

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΤΟΠΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΑΥΤΟΔΙΟΙΚΗΣΗΣ Α.Ε.

ΟΔΗΓΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

ΣΕΙΡΑ: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ **1**

ΣΤ. ΤΡΑΓΑΝΙΤΗΣ, ΧΗΜ. ΜΗΧ.
Ι. ΣΚΟΥΜΠΟΥΡΗΣ, ΧΗΜ. ΜΗΧ

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 1995

ΟΔΗΓΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

Copyright E.E.T.A.A. 1995
Εκδόσεις E.E.T.A.A., Ομήρου 19, Αθήνα
Παραγωγή: IN TEMPO Τηλ.: 6425753
ISBN 960-7509-08-0

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν εγχειρίδιο συντάχθηκε ως επιμορφωτικό υλικό στα πλαίσια των δράσεων της ΕΕΤΑΑ που περιελήφθησαν στην Κοινοτική Πρωτοβουλία ENVIREG. Συγκεκριμένα, οι δράσεις της ΕΕΤΑΑ αφορούσαν την παροχή τεχνικής βοήθειας και συμβουλευτικής υποστήριξης προς τους ΟΤΑ αποσκοπώντας στη βελτίωση του τρόπου αντιμετώπισης της ρύπανσης και στην αναβάθμιση των γνώσεων του ανθρώπινου δυναμικού.

Στόχος του εγχειριδίου είναι να αποτελέσει ένα πρακτικό και εύληπτο βοήθημα για τους υπευθύνους λειτουργίας των Μονάδων Επεξεργασίας Λυμάτων (ΜΕΛ), παρέχοντας πληροφορίες τόσο για την καθημερινή λειτουργία όσο και για την αντιμετώπιση εκτάκτων προβλημάτων. Καλύπτει δηλαδή όλο το φάσμα που αφορά μια ΜΕΛ από τις βασικές επιλογές κατά την κατασκευή της ως την αναγνώριση και την επίλυση προβλημάτων.

Η έκδοση ενός "οδηγού", όπως το παρόν τεύχος, κρίθηκε αναγκαία δεδομένης της ύπαρξης πολλών ΜΕΛ στη χώρα μας, οι οποίες αντιμετωπίζουν μικρά ή μεγάλα λειτουργικά προβλήματα. Τα προβλήματα αυτά είναι πολύ σημαντικά από οικονομικής πλευράς αν αναλογισθεί κανείς ότι το μεν κόστος κατασκευής μπορεί να εξασφαλίσει Κοινοτική συγχρηματοδότηση όχι όμως και το κόστος λειτουργίας που βαρύνει εξ ολοκλήρου τους ΟΤΑ και κατέπεκταση τους πολίτες. Σημαντικότερο όμως είναι το γεγονός ότι τα προβλήματα λειτουργίας των σταθμών επεξεργασίας έχουν επίπτωση στο βαθμό προστασίας των αποδεκτών, πράγμα που είναι το κυρίως ζητούμενο. Κατά συνέπεια πρέπει να δοθεί ιδιαίτερο βάρος στην παροχή πρακτικής βοήθειας για την καθημερινή λειτουργία.

Το παρόν εγχειρίδιο είναι το πρώτο κατά σειρά στον τομέα της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων που εκδίδει η ΕΕΤΑΑ. Θα ακολουθήσουν άλλα που θα αφορούν τη συντήρηση ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, τη διοίκηση/επίβλεψη της κατασκευής ΜΕΛ κ.λ.π.

Τον Οδηγό Λειτουργίας ΜΕΛ συνέγραψαν οι Σ. Τραγανίτης, Χημικός Μηχανικός, υπεύθυνος της Μονάδας Επεξεργασίας Λυμάτων της Λάρισας, και Ι. Σκουμπούρης, Χημικός Μηχανικός, υπεύθυνος του Τμήματος Αντιρρύπανσης της ΕΕΤΑΑ.

Επίσης στην εκπόνηση του οδηγού συνέβαλαν ο Δ. Κοσμάς, Χημικός Μηχανικός, στέλεχος της ΕΕΤΑΑ, που επιμελήθηκε τα διαγράμματα και η Α. Σκορδίλη που παρείχε όλη τη γραμματειακή υποστήριξη. Την επιμέλεια της έκδοσης είχε ο Γ. Μπαχάρας, υπεύθυνος εκδόσεων της ΕΕΤΑΑ.

Από τη θέση αυτή τους ευχαριστώ θερμά.

Απόστολος Κοιμήσης
Πρόεδρος της ΕΕΤΑΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΜΙΑΣ ΤΥΠΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ	11
2.1. ΓΕΝΙΚΑ	11
2.2. ΟΙ ΠΑΡΑΛΛΑΓΕΣ ΤΟΥ ΑΕΡΟΒΙΟΥ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΤΑΔΙΟΥ	14
3. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	18
3.1. ΓΕΝΙΚΑ	18
3.2. ΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	18
3.3. ΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ	19
3.4. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΡΕΥΣΤΩΝ ΚΑΙ ΣΤΕΡΕΩΝ	19
4. ΤΟ ΑΕΡΟΒΙΟ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ	21
4.1. ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΤΗΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΟΥ ΙΛΥΟΣ	21
4.1.1. Σκοπός	21
4.1.2. Τι είναι το σύστημα ενεργού ιλύος	21
4.1.3. Πώς γίνεται η βιολογική αποικοδόμηση των ρύπων και ποιός ο ρόλος του οξυγόνου	21
4.1.4. Με ποιό μηχανισμό σχηματίζεται ο φλόκος	22
4.1.5. Η ανάπτυξη των βακτηρίων και η εξάρτηση της ποιότητας του φλόκου	24
4.1.6. Οι βασικές παράμετροι λειτουργίας	25
4.1.7. Συσχέτιση φόρτισης ρυθμού ανάπτυξης βακτηρίων και περίσσειας λάσπης	25
4.1.8. Ο διαχωρισμός των λασπών στον καθιζητήρα και η επανακυκλοφορία	26
4.2. ΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΟΥ ΙΛΥΟΣ	26
4.2.1. Σκοπός	26
4.2.2. Η κινητική των βιολογικών δράσεων	26
4.2.3. Πώς μετρώνται οι παράμετροι F/M και θ_c	27
4.2.4. Συσχέτιση F/M, θ_c και απόδοση συστήματος	28
4.2.5. Παραγωγή λάσπης και συσσώρευση υλικών	30
4.2.6. Οι ανάγκες σε οξυγόνο σε σχέση με τη φόρτιση των δεξαμενών	32
4.2.7. Ποιές οι βασικές παράμετροι λειτουργίας συστημάτων που κάνουν νιτροποίηση και απονιτροποίηση	33
4.2.8. Ο αερισμός του ανάμεικτου υγρού	40
4.2.9. Η λειτουργία των δευτεροβάθμιων καθιζήσεων και η σημασία της στην επιλογή των παραμέτρων λειτουργίας του συστήματος της ενεργού ιλύος	42
4.3. ΑΛΛΟΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	44
4.3.1. Ποιότητα και ποσότητα λυμάτων	44
4.3.2. Διαλυμένο οξυγόνο	45
4.3.3. Θερμοκρασία του ανάμεικτου υγρού	46
4.3.4. Θρεπτικά (N,P)	47
4.3.5. Χρόνοι παραμονής	48

4.4. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ	48
4.4.1. Οπτικές/Αισθητικές ενδείξεις	48
4.4.2. Αναλυτικές ενδείξεις	50
1. Το διαλυμένο οξυγόνο	50
2. BOD & COD	50
3. Ρυθμός κατανάλωσης του οξυγόνου από τα βακτήρια	50
4. SS και VSS	50
5. Test καθίζησης 30 min	50
6. Θρεπτικά	50
7. ΡΗ και οξειδοαναγωγικό δυναμικό	50
8. Λάδια και λίπη	50
9. Θερμοκρασία	50
10. Βάθος λάσπης στον καθιζητήρα	50
4.4.3. Παρατηρήσεις με μικροσκόπιο	55
1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά φλόκων	55
2. Παρουσία και είδος πρωτοζώων σε σχέση με την ποιότητα των επεξεργασμένων νερών	55
3. Ταυτοποίηση νηματοειδών βακτηρίων	57
4. Διαπίστωση εισόδου τοξικών	57
5. Τα πρωτόζωα, δείκτες λειτουργίας	57
4.5. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΟΥ ΑΕΡΟΒΙΟΥ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΤΑΔΙΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ	64
4.5.1. Σκοπός	64
4.5.2. Οι εκτιμήσεις των F/M, θc, περίσσειας λάσπης και επανακυκλοφορίας	64
4.5.3. Η φιλοσοφία της επιλογής των λειτουργικών παραμέτρων και η αριστοποίηση της λειτουργίας	67
4.5.4. Οι έκτακτες καταστάσεις στο αερόβιο βιολογικό στάδιο και η προστασία της βιομάζας	70
5. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΑΕΡΟΒΙΟΥ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΤΑΔΙΟΥ ΕΜΦΑΝΙΖΟΜΕΝΑ ΣΤΟΝ ΚΑΘΙΖΗΤΗΡΑ	72
5.1. ΚΑΝΟΝΙΚΗΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ	73
5.2. ΕΠΙΠΛΕΟΝΤΑ	78
5.2.1. Πολλά επιπλέοντα, Αφρολάσπες	78
5.2.2. Ολίγα επιπλέοντα	79
5.2.3. Άλλοι αφροί	79
5.3. ΜΟΝΙΜΗ ΑΝΥΨΩΣΗ ΛΑΣΠΗΣ	81
5.3.1. Έλειψη οξυγόνου/Απονιτροποίηση	81
5.3.2. Είσοδος αλάτων από βιομηχανικά απόβλητα	81
5.4. ΔΙΟΓΚΩΣΗ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ (BULKING)	81
5.4.1. Γενικά	81
5.4.2. Διόγκωση από νηματοειδή βακτήρια	82
5.4.3. Αντιμετώπιση	83
5.4.4. Η φιλοσοφία αντιμετώπισης	84
5.4.5. Έλεγχος σπουδαιότερων σημείων για την αντιμετώπιση του φαινομένου	84
5.5. ΔΙΟΓΚΩΣΗ ΛΑΣΠΗΣ ΜΗ ΟΦΕΙΛΟΜΕΝΗ ΣΕ ΝΗΜΑΤΟΕΙΔΗ ΒΑΚΤΗΡΙΑ	89
5.6. ΕΤΕΡΟΓΕΝΗΣ ΦΛΟΚΟΣ	89
5.6.1. Αποκροκίδωση	90
5.6.2. Παρασυρόμενα νεφελώματα φλόκων	90

5.7. ΑΛΛΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ	91
5.7.1. Φλόκος στο μέγεθος κεφαλής καρφίτσας	91
5.7.2. Αποχωρισμένος φλόκος	91
5.7.3. Σταχτώδη επιπλέοντα	91
6. ΒΙΟΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΕΙΣ	93
6.1. ΣΚΟΠΟΣ	93
6.2. ΤΙ ΕΙΝΑΙ Ο ΕΠΙΛΟΓΕΑΣ	93
6.3. Η ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ ΕΝΟΣ ΕΠΙΛΟΓΕΑ	95
6.4. ΤΥΠΟΙ ΕΠΙΛΟΓΕΩΝ	96
6.5. ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΒΙΟΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ	97
6.6. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΠΙΛΟΓΕΩΝ	97
6.7. ΤΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΕΝΟΣ ΕΠΙΛΟΓΕΑ (SELECTOR) ΣΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΟΥ BULKING	98
7. ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ ΤΩΝ ΛΑΣΠΩΝ	99
7.1. ΣΚΟΠΟΣ	99
7.2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ	99
7.3. ΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	102
7.3.1. Ο υδραυλικός χρόνος παραμονής	102
7.3.2. Η φόρτιση πτητικών στερεών του χωνευτή	103
7.3.3. Η θερμοκρασία	103
7.3.4. Τα πτητικά οξέα	103
7.3.5. Η ολική αλκαλικότητα	104
7.3.6. Παραγωγή και σύνθεση βιοαερίου	104
7.3.7. Το οξειδοαναγωγικό δυναμικό	105
7.4. Ο ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	105
7.4.1. Μετρούμενα μεγέθη και η συχνότητά τους	105
7.4.2. Αξιολόγηση των μετρήσεων	106
7.4.3. Οι χημικές αναλύσεις	107
7.5. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΥΡΥΘΜΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	108
8. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	113
8.1. ΓΕΝΙΚΑ	113
8.2. Η ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	113
8.3. Η ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	114
8.3.1. Οι απαραίτητες χημικές αναλύσεις	114
8.3.2. Μετρήσεις παροχών	114
8.3.3. Η κατάσταση ισοζυγίων	114
8.3.4. Συλλογή στοιχείων κατανάλωσης, μηνιαία αναφορά της απόδοσης	115
9. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	120
9.1. ΣΚΟΠΟΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ	121
9.2. Η ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	121
9.3. Η ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΤΗΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ	122
9.3.1. Φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά βιοαερίου	122

9.3.2. Προφυλάξεις του προσωπικού	124
9.3.3. Διαδικασίες ελέγχου του συγκροτήματος των χωνευτών	125
9.3.4. Αντιμετώπιση εκτάκτων/επικινδύνων καταστάσεων	126
9.4. Η ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟ ΑΕΡΟΒΙΟ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ, ΣΤΟΥΣ ΚΑΘΙΖΗΤΗΡΕΣ, ΣΤΑ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΑ ΚΑΙ ΤΑ ΦΡΕΑΤΙΑ	127
9.5. Η ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟΝ ΣΤΑΘΜΟ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ	127
9.6. ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	131
9.6.1. Γενικά	131
9.6.2. Οι κίνδυνοι μόλυνσεων στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων	131
9.6.3. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί στα λύματα και στις λάσπες	132
9.6.4. Ο εξοπλισμός ασφάλειας και προσωπικός εξοπλισμός εργαζομένων	134

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

1. Ταυτοποίηση νηματοειδών	137
2. Μέθοδοι χρώσεων	146
3. Παράγοντες που ευνοούν την ανάπτυξη νηματοειδών	148
4. Περιγραφή των χαρακτηριστικών των κυριότερων για την Ελλάδα νηματοειδών	150
5. Τα πρωτόζωα του συστήματος της ενεργού ιλύος	157

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

1. Κατάλογος ελέγχου διεργασιών - Τιμές σχεδιασμού και λειτουργίας	163
--	-----

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Υπάρχουν πολλά βιβλία στον χώρο της Υγιεινομικής Μηχανικής.

Λίγα όμως έχουν γραφεί αποκλειστικά για τη λειτουργία μιάς εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων.

Το εγχειρίδιο αυτό πιστεύουμε, ότι θα βοηθήσει τους χειριστές και υπεύθυνους της λειτουργίας των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων, γιατί γράφτηκε από χειριστές για χειριστές.

Παρ' όλο που μοιάζει με textbook, έχει τα στοιχεία εγχειριδίου γιατί δίνει συνοπτικά και ταξινομημένα τις πλέον χρήσιμες και απαραίτητες γνώσεις.

Το βιβλίο αυτό, παρουσιάζει, αναλύει και ερμηνεύει

- *τις διεργασίες*
- *τις λειτουργικές απαιτήσεις των*
- *τα προβλήματα των διεργασιών*

σε τέτοιο βάθος, όσο κρίνεται απαραίτητο για την κατανόηση του από τον αναγνώστη.

Στόχος είναι να τονισθούν τα σημεία εκείνα που ενδιαφέρουν έναν υπεύθυνο λειτουργίας μίας εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων:

- *κατανόηση διεργασιών*
- *αριστοποίηση λειτουργίας*
- *μείωση κόστους λειτουργίας*
- *οργάνωση εργασίας*
- *ασφάλεια*

Έμφαση δόθηκε στην καρδιά των εγκαταστάσεων, που είναι το αερόβιο βιολογικό στάδιο.

Έγινε προσπάθεια, να εξηγηθεί και κατανοηθεί η σημασία των βασικών λειτουργικών παραμέτρων, οι τρόποι αριστοποίησης των διεργασιών, η αντιμετώπιση προβλημάτων, καθώς επίσης και να δοθούν ποσοτικά δεδομένα και παραδείγματα από την πράξη.

Το εγχειρίδιο αυτό είναι εισαγωγικό και απευθύνεται, τόσο στο νέο χειριστή μίας εγκατάστασης, όσο και στον παλαιότερο.

Με το εγχειρίδιο αυτό, γίνεται μια πρώτη προσπάθεια κάλυψης κάποιου κενού στην ελληνική βιβλιογραφία για τη λειτουργία των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων.

Η Ε.Ε.Τ.Α.Α. και οι βασικοί συγγραφείς του βιβλίου αυτού, θα επιθυμούσαν το σχολιασμό του από τους συναδέλφους, για τυχόν παραλείψεις, ασάφειες, έτσι ώστε η δεύτερη έκδοσή του να είναι όσο το δυνατόν καλύτερη από την πρώτη.

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΜΙΑΣ ΤΥΠΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

2.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η επεξεργασία των λυμάτων στοχεύει στην απαλλαγή των από τις διάφορες ρυπαντικές ουσίες ή στην τροποποίηση των βλαβερών χαρακτηριστικών των, ώστε να μειωθούν τα απορριπτόμενα σε ένα φυσικό αποδέκτη φορτία.

Μια τυπική εγκατάσταση αφαιρεί από τα λύματα στερεά αντικείμενα, άμμο, λίπη, ενώσεις που περιέχουν άνθρακα, άζωτο και φώσφορο καθώς και παθογόνους μικροοργανισμούς και ιούς.

Τα στάδια επεξεργασίας μιας τυπικής εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων, τα οποία φαίνονται στο σχήμα 2.1. είναι:

α. Έργα εισόδου

Με αυτά προστατεύεται υδραυλικά όλη η εγκατάσταση. Τα έργα εισόδου περιλαμβάνουν ένα φρεάτιο στο οποίο εισέρχονται τα λύματα.

Με θυρόφραγμα ρυθμίζεται η ροή των λυμάτων προς την εγκατάσταση. Σε περίπτωση, που η ροή των λυμάτων ξεπερνά τον υδραυλικό σχεδιασμό της εγκατάστασης, ένα μέρος των λυμάτων εκτρέπεται κατ'ευθείαν προς τον αποδέκτη.

β. Προεπεξεργασία

Η προεπεξεργασία περιλαμβάνει τις διεργασίες της εσχάρωσης, της εξάμμωσης, της αφαίρεσης των λιπών και της μέτρησης της παροχής.

Τα έργα αυτά ονομάζονται επίσης έργα μηχανικού καθαρισμού.

γ. Πρωτοβάθμια καθίζηση

Με την πρωτοβάθμια καθίζηση αφαιρείται περίπου 25-40% του BOD₅ των λυμάτων, μέσω των λασπών που διαχωρίζονται σε αυτή.

Οι δεξαμενές της πρωτοβάθμιας καθίζησης είναι συνήθως κυκλικές και πρέπει να φέρουν διάταξη αφαίρεσης των επιπλεόντων.

Η πρωτοβάθμια λάσπη έχει σημαντικό ρυπαντικό φορτίο και δεν επιτρέπεται να απορριφθεί στο περιβάλλον ως έχει. Η πρωτοβάθμια λάσπη υφίσταται επεξεργασία στο σταθμό επεξεργασίας της λάσπης. Εκεί συνήθως σταθεροποιείται και αφυδατώνεται.

Στις εγκαταστάσεις παρατεταμένου αερισμού (σχήμα 2.2.), στις οποίες δεν υπάρχει πρωτοβάθμια καθίζηση, τα λύματα οδηγούνται απ'ευθείας στις δεξαμενές αερισμού, όπου εκεί γίνεται και η αερόβια σταθεροποίηση (χώνευση) της πρωτοβάθμιας λάσπης.

δ. Η επεξεργασία της λάσπης

Οι λάσπες μιας εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων είναι συνήθως η πρωτοβάθμια λάσπη και η περίσσεια της βιολογικής λάσπης. Οι λάσπες αυτές καθ'εαυτές συνιστούν ρύπο, διότι περιέχουν πρωτεΐνες, υδατάνθρακες και λίπη ως επίσης απειράριθμους μικροοργανισμούς, πολλοί εκ των οποίων είναι παθογόνοι.

Με την επεξεργασία της λάσπης, αφαιρείται σε ποσοστό 30-40% το οργανικό μέρος των λασπών και εξαλείφεται κατά 90-99% το μικροβιακό φορτίο των. Η διεργασία που αφαιρεί οργανικά και παθογόνους μικροοργανισμούς λέγεται σταθεροποίηση. Η σταθεροποίηση γίνεται είτε με βιολογικές μεθόδους, όπως αναερόβια ή αερόβια χώνευση, είτε με χημική κατεργασία είτε με θερμική. Οι διεργασίες της σταθεροποίησης παραδίδουν ένα προϊόν σταθεροποιημένο και υγιειονομικά ασφαλές.

Μετά τη σταθεροποίηση ακολουθεί αφυδάτωση των λασπών για τη μείωση του βάρους του τελικού προϊόντος της λάσπης.

ε. Απολύμανση - Τριτοβάθμια επεξεργασία

Τα επεξεργασμένα νερά, όπως εξέρχονται του αερόβιου βιολογικού σταδίου, περιέχουν πληθώρα παθογόνων μικροοργανισμών και ιών.

Τα νερά αυτά υφίστανται διάφορες επεξεργασίες, όπως διήθηση και απολύμανση. Σε άλλες εγκαταστάσεις είναι δυνατόν να υποστούν και αφαίρεση θρεπτικών. Οι διεργασίες αυτές συνιστούν την τριτοβάθμια επεξεργασία των νερών. Στην Ελλάδα, συνήθως γίνεται μόνο απολύμανση με υγρό ή αέριο χλώριο για την εξόντωση του μεγαλύτερου μέρους των παθογόνων μικροοργανισμών. Άλλες μέθοδοι απολύμανσης είναι η χρήση διοξειδίου του χλωρίου, της υπεριώδους ακτινοβολίας και του όζοντος.

ξ. Το αερόβιο βιολογικό στάδιο

Στο στάδιο αυτό, μικροοργανισμοί, κυρίως βακτήρια, με τη βοήθεια ζωνών αερισμού, ανοξικών ή αναερόβιων ζωνών, μπορούν να αποικοδομούν τον ανθρακούχο ρύπο, να οξειδώσουν και να απομακρύνουν τον αζωτούχο ρύπο καθώς επίσης και να αφαιρούν ένα σημαντικό μέρος του φωσφορικού ρύπου. Η αναπτυσσόμενη βιομάζα διαχωρίζεται από τα νερά, τα οποία ονομάζουμε επεξεργασμένα, σε καθιζήτρες και επανακυκλοφορεί μέσα στις δεξαμενές, στις οποίες υπάρχει η βιομάζα. Το αερόβιο στάδιο μπορεί να σχεδιασθεί, έτσι ώστε να επιτελεί μία ή όλες τις παραπάνω βιολογικές αφαιρέσεις ρύπων. Αυτό επιτυγχάνεται με κατάλληλη αλληλουχία δεξαμενών, στις οποίες επικρατούν διαφορετικές συνθήκες όσον αφορά το οξυγόνο και το χρόνο παραμονής των ρευστών.

Το μεγαλύτερο μέρος του εγχειριδίου αναφέρεται στη λειτουργία και τα προβλήματα του αερόβιου βιολογικού σταδίου.

Με κανένα όμως τρόπο, δεν πρέπει κανείς να υποτιμήσει το ρόλο και τη συνεισφορά των άλλων σταδίων επεξεργασίας, στη συμπεριφορά και την απόδοση όλης της εγκατάστασης.

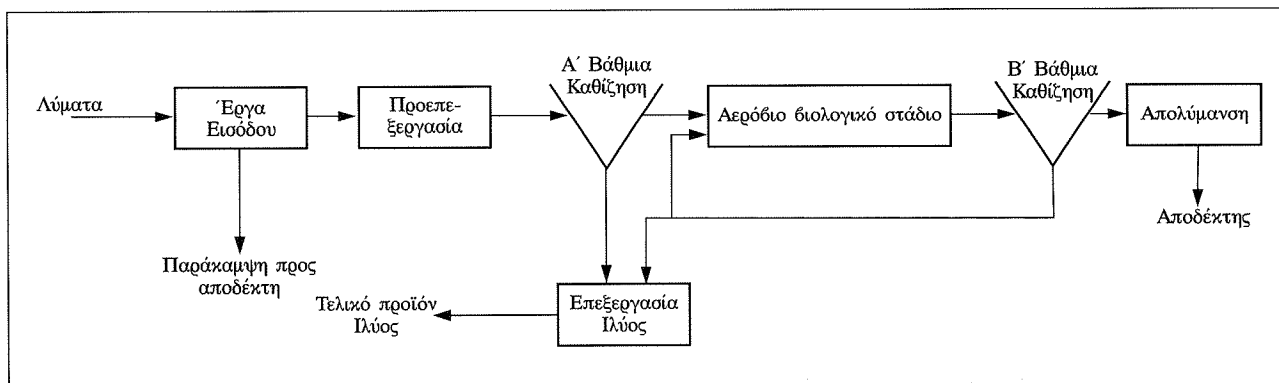
Κάθε ένα στάδιο επιτελεί ένα σημαντικό έργο μέσα στην όλη εγκατάσταση.

Αν οι διεργασίες κάποιου σταδίου δεν γίνονται ικανοποιητικά, τότε υπάρχουν πάντοτε αρνητικές επιπτώσεις στις επόμενες διεργασίες ή ακόμη και σε προηγούμενες, πράγμα που συμβαίνει με την ανακύκλωση των ρευστών στην εγκατάσταση.

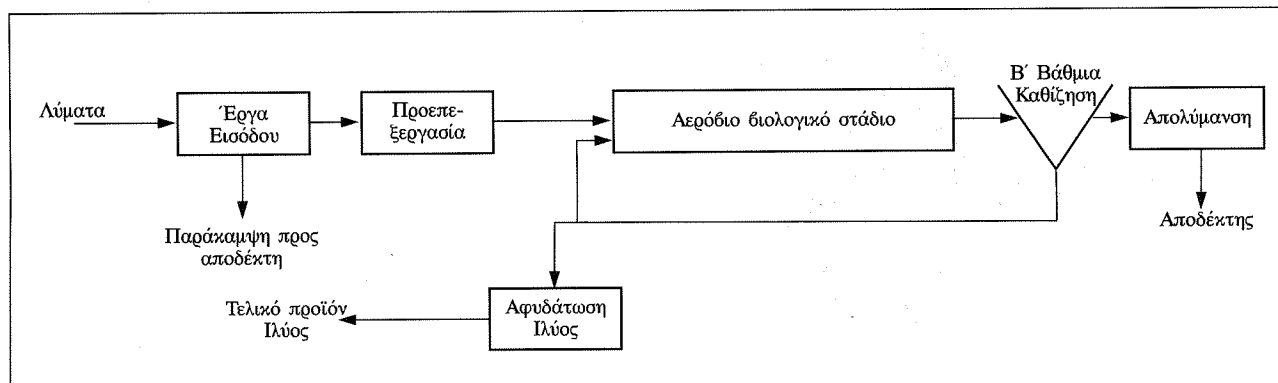
Οι λειτουργικές απαιτήσεις των παραπάνω σταδίων αναφέρονται σε επόμενο κεφάλαιο.

Στο κεφάλαιο αυτό, κρίνεται σκόπιμο να γίνει μια εκτενέστερη αναφορά στο αερόβιο βιολογικό στάδιο και συγκεκριμένα στις διάφορες παραλλαγές του όσον αφορά την αφαίρεση των διαφόρων ρύπων.

Το αερόβιο βιολογικό στάδιο αποτελεί την καρδιά της εγκατάστασης και παρουσιάζει τα σοβαρότερα και δυσκολότερα προβλήματα. Τα προβλήματα αυτά, κυρίως μικροβιολογικής φύσεως, γίνονται πιο έντονα, όσο πιο πολλές απαιτήσεις έχουμε από τους μικροοργανισμούς, όπως π.χ. απαιτήσεις για ταυτόχρονη απομάκρυνση ανθρακούχου, αζωτούχου και φωσφορικού ρύπου.



Σχήμα 2.1: Τα στάδια επεξεργασίας μιας τυπικής εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων



Σχήμα 2.2: Τα στάδια επεξεργασίας μιας εγκατάστασης με παρατεταμένο αερισμό

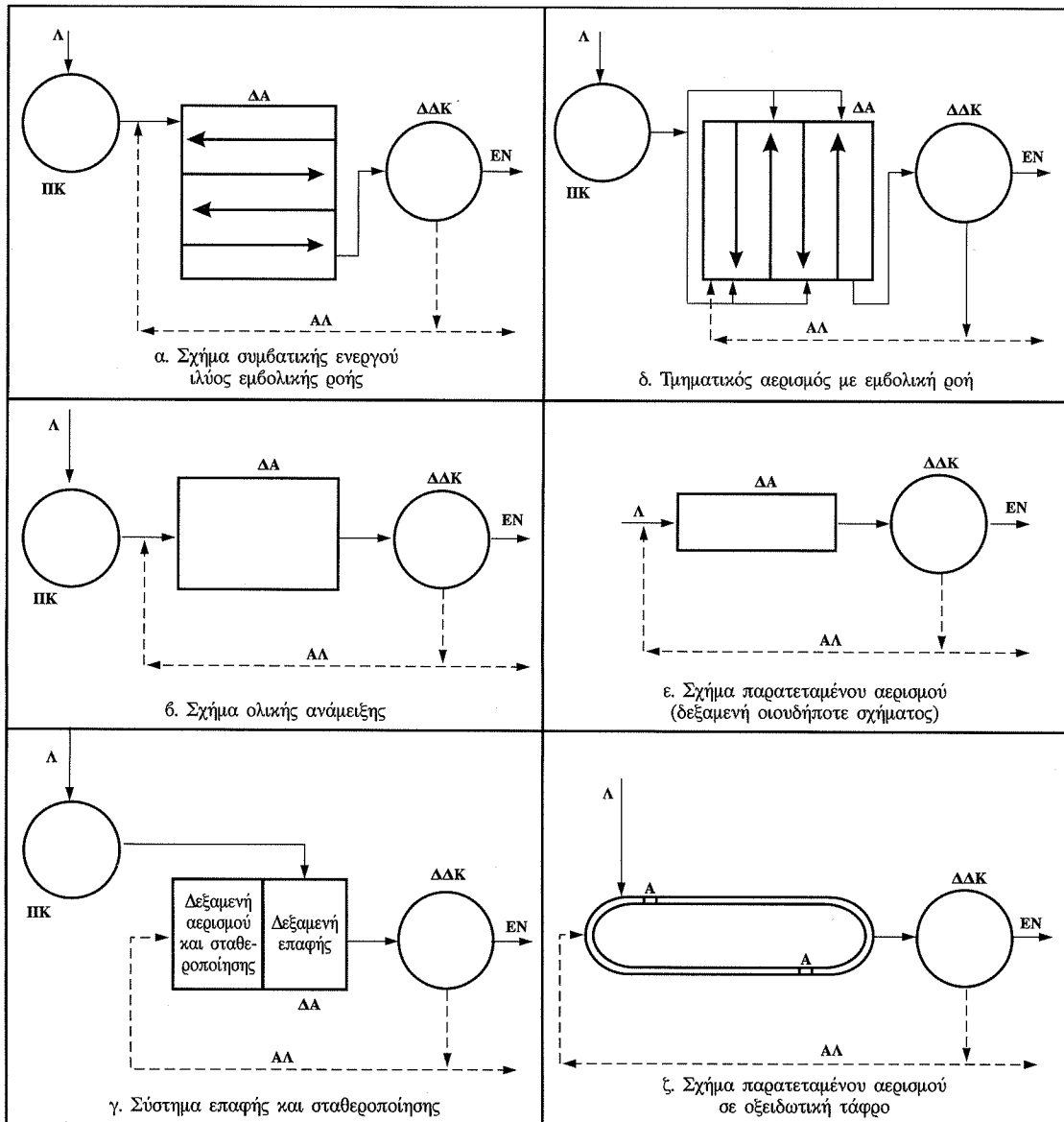
2.2. ΟΙ ΠΑΡΑΛΛΑΓΕΣ ΤΟΥ ΑΕΡΟΒΙΟΥ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΤΑΔΙΟΥ

Το αερόβιο βιολογικό στάδιο περιλαμβάνει τις δεξαμενές αερισμού, όπου αερόβια βακτήρια, με τη βοήθεια του προσδιδόμενου από μηχανήματα οξυγόνου, αποικοδομούν τους ρύπους από δεξαμενές καθίζησης της βιολογικής λάσπης και επανακυκλοφορίας της στις δεξαμενές.

Το σύστημα αυτό, που ονομάζεται και σύστημα ενεργού ιλύος περιγράφεται εκτενώς στο κεφάλαιο 4.

Οι παραλλαγές του συστήματος αυτού φαίνονται στο σχήμα 2.3. και οι λειτουργικές συνθήκες στον πίνακα 1.

Από τις παραλλαγές του σχήματος 2.3., όλες σχεδόν, εκτός από την παραλλαγή γ, του συστήματος επαφής και σταθεροποίησης, εμφανίζουν το φαινόμενο της διόγκωσης της λάσπης (bulking). Το λειτουργικό αυτό πρόβλημα είναι δυνατόν να αποτραπεί ή να μετριασθεί με την τοποθέτηση πριν από τη δεξαμενή αερισμού, μιας δεξαμενής επαφής, η οποία ονομάζεται και επιλογέας.



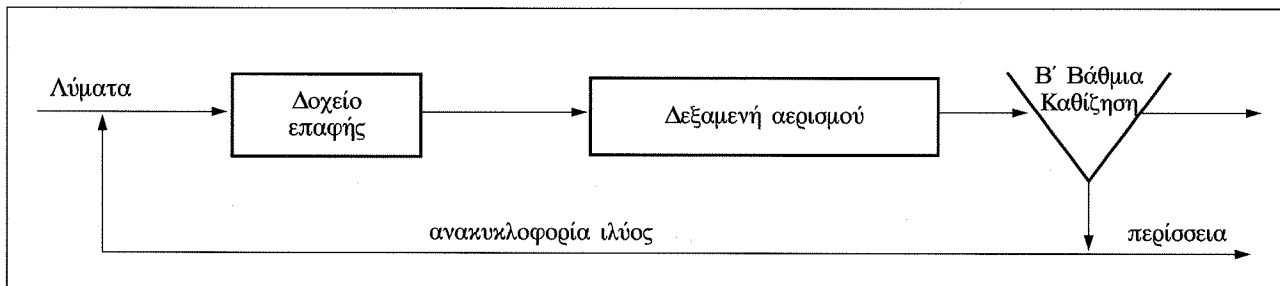
ΔΑ = Δεξαμενή Αερισμού
 ΔΔΚ = Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης
 ΠΚ = Πρωτοβάθμια Καθίζηση
 ΑΛ = Ανακυκλοφορία Λάσπης
 ΕΝ = Επεξεργασμένα Νερά
 Α = Αεριστήρας

Σχήμα 2.3.: Οι διάφορες παραλλαγές του συστήματος

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΠΑΡΑΛΛΑΓΩΝ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΤΗΣ ΔΡΑΣΤΙΚΗΣ ΛΑΣΠΗΣ

Παράλλαξη διεργασίας	Ηλικία λάσπης σε μέρες	Φόρτιση δεξαμενών $F/M = Kg\ BOD5/$ $Kg\ MLVSS$ ημ.	Φόρτιση όγκου $Kg\ BOD5/$ $m^3\ δεξ.$	Αιωρούμ. στερεά μικτού υγρού (MLSS) mg/l	Χρόνος αερίσ. $t = V/Q$ ώρες	Ρυθμός ανακύκλωσης $R = Qr/Q$	Ελάττωση BOD5 %
Συμβατική (εμβολική)	5 - 15	0,2 - 0,4	0,3 - 0,6	1.500 - 3.000	4 - 8	0,25 - 0,5	85 - 95
Καθολική ανάμειξη	5 - 15	0,2 - 0,6	0,8 - 2,0	3.000 - 6.000	3 - 5	0,25 - 1,0	85 - 95
Τμηματικός αερισμός	5 - 15	0,2 - 0,4	0,6 - 1,0	2.000 - 3.500	3 - 5	0,25 - 0,75	85 - 95
Τροποποιημένος αερισμός	0,2 - 0,5	1,5 - 5,0	1,2 - 2,4	200 - 500	1,5 - 3	0,05 - 0,15	60 - 75
Επαφή - σταθεροποίηση		0,2 - 0,6	1,0 - 1,2	(1000-3000) ¹ (4000-10000) ²	(0,5 - 1,0) ¹ (3 - 6) ²	0,25 - 1,0	80 - 90
Παρατεταμένος αερισμός	20 - 30	0,05 - 0,15	0,15 - 0,4	3000 - 6000	18 - 36	0,75 - 1,5	75 - 95
Ψηλός ρυθμός (ταχύρρυθμος αερισμός)	5 - 10	0,4 - 1,5	1,5 - 15,0	4000 - 10000	0,5 - 2	1,0 - 5,0	75 - 90
Συστήματα καθ. αερίων	8 - 20	0,25 - 1,0	1,5 - 4,0	6000 - 8000	1 - 3	0,25 - 0,5	85 - 95

Το παρακάτω σχήμα 2.4. δείχνει τη θέση μιας δεξαμενής επαφής.



Σχήμα 2.4.: Η θέση της δεξαμενής επαφής στο αερόβιο βιολογικό στάδιο

Η δεξαμενή επαφής είναι εξαιρετικά χρήσιμη στις εγκαταστάσεις παρατεταμένου αερισμού.

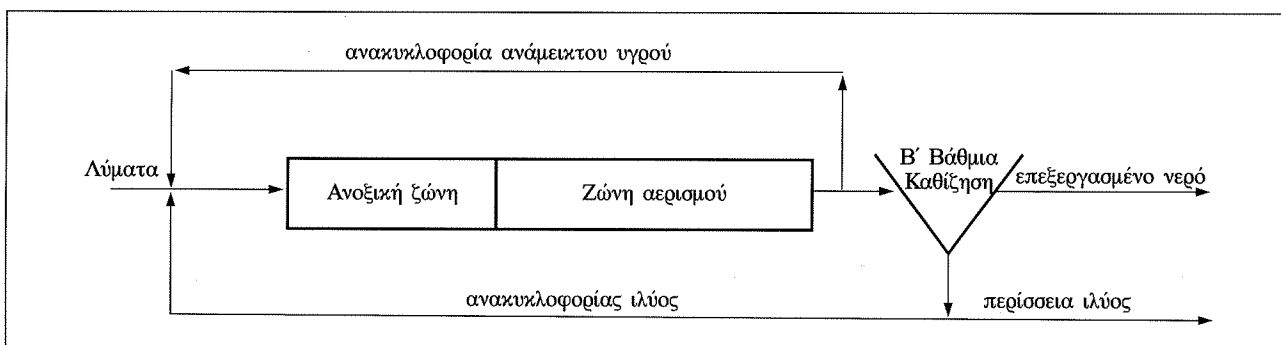
Βασικά στοιχεία των δεξαμενών επαφής αναφέρονται στο κεφάλαιο 6. βιοπροσρόφηση και επιλογείς.

Οι παραλλαγές του σχήματος 2.3. δεν είναι όλες οι παραλλαγές του συστήματος της ενεργού ιλύος. Υπάρχουν και άλλες, τις οποίες, κρίνεται, ότι δεν χρειάζεται να αναφέρουμε στο εγχειρίδιο αυτό.

Οι παραλλαγές αυτές, μπορεί, είτε με τη διαστασιολόγηση των δεξαμενών είτε με την κατάλληλη αλληλουχία του αερισμού, να αφαιρέσουν, πέραν του ανθρακικού ρυθμού και αζωτούχο καθώς και φωσφορικού.

Η ταυτόχρονη νιτροποίηση και αφαίρεση άνθρακα γίνεται στις αεριζόμενες ζώνες των δεξαμενών του αερόβιου βιολογικού σταδίου, ενώ απονιτροποίηση σε ανοξικές ζώνες.

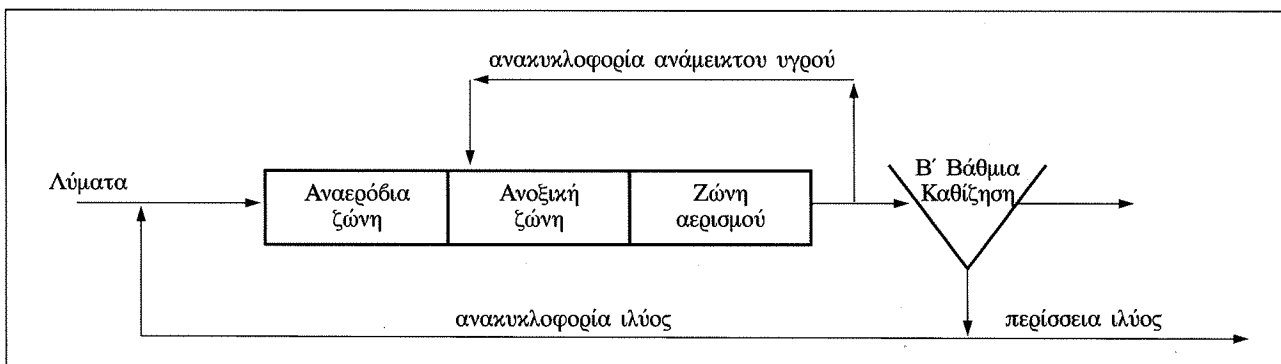
Ένα ευρύτατα χρησιμοποιούμενο σχήμα για αφαίρεση άνθρακα και αζώτου είναι το σύστημα της ανοξικής ζώνης, που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 2.5.



Σχήμα 2.5.: Τυπικό σχήμα αφαίρεσης αζώτου με το σύστημα της ανοξικής ζώνης

Όλες σχεδόν οι παραλλαγές μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βάση και για αφαίρεση αζώτου και φωσφόρου με κατάλληλη εναλλαγή των διαφόρων ζωνών.

Το ακόλουθο σχήμα 2.6., δεν αποτελεί παρά μια επέκταση της εγκατάστασης του σχήματος 2.5., και απεικονίζει μια τεχνολογική παραλλαγή για βιολογική αφαίρεση φωσφόρου.



Σχήμα 2.6.: Ταυτόχρονη απομάκρυνση αζώτου και φωσφόρου

Εκτενέστερη περιγραφή άλλων τεχνολογικών διατάξεων, για αφαίρεση αζώτου και φωσφόρου, είναι πέραν από τους στόχους αυτού του εγχειριδίου.

Η μέχρι τούδε αναφορά σε κάποια σχήματα, στόχευε στην κατανόηση του γεγονότος, ότι με τις έξυπνες εναλλαγές συνθηκών, στις οποίες υποβάλλονται τα βακτήρια στις δεξαμενές αερισμού, μπορεί η εγκατάσταση να επιτύχει την ανάπτυξη ειδικών βακτηρίων για συγκεκριμένη απομάκρυνση ρύπου. Τα ειδικά όμως αυτά βακτήρια είναι ευαίσθητα σε μεταβολές του περιβάλλοντός τους, με συνέπεια τη δημιουργία λειτουργικών προβλημάτων.

Είναι χαρακτηριστικό ότι τα νηματοειδή βακτήρια αναπτύχθησαν μόλις οι εγκαταστάσεις άρχισαν να σχεδιάζονται για νιτροποίηση και απονιτροποίηση.

Όμως, η αντιμετώπιση των λειτουργικών προβλημάτων μιας εγκατάστασης με το σύστημα ενεργού ιλύος, όσο πολύπλοκο σχήμα και αν έχει, επιτυγχάνεται κατ'αρχήν με την κατανόηση των βασικών βιολογικών διεργασιών της απομάκρυνσης του ανθρακούχου ρύπου, της νιτροποίησης και απονιτροποίησης.

Για το λόγο αυτό, το εγχειρίδιο αυτό, αναφέρεται σε αυτές κυρίως τις βιολογικές διεργασίες.

3. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

3.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η λειτουργία μιας εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων εξαρτάται κυρίως από τρεις παράγοντες

- Από την ποιότητα σχεδιασμού και κατασκευής της εγκατάστασης
- Από τις υπηρεσίες, που προσφέρει στην εγκατάσταση το προσωπικό που την υπηρετεί
- Από την συντήρηση του εξοπλισμού

Αν η εγκατάσταση υστερεί σε έναν από τους παράγοντες αυτούς, τότε η λειτουργία της δεν είναι ικανοποιητική.

α. Η ποιότητα σχεδιασμού και κατασκευής της εγκατάστασης

Η διαστασιολόγηση, η επιλογή του εξοπλισμού και η ποιότητα της εν γένει κατασκευής παίζουν σημαντικότατο ρόλο στην συμπεριφορά της εγκατάστασης και ιδιαίτερα στις δεξαμενές του αερόβιου βιολογικού σταδίου.

Το τεχνολογικό σχήμα της εγκατάστασης και οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες δρούν σαν επιλογείς ανάπτυξης συγκεκριμένων μικροοργανισμών, από τους οποίους εξαρτάται η λειτουργία και συμπεριφορά της εγκατάστασης.

Ο υπεύθυνος της λειτουργία της εγκατάστασης δεν μπορεί δυστυχώς να επέμβει στον παράγοντα αυτόν. Μπορεί όμως, αν κατανοήσει τις επιπτώσεις, που προκαλεί η ανεπάρκεια του σχεδιασμού, να επέμβει όσο το επιτρέπει η κατασκευή και να διορθώσει ή να εξαλείψει την ανεπάρκεια αυτή.

β. Οι υπηρεσίες του προσωπικού προς την εγκατάσταση

Λέγεται ότι:

**“Μια εγκατάσταση είναι τόσο καλή,
όσο καλοί είναι οι χειριστές της”**

Η καλή λειτουργία μιας εγκατάστασης και η διατήρησή της σε υψηλά επίπεδα απόδοσης, είναι ένα έργο επίπονο, συνεχές και απαιτεί γνώσεις και οργάνωση εργασίας.

Οι χειριστές κάθε εγκατάστασης πρέπει να έχουν συνεχή ζήλο για κατανόηση των βιολογικών φαινομένων και συνεχή αναζήτηση της γνώσης προς επίλυση των προβλημάτων.

Επειδή κάθε εγκατάσταση έχει μια μοναδικότητα συμπεριφοράς, η οποία οφείλεται στην ποιότητα των λυμάτων και στα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού, το προσωπικό της κάθε εγκατάστασης πρέπει να εύρει και εξακριβώσει τη συμπεριφορά αυτή με διαρκείς παρατηρήσεις ή πειραματισμούς.

Η προσήλωση του προσωπικού στο καθήκον προς την εγκατάσταση, η διαρκής ανησυχία για κατανόηση των διεργασιών και η συνεχής αναζήτηση της γνώσης είναι οι προϋποθέσεις για την επι μακρόν άψογη λειτουργία της εγκατάστασης.

γ. Η συντήρηση του εξοπλισμού

Η συντήρηση του εξοπλισμού είναι εξίσου σημαντική με τους άλλους δύο παράγοντες, για τους οποίους έγινε αναφορά.

**Όσο τεχνολογικά προηγμένη και να είναι μια εγκατάσταση, όσο γνώστες της
τεχνολογίας και να είναι οι χειριστές της, αν η μονάδα δεν συντηρείται επιμελώς,
δεν πρόκειται να λειτουργήσει ικανοποιητικά.**

3.2. Ο ΚΑΝΟΝΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Ο κανόνας βάσει του οποίου πρέπει να λειτουργούν οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων είναι:

**Απαγορεύεται η παράκαμψη των λυμάτων και η κατά
οιονδήποτε τρόπο απόρριψη λυμάτων, αφρολασπών και
μη επεξεργασμένων ρύπων από την εγκατάσταση στον
αποδέκτη ή στο περιβάλλον.**

Εξάιρεση στον κανόνα αποτελούν περιπτώσεις, που κρίνονται από τον υπεύθυνο λειτουργίας ως άκρως αναγκαίες.

3.3. ΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Η λειτουργία της εγκατάστασης πρέπει να στοχεύει στα εξής:

- α. Υψηλή απόδοση της εγκατάστασης και ποιότητα επεξεργασμένου νερού, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του αποδέκτη
- β. Χαμηλό κόστος λειτουργίας
- γ. Απρόσκοπτη λειτουργία της εγκατάστασης

Για τα σημεία α. και β. θα γίνει αναφορά στα κεφάλαια που θα ακολουθήσουν.

Το σημείο γ, **απρόσκοπτη λειτουργία της εγκατάστασης**, αναφέρεται:

- στην περιγραφή και αντιμετώπιση των λειτουργικών προβλημάτων του αερόβιου βιολογικού σταδίου, που γίνεται στο κεφάλαιο 5. “Λειτουργικά Προβλήματα”
- στην ανάγκη της συνεχούς και απρόσκοπτης διακίνησης των στερεών μέσα στις διεργασίες της εγκατάστασης (εκτός του αερόβιου βιολογικού σταδίου).

Το τελευταίο αυτό σημείο θα συζητηθεί στην επόμενη παράγραφο.

3.4. ΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΡΕΥΣΤΩΝ & ΣΤΕΡΕΩΝ

Φρεάτιο εισόδου

Στο φρεάτιο εισόδου πρέπει να γίνεται έλεγχος των επικαθίσεων στο φρεάτιο και στους αγωγούς των λυμάτων. Εμφράξεις αγωγών προκαλούν ανεπιθύμητη παράκαμψη των λυμάτων προς τον αποδέκτη ή μείωση της εισόδου των λυμάτων στην εγκατάσταση προς επεξεργασία.

Τέλος, ο χειρισμός των θυροφραγμάτων πρέπει να είναι εύκολος με τη βοήθεια ηλεκτροκίνητων διατάξεων ανύψωσης.

Εσχάρες

Στις εσχάρες, που καθαρίζονται με το χέρι, ο καθαρισμός πρέπει να γίνεται καθημερινά και όσο συχνά απαιτείται. Ωστόσο προτείνεται:

όλες οι εσχάρες να είναι αυτοκαθαριζόμενες.

Η έμφραξη των εσχάρων προκαλεί δυσχέρεια στην είσοδο των λυμάτων και ανύψωση της στάθμης των με συνέπεια τη μείωση της δυναμικότητας του αγωγού προσαγωγής των λυμάτων.

Ανύψωση των λυμάτων

Το αντλητικό σύστημα ανύψωσης των λυμάτων πρέπει να τροφοδοτεί ομαλά την εγκατάσταση και να προστατεύει από υδραυλικές υπερφορτίσεις, που επηρεάζουν δυσμενώς τη λειτουργία όλης της εγκατάστασης.

Ο αμμοσυλλέκτης

Η απομάκρυνση της άμμου να γίνεται κατά συνεχή τρόπο.

Στην περίπτωση αεριζόμενου αμμοσυλλέκτη, ο αέρας πρέπει να εργάζεται συνεχώς και η παροχή του να είναι έτσι ρυθμισμένη, ώστε στην αρχή της δεξαμενής ο αερισμός να είναι έντονος και να φθίνει προς το τέλος της δεξαμενής.

Αν ο αμμοσυλλέκτης λειτουργεί και σαν λιποπαγίδα, είναι απαραίτητη η αποτελεσματική απομάκρυνση των συλλεγομένων λιπών.

Δεξαμενές αερισμού

Μετά την προεπεξεργασία συνήθως υπάρχει ένα φρεάτιο που μερίζει την παροχή στις δύο γραμμές λειτουργίας. Οι υπερχειλιστές, μέσω των οποίων γίνεται ο μερισμός πρέπει να καθαρίζονται τακτικά για να κάνουν σωστό μερισμό.

Αν ο μερισμός δεν είναι επιτυχής, τότε η κάθε γραμμή λειτουργίας του αερόβιου βιολογικού σταδίου δέχεται διαφορετικό φορτίο από την άλλη, με συνέπεια να λειτουργεί σε διαφορετική φόρτιση και να εμφανίζει εντελώς ξεχωριστή συμπεριφορά.

Πρωτοβάθμια καθίζηση

Στη δεξαμενή αυτή τα στερεά πρέπει να απομακρύνονται τακτικά προς την εγκατάσταση επεξεργασίας της λάσπης.

Αν ακολουθεί παχυντής, η ποιότητα της πρωτοβάθμιας λάσπης που επιτρέπει την καλή λειτουργία του είναι 5 - 8 gr/l. Αν η πρωτοβάθμια λάσπη είναι εκτός αυτής της περιοχής, τότε δεν μπορεί να καθιζάνει καλά στον παχυντή, με αποτέλεσμα η υπερχειλίση του παχυντή να είναι πρωτοβάθμια λάσπη, η οποία επιστρέφει πάλι στην κεφαλή της εγκατάστασης. Η συνέπεια αυτού του γεγονότος είναι συσσώρευση στερεών στο κύκλωμα και αδυναμία προώθησης των προς την έξοδο της εγκατάστασης μέσω της χώνευσης.

Δεξαμενές αερισμού

Εδώ θα αναφερθούμε μόνο στο υδραυλικό πρόβλημα της κατανομής των ρευστών μέσω των υπερχειλιστών των δεξαμενών. Τα άλλα τεχνολογικά προβλήματα συζητώνται στο κεφάλαιο 4.

Το μοίρασμα των λυμάτων στις δύο γραμμές λειτουργίας επηρεάζεται και από τους υπερχειλιστές, που υπάρχουν στην έξοδο του ανάμεικτου υγρού από αυτά και ενδεχόμενα από τους υπερχειλιστές στην είσοδο. Συνήθως η υψομετρική διαφορά των υπερχειλιστών είναι υπεύθυνη για το άνισο μοίρασμα.

Επειδή, το πόσο επηρεάζεται το εν λόγω μοίρασμα, εξαρτάται από τις κατασκευαστικές και λειτουργικές λεπτομέρειες των δεξαμενών αερισμού, δεν είναι σκόπιμο να συζητήσουμε άλλο το θέμα αυτό.

Σταθμός επεξεργασίας λασπών

Ο σταθμός αυτός δεν πρέπει να αποτελεί εμπόδιο προώθησης των στερεών προς την τελική διάθεση. Ο σταθμός αυτός συνήθως έχει τη διεργασία σταθεροποίησης των λασπών και τη διεργασία της αφυδάτωσης.

Αμφότερες οι διεργασίες οφείλουν να λειτουργούν σωστά, αλλιώς στερεά επιστρέφουν στην κεφαλή της εγκατάστασης ή συσσωρεύονται στον παχυντή ή στην πρωτοβάθμια καθίζηση.

Η συνέπεια αυτής της συσσώρευσης είναι η μείωση της δυναμικότητας της εγκατάστασης και ενδεχομένως η διαταραχή της ισορροπίας της λειτουργίας του αερόδιου βιολογικού σταδίου.

4. ΤΟ ΑΕΡΟΒΙΟ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ

4.1. ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΤΗΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΟΥ ΙΛΥΟΣ

4.1.1. Σκοπός

Το κεφάλαιο αυτό έχει σκοπό, να περιγράψει τους βασικούς μηχανισμούς της ενεργού ιλύος και να δώσει απλώς τις σημαντικότερες γνώσεις, που χρειάζονται για την κατανόηση και καλύτερη λειτουργία των διεργασιών.

4.1.2. Τι είναι το σύστημα ενεργού ιλύος

Είναι η διεργασία, η οποία με τη δόθηκε μικροοργανισμών αποικοδομεί τους οργανικούς ρύπους των αποβλήτων σε αερόβιο περιβάλλον. Η διεργασία αυτή ακολουθείται από μια φάση διαχωρισμού των βακτηρίων από το επεξεργασμένο νερό.

Το απλοποιημένο διάγραμμα της ενεργού ιλύος φαίνεται στο σχήμα 4.1.

Το σύστημα της ενεργού ιλύος περιλαμβάνει:

- μια δεξαμενή, που περιέχει τους μικροοργανισμούς, ονομαζόμενη **δεξαμενή αερισμού**
- τον **καθιζητήρα**, στον οποίο διαχωρίζονται οι μικροοργανισμοί από το νερό
- αντλίες και σωληνώσεις για **ανακυκλοφορία** της λάσπης και **πέταγμα** της **περίσσειας** αυτής
- **εξοπλισμό για αερισμό και ανάμειξη** της λάσπης

Η λάσπη που ευρίσκεται εν αιωρήσει στη δεξαμενή αερισμού λέγεται ενεργός ιλύς. Αυτή διαχωρίζεται από τα επεξεργασμένα νερά στον καθιζητήρα και ανακυκλοφορεί στη δεξαμενή αερισμού.

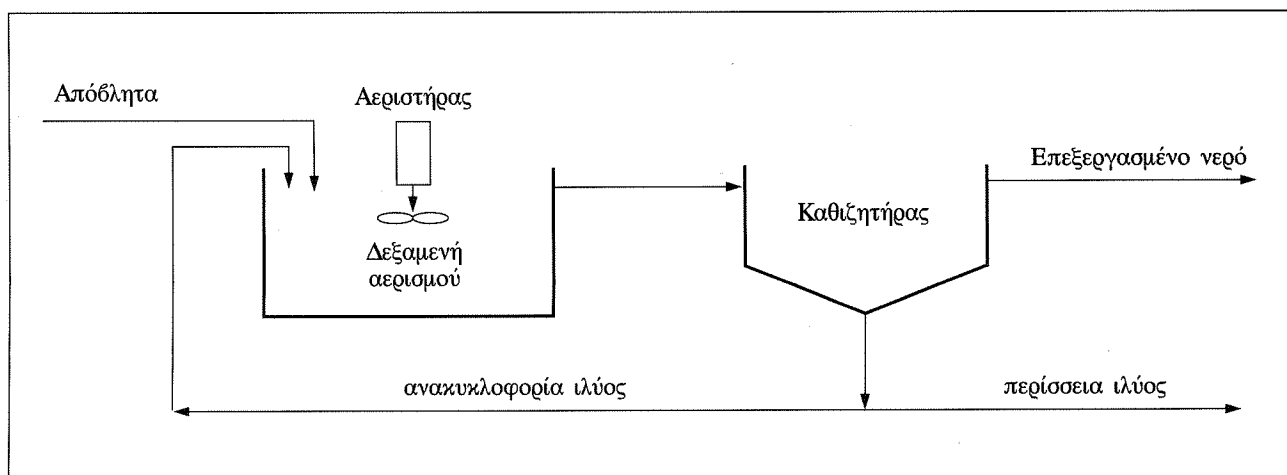
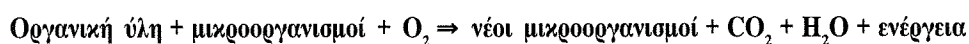
Μικροοργανισμοί αναλίσκουν τους ρύπους σαν τροφή και πολλαπλασιάζονται.

Για να διατηρηθεί η αναλογία τροφής προς τους μικροοργανισμούς, μια ποσότητα μικροοργανισμών απομακρύνεται καθημερινά από το σύστημα. Η ποσότητα αυτή καλείται **περίσσεια**.

4.1.3. Πώς γίνεται η βιολογική αποικοδόμηση των ρύπων και ποιός ο ρόλος του οξυγόνου

Οι μικροοργανισμοί αναλίσκουν τους ρύπους σαν τροφή με τη δόθηκε οξυγόνου.

Η βιολογική αντίδραση παριστάνεται απλά:



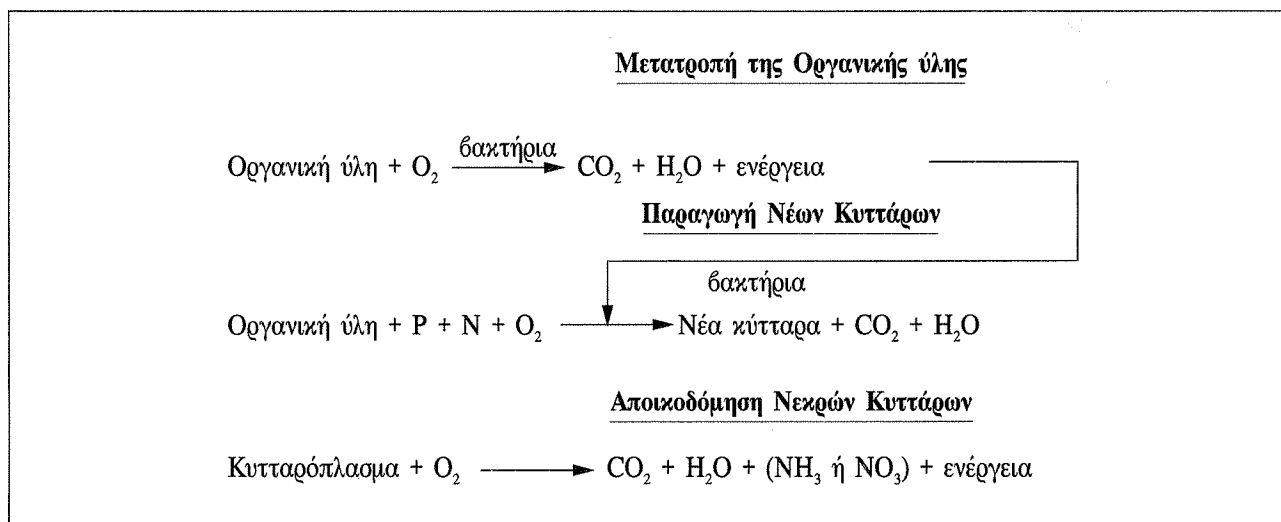
Σχήμα 4.1.: Απλοποιημένο διάγραμμα του συστήματος της ενεργού ιλύος

Μικροοργανισμοί, κυρίως βακτήρια, χρησιμοποιούν τις οργανικές ενώσεις των αποβλήτων σαν τροφή, παράγουν νέα κύτταρα, διοξείδιο του άνθρακα και ενέργεια, που χρησιμοποιείται για την κίνηση, τη συντήρηση και την αναπαραγωγή τους.

Τα βακτήρια χρησιμοποιούν οξυγόνο για τρεις σκοπούς:

1. να οξειδώσουν την οργανική ύλη, για παραγωγή ενέργειας, διοξειδίου του άνθρακα και νερού
2. για αναπαραγωγή
3. για να αποικοδομήσουν τους νεκρούς οργανισμούς

Ο ρόλος του οξυγόνου στην οξείδωση του ανθρακούχου ρύπου φαίνεται στο σχήμα 4.2.



Σχήμα 4.2.: Οι βιολογικές αντιδράσεις στην οξείδωση του ανθρακούχου ρύπου

Το σύστημα της ενεργού ιλύος, στην πρώτη του μορφή, απεμάκρυνε μόνο τον ανθρακούχο ρύπο.

Σήμερα, που οι απαιτήσεις της εποχής μας στην απομάκρυνση των ρύπων είναι μεγαλύτερες, το σύστημα της ενεργού ιλύος έχει αναπτυχθεί σε τέτοιο βαθμό, ώστε να αφαιρεί με βακτήρια άζωτο και φώσφορο.

Οι διάφοροι μικροοργανισμοί, που επιτελούν αυτές τις βιολογικές διεργασίες αφαίρεσης του ανθρακούχου ρύπου, του αζώτου και του φωσφόρου, ευρίσκονται στην ενεργό ιλύ υπό μορφή συσσωματωμάτων, που ονομάζονται φλόκοι ή βιοκροκίδες.

4.1.4. Με ποιά μηχανισμό σχηματίζεται ο φλόκος της ενεργού ιλύος

Ο φλόκος (βιοκροκίδα) δημιουργείται σε τρία στάδια:

- α. Βιοπροσρόφηση
- β. Μετατροπή (οξείδωση)
- γ. Βιοκροκίδωση

Βιοπροσρόφηση

Στο στάδιο αυτό, οι υδατοδιαλυτές οργανικές ενώσεις διαπερνούν την κυτταρική μεμβράνη των βακτηρίων και αποθηκεύονται μέσα στο κύτταρο.

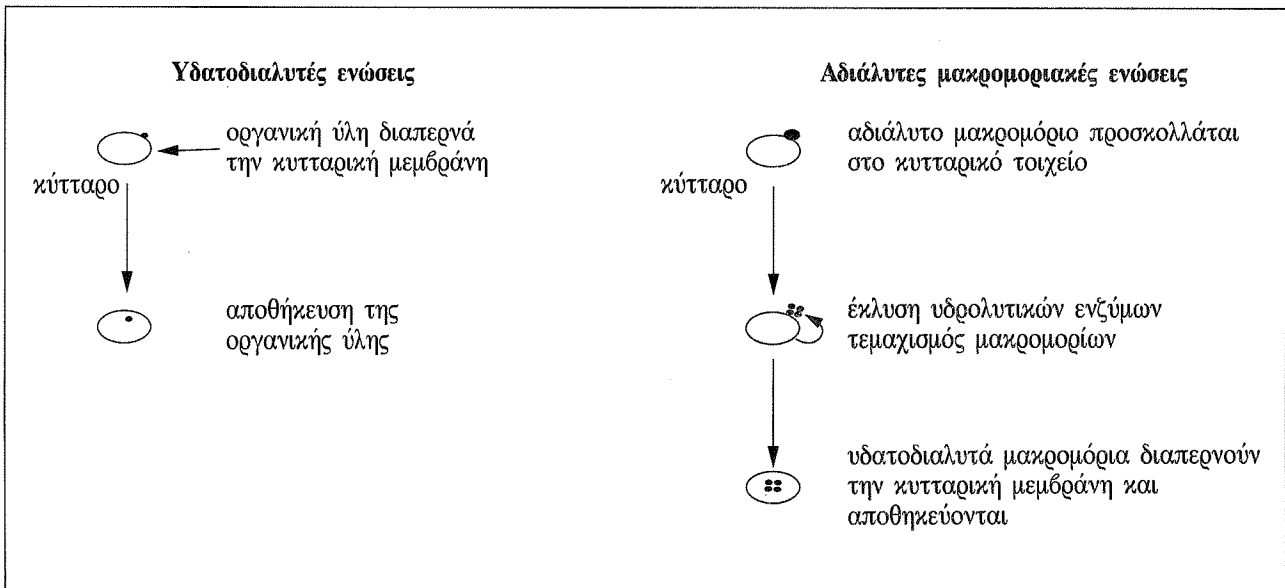
Η βιοπροσρόφηση των υδατοδιαλυτών ενώσεων λαμβάνει χώρα σε 5 έως 20 min.

Οι μη υδατοδιαλυτές ενώσεις, προσκολλώνται στα τριχίδια του κυττάρου, το οποίο εκκρίνει υδρολυτικά ένζυμα, με τα οποία τις διασπά σε άλλες μικρομοριακές ενώσεις.

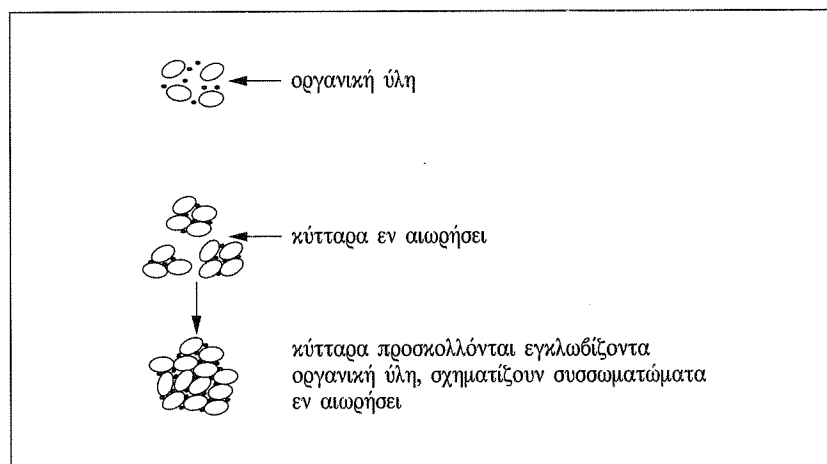
Οι ενώσεις αυτές μπορούν, στη συνέχεια, να προσροφηθούν μέσα στο κύτταρο.

Μετατροπή

Η αποθηκευμένη στο κύτταρο τροφή, στη συνέχεια, με οξειδοαναγωγικά ένζυμα, διασπάται και μετατρέπεται, μέσω μιας αλυσίδας βιοχημικών αντιδράσεων, σε:



Σχήμα 4.3.: Ο μηχανισμός της βιοπροσρόφησης



Σχήμα 4.4.: Σχηματισμός φλόκου

ενδιάμεσα προϊόντα για τη σύνθεση νέων κυττάρων, σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό.

Οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις παράγουν σταδιακά ενέργεια, η οποία διοχετεύεται επίσης σταδιακά στις αντιδράσεις σύνθεσης και εν μέρει χρησιμοποιείται για τις ανάγκες κίνησης και συντήρησης των κυττάρων.

Βιοκροκίδωση

Στο τρίτο στάδιο, τα κύτταρα προσκολλόνται το ένα με το άλλο και δημιουργούν συσσωματώματα, τα οποία ερχόμενα σε επαφή μεταξύ τους δημιουργούν νέα μεγαλύτερα σωματίδια.

Κατά τη συνένωση των σωματιδίων, εγκλωβίζονται ανάμεσά τους μεγαλομοριακές ενώσεις, οι οποίες χρησιμεύουν σαν τροφή στα βακτήρια που ευρίσκονται σε επαφή μαζί τους.

Τα σωματίδια αυτά ονομάζονται φλόκοι ή βιοκροκίδες.

Το σχήμα 4.4. δείχνει το μηχανισμό της βιοκροκίδωσης.

4.1.5. Η ανάπτυξη των βακτηρίων και η εξάρτηση της ποιότητας του φλόκου από αυτή

Η ανάπτυξη μεμονωμένων βακτηρίων γίνεται σε 4 φάσεις.

Η φάση προσαρμογής, είναι η πρώτη, στην οποία τα βακτήρια παράγουν τα κατάλληλα ένζυμα, για να αποικοδομήσουν την τροφή τους.

Στη δεύτερη φάση, της **λογαριθμικής ανάπτυξης**, τα βακτήρια έχουν άφθονη τροφή και δεδομένου ότι έχουν όλα τα απαραίτητα ένζυμα, πολλαπλασιάζονται με υψηλούς ρυθμούς.

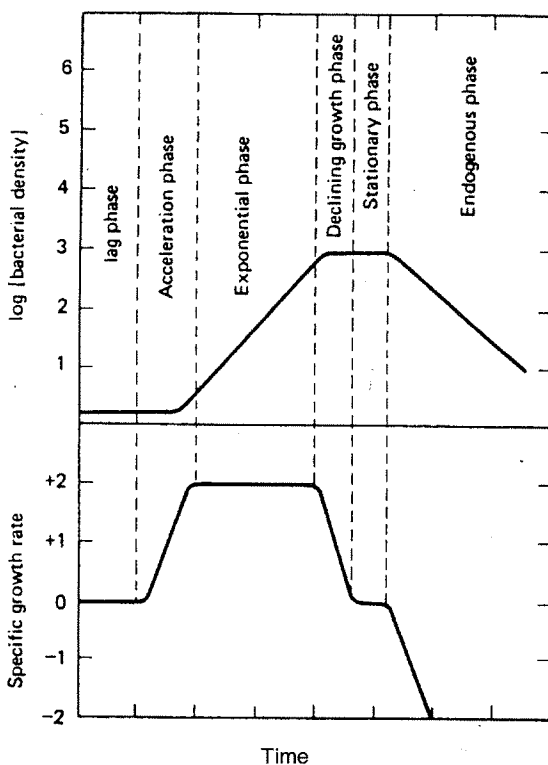
Οι φλόκοι, που σχηματίζονται είναι μεγάλου μεγέθους, δεν καθιζάνουν καλά, παραμένουν διεσπαρμένοι και το επεξεργασμένο νερό είναι θολό.

Στη φάση της **φθίνουσας ανάπτυξης**, η διαθέσιμη τροφή των βακτηρίων είναι μειωμένη και οι ρυθμοί αναπαραγωγής είναι μέτριοι.

Το μέγεθος και η ποιότητα των φλόκων επιτρέπουν την καλή καθίζησή τους και το επεξεργασμένο νερό είναι διαυγές.

Η τελευταία φάση, που ονομάζεται και φάση της **ενδογενούς αναπνοής**, χαρακτηρίζεται από το γεγονός ότι τα βακτήρια έχουν πολύ λίγη τροφή στη διάθεσή τους και για να ζήσουν αναλίσκουν όλα τα αποθηκευμένα αποθέματα του κυττάρου τους. Στην περίπτωση που αναλώσουν παντελώς τα αποθέματά τους, παύουν πλέον να ζούν, το κυτταρικό τοίχωμα λύεται και το κυτταρόπλασμα χύνεται προς τα έξω, σαν τροφή για τα άλλα βακτήρια.

Οι φλόκοι της ενδογενούς αναπνοής είναι μικρού μεγέθους, με μεγάλο ποσοστό ανοργάνων, είναι συμπαγείς και καθιζάνουν πολύ γρήγορα.



Σχήμα 4.5.: Οι φάσεις ανάπτυξης των μικροοργανισμών

Είναι προφανής η εξάρτηση της ποιότητας του φλόκου και της καθιζαισιμότητάς του από το ρυθμό ανάπτυξης των μικροοργανισμών.

Ένας άλλος παράγων που συντελεί στη δημιουργία και σταθερότητα του φλόκου είναι η ύπαρξη νηματοειδών μικροοργανισμών πάνω στους οποίους δομείται ο φλόκος.

4.1.6. Ποιές είναι οι βασικές παράμετροι που καθορίζουν τη λειτουργία του συστήματος της ενεργού ιλύος

Επειδή το σύστημα της ενεργού ιλύος, αναφέρεται στην προσφορά και στην ανάλωση τροφής (ρύπων) από μικροοργανισμούς, η πρωταρχική λειτουργική παράμετρος είναι η αναλογία της τροφής προς την ποσότητα των μικροοργανισμών.

Η αναλογία αυτή συμβολίζεται ως F/M , όπου F η ποσότητα τροφής μέσα στα λύματα και M η ποσότητα των μικροοργανισμών μέσα στις δεξαμενές.

Πώς σχετίζεται η φόρτιση F/M με την απόδοση του συστήματος;

Απλά,

- αν η τροφή F είναι πολύ περισσότερη από όση χρειάζονται οι μικροοργανισμοί M , τότε αυτοί θα αναλώσουν ένα μέρος της τροφής και η υπόλοιπη τροφή θα διαφύγει από τις δεξαμενές αερισμού με τα επεξεργασμένα νερά.
- αν η τροφή F είναι όση χρειάζονται οι μικροοργανισμοί, τότε αυτοί θα την αναλώσουν όλη και τα επεξεργασμένα νερά θα είναι πολύ καθαρά και η βιομάζα M χωρίς προβλήματα.
- αν η τροφή F δεν επαρκεί για την ποσότητα M , τότε οι μικροοργανισμοί για να ζήσουν, θα αναγκασθούν να εξαντλήσουν τα αποθέματα των κυττάρων τους. Τα επεξεργασμένα νερά είναι συνήθως καθαρά και η βιομάζα μπορεί να παρουσιάσει προβλήματα καθίζησης.

