b><br>(Kg/d)                                                                                                                                                                                  | Υπολογίζεται  |
| <b>N-Nitr</b> = Το άζωτο NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N που νιτροποιείται δηλαδή που οξειδώνεται σε NO <sub>x</sub> = Διαθέσιμο μείον το αμετάτρεπτο Kg N/d<br>φόρτιση                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Kg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N /d                                                                                                                                                      | $N\text{-Nitr} = Q_F \cdot [TKN]_F - 0,12 \cdot (\Delta X_{V,a} + \Delta X_{V,N}) - Q_F \cdot [TKN]_e =$<br>$Q_F \cdot \{ [TKN]_F - [TKN]_e \} - 0,12 \cdot (\Delta X_{V,a} + \Delta X_{V,N}) = Q_F \cdot N_F - Q_F \cdot N_e$<br>Όπου: $[TKN]_e = [N_{NH_4}]_e$ | Υπολογίζεται  |
| <b>[N-Nitr]</b> = Το άζωτο NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N που νιτροποιείται συγκέντρωση                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N /L                                                                                                                                                      | <b><math>[N\text{-Nitr}] = N\text{-Nitr (Kg NH}_4^{+}\text{-N/d)} / Q_F (m^3/d)</math></b>                                                                                                                                                                       | Υπολογίζεται  |
| αν θεωρηθεί αμελητέα η αφομοίωση αζώτου στη βιομάζα, τότε $0,12 \cdot (\Delta X_{V,a} + \Delta X_{V,N}) = 0$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                            | Τότε:<br>$N\text{-Nitr} = Q_F \cdot [TKN]_F - Q_F \cdot [TKN]_e$<br>$= 4,57(N_F - N_e)Q_F$                                                                                                                                                                       |               |
| Κατά τη βιολογική επεξεργασία έχουμε μείωση των ενώσεων του αζώτου λόγω βακτηριακής σύνθεσης (σύνθεση βιομάζας) ίση με 6% του οργανικού φορτίου στην είσοδο της εγκατάστασης (το προς απομάκρυνση BOD). Επίσης σύμφωνα με τον πίνακα 1 η ελάχιστη μείωση του N πρέπει να είναι για π.χ ευαίσθητο αποδέκτη τουλάχιστον 70%. Άρα ο όρος $0,12(\Delta X_{V,a} + \Delta X_{V,N})$ που αντιπροσωπεύει το αφομοιούμενο άζωτο για τη σύνθεση της βιομάζας υπολογίζεται πρακτικά ως:<br><b>Σύνθεση βιομάζας = <math>0,12(\Delta X_{V,a} + \Delta X_{V,N}) = 6\% \times 70\% \times L_F (Kg N/d)</math></b><br>Αν κατά τον υπολογισμό βρεθεί άλλη απόδοση μείωσης του N, τότε στο τύπο μπαίνει η υπολογισθείσα απόδοση.<br><b>MLSS</b> = Αιωρούμενα στερεά στη ΔΑ (Mixed Liquor Suspended Solids), ποσοστό αυτών είναι τα MLVSS, ή VSS = Πτητικά Αιωρούμενα Στερεά (Mixed Liquor Volatile Suspended Solids). Τα MLVSS μπορεί να υπολογισθούν πειραματικά, αλλά συνήθως στο σχεδιασμό λαμβάνονται ως ποσοστό των MLSS. |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
| <b>MLSS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | mgSS/l                                                                                                                                                                                     | Βιβλιογραφικά από πίνακες ή διαγράμματα. Για παρατεταμένο αερισμό, με ταυτόχρονη νιτροποίηση, είναι 3000-6000 mg/l. <b>Τυπική τιμή 4000</b>                                                                                                                      | Επιλέγονται   |
| <b>VSS</b> = Πτητικά Αιωρούμενα Στερεά (Volatile Suspended Solids) που παράγονται κυρίως στη δεξαμενή αερισμού και σε μικρό ποσοστό στην ανοξική δεξαμενή. Επειδή προϋποτίθεται πλήρης ανάμιξη στη δεξαμενή αερισμού, χαρακτηρίζονται τα πτητικά στερεά ως <b>MLVSS</b> (Mixed Liquor Volatile Suspended Solids) ή αλλιώς <b>X<sub>v,a</sub></b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
| <b>MLVSS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | mgVSS/l                                                                                                                                                                                    | <b><math>MLVSS = 0,7 \times MLSS</math></b>                                                                                                                                                                                                                      | Υπολογίζονται |
| <b>L<sub>s</sub></b> = Λόγος τροφής προς μάζα μ/ο ή φορτίο λήψης (L <sub>s</sub> ) ή οργανική επιβάρυνση (ενδεικτικός του ποσού τροφής, οργανικών ουσιών, που αντιστοιχεί στους μ/ο). <b>Κριτήριο σχεδιασμού</b> , γίνεται έλεγχος της εγκατάστασης, (αλλαγή του C <sub>v</sub> , αν δεν ικανοποιεί τη συνθήκη)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Kg BOD/Kg MLSS_d<br><br>$V_{tot} = V_R + V_{DN}$<br><br>$L_s = \frac{F}{M} = \frac{\text{μαζα BOD} / \text{μον. χρόνου}}{\text{συνολική μάζα μ / ο στη ΔΑ}} = \frac{L_F}{X_{V,a} V_{tot}}$ | 0,05 < L <sub>s</sub> < 0,1 Kg/Kg_d ή d <sup>-1</sup> (Metcalf & Eddy, third ed., "waste water engineering") για παρατεταμένο αερισμό με νιτροποίηση και απομάκρυνση BOD<br>Για ηλικίες υλός 20-30 d.                                                            | Δίνεται       |
