

Τεχνική περιγραφή του έργου ANELIΞH-Μάρπησσα, Πάρος

1. Αναλυτική περιγραφή της τροποποίησης του έργου ή της δραστηριότητας

1.1 Υφιστάμενη κατάσταση

Η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ) Μάρπησσας εξυπηρετεί ισοδύναμο πληθυσμό 5,000 κατοίκων, και σύμφωνα με τον σχεδιασμό της έχει δυναμικότητα επεξεργασίας $865 \text{ m}^3/\text{d}$ αι BOD_5 416.3 kg/d . Τα δευτεροβάθμια επεξεργασμένα λύματα απολυμαίνονται με προσθήκη υποχλωριώδους νατρίου και κατόπιν διατίθενται στην θάλασσα με υποθαλάσσιο αγωγό. Η παραγόμενη λάσπη μεταφέρεται στον ΧΥΤΑ Πάρου-Αντιπάρου έπειτα από ηλιακή ξήρανση.

Η λειτουργία των υφιστάμενων έργων της ΕΕΛ Μάρπησσας βασίζεται στην μέθοδο του παρατεταμένου αερισμού. Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή, τα λύματα, μετά από εσχарισμό και εξάμμωση, εισέρχονται στην δεξαμενή αερισμού, χωρίς πρωτοβάθμια επεξεργασία, δηλαδή στην πράξη δεν απομακρύνονται τα καθιζάνοντα στερεά (τα οποία αποτελούν το 50-60% των ολικών αιωρούμενων στερεών (TSS)) ούτε το σωματιδιακό BOD. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα αυξημένες απαιτήσεις σε αερισμό και συνεπώς αυξημένη ενεργειακή δαπάνη.