Είναι προφανής συνεπώς η εξάρτηση της απόδοσης της εγκατάστασης από τη φόρτιση F/M των δεξαμενών.

Πώς σχετίζεται η φόρτιση με το ρυθμό ανάπτυξης των βακτηρίων;

Ο ρυθμός λήψης και ανάλωσης της τροφής είναι ανάλογος του λόγου F/M , γιατί τα βακτήρια αναγκάζονται να προσαρμοσθούν στο ρυθμό αυτόν, ανάλογα με τη διαθεσιμότητα της τροφής.

Έτσι,

σε μεγάλα F/M

τα βακτήρια εμφανίζουν μεγάλους ρυθμούς ανάλωσης των ρύπων

και σε μικρά F/M

εμφανίζουν μικρούς ρυθμούς ανάλωσης των ρύπων

Αλλά,

ο ρυθμός ανάπτυξής τους έχει άμεση σχέση με τον ρυθμό λήψης και μεταβολισμού της τροφής τους.

Η παραγωγή νέας βιομάζας, νέων δηλαδή κυττάρων είναι ανάλογη της ποσότητας του αναλωθέντος ρύπου.

4.1.7. Τι σχέση έχει η φόρτιση F/M και ο ρυθμός ανάπτυξης των βακτηρίων με την περίσσεια της λάσπης;

Τα βακτήρια μεταβολίζοντας τους ρύπους παράγουν καθημερινά νέα κύτταρα.

Για να διατηρηθεί η αναλογία F/M , απομακρύνεται από τις δεξαμενές μια ποσότητα μικροοργανισμών (λάσπης) ίση με αυτή που παράγεται ημερησίως. Η ποσότητα αυτή λέγεται περίσσεια λάσπης.

Αν η περίσσεια τηρείται σε υψηλές τιμές, αυτό σημαίνει ότι πετάμε από το σύστημα μεγάλες ποσότητες μικροοργανισμών, με συνέπεια η βιομάζα M να μην κρατιέται για μεγάλο χρονικό διάστημα στις δεξαμενές και ο λόγος F/M να είναι μεγάλος, αφού το M είναι μικρό.

Όταν όμως το F/M είναι μεγάλο, τότε, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τα βακτήρια τίθενται σε υψηλούς ρυθμούς ανάπτυξης.

Αν η περίσσεια τηρείται σε χαμηλές τιμές, τότε κρατάμε τη βιομάζα πιο πολύ μέσα στις δεξαμενές, αυξάνουμε το M και μειώνουμε το F/M .

Σε χαμηλά όμως F/M ο ρυθμός ανάπτυξης των βακτηρίων είναι χαμηλός.

Τη χρονική διάρκεια που κρατάμε τη βιομάζα κατά μέσο όρο μέσα στις δεξαμενές ονομάζουμε, ηλικία της λάσπης.

Έτσι, σε μεγάλες ηλικίες των βακτηρίων

- το αντίστοιχο F/M είναι μικρό
- ο ρυθμός ανάπτυξης είναι μικρός
- η απόδοση της εγκατάστασης μεγάλη

Αντίθετα, σε μικρές ηλικίες βακτηρίων

- το αντίστοιχο F/M είναι μεγάλο
- ο ρυθμός ανάπτυξης μεγάλος
- η απόδοση της εγκατάστασης είναι μικρή

4.1.8. Ο διαχωρισμός των λασπών στον καθιζητήρα και η επανακυκλοφορία

Ο διαχωρισμός των λασπών από το επεξεργασμένο νερό στον καθιζητήρα έχει ιδιαίτερη σημασία για τη λειτουργία του συστήματος της ενεργού ιλύος.

Οι λάσπες πρέπει

- να καθιζάνουν εύκολα
- να μην παραμένουν μεγάλο χρονικό διάστημα στον καθιζητήρα και
- να επανακυκλοφορούν στις δεξαμενές αερισμού κατά συνεχή τρόπο.

Ανεπαρκής επανακυκλοφορία, διακοπτόμενη επανακυκλοφορία, χρήση του καθιζητήρα ως αποθηκευτή λάσπης, δημιουργία επικαθίσεων στον πυθμένα είναι απαράδεκτες συνθήκες λειτουργίας της εγκατάστασης, για τις οποίες θα μιλήσουμε εκτενώς στο επόμενο κεφάλαιο.

Η καθιζησιμότητα της λάσπης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως από τη φόρτιση των δεξαμενών, από τον αερισμό, από τη θερμοκρασία, την ύπαρξη νηματοειδών μικροοργανισμών και από πολλούς άλλους παράγοντες, που αφορούν το είδος και το μέγεθος των δεξαμενών.

4.2. ΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΟΥ ΙΛΥΟΣ

4.2.1. Σκοπός

Στο κεφάλαιο αυτό, θα περιγραφούν και αναλυθούν οι κυριότερες λειτουργικές παράμετροι του συστήματος της ενεργού ιλύος, με έμφαση στην απόδοση, στην παραγωγή της περισσειας της λάσπης και στην κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας.

4.2.2. Η κινητική των βιολογικών δράσεων

Είναι απαραίτητο να γίνει μια σύντομη υπενθύμιση βασικών εννοιών, όσον αφορά την κινητική της αποικοδόμησης ρύπων από τους μικροοργανισμούς.

Αν συμβολίσουμε με μ , τον ειδικό ρυθμό ανάπτυξης των βακτηρίων,

$$\mu = \Delta X / (X \Delta t) \quad , \quad [\mu] = \text{ανά ημέρα}$$

και με q , τον ειδικό ρυθμό ανάλωσης του ρύπου από τα βακτήρια,

$$q = \Delta S / (X \Delta t) \quad , \quad [q] = \text{ανά ημέρα}$$

όπου:

X , η μάζα των βακτηρίων σε χρόνο t ,

ΔX , η παραχθείσα μάζα των βακτηρίων μετά από χρόνο Δt ,

ΔS , η μάζα του αναλωθέντος υποστρώματος,

τότε ισχύει η βασική εξίσωση:

$$\mu = Y q - K_d$$

όπου

Y , μάζα αναπτυχθέντων νέων βακτηρίων ανά μονάδα μάζης ή άλλου μεγέθους μέτρησης υποστρώματος

K_d , το κλάσμα των βακτηρίων που θνήσκουν ανά ημέρα.

Όταν η φόρτιση $F/M < 0,2$ τότε $\mu \approx Y (F/M) - K_d$

Σε κατάσταση ισορροπίας του συστήματος ενεργού ιλύος, κατά την οποία όση βιομάζα παράγεται ημερησίως, τόση απομακρύνεται με την περίσσεια της λάσπης, ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης μ , ισούται με το αντίστροφο της ηλικίας των βακτηρίων, θ_c , ήτοι:

$$\mu = \frac{1}{\frac{X}{(\Delta X/\Delta t)}} = \frac{1}{\theta_c}$$

ή

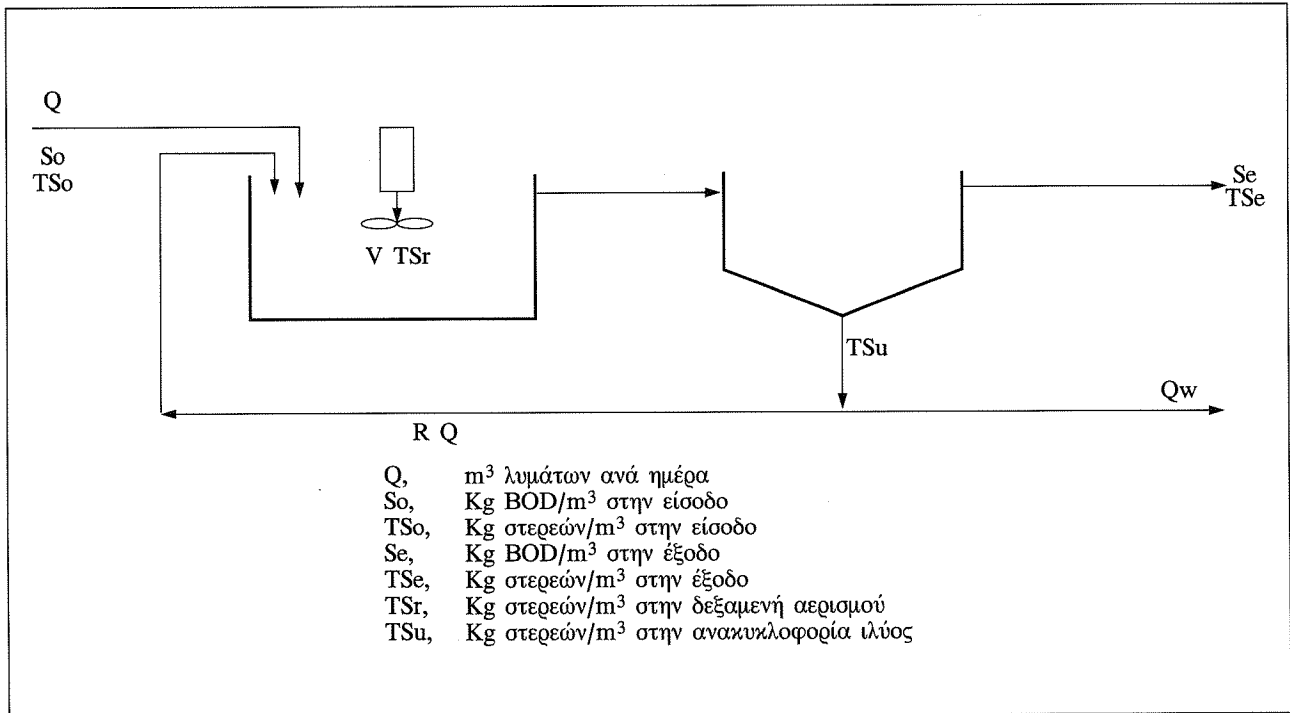
$$\mu = \frac{1}{\theta_c} = Y(F/M) - K_d$$

Η παραπάνω βασική εξίσωση συσχετίζει ποσοτικά τις παραμέτρους μ, θ_c και F/M και οδηγεί στα ίδια συμπεράσματα που εξήχθησαν ποιοτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Ο ρυθμός ανάπτυξης των βακτηρίων είναι ευθέως ανάλογος της φόρτισης F/M και αντίστροφως ανάλογος της ηλικίας αυτών θ_c

4.2.3. Πώς μετρώνται οι παράμετροι F/M και θ_c στο σύστημα της ενεργού ιλύος;

Αναφερόμενοι στο σχήμα 4.6., τα μεγέθη F/M και θ_c εκφράζονται ως ακολούθως



Σχήμα 4.6.: Διάγραμμα ροής του συστήματος ενεργού ιλύος με ονοματολογία μεγεθών

$$\frac{F}{M} = \frac{Q \times So}{V \times TSr} \quad , \quad \text{kg BOD ανά kg MLSS ανά ημέρα}$$

$$\theta_c = \frac{V \times TSr}{Q_w \times TSu} \quad , \quad \text{ημέρες}$$

συνεπώς, αν μετρώνται τακτικά τα μεγέθη So, Q, Q_w, TSr και TSu μπορούμε να εκτιμήσουμε τα δύο αυτά σημαντικά μεγέθη.

Προσοχή, αν η λάσπη είναι διογκωμένη τότε πρέπει να συμπεριλάβουμε σαν βιομάζα και αυτή που θα ευρίσκεται στην δευτεροβάθμια καθίζηση.

Το F/M μεταβάλλεται βασικά μόνο από την μεταβλητή ελέγχου TSr

Όταν αυξάνουμε το TSr μειώνουμε το F/M

Όταν μειώνουμε το TSr αυξάνουμε το F/M

Η ηλικία θ_c μεταβάλλεται βασικά και με την παροχή της περίσσειας Q_w

Όταν αυξάνουμε το Q_w μειώνουμε την θ_c

Όταν μειώνουμε το Q_w αυξάνουμε την θ_c

Τελικά, με την παροχή της περίσσειας Q_w καθορίζουμε και το F/M και την ηλικία θ_c

4.2.4. Ποιά όμως είναι η συσχέτιση των F/M , θ_c με την ποιότητα των επεξεργασμένων νερών και την απόδοση του συστήματος;

Ο ειδικός ρυθμός ανάλωσης του υποστρώματος q , εμφανίζει την παρακάτω εξάρτηση από την συγκέντρωση Se του υποστρώματος:

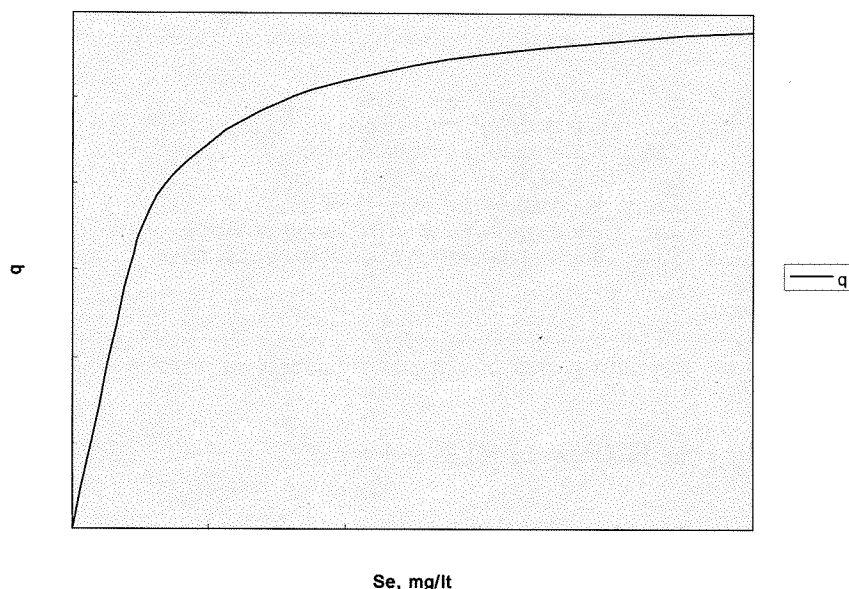
$$q = q_{(max)} \frac{Se}{K_s + Se}$$

όπου

K_s είναι η συγκέντρωση του υποστρώματος, mg/l , στην οποία ο ειδικός ρυθμός ανάλωσης q είναι $q_{(max)}/2$.

$q_{(max)}$ είναι ο μέγιστος ρυθμός ανάλωσης, για μεγάλες τιμές του Se .

Το σχήμα 4.7. δείχνει τη γραφική παράσταση του q συναρτήσει του Se .



Σχήμα 4.7.: Ο ειδικός ρυθμός ανάλωσης του υποστρώματος από βακτήρια συναρτήσει της συγκέντρωσης αυτού Se

Σε χαμηλές φορτίσεις F/M, η συγκέντρωση Se είναι πολύ μικρότερη από το K_S (π.χ. Se = 10 mg/l ενώ K_S = 50÷100 mg/l) και μπορούμε να γράψουμε:

$$q = q_{(max)} \frac{Se}{K_S}$$

$$q = K Se, \text{ όπου } K = \frac{q_{(max)}}{K_S}$$

αλλά σε χαμηλές φορτίσεις και μικρά Se είναι $F/M \approx q$

ή

F/M ≈ K Se
Η βασική αυτή εξίσωση σχετίζει την φόρτιση με την ποιότητα των επεξεργασμένων νερών
Το BOD ή COD των επεξεργασμένων νερών είναι ανάλογο της φόρτισης των δεξαμενών

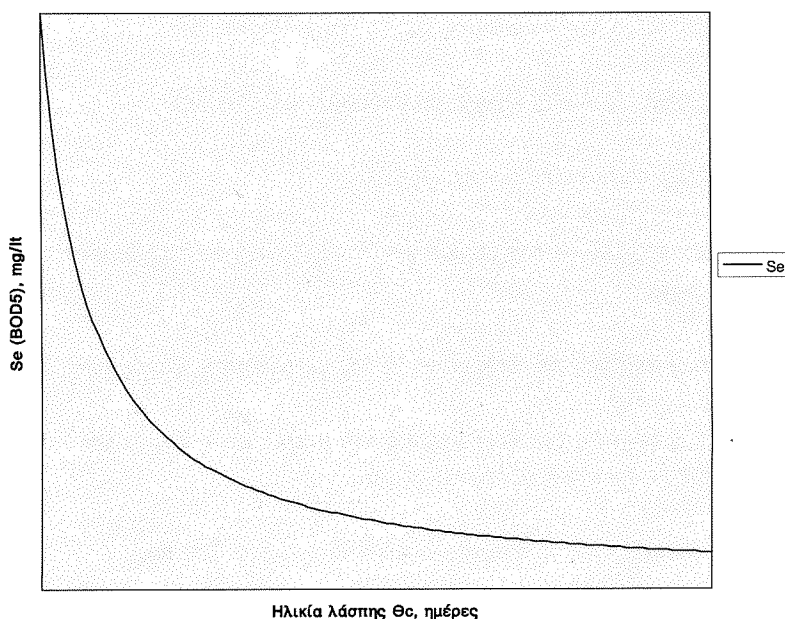
Από τα παραπάνω εξάγεται το σημαντικό συμπέρασμα:

Η αντλία της περίσσειας της λάσπης, με την οποία καθορίζεται

- η ηλικία αυτής θ_c,
- η φόρτιση F/M και
- η απόδοση της εγκατάστασης,

είναι το κύριο εργαλείο ρύθμισης της λειτουργίας του συστήματος της ενεργού ιλύος.

Το σχήμα 4.8. δείχνει την εξάρτηση της συγκέντρωσης Se του ρύπου, στα επεξεργασμένα νερά από την ηλικία της λάσπης των βακτηρίων.



Σχήμα 4.8.: Η εξάρτηση της ποιότητας των επεξεργασμένων νερών από την ηλικία των λασπών

4.2.5. Ποιά είναι η ημερήσια παραγωγή λάσπης από την ανάπτυξη μικροοργανισμών και συσσώρευση υλικών στις δεξαμενές;

Η ποσότητα της λάσπης που παράγεται ημερησίως στις δεξαμενές αερισμού, καθώς και το ποσοστό των ενεργών βακτηρίων σε αυτές, εξαρτάται επίσης από την ηλικία των βακτηρίων και από άλλους παράγοντες που θα αναφερθούν σύντομα παρακάτω.

Τα βακτήρια αναλίσκουν τους ρύπους σαν τροφή και παράγουν νέα κύτταρα. Επίσης, τα βακτήρια που είναι στο εσωτερικό των φλόκων και δεν έχουν τη δυνατότητα λήψης της τροφής, ευρίσκονται στη φάση της ενδογενούς αναπνοής και φεύγουν από τη ζωή, με συνέπεια τη μείωση της βιομάζας.

Αν συμβολίσουμε με ΔTS τα στερεά που δημιουργούνται κάθε μέρα μέσα στη δεξαμενή αερισμού, Kg στερεά/μέρα, τα οποία σε κατάσταση ισορροπίας απορρίπτονται με την περίσσεια της λάσπης, τότε:

$$\Delta TS = Q * \{0,6 * (So + TSo) - TSe\} - 0,8 * X * TSr * V$$

όπου TSe , η συγκέντρωση των SS στην έξοδο, kg/m³

TSr , η συγκέντρωση των MLSS στη δεξαμενή, kg MLSS/m³

V , ο όγκος των δεξαμενών, m³

So , το BOD των λυμάτων της εισόδου, Kg/m³

TSo , η συγκέντρωση των SS στα λύματα εισόδου, kg/m³.

και

X , είναι το κλάσμα των ενεργών βακτηρίων στα στερεά της δεξαμενής αερισμού, kg ενεργών βακτηρίων ανά kg στερεών.

Το συνημμένο διάγραμμα δείχνει την εξάρτηση του X από την φόρτιση, η οποία σε αυτό συμβολίζεται ως B_{TS} , από το λόγο TSo/So και από το F,

όπου $F = 1.072^{T-15}$, συντελεστής διόρθωσης για τη θερμοκρασία, °C.

Η ειδική παραγωγή λάσπης, SSP (specific sludge production), ορίζεται ως:

$$SSP = \Delta TS / (Q * So), \text{ kg στερεών/kg εισερχ. BOD.}$$

Με βάση τις παραπάνω εξισώσεις και το διάγραμμα του X, εξάγονται τα διαγράμματα των σχημάτων 4.9., 4.10., 4.11., από τα οποία διαπιστώνουμε:

Όσο μεγαλύτερη είναι η φόρτιση των δεξαμενών ή όσο μικρότερη η ηλικία των βακτηρίων, τόσο παράγεται μεγαλύτερη ποσότητα λάσπης.

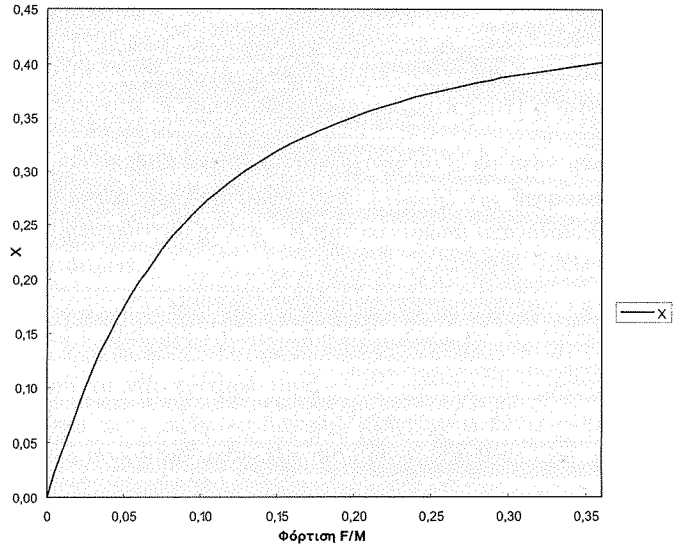
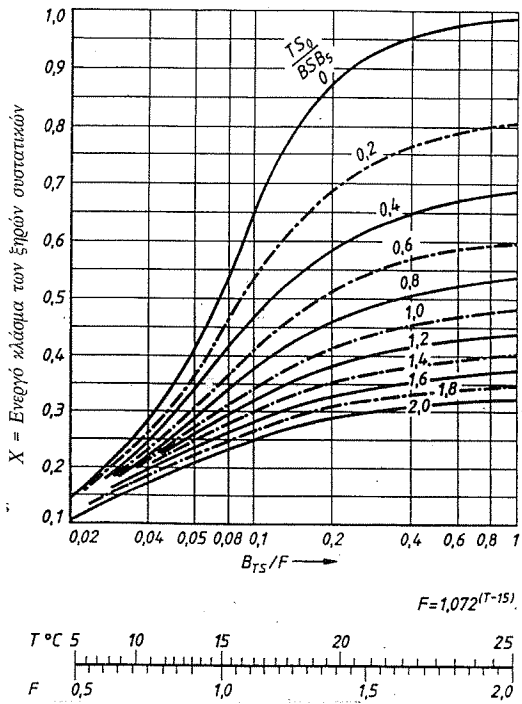
Όσο μεγαλύτερη είναι η φόρτιση των δεξαμενών ή όσο μικρότερη η ηλικία των βακτηρίων, τόσο μεγαλύτερο είναι το κλάσμα X της ενεργού βιομάζας στα στερεά.

Προσοχή, η παραγόμενη ποσότητα λάσπης εξαρτάται και από το λόγο TSo/So.

Αυτό σημαίνει ότι το σύστημα ενεργού ιλύος π.χ.σε μέση φόρτιση δεν παράγει την ίδια ποσότητα λάσπης που παράγει το σύστημα του παρατεταμένου αερισμού.

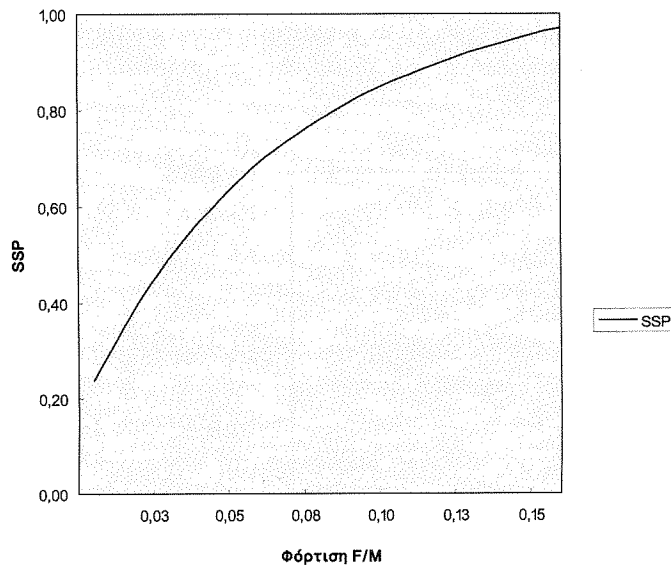
Ομοίως, λόγω διαφοράς στο TSo/So μεταξύ παρατεταμένου αερισμού και ενός συστήματος άλλης φόρτισης,

η συσχέτιση των θ_c και F/M στα δύο συστήματα δεν είναι η ίδια.

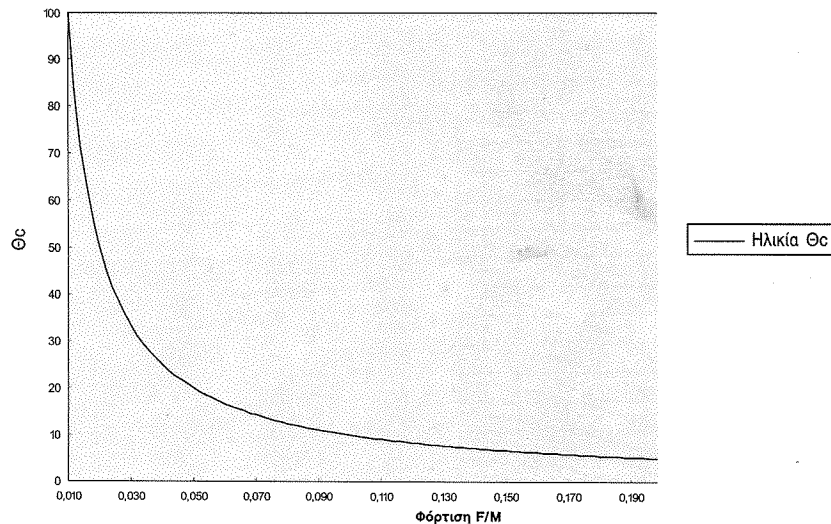


$B_{TS} = F/M$, kg BOD5/kg MLSS·ημέρα
 $BSB_5 = S_0$, kg BOD5/m³

Σχήμα 4.9.: Κλάσμα ενεργού βιομάζας X στα στερεά της δεξαμενής αερισμού συναρτήσει της φόρτισης (ενδεικτικές τιμές)



Σχήμα 4.10.: Η ειδική παραγωγή λάσπης, kg στερεών ανά ημέρα και kg εισερχόμενου BOD σε συνάρτηση της φόρτισης F/M



Σχήμα 4.11.: Τυπική συσχέτιση ηλικίας των μικροοργανισμών και φόρτισης F/M

4.2.6. Ποιές είναι οι ανάγκες του συστήματος όσον αφορά το οξυγόνο και πώς μεταβάλλονται σε σχέση με τη φόρτιση των δεξαμενών;

Τα βακτήρια αναλίσκουν ένα μέρος της τροφής τους για τον ενεργειακό μεταβολισμό τους και το υπόλοιπο για τη σύνθεση νέων κυττάρων.

Τα ποσοστά αυτά εξαρτώνται από την ηλικία των βακτηρίων.

Για την οξείδωση του ανθρακούχου ρύπου, τα συνολικά kg του απαιτούμενου οξυγόνου ανά ημέρα υπολογίζονται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$\text{kg O}_2/\text{ημέρα} = a' * Q * (S_0 - S_e) + b' * \text{TSr} * V$$

όπου

a' , συντελεστής για τον ενεργειακό μεταβολισμό,

kg απαιτούμενου οξυγόνου ανά kg BOD που αναλίσκεται

b' , συντελεστής ενδογενούς αναπνοής, kg οξυγόνου ανά kg MLSS και ανά ημέρα

είναι:

$$b' = 0,24 * X * F$$

όπου

X , είναι το κλάσμα της ενεργού βιομάζας στα στερεά της δεξαμενής

και

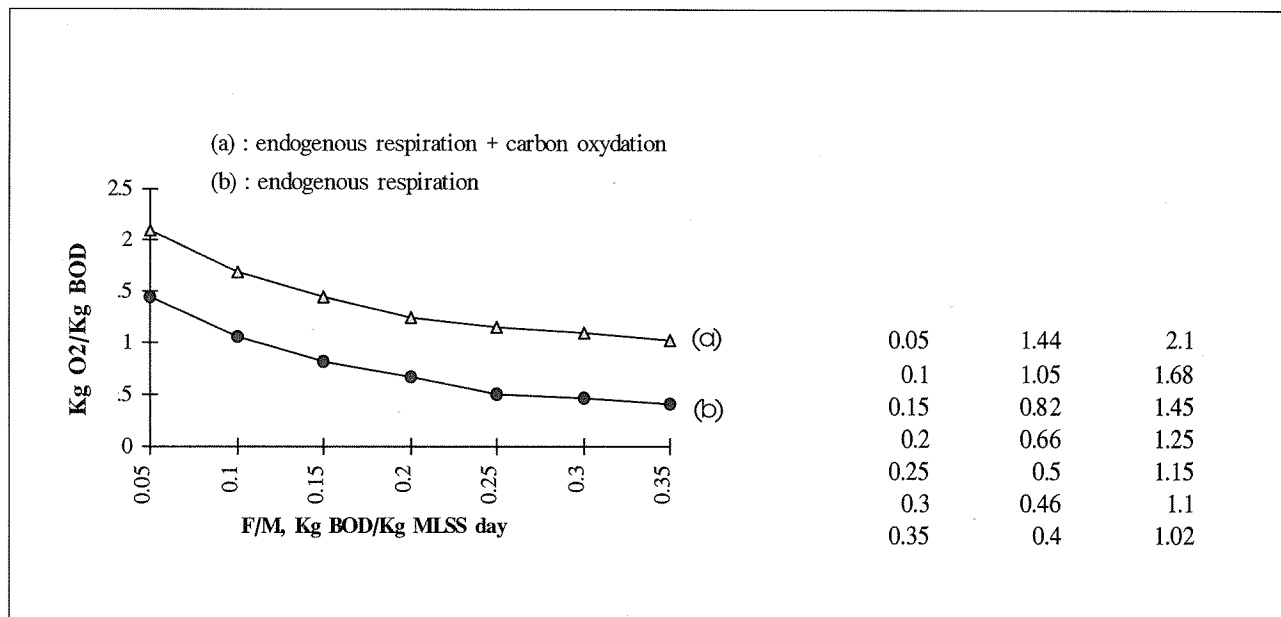
$$F , \text{ ο συντελεστής διόρθωσης για τη θερμοκρασία, } F = 1.072^{T-15}$$

Με την παραπάνω εξίσωση, που ισχύει μόνο για οξείδωση του ανθρακούχου ρύπου, γίνεται εκτίμηση των συνολικών αναγκών σε οξυγόνο, που είναι ανάγκες για ενεργειακό μεταβολισμό και ενδογενή αναπνοή, και ξεχωριστά μόνο για ενδογενή αναπνοή.

Το σχήμα 4.12. δείχνει τη σημασία της φόρτισης των δεξαμενών στη διαμόρφωση των αναγκών σε οξυγόνο του συστήματος.

Οι συνολικές ανάγκες σε οξυγόνο, ως επίσης και ανάγκες για ενδεχόμενη αναπνοή εκφραζόμενες ανά kg εισερχόμενου BOD, είναι τόσο μεγαλύτερες όσο μικρότερη είναι η φόρτιση των δεξαμενών ή όσο μεγαλύτερη είναι η ηλικία των βακτηρίων.

Στα συστήματα ενεργού ιλύος, τα οποία κάνουν νιτροποίηση και απονιτροποίηση, για τον υπολογισμό των αναγκών σε οξυγόνο, πρέπει να προστεθούν, στις ανάγκες για την οξείδωση του ανθρακούχου ρύπου και οι ανάγκες για νιτροποίηση, ως επίσης να αφαιρεθούν οι επιστροφές οξυγόνου λόγω απονιτροποίησης.



Σχήμα 4.12.: Η επίδραση της φόρτισης των δεξαμενών στην απαίτηση οξυγόνου

4.2.7. Ποιές είναι οι βασικές παράμετροι λειτουργίας για συστήματα που κάνουν νιτροποίηση και απονιτροποίηση;

Στην παράγραφο αυτή θα γίνει αναφορά στα σημαντικότερα χαρακτηριστικά και στις διαφορές των βιολογικών διεργασιών για:

- αφαίρεση ανθρακούχου ρύπου
- νιτροποίηση
- απονιτροποίηση

1. Αφαίρεση ανθρακούχου ρύπου

Η αφαίρεση του ανθρακούχου ρύπου περιγράφηκε στο κεφάλαιο "Τα βασικά του συστήματος της ενεργού ιλύος" και στις παραπάνω παραγράφους 4.2.4., 4.2.5. και 4.2.6. του παρόντος κεφαλαίου.

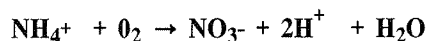
2 Νιτροποίηση

Νιτροποίηση είναι η διεργασία στην οποία το αμμωνιακό άζωτο οξειδώνεται σε νιτρώδη και στη συνέχεια σε νιτρικά.

Η οξείδωση γίνεται σε δύο στάδια:

1. Οξείδωση προς NO_2^- από την Νιτροσομονάδα
2. Οξείδωση των NO_2^- προς NO_3^- από το Νιτροβακτηρίδιο

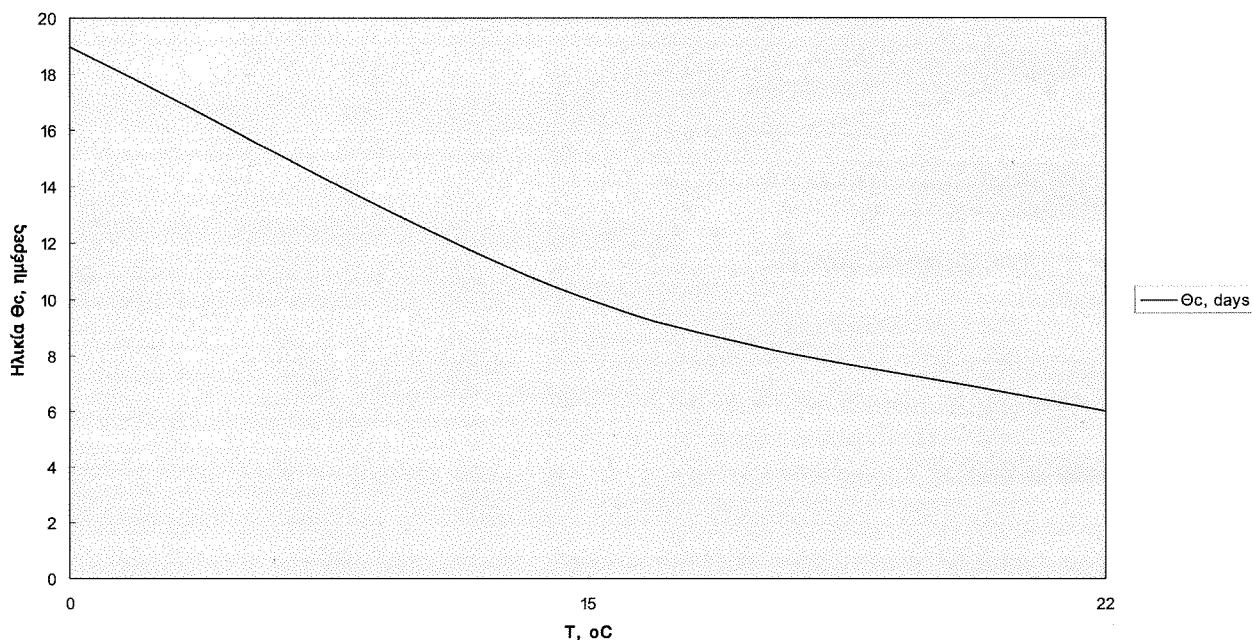
Η συνολική αντίδραση είναι:



Η αντίδραση αυτή:

1. Απαιτεί μεγάλες ποσότητες οξυγόνου 4.57 Kg O_2 ανά Kg $\text{NH}_4^- \text{N}$
2. Προκαλεί πτώση στο PH
Η οξείδωση 1 mg $\text{NH}_4^- \text{N}$ προκαλεί πτώση αλκαλικότητας ίσης προς 7.2 mg CaCO_3

3. Πίνεται ταχύτερα σε υψηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου
4. Ο ρυθμός μετατροπής είναι της τάξης των 3mg/l NH₄-N, οξειδούμενο προς NO₃⁻, ανά g VSS και ώρα.
5. Τα νιτροποιητικά βακτήρια εμφανίζουν πολύ μικρότερους ρυθμούς ανάπτυξης από τα ετερότροφα που αφαιρούν ανθρακούχο ρύπο.
Έτσι, η ηλικία των βακτηρίων του συστήματος της ενεργού ιλύος καθορίζεται πρωταρχικά από την ηλικία των νιτροποιητών.
Η minimum απαιτούμενη ηλικία των νιτροποιητών εξαρτάται από την θερμοκρασία του ανάμεικτου υγρού (σχήμα 4.13.)
6. Τα νιτροποιητικά βακτήρια είναι πολύ πιο ευαίσθητα από τα ετερότροφα, στις τοξικές ουσίες.



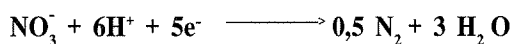
Σχήμα 4.13.: Η ηλικία της λάσπης που απαιτείται για νιτροποίηση σε σχέση με την θερμοκρασία

3. Απονιτροποίηση

Απονιτροποίηση είναι η βιολογική διεργασία, κατά την οποία ορισμένα βακτήρια ανάγουν τα νιτρικά σε χαμηλότερη οξειδωτική κατάσταση.

Τα βακτήρια αυτά είναι κυρίως ετερότροφα.

Στην επεξεργασία λυμάτων, η ακόλουθη αντίδραση είναι αποδεκτή:



Ο ρυθμός απονιτροποίησης επηρεάζεται από 4 παράγοντες:

α. Θερμοκρασία

$$r(T) = r(20^\circ\text{C}) * 1,116^{T-20}$$

όπου

$r(T)$ και $r(20^\circ\text{C})$ ο ρυθμός απονιτροποίησης, g NO₃-N ανά kg VSS και ώρα, στους T °C και 20°C αντίστοιχα.

β. Το διαλυμένο οξυγόνο

Το διαλυμένο οξυγόνο παρεμποδίζει την απονιτροποίηση με την έννοια ότι, οι απονιτροποιητές προτιμούν να χρησιμοποιήσουν σαν αποδέκτη ηλεκτρονίων το οξυγόνο και όχι τα νιτρικά, γιατί με το οξυγόνο παράγεται περισσότερη ενέργεια (περίπου 10%) από ό,τι με τα νιτρικά.

Είναι δύσκολο να καθορισθεί η συγκέντρωση του οξυγόνου, έτσι ώστε να γίνεται η απονιτροποίηση.

Αυτό κυρίως εξαρτάται από το μέγεθος του φλόκου και από τις συνθήκες διάχυσης του οξυγόνου μέσα σε αυτόν.

Πάντως, συγκεντρώσεις οξυγόνου μεγαλύτερες από 0,5 mg/l, θεωρούνται ότι παρεμποδίζουν την απονιτροποίηση.

γ. Το άριστο PH είναι μεταξύ 7 και 8.2

δ. Η ποιότητα του ανθρακούχου ρύπου

Σαν ποιότητα εννοούμε, αν ο ρύπος είναι εύκολα βιοδιασπάσιμος ή όχι και ευρίσκεται σε μεγάλη ή μικρή συγκέντρωση.

Ας σημειωθεί ότι, ο οργανικός άνθρακας που ελευθερούται κατά την ενδογενή αναπνοή, προκαλεί πάρα πολύ μικρές ταχύτητες απονιτροποίησης.

Οι παρακάτω σχέσεις είναι πολύ χρήσιμες:

- συμβαίνει εξάλειψη 1,8 kg BOD ανά kg N, που απονιτροποιείται
- η ισοδύναμη επαναφορά 2,85 kg O₂ ανά kg N, που απονιτροποιείται
- αύξηση αλκαλικότητας ίσης προς 3,6 mg CaCO₃ ανά mg αζώτου, που απονιτροποιείται

4. Λειτουργία των εγκαταστάσεων που κάνουν νιτροποίηση

Μέριμνα του υπευθύνου της εγκατάστασης είναι πρώτα να θέσει το αερόβιο βιολογικό στάδιο σε λειτουργία για αποτελεσματική απομάκρυνση του ανθρακούχου ρύπου.

Μόλις αυτό επιτευχθεί πρέπει να επιχειρήσει την επίτευξη της νιτροποίησης και την αριστοποίησή της.

Οι σημαντικότερες παράμετροι που παρακολουθεί και καθορίζει είναι:

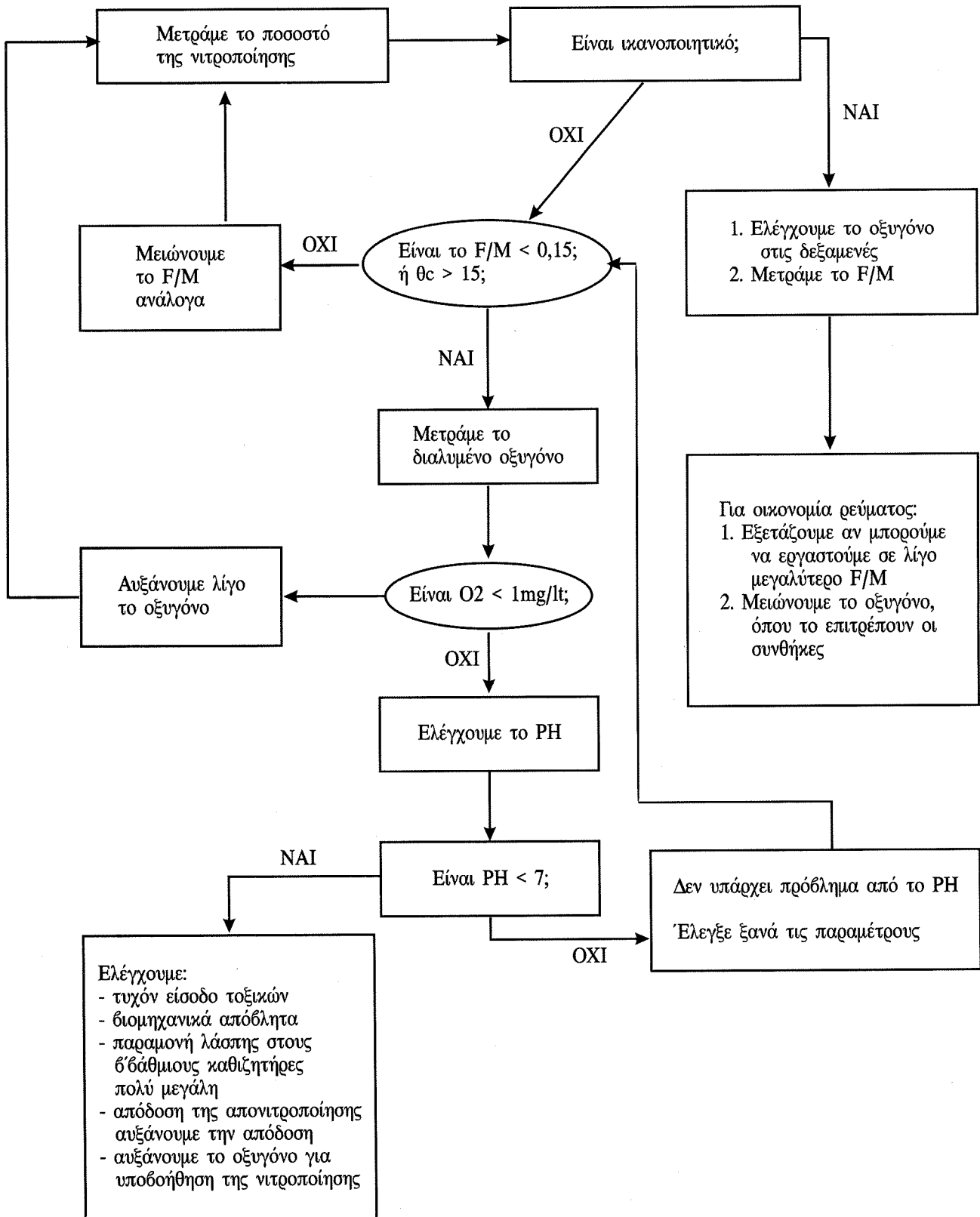
- η φόρτιση F/M, η οποία πρέπει να είναι < 0,15 kg BOD₅/kg MLSS μέρα
- η ηλικία θ_c, θ_c> 15 ημέρες
- διαλυμένο οξυγόνο, ≥ 1,5 mg/l

Επίσης πρέπει να ελέγχει το PH για να προλάβει τυχόν μεγάλη πτώση του.

Σχετικά με τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου, ο υπεύθυνος της εγκατάστασης πρέπει να επιχειρήσει να δοκιμάσει τη συμπεριφορά του σταθμού όσον αφορά τη νιτροποίηση, σε χαμηλότερη συγκέντρωση οξυγόνου. Αυτό, διότι, οι νιτροποιητές για να δράσουν χρειάζονται αμμωνιακό άζωτο (NH₄⁺ - N) και άνθρακα (C) από το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), που υπάρχει άφθονο εν διαλύσει στο ανάμεικτο υγρό και οξυγόνο, που επίσης ευρίσκεται στο ανάμεικτο υγρό. Έτσι η νιτροποίηση σε ορισμένες εγκαταστάσεις μπορεί να είναι πλήρης και με μικρότερη του 1,5 mg O₂/lt συγκέντρωση οξυγόνου.

Στο διάγραμμα που ακολουθεί δίδονται μερικές απλές λειτουργικές οδηγίες.

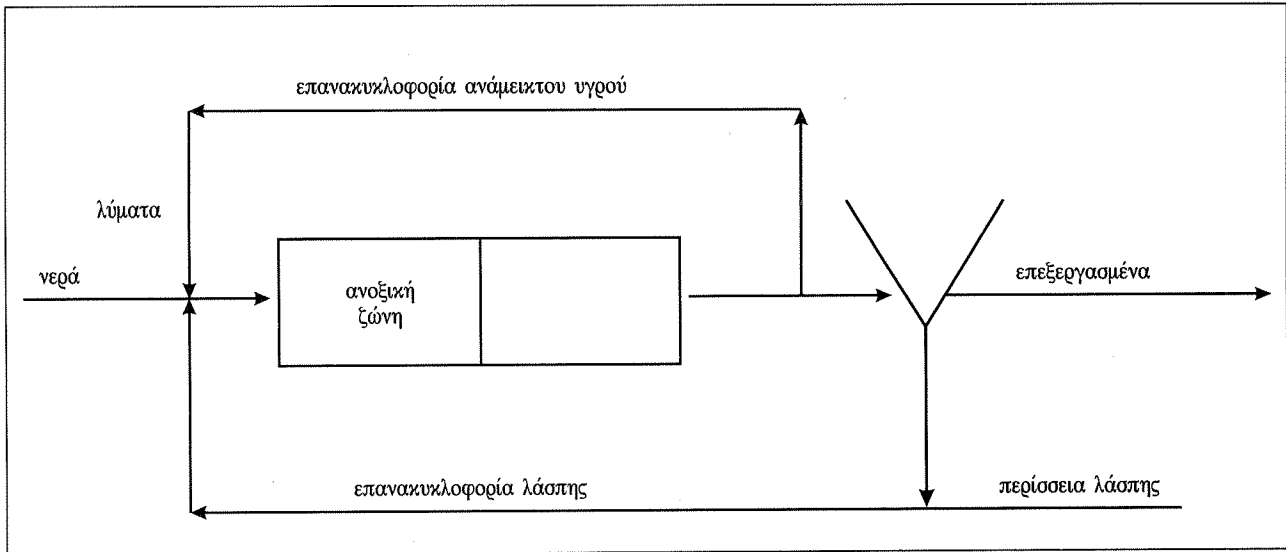
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΡΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ



5. Η απονιτροποίηση στην πράξη

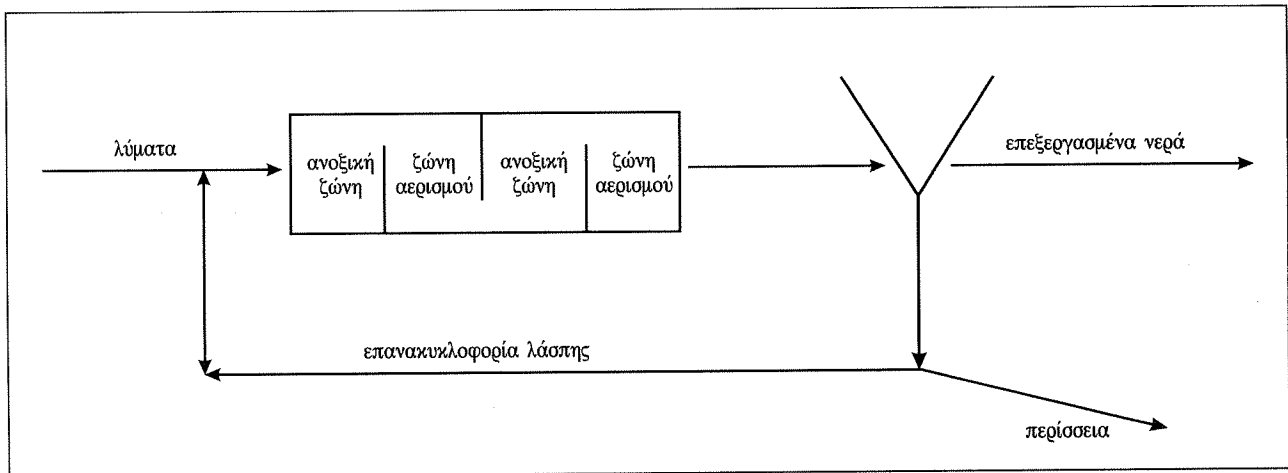
Τα περισσότερα χρησιμοποιούμενα τεχνολογικά σχήματα στην πράξη είναι δύο.

Το πρώτο κάνει μερική ή ολική απονιτροποίηση με ανοξική ζώνη στην κεφαλή των δεξαμενών αερισμού.



Στο ανωτέρω σχήμα ανακυκλοφορεί και ανάμεικτο υγρό για την επιστροφή στην κεφαλή μεγαλύτερης ποσότητας νιτρικών. Στη ζώνη αερισμού γίνεται ταυτόχρονη απομάκρυνση ανθρακούχου ρύπου και νιτροποίηση. Σε πολλές εγκαταστάσεις μέσα στη δεξαμενή αερισμού λαμβάνει χώρα και απονιτροποίηση.

Το δεύτερο σχήμα περιλαμβάνει ανοξικές ζώνες και ζώνες αερισμού, τη μία μετά την άλλη.



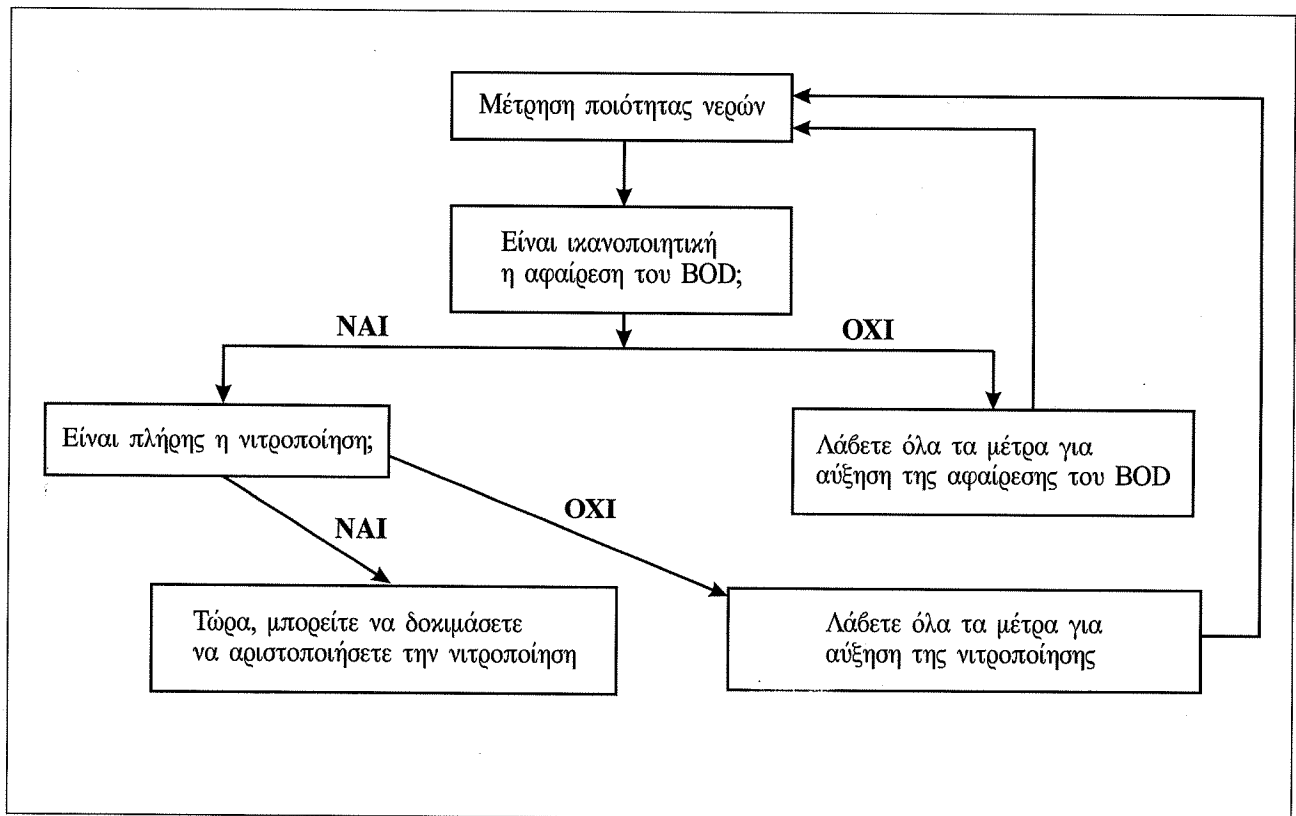
Σε πολλές εγκαταστάσεις, το σχήμα αυτό μπορεί να επιτευχθεί, παύοντας τη λειτουργία του εξοπλισμού αερισμού κάποιων τμημάτων στη δεξαμενή αερισμού.

Επειδή η απονιτροποίηση λαμβάνει χώρα εντονότερα όσο μεγαλύτερες είναι οι συγκεντρώσεις του ανθρακούχου ρύπου και των νιτρικών, η πρώτη ζώνη, η οποία δέχεται τα λύματα και την επανακυκλοφορούσα λάσπη, πρέπει να εργάζεται σαν ανοξική.

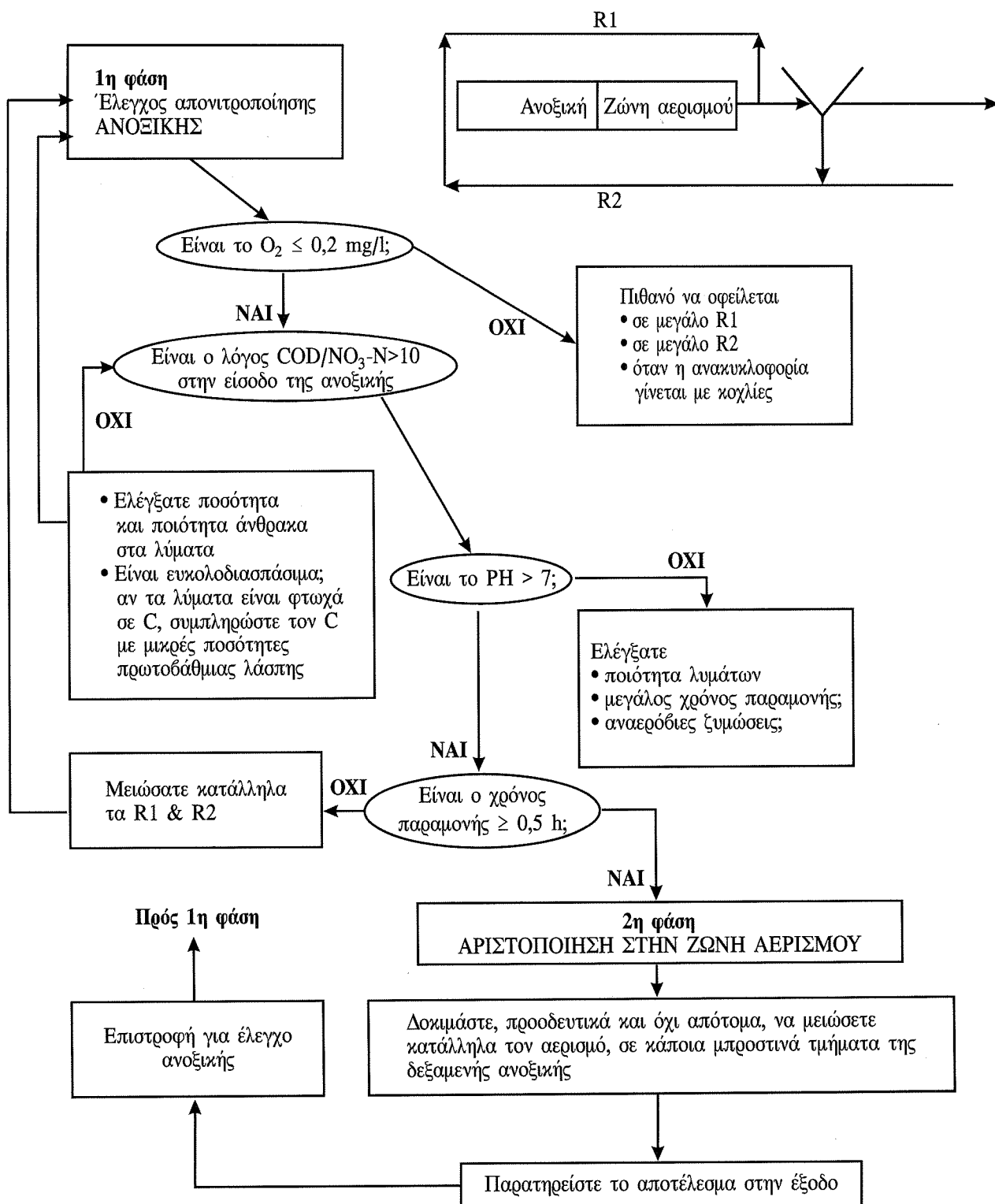
Η δεύτερη ζώνη πρέπει να κάνει έντονο αερισμό για παραγωγή νιτρικών, τα οποία καλούνται να ενεργοποιήσουν την απονιτροποίηση στην επόμενη ανοξική ζώνη. Η τελευταία ζώνη, πριν από τη δευτεροβάθμια καθίζηση, πρέπει να είναι ζώνη αερισμού.

Το δεύτερο σχήμα εμφανίζει εξαιρετικές αποδόσεις σε αφαίρεση αζώτου και πολύ καλή ισορροπία στη διατήρηση της αλκαλικότητας των ρευστών.

Η θέση σε λειτουργία μιας εγκατάστασης προς απονιτροποίηση πρέπει να έχει την ακόλουθη τακτική.



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΡΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ
ΣΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕ ΑΝΟΞΙΚΗ ΖΩΝΗ**



4.2.8. Ο αερισμός του ανάμεικτου υγρού

Η σημασία του αερισμού για τη λειτουργία του συστήματος της ενεργού ιλύος είναι πολύ μεγάλη. Τη λειτουργία της εγκατάστασης ενδιαφέρουν 3 σημεία:

- εξοικονόμηση ενέργειας
- διατήρηση επί μακρόν συγκεκριμένων αεροβίων συνθηκών
- ανάμειξη των ρευστών

1. Εξοικονόμηση ενέργειας

Εξοικονόμηση ενέργειας επιτυγχάνεται όταν:

α. Η προσαγωγή οξυγόνου γίνεται σύμφωνα με τις ανάγκες των βακτηρίων

Είναι άκρως απαραίτητα συστήματα μέτρησης του διαλυμένου οξυγόνου, τα οποία να οδηγούν τον εξοπλισμό αερισμού.

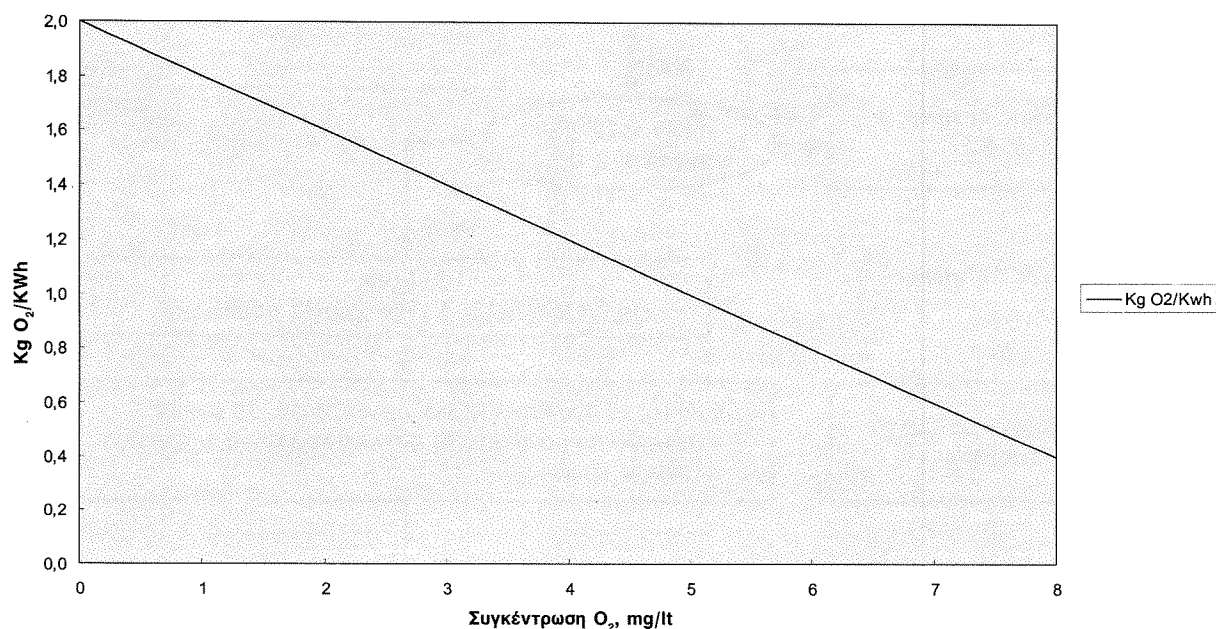
Όταν δεν υπάρχουν τα αναφερόμενα συστήματα, τότε είτε η προσαγωγή του οξυγόνου είναι ανεπαρκής, είτε υπερεπαρκής, οπότε συμβαίνει σπατάλη ηλεκτρικής ενέργειας.

Στις δύο αυτές περιπτώσεις έχουμε αστάθεια αεροβίων συνθηκών, δηλαδή δεν έχουμε σταθερές συνθήκες σωστής ανάπτυξης και διαβίωσης βακτηρίων.

β. Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου επηρεάζει σημαντικά τη δυναμικότητα, kg O_2 ανά kWh , του εξοπλισμού του αερισμού.

Το σχήμα 4.14. δείχνει την εξάρτηση της δυναμικότητας οξυγόνωσης του εξοπλισμού αερισμού από τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο ανάμεικτο υγρό.

Συνεπώς η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου πρέπει να τηρείται όσο το δυνατόν χαμηλότερη, εφόσον αυτό επιτρέπεται και από τις άλλες λειτουργικές ανάγκες του συστήματος.

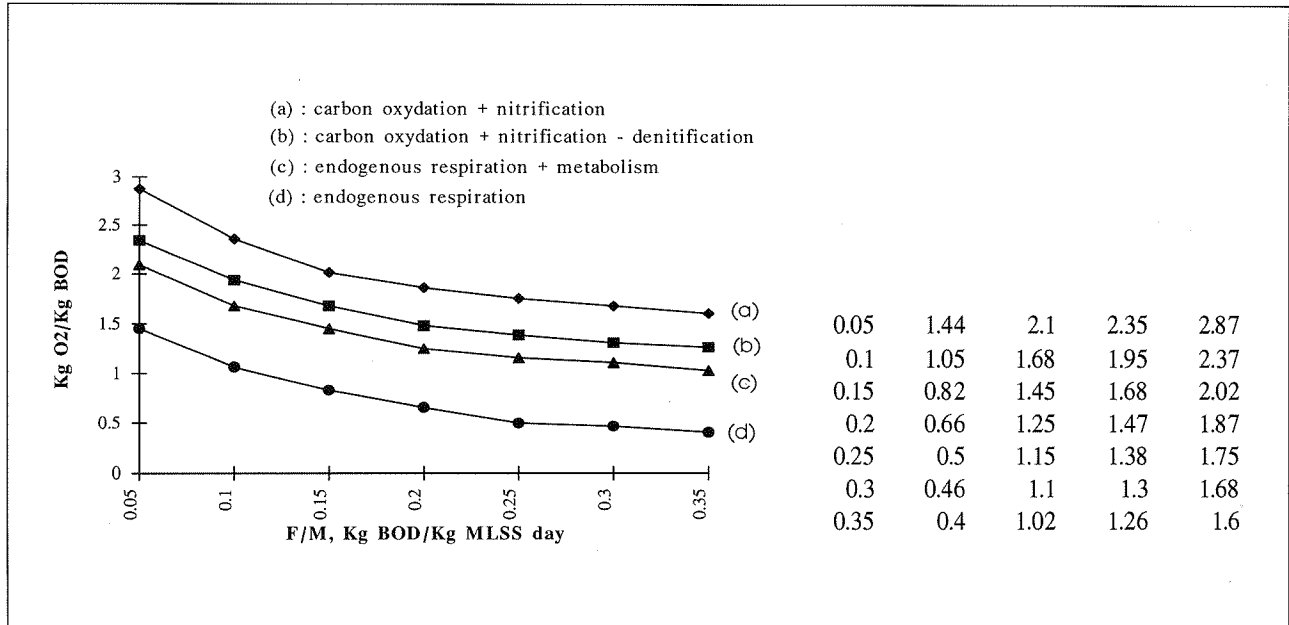


Σχήμα 4.14: Η εξάρτηση της δυναμικότητας οξυγόνωσης του εξοπλισμού αερισμού, $\text{kg O}_2/\text{kwh}$ από τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο ανάμεικτο υγρό

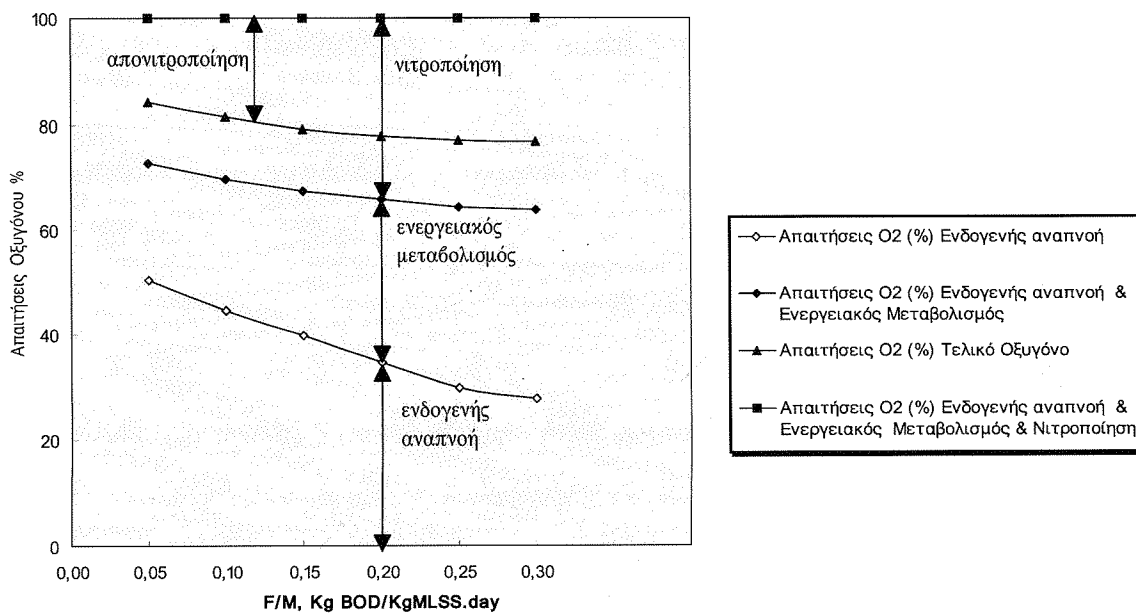
γ. Η φόρτιση F/M των δεξαμενών επηρεάζει δραματικά την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας

Η παράμετρος αυτή αναλύθηκε στην παράγραφο 4.2.6. αυτού του κεφαλαίου.

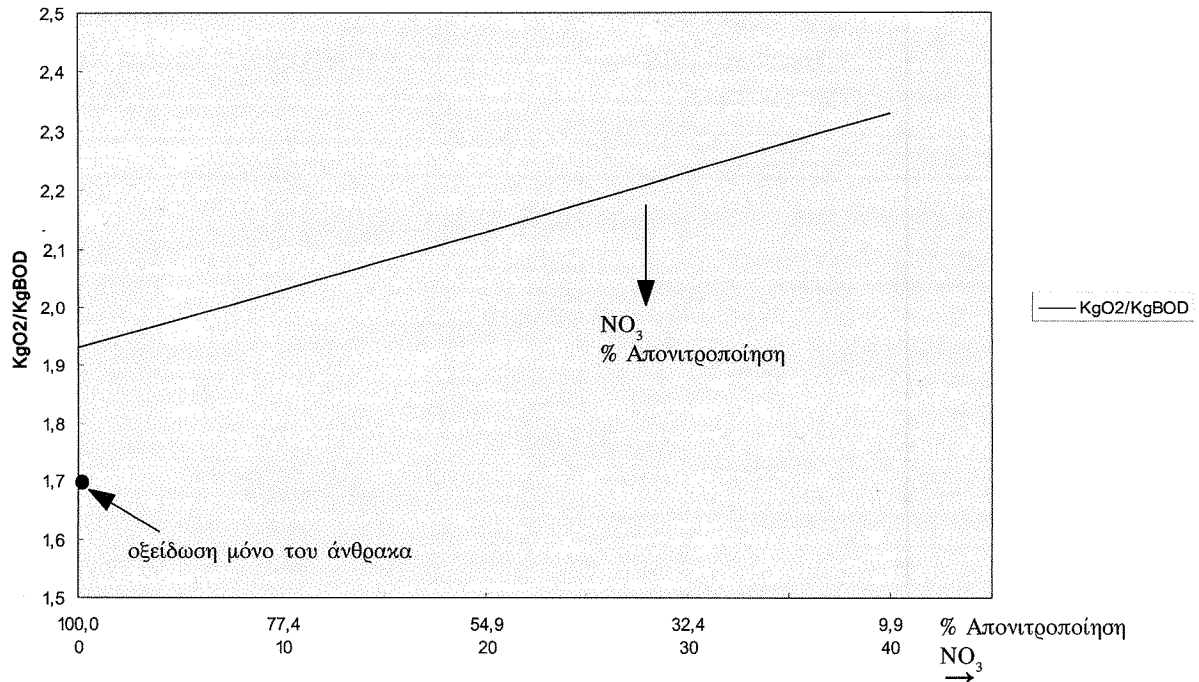
Τα σχήματα 4.15., 4.16., 4.17. δείχνουν την εξάρτηση της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας συναρτήσει της φόρτισης των δεξαμενών και της απονιτροποίησης.



Σχήμα 4.15.: Η ενεργειακή συμπεριφορά του συστήματος της ενεργού ιλύος σε πλήρη νιτροποίηση και απονιτροποίηση και απονιτροποίηση, συναρτήσει της φόρτισης. ($TKN_{\text{εισόδου}}=0.056 \text{ Kg/m}^3$, $TKN_{\text{εξόδου}}=0.003 \text{ Kg/m}^3$, $So=0.3 \text{ Kg BOD/m}^3$, $TSo=0.15 \text{ Kg/m}^3$).



Σχήμα 4.16.: Οι ανάγκες οξυγόνου για ενδογενή αναπνοή, ενεργειακό μεταβολισμό, νιτροποίηση και η ανάκτηση λόγω της απονιτροποίησης ως (%) του συνόλου των αναγκών, συναρτήσει της φόρτισης



Σχήμα 4.17.: Συνολική κατανάλωση O_2 σε πλήρη νιτροποίηση, συναρτήσει της απονιτροποίησης

2. Διατήρηση συγκεκριμένων αεροβίων συνθηκών

Αν ο εξοπλισμός αερισμού δεν μπορεί να διατηρήσει συνεχή ισορροπία με συγκεκριμένες αερόβιες συνθήκες, τότε η αστάθεια αυτή έχει σαν συνέπεια την αποτυχία ανάπτυξης συγκεκριμένου πληθυσμού μικροοργανισμών.

Η αποτυχία αυτή συνεπάγεται τη δημιουργία μη υγιούς βιομάζας, η οποία συνήθως εμφανίζει μειωμένη δυνατότητα διοπροσρόφησης της τροφής και είναι επιρρεπής στην ανάπτυξη νηματοειδών.

Η διατήρηση των επιθυμητών αεροβίων συνθηκών επιτυγχάνεται με συστήματα αυτόματου ελέγχου.

3. Ανάμειξη

Ο εξοπλισμός αερισμού πρέπει να κρατά εν αιωρήσει το ανάμεικτο υγρό και να μην επιτρέπει τις επί μακρόν αποθέσεις στερεών στον πυθμένα των δεξαμενών.

Στην αντίθετη περίπτωση, οι επικαθίσεις δημιουργούν συνθήκες ανάπτυξης νηματοειδών και εντόνων φαινομένων αποκοκκίδωσης στις δευτεροβάθμιες καθιζήσεις.

4.2.9. Η λειτουργία των δευτεροβάθμιων καθιζητήρων και η σημασία της στην επιλογή των παραμέτρων

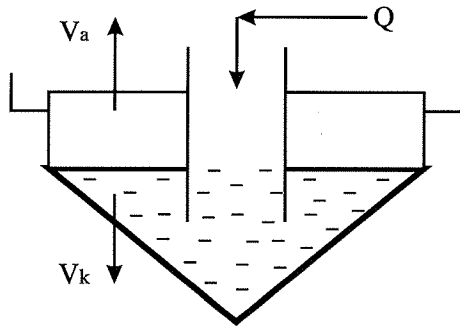
Η λειτουργία των δευτεροβάθμιων καθιζητήρων είναι μεγάλης σπουδαιότητας για την απόδοση όλου του συστήματος της ενεργού ιλύος. Κάθε καθιζητήρας, με συγκεκριμένη επιφάνεια, μπορεί να δεχθεί συγκεκριμένη υδραυλική φόρτιση καθώς και συγκεκριμένη φόρτιση στερεών. Υπέρβαση στις φορτίσεις αυτές οδηγεί στην απώλεια λάσπης στην υπερχειλίση του καθιζητήρα.

