

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ  
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΚΟΡΙΝΘΟΥ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΜΑΡΙΑ

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ανάπτυξη του σύγχρονου πολιτισμού έχει προκαλέσει πληθώρα περιβαλλοντικών προβλημάτων, πολλά από τα οποία κυρίως κατά τα τελευταία έτη, έχουν καταστεί ιδιαίτερα έντονα και απειλητικά για την ποιότητα ζωής του ανθρώπου. Ένα από τα προβλήματα είναι η διάθεση των υγρών αστικών αποβλήτων καθώς και υγρών αποβλήτων που προέρχονται από μια κατηγορία βιομηχανιών που περιλαμβάνει κυρίως μονάδες παραγωγής και μεταποίησης αγροτικών προϊόντων.

Τα χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων αποτελούν το υψηλό οργανικό φορτίο και σε πολλές περιπτώσεις η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών.

Η διάθεση των αποβλήτων έπαιξε και εξακολουθεί να παίζει σημαντικό ρόλο στη ρύπανση των υδάτινων αποδεκτών (ποταμοί, λίμνες, θάλασσες, υπόγεια νερά), με αποτέλεσμα την υποβάθμιση των οικοσυστημάτων-αποδεκτών, την αχρήστευση (τουλάχιστον πρόσκαιρη) πηγών νερού για ύδρευση ή και άρδευση, τη διάδοση ασθενειών, και τη δημιουργία δυσάρεστων καταστάσεων για τους ανθρώπους που διαβιούν κοντά ή συνδέονται κατά κάποιο τρόπο με τους υδάτινους αυτούς αποδέκτες.

Ο κίνδυνος που περιστρέφεται γύρω μας βλέποντας κάθε μέρα την καταστροφική και ανεξέλεγκτη ρύπανση στο φυσικό μας περιβάλλον, μας έκανε να σκεφτούμε και να πάρουμε μέτρα προστασίας για αυτό.

Έτσι με την κατασκευή των Μονάδων Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων με στην μορφή των οποίων επεμβαίνει η σύγχρονη τεχνολογία παίζοντας πρωταρχικό ρόλο στην αναβάθμιση της ποιότητας ζωής προστατεύοντας και κάνοντας το φυσικό μας περιβάλλον ανθρώπινο.

Η εργασία αυτή βασίσθηκε στην έντονη ανησυχία των παραπάνω προβλημάτων, δίνοντας να ολοκληρωθούν οι σκέψεις, μέσα από την

δυνατότητα που μου δόθηκε κάνοντας ένα αξιολογικό μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών. Στόχος του ήταν μας δώσει το ερέθισμα και την γνώση στο να μπορέσουμε να πληροφορηθούμε να μάθουμε και να ερευνήσουμε σωστά, δίνοντας κάποιες λύσεις στο πρόβλημα που ανησυχεί όλο τον πλανήτη και δεν είναι άλλο από το περιβάλλον μας και τα προβλήματα που του δημιουργούμε.

Με τις γνώσεις που απέκτησα μέσα από το μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών που βασίστηκε πάνω στο θέμα της περιβαλλοντικής και οικολογικής μηχανικής, προσπάθησα να ερευνήσω και να καταθέσω και την δική μου άποψη, για την Μονάδα Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων της πόλης μου. Η μονάδα που υπάρχει αυτή την στιγμή και επεξεργάζεται τα απόβλητα, έχει κατασκευαστεί τα τελευταία χρόνια και είναι σωστά εξοπλισμένη καλύπτοντας σύγχρονες μεθόδους επεξεργασίας. Η ανησυχία μου όμως ήταν αρκετή όταν παρατηρούσα ότι ο αποδέκτης των επεξεργασμένων αποβλήτων, που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι η θάλασσα, έχει υποστεί οικολογικές διαταραχές. Παρατηρούσα επίσης και την κατασπατάληση των υδατικών αποθεμάτων που σ' αυτό στερείται ιδιαίτερα ο Νομός μας, να αποτελεί τον υπ' αριθμό ένα κίνδυνο για την διαβίωση μας.

Η εξοικονόμηση λοιπών υδάτινων πόρων θα πρέπει να αποτελεί το βασικότερο ίσως μέλημα μας στα χρόνια που έρχονται. Ο νομός μας και ιδιαίτερα η παραλιακή του ζώνη αντιμετωπίζουν έντονο πρόβλημα τόσο ποσότητας όσο και ποιότητας νερού. Λόγω των υπεραντλήσεων η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα κατεβαίνει με αποτέλεσμα της υφαλμύρωσης των υπόγειων υδάτων. Έτσι τα νερά αυτά που σήμερα είναι κατάλληλα μόνο για άρδευση σε λίγα χρόνια λόγω της εντεινόμενης υφαλμύρωσης τους θα είναι ακατάλληλα και γι' αυτό.

Επιβάλλεται συνεπώς να αναζητήσουμε εναλλακτικές λύσεις για την εξεύρεση υδατικών πόρων άρδευσης. Για το σκοπό αυτό μπορούμε να επαναχρησιμοποιήσουμε τα υγρά αστικά λύματα μετά το βιολογικό καθαρισμό τους. Τα λύματα αυτά που σήμερα καταλήγουν στον Κορινθιακό, μπορούν κάλλιστα μετά από τριτοβάθμια επεξεργασία να χρησιμοποιηθούν όχι μόνο για την άρδευση των καλλιεργειών αλλά και για το αστικό πράσινο, ακόμη και για βιομηχανική χρήση. Τα εργαστηριακά αποτελέσματα της τριτοβάθμιας επεξεργασίας συνηγορούν αδιαμφισβήτητα για την

ορθότητα αυτών των εφαρμογών, οι οποίες στο εξωτερικό εφαρμόζεται ευρέως.

Οι ποσότητες των καθαρών υγρών λυμάτων που παράγονται στις εγκαταστάσεις του βιολογικού καθαρισμού Κορίνθου επαρκούν όχι για την κάλυψη των παραπάνω αναγκών της ευρύτερης περιοχής του Δήμου μας αλλά και για άλλους γειτονικούς Δήμους.

## **ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΣΤΗΝ ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΚΟΡΙΝΘΟΥ.**

### **ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ – ΑΣΤΙΚΑ ΛΥΜΑΤΑ**

#### **Εισαγωγή.**

Το νερό είναι το βασικό στοιχείο για την ανάπτυξη και τη διατήρηση της ζωής πάνω στον πλανήτη μας. Από οικολογική άποψη το νερό θεωρείται το αίμα της γήινης ζωής. Αυτό οφείλεται και στο γεγονός ότι το νερό έχει ορισμένες χαρακτηριστικές ιδιότητες όπως π.χ. μεγάλη θερμοχωριτικότητα, μεγάλη αγωγιμότητα, αξιόλογη διαλυτική ικανότητα κ.α. για τις ιδιότητες αυτές, το νερό χρησιμοποιείται σχεδόν σ' όλες τις μικρές και μεγάλες βιομηχανικές μονάδες. Είναι λοιπόν φανερό ότι η ρύπανση των νερών αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα στη διατήρηση της ζωής πάνω στον πλανήτη μας.

Η προσφορά νερού (κυρίως πόσιμου) υπήρξε ο βασικός παράγοντας που καθορίζει και κατευθύνει πολλές από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Οι πρώτοι οικισμοί και στη συνέχεια οι πρώτες πόλεις, και πρώτες βιομηχανικές μονάδες, αναπτύχθηκαν σε περιοχές όπου υπήρχε άφθονη προσφορά νερού.

Με την πάροδο του χρόνου οι ποσότητες νερού που κάλυπταν τις ανάγκες της καθημερινής ζωής καθώς και τη λειτουργία των βιομηχανικών μονάδων μεγάλωναν. Παράλληλα μεγάλωνε και ο όγκος των αστικών λυμάτων και των βιομηχανικών αποβλήτων.

Η εισαγωγή όμως μεγάλων ποσοτήτων υγρών αποβλήτων, επιβαρημένων με διάφορες ουσίες, στους φυσικούς αποδέκτες δημιούργησε διάφορα προβλήματα, όπως ελάττωση της ικανότητας αυτοκαθαρισμού των νερών, καταστροφή των βιοκοινωνιών, ευτροφισμό κ.α. Σε πολλές περιπτώσεις παρατηρήθηκαν δυσάρεστες οσμές, ακαταλληλότητα των περιοχών κολύμβησης, θάνατοι ψαριών κ.α.

Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να αρχίσουν κινητοποιήσεις και πίεση των ενδιαφερόμενων για τη λήψη μέτρων αντιρρύπανσης και προστασίας των φυσικών αποδεκτών. Έτσι θεσπίστηκαν νόμοι σχετικοί με την πρόληψη και τον περιορισμό της ρύπανσης των νερών. Παράλληλα αναπτύχθηκαν και μέθοδοι καθαρισμού των αστικών λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων, έτσι ώστε αυτά να αποβάλλονται καθαρά στους φυσικούς αποδέκτες.

Αργότερα, η αύξηση του πληθυσμού στον πλανήτη μας είχε σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία οικισμών και την εγκατάσταση βιομηχανιών σε περιοχές όπου η προσφορά νερού είναι περιορισμένη. Το γεγονός αυτό δημιούργησε την ανάγκη για επαναχρησιμοποίηση του νερού, δηλαδή την ανακύκλωση του. Οι ανάγκες αυτές προκάλεσαν και την ανάπτυξη νέων μεθόδων για καλύτερο καθαρισμό, τόσο των αστικών λυμάτων όσο και των βιομηχανικών αποβλήτων. Πολλές από τις μεθόδους αυτές όπως π.χ. διήθηση, απολύμανση, επίπλευση κ.α. χρησιμοποιούνται και για τη βελτίωση των οργανοληπτικών ιδιοτήτων του πόσιμου νερού.

## **ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

Οι εγκαταστάσεις ΜΕΥΑ στην Ελλάδα παρουσιάζουν σήμερα έντονη μελετητική και κατασκευαστική δραστηριότητα, η οποία υπαγορεύεται από την οικολογική ευαισθητοποίηση της πολιτείας και του πληθυσμού αλλά και από την ανάγκη εναρμόνισης με την περιβαλλοντική πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα έργα που αφορούν στη μελέτη και κατασκευή εγκαταστάσεων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων χρηματοδοτούνται σε μεγάλο βαθμό από την Κοινότητα και από την Ελληνική Πολιτεία προκειμένου να ακολουθηθεί η προβλεπόμενη πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης όπως αυτή περιγράφεται μέσα από τις οδηγίες περί της ποιότητας των υδάτων. Οι οδηγίες αυτές σε συνδυασμό με την υπάρχουσα διεθνή αλλά και Ελληνική εμπειρία αποτελούν το βασικό υπόβαθρο για τη μελέτη έργων επεξεργασίας και διάθεσης υγρών αποβλήτων στον Ελληνικό χώρο.

Κατά τη μελέτη ενός έργου επεξεργασίας και διάθεσης υγρών αποβλήτων, ουσιαστική μελετητική παράμετρο αποτελεί η Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, η οποία ακολουθείται από τον καθορισμό και την έγκριση των περιβαλλοντικών όρων. Η Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και κατά συνέπεια οι περιβαλλοντικοί όροι που συνοδεύουν κάθε έργο, αναφέρονται σε στοιχεία που τεκμηριώνουν την επιλογή χωροθέτησης της εγκατάστασης με τις λιγότερες δυνατές επιπτώσεις και η οποία συνήθως προκαλεί και τις περισσότερες αντιδράσεις, αποσκοπώντας στην κοινωνική αποδοχή και τον περιορισμό των κοινωνικών αντιδράσεων.

Ταυτόχρονα οι περιβαλλοντικοί όροι αφορούν και σε σχεδιαστικές παραμέτρους που θα πρέπει να ακολουθηθούν κατά τη μελέτη του έργου και οι οποίες μπορεί να αναφέρονται σε εναλλακτικά σχήματα επεξεργασίας σε συνδυασμό με το βαθμό επεξεργασίας, στις εκάστοτε απαιτήσεις εκροής ανάλογα με την ποιότητα του αποδέκτη στους τρόπους διάθεσης της παραγόμενης ύλης καθώς και τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων.

## **ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ Μ.Ε.Υ.Α. ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

Βάσει παλαιότερων στοιχείων της Eurostat(1990) και του Water Research Center(1994) ο εξυπηρετούμενος από ΜΕΥΑ πληθυσμός στην Ελλάδα κυμαίνεται από 10 – 34 %, ποσοστό που είναι χαμηλό σε σχέση με άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής ένωσης, ο δε αριθμός των ΜΕΥΑ, στη χώρα μας ήταν

από τους μικρότερους στην Ευρώπη. Με την έντονη δραστηριότητα που παρατηρήθηκε τα τελευταία χρόνια, εκτιμάται ότι σήμερα ένα ποσοστό 50% περίπου του πληθυσμού εξυπηρετείται από ΜΕΥΑ, ενώ μέσα στα επόμενα λίγα έτη το ποσοστό αναμένεται να φτάσει το 65-70%. Το ποσοστό αυτό είναι χαμηλότερο από τα ποσοστά των πιο ανεπτυγμένων χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, που κυμαίνονται μεταξύ 85-95%, κρίνεται ωστόσο ως ικανοποιητικό. Σε ότι αφορά τον αριθμό των εγκαταστάσεων, ο αριθμός τους στην Ελλάδα εξακολουθεί να είναι μικρός, παρά το προαναφερθέν σχετικά υψηλό ποσοστό εξυπηρετούμενου πληθυσμού, γεγονός που οφείλεται στην έλλειψη μικρής κλίμακας εγκαταστάσεων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων κατά μέγεθος στην Ευρωπαϊκή Ένωση .

Ως προς τα χαρακτηριστικά των προς επεξεργασία υγρών αποβλήτων, 38% των εγκαταστάσεων επεξεργάζεται μόνο αστικά, ενώ στο 62% των εγκαταστάσεων γίνεται συνεπεξεργασία αστικών υγρών αποβλήτων και βοθροϋγρών γεγονός που οφείλεται στην απουσία ολοκληρωμένων δικτύων αποχέτευσης. Η σε μεγάλη έκταση συνεπεξεργασία αστικών υγρών αποβλήτων αποτελεί μια ιδιαιτερότητα του ελληνικού χώρου, με συνέπεια να υπάρχει μικρή δυνατότητα άντλησης εμπειρίας από συστήματα επεξεργασίας από τον διεθνή χώρο.

Η εισροή και βιομηχανικών υγρών αποβλήτων στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών υγρών αποβλήτων εμφανίζεται μικρή σε ποσοστό μόνο 14% των εγκαταστάσεων σε αντίθεση με τα μεγαλύτερα ποσοστά που εμφανίζονται στις ανεπτυγμένες βιομηχανικές χώρες. Θα πρέπει ωστόσο να επισημανθεί ότι το χαμηλό ποσοστό ίσως είναι πλασματικό καθώς το σύστημα καταγραφής και γενικότερα διαχείρισης των βιομηχανικών υγρών αποβλήτων είναι ελλιπέστατο, με συνέπεια την πολύ πιθανή μη καταγεγραμμένη ή και παράνομη εισροή βιομηχανικών αποβλήτων σε πολλές περιπτώσεις δικτύων αποχέτευσης.

Το σύστημα της ενεργού ιλύος είναι το σχήμα επεξεργασίας το οποίο εφαρμόζεται σε όλες σχεδόν τις εγκαταστάσεις υγρών αποβλήτων (>95%). Στο 80% των περιπτώσεων εφαρμόζεται το σύστημα παρατεταμένου αερισμού, κατά κανόνα χωρίς την παρουσία δεξαμενών πρωτοβάθμιας καθίζησης (70%) και με αερόβια σταθεροποίηση της ιλύος στο βιολογικό αντιδραστήρα. Η εφαρμογή αναερόβιας σταθεροποίησης της ιλύος περιορίζεται στο 20% των εγκαταστάσεων επεξεργασίας και σχετίζεται με εγκαταστάσεις σχετικά μεγάλης κλίμακας και κατά κανόνα με υιοθέτηση της πρωτοβάθμιας καθίζησης.

Ο βαθμός επεξεργασίας σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις υπερκαλύπτει τις απαιτήσεις της οδηγίας 91/271 της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Γενικώς και ανεξάρτητα από τη φύση του τελικού αποδέκτη υιοθετούνται συστήματα που εκτός από την απομάκρυνση αζώτου (80% των εγκαταστάσεων). Σε σημαντικά μικρότερο βαθμό, μόνο 18%, γίνεται απομάκρυνση και του φωσφόρου. Αν και από πρώτη άποψη η διαπίστωση αυτή μπορεί να οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι ενδεχόμενα εφαρμόζονται συστήματα που επιτυγχάνουν επεξεργασία μεγαλύτερη από την απαιτούμενη, μια προσεκτικότερη ανάλυση των συνθηκών του ελληνικού χώρου, τόσο από την άποψη κλίματος όσο και από

την άποψη της μεγάλης αισθητικής αξίας των αποδεκτών, η επιλογή αυτή είναι η ενδεδειγμένη.

Η τριτοβάθμια επεξεργασία των υγρών αποβλήτων περιορίζεται κατά κύριο λόγο στην εφαρμογή απολύμανσης μέσω χλωρίωσης (περίπου 85% των εγκαταστάσεων). Από τις εναλλακτικές προς το χλώριο μεθόδους απολύμανσης έχουν εφαρμοστεί το H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> και το όζον, ενώ η απολύμανση με UV δεν έχει ακόμη εφαρμοστεί σε πλήρη κλίμακα. Γενικώς διαπιστώνεται ότι η απολύμανση με χλώριο θεωρείται περίπου απαραίτητη, κάτι που οφείλεται και στις σχετικές απαιτήσεις των όρων διάθεσης που εκδίδουν οι Νομαρχίες. Ωστόσο, αν ληφθούν υπόψη οι σχετικές δαπάνες, αλλά κυρίως οι δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις της χλωρίωσης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων είναι σκόπιμο να περιοριστεί η εφαρμογή της χλωρίωσης, είτε μέσω κατάργησης της απολύμανσης και κατασκευής ορθολογικά σχεδιασμένων έργων διάθεσης, ή όπου αυτό δεν είναι εφικτό, μέσω εναλλακτικών μεθόδων απολύμανσης μεταξύ των οποίων ιδιαίτερο ενδιαφέρον εμφανίζει η τεχνολογία των συστημάτων με UV.

Η εφαρμογή πρόσθετης τριτοβάθμιας επεξεργασίας (π.χ. διύλιση με ή χωρίς προηγούμενη κροκίδωση-καθίζηση), ορθά εξετάζεται σε συνδυασμό με την πιθανή επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων. Παρά την έντονη κινητικότητα που παρατηρείται στον τομέα αυτόν τα τελευταία χρόνια, η εφαρμογή της επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα είναι ακόμα πολύ περιορισμένη, αν και είναι μια πολύ ενδιαφέρουσα προοπτική για πολλές περιοχές της χώρας μας με ελλειμματικό υδατικό ισοζύγιο και κυρίως στα νησιά. Ένα από τα σημαντικά προβλήματα στον τομέα αυτό είναι η απουσία σαφών και κατάλληλα προσαρμοσμένων στην ελληνική πραγματικότητα κριτηρίων ποιότητας και προδιαγραφών για τα απαιτούμενα συστήματα πρόσθετης επεξεργασίας. Σημαντικός επιπρόσθετος αρνητικός παράγοντας είναι η πολύ περιορισμένη εξοικείωση του αγροτικού πληθυσμού με τις δυνατότητες που παρέχει η αξιοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων.

Η παραγόμενη ιλύς από τις εγκαταστάσεις ΜΕΥΑ υφίστανται αερόβια ή αναερόβια σταθεροποίηση και αφυδάτωση και στη συνέχεια διατίθεται σε χωματερές. Η διάθεση ιλύος για αγροτική χρήση δεν γίνεται πουθενά με συστηματικό και οργανωμένο τρόπο και όπου εφαρμόζεται είναι σποραδική και ανεξέλεγκτη. Η ιλύς από τις ΜΕΥΑ, ορισμένων μεγάλων αστικών κέντρων και στο βαθμό που σ' αυτά δεν εφαρμόζεται ένα αποτελεσματικό πρόγραμμα ελέγχου των βιομηχανικών υγρών αποβλήτων είναι πιθανό να μην είναι κατάλληλη για αγροτική αξιοποίηση. Στις περιπτώσεις αυτές οι χωματερές αποτελούν μια λύση, αν και ίσως όχι την πιο ενδεδειγμένη ενόψει των δυσκολιών εξεύρεσης κατάλληλων χώρων και του διαφαινόμενου στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης μελλοντικού θεσμικού περιορισμού της διάθεσης οργανικών στερεών σε χωματερές. Ενδιαφέρον για τις περιπτώσεις αυτές παρουσιάζει η αξιοποίηση του ενεργειακού αποθέματος της ιλύος, που μπορεί να ανακτηθεί μέσω θερμικής της επεξεργασίας. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις μικρού και μεσαίου μεγέθους εγκαταστάσεων, καθώς δεν αναμένονται αξιολογές συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στην ιλύ η αγροτική χρήση της

ίλος παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, ιδίως αν συνδυαστεί με υγειονομική της ίλος για την καταστροφή των παθογόνων οργανισμών, π.χ. ασβεστοποίηση της ίλος.

Ενώ τα οποιαδήποτε προβλήματα, οι διαδικασίες μελέτης και κατασκευής των ΜΕΥΑ έχουν προχωρήσει με ικανοποιητικό τρόπο και έχουν οδηγήσει στην απόκτηση και διάχυση σχετικής εμπειρίας και γνώσης, η αποτελεσματική και οικονομοτεχνικά βέλτιστη λειτουργία των εγκαταστάσεων παρουσιάζει σοβαρά προβλήματα. Τα προβλήματα αυτά είναι ιδιαίτερα οξυμένα στις περιπτώσεις των εγκαταστάσεων μικρής κλίμακας, οι οποίες παρουσιάζουν σε πολύ μεγάλο ποσοστό λειτουργική αστοχία λόγω ανεπαρκούς συντήρησης και επίβλεψης.

