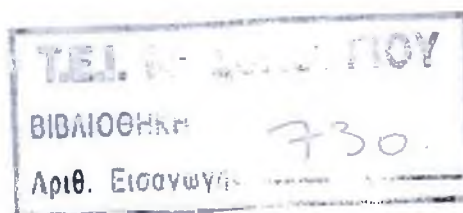


Τ.Ε.Ι ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ - ΑΛΙΕΙΑΣ

Πτυχιακή εργασία  
με θέμα

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ  
ΥΠΕΡΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ

Συνεργάστηκαν οι σπουδάστριες  
Καραγιάννη Κατερίνα  
Λάμπρου Χριστίνα  
Μπέρδου Χριστίνα



Εισηγητής

Ν.Γ.Βλάχος

Μεσολόγγι 2000



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το θέμα της παρούσης εργασίας αποβλέπει στον αρτιότερο σχεδιασμό μιας υπερεντατικής μορφή εκτροφής, στον έλεγχο και τη συνεχή παρακολούθηση της ποιότητας του περιβάλλοντος, στην ελαχιστοποίηση των τυχών επιπτώσεων των κλειστών συστημάτων προς το περιβάλλον.

Όσο λοιπόν ελέγχουμε το περιβάλλον επενδύουμε άμεσα στην υδατοκαλλιέργεια, με άμεση αφύπνιση του αισθήματος ευθύνης τόσο των παραγωγών όσο και των επιστημόνων - ερευνητών.

Η εργασία αυτή δίνει ιδιαίτερη προσοχή στον σχεδιασμό και στην αποδοτικότερη λειτουργία μιας μονάδας.

Τέλος μέσα από αυτή την εργασία θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον εισηγητή του θέματος Κο Ν. Βλάχο το οποίο και ευχαριστούμε θερμά τόσο για την υπομονή όσο και για την καθοδήγηση που μας παρείχε καθ'όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσης εργασίας.

*Με εκτίμηση*

*Μπέρδου Χριστίνα*

*Λάμπρου Χριστίνα*

*Καραγιάννη Κατερίνα*

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b> -----	<b>1</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> -----	<b>4</b>
<b>ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ</b> -----	<b>7</b>
1.1. Μηχανικό Φιλτράρισμα-----	7
1.2. Βιολογικό Φιλτράρισμα-----	9
1.3. Αερισμός.-----	12
1.4. Έλεγχος ΡΗ.-----	14
1.5. Θέρμανση.-----	14
1.6. Αποστείρωση-----	15
1.7. Καταπολέμηση Ασθενειών-----	16
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b> -----	<b>18</b>
<b>ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ</b> -----	<b>18</b>
2.1. Επιλογή τοποθεσίας εγκατάστασης-----	18
2.2. Παραγωγική διαδικασία-Προσδιορισμός δεξαμενών.-----	19
2.2.1. Στάδιο εγκλιματισμού-----	21
2.2.2. Στάδιο ανάπτυξης νεαρών χελιών (Elvers). Από 0,3-3gr.-----	21
2.2.3 Στάδιο Προανάπτυξης. Από 3gr-10 gr.-----	22
2.2.4. Στάδιο Κύρια Εκτροφής. Από 10-330gr.-----	23
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b> -----	<b>25</b>
<b>ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΑΡΟΧΩΝ, ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΦΙΛΤΡΩΝ</b> -----	<b>25</b>
3.1 Υπολογισμός παροχών-----	27
4. Υπολογισμός Βιολογικών φίλτρων.-----	29
4.1.1 Κύριας εκτροφής-----	29
4.1.2. Τμήμα προανάπτυξης-----	29
4.1.3 Τμήμα ανάπτυξης γόνου χελιών.-----	30
5. Υπολογισμός Μηχανικών Φίλτρων.-----	31
6. Υπολογισμός σωλήνων, αντλιών, ηλεκτροκινητήρων.-----	33
7. Υπολογισμός σωλήνων αποχετεύσεων.-----	34
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</b> -----	<b>36</b>
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ</b> -----	<b>36</b>
4.1 Οικονομικά και πρακτικά οφέλη του βιοτυμπάνου.-----	41
4.3. Περιτροφικό φίλτρο-----	43
4.3. Μονάδα θέρμανσης του χώρου και του νερού.-----	43
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</b> -----	<b>45</b>
<b>ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ</b> -----	<b>45</b>
5.1. Περιγραφή ηλεκτρομηχανικού εξοπλισμού-----	46
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6</b> -----	<b>56</b>
<b>ΣΤΟΙΧΕΙΑ- ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ - ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ</b> -----	<b>56</b>

## Κλειστού κυκλώματος

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7</b> .....	<b>59</b>
<b>ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ</b> .....	<b>59</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8</b> .....	<b>61</b>
<b>ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ</b>	<b>61</b>
8.1. Διακυμανσεις της παροχής .....	61
8.2. χαρακτηριστικά αποβλήτων .....	61
8.3. Παράγοντες σχεδιασμού .....	62
8.4. Επιλογή της μεθόδου επεξεργασίας .....	63
8.5. Περιγραφή λειτουργίας .....	64
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9</b> .....	<b>68</b>
<b>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΘΜΙΔΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ</b> .....	<b>68</b>
9.1 Δεξαμενή απονιτροποίησης .....	68
9.2 Δεξαμενή απομάκρυνσης αζώτου .....	71
9.3 Δεξαμενή καθίζησης .....	71
9.4 Δεξαμενή χλωρίωσης .....	72
9.5 Χλωριωτές .....	72
9.6 Δεξαμενή σταθεροποίηση της λάσπης .....	72
9.7 Αφυδάτωση λάσπης .....	73
9.8 Συνολική απαίτηση αέρα .....	73
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	<b>74</b>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χρήση κλειστών κυκλωμάτων εκτροφής στις υδατοκαλλιέργειες υπό μορφή ολοκληρωμένων μονάδων παραγωγής γόνου ή εμπορεύσιμων ψαριών και καρκινοειδών είναι σχετικά καινούργια.

Η Ιστορία τους δεν είναι μεγαλύτερη από 20-30 χρόνια. Στη Β. Αμερική χρησιμοποιούνται σε εκκολαπτήρια και μονάδες πάχυνσης Σαλμονιδών, στην Ιαπωνία, Taiwan, N.A Ασία σε μονάδες παραγωγής χελιών και στην Ευρώπη (κυρίως στη Βόρεια) σε μονάδες χελοκαλλιέργειας και γατόψαρου. Στην Ιταλία, Γαλλία κυρίως σε ιχθυογενετικούς σταθμούς τσιπούρας, λαυρακιού.

Είναι γεγονός ότι μόνο τα τελευταία 5-6 χρόνια τα συστήματα αυτά άρχισαν να γίνονται ευρέως γνωστά και προσφέρονται υπό μορφή πακέτων τεχνογνωσίας-τεχνολογίας από χώρες της Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης.

Η χρησιμοποίηση των συστημάτων αυτών δικαιολογείται όταν:

- ⊗ Η διαθέσιμη ποσότητα νερού είναι ανεπαρκής για την επιτυχημένη εκτροφή του επιθυμητού υδρόβιου ζωικού είδους.
- ⊗ Επιδιώκουμε τη ρύθμιση και διατήρηση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του νερού σε επιθυμητά επίπεδα, ώστε η εκτροφή μας να επιτυγχάνει τους οικονομικούς ποσοτικούς, ποιοτικούς και χρονικούς στόχους της (ποιοτικά και οικονομικά κριτήρια).

Δηλαδή στην περίπτωση αυτή η χρήση των υπερεντατικών ή κλειστών συστημάτων αφορά και περιπτώσεις που υπάρχει μεν άφθονο νερό, πλην όμως

Κλειστού κυκλώματος

ειδικοί λόγοι όπως η ανάγκη θέρμανσης του νερού σε κάποια επίπεδα, ο καθαρισμός του διαθέσιμου νερού (από ποτάμι, λίμνη κ.λ.π) επειδή αυτό μεταφέρει παθογόνα ή είναι γενικώς ακατάλληλο (πχ θολό) πριν εισέλθει στη μονάδα, ο καθαρισμός του εξερχόμενου από τη μονάδα νερού ώστε να μην επιβαρύνεται ο φυσικός αποδέκτης.

Διάφοροι μηχανισμοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατεργασία του νερού. Ενδεικτικά αναφέρουμε τους εξής:

- ⊗ Καθίζηση
- ⊗ Μηχανικό φιλτράρισμα,
- ⊗ Βιολογικό φιλτράρισμα
- ⊗ Βιολογικά ενεργός ιλύς
- ⊗ Χημικό φιλτράρισμα
- ⊗ Αερισμός
- ⊗ Θέρμανση
- ⊗ Ψύξη
- ⊗ Ρύθμιση PH
- ⊗ Αποστείρωση
- ⊗ Ιοντοανταλλάκτες
- ⊗ Φυγοκεντρική διαχώριση

Από τους παραπάνω θα εξετάσουμε πιο αναλυτικά όσους πρόκειται να χρησιμοποιήσουμε στην παρούσα μελέτη.

**ΜΕΡΟΣ Α**  
**ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΚΛΕΙΣΤΩΝ**  
**ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ**



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ

#### 1.1. Μηχανικό Φιλτράρισμα

Εννοούμε την κατακράτηση κυρίως των αιωρούμενων στερεών που μεταφέρει το νερό (περιττώματα, υπολλείματα τροφής), ανόργανων και οργανικών που αποτελούνται από καθιζήσιμα και κολλοειδή σωματίδια.

Στα μηχανικά φίλτρα χρησιμοποιούνται απλές ή πολύπλοκες κατασκευές. Στις πολύπλοκες κατασκευές περιλαμβάνονται βιομηχανικά φίλτρα αυτοκαθαριζόμενα ποικίλων τύπων. Στις απλές διάφορες ιδιοκατασκευές με ποικίλα υλικά πλήρωσης του φίλτρου όπως άμμος, χαλίκι, κελύφη οστράκων.

Ο ρόλος του μηχανικού φίλτρου στην ισορροπία και σωστή λειτουργία του κλειστού κυκλώματος είναι καθοριστικός.

Η απονιτροποίηση των παραγόμενων νιτρικών στο βιολογικό φίλτρο (παραγωγή μοριακού αζώτου και διαφυγή του στην ατμόσφαιρα) προϋποθέτει το πολύ χαμηλό B.O.D του νερού, δηλαδή την απομάκρυνση όσο το δυνατόν σε μεγαλύτερο βαθμό των οργανικών στερεών από το μηχανικό φίλτρο. Σε αντίθετη περίπτωση (υψηλό B.O.D) στα  $\text{NO}_3^-$  ανάγονται σε  $\text{NO}_2^-$  (πολύ τοξικά για τα ψάρια).

Επίσης η γρήγορη απομάκρυνση των αιωρούμενων οργανικών συμβάλλει στην εξοικονόμηση οξυγόνου στα σύστημα, το οποίο θα έπρεπε να διαθέσει σημαντική ποσότητα για την οξείδωση των οργανικών, ενώ παρεμποδίζεται η ανάπτυξη ετερότροφων βακτηριδίων τα οποία διασπώντας τα οργανικά φορτίζουν το σύστημα με  $\text{CO}_2$ .

Στις εκτροφές χελιών με κλειστά κυκλώματα, η υψηλή παραγωγή αιωρούμενων στερεών, λόγω των μεγάλων ιχθυοφορτίσεων και οι μεγάλες παροχές νερού, καθιστούν αδύνατη τη χρησιμοποίηση ενός απλού μηχανικού φίλτρου για λόγους κυρίως χώρου (απαιτούνται μεγάλες επιφάνειες) καθαρισμού του πορώδους υλικού αλλά και αποτελεσματικότητας, αλλά επιβάλλουν τη χρησιμοποίηση βιομηχανικών αυτοκαθαριζόμενων φίλτρων υψηλής αποτελεσματικότητας.

## 1.2. Βιολογικό Φιλτράρισμα

Η σημαντικότερη διαδικασία που λαμβάνει χώρα στο κλειστό κύκλωμα. Μέσω αυτού επιτυγχάνουμε τη μετατροπή διαφορών τοξικών χημικών ενώσεων που συσσωρεύονται στο νερό (αμμωνία, νιτρώδη) σε μη τοξικές (νιτρικά), με τη βοήθεια βακτηριδίων του γένους *Nitrosomonas* & *Nitrobacter* κυρίως.

Για να επιτύχουμε την αποτελεσματική νιτροποίηση στο κλειστό κύκλωμα δημιουργούμε κατάλληλη επιφάνεια ανάπτυξης βακτηριδίων που διαβρέχεται συνεχώς από το νερό εκτροφής.

Έτσι λοιπόν η άμμος και το χαλίκι αποτελούν τα πιο γνωστά υλικά -υποστρώματα βιολογικού φίλτρου. Επειδή απαιτούνται πολύ μεγάλες επιφάνειες ανάπτυξης των βακτηριδίων, τίθεται θέμα καθαρισμού του μέσου και καλής οξυγόνωσης αυτού.

Τα τελευταία χρόνια σαν μέσο πλήρωσης βιολογικών φίλτρων χρησιμοποιούνται διάφορα πλαστικά υλικά με μεγάλη ελεύθερη επιφάνεια ( $200 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ) και υψηλή ογκομετρική αναλογία (94%).

Τα πλεονεκτήματα λοιπόν των βιολογικών φίλτρων γεμάτων με πλαστικό υλικό είναι:

⊗ Μικρός όγκος- μεγάλη επιφάνεια.

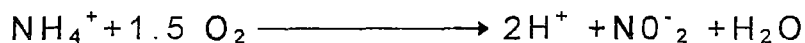
⊗ Ελαχιστοποίηση των προβλημάτων έμφραξης λόγω μοιράσματος των υδραυλικών πιέσεων.

⊗ Εύκολος αερισμός.

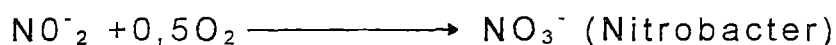
⊗ Τα βακτήρια προσκολλώνται σαν βιομάζα στο υλικό και δεν ξεπλένονται εύκολα κατά τη διάρκεια των υδραυλικών κυμάτων.

Θα πρέπει να τονιστεί ιδιαίτερα ότι αναγκαία προϋπόθεση για την καλή λειτουργία του βιολογικού φίλτρου είναι και η εξασφάλιση αερόβιων συνθηκών μέσα

σε αυτό, γιατί η οξείδωση αποτελεί το μέσο μετατροπής των αμμωνίας σε νιτρικά:



(Nitrosomonas)



Και τα νιτροβακτήρια είναι αερόβια και συνεπώς έχουν και αυτά ανάγκη σε οξυγόνο.

⊗ Τα βυθισμένα βιολογικά φίλτρα (Submerged filter). Όλο το βιολογικό υλικό είναι βυθισμένο μέσα στο νερό το οποίο συνήθως κινείται από πάνω προς τα κάτω.

⊗ Τα υπερχειλιζόμενα βιολογικά φίλτρα (up-flow filter). Το βιολογικό υλικό είναι βυθισμένο στο νερό, αλλά η ροή του νερού είναι από κάτω προς τα πάνω.

⊗ Βιολογικοί ρότορες. Μεγάλα τύμπανα στερεούμενα και περιστρεφόμενα με τη βοήθεια οριζόντιου άξονα και βυθισμένα κατά το ήμισυ με νερό, το οποίο ρέει οριζοντίως.

⊗ Τα φίλτρα καταιονισμού (Trickling filter). Το νερό καταιωνίζεται από πάνω μέρος του βιολογικού μέσου, συγκεντρούμενο και εξερχόμενο από το κάτω μέρος του φίλτρου, χωρίς το μέσον να είναι βυθισμένο στο νερό.

Τα φίλτρα καταιονισμού θεωρούνται ως πλέον κατάλληλα για εφαρμογή στις υδατοκαλλιέργειες για 2 λόγους:

⊗ Είναι αυτοαεριζόμενα (λόγω καταιονισμού) και συνεπώς και συνεπώς διατηρούν υψηλό και σταθερό επίπεδο οξυγόνου εύκολα, χωρίς να απαιτούν πρόσθετο αερισμό.

⊗ Αέρια όπως το  $\text{CO}_2$  που παράγουν τα ψάρια και τα βακτήρια και το  $\text{N}_2$  (απονιτροποίηση) απομακρύνονται εύκολα, με το καταιωνιζόμενο νερό.

Ένα επίσης σημαντικό στοιχείο που θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη κατά το σχεδιασμό ενός βιολογικού

φίλτρου είναι η τιμή φόρτωσης (Loading rate). Για τα βιολογικά φίλτρα καταιονισμού με πλαστικό βιολογικό μέσο, η τιμή φόρτωσης θα πρέπει να κυμαίνεται από  $100-200\text{m}^2/\text{m}^3/\text{ημέρα}$ .