Η καθίζηση της δραστικής λάσπης στον δευτεροβάθμιο καθιζητήρα εξαρτάται από τη συγκέντρωση στερεών TSS, το SVI της λάσπης, την επιφάνεια A του καθιζητήρα και από την παροχή Q των λυμάτων.

Ονομάζουμε ανερχόμενη ταχύτητα του διαυγασμένου νερού στον καθιζητήρα, V_a , τον λόγο:

$$V_a = \frac{Q}{A}, \frac{\text{m}^3}{\text{hm}^2} \text{ ή } \frac{\text{m}}{\text{h}}$$

Η ταχύτητα V_a δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα V_k , καθόδου της λάσπης στον καθιζητήρα. Αν $V_a > V_k$ τότε η λάσπη συμπαρασύρεται στην υπερχείλιση της δεξαμενής.



$$V_a = Q/A, \quad \text{m/h}$$

$A = \text{επιφάνεια καθιζητήρα } \text{m}^2$

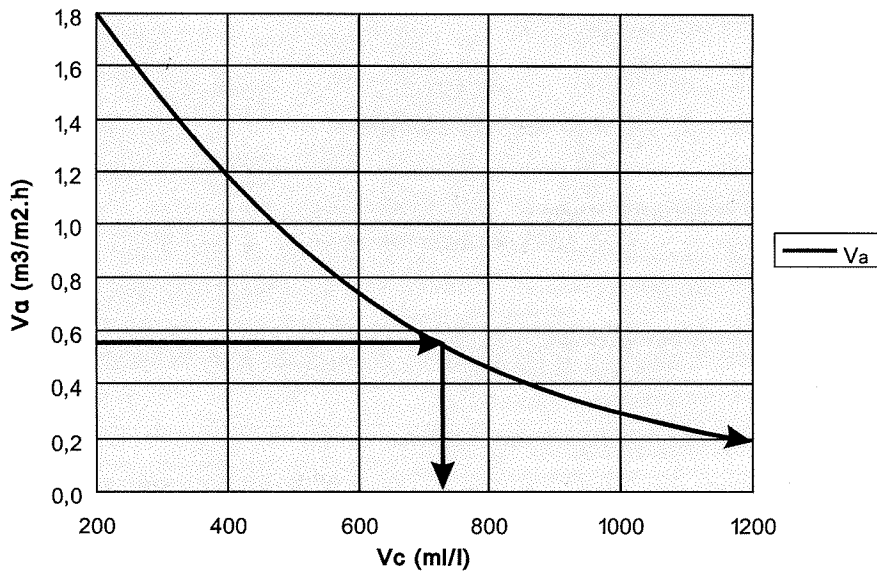
Σχήμα 4.18: Αρχή λειτουργίας ενός καθιζητήρα

Η ανερχόμενη ταχύτητα V_a , είναι ουσιαστικό μέγεθος σχεδιασμού και λειτουργίας του συστήματος της δραστηκής λάσπης και εξαρτάται από το παράμετρο V_c , η οποία ονομάζεται "διορθωμένος όγκος" λάσπης και είναι:

$$V_c = \text{SVI} * \text{TSr}$$

$$[V_c] = \text{ml/g} * \text{g/l} = \text{ml/l}$$

Η εξάρτηση της ανερχόμενης ταχύτητας V_a από την παράμετρο V_c φαίνεται στον ακόλουθο σχήμα 4.19. Το σχήμα αυτό χρησιμοποιείται με V_a υπολογιζόμενη στην παροχή $Q_{\text{αρχμής}}$ της εγκατάστασης.



$V_a = \text{επιτρεπόμενη παροχή/επιφάνεια καθίσης} = \text{μέγιστη επιτρεπόμενη φόρτιση, m/h}$

$V_c = \text{SVI} * \text{TSr} = \text{"διορθωμένος όγκος"}, \text{ ml/l}$

Σχήμα 4.19: Η ανερχόμενη ταχύτητα V_a συναρτήσει του "διορθωμένου όγκου" V_c , για κυκλικούς δευτεροβάθμιους καθιζητήρες, σύμφωνα με CT GREF 1979

Παράδειγμα

Έστω εγκατάσταση 10000 ισοδυνάμων κατοίκων έχουσα καθιζητήρα 310 m² που σχεδιάστηκε για ανερχόμενη ταχύτητα $V_a = 0.8$ m/h σε παροχή αιχμής 250 m³/h.

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει την επιτρεπόμενη παροχή αιχμής σε m³/h για διαφορετικές τιμές του SVI και του TSr.

Περίπτωση	SVI ml/g	TSr g/l	Vc ml/l	Va m/h	Επιτρεπόμενη παροχή, Q, m ³ /h Q=A*Va
1	100	5	500	1,0	310
2	150	5	750	0,6	186
3	150	4	600	0,8	248
4	200	4	800	0,5	155
5	200	3	600	0,8	248

Στον πίνακα αυτό, η ανερχόμενη ταχύτητα V_a , ευρέθη από το προηγούμενο διάγραμμα μέσω του V_c .

Παρατηρούμε, ότι στην περίπτωση 2, η εγκατάσταση δεν μπορεί να δεχθεί περισσότερα από 186 m³/h. Έτσι, πρέπει τα στερεά της λάσπης TSr να μειωθούν στα 4 g/l, ώστε η επιτρεπόμενη παροχή να είναι 250 m³/h.

Οι περιπτώσεις 4 και 5 δείχνουν πού πρέπει να εργασθεί η εγκατάσταση ως αναφορά τα στερεά TSr για την περίπτωση που SVI = 200 ml/g.

Σημείωση: Όταν η λάσπη είναι διογκωμένη και ο όγκος V30min του τέστ καθίζησης είναι μεγαλύτερος του 200 ml τότε το SVI με το οποίο υπολογίζεται το μέγεθος V_c , είναι το DSVI (Diluted SVI) (βλ. 4.4.2. - Test καθίζησης)

4.3. ΑΛΛΟΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Το κεφάλαιο αυτό επικεντρώνεται στους διάφορους παράγοντες που επηρεάζουν τη λειτουργία και απόδοση του συστήματος της ενεργού ιλύος.

Οι παράγοντες τους οποίους θα αναφέρουμε είναι:

1. Μεταβολές της ποσότητας και ποιότητας των λυμάτων
2. Το διαλυμένο οξυγόνο
3. Η θερμοκρασία του ανάμεικτου υγρού
4. Τα θρεπτικά N και P
5. Χρόνοι παραμονής
6. Ανάμειξη και υδραυλική των ρευστών

4.3.1. Μεταβολές της ποσότητας και ποιότητας των λυμάτων

Μεταβολή της ποσότητας

Η μεταβολή της ποσότητας των λυμάτων έχει σαν επακόλουθο τη μεταβολή της φόρτισης της εγκατάστασης.

Οι επιπτώσεις κάθε μεταβολής εξαρτώνται από τον τύπο του αντιδραστήρα των δεξαμενών αερισμού.

Σε γενικές όμως γραμμές, αυτό που συμβαίνει, όταν έχουμε αύξηση του φορτίου, είναι ότι τα βακτήρια ευρισκόμενα σε περιβάλλον πλούσιο σε τροφή, τίθενται σε υψηλότερους ρυθμούς ανάλωσης ρύπων και αναπαραγωγής, με αποτέλεσμα να παραχθούν νεαρά βακτήρια των οποίων οι φλόκοι είναι διεσπαρμένοι και δεν καθιζάνουν καλά στον καθιζητήρα.

Πέραν αυτών, σε σημαντική αύξηση του φορτίου, ενδεχόμενα το BOD των επεξεργασμένων νερών να είναι μεγάλο,

λόγω αδυναμίας αποικοδόμησής του από τα βακτήρια.

Αντίθετα, όταν έχουμε μείωση του φορτίου, τα βακτήρια τίθενται σε χαμηλότερους ρυθμούς αναπαραγωγής, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη φλόκων που καθιζάνουν πολύ γρήγορα χωρίς να φιλτράρουν τα κολλοειδή υλικά του νερού. Έτσι το επεξεργασμένο νερό εμφανίζει πολλά αιωρούμενα στερεά.

Μεταβολή της ποιότητας

Σαν μεταβολή ποιότητας εννοείται:

- μεταβολή στη σύνθεση οργανικών ενώσεων των λυμάτων
- αλλαγή της αναλογίας BOD: N: P και συγκεκριμένα έλλειψη των θρεπτικών αυτών
- εισαγωγή νέων οργανικών ενώσεων, π.χ. ελαίων, λιπών, είσοδος βιομηχανικών αποβλήτων,
- είσοδος σηπτικών αποβλήτων

Κάθε μεταβολή της ποιότητας των λυμάτων μπορεί να προκαλέσει την ανάπτυξη νέου είδους βακτηρίων και αλλαγή στα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των φλόκων.

Η μεταβολή στην ποιότητα των λυμάτων ενοχοποιείται τις περισσότερες φορές για την ανάπτυξη των νηματοειδών μικροοργανισμών και γενικώς της νηματοειδούς ή μη διόγκωσης της υλύος.

4.3.2. Το διαλυμένο οξυγόνο

Είναι από τις σημαντικότερες παραμέτρους.

Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου καθορίζει:

- **την ποιότητα και τη φύση των μικροοργανισμών**
Όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση του DO στα νερά, τόσο πιο δραστικά και ανταγωνιστικά είναι τα βακτήρια που αναπτύσσονται.
Το γεγονός αυτό, αποτελεί σημαντικό εργαλείο στην καταπολέμηση των νηματοειδών.
- **επηρεάζει την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας**
Όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στις δεξαμενές τόσο μικρότερη γίνεται η απόδοση του εξοπλισμού αερισμού KgO₂/kwh (βλ. σχήμα 4.14.)

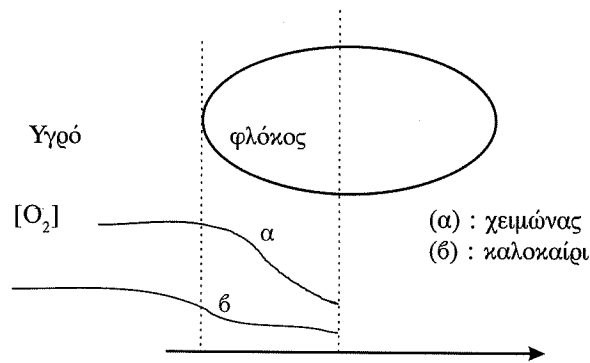
Η συγκέντρωση του οξυγόνου εξαρτάται από την εποχή του έτους και από την ποιότητα της δραστηκής λάσπης.

Το καλοκαίρι το DO μπορεί να είναι πολύ μικρότερο από το DO του χειμώνα.

Τούτο οφείλεται στο γεγονός, ότι:

Το καλοκαίρι ο συντελεστής διάχυσης του οξυγόνου είναι πολύ μεγαλύτερος του συντελεστού του χειμώνα, έτσι

το καλοκαίρι, η διάχυση του οξυγόνου μέσα στον φλόκο, γίνεται πιο γρήγορα χωρίς να απαιτούνται υψηλές συγκεντρώσεις στο ανάμεικτο υγρό.



Σχήμα 4.20.: Η συγκέντρωση του οξυγόνου από το υγρό προς το κέντρο του φλόκου, τον χειμώνα και το καλοκαίρι

Συνήθως, όταν η λάσπη είναι διογκωμένη, το αυξημένο DO βοηθά στην αποτροπή και καταπολέμηση του bulking.

Αν το σύστημα ενεργού ιλύος δεν έχει προβλήματα καθίζησης, αφρών, απονιτροποίησης, τότε συνιστάται η συγκέντρωση του οξυγόνου να είναι:

DO < 1 mg/l καλοκαίρι
DO > 2 mg/l χειμώνα

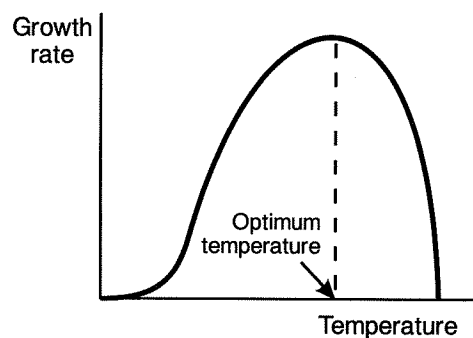
Όταν η ρύθμιση της λειτουργίας του εξοπλισμού αερισμού δεν γίνεται με αισθητήριο διαλυμένου οξυγόνου, αλλά με χρονοδιακόπτες, τότε:

- μείωση της συγκέντρωσης του DO, υποδηλώνει αύξηση της φόρτισης των δεξαμενών
 - αύξηση της συγκέντρωσης του DO, υποδηλώνει μείωση της φόρτισης των δεξαμενών
- αλλά
- απότομη αύξηση της συγκέντρωσης του DO, δείχνει είσοδο μεγάλης ποσότητας τοξικών.

4.3.3. Η θερμοκρασία του ανάμεικτου υγρού

Η θερμοκρασία επηρεάζει την δραστηριότητα των βακτηρίων, η οποία διπλασιάζεται όταν αυξάνει η θερμοκρασία κατά 10°C, μέχρι τους 35°C.

Η χαμηλή θερμοκρασία στο ανάμεικτο υγρό, κάτω από 13°C, επηρεάζει αρνητικά τη λειτουργία της εγκατάστασης. Το παρακάτω σχήμα δείχνει την εξάρτηση του ειδικού ρυθμού ανάπτυξης των βακτηρίων από την θερμοκρασία.



Σχήμα 4.21.: Η εξάρτηση του ειδικού ρυθμού ανάπτυξης των βακτηρίων από την θερμοκρασία

Σε χαμηλές θερμοκρασίες μειώνεται σημαντικά η δραστηριότητα των κανονικών βακτηρίων (που δημιουργούν καθιζάνοντα φλόκο), ως επίσης και η δραστηριότητα των νιτροποιητικών βακτηρίων.

Για το λόγο αυτό, αν η λάσπη δεν είναι διογκωμένη
τον χειμώνα αυξάνουμε τα MLSS στην δεξαμενή και μειώνουμε το F/M
το καλοκαίρι μειώνουμε τα MLSS στην δεξαμενή και αυξάνουμε το F/M

Στις χαμηλές θερμοκρασίες μειώνεται η ανταγωνιστικότητα των κανονικών βακτηρίων με συνέπεια την ανάπτυξη και επικράτηση νηματοειδών.

Η θερμοκρασία του ανάμεικτου υγρού είναι καλό να μετράται τακτικά, στην περίοδο από φθινόπωρο προς χειμώνα, με κύρια μέριμνα την προοδευτική αύξηση του διαλυμένου οξυγόνου στις δεξαμενές αερισμού όσο κατεβαίνει η θερμοκρασία.

Η αύξηση αυτή του οξυγόνου θα βοηθήσει τη μεταφορά των θρεπτικών και του οξυγόνου μέσα στον φλόκο και ουσιαστικά θα αντισταθμίσει τη μείωση του συντελεστή διάχυσης των θρεπτικών λόγω μείωσης της θερμοκρασίας.

Πέραν αυτού, τα βακτήρια που θα αναπτυχθούν στο περιβάλλον με μεγαλύτερη συγκέντρωση οξυγόνου, θα είναι περισσότερο ανταγωνιστικά και δραστικά έναντι των νηματοειδών.

4.3.4. Τα θρεπτικά N και P

Οι μικροοργανισμοί χρειάζονται N και P για να φτιάξουν τα νέα κύτταρά τους.

Τα αστικά απόβλητα έχουν αρκετές ποσότητες N και P.

Στα βιομηχανικά απόβλητα συνήθως προστίθενται χημικές ενώσεις οι οποίες περιέχουν N και P.

Ανεπαρκείς ποσότητες N και P έχουν σαν συνέπεια την ανάπτυξη:

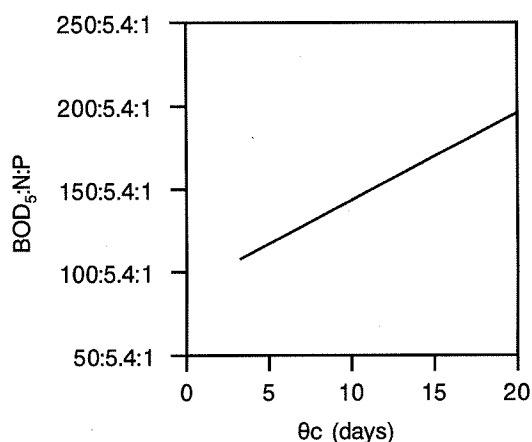
- νηματοειδών βακτηρίων
- διεσπαρμένων φλόκων
- ηξώδη ή μη νηματοειδή διόγκωση

Στην περίπτωση ανεπάρκειας N τότε τα υπάρχοντα βακτήρια:

- δεν παράγουν νέα κύτταρα
- συνεχίζουν να αποικοδομούν το οργανικό φορτίο, χωρίς να έχουν την δυνατότητα να διοχετεύσουν την παραγόμενη ενέργεια για σύνθεση νέων κυττάρων, παράγουν εξωκυτταρικούς πολυσακχαρίτες, οι οποίοι προκαλούν συνήθως την μη νηματοειδή διόγκωση.

Γενικός κανόνας είναι η απαιτούμενη αναλογία $BOD_5:N:P = 100:5:1$

Η απαιτούμενη αναλογία εξαρτάται και από την ηλικία των μικροοργανισμών, ως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.



Σχήμα 4.22.: Η αναλογία των απαιτούμενων θρεπτικών συναρτήσσει της ηλικίας των βακτηρίων

4.3.5. Χρόνοι παραμονής

Εξαιρετική σημασία στις βιολογικές δράσεις έχουν οι χρόνοι:

- βιοπροσρόφησης της τροφής
- ο χρόνος παραμονής στη δεξαμενή αερισμού
- ο χρόνος καθίζησης στον καθιζητήρα

Τα νηστικά βακτήρια, όταν έλθουν σε επαφή με την τροφή, βιοπροσροφούν τις μικρομοριακές υδατοδιαλυτές ενώσεις και τις αποθηκεύουν στο κύτταρό τους.

Ο χρόνος που απαιτείται για τη διεργασία αυτή είναι 5 έως 20 min και εξαρτάται από τη φύση των αποβλήτων, τη θερμοκρασία και τις συνθήκες επαφής (αερόβιες, ανοξικές, αναερόβιες).

Όταν η δεξαμενή, στην οποία λαμβάνει χώρα η επαφή αυτή, επιτρέπει τον απαιτούμενο χρόνο επαφής, δημιουργεί υψηλές συγκεντρώσεις τροφής και η επαφή είναι ομοιογενής, τότε η βιοπροσρόφηση γίνεται με υψηλούς ρυθμούς με συνέπεια την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας των κανονικών βακτηρίων.

Η δεξαμενή αυτής της επαφής ονομάζεται *επιλογέας*.

Στη συνέχεια, τα βακτήρια πρέπει να παραμείνουν στη δεξαμενή αερισμού τόσο χρόνο, όσο χρειάζεται για την οξειδωση και μεταβολισμό της αποθηκευθείσας τροφής.

Αν ο χρόνος αυτός είναι ανεπαρκής, τότε τα βακτήρια μετά την παραμονή τους στον καθιζητήρα, θα επανέλθουν στη δεξαμενή επαφής, με μειωμένη διάθεση παραλαβής της τροφής.

Η συνέπεια του γεγονότος αυτού είναι ότι, η τροφή παραμένει στη διάθεση άλλων μικροοργανισμών, οι οποίοι αναπτύσσονται σύμφωνα με τις επικρατούσες συνθήκες, εκτοπίζοντας τα κανονικά βακτήρια (βλ. Λειτουργικά Προβλήματα - νηματοειδής διόγκωση λάσπης).

Επίσης ο χρόνος παραμονής του ανάμεικτου υγρού στον καθιζητήρα πρέπει να είναι επαρκής, για να μπορέσουν να καθιζήσουν οι φλόκοι.

Δυστυχώς, οι λειτουργοί των εγκαταστάσεων δεν έχουν τη δυνατότητα να μεταβάλλουν τους χρόνους παραμονής των διεργασιών, γιατί οι δεξαμενές των εγκαταστάσεών τους είναι δεδομένες. Μπορούν όμως, να επισημάνουν την ενδεχόμενη ανεπάρκεια αυτών και να προοδούν στις απαραίτητες βελτιώσεις.

4.4. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο υπεύθυνος της λειτουργίας της εγκατάστασης μπορεί να χρησιμοποιήσει

- οπτικές/αισθητικές
- αναλυτικές ενδείξεις

4.4.1. Οι Οπτικές/Αισθητικές ενδείξεις

Οι παρακάτω αισθητικές πληροφορίες μπορεί να χρησιμεύσουν στη διαπίστωση της λειτουργικής κατάστασης του συστήματος.

- | | |
|--------------------|------------------------------|
| 1. Χρώμα | 6. Φυσαλλίδες |
| 2. Μυρωδιά | 7. Επιπλέοντα υλικά |
| 3. Αφροί | 8. Συσσώρευση στερεών |
| 4. Ανάπτυξη φυκιών | 9. Ροή ρευστών |
| 5. Θολότητα νερών | 10. Αιώρηση ανάμεικτου υγρού |

1. Χρώμα

Η λάσπη στη δεξαμενή αερισμού πρέπει να έχει το χρώμα της σοκολάτας

- Χρώμα πολύ σκούρο ή μαύρο δείχνει φτωχό αερισμό
- Αν το χρώμα είναι ασυνήθιστο, πιθανόν να έχουν πέσει βιομηχανικά απόβλητα
- Χρώμα ανοικτό είναι ενδεικτικό μικρών ηλικιών των λασπών, ενώ σκούρο χρώμα μεγάλων ηλικιών
- Αν το χρώμα είναι γκριζο, τότε έχουμε ανεπαρκή οξυγόνωση της ενεργού ιλύος

2. Μυρωδιά

Τα νερά στη δεξαμενή αερισμού πρέπει να έχουν ελαφρώς την μυρωδιά της μούχλας

- Αν οι δεξαμενές αερισμού μυρίζουν μάλλον ευχάριστα, σαν νερά ποταμού, τότε έχουμε μικρή φόρτιση στις δεξαμενές, καλό αερισμό και υψηλή απόδοση καθαρισμού.
- Αν η μυρωδιά είναι δυσάρεστη, τότε οι δεξαμενές δεν αερίζονται καλά, εργάζονται μάλλον σε υψηλή φόρτιση ή έχει πέσει στις δεξαμενές βοθρόλυμα με έντονη μυρωδιά.
- Μυρωδιά κλούβιου αυγού ή ψαρίλας ή μυρωδιά τουαλέτας είναι ενδεικτική αναερόβιων συνθηκών.

3. Αφροί

Οι αφροί δείχνουν ή ανεπαρκή ποσότητα ανάμεικτου υγρού, ή χαμηλή ηλικία λασπών ή ύπαρξη νηματοειδών βακτηρίων.

Τα προβλήματα και η αντιμετώπιση των αφρών αναλύονται στο κεφάλαιο “Λειτουργικά Προβλήματα”.

Συνοπτικά αναφέρεται ότι:

- Λεπτός και λευκός αφρός, σαν τον αφρό των απορρυπαντικών, σημαίνει λάσπη πολύ μικρής ηλικίας.
- Αν ο αφρός έχει το χρώμα του μους σοκολάτας και είναι παχύς στην υφή, τότε έχουμε αφρολάσπες με λίπη ή αφρολάσπες με νηματοειδή.
- Οι αφροί αυτοί είναι περισσότεροι σε ζώνες απονιτροποίησης.
- Παχύς και σκούρος αφρός υποδηλώνει μεγάλη ηλικία μικροοργανισμών.
- Υπερβολικός αφρός υποδηλώνει ή την ύπαρξη μεγάλης ποσότητας απορρυπαντικών (λευκός αφρός) ή την παρουσία νηματοειδών μικροοργανισμών (ανοιχτός καστανός αφρός).

4. Ανάπτυξη φυκιών

Τα φύκια αναπτύσσονται πάντοτε στα τοιχώματα των δεξαμενών αερισμού και στα κανάλια των δευτεροβαθμίων καθιζήσεων.

Η ανάπτυξη αυτή είναι η συνέπεια της ύπαρξης αζώτου και φωσφόρου στα νερά.

Υπερβολική ανάπτυξη όμως των φυκιών οφείλεται σε αυξημένες στα νερά ποσότητες είτε αζώτου είτε φωσφόρου.

5. Θολότητα των επεξεργασμένων νερών

Η μη διαύγεια/θολερότητα των επεξεργασμένων νερών υποδηλώνουν λειτουργικά προβλήματα.

Στο σημείο αυτό, δεν θα γίνει αναφορά στα λειτουργικά προβλήματα που προκαλούν αύξηση των αιωρούμενων στερεών στο επεξεργασμένο νερό. Το πρόβλημα αυτό περιγράφεται στο κεφάλαιο “Λειτουργικά Προβλήματα”.

Το διήθημα του επεξεργασμένου νερού πρέπει να είναι διαυγές, άσχετα αν το νερό έχει λίγα ή πολλά αιωρούμενα στερεά, ως επίσης πρέπει να έχει υποκίτρινη χροιά και όχι δυσάρεστη μυρωδιά.

Αν το νερό είναι θολό και η θολότητά του δεν οφείλεται στα αιωρούμενα στερεά, τότε

- είτε η οξυγόνωση είναι ανεπαρκής
- είτε η φόρτιση των δεξαμενών είναι παρά πολύ μεγάλη.

6. Φυσσαλίδες

Φυσσαλίδες στον καθιζητήρα δείχνουν ότι η λάσπη έχει μεγάλο χρόνο παραμονής σε αυτόν.

Αν η λάσπη παραμένει στον καθιζητήρα πολύ χρόνο, τότε η λάσπη κοντά στον πυθμένα καθιστάται αναερόβια, με αποτέλεσμα την έκλυση αερίων όπως διοξειδίου του άνθρακα, μεθανίου και υδροθείου.

Η έκλυση των αερίων αυτών προκαλεί ανύψωση λασπών οι οποίες επιπλέουν και στη συνέχεια καταλήγουν ενδεχόμενα στο επεξεργασμένο νερό.

7. Επιπλέοντα υλικά

Τα επιπλέοντα υλικά είναι ενδείξεις

- είτε εισόδου μεγάλων ποσοτήτων ελαίων και λιπών
- υπερβολικού αερισμού
- διογκωμένης λάσπης

βλέπε κεφάλαιο “Λειτουργικά Προβλήματα”.

8. Συσσώρευση στερεών

Συσσώρευση στερεών σε διάφορα σημεία των δεξαμενών είναι ένδειξη ανεπαρκούς ανάμειξης.

Το πρόβλημα αυτό μπορεί να διαπιστώσει κανείς με μία ράβδο, αναμοχλεύοντας σημεία που πιθανόν να έχουμε στερεά.

Στα συσσωματώματα αυτά είναι δυνατόν να αναπτυχθούν αναερόβιες συνθήκες. Εάν στη συνέχεια αυτά, μετά από ανάδευση, ευρεθούν πάλι εν αιωρήσει, οι λάσπες οι οποίες τα συνθέτουν θα καταλήξουν στον καθιζητήρα σαν διαλυμένοι φλόκοι (αποκροκιδωση).

Σε περίπτωση εναπόθεσης στερεών στις δεξαμενές, ελέγχουμε την ένταση της ανάδευσης και τη λειτουργία του εξαμμωτή.

9. Ροή ρευστών

Η παρατήρηση του τρόπου, με τον οποίο προχωρούν τα ρευστά από δεξαμενή σε δεξαμενή, είναι εξαιρετικά χρήσιμη.

Διότι μπορεί να διαπιστωθούν υδραυλικά βραχυκυκλώματα, κατά τα οποία τα ρευστά οδεύουν από την είσοδο μίας δεξαμενής κατ’ ευθεία προς την έξοδο αυτής. Τα βραχυκυκλώματα αυτά προκαλούν μείωση στο χρόνο παραμονής των ρευστών στις δεξαμενές, με συνέπεια, ανεπαρκή επεξεργασία και λειτουργικά προβλήματα στον καθιζητήρα.

Τα βραχυκυκλώματα αυτά πρέπει να εξαλείφονται με κάθε θυσία.

Η διαπίστωση των βραχυκυκλωμάτων μπορεί να γίνει από τη ροή αφρών ή άλλων επιπλεόντων υλικών.

10. Αιώρηση ανάμεικτου υγρού

Το είδος της αιώρησης του ανάμεικτου υγρού και το τυρβώδες της ροής του είναι δυνατόν να αποκαλύψουν τυχόν βλάβες στην λειτουργία του εξοπλισμού αερισμού π.χ. έμφραξη διαχυτών ή κακή ρύθμιση του χρονοδιακόπτη που οδηγεί ένα επιφανειακό αεριστήρα, η κακή θύθιση του επιφανειακού αεριστήρα.

4.4.2. Αναλυτικές ενδείξεις

Οι αναλυτικές ενδείξεις είναι σημαντικές γιατί αποτελούν τα πρώτα εργαλεία του λειτουργού μίας εγκατάστασης, για τον έλεγχο της και τον υπολογισμό άλλων κρίσιμων λειτουργικών παραμέτρων.

Οι αναλυτικές ενδείξεις είναι:

1. Το διαλυμένο οξυγόνο
2. BOD και COD
3. Ρυθμός κατανάλωσης του οξυγόνου από τα βακτήρια
4. SS και VSS
5. Τεστ καθίζησης 30 min.
6. Θρεπτικά
7. PH και οξειδοαναγωγικό δυναμικό (Redox potential)
8. Λάδια και λίπη
9. Θερμοκρασία
10. Βάθος λάσπης στον καθιζητήρα

1. Το διαλυμένο οξυγόνο, DO

Στο σημείο αυτό θα συνοψίσουμε αυτά που ήδη αναφέρθηκαν προηγουμένως:

Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου καθορίζει:

- τη φύση των μικροοργανισμών
- επηρεάζει την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας

Η συγκέντρωση του οξυγόνου εξαρτάται από την εποχή του έτους και από την ποιότητα της δραστικής λάσπης.

Το καλοκαίρι το DO μπορεί να είναι πολύ μικρότερο από το DO του χειμώνα.

Αν το σύστημα ενεργού ιλύος δεν έχει προβλήματα καθίζησης, αφρών, απονιτροποίησης, τότε συνιστάται, η συγκέντρωση του οξυγόνου να είναι:

DO <1 mg/l καλοκαίρι

DO >2 mg/l χειμώνα

Από τα ανωτέρω συμπεραίνεται η εξαιρετική σημασία του διαλυμένου οξυγόνου στη λειτουργία της εγκατάστασης.

Για το λόγο αυτό, πέραν της ανάγκης να υπάρχει αυτόματο σύστημα μέτρησης του DO και λειτουργίας των αεριστήρων, για την εξοικονόμηση ενέργειας, πρέπει να γίνονται τακτικοί έλεγχοι και μετρήσεις με φορητά οξυγονόμετρα σε πολλά σημεία μέσα στις δεξαμενές αερισμού.

Ο αριθμός των σημείων μέτρησης και ελέγχου εξαρτάται από τον τύπο του αντιδραστήρα.

Οι έλεγχοι αυτοί πρέπει να γίνονται σε πλήρη φόρτιση της εγκατάστασης (μετά το μεσημέρι), τουλάχιστον 2 φορές την εβδομάδα.

Το οξυγονόμετρο μετρά σωστά όταν το ανάμεικτο υγρό έχει ταχύτητα μεγαλύτερη από 0,5 m/s.

2. BOD & COD

Στο επεξεργασμένο νερό

Τα δύο αυτά μεγέθη στο επεξεργασμένο νερό δίνουν την πρώτη ένδειξη της απόδοσης της μονάδας.

Οι μετρήσεις αυτές, τουλάχιστον το COD, καλόν είναι να γίνονται όσο το δυνατόν τακτικότερα, ανάλογα με τις δυνατότητες της εγκατάστασης.

Προσοχή, παρουσία μεγάλης συγκέντρωσης αιωρούμενων στερεών στο επεξεργασμένο νερό, αυξάνει σημαντικά το BOD και COD αυτού και ενδεχόμενα να οδηγήσει σε εσφαλμένα για την απόδοση της εγκατάστασης συμπεράσματα.

Η μέτρηση του BOD επηρεάζεται από την παρουσία αμμωνιακών ενώ του COD όχι.

Η εκτίμηση του BOD δύναται να γίνει μέσα από τις μετρήσεις του COD, εάν είναι γνωστός ο λόγος COD/BOD.

Ο λόγος αυτός εξαρτάται κυρίως από την ποιότητα των λυμάτων και από την ύπαρξη ή όχι βιομηχανικών αποβλήτων και κυμαίνεται από 3,5 μέχρι 5 (αστικά λύματα).

Στην είσοδο των λυμάτων

Τα μεγέθη αυτά δείχνουν το φορτίο της εισόδου και αποτελούν τα κύρια μεγέθη για την εκτίμηση της φόρτισης της εγκατάστασης F/M.

Η τροφή F των μικροοργανισμών, σαν kg BOD ανά ημέρα είναι:

$$F = (\text{ημερήσιος όγκος λυμάτων σε m}^3/\text{μέρα}) \times (\text{BOD}/1000)$$

όπου οι μονάδες του BOD είναι mg/l.

M = η μάζα των στερεών στις δεξαμενές σε kg

$$(V = \text{όγκος δεξαμενών σε m}^3) \times (\text{MLSS σε kg/m}^3)$$

Ο λόγος COD/BOD για αστικά λύματα κυμαίνεται από 1,6 έως 2.

3. Ο ειδικός ρυθμός ανάλωσης διαλυμένου οξυγόνου (specific DO uptake rate)

Ο ειδικός ρυθμός ανάλωσης διαλυμένου οξυγόνου είναι η μεταβολή του διαλυμένου οξυγόνου στη μονάδα του χρόνου ανά μονάδα VSS της δεξαμενής αερισμού.

Ο ειδικός ρυθμός ανάλωσης του διαλυμένου οξυγόνου δείχνει το επίπεδο της μεταβολικής δραστηριότητας των βακτηρίων.

Μετρώντας τον ρυθμό αυτό σε συγκεκριμένο σημείο των δεξαμενών και συγκρίνοντάς τον με τον κανονικό ρυθμό που συνήθως εμφανίζει η εγκατάσταση, εξάγονται συμπεράσματα κατά πόσο έχει αλλάξει η δραστηριότητα των βακτηρίων.

Κανονικός ρυθμός είναι ο ρυθμός που συνήθως μετράται σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας και φόρτισης, δηλαδή σε καταστάσεις χωρίς λειτουργικά προβλήματα, στην ίδια ποιότητα και ποσότητα λυμάτων.

Αν ο ρυθμός είναι μικρότερος του κανονικού, τότε η αιτία μπορεί να είναι μία από τις ακόλουθες:

- μικρότερη του κανονικού φόρτιση
- χαμηλή συγκέντρωση DO
- μεταβολή στο PH
- παρουσία τοξικών
- μεταβολή της σύνθεσης των λυμάτων π.χ. έλλειψη θρεπτικών

Αν ο ρυθμός είναι μεγαλύτερος του κανονικού, τότε η φόρτιση των δεξαμενών έχει αυξηθεί πέραν του κανονικού ή έχει αλλάξει η ποιότητα και η σύνθεση των λυμάτων (είσοδος ευκολοδιασπασίμων οργανικών).

4. SS και VSS

Τα αιωρούμενα στερεά SS και πτητικά αιωρούμενα στερεά στις δεξαμενές αερισμού, είναι απαραίτητα για την εκτίμηση της φόρτισης των δεξαμενών, της ηλικίας των λασπών, του ρυθμού επανακυκλοφορίας, του SVI και του ρυθμού ανάλωσης οξυγόνου.

Τα στερεά SS δεν μεταβάλλονται απότομα μέσα στις δεξαμενές αερισμού. Για το λόγο αυτό είναι καλό οι μετρήσεις των να γίνονται τουλάχιστον κάθε 3 ημέρες.

Με την τιμή των SS εκτιμάται η φόρτιση των δεξαμενών (βλ. σημείο 2 του κεφαλαίου) και η ηλικία των λασπών ως ακολούθως:

$$\theta_c = \frac{V \times SS_a}{Q_w \times SS_u}, \text{ ημέρες}$$

όπου

- V, όγκος των δεξαμενών, m³,
- SS_a, τα SS στη δεξαμενή αερισμού, kg/m³,
- SS_u, τα SS της επανακυκλοφορίας, kg/m³
- Q_w, η περίσσεια της λάσπης, m³ ανά ημέρα

5. Test καθίζησης 30 min

Είναι σπουδαίος δείκτης και δείχνει την καθιζησιμότητα της λάσπης.

Ένα λίτρο λάσπης αφήνεται να καθιζήσει μέσα σε ένα κύλινδρο επί 30 min. Στη μισή αυτή ώρα διαχωρίζεται η λάσπη από το νερό.

Αν V είναι ο όγκος σε ml της διαχωρισθείσας λάσπης και SS τα στερεά της λάσπης πριν από την καθίζηση σε g/l, τότε: SVI = Sludge Volume Index = V/SS

Ο δείκτης αυτός μας πληροφορεί για επικείμενη διόγκωση της λάσπης, όταν αρχίζει να αυξάνεται πέραν του 150.

Όταν η λάσπη είναι διογκωμένη και ο SVI είναι μεγαλύτερος του 300 ml/g, τότε πρέπει να εκτιμούμε την καθιζησιμότητα της λάσπης με το δείκτη DSVI, Diluted Sludge Volume Index.

Ο δείκτης DSVI εκτιμάται ως ακολούθως:

- Παίρνουμε τη λάσπη και την αραιώνουμε με νερό, σε αναλογία νερό/λάσπη = 1.
- Κάνουμε στη συνέχεια το τεστ καθίζησης των 30 min με ένα λίτρο του μείγματος.
- Συμβολίζουμε με SV_{30} τον όγκο της διαχωρισθείσης λάσπης.

Αν $SV_{30} > 200$ ml τότε παίρνουμε εκ νέου την αρχική λάσπη, κάνουμε αραιώση με λόγο νερό/λάσπη = 2 και προχωρούμε στην καθίζηση. Αν $SV_{30} > 200$ ml κάνουμε νέα αραιώση με λόγο 3 και ούτω καθεξής μέχρι να επιτύχουμε $SV_{30} < 200$ ml.

Ο δείκτης DSVI ορίζεται:

$$DSVI = \frac{SV_{30} \times 2^N}{SS}$$

όπου

N , η αναλογία νερού/λάσπης, στην οποία $SV_{30} < 200$ ml
 SS , τα στερεά SS της αρχικής λάσπης (μη αραιωμένης) σε g/l.

6. Θρεπτικά

Τα βακτήρια χρειάζονται άζωτο και φώσφορο για να αναπτυχθούν σωστά.

Ανεπάρκεια αυτών προκαλεί ανάπτυξη νηματοειδών ή ακόμη ανάπτυξη φλόκων εν διασπορά, με αποτέλεσμα δημιουργία προβλημάτων στην καθίζηση και στην απόδοση της μονάδας.

Πρέπει να υφίσταται η αναλογία BOD: N: P = 100: 5: 1

Προσοχή, οι αναλύσεις N και P πρέπει να γίνονται στο διήθημα των δειγμάτων.

7. PH & Redox Potential

PH

Το PH επηρεάζει τη δραστηριότητα των μικροοργανισμών.

Πρέπει να είναι μεταξύ 6,5 μέχρι 8.5.

Τα συστήματα που κάνουν νιτροποίηση και απονιτροποίηση πρέπει να παρακολουθούνται τακτικά όσον αφορά το PH.

Redox Potential (οξειδοαναγωγικό δυναμικό)

Συμβολίζεται με E_h και χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της κατάστασης των νερών και συγκεκριμένα κατά πόσο τα νερά είναι σε συνθήκες αναερόβιες ή αερόβιες κ.λ.π.

Το συνημμένο διάγραμμα 4.23. δείχνει την εξάρτηση του Redox Potential(RP) συναρτήσει του PH και των συνθηκών που επικρατούν στα νερά.

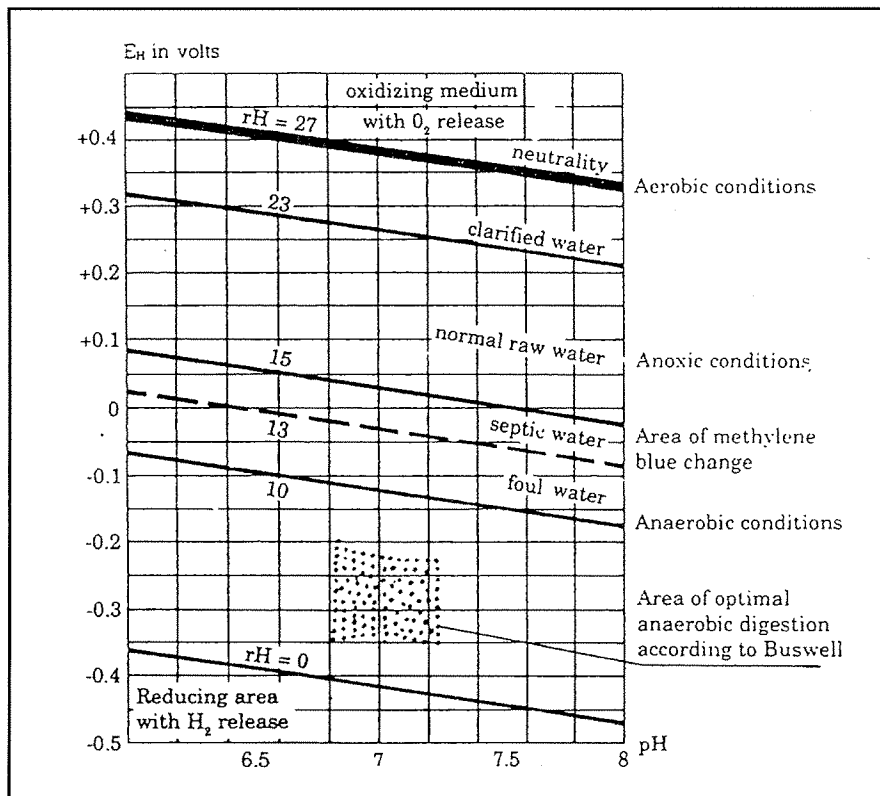
Τα φρέσκα αστικά λύματα έχουν RP περίπου 100 mV

Όταν $RP \leq 40$ mV τότε έχουμε σηπτικό περιβάλλον

Όταν $RP < -250$ mV τότε έχουμε συνθήκες αναερόβιας χώνευσης

Όταν $RP > 300$ mV τότε το περιβάλλον είναι έντονα και υπερβολικά οξειδωτικό.

Το RP είναι χρήσιμο στη λειτουργία της αναερόβιας χώνευσης και των αναερόβιων δεξαμενών που κάνουν αφαίρεση φωσφόρου.



Σχήμα 4.23.: Διάγραμμα δυναμικού οξειδοαναγωγής - pH των λυμάτων

8. Λάδια και λίπη

Τα λάδια και τα λίπη επηρεάζουν δυσμενώς τη μεταφορά τροφής και οξυγόνου προς τα βακτήρια και δημιουργούν συσσωματώματα με το ανάμεικτο υγρό.

Τα λάδια και τα λίπη αποτελούν ιδανικό υπόστρωμα ανάπτυξης επικινδύνων νηματοειδών βακτηρίων όπως *Microthrix Parvicell* και *Nocardia*.

Βλέπε επίσης το κεφάλαιο Λειτουργικά Προβλήματα.

9. Θερμοκρασία

Η σημασία της θερμοκρασίας στη λειτουργία του συστήματος της ενεργού ιλύος αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Η θερμοκρασία του ανάμεικτου υγρού πρέπει να μετράται τακτικά κατά τη μεταβατική περίοδο του φθινοπώρου προς τον χειμώνα.

Οι μετρήσεις αυτές στοχεύουν στο να κατευθύνουν την προοδευτική αύξηση του διαλυμένου οξυγόνου στο ανάμεικτο υγρό.

10. Το ύψος της λάσπης στον καθιζητήρα

Το ύψος της λάσπης στον καθιζητήρα πρέπει να παρακολουθείται καθημερινά 2 ή και 3 φορές, για τη διασφάλιση της σωστής λειτουργίας του συστήματος της ενεργού ιλύος.

Η μέτρηση του βάθους της λάσπης γίνεται με φανό αδιάβροχο προσδεμένο σε ράβδο, ο οποίος βυθίζεται ανάποδα μέσα στο νερό του καθιζητήρα. Στο σημείο που θα εξαφανισθεί το φως του φανού αρχίζει η λάσπη.

Το βάθος της λάσπης πρέπει να τηρείται μεγάλο με κατάλληλη ρύθμιση της επανακυκλοφορίας.

Βλέπε επίσης το κεφάλαιο Λειτουργικά Προβλήματα.

4.4.3. Παρατηρήσεις με μικροσκόπιο

Οι παρατηρήσεις της ενεργού ιλύος με το μικροσκόπιο είναι εξαιρετικά χρήσιμες, γιατί με αυτές εξάγουμε συμπεράσματα για:

1. τις συνθήκες λειτουργίας, παρατηρώντας τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φλόκων
2. την ποιότητα των επεξεργασμένων νερών, παρατηρώντας τα πρωτόζωα και τα τροχόζωα
3. το είδος των νηματοειδών βακτηρίων, σε περίπτωση διόγκωσης της λάσπης
4. τυχόν είσοδο τοξικών

1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά των φλόκων σε σχέση με τη λειτουργία της εγκατάστασης

Στον φλόκο παρατηρούμε τα παρακάτω χαρακτηριστικά

- **μορφή**
φλόκοι σφαιρικοί, φυλλώδεις, αστροειδείς, άμορφοι
- **πυκνότητα**
φλόκοι συμπαγείς, ζελατινώδεις, χαλαροί/ασταθείς
- **μέγεθος**
micro-φλόκοι < 50 μm, μικροί 50 - 250 μm,
μέσου μεγέθους 240 - 500 μm, μεγάλοι 500 - 1000 μm
- **κυρίαρχοι μικροοργανισμοί**
βακτήρια, μύκητες, zoogloea, φλόκοι no-cardia ή από microthrix κ.λπ.

Το μέγεθος και η μορφολογία των φλόκων εξαρτάται από τη φόρτιση των δεξαμενών.

- **Μονάδες χαμηλής φόρτισης ($0,05 < F/M < 0,2$)**
 - * έχουν φλόκους μικρούς
 - * με μαύρα στίγματα (ανόργανα άλατα) στο εσωτερικό τους
 - * ανοιχτόχρωμοι περιφερειακά
 - * υπάρχουν λίγα πρωτόζωα (βλεφαριδωτά)
 - * παρατηρούνται επίσης πολλά τροχόζωα και σκώληκες
- **Μονάδες μέσης φόρτισης ($0,2 < F/M < 0,5$)**
 - * έχουν μέσου μεγέθους φλόκους
 - * που είναι συμπαγείς
 - * υπάρχουν άφθονα πρωτόζωα,
Vorticella convallaria
Opercularia coarctata
Aspidisca costata
Eulotes affinis
Λίγα μαστιγοφόρα
- **Μονάδες υψηλής φόρτισης ($0,5 < F/M$)**
 - * έχουν μεγάλους φλόκους
 - * αστροειδών προεκτάσεων
 - * υπάρχουν άφθονα μαστιγοφόρα και αμοιβάδες

2. Η παρουσία και το είδος των πρωτοζώων σε σχέση με την ποιότητα των επεξεργασμένων νερών

Το είδος και ο αριθμός των πρωτοζώων στην ενεργό ιλύ έχουν άμεση σχέση με την ποιότητα των επεξεργασμένων νερών.

Ο συνημμένος πίνακας μπορεί να χρησιμοποιηθεί με 85% πιθανότητα για την πρόβλεψη της περιοχής BOD των νερών.

Αφορά την πιθανότητα εμφάνισης συγκεκριμένων πρωτοζώων σε περιοχές BOD, 0 - 10 mg/l, 11 - 20 mg/l, 21 - 30 mg/l και > 30 mg/l, με τη βοήθεια της κατανομής αριθμού 10 πρωτοζώων στο νερό.

Είναι πολύ χρήσιμη η παρατήρηση του αριθμού και του είδους των πρωτοζώων της ενεργού ιλύος σε κάθε μονάδα.

Πίνακας κατανομής των συνηθέστερων πρωτοζώων (δλεφαριδοτά) στα συστήματα ενεργού ιλύος
για την εκτίμηση της BOD₅ των επεξεργασμένων νερών.
(Από Curds and Cockburn 1970)

BOD ₅ επεξεργασμένων νερών				
Species	0 - 10	11 - 20	21 - 30	> 30
<i>Acineta cuspidata</i>	10	0	0	0
<i>A. Foetida</i> 0	0	10	0	
<i>Aspidisca costata</i>	3	3	2	2
<i>A. Lynceus</i> 5	5	0	0	
<i>A. turrita</i> 10	0	0	0	
<i>Carchesium polypinum</i>	3	5	2	0
<i>Chilodonella cucullia</i>	4	4	1	1
<i>Ch. uncinata</i> 3	6	1	0	
<i>Cinetochilum margaritaceum</i>	7	3	0	0
<i>Coleps hirtus</i>	10	0	0	0
<i>Colpidium campylum</i>	2	2	2	4
<i>C. colpoda</i> 0	0	4	6	
<i>Discophrya elongata</i>	0	10	0	0
<i>Drepanomonas revoluta</i>	1	4	5	0
<i>Epistylis plicanilis</i>	0	4	4	2
<i>E. rotans</i> 10	0	0	0	
<i>Euplotes affinis</i>	6	4	0	0
<i>Eu. carinatus</i>	2	4	4	0
<i>Eu. euryostomus</i>	2	4	4	0
<i>Eu. moebiusi</i>	3	3	3	1
<i>Eu. patella</i> 4	3	3	0	
<i>Glaucoma scintillans</i>	2	2	3	3
<i>Hemiosphrys fusidens</i>	3	4	3	0
<i>H. Pleurosigma</i>	10	0	0	0
<i>Linotus carinatus</i>	10	0	0	0
<i>L. fasciola</i> 0	10	0	0	
<i>Opercularia coarctata</i>	2	2	4	2
<i>Paramecium caudatum</i>	2	5	3	0
<i>P. trichium</i> 4	3	2	1	
<i>Podophrya fixa</i>	0	2	7	1
<i>P. mauposi</i> 0	10	0	0	
<i>Tokophrya quadripartita</i>	4	3	3	0
<i>Trachelophyllum pussillum</i>	3	3	3	1
<i>Trochilia minuta</i>	0	10	0	0
<i>Votricella aequiliata</i>	2	2	3	3
<i>V. alba</i> 3	3	3	1	
<i>V. campanula</i> 8	2	0	0	
<i>V. convallaria</i>	3	4	2	1
<i>V. fromenteli</i>	5	4	1	0
<i>V. hamata</i> 7	2	1	0	
<i>V. microstoma</i>	2	4	2	2
<i>V. octava</i> 3	3	2	2	
No ciliates 0	0	0	10	

Αλλαγές στον αριθμό και το είδος των πρωτοζώων είναι σημάδια σημαντικών αλλαγών στις λειτουργικές συνθήκες του συστήματος.

3. Ταυτοποίηση νηματοειδών βακτηρίων

Στην περίπτωση διογκωμένης λάσπης, είναι απαραίτητο να γίνει αναγνώριση και ταυτοποίηση των υπευθύνων νηματοειδών.

Η παρατήρηση γίνεται συνήθως με φακό που μεγενθύνει 1000 φορές, σε κεχωσμένα δείγματα λάσπης κατά GRAM, NIESSER κ.λ.π.

Μετά την παρατήρηση με το μικροσκόπιο, γίνεται καταγραφή των μορφολογικών χαρακτηριστικών των νηματοειδών και με τα αποτελέσματα των χρώσεων χρησιμοποιούνται στη συνέχεια πίνακες με τους οποίους γίνεται η αναγνώριση.

4. Διαπίστωση εισόδου τοξικών στο σύστημα

Τα πρωτόζωα και τροχόζωα είναι πολύ περισσότερο ευαίσθητα σε τοξικές ουσίες από ότι είναι τα βακτήρια.

Έτσι οι μικροοργανισμοί αυτοί χρησιμεύουν σαν δείκτες εισόδου τοξικών στις δεξαμενές. Πέραν αυτών,

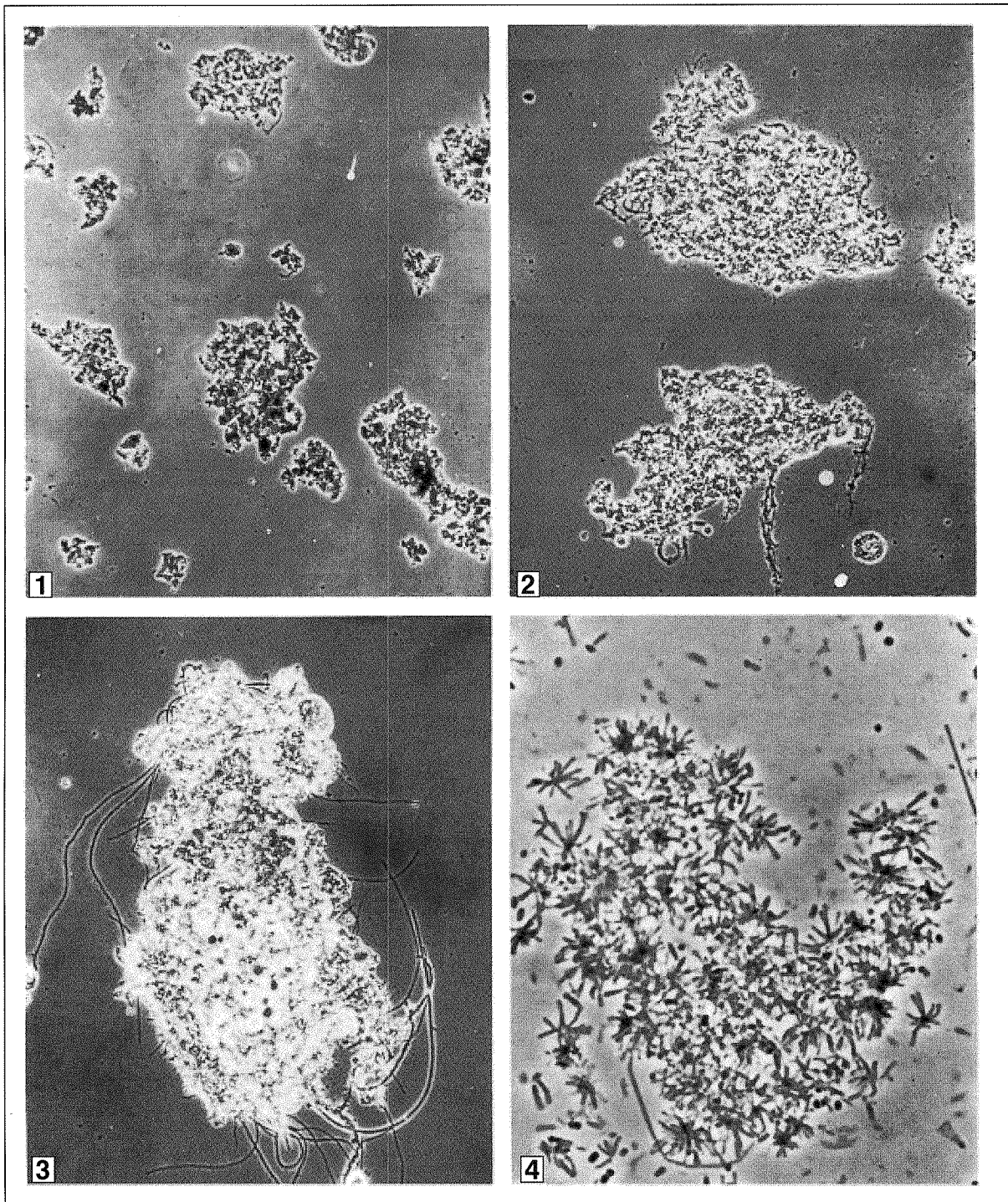
η αλλαγή στον αριθμό και το είδος των είναι ενδείξεις μεγάλων μεταβολών στις λειτουργικές παραμέτρους.

Για παράδειγμα, αναφέρεται η συμπεριφορά των βλεφαριδωτών (ciliates). Ξαφνική μείωση των ζώντων βλεφαριδωτών είναι ένδειξη απότομης υπερφόρτισης με τοξικές ουσίες (είσοδος βιομηχανικών αποβλήτων, κοπρολυμάτων κ.λ.π.) ή παρατεταμένη ανεπάρκεια οξυγόνου.

Τέλος αναφέρουμε, ότι ανάπτυξη νηματοειδών βακτηρίων ή μηκύτων είναι ένδειξη μετατόπισης της ισορροπίας του συστήματος προς καταστάσεις όπως έλλειψης οξυγόνου, πτώσης του ΡΗ, έλλειψης θρεπτικών, αλλαγής της ποιότητας και ποσότητας των λυμάτων και εισόδου τοξικών.

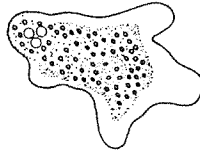
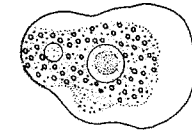
5. Τα πρωτόζωα, δείκτες λειτουργίας της εγκατάστασης

Ακολουθούν εικόνες πρωτοζώων και οι παράμετροι ανάπτυξής των, σαν δείκτες λειτουργίας της εγκατάστασης.



- (1): Μικροί φλόκοι, μέγεθος 150 μm
(2): Φλόκοι μέσου μεγέθους, 250 μm - 500 μm
(3): Μεγάλοι φλόκοι, μέγεθος 500 μm
(4): Φλόκος μικρής συνεκτικότητας

Σχήμα 4.24.



Αμοιβάδες

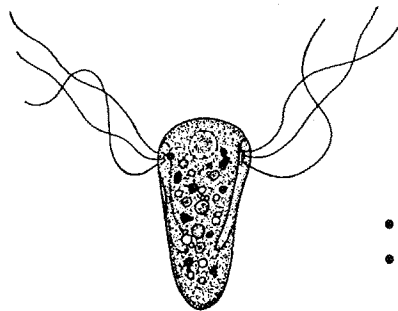
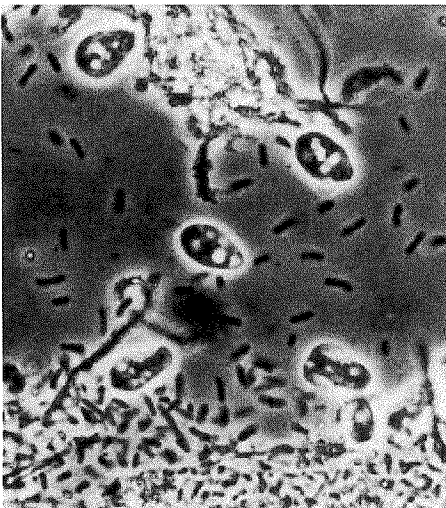
- . 10 μm μέχρι 3 mm
- εμφανίζονται:
 - στην εκκίνηση των εγκαταστάσεων
 - σε υψηλά F/M



(α)

Μαστιγοφόρα

- 5-22 μm
- εμφανίζονται:
 - στην εκκίνηση των εγκαταστάσεων
 - υψηλά F/M

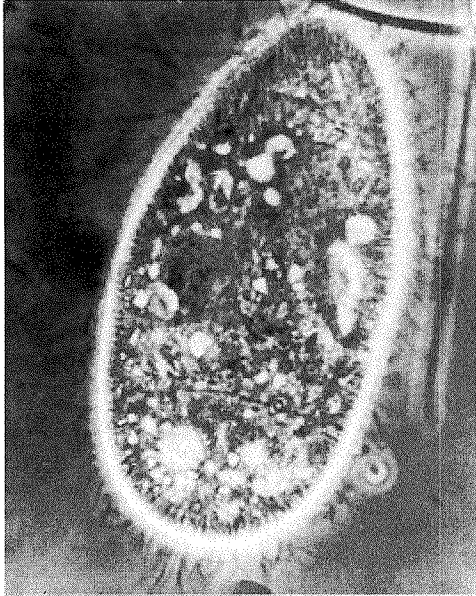


- ως το (α)
- δείκτης αναεροβίων συνθηκών (ανεπαρκής αερισμός)

(β) **Trichomonas**

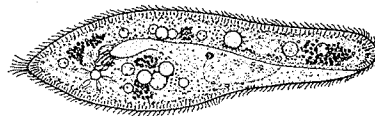
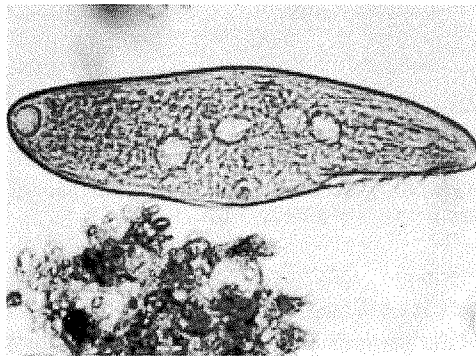
Σχήμα 4.25.

Βλεφαριδωτά



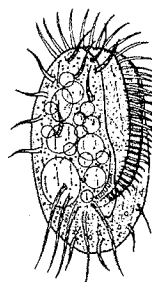
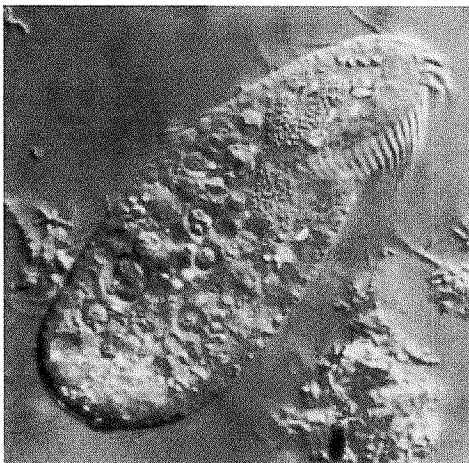
Colpidium campylum

- $\approx 100 \mu\text{m}$
- εμφανίζεται σε
 - υψηλά F/M
 - ανεπαρκή αερισμό



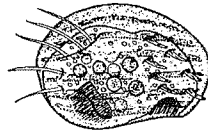
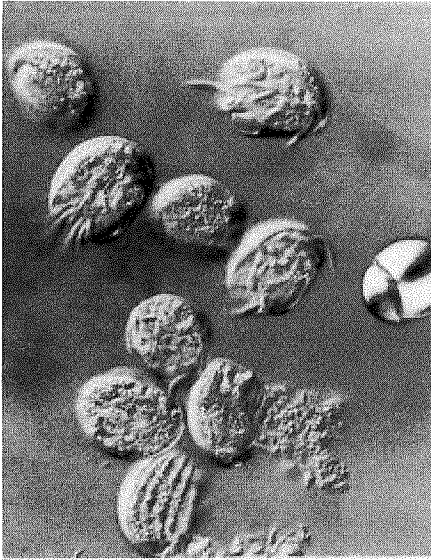
Paramecium candatum

- $200 - 300 \mu\text{m}$
- εμφανίζεται σε μέσες φορτίσεις



Euplotis affinis

- $80 - 100 \mu\text{m}$
- ιδέ *aspidisca costata*

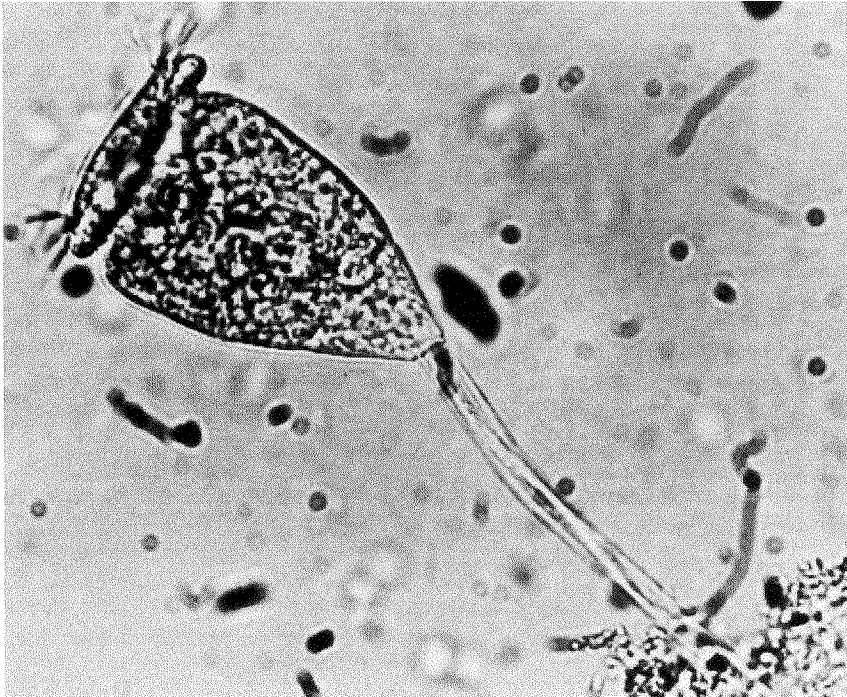


Βλεφαριδοτά

- 40μm
- $0.05 < F/M < 0.3$
 - * ευαίσθητο σε ανεπαρκή αερισμό
 - * εμφανίζεται όταν $O_2 > 2 \text{ mg/l}$

Ciliates, *Aspidisca costata*

- 60 μm



(α) *Vorticella microstoma*

- δείκτης υψηλής φόρτισης
- $F/M \approx 1$
- ανεπαρκούς αερισμού ($O_2 < 1 \text{ mg/l}$)

(b) *V. Convallaria*

$0,15 < F/M < 0.3$

© *V. Campanula*

$F/M \ 0.05-0.1$

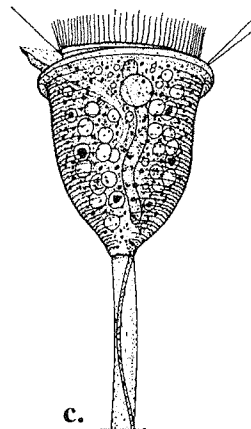
(b) και © δείκτες καλού αερισμού ($O_2 > 2 \text{ mg/l}$)



a.



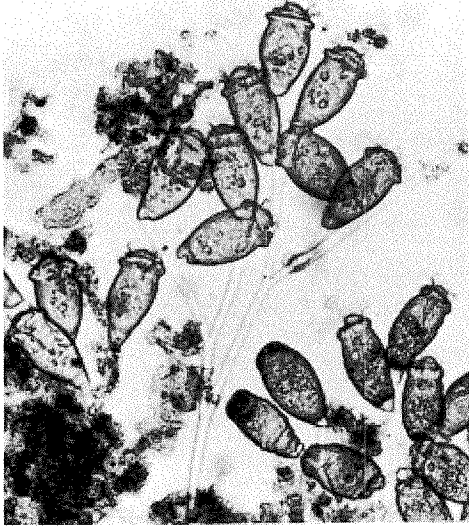
b.



c.

Σχήμα 4.27. Ciliates, Vorticella

Εδραία βλεφαριδωτά



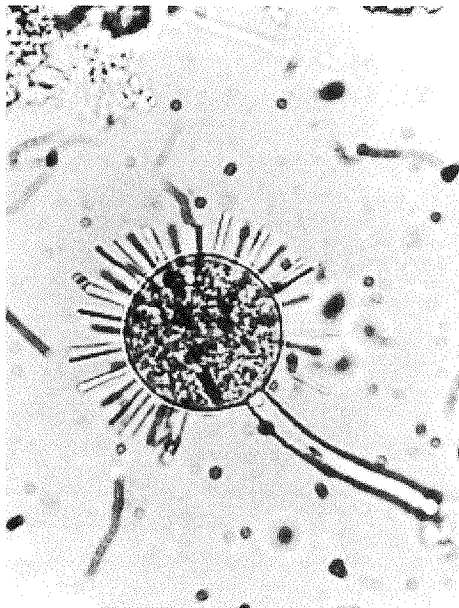
Ciliates, Carchesium, polypinum

εμφανίζεται ως η *Vorticella Convallaria*



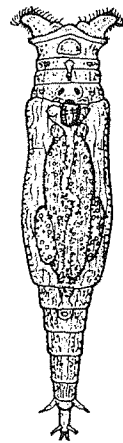
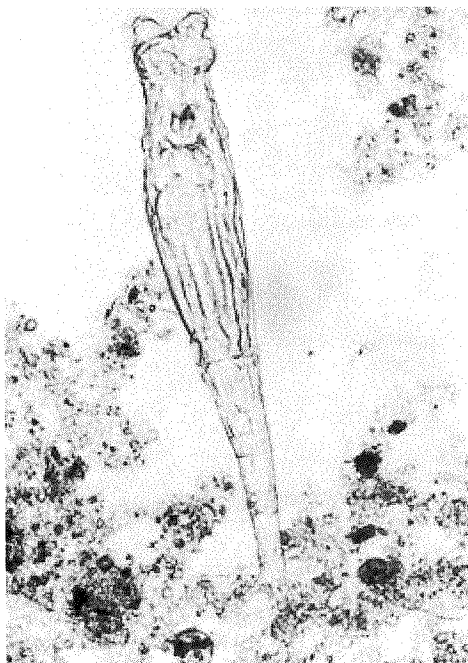
Ciliates, Opercularia, Coarctata

- δείκτης καλού αερισμού $1 \text{ mg/l} < \text{O}_2$
- δείκτης υψηλής φόρτισης



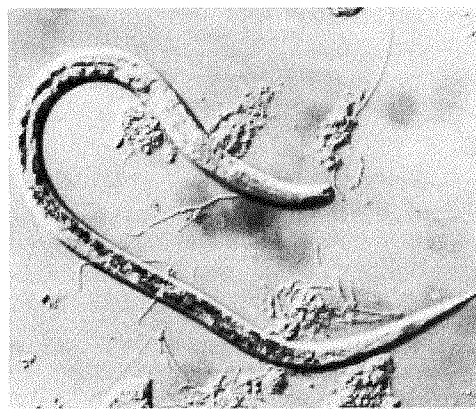
Μυζητικά (Suctorio)

- $\approx 40 \mu\text{m}$
- $0.05 \text{ F/M} < 0.1$
- δείκτης καλού αερισμού
- δείκτης σταθεροποιημένης λάσπης



Τροχόζωα (Rotatoria)

- Τροχόζωα*
- $0.5 - 1 \text{ mm}$
 - $0.05 < \text{F/M} < 0.3$



- Σκόληκες*
- $2 - 3 \text{ mm}$
 - $0.05 < \text{F/M} < 0.1$

Σχήμα 4.29.

4.5. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΟΥ ΑΕΡΟΒΙΟΥ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΤΑΔΙΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

4.5.1. Σκοπός

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται:

- στις εκτιμήσεις των F/M, θc, περισσειας λάσσης και επανακυκλοφορίας
- στην φιλοσοφία επιλογής των βασικών λειτουργικών παραμέτρων
- στην αντιμετώπιση εκτάκτων καταστάσεων και στην προστασία της βιομάζας

4.5.2. Οι εκτιμήσεις των F/M, θc, περισσειας λάσσης και επανακυκλοφορίας

1. Ο λόγος F/M, τροφής ανά ημέρα ανά μάζα μικροοργανισμών αναφερόμενοι στο σχήμα 4.6., ο λόγος F/M εκτιμάται από την σχέση

$$F/M = \frac{Q S_0}{V T S_r}, \text{ kg BOD}_5/\text{kg MLSS ημέρα}$$

όπου

Q, m³ λυμάτων ανά ημέρα στην είσοδο της δεξαμενής

S₀, kg BOD₅/m³ των λυμάτων εισόδου

T S_r, kg MLSS/m³ δεξαμενής

V, m³ δεξαμενής αερισμού

Στον λόγο αυτό, εκείνο που χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στην εκτίμηση είναι το γινόμενο Q * S₀.

Στον όρο Q S₀ πρέπει να συμπεριληφθούν όλα τα φορτία που συγκεντρώνονται στην εγκατάσταση, όπως βοθρολύματα και βιομηχανικά απόβλητα.

Ο υπεύθυνος λειτουργίας πρέπει να εκτιμήσει το συνολικό φορτίο εισόδου, σύμφωνα με τις συγκεκριμένες συνθήκες της εγκατάστασής του.

Η μέτρηση των στερεών T S_r μπορεί να γίνεται τουλάχιστον μία φορά στις 3 μέρες.

Παράδειγμα εκτίμησης του F/M
(εγκατάσταση παρατεταμένου αερισμού)

Έστω:

Λύματα εισόδου Q = 8.500 m³/μέρα

BOD₅ λυμάτων = 0,38 kg BOD/m³

Βοθρολύματα = 120 m³/μέρα

BOD₅ βοθρολυμ. = 1,4 kg BOD/μέρα

Όγκος δεξαμενής = 11.000 m³

MLSS δεξαμενής = 3,5 kg/m³

$$F/M = \frac{8.500 \times 0,38 + 120 \times 1,4}{11.000 \times 3,5} = \frac{3.398}{38.500} = 0,088$$

Ο υπεύθυνος λειτουργίας δεν μπορεί να επέμβει στην διαμόρφωση του όρου Q*S₀, αλλά μόνο του όρου V T S_r.

Διαμόρφωση του F/M γίνεται μόνο μεταβάλλοντας το M

Προσοχή:

Όταν η λάσση είναι διογκωμένη τότε στον όρο V T S_r πρέπει να συμπεριλάβουμε και τη βιομάζα καθιζητήρων.

2. Εκτίμηση της ηλικίας των λασπών θ_c

Η ηλικία θ_c εκτιμάται από την παρακάτω σχέση (δλ. σχήμα 4.6.)

$$\theta_c = \frac{V \text{ TSr}}{Q_w \text{ TSu} + (Q - Q_w) \text{ TSe}}, \text{ ημέρες}$$

όπου

- Q_w , η περίσσεια (πέταγμα) της λάσπης $\text{m}^3/\text{μέρα}$
 TSu , τα MLSS στην επανακυκλοφορία, $\text{kg MLSS}/\text{m}^3$
 TSe , $\text{kg SS}/\text{m}^3$ στην έξοδο

Παράδειγμα εκτίμησης του θ_c

Έστω:

ότι ισχύουν τα δεδομένα του παραδείγματος εκτίμησης του F/M :

επίσης ότι

Το ημερήσιο πέταγμα λάσπης, $Q_w = 450 \text{ m}^3/\text{μέρα}$

MLSS στην επανακυκλοφορία, $\text{TSu} = 5,1 \text{ kg}/\text{m}^3$

SS στην έξοδο, $\text{TSe} = 0,012 \text{ kg}/\text{m}^3$

$$\theta_c = \frac{V \text{ TSr}}{Q_w \text{ TSu} + (Q - Q_w) \text{ TSe}}$$

$$\theta_c = \frac{11.000 * 3,5}{450 * 5,1 + (8.500 + 120 - 450) * 0,012} = 16,08$$

$$\theta_c = 16,08 \text{ ημέρες}$$

Ας σημειωθεί ότι ο όρος $(Q-Q_w)*\text{TSe}$ στον παρονομαστή είναι συνήθως, όταν η εγκατάσταση δεν έχει προβλήματα, περίπου 5% του όρου $Q_w*\text{TSu}$ και μπορεί έτσι να παραληφθεί.