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Τα σημαντικότερα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι τα ακόλουθα:

(α) με δεδομένη την ύπαρξη πολλών μονάδων μεσαίας και μεγάλης κλίμακας η έντονη δραστηριότητα στο άμεσο μέλλον θα αφορά στην κατασκευή μονάδων μικρής κλίμακας και στην επέκταση και αναβάθμιση των υφιστάμενων εγκαταστάσεων. Για την εξυπηρέτηση του στόχου αυτού είναι αναγκαίο να διερευνηθούν κατάλληλα συστήματα μικρής κλίμακας, να γίνει αξιοποίηση νέων τεχνολογιών και να λειτουργήσουν σε ευρεία κλίμακα πιλοτικές μονάδες που θα επιτρέψουν τη βέλτιστη αναβάθμιση και επέκταση των εγκαταστάσεων.

(β) η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και της ίλος είναι ακόμα πολύ περιορισμένη και θα πρέπει να καταβληθεί προσπάθεια διερεύνησης τέτοιων εφαρμογών μέσω καθιέρωσης κατάλληλων και σαφών προδιαγραφών, οικονομοτεχνικών διερευνήσεων και ενημέρωσης του αγροτικού πληθυσμού της χώρας μας.

(γ) η παρουσία βοθρουγρών αποβλήτων και βιομηχανικών υγρών αποβλήτων στις εγκαταστάσεις καθιστά επιτακτική την ανάγκη της ορθολογικής διαχείρισης των βοθρουγρών αποβλήτων και της κατάλληλης επεξεργασίας τους, καθώς και την αποτελεσματική διαχείριση των βιομηχανικών υγρών αποβλήτων.

## **ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ**

### **Γενικά**

Όπως αναφέρεται παραπάνω, οι ανάγκες για τη προστασία του περιβάλλοντος και για την ανακύκλωση του νερού προκάλεσε την ανάπτυξη διαφόρων μεθόδων και τεχνικών καθαρισμού. Η κάθε μέθοδος ή το κάθε



σύστημα καθαρισμού υγρών αποβλήτων περιλαμβάνει διάφορα στάδια της προκατεργασίας, της πρωτοβάθμιας, της δευτεροβάθμιας και της τριτοβάθμιας κατεργασίας.

Κάθε στάδιο κατεργασίας περιλαμβάνει μεθόδους και τεχνικές οι οποίες καθορίζονται από την φύση των υγρών αποβλήτων και από τον επιδιωκόμενο βαθμό καθαρισμού. Τελικά για το κάθε υγρό απόβλητο επιλέγουμε τον πιο κατάλληλο συνδυασμό μεθόδων και τεχνικών, έτσι ώστε να έχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα το δυνατό φθηνότερα.

Σε γενικές γραμμές έχουμε τα εξής στάδια επεξεργασίας:

### **1. Στάδιο προεπεξεργασίας**

Στο στάδιο αυτό εφαρμόζονται μια ή περισσότερες από τις παρακάτω τεχνικές:

- α) *Λιποσυλλέκτες*. Χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση λιπαρών ή ελαιωδών ουσιών.
- β) *αμμοσυλλέκτες*. Χρησιμοποιούνται για να συγκρατούν την άμμο και άλλα κοκκώδη υλικά που είναι δυνατό να προκαλέσουν βλάβες στα ευαίσθητα συστήματα των εγκαταστάσεων καθαρισμού. Είναι απαραίτητοι όταν στις εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων διοχετεύονται και νερά της βροχής.
- γ) *Εσχάρες*. Αποτελούνται από ανοξείδωτο χάλυβα και είναι κατάλληλες για την συγκράτηση των στερεών με διάμετρο μεγαλύτερη των 10 mm.
- δ) *Λεπτά κόσκινα*. Συγκρατούν στερεά με διάμετρο μεγαλύτερη των 0.2mm. το σχήμα τους ποικίλει, έτσι έχουμε στατικά ή δονούμενα κυλινδρικά περιστρεφόμενα, αυτοκαθαριζόμενα ή μη κλπ.
- ε) *Δεξαμενή παροχής και ομογενοποίησης*. Χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις που έχουμε μεγάλες διακυμάνσεις στην ποιότητα και στην ποσότητα των αποβλήτων. Για το σκοπό αυτό τα διάφορα απόβλητα συγκεντρώνονται σε μια μεγάλη δεξαμενή μέσα στην οποία ομογενοποιούνται τα χαρακτηριστικά τους και εξισορροπούνται οι διακυμάνσεις των βιολογικών φορτίων. Στη συνέχεια, από τη δεξαμενή αντλούνται με σταθερή παροχή στα επόμενα στάδια καθαρισμού.

### **2. Πρωτοβάθμια επεξεργασία.**

Στο στάδιο αυτό εφαρμόζονται οι παρακάτω μέθοδοι:

- α) *Κατακάθιση(καθίζηση)*. Τα υγρά απόβλητα οδηγούνται σε μια δεξαμενή όπου και παραμένουν για ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα. Στο διάστημα αυτό τα περισσότερα αιωρούμενα στερεά κατακάθονται με τη βοήθεια του πεδίου βαρύτητας.
- β) *Επίπλευση*. Χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση σταγονιδίων και στερεών (που είναι ελαφρότερα ή έχουν το ίδιο ειδικό βάρος με το νερό). Εφαρμόζεται σε ορισμένες περιπτώσεις βιομηχανικών αποβλήτων, π.χ. τροφίμων, πετρελαιοειδών κ.α.
- γ) *Κροκίδωση-Συσσωμάτωση*. Είναι μια χημική μέθοδος επεξεργασίας των αποβλήτων που αποσκοπεί στην απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών σωματιδίων (συνήθως κολλοειδών) που δύσκολα κατακάθονται με τη βοήθεια

του πεδίου βαρύτητας. Για το σκοπό αυτό στα απόβλητα προστίθενται τα κατάλληλα άλατα όπως αργιλίου, σιδήρου ή πολυηλεκτρολύτες.

δ) *Εξουδετέρωση*. Είναι επίσης μια χημική μέθοδος επεξεργασίας αποβλήτων που έχει σαν σκοπό την ομαλοποίηση του pH για την ομαλή λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού. Παράλληλα επιτυγχάνεται και αφαίρεση βαρέων μετάλλων που καταβυθίζονται σαν αδιάλυτα υδροξείδια.

### 3. Δευτεροβάθμια επεξεργασία.

Το δεύτερο στάδιο επεξεργασίας περιλαμβάνει διάφορες μεθόδους και τεχνικές **βιολογικού καθαρισμού**. Ο βιολογικός καθαρισμός επιτυγχάνει τη βιοαποικοδόμηση της οργανικής ύλης που υπάρχει στα λύματα και σε πολλά βιομηχανικά απόβλητα.

Μια από τις προϋποθέσεις για την επιτυχία ενός βιολογικού καθαρισμού είναι η απουσία τοξικών ουσιών, οι οποίες παρεμποδίζουν τη βιολογική αποικοδόμηση. Έτσι π.χ. τα κυανούχα, οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες, βαρέα μέταλλα κ.α. πρέπει συνήθως να απομακρύνονται από τα απόβλητα προτού αυτά οδηγηθούν στα συστήματα βιολογικού καθαρισμού.

Ο βιολογικός καθαρισμός γίνεται τόσο με αερόβιους μικροοργανισμούς όσο και με αναερόβιους. Υπάρχουν διάφορες τεχνικές βιολογικού καθαρισμού όπως οι δεξαμενές **ενεργού ιλύος**, τα συστήματα βιολογικής λεπτής στοιβάδας (βιολογικά διωλιστήρια ή φίλτρα), τα συστήματα αναερόβιας χώνευσης κ.α.

Τα αστικά λύματα και τα υγρά βιομηχανικά απόβλητα μετά τα δυο πρώτα στάδια επεξεργασίας είναι κατάλληλα να διατεθούν στους φυσικούς αποδέκτες χωρίς περιβαλλοντικά προβλήματα ή ακόμη να χρησιμοποιηθούν για άλλους σκοπούς π.χ. για άρδευση. Τα στερεά απόβλητα (λάσπη) που δημιουργούνται στο τέλος αυτής της φάσης, οδηγούνται μετέπειτα σε ιδιαίτερη επεξεργασία (πάχυνση, διήθηση κ.α).

Για τον πλήρη καθαρισμό λυμάτων και αποβλήτων, έτσι ώστε να είναι δυνατή η ανακύκλωση του νερού σ' οποιαδήποτε περίπτωση είναι απαραίτητη μια ακόμα βαθμίδα επεξεργασίας, η τριτοβάθμια.

### 4. Τριτοβάθμια επεξεργασία

Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τον πλήρη καθαρισμό των λυμάτων ή αποβλήτων που προέρχονται από τα δυο προηγούμενα στάδια επεξεργασίας. Το κόστος της τριτοβάθμιας επεξεργασίας είναι υψηλό και γι' αυτό χρησιμοποιείται όταν υπάρχει γενικότερο πρόβλημα προσφοράς νερού. Δηλαδή στις περιπτώσεις που επαναχρησιμοποιείται το νερό τόσο για πόσιμο όσο και για βιομηχανικές χρήσεις.

Η επιλογή της μεθόδου που θα χρησιμοποιηθεί για την τριτοβάθμια επεξεργασία καθορίζεται από τη φύση των λυμάτων-αποβλήτων και από τον σκοπό επαναχρησιμοποίησής των.

Οι κυριότερες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στην τριτοβάθμια επεξεργασία είναι: **προσρόφηση, ιονανταλλαγή, διεργασίες μεμβρανών, ηλεκτροχημικές μέθοδοι, απολύμανση.**

Ορισμένες από τις παραπάνω μεθόδους ( π.χ. διεργασίες μεμβρανών ) είναι κατάλληλες και για την αφαλάτωση του νερού(θαλασσινού) και παραγωγή πόσιμου νερού, πρόβλημα που παρουσιάζεται σε μερικά νησιά μας όπως και σε άλλες χώρες (π.χ. Αραβικές).

## **ΕΙΔΙΚΟΤΕΡΑ**

### **Τριτοβάθμια ή προχωρημένη επεξεργασία**

Η τριτοβάθμια ή προχωρημένη επεξεργασία των υγρών αποβλήτων εφαρμόζεται για την απομάκρυνση συγκεκριμένων συστατικών που δεν μπορούν να απομακρυνθούν με τις συνήθεις διαδικασίες επεξεργασίας, όπως α) άζωτο και φώσφορος, β) μη διασπώμενες οργανικές ουσίες , γ)απολυμαντικά, απορρυπαντικά αποσκληρυντικά νερού, δ) βαρέα μέταλλα, ε) διαλυμένα στερεά, αλλά επίσης και για περαιτέρω μείωση του οργανικού φορτίου και των αιωρούμενων στερεών. Η ταχεία διήθηση από φίλτρα άμμου έχει εφαρμοστεί σε αρκετές περιπτώσεις κυρίως για επιπλέον απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών και των θρεπτικών που περιέχονται στα υγρά απόβλητα καθώς και για τη μείωση της βιοχημικής απαίτησης οξυγόνου.

Οι προχωρημένες τεχνικές που εφαρμόζονται για την απομάκρυνση αυτών των συστατικών ακολουθούν κατά κανόνα τη δευτεροβάθμια επεξεργασία και για το λόγο αυτό αναφέρονται και ως τριτοβάθμια επεξεργασία. Υπάρχουν κάποιες προσαρμοσμένες διαδικασίες επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων με ενεργό ιλύ (δευτεροβάθμια επεξεργασία), οι οποίες εφαρμόζονται για την απομάκρυνση του αζώτου και φωσφόρου και συνίστανται στη χρήση χημικών ή στη προσθήκη μιας σειρά αερόβιων βιολογικών διεργασιών.

## **ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΚΟΡΙΝΘΟΥ.**

Στα δυο πολεοδομικά συγκροτήματα Λουτρακίου και Κορίνθου η επεξεργασία των λυμάτων παρουσίαζε ορισμένες ιδιαιτερότητες οι οποίες ελήφθησαν υπ' όψη στον σχεδιασμό.

Το πολεοδομικό συγκρότημα Λουτρακίου ως και εξοχήν τουριστικό θέρετρο εμφανίζει μείζονα διακύμανση πληθυσμού μεταξύ θέρους και χειμώνα, ενώ και ακόμη στη περίοδο τουριστικής αιχμής ( high season ) εμφανίζει διακύμανση μεταξύ του πληθυσμού τέλους εβδομάδος και υπολοίπων εργάσιμων ημερών.

Το πολεοδομικό συγκρότημα Κορίνθου ως διοικητικό κέντρο του νομού Κορινθίας (προέκτασης της Αττικής) εμφανίζει μικρότερη διακύμανση πληθυσμού μεταξύ θέρους και χειμώνα.

Η εγκατάσταση περιλαμβάνει δυο γραμμές παροχής λυμάτων της περιοχής Λουτρακίου και την περιοχή της Κορίνθου.

Η γραμμή "Λουτρακίου" και η γραμμή "Κορίνθου" καλύπτουν γενικά τον χρονικό ορίζοντα 2010 (α' φάση, με μέγιστο πληθυσμό 45.000 κατοίκων για κάθε γραμμή), υπάρχουν και ορισμένες διαφοροποιήσεις όσον αφορά την παραπάνω γενική τοποθέτηση.

Τα συμβατικά δεδομένα σχεδιασμού της "Κορίνθου" στα οποία βασίσθηκε ήταν (πληθυσμοί, υδραυλικά φορτία, ρυπαντικά φορτία και ποιοτική σύσταση των δημοτικών αποβλήτων) τα οποία αναφέρονται στον πίνακα 1.1 επίσης αναφέρονται και οι απαιτήσεις εκροής για τον πληθυσμό στόχο της α' φάσης έργων (2010, 45.000 κατοίκων), οι οποίες συνδέονται πλήρως και εξαρτώνται από τα συμβατικά δεδομένα σχεδιασμού.

### **Απαιτήσεις Εξόδου της Αρχικής Φάσης**

Στη φάση αυτή η μονάδα θα εργάζεται σαν σύστημα παρατεταμένου αερισμού με ταυτόχρονη σταθεροποίηση της λάσπης. Τα ανώτατα επιτρεπτά όρια των βασικών παραμέτρων που θα επιτυγχάνονται στην έξοδο ορίζονται ως εξής:

1. PH :	6.5 – 8.5
2. Αιωρούμενα στερεά:	< 20 mg/l
3. BOD <sub>5</sub> :	< 20 mg/l
4. Αμμωνιακά (N-NH <sub>4</sub> )	< 5 mg/l
5. Ολικό άζωτο (TKN)	δεν προδιαγράφεται
6. Ολικό φώσφορο	δεν προδιαγράφεται

Η ποιοτική σύσταση των δημοτικών αποβλήτων εμφανίζεται ως τυπική λυμάτων αστικής προέλευσης χωρίς τοξικούς ρύπους και για μια τέτοια ποιοτική σύσταση και για συγκεκριμένα υδραυλικά και ρυπαντικά φορτία, υπάρχει εγγύηση κάλυψης ποιοτικών απαιτήσεων εκροής.

Για την γραμμή Κορίνθου ελήφθησαν ως βασικοί πληθυσμοί σχεδιασμού

Χειμώνας : 36.000 κάτοικοι

Καλοκαίρι : 45.000 κάτοικοι

Η σχεδιαστική σύλληψη των δυο εγκαταστάσεων (conceptual design) γραμμής Λουτρακίου και γραμμής Κορίνθου εκμεταλλεύεται το δεδομένο ότι και οι δυο γραμμές βρίσκονται εντός του ίδιου γηπέδου και συνεπώς παρέχονται χωρικά δυνατότητες οικονομικής αριστοποίησης τους από σκοπιά δαπανών λειτουργίας χωρίς να υποβαθμίζεται η ποιότητα εκροής.

Τούτο καθίσταται δυνατό με ελεγχόμενες υδραυλικές διασυνδέσεις των δυο γραμμών όπως αναφέρεται παρακάτω χωρίς να διακυβεύεται η λειτουργική αυτοτέλεια των δυο γραμμών Λουτρακίου-Κορίνθου σύμφωνα και με την επιθυμία κάθε χρήστη. Παρακάτω περιγράφονται συνοπτικά οι δυο (2) γραμμές σαν σύνολο:

Η εφαρμοσμένη τεχνολογία καθαρισμού (όσον αφορά την γραμμή υγρής φάσης) αποτελείται βασικά από δυο (2) βαθμίδες επεξεργασίας:

- Την προεπεξεργασία προς αφαίρεση ρύπων υπο σωματιδιακή μορφή (καθιζάνοντα, αιωρούμενα, ή/ και επιπλέοντα στερεά, βασικά ανόργανα από χημικής σύστασης στερεά, διαστάσεων  $> 0.2\text{mm}$ , καθώς και υγρά της μορφής γαλακτώματος). Περιλαμβάνει Μονάδες Εσχάρωσης, Εξάμμωσης και Αφαίρεσης Λιπών εν σειρά.

- Την βιολογική βαθμίδα με χρήση της μεθόδου ενεργού ιλύος, παραλλαγή παρατεταμένου αερισμού και γεωμετρία (configuration) μονάδων για τον αερισμό των λυμάτων την καλυπτόμενη με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας Carrousel (patent).

Η γραμμή επεξεργασίας της υγρής φάσης περιλαμβάνει επίσης και την απολύμανση μέσω χλωρίωσης για βελτίωση της μικροβιολογικής ποιότητας των λυμάτων πριν την τελική διάθεσή τους.

## **ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ**

### **ΕΣΧΑΡΩΣΗ.**

Περιλαμβάνει τα κανάλια αυτόματης εσχάρωσης και τα κανάλια παράκαμψης της αυτόματης εσχάρωσης. Οι δυο όμοιες ανεξάρτητες μονάδες εσχάρωσης η μια εκ των οποίων εξυπηρετεί την εσχάρωση των λυμάτων Κορίνθου και η άλλη των λυμάτων Λουτρακίου έχουν πλάτος 1.0 m.

Κάθε γραμμή αυτόματης εσχάρωσης περιλαμβάνει από τα ανάντι προς τα κατάντι θυρόφραγμα εισόδου, χειροκαθαριζόμενη εσχάρα με ανοίγματα 50mm, αυτόματη μηχανική εσχάρα με ανοίγματα 15mm και θυρόφραγμα εξόδου. Κάθε γραμμή παράκαμψης της αυτόματης εσχάρωσης περιλαμβάνει από ανάντι προς κατάντι θυρόφραγμα εισόδου, μια χειροκαθαριζόμενη εσχάρα με ανοίγματα 30mm και θυρόφραγμα εξόδου. Όλες οι εσχάρες είναι κεκλιμένες κατά  $60^{\circ}$  ως προς την οριζόντια. Ανάντι των μηχανικών εσχάρων υπάρχουν χειροκαθαριζόμενες χονδροεσχάρες προκειμένου να προστατεύονται οι μηχανικές λεπτές εσχάρες από ευμεγέθη φερτά υλικά.

Η απομάκρυνση των εσχαρισμάτων που συγκρατούνται ή αιωρούνται μπροστά από τις ράβδους κάθε λεπτής εσχάρας γίνεται με συνεχή τρόπο μέσω ξέστρου που εισχωρεί στα διάκενα στην ανάντι των λυμάτων επιφάνεια της εσχάρας και ανυψώνει τα εσχαρίσματα μέχρι ύψους διατάξεως αποκοπής των από το ξέστρο. Η κίνηση του ξέστρου επιτυγχάνεται μέσω αλυσίδας, αλυσοτροχών, οδηγών κύλισης και ηλεκτρομειωτήρα τοποθετημένου στο άνω

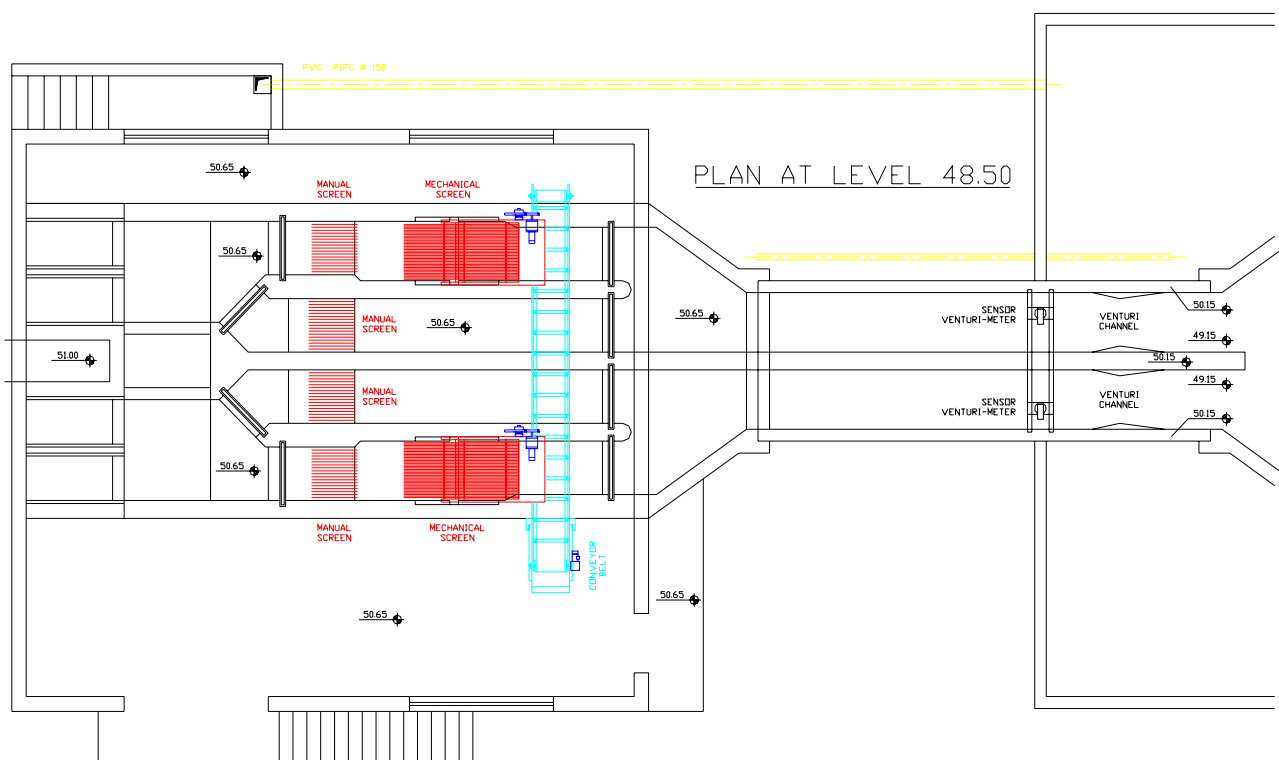
τμήμα της εσχάρας. Ο καθαρισμός των χειροκαθαριζόμενων εσχάρων, είτε με by-pass είτε των χονδροεσχάρων γίνεται με δίκρανο.