Που σημαίνει ότι κάτω από την τιμή των 100 το φίλτρο υπολειτουργεί, ενώ άνω των 200 το φίλτρο υπερφορτώνεται, με συνέπεια να μην έχουμε απόλυτη βίο-αποικοδόμηση της αμμωνίας.

Η συγκέντρωση των νιτρικών στο σύστημα μέχρι ενός ορισμένου ορίου (500-1000ppm) δε δημιουργεί προβλήματα στα ψάρια. Για να αποφευχθεί όμως υπερσυγκέντρωση ή θα πρέπει να παρακολουθείται η συγκέντρωσή τους και να μειώνεται (απομάκρυνση οργανικών- καλής αποτελεσματικότητας μηχανικό φίλτρο) και τον κατάλληλο σχεδιασμό του βιολογικού φίλτρου ώστε δημιουργώντας αναερόβια ζώνη να ευνοήσουμε τη δράση των απονιτροποιητικών βακτηριδίων.

Τέλος χρήσιμο είναι να αναφερθεί ότι η αποτελεσματικότητα του βιολογικού φίλτρου θα μπορούσε να αυξηθεί τουλάχιστον 2,5 φορές, εάν αντί ενός βιολογικού φίλτρου χρησιμοποιήσουμε 2 μικρότερα συνδεδεμένα σε σειρά και ρυθμίσουμε το PH στο πρώτο να είναι 7,8 τότε ευνοούμε τη δράση σε αυτό το φίλτρο των *Nitrosomonas* (Οξειδωση αμμωνίας σε νιτρώδη).

Καθώς σε αυτό το φίλτρο παράγονται και υδρογονοιόντα από οξειδωση της αμμωνίας, το PH στο δεύτερο φίλτρο θα πέσει στα όρια 6,6-6,7 τα οποία ευνοούν την ανάπτυξη και τη δράση των *Nitrobacter* (οξειδωση νιτρωδών σε νιτρικά).

Στην πράξη ακόμα δεν έχει εφαρμοστεί η μέθοδος αυτή γιατί απαιτεί 3 συνεχείς ρυθμίσεις του PH, μια στο πρώτο βιολογικό φίλτρο, μια στο δεύτερο ώστε να μη μειωθεί περισσότερο από το επίπεδο του 6,6 και μια

πριν την επιστροφή στις δεξαμενές ώστε να επανέλθει στην τιμή που απαιτεί ο εκτρεφόμενος οργανισμός. Και έτσι ρυθμίζεται το PH σε ενδιάμεση τιμή (7,2-7,5).

### 1.3. Αερισμός.

Η υψηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο του νερού συνδέεται άμεσα με τη διαβίωση, ανάπτυξη των ψαριών και την επίτευξη των υψηλών στόχων ιχθυοφόρτισης στα υπερεντατικά συστήματα.

Θα πρέπει διαρκώς να τροφοδοτούμε το σύστημα με οξυγόνο ώστε να καλύπτουμε τις αναπνευστικές ανάγκες των ψαριών, τις αναπνευστικές ανάγκες των αζωτοβακτηριδίων και να αντικαθιστούμε τις ποσότητες που δεσμεύονται από την οξείδωση της αμμωνίας, νιτρωδών και των οργανικών ουσιών.

Στα ανοικτά συστήματα εκτροφής η οξυγόνωση του νερού γίνεται ή από τη βιολογική δραστηριότητα (πρωτογενής παραγωγή) ή από το εισρέουν νερό στην εκτροφή και όταν δεν επαρκεί παρέχεται τεχνητός αερισμός. Στα κλειστά κυκλώματα όμως με δεδομένα τις μεγάλες ιχθυοφορτίσεις, είναι δεδομένη η ανάγκη παροχής τεχνητής οξυγόνωσης.

Η χρησιμοποίηση αέρα στα κλειστά κυκλώματα δεν αποτελεί ρεαλιστική λύση γιατί δεν μπορούμε να υπερβούμε το επίπεδο κορεσμού αφ' ενός και αφ' ετέρου εμπλουτίζουμε συνεχώς το σύστημα με αέρια όπως CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> τα οποία παράγονται και στο σύστημα και επιθυμούμε την απομάκρυνσή τους (λόγοι ρύθμισης PH, gas disease).

Οι μεγάλες λοιπόν ανάγκες σε οξυγόνο, μας υποχρεώνουν να υπερκορέσουμε το νερό με αυτό και αυτό επιτυγχάνεται με χρήση καθαρού οξυγόνου και τη

βοήθεια διαφόρων συσκευών που βοηθούν το νερό να το δεσμεύει.

Καθαρό οξυγόνο μπορεί να έχουμε:

- a) Ως αέριο υπό πίεση που χρησιμοποιείται κυρίως για μετακινήσεις ή καταστάσεις ανάγκης.
- b) Ως υγρό στους  $-183^{\circ}\text{C}$ , το οποίο καταλαμβάνει όγκο 860 φορές μικρότερο από το αέριο οξυγόνο ίδιου βάρους και αποθηκεύεται σε δεξαμενές υπό πίεση έξω από τη μονάδα. Μέσω κατάλληλων βαλβίδων και εκτονωτών διοχετεύεται στο σύστημα.
- c) Οξυγονογεννήτριες οι οποίες παράγουν αέριο οξυγόνο (85-95%) από τον ατμοσφαιρικό αέρα με δυναμικότητα  $0,5-10\text{m}^3/\text{h}$ , οι οποίες τα τελευταία χρόνια καταλαμβάνουν σημαντική θέση στην τεχνητή οξυγόνωση των κλειστών κυκλωμάτων, γιατί αποδεσμεύουν τους εκτροφείς από την ανάγκη τακτικής τροφοδοσίας από εταιρίες διακίνησης υγρού οξυγόνου.

Οι συσκευές που βοηθούν στη διάχυση του οξυγόνου στο νερό είναι πολλών τύπων: Αγωγοί U, στήλες με διάμεσο υλικό, στήλες ψεκασμού, στήλες υπό πίεση, κώνοι αερισμού, εγχυτήρες οξυγόνου, διάχυση οξυγόνου, venturi κ.λ.π.

#### 1.4. Έλεγχος ΡΗ.

Το ΡΗ του νερού μέσα σ' ένα κλειστό κύκλωμα μπορεί να παρουσιάσει ακραίες τιμές όξινης ή αλκαλικές λόγω των έντονων φυσικοχημικών διεργασιών που συμβαίνουν σ' ένα πολύ περιορισμένο χώρο υψηλά φορτισμένο.

Έχουν παρατηρηθεί τιμές ΡΗ σε κλειστά κυκλώματα χελοκαλλιέργειας τιμές κάτω από 6,5, χωρίς να δημιουργείτε κανένα πρόβλημα. Πρέπει να ρυθμίζουμε συνέχεια το ΡΗ ώστε να σταθεροποιηθεί η τιμή του.

Η προσθήκη Buffer γίνεται ή με αυτόματο δοσομετρητή που ελέγχεται από ευαίσθητα όργανα ελέγχου του ΡΗ.

#### 1.5. Θέρμανση.

Η σταθεροποίηση της θερμοκρασίας του νερού σε επίπεδα που είναι αναγκαία για την επίτευξη του μέγιστου ρυθμού ανάπτυξης των χελιών, αποτελεί κύρια φροντίδα αλλά και αιτιολόγηση επιλογής του κλειστού κυκλώματος. Τα επίπεδα αυτά για τα χέλια είναι από 23-25°C

Οι υψηλές θερμοκρασίες εύκολα επιτυγχάνονται τους καλοκαιρινούς μήνες στην Ελλάδα, αλλά τον υπόλοιπο χρόνο απαιτείται θέρμανση του νερού της εκτροφής είτε άμεσα είτε έμμεσα μέσω της θέρμανσης του χώρου του κτιρίου. Χρησιμοποιούνται αερόθερμα, ηλεκτρικά καλοριφέρ, λέβητες με υγρά καύσιμα, ηλιακοί συλλέκτες, εναλλάκτες θερμότητας, αντλίες θέρμανσης.

Το σύστημα θέρμανσης θα πρέπει να συνδυάζεται με άριστη μόνωση του στεγασμένου χώρου όπου θα βρίσκονται οι δεξαμενές εκτροφής. Η επιλογή του συστήματος θέρμανσης εξαρτάται από τη σύγκριση κόστους ηλεκτρικού ρεύματος, μαζούτ ή άλλης καύσιμης



ύλης σε συνδυασμό με την εξέταση των μέσων θερμοκρασιών του χώρου εκτροφής (ορεινή ή πεδινή).

### 1.6. Αποστείρωση

Δεν επικράτησε η αρχική τάση χρησιμοποιώντας υπεριώδη ακτινοβολία (UVR) για την καταστροφή των παθογόνων βακτηριδίων και πρωτόζωων.

Αποδείχτηκε ότι η UVR δεν καταστρέφει τις κυτταρικές μεμβράνες, αλλά επιδρά στο DNA και συνεπώς έχουμε μεταλλάξεις και παραγωγή νέων βακτηριδίων.

Επίσης η ύπαρξη τοιχωμάτων, σωλήνων, κρυφών σημείων, επανάκυκλοφορία του νερού, η θολότητα του νερού, επιτρέπουν στα βακτήρια να προστατεύονται και με ταχύτατο ρυθμό να πολλαπλασιάζονται και να αντικαθιστούν όσα καταστρέφει η UVR, η αποτελεσματικότητα της οποίας μειώνεται σημαντικά από τη χρήση πλαστικών ή υάλινων περιβλημάτων στις λυχνίες.

Το όζον είναι άριστο γιατί καταστρέφει τις κυτταρικές μεμβράνες, αλλά θέλει προσοχή γιατί οξειδώνει και τα ψάρια, ενώ στοιχίζει ακριβά η εφαρμογή του. Η μόνη περίπτωση που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η UVR είναι για την αποστείρωση του ανανεούμενου νερού του κλειστού κυκλώματος, εάν αποδεδειγμένα μεταφέρει παθογόνους οργανισμούς.

Η λήψη προληπτικών μέτρων (καραντίνα νεοεισερχόμενων, καθαριότητα, ρύθμιση PH, τεχνητό σιτηρέσιο, χαμηλό επίπεδο διατροφής, διαχωρισμός οργανικών στερεών) αποτελεί μια αποτελεσματική αντικατάσταση της UVR.

### 1.7. Καταπολέμηση Ασθενειών

Εφόσον υπάρχει ισορροπία μεταξύ των βακτηρίων των φίλτρων, των βακτηρίων του νερού και των συνθηκών του νερού τότε δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα.

Τα ψάρια έχουν όρεξη και αναπτύσσονται κανονικά. Η каранτίνα των νεοεισερχόμενων στη μονάδα ψαριών επί 2 εβδομάδες, με επεμβάσεις εάν κριθεί αναγκαίο, μας καθιστά σίγουρους ότι δεν θα έχουμε εισαγωγή στη μονάδα παθογόνων μικροοργανισμών απ' έξω.

Η λήψη μέτρων καθαριότητας (απολύμανση υποδημάτων στις εισόδους, καθαρισμός δαπέδων, τοιχωμάτων, βάσεων απολυμάνσεις κενών δεξαμενών) συμβάλλουν στον ίδιο σκοπό. Το υψηλό ΡΗ δεν ευνοεί τα παθογόνα βακτήρια να ενεργοποιηθούν.

Δεν πρέπει να γίνονται προληπτικές επεμβάσεις με παρασιτοκτόνα, αλλά εάν απαιτείται μόνο θεραπευτικές.

Σε περίπτωση χρήσης NaCl ( 3%) κυρίως στα χέλια, καθώς και η φορμόλη σε δόση 80ppm. Απαγορεύεται η χρήση μπλε του μεθυλενίου στο σύστημα γιατί σε δόση 5ppm σταματά η νιτροποίηση.

Αντιθέτως επιτρέπεται η φορμόλη, ο πράσινος του μαλαχίτη (1ppm) ή και ο συνδυασμός των δύο, ο θειικός χαλκός και το υπερμαγγανικό κάλιο, τα οποία δεν επηρεάζουν τη νιτροποίηση. Όσο αφορά τα αντιβιοτικά η ερυθρομυκίνη και η 2 χλωρό-πυριδίνη σταματάν τη νιτροποίηση.

**ΜΕΡΟΣ Β.**  
**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ**  
**ΚΑΙ**  
**ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

#### 2.1. Επιλογή τοποθεσίας εγκατάστασης

Η καταλληλότητα μιας τοποθεσίας για την εγκατάσταση μιας μονάδας κλειστού κυκλώματος (χελοκαλλιέργειας) εξαρτάται από το κατά πόσο αυτή εκπληρώνει ορισμένες βασικές προϋποθέσεις, πάνω στις οποίες στηρίζεται η οικονομική λειτουργία της.

Γενικά η τοποθεσία πρέπει να βρίσκεται σε περιοχές που επικρατεί θερμό κλίμα, έχει ηλιοφάνεια μεγάλης διάρκειας και υπάρχει άφθονο νερό, καλής ποιότητας και υψηλής σχετικά θερμοκρασίας. Το έδαφος να είναι επίπεδο, να μην είναι πορώδες και να μην υπάρχει κίνδυνος από πλημμύρες. Τέλος να είναι κοντά σε μεγάλα αστικά κέντρα.

Το νερό, είτε φυσικό είτε από γεώτρηση πρέπει να είναι απηλαγμένο από αζωτούχα παράγωγα και γενικά οποιοδήποτε παθογόνο μικροοργανισμό που να επιβαρύνει το νερό και να το κάνει ακατάλληλο για χρησιμοποίηση.

Ένα άλλο σημείο που πρέπει να προσεχθεί είναι η ηλεκτρική υποδομή που υπάρχει στο χώρο της μονάδας και η παρουσία οικισμών κοντά να εξασφαλίζει τηλεφωνική σύνδεση.

Από πλευράς κλιματολογικών συνθηκών ενδιαφέρει μόνο η θερμοκρασία αέρος. Και αυτή μόνο σε ότι έχει σχέση με την προσπάθεια διατήρησης σταθερής θερμοκρασίας στο εσωτερικό χώρο της μονάδας και συνεπώς με την εγκατάσταση του αναγκαίου συστήματος θέρμανσης και το λειτουργικό κόστος του για την αναπλήρωση των απωλειών.

## 2.2. Παραγωγική διαδικασία-Προσδιορισμός δεξαμενών.

Το πρώτο θέμα το οποίο θα πρέπει να ξεκαθαρίσει, είναι το μέγεθος του γόνου με το οποίο θα αρχίσει η εκτροφή. Στην πράξη η εκτροφή μπορεί να αρχίσει με χελάκια ανόδου από 0,25gr-1gr καθώς και με μεγαλύτερα χέλια άνω των 3gr και μέχρι 15-20gr.

Από πιο μέγεθος θα προτιμήσουμε να αρχίσουμε την εκτροφή. Η απάντηση του ερωτήματος, είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων.

Εδώ θα επιλέξουμε γόνο χελιού 0,25gr για τους εξής λόγους:

- ☒ Το κόστος προμήθειας του γόνου.
- ☒ Αγοράζοντας γόνο άνω του 1 gr δεν γνωρίζουμε εάν πρόκειται για άτομα ταχυαυξή ή καλώς αναπτυσσόμενα της ίδιας χρονιάς ή άτομα υποανεπτυγμένα της προηγούμενης χρονιάς ή σε τι ποσοστό υπάρχουν τέτοια άτομα μέσα στον πληθυσμό. Ασφαλώς είναι προτιμότερο την εκτροφή να την αρχίσουμε η ίδιοι, αμέσως μετά τη σύλληψη των χελιών.
- ☒ Είναι προτιμότερο η προσαρμογή των χελιών σε τεχνητές συνθήκες εκτροφής και στη λήψη τεχνητού σιτηρεσίου να γίνει στη μονάδα όπου προορίζονται για κύρια εκτροφή.

Η εποχή προμήθειας χελιού (γόνου) και έναρξης της εκτροφής ποικίλει. Ο γόνος των χελιών στη Δ. Ευρώπη αρχίζει να αλιεύετε από Νοέμβριο μέχρι Μάρτιο με κύρια αιχμή το Δεκέμβριο ως Ιανουάριο.

Η παραγωγική διαδικασία θα αφορά τις εξής φάσεις εκτροφής:

Κλειστού κυκλώματος

⊗ Φάση εγκλιματισμού των νεαρών χελιών, διάρκειας δυο εβδομάδων. Ανοικτό σύστημα ροής του νερού.

⊗ Φάση ανάπτυξης των νεαρών χελιών από 0,3-3gr.

⊗ Φάση προανάπτυξης ή προπάχυνσης από 3-10gr.

⊗ Φάση κύριας εκτροφής από 10-330gr (τελικό εμπορεύσιμο βάρος).