Όταν η λάσπη είναι διογκωμένη τότε στον όρο $V*\text{TSr}$ πρέπει να συμπεριλάβουμε και τη βιομάζα καθιζητήρων.

Την ηλικία των λασπών μπορεί να διαμορφώσει ο λειτουργός της εγκατάστασης μεταβάλλοντας την παροχή της περίσσειας Q_w

Για να γίνει η εκτίμηση της ηλικίας των λασπών, απαιτείται η γνώση της παροχής Q_w και της συγκέντρωσης των στερεών TSu .

Ενώ η εκτίμηση της παροχής Q_w μπορεί να γίνει με πολύ καλή αξιοπιστία, η συγκέντρωση TSu δεν είναι σταθερή και εξαρτάται από το ρυθμό της επανακυκλοφορίας.

Για το λόγο αυτό, η παροχή της επανακυκλοφορίας πρέπει να τηρείται, όσο το επιτρέπουν οι άλλες λειτουργικές συνθήκες, σταθερή.

Η μέτρηση της συγκέντρωσης των λασπών στην επανακυκλοφορία πρέπει να γίνεται τουλάχιστον μέρα πάρα μέρα.

3. Εκτίμηση της παροχής της περίσσειας

Η παροχή της περίσσειας Q_w εκτιμάται σχετικά εύκολα και με αξιοπιστία, από τους ωρομετρητές και την παροχή της αντλίας της περίσσειας.

Παράδειγμα

Έστω ότι η αντλία της περίσσειας έχει παροχή 30 m³/h και έστω ότι έχει ρυθμισθεί να λειτουργεί 15 min και να σταματά 5 min. Τότε το πέταγμα της λάσπης είναι:

$$15/(15 + 5)*24*30 = 540 \text{ m}^3/\text{μέρα}$$

Η αντλία της περίσσειας λάσπης πρέπει να εργάζεται καθόλο το 24ωρο, όσο το δυνατόν χρονικά πιό ομοιόμορφα.

Πέταγμα της λάσπης μία φορά την ημέρα ή δίαια αφαίρεση στερεών από το σύστημα αποτελούν μεθόδους τεχνολογικά απαράδεκτες.

Παράδειγμα καθορισμού της παροχής Q_w της περίσσειας για την επίτευξη συγκεκριμένης ηλικίας λάσπης

Έστω ότι η εγκατάσταση εργάζεται με ηλικία λασπών θ_c = 16 ημέρες, σύμφωνα με τα δεδομένα του προηγούμενου παραδείγματος, δηλαδή

Όγκος δεξαμενής, V	= 11000 m ³
MLSS δεξαμενής, TSr	= 3,5 kg/m ³
Το ημερήσιο πέταγμα λάσπης, Q _w	= 450 m ³ /μέρα
MLSS στην επανακυκλοφορία, TSu	= 5,1 kg/m ³
SS στην έξοδο, TSe	= 0,012 kg/m ³

και πρέπει να αυξηθεί η ηλικία θ_c στις 22 ημέρες.

Για να γίνει αυτό πρέπει να μειωθεί προοδευτικά η παροχή της περίσσειας.

Μία πρώτη εκτίμηση της παροχής Q_w γίνεται με τη σχέση

$$Q_w = \frac{V \text{ TSr}}{\theta_c \text{ TSu}} = \frac{11.000 * 3,5}{22 * 5,1} = 343 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

Ο υπολογισμός όμως αυτός στηρίχθηκε στις υπάρχουσες τιμές των TSr και TSu, οι οποίες αναμένεται να είναι διαφορετικές, ενώ ο λόγος TSr/TSu όχι πολύ διαφορετικός.

Η μείωση της παροχής από 450 m³/μέρα σε 340 m³/μέρα, πρέπει να γίνει σιγά - σιγά, τουλάχιστον μέσα σε μία χρονική περίοδο μιάς ηλικίας των λασπών θ_c.

Έτσι, κάθε μέρα θα μειώνεται η παροχή της αντλίας κατά (450 - 340)/16 = 6 m³/μέρα και θα γίνεται υπολογισμός του νέου θ_c κάθε 3 ημέρες, μέχρι επίτευξης της επιθυμητής τιμής.

Σημείωση:

Αν για πρακτικούς λόγους δεν είναι δυνατόν να καθορισθούν τόσο μικρές μεταβολές στην ημερήσια παροχή, τότε αυτές καθορίζονται να γίνονται μέρα πάρα μέρα.

4. Ο ρυθμός επανακυκλοφορίας R

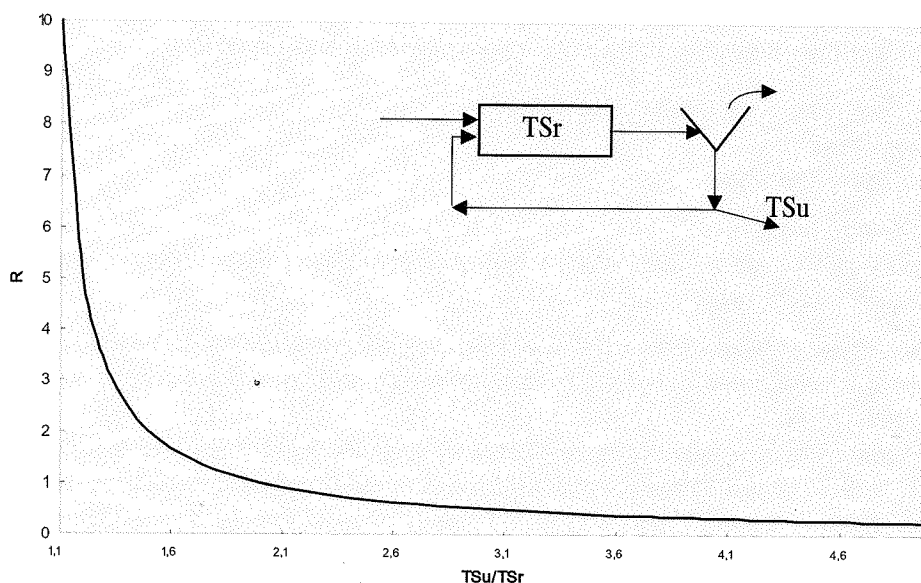
Ρυθμό επανακυκλοφορίας καλούμε το λόγο:

$$R = \text{παροχή επανακυκλοφορίας/παροχή εισόδου}$$

Ο ρυθμός R εκτιμάται από τη σχέση:

$$R = \frac{1}{\frac{\text{TSu}}{\text{TSr}} - 1}$$

Το γράφημα του R συναρτήσει του λόγου T_{Su}/T_{Sr} δίνεται κατωτέρω.



Σχήμα 4.30.: Ο ρυθμός R, συναρτήσει του λόγου T_{Su}/T_{Sr}

Ποιά είναι η σημασία του R για το λειτουργό μιάς εγκατάστασης;

Γνωρίζοντας το R, μπορούμε τότε να ελέγξουμε:

1. Αν η δευτεροβάθμια καθίζηση εργάζεται σε υδραυλική φόρτιση μικρότερη της μέγιστης επιτρεπόμενης. Η υδραυλική φόρτιση είναι ο λόγος $Q (R + 1)/A$, όπου A, η επιφάνεια της δευτεροβάθμιας καθίζησης.

Αν η φόρτιση αυτή ξεπεράσει τη μέγιστη τιμή, τότε η λάσπη μέσα στον καθιζητήρα παρασύρεται προς την υπερχείλιση. Η μέγιστη τιμή της φόρτισης δίδεται από τον κατασκευαστή του καθιζητήρα ή ευρίσκεται από την πράξη. Το σημείο αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία, όταν η λάσπη είναι διογκωμένη.

2. Τον υδραυλικό χρόνο παραμονής των λασπών μέσα στην δεξαμενή αερισμού ή σε άλλα τμήματα της εγκατάστασης όπως σε επιλογέα, ανοξική ζώνη κ.λ.π.

Βλέπε παράγραφο 4.3.5.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΟΨΗΣ ΤΩΝ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ & ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
MLSS στη δεξαμενή αερισμού	κάθε 3 μέρες	οπτικά κάθε μέρα
MLSS στην επανακυκλοφορία	κάθε 2 μέρες	κάθε μέρα αν είναι δυνατόν
Ηλικία λασπών, θ_c	κάθε εβδομάδα	συχνότερα αν απαιτείται
Φόρτιση F/M	κάθε εβδομάδα	συχνότερα αν απαιτείται
Ρυθμός R	όταν απαιτείται	

4.5.3. Η φιλοσοφία της επιλογής των λειτουργικών παραμέτρων και η αριστοποίηση της λειτουργίας

Στην παράγραφο αυτή, θα δούμε πώς εφαρμόζονται στην πράξη, όλα αυτά που αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια.

Ο υπεύθυνος λειτουργίας της εγκατάστασης πρέπει να έχει πάντα στο νου του 3 πράγματα:

1. Επίτευξη επιθυμητής ποιότητας νερών της εκροής
2. Χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας
3. Διατήρηση σταθερών συνθηκών λειτουργίας και ισορροπιών του συστήματος

Θα αναφερθούμε γενικά σε 2 κατηγορίες εγκαταστάσεων:

- α. Χαμηλού φορτίου
- β. Παρατεταμένου αερισμού

α. Εγκαταστάσεις χαμηλού φορτίου

Επειδή όσο η φόρτιση είναι μεγαλύτερη, τόσο οι βιολογικές αντιδράσεις είναι ταχύτερες και η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας είναι χαμηλότερη:

Επιλέγουμε τη μέγιστη φόρτιση F/M ή αλλιώς την ελάχιστη ηλικία των λασπών θ_c , στην οποία η εγκατάσταση επιτυγχάνει την επιθυμητή ποιότητα εκροής, ήτοι σε BOD , NH_4-N και NO_3-N .

Αν για παράδειγμα, η εγκατάσταση εργάζεται σε φόρτιση $F/M = 0.1$ και η εκροή είναι $BOD = 5 \text{ mg/l}$ και $NH_4-N = 0,3 \text{ mg/l}$, ενώ οι προδιαγραφές ποιότητας του νερού είναι $BOD = 15 \text{ mg/l}$ και $NH_4-N = 1 \text{ mg/l}$, τότε αυξάνουμε προοδευτικά την φόρτιση και επιτρέπουμε την αύξηση των τιμών BOD και NH_4-N μέχρι το επιτρεπόμενο όριο.

Στο νέο σημείο λειτουργίας, η εγκατάσταση θα εργάζεται:

- σε υψηλότερους βιολογικούς ρυθμούς
- με χαμηλότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας
- σε κατάσταση που θα αντέχει καλύτερα στις υπερφορτίσεις

Προσοχή:

Το συνολικό BOD συνιστάται από το διαλυτό BOD και αυτό που οφείλεται στα αιωρούμενα στερεά. Το διαλυτό BOD είναι αυτό που επηρεάζεται από τις μεταβολές της φόρτισης.

Επίσης

Η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας μειώνεται όσο μειώνεται η συγκέντρωση του διαλυτού οξυγόνου στη δεξαμενή αερισμού

και

μπορεί να μειωθεί περαιτέρω αν αριστοποιηθεί η διεργασία της απονιτροποίησης στις δεξαμενές αερισμού.

Επιλογή των λειτουργικών παραμέτρων σε bulking

Τα παραπάνω ισχύουν για λειτουργία σε όλο το χρόνο, χειμώνα - καλοκαίρι και χωρίς λειτουργικά προβλήματα. Το σημαντικότερο πρόβλημα που απαιτεί αλλαγή στη φιλοσοφία λειτουργίας είναι η διόγκωση της λάσπης.

Η αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού εξαρτάται από τη φύση των νηματοειδών που έχουν αναπτυχθεί.

β. Εγκαταστάσεις παρατεταμένου αερισμού

Ο υπεύθυνος λειτουργίας πρέπει να σκέφτεται:

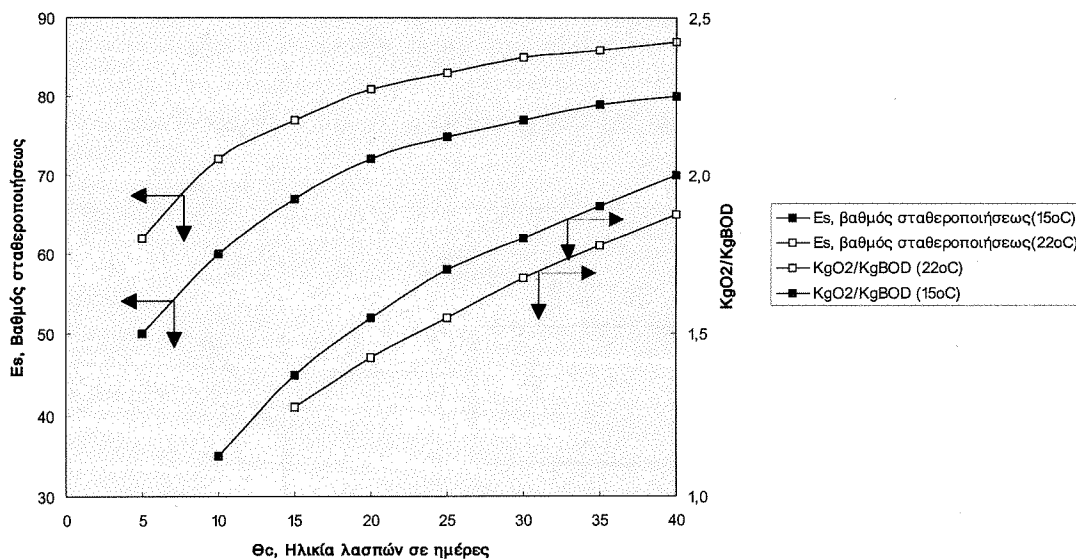
- την κατανάλωση ενέργειας
- το βαθμό σταθεροποίησης της λάσπης
- διατήρηση σταθερών συνθηκών λειτουργίας και ισορροπιών συστήματος

Το σχήμα 4.31. που παρατίθεται, δίνει την εξάρτηση των βασικών λειτουργικών παραμέτρων της εγκατάστασης, ήτοι της φόρτισης F/M , της ηλικίας των λασπών θ_c , του βαθμού σταθεροποίησης των λασπών και των απαιτήσεων σε οξυγόνο για την οξειδωση του ανθρακούχου ρύπου (kg O_2 ανά kg BOD_5 που απομακρύνεται).

Βαθμό σταθεροποίησης των λασπών Es , καλούμε το ποσοστό της σταθεροποίησης σε σχέση με τη σταθεροποίηση που επιτυγχάνεται στην ιδεατή περίπτωση που η ηλικία των λασπών είναι αριθμός άπειρος. Όσο μεγαλύτερη είναι η ηλικία θ_c τόσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός σταθεροποίησης, αλλά και τόσο μεγαλύτερη η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας.

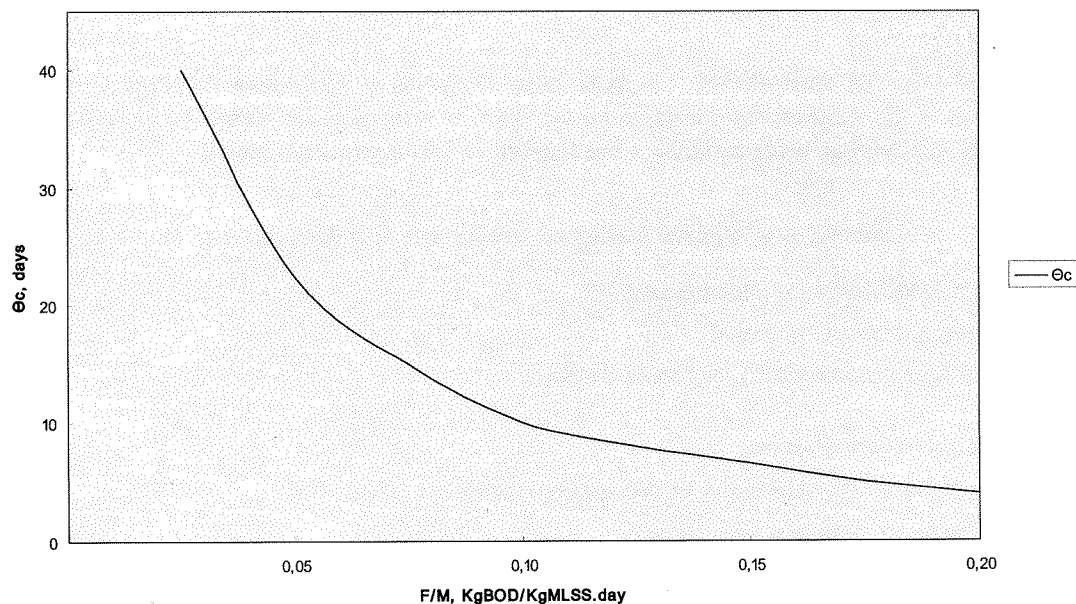
Ο βαθμός σταθεροποίησης μπορεί να μετρηθεί με αξιοπιστία μέσω του ειδικού ρυθμού ανάληψης οξυγόνου (Specific Oxygen Uptake Rate).

Αλλά, σε μικρές μονάδες ο καθορισμός των λειτουργικών συνθηκών γίνεται με τη φόρτιση και την ηλικία των λασπών.



Σχήμα 4.31.: ΠΑΡΑΤΕΤΑΜΕΝΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ. Ο βαθμός σταθεροποίησης των λασπών, η απαίτηση σε οξυγόνο για οξείδωση του ανθρακούχου ρύπου, συναρτήσει της ηλικίας των λασπών.

Σχέση Ηλικίας (θ_c) και Φόρτισης Ιλύος (F/M)



$$TSo/So = 1.2$$

όπου: $TSo = Kg \text{ SS}/m^3$ $So = Kg \text{ BOD}/m^3$

Σχήμα 4.31.: ΠΑΡΑΤΕΤΑΜΕΝΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ. Ο βαθμός σταθεροποίησης των λασπών και η απαίτηση σε οξυγόνο για οξείδωση του ανθρακούχου ρύπου συναρτήσει της ηλικίας των λασπών

Από το σχήμα συμπεραίνεται ότι:

Το χειμώνα, η άριστη ηλικία θ_c , στην οποία ο βαθμός σταθεροποίησης είναι ικανοποιητικός (75%), λαμβάνοντας υπόψη και τις απαιτήσεις σε οξυγόνο, είναι η ηλικία των 25 ημερών ή F/M περίπου 0,05.

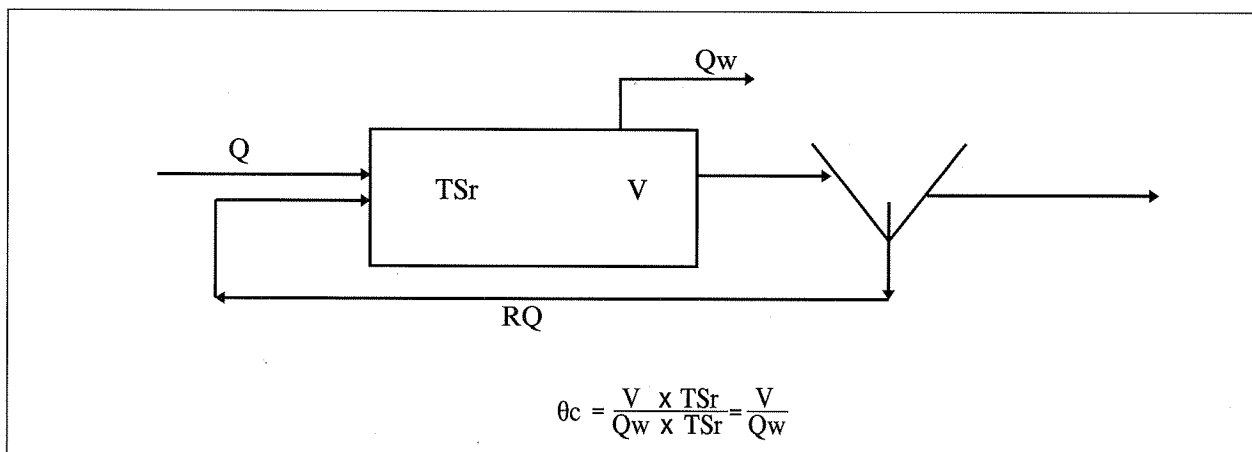
Το καλοκαίρι, η άριστη ηλικία θ_c λειτουργίας είναι 15 ημέρες ή F/M περίπου 0,07.

Τα παραπάνω συμπεράσματα αφορούν εγκαταστάσεις στις οποίες η σχέση S_o/TSo είναι περίπου 1 (περίπτωση στην οποία εργάζονται οι περισσότεροι παρατεταμένοι αερισμοί στην Ελλάδα).

Πρακτικά όμως, η δυσκολία που υπάρχει στην αξιόπιστη εκτίμηση της φόρτισης F/M ή της ηλικίας θ_c των λασπών, γίνεται στις εγκαταστάσεις παρατεταμένου αερισμού ακόμη πιο δύσκολη.

Τούτο οφείλεται στη σχέση της θ_c συναρτήσει του F/M , στην οποία, η ηλικία θ_c μεταβάλλεται υπερβολικά σε πολύ μικρές μεταβολές της φόρτισης F/M .

Η δυσκολία αυτή ξεπερνιέται, αν το πέταγμα της λάσπης γίνεται μέσα από τη δεξαμενή αερισμού.



Στην περίπτωση αυτή, η ηλικία της λάσπης εκτιμάται από το λόγο V/Q_w , και δεν επηρεάζεται από άλλα μεγέθη.

Προσοχή:

Για τη μείωση της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας, ο λειτουργός της εγκατάστασης πρέπει να αριστοποιήσει την απόδοση της απονιτροποίησης. Έτσι, το καλοκαίρι π.χ. μπορεί να μετατρέψει τμήματα της δεξαμενής αερισμού σε ανοξικές ζώνες, σταματώντας τη λειτουργία αεριστήρων.

4.5.4. Οι έκτακτες καταστάσεις στο αερόβιο βιολογικό στάδιο και η προστασία της βιομάζας

Θα γίνει αναφορά στις παρακάτω περιπτώσεις:

- διακοπή ηλεκτρικού ρεύματος
- βροχολύματα/πλημμυρική τροφοδοσία σταθμού

α. Διακοπές ηλεκτρικού ρεύματος

Κάθε εγκατάσταση πρέπει να εξοπλισθεί με ένα ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος.

Στις διακοπές του ηλεκτρικού ρεύματος πρέπει:

- α. Να παύει η τροφοδοσία της μονάδας
- β. Να τίθεται σε λειτουργία το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος
- γ. Ο εξοπλισμός που θα εργάζεται θα είναι:
 - η αντλία της επανακυκλοφορίας
 - οι αεριστήρες, που θα αερίζουν εκ περιτροπής τα διάφορα τμήματα της δεξαμενής αερισμού.

Ο βαθμός επιβίωσης των μικροοργανισμών στις καταστάσεις έλλειψης οξυγόνου, εξαρτάται από τη φύση αυτών.

Όσο πιο αερόβιο είναι το περιβάλλον στο οποίο ζούν οι μικροοργανισμοί τόσο μικρότερος είναι ο χρόνος στον οποίο μπορούν να αντέξουν χωρίς οξυγόνο.

Έτσι, ενεργός ιλύς που εργάζεται σε εναλλασσόμενες αερόβιες και αναερόβιες καταστάσεις, μπορεί να επιβιώσει, μετά από κατάσταση έλλειψης οξυγόνου για 3 έως 4 ώρες περίπου. Η ίδια όμως ιλύς θα χάσει περίπου το 40-50% της δραστηριότητάς της αν μείνει χωρίς οξυγόνο από 5 έως 6 ώρες.

Ενεργός ιλύς, που εργάζεται υπό αερόβιες μόνο συνθήκες, επιβιώνει όταν η έλλειψη οξυγόνου είναι μικρότερη των 2 ωρών και χάνει περίπου το 40 - 50% της δραστηριότητάς της αν μείνει χωρίς οξυγόνο από 3 έως 4 ώρες.

6. Βροχολύματα/πλημμυρική τροφοδοσία του σταθμού

Η τροφοδοσία του σταθμού με βροχολύματα πρέπει να γίνεται με τους παρακάτω κανόνες:

- Τα βροχολύματα που δημιουργούνται με τις πρώτες βροχές, μετά από περίοδο ανομβρίας, πρέπει να εκτρέπονται του σταθμού. Ο λόγος είναι ότι οι πρώτες βροχές εκπλένουν τους δρόμους, με συνέπεια τον εμπλουτισμό των βροχολυμάτων με βαρέα μέταλλα και άλλες χημικές ουσίες.
- Σε περιπτώσεις παρατεταμένων βροχοπτώσεων, πρέπει να γίνει προσεκτική παρακολούθηση της συμπεριφοράς του σταθμού.

Παρατεταμένη τροφοδοσία του σταθμού με βροχολύματα, τα οποία συνάπτουν διαφορετική τροφή των βακτηρίων από την συνηθισμένη, μπορεί να αποτελέσει την αιτία ανάπτυξης του φαινομένου της διόγκωσης της λάσπης.

Η παρατεταμένη αυτή τροφοδοσία του σταθμού με βροχολύματα, καλό είναι να μη γίνεται πέραν ενός χρονικού διαστήματος ίσου προς το 20% της ηλικίας των βακτηρίων.

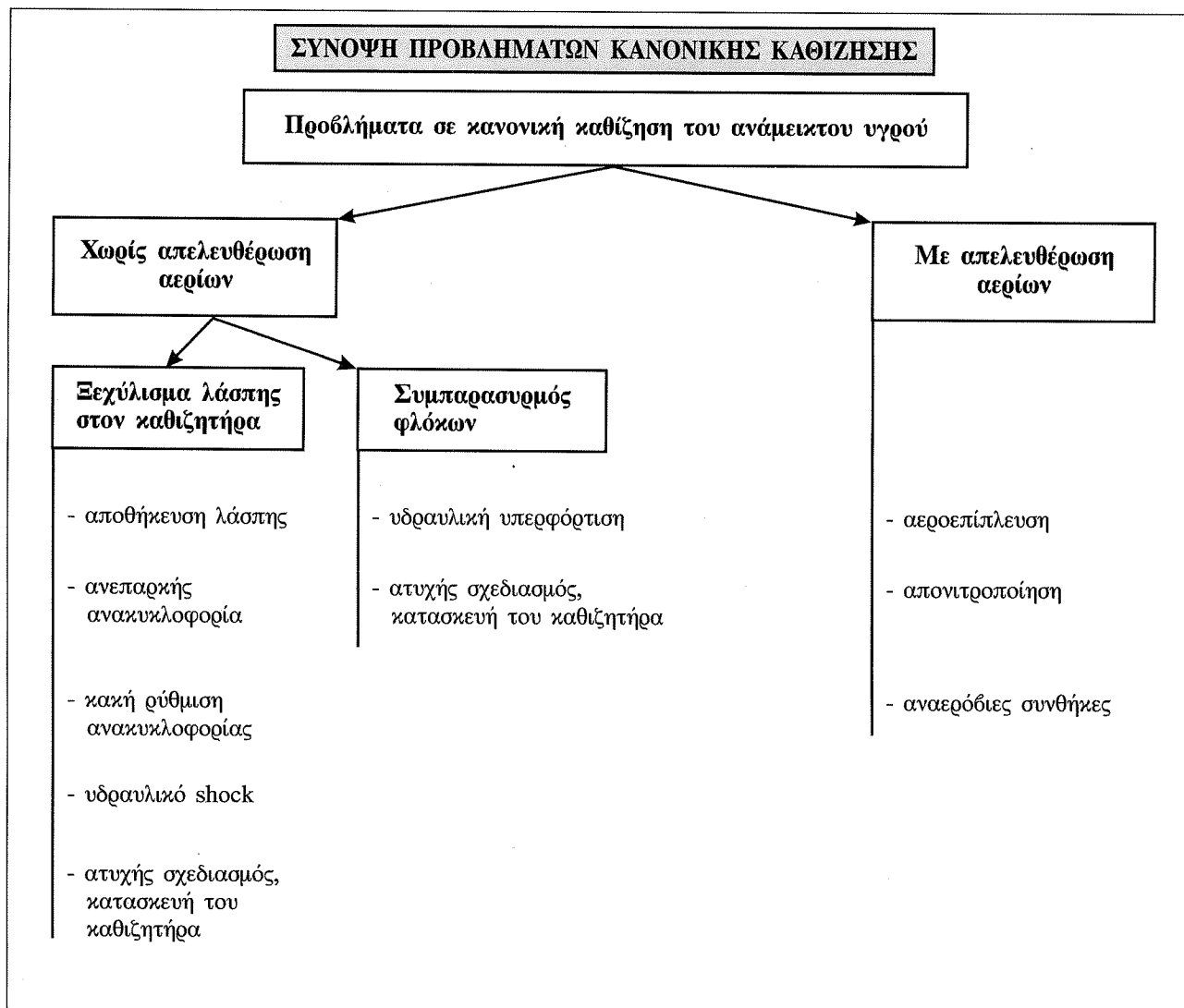
Είναι προτιμότερο, να αφήνονται νηστικά τα βακτήρια, από το να ταϊζονται επί μακρόν με ποιοτικά αλλαγμένη τροφή.

Με την ίδια τακτική αντιμετωπίζονται και οι πλημμυρικές παροχές τροφοδοσίας. Αυτές πρέπει να εκτρέπονται του σταθμού και να παρακολουθούνται στενά, γιατί μπορούν να εκτοπίσουν τη βιομάζα από τις δεξαμενές ή να μειώσουν δραματικά τον χρόνο επεξεργασίας των λυμάτων.

5. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΑΕΡΟΒΙΟΥ ΣΤΑΔΙΟΥ ΕΜΦΑΝΙΖΟΜΕΝΑ ΣΤΟΝ ΚΑΘΙΖΗΤΗΡΑ

Τα προβλήματα που εμφανίζονται στον καθιζητήρα είναι τα ακόλουθα:

1. Προβλήματα κανονικής καθίζησης
 - * χωρίς απελευθέρωση αερίων
 - * με απελευθέρωση αερίων
2. Επιπλέοντα
 - * πολλά επιπλέοντα, αφρολάσπες
 - * λίγα στερεά (λάσπη)
 - * άλλοι αφροί
3. Ανύψωση λασπών
4. Διόγκωση λάσπης (bulking)
5. Ετερογενής φλόκος
6. Άλλα φαινόμενα
 - * φλόκος στο μέγεθος κεφαλής καρφίτσας (pin point floc)
 - * αποχωρισμένος φλόκος (straggler floc)
 - * επιπλέοντα σαν στάχτες



5.1. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΕ ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΤΟΥ ΑΝΑΜΕΙΚΤΟΥ ΥΓΡΟΥ

A. ΧΩΡΙΣ ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗ ΑΕΡΙΩΝ

A1. ΞΕΧΥΛΙΣΜΑ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ ΣΤΟΝ ΚΑΘΙΖΗΤΗΡΑ

Οι πιθανότερες αιτίες του ξεχυλίσματος αυτού είναι:

A.1.1. Συσώρευση λάσπης

Περιγραφή

Συσώρευση λάσπης συμβαίνει σε μικρές συνήθως εγκαταστάσεις, οι οποίες δεν έχουν αποθηκευτή λάσπη και επιδιώκουν πάχυνση της λάσπης μέσα στη δευτεροβάθμια καθίζηση, σταματώντας την ανακυκλοφορία και το πέταγμα της περισσειας.

Η λάσπη ξεχυλίζει λόγω υπερβολικής συσώρευσης.

Αντιμετώπιση

Μία δευτεροβάθμια καθίζηση δεν πρέπει **ποτέ** να χρησιμοποιείται σαν αποθηκευτής λάσπης.

A.1.2. Ανεπαρκής ανακυκλοφορία ή έλλειψη ανακυκλοφορίας

Περιγραφή

Η ανεπαρκής ανακυκλοφορία έχει σαν συνέπεια την ανύψωση της στάθμης της λάσπης μέσα στη δευτεροβάθμια σε τέτοιο βαθμό, ώστε η λάσπη να φθάσει την υπερχειλίση.

Αντιμετώπιση

- Ελέγχουμε τη λειτουργία της αντλίας
- Ελέγχουμε μήπως η κατάθλιψη της αντλίας είναι δουλωμένη από διάφορα υλικά (στουπιά, φύλλα, υλικά της κατασκευής κ.λ.π.)
- Ρυθμίζουμε σωστά την ανακυκλοφορία

Επειδή η στάθμη της λάσπης στον καθιζητήρα κατέρχεται τη νύχτα και ανέρχεται την ημέρα, η ρύθμιση της ανακυκλοφορίας πρέπει να γίνεται στη μέγιστη ημερήσια παροχή των λυμάτων.

A.1.3. Κακή ρύθμιση της ανακυκλοφορίας

Περιγραφή

Όταν η ανακυκλοφορία της λάσπης γίνεται περιοδικά με χρονοδιακόπτη, πρέπει να ελεγχθεί η συχνότητα λειτουργίας της αντλίας και η παροχή της.

Τυχόν αυξημένη παροχή των λυμάτων κατά τον χρόνο λειτουργίας της αντλίας ανακυκλοφορίας, σηκώνει το ύψος του ανάμεικτου υγρού στις δεξαμενές και αυξάνει τη συνολική παροχή προς τον καθιζητήρα, σε σημείο, πολλές φορές να δημιουργεί απότομη υδραυλική υπερφόρτιση.

Η κατάσταση επιδεινώνεται, αν κατά το χρονικό αυτό διάστημα, γίνεται η εκκίνηση της λειτουργίας επιφανειακών αεριστήρων.

Αντιμετώπιση

Είναι κακή πρακτική η περιοδική λειτουργία της αντλίας ανακυκλοφορίας της λάσπης.

Η ανακυκλοφορία πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν ομαλά, αν είναι δυνατόν να γίνεται συνεχώς, γιατί διαφορετικά εισέρχονται στη δεξαμενή λύματα χωρίς να υπάρχει η κατάλληλη ποσότητα βιομάζας για να τα προσροφήσει.

Η ανάγκη για συνεχή λειτουργία της ανακυκλοφορίας είναι τόσο πιά επιτακτική όσο ο αντιδραστήρας είναι εμβολικής ροής.

A.1.4. Υδραυλικά shock

Περιγραφή

Υδραυλικό shock μπορεί να υποστεί ο καθιζητήρας από την εκκίνηση των αεριστήρων.

Αυτό συμβαίνει, όταν μέσα στη δεξαμενή αερισμού, πριν από τον υπερχειλιστή, δεν υπάρχει μία λάμα, η οποία αναχαίτζει το αναπτυσσόμενο απότομο κύμα και αποτρέπει τη στιγμιαία υδραυλική υπερφόρτιση του καθιζητήρα.

Αντιμετώπιση

Ελέγχουμε την ύπαρξη ή την καλή τοποθέτηση της λάμας.

A.1.5. Ατυχής σχεδιασμός η κατασκευή του καθιζητήρα

Περιγραφή

Ο ατυχής σχεδιασμός ή και η κακότεχνη κατασκευή του καθιζητήρα, έχουν σαν τελικό αποτέλεσμα, τη δημιουργία είτε υδραυλικών υπερφορτίσεων είτε τη δημιουργία εσωτερικών ρευμάτων υψηλών ταχυτήτων.

Περίπτωση στατικού καθιζητήρα χωρίς γέφυρα και ξέστρο

Όταν ο καθιζητήρας είναι μικρός, έχει πολύ μικρή κλίση των τοιχωμάτων του κώνου και ο σωλήνας προσαγωγής του ανάμεικτου υγρού στον κώνο κατεβαίνει πολύ κοντά στον πυθμένα.

Περίπτωση κυκλικού καθιζητήρα με γέφυρα και ξέστρα

- στον οποίο η κυλινδρική διάταξη από λαμαρίνα, μέσα από την οποία εισέρχεται το ανάμεικτο υγρό, είναι πολύ στενή, ώστε να δημιουργεί υψηλές ταχύτητες εισόδου.

Αντιμετώπιση

Ελέγχουμε την κυλινδρική διάταξη της εισόδου

- ο υπερχειλιστής δεν είναι καθόλο το μήκος οριζόντιος, σε βαθμό που τα νερά προτιμούν να εξέρχονται του καθιζητήρα από το χαμηλότερο σημείο του υπερχειλιστή

Αντιμετώπιση

Αν το πρόβλημα κρίνεται σοβαρό, αντικαθιστούμε ή διορθώνουμε τον υπερχειλιστή.

- θερμοκρασιακές διαφορές 1 έως 2°C, μεταξύ λάσπης του πυθμένα και των επιφανειακών νερών, είναι δυνατόν να προκαλέσουν ρεύματα μέσα στον καθιζητήρα.

Το φαινόμενο αυτό συμβαίνει, όταν υπάρχουν σημαντικές διαφορές θερμοκρασίας αέρος μεταξύ ημέρας και νύχτας και λαμβάνει χώρα συνήθως τις πρώτες ώρες της νύχτας.

A.2. ΠΑΡΑΣΥΡΜΟΣ ΦΛΟΚΩΝ

A.2.1. Υδραυλική υπερφόρτιση - Παρασυρμός μεγάλης έκτασης

Περιγραφή

Σημαντική ποσότητα βιομάζας παρασύρεται από ρεύματα του επεξεργασμένου νερού καθώς αυτό περνά τον υπερχειλιστή του καθιζητήρα.

Το τελικό επεξεργασμένο νερό είναι θολό από την παρουσία βιομάζας.

Αντιμετώπιση

Πιθανές αιτίες του φαινομένου είναι:

Υδραυλική υπερφόρτιση

- από πολύ μεγάλη παροχή λυμάτων π.χ. περίοδο βροχών ακατάστατη και μη ελεγχόμενη τροφοδοσία του σταθμού από τα αντλιοστάσια της πόλης
- η δεξαμενή της δευτεροβάθμιας καθίζησης είναι ανεπαρκής και είναι υποδιαστασιοποιημένη.

Ελέγχουμε την ταχύτητα ανόδου των ρευμάτων μέσα στον καθιζητήρα, ώστε στο μέγιστο της υδραυλικής φόρτισης, να μην υπερβαίνει την τιμή 0,8 m/s.

Σε περίπτωση παρατεταμένου αερισμού, η ταχύτητα αυτή πρέπει να είναι μικρότερη.

A.2.2. Ατυχής σχεδιασμός του καθιζητήρα - Η βιομάζα παρασύρεται κοντά στον υπερχειλιστή

Αντιμετώπιση

Το φαινόμενο μάλλον οφείλεται στην κακή θέση της λάμας που είναι πριν από τον υπερχειλιστή.

Η λάμα πρέπει να είναι μόλις 10 έως 15 cm βυθισμένη μέσα στο νερό και σε απόσταση από τον υπερχειλιστή 25 έως 50 cm.

B. ΜΕ ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗ ΑΕΡΙΩΝ

B.1. ΑΕΡΟΕΠΙΠΛΕΥΣΗ

Περιγραφή

Η αεροεπίπλευση είναι το φαινόμενο κατά το οποίο λάσπες από το ανάμεικτο υγρό επιπλέουν στη δευτεροβάθμια καθίζηση.

Αιτία

Αιτία του φαινομένου αυτού είναι ο αέρας, που έχει εγκλωβισθεί μέσα στο ανάμεικτο υγρό και ο οποίος δεν έχει προλάβει να απελευθερωθεί, αμέσως μετά την έξοδο του ανάμεικτου υγρού από τη δεξαμενή αερισμού προς τον καθιζητήρα.

Ο αέρας αυτός πρέπει να απελευθερωθεί στο κανάλι, που ευρίσκεται αμέσως μετά τη δεξαμενή αερισμού προς τον καθιζητήρα. Αν η απελευθέρωση αυτή δεν συμβεί στο σημείο αυτό, τότε λαμβάνει χώρα μέσα στον αγωγό από δεξαμενή αερισμού μέχρι τον καθιζητήρα, με αποτέλεσμα την ανύψωση μαζών του ανάμεικτου υγρού, οι οποίες επιπλέουν στον καθιζητήρα σαν αφρολάσπες.

Το φαινόμενο επιτείνεται όταν υπάρχουν λίπη και ενεργά επιφανειακές ουσίες ως επίσης και ορισμένα νηματοειδή όπως τα βακτήρια *Microthrix Parvicella* και *Nocardia*.

Επίσης προκαλείται από την αναρρόφηση αέρα, σε μερικές διατάξεις, στις οποίες οδηγείται το ανάμεικτο υγρό, ευθύς μόλις εξέλθει από τη δεξαμενή αερισμού (σπειροειδής αναρρόφηση).

Αντιμετώπιση

Για την αποτελεσματική απομάκρυνση του αέρα από το ανάμεικτο υγρό, αμέσως μετά την έξοδό του από τη δεξαμενή αερισμού, απαιτείται κανάλι με επιφάνεια ενός (1) τετραγωνικού μέτρου ανά 120 m³/h παροχής.

B.2. ΖΥΜΩΣΕΙΣ/ΕΚΛΥΣΕΙΣ ΑΕΡΙΩΝ

B.2.1. Απονιτροποίηση

Περιγραφή

Κατά την απονιτροποίηση, η λάσπη συσσωρεύεται στην επιφάνεια του καθιζητήρα, αφού φλόκοι μικρής διαμέτρου, μικρότεροι από 1cm, ανέρχονται από τον πυθμένα προς τα επάνω, με τη βοήθεια λεπτών φυσαλίδων αζώτου που είναι εγκλωβισμένοι σε αυτούς.

Οι επιπλέουσες λάσπες προερχόμενες από απονιτροποίηση, διαφέρουν οπτικά από τις αφρολάσπες λόγω αεροεπίπλευσης ή από bulking γιατί μοιάζουν με ανάμεικτο υγρό.

Αιτία

Η απονιτροποίηση για να πραγματοποιηθεί απαιτεί περιβάλλον χωρίς οξυγόνο, απαιτεί οργανικό άνθρακα και την παρουσία νιτρικών.

Ο οργανικός άνθρακας μπορεί να ευρίσκεται σε οργανικές ενώσεις, που δεν έχουν απομακρυνθεί από το αερόδιο βιολογικό στάδιο (σε χαμηλή απόδοση αυτού), ή να ευρίσκεται σε νεκρά κύτταρα μικροοργανισμών.

Η αντίδραση της απονιτροποίησης είναι ταχύτερη σχετικά με την αντίδραση της νιτροποίησης και εξαρτάται από τη συγκέντρωση του οργανικού άνθρακα και των νιτρικών.

Οι εγκαταστάσεις που έχουν υψηλή απόδοση σε αφαίρεση οργανικού άνθρακα και αζώτου δεν εμφανίζουν αυτό το φαινόμενο.

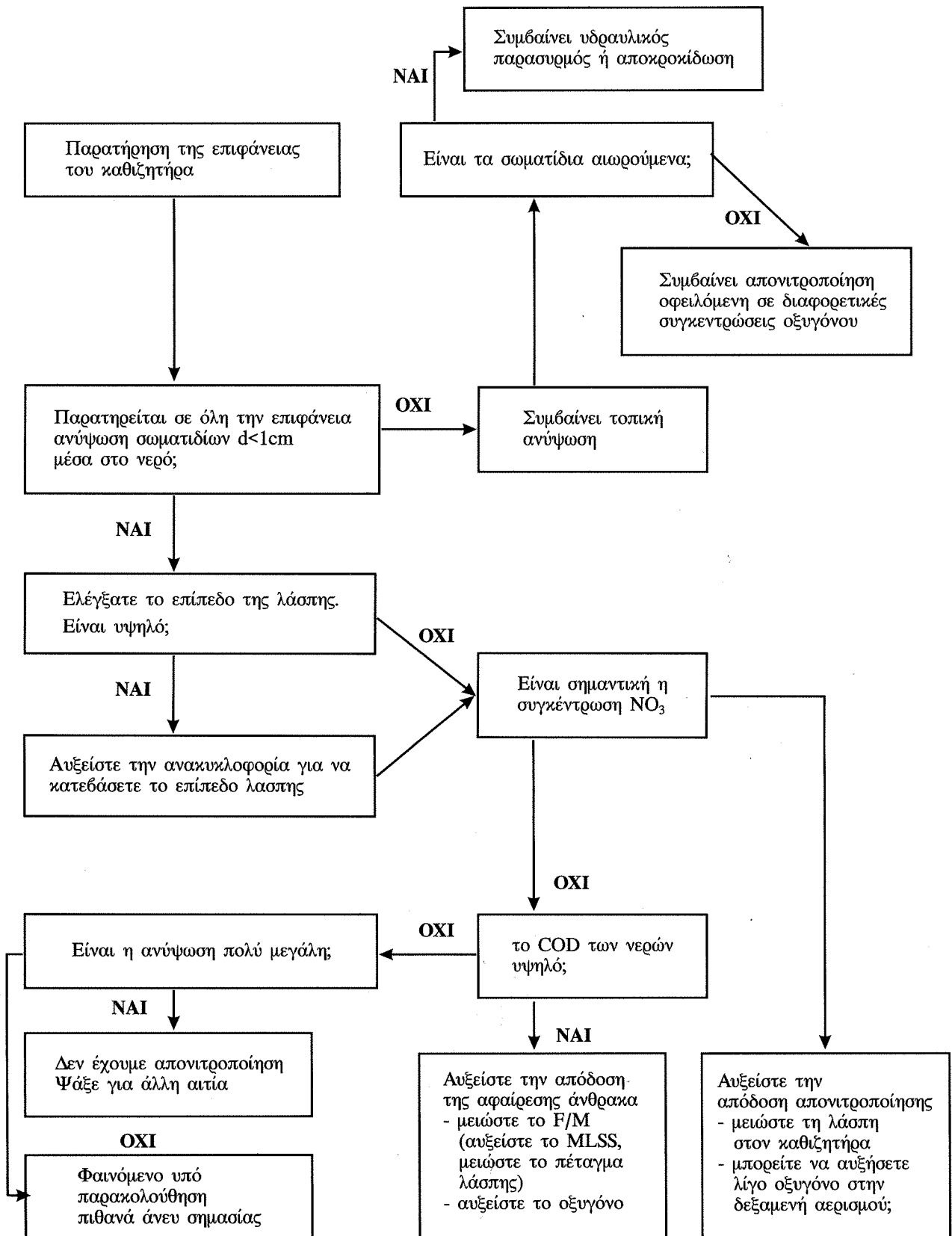
Η απονιτροποίηση συμβαίνει στη δεξαμενή αερισμού και στον καθιζητήρα. Στη δεξαμενή αερισμού συμβαίνει συνήθως στα σημεία εκείνα της δεξαμενής που η συγκέντρωση του οξυγόνου είναι μηδενική. Η απονιτροποίηση λαμβάνει χώρα, πολλές φορές, και μέσα στον φλόκο, παρουσία οξυγόνου στο ανάμεικτο υγρό, αν η δομή του φλόκου είναι τέτοια που δεν επιτρέπει τη διάχυση του οξυγόνου μέσα σε αυτόν.

Μεγάλο ύψος της λάσπης στον καθιζητήρα σε συνδυασμό με νιτρικά και υψηλή θερμοκρασία συντελούν στο φαινόμενο αυτό.

Αντιμετώπιση

Η αντιμετώπιση φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ & ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ



B.2.2. Επικαθίσεις μέσα στη δεξαμενή αερισμού

Περιγραφή και αιτία

Οι επικαθίσεις δημιουργούνται από:

- ανεπαρκή ανάδευση του ανάμεικτου υγρού από τον εξοπλισμό αερισμού
- ατυχή διαστασιολόγηση των δεξαμενών
- δημιουργία συσσωματωμάτων με υλικά που εισέρχονται στη μονάδα με τα λύματα

Μέσα στη λάσπη των επικαθίσεων, δημιουργούνται αέρια από τις αναερόβιες διεργασίες, που λαμβάνουν χώρα. Τα αέρια αποκολλούν τις λάσπες αυτές από τον πυθμένα και τις ανυψώνουν μέχρι την επιφάνεια των δεξαμενών, όπου και επιπλέουν.

Το χρώμα αυτών των λασπών είναι φυσικά σκούρο γκριζο ή μαύρο.

Αντιμετώπιση

Η ύπαρξη επικαθίσεων διαπιστώνεται με ένα μεταλλικό κοντάρι, δια εμβαπτυσέως του στα ύποπτα σημεία της δεξαμενής.

Σε περίπτωση επικαθίσεων τοποθετείται εξοπλισμός συμπληρωματικής ανάδευσης ή οξυγόνωσης της λάσπης.

B.3. ANAEROBIES ZYMOSEIS STON KATHIZHTHRA

Περιγραφή

Στην περίπτωση αυτή, η λάσπη ανυψώνεται κατά συσσωματώματα μήκους 1 cm έως 30 cm.

Το χρώμα των συσσωματωμάτων είναι γκριζο σκούρο προς το μαύρο.

Το χρώμα αυτό είναι ενδεικτικό των αναερόβιων συνθηκών (σχηματισμός θειούχων). Οι αναερόβιες αντιδράσεις επιταχύνονται από τις υψηλές θερμοκρασίες.

Οι λόγοι για τους οποίους δημιουργούνται οι επικαθίσεις αυτές στους παρακάτω καθιζητήρες, είναι οι ακόλουθοι:

B.3.1. Κωνικοί/στατικοί καθιζητήρες

Η συσώρευση λασπών μπορεί να οφείλεται:

- * στην απουσία ξέστρου
- * στο ότι δεν γίνεται το πέταγμα της λάσπης
- * στην κακοτεχνία του καθιζητήρα, που συνήθως εντοπίζεται στη μικρή κλίση του κώνου

B.3.2. Καθιζητήρες με ξέστρα

Η πιθανότερη αιτία είναι κάποια ζημιά στα μπράτσα ή στις λάμες του ξέστρου.

Ελέγχουμε κατασκευαστικά το ύψος των λαμών και τη διαδρομή των επάνω στον πυθμένα.

Εκκενώνουμε και επιθεωρούμε τον καθιζητήρα κάθε 2 ή 3 χρόνια.

B.3.3. Καθιζητήρες που αναρροφούν τη λάσπη

Στους καθιζητήρες αυτούς το πρόβλημα δημιουργείται από κακή ρύθμιση των σωλήνων αναρρόφησης.

Αντιμετώπιση

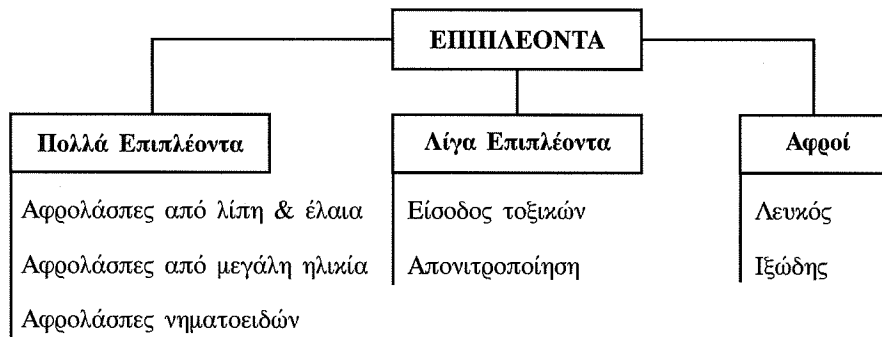
Οι σωλήνες αναρρόφησης πρέπει να ρυθμίζονται στη μέγιστη παροχή των λυμάτων.

Ελέγχουμε τακτικά τις εμβαπτιζόμενες σωλήνες τις αναρρόφησης για τυχόν σπάσιμο ή διάβρωση.

Ο φυσητήρας εκκίνησης της αναρρόφησης πρέπει να είναι πάντοτε σε κατάσταση ετοιμότητας.

5.2. ΕΠΙΠΛΕΟΝΤΑ

Τα προβλήματα από τα επιπλέοντα στον καθίζητjρα ταξινομούνται στις παρακάτω περιπτώσεις.



5.2.1. Πολλά Επιπλέοντα - Αφρολάσπες

α. Αφρολάσπες από λίπη και έλαια

Περιγραφή

Τα λίπη και τα λάδια των λιμάτων, που φθάνουν στις δεξαμενές αερισμού, αναμειγνύονται με ανάμεικτο υγρό και με αέρα, δημιουργούν επιπλέοντα γαλακτώματα.

Τα γαλακτώματα αυτά, που ονομάζουμε αφρολάσπες, έχουν ελαιώδη εμφάνιση.

Μία επικάλυψη των δεξαμενών αερισμού με αφρολάσπες, κατά 10 έως 15% της επιφάνειάς τους είναι κάτι φυσιολογικό.

Κίνδυνοι

- Οι αφρολάσπες αυτές συνήθως, το καλοκαίρι, δεν δημιουργούν προβλήματα καθίζησης, αλλά αισθητικής.
- Πολλές φορές μέσα σε αυτές αναπτύσσονται νηματοειδή όχι ιδιαίτερα επικίνδυνα.
- Αποτελούν όμως σοβαρότατο κίνδυνο για τη λειτουργία των δεξαμενών τον χειμώνα, επειδή αποτελούν υπόστρωμα ανάπτυξης του νηματοειδούς βακτηρίου *Microthrix Parvicella*.

Αντιμετώπιση/Ενέργειες

- Έλεγχος των αποβλήτων που διατίθενται στον υπόνομο από βιομηχανίες, όπως αλλαντοποιεία, μαγειρεία, σφαγεία, βιομηχανίες κρέατος κ.λπ.
- Έλεγχος/παρακολούθηση και αποκατάσταση της καλής λειτουργίας των λιποπαγίδων και των ξέστρων λιποσυλλογής.
- Άμεση απομάκρυνση των αφρολασπών την περίοδο του χειμώνα (κίνδυνος ανάπτυξης νηματοειδών)

β. Αφρολάσπες από ηλικιωμένη λάσπη

Περιγραφή

Οι επιπλέοντες αφρολάσπες, αυτής της περίπτωσης, έχουν χρώμα σκούρο καστανό, το οποίο οφείλεται σε λάσπες σταθεροποιημένες μεγάλης ηλικίας.

Στο σχηματισμό αυτών των αφρολασπών συντελούν επίσης τα υπάρχοντα στα λύματα λίπη και απορρυπαντικά.

Όταν το χρώμα των αφρολασπών είναι καστανόξανθο, τότε μέσα στις αφρολάσπες έχουμε ανάπτυξη των νηματοειδών *Nocardia* ή *Microthrix Parvicella*.

Αν το χρώμα των αφρολασπών είναι ανοικτόξανθο και υπάρχουν τα παραπάνω νηματοειδή, τότε οι λάσπες έχουν μικρή σχετικά ηλικία και πρέπει να γίνουν ενέργειες για αύξηση της ηλικίας των.

Αντιμετώπιση

- Αφρολάσπες χωρίς νηματοειδή: σπάσιμο του αφρού με ψεκασμό νερού.
- Αφρολάσπες με νηματοειδή: κατεπίγουσα απομάκρυνση των αφρολασπών.

5.2.2. Ολίγα Επιπλέοντα

α. Επιπλέουσες λάσπες από είσοδο τοξικών

Περιγραφή

Όταν στην εγκατάσταση έχουμε είσοδο τοξικών ουσιών, τότε στον καθιζητήρα και στο τεστ καθίζησης στο χημείο, παρατηρούμε επιπλέουσα λάσπη.

Η λάσπη αυτή δημιουργείται από νεκρά βακτήρια, τα οποία δεν μπορούν να συγκροτήσουν τον φλόκο, ο οποίος αποσταθεροποιείται και αποβάλλεται από το σώμα της λάσπης.

Αντιμετώπιση

- Ελέγχουμε την ποιότητα των εισερχομένων βοθρολυμάτων.
- Ελέγχουμε τις βιομηχανικές αποχετεύσεις στο δίκτυο υπονόμων.

β. Απονιτροποίηση

Περιγραφή

Αυτή γίνεται σε προηγούμενο σημείο αυτού του κεφαλαίου.

Αναγνώριση του φαινομένου

Οι επιπλέουσες λάσπες που οφείλονται σε απονιτροποίηση αναγνωρίζονται ως εξής:

Συλλέγουμε λίγα επιπλέοντα από τη δεξαμενή καθίζησης και τα ανακατεύουμε με κανονική λάσπη σε ένα κύλινδρο καθίζησης. Αν μετά την ηρεμία, τα επιπλέοντα εξαφανισθούν, δηλαδή συγχωνευθούν με την άλλη λάσπη, τότε τα επιπλέοντα προέρχονται από απονιτροποίηση, αλλιώς μάλλον από τοξικά.

Κατά την ανάδευση απελευθερώνεται το άζωτο μέσα από τις λάσπες, οι οποίες στη συνέχεια συγκολλούνται με τις υπόλοιπες.

5.2.3. Διάφοροι άλλοι αφροί

Υπάρχουν και άλλες περιπτώσεις αφρών που δεν περιγράφησαν μέχρι τούδε.

Λευκός αφρός, ογκώδης

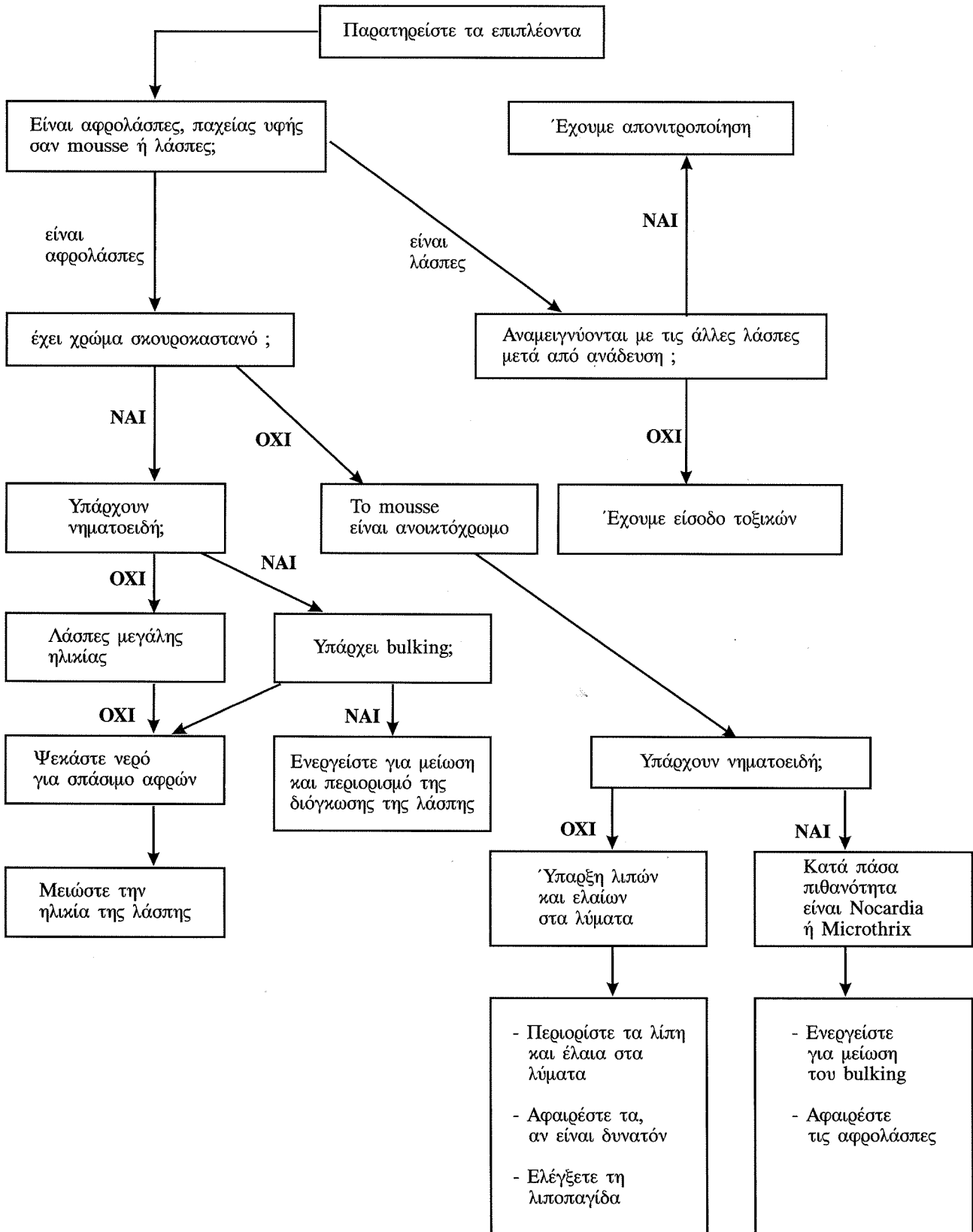
Παρατηρείται στο ξεκίνημα των εγκαταστάσεων και οφείλεται στην παρουσία επιφανειακά ενεργών χημικών ενώσεων, κυρίως απορρυπαντικών, οι οποίες δεν έχουν ακόμη αποικοδομηθεί επειδή δεν έχει αναπτυχθεί η βιομάζα.

Ο αφρός αυτός εξαφανίζεται όταν επιτευχθούν πλήρεις συνθήκες λειτουργίας.

Πυκνόρευστος, κολλώδης αφρός

Αναπτύσσεται σε συστήματα ενεργού ιλύος, όταν λείπουν θρεπτικά συστατικά. Τα βακτήρια αναπτύσσουν εξωκυτταρικά πολυμερή υλικά, στα οποία οφείλεται και αφρός (Βλέπε και ηξώδη διογκωμένη λάσπη).

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΛΕΟΝΤΩΝ ΥΑΙΚΩΝ



5.3. ΜΟΝΙΜΗ ΑΝΥΨΩΣΗ ΛΑΣΠΗΣ

5.3.1. Έλλειψη οξυγόνου/Απονιτροποίηση

Η ύπαρξη επιπλέονσας λάσπης μονίμως στην επιφάνεια του καθιζητήρα ή και η άμεση ανύψωση αυτής στον κύλινδρο του χημείου, σημαίνει απονιτροποίηση λόγω έλλειψης οξυγόνου.

Αιτία

Αυτή είναι κυρίως, όπως αναφέρθηκε, η έλλειψη οξυγόνου, είτε μέσα στη δεξαμενή αερισμού είτε μέσα στη δεξαμενή της καθίζησης, λόγω μεγάλου χρόνου παραμονής των λασπών σε αυτήν.

Το φαινόμενο βέβαια της απονιτροποίησης λαμβάνει χώρα όταν τα επεξεργασμένα νερά έχουν αρκετό οργανικό άνθρακα και νιτρικά.

Αντιμετώπιση

Αυξάνουμε το οξυγόνο μέσα στη δεξαμενή αερισμού προοδευτικά και παράλληλα προσπαθούμε, όπου απαιτείται, να αυξήσουμε την απόδοση της εγκατάστασης σε αφαίρεση του οργανικού άνθρακα και του αζώτου.

Εξετάζουμε και την κατάσταση του καθιζητήρα και ειδικά των ξέστρων του.

Περίπτωση που η λάσπη είναι διογκωμένη (bulking)

Τότε, η λάσπη καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος του καθιζητήρα και ο χρόνος παραμονής της μέσα στον καθιζητήρα είναι πολύ μεγάλος.

Ο μεγάλος χρόνος παραμονής επιτείνει το πρόβλημα της απονιτροποίησης και ακόμη δυσχεραίνει την καταπολέμηση του bulking σε περίπτωση που αυτό οφείλεται σε νηματοειδή που μπορούν να απονιτροποιήσουν.

Η αντιμετώπιση αναφέρεται στο πρόβλημα του bulking.

5.3.2. Είσοδος αλάτων από βιομηχανικά απόβλητα

Όταν η αλατότητα των νερών της δραστικής λάσπης αυξηθεί, από π.χ. είσοδο νερών θαλάσσης ή από βιομηχανικά απόβλητα, προκαλείται αύξηση της πυκνότητας των νερών ενδιάμεσα των φλόκων, αποκροκίδωση και τελικά ανύψωση της λάσπης.

Η αποκροκίδωση είναι ευκολότερη όσο φτωχότερα είναι τα νερά σε ασβέστιο.

Το φαινόμενο αυτό είναι μάλλον σπάνιο, γιατί παρατηρείται όταν η συγκέντρωση των χλωριόντων είναι μεγαλύτερη από 2 g/l.

5.4. ΔΙΟΓΚΩΣΗ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ (BULKING)

5.4.1. Γενικά

Περιγραφή

Το βασικό χαρακτηριστικό της διογκωμένης λάσπης είναι ότι δεν καθιζάνει γρήγορα ή δεν καθιζάνει καθόλου.

Στο φαινόμενο αυτό ο δείκτης καθίζησης SVI είναι μεγαλύτερος από 150.

Η διογκωμένη λάσπη μπορεί να συνοδεύεται ή όχι από αφρούς.

Η περίπτωση της ύπαρξης διογκωμένης λάσπης ταυτόχρονα με αφρούς είναι από τις χειρότερες και τις πιο δύσκολα αντιμετωπιζόμενες.

Αιτία

Οι σημαντικότερες αιτίες που προκαλούν τη διόγκωση είναι:

- Η ανάπτυξη νηματοειδών βακτηρίων
- Μείωση της πυκνότητας του φλόκου από υπερβολική συσσώρευση εξωκυτταρικών πολυμερών στα βακτήρια

5.4.2. Η διόγκωση της λάσπης από νηματοειδή βακτηρία

1. Περιγραφή

Ισχύουν όσα αναφέρονται πιο πάνω στη γενική περιγραφή του φαινομένου.

Επί πλέον, στην περίπτωση αυτή, η μικροσκοπική εξέταση της λάσπης, αποκαλύπτει την ύπαρξη νηματοειδών βακτηρίων τα οποία είναι εγκατεστημένα στον φλόκο και επεκτείνονται μέσα στο νερό αγγίζοντας τους διπλανούς φλόκους.

Το «γεφύρωμα» των φλόκων προκαλεί δυσχέρεια στην καθίζηση.

Ο βαθμός της δυσχέρειας αυτής εξαρτάται από τη μορφή του νηματοειδούς βακτηρίου.

2. Αιτία

Η ανάπτυξη των νηματοειδών συνήθως οφείλεται:

- **Μεταβολές στα χαρακτηριστικά των λυμάτων**
 - σύνθεσης και ειδικής συγκέντρωσης
 - ποιότητας (τοξικά, N, P, S, PH)
 - παροχής
 - θερμοκρασίας
- **Σχεδιαστικοί περιορισμοί**
 - ανεπάρκεια αεριστήρων
 - κακή ανακυκλοφορία
 - ανεπαρκής ή κακή ανάμειξη του ανάμεικτου υγρού
 - ακατάσταση και χωρίς ομοιομορφία ανάμειξη της λάσπης της ανακυκλοφορίας με τα λύματα
 - ατυχής σχεδιασμός
 - * δεξαμενών αερισμού
 - * καθιζητήρων
 - * διανομών φορτίου σε παράλληλες μονάδες
 - * έλλειψη διατάξεων αφροσυλλογής
- **Λειτουργικά λάθη**
 - χαμηλή συγκέντρωση οξυγόνου
 - ακατάστατος αερισμός
 - οργανικές υπερφορτίσεις των δεξαμενών
 - ανεπαρκής ανακυκλοφορία
 - κακή διαχείριση της περίσσειας
 - απότομες επιστροφές ρευστών από τις μονάδες επεξεργασίας της λάσπης
 - ατυχείς χειρισμοί στην καταπολέμηση του φαινομένου

Η βαθύτερη αιτία της ανάπτυξης των νηματοειδών βακτηρίων έγκειται στο γεγονός ότι υπό ορισμένες συνθήκες τα κανονικά βακτήρια, που φτιάχνουν καθιζήσιμους φλόκους, δεν είναι πλέον ανταγωνιστικά προς τα νηματοειδή, δηλαδή δεν μπορούν να παραλάβουν την τροφή με υψηλούς ρυθμούς, με αποτέλεσμα να αφήνουν τροφή με την οποία αναπτύσσονται τα νηματοειδή βακτήρια.

Η μειωμένη αυτή ανταγωνιστικότητα συμβαίνει σε:

- χαμηλές θερμοκρασίες
- έλλειψη οξυγόνου
- ύπαρξη τοξικών
- μεταβολή ποιότητας και παροχής των λυμάτων
- απότομη μεταβολή της συγκέντρωσης του οξυγόνου

και γενικότερα σε οιαδήποτε σημαντική μεταβολή της βιολογικής ισορροπίας των κανονικών βακτηρίων. Μείωση της ανταγωνιστικότητας των κανονικών βακτηρίων συμβαίνει, όταν η επαφή των νηστικών βακτηρίων της ανακυκλοφορίας με τα λύματα είναι:

- ακατάστατη
- γίνεται σε δεξαμενές που επιτρέπουν οπισθανάμειξη των ρευστών
- γίνεται σε αντιδραστήρες ολικής ανάμειξης

5.4.3. Αντιμετώπιση

Στο σημείο αυτό θα γίνει αναφορά:

- στην **καταπολέμηση** του φαινομένου όταν αναπτυχθεί
- στην **πρόληψη** της ανάπτυξης

1. Ταυτοποίηση νηματοειδών

Μόλις αναπτυχθεί το φαινόμενο, η πρώτη δουλειά που πρέπει να γίνει είναι η ταυτοποίηση των νηματοειδών και ιδιαίτερα του κυρίαρχου νηματοειδούς.

Η ταυτοποίηση γίνεται με τις χρωστικές μεθόδους κατά GRAM και NIESSER, PHB και της βαφής με το **ινδικό μελάνι**. Το τελευταίο χρησιμοποιείται για τη διαπίστωση συσσώρευσης εξωκυτταρικών πολυμερών στα βακτήρια. Οι κύριες όμως μέθοδοι είναι η κατά GRAM και NIESSER.

2.Χρήση μικροσκοπίου

Οι μέθοδοι όμως αυτές απαιτούν την ύπαρξη οπτικού μικροσκοπίου, το οποίο πρέπει να συνοδεύεται από φακούς φωτεινού πεδίου, δύο τουλάχιστον. Ένα μεγένθυσης 400 και ένα 1000. Ο φακός των 1000 χρησιμοποιείται μόνο σε ξηρά χρωματισμένα παρασκευάσματα, τα οποία παρατηρούνται με το φακό εμβαπτυσμένο μέσα σε σταγόνα κεδρελαίου.

Η μικροσκοπική παρατήρηση του δείγματος συλλέγει σημαντικές μορφολογικές πληροφορίες για τα νηματοειδή.

Οι πληροφορίες αυτές χρησιμοποιούνται σε πίνακες ταυτοποίησης, οι οποίοι επισυνάπτονται.

Μετά την ταυτοποίηση γίνεται χρήση των πληροφοριών που δίνει η βιβλιογραφία σχετικά με τις συνθήκες εμφάνισης του νηματοειδούς, τα υποστρώματα που το ενώνουν και τέλος τις μέχρι σήμερα δοκιμασμένες μεθόδους καταπολέμησης.

Στο εγχειρίδιο αυτό, δίνεται η σχετική πληροφόρηση για τα δυσκολότερα στην καταπολέμηση νηματοειδή *Nocardia* και *Microthrix Parvicella* ως επίσης για τα 021 και 041 βακτήρια.

3.Συλλογή και αξιοποίηση των πληροφοριών

Πέραν των πληροφοριών που συγκεντρώθηκαν από την ταυτοποίηση και τις διάφορες βιβλιογραφικές πηγές, χρειάζεται να καταγραφούν όλες οι μεταβολές των λειτουργικών παραμέτρων και όλα τα γεγονότα που συνέβησαν λίγες ημέρες πριν αναπτυχθεί το φαινόμενο.

Οι ανωτέρω μεταβολές και τα γεγονότα αξιολογούνται και συγκρίνονται με προσοχή με τις πληροφορίες που έχουμε για τα ταυτοποιημένα βακτήρια.

Πρωτίστως, το ενδιαφέρον πρέπει να επικεντρωθεί στην αιτία που μείωσε τη δραστηριότητα της υπάρχουσας βιομάζας.

Οι ενέργειες που ακολουθούν είναι ανάλογες με τα συμπεράσματα και αποτελέσματα της αξιολόγησης του συνόλου των πληροφοριών.

5.4.4. Η φιλοσοφία αντιμετώπισης του φαινομένου

Το επισυναπτόμενο διάγραμμα διάγνωσης και αντιμετώπισης του φαινομένου της διογκωμένης λάσπης, δείχνει στη συνέχεια την τακτική που πρέπει να ακολουθηθεί για την περαιτέρω καταπολέμηση.

Η φιλοσοφία της αντιμετώπισης στηρίζεται πρωτίστως στη δημιουργία συνθηκών ανάπτυξης ανταγωνιστικών κανονικών βακτηρίων.

Οι συνθήκες αυτές είναι :

- αποκατάσταση και διατήρηση ισορροπίας του συστήματος με σωστές λειτουργικές παραμέτρους
- εξασφάλιση ομοιόμορφης και μη τοξικής τροφοδοσίας του σταθμού
- αύξηση του διαλυμένου οξυγόνου μέχρι 2 mg/l
- επιλογή της κατάλληλης ηλικίας των κανονικών βακτηρίων, ώστε αυτά να έχουν αξιόλογη δραστικότητα
- αποφυγή χρήσης βακτηριοκτόνου ή χρήση σε μερικά μόνο νηματοειδή βακτήρια.

Ανταγωνιστικά κανονικά βακτήρια αναπτύσσονται ιδιαίτερα σε εγκαταστάσεις που έχουν:

- επιλογή
- βιολογικό αντιδραστήρα με μικρό βαθμό οπισθάναιξης των ρευστών (εμβολικής ροής, αντιδραστήρες ολικής ανάμειξης εν σειρά, ασυνεχούς και προγραμματισμένης λειτουργίας)

***Η πράξη έχει δείξει ότι
η περιφρούρηση της ανταγωνιστικότητας των
κανονικών βακτηρίων
αποτελεί τη μέθοδο αντιμετώπισης και πρόληψης
του φαινομένου της διογκωμένης λάσπης***

5.4.5. Έλεγχος σπουδαιότερων σημείων για την αντιμετώπιση του φαινομένου

Τα σημαντικότερα σημεία που εξετάζονται σε περίπτωση διόγκωσης της λάσπης, στα πλαίσια της προαναφερθείσας τακτικής είναι:

- ο αερισμός
- η ανάδευση
- η περίσσεια της λάσπης
- η ποιότητα της εισόδου
- η ισορροπία θρεπτικών

1. Ο αερισμός

Αν η ρύθμιση των αεριστήρων γίνεται με ένα αισθητήριο, τότε η εγκατάσταση είναι εξαιρετικά ευαίσθητη να ξεφύγει από την κατάσταση ισορροπίας, αν το αισθητήριο δεν συντηρείται σωστά και δεν παρακολουθείται για την εξακρίβωση της καλής λειτουργίας.

