

ΑΣΚΗΣΗ 4

**Πιλοτική Μονάδα Ενεργού Ιλύος Απομάκρυνσης BOD,
Νιτροποίησης -Απονιτροποίησης (με Προ-
απονιτροποίηση)**

Μετρήσεις & Έλεγχος Λειτουργίας Πιλοτικής Μονάδας

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκτέλεση της άσκησης γίνεται στην πιλοτική εγκατάσταση νιτροποίησης απονιτροποίησης της Behr Labor Technik - MONTELO: KLD4/SR.

Στη μονάδα πραγματοποιείται ταυτόχρονη απομάκρυνση BOD και νιτροποίηση σε μία δεξαμενή αερισμού ενώ η απονιτροποίηση πραγματοποιείται σε μία ανοξική δεξαμενή, τοποθετημένη στο ανάντι της δεξαμενής αερισμού (προ-απονιτροποίηση).

Η εγκατάσταση αποτελείται από την αερόβια δεξαμενή νιτροποίησης και απομάκρυνσης BOD (δεύτερη δεξαμενή), την ανοξική δεξαμενή απονιτροποίησης (πρώτη δεξαμενή) και τη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης.

Οι δύο ανακυκλοφορίες της εγκατάστασης είναι:

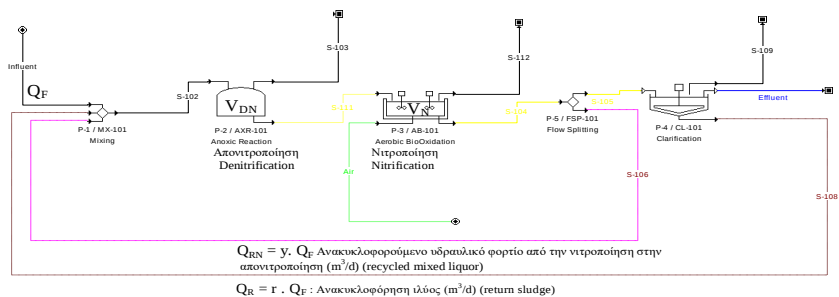
α) από τη δεξαμενή αερισμού στην πρώτη ανοξική δεξαμενή. Με την ανακυκλοφορία αυτή μεταφέρονται τα νιτρώδη και τα νιτρικά, που παρήχθησαν στη δεξαμενή αερισμού από την οξείδωση του αμμωνιακού αζώτου, στην ανοξική δεξαμενή (δεξαμενή απονιτροποίησης), όπου γίνεται αναγωγή των νιτρωδών και των νιτρικών σε στοιχειακό άζωτο με τη βοήθεια μ/ο, οι οποίοι χρησιμοποιούν μέρος του οργανικού άνθρακα από τα εισερχόμενα Υγρά Απόβλητα ως τροφή. Το μέρος των οργανικών συστατικών που δε μετατρέπονται σ' αυτήν υπόκεινται σε οξείδωση στην αεριζόμενη δεξαμενή (απομάκρυνση BOD).

β) από τη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης στην ανοξική δεξαμενή. Με την ανακυκλοφορία αυτή ρυθμίζεται ο χρόνος παραμονής των μ/ο στην εγκατάσταση επεξεργασίας (ηλικία της λάσπης) και εξασφαλίζεται η σταθερή συγκέντρωση των μ/ο στη μονάδα επεξεργασίας, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του σχεδιασμού.

Η μονάδα είχε σχεδιαστεί αρχικά με μία ανακυκλοφορία, από τη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης στην ανοξική δεξαμενή, στην οποία εισέρχεται το νιτροποιημένο απόβλητο.

Για τις ανάγκες της εργαστηριακής μας εφαρμογής τροποποιήθηκε η εγκατάσταση, με την προσθήκη ακόμη μίας ανακυκλοφορίας, αυτής από τη δεξαμενή αερισμού στη δεξαμενή απονιτροποίησης (ανοξική δεξαμενή).

Στη συνέχεια δίνεται η περιγραφή της εγκατάστασης και ο τρόπος χειρισμού της, σύμφωνα με το prospect της εταιρείας Behr Labor Technik καθώς και το διάγραμμα ροής της πιλοτικής εγκατάστασης του εργαστηρίου (σχήμα 6).



— Απονιτροποιημένο ρεύμα (denitrified stream)

— Νιτροποιημένο ρεύμα (nitrified stream)

$R = Q_{RN} - Q_R / Q_F = yQ_F + rQ_F / Q_F$ (Σχέση του συνολικού υδραυλικού φορτίου των 2 ανακυκλοφορήσεων προς το υδραυλικό φορτίο των υγρών αποβλήτων Q_F) (Relation of nitrification and denitrification recycling flow rate and influent flow rate)

Q_F : υδραυλικό φορτίο υγρού αποβλήτου (m^3/d) (Volume flow rate)

V_t : Συνολικός όγκος = $V_N + V_{DN}$

V_N : Όγκος νιτροποιητικής ζώνης (nitrification volume zone)

V_{DN} : Όγκος απονιτροποιητικής ζώνης (denitrification volume zone)

$Q_R = r \cdot Q_F$: Ανακυκλοφόρηση υλός (m^3/d) (return sludge)

$Q_{RN} = y \cdot Q_F$: Ανακυκλοφορούμενο υδραυλικό φορτίο από την νιτροποίηση στην απονιτροποίηση (m^3/d) (recycled mixed liquor from the nitrification unit to denitrification unit)

Σχήμα 6: Σύστημα Βιολογικής Αφαίρεσης Αζώτου με Προαπονιτροποίηση
Fig. 6: Biological Nitrification / Denitrification Process with Preliminary Denitrification Unit

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Στη συνέχεια δίνεται η περιγραφή της πιλοτικής εγκατάστασης, Behr Labor Technik-MONTELO:KLD4/SR