Οι φάσεις 2,3,4 θα είναι με τη μέθοδο του κλειστού συστήματος.

Ο αριθμός των ιχθυδίων που θα απαιτηθεί να αγοραστεί και να εκτραφεί στις προαναφερόμενες φάσεις, χρονικό διάστημα παραμονής του χελιού σε κάθε φάση και ο αριθμός των δεξαμενών που θα χρειαστούμε είναι συνάρτηση των βιολογικών χαρακτηριστικών του χελιού.

Όσο αφορά την πυκνότητα, αυτή καθορίζεται σύμφωνα με τη διεθνή πρακτική αλλά και τη βιβλιογραφία ως εξής:

**Από 0,3gr-3 gr σε 10kg/m<sup>2</sup>**

**Από 3gr -10gr σε 10-50kg/m<sup>2</sup>**

**Από 10gr-330gr σε 50-130kg/m<sup>2</sup>**

Στη βιβλιογραφία έχουν αναφερθεί και ακόμα μεγαλύτερες πυκνότητες (150-200kg/m<sup>2</sup>) με ευνοϊκή επίδραση της υψηλής ιχθυοφόρτισης στη μείωση του συντελεστού παραλλακτικότητας.

Οι ρυθμοί ανάπτυξης τους οποίους αναμένουμε να επιτύχουμε με βάση τη θερμοκρασία εκτροφής 25<sup>0</sup>C και τη χορηγούμενη ποσότητα τροφής (4% για τη πρώτη φάση, 3% για τη 2<sup>η</sup> φάση και 1-2% για την κύρια εκτροφή είναι:

**Από 0,3-3gr SGR=1,8%**

**Από 3-10gr SGR=1,5%**

**Από 10-80gr SGR=1,2%**

Κλειστού κυκλώματος

**Από 80-330gr SGR=0,9%**

### 2.2.1. Στάδιο εγκλιματισμού

Διάρκεια: 2 εβδομάδες.

Αρχικά άτομα :594.000.

Αρχικό μέσο βάρος:0,25gr

Τελικά άτομα:580.000

Τελικό μέσο βάρος:0,3gr.

Θνησιμότητα:3%

Αρχική βιομάζα:148,5kg.

Τελική Βιομάζα:174kg.

Απαιτούνται 2 κυκλικές δεξαμενές (PVC) διαμέτρου  $D=3m$ .

Άλλα τεχνικά χαρακτηριστικά

$h_{\delta\epsilon\epsilon}=1m$

$h_{\nu\epsilon\rho}=0,7m$

Επιφάνεια:7m<sup>2</sup>/δεξαμενή.

Όγκος νερού=4,9m<sup>3</sup>/δεξαμενή.

Πυκνότητα=10,6-12,5kg/m<sup>2</sup> ή 15-17kg/m<sup>3</sup>.

### 2.2.2.Στάδιο ανάπτυξης νεαρών χελιών (Elvers).

**Από 0,3-3gr.**

Διάρκεια 128 ημέρες.

Αρχικά άτομα: 580.000

Αρχικό μέσο βάρος:0,3gr

Τελικό μέσο βάρος:3 gr.

Τελικός αριθμός: 435.000

Θνησιμότητα 25%

Στο τέλος του σταδίου αυτού γίνεται η πρώτη διαλογή και απομακρύνονται τα υποανεπτυγμένα άτομα (45% του αρχικού πληθυσμού) και διατηρούνται τα ταχυαυξή και τα καλώς ανεπτυγμένα (το 30% του

## Κλειστού κυκλώματος

αρχικού πληθυσμού), που ανέρχονται σε 17.500 άτομα μέσου βάρους 3gr.

Απαιτούμενη επιφάνεια δεξαμενών  
 $=700\text{kg}:10\text{kg}/\text{m}^2=70\text{m}^2$

Επιλέγονται 10 κυκλικές δεξαμενές πλαστικές με τα εξής χαρακτηριστικά:

$$D=3\text{m}$$

$$H_{\delta\epsilon\epsilon}=1\text{m}$$

$$h_{\nu\epsilon\rho\omicron\upsilon}=0,7\text{m}$$

$$\text{Επιφάνεια } 7\text{m}^2/\delta\epsilon\epsilon$$

$$\text{Όγκος νερού}=4,9\text{m}^3/\delta\epsilon\epsilon.$$

$$\text{Πυκνότητα}=10\text{kr}/\text{m}^2 \text{ ή } 14,3\text{kg}/\text{m}^3.$$

### 2.2.3 Στάδιο Προανάπτυξης. Από 3gr-10 gr.

Διάρκεια: 80 ημέρες.

Αρχικός αριθμός ατόμων: 175.000

Αρχικό μέσο βάρος: 3 gr.

Τελικός αριθμός ατόμων: 168.000

Τελικό μέσο βάρος: 10gr

Αρχική βιομάζα: 52,5 kg.

Τελική βιομάζα: 1.660 kg.

Θνησιμότητα: 5%

Απαιτούμενη επιφάνεια εκτροφής  
 $1660:50\text{kg}/\text{m}^2=33\text{m}^2$

Επιλέγονται 5 κυκλικές δεξαμενές με τα εξής χαρακτηριστικά.

$$D=3\text{m}$$

$$H_{\delta\epsilon\epsilon}=1\text{m}$$

$$h_{\nu\epsilon\rho\omicron\upsilon}=0,7\text{m}$$

$$\text{Επιφάνεια } 7\text{m}^2/\delta\epsilon\epsilon$$

$$\text{Όγκος νερού}=4,9\text{m}^3/\delta\epsilon\epsilon.$$

$$\text{Πυκνότητα}=47\text{kr}/\text{m}^2 \text{ ή } 332\text{kg}/\delta\epsilon\epsilon\alpha\mu\epsilon\upsilon\eta.$$



**2.2.4. Στάδιο Κύρια Εκτροφής. Από 10-330gr.**

Διάρκεια : 331 ημέρες [173 ημέρες (10-80gr και 15 ημερες (80-330gr)].

Αρχικός αριθμός ατόμων: 166.000

Αρχικά μέσα βάρους: 10gr.

Τελικός αριθμός ατόμων: 150.000

Τελικό μέσα βάρους: 330gr

Αρχική βιομάζα: 1660 kg.

Τελική βιομάζα: 50000kg.

Θνησιμότητα: 10%

Απαιτούμενη επιφάνεια εκτροφή  
 $50000 : 130 \text{ kg/m}^2 = 385 \text{ m}^2$

Επιλέγονται 20 κυκλικές δεξαμενές με τα εξή χαρακτηριστικά.

$D = 5 \text{ m}$

$H_{\delta\epsilon\epsilon} = 1 \text{ m}$

$h_{\text{νερού}} = 0,7 \text{ m}$

Επιφάνεια  $19,6 \text{ m}^2 / \delta\epsilon\epsilon$

Όγκος νερού  $= 13,72 \text{ m}^3 / \delta\epsilon\epsilon$ .

Πυκνότητα  $= 128 \text{ kg/m}^3$  ή  $2500 \text{ kg} / \delta\epsilon\epsilon\alpha\mu\epsilon\mu\eta$ .

Συνολική διάρκεια εκτροφής 554 ημέρες ή 18 1/2 μήνες από την είσοδο του γόνου στη μονάδα. Οι διάρκειες στα επιμέρους στάδια υπολογίστηκαν βάσει του τύπου:

$$T = \frac{\log W_2 - \log W_1}{SGR} \times 100$$

όπου T: Ο χρόνος που απαιτείται το μέσο βάρος  $W_2$  να γίνει  $W_1$  με ειδικό ρυθμό ανάπτυξης SGR εάν ληφθεί και υπ' όψη ότι μετά τα 3 gr, με διαλογή έχουμ διατηρήσει στην εκτροφή μόνο ταχυαυξή άτομα κα καλώς αναπτυσσάμενα (30% του αρχικού πληθυσμού).

Κλειστού κυκλώματος

Επίσης θα χρειαστούμε 3 πλαστικές δεξαμενές διαμέτρου 1,3m και ύψος δεξαμενής 1m, οι οποίες θα χρησιμοποιούνται στο μηχάνημα δοαλογής των χελιών, το οποίο θα χωρίζει τα χέλια σε 3 μεγέθη. Σημειώνεται ότι η διαλογή εκτός της αρχικής που θα γίνει στο τέλος του 2<sup>ου</sup> σταδίου (3gr), θα γίνεται κάθε 2 μήνες για λόγους κυρίως διατροφικούς.

Τέλος θα απαιτηθούν 2 υπαίθριες δεξαμενές τσιμεντένιες, ορθογώνιες, διαστάσεων 2X5m και ύψος 1m, καλυμένες με στέγαστρο, ανοικτής ροής, στις οποίες τα εμπορεύσιμα χέλια θα παραμένουν νηστικά επί 1-2 ημέρες πριν πωληθούν.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

#### ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΑΡΟΧΩΝ, ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΦΙΛΤΡΩΝ

Τα 3 αυτά βασικά μέρη του συστήματος αλληλοεπηρεάζονται από άπαψη ότι η παραγωγή θα καθορισθεί σε ύψος που να ικανοποιεί απόλυτα τις δυο βασικές ανάγκες του συστήματος δηλαδή την απομάκρυνση των μεταβολικών ουσιών (αμμωνία) και την κάλυψη των αναπνευστικών αναγκών των ψαριών.

Για να γίνουν οι αναγκαίοι υπολογισμοί θα πρέπει να καθορίσουμε τις τιμές ορισμένων παραμέτρων, που θα ισχύουν καθόλη τη διάρκεια της εκτροφής ως ακολούθως:

⊗ Θερμοκρασία νερού εκτροφής  $25^{\circ}\text{C}$ .

⊗ ΡΗ νερού εκτροφής 7,5.

⊗ Συντελεστής μη ιονισμένης ή τοξικής αμμωνίας %,  $f=1,77$  για τις παραπάνω συνθήκες θερμοκρασίας και ΡΗ.

⊗ Συγκέντρωση κορεσμού του νερού σε οξυγόνο,  $C_s=7,6\text{gr}/\text{m}^3$ .

⊗ Ελάχιστη απαιτούμενη συγκέντρωση οξυγόνου στις δεξαμενές εκτροφής  $C_A=4\text{gr}/\text{m}^3$ .

⊗ Συγκέντρωση οξυγόνου στο ανανεούμενο νερό  $C_{AO}=5\text{gr}/\text{m}^3$ .

⊗ Ανεκτό ανώτατο όριο τοξικής αμμωνίας (μη ιονισμένη) το οποίο δεν επηρεάζει το ρυθμό ανάπτυξης.  $C_{\text{NH}_3}=0,05\text{gr}/\text{m}^3$ .

Το ποσοστό αυτό προσδιορίστηκε από την εργασία των Degani et al 1985, όπου ολική αμμωνία 1-2ppm, σε νερό θερμοκρασίας  $24\pm 1$ , ΡΗ=6,8-7,9 δεν επηρέασε καθόλου το ρυθμό ανάπτυξης.

## Κλειστού κυκλώματος

⊗ Οριο συγκέντρωσης ολικής αμμωνίας που αντιστοιχεί στην προηγούμενη τιμή μη ιονισμένης αμμωνίας:

$$Cb = \frac{CNH3}{f} \times 100 = \frac{0,05}{1,77} \times 100 = 2,85 \text{ gr/m}^3$$

και για λόγους ασφαλείας παίρνουμε το 90% της τιμής αυτής  $Cb=2,53$ .

⊗ Η συγκέντρωση ολικής αμμωνίας στο ανανεούμενο νερό είναι  $CBO=0$ .

⊗ Ειδικός συντελεστής έκκρισης αμμωνίας-αζώτου από τα χέλια στη μονάδα του χρόνου:

$$m_b = 0,6 \text{ gr/kg/ημέρα.}$$

⊗ Ειδική κατανάλωση οξυγόνου:  $m_a = 4 \text{ gr/kg/ημέρα.}$

⊗ Βαθμός ανακυκλοφορίας του νερού

$$Z = \frac{Qr}{Qn} \text{ όπου}$$

$Qr = H$  παροχή του ανακυκλούμενου νερού.

$Qn = H$  παροχή του ανανεούμενου νερού.

Καθορίζουμε ανακύκλωση του 95% του κυκλοφορούντος νερού στο σύστημα, το δε 5% του νερού που ανανεώνεται προορίζεται για κάλυψη των διαρροών, εξάτμησης κ.λ.π.

$$Z = 95/5 = 19$$

⊗ Αποτελεσματικότητα βιολογικού φίλτρου  $X\beta = 0,9$  (90%). Το υπόλοιπο 10% των αμμωνιακών θα μετατρέπεται σε βακτηριακούς ιστούς.

### 3.1 Υπολογισμός παροχών

Η βασική εξίσωση ισορροπίας του συστήματος ως προς τη συγκέντρωση της αμμωνίας θα είναι:

$$C_{B0} * Q_n + m_B * W = C_B Q_n + (C_B - C_{Bout}) * Q_r$$

όπου  $W$  = το βάρος των ψαριών,

$C_{Bout}$  = Η συγκέντρωση της αμμωνίας στο εξερχόμενο από το βιολογικό φίλτρο νερό.

Εισάγουμε στην ανωτέρο εξίσωση τα εξής στοιχεία:

$$XB = \frac{CB - CBout}{CB}$$

και  $qB = \frac{Qn}{W}$  όπου  $q_B$  = η ειδική ροή του ανανεούμενου νερού σε  $m^3/kg/ημέρα$ .

$$Xbo = \frac{Cb - Cbo}{CB} \quad \text{όπου: } X_{B0} = \text{αριθμός από } 0-1 \text{ που}$$

χαρακτηρίζει την περιεχόμενη αμμωνία στο ανανεούμενο νερό και που στη παρούσα μελέτη ισούται με 1 γιατί  $C_{B0} = 0$ .

Τότε:

$$qb(XBO + Xb * Z) = \frac{mb}{cb} \Rightarrow qb = \frac{mb/cb}{Xbo + Xb * Z}$$

Μετά την επίλυση της εξίσωσης βρίσκουμε  $q_B = 0,0131 m^3/kg/ημέρα$  η ειδική ροή ανανεούμενου νερού.

Ειδική ροή ανακυκλούμενου νερού =  $q_B * Z = 0,249 m^3/kg/ημέρα$ .

Ειδική ροή νερού στις δεξαμενές =  $q_B(1+Z) = 0,262 m^3/kg/ημέρα$ .

Ιχθυοφόρτιση κάθε κύριας εκτροφής 2500kg.  
Απαιτούμενη παροχή  $2500 * 0,262 = 655 m^3/δεξ/ημέρα$ .

## Κλειστού κυκλώματος

Ανανεώσεις νερού δεξαμενής κύριας εκτροφής= Απαιτούμενη παροχή: όγκο δεξαμενής=2 ανανεώσεις την ώρα.

Ιχθυοφόρτιση κάθε δεξαμενής σταδίου προανάπτυξης 332kg. Απαιτούμενη παροχή  
 $332 \times 0,262 = 86,98 \text{ m}^3/\delta\epsilon\chi/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha.$

Ανανεώσεις νερού δεξαμενών προανάπτυξης=  $3,62:4,9=0,74$  η μια ανανέωση κάθε 1,35 ώρες ή μια ανανέωση κάθε 1 ώρα και 21 λεπτά.

Ιχθυοφόρτιση δεξαμενών ανάπτυξης: 70kg/δεξ.

Απαιτούμενη παροχή  
 $70 \text{ kg} \times 0,262 = 18,34 \text{ m}^3/\delta\epsilon\chi/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha.$

Για τη μονάδα εγκλιματισμού προκειμένου να υπολογίσουμε την αναγκαία παροχή για την απομάκρυνση της αμμωνίας χρησιμοποιούμε:

$q_b = m_b / C_b = 0,213249 \text{ m}^3/\text{kg}/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha.$

Ιχθυοφόρτιση (μέγιστη) κάθε δεξαμενή 87κιλά.

Απαιτούμενη παροχή  $0,213 \times 87 = 18,5 \text{ m}^3/\delta\epsilon\chi/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha = 0,77 \text{ m}^3/\delta\epsilon\chi/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha.$

Ανανεώσεις νερού δεξαμενών=  $4,9:0,77=1$  ανανέωση κάθε 6,5 ώρες.

**4. Υπολογισμός Βιολογικών φίλτρων.****4.1.1 Κύριας εκτροφής**

Διερχόμενη παροχή νερού από τα φίλτρα:

$0,249 \text{ m}^3/\text{kg}/\text{ημέρα} \times 50000 \text{ kg} = 12450 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$  ή  $519 \text{ m}^3/\text{ώρα}$ .

Τιμή βιοαποικοδόμησης της αμμωνίας για πλαστικό μέσο πλήρωσης με ειδική επιφάνεια  $200 \text{ m}^2/\text{m}^3$  και ογκομετρική αναλογία 94%,  $0,4 \text{ gr}$  αμμωνίας/  $\text{m}^2/\text{ημέρα}$ .