Πίσω από τις μηχανικές εσχάρες λειτουργεί διάταξη μεταφορικής ταινίας που δέχεται τα εσχαρίσματα από τις δυο εσχάρες και τα μεταφέρει σε κατάλληλο κάδο μηχανικής αποκομιδής των εσχαρισμάτων προς τη χωματερή. Οι κάδοι, βρίσκονται σε στάθμη με το δάπεδο εργασίας των εσχάρων, εντός κατάλληλα διαμορφωμένου κλειστού χώρου. Κάθε κανάλι εσχάρωσης (μηχανικής ή χειρονακτικής) διαθέτει στην είσοδο και έξοδο αντίστοιχα, αφαιρετού τύπου, θυροφράγματα. Στην περίπτωση που πρέπει ο χειριστής να επέμβει σε μια εσχάρα για συντήρηση ή επισκευή τότε κλείνει το κανάλι με τα αντίστοιχα θυροφράγματα με μικρή φορητή αντλία εκκενώνει το περιεχόμενο λυμάτων που βρίσκεται εντός του απομονωμένου καναλιού και εισέρχεται για να εργαστεί ελεύθερα.

Η αυτοματοποίηση των μηχανικών εσχάρων επιτυγχάνεται σε δυο επίπεδα ελέγχου. Το πρώτο σε ιεραρχία εκκινεί και διακόπτει την λειτουργία του κινούμενου ζέστρου της εσχάρας ανα τακτά χρονικά διαστήματα των 3 – 5 λεπτών, ανάλογα με την ποσότητα των περιεχομένων στα λύματα εσχαρισμάτων.

Σε περίπτωση όπου η ανάντι της εσχάρας στάθμη των λυμάτων ανέλθει σε ένα προκαθορισμένο υψόμετρο, σε χρονικό διάστημα μικρότερο από το παραπάνω, τότε αυτοματισμός στάθμης ενεργοποιεί ανεξάρτητα την εκκίνηση του ζέστρου καθαρισμού της επιφάνειας της εσχάρας.

Η μεταφορική ταινία εντέλλεται επίσης από της διατάξεις ελέγχου των μηχανικών εσχάρων (χρόνος ή στάθμη) με κατάλληλη χρονική παράταση της λειτουργίας της για πλήρη απομάκρυνση των μεταφερόμενων εσχαρισμάτων.



## ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ

Περιλαμβάνει κανάλι προσαγωγής των λυμάτων στον διάυλο μέτρησης παροχής, διάυλο τύπου VENTURI και κανάλι εξόδου των λυμάτων από τη μέτρηση παροχής για κάθε μια από τις γραμμές Λουτρακίου και Κορίνθου.

Το κανάλι προσαγωγής έχει πλάτος 0,60m, ενώ ο διάυλος Venturi έχει πλάτος στη στένωση 0,40m. Το μήκος του καναλιού προσαγωγής σε κάθε διάυλο είναι μεγαλύτερο από το δεκαπλάσιο του πλάτους στένωσης Venturi. Τα στοιχεία για κάθε διάυλο Venturi, είναι κατάλληλα επιλεγμένα, ούτως ώστε να διατηρούνται σταθερές ταχύτητες λυμάτων στα κανάλια εσχάρωσης καθώς και στις ράβδους των εσχάρων σε ένα πολύ μεγάλο εύρος διακύμανσης παροχής (απο8.000 έως 90.000 εξυπηρετούμενο πληθυσμό ανά διάυλο).

Η μέτρηση παροχής επιτυγχάνεται σε κατάλληλη απόσταση ανάντι του διαύλου Venturi, απο αισθητήριο στάθμης τύπου υπερήχων. Το ύψος στάθμης των υγρών ανάντι του Venturi συσχετίζεται μέσω εκθετικής μαθηματικής συνάρτησης με την παροχή λυμάτων. Το σήμα στάθμης από το αισθητήριο υπερήχων μεταφέρεται σε μετατροπέα στάθμης – παροχής (Transmitter) και μεταφράζεται σε ένδειξη στιγμιαίας παροχής. Ο μετατροπέας βρίσκεται δίπλα στο αισθητήριο υπερήχων.

Με βάση τις μετρήσεις των παροχών από τους αγωγούς Κορίνθου και Λουτρακίου οι επιστροφές υγρών στην αρχή της μονάδας (π.χ. στργγίδια, εκκενώσεις) γίνονται κατάντι των διωρύγων μέτρησης παροχής.

## ΕΞΑΜΜΩΣΗ

Περιλαμβάνει δύο αεριζόμενες ορθογωνικής κάτοψης δεξαμενές, ειδικής διατομής, που επιτυγχάνουν την ταυτόχρονη απομάκρυνση της άμμου και των λιπών από τα λύματα. Η μια δεξαμενή καλύπτει τις απαιτήσεις παροχής των αγωγών Λουτρακίου και η άλλη των αγωγών Κορίνθου. Μια δεξαμενή σε λειτουργία είναι δυνατόν να καλύψει με μικρότερη απόδοση το σύνολο παροχής Κορίνθου – Λουτρακίου.

Οι δεξαμενές είναι εξοπλισμένες με δύο παλινδρομικές γέφυρες αναρρόφησης της άμμου από τον πυθμένα και των επιπλέοντων από την επιφάνεια. Οι παλινδρομικές γέφυρες κυλίνουν επί της στέψης των εξωτερικών τοιχίων και καθ' όλο το μήκος των δεξαμενών.

Ο πυθμένας κάθε δεξαμενής, εγκάρσια και κυρίως από τη μια πλευρά, είναι διαμορφωμένος με μεγάλη κλίση σχηματίζοντας μια στενή διαμήκη αύλακα μέσα στην οποία συσσωρεύεται η καθιζάνουσα άμμος.

Κάθε δεξαμενή φέρει εσωτερικά και καθ' όλο το μήκος της ημιεμβατισμένο τοιχίο, που σκοπό έχει να συγκρατεί από την πλευρά του πυθμένα που έχει την μεγαλύτερη κλίση, τα λίπη και τα έλαια που διαχωρίζονται με την βοήθεια αέρα και επιπλέουν στην επιφάνεια. Κατά την παλινδρομική κίνηση της κάθε γέφυρας, μια αεραντλία άμμου (air-lift)

Διαμέτρου φ100 παροχής 15m<sup>3</sup>/h, που είναι σταθερά εγκατεστημένη στη γέφυρα και οδεύει κατά μήκος της διμήκουσ αύλακας του πυθμένα και αναρροφά αιώρημανερού-άμμου. Σε κάθε μια παλινδρομική γέφυρα είναι μόνιμα εγκατεστημένος ένας πτερυγιοφόρος αεροσυμπιεστής, παροχής 40Nm<sup>3</sup>/h σε πίεση 1.0bar, που τροφοδοτεί με αέρα την αεραντλία άμμου. Ακολούθως το αιώρημα αποχετεύεται σε πλευρικό διαμήκες κανάλι, στην εξωτερική πλευρά της αντίστοιχης δεξαμενής εξάμμωσης. Τα κανάλια όδευσης της άμμου διαθέτουν έντονη κλίση για την ροή της με αυξημένη ταχύτητα και την πλήρη αποφυγή καθηζήσεων. Το αιώρημα νερού – άμμου από κάθε κανάλι εισάγεται σε κοχλιωτό διαχωριστή άμμου (grit classifier), ένα για κάθε μονάδα εξάμμωσης, δυναμικότητας 18m<sup>3</sup>/h εισερχόμενης παροχής, που τοποθετείτε στο τέλος του αντίστοιχου καναλιού. Ο διαχωριστής άμμου φέρει στο αρχικό τμήμα του χοάνη ηρεμίας όπου η άμμος επανακαθαρίζει δια βαρύτητας. Η περαιτέρω αφυδάτωση και πλύση της άμμου επιτυγχάνεται κατά την ανύψωση της από κοχλία ειδικού σχεδιασμού. Η εξερχόμενη αφυδατωμένη άμμος απορρίπτεται για προσωρινή αποθήκευση σε κάδο αποκομιδής. Τα υγρά διαχωρίζονται της άμμου υπερχειλίζουν από τον διαχωριστή και οδηγούνται μέσω του δικτύου στραγγιδίων και ανάντι του εξαμμωτή. Οι κοχλιωτοί διαχωριστές και κάδοι υποδοχής της άμμου, βρίσκονται μέσα στη λεκάνη σε επίπεδο ελαφρώς χαμηλότερα της περιβάλλουσας οδοποιίας. Η ανέλκυση και καθέλκυση των κάδων γίνεται με χρήση χειροκίνητου βαρούλκου αλυσίδας. Η λεκάνη συνδέεται στο δίκτυο επιστροφής στραγγιδίων για την απορροή των όμβριων υδάτων.

Για τον αερισμό των δεξαμενών διαχυτές χοντλής φυσαλίδας εγκαθίστανται σε όλο το μήκος κάθε δεξαμενής από την πλευρά της μικρότερης κλίσης του πυθμένα. Οι φυσαλίδες αέρα ακολουθώντας μια κυκλική-σπειροειδή (spiral roll) τροχιά οδηγούν τα περιεχόμενα των λυμάτων δηλ. λίπη και έλαια στην επιφάνεια του τμήματος επίπλευσης. Κάθε δεξαμενή εξάμμωσης περιλαμβάνει οκτώ διαχυτές μεσαίου μεγέθους φυσαλίδας, παροχής 30 Nm<sup>3</sup>/h και μήκους 1.0 m έκαστος, κατασκευασμένοι από πορώδες κεραμικό υλικό. Με την προσθήκη αερισμού στην μονάδα εξάμμωσης αυξάνει τη δυνατότητα διαχωρισμού των λιπών και ελαίων και επιπλέον με κατάλληλη ρύθμιση της παροχής αέρα προς τους διαχυτές επιτυγχάνεται η απομάκρυνση μόνο της άμμου(ανόργανα στερεά>0,2mm) και όχι των οργανικών που προσδίδουν έντονη δυσοσμία στη διαχωριζόμενη άμμο. Τα οργανικά σωματίδια εξέρχονται της εξάμμωσης και αντιμετωπίζονται στη βιολογική βαθμίδα.

Η παροχή αέρα κατάλληλης πίεσης για τον αερισμό των εξαμμωτών εξασφαλίζεται από τρεις όμοιους λοβοειδής φυσητήρες αέρα παροχής 270Nm<sup>3</sup>/h σε 350mbar μανομετρικό, ένας για κάθε δεξαμενή, ενώ ο τρίτος είναι εφεδρικός. Οι φυσητήρες βρίσκονται στην κατωδομή του κτιρίου εσχάρωσης. Η υδραυλική συνδεσμολογία των φυσητήρων μέσω διανομέα αέρα, δικλείδων απομόνωσης και ανεπίστρεπτων βαλβίδων επιτρέπει τη δυνατότητα παροχής αέρα από οποιονδήποτε φυσητήρα προς οποιαδήποτε δεξαμενή εξάμμωσης.

Από το κτίριο φυσητήρων αναχωρεί καταθλιπτικός αγωγός που διατρέχει μεταξύ των δύο εξαμμωτών μέσα σε κατάλληλα διαμορφωμένο κανάλι. Από

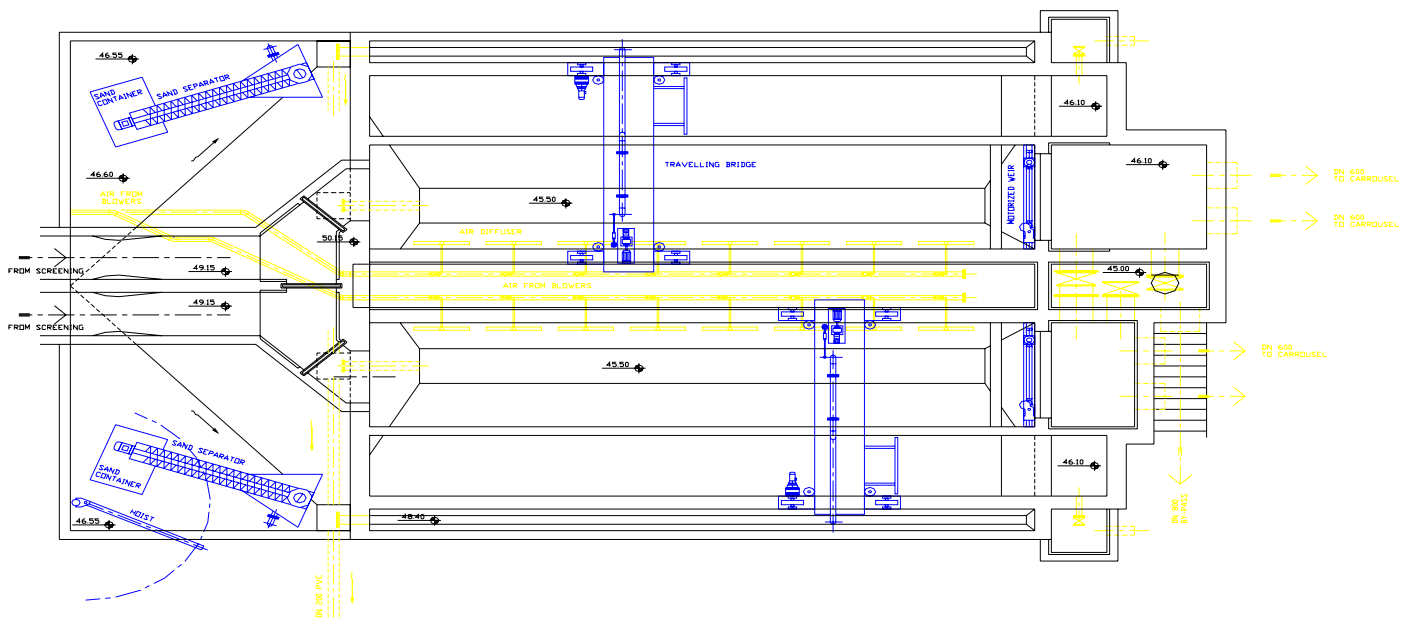


τον κεντρικό προσαγωγό αέρα αναχωρούν επιμέρους κλάδοι, οκτώ ανά εξαμμωτή ο καθένας από αυτούς τροφοδοτεί τον αντίστοιχο διαχυτή. Μέσα στο κανάλι ο κάθε κλάδος έχει σφαιρικό κρούνο ρύθμισης-απομόνωσης της παροχής αέρα προς τον αντίστοιχο διαχυτή.

Στην είσοδο κάθε δεξαμενής εξάμμωσης υπάρχει θυρόφραγμα ώστε να είναι δυνατή η απομόνωση και εκκένωσή της για εκτέλεση επισκευών, ή παράκαμψης μιας από τις δεξαμενές με χρήση ενός τρίτου θυροφράγματος διασύνδεσης, ώστε να είναι δυνατή η λειτουργία της μονάδας και με ένα εξαμμωτή.

Σε κάθε γέφυρα εξάμμωσης προωθείται ξέστρο επιφάνειας που σαρώνει τα επιπλέοντα λίπη και έλαια που διαχωρίζονται στο τμήμα επίπλευσης της αντίστοιχης δεξαμενής. Όταν η γέφυρα κινείται κατά τη φορά ροής των λυμάτων το ξέστρο επιφάνειας σαρώνει τα διαχωρισμένα λίπη και έλαια και λίγο πριν το τέλος της διαδρομής της γέφυρας τα ωθεί μαζικά σε κατάλληλο φρεάτιο για προσωρινή αποθήκευση, κατά την αντίθετη πορεία της γέφυρας τα επιφανειακά ξέστρα είναι ανυψωμένα πάνω από το υγρό. Κάθε φρεάτιο αποθήκευσης λιπών συνδέεται μέσω δικλείδας σύρτου με φρεάτιο αποστράγγισης των υγρών που διαχωρίζονται με την βαρύτητα από τα λίπη και τα έλαια. Το φρεάτιο συνδέεται στο δίκτυο στραγγιδίων που οδεύει προς το αντίστοιχο αντλιοστάσιο.

Στο άκρο κάθε δεξαμενής εξάμμωσης τα λύματα μέσω υπερχειλιστών υπερχειλίζουν σε αντίστοιχα φρεάτια.



## ΜΕΡΙΣΤΕΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΠΡΟΣ CARROUSEL/ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΠΛΕΟΝΑΖΟΥΣΑΣ ΙΛΥΟΣ.

### Γραμμή Λουτρακίου

Τα λύματα μετά τη μονάδα προκαταρτικής επεξεργασίας (Εσχάρωση – Μέτρηση παροχής – Εξάμμωση – Απολίπανση) οδηγούνται μέσω διδύμων αγωγών φ600, που αναχωρούν από τα φρεάτια υπερχειλίσεως των δεξαμεμών, στον μεριστή παροχής προς τις δεξαμενές Carrousel. Ο ένας αγωγός καλύπτει την παρούσα φάση και ο άλλος την μελλοντική.

Τα λύματα που εισέρχονται στον θάλαμο εισόδου του μεριστή υπερχειλίζουν μέσω τριών διπλών στατικών υπερχειλιστών προς τρία αμφιέριστα κανάλια που εκρέουν σε αντίστοιχα φρεάτια φόρτισης των δεξαμεμών Carrousel. Οι υπερχειλιστές φέρουν ρυθμιζόμενου ύψους μεταλλική λάμα, με ρύθμιση της οποίας σε αυτό το υψόμετρο επιτυγχάνεται η ισοκατανομή της παροχής των λυμάτων στα τρία κανάλια υπερχειλίσεως και επομένως και η ίση φόρτιση των δεξαμεμών Carrousel.

Σε επαφή με τον μεριστή βρίσκεται ο υγρός θάλαμος υποδοχής της ανακυκλοφορίας ενεργού ιλύος από τις δεξαμενές καθίζησης μέσω των αντίστοιχων αντλιοστασίων ανακυκλοφορίας ιλύος. Μέσα στον υγρό θάλαμο βρίσκονται εγκατεστημένες δύο φυγοκεντρικές καταδύομένου τύπου αντλίες, μια εκ των οποίων καταθλίβει την πλεονάζουσα ιλύ προς τον αντίστοιχο παχυντή, ενώ η δεύτερη είναι εφεδρική.

Η ανακυκλοφορούσα ενεργός ιλύς διερχόμενη από υπερχειλιστή λεπτής στέψης, εισέρχεται στον θάλαμο εισόδου του μεριστή παροχής όπου και από κοινού με τα εισερχόμενα λύματα επιστέφεται στις μονάδες Carrousel. Πλευρικά του αντλιοστασίου υπάρχει ξηρός θάλαμος με δικλείδες απομόνωσης και αντεπιστρεπτές βαλβίδες (κλαπέ) για τις αντλίες πλεονάζουσας ενεργού ιλύος.

### **Γραμμή Κορίθου**

Η κατασκευή και η λειτουργία του μεριστή παροχής προς Carrousel και του αντλιοστασίου πλεονάζουσας ιλύος είναι απολύτως όμοια με της γραμμής Λουτρακίου.

### **ΑΕΡΙΣΜΟΣ CARROUSEL**

Η μονάδα βιοχημικής σταθεροποίησης του οργανικού άνθρακα και νιτροποίησης/απονιτροποίησης των λυμάτων περιλαμβάνει δύο δίδυμες δεξαμενές carrousel, κάθε μια από τις οποίες έχει όγκο 3,780m<sup>3</sup>. ο συνολικός προσφερόμενος όγκος είναι 7,560m<sup>3</sup>. Η κάθε δεξαμενή έχει μήκος 50m και πλάτος καναλιών 6,45m.

Από το μεριστή παροχής τα λύματα εισέρχονται σε κάθε δεξαμενή Carrousel μέσω αγωγού φ600. Ο μεριστής παροχής είναι έτσι σχεδιασμένος ώστε να επιτυγχάνει την ισοκατανομή της παροχής τροφοδοσίας προς τις δεξαμενές Carrousel καθώς και προς μελλοντική τρίτη δεξαμενή Carrousel. Επιπλέον δίνει τη δυνατότητα απομόνωσης κάθε δεξαμενής κατά τη χειμερινή περίοδο.

Η είσοδος των λυμάτων στις δεξαμενές σε κατάλληλα επιλεγμένο κατά DHV σημείο στην περιοχή των επιφανειακών αεριστήρων όπου επικρατούν έντονες συνθήκες ανάμιξης.

Κάθε δεξαμενή Carruosell είναι εξοπλισμένη με σύστημα δύο (2) όμοιων επιφανειακών αεριστήρων. Με τους επιφανειακούς αεριστήρες επιτυγχάνεται η άριστη οξυγόνωση και ώθηση των λυμάτων με την απαραίτητη ταχύτητα ροής που είναι μεγαλύτερη από 0,25m/s σε όλο το μήκος των διαύλων Carruosell.

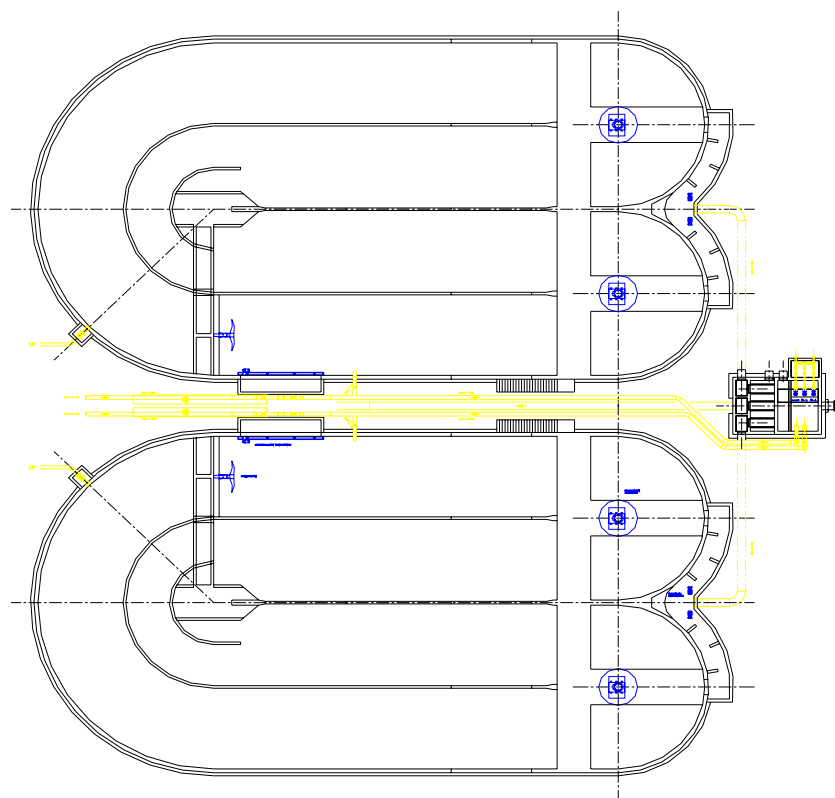
Οι αεριστήρες είναι εγκατεστημένοι πάνω σε γέφυρες από σκυρόδεμα οι οποίες εδράζονται στα τοιχεία της δεξαμενής. Οι γέφυρες είναι κατάλληλες για την επίσκεψη και επιθεώρηση της λειτουργίας των δεξαμενών αερισμού. Η στέψη της δεξαμενής στην περιοχή των αεριστήρων βρίσκεται 1,20m ψηλότερα της στάθμης των υγρών, ενώ στο υπόλοιπο τμήμα είναι 0,30m ψηλότερα της στάθμης των υγρών.