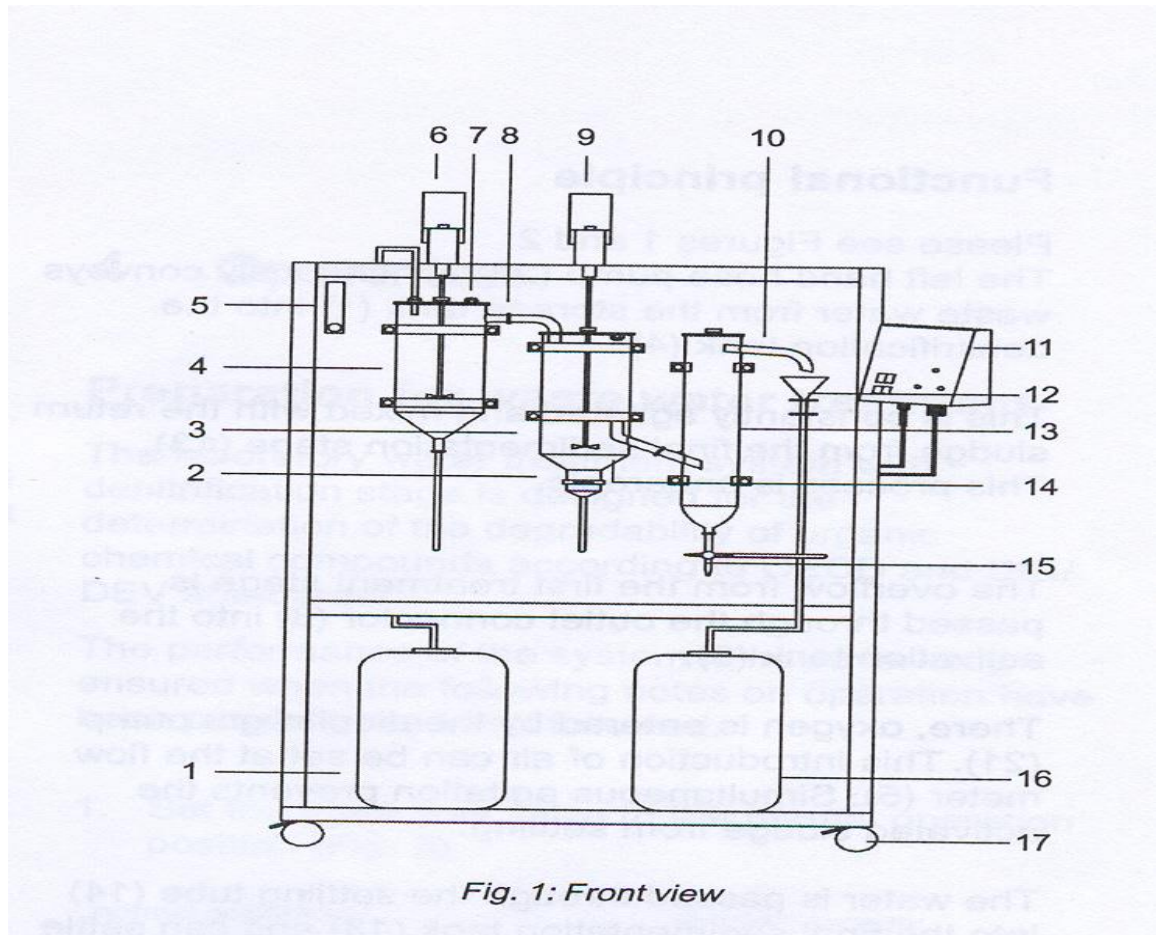


Fig. 1: Front view

Εικ.1. Πρόσοψη KLD

1. Δεξαμενή αποθήκευσης για υγρά απόβλητα
2. Αερισμός
3. Δεξαμενή αερισμού - νιτροποίησης
4. Δεξαμενή απονιτροποίησης
5. Μετρητής ροής
6. Αναδευτήρας 1
7. Καπάκι
8. Εξωτερικός σωλήνας από απονιτροποίηση
9. Αναδευτήρας 2
10. Εξωτερικός σωλήνας από τελική καθίζηση
11. Κονσόλα ελέγχου
12. Χοάνη απαλλαγής
13. Δεξαμενή τελικής καθίζησης
14. Σωλήνας καθίζησης (settling tube)
15. Βαλβίδα 3 διαδρομών
16. Δεξαμενή αποθήκευσης για το επεξεργασμένο νερό
17. Ρόδες