Επιθυμητή τιμή φόρτισης του φίλτρου μέχρι  $100\text{-}200 \text{ m}^2/\text{m}^3/\text{ημέρα}$ .

Η Παραγόμενη αμμωνία στο σύστημα στο μέγιστο της παραγωγής υπολογίζεται στο  $0,6 \times 50000 = 30 \text{ kg}/\text{ημέρα}$ .

Από αυτή το 95% περνά έσα από το βιολογικό φίλτρο δηλαδή τα  $28,5 \text{ kg}/\text{ημέρα}$ . Από αυτό οξειδώνεται το 90% δηλαδή το  $25,65 \text{ kg}/\text{ημέρα}$ , τα οποία θα χρειαστούν  $25,65 : 0,080 = 320 \text{ m}^3$  βιολογικό φίλτρο.

Επιλέγουμε 4 κυλινδρικά φίλτρα με διάμετρο 4,60, οριζόντια τομή εκάστου  $16,61 \text{ m}^2$ , όγκος εκάστου  $320 : 4 = 80 \text{ m}^3$ .

Ύψος κάθε φίλτρου  $80 : 16,61 = 4,82 \text{ m}$ .

Τιμή φόρτωσης  $12450 : 4 : 16,61 = 187 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{ημέρα}$ .

**4.1.2. Τμήμα προανάπτυξης**

Διερχόμενη παροχή νερού  $0,249 \times 1660 = 413 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$ .

Η παραγόμενη αμμωνία που παρήχθηκε στο σύστημα στο μέγιστο της παραγωγής είναι:  $0,6 \times 1660 \text{ kg} = 996 \text{ gr}/\text{ημέρα}$ .

Από την ποσότητα αυτή το 95% περνά από το βιολογικό φίλτρο:  $946 \text{ gr}/\text{ημέρα}$  και οξειδώνεται το 90% =  $850 \text{ gr}/\text{ημέρα}$ .

Συνεπώς απαιτούνται  $850 : 80 = 11 \text{ m}^3$  φίλτρο.

Επιλέγουμε 1 κυλινδρικό φίλτρο με διάμετρο 2m, με οριζόντια τομή  $3,14\text{m}^2$  και ύψος φίλτρου  $11:3,14=3,5\text{m}$ . Τιμή φόρτωσης  $413:3,14=132\text{m}^3/\text{m}^2/\text{ημέρα}$ .

#### 4.1.3 Τμήμα ανάπτυξης γόνου χελιών.

Διερχόμενη παροχή νερού  $0,249 \times 700 = 174\text{m}^3/\text{ημέρα}$ .

Παραγόμενη αμμωνία στο σύστημα:  $0,6 \times 700 = 174\text{gr}/\text{ημέρα}$ .

Μέσω φίλτρου περνούν 399 gr και οξειδώνονται τα 360gr. Συνεπώς απαιτούνται  $360:80=4,5\text{m}^3$  φίλτρου.

Επιλέγουμε 1 κυλινδρικό φίλτρο με διάμετρο 1,5, οριζόντιας διατομής  $1,77\text{m}^2$ , ύψους  $2,55\text{m}$  και όγκου  $4,5\text{m}^3$ .

Τιμή φόρτωσης  $174:1,77=98\text{m}^3/\text{m}^2/\text{ημέρα}$ .



### 5. Υπολογισμός Μηχανικών Φίλτρων.

Για να ανταποκριθούμε στις απαιτήσεις του συστήματος για την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών γρήγορα και αποτελεσματικά, με δεδομένη την υψηλή ιχθυοφόρτιση και τις μεγάλες παροχές, είμαστε υποχρεωμένοι να χρησιμοποιήσουμε βιομηχανικού τύπου αυτοκαθαριζόμενα μηχανικά φίλτρα.

Επιλέγονται τα Σουηδικής τεχνολογίας Triangefilter τα οποία έχουν την ικανότητα απομάκρυνσης των αιωρούμενων στερεών κατά 90%, των συνολικών φωσφορικών 80% και των συνολικών αζωτούχων κατά 40-50%.

Πρόκειται για μηχανισμούς που διαθέτουν 1 (TF12) ή 2 (TF24) ή 4 (TF48) φίλτρα-πλαίσια με μέγεθος πόρων από 25-150nm.

Στις ιχθυοκαλλιέργειες χρησιμοποιούνται πόροι από 60-80nm. Το νερό εισέρχεται στην κορυφή του φίλτρου και κινούμενο επί των πλαισίων. Όταν οι πόροι των πλαισίων φράξουν, ανιχνεύεται από ένα φωτοκύτταρο και τίθεται σε λειτουργία ο μηχανισμός έκπλυσης, που αποτελείται από μια σειρά μπεκ επί κινητού βραχίονος κατά το μήκος του πλαισίου. Ο χρόνος έκπλυσης διαρκεί 6 sec και η έκπλυση επαναλαμβάνεται κάθε 1min.

Απαιτούνται 4m<sup>3</sup>/24ώρο νερού για την έκπλυση, το οποίο προτιμάται να είναι καθαρό. Η λάσπη των σωματιδίων απομακρύνεται μαζί με το 0,2-0,5% του διερχόμενου νερού. Τα φίλτρα τοποθετούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε το εξερχόμενο νερό από τις δεξαμενές να έρχεται σε αυτά με βαρύτητα.

Τα απόβλητα συγκεντρώνονται σε μια υπόγεια δεξαμενή 7m<sup>3</sup> τσιμεντένια. Ο υπολογισμός της έγινε από το στοιχείο ότι απαιτούνται 2-3 m<sup>3</sup> δεξαμενής/m<sup>3</sup> και ώρα

## Κλειστού κυκλώματος

αποβλήτων. Η συνολική παροχή του συστήματος είναι  $543 \text{ m}^3/\text{h}$  και τα απόβλητα υπολογίζονται σε  $2,7 \text{ m}^3/\text{h}$  (0,5%).

Στη συνέχεια τα απόβλητα από τη δεξαμενή αυτή αντλούνται ή προς τον απορροφητικό βόθρο ή προς την εξωτερική δεξαμενή καθίζησης εάν θέλουμε να τα χρησιμοποιήσουμε για λίπασμα.

Ο παρακάτω πίνακας δίδει τις ροές μέσω των φίλτρων:

Πίνακας 1:

Μέγεθος φίλτρων	TF12	TF24	TF48
4m	l/s	l/s	l/s
32	3-12	8-20	12-50
63	6-17	15-35	30-70
80	10-20	20-40	40-80
100	12-20	25-40	50-80

Οι διαθέσιμες παροχές του συστήματος είναι:

Τμήμα κύρια εκτροφής:  $112450 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$ .

Τμήμα προανάπτυξης:  $413 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$ .

Τμήμα ανάπτυξης νεαρών Elvers:  $174 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$ .

Κατόπιν των παραπάνω επιλέγουμε για το τμήμα της κύριας εκτροφής 4 μηχανικά φίλτρα TF48/80nm για το τμήμα της προανάπτυξης, 1 TF12/63nm για το τμήμα ανάπτυξης των νεαρών Elvers και 2 φίλτρα TF48/8nm για το τμήμα κύριας εκτροφής.

### 6. Υπολογισμός σωλήνων, αντλιών, ηλεκτροκινητήρων.

Όπως αναφέρθηκε το νερό κινείται με βαρύτητα από τον υδατόπυργο ύψους 2m και τροφοδοτεί τα φραγία των 6 βιολογικών φίλτρων, τις δεξαμενές εγκλιματισμού, τις δεξαμενές συντήρησης, το σύστημα έκπλυσης των φίλτρων και τις ανάγκες σε νερό του εργαστηρίου, κ.λ.π.

Η μέγιστη ανάγκη σε ανανεώσιμο νερό είναι λίγο πριν τη πώληση της παραγωγής και ανέρχεται σε 8lt/sec.

Επιλέγουμε σωλήνα PVC, D=50mm(εσωτερική διάμετρος 46,4mm). Η ταχύτητα ροής θα είναι

$$v = \sqrt{2ghc} = 6,3 \text{ m/sec} \quad \text{και} \quad \eta \quad \text{παροχή}$$

$Q = V \cdot \pi \cdot D^2 / 4 = 10,6 \text{ lt/sec}$ , που ικανοποιεί απόλυτα τις ανάγκες.

Για τους υπολογισμούς των υδραυλικών στη κύρια εκτροπή χρησιμοποιούμε τους εξής τύπους:

$$V = 4Q / \pi D^2 \quad \text{όπου:}$$

V=ταχύτητα σε m/sec.

Q=παροχή σε m<sup>3</sup>/sec.

D=διάμετρος σε m.

$$H_f = K \cdot V^2 / 2g \quad \text{όπου}$$

H<sub>f</sub>=τοπικές απώλειες.

K=Συντελεστής τοπικών απωλειών.

**7. Υπολογισμός σωλήνων αποχετεύσεων.**

Μεταφορά του νερού που εκρέει από τις δεξαμενές στα μηχανικά φίλτρα. Τα αποχετευτικά κανάλια υπολογίζονται από τον τύπο του Manning.

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \text{ όπου } R = \text{Η υδραυλική ακτίνα} = D/4.$$

Και  $I = \text{Η κλίση του σωλήνα } \% = h_f/L.$

Δηλαδή η απώλεια φορτίων ανά μονάδα μήκους του αγωγού. Έτσι λοιπόν στην κύρια εκτροφή και στο καθένα από τα 4 τμήματα αυτής, η κλίση του αποχετευτικού αγωγού υπολογίζεται από το ύψος του μηχανικού φίλτρου, το ύψος της επιφάνειας του νερού των δεξαμενών (1,2m) και το μήκος του αγωγού και είναι ίση με 1,6%.

Από την κλίση και την αποχετευόμενη παροχή υπολογίζουμε από νομογραφήματα ότι αποχετευτικός αγωγός 190χιλιοστά εξυπηρετεί την απόρροή του νερού.

**ΜΕΡΟΣ Γ.**  
**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ**  
**ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το συγκρότημα εντατικής ιχθυοκαλλιέργειας αποτελείται από:

⊗ Τις δεξαμενές εκτροφής χελιών.

⊗ Τη μονάδα βιολογικού καθαρισμού που ενσωματώνεται στις δεξαμενές εκτροφής.

Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά τα κυριότερα μέρη του συγκροτήματος.

⊗ Δεξαμενές εκτροφής: περιλαμβάνει 24 δεξαμενές, όγκου  $30,02\text{m}^3$  η κάθε μία.

Το σχήμα των δεξαμενών είναι κυλινδρικό και είναι κατασκευασμένες από πολυεστέρα. Θα έχουν διάμετρο 5m και καθαρό ύψος 1,53m.

⊗ Μονάδα βιολογικού καθαρισμού : Η βιολογική κατεργασία του ακάθαρτου νερού, βασίζεται σε μικροοργανισμούς, οι οποίοι καταστρέφουν τα οργανικά συστατικά του ακάθαρτου νερού με τρόπο, ώστε η βιοχημική κατανάλωση οξυγόνου να συγκεντρώνεται στην εγκατάσταση βιολογικού καθαρισμού, για να μην καταστρέφεται η ζωή στα ποτάμια, λίμνες και θάλασσα.

Αφού μελετήθηκαν οι υπάρχουσες συνήθειες μέθοδοι, αεροβικής αποσύνθεσης του ακάθαρτου νερού, επινοήθηκε και κατασκευάστηκε το βιοτύμπανο BIO - DRUM, για τον καθαρισμό των αποβλήτων υδάτων.

Το βιοτύμπανο αποτελεί μια νέα επαναστατική κατασκευή περιστρεφόμενου φίλτρου, όπου αντί για πλάκες, το φίλτρο αποτελείται από πολλές πλαστικές μπάλες, που συγκρατούνται όλες μαζί μέσα σ' ένα κυλινδρικό δοχείο, με την βοήθεια μεταλλικού δικτύου.

Η νέα αυτή κατασκευή έχει το πλεονέκτημα, ότι τα τύμπανα μπορούν να επιπλέουν, λόγω του πολύ μικρού

ειδικού βάρους, που έχουν οι μπάλες. Υπάρχουν ειδικοί χώροι στην περιφέρεια του τυμπάνου, οι οποίοι φέρνουν το νερό ανασηκώνοντας το με την περιστροφή και το χύνουν πάνω στις μπάλες.

Η ενέργεια αυτή κάνει το βιοτύμπανο, συνδυασμό περιστρεφόμενου φίλτρου και φίλτρου ροής.

Οι ίδιοι αυτοί χώροι παγιδεύουν αέρα και τον πηγαίνουν κάτω, μέσα στο νερό, όπου δημιουργεί φυσαλίδες ανάμεσα στις μπάλες, καλύπτοντας με βιοφίλμ το κάτω μέρος του δοχείου, έτσι αυτό γίνεται και ένα είδος βυθιζόμενου φίλτρου, με φυσαλίδες αέρα.

Το μεγαλύτερο μέρος καθαρισμού γίνεται, όταν το νερό είναι σε επαφή με το βιοφίλμ πάνω στις μπάλες, ακριβώς μέσα στο βιοτύμπανο, αλλά μια ορισμένη ποσότητα οξυγόνου μεταφέρεται στο νερό της δεξαμενής.

Αυτό το περίσσιο οξυγόνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ανακυκλώσει ένα μέρος της καθιζόμενης ιλύος της δεξαμενής, κάνοντας δυνατό τον συνδυασμό του συστήματος του βιοτύμπανου με το σύστημα ενεργοποιημένης ιλύος.

Με τον τρόπο αυτό το βιοτύμπανο συνδυάζει πρακτικά όλες τις γνωστές μεθόδους βιολογικής κατεργασίας με πολύ ικανοποιητικό αποτέλεσμα καθαρισμού.

Οι υπολογισμοί έχουν δείξει μια ικανότητα απομάκρυνσης των 8 - 12 κιλών B.O.D<sub>5</sub> / m<sup>3</sup> όγκου βιοτυμπάνων, την ημέρα και αποτέλεσμα καθαρισμού, από 92 - 97 % μείωσης.

Διαπιστώνεται επομένως ότι το βιοτύμπανο είναι ένας περιστρεφόμενος βιοεπαφέας, μα αξιοσημείωτα χαρακτηριστικά που έχουν ως εξής:

⊗ Η μονάδα επιπλέει ελεύθερα στο νερό, λόγω της άνωσης, που έχουν οι κούφιεσ μπάλες.

Κλειστού κυκλώματος

⊗ Κάθε  $m^3$  Από μπάλες , έχει μια επιφάνεια περίπου  $102 m^2$  επικαλυπτόμενη από βιομάζα, η οποία σε κάθε περιστροφή βυθίζεται εντελώς στο ακάθαρτο νερό και ξανά ανεβαίνει στον αέρα, για οξυγόνωση σε μια συνεχή κίνηση.

⊗ Με την περιστροφή ο αέρας και το νερό ανάμεσα στις μπάλες, υφίστανται πλήρη ανταλλαγή, σε κάθε περιστροφή, προσφέροντας άμεση επαφή μεταξύ βιομάζας, οξυγόνου και οργανικής ιλύος, σε αιώρηση ή διάλυση στο νερό.

⊗ Οι ειδικοί χώροι λειτουργούν σαν συμπιεστές. Μεταφέροντας αέρα κάτω από την επιφάνεια του νερού, όπου και απελευθερώνεται δημιουργώντας φυσαλίδες ανάμεσα στη βιομάζα και στο νερό.

⊗ Οι ίδιοι χώροι ανασηκώνουν το νερό και το χύνουν πάνω στις μπάλες μα το βιοφίλμ, σε περιστροφή.

⊗ Με την επανακυκλοφορία της ιλύος, είναι δυνατή η διατήρηση υψηλής συγκέντρωσης αιωρούμενης βιομάζας, στη δεξαμενή με τα βιοτύμπανα, συνεπώς το σύστημα λειτουργεί σαν εγκατάσταση ενεργού ιλύος, σε συνδυασμό με τη βιομάζα.

⊗ Καθώς όλες οι λειτουργίες αποτελούν ολοκληρωμένα μέρη της δομής του βιοτύμπανου, η μόνη ενέργεια που απαιτείται, είναι η ροπή, για να επιστρέψει τα βιοτύμπανα σχετικά αργά μέσα στο νερό.

⊗ Η αντίληψη κατασκευής του βιοτύμπανου, καταργεί τις παραδοσιακές αντλίες, ωστήρες , συμπιεστές και φυσητήρες, για την μεταφορά του οξυγόνου. Ο κενός χώρος ανάμεσα στις μπάλες είναι περίπου 30% ή  $0.45m^3$  σ' ένα βιοτύμπανο  $1,5m^3$ .