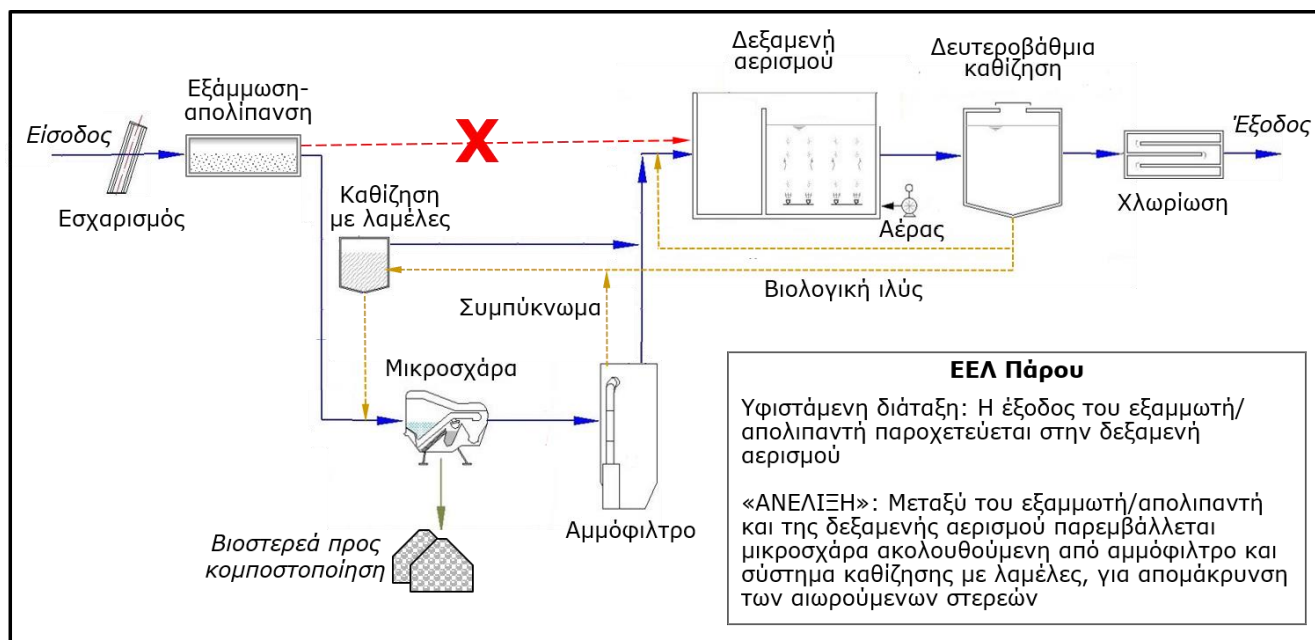
1.2 Σκοπός του προτεινομένου έργου

Το προτεινόμενο έργο έχει ως στόχο την αναβάθμιση της ΕΕΛ Μάρπησσας, με χρήση καινοτομικών τεχνολογιών, έτσι ώστε να καταστεί ικανή να δεχτεί αυξημένα φορτία εισόδου, με παράλληλη μείωση της ενεργειακής δαπάνης, και εν γένει του κόστους λειτουργίας. Η καινοτομικότητα του έργου έγκειται στην πρώιμη απομάκρυνση στερεών και σωματιδιακού BOD από τα λύματα, με χρήση ειδικού τύπου φίλτρων (μικροσχάρες/αυτοκαθαριζόμενα αμμόφιλτρα ανοδικής ροής), πριν αυτά εισέλθουν στην δεξαμενή αερισμού. Με τον τρόπο αυτό αναμένεται σημαντική μείωση της συνολικής κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (εκτιμάται μείωση κατά 30-35%). Τα παραγόμενα βιοστερεά (ιλύς) αναμένεται να έχουν συγκέντρωση σε στερεά άνω του 30% και δύναται να διαχειριστούν ως στερεά. Μελλοντικά, τα επεξεργασμένα λύματα θα χρησιμοποιηθούν για άρδευση δασικής έκτασης.

1.3 Αναλυτική περιγραφή νέων τεχνολογιών

Η προτεινόμενη διάταξη θα εγκατασταθεί στην υφιστάμενη ΕΕΛ Μάρπησσας (Εικόνα 1) και θα περιλαμβάνει την επεξεργασία των λυμάτων με συνδυασμό μικροεσχάρωσης ακολουθούμενης από διήθηση με Αυτοκαθαριζόμενο Αμμόφιλτρο Ανοδικής Ροής (Continuous Backwash Upflow Media Filter, CBUMF) και συσκευή καθίζησης με λαμέλλες τοποθετημένες μεταξύ του εξαμμωτή και της δεξαμενής αερισμού. Η διεργασία που θα εφαρμοστεί για την αναβάθμιση των ΕΕΛ βασίζεται στην πρώιμη απομάκρυνση στερεών, σε ποσοστό που εκτιμάται ότι θα φτάσει το 90%, πριν εισέλθουν τα λύματα στην δεξαμενή αερισμού.

Η παρέμβαση θα γίνει κατάντη της διάταξης εξάμμωσης και ανάντη της Δεξαμενής αερισμού. Καθότι η διάταξη εξάμμωσης βρίσκεται στο έδαφος, θα απαιτηθεί η κατασκευή αντλιοστασίου, το οποίο θα συγκεντρώνει την έξοδο της εξάμμωσης και θα την αντλεί προς την μικροσχάρα. Η τελική διάταξη του συστήματος και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του θα προκύψουν κατά την φάση του σχεδιασμού. Εάν καταστεί εφικτό, το όλο σύστημα μπορεί να τοποθετηθεί εντός εμποροκυβωτίου, ειδάλλως θα τοποθετηθούν τα διάφορα επί μέρους στοιχεία του σε βάση από σκυρόδεμα.

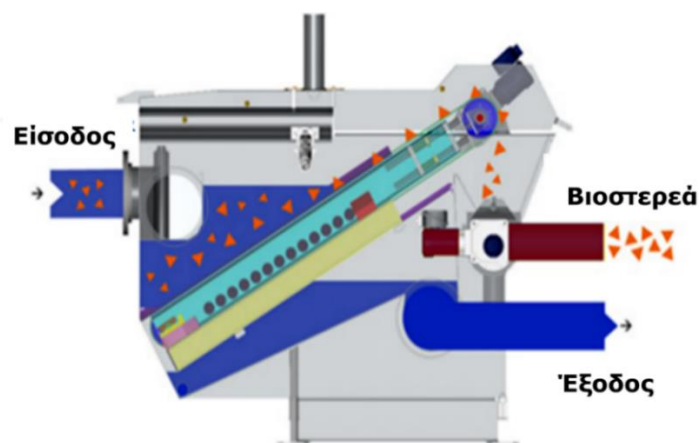


Εικόνα 1: Διάγραμμα ροής ANELIΞΗ.