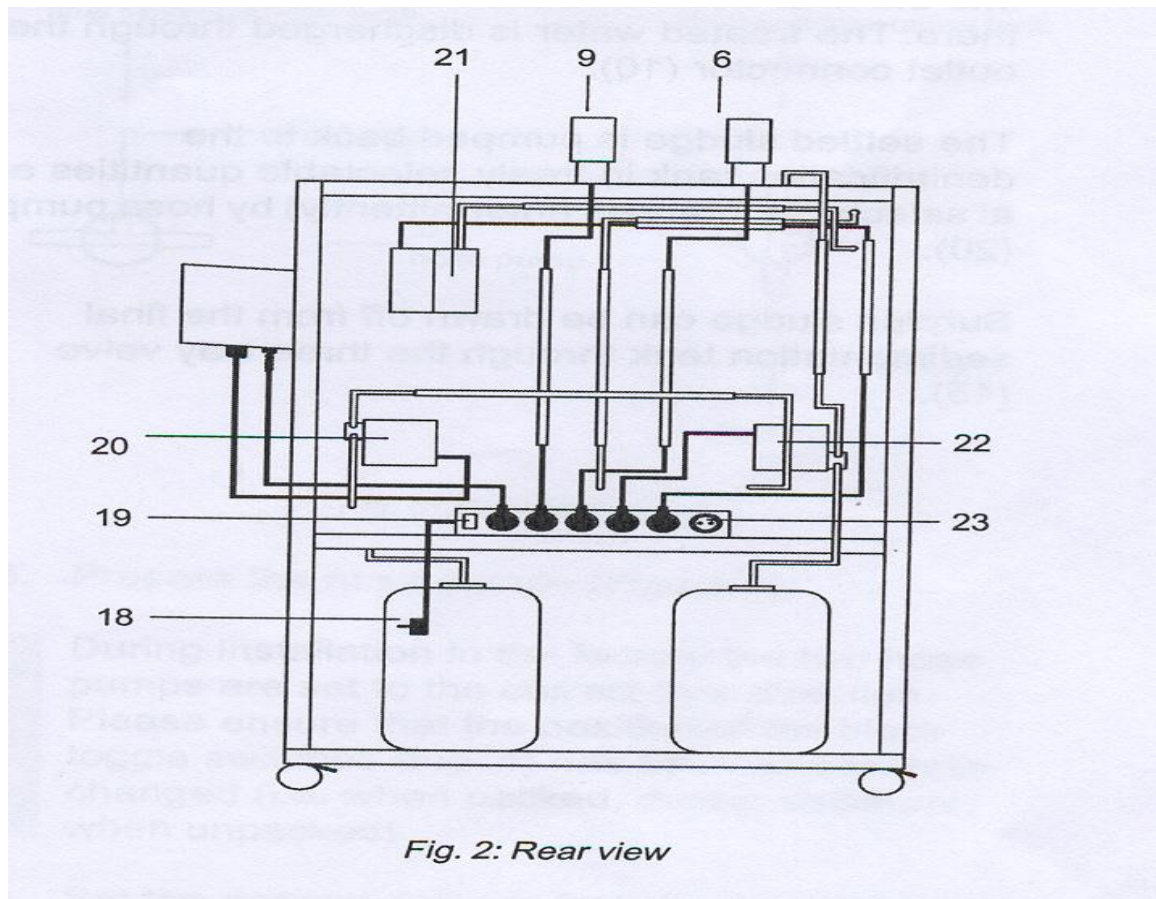


Fig. 2: Rear view

Εικ.2. Πίσω όψη KLD

- 18.. Πρίζα τροφοδοσίας
- 19.. Κεντρικός διακόπτης
- 20.. Αντλία μάνικας (hose pump 1) για την επιστροφή της λάσπης
- 21.. αντλία διαφράγματος
- 22.. Αντλία μάνικας (hose pump2) για τα υγρά απόβλητα
- 23.. Λωρίδα διανομέα (distributor strip)

2.1. ΒΑΣΙΚΗ ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Η αριστερή αντλία που βρίσκεται στο πίσω μέρος (22), συνεχώς τροφοδοτεί με υγρά απόβλητα από την δεξαμενή αποθήκευσης(1), τη δεξαμενή απονιτροποίησης(4). Αυτά συνεχώς αναδεύονται και αναμιγνύονται με την επιστροφή της λάσπης από το τελικό στάδιο καθίζησης (13) (αναερόβια διαδικασία).

Η υπερχειλίση από το πρώτο στάδιο επεξεργασίας περνά μέσω της εξωτερικής σύνδεσης (8) (outlet connector) και καταλήγει στην δεξαμενή αερισμού (3). Εκεί εισέρχεται οξυγόνο μέσω της αντλίας διαφράγματος (21). Η εισαγωγή αέρα μπορεί να ρυθμιστεί στον μετρητή ροής (5) (flow meter). Συγχρόνως η ανάδευση εμποδίζει την λάσπη να καθιζάνει.

Το νερό περνά μέσω του settling tube (14) και καταλήγει στη δεξαμενή τελικής καθίζησης από όπου το επεξεργασμένο νερό απομακρύνεται από την εξωτερική σύνδεση (10).

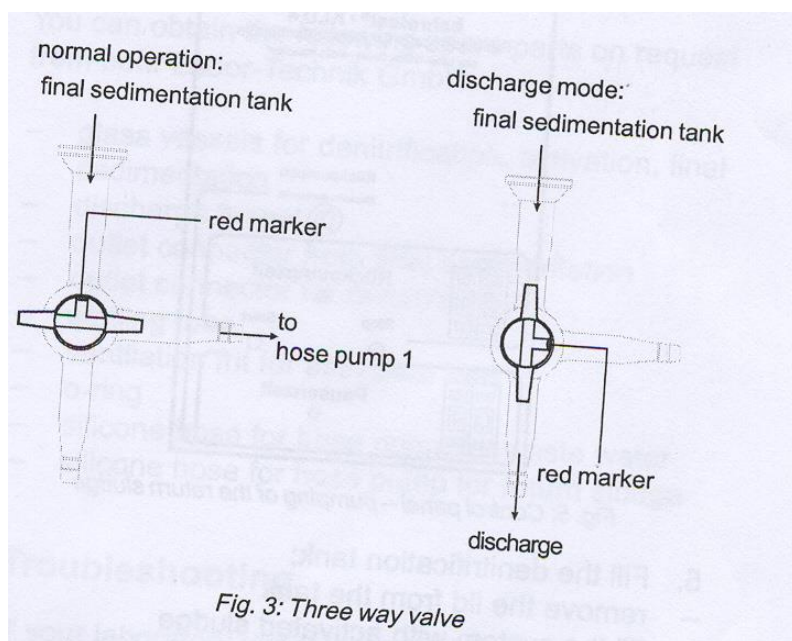
Η λάσπη που έχει κατακαθίσει στον πυθμένα αντλείται πίσω στη δεξαμενή απονιτροποίησης σε επιλεγόμενες ποσότητες και σε επιλεγόμενα στάδια μέσω της αντλίας (20) (hose pump 1). Τέλος η λάσπη μπορεί να τραβηχτεί από τη δεξαμενή τελικής καθίζησης από την βαλβίδα τριών οδών (15) (3 way valve)

2.2.ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

1. Αφαιρέστε τα καπάκια από τις δεξαμενές απονιτροποίησης και αερισμού
2. Ετοιμάστε τις δεξαμενές αποθήκευσης και συνδέστε τις αντλίες.
3. Βεβαιωθείτε ότι ο κύριος διακόπτης βρίσκεται στη θέση μηδέν.
4. Συνδέστε το καλώδιο διανομής που βρίσκεται στο πίσω μέρος της μονάδας με την κεντρική ηλεκτρική τροφοδοσία.