Το ανάμεικτο υγρό εξέρχεται από την δεξαμενή Carruosell σε κατάλληλα επιλεγμένη κατά DHV θέση που βρίσκεται λίγο πριν το πέρας της ζώνης απονιτροποίησης. Η έξοδος του ανάμεικτου υγρού γίνεται υπεράνω ηλεκτροκίνητου υπερχειλιστή μήκους 6m έτσι ώστε να προκύπτουν απώλειες υδραυλικού φορτίου στην υπερχείλιση μικρότερες των 8cm. Το υπερχειλίζον ανάμεικτο υγρό συλλέγεται σε κανάλι και ακολούθως εισέρχεται σε φρεάτιο εξόδου.

Τα φρεάτια εξόδου των δύο Carruosells κατασκευάστηκαν εννιαία ως ένας θάλαμος συναθροίσεως της συνολικής παροχής ανάμεικτου υγρού που θα οδηγηθεί προς την καθίζηση. Από το φρεάτιο αναχωρεί αγωγός διαμέτρου φ700 που οδηγεί το ανάμεικτο υγρό στο φρεάτιο διανομής της παροχής προς τις δεξαμενές τελικής καθίζησης.

Αυξομείωση (control) της δυναμικότητας αερισμού του προσφερόμενου συστήματος γίνεται μέσω μεταβολής της στάθμης του υγρού μέσα στη δεξαμενή. Η στάθμη του υγρού αυξομειώνεται μέσω του ηλεκτροκίνητου υπερχειλιστή σε συνάρτηση με τις τιμές διαλυμένου οξυγόνου (D.O).

Το σύστημα μέτρησης οξυγόνου περιλαμβάνει ένα αισθητήριο D.O. που είναι τοποθετημένο σε κατάλληλη απόσταση από τον ένα αεριστήρα, μεταροπέα του σήματος αισθητήριου με τοπική ένδειξη D.O τοποθετήθηκε πλευρικά του αισθητηρίου με κοινό καταγραφικό δύο εγγραφών για την καταγραφή των τιμών D.O. από τα οξυγονόμετρα των δύο Carrousels. Οι παραπάνω



δυνατότητες ρύθμισης καθιστούν το προσφερόμενο σύστημα αερισμού ευέλικτο στο να οξυγονώνει τις μεταβαλλόμενες παροχές και φορτία των λυμάτων που εισέρχονται στη μονάδα.

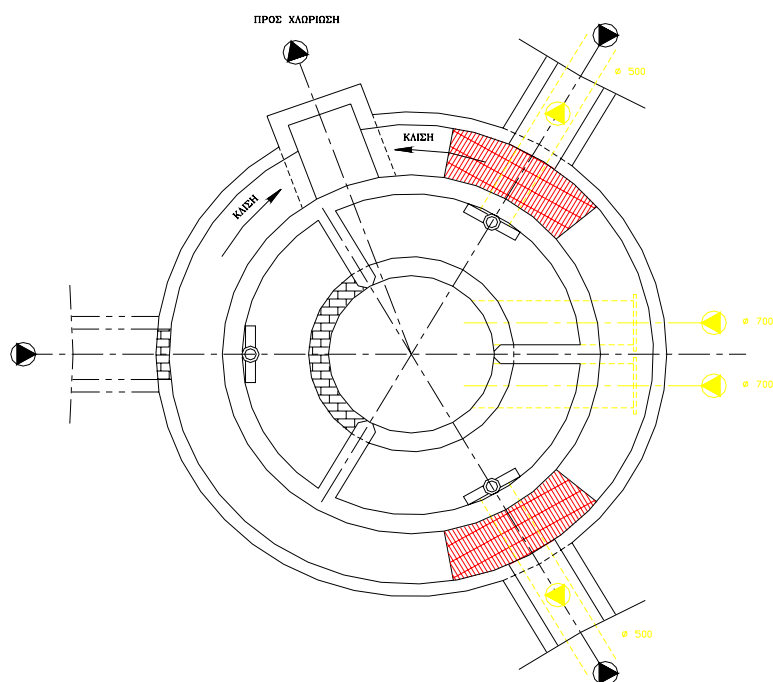
## **ΜΕΡΙΣΤΗΣ – ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ Β΄ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ**

Τα λύματα από το φρεάτιο εξόδου των δεξαμενών αερισμού μεταφέρονται με δύο (2) αγωγούς φ700 ( ένα που καλύπτει την παρούσα φάση και ένα μελλοντικό ) σε μεριστή παροχής που ταυτόχρονα πληρεί και τον ρόλο του συλλέκτη των υπερχειλίσεων από τις δεξαμενές καθίζησης.

Ο μεριστής/συλλέκτης είναι δύο ομοκεντρικές κυκλικές δεξαμενές. Οι δύο φ700 αγωγοί εισροής εισάγουν τα λύματα στην εσωτερική κυκλική δεξαμενή. Τα λύματα υπερχειλίζουν στο ενδιάμεσο κυκλικό δακτύλιο ο οποίος είναι διαμερισμένος με τοιχία σε τρία ίσα τμήματα φόρτισης των αντίστοιχων δεξαμενών καθίζησης. Από τα τμήματα φόρτισης τα λύματα εισέρχονται στις δεξαμενές καθίζησης μέσω αγωγών φ500.

Στα δυο ίσα τμήματα φόρτισης εγκαθίστανται δυο(2) ρυθμιζόμενοι στατικοί υπερχειλιστές μήκους 2,5m ο καθένας. Μετά την καθίζηση της ενεργούς ιλύος, οι υπερχειλίσεις των δεξαμενών καθίζησης, μέσω καναλιών συγκλινόντων

αστεροειδώς προς τον μεριστή συλλέκτη μεταφέρονται σε σζωτερικό περιμετρικό κανάλι του μεριστή συλλέκτη. Το κανάλι φορτίζει αγωγό μεταφοράς των υπερχειλίσεων φ800 που μεταφέρει τα διαυγή λύματα προς την είσοδο της μονάδας χλωρίωσης. Στην είσοδο των αγωγών φόρτισης των δεξαμενών καθίζησης υπάρχουν δύο θυροφράγματα για την απομόνωση των δεξαμενών καθίζησης.



## ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΙΛΥΟΣ

### Δευτεροβάθμια καθίζηση

Το ανάμεικτο υγρό εξέρχεται από τις δύο (2) δεξαμενές Carrousell σε κοινό φρεάτιο εξόδου μεταξύ των δεξαμενών και οδηγείται μέσω δυο αγωγών φ700 σε μεριστή-συλλέκτη παροχής προς τις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης. Από τον μεριστή με αγωγούς φ500 εισέρχονται στις δύο (2) δεξαμενές καθίζησης.

Οι δυο κυκλικές δεξαμενές έχουν διάμετρο 25m και είναι εξοπλισμένες με περιστρεφόμενους σαρωτικούς μηχανισμούς. Τα εισερχόμενα λύματα τροφοδοτούνται στο κέντρο κάθε δεξαμενής με τον αγωγό διαμέτρου φ500, τοποθετημένο εσωτερικά και ομοαξονικά της κεντρικής κολώνας έδρασης του σαρωτικού μηχανισμού. Η κολώνα στο άνω τμήμα της φέρει τέσσερα περιμετρικά ευμεγέθη ανοίγματα έτσι ώστε η ταχύτητα των εξερχόμενων λυμάτων να μειώνεται σημαντικά και να μην δημιουργούνται συνθήκες ανατάραξης κατά την έξοδο των λυμάτων.

Οι ροϊκές γραμμές μέσα στην δεξαμενή διευθύνονται ακτινικά από το κέντρο προς την περιφέρεια, ενώ τα σωματίδια με διάμετρο μικρότερη από 0,2mm αποχωρίζονται από την πορεία του υγρού και κατευθύνονται προς τον πυθμένα.

Το διαυγές υγρό υπερχειλίζει περιμετρικά των δεξαμενών εντός καναλιών (ένα περιμετρικό κανάλι ανά δεξαμενή) που είναι κατασκευασμένα με ελαφρά κλίση 0,2%. Από το χαμηλότερο σημείο των περιμετρικών καναλιών αστεροειδώς διατεταγμένων ως προς τον μεριστή-συλλέκτη τα λύματα εισέρχονται στο δακτυλιοειδές κανάλι συλλογής του συλλέκτη και τελικά καταλήγουν σε φρεάτιο φόρτισης του αγωγού φ800 εξόδου προς χλωρίωση.

Ο πυθμένας της δεξαμενής είναι διαμορφωμένος με ελαφρά κλίση (περίπου 1/12), ώστε να διευκολύνει τη μεταφορά της καθιζάνουσας λάσπης προς το κέντρο. Περιμετρικά της βάσεως της κολώνας υπάρχει δακτυλιοειδές κωνικό φρεάτιο για την υποδοχή της λάσπης και την απαγωγή της μέσω αγωγού χαλυβδοσωλήνων προς το αντλιοστάσιο επανόδου ενεργούς ιλύος που βρίσκεται σε επαφή με την δεξαμενή (ένα αντλιοστάσιο επανόδου ανά δεξαμενή). Η στέψη των δεξαμενών βρίσκεται κατά 0,5m ψηλότερα της στάθμης των υγρών, ενώ το ωφέλιμο βάθος υγρού κατά την γενέτειρα της δεξαμενής είναι 2,0m.

Ο σαρωτικός μηχανισμός αποτελείται από γέφυρα μήκους ίση με την ακτίνα της δεξαμενής και αποτελεί συνάμα και διάδρομο επίσκεψής της με προστατευτικά κιγκλιδώματα. Οδηγείται περιφερειακά με ελαστικούς τροχούς που κυλίνουν πάνω στη στέψη του εξωτερικού τοιχίου της δεξαμενής. Χαλύβδινο ξέστρο πυθμένα αναρτημένο από τη γέφυρα μετακινεί τη λάσπη προς το κεντρικό φρεάτιο καλύπτοντας ολόκληρη την επιφάνεια του πυθμένα της δεξαμενής χωρίς να αφήνει νεκρά σημεία.

Στη διεύθυνση από την περιφέρεια προς το κέντρο αυξάνει όχι μόνο η πυκνότητα της λάσπης αλλά και η ποσότητα αυτής. Γι' αυτό το ξέστρο προς το κέντρο συναντά αυξημένη αντίσταση και ταυτόχρονα διαθέτει μεγαλύτερη σαρωτική δυναμικότητα απ' ότι στην περιφέρεια. Για τους παραπάνω λόγους το ξέστρο διαθέτει ένα συγκεκριμένο καμπυλόγραμμο λογαριθμικό σχήμα, που έχει προκύψει από πολύχρονα πειράματα και πλατειά εμπειρία. Οι επιφάνειες απόξεσης φέρουν αντικαταστάσιμα συνθετικά ελαστικά άκρα, ώστε να μην πληγώνεται το σκυρόδεμα του πυθμένα. Στο κεντρικό κυκλικό φρεάτιο του πυθμένα περιστρέφεται τραπεζοειδής λάμα που χρησιμεύει στην αναμόχλευση της λάσπης ώστε να αποφεύγεται έμφραξη του αγωγού εξαγωγής της.

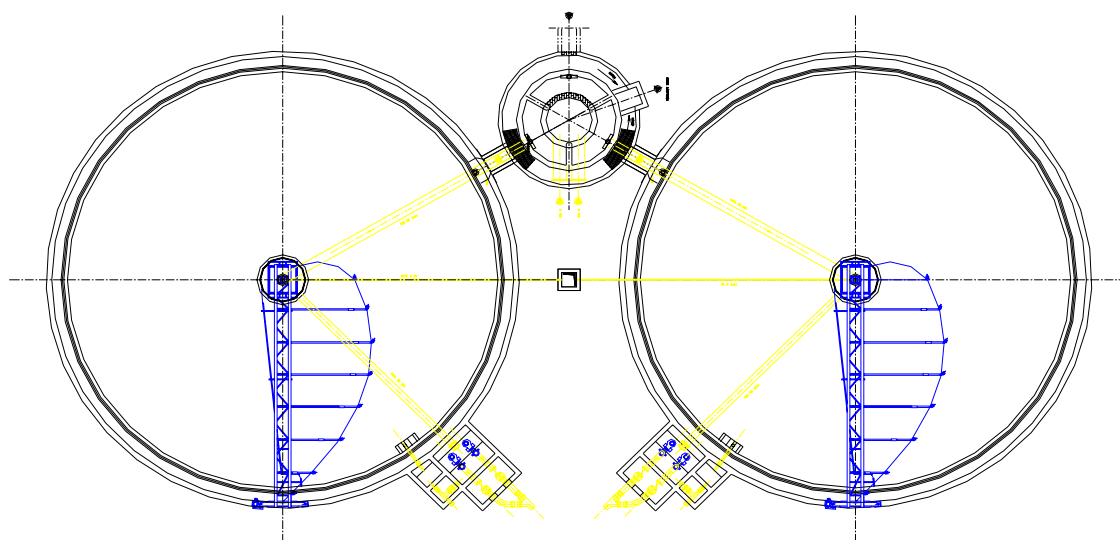
Χαλύβδινο τύμπανο που είναι εγκατεστημένο στο κέντρο και ομοκυκλικά της κολώνας έδρασης της γέφυρας, χρησιμεύει σαν ανακλαστήρας της εισερχόμενης παροχής (φράγμα ηρεμίας), ώστε να μειωθεί ακόμη περισσότερο η ταχύτητά της. Το κάτω μέρος του τύμπανου, απ' όπου και εξέρχονται τα λύματα, είναι σε κατάλληλο ύψος από τον πυθμένα της δεξαμενής ώστε να μην διαταράσσεται και ανυψώνεται η καθιζάνουσα λάσπη. Εξωτερικά των τοιχίων του καναλιού συλλογής υπερχειλίσεων, υπάρχει ένας ρυθμιζόμενος οδοντωτός υπερχειλιστής ο οποίος με κατάλληλη ρύθμιση επιτυγχάνει ένα απόλυτα οριζόντιο επίπεδο υπερχείλισης. Έτσι η υπερχείλιση γίνεται ομοιόμορφα από όλη την περιφέρεια και όχι τοπικά από τομείς μικρότερου υψομέτρου. Ο

υπερχειλιστής συνοδεύεται με φράγμα συγκράτησης επιπλεόντων, ώστε τα επιπλέοντα να μην παρασύρονται από το υπερχειλίζον υγρό.

Επιφανειακό ξέστρο που οδηγείται από την γέφυρα, παρασύρει τα επιπλέοντα προς την περιφέρεια και στη συνέχεια τα ωθεί μέσα σε χοάνη συλλογής, απ' όπου συγκεντρώνονται σε παράπλευρο φρεάτιο συλλογής. (το φρεάτιο αυτό είναι σε επαφή με το αντλιοστάσιο επανόδου ιλύος).

Η λάσπη από τις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης οδεύει προς το αντλιοστάσιο επανόδου ενεργούς ιλύος που βρίσκεται σε επαφή με το κυλινδρικό τοίχωμα της δεξαμενής. Κάθε δεξαμενή έχει δυνατότητα να απομονωθεί διακόπτοντας την τροφοδοσία της με τα θυροφράγματα που είναι εγκατεστημένα στο μεριστή-συλλέκτη παροχής προς τις δεξαμενές καθίζησης.

### ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ



### ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΙΛΥΟΣ

Για να διατηρηθεί μέσα στη μονάδα αερισμού η απαιτούμενη συγκέντρωση ενεργούς ιλύος, θα πρέπει η ενεργός ιλύς που καθιζάνει στις δεξαμενές καθίζησης να επαναφέρεται στις δεξαμενές αερισμού, διότι η ενεργός ιλύς συνεχώς εξέρχεται από τις δεξαμενές αερισμού προς τις δεξαμενές καθίζησης.

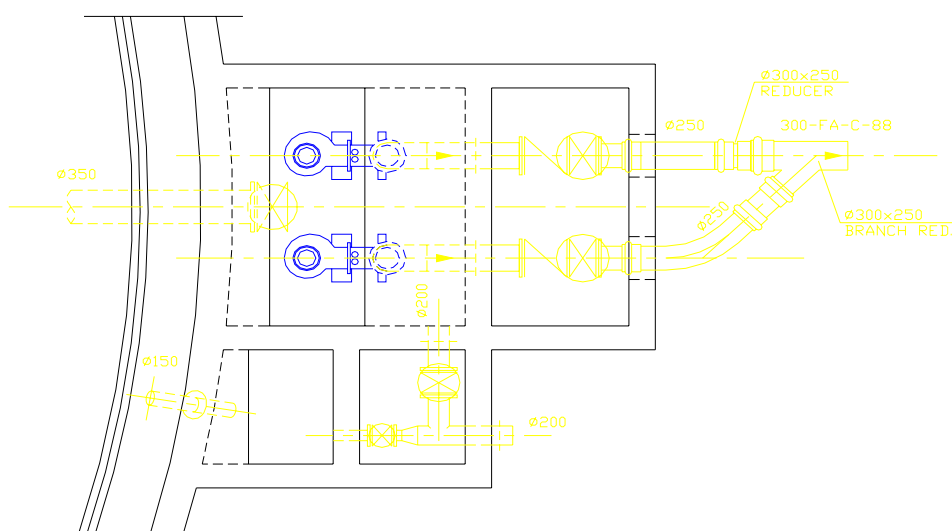
Ταυτόχρονα επειδή κατά τη βιολογική διεργασία η ενεργός ιλύς συνεχώς πολλαπλασιάζεται και συνεπώς η μάζα της αυξάνεται, θα πρέπει η καθαρή παραγωγή της ενεργού ιλύος να απομακρύνεται από την βιολογική βαθμίδα προς τη γραμμή επεξεργασίας της λάσπης.

Για τους παραπάνω λόγους ένα αντλιοστάσιο επανόδου ενεργού ιλύος είναι σε επαφή με τις δεξαμενές Β' καθίζησης για την επάνοδο της ενεργού ιλύος από την Β' καθίζηση στο μεριστή παροχής προς Carrousel.

Για την επάνοδο της ιλύος από κάθε δεξαμενή Β' καθίζησης στον μεριστή παροχής προς Carrousel υπάρχουν δύο φυγοκεντρικές αντλίες, καταδύομενου

τύπου, παροχής 250 m<sup>3</sup>/h σε μανομετρικά 6m. Η ιλύς από κάθε αντλιοστάσιο επιστρέφει στο μεριστή παροχής προς Carousel με ένα καταθλιπτικό αγωγό φ300.

Για την απομάκρυνση της πλεονάζουσας ενεργού ιλύος βρίσκονται στο χώρο υποδοχής της επανερχόμενης ιλύος στον μεριστή παροχής δυο επιπλέον φυγοκεντρικές αντλίες, καταδυόμενου τύπου. Η αντλούμενη πλεονάζουσα ενεργός ιλύς τροφοδοτείται στον παχυντή ιλύος. Οι αντλίες επανόδου ιλύος φέρουν δικλείδες απομόνωσης και βαλβίδες αντεπιστροφής στους αγωγούς κατάθλιψης. Έτσι γίνεται δυνατή η απομόνωση τους σε περίπτωση βλάβης και η εναλλακτική τους λειτουργία, ώστε η διάταξη να διαθέτει ελευθερίες χειρισμών και λειτουργική ευελιξία.



## ΠΑΧΥΝΣΗ ΛΑΣΠΗΣ

Περιλαμβάνει μια κυκλική δεξαμενή εσωτερικής διαμέτρου 11m, εξοπλισμένη με περιστρεφόμενο ξέστρο – αναδευτήρα λάσπης. Η εισερχόμενη λάσπη τροφοδοτείται στο κέντρο με αγωγό που οδεύει παράλληλα με τη στάθμη του παχυντή και κάτω από την γέφυρα. Η γέφυρα του παχυντή είναι σταθερή κατασκευασμένη από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Στο κέντρο του φέρει τύμπανο εξομάλυνσης εισόδου με σκοπό τη μείωση της ταχύτητας της εισερχόμενης λάσπης, ώστε να μην διαταράσσονται οι ομαλές συνθήκες καθίζησης. Η λάσπη λόγω του αυξημένου χρόνου παραμονής δημιουργεί στον πυθμένα ζώνες αυξημένης περιεκτικότητας σε στερεά και έτσι επιτυγχάνεται η πάχυνσή της.

Μέρος του περιεχόμενου νερού στην λάσπη απελευθερώνεται και υπερχειλίζει σε περιμετρικό κανάλι συλλογής υπερχειλίσεων. Το υγρό αυτό επιστρέφει μέσω του δικτύου των στραγγιδίων στο θάλαμο υποδοχής των



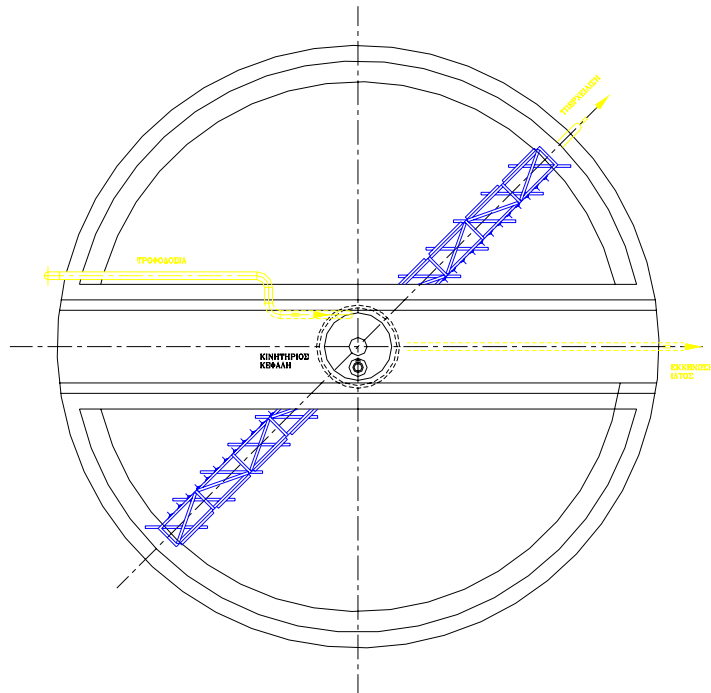
λυμάτων και ακολούθως στην είσοδο της εγκατάστασης προς επανεπεξεργασία διότι περιέχει πολλά αιωρούμενα στερεά και βιολογικό φορτίο.