Το τύμπανο περιστρέφεται με 15 στροφές/λεπτό(900 την ώρα). Όταν ένα βιοτύμπανο BIO



---

*Κλειστού κυκλώματος*

DRUM  $1,5 \text{ m}^3$  , με ενεργή βιολογική επιφάνεια  $150 \text{ m}^2$  περιστρέφεται μέσα σε μια δεξαμενή, συμβαίνει το εξής:

⊗ Το βιοφίλμ, είναι κάτω μέσα στο νερό και πάνω στον αέρα, με το περιεχόμενό του, περίπου 21% οξυγόνο, 900φορές την ώρα.

⊗ Οι 900 φορές δίνουν μια ανταλλαγή αέρα ανάμεσα στις μπάλες, της τάξης των  $400\text{m}^3$  την ώρα, ( 1000 κιλά οξυγόνου).

⊗  $400 \text{ m}^3$  ρέουν μέσα και έξω από το τύμπανο/ώρα κάτι που προκαλεί επαναοξυγόνωση όλης της ποσότητας του νερού, 20 φορές την ώρα ή κάθε τρίτο λεπτό σε μια δεξαμενή  $32\text{m}^3$  .

⊗ Οι 56 ενσωματωμένοι ανυψωτήρες νερού χύνουν περίπου 50 τόνους ανάμεσα στις μπάλες, όταν αυτές είναι πάνω από την επιφάνεια του νερού, ώστε να τροφοδοτεί το βιοφίλμ περισσότερο, όταν έχει πάρει φρέσκο αέρα (καθαρό).

⊗ Οι ίδιοι οι χώροι μεταφέρουν επίσης  $50\text{m}^3$  καθαρό αέρα, που περιέχει περίπου 12,5 κιλά οξυγόνο, κάτω από τις μπάλες, όπου και απελευθερώνεται και δημιουργεί φουσαλίδες, ανάμεσα στις βυθισμένες μπάλες που επικαλύπτονται με βιοφίλμ.

⊗ Καθώς τα βιοτύμπανα BIO DRUM, επιπλέον στο νερό θα παρουσιάσουν διάφορα στη βύθιση σε σχέση με το βάρος του βιοφίλμ, και συνεπώς είναι δυνατόν να δούμε το φορτίο τους απευθείας.

Επειδή τα βιοτύμπανα επιπλέον στο νερό , η κατανάλωση ενέργειας είναι μικρότερη δυνατή (περίπου 900watt) για όλες τις λειτουργίες.

⊗ Η πλήρης πλύση του βιοφίλμ με 400λίτρα / περιστροφή ( κάθε 4sec) και ο σχηματισμός φουσαλίδων των  $50\text{m}^3$  αέρα /ώρα, διατηρούν τα βιοτύμπανα

ελεύθερα από περισσεύον βιοφίλμ, ώστε δεν χρειάζονται ποτέ καθάρισμα.

Μπορούμε να εξάγουμε λοιπόν το εξής συμπέρασμα:

Τα βιοτύμπανα έχουν μεγάλη ικανότητα καθαρισμού ανάλογα με το μέγεθός τους και εκπληκτικά μεγάλη ικανότητα οξυγόνωσης, σε σχέση με τη κατανάλωση ενέργειας.

Τα βιοτύμπανα είναι πολύ περισσότερα αποτελεσματικά από τα παραδοσιακά βιολογικά φίλτρα ( φίλτρα από πέτρα , φίλτρα ροής με πλαστική επένδυση, βυθιζόμενα με πλαστική επένδυση ), σε ιχθυοτροφεία και εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού αποβλήτων.

#### 4.1 Οικονομικά και πρακτικά οφέλη του βιοτυμπάνου.

Ύστερα από όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, φαίνεται πως η χρήση του βιοτύμπανου είναι και πρακτική και οικονομική.

Έτσι κανονικά μια δεξαμενή ψαριών, αλλάζει το νερό 10 - 12 φορές την ημέρα. Το νερό αυτό μολύνεται σε κάποιο βαθμό από τα περιττώματα των ψαριών και από τα υπολείμματα της τροφής.

Ο όγκος του νερού είναι τρομερά μεγάλος και η μόλυνση σχετικά μικρή, επομένως μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι συνηθισμένες μέθοδοι καθαρισμού, αλλά με μεγάλο κόστος.

Με τη χρήση του βιοτύμπανου το νερό επανακυκλοφορεί και έτσι αντί να χρησιμοποιείται 10 - 12 φορές ο όγκος της δεξαμενής, χρησιμοποιείται μόνο μια φορά.

Καθώς μια μεγάλη ποσότητα οξυγόνου περιέχεται στο νερό, είναι δυνατόν να έχουμε 5 - 10 φορές περισσότερο όγκο ψαριών, σε σύγκριση με τον όγκο νερού, κάτι που εξασφαλίζει επιπρόσθετη οικονομία 5-10 φορές, αν υπολογίσουμε το νερό που χρησιμοποιείται σε σχέση με την ποσότητα των ψαριών.

Η χρήση του βιοτύμπανου, έδωσε μια νέα συσκευή, η οποία μπορεί να καθαρίζει το νερό πολύ αποτελεσματικά και σε μικρότερο χώρο από το κανονικό και με χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας.

Η μέθοδος είναι απλή, αφού λειτουργεί βάσει της αρχής της ανάπτυξης βιοφίλμ.

Δεν υπάρχει κίνδυνος να ξεπλυθεί το βιοφίλμ., όπως συμβαίνει με την ενεργοποιημένη ιλύ. Το νερό

αλλάζει εντελώς στις μπάλες μια φορά σε κάθε περιστροφή, κάτι που αποκλείει το λίμνασμά του.

Σήμερα που δίνεται μεγάλη έμφαση στις μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας, το βιοτύμπανο αποτελεί το σωστό βήμα προς την κατεύθυνση αυτή.

**ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ :** Για να επιτύχουμε ανταλλαγή νερού τοποθετούμε μια δεξαμενή με ένα βιοτύμπανο μειώνει το ποσοστό της αμμωνίας σε κάθε ροή κατά 50 -70 %. Η διαδικασία της απονιτροποίησης, έχει σε πάρα πολύ χαμηλό τοξικό νιτρικό άλας, με την επενέργεια των νιτροποιητικών βακτηριδίων.

Αυτά τα βακτηρίδια είναι η αναγκαία ενέργεια, για την παραγωγή της οργανικής ύλης από την οξυγόνωση της αμμωνίας σε νιτρική και ακολούθως σε νιτρικό άλας.

Αναλυτικά έχουμε την έξης διαδικασία:

Για κάθε γραμμάριο αμμωνίας που οξειδώνεται σε νιτρικό, απαιτούνται 3,77 γραμμάρια οξυγόνου.

Πάνω σ' αυτό το νούμερο θα πρέπει να προστεθεί και ένα ποσοστό επιπλέον για τον μεταβολισμό των νιτροποιητικών βακτηριδίων *Nitrosomonas* & *nitrobacter*, που είναι αερόβια.

Το βιοτύμπανο τροφοδοτεί περίσσεια οξυγόνου, για την οξείδωση της αμμωνίας, του σπουδαιότερου σε ποσότητα μεταβολικού αποβλήτων, του χελιού.

Πληροφοριακά αναφέρουμε, ότι για την επιτυχή οξείδωση της αμμωνίας σε νιτρικά, αν υποθέσουμε, ότι τα χέλια τρέφονται με 2% τροφή επί του βάρους τους καθημερινά, απαιτούνται περί τα 150 mg/ κιλό χελιών ανά ώρα, οξυγόνου που μέσω του αέρα το βιοτύμπανο διοχετεύει με ελάχιστο κόστος στη δεξαμενή.

Τα βακτηρίδια είναι ανεπτυγμένα πάνω στις πλαστικές μπάλες σαν βιοφίλμ.

### 4.3. Περιστροφικό φίλτρο

Το φιλτράρισμα του νερού των δεξαμενών εκτροφής γίνεται με ένα περιστροφικό φίλτρο μεγάλης αποτελεσματικότητας, το οποίο ελαττώνει κατά πολύ την κατανάλωση του νερού. Στις πρώτες εγκαταστάσεις που χρησιμοποιήθηκε, ελαττώθηκε η ανάγκη καθαρού νερού, από  $6\text{m}^3$  σε κάθε 24 ώρες ανά τόνο χελιού, σε περίπου  $1\text{m}^3/\text{tn}$ .

Τα στέρεα απόβλητα του περιστροφικού φίλτρου που απομακρύνονται κατά τον βιολογικό καθαρισμό, αφού διέλθουν από την φιλτροπρέσσα και αφυδατωθούν, θα ξηραθούν και θα χρησιμοποιηθούν στη λίπανση αγρών.

### 4.3. Μονάδα θέρμανσης του χώρου και του νερού.

Η θερμοκρασία του νερού επιτυγχάνεται θερμαίνοντας τον εσωτερικό χώρο στο νερό των δεξαμενών το βιοτύμπανο.

Για τη θέρμανση του στεγασμένου χώρου και καλώς θερμομονωμένου χώρου, θα χρησιμοποιηθεί λέβητας ζεστού νερού και φυγοκεντρικά αερόθερμα συνολικής ισχύος  $200.000\text{Kcal/h}$ .

**Δίκτυα ύδρευσης και αποχέτευσης :** Το νερό που χρησιμοποιείται στο σύστημα, θα προέρχεται από γεώτρηση.

Αφού συμπληρωθούν οι δεξαμενές με νερό, μετά την βοήθεια των αντλιών αρχίζει η ανακύκλωσή του. Η συνολική ποσότητα του νερού της γεώτρησης ανέρχεται σε  $30\text{m}^3/\text{h}$ .

Από τις δεξαμενές το νερό ρέει μέσω δικτύου σωληνώσεων P.V.C. και φθάνει στο περιστροφικό φίλτρο όπου καθαρίζεται και στη συνέχεια μέσω σωληνώσεων

οδηγείται στη λεκάνη που συνδέεται με αυτό και με την αντλία ανακυκλοφορίας. Από την λεκάνη οδηγείται πάλι μέσω σωληνώσεων στις δεξαμενές εκτροφής και με την αντλία ανακυκλοφορίας. Από την λεκάνη οδηγείται πάλι μέσω σωλήνων στις δεξαμενές εκτροφής και στις δεξαμενή νιτροποίησης. Από τις δεξαμενές εκτροφής και από τη δεξαμενή νιτροποίησης οδηγείται και πάλι στο περιστροφικό φίλτρο ώστε να γίνεται η ανακύκλωσή του.

Λόγω του ότι ένα μικρό-μέρος της ποσότητας του νερού εξατμίζεται και αποβάλλεται συγχρόνως με την απομάκρυνση του βούρκου, το συμπληρώνουμε με μια συνεχή παροχή σε ποσοστό περίπου του συνολικού όγκου νερού των δεξαμενών ανά εικοσιτετράωρο.

Για τις ανάγκες της μονάδας σε νερό, υπάρχει μια δεξαμενή από σκυρόδεμα μέσα στο κτίριο των βοηθητικών εγκαταστάσεων, η οποία έχει χωρητικότητα  $25\text{m}^3$ . Από το νερό αυτό, μια ποσότητα οδηγείται στους υδραυλικούς υποδοχείς για τις υγειονομικές ανάγκες και μέσω πιεστικού συγκροτήματος στο δίκτυο πλήρωσης των δεξαμενών του χώρου εκτροφής.

Για το αποχετευτικό δίκτυο, προβλέπεται δημιουργία σηπτικού βόθρου, όπου θα διοχετεύονται τα λύματα μέσω σωληνώσεων στα φρεάτια.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5****ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ**

Ο μηχανολογικός εξοπλισμός θα περιλαμβάνει:

- ⊗ 18 δεξαμενές διαμέτρου 5,00m. Φ 5m(fiberglass)
- ⊗ 6 δεξαμενές νιτροποίησης 3,0X3,0m
- ⊗ 24 βιοτύμπανα 110/133/1,25.
- ⊗ 6 περιστροφικά φίλτρα 802/1H με έλεγχο ροής.
- ⊗ 18 αυτόματες ταίστρες
- ⊗ 18 βαλβίδες εξαγωγής ψαριών
- ⊗ 18 πλήρη συστήματα παροχής οξυγόνου σε περιπτώσεις ανάγκης.
- ⊗ 6 πλήρη συστήματα παροχής οξυγόνου σε περιπτώσεις ανάγκης.
- ⊗ 6 πλήρη συστήματα σωληνώσεων παροχής καθαρού νερού με βάνες.
- ⊗ 6 πλήρη συστήματα σωληνώσεων υπερχειλίσης
- ⊗ 6 πλήρη συστήματα σωληνώσεων ακάθαρτου νερού.
- ⊗ 1 ηλεκτρικός πίνακας έλεγχου με σύστημα συναγερμού και με έναν υποπίνακα για κάθε σετ.
- ⊗ 24 δείκτες στάθμης.
- ⊗ 24 φίλτρα σωλήνων με βούρτσες καθαρισμού.
- ⊗ 18 συστήματα αναρρόφησης νερού δεξαμενών.
- ⊗ 1 πλήρες δίκτυο παροχής γλυκού νερού για πλήρωση δεξαμενών με πιεστικό συγκρότημα.
- ⊗ 1 φιλτροπρέσσα.
- ⊗ 1 οξυγονόμετρο.
- ⊗ 6 σετ οργάνων ελέγχου νερού.
- ⊗ 1 μηχανή διαλογής χελιών.
- ⊗ 1 ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος ισχύος 100 KVA.

### 5.1. Περιγραφή ηλεκτρομηχανικού εξοπλισμού

#### ☒ Δεξαμενές εκτροφής

Θα κατασκευασθούν 24 κυλινδρικές δεξαμενές με διάμετρο 5m και 1,53m. Το πάχος του τοιχώματός τους είναι 4 - 5mm. Οι δεξαμενές θα είναι βαμμένες εσωτερικά και εξωτερικά και η λεία επιφάνεια τους θα είναι εσωτερικά.

Κάθε δεξαμενή θα αποτελείται από 3 κυλινδρικά φύλλα τα οποία θα ενωθούν μεταξύ τους με ανοξειδωτες βίδες και ειδική κόλλα για στεγανοποίηση ή με τα ίδια υλικά κατασκευής, δηλαδή πολυεστέρα και υαλούφασμα. Μετά το μοντάρισμά τους, οι δεξαμενές θα τοποθετηθούν στην καθορισμένη θέση από το διάγραμμα λειτουργίας και στο κάτω μέρος κάθε δεξαμενής, από την εξωτερική τους πλευρά θα κατασκευασθεί περιμετρικό τοιχείο από οπλισμένο σκυρόδεμα πλάτους 15cm και ύψους περίπου 30cm, ενώ στην εσωτερική τους πλευρά θα στρωθεί σκυρόδεμα για να δοθεί η απαιτούμενη κλίση στον πυθμένα,

Μετά τις εργασίες των σκυροδεμάτων θα γίνει στεγανοποίηση του πυθμένα των δεξαμενών, με ειδικά στεγανοποιητικά υλικά. Επάνω στις δεξαμενές θα τοποθετηθούν οι βάσεις ανάρτησης των βιοτυμπάνων.

Οι δεξαμενές θα συνδεθούν με το δίκτυο των σωληνώσεων παροχής νερού, ανακυκλοφορίας νερού, υπερχείλισης και διαλογής χελιών.

#### ☒ Δεξαμενές νιτροποίησης

Θα κατασκευασθούν 6 δεξαμενές 3 Χ3m και ύψος 1,35m, οι οποίες θα είναι κατασκευασμένες όπως και οι δεξαμενές εκτροφής.

#### ☒ Αυτόματα τάισμα

Σε κάθε δεξαμενή εκτροφής θα τοποθετηθεί 1 μικρό silo χωρητικότητας 25 περίπου κιλών τροφής pellets.



Κάτω από το κώνο εξαγωγής θα υπάρχει προσαρμοσμένος δοσιμετρικός κοχλίας που κινείται με σεβρομοτέρ μέσα σε ανοξείδωτο τούμπο.

Το μοτέρ παίρνει εντολή από τον κεντρικό πίνακα.

#### ⊗ Βιοτύμπανο

Σε κάθε δεξαμενή εκτροφής και νιτροποίησης θα εγκατασταθεί από ένα βιοτύμπανο, το οποίο θα είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτα υλικά. Η κατασκευή θα περιλαμβάνει:

Ⓢ Ένα κύλινδρο διαστάσεων 1330mm μήκους και 1100mm διαμέτρου από ανοξείδωτο πλέγμα με άνοιγμα 25 X25 mm και πάχος σύρματος 2mm. Τα σύρματα του πλέγματος θα είναι συγκολλημένα μεταξύ τους και σε καμιά περίπτωση πλεκτά.