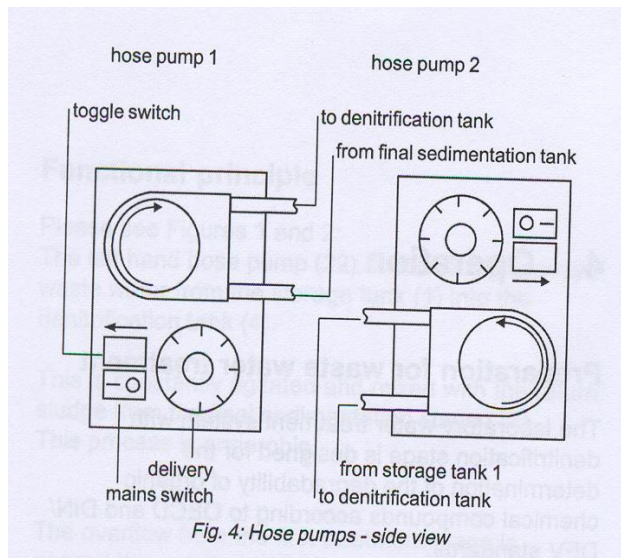
2.3. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

1. Βάλτε τη βαλβίδα 3 διαδρομών στην κανονική της θέση (normal operation position) όπως ακριβώς φαίνεται παρακάτω:

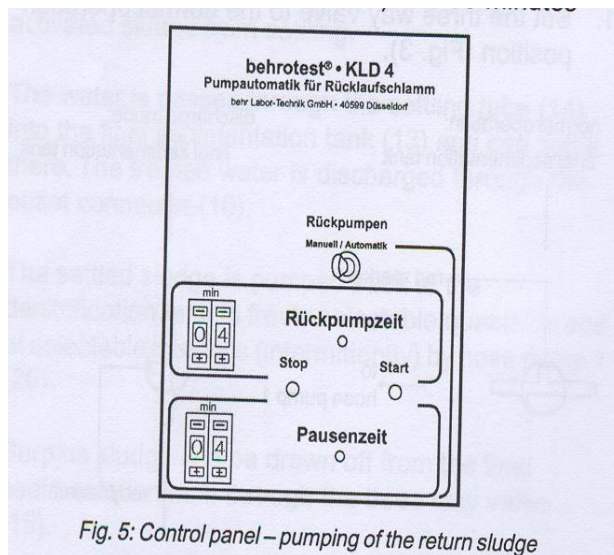


Εικ.3. Βαλβίδας τριών διαδρομών

2. - Προετοιμάστε τις αντλίες (hose pumps) όπως φαίνεται παρακάτω.
Κατά τη διάρκεια της ετοιμασίας στο εργοστάσιο, οι αντλίες έχουν ρυθμιστεί στη σωστή κατεύθυνση ροής. Ελέγξτε αν κατά τη διάρκεια της μεταφοράς έχει αλλάξει η θέση των διακοπών(toggle switches).
 - Ρυθμίστε την επιθυμητή διανομή από τις αντλίες σε ένα εύρος τιμών από 0.2 μέχρι 2 l/h.
 - Γυρίστε το διακόπτη “Ruckumpren”(άντληση της επιστρεφόμενης λάσπης), που βρίσκεται πάνω στην κονσόλα ελέγχου, στη θέση Automatic όπως φαίνεται παρακάτω.
 - Ρυθμίστε τους χρόνους για την άντληση της επιστρεφόμενης λάσπης στην κονσόλα ελέγχου.
 - Χρόνος άντλησης (ruckumpzeit) 0-99 λεπτά
 - Χρόνος παύσης (pausenzeit) 0-99 λεπτά



Εικ.4. Πλάγια όψη αντλιών(Hose Pumps)