Την πάχυνση της λάσπης υποβοηθά σημαντικά και το ζέστρο-αναδευτήρας λάσπης του παχυντή. Ο πυθμένας της δεξαμενής είναι διαμορφωμένος με κλίση ώστε να διευκολύνει την μεταφορά της λάσπης στο κέντρο, εργασία που εκτελείται κυρίως από το ζέστρο λάσπης. Στο κέντρο υπάρχει κυκλικό φρεάτιο για την συλλογή λάσπης, η οποία στη συνέχεια μεταφέρεται με αγωγό στη μονάδα αφυδάτωσης.

Το ζέστρο του πυθμένα διαφέρει από τα άλλα των δεξαμενών καθίζησης στο ότι είναι διπλό καλύπτοντας όλη τη διάμετρο του παχυντή. Είναι ανηρητημένο από τη γέφυρα και περιστρέφεται με κεντρικό μηχανισμό. Είναι κατασκευασμένο από χαλύβδινες δοκίδες και φέρει λεπίδες απόξεσης του πυθμένα με ρυθμιζόμενα ελαστικά άκρα ώστε να μην πληγώνεται το σκυρόδεμα του πυθμένα της δεξαμενής. Επιπλέον το ζέστρο του παχυντή φέρει και κατακόρυφες ράβδους που δημιουργούν διόδους εντός της λάσπης ώστε να απελευθερώνεται το νερό και να οδεύει προς την υπερχειλίση βοηθώντας σημαντικά την διεργασία της πάχυνσης.

Περιμετρικά της δεξαμενής και πλευρικά του καναλιού συλλογής υπερχειλίσεων, υπάρχει ρυθμιζόμενος υπερχειλιστής με κατάλληλη ρύθμιση που επιτυγχάνει ένα απόλυτο οριζόντιο επίπεδο υπερχείλισης. Έτσι η υπερχείλιση γίνεται ομοιόμορφα απ' όλη την περιφέρεια και όχι τοπικά από περιοχές μικρότερου υψομέτρου.

Στο κέντρο της δεξαμενής πάνω στη γέφυρα λειτουργεί κατακόρυφος ηλεκτρομειωτήρας που περιστρέφει κεντρικό δακτυλιοειδή ένσφαιρο τριβέα μεγάλης διαμέτρου (1200mm ) με εξωτερική οδόντωση ο οποίος συνδέεται ομοαξονικά με τον άξονα του ζέστρου-αναδευτήρα λάσπης.



## ΧΛΩΡΙΩΣΗ – ΟΙΚΙΣΚΟΣ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ

Η μονάδα αποτελείται από τα εξής επιμέρους τμήματα

### A. Φρεάτιο εισόδου – εκτροπής χλωρίωσης

Στο φρεάτιο αυτό εισέρχεται ο αγωγός μεταφοράς των λυμάτων από τις δεξαμενές καθίζησης διαμέτρου φ800. εντός του φρεατίου γίνεται και η προσθήκη απολυμαντικού μέσου (υποχλωριώδες νάτριο).

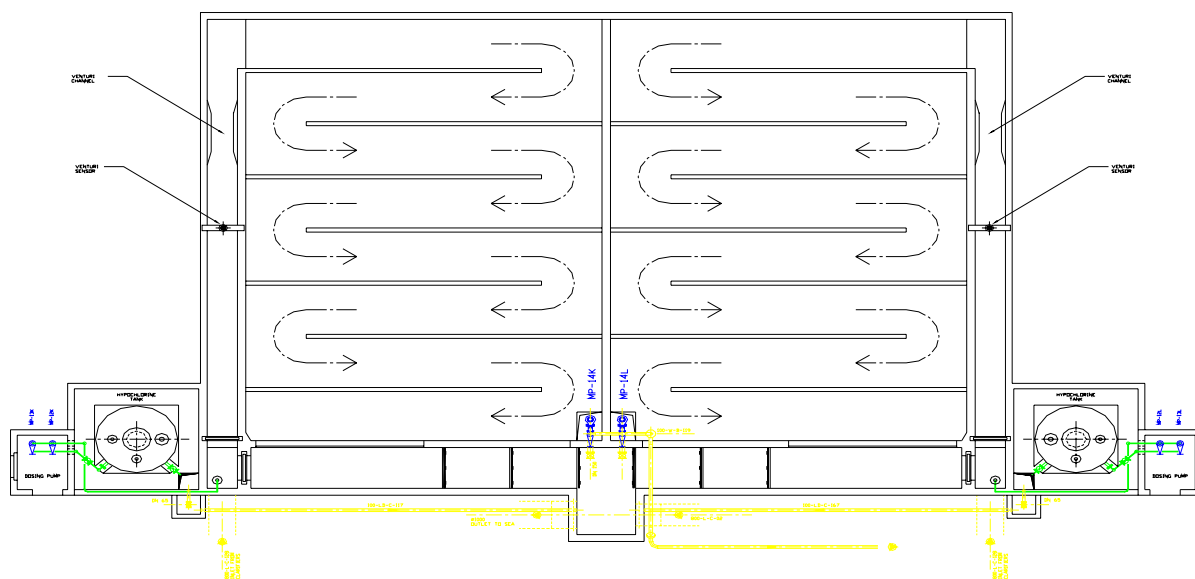
### B. Δίαυλος Venturi μέτρησης της παροχής

Κατάντη του φρεατίου εισόδου του χλωρίου υπάρχει ο δίαυλος Venturi για τη μέτρηση της παροχής των λυμάτων στην έξοδο της μονάδας. Η μέτρηση παροχής στην έξοδο έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

- έλεγχος τυχόν διαρροών από την μονάδα.
- Ρύθμιση των αντλιών δοσομέτρησης του υποχλωριώδους αναλογικά με την πραγματική παροχή στην είσοδο της χλωρίωσης, δεδομένου ότι η εξερχόμενη παροχή δεν ταυτίζεται με την εισερχόμενη λόγω παρουσίας αυτόματων ρυθμιζόμενων υπερχειλιστών στις δεξαμενές αερισμού.

Η διάταξη μέτρησης της παροχής περιλαμβάνει αισθητήριο στάθμης με εκπομπή υπερήχων και μετατροπέα του σήματος στάθμης σε παροχή. Η διέλευση των λυμάτων αφ' ενός προς τον δίαυλο Venturi και περαιτέρω προς το θάλαμο χλωρίωσης-επαφής αλλά και εφ' ετέρου προς το φρεάτιο εξόδου, σε περίπτωση παράκαμψης θαλάμου χλωρίωσης, γίνεται με κατάλληλο χειρισμό δύο θυροφραγμάτων. Συγκεκριμένα με το ένα θυρόφραγμα απελευθερώνεται η διέλευση των λυμάτων απευθείας προς το φρεάτιο εξόδου και μέσω του δεύτερου απομονώνεται η είσοδος του θαλάμου χλωρίωσης.

### Γ. Θάλαμος χλωρίωσης – επαφής



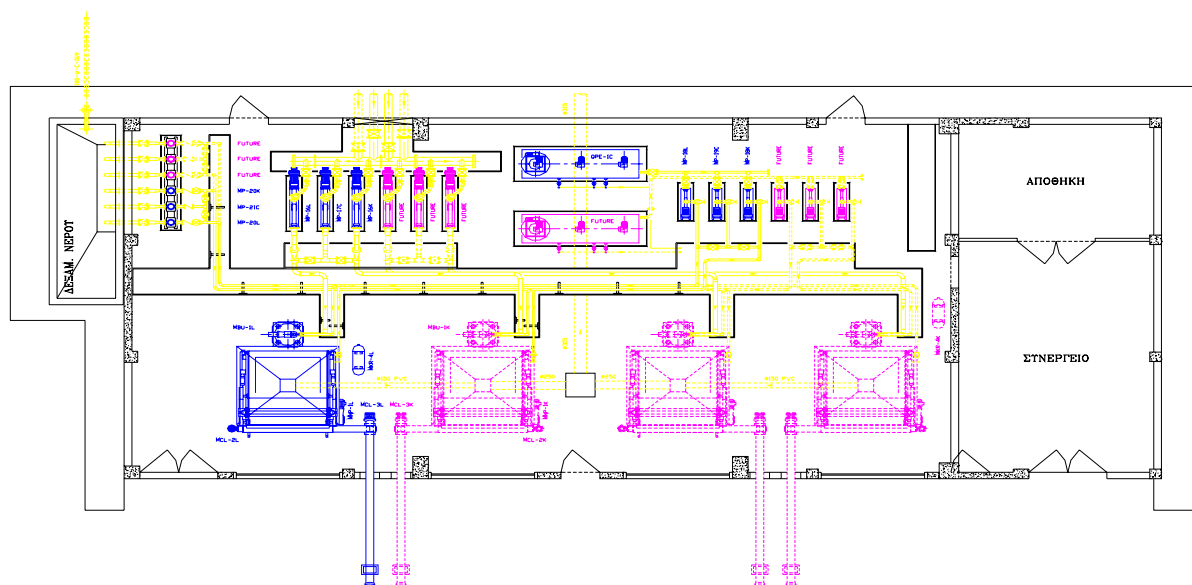
Ο θάλαμος επαφής των λυμάτων με το χλώριο αποτελείται από διαμήκη εσωτερικά τοιχία με μαιανδρική διαδρομή των λυμάτων και περιλαμβάνει οκτώ διαδρόμους πλάτους 1.8m ο καθένας.

### Δ. Φρεάτιο εξόδου

Μετά την υπερχειλίση της δεξαμενής χλωρίωσης τα επεξεργασμένα λύματα υπερχειλίζουν από υπερχειλίση λεπτής στέψης, μήκους 5m και εισέρχονται σε βαθμιδωτό κατερχόμενο κανάλι τύπου καταρράκτη (cascade) και από εκεί πηγαίνουν στο χώρο από όπου εκκινεί αγωγός  $\phi 1000$  εξόδου (ο αγωγός αυτός είναι κοινός για τη γραμμή Κορίνθου και για τη γραμμή Λουτρακίου). Στον ίδιο χώρο στο βάθος του βαθμιδωτού καταρράκτη εισέρχεται και ο παρακαμπτήριος αγωγός (by-pass)  $\phi 700$  από την προεπεξεργασία. Ο αγωγός αυτός είναι παρακαμπτήριος και για το σύνολο της μονάδας και για την βιολογική βαθμίδα.

### Ε. Εξοπλισμός χλωρίωσης

Η χλωρίωση των λυμάτων γίνεται με διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου  $\text{NaOCl}$  και όχι με αέριο χλώριο για λόγους επικινδυνότητας απλουστευμένων χειρισμών και εύκολης προμήθειας. Η διάταξη περιλαμβάνει:



- Κυλινδρική κατακόρυφη δεξαμενή κατασκευασμένη από συνθετικό υλικό για την αποθήκευση του NaOCl. Η δεξαμενή αποθήκευσης διαθέτει στεγανή θυρίδα επίσκεψης, αναμονές τροφοδοσίας, υπερχειλίσης και αποστράγγισης. Φέρει δίκτυο πλήρωσης με κατάλληλη εξωτερική αναμονή για την σύνδεση βυτιοφόρου οχήματος, ώστε η διαδικασία να είναι απόλυτα ασφαλής χωρίς παρέμβαση ανθρώπινου παράγοντα.

- Ορθογωνική επιφανειακή δεξαμενή από οπλισμένο σκυρόδεμα με κατάλληλο ύψος τοιχίων, εντός της οποίας τοποθετείται η κυλινδρική πολυεστερική δεξαμενή αποθήκευσης του NaOCl. Σε περίπτωση διαρροής υποχλωριώδους νατρίου από τον αποθηκευτή το διαβρωτικό υγρό θα συλλέγεται μέσα στην δεξαμενή προστατεύοντας έτσι τον εξοπλισμό και το προσωπικό.

- Δοσομετρικές αντλίες για την τροφοδότηση της απαιτούμενης ποσότητας διαλύματος NaOCl στο φρεάτιο ανάμειξης λυμάτων-χλωρίου. Οι δοσομετρικές αντλίες είναι ηλεκτροκίνητες, ρυθμιζόμενης διαδρομής, με δυνατότητα ρύθμισης της παροχής 0-100%. Κάθε δοσομετρική αντλία είναι ικανή να καλύψει τις ανάγκες απολύμανσης της παροχής αιχμής και συνεπώς η δεύτερη αποτελεί καθαρή εφεδρεία. Επιπλέον η λειτουργία της κύριας αντλίας ρυθμίζεται αυτόματα με βάση το σήμα παροχής που δίνεται από τον μετρητή παροχής. Έτσι η δοσομέτρηση γίνεται αναλογικά της παροχής (μεγάλη παροχή λυμάτων - μεγάλη δόση χλωρίου, μικρή παροχή - μικρή δόση) ώστε να υπάρχει πάντα επάρκεια απολυμαντικού μέσου χωρίς κίνδυνο όμως πιθανής υπερχλωρίωσης.

#### Στ. Οικίσκος χλωρίωσης

Ο παραπάνω εξοπλισμός με τις δοσομετρικές αντλίες καθώς και τους αυτοματισμούς τους για την διαδικασία της χλωρίωσης, είναι εγκατεστημένος στον οικίσκο χλωρίωσης.

## ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

### ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΦΩΣΦΟΡΟΥ

Ο φώσφορος είναι ένα από τα βασικά θρεπτικά στοιχεία μαζί με το άζωτο για την ανάπτυξη της βιομάζας και για το λόγο αυτό η παρουσία του στα λύματα είναι σημαντική, καθόσον καθορίζει την πορεία των διεργασιών κατά την βιολογική επεξεργασία. Οι ενώσεις φωσφόρου είναι χαρακτηριστικές ενώσεις των ζώντων οργανισμών και εκλύονται με την διάσπαση των κυττάρων, έτσι τα ανθρώπινα απόβλητα, τα απόβλητα ζώων και τα απόβλητα βιομηχανιών επεξεργασίας βιολογικών υλικών όπως τα τρόφιμα είναι οι κύριες πηγές φωσφόρου. Τα απορρυπαντικά για οικιακή και βιομηχανική χρήση συχνά περιέχουν φωσφορικά για την αύξηση της δραστηριότητας του προϊόντος. Έτσι ο φώσφορος των οικιακών αποβλήτων προέρχεται κατά 50% από τα απορρυπαντικά και κατά 50% από τα ανθρώπινα υγρά απόβλητα.

Η βιομηχανία φωσφορικών λιπασμάτων παράγει επίσης απόβλητα που περιέχουν ανόργανο φώσφορο υπό τη μορφή των φωσφορικών. Τέλος φώσφορος χρησιμοποιείται και στη βιομηχανία επεξεργασίας μετάλλων, καθώς επίσης και κατά τον καθαρισμό του νερού για την παραγωγή ατμού.

Κατά την επεξεργασία των λυμάτων και ειδικότερα για το σύστημα της ενεργούς ιλύος ο απαιτούμενος ελάχιστος λόγος  $BOD_5 : P$  έχει υπολογιστεί ότι θα πρέπει να είναι 100:1.

Ωστόσο, όταν εμφανίζεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις στην εκροή, μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα ρύπανσης στον αποδέκτη, εξαιτίας της πρόκλησης υπέρμετρης ανάπτυξης (ευτροφισμό) της υδροχαρούς χλωρίδας (αλγών κ.λ.π).

Αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της συγκέντρωσης του διαλελυμένου οξυγόνου στο νερό με επόμενες συνέπειες την αναστολή της ανάπτυξης της υδροχαρούς κοινωνίας και προβλήματα οσμών και γεύσης του νερού προς χρήση.

Ο φώσφορος στα λύματα εμφανίζεται σαν οργανικός φώσφορος εντός του πρωτοπλάσματος των κυττάρων, σαν σύμπλοκο ανόργανων πολυφωσφορικών και σαν ανόργανος διαλυτός με τη μορφή των ορθοφωσφορικών, μορφή με την οποία ο φώσφορος είναι περισσότερο διαθέσιμος για βιολογική χρήση ή για καταβύθιση με άλατα μετάλλων.

Κατά την διάρκεια επεξεργασίας το μεγαλύτερο ποσοστό του οργανικού και τον φωσφορικών συμπλοκών μετατρέπεται σε ανόργανα ορθοφωσφορικά, ενώ σε λύματα τα οποία έχουν υποστεί χημική απομάκρυνση φωσφόρου, το μεγαλύτερο ποσοστό του φωσφόρου εκροής βρίσκεται με τη μορφή αδιάλυτων μορφών φωσφορικών.

Στα περισσότερα έργα επεξεργασίας λυμάτων, περίπου το 10% του φωσφόρου που αντιστοιχεί στο τμήμα των αδιάλυτων μορφών φωσφόρου απομακρύνεται μέσω βιολογικών διεργασιών, όπως για την σύνθεση καινούργιων κυττάρων ή με προσρόφηση στα βακτηριακά κύτταρα. Στις συμβατικές εγκαταστάσεις βιολογικής επεξεργασίας, υπολογίζεται ότι για τη σύνθεση της βιολογικής λάσπης χρησιμοποιείται ποσότητα φωσφόρου περίπου

1-2% της συντιθέμενης βιολογικής ιλύος. Η ποσότητα αυτή αφαιρείται από την υγρή φάση μέσω της λάσπης που απομακρύνεται καθημερινά.

Σε συστήματα σχεδιασμένα για βιολογική απομάκρυνση φωσφόρου, το ποσοστό αυτού εντός της ιλύος μπορεί να ανέλθει σε 8-105 επομένως ένα σημαντικό μέρος του φωσφόρου μπορεί να απομακρυνθεί. Στα συστήματα βιολογικής απομάκρυνσης του φωσφόρου τα λύματα πριν την είσοδό τους στις δεξαμενές νιτροποίησης / απονιτροποίησης, διέρχονται μέσω μιας αναερόβιας δεξαμενής. Η δεξαμενή αυτή χρησιμεύει για την επίτευξη των συνθηκών εκείνων που θα επιτρέπουν τη μεγαλύτερη απομάκρυνση του φωσφόρου από το σύστημα με την απομάκρυνση της πλεονάζουσας λάσπης.

## **ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΦΩΣΦΟΡΟΥ**

Οι φυσικοχημικές τεχνικές απομάκρυνσης φωσφόρου είναι σήμερα τεχνολογικά προηγμένες και περιλαμβάνουν χημική καταβύθιση, επίπλευση ή φιλτράρισμα, ενώ μπορεί να αποτελούν τμήμα είτε της πρωτογενούς είτε της δευτερογενούς ή της τριτογενούς επεξεργασίας.

Οι χημικές διαδικασίες περιλαμβάνουν καταβύθιση με ασβέστη, θειικό αργίλιο, αργιλικό νάτριο, τριχλωριούχο ή θειικό σίδηρο.

Τα πολυμερή επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά σε συνδυασμό με ασβέστη, θειικό αργίλιο ή σίδηρο.

Οι παράγοντες που επιδρούν στην επιλογή του χημικού μέσου για απομάκρυνση του φωσφόρου είναι:

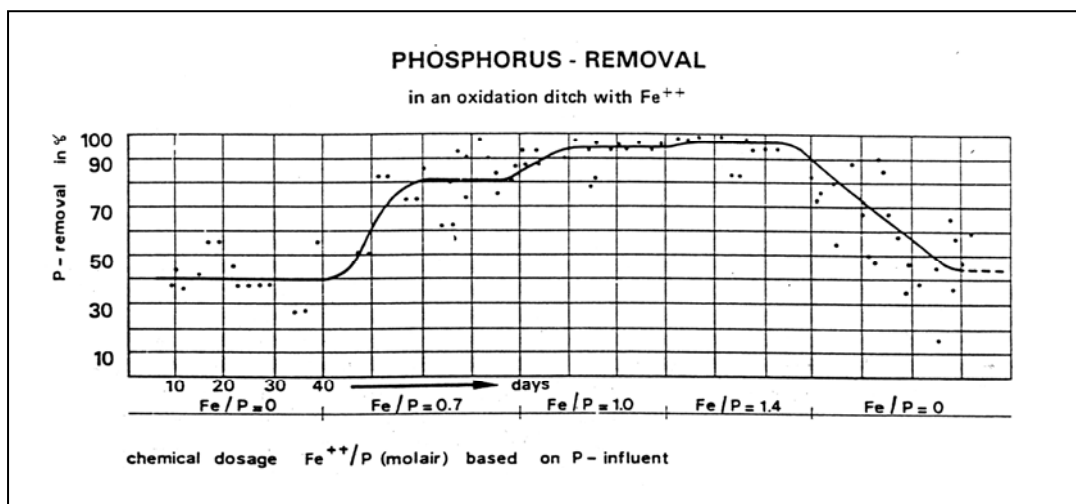
- το επίπεδο της συγκέντρωσης φωσφόρου στην είσοδο
- η συγκέντρωση των αιωρούμενων στερεών και η αλκαλικότητα των λυμάτων.
- Το κόστος των χημικών συμπεριλαμβανομένων των εξόδων μεταφοράς.
- Η ευχέρεια προμήθειας χημικού μέσου.
- Οι δυνατότητες διαχείρισης της ιλύος και διάθεσής της .
- Η συμβατικότητα με τις άλλες διαδικασίες επεξεργασίας στο έργο.
- Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις εξαιτίας της χρήσης χημικών.