1.3.1 Μικροεσχάρωση

Στο πρώτο βήμα της επεξεργασίας των εισερχόμενων λυμάτων της προτεινόμενης διάταξης, χρησιμοποιείται μια μικροσχάρα ή μικροκόσκινο (microscreen ή microsieve) η οποία απομακρύνει 40-60% των TSS (ανάλογα με την αρχική σύσταση των αποβλήτων και τον τύπο της μικροσχάρας), ενώ παράλληλα απομακρύνεται 30-50% του BOD. Πρόκειται για συστήματα που έχουν βρει εφαρμογές στη βιομηχανία, και έχουν δοκιμαστεί πειραματικά για την επεξεργασία υγρών αστικών αποβλήτων από το Εργαστήριο Σχεδιασμού Περιβαλλοντικών Διεργασιών του Πολυτεχνείου Κρήτης, με εντυπωσιακά αποτελέσματα.

Οι μικροσχάρες (Εικόνα 2) είναι ειδικά κατασκευασμένες αυτοκαθαριζόμενες συσκευές διήθησης οι οποίες μπορούν να λειτουργούν σε συνεχή λειτουργία σε εύρος παροχών. Η κατακράτηση των στερεών γίνεται σε ένα ατέρμονα υφασμάτινο ιμάντα (με διάμετρο πόρων 50-350μm), πάνω στον οποίο παγιδεύονται τα στερεά σωματίδια δημιουργώντας έναν υμένα. Ο υμένας λειτουργεί ως αποτελεσματικό φίλτρο, χωρίς να απαιτείται η προσθήκη κροκιδωτικών ουσιών. Τα στερεά που έχουν αποθεθεί πάνω στον ιμάντα απομακρύνονται με ξέστρο νερού (water scrubber) ή αέρα (air scrubber). Στη συνέχεια συμπιέζονται σε κοχλιωτό συμπιεστή και παράγουν βιοστερεά με περιεκτικότητα σε στερεά 30-45%. Τα παραγόμενα βιοστερεά θα προωθούνται στον χώρο υγειονομικής ταφής, μαζί με την ποσότητα της ιλύος που προκύπτει από τη δευτεροβάθμια επεξεργασία των αποβλήτων.



Εικόνα 2: Σχηματική απεικόνιση μικροεσχάρας.

Γενικά, το απόβλητο που έχει επεξεργαστεί με μικροσχάρες έχει καλύτερα χαρακτηριστικά, συγκρινόμενο με αυτό που έχει υποστεί πρωτοβάθμια καθίζηση, όχι μόνο γιατί έχει απομακρυνθεί μεγαλύτερο ποσοστό στερεών, αλλά κυρίως γιατί έχουν απομακρυνθεί τα πιο ευμεγέθη στερεά (τα οποία επεξεργάζονται δυσκολότερα στην δεξαμενή αερισμού). Ο απαιτούμενος χώρος για την εγκατάσταση μιας μικροεσχάρας είναι τουλάχιστον 20 φορές μικρότερος σε σύγκριση με τις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης. Σημειώνεται ότι ταυτόχρονα με την απομάκρυνση στερεών απομακρύνεται και BOD, και μάλιστα σωματιδιακό BOD, το οποίο είναι πολύ πιο δύσκολο και πιο δαπανηρό να απομακρυνθεί βιολογικά, σε σχέση με το διαλυτό BOD. Επίσης, η μικροεσχάρα απομακρύνει αποτελεσματικά ίνες όπως η κυτταρίνη, δεδομένου ότι η απομάκρυνση των στερεών εξαρτάται από το μέγεθος των σωματιδίων, και όχι από την ταχύτητα καθίζησης όπως συμβαίνει στη συμβατική επεξεργασία.

Η διαστασιολόγηση της μικροεσχάρας γίνεται για την ικανοποίηση των κριτηρίων του Πίνακα 1. Για την είσοδο των ανεπεξέργαστων λυμάτων στην μικροεσχάρα πρόκειται να χρησιμοποιηθεί μία φυγόκεντρη αντλία.