Οι παρακάτω αιτίες

- κακή τοποθέτηση του αισθητηρίου (στο σημείο ενδόπτυσής του απαιτείται ροή του ανάμεικτου υγρού τουλάχιστον 0,5 m/s)
- επικαθίσεις στη μεμβράνη

- αδράνεια του συστήματος να αποκριθεί στις απαιτήσεις αύξησης του οξυγόνου οδηγούν στη δημιουργία συνθηκών έλλειψης οξυγόνου που ευνοούν το bulking.

Αν ο αερισμός ρυθμίζεται από περισσότερα αισθητήρια, τότε η εγκατάσταση είναι πολύ καλύτερα εξοπλισμένη και η πιθανότητα να ευρεθεί σε επικίνδυνη κατάσταση έλλειψης οξυγόνου είναι μικρότερη.

Αν οι αεριστήρες εργάζονται με χρονοδιακόπτη, τότε η κατάσταση είναι ακόμη πιο επικίνδυνη για δημιουργία συνθηκών με λίγο οξυγόνο.

2. Η ανάδευση

Αν η γεωμετρία των δεξαμενών αερισμού δεν είναι σωστή, ή οι αεριστήρες είναι ανεπαρκείς, τότε δημιουργούνται επικαθίσεις λασπών που ευνοούν την ανάπτυξη νηματοειδών, κυρίως του *Microthrix Parvicella*.

Ο αερισμός πρέπει να είναι επαρκής.

Αν οι επικαθίσεις, αποκολληθούν με αύξηση του αερισμού, τότε απελευθερώνονται αέρια και παρατηρείται επίσης το φαινόμενο των παρασυρομένων νεφελωμάτων φλόκων στον καθιζητήρα.

Η ανάδευση με επιφανειακούς αεριστήρες να μην είναι μικρότερη από 30 W/m³.

3. Η περίσσεια της λάσπης

Το πέταγμα της λάσπης σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να ρυθμίζεται από τον όγκο της λάσπης στον κύλινδρο του χημείου, στον οποίο κάνουμε το τεστ καθίζησης.

Επίσης, δεν πρέπει να επιχειρείται δίαιη μείωση των στερεών της δεξαμενής αερισμού, γιατί οι παραγόμενες νέες λάσπες καθιζάνουν πιο δύσκολα.

Σε περίπτωση που επιχειρηθεί μείωση της ηλικίας των μικροοργανισμών για «πέταγμα» του νηματοειδούς, αυτό πρέπει να γίνει αργά - αργά, αφού βεβαιωθεί ότι οι αυξημένες ποσότητες λάσπης, που θα εξάγουμε με την περίσσεια, μπορούν να παραληφθούν από το σταθμό επεξεργασίας της λάσπης. Πολλές φορές, το «πέταγμα» δεν μπορεί να προχωρήσει λόγω ανεπάρκειας του σταθμού επεξεργασίας λάσπης.

Στις περιπτώσεις εκείνες που τα κανονικά βακτήρια είναι περισσότερα των νηματοειδών, καλό είναι να διατηρείται ή να αυξάνεται η βιομάζα του συστήματος. Στην αντίθετη περίπτωση πρέπει να μειούται.

4. Η ποιότητα των λυμάτων εισόδου

Οι πιθανότερες αιτίες που διερευνώνται είναι:

- shock οργανικής φόρτισης
- πάρα πολύ μεγάλο F/M, λόγω ανεπάρκειας της δυναμικότητας των δεξαμενών
- πρόσκαιρες υπερφορτίσεις από:
 - * βιομηχανικά απόβλητα
 - * καθαρισμό υπονόμων ή παρασυρό στερεών των υπονόμων από έντονη βροχόπτωση (περίπτωση παντοροοϊκού συστήματος υπονόμων)
 - * υπερχειλίσεις παχυντών και αναερόβιων χωνευτών

5. Η έλλειψη N και P

Πολλά βιομηχανικά απόβλητα, ή ακόμη μείγματα βιομηχανικών αποβλήτων με αστικά λύματα, εμφανίζουν έλλειψη N και P.

Η έλλειψη αυτή οδηγεί σε διόγκωση της λάσπης.

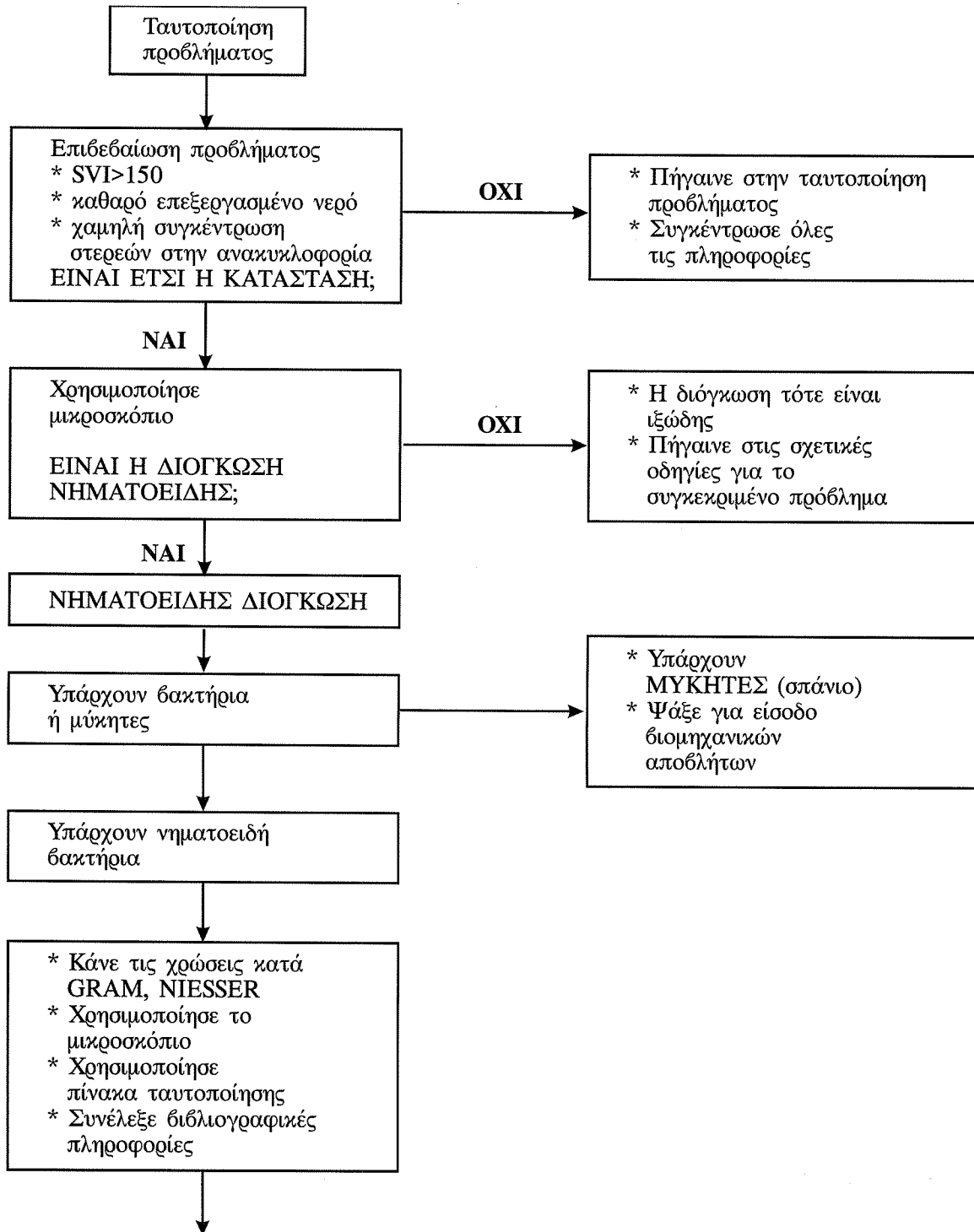
Η απαιτούμενη αναλογία είναι ως γνωστό BOD₅: N: P = 100: 5: 1.

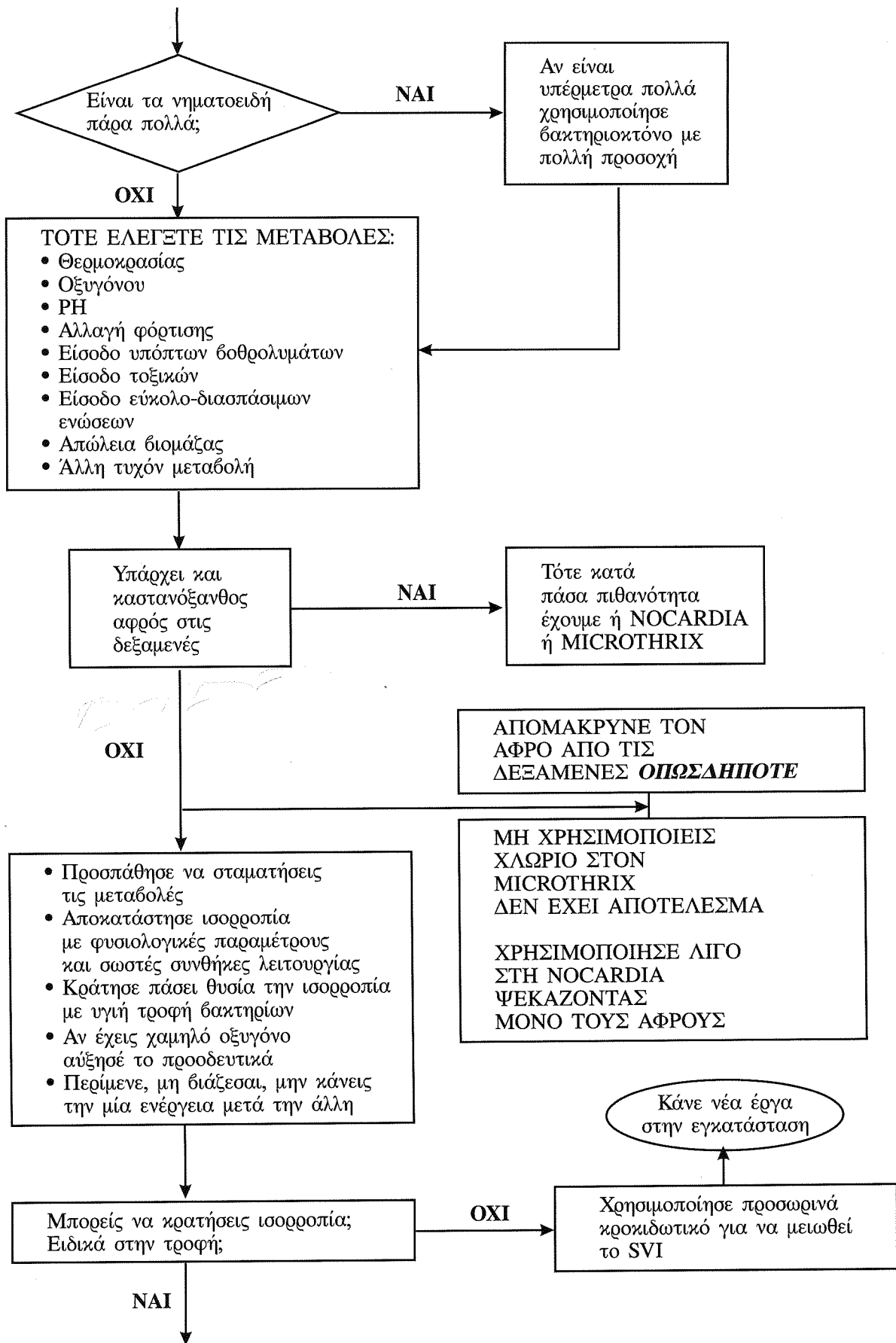
Αλλά αν το BOD οφείλεται σε ευκόλως βιοαποικοδομήσιμα οργανικά, πρέπει η αναλογία να βασισθεί στο COD, ήτοι COD: N: P = 100: 5: 1.

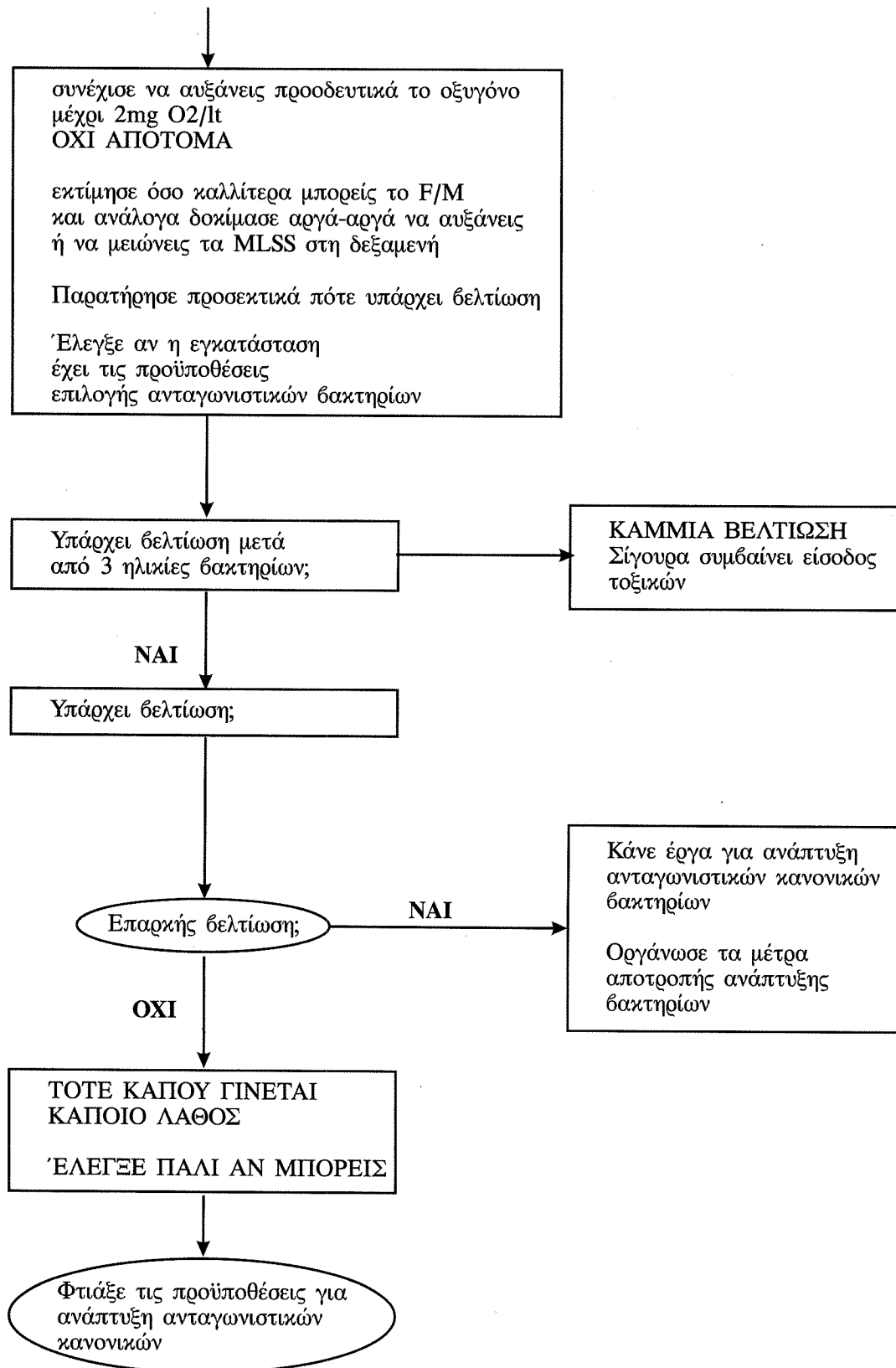
Έλλειψη N και P παρατηρείται όταν τα στοιχεία αυτά είναι μέσα σε οργανικές ενώσεις, δύσκολα βιοδιασπασίμες, έτσι που τα βακτήρια δυσκολεύονται να τα αποκτήσουν.

Στην περίπτωση αυτή, καλό είναι να προστίθενται N και P, υπό μορφή ευκόλως βιοδιασπασίμων ενώσεων (ουρία, λίπασμα κ.λπ.).

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ ΤΟΥ
ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΗΣ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗΣ ΛΑΣΠΗΣ**







5.5. ΔΙΟΓΚΩΣΗ ΛΑΣΠΗΣ ΜΗ ΟΦΕΙΛΟΜΕΝΗ ΣΕ ΝΗΜΑΤΟΕΙΔΗ ΒΑΚΤΗΡΙΑ

Περιγραφή

Τα προβλήματα αυτής της λάσπης είναι παρόμοια εκείνων που οφείλονται σε διογκωμένη λάσπη από νηματοειδή βακτήρια.

Δεν υπάρχουν νηματοειδή βακτήρια, αλλά παρατηρούνται φλόκοι αποσταθεροποιημένοι, λεπτοί, διεσπαρμένοι και διαφανείς με εμφάνιση ζελατινοειδή.

Οι φλόκοι αυτοί σχηματίζουν μία zooglear matrix. Για το λόγο αυτό, η διογκωση αυτή καλείται και ηξώδης.

Συνήθως, τα πρωτόζωα που παρατηρούνται με το φαινόμενο αυτό είναι πολλές αμοιβάδες, μαστιγοφόρα και πολύ λίγες ciliates.

Αιτία του προβλήματος

Η διογκωση της λάσπης οφείλεται στη μείωση της πυκνότητας του φλόκου λόγω υπερβολικής συσσώρευσης εξωκυτταρικών πολυμερών από τα βακτήρια.

Η συσσώρευση αυτή οφείλεται:

- στην προσρόφηση και αποθήκευση οργανικού υλικού
- στην παραγωγή εξωκυτταρικών πολυσακχαριτών

Τα προσροφημένα αποθηκευμένα πολυμερή είναι ευκολοδιασπάσιμα και η συσσώρευσή τους παρατηρείται σε υψηλά F/M.

Τα μεταβολικά εξωκυτταρικά πολυμερή χαρακτηρίζονται από μικρό βαθμό διασπασιμότητας και η συσσώρευση τους παρατηρείται σε χαμηλά F/M.

Στα πολυμερή αυτά οφείλεται η ζελατινώδης όψη του φλόκου.

Αυτό το φαινόμενο συνήθως:

- συμβαίνει από την έλλειψη θρεπτικών στα λύματα και τη μεταβολή του λόγου C/N/P
- παρατηρείται σε απόβλητα βιομηχανιών αγροτικών προϊόντων, στα οποία λείπει άζωτο ή φώσφορος
- έχει παρατηρηθεί σε ανεπαρκή οξυγόνωση της ενεργού ιλύος

Η εξέλιξη και η ανάπτυξη του φαινομένου γίνεται πολύ γρήγορα, συνοδευόμενη από αποσταθεροποίηση του φλόκου ή από ανάπτυξη μικρών φλόκων εν διασπορά.

Ταυτοποίηση του φαινομένου

Το φαινόμενο ταυτοποιείται με τη χρήση του india ink. Το μελάνι δεν βάφει τον φλόκο επειδή εμποδίζεται από τα πολυμερή. Αντίθετα βάφει βαθείά ένα φλόκο μιάς δραστηκής μη διογκωμένης λάσπης.

Αντιμετώπιση

Πρέπει πρώτα να ελεγχθεί η οξυγονωτική ικανότητα των αεριστήρων και στη συνέχεια η χημική σύνθεση των αποβλήτων (COD, BOD, N και ιδιαίτερα P) σε συνδυασμό με το F/M.

5.6. ΕΤΕΡΟΓΕΝΗΣ ΦΛΟΚΟΣ

Με τον όρο εννοούμε τις καταστάσεις εκείνες στις οποίες έχουμε:

- αποκροκίδωση (defloculation) ή
- νεφελώματα φλόκων παρασυρόμενα από το επεξεργασμένο νερό

5.6.1. Αποκροκίδωση

Περιγραφή

Η δευτεροβάθμια καθίζηση, **σχεδόν σε όλη την έκτασή της**, παρουσιάζει διαστρωμάτωση λάσπης κατά την οποία:

- στο επάνω μέρος των επεξεργασμένων νερών υπάρχουν απειράριθμοι φλόκοι εν αιωρήσει
- οι φλόκοι είναι μικροί και έχουν την εμφάνιση εκείνων των φλόκων, οι οποίοι έχουν μη νηματοειδή διόγκωση
- οι φλόκοι αυτοί τελικά παρασύρονται στο επεξεργασμένο νερό
- ενώ πιο κάτω υπάρχει λάσπη, η οποία έχει στρώματα με διαφορετική πυκνότητα

Η αποκροκίδωση παρατηρείται και σε διογκωμένη λάσπη από νηματοειδή.

Τα αίτια

Αυτά είναι:

- **ξεκίνημα ανάπτυξης διογκωμένης λάσπης μη οφειλόμενη σε νηματοειδείς μικροοργανισμούς**
από
 - * απότομη υπερφόρτιση των δεξαμενών
 - * είσοδο σημαντικών ποσοτήτων ευκόλως βιοαποικοδομήσιμων ουσιών
 - * έλλειψη N ή P
 - * ανεπαρκής αερισμός
- **πτώση του ΡΗ του συστήματος**
από
 - * είσοδο όξινων βιομηχανικών αποβλήτων
 - * ανεξέλεγκτη νιτροποίηση
 - * έλλειψη N και P
- **είσοδος τοξικών**
- **χαμηλή συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στις δεξαμενές**
- **απότομη υπερφόρτιση δραστηκής λάσπης (διαταραχή ισορροπίας)**

5.6.2. Παρασυρόμενα νεφελώματα φλόκων

Περιγραφή

Τα νεφελώματα φλόκων εν αιωρήσει, τα οποία παρασύρονται από το επεξεργασμένο νερό, καταλαμβάνουν τοπικά ένα μέρος της επιφάνειας της δεξαμενής, ενώ η άλλη λάσπη καθιζάνει κανονικά χωρίς κανένα πρόβλημα.

Οι φλόκοι είναι εξαιρετικά εύθραστοι.

Τα αίτια

Αυτά είναι:

- είσοδος τοξικών, όξινων ή αλκαλικών αποβλήτων
 - ανάπτυξη νέων βακτηρίων εν διασπορά
- από
- * ανεπαρκή ποσότητα MLSS στη δεξαμενή
 - * απότομη και μεγάλη αφαίρεση λάσπης με την περίσσεια
 - * απότομη υπερφόρτιση λάσπης σε μεγάλη ηλικία
- επανααιώρηση επικαθίσεων της δεξαμενής αερισμού

5.7. ΑΛΛΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Στην παράγραφο αυτή θα αναφερθούν τα ακόλουθα φαινόμενα:

- φλόκος μεγέθους κεφαλής καρφίτσας (pin point floc)
- αποχωρισμένος φλόκος (straggler floc)
- επιπλέοντα σαν στάχτη (ashing)

5.7.1. Φλόκος στο μέγεθος κεφαλής καρφίτσας

Περιγραφή

Στο φαινόμενο αυτό, οι φλόκοι είναι μικροί, συμπαγείς, σχεδόν σφαιρικοί, εύθραυστοι και καθιζάνουν εύκολα. Ο δείκτης καθίζησης SVI είναι μικρός και το επεξεργασμένο νερό είναι θολό.

Αίτια

Οι φλόκοι επειδή δεν έχουν μέσα τους νηματοειδή βακτήρια, δομούνται με τις «συγκολλητικές» ιδιότητες των βακτηρίων και έτσι καθώς μεγαλώνουν γίνονται ολοένα και πιο ασταθείς.

Οι φλόκοι του φαινομένου αυτού, είναι πολύ μικρότεροι εκείνων που δημιουργούνται από αποκροκίδωση (deflocculation), οι οποίοι είναι σχετικά μεγάλοι και ορατοί με το μάτι στον καθιζητήρα.

Η αιτία του φαινομένου αυτού, που συνήθως εμφανίζεται σε συστήματα παρατεταμένου αερισμού, είναι η πολύ μεγάλη ηλικία των λασπών και η υψηλή συγκέντρωση του οξυγόνου.

Υποστηρίζεται ότι οι φλόκοι αυτοί είναι το μη βιοδιασπάσιμο μέρος των φλόκων, το οποίο εναπομένει μετά την αερόδια σταθεροποίησή τους.

Αντιμετώπιση

Η ηλικία των λασπών πρέπει να μειωθεί σε συνδυασμό με τη συγκέντρωση του οξυγόνου.

5.7.2. Αποχωρισμένος φλόκος (straggler floc)

Περιγραφή

Τα πρωϊνά, παρατηρούνται πολλές φορές σημεία πάνω στην επιφάνεια της δευτεροβάθμιας καθίζησης, τα οποία έχουν επιπλέοντες ασπριδερούς και διαφανείς μικρούς φλόκους, το μέγεθος των οποίων είναι 3 έως 6 mm.

Τα σημεία αυτά δείχνουν να είναι απομονωμένα, διαχωρισμένα, από το όλο σύστημα της λάσπης, η οποία καθιζάνει φυσιολογικά στη δεξαμενή.

Αίτια

Υποστηρίζεται ότι το φαινόμενο αυτό οφείλεται σε νέα, μικρής πυκνότητας συσσωματώματα (φλόκοι) από βακτήρια που δημιουργήθηκαν τη νύχτα.

Συνήθως εμφανίζεται σε μικρές ηλικίες λασπών. Το φαινόμενο παρατηρείται και σε περιπτώσεις απότομης οργανικής φόρτισης.

5.7.3. Επιπλέοντα σαν στάχτη (ashing)

Περιγραφή

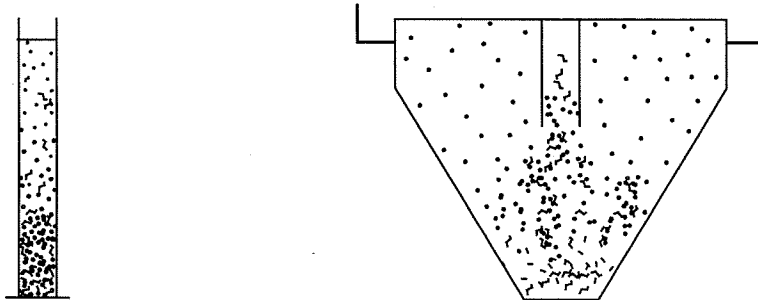
Πολλές φορές μικρά σωματίδια λάσπης, χρώματος καφέ προς γκριζό, καλύπτουν μικρό ή μεγάλο μέρος της επιφάνειας του καθιζητήρα.

Τα επιπλέοντα αυτά μοιάζουν με στάχτη.

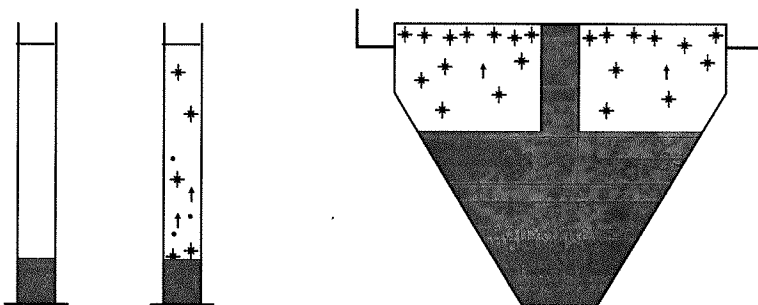
Αίτια

Το φαινόμενο αυτό συμβαίνει, όταν η ηλικία των λασπών είναι αρκετά μεγάλη.

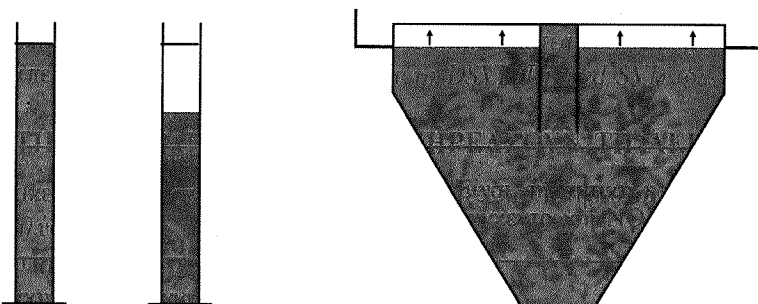
Η αντιμετώπιση γίνεται με αύξηση στο πέταγμα της λάσπης και με μικρή μείωση του αερισμού.



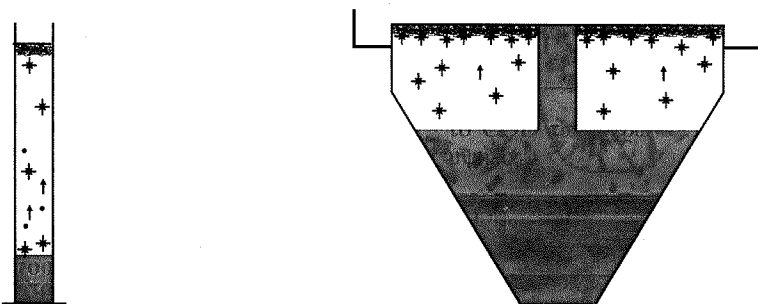
Σχήμα 5.1.: Απομροκίδωση (Deflocculation)



Σχήμα 5.2.: Απονιτροποίηση. Α: Τεστ καθίζησης 30 min, Β: Τεστ καθίζησης μετά 30 min



Σχήμα 5.3.: Bulking - Διόγκωση λάσπης Α: Τεστ καθίζησης χωρίς αραιώση, Β: Τεστ καθίζησης μετά από αραιώση



Σχήμα 5.4.: Σταθερές αφρολάσπες

6. ΒΙΟΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΕΙΣ (Δοχεία Επαφής)

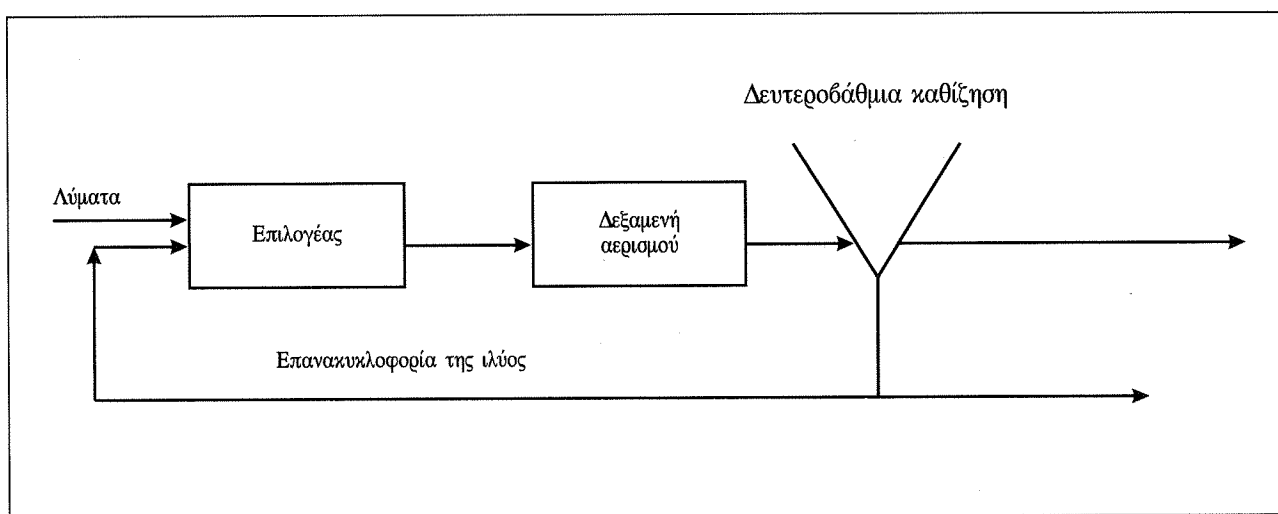
6.1. ΣΚΟΠΟΣ

Σε προηγούμενα σημεία του εγχειριδίου, έγινε αναφορά στα δοχεία επαφής με τα οποία ενισχύεται η ανάπτυξη ανταγωνιστικών κανονικών βακτηρίων και αποτρέπεται ή μετριάζεται η ανάπτυξη των νηματοειδών.

Το κεφάλαιο αυτό έχει σκοπό να παρουσιάσει τη θεωρία πίσω από τη δράση των δοχείων επαφής, τα οποία στο εξής, στο κεφάλαιο αυτό, θα ονομάζουμε επιλογείς (selectors), και να εισαγάγει τον αναγνώστη σε χρήσιμες τεχνολογικές έννοιες, οι οποίες έχουν ευρύτατη εφαρμογή.

6.2. ΤΙ ΕΙΝΑΙ Ο ΕΠΙΛΟΓΕΑΣ

Επιλογέας ονομάζεται το δοχείο, στο οποίο η επανακυκλοφορία της ενεργού ιλύος έρχεται σε επαφή με τα λύματα, προτού αυτά εισέλθουν στη δεξαμενή αερισμού.



Ο επιλογέας δημιουργεί συνθήκες για την επικράτηση, μέσα στο σύστημα, των πλέον ισχυρών και ανταγωνιστικών βακτηρίων, δηλαδή επιλέγει συγκεκριμένα βακτήρια.

Οι παρακάτω τεχνολογικές διαπιστώσεις έχουν τύχει ευρύτατης αποδοχής:

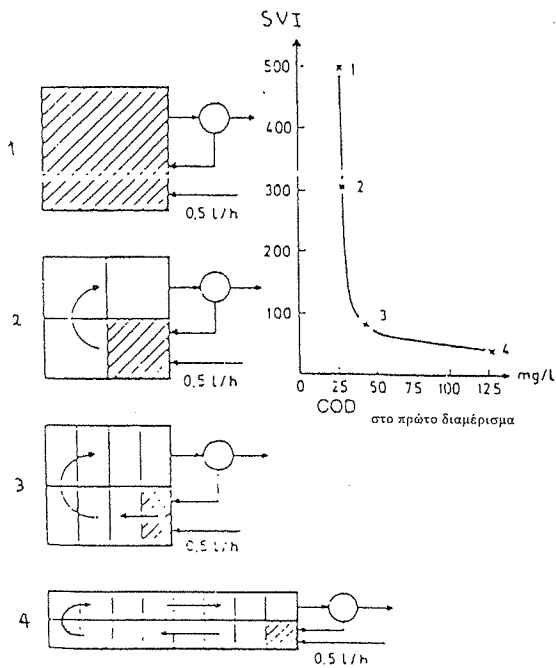
- Τα συστήματα ενεργού ιλύος με δεξαμενές **ολικής ανάμειξης**, κατά κανόνα, παράγουν λάσπες με μεγαλύτερο SVI απ' ό,τι συστήματα με **διαμερισματοποιημένη τη δεξαμενή αερισμού**.
- Τα συνεχώς τροφοδοτούμενα συστήματα παράγουν λάσπες με μεγαλύτερο SVI, απ' ό,τι συστήματα με ασυνεχή τροφοδοσία.
- Όσο περισσότερο εμβολική είναι η μορφή της δεξαμενής αερισμού, τόσο καλύτερο είναι το SVI των λασπών.

Οι επιλογείς συντελούν, τις πιο πολλές φορές αποτελεσματικά, στην αποτροπή ή μετριασμό του bulking.

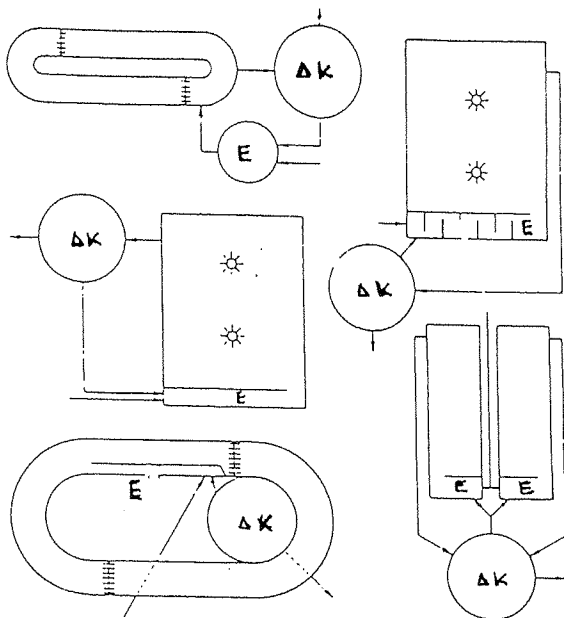
Όλες οι διαπιστώσεις αυτές, αναφέρονται σε διατάξεις, οι οποίες δημιουργούν :

- α. Μια αρχική ζώνη, στην οποία η συγκέντρωση του ανθρακούχου ρύπου είναι υψηλή
- β. ή και μια προοδευτική μείωση της συγκέντρωσης του ανθρακούχου ρύπου κατά μήκος της δεξαμενής αερισμού.

Το σχήμα 6.1., δείχνει την επίπτωση της διαμερισματοποίησης της δεξαμενής αερισμού στην διαμόρφωση του SVI των λασπών, ενώ το σχήμα 6.2., δείχνει διάφορες διατάξεις της θέσης και του σχήματος των επιλογέων σχετικά με τη θέση της δεξαμενής αερισμού.



Σχήμα 6.1.: Η επίπτωση της διαμερισματοποίησης της δεξαμενής στην διαμόρφωση του SVI (το COD του διαγράμματος αφορά το πρώτο διαμέρισμα).



Σχήμα 6.2.: Δεξαμενές επαφής (επιλογείς) σε διάφορες δεξαμενές αερισμού (E=Επιλογέας, δεξαμενή επαφής, ΔΚ= Δευτεροβάθμια Καθίζηση).

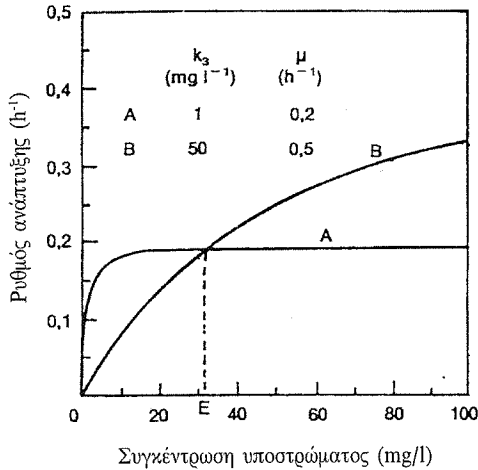
Όσο περισσότερο εμβολική είναι η ροή των ρευστών σε ένα επιλογέα, τόσο το αναφερόμενο αποτέλεσμα του επιλογέα είναι μεγαλύτερο.

Έχει ευρεθεί ότι, οι επιλογείς δρουν πολύ καλύτερα αν έχουν 3 τουλάχιστον διαμερίσματα.

6.3. Η ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ ΕΝΟΣ ΕΠΙΛΟΓΕΑ

Για την κατανόηση του φαινομένου της δημιουργίας bulking σε συστήματα ολικής ανάμειξης και ολιγότερο σε συστήματα “εμβολικής ροής” ή ασυνεχώς τροφοδοτούμενα δόθηκαν πολλές ερμηνείες.

Οι ερμηνείες αυτές, στηρίχθηκαν στην πρόταση Chudoba, ότι τα νηματοειδή βακτήρια έχουν εντελώς διαφορετική καμπύλη ανάπτυξης από ό,τι τα κανονικά βακτήρια, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



A = νηματοειδή βακτήρια
B = κανονικά βακτήρια

Σχήμα 6.3: Τυπικές μορφές των καμπυλών του ειδικού ρυθμού ανάπτυξης νηματοειδών και κανονικών βακτηρίων, συναρτήσει της συγκέντρωσης του ανθρακούχου ρύπου (Chudoba).

Το σχήμα αυτό δείχνει ότι σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις τροφής τα νηματοειδή εμφανίζουν (συνήθως) μεγαλύτερο ρυθμό ανάπτυξης από τα κανονικά βακτήρια, τα οποία και εκτοπίζουν.

Η υπόθεση αυτή, δεν μπορεί να ερμηνεύσει όμως την αποτροπή ή το μετριασμό στο φαινόμενο του bulking από ένα επιλογέα.

Για την ερμηνεία της δράσης ενός επιλογέα, έχει προταθεί η ακόλουθη διαπίστωση :

Οι επιλογείς επιτρέπουν την ανάπτυξη κανονικών βακτηρίων, με υψηλούς ρυθμούς βιοπροσρόφησης και μεγαλύτερη αποθηκευτική ικανότητα τροφής από ό,τι τα νηματοειδή (μέσα στον επιλογέα). Πέραν τούτου, αυτά τα βακτήρια εμφανίζουν μεγαλύτερη αντοχή σε καταστάσεις έλλειψης τροφής (μέσα στη δεξαμενή αερισμού) απ' ό,τι τα νηματοειδή.

Στην παράγραφο 4.1.4. (μηχανισμός σχηματισμού του φλόκου), έγινε αναφορά για τη βιοπροσρόφηση της τροφής από τα βακτήρια.

Ο ρυθμός της βιοπροσρόφησης περιγράφεται από τη σχέση Grau :

$$\frac{ds}{dt} = K X_0 \frac{S}{S_0}$$

όπου

S_0 = το διαλυτό COD, mg/l, σε χρόνο $t = 0$

S = το παραμένον COD, mg/l, σε χρόνο t

X_0 = η αρχική συγκέντρωση των MLVSS, mg/l

K = σταθερά της κινητικής

η σχέση αυτή μετασχηματίζεται $\frac{ds}{dt} = K \frac{S}{F_{l0}}$

όπου

$F_{l0} = \frac{S_0}{X_0}$, η φόρτιση του φλόκου

Από τις παραπάνω σχέσεις φαίνεται η σημασία της υψηλής συγκέντρωσης του υποστρώματος στην διαμόρφωση του ρυθμού βιοπροσρόφησης.

Σε γενικές γραμμές, για την επιτυχή λειτουργία ενός επιλογέα, πρέπει να υφίστανται οι ακόλουθες προϋποθέσεις :

Επαρκής χρόνος επαφής υλός και λυμάτων μέσα στον επιλογέα (τουλάχιστον 30 min) για λήψη και αποθήκευση τροφής.

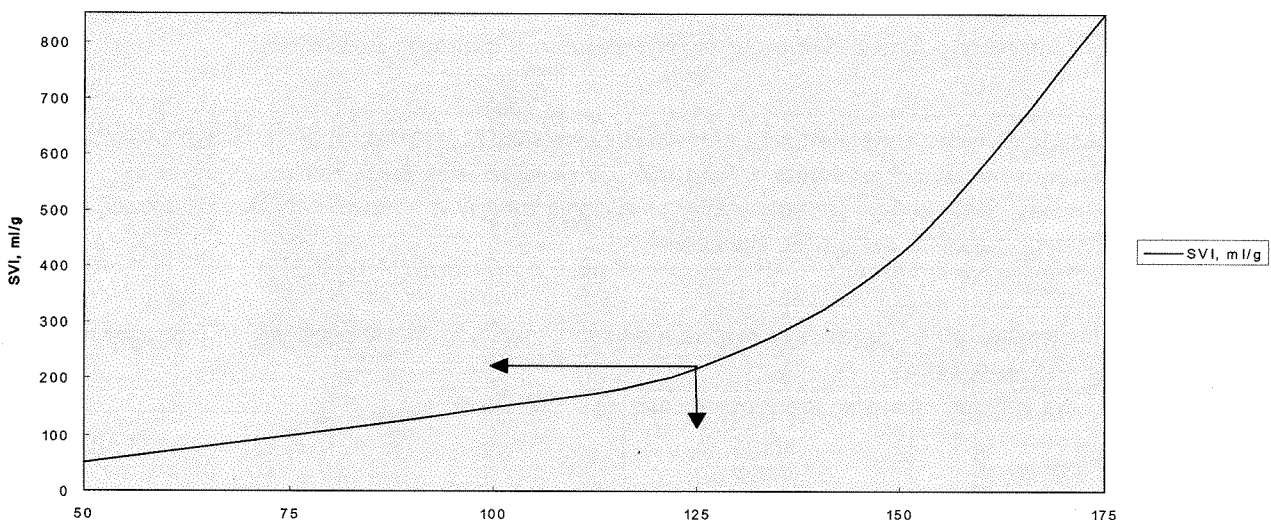
Αφαίρεση των οργανικών ενώσεων, με το μηχανισμό της βιοπροσρόφησης, κατά 70% τουλάχιστον.

Επαρκής χρόνος παραμονής των λασπών μέσα στη δεξαμενή αερισμού για “χώνευση” της αποθηκευμένης στο κύτταρο τροφής.

Κατάλληλες και σταθερές συνθήκες, μέσα στις δεξαμενές αερισμού, οι οποίες να επιτρέπουν τον ταχύ μεταβολισμό της αποθηκευμένης τροφής. Τυχόν έλλειψη τέτοιων συνθηκών, δημιουργεί, μέσω του επιλογέα, αντίθετα αποτελέσματα από τα αναμενόμενα.

Πρέπει να τονισθεί ότι ο επιλογέας δρά μόνο επάνω στις διαλυτές οργανικές ενώσεις και συγκεκριμένα, πιθανά να επηρεάζει το ποσοστό εκείνο των διαλυτών οργανικών ενώσεων, οι οποίες μπορούν να διαπεράσουν το τοιχείο του κυττάρου ενός βακτηρίου και να αποθηκευθούν σε αυτό.

Έρευνες έχουν δείξει ότι όσο μικρότερη είναι η συγκέντρωση των διαλυτών οργανικών στην έξοδο του επιλογέα τόσο μικρότερος είναι ο SVI.



Σχήμα 6.4.: Η συσχέτιση του SVI με το διαλυτό COD, mg/l, στην έξοδο του επιλογέα

6.4. ΤΥΠΟΙ ΕΠΙΛΟΓΕΩΝ

Υπάρχουν τρεις (3) τύποι :

- ο αερόβιος, στον οποίο υπάρχει διαλυμένο οξυγόνο
- ο ανοξικός, στον οποίο υπάρχουν μόνο νιτρικά (NO_3) και όχι οξυγόνο
- ο αναερόβιος, στον οποίο ελλείπουν οξυγόνο και νιτρικά

Από το είδος του περιβάλλοντος σε ένα επιλογέα εξαρτάται και το αποτέλεσμα της επιλογής των βακτηρίων.

6.5. ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΒΙΟΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ

Τα βακτήρια, κανονικά ή νηματοειδή, εμφανίζουν δύο, τρόπον τινά, “ταχύτητες” βιοπροσρόφησης της τροφής.

- Η μια καλείται ταχύτητα “κινητικής” και αφορά την ταχύτητα με την οποία γίνεται η βιοπροσρόφηση. Αυτή εμφανίζεται σε αερόβιους επιλογείς όπου αερόβια νηματοειδή και αερόβια κανονικά βακτήρια, ανταγωνίζονται μεταξύ τους μόνο με τις ταχύτητες βιοπροσρόφησης.
- Η άλλη καλείται ταχύτητα “μεταβολισμού” και έχει σχέση με το ρυθμό του μεταβολισμού των βακτηρίων σε σχέση με το είδος του περιβάλλοντος του επιλογέα.

Όταν ένας επιλογέας είναι ανοξικός ή αναερόβιος τότε η ταχύτητα “κινητικής” υποβοηθάται από την ταχύτητα “μεταβολισμού” δηλαδή την ικανότητα των βακτηρίων να απονιτροποιούν ή να υδρολύουν τις εσωκυτταρικές πολυφωσφορικές ενώσεις.

Η συνολική ταχύτητα εξαρτάται από τις δύο επί μέρους ταχύτητες.

Ο ρυθμός απονιτροποίησης πολλών νηματοειδών είναι πολύ μικρότερος από το ρυθμό απονιτροποίησης των κανονικών βακτηρίων που αναπτύσσονται στους επιλογείς.

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τους ρυθμούς απονιτροποίησης ορισμένων βακτηρίων.

<i>Βακτήρια</i>	<i>Τύπος βακτηρίου</i>	<i>Ρυθμός απονιτροποίησης g NO₃-N/kg SS min</i>
<i>τύπος 021 N</i>	<i>νηματοειδές (bulking)</i>	$8.3 * 10^{-4}$
<i>N. amarae ASF3</i>	<i>νηματοειδές (αφροί)</i>	$3.2 * 10^{-4}$
<i>N. amarae ASAC1</i>	<i>νηματοειδές (αφροί)</i>	$2.4 * 10^{-3}$
<i>Z. ramigera</i>	<i>κανονικό (από επιλογέα)</i>	$3.3 * 10^{-1}$
<i>M. Parvicella</i>	<i>νηματοειδές (bulking + αφροί)</i>	$1.8 * 2.7 * 10^{-1}$

Από τον πίνακα αυτό, συνάγεται ότι σαφώς ένας ανοξικός επιλογέας θα δοθήσει στην καταπολέμηση ή αποτροπή των 021N, *N. amarae* και όχι του *Microthrix Parvicella*.

Η επιλογή του είδους του επιλογέα, δηλαδή αν θα είναι αερόβιος, ανοξικός ή αναερόβιος, πρέπει να λαμβάνει υπόψη το είδος του νηματοειδούς που θα καταπολεμήσει ο επιλογέας.

Ο πίνακας 6.1. δείχνει την ομαδοποίηση των κυριότερων νηματοειδών βακτηρίων καθώς και την αποτελεσματικότητα των επιλογέων.

6.6. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΠΙΛΟΓΕΩΝ

α. Αερόβιοι επιλογείς

- χωρισμός του επιλογέα σε 3 τουλάχιστον διαμερίσματα
F/M πρώτου διαμερίσματος 12 kg COD/kg MLSS ημέρα
F/M δεύτερου διαμερίσματος 6 kg COD/kg MLSS ημέρα
F/M τρίτου διαμερίσματος 3 kg COD/kg MLSS ημέρα
- Συγκέντρωση DO 1-2 mg/l
- Απαιτήση οξυγόνου : το 15 έως 25% του οξυγόνου που αντιστοιχεί στην οξειδωση όλου του COD.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1: : ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΝΗΜΑΤΟΕΙΔΩΝ

ΟΜΑΔΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ, ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	ΝΗΜΑΤΟΕΙΔΗ	ΕΛΕΓΧΟΣ
Ομάδα I Αερόβια χαμηλού DO βακτήρια	<ul style="list-style-type: none"> ευκολοαποικοδομήσιμη τροφή χαμηλό DO ευρεία περιοχή θc 	S. Natans, type 1701 H. Hydrossis	<ul style="list-style-type: none"> αερόβιος, ανοξικός ή αναερόβιος επιλογέας αύξηση της ηλικίας θc αύξηση του DO στη δεξαμενή αερισμού
Ομάδα II Αερόβια βακτήρια	<ul style="list-style-type: none"> ευκολοαποικοδομήσιμη τροφή οργανικά οξέα μικρού M.B. σχετικά μεγάλες θc θειούχες ενώσεις αυξημένος ρυθμός λήψης θρεπτικών σε κατάσταση έλλειψης θρεπτικών 	type 021N Thiothrix	<ul style="list-style-type: none"> αερόβιος, ανοξικός, αναερόβιος επιλογέας προσθήκη θρεπτικών εξάλειψη θειούχων, μείωση οργανικών μικρού M.B.
Ομάδα III Αερόβια βακτήρια	<ul style="list-style-type: none"> ευκολοαποικοδομήσιμη τροφή σχετικά μεγάλες θc 	type 1851 N. Limicola	<ul style="list-style-type: none"> αερόβιος, ανοξικός, αναερόβιος επιλογέας μείωση θc
Ομάδα IV Βακτήρια αναπτυσσόμενα σε όλους του επιλογείς	<ul style="list-style-type: none"> αναπτύσσονται σε όλα τα είδη επιλογέων μεγάλες θc πιθανή ανάπτυξη με τα προϊόντα υδρόλυσης των κολλοειδών σωματιδίων 	type 0041 type 0675 type 0092 Microthrix Parvicella	<ul style="list-style-type: none"> άγνωστος τήρηση επαρκούς και ομοιόμορφου DO στη δεξαμενή αερισμού
		Σημείωση: Nocardia	<ul style="list-style-type: none"> ανοξικός επιλογέας

6. Ανοξικοί επιλογείς

- Διαμερισματοποίηση, 3 διαμερίσματα
F/M πρώτου, 6 kg COD/kg MLSS * μέρα
F/M δεύτερου, 3 kg COD/kg MLSS * μέρα
F/M τρίτου, 1,5 kg COD/kg MLSS * μέρα
- Αφαίρεση NO₃-N, μέσω απονιτροποίησης μέχρι COD εξόδου 60 mg/l.

γ. Αναερόβιοι επιλογείς

- Διαμερισματοποίηση όπως οι ανοξικοί
- Χρόνος παραμονής από 0,5 έως 2 ώρες.
Ο χρόνος αυτός εξαρτάται από τη συνολική ταχύτητα, όπως προκύπτει από την ταχύτητα κινητικής και την ταχύτητα μεταβολισμού, για τη συγκεκριμένη εγκατάσταση.

δ. Διαμερισματοποίηση των μετέπειτα δεξαμενών αερισμού

ε. Τήρηση καταλλήλων συνθηκών μέσα στη δεξαμενή αερισμού για πλήρη και ταχεία “χώνευση” της τροφής των βακτηρίων.

6.7. ΤΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΕΝΟΣ ΕΠΙΛΟΓΕΑ (SELECTOR) ΣΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΟΥ BULKING, ΑΠΟ ΝΗΜΑΤΟΕΙΔΗ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΟΥ ΙΔΙΟΥΣ ΜΕΓΑΛΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ

Σε μονάδες αφαίρεσης N, P τα κυρίαρχα νηματοειδή είναι αυτά που αναπτύσσονται σε χαμηλά F/M (τύποι 0092, 0675, 0041, Microthrix, 0914 & 1851).

Η βιβλιογραφία συνιστά χρήση ενός επιλογέα σε αερόβια συστήματα για τον περιορισμό των νηματοειδών σε χαμηλά F/M.

Άσχετα από ύπαρξη επιλογέα ή όχι.

- Σε συνθήκες πλήρως αερόβιες τα νηματοειδή χαμηλού F/M δεν αναπτύσσονται.
- Εν σειρά ή διακοπτόμενος αερισμός, είναι οι απαραίτητες, όχι όμως επαρκείς, συνθήκες για την ανάπτυξη νηματοειδών χαμηλού F/M.
- Αερόβιος επιλογέας σε διακοπτόμενο αερισμό δεν αποτρέπει την ανάπτυξη χαμηλού F/M νηματοειδών.

7. ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ ΤΩΝ ΛΑΣΠΩΝ

7.1. ΣΚΟΠΟΣ

Το κεφάλαιο αυτό στοχεύει στη συνοπτική παρουσίαση της αναερόβιας χώνευσης και συγκεκριμένα θα καλύψει :

- βασικές έννοιες
- λειτουργικές παραμέτρους
- τον έλεγχο
- τα προβλήματα και η αντιμετώπισή τους
- μέτρα ασφάλειας στους χωνευτές

7.2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Γιατί γίνεται η χώνευση;

Η αναερόβια χώνευση χρησιμοποιείται για τη μείωση του οργανικού φορτίου των λασπών μιάς εγκατάστασης επεξεργασίας αστικών λυμάτων και την επεξεργασία βιομηχανικών αποβλήτων.

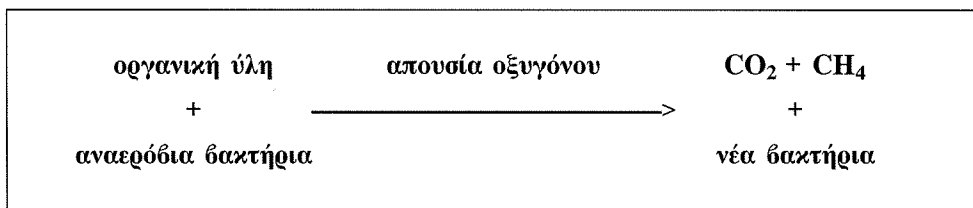
Η αναερόβια χώνευση επιλέγεται σε εγκαταστάσεις χαμηλής ή μέσης φόρτισης για την επεξεργασία των φρέσκων λασπών των λυμάτων και της περίσσειας της λάσπης του αερόβιου βιολογικού σταδίου.

Τι επιτυγχάνει η αναερόβια χώνευση;

- μειώνει το οργανικό φορτίο των λασπών
- σταθεροποιεί τις λάσπες
- εξαλείφει τις οσμές
- εξοντώνει σε μεγάλο βαθμό παθογόνα βακτήρια και ιούς
- ετοιμάζει τη λάσπη για ευκολότερη αφυδάτωση
- δίνει ένα προϊόν, τις περισσότερες φορές, κατάλληλο για ανακύκλωση
- παράγει καύσιμο αέριο

Ποιά η βιολογική διεργασία της αναερόβιας χώνευσης;

Η βιολογική αντίδραση περιγράφεται απλά ως :

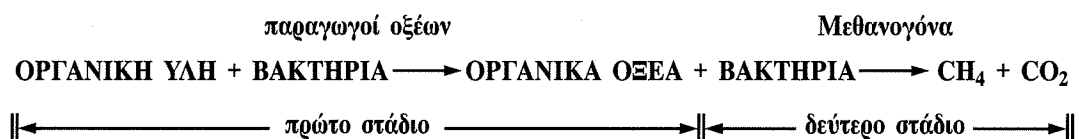


Τα τελικά προϊόντα της αναερόβιας χώνευσης είναι κυρίως μεθάνιο (CH₄), διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), μικρές ποσότητες υδρόθειου (H₂S) και αρωματικών υδρογονανθράκων.

Τα στάδια της διεργασίας είναι χονδρικά 2 :

1. η ζύμωση των οξέων
2. η μεθανική ζύμωση

Την υπεραπλουστευμένη απεικόνιση των σταδίων αυτών δείχνει το παρακάτω σχήμα.



Στο πρώτο στάδιο, πολύπλοκες ενώσεις (πρωτεΐνες, λίπη και υδατάνθρακες) υδρολύονται σε μικρότερες μοριακές μονάδες, οι οποίες ακολούθως μετατρέπονται σε οργανικά οξέα μικρής αλυσίδας, όπως οξικό οξύ, προπιονικό και βουτυρικό οξύ.

Τα οργανικά αυτά οξέα ονομάζονται πτητικά οξέα ή volatile acids.

Τα πτητικά οξέα χρησιμοποιούνται από τα βακτήρια του δεύτερου σταδίου σαν τροφή, για την παραγωγή του μείγματος μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα που ονομάζεται βιοαέριο.

Τα βακτήρια του δεύτερου σταδίου είναι αυστηρά αναερόβια και καλούνται μεθαγόνα.

Η βιολογική διεργασία του πρώτου σταδίου είναι πολύ ταχύτερη εκείνης του δεύτερου σταδίου, το οποίο αποτελεί και το βραδύτερο στάδιο της χώνευσης.

Τα μεθανογόνα βακτήρια είναι υπεύθυνα για τη σταθεροποίηση των λασπών, καταναλίσκουν τα πτητικά οξέα και αναπτύσσονται πάρα πολύ αργά.

Αν η συγκέντρωση των πτητικών οξέων είναι πάρα πολύ μεγάλη, τότε το μη ιονισμένο μόριο του οξέος εμφανίζει τοξικότητα προς τα μεθανογόνα βακτήρια.

Έτσι, πρέπει να υπάρχει ισορροπία μεταξύ των παραγωμένων οξέων με το πρώτο στάδιο και των αναλικομένων με το δεύτερο.

Αν παραχθούν πτητικά οξέα περισσότερα από ό,τι μπορούν να αναλώσουν τα μεθανογόνα βακτήρια, τότε η ισορροπία καταστρέφεται και η όλη διεργασία σταματά.

Τα μεθανογόνα βακτήρια είναι εξαιρετικά ευαίσθητα σε μεταβολές φόρτισης, θερμοκρασίας, PH, όπως και σε είσοδο τοξικών και αέρα στο περιβάλλον στο οποίο ζούν.

Η επιτυχία της λειτουργίας των αναερόβιων χωνευτών εξαρτάται από την προσοχή που καταβάλλεται, για διατήρηση των συνθηκών που ευνοούν τη ζωή των μεθανογόνων.

Ποιοί είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν τα μεθανογόνα βακτήρια;

Οι παράγοντες αυτοί είναι :

- η φόρτιση στερεών του χωνευτή
- η ανάμειξη του περιεχομένου ενός χωνευτή
- η θερμοκρασία
- η αλκαλικότητα
- τα πτητικά οξέα
- θρεπτικά συστατικά και ιχνοστοιχεία
- τοξικότητα των λασπών

Πώς επηρεάζουν οι ανωτέρω παράγοντες τα μεθανογόνα;

α. Η φόρτιση στερεών του χωνευτή

Εδώ θα γίνει αναφορά σε δύο επί μέρους παράγοντες:

- τον χρόνο παραμονής των λασπών στον χωνευτή ο οποίος εξαρτάται από την υδραυλική φόρτιση του χωνευτή και ο οποίος επηρεάζει τον βαθμό σταθεροποίησης των λασπών
- τη φόρτιση πτητικών στερεών ανά μονάδα πτητικών στερεών στον χωνευτή και ανά ημέρα. Υπερβολική φόρτιση δημιουργεί μεγάλη ποσότητα πτητικών οξέων τα οποία είναι τοξικά για τα μεθανογόνα.

Η φόρτιση πρέπει να είναι τόσο, ώστε να συντελεί στη θεμελιώδη ισορροπία του συστήματος η οποία επιτυγχάνεται όταν τα μεθανογόνα είναι ικανά να αναλώσουν τα παραγόμενα πτητικά οξέα.

β. Η ανάμειξη του περιεχομένου ενός χωνευτή έχει μεγάλη σημασία διότι:

- συντελεί στην ομοιόμορφη θέρμανση
- κατανέμει ομοιόμορφα τις λάσπες (τροφή) προς όλα τα βακτήρια

- βοηθά στην απομάκρυνση των μεταβολικών προϊόντων των βακτηρίων.
- αποτρέπει την κατακρήση άμμου και άλλων στερεών στον πυθμένα του χωνευτή και επιτρέπει τη σωστή έξοδο των από αυτόν

γ. Η θερμοκρασία

Τα βακτήρια είναι ευαίσθητα στη θερμοκρασία. Αναλίσκουν ρύπους και αναπτύσσονται ταχύτερα σε υψηλότερες θερμοκρασίες, πράγμα που επιτρέπει την αύξηση της φόρτισης του χωνευτή, την καλύτερη σταθεροποίηση της λάσπης και μεγαλύτερη παραγωγή βιοαερίου.

Η μεσοφιλική περιοχή για την αναερόβια χώνευση είναι 35-36°C.

Η θερμοκρασία πρέπει να παραμένει σταθερή.

Κάθε είδος μεθανογόνου βακτηρίου έχει μία άριστη θερμοκρασία για ανάπτυξη.

Έτσι, αν η θερμοκρασία μεταβάλλεται συνεχώς, δεν είναι δυνατόν να διατηρηθεί μεγάλος πληθυσμός από κάποια είδη μεθανογόνων, με συνέπεια τη μειωμένη δυναμικότητα της διεργασίας.

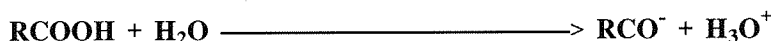
Θερμοκρασιακή σταθερότητα επιτυγχάνεται όταν η θερμοκρασία κυμαίνεται 0,5°C.

Αν η θερμοκρασία πέσει π.χ. κατά 2°C και αν δεν είναι δυνατόν να την επαναφέρουμε ταχύτατα και να την διατηρήσουμε, τότε είναι προτιμότερο να σταθεροποιηθούμε στη νέα αυτή κατώτερη θερμοκρασία.

δ. PH, πτητικά οξέα και αλκαλικότητα

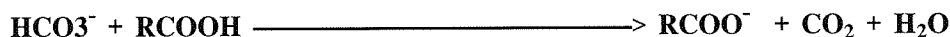
Το PH πρέπει να είναι μεταξύ 6,8 και 7,2.

Όσο το PH μειώνεται τόσο αυξάνεται η συγκέντρωση του μη ιονισμένου μορίου των πτητικών οξέων, σύμφωνα με την αντίδραση



Αλλά η μη ιονισμένη μορφή του πτητικού οξέος (RCOOH) αν ξεπεράσει μία τιμή συγκέντρωσης, δρά τοξικά στα μεθανογόνα βακτήρια. Η τιμή αυτή είναι γύρω στα 10 mg/l σαν οξεικό οξύ.

Οι χωνευτές πρέπει να έχουν επαρκή αλκαλικότητα, ώστε να εξουδετερώνεται το μη ιονισμένο πτητικό οξύ.



Όπως δείχνει η αντίδραση, η διτανθρακική αλκαλικότητα κρατά το σύστημα σε σταθερότητα.

Συνήθως μετράται η ολική αλκαλικότητα (TAC), ενώ η διτανθρακική (BA) εκτιμάται από τη σχέση,

$$\text{BA} = \text{TAC} - 0,71 \text{ VA}$$

όπου VA η συγκέντρωση των πτητικών οξέων σε mg/l οξεικού οξέος.

Η συγκέντρωση των VA ενός υγιούς χωνευτή κυμαίνεται από 50 έως 300 mg/l, ενώ η αλκαλικότητα από 2000 έως 2500 mg/l (σαν CaCO₃).

Εκείνο που παρακολουθείται στενά κατά τη λειτουργία είναι ο λόγος VA/TAC.

Όσο πιο μικρή είναι η τιμή του λόγου αυτού τόσο σταθερότερος είναι ο χωνευτής.

Όταν η τιμή VA/TAC ξεπεράσει το 0,3 τότε ο χωνευτής έχει περιέλθει σε επικίνδυνη κατάσταση με κίνδυνο να τεθεί εκτός, δηλαδή να παύσει παντελώς κάθε βιολογική δράση μέσα σε αυτόν και να νεκρωθεί.

Ασφαλής τιμή του λόγου VA/TAC είναι 0,15.

Επειδή το υγρό του χωνευτή έχει μεγάλη ικανότητα buffering, μπορεί τα VA να αυξάνονται χωρίς να μειώνεται το PH. Έτσι είναι δυνατόν, ο χωνευτής να πάρει το δρόμο για να τεθεί εκτός, χωρίς να φαίνεται τίποτα μέσω του PH.

Αντίθετα η απόλυτη τιμή του VA δείχνει ξεκάθαρα τις τάσεις του χωνευτή.

ε. Θρεπτικά συστατικά και ιχνοστοιχεία

Όπως όλες οι βιολογικές διεργασίες, έτσι και η αναερόβια χώνευση, για να λάβει χώρα, απαιτεί θρεπτικά συστατικά τα οποία είναι κυρίως το N και ο P.

Επίσης, απαιτούνται οι απαραίτητες μικροποσότητες μετάλλων όπως, σίδηρος, χαλκός μαγγάνιο, ψευδάργυρος, μολυβδένιο και βανάδιο.

Λόγω των μικρών απαιτήσεων, τα στοιχεία που ευρίσκονται στις λάσπες των βιολογικών αστικών λυμάτων, είναι υπεραρκετά για την αναερόβια χώνευση των λασπών αυτών.

ξ. Τοξικότητα

Τα βακτήρια πρέπει να ευρίσκονται σε περιβάλλον άνευ τοξικών ουσιών.

Τοξικές ουσίες είναι:

- το οξυγόνο
- υπερβολική ποσότητα VA
- υπερβολική ποσότητα θειούχων
- βαρέα μέταλλα
- η αμμωνία
- χλωριωμένες οργανικές ενώσεις

7.3. ΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Οι παράμετροι που καθορίζονται και μετρώνται από τον χειριστή είναι :

- ο υδραυλικός χρόνος παραμονής των λασπών
- η φόρτιση πτητικών στερεών του χωνευτή
- η θερμοκρασία

Τα μεγέθη που μετρώνται και παρακολουθούνται στενά είναι :

- τα πτητικά οξέα (VA)
- η ολική αλκαλικότητα (TAC)
- το PH
- παραγωγή αερίου και λόγος CO₂/CH₄

Ένα άλλο μέγεθος, το οξειδοαναγωγικό δυναμικό (Redox Potential), μπορεί να χρησιμοποιηθεί επικουρικά.

7.3.1. Ο υδραυλικός χρόνος παραμονής

Ο υδραυλικός χρόνος παραμονής είναι $t = V/Q$, μετρούμενος σε ημέρες, όπου V ο όγκος του χωνευτή σε m³ και Q η παροχή της τροφοδοσίας σε m³/μέρα.

Ο χρόνος t πρέπει πάντοτε να είναι μικρότερος του t_{min}, όπου t_{min} ο ελάχιστος επιτρεπόμενος χρόνος παραμονής των λασπών στο χωνευτή.

Ο χρόνος t_{min} εξαρτάται από τον τύπο των λασπών και από τη θερμοκρασία λειτουργίας.

Για χώνευση λασπών από αστικά λύματα, συνιστάται ένας χρόνος παραμονής 15 έως 20 ημέρες.

Αλλά, εάν οι συνθήκες το επιτρέπουν, δηλαδή

- 1. η τροφοδοσία εμφανίζει αξιόπιστη σταθερότητα, όσον αφορά την ποιότητα και την ποσότητα**
 - 2. υπάρχει αξιόπιστο σύστημα ανάμειξης και θέρμανσης**
 - 3. δεν υπάρχουν τοξικά στην είσοδο**
- τότε , ο χρόνος παραμονής μπορεί να κατέδει και μέχρι 10 ημέρες.**

Η επιλογή του χρόνου λειτουργίας t γίνεται με τη ρύθμιση της παροχής του παχυντή Q.

Η τροφοδοσία του χωνευτή ρυθμίζεται ώστε :

- να είναι χρονικά σταθερή και ομοιόμορφη
- να γίνεται όσο το δυνατόν περισσότερες φορές και από λίγο

Η ασταθής και ανομοιόμορφη τροφοδοσία θέτει τον χωνευτή, χωρίς λόγο, σε επικίνδυνες καταστάσεις μετατόπισης από την ισορροπία.

7.3.2. Η φόρτιση πτητικών στερεών του χωνευτή

Η φόρτιση πτητικών του χωνευτή εκφράζεται σαν kg VSS εισόδου στο χωνευτή ανά kg VSS που ευρίσκεται στο χωνευτή και ανά ημέρα.

Η φόρτιση αυτή συνήθως δεν πρέπει να ξεπερνά το 8%.

Αλλά το 8% μπορεί να ξεπεραστεί για λίγες ημέρες, όχι όμως συνεχώς.

Επειδή ο χειριστής δεν μπορεί να ελέγξει και να καθορίσει επακριβώς τη συγκέντρωση των στερεών στην έξοδο από τον παχυντή, πρέπει πάντοτε να προσέχει το πόσα στερεά βάζει μέσα στο χωνευτή.

Αυτό το επιτυγχάνει μόνο εάν κάνει καθημερινά μετρήσεις των VSS στον παχυντή και χωνευτή και παρακολουθεί και ρυθμίζει την αντλία του παχυντή.

Οι παρακάτω κανόνες είναι ανεκτίμητοι για την αδιάλειπτη και ασφαλή λειτουργία ενός χωνευτή:

- **ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΤΟΥ ΧΩΝΕΥΤΗ ΔΕΝ «ΠΑΙΖΟΥΜΕ ΠΟΤΕ»**
- **ΟΙ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗΝ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΤΟΥ ΧΩΝΕΥΤΗ ΘΑ ΚΑΘΟΡΙΖΟΝΤΑΙ ΜΟΝΟ ΑΠΟ ΤΟΝ ΥΠΕΥΘΥΝΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ**
- **ΑΝ ΕΠΙΘΥΜΕΙΤΑΙ Η ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΤΟΥ ΧΩΝΕΥΤΗ, ΤΟΤΕ ΑΥΤΗ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΓΙΝΕΙ ΜΕ ΡΥΘΜΟ 5% ΑΝΑ 2 ΗΜΕΡΕΣ ΚΑΙ ΜΕ ΣΥΝΕΧΗ ΕΛΕΓΧΟ ΤΩΝ ΠΤΗΤΙΚΩΝ ΟΞΕΩΝ (VA) ΤΟΥ ΧΩΝΕΥΤΗ**

7.3.3. Η θερμοκρασία

Η θερμοκρασία επιλέγεται από τον χειριστή και είναι καλό να διατηρείται σταθερή και κοντά στους 36°C.

Η σταθερότητα της θερμοκρασίας επιτυγχάνεται με :

- καλή ανάμειξη του χωνευτή
- αξιόπιστο σύστημα θέρμανσης
- ομοιόμορφη τροφοδοσία
- στενή παρακολούθηση με μετρήσεις
- ύπαρξη στην αποθήκη ανταλλακτικών του εξοπλισμού θέρμανσης

7.3.4. Τα πτητικά οξέα (VA)

Η λειτουργική κατάσταση του χωνευτή μπορεί να ελεγχθεί αποτελεσματικά με 2 τρόπους.

Ο ένας αφορά την παρακολούθηση με τη μέτρηση των πτητικών οξέων και ο άλλος παρακολουθώντας την παραγωγή βιοαερίου και τη σύνθεση αυτού.

Ο τρόπος με τη μέτρηση των VA είναι αποτελεσματικός και ο πιο φθηνός, διότι η παρακολούθηση με την παραγωγή του βιοαερίου προϋποθέτει ύπαρξη παροχομέτρου στη γραμμή του βιοαερίου.

Η παρακολούθηση με τα VA πρέπει να γίνεται με τους εξής κανόνες :

1. Μετράμε καθημερινά τα VA και το TAC

Η συχνότητα αυτή εξαρτάται από τις διακυμάνσεις στην ποιότητα της λάσπης τροφοδοσίας.

2. Ευρίσκουμε το λόγο VA/TAC

Πρέπει να είναι :

α. Μικρός, $VA/TAC < 0,3$

όσο ο λόγος αυτός είναι μικρότερος, τόσο ο χωνευτής σταθερότερος

β. Σταθερός

3. Κριτήριο σταθερότητας αποτελεί η απόλυτος τιμή των VA

ΓΓ'ΑΥΤΟ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΟΥΜΕ ΤΗΝ ΑΠΟΛΥΤΗ ΤΙΜΗ ΤΩΝ ΠΤΗΤΙΚΩΝ ΟΞΕΩΝ VA Η ΤΙΜΗ ΤΩΝ VA ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΣΤΑΘΕΡΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΚΑΤΑ 5-10% ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΣΗΜΑΙΝΕΙ ΕΓΓΡΗΓΟΡΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ, ΓΙΑ ΕΞΑΚΡΙΒΩΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΑΥΤΗΣ ΚΑΙ ΛΗΨΗ ΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΧΩΝΕΥΤΗ

Παράδειγμα

Αν για παράδειγμα, σε ένα χωνευτή που εργάζεται με $VA = 100 \text{ mg/l}$ σαν οξεικό οξύ και $TAC = 2000 \text{ mg/l}$ και λόγο $VA/TAC = 0,05$, τα VA αρχίζουν να αυξάνουν με ημερήσιο ρυθμό 5 mg/l , τότε οι νέες τιμές του λόγου VA/TAC θα εξακολουθούν να είναι πολύ μικρές, κατώτερες του 0,1.

Παρόλο που ο λόγος VA/TAC είναι υπερβολικά μικρός, αν τη δεύτερη ημέρα που παρατηρείται η μεταβολή δεν γίνουν οι απαραίτητες ενέργειες, τότε πιθανότατα ο χωνευτής «να οδεύει ολοταχώς» για να τεθεί εκτός (να νεκρωθεί).