| <b>t<sub>av</sub></b> = Υδραυλικός χρόνος παραμονής στη δεξαμενή αερισμού (κριτήριο σχεδιασμού είναι ο συνολικός χρόνος παραμονής αε-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | d                                                                                                                                                                                          | Για δεξαμενή αερισμού<br>$t_{av} = V_R / Q_F$                                                                                                                                                                                                                    | Υπολογίζεται  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| ρισμού και απονιτροποίησης), υπολογίζεται για την παροχή σχεδιασμού και για τη μέση παροχή και ελέγχουμε αν ο χρόνος παραμονής μας είναι στο εύρος που προβλέπεται από πίνακες)                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |
| <b>OD = Απαιτούμενο οξυγόνο</b><br>Απαίτηση σε οξυγόνο για την οξείδωση των ανθρακούχων συστατικών και μαζί με την ενδογενή αναπνοή (κατανάλωση Οξυγόνου)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Kg O<sub>2</sub> /d</b><br>α, b σταθερές | <b>OD = α · (S<sub>F</sub>-S<sub>e</sub>) · Q<sub>F</sub>+b · X<sub>V,a</sub> · V<sub>R</sub></b>                                                                                                                                                                                                  | Υπολογίζεται |
| <b>α</b> = συντελεστής απαίτησης οξυγόνου, δεν εξαρτάται από τη θερμοκρασία<br>Για την περίπτωση μεγάλης ηλικίας λάσπης, σχεδόν όλη η μάζα του BOD παραμένει στη διάθεση των μ/ο για μεγάλο χρονικό διάστημα για να την οξειδώσουν και να παράγουν βιομάζα. Έτσι ο συντελεστής α λαμβάνει τη μέγιστη τιμή του (πχ. περίπτωση συστημάτων επεξεργασίας με προ-απονιτροποίηση)                                                                                               | <b>kgO<sub>2</sub>/kgBOD<sub>5</sub></b>    | <b>α</b> = βιβλιογραφικά από πίνακες. Παίρνει τιμές 0,6-0,9. <b>Τυπική τιμή: 0,7</b>                                                                                                                                                                                                               | Δίνεται      |
| <b>b</b> , συντελεστής ενδογενούς αναπνοής, εξαρτάται από τη θερμοκρασία για τους 20°C b=0,094<br>Για θερμοκρασία T °C ισχύει η σχέση: <b>b<sub>T</sub>=0,094 · 1,07<sup>(T-20)</sup></b>                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>KgO<sub>2</sub>/kgVSS<sub>d</sub></b>    | <b>b = 0,05-0,15</b><br><b>Τυπική τιμή: 0,07</b>                                                                                                                                                                                                                                                   | Δίνεται      |
| <b>NOD = Απαίτηση σε O<sub>2</sub> για Νιτροποίηση</b><br>(αν θεωρηθεί αμελητέα η αφομοίωση αζώτου στη βιομάζα, τότε <b>0,12 · (ΔX<sub>V,a</sub>+ ΔX<sub>V,N</sub>)=0</b> ),<br><b>Αρα στην περίπτωση αυτή, το NOD = 4,57 · N' · Nitr Kg N/d)</b>                                                                                                                                                                                                                         | <b>Kg O<sub>2</sub>/d</b>                   | <b>NOD= 4,57 · {Q<sub>F</sub> · [TKN]<sub>F</sub>-Q<sub>F</sub> · [TKN]<sub>e</sub> - 0,12 · (ΔX<sub>V,a</sub>+ ΔX<sub>V,N</sub>)} = 4,57 · N · Nitr</b>                                                                                                                                           | Υπολογίζεται |
| Κατά την απονιτροποίηση παράγεται ποσότητα οξυγόνου 2,86 g/g N -NO <sub>3</sub> όπως προκύπτει στοιχειομετρικά από την αντίδραση: <b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + H<sup>+</sup> → 1/2 N<sub>2</sub> + 1/2 H<sub>2</sub>O + 1,25 O<sub>2</sub></b><br>Αρα η ποσότητα του οξυγόνου που παράγεται κατά την απονιτροποίηση αφαιρείται από το άθροισμα του απαιτούμενου οξυγόνου για οξείδωση οργανικών ουσιών και νιτροποίηση.                                                |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |
| <b>TOD=Total Oxygen Demand Ολική απαίτηση σε οξυγόνο για το σύνολο των αερόβιων διεργασιών</b><br>(σε συνθήκες λειτουργίας-real feald) είναι ίση με το άθροισμα:<br><b>OD=oxygen demand</b>                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Kg O<sub>2</sub>/d</b>                   | <b>TOD= OD + NOD - 2,86 · N-Denitr</b><br><br><b>TOD = α · (S<sub>F</sub> - S<sub>e</sub>) · Q<sub>F</sub> + b · X<sub>V,a</sub> · V<sub>R</sub> + 4,57 · {Q<sub>F</sub> · [TKN]<sub>F</sub>-Q<sub>F</sub> · [TKN]<sub>e</sub> - 0,12 · (ΔX<sub>V</sub> + ΔX<sub>N</sub>)} - 2,86 · N · Denitr</b> | Υπολογίζεται |
| <b>D.O.</b> =Dissolved Oxygen =Διαλυμένο οξυγόνο, η συγκέντρωση του οποίου πρέπει να είναι τέτοια ώστε να καλύπτει τις αερόβιες διαδικασίες (το TOD) και να παραμένει στο διάλυμα σταθερή. Από πειράματα διαπιστώθηκε ότι η ταχύτητα νιτροποίησης δεν εξαρτάται από τη συγκέντρωση του DO όταν αυτή είναι μεγαλύτερη του 1mg/L. Επομένως θα πρέπει να εξασφαλίζεται στη δεξαμενή αερισμού (που γίνεται και η νιτροποίηση) μια ελάχιστη συγκέντρωση <b>DO=1-2 mg/L (6)</b> |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |
| <b>TOD<sub>o</sub> = Πραγματική απαίτηση σε οξυγόνο (συγκέντρωση κορεσμού) για την επιλογή και υπολογισμό των συστημάτων αερισμού, Kg O<sub>2</sub>/KWh για καθαρό νερό με μηδενική αρχική συγκέντρωση οξυγόνου</b>                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>TOD<sub>o</sub> = TOD ×</b>              | <b><math>\frac{C_{S20}}{(\beta C_{W,alt} \left( \frac{P}{760} \right) - C_L) \times 1,024^{(T-20)} \times \alpha}</math></b>                                                                                                                                                                       | Υπολογίζεται |