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά μικροεσχάρας.

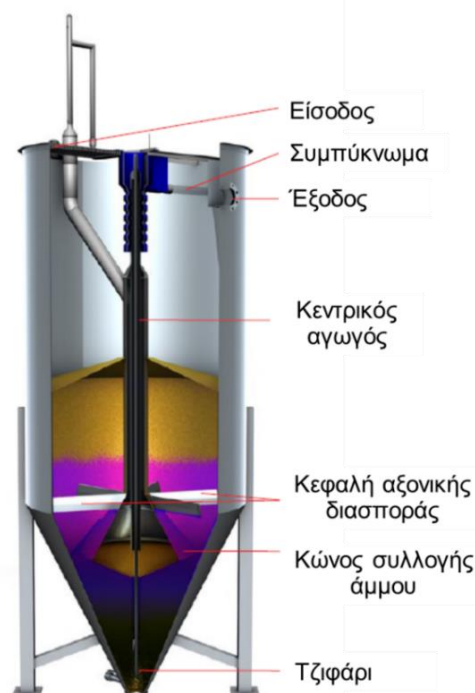
Παράμετρος	Εκτιμώμενη τιμή
Υλικό κατασκευής	Ανοξείδωτος χάλυβας ASI 304
Μέγιστη εισερχόμενη παροχή	2,500 m ³ /d
Μέση εισερχόμενη παροχή	1,200 m ³ /d
Αποδόσεις (εκτίμηση)	Απομάκρυνση TSS: 40-60% Απομάκρυνση BOD ₅ : 20-50% Περιεκτικότητα παραγόμενης ύλης σε στερεά: 30-45%
Ενεργειακή κατανάλωση	2-3kW
Διαστάσεις	Μήκος: 2-2.5m Πλάτος: 1-1.5m Ύψος: 1.1-1.4m

1.3.2 Αυτοκαθαριζόμενα Αμμόφιλτρα Ανοδικής Ροής (CBUMF)

Πρόκειται για σύστημα αμμοφίλτρασης με σύστημα αυτοκαθαρισμού της κλίνης άμμου. Η τεχνολογία των CBUMF αναπτύχθηκε για πρώτη φορά στη δεκαετία του 1970 για την αφαίρεση

των αιωρούμενων στερεών. Τα CBUMF είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα στην τριτοβάθμια επεξεργασία υγρών αποβλήτων. Δεν έχουν εφαρμοστεί σε πρωτογενή λύματα, κυρίως λόγω των προβλημάτων της μεγάλης συγκέντρωσης στερεών. Ωστόσο, στην προτεινόμενη μεθοδολογία, το μεγαλύτερο μέρος των στερεών έχει απομακρυνθεί με τη μικροσχάρα, καθιστώντας τα κατάλληλα για φίλτρανση. Μετά και από την διήθηση με το συνδυασμό μικροσχαρών ακολουθούμενες από τη διάταξη φίλτρανσης, εκτιμάται ότι τα λύματα θα έχουν απολέσει τουλάχιστον το 90% των στερεών (TSS) και το 60-70% του BOD₅ και COD. Σημαντική μείωση αναμένεται επίσης στον φώσφορο και μικρότερη μείωση στο αμμωνιακό άζωτο.

Τα επεξεργασμένα λύματα από την έξοδο της μικροσχαράς προωθούνται μέσω αντλιοστασίου στο CBUMF. Τα λύματα εισέρχονται στο κάτω μέρος του CBUMF (Εικόνα 3), και κατανέμονται ομοιόμορφα στα άνω στρώματα της κλίνης μέσω των βραχιόνων διανομής, μιας κωνικής διάταξης κατανομής εισόδου. Τα εισερχόμενα λύματα ακολουθούν ανοδική πορεία μέσω της άμμου. Τα επεξεργασμένα λύματα εξέρχονται από το πάνω μέρος του CBUMF μέσω θυροφράγματος υπερχειλήσης, και οδηγούνται στα επόμενα στάδια επεξεργασίας, ενώ τα αιωρούμενα στερεά παγιδεύονται και συγκρατούνται στην άμμο.



Εικόνα 3: Σχηματική απεικόνιση του CBUMF.