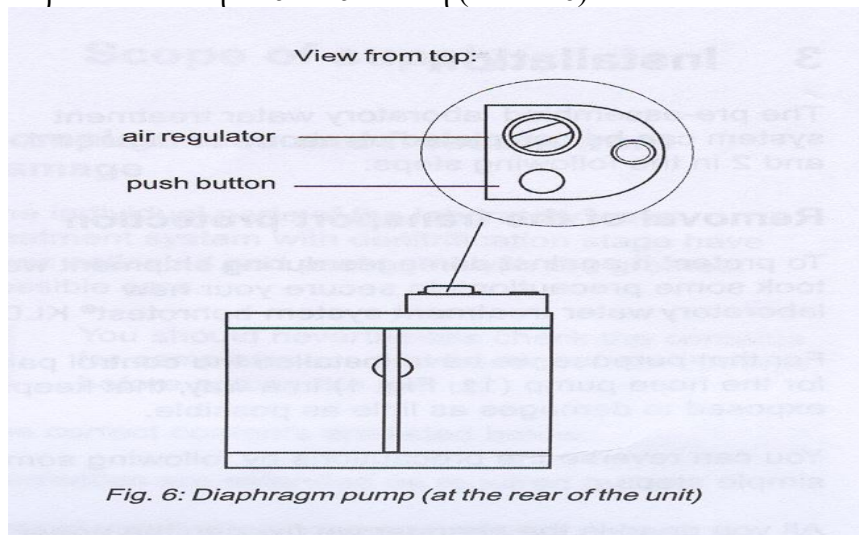


Εικ.5. Κονσόλα ελέγχου

3. Γεμίστε τη δεξαμενή απονιτροποίησης
 - Βγάλτε το καπάκι από τη δεξαμενή
 - Γεμίστε το σύστημα με ενεργό λάσπη
 Το σύστημα είναι γεμάτο όταν υπάρχει υγρό στον εξωτερικό σωλήνα από την δεξαμενή ιζηματογένεσης.
 - Κλείστε το καπάκι.
4. Γεμίστε τη δεξαμενή αποθήκευσης με τα υγρά απόβλητα που πρόκειται να επεξεργαστούν.

2.4. ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

1. Εκκινήστε το σύστημα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, πατώντας τον κεντρικό διακόπτη (19) που βρίσκεται στο πίσω μέρος της μονάδας.
2. Ανοίξτε τους αναδευτήρες. Ρυθμίστε την επιθυμητή ταχύτητα με τον μαύρο διακόπτη που βρίσκεται στο πάνω μέρος. Πάντα αλλάζετε την ταχύτητα όταν ο αναδευτήρας είναι σε λειτουργία
3. Ανοίξτε το ρυθμιστή αέρα που βρίσκεται στο πάνω μέρος της αντλίας διαφράγματος και βάλτε τον στην maximum θέση (εικόνα 6)



Εικ. 6. Αντλία διαφράγματος

4. Ανοίξτε την αντλία διαφράγματος πατώντας το κουμπί (push button) που βρίσκεται στο πάνω μέρος (εικόνα 6)
5. Ρυθμίστε την επιθυμητή ποσότητα αέρα για τον αερισμό της δεξαμενής ενεργοποίησης. Αυτό επιτυγχάνεται αν γυρίσετε τον μαύρο διακόπτη που βρίσκεται στον μετρητή ροής (5, εικ. 1)
Μετά από κάποιο χρονικό διάστημα θα είναι εμφανής ο διαχωρισμός νερού και λάσπης στην δεξαμενή τελικής καθίζησης: Η λάσπη έχει καθιζάνει στον πυθμένα. Πάνω από τη λάσπη θα δείτε ένα στρώμα καθαρού νερού. Το σύστημα τώρα έχει σταθεροποιηθεί και μπορείτε να αρχίσετε να επεξεργάζεστε υγρά απόβλητα.
6. Ανοίξτε την αντλία 2 (hose pump 2 εικ.2). Μόλις η στάθμη του νερού στην δεξαμενή τελικής καθίζησης φτάσει τον εξωτερικό σωλήνα (outlet 10, εικ.1) η υπερχειλίση αρχίζει. Τα υγρά απόβλητα περνούν στη δεξαμενή αποθήκευσης (16 εικ.1) και μπορούν να οδηγηθούν για περαιτέρω ανάλυση.
7. Ανοίξτε την αντλία 1 (hose pump 1 εικ.2) για την άντληση της επιστρεφόμενης λάσπης.
8. Πατήστε το πράσινο κουμπί start στην κονσόλα ελέγχου και αρχίστε την αυτόματη άντληση της επιστρεφόμενης λάσπης σύμφωνα με τις τιμές που έχετε ορίσει.
Συνήθως θα επιθυμείτε να εκκινείτε το όργανο με αυτόματη συχνότητα και χρόνο παύσης. Σε αυτή την περίπτωση πατήστε το start 2 φορές. Η ένδειξη της οθόνης αλλάζει και το φωτάκι για το ‘Pausenzeit’ ανάβει.
9. Για να τερματίσετε τη διαδικασία, πατήστε το κόκκινο κουμπί stop. Έπειτα κλείστε τις αντλίες, την αντλία διαφράγματος και τους αναδευτήρες. Γυρίστε το κεντρικό διακόπτη (19 εικ.2) στη θέση 0.

2.5. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΑΝΤΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΥΣΗΣ

Μπορείτε να επιλέξετε τις δύο βασικές λειτουργίες "Manuel"(χειροκίνητη) και "Aytomatik"(αυτόματη) με το διακόπτη "Ruckrumpfen"(άντληση της επιστρεφόμενης λάσπης).

Αυτόματη θέση: Πατώντας το κουμπί start, αρχίζει η συχνότητα άντλησης για την επιστρεφόμενη λάσπη με τους χρόνους άντλησης και παύσης που ορίζεται εσείς από την κονσόλα ελέγχου. Παρατεταμένη πίεση αυτού του κουμπιού, αλλάζει μεταξύ χρόνων άντλησης και παύσης. Το led στην κονσόλα ελέγχου δείχνει την λειτουργία στην οποία βρίσκεται.

Για να επιτύχετε συνεχόμενη άντληση της επιστρεφόμενης λάσπης, γυρίστε το διακόπτη "Ruckrumpfen" στη θέση "Manuel". Η άντληση θα ξεκινήσει αμέσως χωρίς να χρειαστεί να πατήσετε το κουμπί start.

Με τη βαλβίδα τριών διαδρομών στην κατάλληλη θέση το πλεόνασμα της λάσπης μπορεί να αποτραβηχτεί. Για να τερματίσετε την συνεχόμενη άντληση γυρίστε πάλι το διακόπτη στη θέση "Aytomatik".

2.6. ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ (OXYGEN LEVEL CONTROL)

Το σύστημα ελέγχου επιπέδου οξυγόνου αποσκοπεί στην διατήρηση των τιμών της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου κατά τη διάρκεια της αναερόβιας διαδικασίας που γίνεται στο θάλαμο της βιοδιάσπασης μέσα σε ένα επιθυμητό εύρος τιμών.