|                                                                                                                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                      |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| $\beta$ : συντελεστής διόρθωσης που σχετίζεται με την αλατότητα και την επιφανειακή τάση ή λόγος μεταφοράς οξυγόνου στα απόβλητα σε σχέση με το απεσταγμένο νερό |                    | $\beta=0,9-1$ , συνήθως 1<br>(Metcalf & Eddy, third ed., "waste water engineering")                                                                                                                                  |  |
| $\alpha$ = συντελεστής διόρθωσης, λόγος μεταφοράς οξυγόνου στα απόβλητα σε σχέση με το καθαρό νερό (βρύσης)                                                      |                    | $\alpha = 0,6-0,9$ , τυπική τιμή: 0,8<br>(Metcalf & Eddy, third ed., "waste water engineering")                                                                                                                      |  |
| P=Πίεση στην επιφάνεια των δεξαμενών αερισμού όταν χρησιμοποιούνται επιφανειακοί αεριστήρες και στο μέσο βάθος όταν χρησιμοποιούνται υποβρύχιοι                  | mmHg               | Για επιφανειακό αερισμό P=760 mmHg                                                                                                                                                                                   |  |
| T = θερμοκρασία λειτουργίας                                                                                                                                      | $^{\circ}\text{C}$ | συνήθως T= 15 $^{\circ}\text{C}$                                                                                                                                                                                     |  |
| C <sub>S20</sub> =η συγκέντρωση κορεσμού του οξυγόνου στους 20 $^{\circ}\text{C}$                                                                                | mg/L               | C <sub>S20</sub> =δίνεται σε πίνακες συγκεντρώσεων κορεσμού διαλυμένου οξυγόνου σε σχέση με τη θερμοκρασία λειτουργίας και πίεση 760 mmHg, για διάφορες τιμές αλατότητας του νερού (βλ. παράρτημα II - Table E-1)    |  |
| C <sub>w,alt</sub> = η συγκέντρωση κορεσμού του οξυγόνου σε T $^{\circ}\text{C}$ (θερμοκρασία λειτουργίας), και πίεση 760 mmHg                                   | mg/L               | C <sub>w,alt</sub> = δίνεται σε πίνακες συγκεντρώσεων κορεσμού διαλυμένου οξυγόνου σε σχέση με τη θερμοκρασία λειτουργίας και πίεση 760 mmHg, για διάφορες τιμές αλατότητας του νερού (βλ. παράρτημα II - Table E-1) |  |
| C <sub>L</sub> =η συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου λειτουργίας, DO.                                                                                               | mg/L               | C <sub>L</sub> =2 mg/L                                                                                                                                                                                               |  |