Η άμμος και τα παγιδευμένα στερεά κινούνται με μικρή ταχύτητα καθοδικά προς το κωνικό τμήμα του φίλτρου. Με χρήση αντλίας ανοδικής ροής αέρα (τζιφάρι) η ακάθαρτη άμμος ανέρχεται στον κεντρικό σωλήνα του φίλτρου, όπου η άμμος διαχωρίζεται από τα στερεά. Τα στερεά απομακρύνονται (ως συμπύκνωμα) από το άνω μέρος της διάταξης έκπλυσης, ενώ η άμμος, έχοντας μεγαλύτερο ειδικό βάρος, καθιζάνει και αναδιανέμεται ομοιόμορφα στην κορυφή της κλίνης. Πρόκειται για μια συνεχή διεργασία, κατά της διάρκεια της οποίας το φίλτρο τροφοδοτείται συνεχώς με απόβλητα, ενώ συνεχώς παράγεται διήθημα και συμπύκνωμα. Το ύψος της κλίνης άμμου παραμένει σταθερό. Ανάλογα με την εφαρμογή και το είδος των λυμάτων,

μπορεί να τροφοδοτηθεί κροκιδωτικό στην κλίνη της άμμου, για να αυξήσει την απόδοση της διήθησης.

Τα βασικά πλεονεκτήματα που προσφέρει το CBUMF σε σύγκριση με τα συμβατικά φίλτρα άμμου αντίστροφης πλύσης περιλαμβάνουν:

- Συμπαγή εγκατάσταση.
- Αδιάκοπη λειτουργία και επεξεργασία.
- Συνεχή παραγωγή συμπυκνώματος.
- Συνεχόμενη αντίστροφη πλύση.
- Απουσία αντλιών αντίστροφης πλύσης.
- Μικρή κατανάλωση ενέργειας.
- Μικρό χώρο τοποθέτησης.

Κατά τη χρήση του CBUMF παράγεται συμπύκνωμα (εκτιμάται σε 5-12% της παροχής εισροής), το οποίο αφού υποστεί περαιτέρω συμπύκνωση σε διάταξη καθίζησης με λαμέλλες, προωθείται στον κοχλία συμπίεσης της μικροσχάρας (ή εναλλακτικά στην είσοδο της μικροσχάρας), για απομάκρυνση των κροκιδωμένων στερεών, ενώ τα επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται στη δεξαμενή αερισμού για βιολογική επεξεργασία.

Η διαστασιολόγηση του CBUMF γίνεται για την ικανοποίηση των κριτηρίων του Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά CBUMF.

Παράμετρος	Εκτιμώμενη τιμή
Μέγιστη ημερήσια παροχή αποβλήτων	2,500 m ³ /d
Παροχή συμπυκνώματος	5-12% της παροχής σχεδιασμού
Συγκέντρωση στερεών στην είσοδο	100-150 mg/L
Επιφανειακή φόρτιση	12-17 m ³ / m ² .d
Διηθητικό μέσο	Τύπος: πυριτική άμμος Διάμετρος: 0.35-1mm Συντελεστής ομοιομορφίας: 1.2-1.8

1.3.3 Καθίζηση με λαμέλλες

Λόγω των απαιτήσεων μεγάλης επιφάνειας και τη μείωση του χρόνου παραμονής των συμβατικών δεξαμενών καθίζησης, επιλέχθηκε η χρήση διάταξης καθίζησης με λαμέλλες. Οι διατάξεις καθίζησης με λαμέλλες απαιτούν μικρότερο εμβαδόν έδρασης και λειτουργούν με μικρότερους χρόνους παραμονής, σε σύγκριση με τις συμβατικές διατάξεις καθίζησης. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα των συσκευών είναι η ευδιάκριτη απουσία μηχανικών, κινούμενων μερών. Συνεπώς, το σύστημα δεν απαιτεί καμία εισροή ενέργειας εκτός από την αντλία εισροής και έχει πολύ μικρότερη τάση για μηχανική βλάβη από άλλους διαυγαστές.