Η μεγάλη τιμή του TAC σχετικά με τα VA, δεν μπορεί να προστατεύσει αποτελεσματικά τον χωνευτή, διότι η αύξηση των VA δηλώνει είτε :

- αδυναμία των μεθανογόνων να αναλώσουν τα VA, η οποία μπορεί να οφείλεται σε πολλούς λόγους είτε
- υπερφόρτιση του χωνευτή

Οι απαραίτητες ενέργειες αναφέρονται στην παράγραφο «Λειτουργικά προβλήματα και αντιμετώπισή των».

7.3.5. Η ολική αλκαλικότητα (TAC) και το PH

Το PH δεν μπορεί να δείξει μία επικείμενη επικίνδυνη κατάσταση για τον χωνευτή, επειδή το υγρό έχει την ιδιότητα να κρατά το PH σταθερό (buffering).

Το PH μειώνεται όταν ήδη ο χωνευτής είναι σχεδόν εκτός.

Η ολική αλκαλικότητα (TAC) πρέπει να μετράται παράλληλα με τα VA.

Το TAC μειώνεται όταν τα VA αυξάνουν. Αλλά, πολλές φορές λόγω σφαλμάτων στις μετρήσεις των VA και TAC, είναι δυνατόν το TAC να μην παρακολουθεί στενά τις μεταβολές των VA.

Για το λόγο αυτό, ο λόγος VA/TAC δεν θεωρείται τόσο σίγουρος, για τον έλεγχο του χωνευτή, όσο τα VA.

7.3.6. Η παραγωγή του βιοαερίου και η σύνθεσή του

Η παραγωγή του αερίου είναι μία απ'ευθείας ένδειξη της βιολογικής δράσης των βακτηρίων.

Η παραγωγή όμως αυτή είναι και ευθέως ανάλογη της τροφοδοσίας του χωνευτή με πτητικά στερεά (VSS).

Έτσι, εάν η τροφοδοσία παραμένει ποσοτικά και ποιοτικά σταθερή και η παραγωγή βιοαερίου αρχίζει να μειώνεται, τότε έχουμε σαφή ένδειξη ότι υπάρχει πρόβλημα.

Εάν, όμως η παραγωγή αυξομειώνεται σύμφωνα με την είσοδο των VSS στον χωνευτή, τότε η απόκριση του χωνευτή είναι φυσιολογική.

Η παραγωγή του βιοαερίου είναι δυνατόν να αποτελέσει εργαλείο ελέγχου της λειτουργίας του χωνευτή, όταν:

- υπάρχουν παροχόμετρα βιοαερίου σε κάθε χωνευτή
- υπάρχει σύστημα μέτρησης των VSS που εισάγονται στον χωνευτή.

Η σύνθεση του βιοαερίου είναι ένα χρήσιμο μέγεθος για την εξακρίβωση ενός προβλήματος.

Συνήθως σε οιαδήποτε μετατόπιση ισορροπίας ή ανωμαλίας που επηρεάζει δυσμενώς τα μεθανογόνα, η παραγωγή μεθανίου (CH₄) μειούται.

Ενδεχόμενα, η συνολική παραγωγή του βιοαερίου να παραμείνει η ίδια, παρ' όλη τη μείωση της παραγωγής του μεθανίου, λόγω ταυτόχρονης αύξησης της παραγωγής του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Στην περίπτωση αυτή αυξάνει ο λόγος CO₂/CH₄.

Η απόκριση του χωνευτή σε διάφορες διαταραχές είναι η ακόλουθη:

- α. Σε είσοδο τοξικών, η παραγωγή μεθανίου μειώνεται απότομα
- β. Σε υδραυλική ή οργανική υπερφόρτιση, η παραγωγή μεθανίου μειούται προοδευτικά
- γ. Σε οργανική υπερφόρτιση, ενδεχόμενα το μεθάνιο πρώτα να αυξηθεί και μετά να μειωθεί.

Τα κύρια συστατικά του βιοαερίου είναι το μεθάνιο (CH₄) και το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Το άθροισμα των συστατικών αυτών είναι περίπου το 95% κατ' όγκον του βιοαερίου.

Έτσι, αν μετράται το CO₂ τότε το CH₄ ευρίσκεται αφαιρώντας την τιμή του CO₂ από το 95%.

Συνήθως το CO₂ είναι 30-35% κατ' όγκον στο βιοαέριο.

Αν η τιμή αυτή αυξηθεί, επίκειται πρόβλημα.

7.3.7. Το οξειδοαναγωγικό δυναμικό (Redox Potential)

Για το μέγεθος αυτό γίνεται αναφορά στην παράγραφο 4.4.2. σημείο 7 του εγχειριδίου.

Το δυναμικό αυτό μετράται με ειδικό ηλεκτρόδιο σε mV.

Το συνημμένο διάγραμμα της παραγράφου που αναφέραμε, δείχνει την περιοχή στην οποία μπορεί να ευρίσκεται η τιμή του δυναμικού για αναερόβια χώνευση.

Οι μετρήσεις όμως με το ηλεκτρόδιο αυτό είναι συνήθως χρονοβόρες (διάρκεια μέτρησης μερικές ώρες).

Πλην όμως, το οξειδοαναγωγικό δυναμικό δείχνει με τη μέγιστη αξιοπιστία, πόσο αναερόβια εργάζεται ένας χωνευτής

Το οξειδοαναγωγικό δυναμικό είναι χρησιμότερο, όταν γίνεται το ξεκίνημα ενός χωνευτή, ή όταν γίνεται η προσπάθεια ανάκτησης ενός χωνευτή ο οποίος ετέθη εκτός λειτουργίας από λειτουργικό σφάλμα.

7.4. Ο ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

7.4.1. Μετρούμενα μεγέθη και η συχνότητά τους

Για τον αποτελεσματικό έλεγχο του χωνευτή, πρέπει να γίνονται οι αναλύσεις και επιθεωρήσεις που δείχνει ο παρακάτω πίνακας.

ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΑΙ Η MINIMUM ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ Ή ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

Τύπος λάσπης/μέγεθος	Minimum συχνότητα	Παρατηρήσεις
Λάσπες τροφοδοσίας		
ολικά στερεά, kg SS/m ³	κάθε μέρα	ημερήσιο δείγμα
πτητικά στερεά, kg VSS/m ³	κάθε μέρα	ημερήσιο δείγμα
PH	κάθε μέρα	
παροχή, m ³ /μέρα	κάθε μέρα	
Περιεχόμενο χωνευτή		
ολικά στερεά, kg SS/m ³	κάθε 2 μέρες	ημερήσιο δείγμα
πτητικά στερεά, kg VSS/m ³	κάθε 2 μέρες	ημερήσιο δείγμα
ολική αλκαλικότητα (TAC)	κάθε μέρα	τυχαίο δείγμα
πτητικά οξέα (VA)	κάθε μέρα	τυχαίο δείγμα
PH	κάθε μέρα	τυχαίο δείγμα
REDOX potential	κάθε 2 μέρες	τυχαίο δείγμα
Θερμοκρασία, οC	3 φορές/μέρα (εγκατεστημένα θερμομέτρα)	επιθεώρηση
παραγωγή βιοαερίου	καθημερινά	καταγραφή
σύνθεση βιοαερίου	καθημερινά (αυτόματος αναλυτής)	επιθεώρηση

7.4..2. Αξιολόγηση των μετρήσεων

Με τις παραπάνω μετρήσεις καταστρώνεται ένας πίνακας, στον οποίον κάθε μέρα καταγράφονται :

- τα στερεά που εισέρχονται ημερησίως στον χωνευτή, kg SS/μέρα
- τα πτητικά στερεά που εισέρχονται ημερησίως στον χωνευτή, kg VSS/μέρα
- τα στερεά που εξέρχονται ημερησίως από τον χωνευτή, kg SS/μέρα
- τα πτητικά στερεά που εξέρχονται ημερησίως από τον χωνευτή, kg VSS/μέρα
- τα VA, ο λόγος VA/TAC και το PH
- η ημερήσια παραγωγή βιοαερίου και ο λόγος CO₂/CH₄

Από τα δεδομένα αυτά, υπολογίζονται :

1. Η ημερήσια φόρτιση πτητικών στερεών του χωνευτή, kg VSS εισόδου ανά kg VSS χωνευτού ανά ημέρα.
Η φόρτιση πρέπει να είναι μικρότερη από 8%.
2. Η παραγωγή βιοαερίου, m³ παραγομένου βιοαερίου ανά kg εισερχομένου VSS
Για λάσπες 0,4 - 0,5 m³ βιοαερίου ανά kg VSS που εισέρχεται στον χωνευτή.
3. Η παραγωγή βιοαερίου, m³ παραγομένου βιοαερίου ανά kg καταστροφομένου VSS
Για λάσπες αστικών λυμάτων, η παραγωγή αυτή πρέπει να είναι 0,9 - 1,0 m³ βιοαερίου ανά kg VSS που καταστρέφεται μέσα στον χωνευτή.

4. Η απόδοση του χωνευτή, δηλαδή η % αφαίρεση των οργανικών της λάσπης.

$$\text{Η απόδοση υπολογίζεται από τον τύπο : } X = 1 - \frac{m1 * (1 - m2)}{m2 * (1 - m1)}$$

όπου :

X , το κλάσμα των αφαιρουμένων VSS της λάσπης

m1, το κλάσμα των ανόργανων συστατικών σε όλα τα στερεά στην εισερχόμενη φρέσκια λάσπη

m2, το κλάσμα των ανόργανων συστατικών σε όλα τα στερεά στη χωνευμένη λάσπη

Παράδειγμα:

Έστω ότι :

VSS / SS = 0,71 στην εισερχόμενη λάσπη

και

VSS / SS = 0,62 στην χωνευμένη λάσπη

τότε $m1 = 1 - 0,71 = 0,29$

και $m2 = 1 - 0,62 = 0,38$

η απόδοση του χωνευτή είναι :

$$X = 1 - \frac{m1 * (1 - m2)}{m2 * (1 - m1)} = 1 - \frac{0,29 * (1 - 0,38)}{0,38 * (1 - 0,29)}, X = 0,33 \text{ ή } 33\%$$

7.4.3. Οι χημικές αναλύσεις

Οι χημικές αναλύσεις που χρησιμοποιούνται περιγράφονται στις «Standard Methods».

Στο εγχειρίδιο αυτό θα περιγράψουμε **μία σύντομη μέθοδο μέτρησης της ολικής αλκαλικότητας και των πτητικών οξέων (VA)**.

Λαμβάνουμε 25ml λάσπης από τον χωνευτή. Φυγοκεντρούμε τη λάσπη σε 10.000 στρ/min για 10min. Συλλέγουμε το υπερκείμενο υγρό σε ποτήρι ζέσεως των 400 ml.

Επαναδιαλύουμε τα στερεά με 50ml απεσταγμένο νερό και φυγοκεντρούμε στις 5000στρ/min για 10 min.

Επαναλαμβάνουμε τη διάλυση και φυγοκέντρωση ακόμη μία φορά.

Προσδιορισμός του TAC

Τιτλοδοτούμε το συλλεγέν υγρό με 0,1 N θειϊκό οξύ με προχοίδα των 1/10 ml μέχρι PH = 4.

Αν V ο όγκος (ml) του θειϊκού οξέος, τότε

$$\text{TAC} = \frac{V * 0,1 * 1.000}{25} = V * 4, \text{ meq/l}$$

ή

$$\text{TAC} = V * 4 * 0,05, \text{ g/l CaCO}_3$$

Προσδιορισμός των πτητικών οξέων (VA)

Τιτλοδοτούμε πάλι το υγρό με 0,1 θειϊκό οξύ μέχρι PH = 3,5. Μετά βράζουμε το υγρό με το

PH = 3,5 για 3 ακριβώς λεπτά της ώρας. Αφήνουμε να κρυώσει και με 0,1 N NaOH τιτλοδοτούμε μέχρι PH = 4 (όγκος V_2). Συνεχίζουμε μέχρι PH = 7 (νέος όγκος V_3).

$$\text{VA} = \frac{(V_3 - V_2) * 0,1 * 1.000}{25} = (V_3 - V_2) * 4, \text{ meq/l}$$

ή

$$\text{VA} = (V_3 - V_2) * 4 * 0,06, \text{ g/l CH}_3\text{COOH}$$

7.5. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΥΡΥΘΜΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Τα προβλήματα που θα περιγράψουμε είναι απλά.

Σκοπός όμως είναι να παρουσιάσουμε τη φιλοσοφία αντιμετώπισης αυτών των προβλημάτων.

Θα αναφερθούμε σε :

α. Πτώση του PH

β. Αύξηση των πτητικών οξέων

γ. Απότομη αύξηση της θερμοκρασίας

δ. Απότομη μείωση της βιολογικής δράσης

ε. Στον χωνευτή έχει παύσει κάθε βιολογική δράση (νεκρός χωνευτής)

α. Η πτώση του PH

Συχνά παρατηρείται πτώση του PH.

Αυτή μπορεί να οφείλεται είτε σε αύξηση των πτητικών οξέων, είτε σε σφάλμα του ηλεκτροδίου του πεχάμετρου.

Αν η χωνευμένη λάσπη έχει ευχάριστη οσμή, τότε δεν μπαίνουμε καν στον κόπο να μετρήσουμε τα πτητικά οξέα.

Κάνουμε αμέσως έλεγχο στο ηλεκτρόδιο του πεχάμετρου.

Τα ηλεκτρόδια αφενός μεν υφίστανται μία γήρανση και δεν μετρούν σωστά, αφ' ετέρου λερώνονται από τη λάσπη.

Λίπη και άλλα υλικά επικαθόνται στο ηλεκτρόδιο, με αποτέλεσμα εσφαλμένες μετρήσεις.

Καθαρίζουμε αμέσως το ηλεκτρόδιο ρυθμίζουμε τη λειτουργία του παραμέτρου και ξαναμετράμε το PH.

Αν το PH που μετράμε εκ νέου είναι χαμηλό, αρχίζουμε την εξέταση όλων των λειτουργικών δεδομένων.

β. Αύξηση των πτητικών οξέων

1. **Αν η αύξηση είναι απότομη και λαμβάνει χώρα μέσα σε λίγες ώρες, τότε αναζητούμε την αιτία σε είσοδο τοξικών**

2. **Αν η αύξηση δεν είναι απότομη, τότε ελέγχουμε :**

- αν η θερμοκρασία του χωνευτή έχει πέσει προοδευτικά.

Αν πράγματι η θερμοκρασία έχει μειωθεί για κάποιο λόγο, προσπαθούμε :

- * να την επαναφέρουμε, εφόσον αυτό μπορεί να γίνει ταχύτατα, μέσα σε λίγες ώρες
- * να την κρατήσουμε σε χαμηλότερο σημείο, αλλά όμως σταθερή
- * ελέγχουμε μη τυχόν συνέδη παράλληλα υπερφόρτιση οργανικού φορτίου
- * ανάλογα με τη μεταβολή των VA ενδεχόμενα να μειώσουμε την τροφοδοσία

- αν η θερμοκρασία είναι αμετάβλητη, τότε

ελέγχουμε μήπως συνέδη

- * υπερφόρτιση οργανικού φορτίου
- * υδραυλική υπερφόρτιση
- * προοδευτική είσοδος τοξικών

Υπερφόρτιση οργανικών

Ψάχνουμε 2 σημεία :

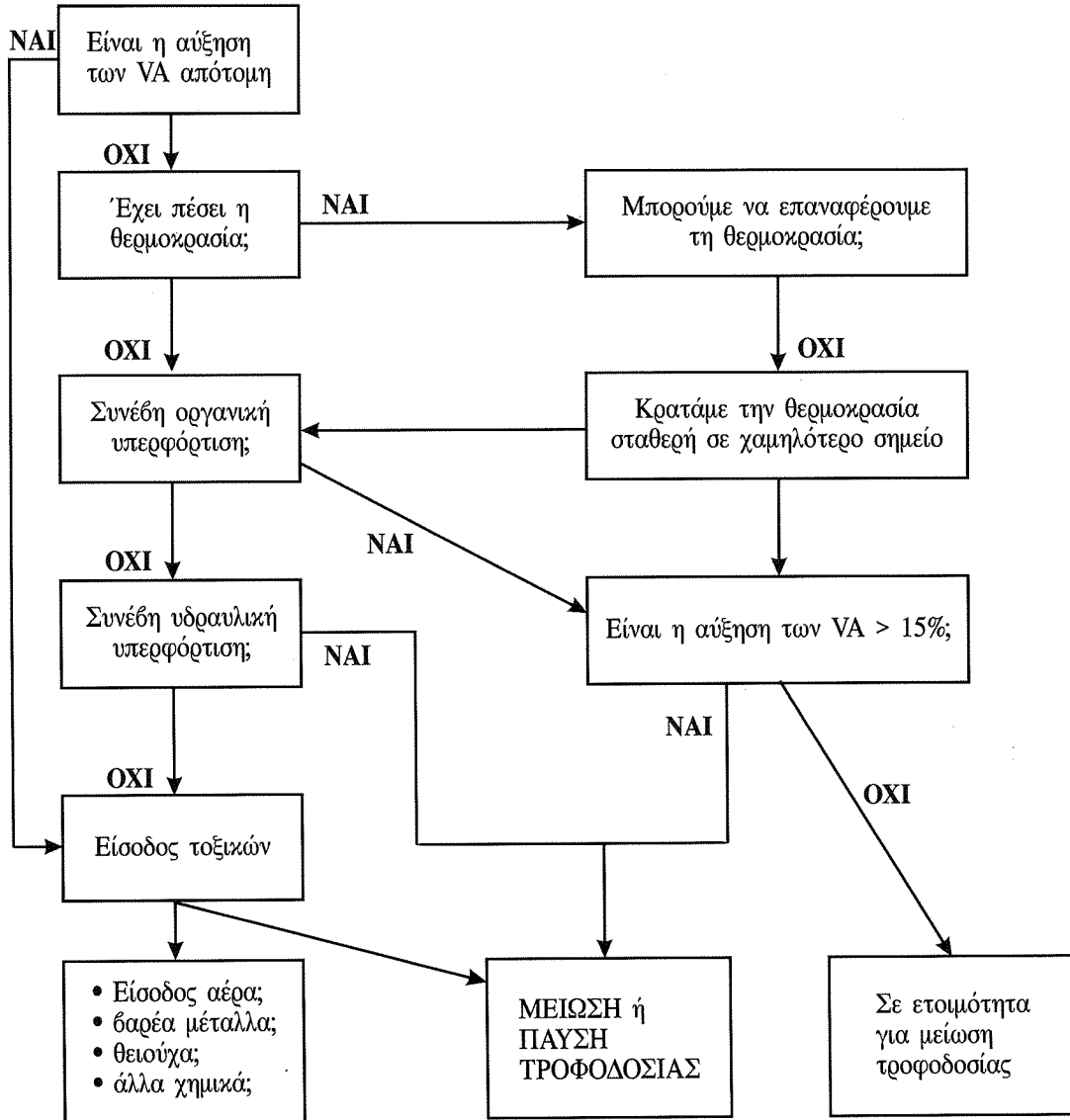
1. Την αντλία τροφοδοσίας

Μήπως συνέδη ατυχώς αυξημένη τροφοδοσία του χωνευτή;

Δυστυχώς, ατυχής αυξημένη τροφοδοσία μπορεί να συμβεί :

- * από σφάλμα του χρονοδιακόπτη της αντλίας
- * από απορρύθμιση στροφών της αντλίας
- * από άλλη απροσεξία χειρισμού

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΥΞΗΣΗΣ ΤΩΝ ΠΗΚΤΙΚΩΝ ΟΞΕΩΝ
ΣΕ ΑΝΑΕΡΟΒΙΟ ΧΩΝΕΥΤΗ**



2. Τυχόν απότομη αύξηση των στερεών του παχυντή
Απότομη αύξηση των στερεών του παχυντή συμβαίνει, όταν υπερφορτίζεται με στερεά ο παχυντής. Αυτή η αιτία είναι μάλλον σπανιότερη.
3. Αν η μείωση των VA είναι χαμηλή, τότε η μυρωδιά της χωνευμένης λάσπης ίσως έχει αλλάξει προς το δυσάρεστο, που σημαίνει υπερφόρτιση οργανικών. Αν δεν συνέβη υπερφόρτιση οργανικών, ελέγχουμε την υδραυλική υπερφόρτιση.

Υδραυλική υπερφόρτιση

Υδραυλική υπερφόρτιση εννοούμε την κατάσταση, που η τροφοδοσία του χωνευτή έχει αυξηθεί τόσο πολύ, που έχει ξεπεράσει τον ελάχιστο επιτρεπόμενο χρόνο παραμονής των λασπών στον χωνευτή.

Ο έλεγχος γίνεται πάλι στην αντλία τροφοδοσίας, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως.

Αν δεν συνέβη υδραυλική υπερφόρτιση, εξετάζουμε την προοδευτική είσοδο τοξικών.

Προοδευτική είσοδος τοξικών

Σαν τοξικά, πρέπει να αναζητήσουμε και την πιθανή είσοδο αέρα στον χωνευτή.

Αέρας μπορεί να εισέλθει από το κύλωμα ανάμειξης του χωνευτή με βιοαέριο, από ενδεχόμενη μείωση της πίεσης στο χώρο του βιοαερίου και είσοδο αέρα από τις ασφαλιστικές βαλβίδες.

Προοδευτική είσοδος τοξικών συμβαίνει με την είσοδο υπόπτων βοθρολυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων στο αποχετευτικό δίκτυο της πόλης.

**ΟΤΑΝ ΣΥΜΒΕΙ ΑΥΞΗΣΗ ΤΩΝ ΠΤΗΤΙΚΩΝ ΟΞΕΩΝ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΜΕΙΩΘΕΙ Η ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ
Ή ΝΑ ΣΤΑΜΑΤΗΣΕΙ ΠΑΝΤΕΛΩΣ ΜΕΧΡΙΣ ΕΠΙΤΕΥΞΗΣ ΝΕΑΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΤΟΥ ΧΩΝΕΥΤΗ**

Εδώ πρέπει να τονισθεί ότι αν π.χ. τα VA από 120 mg/l αυξηθούν σε 130, τότε ή θα μειώσουμε την τροφοδοσία αρκετά μέχρις ότου η τιμή των VA επανέλθει στα 120 mg/l, ή θα μειώσουμε την τροφοδοσία λίγο μέχρι να σταθεροποιήσουμε την τιμή στα 130 mg/l και να συνεχίσουμε να εργαζόμαστε στη νέα αυτή τιμή.

γ. Απότομη αύξηση της θερμοκρασίας

Απότομη αύξηση της θερμοκρασίας, με τον εξοπλισμό θέρμανσης εκτός λειτουργίας, συμβαίνει μόνο σε είσοδο μεγάλης ποσότητας αέρα στο υγρό του χωνευτή.

Με την είσοδο αέρα συμβαίνουν οξειδώσεις οι οποίες εκλύουν θερμότητα.

Η είσοδος αυτή, είναι δυνατόν να συμβεί σε εγκαταστάσεις στις οποίες η ανάδευση του χωνευτή γίνεται με το βιοαέριο, στις σωληνώσεις του οποίου υπάρχουν σημεία με υποπίεση, ή στις ίδιες εγκαταστάσεις σε περίπτωση που δημιουργηθεί υποπίεση στο χώρο του βιοαερίου και ανοίξουν οι ασφαλιστικές βαλβίδες για να εισέλθει στο χώρο του βιοαερίου αέρας.

δ. Απότομη μείωση της βιολογικής δραστηριότητας

Όταν συμβεί μείωση ή παύση της βιολογικής δραστηριότητας, τότε τα πτητικά οξέα (VA) αυξάνονται πάρα πολύ και η παραγωγή μεθανίου και βιοαερίου μειούται.

Τέτοια μείωση μπορεί να λάβει χώρα με :

- απότομη είσοδο τοξικών
- απότομη υπερφόρτιση οργανικών σε τέτοιο βαθμό που τα πτητικά οξέα να αυξηθούν ώστε $VA/TAC = 0,8$.

Οι πίνακες που παρατίθενται αναφέρονται στην τοξικότητα ορισμένων μετάλλων και ουσιών καθώς και στη συνεργητικότητα ή στην ανταγωνιστικότητα ορισμένων κατιόντων.

ε. Ο χωνευτής είναι νεκρός - διαδικασία ανάκτησης

Όταν ο χωνευτής χάσει παντελώς τη βιολογική δράση και η παραγωγή του βιοαερίου είναι μηδενική, τότε:

1. Σταματάμε την τροφοδοσία του
2. Κρατάμε σταθερή θερμοκρασία
3. Διορθώνουμε το PH με αλκάλια (αποφεύγουμε τον ασβέστη, το καυστικό κάλιο σαν κάλιο δοηθά την δραστηριοποίηση των μεθανογόνων).
Κρατάμε το PH γύρω στο 7,8.
4. Εξαλείφουμε την αιτία της καταστροφής.
5. Περιμένουμε επαναδραστηριοποίηση του χωνευτή.
Αυτή εξαρτάται χρονικά από τον βαθμό του προβλήματος.

Σε περίπτωση που η τιμή των πτητικών οξέων είναι πάρα πολύ μεγάλη, π.χ. $VA = 1200 \text{ mg/l}$, τότε μπορούμε, αντίθετα από ό,τι αναφέρει η διβλιογραφία, να αραιώσουμε το υγρό του χωνευτή σε τέτοιο βαθμό ώστε να μειωθεί η συγκέντρωση των VA. Μάλιστα για να κρατήσουμε στον χωνευτή περισσότερη βιομάζα, όταν θα συμβαίνει η αραιώση, μπορούμε να σταματήσουμε την ανάδευση, να αφήσουμε τη λάσπη να κατακαθίσει και να αραιώσουμε το υπερκείμενο υγρό με νερό. Με τον τρόπο αυτό εκδιώκουμε τα πτητικά οξέα και κρατάμε τη λάσπη.

Με τη μείωση της συγκέντρωσης των πτητικών οξέων τα οποία είναι τοξικά για τα μεθανογόνα, επιτυγχάνουμε ταχύτερη ανάκαμψη του χωνευτή, όπως έχει διαπιστωθεί από εμπειρικές παρατηρήσεις.

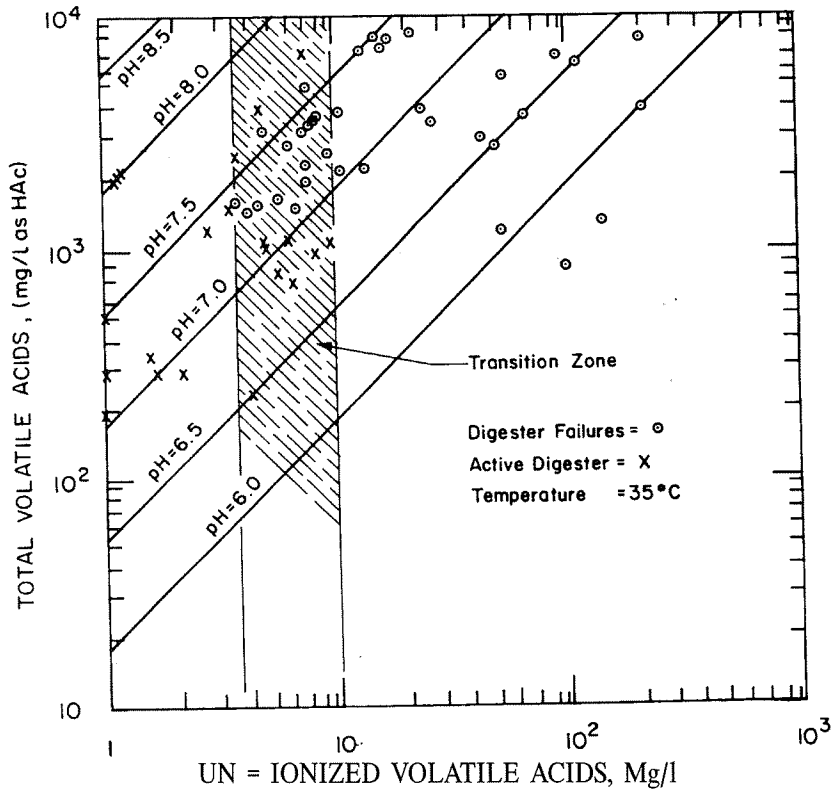
Ο βαθμός της αραίωσης εξαρτάται από τη συγκέντρωση των πτητικών οξέων.

Η αραίωση μπορεί να γίνει παράλληλα με αύξηση του ΡΗ.

Αυξάνοντας το ΡΗ, μειώνεται η ποσότητα του μη ιονισμένου πτητικού οξέος. Το σχήμα που ακολουθεί, χρησιμεύει στον προσδιορισμό του τελικού ΡΗ, με το οποίο θα μειωθεί η συγκέντρωση του μη ιονισμένου οξέος κάτω των 2 mg/l.

Η ίδια φιλοσοφία (αραίωσης) μπορεί να ακολουθηθεί σε περίπτωση νέκρωσης χωνευτή από τοξικά.

Το σχήμα 7.1. χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ανύψωσης του ΡΗ όταν ένας χωνευτής δεν εργάζεται σωστά.



Σχήμα 7.1.: Πτητικά οξέα, ΡΗ και περιοχές ασφαλούς και αποτυχημένης λειτουργίας

Παράδειγμα χρήσης του σχήματος

Χωνευτής εργάζεται σε TAC 2500 mg CaCO₃/l και VA = 150 mg/l οξεϊκό οξύ.

Ο χωνευτής νεκρούται από οργανική φόρτιση.

Μετά την αποτυχία μετράμε VA = 1700 mg/l.

Επαυξάνουμε την τιμή αυτή κατά 15%, συνεπώς VA 2000

Από το σχήμα φαίνεται ότι για να έχουμε μη ιονισμένο οξύ 1 mg/l, πρέπει να αυξήσουμε το ΡΗ 8.1.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ NH₃-N ΣΕ ΑΝΑΕΡΟΒΙΟ ΧΩΝΕΥΤΗ

NH ₃ -N, mg/l	ΕΠΙΔΡΑΣΗ
50 - 200	ευεργετική
200 - 1000	χωρίς κακή επίδραση
1300 - 3000	κακή επίδραση σε ΡΗ 7,4÷7
3000 <	τοξική

**ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΜΕΤΑΛΛΩΝ
ΓΙΑ ΣΟΒΑΡΗ ΕΠΙΒΛΑΒΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΧΩΝΕΥΣΗ**

Μέταλλο	% σε ξηρά συστατικά	Mmoler metal/ kgξηρ. συστατ.	διαλυτό μέταλλο mg/lt
Cu	0,93	150	0,5
Cd	1,08	100	-
Zn	0,97	150	1,0
Fe	9,56	1710	-
C _r 6+	2,20	420	3,0
C _r 3+	2,60	500	-
Ni	-	-	2,0

**ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΧΛΩΡΙΩΜΕΝΩΝ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ
ΣΤΗ ΛΑΣΠΗ ΧΩΝΕΥΤΟΥ, ΠΟΥ ΕΠΙΦΕΡΕΙ 20% ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΗ**

Χημική Ένωση	Συγκέντρωση (mg/kg) ξηρών συστατικών
Chloroform	15
Trichlorethane	20
1.1.2. - Trichlorotrifluoroethane	200
Carbon tetrachloride	200
Trichloroethylene	1800
Tetrachloroethylene	1800

**ΕΥΝΟΪΚΗ ΚΑΙ ΕΠΙΒΛΑΒΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΚΑΤΙΟΝΤΩΝ
(συγκεντρώσεις σε mg/l)**

Κατιόν	Ευνοϊκή	Μέτρια επιβλαβής	Ισχυρά επιβλαβής
Ca	100 - 200	2500 - 4500	8000
Mg	75 - 150	1000 - 1500	3000
K	200 - 400	2500 - 4500	12000
Na	100 - 200	3500 - 5500	8000

ΣΥΝΕΡΓΕΤΙΚΟΙ ΚΑΙ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΙ ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΙ ΚΑΤΙΟΝΤΩΝ

Τοξικό Κατιόν	Συνεργετικά κατιόντα	Ανταγωνιστικά κατιόντα
NH ₄	Ca, Mg, K	Na
Ca	NH ₄ , Mg	K, Na
Mg	NH ₄ , Ca	K, Na
K	-	NH ₄ , Ca, Mg
Na	NH ₄ , Ca, Mg	K

8. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

8.1. ΓΕΝΙΚΑ

Τον υπεύθυνο λειτουργίας της εγκατάστασης πρέπει να απασχολούν τα ακόλουθα :

- η υψηλή απόδοση της εγκατάστασης
- το χαμηλό κόστος λειτουργίας
- οι διεργασίες ανεπαρκούς δυναμικότητας της εγκατάστασης και η βελτίωση αυτών
- η ασφάλεια και η υγιεινή των εργαζομένων

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούμε στον τρόπο παρακολούθησης της απόδοσης και της συνολικής εικόνας της εγκατάστασης.

8.2. Η ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Για την οργάνωση της παρακολούθησης πρέπει να αναπτυχθεί ένα σύστημα συλλογής λειτουργικών δεδομένων και δαπανών, το οποίο θα επεξεργάζεται τα στοιχεία αυτά και συγκεντρωτικά, μέσω αναφορών, θα δίνει την εικόνα της εγκατάστασης.

Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει :

1. Διεξαγωγή των απαραίτητων χημικών αναλύσεων
2. Μετρήσεις των παροχών των σηματικότερων ρευστών στην εγκατάσταση
3. Κατάστρωση των ισοζυγίων
 - μαζών
 - αποδόσεων για απομάκρυνση BOD, N και στερεών όλης της εγκατάστασης και του αεροβίου βιολογικού σταδίου
4. Συλλογή των στοιχείων κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας, του πολυηλεκτρολύτη και των άλλων βοηθητικών χημικών υλών
5. Κατάστρωση μιάς μηνιαίας αναφοράς, η οποία θα παρουσιάζει :
 - παροχές και φορτία στην είσοδο και έξοδο της εγκατάστασης
 - αποδόσεις όλης της μονάδας και του αεροβίου σταδίου, όπως
 - ♦ κατανάλωση Kwh/kg BOD
 - ♦ ηλικία λασπών, θc
 - ♦ φόρτιση F/M
 - ♦ παροχή περίσσειας και επανακυκλοφορίας
 - ♦ στερεά δεξαμενών
 - την πλήρη εικόνα του σταθμού επεξεργασίας της λάσπης
 - τα λειτουργικά στοιχεία της αφυδάτωσης

Το σύστημα αυτό αν υποστηριχθεί από ένα πρόγραμμα (spreadsheet) ηλεκτρονικού υπολογιστή, μπορεί να επεκταθεί και να εκδίδει αναφορές και στατιστικά στοιχεία για κάθε σημείο της εγκατάστασης.

Το σύστημα χρησιμοποιείται για να :

- παρακολουθείται η διαχρονική εξέλιξη του φορτίου της εγκατάστασης και να προγραμματίζεται σωστά η επέκταση αυτής
- ελέγχεται η απόδοση όλου του σταθμού ή τμημάτων αυτού

- διαπιστώνονται οι διεργασίες μικρής δυναμικότητας που απαιτούν βελτίωση
- παρακολουθείται η συμπεριφορά κρίσιμων διεργασιών του σταθμού
- εξάγονται επίσης τεχνολογικά συμπεράσματα
- εκδίδονται αξιόπιστες αναφορές κόστους

8.3. Η ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

8.3.1. Οι απαραίτητες χημικές αναλύσεις

Στους πίνακες Α και Β περιγράφονται :

- τα σημεία στα οποία πρέπει να γίνουν χημικές αναλύσεις
- ποιές αναλύσεις χρειάζονται
- η ελάχιστη συχνότητα αυτών

Ο πίνακας Α αφορά εγκατάσταση παρατεταμένου αερισμού, ενώ ο πίνακας Β μία εγκατάσταση με αναερόβια χώνευση των λασπών.

Οι πίνακες των διαγραμμάτων είναι ενδεικτικοί.

Γ' αυτό ο λειτουργός της εγκατάστασης θα επιλέξει ο ίδιος τη συχνότητα και την έκταση των αναλύσεων που χρειάζεται.

8.3.2. Μετρήσεις των παροχών των σημαντικότερων ρευστών στην εγκατάσταση

Αναφερόμενοι στους πίνακες Α και Β, οι κατασκευαστές τοποθετούν συνήθως ροόμετρα στα σημεία 3 και 8.

Για να γίνει όμως ένα αξιόπιστο ισοζύγιο απαιτείται η μέτρηση και άλλων παροχών όπως των σημείων 2, 9 και 11 του πίνακα Α και των 2, 9, 11, 12, 13, 14, του πίνακα Β.

Επειδή το κόστος των ροομέτρων είναι υψηλό, η μέτρηση των παροχών στα σημεία που υπάρχουν αντλίες, μπορεί να γίνει με ένα ωρομετρητή της λειτουργίας της αντλίας και με τη γνώση της δυναμικότητας της αντλίας. Η δυναμικότητα σε κρίσιμα σημεία όπως το 9 αμφοτέρων των διαγραμμάτων και του 12 του πίνακα Β, είναι απαραίτητο να εκτιμηθεί με πραγματικά δεδομένα της λειτουργίας της αντλίας.

Μεγάλη δυσκολία υπάρχει στην εκτίμηση του φορτίου από τα βοθρολύματα, η οποία οφείλεται αφ' ενός μεν στο γεγονός ότι δεν είναι δυνατόν να μετράται ο πραγματικός όγκος κάθε θυτίου και αφ' ετέρου στο ότι οι χημικές αναλύσεις που γίνονται στα δείγματα βοθρολυμάτων, λόγω των δυσκολιών της δειγματοληψίας, είναι αδύνατον να δώσουν αξιόπιστα αποτελέσματα.

8.3.3. Η κατάστρωση ισοζυγίων

Γίνεται πρώτα η εκτίμηση των παροχών (κυβ. μέτρα ανά ημέρα) όλων των ρευστών της εγκατάστασης, ήτοι παροχών της περίσσειας, πρωτοβάθμιας λάσπης, παχυντών, τροφοδοσία των πρεσών και στη συνέχεια η εκτίμηση των ρευστών που επιστρέφουν στην κεφαλή της εγκατάστασης, ήτοι της υπερχείλισης του παχυντή και το διήθημα από τις πρέσες.

Ακολουθεί η εκτίμηση της παροχής των λυμάτων της πόλης με βάση το παροχόμετρο στο σημείο 3 των πινάκων Α και Β.

Η εκτίμηση του φορτίου των λυμάτων, των βοθρολυμάτων, του συνόλου της εισόδου της εγκατάστασης, της εισόδου στις δεξαμενές αερισμού σε Kg BOD ή COD ή SS ή TKN ανά ημέρα, γίνεται πολλαπλασιάζοντας τις παροχές με τη συγκέντρωση του αντίστοιχου ρύπου.

Ο υπολογισμός του φορτίου κάθε μέρα είναι δυνατόν να γίνει μόνο αν υπάρχουν καθημερινά χημικές αναλύσεις. Επειδή αυτό δεν συμβαίνει στις περισσότερες εγκαταστάσεις, ο υπολογισμός γίνεται κάθε 10 ημέρες ή κάθε μήνα.

Πόσο αξιόπιστη είναι η εκτίμηση αυτή εξαρτάται από την ακρίβεια των μετρήσεων των παροχών και κυρίως από την αξιοπιστία των δειγμάτων στα οποία έγιναν οι χημικές αναλύσεις. Η αξιοπιστία των δειγμάτων είναι τόσο μεγάλυ-

τερη όσο περισσότερα δείγματα λαμβάνονται ή όταν υπάρχουν αυτόματοι δειγματολήπτες.

8.3.4. Συλλογή στοιχείων κατανάλωσης και κατάστροψη της μηνιαίας αναφοράς της απόδοσης της εγκατάστασης

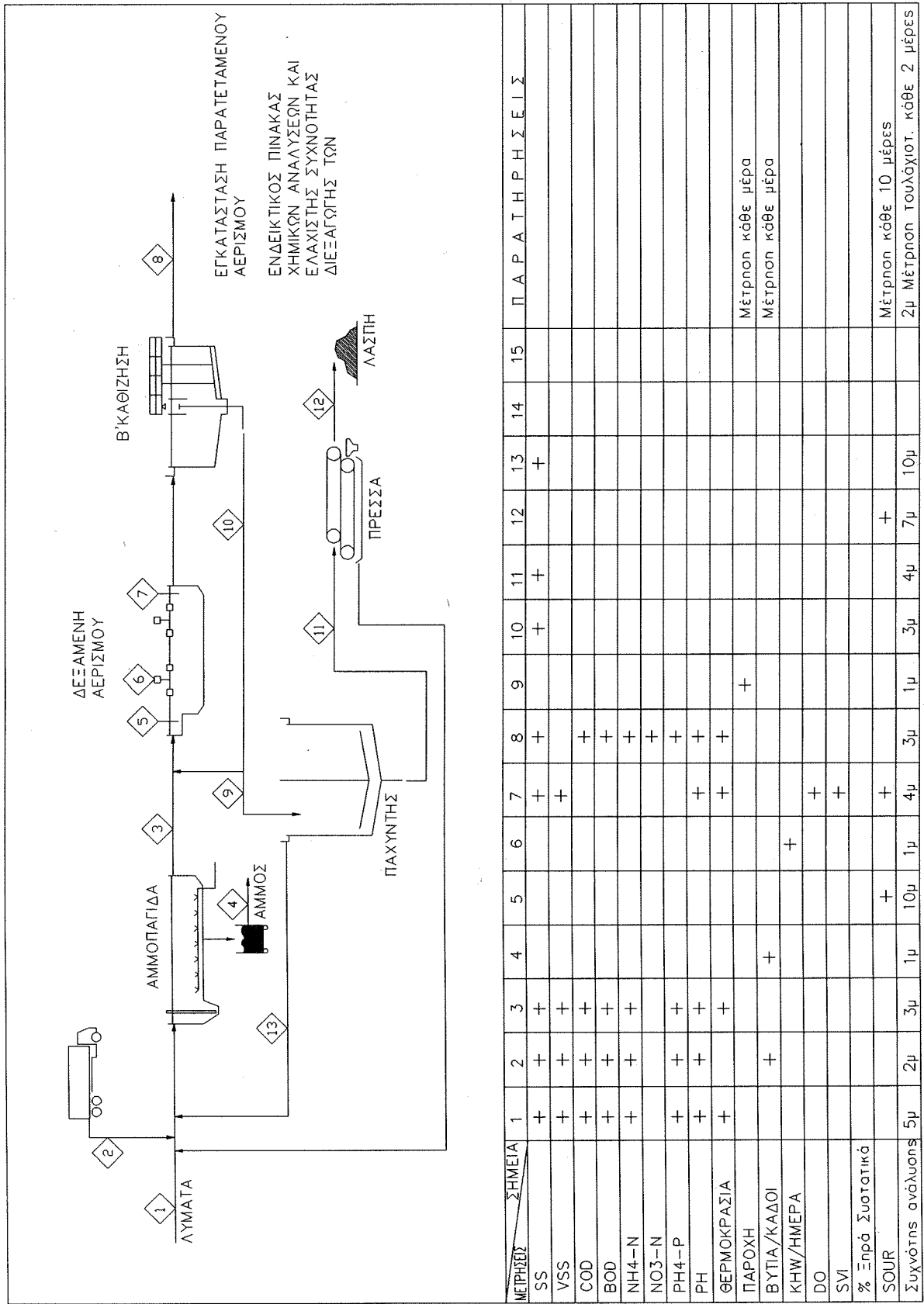
Στη συνέχεια υπολογίζονται τα λειτουργικά μεγέθη θ_c , F/M, R, Kwh/kg BOD στο αερόβιο βιολογικό στάδιο και οι αποδόσεις της εγκατάστασης και των άλλων σταθμών αυτής.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην απόδοση αφαίρεσης του αζώτου, η οποία δηλώνει και το βαθμό εκμετάλλευσης της απονιτροποίησης στην οικονομία ηλεκτρικής ενέργειας.

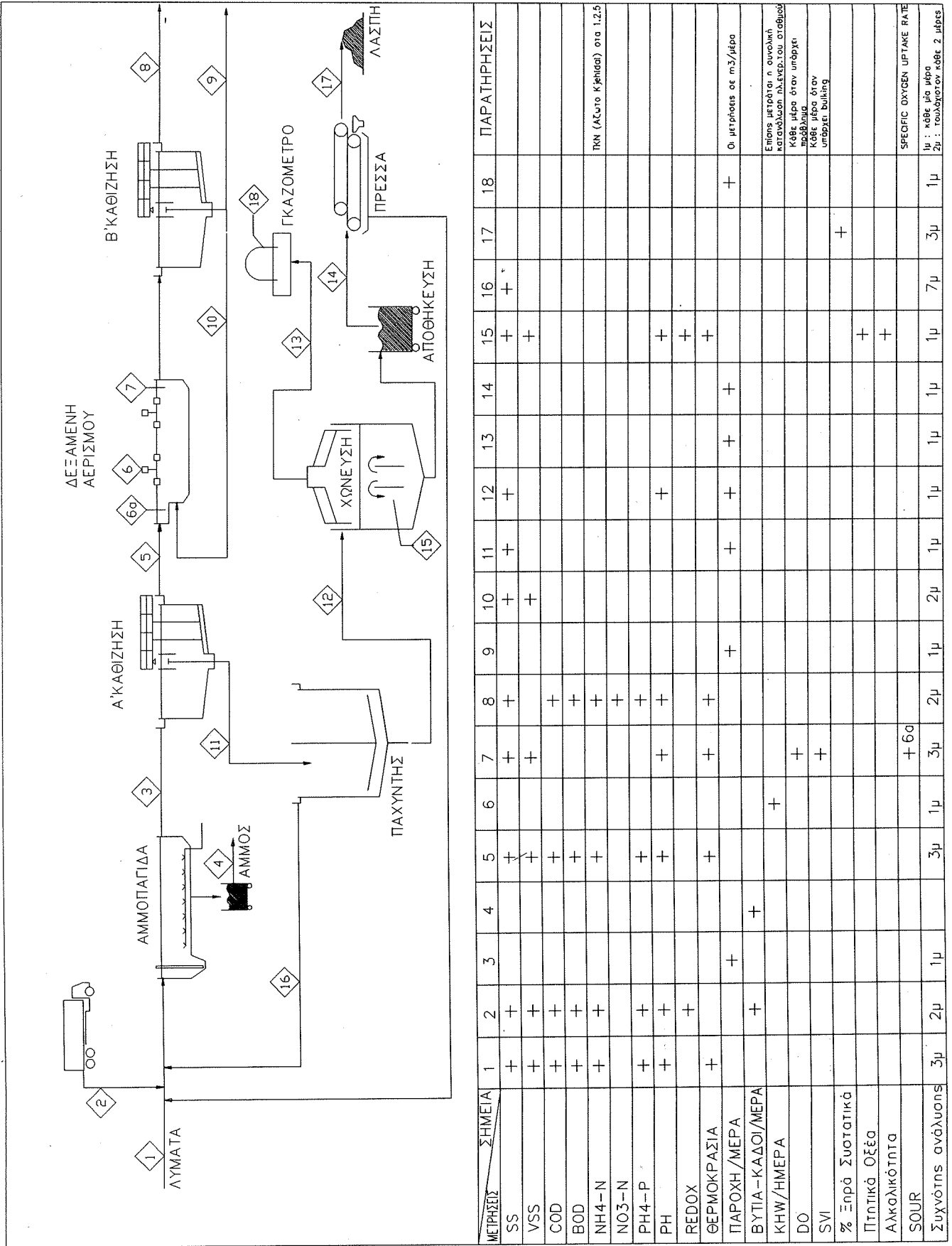
Τυπική μηνιαία αναφορά της απόδοσης μίας εγκατάστασης λυμάτων φαίνεται στον πίνακα Δ.

Με βάση τις μηνιαίες αναφορές γίνεται η έγκριση της απόδοσης της εγκατάστασης μέσα στο χρόνο και η ετήσια αναφορά.

ΠΙΝΑΚΑΣ Α



ΠΙΝΑΚΑΣ Β



ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
SS	+	+			+		+	+		+	+				+	+			
VSS	+	+			+		+	+		+	+				+	+			
COD	+	+			+														
BOD	+	+			+														
NH4-N	+	+			+														
NO3-N																			
PH4-P	+	+			+														
PH	+	+			+		+					+							
REDOX		+																	
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	+				+		+												
ΠΑΡΟΧΗ/ΜΕΡΑ			+						+										
ΒΥΤΙΑ - ΚΑΔΟΙ/ΜΕΡΑ		+																	
ΚΗΩ/ΗΜΕΡΑ																			
DO																			
SVI																			
% Ξηρά Συστατικά																			
Πτητικά Οξέα																			
Αλκαλικότητα																			
SOUR																			
Συχνότητα ανάλυσης	3μ	2μ	1μ		3μ	1μ	3μ	2μ	1μ	2μ	1μ	1μ	1μ	1μ	1μ	7μ	3μ	1μ	

ΠΙΝΑΚΑΣ Δ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ
ΜΗΝΙΑΙΟ ΔΕΛΤΙΟ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ
ΜΗΝΑΣ : -

1. Απόδοση Μονάδας		ΕΙΣΟΔΟΣ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΑ	ΕΙΣΟΔΟΣ ΛΥΜΑΤΑ	ΕΙΣΟΔΟΣ ΣΥΝΟΛΟ	ΕΞΟΔΟΣ	ΑΠΟΔΟΣΗ %
M ³	m ³ /μέρα	360.26	11412.56	11772.82	11734.09	
COD	kg/μέρα	2960.67	5810.90	8771.56	249.35	97.16
BOD	kg/μέρα	985.31	2967.27	3952.57	63.07	98.40
SS	kg/μέρα	1386.99	1665.36	3052.35	67.97	97.77
NTK	kg/μέρα	450.77	1133.34	1584.12	40.34	97.45
N	kg/μέρα	450.77	1133.34	1584.12	116.96	92.62
COD	mg/l	8218.18	509.17		21.25	
BOD	mg/l	2735	260		5.38	
SS	mg/l	3850	145.92		5.79	
NTK		1251.25	99.31		3.44	
NH ₄ -N		227.50	74.6		0.64	
NO ₃ -N					6.53	
2. Απόδοση Αερισμού						
M3	m ³ /μέρα			11973.53		
COD	kg/μέρα			5308.26		95.30
BOD	kg/μέρα			2983.40		97./89
SS	kg/μέρα			1441.43		95.28
Ηλικία λάσπης , μέρες = 22.93 F/MLSS= 0.101 F/MLVSS =0.15 FL anox gCOD/kg SS = 7.503 F/MLSS anox = 0.84		kwh/BOD = 1.84 SVI = 149.80 R = 1.13 Θερμοκρασία, C = 19.53 NH4-N πρωτ = 75.82		Sa = 2.69 g/l Su = 5.08 g/l Qw=239.44 m ³ /μέρα % αεριστ = 0.46 NO3-N ανοξ. εισ. = 3.33 NO3-N ανοξ. εξ. = 2.83		
3. Αναερόβια Χώνευση						
Φορτίο kg VS/m ³ μέρα = 0.75 Παραγωγή βιοαερίου m ³ /μέρα = 1010.59 VA/TAC = 0.05 Αέριο ανά kg VS στην τροφod. ανά μέρα = 0.44 Απόδοση = 0.17 % VS in = 62.92 % VS out = 58.37 Χρόνος παραμονής, μέρες = 23.02 τροφod. m ³ /μέρα = 139.03 kg VS στην τροφod. ανά 100 kg VS στον χωνευτή = 6.92						
4. Μηχανική Αφυδάτωση						
Λάσπη από Presdeg, τόννοι ανά μέρα = 11.09 Ξηρά συστατικά λάσπης Presdeg = 15.61 kg πολυμερούς ανά 1000 kg SS = 3.42						

9. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ & ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 9.1. Σκοπός
- 9.2. Η φιλοσοφία των μέτρων ασφάλειας εγκαταστάσεων και προσωπικού
- 9.3. Η ασφάλεια στο συγκρότημα της αναερόβιας χώνευσης
 - 9.3.1. Φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά βιοαερίου
 - 9.3.2. Προφυλάξεις του προσωπικού
 - 9.3.3. Διαδικασίες ελέγχου της κατάστασης του συγκροτήματος των χωνευτών
 - 9.3.4. Αντιμετώπιση εκτάκτων/επικινδύνων καταστάσεων
- 9.4. Η ασφάλεια στο αερόβιο βιολογικό στάδιο, στους καθιζητήρες, στα αντλιοστάσια και τα φρεάτια
- 9.5. Η ασφάλεια στο σταθμό χλωρίωσης
- 9.6. Μέτρα προστασίας και ατομικής υγιεινής του προσωπικού

9.1. ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι να περιγράψει τη φιλοσοφία των μέτρων ασφάλειας και τους κινδύνους στους κύριους σταθμούς μιάς εγκατάστασης με έμφαση στο σταθμό της αναερόδιας χώνευσης της λάσπης, να καταγράψει τους ελέγχους για την ασφάλεια των εγκαταστάσεων και προσωπικού και να παρουσιάσει συνοπτικά τους τρόπους αντιμετώπισης πιθανών εκτάκτων καταστάσεων.

9.2. Η ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ

9.2.1. Γενικά

Ο υπεύθυνος της εγκατάστασης πρέπει να γνωρίζει ότι τα μέτρα ασφαλείας εξασφαλίζονται με :

α. Εκπαίδευση προσωπικού

Για λειτουργία άνευ προβλημάτων και γνώση και αντιμετώπιση των κινδύνων.

Η άφρονη λειτουργία της εγκατάστασης μειώνει την πιθανότητα να συμβεί μία επικίνδυνη κατάσταση, η οποία ενδεχόμενα θα έθετε σε κίνδυνο την εγκατάσταση και το προσωπικό.

Η γνώση του προσωπικού των θεμάτων λειτουργίας, από το προσωπικό αναγνώρισης κινδύνων και αντιμετώπισής των, είναι ο πρωταρχικός παράγων για την ασφάλεια εγκαταστάσεων και προσωπικού.

β. Εντατικός λειτουργικός έλεγχος για αποφυγή προβλημάτων

γ. Δημιουργία διαδικασιών ελέγχων ασφάλειας, για :

- υπευθυνότητα και αποτελεσματική επικοινωνία των μελών του προσωπικού μεταξύ τους
- ελέγχους εξοπλισμού βάσει χρονοδιαγράμματος
- εργασίες συντήρησης και επισκευών
- επισκευές από τρίτους
- προστασία από επισκέπτες
- πυροσβεστικό υλικό
- αντιμετώπιση εκτάκτων καταστάσεων
- ατομικής υγιεινής και προστασίας προσωπικού
- τήρησης των διαδικασιών από το προσωπικό

9.2.2. Η δημιουργία των διαδικασιών και βασικές αρχές αυτών

Οι διαδικασίες θα γραφούν από τον υπεύθυνο της εγκατάστασης και πρέπει να είναι προσαρμοσμένες στις ιδιαιτερότητές της, όπως:

- τεχνολογικό σχήμα (παρατεταμένος αερισμός, ύπαρξη ή όχι αναερόδιας χώνευσης κ.λπ.)
- ο αριθμός του προσωπικού και η διοικητική οργάνωση αυτού
- δυναμικότητα του σταθμού
- η σύνθεση του προσωπικού της εταιρείας στην οποία ανήκει η εγκατάσταση

Κατέρω θα αναφερθούν οι βασικές αρχές των διαδικασιών.

Πρόγραμμα εκπαίδευσης

Έχοντας σαν κανόνα ότι

Η ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΞΕΚΙΝΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Ο υπεύθυνος της μονάδας πρέπει να φτιάξει ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης με θέματα:

- τεχνολογίας, σε όλο το προσωπικό
- γνώσης όλης της εγκατάστασης από το προσωπικό
- ηλεκτρολογίας και μηχανολογίας

- επικινδύνων σημείων, υλικών και καταστάσεων της εγκατάστασης
- χειρισμού των συσκευών ασφάλειας

Υπευθυνότητα και αποτελεσματική επικοινωνία των μελών του προσωπικού μεταξύ τους

Είναι σημαντικό να ξεκαθαρισθούν τα καθήκοντα, οι ευθύνες και οι αρμοδιότητες ενός εκάστου των εργαζομένων της εγκατάστασης.

Με καθορισμό των παραπάνω γίνεται και το οργανόγραμμα του προσωπικού.

Παράλληλα διαμορφώνονται και τρόποι επικοινωνίας του προσωπικού για τη μεταφορά της πληροφορίας μέσα στην εγκατάσταση, όπως ενημέρωση αρμοδίων για βλάβες, συμβάντα, διαπιστώσεις πάνω στη συμπεριφορά της μονάδας κ.λπ.

Διαδικασίες ελέγχου

Οι διαδικασίες αυτές θα γραφούν και θα αφορούν κάθε :

- σταθμό (χώνευση, αερισμό, αφυδάτωση κ.λπ.)
- ειδικότητα (μηχανοτεχνίτη, ηλεκτρολόγο, χειριστή)

Κάθε τεχνίτης, με χρονοδιάγραμμα θα γνωρίζει τι ελέγχους θα κάνει και πότε.

Παράδειγμα διαδικασίας ασφάλειας δίδεται πιο κάτω για την αναερόβια χώνευση.

Διαδικασίες επισκευών, συντήρησης, κατασκευών

Οι εργασίες επισκευών, συντήρησης και κατασκευών έχουν τις μεγαλύτερες πιθανότητες να είναι επικίνδυνες.

Για επισκευές και επεμβάσεις σε επικίνδυνα σημεία πρέπει να είναι ενήμερος ο υπεύθυνος της εγκατάστασης, ο οποίος, με τον αντίστοιχο τεχνίτη, θα καθορίζει το πώς, πού, πότε, με τι προσωπικό και τι εξοπλισμό θα γίνονται οι επεμβάσεις αυτές.

Οι επισκευές και τα έργα από τρίτους πρέπει να εκτελούνται βάσει συμφωνητικού, στο οποίο θα περιγράφονται οι κίνδυνοι, οι προφυλάξεις και όλη η διαδικασία των εργασιών όσον αφορά την ασφάλεια των εγκαταστάσεων και του προσωπικού.

Άλλα μέτρα ασφάλειας που πρέπει να ληφθούν, αφορούν

- ασφάλεια και προστασία επισκεπτών
- ασφάλεια εγκαταστάσεων από κίνηση οχημάτων
- ασφάλεια της παρουσίας του προσωπικού κοντά στον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό και τις δεξαμεμές
- πυροπροστασία
- τήρηση των διαδικασιών

9.3. Η ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΤΗΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ

9.3.1. Φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του βιοαερίου

Το βιοαέριο είναι :

- εκρηκτικό
- ασφυξιογόνο
- τοξικό

Περιέχει:

ΜΕΘΑΝΙΟ σε αναλογία 65 - 70%

ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ 25 - 30%

ΥΔΡΟΘΕΙΟ 0 - 1%.

Το **ΜΕΘΑΝΙΟ** δεν είναι τοξικό, αλλά με τον αέρα σχηματίζει εκρηκτικά μείγματα σε αναλογία 5 έως 15%.

Είναι ελαφρότερο του αέρα και γι' αυτό συγκεντρώνεται ψηλά στα ταβάνια των χώρων του συγκροτήματος των χωνευτών.

Το **ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ** δεν είναι τοξικό, ούτε εκρηκτικό και είναι βαρύτερο του αέρα.

Το **ΥΔΡΟΘΕΙΟ** είναι τοξικό και συγκεκριμένα παραλύει το αναπνευστικό σύστημα.

Ο άνθρωπος επιτρέπεται να παραμείνει μέχρι 8 ώρες στα 10 PPM H₂S, 15 min στα 15 PPM και πεθαίνει στα 500 PPM.

Το υδρόθειο σε χαμηλές συγκεντρώσεις μυρίζει σαν κλούβιο αυγό.

Είναι επίσης βαρύτερο του αέρα και γι' αυτό κατεβαίνει στο έδαφος και σε χαμηλά φρεάτια, όπως αυτό στο γκαζόμετρο.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΑΥΤΟΥ

ΑΕΡΙΟ	Ειδικό βάρος	Όρια εφίξης LELUEL	Μέγιστο όριο για παραμονή 15 min (% κατ' όγκο στον αέρα)	Μέγιστο όριο για παραμονή 8h % κατ' όγκο στον αέρα	Ιδιότητες	Επιπτώσεις	Σημεία μέγιστης συγκέντρωσης
Διοξείδιο του άνθρακα CO2	1,53	άκαυστο			άχρωμο όσμο	Προσβάλλει τα νεύρα του αναπνευστικού συστήματος	Προς το έδαφος
Υδρόθειο H2S	1,19	4,3 46	0,0015	0,001	οσμή κλυδιδίου αργού σε μικρές συγκεντρώσεις, άχρωμο, εύφλεκτο, εκρηκτικό	Παραλύει το αναπνευστικό σύστημα, εξασθενίζει την όσφρηση, θανάσιμο σε 0,05% στον αέρα	Χαμηλά, ψηλότερα όταν ο αέρας είναι θεγμός και υγρός
Μεθάνιο CH4	0,55	5 15	άνευ ορίου		άχρωμο, όσμο, άγευστο, εύφλεκτο, εκρηκτικό	εκτοπίζει το οξυγόνο, ασφύξιογόνο	Προς τα επάνω
Βιοαέριο	ποικίλει	5,3 19,3	ποικίλει ανάλογα με την σύνθεση		εύφλεκτο, άχρωμο, οσμή πίσσας	εκτοπίζει το οξυγόνο, ασφύξιογόνο	Προς τα επάνω

9.3.2. Γενικές προφυλάξεις του προσωπικού

9.3.2.1. Υδρόθειο

Το υδρόθειο υπάρχει στο διαέριο και εκλύεται και από την υπερχείλιση του παχυντή ως επίσης και από τις λάσπες του αντλιοστασίου των πρωτοβάθμιων καθιζήσεων. Όλα σχεδόν τα φρεάτια λασπών καθώς και τα αντλιοστάσια λυμάτων έχουν υδρόθειο.

- στο διαέριο το υδρόθειο φθάνει 10000 ppm
- ο παχυντής στην υπερχείλισή του μέχρι 40 ppm
- αντλιοστάσια λυμάτων από 4 - 20 ppm
- έκλυση από πρωτοβάθμια λάσπη 10 - 20 ppm

ΠΡΟΣΟΧΗ

Αν ποτέ χρειασθεί προσωπικό να εργασθεί σε χώρους που υπάρχει υδρόθειο, πρέπει να έχει μάσκα αέρος και να συνοδεύεται από άλλους.

Ο χώρος εάν είναι δυνατόν, να υφίσταται συνεχή εξαερισμό.

Προτού εισέλθουμε, προς εργασία, σε ένα χώρο που έχει υδρόθειο, ή όταν πρόκειται να εργασθούμε σε αυτόν πολλή ώρα έχουμε πάντα μαζί μας το υδροθειόμετρο.

**ΤΟ ΥΔΡΟΘΕΙΟ ΣΕ ΥΨΗΛΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ
ΔΕΝ ΜΥΡΙΖΕΙ ΚΑΘΟΛΟΥ**

Ένα εξαιρετικά επικίνδυνο σημείο της εγκατάστασης είναι το φρεάτιο του γκαζομέτρου.

**ΣΤΟ ΦΡΕΑΤΙΟ ΤΟΥ ΓΚΑΖΟΜΕΤΡΟΥ ΔΕΝ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΚΑΤΕΒΑΙΝΕΙ ΚΑΝΕΙΣ
ΧΩΡΙΣ ΜΑΣΚΑ ΑΕΡΟΣ & ΧΩΡΙΣ ΣΥΝΟΔΕΙΑ.**

Όταν κάποιος συνάδελφος πέσει κάτω από το υδρόθειο, πρέπει να τον πλησιάσουμε για δοθήθεια μόνο με μάσκα αέρος και να είμαστε βέβαιοι ότι δεν θα κινδυνεύσουμε και εμείς.

Υδρόθειο και άμυνα του ανθρώπινου οργανισμού

Αν κάποιος έχει πιεί αλκοόλ τότε ο οργανισμός του είναι λίαν εξασθενημένος απέναντι στο υδρόθειο.

**ΓΙΑΥΤΟ ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ ΑΥΣΤΗΡΑ ΝΑ ΕΡΓΑΖΟΜΑΣΤΕ
ΣΤΗ ΜΟΝΑΔΑ ΕΧΟΝΤΑΣ ΠΙΕΙ ΑΛΚΟΟΛ**

Επίσης, είναι φρόνιμο, αν κάποιος από το προσωπικό δεν αισθάνεται καλά, να μην εργασθεί σε χώρους στους οποίους ενδεχόμενα να αναπνεύσει υδρόθειο.

Εξ ίσου σημαντικό είναι το προσωπικό να προσέρχεται στην δουλειά όχι βαρυστομαχιασμένο. Φορτωμένο στομάχι εξασθενίζει την αντίδραση και άμυνα του οργανισμού στο υδρόθειο.

Αν κάποιος αναπνεύσει υδρόθειο και δεν αισθάνεται καλά πρέπει να μεταφερθεί αμέσως στο νοσοκομείο

9.3.2.2. Το μεθάνιο

Το μεθάνιο είναι, όπως αναφέρθηκε, εκρηκτικό σε μείγματα με τον αέρα.
γι' αυτό

- Αποφεύγουμε ανάμειξη του διοξειδίου με αέρα
- Πρέπει να τηρούμε στο χώρο του συστήματος του αερίου πάντα πίεση μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική.
- Παρακολουθούμε συχνά μέσα στη βάρδια τα δοχεία νερού και τα δοχεία για τη συλλογή του νερού πριν τα κομπρεσέρ (όπου υπάρχουν).
- Δεν πρέπει να διαφεύγει αέριο ούτε προς τα έξω, ούτε να εισέρχεται αέρας προς τα μέσα.
- Δεν πρέπει να καπνίζει κανείς όχι μόνο γύρω από χωνευτές αλλά και σε ολόκληρη την μονάδα

Προσοχή:

Μια γόπα αναμμένη μέσα σε φρεάτια όπως στα κλεισμένα φρεάτια άφειξης των λυμάτων, στο αντλιοστάσιο των πρωτοβάθμιων, κοντά στις πρέσες, όταν δουλεύουν μπορεί να προκαλέσει έκρηξη.

- Ειδικά γύρω από τους χωνευτές δεν πρέπει:
 - * Να κυκλοφορούν αυτοκίνητα
 - * Να προκαλούμε με οιαδήποτε τρόπο σπινθήρες ή να έχουμε ανοιχτές φλόγες
 - * Να προκαλούμε ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών με τυχόν πεταμένα γυαλιά και με ακτίνες του ήλιου
- Απαγορεύεται η κάθε είδους εργασία με ηλεκτροκόλληση ή οξυγονοκόλληση
- Για κάθε είδους εργασία, μηχανολογική/ηλεκτρολογική ή έργων πολιτικού μηχανικού στον χώρο των χωνευτών πρέπει να είναι ενήμερος ο υπεύθυνος του εργοστασίου και ό,τι γίνει να γίνει με τη δική του ευθύνη.

9.3.3. Διαδικασίες ελέγχου της κατάστασης του συγκροτήματος των χωνευτών

Οι έλεγχοι πρέπει να γίνονται :

- Στις λειτουργικές παραμέτρους (VA, TAC, PH, φορτίσεις, παραγωγή βιοαερίου κ.λπ.) Έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη λειτουργία του σταθμού, για την μείωση της πιθανότητας επέλευσης επικινδύνου κατάστασης.
- Στον εξοπλισμό
- Στην τήρηση του χρονοδιαγράμματος της προληπτικής συντήρησης.

Η παρακολούθηση των λειτουργικών παραμέτρων της αναερόβιας χώνευσης και η προληπτική συντήρηση αναφέρονται στα προηγούμενα κεφάλαια.

Στην παράγραφο αυτή θα αναφέρουμε τους τυπικούς ελέγχους στο σταθμό της αναερόβιας χώνευσης.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΟΥ ΕΛΕΓΧΕΤΑΙ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ
Θερμομέτρα, πιεσομέτρα, καταγραφικά κ.λπ. αν δείχνουν αξιόπιστες ενδείξεις	κάθε μέρα
Συμπιεστές βιοαερίου	3/μέρα
Λειτουργία καυστήρων	κάθε μέρα
Σωληνώσεις και αντλίες ή συμπιεστές για διαρροές λάσπης ή αερίου	κάθε μέρα
Δοχεία νερού πριν το γκαζόμετρο και τους συμπιεστές	3/μέρα
Στάθμη νερού μέσα στο γκαζόμετρο	κάθε μέρα
Προσεκτικός έλεγχος διαρροών βιοαερίου	1/εβδομάδα
Διαρροές από ασφαλιστικά	κάθε μέρα
Έλεγχος της διαδρομής του γκαζομέτρου	1/6 μήνες
Καθαρισμός του λέβητα εσωτερικά	1/4 μήνες
Όλες οι ηλεκτροβάνες (πυρσοί, καυστήρες)	1/ χρόνο
Ανιχνευτές μεθανίου και υδρόθειου	1/ μήνα
Φλογοπαγίδες	1/ χρόνο
Πυροσβεστικό εξοπλισμό	1/ χρόνο

Πέραν αυτών, πρέπει να υπάρχουν οπωσδήποτε κάποια κρίσιμα ανταλλακτικά, όπως εφεδρικές ηλεκτροβάνες, ελαστικές μεμβράνες των ασφαλιστικών βαλβίδων, θερμομέτρα, πιεσομέτρα, αισθητήρια μεθανίου και υδρόθειου, χρονοδιακόπτες και ανταλλακτικά για τους συμπιεστές και τους καυστήρες.

Ο υπεύθυνος της εγκατάστασης θα καθορίσει επακριβώς τους εργαζόμενους από το προσωπικό που θα αναλάβουν τους παραπάνω ελέγχους.

Το αποτέλεσμα των ελέγχων, θα καταγράφεται σε ειδικό βιβλίο.

9.3.4. Αντιμετώπιση εκτάκτων/επικινδύνων καταστάσεων

Τα επόμενα σημεία θα αναπτυχθούν στις γενικές γραμμές τους.

Ο υπεύθυνος της κάθε εγκατάστασης πρέπει να διασκευάσει τις παρακάτω περιπτώσεις, σύμφωνα με το συγκρότημα της χώνευσης που υπηρετεί.

1. Ανεμοθύελλα

Η ανεμοθύελλα είναι άκρως επικίνδυνη γιατί μπορεί να «ξεριζώσει» το γκαζόμετρο με συνέπεια τη διαρροή βιοαερίου στην ατμόσφαιρα.

Σε περίπτωση αναμενόμενης θύελλας, τίθεται σε λειτουργία ο πυρσός, στο χειροκίνητο, για να κατεβάσει το γκαζόμετρο κάτω, έτσι ώστε να παρουσιάζει στους ανέμους την ελάχιστη επιφάνεια.

Υπεύθυνος για τις δέουσες ενέργειες ο χειριστής της βάρδιας.

2. Μάγκωμα του γκαζομέτρου

Στην περίπτωση αυτή, που συνήθως συνοδεύεται από διαρροή βιοαερίου :

- σταματάμε τον πυρσό (αν εργάζεται)
- θέτουμε ηλεκτρολογικά εκτός όλο το συγκρότημα της χώνευσης και της αφυδάτωσης και εάν ο χειριστής το κρίνει απαραίτητο, θέτει ηλεκτρολογικά εκτός όλη τη μονάδα.
- κλείνουμε την πύλη του σταθμού και απαγορεύουμε κάθε κίνηση οχήματος.
- με αναπνευστικές μάσκες αέρος και όχι μόνοι, εργαζόμαστε για την αποκατάσταση της βλάβης.

Υπεύθυνος για τις δέουσες ενέργειες ο χειριστής της βάρδιας.

3. Υπερβολική διαρροή βιοαερίου

Πρώτα ενεργούμε όπως στην περίπτωση 2. (μάγκωμα γκαζομέτρου)

Σε περίπτωση διαρροής, η οποία δεν μπορεί να σταματήσει, ή η επέμβαση για το σταμάτημα της διαρροής θα έθετε σε κίνδυνο την υπόλοιπη εγκατάσταση, τότε εφαρμόζουμε τη διαδικασία του βίαιου σταματήματος της λειτουργίας των χωνευτών.

4. Βίαιη διακοπή της λειτουργίας της χώνευσης

Για τη βίαιη διακοπή της λειτουργίας της χώνευσης, εκτελούμε τις παρακάτω ενέργειες και τις προχωρούμε μέχρι του βαθμού που επιθυμούμε.

- σταματάμε την τροφοδοσία του χωνευτή
- σταματάμε τη θέρμανση του χωνευτή
- αν θέλουμε να μειώσουμε την έκλυση βιοαερίου χωρίς να θανατώσουμε την βιομάζα, ρίχνουμε οξύ στο χωνευτή σιγά σιγά μέχρι PH 6,6 ή επιτρέπουμε την είσοδο αέρα μέσα στη βιομάζα.
- διοχετεύουμε άζωτο στον αέριο θόλο των χωνευτών έτσι ώστε η έξοδος του αερίου από το σημείο διαφυγής να έχει περιεκτικότητα σε μεθάνιο κάτω από 3%.
- αδειάζουμε τον χωνευτή

5. Εκκένωση χωνευτή για καθαρισμό

Η εργασία αυτή πρέπει να προγραμματισθεί με την αποκλειστική ευθύνη του υπευθύνου της εγκατάστασης και αποτελεί ξεχωριστή διαδικασία ασφάλειας.

6. Διαρροή λάσπης από τον χωνευτή - Πτώση της στάθμης της λάσπης στον χωνευτή

Τέτοια κατάσταση μπορεί να ωφείλεται είτε σε καταστροφή του μετόν της δεξαμενής από σεισμό ή διάβρωση ή από λανθασμένη άντληση της λάσπης.

Στην περίπτωση αυτή μειώνεται η πίεση του χώρου του βιοαερίου και εισέρχεται αέρας στο βιοαέριο από τις ασφαλιστικές βαλβίδες.

Όταν εισέλθει αέρας στο χώρο του βιοαερίου και εργάζονται οι καυστήρες, τότε η φλόγα στους καυστήρες γυρίζει προς τα πίσω με κίνδυνο έκρηξης.

Για τη συγκεκριμένη αυτή περίπτωση είναι απαραίτητες οι φλογοπαγίδες πριν από κάθε καυστήρα.

Διακόπτεται η λειτουργία όλων των καυστήρων, αποκαθίσταται η βλάβη και αν είναι δυνατόν εκδιώκεται το βιοαέριο με αδρανές αέριο στην ατμόσφαιρα με την ευθύνη του υπευθύνου της εγκατάστασης.

7. Αύξηση του PH

Η περίπτωση αυτή αναφέρεται σε εσφαλμένη και υπερβολική αύξηση του PH, σε περίπτωση που το PH της λειτουργίας μειωθεί πάρα πολύ εξ αιτίας κάποιου προβλήματος.