#### 4 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Μαρκαντωνάτος Γ., "Επεξεργασία και διάθεση Υγρών Αποβλήτων", ΑΘΗΝΑ 1990, Εκδ. 2η.
2. Λέκκας Θ., "Περιβαλλοντική Μηχανική II -Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων", , Παν/μιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος, ΜΥΤΙΛΗΝΗ 2001
3. Degremont, (1991), "Water treatment handbook", 6th Edition, Vol. 1 & 2.
4. Αϊβαζίδης Α., "Τεχνολογία και Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων II", Δημοκρίτειο Παν/μιο Θράκης, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Εκδ. Εταιρεία Αξιοποίησης
5. Metcalf & Eddy, "Waste Water Engineering- Treatment-Disposal-Reuse" McGrawHill, 1991, Third Ed.
6. Στάμου Ι. Α., "Βιολογικός Καθαρισμός Αστικών Αποβλήτων –με Παρατεταμένο Αερισμό και Βιολογική Απομάκρυνση Θρεπτικών" ΑΘΗΝΑ 1995, Εκδ. Παπασωτηρίου
7. M. J. Hammer, M. J. Hammer Jr., "Water and Waste Water Technology", Prentice Hall, N.J., 1996, Third Ed.

## 5. ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΑΣΚΗΣΗΣ

υπολογισθούν οι παράμετροι σχεδιασμού, η δεξαμενή αερισμού και η δεξαμενή προποίησης. Να συμπληρωθούν οι πίνακες που δίνονται στο φύλλο άσκησης.