## **Ταυτόχρονη καταβύθιση φωσφόρου εντός των δεξαμενών αερισμού**

Τα χημικά μέσα μπορούν να προστεθούν σε διάφορα σημεία της διαδικασίας της επεξεργασίας αλλά επειδή τα πολυφωσφορικά και ο οργανικός φώσφορος απομακρύνεται περισσότερο δύσκολα σε σχέση με τις ορθοφωσφορικές μορφές, η προσθήκη θειικού αργιλίου ή αλάτων σιδήρου κατά την δευτερογενή επεξεργασία ( όπου ο οργανικός φώσφορος και τα πολυφωσφορικά έχουν μετατραπεί σε ορθοφωσφορικά) συνήθως είναι αποτελεσματικότερη για την καλύτερη απομάκρυνση του φωσφόρου.

Οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις είναι απλές δεδομένου ότι απαιτείται απλώς δοσομέτρηση των χημικών κοντά σε ένα αεριστήρα του Carrousel, όπου η ανάμιξη είναι περισσότερο έντονη (εντατική). Η επιτυγχανόμενη απόδοση απομάκρυνσης φωσφόρου εξαρτάται από την δοσομετρούμενη ποσότητα χημικού και ανέρχεται έως και 95%.

Συνήθη χημικά που χρησιμοποιούνται είναι άλατα του σιδήρου και αλουμινίου. Εξαιτίας του παρατεταμένου αερισμού στις δεξαμενές Carrousel, τα άλατα του δισθενούς σιδήρου που αποτελεί και την πλέον οικονομική λύση, είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά διότι ο δισθενής σίδηρος οξειδώνεται σε τρισθενή εντός των δεξαμενών αερισμού. Η απαιτούμενη χημική δόση εκφρασμένη σε γραμμομοριακή αναλογία  $Fe^{+2}/P$  ( βασιζόμενη στη συγκέντρωση P εισροής ) για απομάκρυνση φωσφόρου στις δεξαμενές αερισμού μεγαλύτερη από 90% και συγκέντρωση φωσφόρου στην έξοδο μικρότερη από 5mg/l κυμαίνεται μεταξύ 1.2-1.4 (σχήμα 1.1).

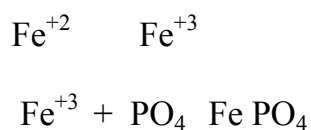


(σχήμα 1.1)

Συνηθισμένο χημικό μέσο για την καταβύθιση φωσφόρου στις δεξαμενές Carrousel είναι το δισθενές άλας του σιδήρου  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ , που είναι ιδιαίτερα οικονομικό και αποτελεσματικό.

Ο μηχανισμός των αντιδράσεων με τα κροκιδωτικά μέσα, είναι πολύπλοκος και μόνο κατά ένα τμήμα κατανοητός. Η πρωταρχική δράση εμφανίζεται να είναι η αντίδραση των ορθοφωσφορικών με το δραστικό μέταλλο. Οι ενώσεις των πολυφωσφορικών και του οργανικού φωσφόρου απομακρύνονται είτε παγιδευμένες, είτε προσροφούμενες στα σωματίδια των κροκιδών.

Τα κροκιδωτικά σιδήρου καταβυθίζουν τα ορθοφωσφορικά με τη συνένωση των τελευταίων με το ιόν σιδήρου σύμφωνα με την παρα κάτω αντίδραση:



Η παραπάνω αντίδραση δείχνει ότι η γραμμομοριακή αναλογία Fe/P είναι 1:1, η οποία αντιστοιχεί σε μια κατά βάρος αναλογία Fe: P ίση με 1,8 : 1.

Ωστόσο απαιτούνται μεγαλύτερες ποσότητες σιδήρου προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι απαιτήσεις των αντιδράσεων με τη φυσική αλκαλικότητα σύμφωνα με την παρακάτω ανταγωνιστική αντίδραση:



Οι αντιδράσεις αλκαλικότητας είναι απαραίτητες εφόσον η καταβύθιση του υδροξειδίου του σιδήρου υποβοηθά την καθιζισσιμότητα των κολλοειδών φωσφορικών αλάτων.

Η βέλτιστη περιοχή pH για την καταβύθιση φωσφόρου με σίδηρο κυμαίνεται μεταξύ 4,5 και 5. Ωστόσο σημαντική απομάκρυνση φωσφόρου επιτυγχάνεται και σε τιμές pH κοντά στην τιμή 7 και λίγο υψηλότερες.

Τα πλεονεκτήματα της απομάκρυνσης του φωσφόρου κατά την δευτερογενή επεξεργασία ( στη δεξαμενή αερισμού) είναι το χαμηλότερο κόστος και η χαμηλότερη δόση χημικών, η βελτίωση της σταθερότητας της ενεργού ιλύος και η μη απαίτηση προσθήκης πολυμερών.

Αντίθετα ένα η απομάκρυνση του φωσφόρου πραγματοποιείται κατά την πρωτογενή επεξεργασία (pre-precipitation) ελαχιστοποιείται η αποδοτικότητα της χρήσης των μετάλλων ως κροκιδωτικά και ελαττώνεται η αναλογία BOD/N που καθορίζει την σωστή και αποδοτική λειτουργία της βιολογικής βαθμίδας και ειδικότερα η διεργασία της απονιτροποίησης.

Η απομάκρυνση φωσφόρου με την βοήθεια χημικών μέσων εντός της δεξαμενής αερισμού αν και έχει σαν αποτέλεσμα οι κροκίδες του ανάμικτου υγρού να έχουν λιγότερα πρωτόζωα, δεν επηρεάζει την αποδοτικότητα της διεργασίας ως προς την απομάκρυνση του BOD.

Ωστόσο η ποσότητα της παραγόμενης λάσπης σε μια τέτοια διαδικασία κυμαίνεται γενικά μεταξύ 30-50% υψηλότερα της ποσότητας που παράγεται κατά την βιολογική επεξεργασία χωρίς προσθήκη χημικών μέσων.

Αυτή η αύξηση της παραγωγής στερεών συνοδεύεται από βελτίωση των χαρακτηριστικών καθιζισσιμότητας, με αποτέλεσμα η εκατοστιαία αύξηση του όγκου της λάσπης να είναι ελάχιστη εξαιτίας της υψηλής πυκνότητας της.

## **ΧΗΜΙΚΗ ΠΡΟΚΑΘΙΖΗΣΗ**

Τα χημικά μέσα για την απομάκρυνση φωσφόρου μπορούν επίσης να προστεθούν πριν τη δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης, σε μια μονάδα επεξεργασίας λυμάτων.

Όταν τα άλατα αλουμινίου ή σιδήρου προστίθενται σε ανεπεξέργαστα λύματα, αντιδρούν με τις διαλυτές μορφές των ορθοφωσφορικών προς σχηματισμό ιζήματος. Ο οργανικός φώσφορος και τα πολυφωσφορικά απομακρύνονται μέσω πιο σύνθετων αντιδράσεων και μέσω προσρόφησης στα σωματίδια των κροκίδων. Αντίθετα ο αδιαλυτοποιημένος φώσφορος



απομακρύνεται με την πρωτοβάθμια ιλύ, συγχρόνως με την απομάκρυνση ποσοτήτων αιωρούμενων στερεών και BOD.

Επαρκής ανάμιξη και κροκίδωση με το χημικό μέσο θεωρούνται απαραίτητες διαδικασίες πριν τη πρωτοβάθμια καθίζηση. Η προσθήκη πολυμερών απαιτείται επίσης για την υποβοήθηση της καθίζησης, ενώ η προσθήκη μιας βάσης είναι απαραίτητη σε περιπτώσεις χαμηλής αλκαλικότητας ώστε να διατηρηθεί το pH σε μια περιοχή μεταξύ 5-7 με την προσθήκη των μεταλλικών αλάτων. Η δοσομέτρηση μεταλλικών αλάτων εκφρασμένη σε γραμμομοριακή αναλογία ποικίλλει μεταξύ 1-3 μεταλλικού ιόντος προς φώσφορο ( $\text{mol}$  μετάλλου /  $\text{molP}$ ) εξαρτώμενη από τα χαρακτηριστικά των λυμάτων και τον επιθυμητό βαθμό απομάκρυνσης φωσφόρου, BOD και αιωρούμενων στερεών.

Συνηθισμένο χημικό μέσο για την χημική προκαθίζηση είναι το άλας-σιδήρου

$\text{FeClSO}_4$  που εφαρμόζεται σε δόση 20-30 mg  $\text{Fe}^{+3}$ /l ανάλογα με τη συγκέντρωση φωσφόρου στην είσοδο και έχει σαν αποτέλεσμα η συγκέντρωση φωσφόρου εκροής να είναι της τάξης των 1-5mg/l.

Ο συνδυασμός μεταλλικών αλάτων και πολυηλεκτρολυτών (σε δοσολογία: 0,2-0,5 mg ενεργού πολυηλεκτρολύτη) βελτιώνει τα χαρακτηριστικά των κροκίδων, διότι αυτές γίνονται μεγαλύτερες σε μέγεθος και ανθεκτικότερες, βελτιώνοντας έτσι και την καθίζησιμότητα, ενώ μειώνει το κόστος των χημικών (μικρότερες απαιτούμενες δόσεις).

Γενικότερα η απομάκρυνση P με χημική προκαθίζηση βελτιώνει τη διεργασία της πρωτοβάθμιας καθίζησης δεδομένου ότι είναι δυνατή η απομάκρυνση του 80-90% των αιωρούμενων στερεών, του 70-80% BOD και του 20-30% του ολικού αζώτου σε σχέση με αντίστοιχους βαθμούς απόδοσης μιας καλά σχεδιασμένης πρωτοβάθμιας καθίζησης χωρίς την προσθήκη χημικών που είναι 50-70% των αιωρούμενων στερεών, 25-40% BOD και 15-20% του ολικού αζώτου.

Ωστόσο η εφαρμογή προκαθίζησης κατά την βιολογική επεξεργασία θα πρέπει να γίνεται με προσοχή, δεδομένου ότι μπορεί να επιφέρει θετικά ή αρνητικά αποτελέσματα. Τα θετικά αποτελέσματα είναι η ελαττωμένη παραγωγή της δευτεροβάθμιας ιλύος, η αύξηση της ηλικίας της ιλύος η διευκόλυνση της βιολογικής βαθμίδας και του απαιτούμενου οξυγόνου λόγω σημαντικής ελάττωσης του BOD και τέλος η ελάττωση του ολικού αζώτου των λυμάτων λόγω απομάκρυνσης αυτού με την πρωτοβάθμια ιλύ. Ωστόσο ο υψηλός βαθμός της απομάκρυνσης του αζώτου κατά την πρωτοβάθμια επεξεργασία έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση του λόγου BOD/N συχνά κάτω από την τιμή που απαιτείται για τη σωστή λειτουργία και αποδοτικότητα των δεξαμενών αερισμού (νιτροποίησης-απονιτροποίησης). Η μειωμένη αποδοτικότητα της διεργασίας της απονιτροποίησης οφείλεται αφενός στην έλλειψη επαρκούς ποσότητας ευκόλως αποικοδομούμενου BOD, αφετέρου στην αυξημένη απομάκρυνση των βακτηριδίων απονιτροποίησης με την πρωτοβάθμια ιλύ.

## **ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΦΩΣΦΟΡΟΥ**

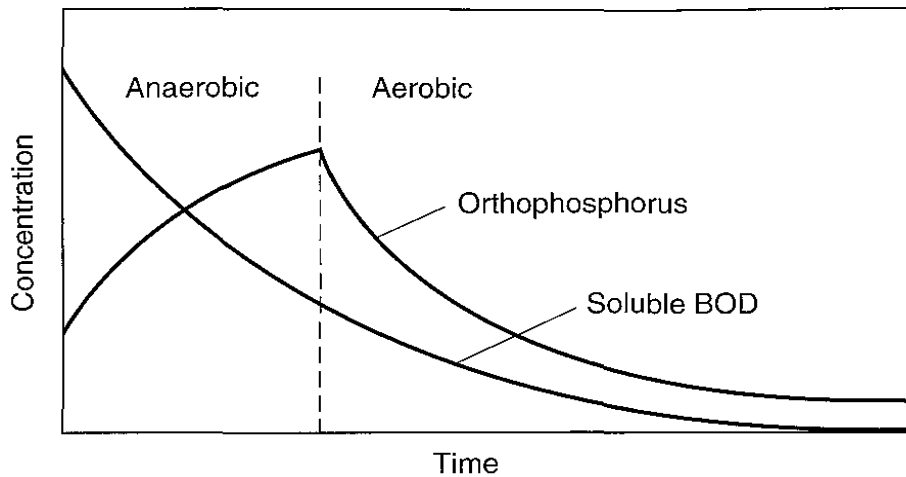
### **Μηχανισμός βιολογικής απομάκρυνσης φωσφόρου**

Συστήματα με αναερόβια φρεάτια έχουν χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα τα τελευταία 15 έτη για τη βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου και τον περιορισμό της αύξησης των νηματοειδών βακτηρίων, υπεύθυνων για προβλήματα διόγκωσης ιλύος και αφρισμού σε ΜΕΥΑ βιολογικής επεξεργασίας.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω οι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν το φώσφορο κατά τη διάρκεια της κυτταρικής σύνθεσης και μεταφοράς ενέργειας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αφαίρεση του εισερχόμενου φωσφόρου 10-30% στη βιολογική επεξεργασία. Για τελικά απόβλητα με χαμηλή συγκέντρωση φωσφόρου χρειάζεται επιπλέον αφαίρεση την οποία επιτυγχάνουν οι μικροοργανισμοί κάτω από ορισμένες αερόβιες συνθήκες.

Τα βακτήρια *acinetobacter*, οι κυριότεροι μικροοργανισμοί που συνεισφέρουν στην αφαίρεση φωσφόρου, όταν υπόκεινται σε αναερόβιες συνθήκες αφομοιώνουν και αποθηκεύουν τα προϊόντα ζύμωσης, παράγονται με την κατανάλωση εύκολα βιοδιασπάσιμων οργανικών ενώσεων από άλλα επαμφοτερίζοντα βακτήρια. Οι μικροοργανισμοί αυτοί *acinetobacter* χρησιμοποιούν για αφομοίωση την ενέργεια που προέρχεται από την υδρόλυση ενδοκυτταρικών υψηλής ενέργειας των αποθηκευμένων πολυφωσφορικών. Ο φώσφορος που προκύπτει απελευθερώνεται στο μικτό υγρό. Όταν στη συνέχεια οι ίδιοι μικροοργανισμοί υποβληθούν σε αερόβιες συνθήκες εκτός από οξυγόνο (για μεταβολισμό του προηγούμενως αποθηκευμένου υποστρώματος) καταναλώνουν φώσφορο πάνω από τα κανονικά επίπεδα, ο οποίος χρησιμοποιείται για κυτταρική σύνθεση, μεταφορά ενέργειας και επίσης αποθηκεύεται ως πολυφωσφορικά για μετέπειτα χρήση από τους μικροοργανισμούς. Η ιλύς που περιέχει τον επιπλέον φώσφορο είτε διατίθεται όπως έχει, είτε υφίσταται επεξεργασία για αφαίρεση της υπερβολικής ποσότητας φωσφόρου. Είναι σημαντικό να μην υποβληθεί η ιλύς στη συνέχεια σε αναερόβιες συνθήκες διότι μπορεί να απελευθερωθεί πάλι φώσφορος στο διάλυμα.

Για την απομάκρυνση του φωσφόρου επομένως απαιτείται αερόβιος και αναερόβιος αντιδραστήρας ή αερόβια ζώνη μέσα σε ένα αντιδραστήρα.



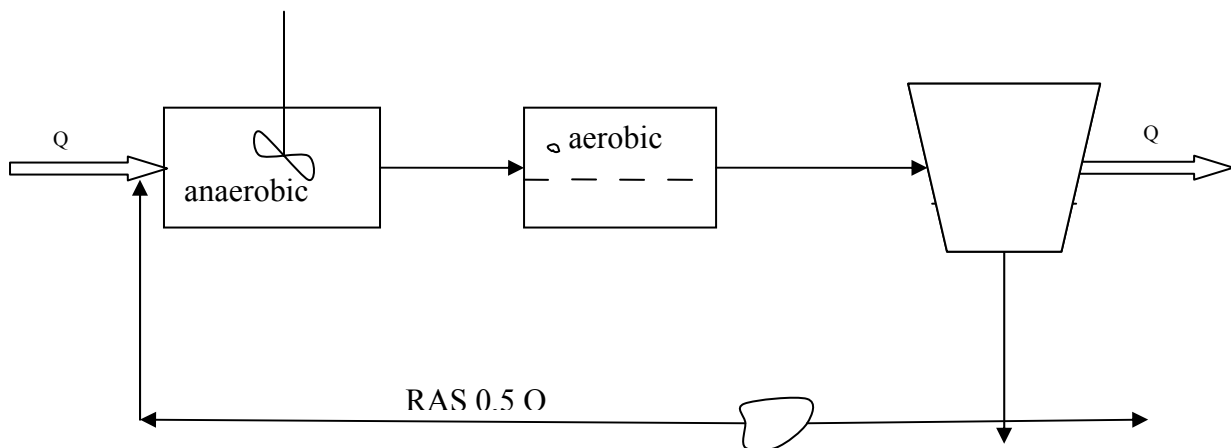
### Συστήματα Βιολογικής Αφαίρεσης Φωσφόρου

Δυο κοινά συστήματα που χρησιμοποιούνται μόνο για αφαίρεση φωσφόρου είναι οι διεργασίες A/O και Phostrip.

#### A) μέθοδος A/O

Η διεργασία A/O (Anaerobic/Oxic) είναι η απλούστερη μέθοδος βιολογικής αφαίρεσης φωσφόρου, κύριου ρεύματος (mainstream) παρόμοια με την κλασική μέθοδο ενεργού ιλύος.

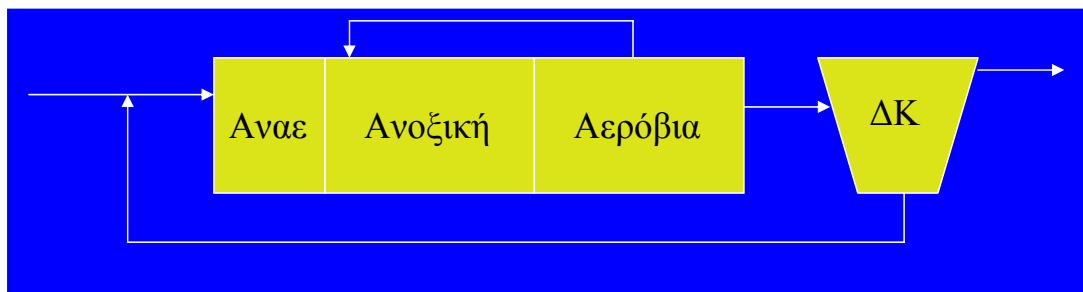
ΣΧΗΜΑ 1. διεργασία A/O



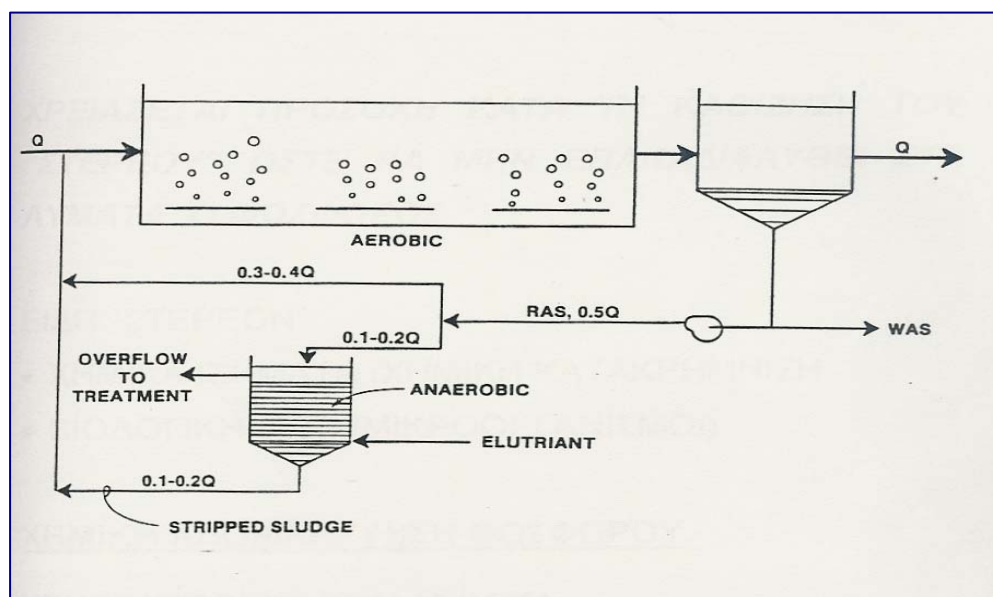
όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα το μικτό υγρό (είσοδος δευτεροβάθμιας επεξεργασίας συν ανακυκλοφορία ιλύος) διέρχεται από τον αναερόβιο αντιδραστήρα όπου απελευθερώνεται φώσφορος σαν διαλυμένα φωσφορικά. Επίσης γίνεται μια μικρή μείωση του BOD. Στη συνέχεια ο φώσφορος προσλαμβάνεται από την κυτταρική μάζα στην αερόβια επεξεργασία που

ακολουθεί. Στο αερόβιο στάδιο μπορεί επίσης να προβλεφθεί νιτροποίηση παρέχοντας τον ανάλογο χρόνο παρακράτησης. Ο φώσφορος που αποβάλλεται από τη διεργασία περιέχεται στην ενεργό ιλύ.

Η συγκέντρωση φωσφόρου στην έξοδο εξαρτάται κυρίως από το λόγο BOD προς φώσφορο της εισροής. Αν ο λόγος αυτός υπερβαίνει το 10: 1, ο διαλυτός φώσφορος της εκροής μπορεί να είναι λιγότερος του 1mg/l . στην αντίθετη περίπτωση απαιτείται πρόσθεση μεταλλικών αλάτων για μείωση του αποβαλλόμενου φωσφόρου. Το κυριότερο χαρακτηριστικό της μεθόδου A/O είναι ο υψηλός ρυθμός λειτουργίας. Η μέθοδος χρησιμοποιεί σχετικά μικρό χρόνο παρακράτησης στερεών και υψηλή οργανική φόρτιση που έχει σαν αποτέλεσμα αυξημένη παραγωγή ιλύος και αυξημένο ρυθμό αφαίρεσης φωσφόρου σε σχέση με την τροποποιημένη μέθοδο Barderpho. Σε σύγκριση με άλλες μεθόδους κυρίου ρεύματος παρουσιάζει υψηλή αφαίρεση φωσφόρου ανά μονάδα BOD.