Ένα ηλεκτρόδιο συνδεδεμένο με το σύστημα αυτό, μας δίνει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την συγκέντρωση οξυγόνου κατά τη διάρκεια επεξεργασία υγρών αποβλήτων. Το σύστημα αυτό GWS 200 συγκρίνει την μετρούμενη συγκέντρωση οξυγόνου με τις ανώτερες και κατώτερες τιμές που εμείς έχουμε ορίσει από πριν. Έτσι, αν η τιμή της συγκέντρωσης του οξυγόνου είναι χαμηλότερη από το κατώτερο όριο που εμείς έχουμε θέσει, το KWS200 παρέχει οξυγόνο στο θάλαμο βιοδιάσπασης μέσω μιας περισταλτικής αντλίας. Εάν πάλι η τιμή αυτή υπερβεί το όριο της συγκέντρωσης του οξυγόνου, τότε αυτόματα η παροχή οξυγόνου σταματά.

2.6.1. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

Οριοθέτηση του εύρους τιμών συγκέντρωσης οξυγόνου

Με τα πλήκτρα + και – ρυθμίζουμε τα όρια της συγκέντρωσης του οξυγόνου (το GWS200 θα λειτουργήσει μόνο αν η ανώτερη τιμή που θα ορίσουμε είναι μεγαλύτερη από την κατώτερη τιμή)

Στο παρακάτω παράδειγμα φαίνεται πως μπορούμε να αντιστοιχίσουμε τις τιμές της συγκέντρωσης με τις τιμές που θέλουμε να ορίσουμε πάνω στην κονσόλα

Εύρος μετρητή	Εισαγωγή τιμών στο GSW200
0.00.. 19.9mg/l (concentration)	000...199
0.0... 90mg/l (concentration)	000...090
0.0... 199mg/l (saturation)	000...199

3. ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

Ο τρόπος υπολογισμού για το σχεδιασμό αντίστοιχης εγκατάστασης και παραλλαγών αυτής είναι αντικείμενο των ασκήσεων 2 & 3.

Πρόσθετες πληροφορίες, που πιθανώς απαιτούνται, για την εκτέλεση αυτής της άσκησης παίρνονται από της σημειώσεις των ασκήσεων 2 & 3.

Για την προστασία των σπουδαστών από τη χρήση λυμάτων, χρησιμοποιείται συνθετικό δείγμα για επεξεργασία, ορισμένου BOD και περιεκτικότητας σε άζωτο, παρόμοιο με τα αστικά λύματα.

Το συνθετικό δείγμα παρασκευάστηκε σύμφωνα με το EN ISO11733, 1998 ως εξής:

-160 mg Peptone σε 1 L διάλυμα

-30,0 mg ουρίας ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ ή $\text{NH}_2\text{-CO-NH}_2$) σε 1 L διάλυμα (τα 0,36 g ουρίας ή 168 mg N θα χρησιμοποιηθούν ως τροφή, σύμφωνα με την απαιτούμενη αναλογία BOD/N/P, βλέπε σημείωση 1).

-110 mg Meat extract σε 1 L διάλυμα

-28 mg Ανυδρου Όξινου Φωσφορικού Καλίου (K_2HPO_4) σε 1 L διάλυμα, ώστε να περιέχονται ~500 mg φωσφόρου σε 100 L διαλύματος, για την εξασφάλιση της απαραίτητης αναλογίας BOD/N/P:600/5/1 για την ανάπτυξη των μ/ο (σημείωση 1).

Για την παρουσία των απαραίτητων για τους μ/ο ιχνοστοιχείων προσθέτουμε:

- 7 mg NaCl σε 1 L διάλυμα

-2 mg $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ σε 1 L διάλυμα

-4 mg $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ σε 1 L διάλυμα

- Νερό βρύσης για αραιώση στο 1 L, που περιέχει λιγότερο από 3 mg/L διαλυμένο οργανικό άνθρακα (DOC)

-Υλικό εμβολιασμού μ/ο που διατίθεται στο εμπόριο (με χαμηλή συγκέντρωση μ/ο)

ή

-Ενεργό ιλύ από εγκατάσταση βιολογικής επεξεργασία για εμβολιασμό του συνθετικού αποβλήτου με μ/ο. Όταν πρέπει να αναπτυχθούν συνθήκες νιτροποίησης, πρέπει να ληφθεί ενεργός ιλύς από εγκατάσταση νιτροποίησης. Ο εμβολιασμός γίνεται στην αρχή του πειράματος. Το υλικό εμβολιασμού διατηρείται σε θερμοκρασία δωματίου μέχρι τη χρήση του. Χρησιμοποιείται εντός 24 h.

-Αν είναι απαραίτητο συμπυκνώνεται η ιλύς με καθίζηση, ώστε ο προστιθέμενος όγκος στο σύστημα να είναι μικρός (να μην αλλοιωθούν τα χαρακτηριστικά του προς επεξεργασία διαλύματος).

-Η συγκέντρωση των αιωρούμενων στερεών στο διάλυμα του πειράματος πρέπει να είναι περίπου 2,5 g/L τουλάχιστον (2500 mg/L).

-Αν το νερό που χρησιμοποιούμε για την παρασκευή του συνθετικού δείγματος είναι χλωριωμένο προσθέτουμε 85 mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 3% κβ στα 100 L διαλύματος για να μην αδρανοποιηθούν οι μ/ο από το χλώριο (απαίτηση: 1,43 Kg / Kg υπολ. χλωρίου).