Οι πίνακες που ακολουθεί δίνονται ομαδοποιημένα τα δεδομένα που θα χρησιμοποιήσετε για την επίλυση των ασκήσεων. Κάθε φοιτητής θα χρησιμοποιήσει τη δική του ομάδα δεδομένων, όπως θα σας υποδειχθεί από τους διδάσκοντες.

| Ομάδα    | ΛΠ      | Ειδική παροχή BOD (είσοδο) | Ειδική παροχή SS (είσοδο) | Ειδική παροχή TKN (είσοδο) | Συγκέντρωση BOD (έξοδο) $S_e$ |
|----------|---------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Ομάδες   | άτομα   | grBOD/ατομο_d              | grSS/ατομο_d              | grTKN/ατομο_d              | mg BOD <sub>5</sub> /L        |
| Ομάδα 1  | 20.000  | 70                         | 75                        | 14                         | 25                            |
| Ομάδα 2  | 25.000  | 75                         | 85                        | 15                         | 18                            |
| Ομάδα 3  | 35.000  | 70                         | 75                        | 15                         | 15                            |
| Ομάδα 4  | 40.000  | 75                         | 85                        | 14                         | 18                            |
| Ομάδα 5  | 40.000  | 70                         | 75                        | 12                         | 25                            |
| Ομάδα 6  | 50.000  | 75                         | 85                        | 14                         | 18                            |
| Ομάδα 7  | 60.000  | 70                         | 75                        | 12                         | 15                            |
| Ομάδα 8  | 50.000  | 75                         | 85                        | 14                         | 18                            |
| Ομάδα 9  | 65.000  | 70                         | 75                        | 12                         | 25                            |
| Ομάδα 10 | 70.000  | 75                         | 85                        | 14                         | 18                            |
| Ομάδα 11 | 75.000  | 70                         | 75                        | 12                         | 15                            |
| Ομάδα 12 | 80.000  | 75                         | 85                        | 14                         | 18                            |
| Ομάδα 13 | 100.000 | 70                         | 75                        | 12                         | 15                            |
| Ομάδα 14 | 90.000  | 75                         | 85                        | 14                         | 18                            |
| Ομάδα 15 | 90.000  | 70                         | 75                        | 12                         | 15                            |
| Ομάδα 16 | 95.000  | 75                         | 85                        | 14                         | 18                            |
| Ομάδα 17 | 200.000 | 70                         | 75                        | 12                         | 15                            |
| Ομάδα 18 | 150.000 | 75                         | 85                        | 14                         | 18                            |
| Ομάδα 19 | 60.000  | 70                         | 75                        | 12                         | 15                            |
| Ομάδα 20 | 75.000  | 75                         | 85                        | 14                         | 18                            |