Οι συσκευές καθίζησης με λαμέλλες λειτουργούν βαρυτικά: καθώς τα λύματα προς επεξεργασία ρέουν ανάμεσα στις λαμμέλες υπό συνθήκες γραμμικής ροής, τα αιωρούμενα στερεά καθιζάνουν στην επιφάνεια των λαμμέλων και ολισθαίνουν προς τον πυθμένα, ενώ το καθαρό υπερκείμενο υγρό εξέρχεται από τις επιφάνειες μέσω ειδικά διαμορφωμένων οπών. Οι λαμέλλες

τοποθετούνται υπό κλίση 55-60°, έτσι ώστε να αποτρέπεται η κατακράτηση της ιλύος, ενώ ταυτόχρονα να διευκολύνεται ο καθαρισμός τους. Συνήθως γίνεται χρήση κροκιδωτικών πριν την είσοδο των λυμάτων στην διάταξη καθίζησης, για να επιτευχθεί καλύτερος διαχωρισμός. Ωστόσο, επειδή έχει ήδη γίνει χρήση κροκιδωτικών κατά την αμμοφίλτρανση, πιθανόν να μην χρειαστεί η επιπλέον προσθήκη κροκιδωτικών.

Η προτεινόμενη διάταξη καθίζησης θα δέχεται το συμπύκνωμα του CBUMF. Το υπερκείμενο θα ρέει προς στην δεξαμενή αερισμού, ενώ η παραγόμενη ιλύς θα οδεύει προς την μικροσχάρα για περεταίρω αφυδάτωση. Παράλληλα θα δοκιμαστεί και η παροχέτευση ποσότητας δευτεροβάθμιας ιλύος προς την διάταξη καθίζησης, για να εξεταστεί κατά πόσο θα επικουρήσει στη καλύτερη απομάκρυνση των στερεών του συμπυκνώματος.

Η διαστασιολόγηση της συσκευής καθίζησης με λαμέλλες ακολουθεί τα παρακάτω κριτήρια:

- Κλίση των πλακών: 55-60 °, ο ως προς το οριζόντιο επίπεδο.
- Πάχος λαμελλών: 1.5-4 mm.
- Απόσταση μεταξύ των λαμελλών: 50-80 mm.
- Απόδοση: Απομάκρυνση 40-60 % των αιωρούμενων στερεών.
- Ο αριθμός Reynolds εντός των λαμελλών δεν πρέπει να υπερβαίνει το 800, για εξασφάλιση συνθηκών γραμμικής ροής.
- Ύψος λαμέλλας: Συνήθως 1.5 έως 2 m.

1.3.4 Αυτοματισμοί και συστήματα παρακολούθησης

Το νέο σύστημα θα προσαρμοστεί μεταξύ της υφιστάμενης διάταξης εξάμμωσης και της υφιστάμενης δεξαμενής αερισμού. Το σύστημα θα τεθεί σε συνεχή λειτουργία. Το σύστημα θα ελέγχεται από τοπικό Προγραμματιζόμενο Λογικό Ελεγκτή (Programmable Logical Controller, PLC), παρέχοντας στον χειριστή επαρκείς πληροφορίες για την κατάσταση κάθε μονάδας (ενδείξεις κατάστασης (status) μηχανημάτων, αντλιών, μετρητικών οργάνων κτλ.).

Σε κατάλληλα σημεία του συστήματος θα προσαρμοστούν ηλεκτρόδια για την παρακολούθηση βασικών παραμέτρων, όπως θολρότητα, pH, και συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου. Επίσης θα μετράται η παροχή εισόδου. Η ακριβής θέση των ηλεκτροδίων και των διαφόρων συστημάτων παρακολούθησης θα προκύψει κατά την εκπόνηση της μελέτης κατασκευής.