## B) Μέθοδος phostrip



Η μέθοδος αυτή (παράπλευρου ρεύματος) χρησιμοποιεί ταυτόχρονα βιολογικές και χημικές μεθόδους αφαίρεσης φωσφόρου στο παραπάνω σχήμα φαίνεται το διάγραμμα διεργασίας.

Από την κλασική μέθοδο ενεργού ιλύος (10-30% της εισροής) διαβιβάζεται σε ένα τμήμα αναερόβιο αντιδραστήρα εκφύσησης (stripping) φωσφόρου. Ο τυπικός χρόνος παρακράτησης κυμαίνεται από 8-12 ώρες. Με τις αναερόβιες συνθήκες απελευθερώνεται φώσφορος από τους μικροοργανισμούς της ιλύος, ο οποίος ξεπλένεται από τα στερεά με τη συνεχή προσθήκη νερού έκπλυσης και απομακρύνεται με το υπερκείμενο υγρό. Η φτωχή σε φώσφορο ιλύς από τον αναερόβιο αντιδραστήρα συνδυάζεται με την ανακυκλοφορία ιλύος της δευτεροβάθμιας καθίζησης και επιστρέφει στη δεξαμενή αερισμού. Το πλούσιο σε φωσφόρο υπερκείμενο υγρό επεξεργάζεται με άσβεστο ή άλλο κροκιδωτικό σε ξεχωριστή δεξαμενή και για το διαχωρισμό των στερεών οδηγείται στην πρωτοβάθμια καθίζηση ή σε άλλη δεξαμενή κροκίδωσης/συσσωμάτωσης.

Ο φώσφορος σε ένα τέτοιο σύστημα αφαιρείται και μέσω της αποβαλλόμενης ιλύος από τη δευτεροβάθμια καθίζηση. Η ποσότητα φωσφόρου που αφαιρείται μέσω αποβαλλόμενης ιλύος (was) είναι 50-100% μεγαλύτερη της συμβατικής μεθόδου ενεργού ιλύος.

Συντηρητικά σχεδιασμένα συστήματα Phostrip παράγουν απόβλητα σε συνεχή βάση με περιεχόμενο φωσφόρου λιγότερο του 1mg/l. Το κύριο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι δεν είναι τόσο ευαίσθητη στο συνολικό BOD των εισερχόμενων αποβλήτων όπως οι άλλες βιολογικές μέθοδοι. Η απαίτηση ασβέστου είναι πολύ λιγότερη από τις χημικές μεθόδους αφαίρεσης όπου η πρόσθεση της ασβέστου γίνεται στο κύριο ρεύμα και όχι σε μικρό ποσοστό της ανακυκλοφορίας (10-20% του Q).

## **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΚΟΡΙΝΘΟΥ (ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΦΩΣΦΟΡΟΥ)**

<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ</b>	<b>ΧΕΙΜΩΝΑΣ</b>	<b>ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ</b>
Πληθυσμός	36000	45000
Μέση Ημερήσια Παροχή σχεδιασμού m <sup>3</sup> /d	7712	9640
Μέση Ωριαία Παροχή σχεδιασμού (24h/day) m <sup>3</sup> /h	321	402
Παροχή Ωριαίας Αιχμής m <sup>3</sup> /h l/s	734 204	918 255

## ΦΟΡΤΙΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

<b>BOD kg/d</b>	2160	2700
<b>BOD mg/l</b>	280	280
<b>SS kg/d</b>	2480	3100
<b>SS mg/l</b>	322	322
<b>Ολικό N kg/d</b>	344	430
<b>Ολικό N mg/l</b>	45	45
<b>Ολικός P kg/d</b>	122	152
<b>Ολικός P mg/l</b>	16	16

## ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΚΡΟΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
BOD διαλυτό mg/l	6	4
BOD ολικό mg/l	12	10
SS mg/l	20	20
NH <sub>4</sub> /N αμμωνιακό mg/l	0,3	0,5
NO <sub>3</sub> /N νιτρικό mg/l	10	10
N ολικό mg/l	10,3	10,5

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΩΝ ΑΖΩΤΟΥ

### Α. Σχεδιασμός για το καλοκαίρι

**Μάζα N διαθέσιμου για απονιτροποίηση =**  
**Μάζα εισερχόμενου N - Μάζα εξερχόμενου N - Μάζα N για βιοσύνθεση**

	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Συντελεστής Δέσμευσης N-NH <sub>4</sub> κατά την κυτταρική σύνθεση Ε.Ι kgN-NH <sub>4</sub> /kgBOD	0,035	0,035
Δεσμευόμενη Ποσότητα Ολικού Αζώτου kg/d	74	93
Υπολειπόμενη Ποσότητα Ολικού Αζώτου kg/d	270	337

Μάζα εισερχόμενου N =  $Q_{in} \times N_{in}$

Μάζα εξερχόμενου N =  $[Q_{in} \times NH_4/N_{out}] + [(Q_{in} \times NO_3/N_{out})]$

Μάζα N για βιοσύνθεση =  $0,15 \times Q_{in} \times N_{in}$

	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Φορτίο Εξόδου $NH_4/N$ (αμμωνιακού αζώτου) kg/d	1,9	4,8
Φορτίο προς Νιτροποίηση kg/d	268,1	332

### Μάζα N διαθέσιμη για απονιτροποίηση

	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Φορτίο εξόδου $NO_3/N$ (νιτρικού αζώτου) kg/d	77	96
Φορτίο προς απονιτροποίηση kg/d	191	236

### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΟΞΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

$$V_{\text{ανοξ}} = \frac{M_{NO_3-N_{\text{απομ}}}}{r_{dn} \times X}$$

$M_{NO_3-N_{\text{απομ}}}$  = ποσότητα N διαθέσιμη για απονιτροποίηση (g  $NO_3-N$  /day)

X = MLVSS στη δεξαμενή (g VSS/l)

$r_{dn}$  = ταχύτητα απονιτροποίησης (g  $NO_3-N$ /g VSS day)

	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Θερμοκρασία $^{\circ}C$	13	18
Max Ρυθμός Απονιτροποίησης kg $NO_3-N$ /kgMLVSS/d	0,045	0,045
Συντελεστής θερμοκρασίας	1,10	1,10
<b>Ρυθμός Απονιτροποίησης</b> kg $NO_3-N$ /kgMLVSS/d	0.023	0.037
<b>Ρυθμός Απονιτροποίησης</b> Kg $NO_3-N$ / kgMLVSS/h	0.0010	0.0015
Συγκέντρωση MLSS mg/l	4500	4000
Ποσοστό Πηκτικών στερεών %	65	65
<b>Απαιτούμενος Όγκος</b> <b>Ανοξικής Ζώνης m<sup>3</sup></b>	2827	2437

## Υπολογισμός εσωτερικής ανακυκλοφορίας

$$M_{NO_3-N_{απον}} = Q_{in} \times NO_3-N_{prod}$$

$$r = \frac{NO_3 - N_{prod}}{NO_3 - N_{out}} - 1 - R$$

### Α. Σχεδιασμός για το χειμώνα

Μάζα N διαθέσιμου για απονιτροποίηση =  
Μάζα εισερχόμενου N - Μάζα εξερχόμενου N - Μάζα N για βιοσύνθεση

$$\text{Μάζα εισερχόμενου N} = Q_{in} \times N_{in}$$

$$\text{Μάζα εξερχόμενου N} = [Q_{in} \times NH_4/N_{out}] + [Q_{in} \times NO_3/N_{out}]$$

Μάζα N για βιοσύνθεση

$$q_{dnT} = q_{dn20C} \theta^{T-20}$$

$$V_{ανοξ} = \frac{M_{NO_3-N_{απον}}}{q_{dn} \times X} \Rightarrow M_{NO_3-N_{απον}} = V_{ανοξ} \times q_{dn} \times X$$

## Υπολογισμός εσωτερικής ανακυκλοφορίας

$$M_{NO_3-N_{απον}} = Q_{in} \times NO_3-N_{prod}$$

$$r = \frac{NO_3 - N_{prod}}{NO_3 - N_{out}} - 1 - R$$

Υπερβολική αύξηση  $r \Rightarrow$  μεγάλη αραίωση  $BOD_{in} \Rightarrow q_{dn}$   
 $\Rightarrow$  μεταφορά DO στην ανοξική δεξαμενή

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΖΩΝΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Μέγιστ. Ρυθμός νιτροπ. Σε $T=15 \text{ kgNO}_3\text{-N/kgNSS/d}$	1,90	1,90
Ελάχιστη θερμοκρασία $^{\circ}\text{C}$	13	18
Συντελεστής θερμοκρασίας	1,03	1,03
PH	7,20	7,20



Συντελεστής Ph	0,833	0,833
Μέγιστη ρυθμός σε Γ και Ph kgNO <sub>3</sub> -N/kg/d	1,56	2,55

	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Διαλυμένο Οξυγόνο DO mg/l	2	2
Συντελεστής επίδρασης DO (K <sub>o</sub> ) mg /l	1,30	1,30
Μέγιστ. Ρυθμός σε DO=2 mg/l kgNO <sub>3</sub> -N /kgNSS /d	0,95	1,55

Για το σύνολο της αναερόβιας δεξαμενής

$$\theta = \frac{V}{Q + Q_r} =$$

	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Συντελεστής συγκέντρωσης NH <sub>4</sub> -N mg/l	0,32	0,57
Ρυθμός νιτροποίησης kgNO <sub>3</sub> -N/kgNSS/d	0,42	0,72
Ποσοστό Νιτροβακτ. (NSS/MLVSS) %	4,2	4,2
<b>Ρυθμός νιτροποίησης kgNO<sub>3</sub>-N/kgMLVSS/d</b>	0,018	0,030

### ΟΓΚΟΣ ΖΩΝΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Απαιτούμενος Όγκος Ζώνης Αερισμού m <sup>3</sup>	5187	4234
Απαιτούμενος Όγκος Ανοξικής Ζώνης m <sup>3</sup>	2827	2736
Συνολικά απαιτούμενος Όγκος m <sup>3</sup>	8014	6970
Ποσοστό Αερόβιας Ζώνης %	65	61

## ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ CARROUSEL

Η μονάδα βιοχημικής σταθεροποίησης του οργανικού άνθρακα και νιτροποίησης/απονιτροποίησης των λυμάτων με δύο δίδυμες δεξαμενές carrousel

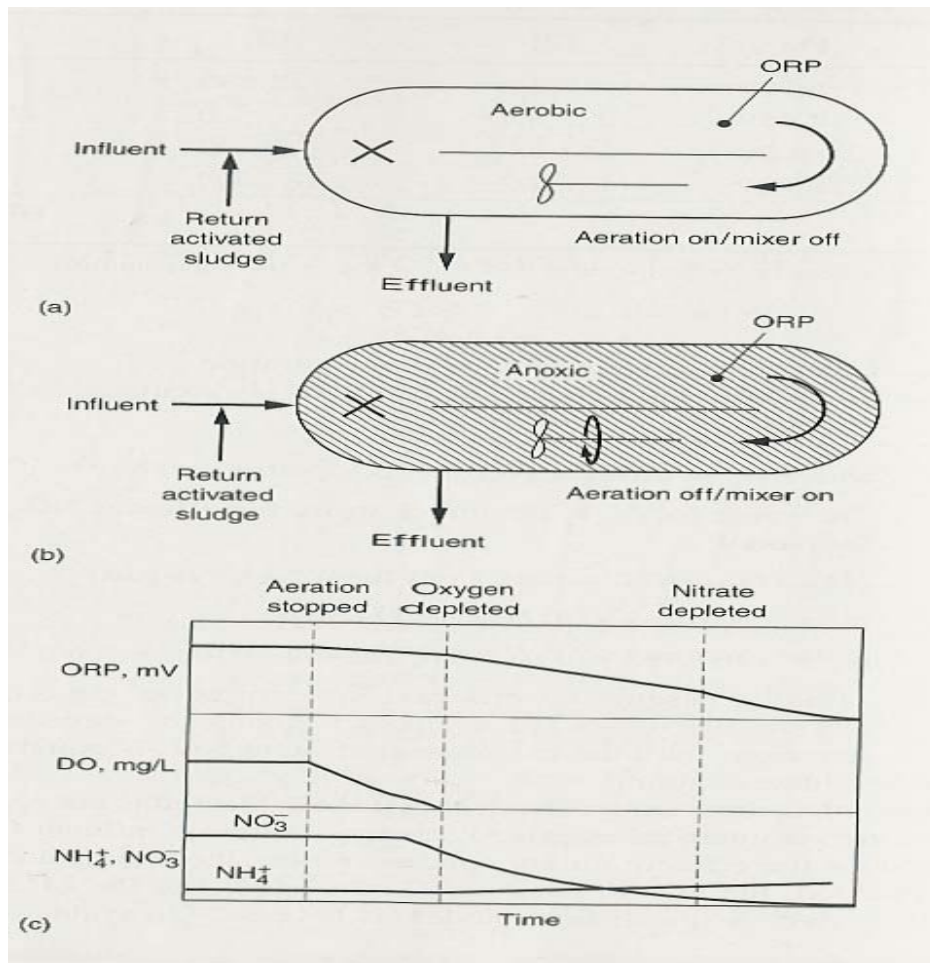
	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Αριθμός Δεξαμενών	2	2
Ευθύγραμμο Μήκος m	30	30
Ολικό Ευθύγραμμο Μήκος m	50	50
Βάθος Υγρού m	3,20	3,20
Όγκος για κάθε Δεξαμενή m <sup>3</sup>	3780	3780
Συνολικός Όγκος Δεξαμενών m <sup>3</sup>	7561	7561
Όγκος Αερισμού/Νιτροποίησης m <sup>3</sup>	4914	4914
Όγκος Απονιτροποίησης m <sup>3</sup>	2646	2646

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ

	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Υδραυλική φόρτιση (χώρου) kgBOD/m <sup>3</sup> /d	0,29	0,36
Φόρτιση στερεών kgBOD/kgMLSS/d	0,06	0,09
Χρόνος παραμονής (day)	1	0.8

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΜΕΝΗΣ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΙΛΥΟΣ

	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Ποσότητα αδρανών εισόδου kg/d	744	930
Ποσοστό μη βιοαποικοδ. Εισόδου kg/d	347	434



### Βιολογική Απομάκρυνση Νιτρικών ( $\text{NO}_3^-$ )

Απονιτροποίηση για βιοσύνθεση (μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν  $\text{NO}_3^-$  για παραγωγή βιομάζας)

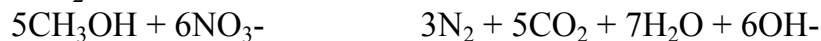


Απονιτροποίηση για παραγωγή ενέργειας (συνθήκες έλλειψης οξυγόνου)



Πραγματοποιείται από ετεροτροφικά βακτήρια (δυνατότητα χρήσης  $\text{O}_2$  και νιτρικών)

Οι μικροοργανισμοί για την οξείδωση οργανικών ενώσεων χρησιμοποιούν  $\text{NO}_3^-$  αντί  $\text{O}_2$



Ίδιες βιοχημικές αντιδράσεις με αερόβια αναπνοή (με εξαίρεση τελικό δέκτη  $e^-$ )  
 $\text{DO} = 0$  (διαφορετικά εννοείται η αερόβια οξείδωση)

	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Συντελεστής παραγωγής βιομάζας kg/d BODr	0,75	0,75
Ποσότητα παραγόμενης βιομάζας kg/d	1585	1996
Συντελ. Ενδογενούς αναπνοής 15 <sup>0</sup> C l/d	0,050	0,050
Συντελ. Ενδογενούς αναπνοής σεT l/d	0,044	0,060
Ποσοστό πτητικών ενεργούς ιλύος %	65	65
Ποσότητα διασπώμενης βιομάζας kg/d	640	761
Καθαρή Παραγωγή βιομάζας kg/d	2037	2599
Ηλικία Ιλύος d	16,7	11,8

#### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ BOD ΕΞΟΔΟΥ

	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Ρυθμός χρήσης BOD mg/l/d	0,145	0,204
Συντελεστής K l/d	0,020	0,020
Διαλυτό BOD εξόδου mg/l	5,1	5,3
Ολικό BOD εξόδου mg/l	11,1	11,3

#### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΖΩΤΟΥ ΕΞΟΔΟΥ

	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Συγκέντρωση TKN βιομάζας mg/l	10	10
Συγκέντρωση N-NH <sub>4</sub> εξόδου mg/l	0,25	0,50
Συγκέντρωση N προς νιτροποίηση δυνατότητα συστήματος mg/l	33	40
Συγκέντρωση N-NO <sub>3</sub> εξόδου mg/l	10	7
Συγκέντρωση NO <sub>3</sub> προς απονιτροποίηση δυνατότητα συστήματος mg/l	23	27
Συγκέντρωση N-NH <sub>4</sub> εξόδου mg/l		
Συγκέντρωση N-NO <sub>3</sub> εξόδου mg/l		
Συγκέντρωση ολικού N εξόδου mg/l		

## ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Συντελεστής οξείδωσης BOD kgO <sub>2</sub> /kgBOD	0,5	0,5
Συντελεστής Ενδογενούς Αναπνοής T= 20 kgO <sub>2</sub> /kgMLSS	0,100	0,100
Συντελεστής Ενδογενούς Αναπνοής σε T	0,058	0,058
Συντελεστής Νιτροποίησης kgO <sub>2</sub> /kg N-NH <sub>4</sub>	4,57	4,57
Συντελεστής Απονιτροποίησης kgO <sub>2</sub> /kg N-NO <sub>3</sub>	2,80	2,80
Απαιτούμενο O <sub>2</sub> για απομάκρυνση BOD kgO <sub>2</sub> /d	1057	1331
Απαιτούμενο O <sub>2</sub> για νιτροποίηση N kgO <sub>2</sub> /d	1225	1517
Απαιτούμενο O <sub>2</sub> για την βιομάζα kgO <sub>2</sub> /d	1985	2593
Παραγώμενο οξυγόνο απονιτροποίησης kgO <sub>2</sub> /d	535	535
Συνολικά απαιτούμενο θεωρητικά O <sub>2</sub> kgO <sub>2</sub> /d	3732	4700
Συντελεστής <b>A</b>	0,85	0,85
Συντελεστής <b>B</b>	0,95	0,95
Συγκέντρωση κορεσμού O <sub>2</sub> σε T 20 <sup>0</sup> C (C <sub>s</sub> )	9,17	9,17
Συντελεστής θερμοκρασίας	0,665	0,890

	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Ημερήσια απαίτηση O <sub>2</sub> kgO <sub>2</sub> /d	5891	7528
Ωριαία απαίτηση O <sub>2</sub> kgO <sub>2</sub> /d	245	314
Συντελεστής αιχμής	1,20	1,20
Max Ωριαία απαίτηση O <sub>2</sub> kgO <sub>2</sub> /h	295	376

### Απομάκρυνση φωσφόρου

Παγίδευση φωσφόρου σε στερεά (χημικά ιζήματα, ενεργό ιλύ) και αφαίρεση στη ΔΚ. Αποφυγή επαναδιάλυσης φωσφόρου κατά την καθίζηση

#### Χημική απομάκρυνση P

αργίλιο (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 16H<sub>2</sub>O)

ασβέστιο (Ca(OH)<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>)

σίδηρος (FeCl<sub>3</sub>, FeCl<sub>2</sub>, FeSO<sub>4</sub>)  
Προ-κατακρήμνιση (ΔΠΚ)  
Ταυτόχρονη κατακρήμνιση (ΔΔΚ)  
Μετά-κατακρήμνιση (χωριστή ΔΚ)

### **Βιολογική απομάκρυνση φωσφόρου**

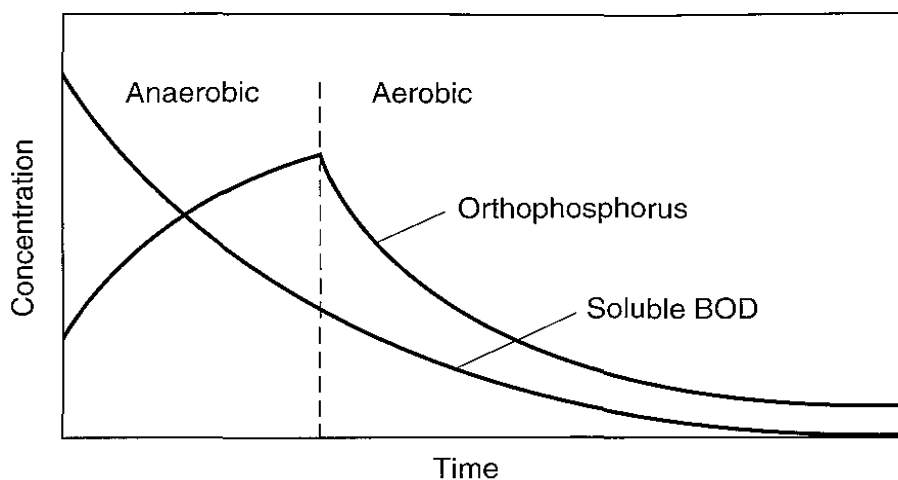
Χρήση αναερόβιων αντιδραστήρων στην αρχή βιολογικής επεξεργασίας  
Ακολουθία αναερόβιων – αερόβιων συνθηκών: υποβοηθά ανάπτυξη αερόβιων βακτηρίων (πολυφωσφορικά βακτήρια) που αποθηκεύουν ενδοκυτταρικά P σε ποσοστό υψηλότερο από αυτό που είναι απαραίτητο για ανάπτυξη (2-5 φορές περισσότερο)

#### **Αναερόβιες συνθήκες:**

- \* Παραγωγή οξικού οξέος από ζύμωση διαλυτού BOD
- \* Απορρόφηση απλών οργανικών ενώσεων και αποθήκευση ενδοκυτταρικά ως πολυμερή (PHB)
- \* Απαραίτητη ενέργεια παρέχεται από την υδρόλυση πολυφωσφορικών ενώσεων που βρίσκονται ενδοκυτταρικά, απελευθέρωση ορθοφωσφορικών
- \* Απελευθέρωση κατιόντων (Mn, Ca, K)

#### **Αερόβιες συνθήκες:**

Απαραίτητη ενέργεια παρέχεται από την οξείδωση αποθηκευμένων οργανικών ενώσεων  
Σύνθεση νέας βιομάζας, προσρόφηση και αποθήκευση ορθοφωσφορικών  
Μέσω αποβαλλόμενης ιλύος αποβάλλεται μέρος του δεσμευμένου P