Οι δυο βάσεις του κυλίνδρου θα είναι πάλι από το ίδιο πλέγμα και θα ενισχύονται με ακτίνες από ανοξείδωτες λάμες 30 10mm. Από την ίδια λάμα θα υπάρχουν δυο στεφάνια που θα συγκρατούν το πλέγμα και τις ακτίνες.

Στο κέντρο του τύμπανου σε κάθε βάση πάνω στις ακτίνες θα συγκολληθεί μια φλάντζα από όπου θα διέρχεται ο κεντρικός άξονας του βιοτύμπανου για την στήριξη του με τη βάση του. Ο άξονας θα είναι ανοξείδωτος, διαμέτρου 45mm και στα δυο άκρα του θα φέρει έδρανα διαιρούμενα με σφαιρικά ρουλεμάν και ειδικό γράσο με ειδική κόλλα στεγανοποίησης.

Μέσα στον κύλινδρο του βιοτύμπανου θα τοποθετηθούν 42000 πλαστικές μπάλες βάρους 2 gr και 27 τεμάχια water( σωλήνες παροχής αέρα στη δεξαμενή) σε 9 σειρές από 3 τεμάχια μήκους 26cm. Οι μπάλες θα τοποθετηθούν στον κύλινδρο με ειδικό μηχάνημα και με

επιμέλεια, ώστε να μην δημιουργούνται μετακινήσεις και κενά κατά την περιστροφή του βιοτύμπανου.

① Την έδραση του βιοτύμπανου μέσω του άξονα και του πλαισίου έδρασης.

Το πλαίσιο έδρασης θα αποτελείται από 1 κεντρικό κοιλοδοκό ανοξείδωτο

100 X 100X3mm, που θα στηρίζεται πάνω στη δεξαμενή με ειδικές βάσεις που θα προσαρμοστούν στα τοιχώματά της.

Πάνω σ' αυτό τον κοιλοδοκό, θα προσαρμοστεί η βάση ανάρτησης του βιοτύμπανου, μέσω δυο πύρων 12mm που θα επιτρέπουν την ανύψωση ή τη βύθιση του βιοτύμπανου( η οποία θα είναι επίσης από ανοξείδωτο κοιλοδοκό 60X40X3mm), θα τοποθετηθούν δυο παδαρικά που θα στηρίζουν το βιοτύμπανο όταν θα γίνεται η διαλογή των χελιών και θα αδειάζει το νερό της δεξαμενής.

② Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης.

Στο εξωτερικό μέρος του βιοτύμπανου, υπάρχει μια στεφάνη από λάμα 80X5mm ανοξείδωτη, πάνω στην οποία θα προσαρμοστούν δυο ιμάντες τραπεζοειδείς(B) που θα παίρνουν κίνηση από τον κινητήρα - μειωτήρα και θα τη μεταβιβάζουν στο βιοτύμπανο. Η κίνηση που πραγματοποιεί το βιοτύμπανο είναι 15στροφές/ min με στροφές μειωτήρα 50/min.

Ο κινητήρας μειωτήρας μετάδοσης κίνησης θα έχει ισχύ 1,10kw, θα προστατεύεται από την υγρασία και θα είναι τοποθετημένος πάνω στη βάση ανάρτησης του βιοτύμπανου.

⊗ **Φίλτρα καθαρισμού νερού**

Θα κατασκευαστούν και θα τοποθετηθούν 6 περιστροφικά φίλτρα τύπου 802/1H για τον καθαρισμό

του νερού των δεξαμενών από τα στερεά απόβλητα που περιέχονται σ' αυτό, όπως υπολείμματα τροφής, απόβλητα προϊόντα ψαριών (περιττώματα και ούρα). Τα φίλτρα θα είναι περιστροφικού τύπου και θα αποτελούνται από το σώμα κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα και από το τύμπανο.

Το περίβλημα φέρει στόμιο για την είσοδο των λυμάτων και την έξοδο του καθαρού νερό, καθώς και στόμια εκκένωσης και απομάκρυνσης αποβλήτων(λάσπης).

Το τύμπανο θα είναι εφοδιασμένο με σίτα( φίλτρο) 60mm προσαρμοσμένη σε ειδικό πλαστικό τεμάχιο που φέρει οπές 10X10X10mm. Το ειδικό αυτό πλαστικό τεμάχιο που υπάρχει κάτω από τη σίτα, τα καθιστά μοναδικά στο είδος τους και ιδανικά για μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας.

Το τύμπανο θα στηρίζεται στο περίβλημα του φίλτρου σε δυο ράουλα από φίμπερ, από τη μια πλευρά του , ενώ από την άλλη πλευρά στηρίζεται σε έδρανο μέσω ενός άξονα, πάνω στον οποίο θα είναι προσαρμοσμένος οδοντωτός τροχός που παίρνει κίνηση μέσω καδένας από κινητήρα - μειωτήρα ισχύος 0,55Kw. Το τύμπανο θα περιστρέφεται με 8 στροφές/min.

Τα απόβλητα απομακρύνονται από το φίλτρο με σταδιακό ψεκασμό καθαρού νερού στην εξωτερική επιφάνεια του φίλτρου. Ο ψεκασμός θα γίνεται με μπέκ που θα είναι προσαρμοσμένα πάνω σε ένα σωλήνα με οπές στις θέσεις των μπέκ.

#### ⊗ Σωληνώσεις

Η γραμμή επεξεργασίας του νερού των δεξαμενών εκτροφής θα περιλαμβάνει τις αντίστοιχες σωληνώσεις.

Οι σωληνώσεις θα έχουν διάμετρο ανάλογη με την παροχή του νερού και θα είναι πλαστικές με ενισχυμένα τοιχώματα. Θα συνδέονται μεταξύ τους με ειδικά τεμάχια, καμπύλες, γωνίες, ταυ κ.λ.π με ειδικές κόλλες για στεγανοποίηση και θα είναι εφοδιασμένες με όργανα διακοπής( βάνες, διακόπτες,κ.λ.π).

Η κυκλοφορία του ακάθαρτου νερού προς το φίλτρο γίνεται με φυσική ροή, ενώ του καθαρού νερού με αντλία. Η αντλία έχει παροχή 1830l/min ή 110m<sup>3</sup>/h και η λειτουργία της ρυθμίζεται από ένα φλοτεροδιακόπτη που τοποθετείται μέσα στη δεξαμενή καθαρού νερού που είναι από πολυεστέρα. Η λάσπη απομακρύνεται από την εγκατάσταση μέσω των σωληνώσεων με φυσική ροή.

#### ⊗ Οξυγόνο ανάγκης

Κατά την διαλογή των ψαριών και επειδή σταματάει η λειτουργία του βιοτύμπανου, προκύπτει ανάγκη για παροχή οξυγόνου στη δεξαμενή που γίνεται η διαλογή. Έτσι θα υπάρχει κεντρική συστοιχία με 8 φιάλες οξυγόνου(2 σετ από 4000) και δίκτυο διανομής σε κάθε δεξαμενή με σωληνώσεις, όργανα διακοπής(ηλεκτροβάνες, διακόπτεςκ.λπ.)και στοιχείο με ειδικό διάτρητο σωλήνα πίεσεως για την απελευθέρωση του οξυγόνου στο νερό.

Το οξυγόνο ανάγκης παρέχεται επίσης σε περίπτωση που από οποιαδήποτε αιτία σταματήσει η λειτουργία του βιοτύμπανου. Στην περίπτωση αυτή ανοίγει αυτόματα η ηλεκτρομαγνητική βάνα και διοχετεύεται οξυγόνο στη δεξαμενή.

#### ⊗ Διαλογέας

Ο διαλογέας αποτελείται από μια ανοξείδωτη λεκάνη χωρισμένη σε 4 διαμερίσματα. Στο πάνω μέρος της είναι τοποθετημένοι 8 ανοξείδωτοι σωλήνες έτσι ώστε να

δημιουργείται μεταβλητό άνοιγμα μεταξύ των δύο σωλήνων.

Τα ψάρια ανάλογα με το μέγεθος τους διέρχονται από το αντίστοιχο άνοιγμα και περνούν σε ένα από τα διαμερίσματα και από εκεί παραλαμβάνονται μέσα σε λεκάνες. Ο διαλογέας είναι φορητός και κινείται πάνω σε 4 πλαστικούς τροχούς

#### ⊗ Πίνακας αυτοματισμών - Διανομή ισχύος

Ο πίνακας αυτοματισμών και διανομής ισχύος στους κινητήρες του συγκροτήματος διαθέτει 6 ομάδες αναχωρήσεων που η κάθε μια θα εξυπηρετεί τα παρακάτω μηχανήματα:

Στοιχείο	Ισχύς	Τεμάχια
βιοτύμπανα	1,1kw	5
αντλία	4,0 kw	1
φίλτρο	0,5 kw	1
φιλτράκια δεξαμενών	4.0 w	4
δείκτες στάθμης	-	5

Ο πίνακας διαθέτει τα αντίστοιχα διαγράμματα λειτουργίας για κάθε ομάδα μηχανημάτων. Περιλαμβάνει πεδίο ισχύος με διακόπτη φορτίου, ασφάλειες, ενδεικτικές λυχνίες, αμπερόμετρο, βολτόμετρο και πεδίο διανομής με ρελέ, θερμικά, ασφάλειες κ.λ.π. Ο έλεγχος των μηχανημάτων γίνεται είτε από τον πίνακα είτε από 6 υποπίνακες που θα τοποθετηθούν μέσα στο χώρο παραγωγής στο κέντρο κάθε ομάδας δεξαμενών (σετ).

Από τον πίνακα γίνεται επίσης διανομή στο πίνακα του λεβητοστασίου, που ελέγχει τη λειτουργία του

λεβητοστασίου και των μονάδων θέρμανσης fan-coils, στο πίνακα του αντλιοστασίου που ελέγχει το σύστημα άντλησης από τη γεώτρηση και στον πίνακα του πιεστικού που ελέγχει την πίεση στο δίκτυο διανομής νερού στις δεξαμενές.

#### ⊗ Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος

Βάση στοιχείων που προμηθευτήκαμε από διάφορες εταιρείες διαπιστώσαμε ότι τής κατάλληλες προδιαγραφές διατηρεί το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος ισχύος 85 KVA συνεχούς λειτουργίας εφεδρικής 93KVA και θα αποτελείται από συγκρότημα πετρελαιοκινητήρα και γεννήτριας, συνδεδεμένα στον ίδιο άξονα με τη βοήθεια ελαστικού συνδέσμου και εδράζονται σε ισχυρό χαλύβδινο πλαίσιο.

Ο κινητήρας θα είναι εξακύλινδρος κυλινδρισμού 5, 86lt, μέγιστης συνεχούς ισχύος 86,2 KW, 1500 στροφών/min, τετράχρονος direct injection και υδρόψυκτος με κλειστό κύκλωμα ψύξης. Η ισχύς της γεννήτριας θα είναι 85KVA, ο ρυθμιστής της τάσεώς της θα είναι ηλεκτρονικός, η τάση παραγώμενου ρεύματος θα είναι 220/380V και η συχνότητα 50HZ. Η προστασία θα είναι του τύπου IP 22(κατά din)και η αντιπαρασιτική διάταξη κατά BS 800.

#### ⊗ Θέρμανση

##### 1. Σύστημα θέρμανσης ιχθυοτροφείου

Για την ανάπτυξη των χελιών η ελάχιστη θερμοκρασία του νερού πρέπει να είναι 24°C. Η θερμοκρασία του νερού επιτυγχάνεται μέσω του βιοτύμπανου το οποίο μεταφέρει τη θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου της εγκατάστασης, η οποία δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 26°C στο νερό των δεξαμενών.

Κλειστού κυκλώματος

Οι συνολικές απώλειες του χώρου όλης της εγκατάστασης είναι περίπου 200000 Kcal/h. Η θέρμανση και η ψύξη του κτιρίου για να έχουμε σταθερή θερμοκρασία 25°C, θα γίνει με συγκρότημα ψυκτικών και θερμαντικών μηχανημάτων, με σύστημα αεραγωγών για την προσαγωγή και την επαγωγή του αέρα.

**2. Χρησιμοποιούμενη μορφή ενέργειας.**

Για την λειτουργία της εγκατάστασης θα χρησιμοποιηθεί το σύστημα θέρμανσης που αποτελείται από τα ακόλουθα:

➤ Αερολέβητα αερίου γκαζιού ισχύος 200000kcal/h με :

- Θυρίδες επίβλεψης φωτιάς, καθαρισμού του εσωτερικού του και των αεροαυλών και ασφάλειες από υπερπίεση μέσα στο χώρο καύσης.

- Χαλύβινη πλάκα για την προσαρμογή του καυστήρα.

- Στόμια για την προσαγωγή των αεραγωγών αναχώρησης και επιστροφής του αέρα.

- Ειδικό μονωτικό περίβλημα με εξωτερικό προστατευτικό μανδύα.

- Φυγοκεντρικό ανεμιστήρα.

➤ Καυστήρα αερίου γκαζιού τύπου μέγιστης ισχύος 300000kcal/h, αυτόματης λειτουργίας.

➤ Αερα ➤ Δ/Ν αποθήκης αερίου γκαζιού 9000lt.

γγωφοί προσαρμογής από γαλβανισμένη λαμαρίνα, το πάχος της οποίας προσδιορίζεται από τα DIN. Οι διατομές των αεραγωγών θα είναι αρχικά 1 Χ10 Χ0,40m και τελικά 0,30Χ0,30m.

Το συνολικό μήκος που απαιτείται για την κάλυψη της όλης εγκατάστασης είναι 72 m. Η προσαγωγή του αέρα θα γίνεται μέσω περσίδων αλουμινίου με δυο σειρές πτερύγια και ντάμπερ για σωστές ρυθμίσεις.

---

*Κλειστού κυκλώματος*

➤ Αεραγωγοί επιστροφής στα ίδια μέτρα με τους αεραγωγούς προσαγωγής και της ίδιας κατασκευής και διαστάσεων, για να είναι δυνατή η ανακυκλοφορία του αέρα καθώς και η μίξη με νωπό αέρα όποτε χρειάζεται. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η οικονομία στο καύσιμο.



**ΜΕΡΟΣ Δ.**  
**ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ -ΜΕΤΡΑ**  
**ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ- ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ - ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Με βάση την αξιολόγηση των βροχοπτώσεων και των θερμοκρασιακών που επικρατούν στη περιοχή, προκύπτει ότι το κλίμα της περιοχής κατατάσσεται στον τύπο του υγρού κλίματος με ζεστά καλοκαίρια.

Η περιοχή της εγκατάστασης είναι απαλλαγμένη από ρυπαντικά φορτία, γιατί στην περιοχή δεν λειτουργούν βιομηχανίες, σφαγεία κ.λ.π και το υπό εξέτασιν έργο δεν πρόκειται να επηρεάσει δυσμενώς το περιβάλλον, γιατί κατά την λειτουργία του δεν παράγεται ηχορύπανση και αέρια ρύπανση. Από την λειτουργία της μονάδας θα προκύψουν υγρά και στερεά απόβλητα.

**Υγρά απόβλητα**

Αυτά προέρχονται από την λειτουργία των εγκαταστάσεων της χελοκαλλιέργειας, κατά την οποία συγκρατούνται οι οργανικές ουσίες στα μηχανικά και διασπώνται στα βιολογικά φίλτρα.

**Κύκλος παραγωγής** : Αυτός αρχίζει με την εισαγωγή του γόνου χελιού των 20gr/χελάκι και η ανάπτυξη του γίνεται σε δυο φάσεις.

Οι δεξαμενές εκτροφής που θα χρησιμοποιηθούν είναι 18, διαστάσεων 5,00m διάμετρο Χ1,53m ύψος, χωρητικότητας 30,02m<sup>3</sup> και συνολικής χωρητικότητας 540m<sup>3</sup>.

Κάθε τρεις δεξαμενές έχουν ένα μηχανικό φίλτρο και κάθε μία έχει ένα ατομικό βιοφίλτρο. Η δυναμικότητα τους είναι σε παραγωγή είναι 10.000 κιλά ετησίως για κάθε συγκρότημα τριών δεξαμενών.

Η τροφοδότηση του νερού θα γίνεται από την γεώτρηση που θα ανορρυχθεί στο γήπεδο. Η τροφοδότηση των εγκαταστάσεων από την γεώτρηση δεν

θα ξεπερνά το 10% του συνολικού όγκου, γιατί το κύκλωμα είναι κλειστό. Το νερό αυτό θα αναπληρώνει μόνο ένα μικρό μέρος του νερού που εξατμίζεται ή χάνεται από τυχόν διαρροές και που περιέχεται στην υλί.