Αν προσπαθήσουμε, να αποκαταστήσουμε το ΡΗ πολύ γρήγορα, ρίχνοντας μέσα στον χωνευτή μεγάλη ποσότητα από κάποιο αλκάλι, τότε παρατηρείται μείωση της πίεσης του βιοαερίου, λόγω αντίδρασης διοξειδίου του άνθρακα με το αλκάλι και είσοδος αέρα από τις ασφαλιστικές βαλβίδες. Τότε έχουμε τους κινδύνους και ενεργούμε όπως αναφέρεται στην παράγραφο 6.

9.4. Η ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟ ΑΕΡΟΒΙΟ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ, ΣΤΟΥΣ ΚΑΘΙΖΗΤΗΡΕΣ, ΣΤΑ ΑΝΤΛΙΟ-ΣΤΑΣΙΑ ΚΑΙ ΤΑ ΦΡΕΑΤΙΑ

1. Πριν την έναρξη της εργασίας, γίνεται ενημέρωση όλων των τεχνιτών και των εργαζομένων που θα ευρεθούν στο χώρο στον οποίο θα γίνει η εργασία αυτή.

2. Είναι υποχρεωτικό για τους εργαζόμενους :

- να φορούν τα γιλέκα - σωσίδια όταν καθαρίζουν τους καθιζητήρες ή άλλες μεγάλες δεξαμενές, στις οποίες υπάρχει κίνδυνος να πέσουν μέσα.
- να φορούν τις προσωπικές μάσκες (με φίλτρα ενεργού άνθρακα), τα οματογυάλια και καπέλα, όταν καθαρίζουν τις σχάρες, τους αμμοσυλλέκτες, τις δεξαμενές αερισμού, τον σταθμό αφυδάτωσης, διάφορα σημεία της αναερόβιας χώνευσης ή όταν εργάζονται επάνω από φρεάτια λασπών.
- να φορούν παπούτσια κατάλληλα για βιομηχανικούς χώρους.
- Σε περίπτωση που ένας εργαζόμενος κρίνει ότι δεν έχει ασφάλεια σε κάποια εργασία πρέπει να το αναφέρει στον υπεύθυνο της εγκατάστασης.
- Σε καμία περίπτωση δεν γίνονται εργασίες καθαρισμού φρεατίων ή δεξαμενών που έχουν λάσπες αν δεν έχει γίνει έλεγχος τυχόν ύπαρξης υδροθείου, ώστε μετά να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα (χρήση φιάλων αέρος, εξαερισμός του χώρου).
- Το πλύσιμο θα γίνεται έτσι ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος ηλεκτροπληξίας. Δεν πρέπει να πέφτουν νερά σε πίνακες ηλεκτρολογικούς, σε καλώδια ή κινητήρες ή μπαλαντέζες.
- Όταν εργαζόμενος κατέβει σε φρεάτιο, πρέπει να έχουν ληφθεί όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφάλειας, όπου χρειάζεται, ήτοι μέτρηση υδροθείου ή μεθανίου, χρήση αναπνευστικών συσκευών ή προσωπικής μάσκας, δέσιμο σώματος με τριχίες για να μην πέσει ο εργαζόμενος στη δεξαμενή και η εργασία θα γίνει με παρουσία και άλλων εργαζομένων.
- Τέλος, καλόν είναι να αποφεύγεται η επί μακρόν παραμονή του προσωπικού επάνω από τις δεξαμενές αερισμού και εξάμμοσης, διότι εκλύονται Οργανικές Πτητικές Ενώσεις (VOCs), καθώς και επάνω από τις πρωτοβάθμιες καθιζήσεις, χωνευτές, παχυντές, αντλιοστάσια λασπών και λυμάτων διότι εκεί εκλύονται αέρια όπως υδροθείο, μεθάνιο και άλλες οργανικές ενώσεις.

9.5. Η ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟ ΣΤΑΘΜΟ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ

Τα χαρακτηριστικά του χλωρίου

Το χλώριο είναι αέριο μη καύσιμο, όχι εκρηκτικό, έχει χρώμα κιτρινοπράσινο, είναι βαρύτερο του αέρα και γι' αυτό όταν έχουμε διαρροές σέρνεται στο χώμα ή στα δάπεδα.

Ερεθίζει τα μάτια και το αναπνευστικό σύστημα.

Στα 30 ppm προκαλεί βήξιμο. Στα 40 - 60 ppm είναι λίαν επικίνδυνο για παραμονή πέραν των 30 min. Στα 1000 ppm είναι θανατηφόρο με λίγες εισπνοές.

Στα 4 ppm μπορεί να μείνει κανείς χωρίς κίνδυνο μέχρι μία ώρα.

Σε περίπτωση που αναπνεύσει κανείς πολύ χλώριο και δεν αισθάνεται καλά, τότε πρέπει να μεταφερθεί σε καθαρό αέρα, να διατηρηθεί ζεστός με κουβέρτες και αν χρειασθεί να του γίνει τεχνητή αναπνοή. Ανάλογα με τη σοβαρότητα της κατάστασης θα κριθεί αν χρειάζεται άμεση μεταφορά στο νοσοκομείο.

Σε περίπτωση ερεθισμού του λαϊμού συνιστάται πόση γάλατος.

Επεμβάσεις σε περίπτωση διαρροών χλωρίου:

Οι διαρροές χλωρίου γίνονται αντιληπτές όταν το χλώριο έλθει σε επαφή με ατμούς αμμωνίας.

Σε περίπτωση μικρών διαρροών, ο τεχνίτης μπορεί να φορέσει την προσωπική μάσκα του με κατάλληλα φίλτρα ενεργού άνθρακα.

Σε περίπτωση όμως μεγάλης διαρροής, πρέπει να χρησιμοποιηθεί ειδική ολόσωμη στολή για χλώριο, η οποία μπορεί να καλύπτει και τη μάσκα και τη φιάλη αέρος του τεχνίτη που την φοράει.

**9.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΩΝ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ
ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ, ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ, ΠΡΟΦΥΛΑΞΕΙΣ, ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ**

ΟΝΟΜΑ ΥΛΙΚΟΥ	ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ	ΛΗΨΗ ΜΕΤΡΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ	ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΥΛΙΚΟΥ	ΠΡΟΦΥΛΑΞΕΙΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ
Αδέσγης CaO	Κουστικό, προκαλεί εγκαύματα, διαλύεται στο νερό με έκλυση θερμότητας	Σε επαφή με το δέρμα : - καλό πλύσιμο - αφαίρεση λερωμένων ρούχων - χρήση ελαφρώς οξίνου διαλύματος Σε επαφή με οφθαλμούς: πλύσιμο με άφθονο νερό	- Πούδρα ή χονδρή σκόνη χρώματος λευκού - Φαινόμενη πυκνότητα 0,8 - 1,2 kg/l	<ul style="list-style-type: none"> • γάντια ελαστικά • φόρμα εργασίας • οματογυάλια
Θειικός σίδηρος $Fe_2SO_4 \cdot 7H_2O$	Το διάλυμά του είναι όξινο, περιέχει τοξικά στοιχεία σε μικρές συγκεντρώσεις	Σε επαφή με διάλυμα θειικού σιδήρου : - πλύσιμο με άφθονο νερό - χρήση διαλύματος ανθρακικής σόδας	- Πούδρα ή σκόνη πρασινωπή - Πυκνότητα $\approx 0,9\text{kg/l}$ - 19% κατά όφρος σε Fe - PH διαλύματος 10%=2,8	<ul style="list-style-type: none"> • ελαστικά γάντια • φόρμα εργασίας • οματογυάλια
Τριθενής θειικός σίδηρος $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9 H_2O$	Διαλύεται μερικώς στο νερό φτιάχνοντας θειικό οξύ	Βλέπε δισθενή θειικό σίδηρο ($Fe_2SO_4 \cdot 7H_2O$)	- Άσπρη σκόνη - Πυκνότητα $\approx 1\text{ kg/l}$ - Ευκολοδιάλυτο στο νερό	<ul style="list-style-type: none"> • ελαστικά γάντια • φόρμα εργασίας • οματογυάλια
Πικνό θειικό οξύ H_2SO_4	Εγκαύματα δέρματος, διάβη οφθαλμών και αναπνευστικού (ερεθιστικό σε εισπνοή μέχρι σοβαρής διάβης πνευμόνων) Εκλύει θερμότητα σε επαφή με το νερό	Σε επαφή με το δέρμα : άφθονο πλύσιμο με διάλυμα 5% τριαιθανολαμίνης Σε επαφή με τα μάτια : άφθονο πλύσιμο, οφθαλμιάτρος Σε εισπνοή ατμών : στο νοσοκομείο	- Υγρό, άχρωμο, ηξώδες - Πυκνότητα 1,83 g/l - Περιεκτικότητα $\approx 91,5-93\%$	<ul style="list-style-type: none"> • φρέσμες εργασίας • μάσκες κάλυψης οφθαλμών και προσώπου • γάντια και ελαστικές μπότες δεν ρίχνουμε νερό στο οξύ
Θειικό αργίλιο	Ακίνδυνο	-	- Σκόνη, κοκκοί, λευκού χρώματος - Πυκνότητα $\approx 1\text{ kg/l}$ - Περιεκτικότητα σε Al_2O_3 : 17÷18%	Προστασία από την αιωρούμενη στον αέρα σκόνη : <ul style="list-style-type: none"> • μάσκες • οματογυάλια
Κουστική σόδα NaOH	Κουστική, εγκαύματα σε δέρμα, μάτια, δημιουργεί πλύγες όταν καταποθεί, ολισθηρό δάπεδο, ενδεχόμενα περιεκτικότητα υδροαργύρου	Σε επαφή με δέρμα και μάτια: Άφθονο πλύσιμο, κλήση γιατρού. Σε κατάποση : δεν πίνουμε κανένα οξύ, άφθονο ξέπλυμα στόματος, πίνουμε 2 ποτήρια ελαϊκόδο ή ένα λίτρο γάλα.	Διάλυμα άχρωμο, διαφανές, ηξώδες	<ul style="list-style-type: none"> • γάντια και ελαστικές μπότες • φόρμες εργασίας • κάλυμα προσώπου μάσκες • εκλύει θερμότητα σε αραίωση με νερό

ΟΝΟΜΑ ΥΛΙΚΟΥ	ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ	ΛΗΨΗ ΜΕΤΡΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ	ΑΝΑΓΩΡΓΙΣΗ ΥΛΙΚΟΥ	ΠΡΟΦΥΛΑΞΕΙΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ
Οξένο Ανθρακικό Νάτριο ή Ανθρακική Σόδα NaHCO₃	ακίνδυνο	-	- Λευκή πούδρα, άοσμος, αλμυρή στη γεύση - διαλυτότητα 96 g/l στους 20°C	-
Οξόν O₃	- Επιπλύνουν στα μάτια - στο αναπνευστικό σύστημα - κίνδυνος έκρηξης υπό συνθήκες	- <i>Μέτρια έκθεση στο όξον</i> : άμεση απομάκρυνση, ανάπαυση, γιατρό - <i>Μεγάλη διαρροή</i> : χρήση μασκών αέρος, σε περίπτωση επαφής άμεση κλήση γιατρού, κατάγγιση με το κεφάλι ψηλά.	- Αέριο εξαιρετικά ασταθές, κινυού χρώματος - διαπεραστική οσμή σε συγκεντρώσεις από 0,01-0,05mg/l - στην κατεργασία νερού συναντάται σαν μείγμα με τον αέρα σε συγκέντρωση 10±20g/m ³ O ₃	<ul style="list-style-type: none"> • αποφυγή υψηλών θερμοκρασιών • προφύλαξη από αναγωγικά υλικά (σίδηρος, χαλκός, χρώμιο κ.λ.π.)
Υποχλωριώδες Νάτριο NaClO	Εγκαύματα σε δέρμα και μάτια	Σε επαφή με <i>δέρμα</i> : άφθονο πλύσιμο για μερικά λεπτά Σε επαφή με <i>τα μάτια</i> : άφθονο πλύσιμο ξεκόλληση διαφαρίδων	Υδατικό διάλυμα κίτρινης χροιάς, μυρωδιάς χλωρίου - Περιεκτικότητα σε χλώριο ≈ 15% κατά βάρος	<ul style="list-style-type: none"> • γάντια και μπότες ελαστικές • φόρμα εργασίας
Πολυηετρολύτης	- μικρή τοξικότητα αν καταποθεί δεν απορροφάται από το σώμα - όχι ερεθιστικό σε δέρμα και μάτια - αναπνοή σκόνης προκαλεί ερέθισμα - ολισθηρά δάπεδα - κίνδυνος έκρηξης για πυρκαϊά - κίνδυνος έκρηξης μειγμάτων σκόνης αέρα	Σε επαφή με <i>δέρμα και μάτια</i> : άφθονο πλύσιμο 15 min Σε <i>κατάποση</i> : πλύσιμο σώματος, κατάποση νερού όχι λήψη εμετικού	- Πούδρα, σκονη, κόκκοι λευκοί - ανιονικοί, κατιονικοί, ουδέτεροι - διαλύονται εντός 0,5 μέχρι 3 ωρών - πυκνότητα πούδρας 0,3-0,6 g/l	<ul style="list-style-type: none"> • γάντια ελαστικά • καθαρισμός δαπέδων εν ξηρώ • φόρμα εργασίας • χρήση πυροσβεστήρων, αφρού ή κόνης σε περίπτωση φωτιάς
Τριχλωριούχος σίδηρος FeCl₃	- Σε υψηλές θερμοκρασίες παράγει διασφορικούς ατμούς - εγκαύματα στο δέρμα - στα μάτια προκαλεί εκτεταμένες διάδες - σε περίπτωση κατάποσης προκαλεί τραύματα στομάχου	Σε επαφή με <i>το δέρμα και τα μάτια</i> : αμέσως πλύσιμο με άφθονο νερό, γιατρό <i>Κατάποση διαλύματος</i> δισανθρακικής σόδας, γιατρό	- το διάλυμα χρώματος καφέ σκούρο - συγκέντρωση 41% σε FeCl ₃ - κρυστάλλωση σε - 50°C	<ul style="list-style-type: none"> • γάντια ελαστικά • μπότες • φόρμα εργασίας • οματογυάλια

ΟΝΟΜΑ ΥΛΙΚΟΥ	ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ	ΔΗΨΗ ΜΕΤΡΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ	ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΥΛΙΚΟΥ	ΠΡΟΦΥΛΑΞΕΙΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ
Χλώριο (αέριο) Cl₂	<ul style="list-style-type: none"> - καυστικό - ερεθιστικό - ασφύξιγόνο - τοξικό - θανατηφόρο σε μερικές αναπνοές αέρα σε ≈ 30mg Cl₂/l 	<ul style="list-style-type: none"> - αναγκάσιος εξοπλισμός εξουδετέρωσης διαφορών - Σε μέτρια έκθεση : απομάκρυνση άμεσα των εργαζομένων, ανάπαυση, όχι λήψη καφέ και οινόπνευματων, κλήση γιατρού - Σε μεγάλη έκθεση : προσέγγιση προσωπικού με μάσκα αέρος, μεταφορά σε νοσοκομείο, κάλυψη με κουδέρες 	<ul style="list-style-type: none"> - Αέριο, βαρύτερο του αέρα, κίτρινο, ερεθισμός αναπνευστικού 	<ul style="list-style-type: none"> • μάσκες φίλτρου ενεργού άνθρακα • οματογυάλια • μάσκα και φιάλες αέρος • ολόσωμη φόρμα περιλαμβάουσα μάσκα και φιάλη αέρος • γάντια
Υδροχλωρικό οξύ HCl	<ul style="list-style-type: none"> - Εξαιρετικά επικίνδυνο - προκαλεί εγκαύματα - βλάβη στα μάτια - ερεθισμός στο αναπνευστικό σύστημα 	<ul style="list-style-type: none"> Σε επαφή με το δέρμα : πλύσιμο με σαπουνι ή διάλυμα 5% τριασβολαμίνη Σε επαφή με τα μάτια : άφρονο πλύσιμο με νερό για 15 min, ξεχώρισμα διαφααφιδίων, κλήση γιατρού - εισπνοή ατμών, μεταφορά σε νοσοκομείο 	<ul style="list-style-type: none"> - Ατμίζον διάλυμα - ελαφρώς υποκίτρινο - προίόν 33% σε HCl - κρυστάλλωση σε 0°C 	<ul style="list-style-type: none"> • γάντια • μπότες • αποφυγή εισπνοής ατμών • δεν ρίχνουμε νερό στο οξύ, αλλά οξύ σε νερό

9.6. ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ

9.6.1. Γενικά

Όλοι οι εργαζόμενοι στη μονάδα είναι εκτεθειμένοι στους παρακάτω κινδύνους :

- μολύνσεις από τους παθογόνους μικροοργανισμούς και ιούς των λυμάτων
- εισπνοή ή επαφή με τοξικά αέρια και άλλα επικίνδυνα βοηθητικά υλικά (υδροθείο, αέριο χλώριο, εκπομπές οργανικών πτητικών ενώσεων κ.λπ.)
- ατύχημα κατά την ώρα εργασίας

Οι δύο τελευταίοι κίνδυνοι, δηλαδή τα τοξικά αέρια και τα χημικά καθώς και τα πιθανά ατυχήματα, αντιμετωπίζονται κατ' αρχήν, ο μεν πρώτος με την εκπαίδευση, τις γνώσεις του προσωπικού και με τον εφοδιασμό του με κατάλληλο εξοπλισμό, ο δε δεύτερος με την προφύλαξη, την εφαρμογή των διαδικασιών ασφάλειας και γενικότερα με την προσοχή που θα δείξει το προσωπικό στην εργασία του.

9.6.2. Οι κίνδυνοι μολύνσεων στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων

Τα λύματα περιέχουν ποικιλία παθογόνων μικροοργανισμών, όπως παθογόνα βακτήρια, ακτινομύκητες, ιούς και μύκητες.

Τα εντερικά βακτήρια και οι ιοί, μπορούν να μεταδώσουν άμεσα ασθένειες, γι' αυτό αποτελούν τον πρώτο κίνδυνο για τους εργαζόμενους. Οι κίνδυνοι περιλαμβάνουν ασθένειες όπως ασιατική χολέρα, γαστροεντερίτιδα, ηπατίτιδα, πολιομυελίτιδα, λεπτοσπείρωση και φυματίωση.

Τρεις είναι οι οδοί μετάδοσης των παθογόνων μικροοργανισμών στον άνθρωπο :

- το πεπτικό σύστημα (δια του στόματος)
- το αναπνευστικό σύστημα
- το δέρμα (τραύματα, αμυχές, φλεγμονές)
- οι οφθαλμοί

Το προσωπικό των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων ευρίσκεται συνεχώς εκτεθειμένο σε ένα μολυσμένο περιβάλλον.

Παρ' όλα αυτά, οι πραγματικοί κίνδυνοι επιμόλυνσης και ανάπτυξης κάποιας ασθένειας είναι πάρα πολύ μικροί.

Ο κίνδυνος επιμόλυνσης και ανάπτυξης μιάς ασθένειας είναι μικρός, αφενός μεν επειδή η απαιτούμενη συγκέντρωση (ποσότητα του παθογόνου), η οποία είναι ικανή να προκαλέσει την ασθένεια είναι πολύ μεγάλη, αφετέρου η πιθανότητα επαφής με το παθογόνο είναι εξαιρετικά μικρή.

Οι εργαζόμενοι στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, αν τηρούν τους στοιχειώδεις κανόνες υγιεινής και δίδουν τη δέουσα προσοχή ως εργαζόμενοι σε έναν τέτοιο χώρο, δεν διατρέχουν κανένα κίνδυνο.

Επειδή όμως, μπορεί σε έναν εργαζόμενο να συμβεί ενδεχόμενα μια επιμόλυνση, χωρίς να παρουσιάσει συμπτώματα, είναι απαραίτητη η λήψη μέτρων υγιεινής και ασφάλειας του προσωπικού.

Στα πλαίσια των μέτρων αυτών εντάσσονται και οι εμβολιασμοί.

Οι ασθένειες που μεταδίδονται μέσω των λυμάτων φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί. Ο συνοπτικός αυτός πίνακας συνιστά και τους εμβολιασμούς.

Η πρακτική των εμβολιασμών στην Ελλάδα, την οποία ακολουθούν μερικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων στις ΔΕΥΑ, συνιστάται στους παρακάτω εμβολιασμούς :

- τετάνου
- ηπατίτιδας Β
- λεπτοσπείρωσης

Το εμβόλιο της ηπατίτιδας Β

Είναι καλό να γίνεται, χωρίς να είναι αναγκαίο και υποχρεωτικό. Για να γίνει όμως πρέπει να προηγηθεί μία σειρά εξετάσεων του αίματος για να διαπιστωθεί αν κάποιος είναι φορέας ή όχι.

Στην περίπτωση που διαπιστωθεί ότι υπάρχει κάποιος φορέας, θα ακολουθήσει εξέταση αίματος για να διαπιστωθεί η ύπαρξη ή μη αντισωμάτων. Αν ο φορέας δεν έχει αναπτύξει αντισώματα, τότε χρήζει στενής ιατρικής παρακολούθησης.

Το εμβόλιο της λεπτοσπειρώσης

Στη Γαλλία το εμβόλιο αυτό είναι υποχρεωτικό για όλους τους εργαζόμενους σε ένα Βιολογικό Καθαρισμό Λυμάτων.

9.6.3. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί στα λύματα και τις λάσπες

Στην παράγραφο αυτή, θα δοθούν οι σημαντικότερες πληροφορίες, για τους παθογόνους μικροοργανισμούς, που σχετίζονται με τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων.

A. ΠΑΘΟΓΟΝΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ

Salmonella spp.

Προκαλεί: Οξείες γαστρεντερίτιδες, τυφοειδή πυρετό και παρατυφοειδή πυρετό
Μεταδίδεται: Μέσω λυμάτων και μολυσμένης τροφής
Ευρέθη σε: Λάσπες βιολογικών, επεξεργασμένο νερό
Κίνδυνος
μετάδοσης: Μηδενικός τηρώντας τα μέτρα υγιεινής

Shigella ssp

Προκαλεί: Ήπιες ή οξείες δυσεντερίες.
Μεταδίδεται: Μέσω λυμάτων, από άτομο σε άτομο, από μολυσμένο νερό ή τροφή, μέσω μυγών
Ευρέθη σε: Λάσπες βιολογικών και στο επεξεργασμένο νερό
Κίνδυνος
μετάδοσης: Μηδενικός τηρώντας τα μέτρα υγιεινής

Vibrio SSP (δονάκιο της χολέρας)

Προκαλεί: Την ασιατική χολέρα (εμετούς, διάρροια, απώλεια υγρών του οργανισμού)
Μεταδίδεται: Ως ανωτέρω και από μολυσμένο πόσιμο νερό
Κίνδυνος: Μηδενικός

Clostridium ssp

Προκαλεί: Τέτανο, (μερικά είδη) γάγγραινα
Μεταδίδεται: Μέσω τραύματος ή φλεγμονής του δέρματος
Κίνδυνος: Εξαιρετικά χαμηλός

Mycobacterium

Προκαλεί: Φυματίωση, προσβάλλει τους πνεύμονες, τα οστά, τα νεύρα και το δέρμα
Μεταδίδεται: Από το αναπνευστικό και πεπτικό σύστημα. Μακροχρόνια έκθεση σε αεροσόλ λυμάτων καλό είναι να αποφεύγεται.
Κίνδυνος: Χαμηλός

Yersinia

Προκαλεί: Οξεία γαστροεντερίτιδα, πυρετό και διάρροια
Μεταδίδεται: Από το πεπτικό σύστημα

Λεπτοσπείρα

Τι είναι :

Η λεπτοσπείρα είναι σπειροχαίτη, βακτήριο κινούμενο, που δεν φαίνεται στο συνηθισμένο μικροσκόπιο εξ αιτίας της πολύ μικρής διαμέτρου της. Η παρατήρηση χρειάζεται μικροσκόπιο με μαύρο φόντο. Στο φόντο αυτό, η σπειροχαίτη φαίνεται λευκή με πυκνές σπείρες.

Αναπτύσσεται σε περιβάλλον ουδέτερο και ελαφρώς όξινο, ευνοείται από τη θερμοκρασία και το σκοτάδι.

Τι προκαλεί :

Τα βασικά συμπτώματα είναι πυρετός, πόνοι μηνιγγίτιδος έντονοι ή μη, νεφρικές και καρδιαγγειακές επιπλοκές.

Η εξέλιξη λαμβάνει χώρα σε δύο φάσεις με μία περίοδο ύφεσης ενδιάμεσα. Η δεύτερη φάση προκαλεί αιμορραγικό ίκτερο σε τέτοιο βαθμό που να προκληθεί ακόμη και ο θάνατος.

Το σίγουρο είναι ότι το σκύλι και τα νεφρά θα υποστούν βλάβη.

Τα πρώτα συμπτώματα της ασθένειας είναι παρόμοια με συμπτώματα άλλων ασθενειών (πράγμα που δυσχεραίνει τη σωστή διάγνωση).

Που ευρίσκεται :

Η σπειροχαίτη αυτή ευρίσκεται σε άρρωστα ποντίκια και σε όλα τα τρωκτικά, τα κατοικίδια ζώα (σκύλο, γάτα). Στις αποχετεύσεις ευρίσκεται κυρίως σε ποντίκια.

Η σπειροχαίτη των φορέων ζώων αποβάλλεται προς το περιβάλλον με τα ούρα και τα κόπρανά των.

Τρόποι μετάδοσης

Η μετάδοση μπορεί να είναι άμεση από δάγκωμα ζώου, από επαφή με μολυσμένο κρέας (σφαγεία) ή γενικότερα από επαφή με μολυσμένο νερό.

Η μόλυνση μπορεί να γίνει από κάποιο τραύμα ή αμοιχή του δέρματος, από δέρμα πολύ μουσκεμένο με μολυσμένα νερά, από τη βλενογόνο της μύτης ή των οφθαλμών δια της τριβής ενός μολυσμένου δακτύλου με αυτά, ή κατά την κολύμβηση σε μολυσμένα νερά.

Campylobacter ssp

Προκαλεί : Οξεία γαστροεντερίτιδα

Μεταδίδεται: Από το πεπτικό σύστημα (κυρίως μέσω του πόσιμου νερού)

B. ΠΑΘΟΓΟΝΟΙ ΑΚΤΙΝΟΜΥΚΗΤΕΣ

Actinomyces israelii

Προκαλούν: Ακτινομύκωση, μηνιγγίτιδα, ενδοκαρδίτιδα, άλλες φλεγμονές

Μεταδίδεται: Από εισπνοή αερολύματος ή είσοδο από το στόμα μολυσμένης τροφής ή νερού

Κίνδυνος: Μηδενικός (δεν απαντάται συνήθως σε βιολογικούς)

Nocardia ssp

Προκαλεί: Νοκαρδίωση (τα *N.asteroides* και *N.brasiliensis*), ασθένεια του αναπνευστικού συστήματος. Η νοκαρδίωση μοιάζει και πολλές φορές συνυπάρχει με τη φυματίωση.

Μεταδίδεται: Από εισπνοή αερολύματος ή είσοδο από το στόμα μολυσμένης τροφής ή νερού.

Υπάρχει: Στα λύματα, στις λάσπες και τα χώματα.

Πολλές μορφές των *Nocardia* αναπτύσσονται στο αερόβιο βιολογικό στάδιο και προκαλούν προβλήματα αφρισμών και κακής καθίζησης της ενεργού ιλύος.

Μερικές από τις εν λόγω μορφές των *Nocardia* είναι παθογόνες.

Προσοχή, στα αερολύματα των βιολογικών που αναπτύσσουν *Nocardia*.

Γ. ΙΟΙ

Εντεροιοί

Ποιοί είναι	ο ιός της πολιομυελίτιδος, coxsackievirus A, coxsackievirus echovirus.
Τι προκαλούν	ο ιός της πολιομυελίτιδος προκαλεί πολιομυελίτιδα (ασθένεια κεντρικού νευρικού συστήματος) ο coxsackie A προκαλεί κρυολόγημα, μια μορφή μηνιγγίτιδος και βλάβη οφθαλμών ο coxsackie B προκαλεί διάφορες ασθένειες ακόμη και της καρδιάς.
Μεταδίδονται	από τα αερολύματα και από το στόμα
Ευρίσκονται	στα λύματα και τα επεξεργασμένα νερά
Κίνδυνος	μηδενικός (με τα μέτρα ασφαλείας)

Άλλοι ιοί

Οι ιοί : adenovirus, rotavirus, Norwalk virus, έχουν ευρεθεί στα λύματα και στα επεξεργασμένα νερά. Προκαλούν οι περισσότεροι διάρροιες και γαστροεντερίτιδες.

Μεταδίδονται κυρίως με τα αερολύματα.

Ιος ηπατίτιδος Α

Προκαλεί	ηπατίτιδα
Μεταδίδεται	από το στόμα. Ανθεκτικός στη χλωρίωση.
Ευρίσκεται	στα λύματα και τα επεξεργασμένα νερά.
Κίνδυνος	χαμηλός.

AIDS

Ονομασία ιού	HIV
Προκαλεί	εξασθένηση του ανοσοποιητικού συστήματος του ανθρώπου
Ευρίσκεται	στα λύματα σε μηδενικές συγκεντρώσεις, διότι ανιχνεύτηκε στο σάλιο, στα δάκρυα, στα κόπρανα, στο σπέρμα και σε άλλες εκκρίσεις.
Συμπεριφορά	είναι σχετικά ασθενής ιός στα λύματα, ευρίσκεται σε μηδενικές συγκεντρώσεις σε αυτά, δεν επιζεί επί μακρόν (15 - 20 ώρες), καταστρέφεται με τη χλωρίωση και την έκθεση στον αέρα.
Κίνδυνος	Μηδενικός. Διότι πρέπει να εισέλθει από τραύμα του δέρματος κατ'ευθείαν στο αίμα. Είναι απαραίτητη η τήρηση των κανόνων υγιεινής.

Δ. ΜΥΚΗΤΕΣ

Οι παθογόνοι μύκητες προσβάλλουν ασθενικά άτομα και προκαλούν βλάβες δέρματος, ονύχων, μαλλιών και λίγοι εξ αυτών προσβάλλουν κύρια όργανα του σώματος.

Aspergillus

Προκαλεί	βλάβες στο δέρμα, στα νύχια, στα αυτιά και στους πνεύμονες (όπως η φυματίωση)
Ευρίσκεται	κυρίως σε μονάδες λιπασματοποίησης λασπών

Candida

Προκαλεί	καντιδιάση (μονιλίαση), βρογχίτιδα, φλεγμονές γεννητικού συστήματος, δέρματος και ονύχων.
----------	---

Ε. ΠΡΩΤΟΖΩΑ

Αυτά είναι η ιστολυτική αμοιβάδα, η οποία προκαλεί μέτριο πόνο, διάρροιες ή χρόνια δυσεντερία. Η συγκέντρωσή της στα λύματα είναι συνήθως πάρα πολύ μικρή. Η αφαίρεσή της από τα λύματα μέσω των πρωτοβάθμιων καθιζήσεων είναι επίσης μικρή.

Gardia lamblia είναι ένα εντερικό πρωτόζωο που προκαλεί οξείες διάρροιες.

9.6.4. Εξοπλισμός ασφάλειας και προσωπικός εξοπλισμός εργαζομένων

Με ευθύνη του υπευθύνου της εγκατάστασης, στην εγκατάσταση θα ευρίσκεται σε λειτουργική ετοιμότητα ο παρακάτω εξοπλισμός :

- οι αναπνευστικές μάσκες αέρος και οι φιάλες αέρος πάντα γεμάτες

- τα φορητά όργανα μέτρησης μεθανίου και υδροθειομέτρου (όπου είναι απαραίτητα)
- φίλτρα προσωπικών масκών προσωπικού
- μάσκα αέρος, που τροφοδοτείται από αέρα κάποιου φυσητήρα
- ολόσωμη φόρμα για διαρροές αερίου χλωρίου. Η φόρμα αυτή φοριέται επάνω από τη μάσκα και τις φιάλες αέρος.
- ιατρική φιάλη οξυγόνου
- φαρμακείο

Κάθε εργαζόμενος θα έχει σαν προσωπικό εξοπλισμό τα κάτωθι :

- προσωπική μάσκα και φίλτρα ενεργού άνθρακα που θα ανανεώνονται κάθε εξάμηνο
- πλαστικά οματογυάλια
- καπέλο
- παπούτσια προστατευτικά, κατάλληλα για εργοστάσιο (αδιάβροχα, να μη γλιστρούν, κατάλληλα για ηλεκτρικές εργασίες, μεταλλική προστασία δακτύλων)
- 2 φόρμες εργασίας
- 4 ζευγάρια προστατευτικά γάντια (λεπτά και χονδρά)
- σωσίβιο γιλέκο
- αδιάβροχο

9.7.5. Μέτρα ατομικής υγιεινής

- Προφυλάσσουμε τα τραύματά μας, όταν δουλεύουμε και απολυμαίνουμε την πληγή αμέσως όταν μας συμβεί τραυματισμός.
- Πλένουμε τα χέρια μας όταν πρόκειται να φάμε ή να καπνίσουμε.
- Όπου απαιτείται, φοράμε προστατευτικά γάντια.
- Να είμαστε σίγουροι, ότι είναι καθαρό, αυτό που βάζουμε ή ακουμπάμε στο στόμα μας.
- Δεν καπνίζουμε μέσα στη μονάδα, γιατί υπάρχει κίνδυνος να αναπνεύσουμε αέριους ρύπους.
- Καπνίζουμε μέσα στο διοικητήριο αφού πλύνουμε τα χέρια μας.
- Χρησιμοποιούμε λαστιχένιες μπότες όπου υπάρχει ανάγκη και τις πλένουμε μετά την χρήση.
- Δεν μπαίνουμε στο αυτοκίνητό μας με βρώμικες μπότες ή βρώμικα παπούτσια.
- Φοράμε τις προσωπικές μάσκες (φίλτρα ενεργού άνθρακα) για τα πλυσίματα της εγκατάστασης.

ΕΙΔΙΚΑ, ΕΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ, ΤΑ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΑ ΛΑΣΠΗΣ, ΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ (ΑΕΡΟΛΥΜΑΤΑ) ΚΑΙ ΤΟΝ ΣΤΑΘΜΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΑΣΠΗΣ (ΧΩΡΟΙ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ).

- Πλένουμε τακτικά τις προσωπικές μάσκες (απολύμανση) χωρίς να βραχεί το φίλτρο.
- Αλλάζουμε το φίλτρο κάθε 6 μήνες.
- Φοράμε το καπέλο όταν μπαίνουμε στη μονάδα για δουλειά.
- Φοράμε τα προστατευτικά ματογυάλια όταν κάνουμε εργασίες από τις οποίες μπορεί να πιτσιλισθούμε.
- Γυρίζουμε σπίτι έχοντας καθαρίσει χέρια, πρόσωπο, και αν είναι δυνατόν έχοντας κάνει μπάνιο.
- Δεν αφήνουμε μακριά νύχια στα χέρια μας.
- Πλένουμε τακτικά τις φόρμες εργασίας.
- Δεν ξεχνάμε τις δόσεις των διαφόρων εμβολίων.
- Δεν αγγίζουμε με ακάθαρτα χέρια αντικείμενα ή εργαλεία κοινόχρηστα. Πλένουμε αμέσως τα εργαλεία που λερώσαμε.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Ταυτοποίηση νηματοειδών

Πίνακας	1	Βαθμολόγηση πληθυσμού νηματοειδών
Εικόνα	1	Πληθυσμός νηματοειδών
Πίνακας	2	Τύπος φλόκου και γεφυρώματα από νηματοειδή
Εικόνα	2	Μορφολογία και δομή φλόκου
Εικόνα	3	Εμφάνιση νηματοειδών
Εικόνα	4	Μορφολογικά χαρακτηριστικά νηματοειδών

- Φύλλο εργασίας για χαρακτηριστικά του φλόκου
- Φύλλο εργασίας για ταυτοποίηση νηματοειδών
- Διάγραμμα ταυτοποίησης
- Σύνοψη χαρακτηριστικών των νηματοειδών στις χρώσεις και μορφολογίας των

2. Μέθοδοι των χρώσεων

Πίνακας	3	Neisser
Πίνακας	4	Gram
Πίνακας	5	Test S
Πίνακας	6	PHB
Πίνακας	7	Crystal Violet Sheath
Πίνακας	8	Ινδικό μελάνι

3. Παράγοντες που ευνοούν την ανάπτυξη των νηματοειδών

Πίνακας	9	Παράγοντες που επιδρούν στην ανάπτυξη νηματοειδών
Σχήμα	1	Περιοχές F/M ανάπτυξης
Σχήμα	2	Συνδιασμοί F/M και DO ανάπτυξης και αποτροπής των νηματοειδών

4. Περιγραφή των χαρακτηριστικών των κυριότερων για την Ελλάδα νηματοειδών

- Microthrix Parvicella
- Nocardia
- O41
- 021 N

5. Τα πρωτόζωα του συστήματος της ενεργού ιλύος

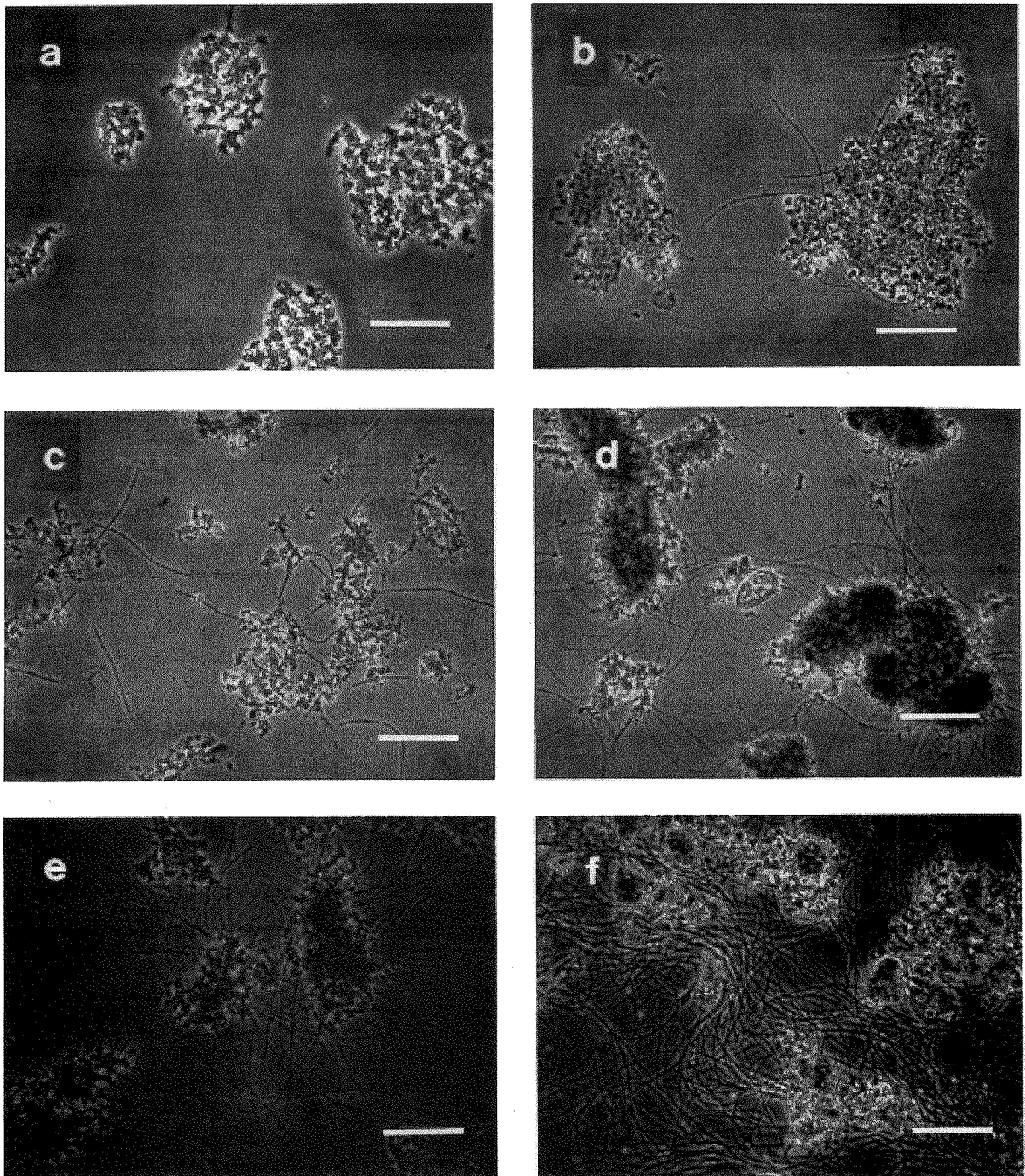
1. ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΝΗΜΑΤΟΕΙΔΩΝ

Πίνακας 1 : Βαθμολόγηση πληθυσμού νηματοειδών

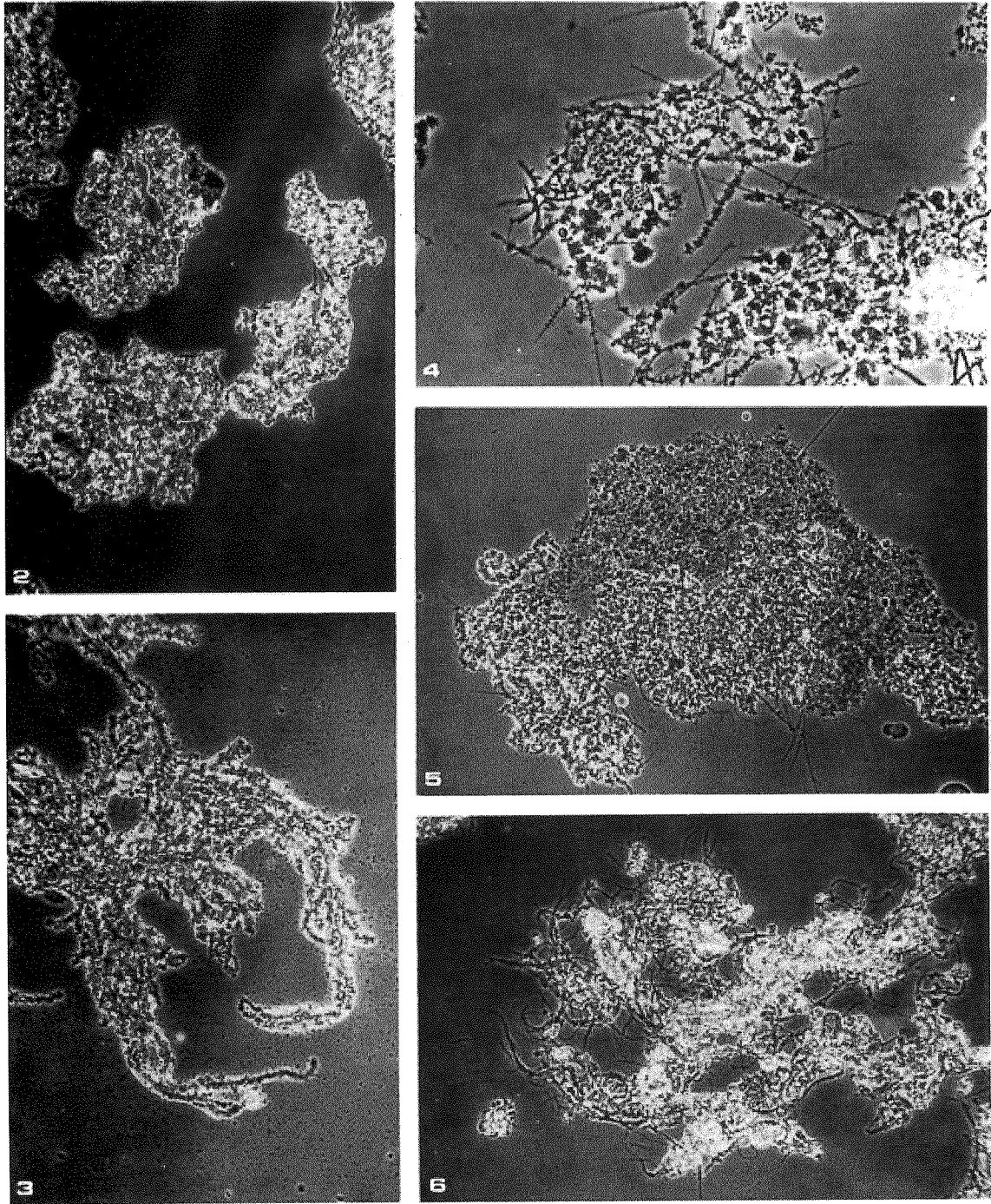
Βαθμός	Πλήθος	Επεξήγηση	Μέσος SVI (mg/l)
0	κανένα	-	60
1	ολίγα	λίγα σε κάποιους από τους φλόκους	70
2	μερικά	όχι όμως σε όλους τους φλόκους	100
3	σύνηθες πλήθος	σε όλους τους φλόκους (1 ÷ 5 ανά φλόκο)	135
4	πολλά	σε όλους τους φλόκους (5 ÷ 20 ανά φλόκο)	265
5	άφθονα	> 20 ανά φλόκο	400 - 500
6	υπερβολικά πολλά	υπέριμετρα σχετικά με τους φλόκους (τους καλύπτουν)	

Πίνακας 2 : Τύπος Φλόκου και γεφύρωμα αυτών από διάφορα νηματοειδή

Γεφύρωμα	Φλόκος ελεύθερος
type 1701	type 1701
type 0041	type 0041
M. Parvicella	M. Parvicella
type 1851	type 1851
Nostocoida limicola	Nostocoida limicola
type 021 N	type 0675
S. Natans	type 0092
type 0961	
type 0803	
Thiotrix	
H.Hydrossis	

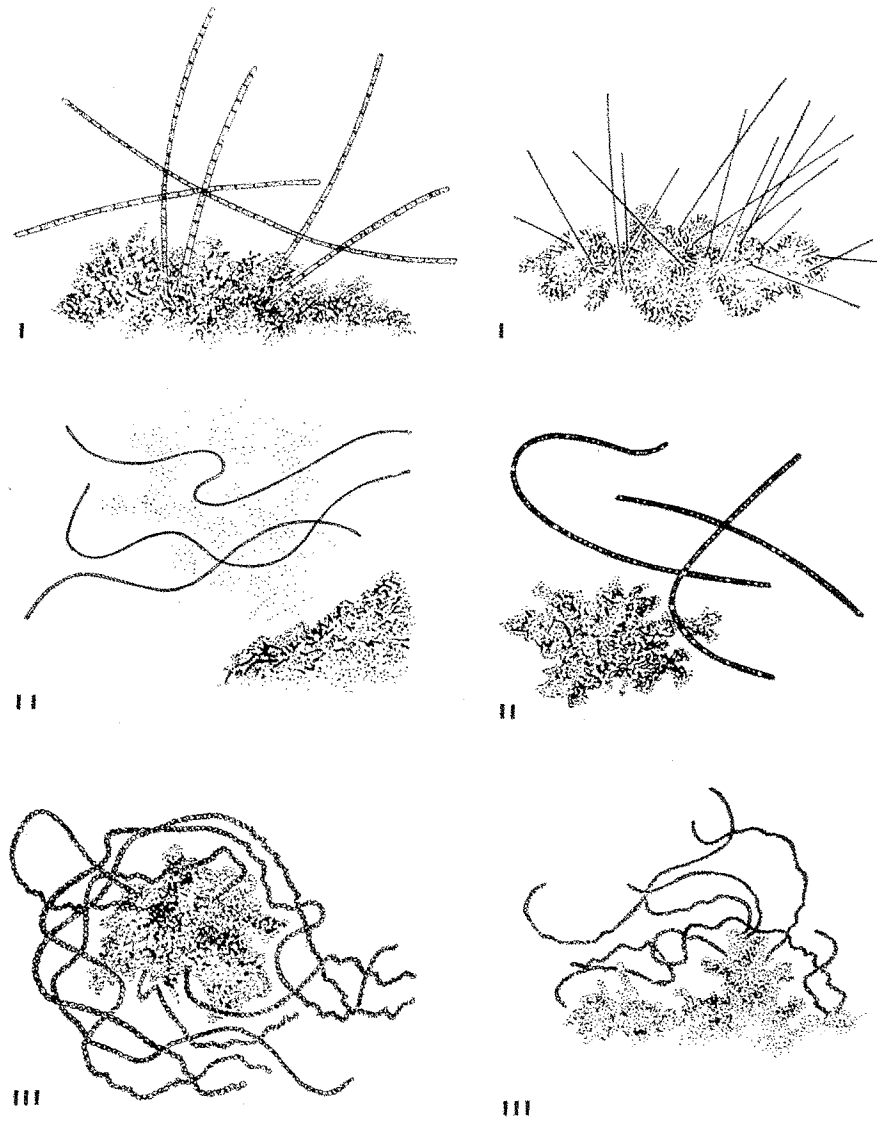


Εικόνα 1: Πληθυσμός νηματοειδών
 (a) ολίγα, (b) μερικά, (c) πολλά,
 (d) πάρα πολλά (e) άφθονα, (f) υπερβολικά πολλά
 (η) οριζόντια ράβδος = 100μm

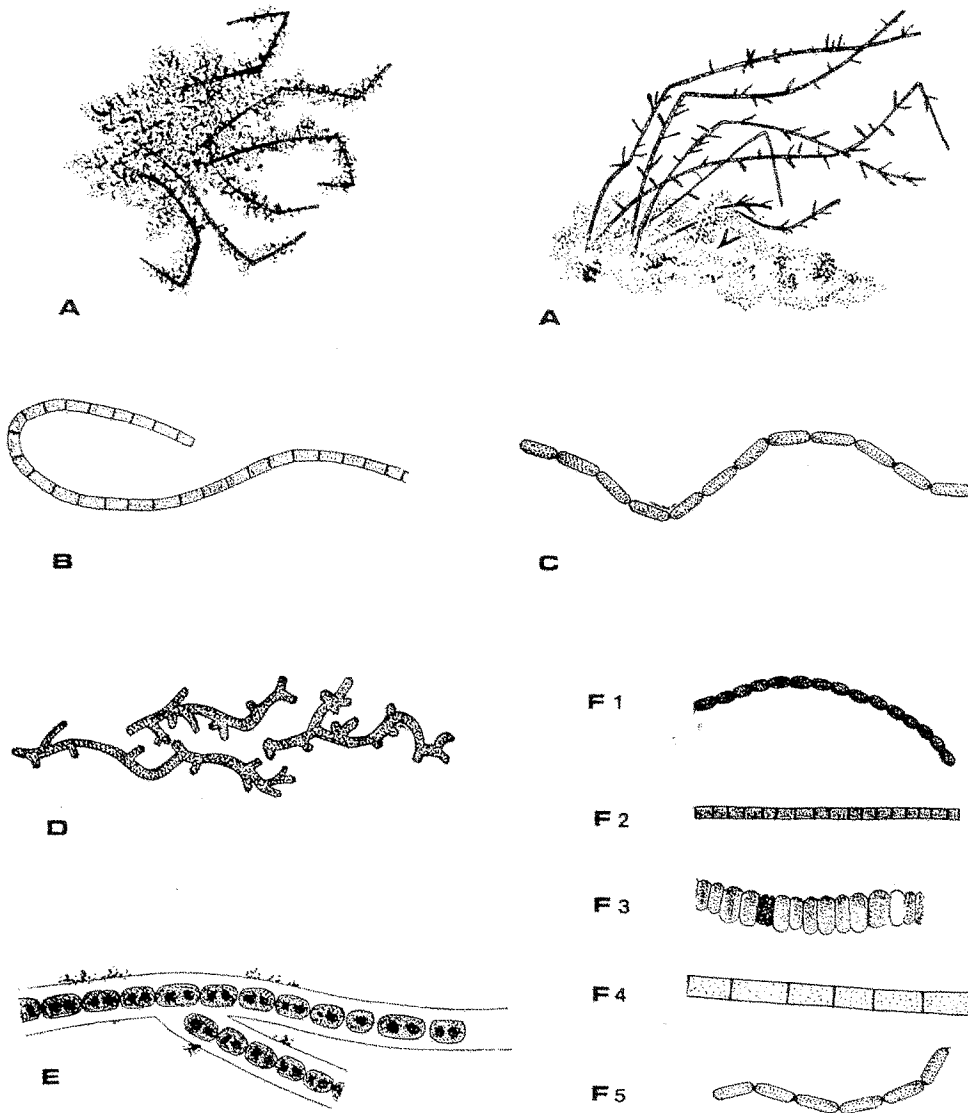


Εικόνα 2: ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΦΛΟΚΟΥ

- 2. Δυνατός και συμπαγής φλόκος
- 3. Ακανόνιστου σχήματος, πολλά κολυμβώντα βακτήρια
- 4. Ανοικτής δομής
- 5. Μεγάλος φλόκος, χαλαρής δομής
- 6. Νηματοιειδή και μικροί φλόκοι δημιουργούν συσσωματώματα



Εικόνα 3: Εμφάνιση νηματοειδών
 I. Ευθυτενή νηματοειδή
 II. Καμπύλα, κεκαμμένα
 III. Κουβαριασμένα



Εικόνα 4: Μορφολογικά χαρακτηριστικά νηματοειδών
A: Βακτήρια προσφυμένα
B: Χωρίς περισφίξεις στο εξωτερικό τοιχείο
C: Περισφίξεις στο εξωτερικό τοιχείο
D: Πραγματική διακλάδωση
E: Ψευδής διακλάδωση
F: Σχήμα κυττάρων : (1) σφαιρικό (2) τετραγωνικό
(3) δισκοειδές (4) ορθογωνικό (5) σαν ράβδος

Φύλλο εργασίας για χαρακτηρισμό φλόκου

Αριθμός δείγματος Τόπος Δείγματος

Ημερομηνία δείγματος Ημερομηνία Παρατήρησης

Πληθυσμός νηματοειδών 0 1 2 3 4 5 6
 κανένα ολίγα μερικά πολλά πάρα άφθονα υπερβολικά
 πολλά

Επίπτωση των νηματοειδών
 στη δομή του φλόκου Μικρή ή καμιά Γέφυρες Ελεύθερος φλόκος

Μορφολογία φλόκου
 δυνατός αδύνατος στρογγυλός ακανόνιστος συμπαγής διεσπαρμένος

< 150 150 - 500 >500

Μέγεθος (μm):
 (% περιοχής)

Χαρακτηριστικά:

Ελεύθερα βακτήρια εν αιωρήσει Συσσωματώσεις Neisser θετικών κυττάρων

Zoogloeas India Ink Test

Σπειροχαίτες Καταστροφή νηματοειδών από χλώριο

Ανόργανα/Οργανικά σωματίδια

FILAMENTOUS MICROORGANISM SUMMARY

	Βαθμός	Πληθυσμός		Βαθμός	Πληθυσμός
<i>Nocardia spp.</i>				M. Parvicella	
Type 1701				Type 0581	
<i>S. natans</i>				Type 0092	
Type 021N				Type 0803	
<i>Thiothrix spp.</i>				Type 1851	
Type 0041				Type 0691	
<i>H. hydrossis</i>				Type 0675	
<i>N. limicola</i>				Άλλα	
<i>Fungus (μήκυτες)</i>				Άλλα	

Παρατηρήσεις:

Φύλλο εργασίας για ταυτοποίηση νηματοειδών

Αριθμός δείγματος Τόπος δείγματος
 Ημερομηνία Ημερομηνία παρατήρησης

ΣΧΟΛΙΑ

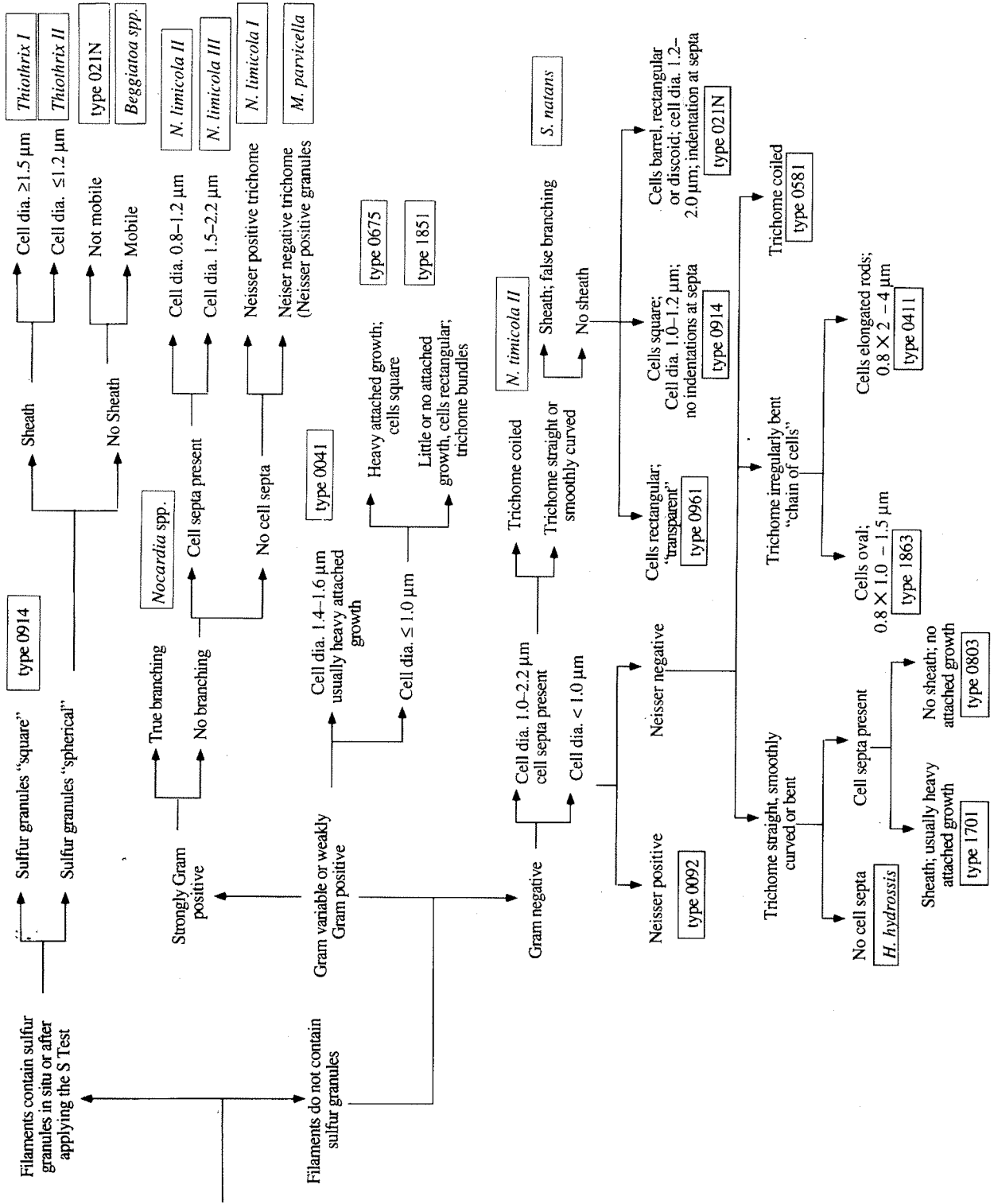
ΠΑΡΑΤΗΡΗΘΗΚΑΝ

Πρωτόζωα

Μετάζωα

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΥΓΡΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ : 1000 X, ΦΑΚΟΣ ΑΝΤΙΘΕΣΗΣ ΓΙΑ ΝΗΜΑΤΟΕΙΔΗ
 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ : 1000 X, ΦΑΚΟΣ ΦΩΤΕΙΝΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΓΙΑ ΧΡΩΣΕΙΣ

FILAMENT NO.	A	B	C	D	E
Διακλαδώσεις					
Κίνηση					
Σχήμα Νηματίου					
Θέση νηματίου					
Προσφυγμένα βακτήρια					
Κάλυμα (υμένως)					
Τοιχεία					
Διάμετρος νηματίου					
Μήκος νηματίου					
Σχήμα κυττάρου					
Μέγεθος κυττάρου					
Εναποθέσεις θείου					
Άλλοι κόκκοι					
Χρώση κατά GRAM					
Χρώση κατά NEISSER					
Πληθυσμός					
Βαθμολογία					
Ταυτότητα					



Διάγραμμα ταυτοποίησης νηματοειδών σε συστήματα ενεργού λίθου (βλ. BIBA. 15)

Σύνοψη τυπικών χαρακτηριστικών των νηματοειδών στις χρώσεις και τη μορφολογία τους

DIRECT ILLUMINATION OBSERVATION										PHASE CONTRAST OBSERVATION AT 1000X									
Filament Type	Gram Stain	Neisser Stain		Sulfur Granules in situ	Sulfur Granules S test		Other Cell Inclusions	Trichome Diameter, μm	Trichome Length, μm	Trichome Shape	Trichome Location	Cell Septa Clearly Observed	Indentations at Cell Septa	Sheath	Attached Growth	Cell Shape and Size, μm	Notes		
		Trichome	Granules		Trichome	Granules													
<i>S. natans</i>	-	-	-	-	-	-	PHB	1.0-1.4	>500	St	E	+	+	+	round-ended rods 1.4 x 2.0	false branching			
type 1701	-	-	-	-	-	-	PHB	0.6-0.8	20-80	St, B	I, E	+	+	+	round-ended rods 0.8 x 1.2	cell septa hard to discern			
type 0041	+ , V	-	- , +	-	-	-	-	1.4-1.6	100-500	St, SC	I, E	+	+	+	squares 1.4 x 1.5-2.0	Neisser positive reaction occurs			
type 0675	+ , V	-	- , +	-	-	-	-	0.8-1.0	50-150	St, SC	I	+	+	+	squares 1.0 x 1.0	Neisser positive reaction occurs			
type 021N	-	-	- , +	- , + , +	PHB	PHB	1.0-2.0	50-1000	St, SC	E	+	+	-	-	barrels, rectangles, discoid 1.0-2.0 x 1.5-2.0	rosettes, gonidia			
<i>Thiothrix I</i>	- , +	-	- , +	- , +	+	+	PHB	1.4-2.5	100- >500	St, SC	E	+	-	+	rectangles 2.0 x 3.0-5.0	rosettes, gonidia			
<i>Thiothrix II</i>	-	-	- , +	- , +	+	+	PHB	0.8-1.4	50-200	St, SC	E	+	-	-	rectangles 1.0 x 1.5	rosettes, gonidia			
type 0914	- , +	-	- , +	- , +	-	-	PHB	1.0	50-200	St	E, F	+	-	-	squares 1.0 x 1.0	sulfur granules "square"			
<i>Beeggiarou</i> spp.	- , +	-	- , +	- , +	+	+	PHB	1.2-3.0	100- >500	St	F	- , +	-	-	rectangles 2.0 x 6.0	motile; flexing and gliding			
type 1851	+ weak	-	-	-	-	-	-	0.8	100-300	St, SC	E	+	+	- , +	rectangles 0.8 x 1.5	trichome bundles			
type 0803	-	-	-	-	-	-	-	0.8	50-150	St	E, F	+	-	-	rectangles 0.8 x 1.5				
type 0092	-	-	-	-	-	-	+	0.8-1.0	20-60	St, B	I	+	-	-	rectangles 0.8 x 1.5				
type 0961	-	-	-	-	-	-	-	0.8-1.2	40-80	St	E	+	-	-	rectangles 0.8-1.4 x 2.0-4.0	"transparent"			
<i>M. parvicella</i>	+	-	+	-	-	-	PHB	0.8	50-200	C	I	-	-	-	variable	large "patches"			
<i>Nocardia</i> spp.	+	-	+	-	-	-	PHB	1.0	5-30	I	I	+	-	-	1.0 x 1.0-2.0	true branching			
<i>N. limicola I</i>	+	+	-	-	-	-	-	0.8	100	C	I, E	-	-	-	-				
<i>N. limicola II</i>	- , +	-	-	-	-	-	PHB	1.2-1.4	100-200	C	I, E	+	+	-	discs, ovals 1.2 x 1.0	incidental branching; Gram and Neisser variable			
<i>N. limicola III</i>	+	+	-	-	-	-	PHB	2.0	200-300	C	I, E	+	+	-	discs, ovals 2.0 x 1.5				
<i>H. hydrossis</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.5	10-100	St, B	E, F	-	-	+	-	"rigidly straight"			
type 0581	-	-	-	-	-	-	-	0.5-0.8	100-200	C	I	-	-	- , +	-				
type 1863	-	-	-	-	-	-	-	0.8	20-50	B, I	E, F	+	-	-	oval rods 0.8 x 1.0-1.5	"chain of cells"			
type 0411	-	-	-	-	-	-	-	0.8	50-150	B, I	E	+	+	-	elongated rods 0.8-2.0-4.0	"chain of cells"			

LEGEND: + positive
 - negative
 V variable
 + , - or - , + variable, the first being most observed
 single symbol invariant

Trichome Shape
 St Straight
 B Bent
 SC Smoothly curved
 C Coiled
 I Irregularly shaped

Trichome Location
 E Extends from floc surface
 I Forms mostly within the floc
 F Free in liquid between the flocs

2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΡΩΣΕΩΝ

Πίνακας 3 : Χρώση Neisser (Eikelboom 1981)

Αντιδραστήρια: Ετοιμάστε φρέσκα κάθε 3-6 μήνες

Διάλυμα 1: Παρασκευάστε ξεχωριστά και αποθηκεύστε

A		B	
Μπλέ του μεθυλενίου	0,1 g	Crystal Violet (10% κατ'όγκο σε 95% αιθανόλη)	3,3 ml
Αιθανόλη 95%	5 ml	Αιθανόλη 95%	6,7 ml
Οξείκό οξύ (glacial) Απεσταγμένο νερό	5 ml 100 ml	Απεσταγμένο νερό	100 ml

Αναμείξτε 2 όγκους του A και 1 όγκο του B

Διάλυμα 2

Καφέ Bismark, $C_{18}H_{18}N_8$ (1% κατ'όγκο σε νερό) 33,3ml

Απεσταγμένο νερό 66,7 ml

Διαδικασία

1. Βάλτε μια σταγόνα λάσπης σε πλακίδιο μικροσκοπίου. Απλώστε την και αφήστε την να ξεραθεί (χωρίς θέρμανση)
2. Ποτείτε την ξηραμένη λάσπη του πλακιδίου επί 30 sec με διάλυμα 1, ξεπλύντε με νερό για 1 sec
3. Ποτείτε μετά με διάλυμα 2 επί 1 min, ξεπλύντε καλά με νερό, στεγνώστε με απορροφητικό χαρτί
4. Παρατηρείστε το δείγμα με βύθιση, σε σταγόνα κεδρελαίου, φακού (1000 x) φωτεινού πεδίου (όχι φακό αντίθεσης).
Μπλε - βιολέ είναι θετικό κατά Neisser (είτε όλο το νηματοειδές ή χάνδρες).
Κίτρινο - καφέ είναι αρνητικό κατά Neisser.

Πίνακας 4 : Χρώση κατά Gram, τροποποιημένη μέθοδος Huecker

Αντιδραστήρια: Ετοιμάστε φρέσκα κάθε 3 - 6 μήνες

Διάλυμα 1: Παρασκευάστε ξεχωριστά τα ακόλουθα και μετά αναμείξτε

A		B	
Crystal violet	2 g	Οξαλικό αμμώνιο	0,8 g
Αιθανόλη 95%	20 ml	Απεσταγμένο νερό	80 ml

Διάλυμα 2

Ιώδιο 1 g

Ιωδιούχο κάλιο 2 g

Απεσταγμένο νερό 300 ml

Διάλυμα αποχρωματισμού

Αιθανόλη 95%

Διάλυμα 3

Safranin 0 (2,5% κατ'όγκο σε 95% αιθανόλη)	10 ml
Απεσταγμένο νερό	100 ml

Διαδικασία

1. Βάλτε μια σταγόνα λάσπης σε πλακίδιο μικροσκοπίου. Απλώστε την και αφήστε την να ξηραθεί (χωρίς θέρμανση).
2. Ποτείστε την ξηραμένη λάσπη επί 1 min με διάλυμα 1. Ξεπλύντε με νερό επί 1 sec.
3. Ποτείστε την ξηραμένη λάσπη επί 1 min με διάλυμα 2. Ξεπλύντε με νερό πολύ καλά.
4. Κρατείστε το πλακίδιο υπό γωνία και αποχρωματείστε τη λάσπη με 95% αιθανόλη, προσθέτοντας την στάγδην επί 25 sec ακριβώς. Μη κάνετε εξαντλητικό αποχρωματισμό. Στεγνώστε με απορροφητικό χαρτί.
5. Ποτείστε με το διάλυμα 3 για 1 min, ξεπλύντε με νερό καλά, στεγνώστε με απορροφητικό χαρτί.
6. Παρατηρήστε το πλακίδιο με φακό φωτεινού πεδίου, εμβαπτυσμένο σε κεδρέλαιο και σε μεγέθυνση 1000 (όχι φακό αντίθεσης)
Μπλέ διολέ χρώμα σημαίνει ότι ο μικροοργανισμός είναι κατά Gram θετικός.
Κόκκινο χρώμα σημαίνει Gram αρνητικό.

Πίνακας 5 : Test θείου (S) (τροποποιημένο από τον Eickelboom και Van Buijen, 1981)

Αντιδραστήρια: Διάλυμα θειούχου νατρίου ($\text{Na}_2\text{S}_9\text{H}_{20}$)
1 g/l, ετοιμάστε το κάθε εβδομάδα

Διαδικασία

1. Αναμείξτε πάνω σε πλακίδιο μικροσκοπίου μία σταγόνα λάσπης και μία σταγόνα διαλύματος θειούχου νατρίου
2. Αφήστε το μείγμα, όπως είναι, για 10 - 20 min.
3. Τοποθετήστε την καλυπτρίδα και πατείστε την μαλακά πάνω στο πλακίδιο, καθαρίστε το υγρό που εκτοπίσθηκε.
4. Παρατηρήστε με φακό αντίθεσης σε μεγέθυνση 1000 X.
Το test είναι θετικό αν φανούν εσωκυτταρικοί κόκκοι λαμπυρίζοντες χρώματος κίτρινου.

Πίνακας 6 : Χρώση PHB (Poly-b-Hydroxybutyrate)

Αντιδραστήρια

Διάλυμα 1: Sudan black B (IV), 0,3% κατ' όγκον σε 60% αιθανόλη

Διάλυμα 2: Safranin 0, 0,5% κατ' όγκον σε νερό

Διαδικασία

1. Ετοιμάστε ένα ξηραμένο σε αέρα δείγμα λάσπης επάνω σε πλακίδιο μικροσκοπίου.
2. Ποτείστε με το διάλυμα 1 επί 10 min, προσθέστε και άλλο διάλυμα αν το παρασκεύασμα της λάσπης στο πλακίδιο, αρχίζει να στεγνώνει.
3. Ξεπλύντε με νερό επί 1 sec.
4. Ποτείστε το πλακίδιο με διάλυμα 2 επί 10 sec, ξεπλύντε καλά με νερό, στεγνώστε με απορροφητικό χαρτί.
5. Παρατηρήστε με φακό φωτεινού πεδίου σε μεγέθυνση 1000 X, οι κόκκοι PHB φαίνονται μπλέ - μαύροι, ενώ το κυτόπλασμα θα είναι ρόζ ή άβαφο.

Πίνακας 7 : Crystal violet sheath stain (χρώση για αποκάλυψη καλυπτικού υμενίου)

Αντιδραστήρια: crystal violet 0,1%, κατ' όγκο σε νερό.

Διαδικασία

Αναμείξτε μια σταγόνα λάσπης και μια σταγόνα του διαλύματος πάνω σε πλακίδιο, καλύψτε με την καλυπτρίδα και παρατηρήστε με φακό φωτεινού πεδίου σε μεγέθυνση 1000 X. Τα κύτταρα χρωματίζονται σκούρα βιολέ, ενώ οι καλύπτοντες υμένες είναι άχρωμοι προς το ρόζ.

Πίνακας 8: Χρόση με ινδικό μελάνι (India ink reverse stain)

Αντιδραστήρια: Ινδικό μελάνι (India ink)

Διαδικασία

1. Αναμείξτε μία σταγόνα ινδικού μελανιού με μία σταγόνα ενεργού ιλύος επάνω σε ένα πλακίδιο μικροσκοπίου.
2. Εξαρτώμενο από το μελάνι που χρησιμοποιείται, ο όγκος της λάσπης ίσως χρειασθεί να μειωθεί.
3. Τοποθετείστε την καλύπτρα και παρατηρήστε σε μεγέθυνση 100 X με φακό αντίθεσης.
4. Σε "κανονική" λάσπη, το ινδικό μελάνι ποτίζει τους φλόκους σχεδόν ολοσχερώς και αφήνει το κέντρο του φλόκου καθαρό (άδαφο).
5. Σε δραστική λάσπη, η οποία περιέχει μεγάλες ποσότητες εξωκυτταρικών πολυμερών, θα υπάρξουν μεγάλες άδαφες περιοχές, οι οποίες περιέχουν λίγα κύτταρα. Τα πολυμερή εμποδίζουν το βάψιμο των περιοχών του φλόκου, τις οποίες περιβάλλουν.

3. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΥΝΟΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΝΗΜΑΤΟΕΙΔΩΝ

<p>Πίνακας 9 : Παράγοντες που επιδρούν στην ανάπτυξη νηματοειδών μικροοργανισμών</p>
--

1. Ηλικία λάσπης θc

- natans, 1701, Thiothrix, Nocardia
(αναπτύσσονται σε ένα ευρύ φάσμα θc)
- 0041, 0675, 0092, 1851, M. Parvicella > 10 ημ.