### **Παράγοντες που επηρεάζουν**

Παρουσία νιτρικών, νιτρωδών, DO: μειώνει ποσοστό απομάκρυνσης P (μείωση διαθέσιμης συγκέντρωσης οργανικών ενώσεων)

Τρόποι αντιμετώπισης

Αποφυγή έντονης ανάμιξης στην αναερόβια δεξαμενή

Αποφυγή ανακυκλοφορίας ιλύος με χρήση κοχλιών

Ελάττωση θc (αν δεν απαιτείται νιτροποίηση)

Αύξηση  $\theta$  στην αναερόβια ζώνη  
 Ζύμωση πρωτοβάθμιας λάσπης για παραγωγή πτητικών οργανικών οξέων

### Σύσταση λυμάτων:

απομάκρυνση P ανάλογη με συγκέντρωση εύκολα βιοδιασπάσιμων οργανικών ενώσεων που απορροφούνται στην αναερόβια ζώνη

SBOD:SP > 20-25

**Αναερόβιος υδραυλικός χρόνος παραμονής:** 0,5-2 hours

1. Παραγωγή πτητικών οργανικών οξέων από αναερόβια ζύμωση εύκολα βιοδιασπάσιμων οργανικών ενώσεων
2. Κατανάλωση πτητικών οξέων από πολυφωσφορικά βακτήρια και έκλυση φωσφόρου

Σηπτικά λύματα (περιέχονται μεγάλες ποσότητες πτητικών οξέων άρα μικρότερος  $\theta$ )

Φρέσκα λύματα (υψηλότερος  $\theta$ , ώστε να πραγματοποιηθεί ζύμωση)

Ηλικία ιλύος: 2-20 days (υψηλότερα  $\theta$  => μικρότερη αποβολή ιλύος => μικρότερη απομάκρυνση P)

pH > 6.5

Mg/P = 0,71

K/P = 0,5

Ca/P = 0,25

Συγκέντρωση SS<sub>out</sub>

Τυπικό σύστημα: 15 mg/l SS<sub>out</sub> × 2%P = 0,3 mgP/l

Σύστημα ΒιοΑποP : 15 mg/l SS<sub>out</sub> × 10%P = 1,5 mgP/l

Απελευθέρωση P από ιλύ κατά την αναερόβια επεξεργασία της (πύκνωση, χώνευση)

### Υπολογισμός P<sub>out</sub>

(NO<sub>3</sub>-N)<sub>react</sub> αντιδρά με μέρος του BOD

	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Συντελεστής Δέσμευσης P κατά την κυτταρική σύνθεση Ενεργού Ιλύος kgP/kg βιομάζας	0,02	0,02
Δεσμευόμενη Ποσότητα Ολικότα φωσφόρου kg/d	41	52
Ποσότητα εξόδου ολικού φωσφόρου kg/d	81	100

Ισοζύγιο μάζας στον αναερόβιο αντιδραστήρα ως προς NO<sub>3</sub>-N

$$Q_{in} (\text{NO}_3\text{-N})_{in} + Q_{RAS} (\text{NO}_3\text{-N})_{out} = (Q+Q_{RAS}) (\text{NO}_3\text{-N})_{react}$$

(NO<sub>3</sub>-N)<sub>react</sub> αντιδρά με μέρος του BOD

## ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ (SELECTOR TANK).

Η απόδοση της βιολογικής βαθμίδας εξαρτάται σημαντικά από την φύση (τύπο, ποικιλία, πυκνότητα, κινητικότητα κλπ. ) των εμφανιζόμενων εντός της ενεργού ιλύος μικροοργανισμών.

Οι κυριότεροι παράγοντες που επιδρούν στη φύση των μικροοργανισμών είναι οι ακόλουθοι:

- A. Διαθεσιμότητα τροφής (F/M kg BOD/kg MLSS/d) και
- B. συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου στη δεξαμενή αερισμού.

Στο παρακάτω **σχήμα 1.2** είναι ενδεικτικό για το πώς η διαθεσιμότητα τροφών (F/M) επηρεάζει τον τύπο των μικροοργανισμών που επικρατούν εντός της βιολογικής βαθμίδας:

- α. Σε υψηλή φόρτιση εμφανίζονται τα Free-Swimming ciliates και τα Flagellates (Filamentous) τα οποία σχηματίζουν κροκίδες με κακή καθιζησιμότητα (bulking)
- β. Σε μέτρια φόρτιση επικρατούν τα stalked ciliades που αυξάνουν το μέγεθος και καθιζησιμότητα των κροκίδων και οδηγούν σε πολύ καλή λειτουργία /απόδοση της βιολογικής βαθμίδας.
- γ. Τέλος, όταν η διαθέσιμη τροφή ελαττώνεται περαιτέρω (μεγάλη ηλικία ιλύος) είναι δυνατή η επικράτηση των rotifers και ανώτερων ζωικών μορφών, που σαν αποτέλεσμα έχουν την ελάττωση της ποιότητας εκροής λόγω σχηματισμού πολύ μικρών κροκίδων που παρασύρονται στην έξοδο (pin-flocs).

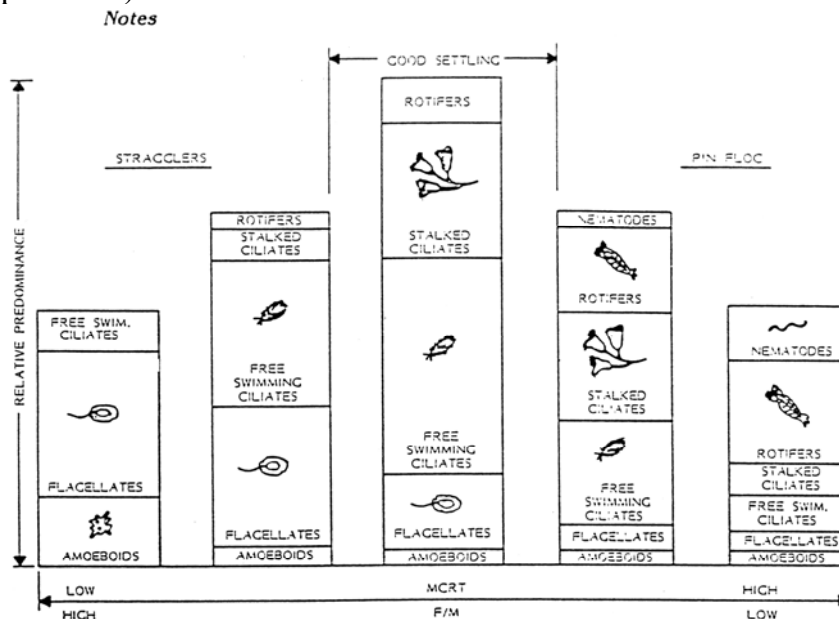


FIGURE 3.6—Relative predominance of microorganisms versus F/M and MCRT.

σχήμα 1.2



Ωστόσο πολλές μονάδες εξελιγμένων συστημάτων έχουν σχεδιαστεί και λειτουργούν σε συνθήκες χαμηλής φόρτισης όπως για παράδειγμα σε περιπτώσεις παρατεταμένου αερισμού, οξειδωτικές τάφροι με νιτροποίηση και απονιτροποίηση, ή μονάδες νιτροποίησης.

Στις περιπτώσεις αυτές η σύνθεση της ενεργού ιλύος μπορεί να είναι 47% rotifers, 26% stalked ciliades και 23% Free-swimming ciliades, χωρίς ωστόσο να επιβαρύνεται η ποιότητα εκροής.

Ειδικότερα, για την αντιμετώπιση του φαινομένου του bulking έχει γίνει πολύ έρευνα τα τελευταία 20 χρόνια και η εμπειρία έχει δείξει τα ακόλουθα:

- A. Οι Filamentous μικροοργανισμοί που προκαλούν bulking είναι παρόντες σε όλα τα συστήματα ενεργού ιλύος. Το πρόβλημα του bulking εμφανίζεται ωστόσο μόνο όταν επικρατήσουν σε σχέση με τους μικροοργανισμούς που σχηματίζουν κροκίδες (floc-formers).
- B. Η επικράτηση των Filamentous εξαρτάται από τα ακόλουθα:
  - Σύσταση του προς επεξεργασία λύματος
  - Συγκέντρωση του ευκόλως βιοαποικοδομούμενου BOD
  - Συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου στον αερισμό
  - Φόρτιση ιλύος και ηλικία ιλύος
- Γ. Ο τύπος μικροοργανισμού που θα καταναλώσει ή θα αποθηκεύσει την περισσότερη διαθέσιμη τροφή εντός της "δεξαμενής επιλογής" ή πλησίον της εισόδου της δεξαμενής αερισμού, θα επικρατήσει στο σύστημα.
- Δ. Οι Filamentous μικροοργανισμοί της ενεργού ιλύος μεγαλώνουν αργά και έχουν μικρή δυνατότητα αποθήκευσης τροφών, αλλά δύναται να αναπτυχθούν σε πολύ μικρή συγκέντρωση BOD. **Σχήμα 1.3**
- E. Οι Floc-Forming μικροοργανισμοί μεγαλώνουν γρήγορα και μπορούν να αποθηκεύουν τροφή, όμως δεν δύναται να αναπτυχθούν όταν η συγκέντρωση BOD είναι πολύ μικρή. **Σχήμα 1.3**

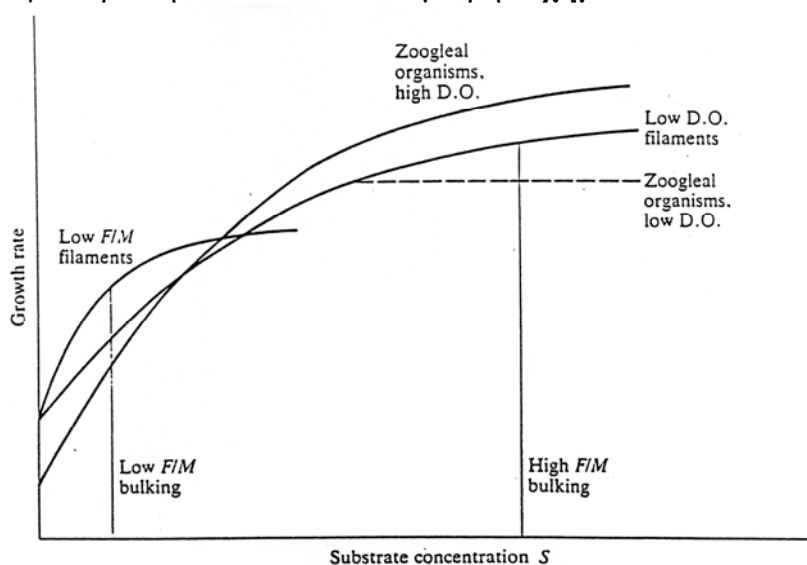


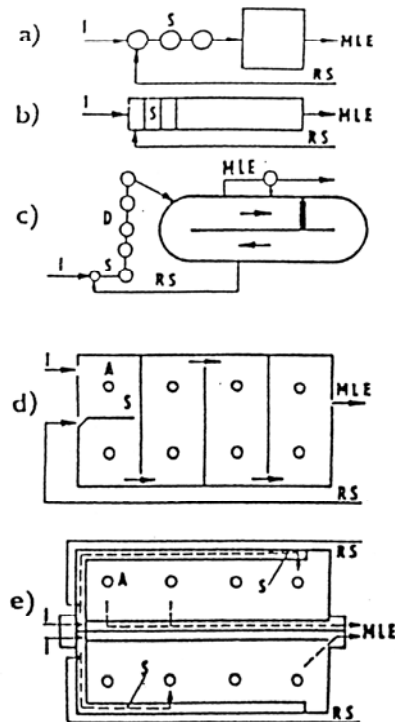
FIGURE 6-16  
Microbial growth characteristics as related to substrate concentration.

Σχήμα 1.3

Στ. Για να επιβληθούν οι Floc-Forming μικροοργανισμοί είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν δεξαμενές επιλογής (selectors) που θα λειτουργούν είτε υπο αερισμό, είτε ανοξικά, είτε αναερόβια, με εξίσου ικανοποιητικό έλεγχο των Filamentous μικροοργανισμών. Οι περαιτέρω διεργασίες της βιολογικής

βαθμίδας δεν ενδιαφέρουν κατά την επιλογή του τρόπου λειτουργίας των δεξαμενών επιλογής. Τυπικές διατάξεις δίνονται στο **σχήμα 1.4**

190 Wastewater treatment technology



**σχήμα 1.4**

Z. Οι ανοξικές δεξαμενές επιλογής αυξάνουν τη συγκέντρωση των μικροοργανισμών που δύναται να χρησιμοποιούν νιτρικό ή νιτρώδες άζωτο, και έχουν χρησιμοποιηθεί με ιδιαίτερη επιτυχία σε πολλά έργα, με καλύτερη απόδοση από αεριζόμενες δεξαμενές.

Η διαστασιολόγηση των ανοξικών δεξαμενών επιλογής περιλαμβάνουν τους ακόλουθους παραμέτρους σχεδιασμού:

Ο χρόνος παραμονής λυμάτων, υπολογιζόμενος για μέγιστη παροχή ήτοι παροχή αιχμής και ανακυκλοφορία ιλύος είναι μεγαλύτερος από 5 λεπτά.

Η οργανική φόρτιση κυμαίνεται μεταξύ 0,1 και 0,5 kg BOD/kg/h.

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ & ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ (SELECTOR)**

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Μέση Ωριαία Παροχή Σχεδιασμού m <sup>3</sup> /h	321	402
Συγκέντρωση BOD εισόδου mg/l	280	280
Μέσο Ωριαίο Φορτίο BOD kg/h	89,9	112,6
Συγκέντρωση SS εισόδου mg/l	322	322
Μέσο Ωριαίο Φορτίο SS kg/h	103,4	129,4
Μέση Συγκέντρωση Καθιζάνουσας Ιλύος mg/l	10000	10000
Συγκέντρωση MLSS αερισμού mg/l	4500	4000
Ποσοστό Ανακυκλοφορίας %	81,8	66,7
Μέση Παροχή Ανακυκλοφορίας m <sup>3</sup> /h	262,6	268
Ποσοστό Εισερχόμενο στο Selector %	50	50
Συνολική Παροχή m <sup>3</sup> /h	452,3	536
Μέσο Ωριαίο Φορτίο SS στο Selector kg/h	1417	1469
Συγκέντρωση SS στον Selector kgSS/m <sup>3</sup>	3,1	2,7
Παροχή Ωριαίας Αιχμής m <sup>3</sup> /h	734	918
Μέγιστη Παροχή m <sup>3</sup> /h	865	1052

**Φρεάτια επιλογής μικροοργανισμών (selector)**

**Σχεδιαστικά κριτήρια**

- ✓  $F/M = 6 \text{ Kg BOD/Kg VSS day}$
- ✓ Εμβολοειδής ροή ή χωρισμός σε διαμερίσματα
- ✓ Αερόβιο φρεάτιο :  $DO = 1-2 \text{ mg/l}$
- ✓ Ανοξικό φρεάτιο : Αρκετά νιτρικά ώστε διαλυτό COD στην εκροή  $< 60 \text{ mg/l}$

- ✓ Αναερόβιο φρεάτιο : Απουσία νιτρικών και οξυγόνου
- ✓ Πλήρης κατανάλωση αποθηκευμένων οργανικών ενώσεων στη ΔΑ (διαφορετικά μείωση της αποθηκευτικής ικανότητας floe formers)

### Τυπολόγιο Διαστασιολόγησης.

$$r = \frac{NO_3 - N_{prod}}{NO_3 - N_{out}} - 1 - R = \frac{16,1mg/l}{2,3mg/l} - 1 - 0,5 = 5,5$$

#### A. Σχεδιασμός για το καλοκαίρι

Υπολογισμός όγκου ανοξικής δεξαμενής

$$V_{ανοξ} = \frac{M_{NO_3-N_{απομ}}}{r_{dn} \times X}$$

Υπολογισμός εσωτερικής ανακυκλοφορίας

$$r = \frac{NO_3 - N_{prod}}{NO_3 - N_{out}} - 1 - R$$

#### B. Σχεδιασμός για το χειμώνα

##### Ανοξική δεξαμενή

Για χρόνο παρακράτησης

$$q_{dnT} = q_{dn20C} \theta^{T-20}$$

$$V_{ανοξ} = \frac{M_{NO_3-N_{απομ}}}{q_{dn} \times X} \Rightarrow M_{NO_3-N_{απομ}} = V_{ανοξ} \times q_{dn} \times X$$

Υπολογισμός εσωτερικής ανακυκλοφορίας

##### Αναερόβια δεξαμενή

$$r = \frac{NO_3 - N_{prod}}{NO_3 - N_{out}} - 1 - R$$

## A. Σχεδιασμός για το καλοκαίρι

1. Για το σύνολο της αναερόβιας δεξαμενής

$$\theta = \frac{V}{Q + Q_r}$$

### ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ SELECTOR

Υδραυλικός Χρόνος Παραμονής Ωριαίας Αιχμής > min	5	5
Φόρτιση > kg BOD/kgSS/h	0,10	0,10

Για το φρεάτιο επιλογής

$$\frac{F}{M} = \frac{Q \times BOD_{in}}{V_{sel} \times MLVSS}$$

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι το ποσοστό της ανακυκλοφορούσας ιλύος που οδηγείται προς την δεξαμενή επιλογής (selector) είναι μεταβλητό έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι παραπάνω συνθήκες, ενώ το υπόλοιπο μέρος της ενεργού ιλύος εισάγεται απ' ευθείας στην δεξαμενή αερισμού Carrousel.

### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ SELECTOR

Η ανοξική δεξαμενή επιλογής θα πρέπει να είναι εμβολικής ροής, έτσι ώστε να διευκολύνονται οι φυσικοχημικές διεργασίες προσρόφησης τροφής επί των κροκίδων της ανακυκλοφορούσας ιλύος. Για τον λόγο αυτό ο συνήθης σχεδιασμός περιλαμβάνει τρία διαμερίσματα εξοπλισμένα με υποβρύχιους αναδευτήρες για την πλήρη αιώρηση της βιομάζας χωρίς μεταφορά οξυγόνου προς τα λύματα.

	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Τύπος Δεξαμενών	εμβολικής ροής	
Αριθμός Δεξαμενών	2	2
Όγκος Κάθε δεξαμενής m <sup>3</sup>	87	87
Συνολικός όγκος m <sup>3</sup>	174	174

	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Κριτήριο (α) Υδραυλικός χρόνος Παραμονής για Παροχή Αιχμής min	12,1	9,9
Κριτήριο (β) Φόρτιση για Μέση Παροχή kgBOD/kgSS/h	0,16	0,24

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Περιβαλλοντική Μηχανική ΙΙ Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων**  
**ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΗΣ ΛΕΚΚΑΣ** (Καθηγητής Περιβαλλοντικής Μηχανικής)  
Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Τμήμα Περιβάλλοντος.  
Μυτιλήνη Απρίλιος 2001 (ISBN 960-85905-2-3)
2. **Αρχές Τεχνολογίας Αντιρρύπανσης.**  
**Θ. ΚΟΙΜΤΖΗ** (Καθηγητή ΑΠΘ.) **Κ.ΜΑΤΗ** (Επικ. Καθηγητή ΑΠΘ.)  
Εκδόσεις Ζητη. Θεσσαλονίκη 1993. (ISBN 960-431-608-70)
3. **Διαχείριση Αστικών Υγρών Και Στερεών Αποβλήτων**  
με έμφαση στα έργα Αποχέτευσης Επεξεργασίας και Διάθεσης Υγρών  
Αποβλήτων και στη Διαχείριση των Παραγόμενων Βιοστερεών.  
**ΑΝΔΡΕΑΣ ΑΓΓΕΛΑΚΗΣ & ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΔΙΑΜΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ**  
(Ένωση Δημοτικών Επιχειρήσεων Ύδρευσης-Αποχέτευσης) Ε.Δ.Ε.Υ.Α  
Λάρισα Ιούλιος 1999.
4. **Άρδευση με Επεξεργασμένα Υγρά Αστικά Απόβλητα**  
**Α. ΠΑΝΩΡΑΣ M.Sc. , Ph.D. Α. ΗΛΙΑΣ M.Sc.**  
Θεσσαλονίκη 1999. (ISBN: 960-91087-0-9)
5. Π.Μ.Ε “Οικολογικής και Περιβαλλοντικής Μηχανικής”  
**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΟΝΑΔΩΝ 6η Διάλεξη**  
Διδάσκων: Δρ. Αθ. Στασινάκης
6. **ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ**  
**ΚΟΡΙΝΘΟΥ (ΔΕΥΑΚ)**  
Στοιχεία από την εγκατάσταση επεξεργασίας  
Λυμάτων Κορίνθου.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Ευχαριστώ πολύ τους ανθρώπους που βοήθησαν στην συλλογή πληροφοριών και της παρουσίας αυτής της εργασίας.

ΚΑΖΑΤΖΗ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ (Μηχανολόγο Μηχανικό) συλλογή πληροφοριών.  
ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟ ΔΗΜΟ (Γραφικές Τέχνες) επιμέλεια και δημιουργία εντύπου.  
ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟ ΚΩΣΤΑ (Χημικό Μηχανικό) συλλογή πληροφοριών.

Ευχαριστώ επίσης τους Καθηγητές του Μεταπτυχιακού.

ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΗ ΛΕΚΚΑ (π. Πρύτανη Πανεπιστημίου Αιγαίου)  
ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑ (Καθηγητή τμήματος Περιβάλλοντος)

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος .....	σελ. 1-2
Διάγραμμα ροής της μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων Κορίνθου.....	σελ. 2
Εισαγωγή.....	σελ. 3
Επεξεργασία υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα βασικά χαρακτηριστικά μονάδων .....	σελ. 4-6
Συμπεράσματα, μέθοδοι καθαρισμού λυμάτων & αποβλήτων.....	σελ. 7-9

Περιγραφή Λειτουργίας της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων Κορίνθου .....σελ.10-26
Δυνατότητες τριτοβάθμιας επεξεργασίας λυμάτων.(Απομάκρυνση φωσφόρου) .....σελ. 27-35
Υπολογισμός και διαστασιολόγηση της βιολογικής βαθμίδας γραμμής Κορίνθου (Απομάκρυνση φωσφόρου)..... σελ.35-51
Βιβλιογραφία.....σελ.52