Στα υγρά απόβλητα του ιχθυοτροφείου περιέχονται:

**Περιττώματα ψαριών** : (5% ούρα και 95% κόπρανα)

Β Τα υπολείμματα της τροφής που δεν έχουν φαγωθεί δεν ξεπερνούν το 5% της συνολικής ποσότητας που δίνεται στα ψάρια κάθε φορά, γιατί χρησιμοποιούνται αυτόματες ταιίστρες.

#### **Σύνθεση τροφής**

50% πρωτεΐνες
15% υδατάνθρακες - ίνες
15% λίπη

#### **1η φάση - εκτροφή**

Η παραγωγική διαδικασία ξεκινάει με την εισαγωγή σε 6 συγκροτήματα των 3 δεξαμενών περίπου 257.000 μικρά χέλια με μέσο βάρος περίπου 20 gr. Στην φάση αυτή παρατηρείται θνησιμότητα 11% και επομένως στο τέλος της περιόδου θα υπάρχουν περίπου 230.000 άτομα. Τα μεγέθη υπολογισμού είναι:

α) νερό συμπλήρωσης. Συνήθως απαιτούνται 2-6 m<sup>3</sup> νερού/τόννο χελιών ανάλογα με τη φάση εκτροφής και την ανθεκτικότητα των χελιών. Στη φάση οι ανάγκες σε νερό συμπλήρωσης εκτιμούνται στα 5m<sup>3</sup>νερό/τόννο χελιών ημερησίως, δηλαδή:  $Q_{make\ up} = 7m^3/h$ .

Β) Στερεά προϊόντα μεταβολισμού των χελιών. Αντιπροσωπεύουν περίπου το 0,2% του συνολικού

βάρους των ψαριών ημερησίως, ήτοι:  $M_w = 2,9 \text{ kgr/h}$

γ) Υπολείμματα τροφών. Αποτελούν το 5% της ποσότητας των τροφών που εισάγονται στις δεξαμενές και που αντιπροσωπεύουν το 5% του βάρους των χελιών.

$$M_r * f = 1 \text{ kgr/h}$$

### 2η φάση- πάχυνση

Η ανάπτυξη των χελιών θα γίνει στα 6 συγκροτήματα συνολικού όγκου νερού  $540 \text{ m}^3$ . Το 25 % των χελιών δεν αναπτύσσονται πάνω από 150 gr. Η παραγωγή από τα χέλια αυτά θα ανέρχεται στους 8 τόνους περίπου ανά παραγωγικό κύκλο. Μετά 8 μήνες τα εναπομείναντα χέλια θα δώσουν συνολική παραγωγή 52 τόνους. Θα υπάρχουν περίπου 180000 χέλια, βάρους 300- 350 gr.

Η απαιτούμενη παροχή καθαρού νερού και η παραγωγή στερεών αποβλήτων, παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες τιμές στο τέλος της περιόδου αυτής και είναι :

α) νερό συμπλήρωσης. Στην περίοδο αυτή τα χέλια είναι αρκετά ανθεκτικά και επιλέγεται παροχή  $4,5 \text{ m}^3/\text{h}$  χελιών ημερησίως.  $Q_{\text{make up}} = 9,6 \text{ m}^3/\text{h}$

β) Στερεά απόβλητα μεταβολισμού των χελιών. Αποτελούν το 0,2% του συνολικού βάρους των χελιών σε ημερήσια βάση.  $M_w = 4,32 \text{ kgr/h}$

γ) Υπολείμματα τροφών. Το 5% περίπου της ημερήσιας προστιθέμενης ποσότητας τροφών η οποία αντιπροσωπεύει το 1,3% του βάρους.  $M_r * f = 1,4 \text{ kgr/h}$ .

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

## ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

Οι ποσότητες των παραγόμενων υγρών αποβλήτων, είναι ίδιες με τις ποσότητες του καθαρού νερού γεώτρησης που εισέρχονται στη μονάδα. Οι μέγιστες παροχές αποβλήτων σε κάθε μια περίοδο εκτροφής είναι:

$$1\text{η περίοδος: } Q = 7,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$2\text{η περίοδος: } Q = 9,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Τα εξερχόμενα από τη μονάδα απόβλητα των δυο παραπάνω περιόδων κατεθούνονται προς τη μονάδα του βιολογικού καθαρισμού, μετά την επεξεργασία της οποίας ένα μέρος των υγρών αποβλήτων εξατμίζεται κατευθείαν και ένα άλλο μέρος μαζί με τα στερεά οδηγείται στις ξηραντικές κλίνες, όπου και πάλι εξατμίζεται. Τέλος ένα ελάχιστο ποσοστό που απομένει οδηγείται στον αποδέκτη (σηπτικό βόθρο) με παροχή  $0,42\text{m}^3/\text{h}$ .

Ο αποδέκτης των αποβλήτων της μονάδας, ο σηπτικός βόθρος, είναι κατασκευασμένος από οπλισμένο σκυρόδεμα και στεγανοποιημένος με υλικό κατάλληλο για τη σύνθεση των λυμάτων.

Με την πλήρωση του βόθρου, μέρος των υπερχειλισμάτων θα διοχετεύεται σε χωμάτινη δεξαμενή διαστάσεων  $5 \times 1 \times 10\text{m}$  και άλλο ένα μέρος προς λίπανση του χωραφιού. Το μοναδικό στερεό απόβλητο της μονάδας καλλιέργειας χελιών, είναι η αφυδατωμένοι περίσσεια λάσπης από την λειτουργία της μονάδας βιολογικού καθαρισμού, συνίσταται δε η διάθεσή της για λίπανση στους αγρούς.

Κατά την παραγωγική διαδικασία δεν παρέχονται αέρια απόβλητα. Τα επίπεδα του θορύβου από την

Κλειστού κυκλώματος

Λειτουργία της μονάδας είναι πολύ χαμηλά. Η μονάδα θα εγκατασταθεί σε κεντρική περιοχή μακριά από τις κατοικίες και άλλες δραστηριότητες.

Καταλήγοντας πιστεύουμε ότι, η λειτουργία της μονάδας είναι συμβατή με το χαρακτήρα της περιοχής γιατί δεν επιβαρύνει το φυσικό περιβάλλον, αλλά αντίθετα μπορεί να το προστατέψει με την ορθολογική διαχείριση που επιβάλλουν με τη σωστή λειτουργία τους μονάδες πρωτογενούς παραγωγής όπως οι υδατοκαλλιέργειες.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

### ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Η παρούσα μελέτη έχει σαν αντικείμενο την επεξεργασία και διάθεση των αποβλήτων της μονάδας υπερεντατικής πάχυνσης χελιών. Βάση της μελέτης που ακολουθεί καθορίζονται οι εγκαταστάσεις που πρέπει να γίνουν, ώστε τα λύματα μετά την επεξεργασία τους να πληρούν τους όρους των υπ' αριθμ Ε<sub>1</sub>/ 221/22.1.65 Γ<sub>1</sub>/ 17831/ 7.12.71 και Γ<sub>4</sub>/ 1305/2.8.74 υγειονομικών διατάξεων « περί διάθεσης λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων » και να ανταποκρίνονται πλήρως προς τα οριζόμενα όρια μέγιστης επιτρεπτής συγκέντρωσης επιβλαβών ουσιών.

#### 8.1. Διακυμανσεις της παροχής

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στην παραγωγική διαδικασία πάχυνσης των χελιών, τα παραγόμενα απόβλητα σε όλες τις φάσεις ανάπτυξης των χελιών έχουν σταθερή ωριαία παροχή καθ' όλο το 24ωρο.

#### 8.2. χαρακτηριστικά αποβλήτων

Με βάση τα δεδομένα της παραγωγικής διαδικασίας και τις χημικές αναλύσεις που έγιναν σε απόβλητα υφιστάμενης μονάδας προκύπτουν οι παρακάτω παράμετροι υπολογισμού των έργων:

##### ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

1η περίοδος ( 4 μήνες):  $Q=7,2\text{m}^3/\text{h}$

2η περίοδος (8 μήνες) :  $Q = 9,6 \text{ m}^3/\text{h}$

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΡΥΠΑΝΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

ΡΥΠΑΝΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ
B.O.D <sub>5</sub>	120 mg/lit
C.O.D	260 mg/lit
N- NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1.9 mg/lit
N - NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	1,3 mg/lit
N- NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	65 mg/lit
P- PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	8,5 mg/lit
ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ O <sub>2</sub>	6,2 mg/lit
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ	500 mg/lit

ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΡΥΠΑΝΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

ΡΥΠΑΝΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ
BOD <sub>5</sub>	27,6 Kg
COD	59,8 Kg
N - NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,44 Kg
N - NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,30 Kg
N - NO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	15 Kg
P - PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	1,96 Kg
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ	115 Kg

**8.3. Παράγοντες σχεδιασμού**

Για την ορθή και πλήρη σχεδίαση της εγκατάστασης βιολογικού καθαρισμού των αποβλήτων λαμβάνονται οι παρακάτω παράγοντες:

➤ Ποσοστό απομακρυνόμενου BOD<sub>5</sub> κατά την επεξεργασία

➤ Απαιτήσεις ισχύος για ανάμιξη.

➤ Γεωμετρία και διαστάσεις δεξαμενών.



## Κλειστού κυκλώματος

- Απαιτούμενο οξυγόνο.
- Καθίζηση.
- Διάθεση επεξεργασμένων αποβλήτων.
- Σταθεροποίηση παραγόμενης λάσπης.
- Ξήρανση λάσπης.

#### 8.4. Επιλογή της μεθόδου επεξεργασίας

Στη μελέτη αυτή λήφθηκαν υπόψη η ποιότητα των παραγόμενων αποβλήτων καθώς και οι προδιαγραφές του αποδέκτη στον οποίο θα διατεθούν. Όπως προκύπτει από την ανάλυση της παραγωγικής διαδικασίας πάχυνσης των χελιών, στο πρώτο μέρος της περιβαλλοντικής μελέτης για λόγους χαμηλής κατανάλωσης το νερό που θα ζουν τα χέλια υφίσταται συνεχώς αερόβιο βιολογικό καθαρισμό για αποικοδόμηση των παραγόμενων αποβλήτων και μερική νιτροποίηση του αζώτου στα βιοτύμπανα και ολική μετατροπή των μορφών του αζώτου σε νιτρικά ( νιτροποίηση) στα σταλάζοντα φίλτρα (trickling filters).

Έτσι η καταστροφή του οργανικού φορτίου επιτρέπει υψηλές στάθμες διαλυμένου οξυγόνου για φυσιολογική και εντατική ανάπτυξη των χελιών. Επίσης επειδή όλα τα ψάρια είναι ευαίσθητα στην αμμωνία ( $N-NH_4^+ < 3mg/l$ ) και στα νιτρώδη ( $N-NO_2^- < 2mg/l$ ), γι' αυτό χρησιμοποιούνται τα σταλάζοντα φίλτρα που μετατρέπουν όλες τις μορφές του αζώτου σε νιτρικά, στα οποία τα ψάρια είναι περισσότερο ανθεκτικά ( $N-NO_3^- < 100mg/l$ ).

Τα απόβλητα από την υπερεντατική πάχυνση χελιών όπως προέκυψε από τις χημικές αναλύσεις αποβλήτων που έγιναν σε υφιστάμενη μονάδα στο Αιγίνιο Κατερίνης, υπερβαίνουν τις προδιαγραφές του αποδέκτη σε 3 παραμέτρους. Οι παράμετροι αυτοί είναι οι εξής:

$BOD_5=120\text{mg/lit}(>80)$  ,  $N-NO_3^- =65\text{mg/lit}(.50)$ , και τα αιωρούμενα στερεά  $SS= 500\text{mg/lit}(>75)$

Προκαταρκτικά πειράματα επεξεργασίας έδειξαν ότι χρόνος ηρεμίας 2 ωρών είναι αρκετός για απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών σε ποσοστό μεγαλύτερο από 95%(απομένοντα  $SS=20\text{mg/lit}$ ) με παράλληλη μείωση του  $BOD_5$  κατά 80%(απομένον  $BOD_5= 25\text{mg/lit}$ ) με αποτέλεσμα οι παράμετροι αυτοί να πληρούν τις προδιαγραφές του αποδέκτη. Η μείωση του  $N - NO_3^-$  ήταν μικρότερη από 10% με αποτέλεσμα να μην πληρεί τις προδιαγραφές του αποδέκτη. Το γεγονός αυτό οδήγησε στην εξής επιλογή μεθόδου επεξεργασίας:

1. Βιολογική επεξεργασία με απονιτροποίηση , ώστε να απομακρυνθεί το  $N -NO_3^-$  ως αέριο  $N_2$ .
2. Για να υπάρχει ο απαραίτητος οργανικός άνθρακας για τη διαδικασία της απονιτροποίησης τα αιωρούμενα στερεά δεν θα πρέπει να απομακρύνονται πριν από την βιολογική επεξεργασία απονιτροποίησης.

### 8.5. Περιγραφή λειτουργίας

Με βάση την προτεινόμενη σχεδίαση τα λύματα ακολουθούν την εξής πορεία διαδικασίας μέσα στην εγκατάσταση:

#### Δεξαμενή απονιτροποίησης

Τα απόβλητα οδηγούνται στη δεξαμενή απονιτροποίησης. Η θερμοκρασία των αποβλήτων καθ' όλο το έτος είναι μεγαλύτερη από  $15^{\circ}\text{C}$  (απαίτηση για βέλτιστη ανάπτυξη των χελιών). Επειδή η διαδικασία της απονιτροποίησης επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, για

λόγους μικρότερων θερμοκρασιακών απωλειών κατά το χειμώνα, η δεξαμενή απονιτροποίησης θα είναι κατασκευασμένη ολόκληρη μέσα στο έδαφος. Η ανάδευση της δεξαμενής για την διατήρηση της βιομάζας σε αιώρηση θα γίνεται με αργόστροφο αναδευτήρα  $M_1$  ισχύος  $0.5Kw$  (ειδική ισχύ ανάμιξης  $20w/m^3$ ),  $23rpm$ .

#### Δεξαμενή απομάκρυνσης αζώτου

Το άζωτο που παράγεται κατά την διαδικασία της απονιτροποίησης των νιτρικών εγκλωβίζεται στη βιομάζα. Τα απόβλητα μετά την δεξαμενή απονιτροποίησης διέρχονται από δεξαμενή, όπου υφίσταται έντονο αερισμό για την απομάκρυνση του αζώτου αυτού. Η απομάκρυνση του εγκλωβισμένου αζώτου είναι απαραίτητη γιατί εμποδίζει τον διαχωρισμό της βιομάζας στη δεξαμενή καθίζησης που ακολουθεί.

#### Δεξαμενή καθίζησης

Μετά από την δεξαμενή αερισμού τα επεξεργασμένα λύματα μαζί με ενεργό λάσπη ( μικροοργανισμοί) εισέρχονται στη δεξαμενή καθίζησης, όπου επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός των δυο φάσεων. Τα μεν επεξεργασμένα απόβλητα οδηγούνται για περαιτέρω επεξεργασία απολύμανσης στη δεξαμενή χλωρίωσης, η δε καθιζάνουσα ενεργός λάσπη ανακυκλώνεται στη δεξαμενή απονιτροποίησης.

Η λάσπη που καθιζάνει συγκεντρώνεται στο κέντρο της δεξαμενής (κώνος Imhoff) επιστρέφει στη δεξαμενή απονιτροποίησης με αεραντλία (air lift). Η παραγόμενη περίσσεια ενεργού λάσπης θα απομακρύνεται επίσης με την αεραντλία προς την δεξαμενή αερόβιας σταθεροποίησης της λάσπης.

#### Δεξαμενή χλωρίωσης

Τα υπερχειλίζοντα από τη δεξαμενή καθίζησης πλήρως επεξεργασμένα και διαυγή λύματα οδηγούνται

Κλειστού κυκλώματος

στη δεξαμενή χλωρίωσης, όπου επιτυγχάνεται η επιστροφή του οργανισμού και η απολύμανση των λυμάτων με προσθήκη υποχλωριώδες νατρίου. Η δεξαμενή χλωρίωσης όγκου  $7,6\text{m}^3$  παρέχει αρκετό χρόνο επαφής ( 0,5 ώρες υπό μέγιστη παροχή) του χλωρίου με τους μικροοργανισμούς ώστε αυτοί να καταστραφούν. Η τροφοδοσία του χλωρίου εξασφαλίζεται με δυο δοσιμετρικές αντλίες( DP- 01 A/B, Η μία εφεδρική). Μετά τη χλωρίωση τα επεξεργασμένα λύματα θα οδηγούνται στον αποδέκτη.

Δεξαμενή σταθεροποίησης ενεργού λάσπης

Επειδή η παραγόμενη περίσσεια ενεργού λάσπης είναι δραστική για αυτό θα οδηγείται για αδρανοποίηση στη δεξαμενή σταθεροποίησης της λάσπης. Στη δεξαμενή αυτή η λάσπη θα παραμένει σε συνθήκες αερισμού ικανοποιητικού για ανάδευση( $1\text{m}^3$  αέρα/ $\text{m}^3$  αποβλήτων) για σχεδόν 12 ημέρες οπότε σταθεροποιείται.