## ΦΥΛΛΟ ΑΣΚΗΣΗΣ 2

**Πίνακας 2. Παράμετροι σχεδιασμού**

| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ                                                |                   |  |              |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------|--|--------------|
| ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ – Ι.Π                                  | άτομα             |  | Δίνεται      |
| Υδραυλικά φορτία σχεδιασμού                                          |                   |  |              |
| Ειδική μέση ημερήσια παροχή (q <sub>ειδ.μέση/d</sub> )               | l/άτομ._d         |  | Επιλέγεται   |
| Μέση ημερήσια παροχή (Q <sub>μέση/d</sub> )                          | m <sup>3</sup> /d |  | Υπολογίζεται |
| Μέγιστη ημερήσια παροχή (Q <sub>μεγ/d</sub> ) ή Q <sub>F</sub>       | m <sup>3</sup> /d |  | Υπολογίζεται |
| Ρυπαντικά φορτία με βάση την παροχή σχεδιασμού (Q <sub>μεγ/d</sub> ) |                   |  |              |
| <b>ΟΡΓΑΝΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ</b>                                               |                   |  |              |
| Ειδική παροχή BOD (q <sub>ειδ.BOD</sub> )                            | grBOD/ατομο_d     |  | Επιλέγεται   |
| L <sub>F</sub>                                                       | Kg/d              |  | Υπολογίζεται |
| S <sub>F</sub>                                                       | mg/l              |  | Υπολογίζεται |
| Se                                                                   | mg/l              |  | Δίνεται      |
| Le                                                                   | Kg/d              |  | Υπολογίζεται |
| <b>ΔΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΑΛΙΑ</b>                                         |                   |  |              |
| Ειδική παροχή SS (q <sub>ειδ.SS</sub> )                              | grSS/ατομο_d      |  | Δίνεται      |
| SS <sub>F</sub>                                                      | Kg/d              |  | Υπολογίζεται |
| [SS] <sub>F</sub>                                                    | mg/l              |  | Υπολογίζεται |
| [SS] <sub>e</sub>                                                    | mg/l              |  | Δίνεται      |
| SS <sub>e</sub>                                                      | Kg/d              |  | Υπολογίζεται |
| <b>ΑΖΟΤΟ</b>                                                         |                   |  |              |
| Ειδική παροχή TKN (q <sub>ειδ.TKN</sub> )                            | grTKN/ατομο_d     |  | Δίνεται      |
| L <sub>TKN,F</sub>                                                   | Kg/d              |  | Υπολογίζεται |
| [TKN] <sub>F</sub>                                                   | mg/l              |  | Υπολογίζεται |
| [N-NH <sub>4</sub> ] <sub>e</sub>                                    | mg/l              |  | Δίνεται      |
| N-NH <sub>4e</sub>                                                   | Kg/d              |  | Υπολογίζεται |
| [N-NO <sub>3</sub> ] <sub>e</sub>                                    | mg/l              |  | Δίνεται      |
| N-NO <sub>3e</sub>                                                   | Kg/d              |  | Υπολογίζεται |

**Πίνακας 3. Υπολογισμός Δεξαμενής αερισμού**

| ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΕΡΙΣΜΟΥ |                                       |  |              |
|-------------------|---------------------------------------|--|--------------|
| V <sub>R</sub>    | m <sup>3</sup>                        |  | Υπολογίζεται |
| C <sub>V</sub>    | KgBOD/m <sup>3</sup> _d               |  | Δίνεται      |
| L <sub>R</sub>    | Kg BOD/d                              |  | Υπολογίζεται |
| L <sub>DN</sub>   | Kg BOD/d                              |  | Υπολογίζεται |
| a                 | mg VSS/<br>mg BOD                     |  | Δίνεται      |
| L <sub>vss</sub>  | Kg VSS /d                             |  | Υπολογίζεται |
| b                 | mg VSS/<br>mg NO <sub>3</sub> -N      |  | Δίνεται      |
| N-Denitr          | Kg NO <sub>3</sub> -N/d               |  | Υπολογίζεται |
| N-Nitr            | Kg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N /d |  | Υπολογίζεται |
| [N-Nitr]          | mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N /L |  | Υπολογίζεται |
| MLSS              | mgSS/l                                |  | Επιλέγονται  |

|                  |                                      |  |               |
|------------------|--------------------------------------|--|---------------|
| MLVSS            | mgVSS/l                              |  | Υπολογίζονται |
| $L_s$            | Kg BOD/Kg MLSS d                     |  | Δίνεται       |
| $t_{av}$         | d                                    |  | Υπολογίζεται  |
| OD               | Kg O <sub>2</sub> /d                 |  | Υπολογίζεται  |
| $\alpha$         | kgO <sub>2</sub> /kgBOD <sub>5</sub> |  | Δίνεται       |
| $\beta$          | KgO <sub>2</sub> /kgVSS_d            |  | Δίνεται       |
| NOD              | Kg O <sub>2</sub> /d                 |  | Υπολογίζεται  |
| TOD              | Kg O <sub>2</sub> /d                 |  | Υπολογίζεται  |
| TOD <sub>0</sub> |                                      |  | Υπολογίζεται  |
| $\beta$          |                                      |  | Δίνεται       |
| $\alpha$         |                                      |  | Δίνεται       |
| P                | mmHg                                 |  | Δίνεται       |
| T                | °C                                   |  | Δίνεται       |
| CS20             | mg/L                                 |  | Δίνεται       |
| CW,alt           | mg/L                                 |  | Δίνεται       |
| CL               | mg/L                                 |  | Δίνεται       |