- Το pH του διαλύματος πρέπει να είναι $7,5 \pm 0,5$. Αν το PH είναι $< 7,2$ ρυθμίζουμε το PH στην τιμή αυτή (με διάλυμα H_2SO_4 ή με διάλυμα $NaOH$ ή με προσθήκη κατάλληλου ρυθμιστικού διαλύματος για να διτηρηθεί η τιμή).

Ποιοτικά χαρακτηριστικά συνθετικού δείγματος (συγκεντρώσεις)

-**Ολικό Άζωτο:** $\approx 55,5$ mg/L (13,9938 mg/L από την ουρία, 27,2 mg/L από την πεπτόνη και 14,3 mg/L από Meat extract)

-**BOD:** ≈ 200 mg/L

-**COD:** ≈ 300 mg/L

-**Ολικός Φώσφορος:** 4,98 mg/L (≈ 5 mg/L)

- **Mg:** 0,197 mg/L

- **Ca:** 1,090 mg/L

- **Na:** 2,754 mg /L

Εκκίνηση της εγκατάστασης – Πειραματική διαδικασία

Η πειραματική διαδικασία εκτελείται σε θερμοκρασία δωματίου. Αρχικά ετοιμάζεται αρκετή ποσότητα συνθετικού λύματος. Γεμίζονται οι δεξαμενές με το λύμα και προστίθεται το υλικό εμβολιασμού. Τίθεται σε λειτουργία ο αερισμός, έτσι ώστε η ιλύς να διατηρείται σε αιώρηση και σε αερόβιες συνθήκες και αρχίζει η τροφοδοσία του εισερχόμενου υγρού. Για συμβατικό σύστημα, ενδεικτικός υδραυλικός χρόνος παραμονής είναι 6h, οπότε η αντλία τροφοδοσίας πρέπει να παρέχει 0,5 L/h. Για να αποφευχθεί η βιολογική αποικοδόμηση στο δοχείο του υγρού τροφοδοσίας, αν χρησιμοποιείται για διάστημα μεγαλύτερο της μίας ημέρας, πρέπει να συντηρείται (με ψύξη στους $4^\circ C$ ή με άλλο τρόπο). Ένας τρόπος αντιμετώπισης της βιολογικής αποικοδόμησης είναι να παρασκευάζεται πυκνό διάλυμα stock (με τουλάχιστον δεκαπλάσια συγκέντρωση αυτής του συνθετικού δείγματος), να φυλάσσεται στους $4^\circ C$ και να προστίθεται καθημερινά στο δοχείο τροφοδοσίας με την κατάλληλη ποσότητα νερού βρύσης για αραιώση.

Η εκτέλεση της άσκησης περιλαμβάνει **μετρήσεις και υπολογισμούς** των παραμέτρων που σας ζητούνται και σύγκριση των μετρούμενων και υπολογισμένων τιμών.

Να μετρηθούν οι παρακάτω παράμετροι:

1. Οι όγκοι των δεξαμενών αερισμού, καθίζησης και απονιτροποίησης, η επιφάνεια της δεξαμενής καθίζησης, οι παροχές στην είσοδο της εγκατάστασης, στην έξοδο και στις ανακυκλοφορίες.
2. Το ολικό άζωτο στην είσοδο της εγκατάστασης, το ολικό άζωτο και τα νιτρικά στην έξοδο της εγκατάστασης

Να υπολογισθούν οι παρακάτω παράμετροι:

1. Να μετατραπεί το COD σε BOD βάσει συντελεστή μετατροπής 1,47 -1,5 (σημείωση 2).
2. Να υπολογισθούν οι όγκοι όλων των δεξαμενών και να επαληθευτούν σε σχέση με τους μετρημένους
3. Να υπολογισθούν οι υδραυλικοί χρόνοι παραμονής στις δεξαμενές καθίζησης και απονιτροποίησης
4. Να επαληθευτεί ο όγκος της δεξαμενής καθίζησης από τα κριτήρια επιφανειακής φόρτισης και φόρτισης στερεών (από το Γεπ.φορτ επαληθεύουμε την μετρημένη επιφάνεια της δεξαμενής και από το Γφορτ.στ. υπολογίζουμε τα MLSS)

5. Να σχολιασθούν τα αποτελέσματα και να γίνουν προτάσεις βελτίωσης των παραμέτρων λειτουργίας της εγκατάστασης
- Το ολικό άζωτο στην εισροή της μονάδας επεξεργασίας δίνεται ως ‘Total Kjeldahl Nitrogen’, TKN και περιλαμβάνει το οργανικό άζωτο (πρωτεΐνες, ουρία και άλλες οργανικές αζωτούχες ενώσεις) και το αμμωνιακό άζωτο ($\text{NH}_4^+ \text{-N}$), δίχως το άζωτο των νιτρωδών ($\text{NO}_2^- \text{-N}$) και νιτρικών ($\text{NO}_3^- \text{-N}$).
 - Το ημερήσιο φορτίο ολικού αζώτου, L_{TKN} , υπολογίζεται από την εκάστοτε συγκέντρωση TKN, σε mg/L ή Kg/m³ και από το υδραυλικό φορτίο στην εισροή Q_F ως εξής:

$$L_{\text{TKN}} = [\text{TKN}]_F \cdot Q_F, \text{ όπου:}$$

$[\text{TKN}]_F$ = Η συγκέντρωση του ολικού Kjeldahl αζώτου στο φρέσκο λύμα.

Q_F = Υδραυλικό (παροχή) φορτίο υγρού αποβλήτου (Volume Flow Rate), m³/d

Σημείωση 1. : Για την κανονική λειτουργία των βιολογικών συστημάτων, πρέπει να υπάρχουν οι απαραίτητες ποσότητες των βασικών θρεπτικών υλικών, (C, N, P).