1.3.5 Τεχνική αξιολόγηση του έργου

Κατά την περίοδο εφαρμογής, η λειτουργία της ΕΕΛ θα παρακολουθείται από την ΔΕΥΑ Πάρου σε συνεργασία με το Πολυτεχνείο Κρήτης. Συγκεκριμένα θα μετρούνται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά στην είσοδο, στην έξοδο και επιλεγμένα ενδιάμεσα στάδια της εγκατάστασης, καθώς και στην τελική έξοδο. Τα στοιχεία αυτά θα χρησιμοποιηθούν για την έκθεση αξιολόγησης/καταγραφής των τεχνικών και περιβαλλοντικών δεικτών του έργου. Επίσης, αναλύσεις θα γίνονται και στην παραγόμενη ιλύ. Θα διερευνηθούν εναλλακτικές μέθοδοι διαχείρισης της παραγόμενης ιλύος (εκτός από τη διάθεση σε ΧΥΤΑ), όπως είναι η κομποστοποίηση (για παραγωγή εδαφοβελτιωτικού) και η ενεργειακή αξιοποίηση (π.χ. με αναερόβια χώνευση). Δοκιμές μετατροπής της ιλύος προς κόμποστ θα γίνουν αρχικά σε μικρή κλίμακα στο Πολυτεχνείο Κρήτης, και στη συνέχεια, σε μεγαλύτερη κλίμακα στο χώρο της ΕΕΛ Μάρπησσας.

1.4. Ποιότητας εκροής και διαχείριση προϊόντων

Ποιότητας εκροής

Η υφιστάμενη ΕΕΛ Μάρπησσας είναι σχεδιασμένη με βάση τις απαιτήσεις εκροής του Πίνακα 3, για την ικανοποίηση των ορίων που τίθενται από την Ευρωπαϊκή Οδηγία 91/271/ΕΟΚ (εναρμόνιση με την ΚΥΑ 5673/400/97), καθώς και από τη Νομαρχιακή Απόφαση 1377 (ΦΕΚ 841/Β/22-6-2005).

Πίνακας 3. Παράμετροι ποιότητας επεξεργασμένων λυμάτων και ανώτερες τιμές τους σύμφωνα με την Οδηγία 91/271/ΕΟΚ και τη Νομαρχιακή Απόφαση 1377 (ΦΕΚ 841/Β/22-6-2005).

Παράμετρος ποιότητας επεξεργασμένων λυμάτων	Τιμή παραμέτρου ποιότητας επεξεργασμένων λυμάτων
BOD ₅	< 25 mg/L
Αιωρούμενα στερεά	< 35 mg/L
Διαλυμένα ολικά στερεά	< 1,500 mg/L
COD	<100 mg/L
Ολικός φωσφόρος TP	< 1 mg/L
Ολικό άζωτο TN	< 10 mg/L
Λίπη – Έλαια	= 0
Διαλυμένο οξυγόνο DO	> 5 mg/L
Πιθανός Αριθμός Κολοβακτηριδίων (ΠΑΚ)	< 70/ 100 mL στις ακτές
pH	6 – 9.5
Θερμοκρασία	< 30 °C
Απορρυπαντικά (βιοδιασπώμενα κατά 80%)	< 5 mg/L

Μετά την εφαρμογή την προτεινόμενης διάταξης, αναμένεται καλύτερευση της ποιότητας εκροής ειδικά σε ότι αφορά τα αιωρούμενα στερεά, το BOD₅ και τον φωσφόρο.

Διαχείριση προϊόντων

Τα δευτεροβάθμια επεξεργασμένα λύματα απολυμαίνονται με προσθήκη υποχλωριώδους νατρίου και κατόπιν διατίθενται στην θάλασσα με υποθαλάσσιο αγωγό, Μελλοντικά, μέρος των λυμάτων αυτών θα δύναται να διατίθενται για άρδευση παρακείμενων δασικών εκτάσεων. Τα παραγόμενα βιοστερεά θα προωθούνται στον χώρο υγειονομικής ταφής, μαζί με την ποσότητα της ιλύος που προκύπτει από τη δευτεροβάθμια επεξεργασία των αποβλήτων, μετά την απόθεσή της σε κλίνες ξήρανσης. Θεωρώντας ότι η συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών στην είσοδο της ΕΕΛ Μάρπησσας κυμαίνεται μεταξύ 200-300 mg/L και ότι η συνολική απόδοση του συστήματος (μικροσχάρα ακολουθούμενη από αμμόφιλτρο) θα είναι μεταξύ 60-80%, και ότι η περιεκτικότητα των βιοστερεών που θα παράγονται στην μικροσχάρα θα είναι 35%, για παροχή εισόδου

1,200m³/d, προκύπτει ότι αναμένεται να παράγονται βιοστερά από τη μικροσχάρα 275-309 kg/d. Επίσης αναμένεται μείωση της ημερήσιας παραγωγής των δευτεροβάθμιων βιοστερεών.