2. Τύπος δεξαμενής αερισμού

Δεξαμενές πλήρους μίξης επιτείνουν την ανάπτυξη :

021N, Thiothrix, S. natans, N. limicola, 1701, H. hydrossis, 1851, N. limicola

3. Διαλυμένο οξυγόνο (DO)

- Χαμηλό DO και χαμηλό θc
S. natans, H. hydrossis, type 1701
- Χαμηλό DO και υψηλό θc
M. Parvicella

4. Χαμηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών (BOD5/N/P = 100/5/1)

- Thiothrix, 021N (rossetes)
- 0675 (κυρίως σε βιομηχανικά λύματα, καλύπτονται από ένα εξωκυτταρικό δισκοειδές υλικό)

5. Υψηλές συγκεντρώσεις HS⁻

- Thiothrix, type 021N, Beggiatoa, 0914 (S⁺, κόκκους)
- (κυρίως υψηλά θc, εγκαταστάσεις νιτροποίησης - απονιτροποίησης)

6. Χαμηλό PH μικρότερο από 6 (μήκντες)

7. Ανάπτυξη σε τοιχώματα αντιδραστήρων (S.natans, 1701)

8. Παγίδευση και επανακυκλοφορία των επιπλεύσιμων στερεών

M. Parvicella, Nocardia

9. Πολύ υψηλή οργανική φόρτιση (F/M)

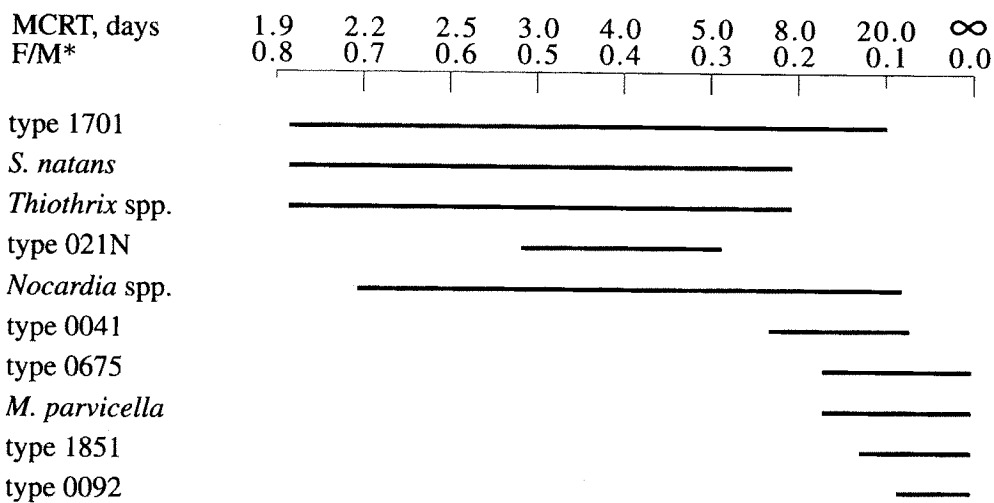
Type 1863

10. Ανοξεικές / αναερόβιες ζώνες σε υψηλά θc

(Κυρίως σε εγκαταστάσεις απομάκρυνσης θρεπτικών, αναπτύσσονται με σωματιδιακό BOD)
0041, 0675, 0092, M. Parvicella

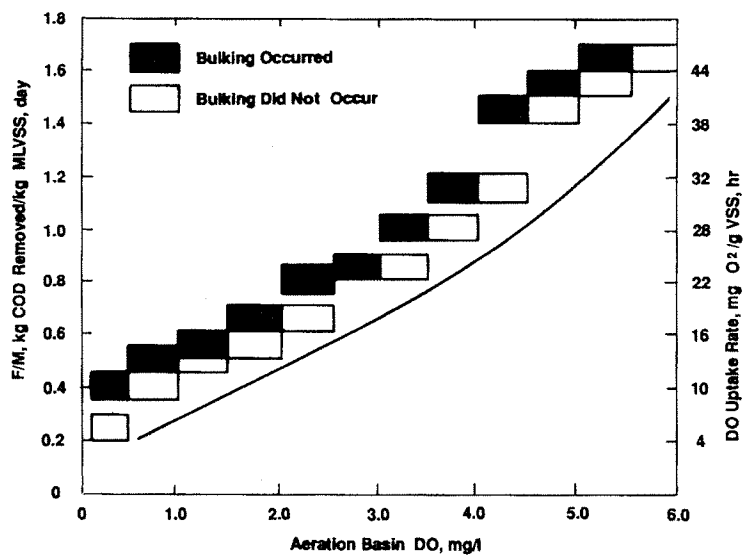
11. Εύκολα βιοδιασπάσιμες διαλυτές ενώσεις

S. natans, Thiothrix, H. hydrossis, N. limicola, 1851



* F/M σε kg BOD₅/Kg MLVSS, ημέρα

Σχήμα 1. Περιοχές F/M, στις οποίες αναπτύχθηκαν διάφορα νηματοειδή.



Σχήμα 2. Συνδυασμοί F/M και DO στους οποίους αναπτύχθηκε ή όχι bulking, για αντιδραστήρες ολικής ανάμειξης.

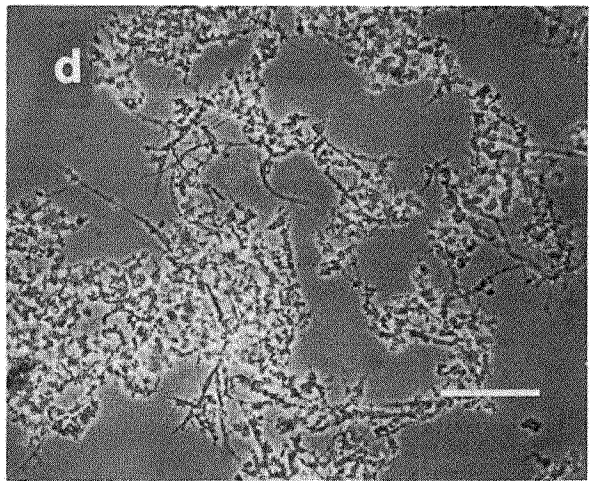
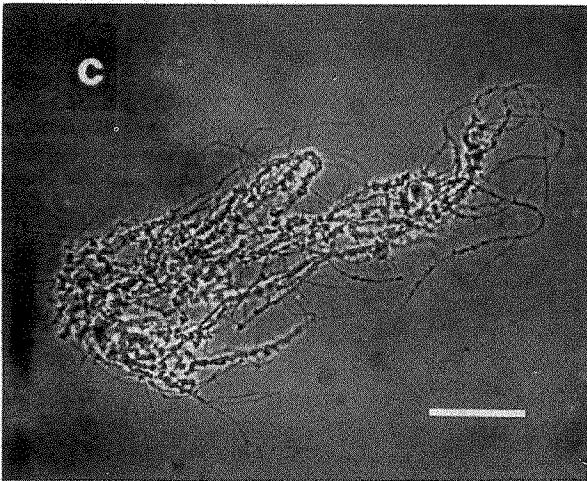
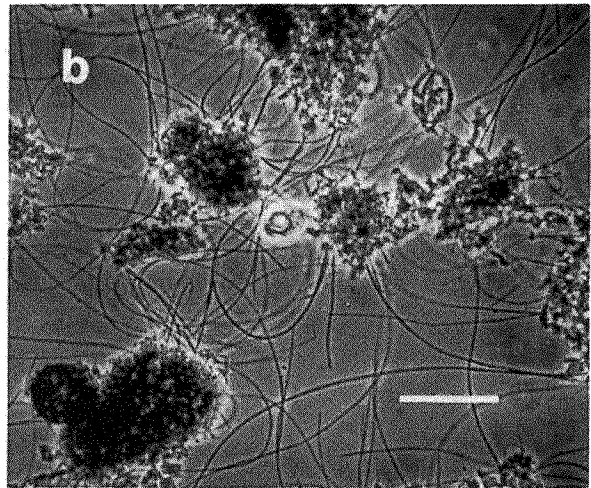
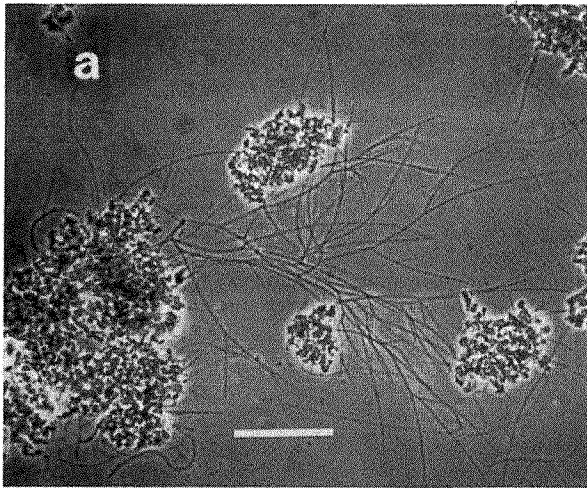
4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΕΜΦΑΝΙΣΘΕΝΤΩΝ (ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ) ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΝΗΜΑΤΟΕΙΔΩΝ ΒΑΚΤΗΡΙΩΝ

A. *Microthrix Parvicella*

B. *Nocardia*

Γ. 0041

Δ. 0021 N



Επίδραση νηματοειδών στη μορφολογία του φλόκου και στην καθιζηματικότητα.

a, b: γεφυροποίηση φλόκων

c, d: φλόκος διάσπαρτης δομής

Πηγή: "Faedenformige Mikroorganismen aus belebten Schlamm".
Documentation und Schriftenreihe aus Wissenschaft und Praxis"
Nr. 30, ATV, 1992.

A. *MICROTHRIX PARVICELLA*

1. Ανάπτυξη

- Ο *Microthrix P.* εμφανίζεται συχνά σε πολλές εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων, ως επίσης και σε διάφορες εγκαταστάσεις επεξεργασίας βιομηχανικών αποβλήτων. Το φάσμα των βιομηχανιών ξεκινά από βιομηχανίες χάρτου, υφαντουργεία, πλυντήρια, βιομηχανίες επεξεργασίας τροφίμων (κρέατος, ιχθύων, πουλερικών), μέχρι σφαγεία που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε λίπη (Eikelboom, Slijkhuis).
- Η φόρτιση των εγκαταστάσεων στις οποίες εμφανίζεται είναι πάντοτε χαμηλή, στην περιοχή μεταξύ $0,05 \div 0,2$ kg BOD / kg MLSS . μέρα. Ο *Microthrix P.* αναπτύσσεται συχνά σε οξειδωτικές τάφρους. Το διαλυμένο οξυγόνο ήταν συνήθως πολύ χαμηλό, αλλά και ο *Microthrix P.* έχει επίσης αναπτυχθεί σε συγκέντρωση οξυγόνου μέχρι 7 mg /l. Κατά τον Eikelboom η επίπτωση του διαλυμένου οξυγόνου είναι μικρότερη από την επίπτωση της ηλικίας των μικροοργανισμών. Σε μία άλλη περίπτωση ο *Microthrix P.* αναπτύχθηκε σε συνθήκες έλλειψης αζώτου (COD:N = 106 :1)
- Εκτός από το ότι ο *Microthrix P.* προκαλεί διόγκωση της δραστικής λάσπης, ευρίσκεται και ξεχωρίζει και στους αφρούς των δεξαμενών αερισμού.
- Ο *Microthrix P.* είναι σχετικά ανθεκτικός σε καταστάσεις ανοξικές ή αναερόβιες, γιατί στις συνθήκες αυτές μπορεί να καταναλώσει και να αποθηκεύει μεγάλες ποσότητες τροφής. Γι' αυτό ο *Microthrix P.* καθώς και ο τύπος 0092, αποτελούν τα κυρίαρχα νηματοειδή σε εγκαταστάσεις που αφαιρούν και φώσφορο (Blackbeard).

2. Χαρακτηριστικά - Φυσιολογία

- Ο *Microthrix P.* είναι ένας αερόβιος μικροοργανισμός με υψηλή συνάφεια προς το οξυγόνο. Αυτό φαίνεται από την τιμή K_{DO} , που είναι 0,5 $\mu\text{mole/l}$ (ή 0,016 mg/l), πολύ μικρή σε σύγκριση με άλλα βακτήρια της δραστικής λάσπης, όπως το *Acinetobacter* με K_{DO} , που είναι 0,5 $\mu\text{mole/l}$ (ή 0,016 mg/l), πολύ μικρή σε σύγκριση με άλλα βακτήρια της δραστικής λάσπης, όπως το *Acinetobacter* με K_{DO} 2,6 $\mu\text{mole/l}$. Έτσι ο *Microthrix P.* όχι μόνο επιζεί και ανταγωνίζεται άλλα βακτήρια σε συνθήκες υψηλής συγκέντρωσης οξυγόνου, αλλά και σε συνθήκες έλλειψης οξυγόνου. Το γεγονός αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο ανάμεικτο υγρό δεν μπορεί να αποτελέσει καθοριστικό παράγοντα επιλογής.
- Οι χαμηλές θερμοκρασίες είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξή του. Πάνω από 22°C ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης μηδενίζεται.
- Το optimum PH ανάπτυξης είναι το 8 και για καλή ανάπτυξη απαιτείται ένα PH γύρω στο 7.
- Στην έρευνα του Slijkhuis φάνηκε ότι ο *Microthrix P.* έχει ένα πολύ περιορισμένο φάσμα υποστρώματος για ανάπτυξη. Χρησιμοποιεί λιπαρά οξέα μακράς αλυσίδας για πηγή άνθρακα και ενέργειας. Εκτός των λιπαρών οξέων, όπως η στεαρίνη και η παλμιτίνη χρησιμοποιεί ιδιαίτερα ελαϊκό οξύ. Σε πλούσιο περιβάλλον σε ελαϊκό οξύ, τούτο συγκεντρώνεται στη βιομάζα του μικροοργανισμού, έτσι ώστε ο λόγος C:N αυξάνει από 4,5 μέχρι 6,8. Μετά την αποθήκευση των λιπαρών οξέων ακολουθεί μία ταχεία αναπαραγωγή, έτσι ώστε ο *Microthrix P.* σε βραχυχρόνια υψηλή διάθεση λιπαρών οξέων είναι πολύ ανταγωνιστικός ως προς τα άλλα βακτήρια της δραστικής λάσπης. Εν τούτοις το ελαϊκό οξύ σε καλλιέργεια του *Microthrix P.* δρά περιοριστικά σε συγκέντρωση 40 mg/g MLSS. Κατά τον Slijkhuis αποφασιστικός παράγων δεν είναι η απόλυτη τιμή της συγκέντρωσης αυτού του οξέος, αλλά η σχέση του με τη βιομάζα. Υδατάνθρακες και προϊόντα υδρόλυσης πρωτεϊνών χρησιμοποιούνται από τον *Microthrix P.* πολύ λίγο για πηγή άνθρακα και ενέργειας.
- Μη ιονικές, μη βιοαποικοδομήσιμες επιφανειακά ενεργές ουσίες συμβάλλουν στην αύξηση του ρυθμού λήψης οξυγόνου.
- Το άζωτο πρέπει να είναι σε μη οξειδωμένη μορφή, για να χρησιμοποιηθεί από τον *Microthrix P.* Σαν πηγή αζώτου χρησιμοποιεί αμμωνιακές ενώσεις, ιδιαίτερα θειικό αμμώνιο. Επίσης το θείο πρέπει να είναι σε μη οξειδωμένη μορφή. Σαν πηγές θείου προσφέρονται τα θειούχα άλατα, καθώς επίσης αμινοξέα (Cystein, L-Methionin). Τα θειικά δεν χρησιμοποιούνται. Μη οξειδωμένες ενώσεις αζώτου και θείου έχουν επιλεκτική σημασία στην ανάπτυξη του *Microthrix P.*, γιατί συχνά το καλοκαίρι ο *Microthrix P.*, όταν οι εγκαταστάσεις κάνουν νιτροποίηση, εκτοπίζεται από τον τύπο 0092.
- Ο *Microthrix P.* αποθηκεύει στη βιομάζα του λιπίδια για εφεδρικές τροφές. Ο οργανισμός φέρει επίσης πολυφωσφορικά (volutingranula). Απαραίτητες ουσίες για την ανάπτυξη του είναι : Thiamin και Cyanocobalamin.

3. Συμπεριφορά στην πράξη

Ο *Microthrix P.* εξαφανίστηκε από πειραματική εγκατάσταση χωρίς την προσθήκη μακρομοριακών οξέων. Αυτό επιβεβαιώνει το γεγονός ότι η ύπαρξη του *Microthrix P.* εξαρτάται από την παρουσία λιπαρών οξέων με μακρά αλυσού.

Η συγκέντρωση του οξυγόνου δεν απετέλεσε παράγοντα επιλογής. Αυτό ευρίσκεται σε συμφωνία με τις διαπιστώσεις του Eikelboom, ότι μεγαλύτερο ρόλο παίζει η ηλικία της δραστηκής λάσπης από το ρόλο της συγκέντρωσης του οξυγόνου. Αυτό, όμως, αντιφάσκει με διαπιστώσεις των Slijkhuis και Deinema, που συνιστούν σαν μέσο καταπολέμησης του *Microthrix P.* την αύξηση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου πάνω από 2mg/lit.

4. Παράγοντες Επιλογής

Οι κύριοι παράγοντες επιλογής για τον *Microthrix P.* είναι:

- Παρουσία λιπαρών οξέων μακράς αλυσού
- Παρουσία αζώτου και θείου σε μη οξειδωμένη κατάσταση
- Χαμηλές φορτίσεις
- Χαμηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου ευνοούν την ανταγωνιστικότητα του *Microthrix P.*
- Παρουσία επιφανειακά ενεργών ουσιών, μη ιονικών και μη βιοαποικοδομήσιμων, αυξάνει το ρυθμό λήψης του οξυγόνου από τον *Microthrix*.

5. Μέτρα καταπολέμησης

- Αύξηση του F/M

Ο V.Veen συνιστά μια μείωση των στερεών των δεξαμενών αερισμού κατά 30 - 50%.

- Αύξηση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου.

Slijkhuis και *Deinema* εξάλειψαν τον *Microthrix P.* με συγκέντρωση οξυγόνου πάνω από 2 mg/lit.

Η άποψη που καταλήγουμε στα πλαίσια του παρόντος εγχειριδίου είναι ότι η αυξημένη συγκέντρωση οξυγόνου, βοηθά στην ανάπτυξη ανταγωνιστικών του *M. Parvicella* αερόβιων βακτηρίων.

- Διάταξη διαβάθμισης του υποστρώματος. Ο Rensink καταπολέμησε τον *Microthrix P.*, σε χαμηλά F/M (0,1 kg/kg d), με αντιδραστήρα εμβολικής ροής.

Επίσης, επιλογέας (δεξαμενή επαφής), συνιστάται από τον Eikelboom.

Ο Daigger δοκίμασε έναν επιλογέα με τις παρακάτω συνθήκες:

10°C, χρόνο παραμονής χωρίς ανακυκλοφορία λάσπης, 15 min, φόρτιση δεξαμενής επιλογέα περίπου 15 ÷ 25 kg COD/kg.d.

Η μείωση στον SVI ήταν μόνο από 400 σε 200 ml/g.

Πάντως, δεν είναι σίγουρη η αποτελεσματικότητα των επιλογέων.

- Χρήση χλωρίου κάνει κακό στα κανονικά βακτήρια. Ο M.P. είναι αρκετά ανθεκτικός.
- Απομάκρυνση αφρολασπών.

B. NOCARDIA (Ακτινομύκητας)

1. Ανάπτυξη

- Αναπτύσσεται σε εγκαταστάσεις αστικών λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων
- Ευνοείται από την παρουσία λιπαρών ενώσεων και από επιφανειακά ενεργές ουσίες
- Προκαλεί αφρούς
- Αναπτύσσεται σε ευρεία περιοχή F/M, από 0,1 μέχρι 0,7 kg BOD₅/kg MLSS . ημέρα
- Ανεπτύχθη και σε πολύ χαμηλά F/M < 0,1
- Η δημιουργία αφρών δεν υποδοηθάται από απονιτροποίηση, αλλά από τον αερισμό.
- Ζει σε ευρύτατη περιοχή διαλυμένου οξυγόνου, από 0,5 έως 6,5 mg/l.

2. Χαρακτηριστικά - φυσιολογία

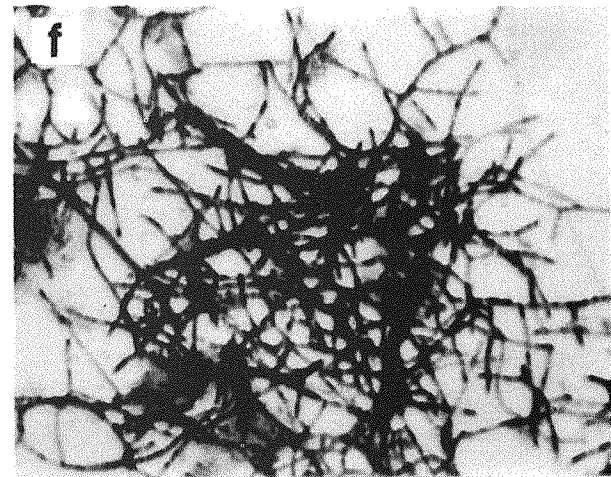
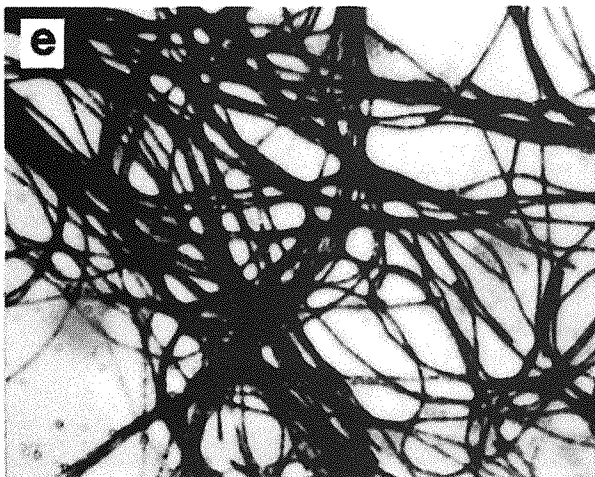
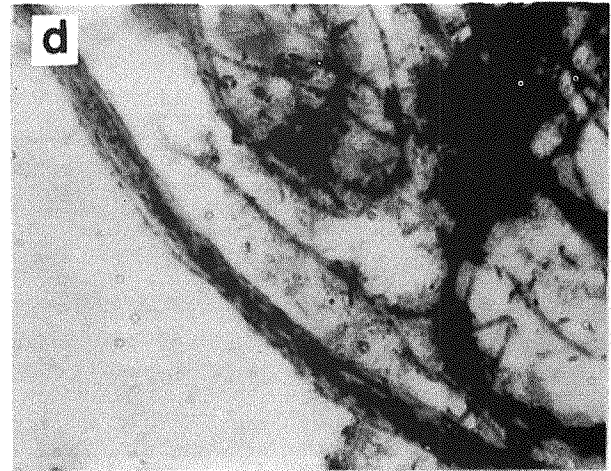
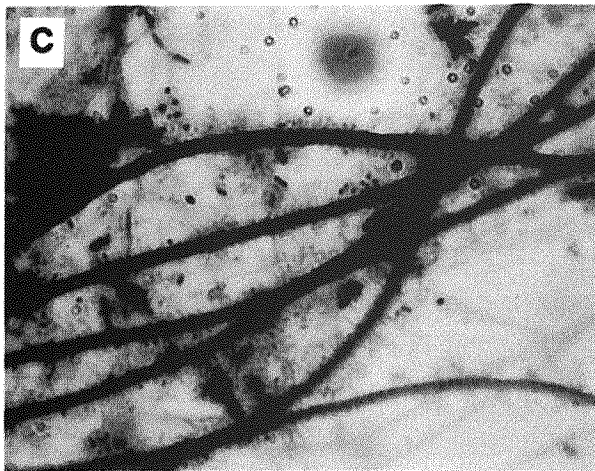
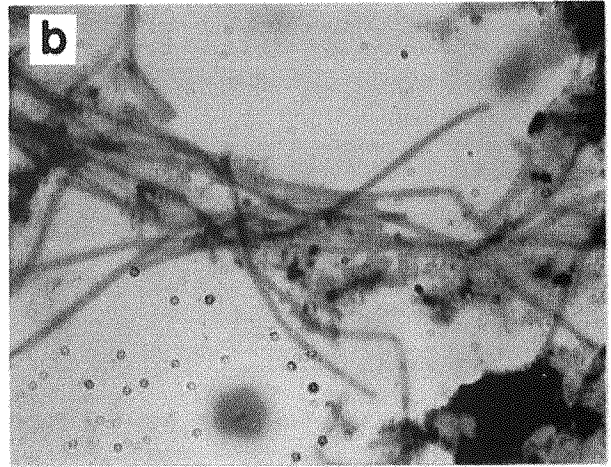
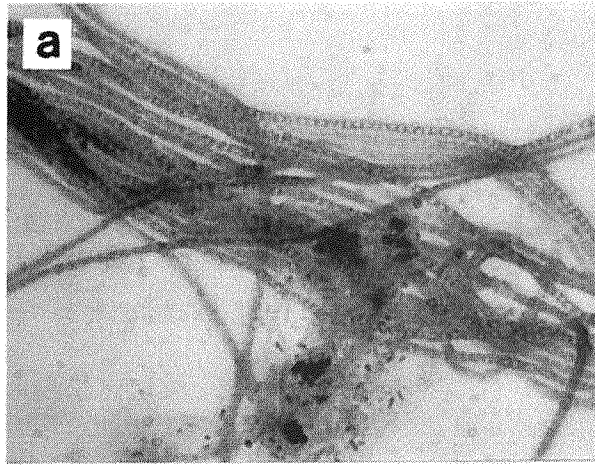
- Το άριστο της θερμοκρασίας για την ανάπτυξη ποικίλει, ανάλογα με το γένος
Nocardia amarae : 28°C
Nocardia Pinensis : 18 - 25°C
Rhodococcus & Gordona : 20°C
 - Άριστο PH ανάπτυξης
Nocardia amarae : 5 - 7
Rhodococcus & Gordona : 5 - 9
- Υπόστρωμα ανάπτυξης
 - μονοσακχαρίδια
 - πολυσακχαρίδια
 - λιπαρά οξέα, μικρής αλύσου
 - λιπαρά οξέα, μακράς αλύσου
- Θρεπτικά
Χρησιμοποιεί οξειδωμένες και μη οξειδωμένες μορφές αζώτου (NH₄⁺, NO₂⁻)
- Συχνά χρησιμοποιεί PHB σαν πηγή ενέργειας

3. Παράγοντες επιλογής

- Παρουσία υδροφόβων ενώσεων (λιπαρά οξέα, λάδια)
- Παρουσία επιφανειακών ενεργών ενώσεων
- Παρουσία λάσπης μεγάλης ηλικίας

4. Καταπολέμηση

- Απομάκρυνση των επιπλέοντων αφρολασπών
- Μείωση της ηλικίας λάσπης θc (μέχρι 2,5- 3 μέρες)
- Μείωση των MLSS στη δεξαμενή αερισμού
- Διακοπτόμενος αερισμός ή μείωση αερισμού
Επιτυγχάνει όταν ο αφρός είναι μαλακός και δεν έχει σκληρυνθεί.
- Απομάκρυνση αφρολασπών με μηχανολογικό εξοπλισμό, αναρρόφησή των
- Αερόβιοι επιλογείς δεν είναι αποτελεσματικοί.
- Ανοξικοί επιλογείς εργάζονται αποτελεσματικά.
- Αναερόβιοι επιλογείς δεν έχουν δοκιμασθεί ακόμη στην πράξη.



Gram-staining reaction of filamentous organisms: a. and b. Gram negative (types 021N and 0092, respectively); c. Gram variable (type 0041); d. weakly Gram positive (type 1851); and e. and f. Gram positive (*Microthrix parvicella* and *Nocardia* spp., respectively) (all 1000X direct illumination light). (6λ. BIBA. 15)

Γ. ΤΥΠΟΣ 041

1. Ανάπτυξη

- Αναπτύσσεται σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων
- Περιοχή F/M, από 0,03 μέχρι 0,3.
- Αντιδραστήρες ολικής ανάμειξης ευνοούν την ανάπτυξή του.
Πάντως αναπτύχθηκε και σε σειρά αντιδραστήρων ολικής ανάμειξης.
- Περιοχή DO ανάπτυξης, από 1 έως 6 mg/l.
- Ευνοείται από έλλειψη N και P.
- Ευρέθη και σε αφρούς από άλλους μικροοργανισμούς.

2. Χαρακτηριστικά - φυσιολογία

- Είναι αερόβιο βακτήριο
- Optimum θερμοκρασία : 20 - 25°C
- Optimum PH : 6,8- 7,2
- Χρησιμοποιεί σαν πηγή άνθρακα και ενέργειας λιπαρά οξέα μικράς αλύσου, όπως οξικό οξύ, αλκόολες όπως γλυκερίνη.
- Εφεδρείες για την επιδίωξη το PHB

3. Παράγοντες επιλογής

- Δεν διαπιστώθηκαν συγκεκριμένοι παράγοντες επιλογής
- Χαμηλά F/M μάλλον ευνοούν την ανάπτυξη
- Επιζει και σε χαμηλό DO
- Η διακοπτόμενη τροφοδοσία δεν τον ευνοεί

4. Καταπολέμηση

- Δημιουργία διαβάθμισης υποστρώματος
- Χρήση αερόδιου επιλογέα
- Χρήση υπεροξειδίου του υδρογόνου 800 ml (35% H₂O₂) ανά 1 m³ λάσπης επί 9 ώρες την ημέρα ή 75 ml/m³ για 15 ώρες τη νύχτα.
- Προσθήκη αλάτων σιδήρου 26 g/m³ FeSO₄ · 7H₂O ή 5 g/m³ Fe⁺⁺
- Προσθήκη φωσφορικών, παρατηρήθη, ότι μείωσε τον 0041.

Δ. ΤΥΠΟΣ 021N

1. Ανάπτυξη

- Αναπτύσσεται σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων (ζυθοποιεία, βιομηχανίες γάλακτος, πλυντήρια, βαφεία, σφαγεία, χαρτοβιομηχανίες)
- Ευνοείται σημαντικά από αναερόβια απόβλητα, τα οποία έχουν λιπαρά οξέα μικρής αλύσου και ενώσεις θείου (θειούχα μέχρι 10 mg/l σε H₂S).
- Ευρέθη σε φορτίσεις F/M, από 0,1 μέχρι 0,7 kg BOD₅/kg MLSS .μέρα.
- Αναπτύσσεται και σε χαμηλή ή υψηλή συγκέντρωση οξυγόνου.
- Αναπτύσσεται σε αντιδραστήρες ολικής ανάμειξης ως επίσης σε αντιδραστήρες που δημιουργούν διαβάθμιση υποστρώματος.
- Οι αντιδραστήρες όμως, εμβολικής ροής, κυκλικής λειτουργίας (batch sequencing reactors) ή αυτοί που έχουν επιλογή, μετριάζουν και δεν υποδοθούν την ανάπτυξη του.
- Υψηλοί λόγοι COD : N ή COD : N : P ευνοούν την ανάπτυξη του.
- Απότομη φόρτιση σε N ευνοεί την ανάπτυξή του.

2. Χαρακτηριστικά - φυσιολογία

- Αναπτύσσεται σε χαμηλή ή υψηλή συγκέντρωση οξυγόνου.
- Πιο πολύ η εμφάνισή του εξαρτάται από την παρουσία θειούχων.
- Optimum θερμοκρασίας : 25°C - Περιοχή ανάπτυξης 15 - 30°C
- Optimum PH : 6.5 - 8, όταν PH > 8,5, ο 021N παύει να αναπτύσσεται.
- Χρησιμοποιεί ένα ευρύ φάσμα υποστρωμάτων αλδοεξόζες, κετοεξόζες, μονοσακχαρίδια, δισακχαρίδια, πρωτεΐνες, αμινοξέα, λιπαρά οξέα μικρής αλύσου.
Οι υδατάνθρακες μεγάλου μοριακού βάρους δεν χρησιμοποιούνται σαν πηγή άνθρακα.
- Χρησιμοποιεί άνθρακα από οργανικές ενώσεις και θείο από ανόργανες μη οξειδωμένες ενώσεις σαν πηγή ενέργειας.
- Σαν πηγή αζώτου, χρησιμοποιεί αμινοξέα και αμμωνιακά. Τα νιτρικά χρησιμοποιούνται μόνο με ταυτόχρονη παρουσία αμμωνιακών.
- Αύξηση της φόρτισης σε N ευνοεί πολύ τον 021N.
- Η optimum συγκέντρωση P για τον 0021 N είναι 0,04 μέχρι 0,5 g/l. Αν P > 2,5 g/l τότε εμποδίζεται η ανάπτυξή του.
- Σαν πηγή εφεδρικής ενέργειας χρησιμοποιεί πολυφωσφορικά και PHB.

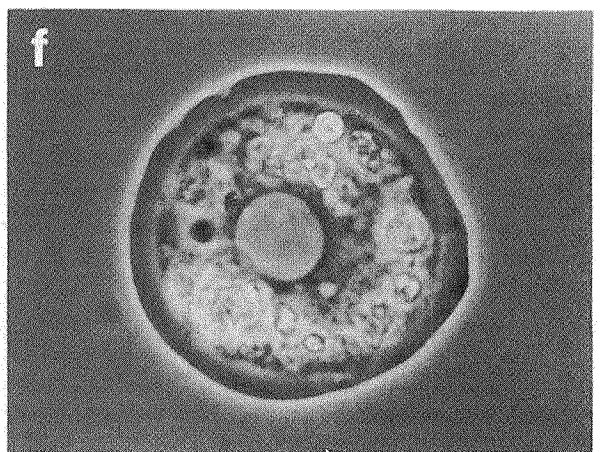
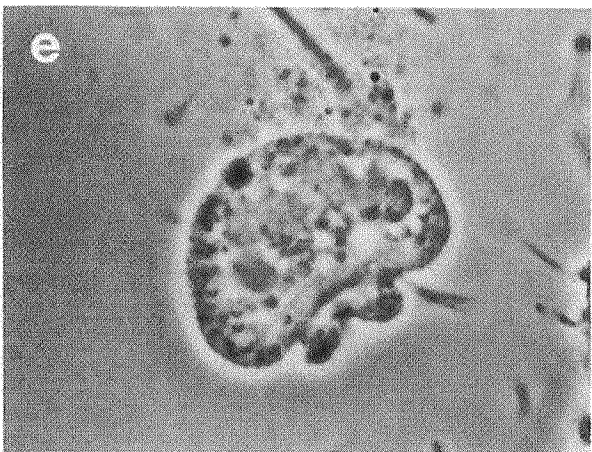
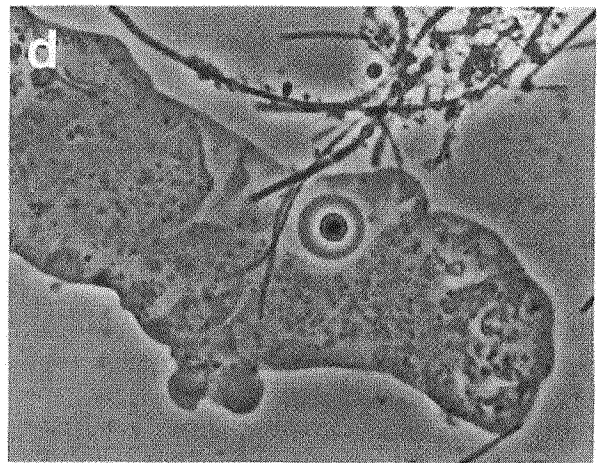
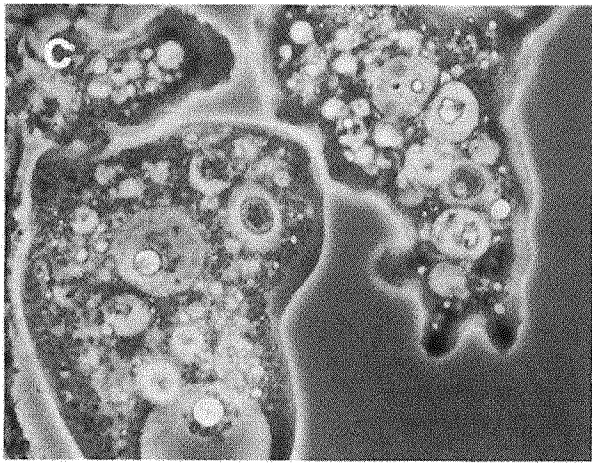
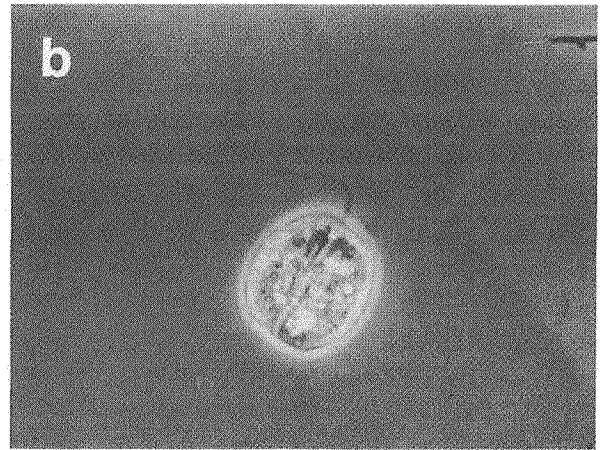
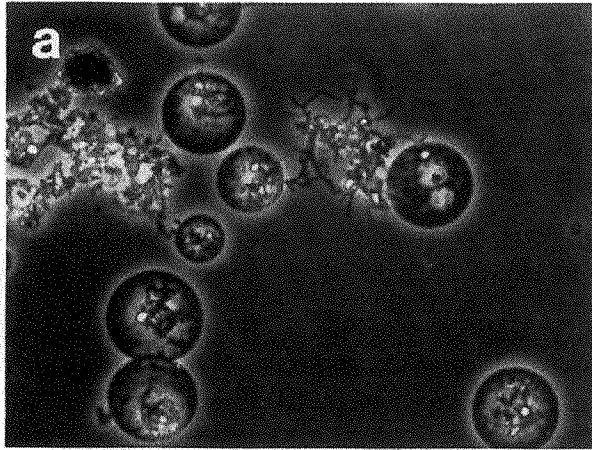
3. Παράγοντες επιλογής

- Παρουσία σακχαριτών και ιδιαίτερα λιπαρά οξέα μικρής αλύσου
- Παρουσία θειούχων ενώσεων π.χ. θειοθειικών.
- Υπερφορτίσεις αμμωνιακού αζώτου.
- Πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών, επειδή εμφανίζει μικρές τιμές K₅ στην εξίσωση κινητικής κατά MONOD.
- Μικρότερης σημασίας, ή χαμηλή συγκέντρωση οξυγόνου.

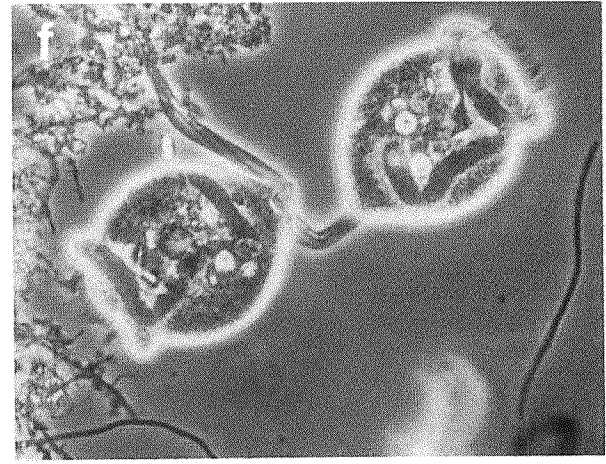
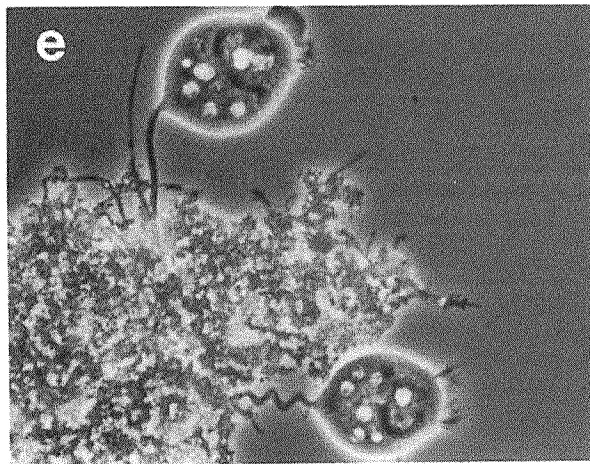
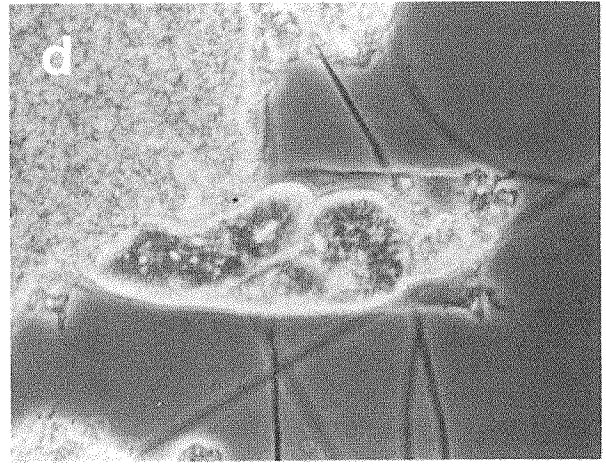
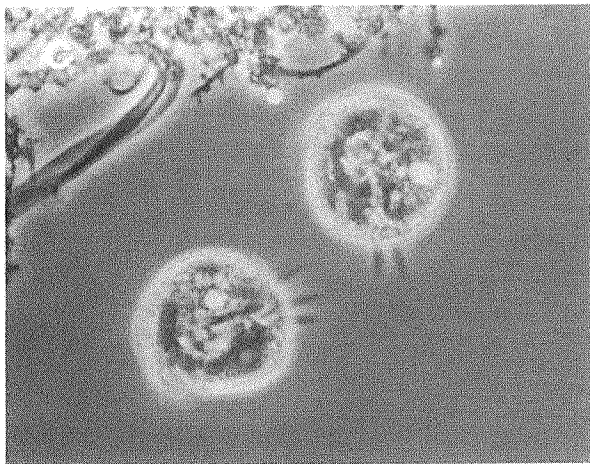
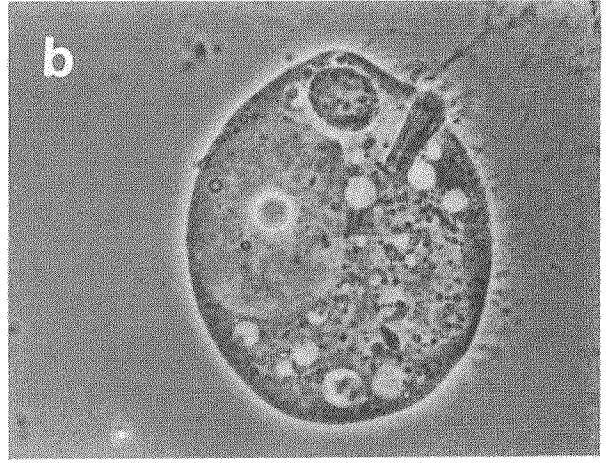
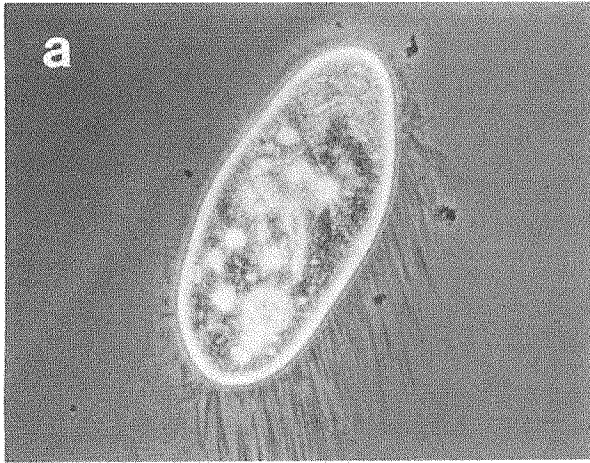
4. Καταπολέμηση

- Αντιδραστήρες με διαβάθμιση υποστρώματος
Ο 021N καταπολεμήθηκε σε αντιδραστήρες εμβολικής ροής, σε διατάξεις με ανοξικό ή αναερόβιο επιλογή.
Η βιβλιογραφία αναφέρει επίσης περιπτώσεις αποτυχίας του αντιδραστήρα εμβολικής ροής.
- Αερόβιοι επιλογείς, με 6 διαμερίσματα και μεγάλους χρόνους παραμονής στη δεξαμενή αερισμού.
Περιορισμός υπερφορτίσεων με αμμωνιακό άζωτο.
Προσθήκη υπεροξειδίου του υδρογόνου. Συνιστάται προσθήκη υπεροξειδίου του υδρογόνου, 800 ml διαλύματος 37% σε H₂O₂ ανά m³ λάσπης για 9 ώρες την ημέρα ή 75 ml/m³ για 15 ώρες τη νύχτα.
- Προσθήκη αλάτων σιδήρου
Συνιστάται η προσθήκη 50 - 70 g/m³ θειικού σιδήρου (FeSO₄ · 7H₂O) ή 10 - 14 g/m³ Fe²⁺ στην είσοδο των δεξαμενών αερισμού.

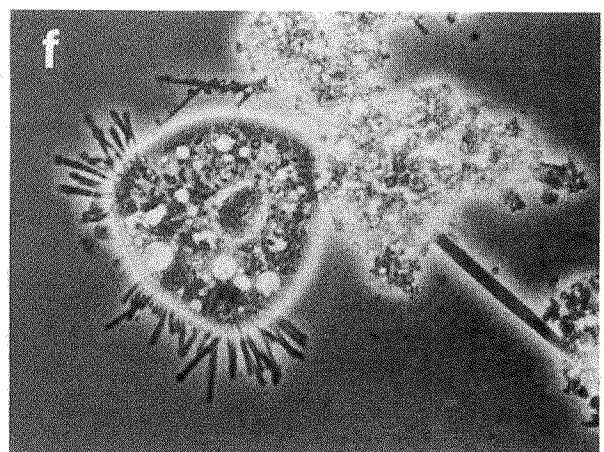
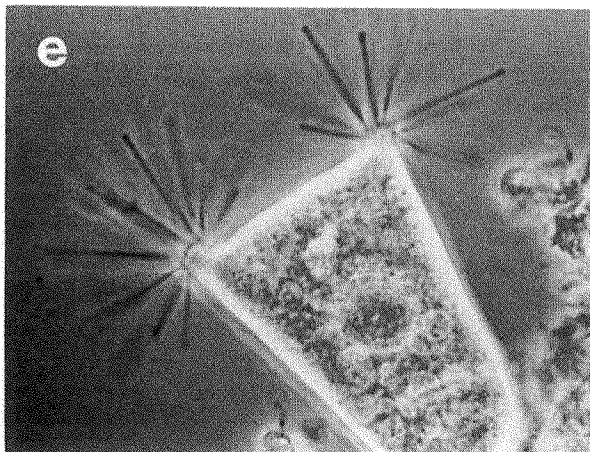
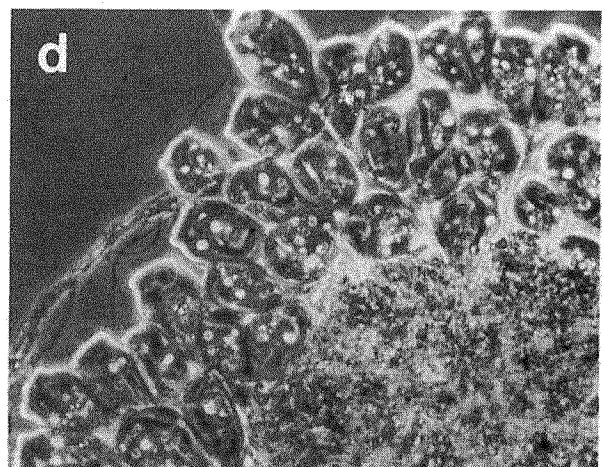
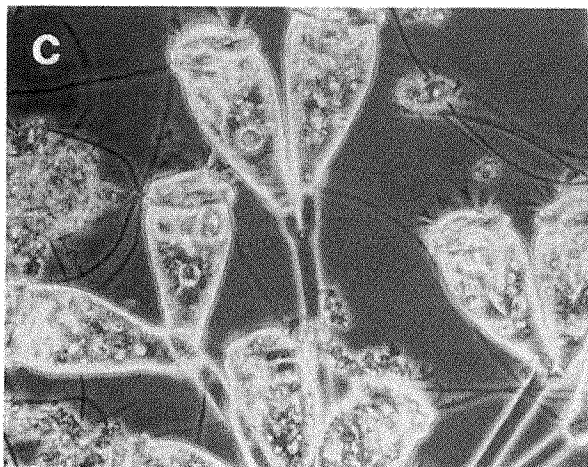
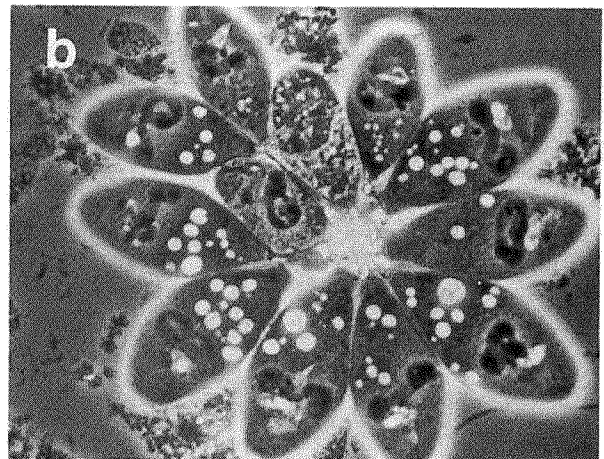
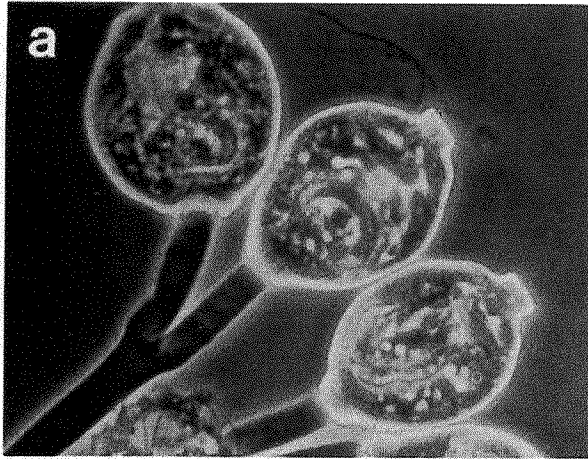
5. ΤΑ ΠΡΩΤΟΖΩΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΟΥ ΙΑΥΟΣ



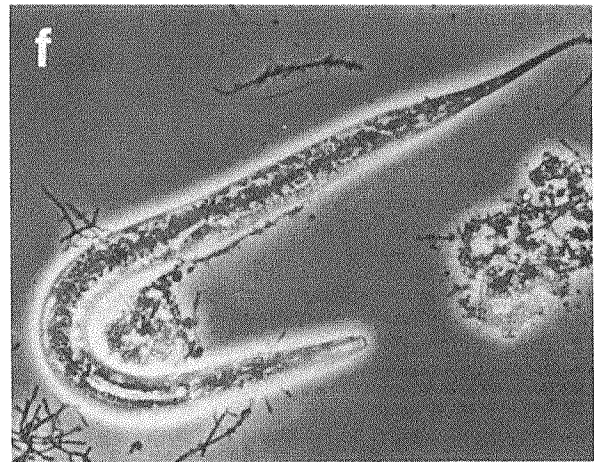
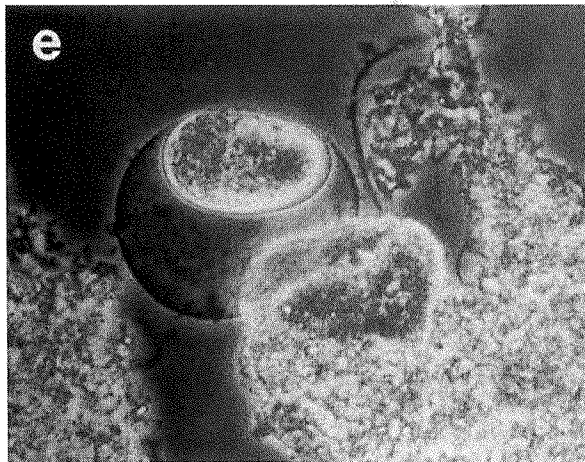
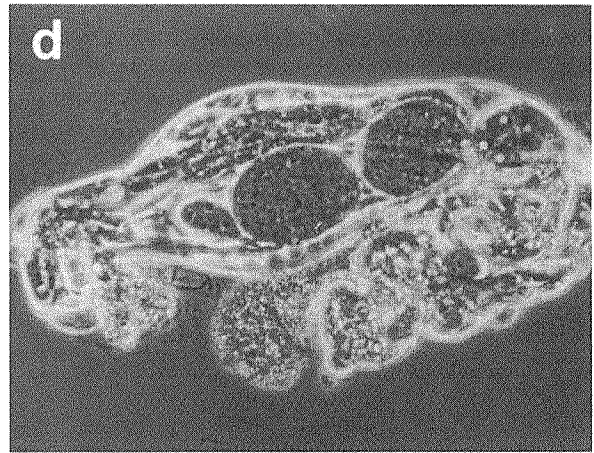
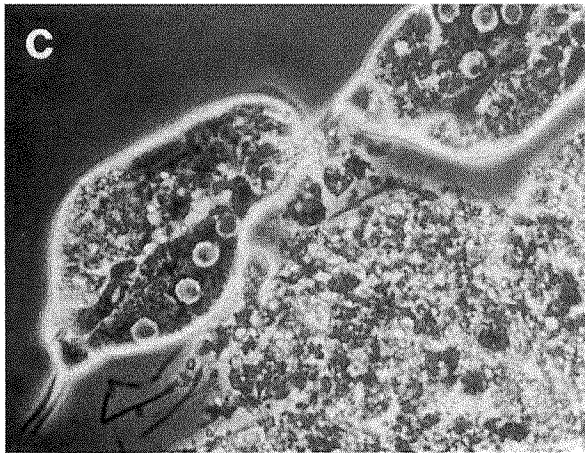
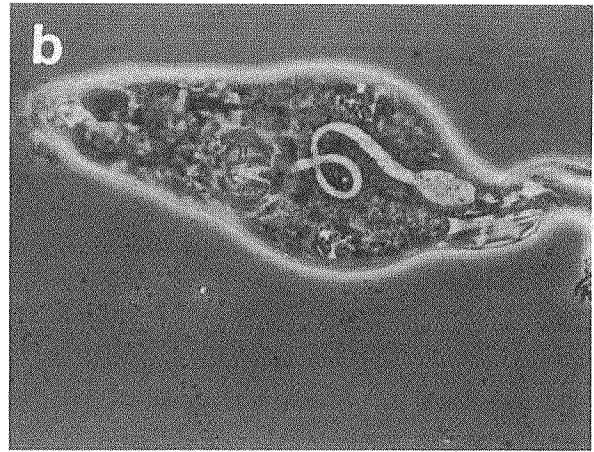
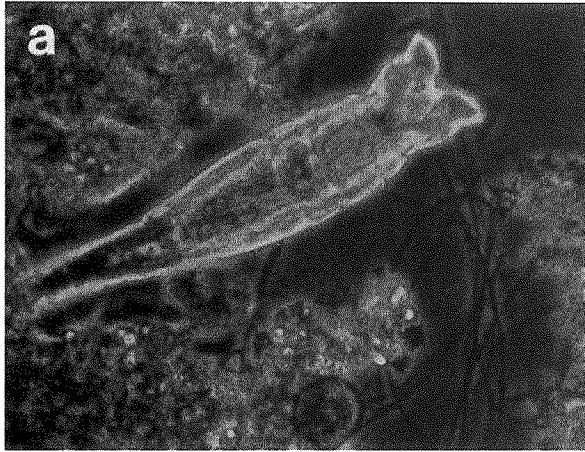
Common flagellates and amoebae found in activated studge: a. *Monas* spp. (400X); b. *Trigonomonas* spp. (1000X); c. *Polychaos* spp. (400X); d. *Mayorella* spp. (400X); e. *Arcella* spp., f. top view (1000X) (all phase contrast). (6λ. BIBA. 15)



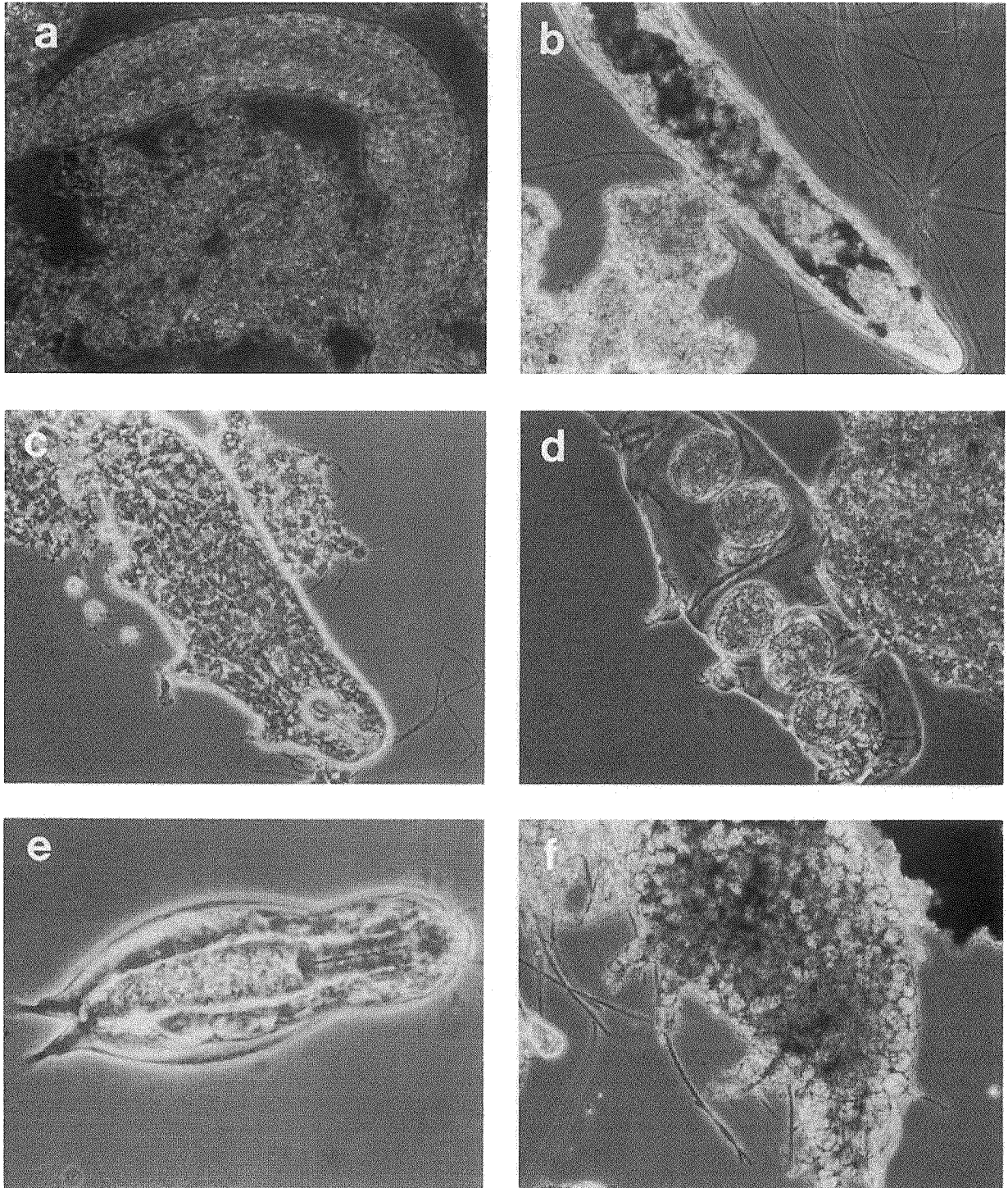
Common ciliates found in activated sludge: a. *Paramecium* spp. (200X); b. *Chilodonella* spp. (400X); c. *Aspidisca* spp. (400X); d. *Vaginicola* spp. (200X) (all phase contrast). (6λ. BIBA. 15)



Common stalked ciliates found in activated sludge: a. *Opercularia* spp.; b. *Opercularia* spp.; c. *Epistylis* spp.; d. *Carchesium* spp.; e. *Tokophrya* spp.; and f. *Podophrya* spp. (all phase 200X contrast). (6λ. BIBA. 15)



Common invertebrates found in activated sludge: a., b. and c. rotifers; d. rotifer with eggs; e. rotifer cyst; f. nematode (all phase 200X contrast). (6λ. BIBA. 15)



Common higher invertebrates found in activated sludge: a. and b. bristle worms; a. *Aeolosoma* spp. and b. *Nais* spp. (100X); c. and d. tardigrates (water bears) (*Macrobiotus* spp.; d. eggs) (200X); e. gasterotrich (*Ghaetonotus* spp. 200X); f. hydrachnid (water mite, 100X) (all phase contrast). (Gl. BIBA. 15)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Κατάλογος ελέγχου διεργασιών - Τιμές σχεδιασμού και λειτουργίας

ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΜΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Εσχάρωση

- Εσχαρίσματα από διάκενα 30÷50 mm
- Εσχαρίσματα από διάκενα 15÷25 mm

2÷5 λίτρα ανά κάτοικο και έτος
5÷10 λίτρα ανά κάτοικο και έτος

Εξάμμιση

- Ποσότητα άμμου
- Minimum ταχύτητας νερού
- Υδραυλική φόρτιση, m/h στη :
 - * μέση παροχή
 - * αιχμή παροχής
 - * βροχολύματα

5÷12 λίτρα ανά κάτοικο και έτος
0.4 m/s
25 m/h
40 m/h
75 m/h

Χρόνος παραμονής, ,min

στη :

- * μέση παροχή
- * αιχμή παροχής
- * βροχολύματα

~ 6 min
~ 4min
~ 2 min

Εξάμμιση & Απολίπανση

- Υδραυλική φόρτιση, m/h
στη
 - * μέση παροχή
 - * αιχμή παροχής
 - * βροχολύματα

10 m/h
15 m/h
30 m/h

- Χρόνος παραμονής, min
στη

- * μέση παροχή
- * αιχμή παροχής
- * βροχολύματα

15 min
10 min
5 min

ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΚΑΘΙΖΗΣΗ

- Απομάκρυνση: χωρίς επιστροφή στην κεφαλή
 - * καθιζήσιμα στερεά
 - * αιωρούμενα στερεά
 - * BOD
 - * TKN

80÷95%
50÷65% (60%)
25÷40% (30%)
5÷10%

- Υδραυλική φόρτιση, m/h
 - * στη μέση παροχή
 - * στα βροχολύματα

1 m/h
3 m/h

- Συγκέντρωση πρωτοβάθμιας λάσπης που λειτουργεί και σαν παχυντής
- Συγκέντρωση πρωτοβάθμιας λάσπης προς παχυντή

30÷40 g/l
5÷10g/l

- Redox Potential πρωτοβαθμίων νερών
- Redox Potential λυμάτων

50 mV
~ +100mV

ΠΑΧΥΝΤΗΣ

- Μέγιστη φόρτιση	0.5 m/h
- Φόρτιση στερεών	
* πρωτοβάθμια λάσπη	80÷100 kg SS/m ² *μέρα)
* πρωτοβ + βιολογική (50%+50%)	45÷50 kg SS/ m ² *μέρα)
* βιολογική	25-30 kg SS / m ² *μέρα)
- Χρόνος παραμονής της λάσπης, max	1 μέρα
$T_s = \frac{H * C * 0,7}{C_m}$	
[Ts] = μέρες	
Cm = φόρτιση στερεών, kg VSS/m ² *μέρα	
H = ύψος της κλίνης της λάσπης, m	
C = συγκέντρωση παχυμένης λάσπης, kg/m ³	
- Υπερχείλιση	< 500 mg/l

ΑΕΡΟΕΠΙΠΛΕΥΣΗ

- Φόρτιση στερεών	4÷5 kg SS/m ² *h
- Φόρτιση με πολυμερή,	8 kg SS/m ² *h
- Μέγιστη συγκέντρωση ενεργού ιλύος (εισόδου)	5 g/l
- Συγκέντρωση παχυμένης ιλύος	
SVI < 100	45 g/l ± 2
100 < SVI < 200	40 g/l ± 2
< SVI > 200	35 g/l ± 2
- Πίεση λειτουργίας	4÷5 bar
- Δοσομετρία πολυμερούς	3÷4 kg/t στερεών

ΑΕΡΟΒΙΟ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ

- Φόρτιση όγκου
 - Υψηλή φόρτιση 1÷2.5 kg BOD5/m³ μέρα
 - Μέση φόρτιση 0,5 ÷ 1 kg BOD5/m³ μέρα
 - Χαμηλή φόρτιση 0.3 ÷ 0.5 kg BOD5/m³ μέρα
 - Παρατεταμένος αερισμός < 0.3
- Φόρτιση μάζης, B_{TS} (F/M)
 - Υψηλή φόρτιση 0.5÷1.2 kg BOD5/kg MLSS *μέρα
 - Μέση φόρτιση 0.2÷0.5 kg BOD5/kg MLSS *μέρα
 - Χαμηλή φόρτιση 0.07÷0.2 kg BOD5/kg MLSS *μέρα
 - Παρατεταμένος αερισμός < 0.07

ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Θεωρία

$$\text{kg O}_2/\text{kg BOD5} = \alpha' * \text{BOD5} + b' * \text{MLSS} + 4.3 *$$

Νιτροποιηθέν

$$\text{F/M (kg BOD5/kg MLSS*μέρα)} \quad 0.05 \quad 0.1 \quad 0.15$$

$$\alpha' \text{ (kg O}_2/\text{kg BOD5)} \quad 0.68 \quad 0.65 \quad 0.62$$

$$b' \text{ (kg O}_2/\text{kg MLSS)} \quad 0.04 \quad 0.065 \quad 0.09$$

Ανάγκες σε οξυγόνο, χονδρικά

για 0.07 < F/M < 0.2

* οξείδωση άνθρακα + ενδογενή αναπνοή

* οξείδωση άνθρακα + ενδογενή αναπνοή

+ νιτροποίηση

1.6 kg O₂/kg BOD5

2.25 kg O₂/kg BOD5

Παραγωγή λάσπης, σε kg MLSS/kg BOD5

SS/BOD5 θc	0.4	0.6	0.8	1	1.2
6	0.68	0.82	0.95	1.05	1.17
8	0.65	0.78	0.90	1.02	1.15
10	0.62	0.75	0.85	1.00	1.10
15	0.58	0.7	0.80	0.95	1.05

όπου SS (mg/l) και το BOD5 (mg/l) αντίστοιχα στα λύματα πριν το αερόβιο βιολογικό στάδιο.

ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

- Απαιτήσεις
 - * ηλικία λάσπης
 - 10°C 10 μέρες
 - 15°C 6.3 μέρες
 - 20°C 4.0 μέρες
 - * συγκέντρωση οξυγόνου, mg/l min 2 mg/l
 - * Redox potential > 350 mV
- Κατανάλωση οξυγόνου, mg O₂ ανά NH₄-N που νιτροποιείται 4.3
- Ταχύτητα νιτροποίησης
 - 10°C 54 mg NH₄-N/gVSS*μέρα
 - 15°C 72 mg NH₄-N/gVSS*μέρα
 - 20°C 96 mg NH₄-N/gVSS*μέρα

ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

- Απαιτήσεις
 - * απουσία οξυγόνου
 - * παρουσία οργανικού άνθρακα
- Κατανάλωση BOD, mg BOD ανά mg NO₃-N που απονιτροποιείται 3
- Ταχύτητα απονιτροποίησης
 - αυστηρά ανοξικές συνθήκες
 - 10°C 65 mg NO₃-N/g VSS*μέρα
 - 15°C 79 mg NO₃-N/g VSS*μέρα
 - 20°C 96 mg NO₃-N/g VSS*μέρα
- ταυτόχρονη νιτροποίηση και απονιτροποίηση 36 mg NO₃-N/g VSS*μέρα
- ενδογενής απονιτροποίηση 24 mg NO₃-N/g VSS*μέρα
- Ποσότητα οξυγόνου "που ελευθερώνεται" κατά την απονιτροποίηση, mg O₂/mg NO₃-N 2.8
- Κατανάλωση αλκαλικότητας στις διεργασίες απομάκρυνσης αζώτου
- νιτροποίηση -0.142 meq/mg NH₄-N
- απονιτροποίηση +0.071 meq/mg NO₃-N
- τελική κατανάλωση -0.071 meq/mg NH₄-N
- Για τη διατήρηση PH>7, η αλκαλικότητα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 2 meq/l

ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΦΩΣΦΟΡΟΥ

- Γίνεται με προσθήκη αλάτων σιδήρου. Το πλέον διαδεδομένο άλας είναι ο τριχλωριούχος σίδηρος: FeCl₃*6 H₂O, (περιέχει 200 g Fe ανά λίτρο)
- Ποσότητα Fe που απαιτείται, (mg Fe/mg P εισόδου)
 - P εξόδου = 1 mg/l 3.6 mg Fe/mg P
 - P εξόδου = 2 mg/l 2.7 mg Fe/mg P
 - P εξόδου = 3 mg/l 1.8 mg Fe/mg P
- Ποσότητα τριχλωριούχου σιδήρου, αντιστοιχούσα σε είσοδο P = 10 mg/l, σε ml προϊόντος/l λύματος
 - P εξόδου = 1 mg/l 3.6 mg Fe/mg P
 - P εξόδου = 2 mg/l 2.7 mg Fe/mg P
 - P εξόδου = 3 mg/l 1.8 mg Fe/mg P

- Ποσότητα τριγλωριούχου σιδήρου, αντιστοιχούσα σε είσοδο P = 10 mg/l, σε ml προϊόντος/l λύματος,	
P εξόδου = 1 mg/l	0.18 ml προϊόντος ανά λίτρο λύματος
P εξόδου = 2 mg/l	0.135 “
P εξόδου = 3 mg/l	0.09 “
- Παραγωγή φυσικοχημικής λάσπης, σε mg στερεών/l λύματος	
P εξόδου = 1 mg/l	82 mg στερεών ανά λίτρο λυμ.
P εξόδου = 2 mg/l	63 “
P εξόδου = 3 mg/l	44 “

ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΚΑΘΙΖΗΣΗ

- max Va, σε παροχή αιχμής	0.6 m/h
- Ανακυκλοφορία λάσπης	
R min στην μέση παροχή	60%
R max στην μέση παροχή	200%
- Ταχύτητα εισόδου ανάμεικτου υγρού μέσα στον κύλινδρο της δεξαμενής	
mini	0.3 m/s
maxi	1.0 m/s
- Επιτρεπόμενη παροχή εισόδου στον καθιζητήρα, σύμφωνα με το διάγραμμα Va συναρτήσει Vc = SVI * TSr	

ΧΩΝΕΥΣΗ

- Θερμοκρασία	35°C
- Χρόνος παραμονής, minimum	17 μέρες
- Φόρτιση, σε kg VSS/m ³ * μέρα	1.8
- Παραγωγή βιοαερίου	1.0÷1.2 m ³ /kg VSS
- Σύσταση βιοαερίου	
CH ₄	~ 70% κ.ο
CO ₂	~ 30% κ.ο
- TAC minimum	2000÷2200 mg/l
- TAC maximum	3000÷4000 mg/l
- Ανάδευση με βιοαέριο	
- minimum για συγκέντρωση < 30 g/l	1 m ³ /m ² h
- για συγκέντρωση > 30 g/l	1.5 m ³ /m ² h
- Αφαίρεση VSS	
- Μείωση στερεών στην χώνευση σχετικά με τα στερεά εισόδου	30% κ.δ.

ΤΑΙΝΙΟΦΙΛΤΡΟΠΡΕΣΣΕΣ

Κατανάλωση πολυμερούς, kg/t στερεών	
- Λάσπες μη σταθεροποιημένες (VSS/SS < 0.75)	
* πρωτοβάθμια/βιολογική = 75/25	3÷5
* πρωτοβάθμια/βιολογική = 50/50	4÷6.5
* πρωτοβάθμια	2÷3
- Λάσπες σταθεροποιημένες (VSS/SS < 0.55)	
* πρωτοβάθμια/βιολογική = 75/25	3÷5
* πρωτοβάθμια/βιολογική = 50/50	4÷6.5
* πρωτοβάθμια	2÷3
- Παρατεταμένου αερισμού	5÷7
- Παρατεταμένος αερισμός με απομάκρυνση φωσφόρου (χημική ή και βιολογική)	5÷7

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Klaus Hanel, 'Biological Treatment of sewage by the Activated Sludge Process', Elis Horwood Series, 1989.
2. N.F.Gray, 'Biology of Wastewater Treatment', Oxford Science Publications, 1992.
3. L.D.Benefield, C.W.Randall, 'Biological Process Design for the Wastewater Treatment', Prentice Hall Inc., 1980.
4. W. Bischof, 'Abwassertechnik', B.G.Teubner, Stuttgart, 1989.
5. R.S.Ramalho, 'Introduction to Wastewater treatment Processes', Second Edition, Academic Press, 1983.
6. Metcalf & Eddy Inc., 'Wastewater Engineering - Treatment, Disposal, Reuse', Third Edition, Mc Graw Hill Inc., 1991.
7. Degremont, 'Water Treatment Handbook', Sixth Edition, 1991.
8. MOP 16, 'Anaerobic Sludge Digestion', Second Edition, WPCF, 1987.
9. 'Wastewater Biology : The Microlife', WPCF, 1990.
10. K.Mudrak, S. Kunst, 'Biologie der Abwasserreinigung', Gustav Fischer Verlag, 1985.
11. R. Junkins, K. Deeny, T. Eckhoff, 'The Activated Sludge Process : Fundamentals of Operation', Ann Arbor Science, 1983.
12. A.W.West, Operational Control Procedures for the Activated Sludge Process, Part I & II', EPA, National Training and Operational Technology Center, 1974.
13. H.Lemmer, 'Fadenformige Mikroorganismen aus Belebtem Schlamm', ATV, no 30, GFA 1992.
14. 'Prevention and Control of Bulking Sludge and Scum', ATV - Working Report, Correspondenz Abwasser, 13/89.
15. D.Jenkins, M.Richard,G.Daigger, 'Manual on the Causes and Control of the Activated Sludge Bulking and Foaming', Second Edition, Lewis Publishers, 1993.
16. 'Microscopic Analysis of the Activated Sludge', Training Manual, EPA 430/80007.
17. H.Buck, 'Mikroorganismen in der Abwasserreinigung', F.Hirtmammer Verlag Muenchen.
18. R. Pujol, A. Vachon, G. Martin, 'Guide Technique sur le Foisonnement des Boues Activees', CEMAGREF, 1990.
19. D.H.Eikelboom - H.J.J. Van Buijsen, 'Handbuch fuer die Mikroskopische Schlamm Untersuchung', 2. Auflage, F. Hirthammer Verlag Muenchen.
20. M.Richard, 'Monograph on Activated Sludge Microbiology', WPCF, 1989.
21. Summary Report on 'The Causes and Control of the Activated Sludge Bulking and Foaming', EPA 625/8-87/012.
22. MO-11, 'Anaerobic Sludge Digestion', Operations Manual, EPA 430/9-76-001.
23. E.J.Kroeker, D.D.Schuulte, 'Anaerobic Treatment Process Stability', Journal WPCF, vol. 51, No 4, pp 718.
24. J.Chudoba, V.Ottova, V.Malera, 'Control of Activated Sludge Filamentous Bulking - I. Effect of the hydraulic regime or degree of mixing in an aeration tank", Wat. Res. 1973, vol. 7, pp 1163-1183.
25. J.Chudoba, V.Ottova, V.Malera, 'Control of Activated Sludge Filamentous Bulking - II. Selection of microorganisms by means of a selector", Wat. Res. 1973, vol. 7, pp 1389-1406.
26. J.H.Rensink, H.J.Donker 'The effect of contact tank operation on bulking sludge and biosorption processes', Wat. Sci. Tech. vol. 23, Kyoto, 1991, pp 857-866.
27. D.M.D. Gabb, D.A. Still, G.A. Ekama, D. Jenkins, G.R. Marais 'The selector effect on filamentous bulking in long sludge age activated sludge systems', Wat. Sci. Tech., vol 23, Kyoto, pp 867-877.
28. G.D.Gaigger, M.H.Robins, B.R. Marshall, 'The design of a selector to control low F/M filamentous bulking', Journal WPCF, vol 57, No 3, pp 220.