Στην πράξη λαμβάνονται λαμβάνονται (περίπου) οι ακόλουθες αναλογίες:

-Συμβατική μέθοδος : $\text{BOD/N/P} = 100/5/1$

-Παρατεταμένος αερισμός: $\text{BOD/N/P} = 600/5/1$

-Φιάλη ελέγχου BOD: $\text{BOD/N/P} = \sim 60/3/1$

Το τυχόν έλλειμμα N συμπληρώνεται με προσθήκη διαλύματος ουρίας, που κυκλοφορεί στο εμπόριο σε κοκκώδη μορφή με ορισμένη περιεκτικότητα (π.χ. 46% N). Ο φώσφορος συμπληρώνεται με προσθήκη υγρού φωσφορικού οξέος (περιεκτικότητας 85% P).

Σημείωση 2:

-Η σχέση $\text{COD} / \text{BOD}_5$ για αστικά λύματα κυμαίνεται από 1,25/1 έως 2,5/1 (για υψηλό οργανικό φορτίο), ενώ στα βιομηχανικά απόβλητα μπορεί να φθάσει σε 10/1 ή και περισσότερο. Μία αποδεκτή τιμή της σχέσης αυτής για αστικά λύματα είναι 1,6 με 1,7/1.

-Στην περίπτωση που στο προς επεξεργασία απόβλητο υπάρχουν μόνο βιοαποικοδομήσιμες οργανικές ενώσεις το BOD_{20} και το COD είναι ίσα. Δεδομένου ότι σε 5 ημέρες το 68% του BOD αποικοδομείται, το $\text{BOD}_5 = 68\% \text{ COD}$ ή ο λόγος $\text{COD} / \text{BOD}_5 = 1,47$.

-Στην περίπτωση του συνθετικού δείγματος του εργαστηρίου, που δεν υπάρχουν μη αποικοδομήσιμες οργανικές ενώσεις, ισχύει ο λόγος $\text{COD} / \text{BOD}_5 = 1,47$.

Σημείωση: Η παρουσίαση της εργαστηριακής άσκησης θα γίνει στο επόμενο εργαστήριο με τη μορφή γραπτής αναφοράς (Written Report), σύμφωνα με τις οδηγίες που σας παρέχονται στο παράρτημα II, σελίδα 111 των σημειώσεων.

4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Τεχνικά φυλλάδια της εγκατάστασης BEHR LABOR TECHNIK.
2. Μαρκαντωνάτος Γ., ‘Επεξεργασία και διάθεση Υγρών Αποβλήτων’, ΑΘΗΝΑ 1990, Εκδ. 2^η.
3. Metckalf & Eddy, ‘Waste Water Engineering- Treatment-Disposal-Reuse’ McGrawHill, 1991, Third Ed.
4. Στάμου Ι. Α., ‘Βιολογικός Καθαρισμός Αστικών Αποβλήτων –με Παρατεταμένο Αερισμό και Βιολογική Απομάκρυνση Θρεπτικών’ ΑΘΗΝΑ 1995, Εκδ. Παπασωτηρίου
5. M. J. Hammer, M. J. Hammer Jr., ‘Water and Waste Water Technology’, Prentice Hall, N.J., 1996, Third Ed.

6. EN ISO 11733: 1998, ‘Evaluation of the elimination and biodegradability of organic compounds in an aqueous medium – Activated dludge simulation test’’

ΦΥΛΛΟ ΑΣΚΗΣΗΣ 4

Να συμπληρωθεί ο πίνακας που ακολουθεί με τις μετρημένες και τις υπολογισμένες τιμές των περιβαλλοντικών παραμέτρων που σας ζητούνται στην εκτέλεση της άσκησης

Παράμετροι	Υπολογισμένες τιμές	Πειραματικές τιμές
COD στο εισερχόμενο υγρό (Influent mg/L)		300
BOD5 στο εισερχόμενο υγρό, (Influent mg/L) (Μετατροπή: $BOD_5 = COD/1,7$)		
TKN στο εισερχόμενο υγρό (Influent mg/L)		55
COD στο εξερχόμενο υγρό (effluent mg/L)		50
BOD5 στο εξερχόμενο υγρό (effluent mg/L)		30
TKN στο εξερχόμενο υγρό (effluent mg/L)		
NO ₃ -N στο εξερχόμενο υγρό (Influent mg/L)		
Μέτρηση Όγκου δεξαμενής απονιτροποίησης		
Μέτρηση Όγκου Δεξαμενής Αερισμού Δ.Α.		
Μέτρηση Όγκου Δ.Α.Κ		
Μέτρηση Παροχής στην είσοδο της εγκατάστασης, Q_F		
Μέτρηση Παροχή ανακυκλοφορίας από Δ.Α, Q_{RN}		
Μέτρηση Παροχής ανακυκλοφορίας από τη ΔΔΚ, Q_R		
Προσδιορισμός βαθμού συνολικής ανακυκλοφορίας, $R=y+r$		
MLSS		3000
Επαλήθευση κριτηρίων στη ΔΔΚ (με βάση τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του συστήματος που μετρήσατε)		
Υπολογισμός υδραυλικού χρόνου παραμονής στη Δ.Α (με βάση τον πραγματικό όγκο της δεξαμενής)		
Υπολογισμός υδραυλικού χρόνου παραμονής στη ΔΔΚ (με βάση τον πραγματικό όγκο της δεξαμενής).		
Με βάση τη μεθοδολογία σχεδιασμού (από τυπολόγιο) να υπολογιστούν και να γίνει σύγκριση με τις αντίστοιχες πειραματικές τιμές των παρακάτω:		
Όγκος Δεξαμενής Αερισμού Δ.Α		
Όγκος δεξαμενής απονιτροποίησης		
Παροχή ανακυκλοφορίας από Δ.Α, Q_{RN}		
Παροχής ανακυκλοφορίας από τη ΔΔΚ, Q_R		

Σχόλια:.....