Με την αντλία P -01 A ποσότητα σταθεροποιημένης κάθε φορά λάσπης, ίση προς την απομακρυνόμενη ενεργό λάσπη θα οδηγείται για αφυδάτωση στις ξηραντικές κλίνες.

Αφυδάτωση λάσπης

Η αφυδάτωση της λάσπης θα γίνεται στις ξηραντικές κλίνες συνολικής επιφάνειας  $79\text{m}^2$ . Η διανομή της λάσπης γίνεται με τη βοήθεια σωληνώσεων και βανών, ενώ θα υπάρχει πρόβλεψη για εκκένωση των σωλήνων. Θα κατασκευαστούν 2 κλίνες ξήρανσης διατάσεων  $9,90 \times 4\text{m}$  συνολικής επιφάνειας  $79\text{m}^2$ . Η επιφάνεια των κλινών θα έχει στρώμα χαλικιού πάχους 20cm και στρώμα άμμου πάχους 20cm. Στο στρώμα του χαλικιού θα τοποθετηθούν στραγγίδια έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η γρήγορη και αποτελεσματική αποστράγγιση των διηθημάτων. Τα στραγγίδια με βαρύτητα θα οδηγούνται

---

Κλειστού κυκλώματος

στη δεξαμενή απονιτροποίησης. Η αφαίρεση της αφυδατωμένης λάσπης θα γίνεται με απόξεση χειρονακτικά και προτείνεται η χρήση της ως λίπανσης στους αγρούς.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9****ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΘΜΙΔΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ****9.1 Δεξαμενή απονιτροποίησης**

Η δεξαμενή απονιτροποίησης θα επεξεργάζεται απόβλητα στη δυσμενέστερη περίπτωση με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Παροχή ημερήσια:  $9,6 \times 24 = 230 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$ .
- N -  $\text{NO}_3$ :  $15 \text{ kg}/\text{ημέρα}$ .
- Ελάχιστη θερμοκρασία:  $12,5^\circ\text{C}$ .
- $\text{PH} = 7,6$ .
- Πτητικά στερεά:  $2500 \text{ mg}/\text{lt MLVSS}$ .

Για τον υπολογισμό του όγκου της δεξαμενής απονιτροποίησης χρησιμοποιούνται η παρακάτω υπολογισμοί:

- Μέγιστο φορτίο νιτρικών:  $15 \text{ kg N-NO}_3/\text{ημέρα}$ .
- Επιτρεπτό φορτίο όγκου δεξαμενής απονιτροποίησης για  $T = 12,5^\circ\text{C}$ ,  $\text{PH} = 6,5 - 7,5$  &  $\text{MLVSS} = 2500 \text{ mgr}/\text{lt}$ . (Γ.Μαρκαντωνάτος).
- Διόρθωση για  $\text{PH} = 7,6 = 0,9 \times 0,75 = 0,675 \text{ kg N-NO}_3/\text{m}^3 \cdot \text{ημέρα}$
- Απαιτούμενος όγκος δεξαμενής:  $V = 15 / 0,675 = 22,2 \text{ m}^3$ .
- Θα κατασκευαστεί δεξαμενή απονιτροποίησης διαστάσεων  $3,3 \times 3,5 \times 2,5 = 28,9 \text{ m}^3$  ωφέλιμου όγκου.
- Χρόνος παραμονής στη δεξαμενή απονιτροποίησης στη δυσμενέστερη περίπτωση  $28,9 / 9,6 = 3,01$  ώρες.
- Συνολική ποσότητα  $\text{MLVSS}$  δεξαμενής απονιτροποίησης  $28,9 \times 2500 = 72250 \text{ gr MLVSS} = 72,25 \text{ kg MLVSS}$ .

Δυσμενέστερη περίπτωση

Δεδομένου ότι τα απόβλητα εξέρχονται από τις λεκάνες εκτροφής με θερμοκρασία μεγαλύτερη από  $15^\circ\text{C}$ ,

Κλειστού κυκλώματος

η θερμοκρασία στη δεξαμενή απονιτροποίησης θα πέφτει στους  $10^{\circ}\text{C}$  σε ελάχιστες πάρα πολύ κρύες μέρες του χειμώνα (ολικός παγετός) και στην περίπτωση αυτή ο ρυθμός απομάκρυνσης αζώτου στη δεξαμενή απονιτροποίησης θα είναι:  $0,15 \text{ kg N} - \text{NO}_3^- / \text{kg MLVSS} \times \text{ημέρα}$  ή ποσοστό  $8,5 / 15 = 56,2\%$  και η εκροή με  $28,5 \text{ mg N} - \text{NO}_3^- / \text{lt}$  θα είναι εντός των προδιαγραφών του αποδέκτη.

Συνήθης απόδοση

Η θερμοκρασία στη δεξαμενή απονιτροποίησης θα είναι συνήθως πάνω από  $15^{\circ}\text{C}$  οπότε ο ρυθμός απομάκρυνσης αζώτου θα είναι μεγαλύτερος από  $0,4 \text{ kg N} - \text{NO}_3^- / \text{kg MLVSS} \times \text{ημέρα}$ . Οπότε η θεωρητική δυνατότητα συνολικής απομάκρυνσης  $\text{N} - \text{NO}_3^-$  είναι:  $72,25 \times 0,4 = 28,9 \text{ kg N} - \text{NO}_3^- / \text{ημέρα}$  δηλαδή περισσότερο απ[από το υπάρχων ( $15 \text{ kg N} - \text{NO}_3^- / \text{ημέρα}$ ), που σημαίνει ότι η δεξαμενή απονιτροποίησης το μεγαλύτερο διάστημα θα έχει τη δυνατότητα να απομακρύνει ποσοτικά σχεδόν το σύνολο του υπάρχοντος  $\text{N} - \text{NO}_3^-$ .

Η άποψη αυτή ενισχύεται και από την υπάρχουσα αναλογία βιολογικού φορτίου ως προς το διαθέσιμο οξυγόνο των νιτρικών και νιτρωδών.

Ημερήσιο βιολογικό φορτίο:  $27,6 \text{ kg BOD}_5 / \text{ημέρα}$

Ημερήσιο οξυγόνο νιτρικών:  $51,4 \text{ kg} / \text{ημέρα}$

Ημερήσιο οξυγόνο νιτρωδών:  $0,7 \text{ kg} / \text{ημέρα}$

Ημερήσια εισερχόμενο διαλυμένο οξυγόνο:  $1,5 \text{ kg} / \text{ημέρα}$

Συνολικό ημερήσιο οξυγόνο:  $53,6 \text{ kg} / \text{ημέρα}$

Αναλογία διαθέσιμου οξυγόνου /  $\text{BOD}_5$ :  $53,6 / 27,6 = 1,94 \text{ kg O}_2 / \text{kg BOD}_5$ .

Απαιτούμενη ισχύς ανάμιξης

Κλειστού κυκλώματος

Η απαιτούμενη ειδική ανάμιξης είναι  $12-24 \text{ W/m}^3$ . Επιλέγεται ειδική ισχύς ανάμιξης  $20 \text{ W/m}^3$ . Επιλέγεται ανάμιξης  $20 \text{ W/m}^3$ . Οπότε η απαιτούμενη ισχύς για την ανάμιξη της δεξαμενής απονιτροποίησης υπολογίζεται:

$$28,9 \text{ m}^3 \times 0,02 \text{ kw/m}^3 = 0,478 \text{ kw.}$$

Θα εγκατασταθεί για το σκοπό αυτό αργόστροφος αναδευτήρας  $0,5 \text{ kw}$ ,  $23 \text{ rpm}$ .

Παραγωγή λάσπης Δχv

Η παραγωγή ιλύος Δχv δίνεται από τον τύπο:  $\Delta\chi v = fS_i + (aSr) - (bxXv)$  όπου:

- α: ο συντελεστής παραγωγής κυταρικής ουσίας  $0,60$

- b: Ρυθμός ενδογενούς διαπνοής,  $0,1/\text{ημ}$

- χ: Βιοαποδομήσιμο ποσοστό των MLVSS  $0,75$

- Xv: MLVSS  $56,25 \text{ kg}$

- Si: VSS εισροή λυμάτων:  $0,50 \times 115 = 57,5 \text{ kg/ημέρα}$

- Sr: αφαιρούμενο  $\text{BOD}_5$ :  $0,9 \times 27,6 = 24,8 \text{ kg/ημέρα}$ .

- f: ποσοστό μη αποδομήσιμων VSS λυμάτων,  $0,25$

Αρα  $\Delta\chi v = 0,25 \times 57,5 + 0,60 \times 24,8 - 0,1 \times 0,75 \times 56,25 = 23,9 \text{ kg/ημέρα}$ .

Ηλικία λάσπης  $\theta_c = Xv / (aSr - bxXv) = 5,3 \text{ ημ}$ .

Ανακυκλοφορίας λάσπης

Συγκέντρωση στερεών λάσπης ανακυκλοφορίας:  $1,2\%$  ή  $12.000 \text{ mg/l MLSS}$

Πτητικά στερεά λάσπης:  $0,55 \text{ MLSS} = 6.600 \text{ mg/l MLVSS}$ .

Συγκέντρωση πτητικών δεξαμενής απονιτροποίησης:  $2.500 \text{ mg/l MLVSS}$ .

Παροχή αποβλήτων:  $Q = 9,6 \text{ m}^3/\text{h}$

Αρα αν R είναι ο ρυθμός ανακύκλωσης το ισοζύγιο μάζας δίνει:



Κλειστού κυκλώματος

$$6.600R = 2.500(Q+R) \text{ άρα } R=0,6Q \text{ ή } R=5,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

**9.2 Δεξαμενή απομάκρυνσης αζώτου**

-Απαιτούμενος ελάχιστος χρόνος παραμονής:0,5 ώρες

- Μέγιστη ωριαία παροχή:  $9,6 + 5,8 = 15,4 \text{ m}^3/\text{h}$

- Απαιτούμενος όγκος δεξαμενής:  $15,4 \times 0,5 = 7,7 \text{ m}^3$

- Απαιτούμενος αέρας για ισχυρή ανάδευση για ελευθέρωση του αζώτου:

$$3 \text{ m}^3 / \text{m}^3 \cdot \text{h}$$

- Απαιτούμενη παροχή αέρα:  $4,8 \times 3 = 15 \text{ m}^3/\text{h}$

-Επιλέγεται δεξαμενή διαστάσεων:  $2 \times 3,30 \times 2,85 = 18,81 \text{ m}^3$

**9.3 Δεξαμενή καθίζησης**

Προβλέπετε δεξαμενή ορθογωνικής διατομής με αντεστραμμένο κώνο.

- Μέγιστη παροχή:  $9,6 \text{ m}^3/\text{h}$

- Απαιτούμενος χρόνος παραμονής:  $> 2$  ώρες

- Επιλέγεται δεξαμενή διαστάσεων  $4 \times 4 \times 3,5 \text{ m}$

-Επιφάνεια:  $12,25 \text{ m}^2$

- Όγκος δεξαμενής :  $32 \text{ m}^3$

-Χρόνος καθίζησης ( παροχή + ανακύκλωση)  
:  $32(9,6 + 5,8) = 2,1$  ώρες

- Μήκος υπερχείλισης:  $16 \text{ m}$

-Ροή υπερχείλισης:  $(9,6/16) \times 24 = 14,4 \text{ m}^3 / \text{m}$

- Επιφανειακή φόρτιση:  $(9,6/12,25) \times 24 = 19,6 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{ημέρα}$

Απαιτούμενος αέρας για ανακύκλωση λάσπης

Η ειδική απαίτηση αέρα των αεραντιλιών υπολογίζεται από τον τύπο:

H

$$Q_{\text{αέρα}} = \frac{H}{KX \log(h+10/10)}$$

(m<sup>3</sup>αέρα / m<sup>3</sup> υγρού)

όπου: H= 3 m το ύψος βυθίσματος μαζί με την ανύψωση

h= 2 m το βύθισμα εμφύσησης

K=40 όταν h=2/3H

Από την εξίσωση υπολογίζεται ειδική απαίτηση αέρα

$$Q_{\text{αέρα}} = 0,95 \text{ (m}^3\text{αέρα / m}^3\text{ υγρού)}$$

-Άρα μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα αέρα για ανακύκλωση της λάσπης:

$$5,8 \times 0,95 = 5,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### 9.4 Δεξαμενή χλωρίωσης

- Ελάχιστος χρόνος επαφής :20 λεπτά

-Απαιτούμενος όγκος δεξαμενής χλωρίωσης:  $9,6 \text{ m}^3 / h \times (20/60) h = 3,2 \text{ m}^3$

- Επιλέγεται δεξαμενή όγκου:  $4 \times 1,9 \times 1 = 7,6 \text{ m}^3$

#### 9.5 Χλωριωτές

- Απαιτούμενη ποσότητα χλωρίου:  $8 \text{ gr} / \text{m}^3$

- Παροχή χλωρίου:  $8 \text{ gr} / \text{m}^3 \times 9,6 = 76,8 \text{ gr/h}$

- Το διάλυμα υποχλωριόδους νατρίου περιέχει  $120 \text{ gr/lit}$  χλώριο συνεπώς απαιτούνται:  $76,8 / 120 = 0,64 \text{ lit/h}$

- Επιλέγονται δυο ρυθμιζόμενες δοσιμετρικές αντλίες(DP- 01 A/B) με δυνατότητα παροχής έως  $2 \text{ lit/h}$  διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου

#### 9.6 Δεξαμενή σταθεροποίηση της λάσπης

- Μέγιστη ημερήσια περίσσεια λάσπης  $24,9 \text{ kgr/ημέρα}$ .

- Συγκέντρωση στερεών στην απομακρυνόμενη λάσπη:  $1,2\%$ .

Άρα ο ημερήσιος όγκος λάσπης προς απομάκρυνση είναι:  $(24,9 / 1,2) \times 100 = 2075 \text{ lit}$  ή  $2,075 \text{ m}^3 / \text{ημέρα}$ . Για τη

Κλειστού κυκλώματος

σταθεροποίηση της λάσπης απαιτείται ο αερισμός της για 10 - 15 ημέρες με τροφοδοσία αέρα ικανού για ανάδευση.

- Επιλέγεται χρόνος για σταθεροποίηση της λάσπης 12 ημέρες.

- Όγκος δεξαμενής σταθεροποίησης:  $2,075 \times 12 = 25 \text{ m}^3$ .

Απαιτούμενος αέρας για ανάδευση

- Ειδική απαίτηση αέρα για ανάδευση:  $1 \text{ m}^3 / \text{m}^3 \cdot \text{h}$ :

- Απαιτούμενη παροχή αέρα:  $25 \times 1 = 25 \text{ m}^3 / \text{h}$ .

**9.7 Αφυδάτωση λάσπης**

Για το σκοπό αυτό θα κατασκευασθούν ξηραντικές κλίνες.

- Ειδική φόρτιση κλινών για μεσογειακές περιοχές και σταθεροποιημένη λάσπη:  $0,50 \text{ kgf λάσπη} / \text{m}^2 \cdot \text{ημέρα}$ .

- Περίσσεια λάσπης :  $24,9 \text{ kgf} / \text{ημέρα}$ .

- Υπολογιζόμενη επιφάνεια:  $24,9 / 0,5 = 49,8 \text{ m}^2$ . Θα κατασκευασθούν δυο ξηραντικές κλίνες διαστάσεων  $9,90 \times 4 = 39,6 \text{ m}^2$ , η κάθε μια συνολικής επιφάνειας  $79 \text{ m}^2$ .

**9.8 Συνολική απαίτηση αέρα**

- Απαιτούμενος αέρας για απομάκρυνσης αζώτου:  $15 \text{ m}^3 / \text{h}$

- Απαιτούμενος αέρας για την ανακύκλωση της λάσπης:  $5,5 \text{ m}^3 / \text{h}$

- Απαιτούμενος αέρας για σταθεροποίηση της λάσπης:  $25 \text{ m}^3 / \text{h}$

- Συνολική απαίτηση αέρα:  $15 + 5,5 + 25 = 45,5 \text{ m}^3 / \text{h}$

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Metcalf and Eddy. Waste water engineering, Disposal, Reuse, N York 1979.

2. Degremont. Nitrification and Denitrification Facilities, EPA Technology Transfer 1973

3. Koziarowski and Kucharski. Industrial waste disposal, Oxford 1972.

4. Metcalf and Eddy. Waste water engineering, Disposal, Reuse, N York 1979.

5. M winker. Biological Treatment of wastewater, Chichester 1981.

6. H wild, C sawer and T mcMahon. Factors affecting nitrification Kineticw, J.WPCF, 9,43,1971

