



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΝΟΜΟΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΔΗΜΟΣ ΚΟΝΙΤΣΑΣ

ΧΗΜΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΔΗΜΟΥ ΚΟΝΙΤΣΑΣ

ΠΑΤΣΑ ΧΡΙΣΤΙΝΑ - ΜΑΡΙΑ, Χημικός Μηχανικός.
Λακωνίας 28, 41335 Λάρισα, Τηλ. 2310 250601-3, E-mail: yetos@atenet.gr

ΧΗΜΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ **ΤΕΥΧΟΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ**

μελετήθηκε
- Η -
Μελετήτρια

ελέγχθηκε
- Ο -
Επιβλέπων

εγκρίθηκε & θεωρήθηκε
- Ο -
Προϊστάμενος
της Δ/νουσας Υπηρεσίας

ΙΟΥΝΙΟΣ 2016 – έκδοση Α

Πατσά Χριστίνα - Μαρία
Χημικός Μηχανικός

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

σελ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1.1.	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΩΝ.....	3

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

2.	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΙ ΛΟΙΠΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	5
----	--	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο

3.	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΤΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	7
----	---	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

4.	ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	9
4.1.	ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ – ΑΝΑΓΛΥΦΟ	9
4.2.	ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	9
4.3.	ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	10

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο

5.	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ.....	13
5.1.	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ .	13
5.1.1.	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	13
5.1.2.	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	25
5.2.	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ	28
5.3.	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΙΛΥΟΣ	31
5.4.	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΘΕΣΕΙΣ Ε.Ε.Λ.	34
5.5.	ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΛΥΣΗ.....	35

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο

6.	ΠΑΡΟΧΕΣ & ΦΟΡΤΙΑ ΕΙΣΟΔΟΥ & ΕΞΟΔΟΥ	37
6.1.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ ΤΗΣ Ε.Ε.Λ.	37
6.1.1.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	37
6.1.2.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	38
6.2.	ΡΥΠΑΝΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ	41
6.3.	ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΩΤΑΤΩΝ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΩΝ ΟΡΙΩΝ ΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ.....	43

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7ο

7.	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ	45
7.1.	ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	45
7.2.	ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΜΟΝΑΔΩΝ.....	47
7.2.1.	ΠΡΟΣΑΓΩΓΗ ΛΥΜΑΤΩΝ.....	47
7.2.2.	ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	47
7.2.3.	ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ.....	49
7.2.4.	ΧΛΩΡΙΩΣΗ-ΑΠΟΧΛΩΡΙΩΣΗ-ΜΕΤΑΕΡΙΣΜΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ	56
7.2.5.	ΠΑΧΥΝΣΗ – ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ.....	57
7.2.6.	ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ	58
7.2.7.	ΑΓΩΓΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ	59

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8ο

8.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	65
8.1.	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ	65
8.2.	ΒΙΟΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ	67
8.2.1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	67
8.2.2.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ	69
8.2.3.	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	77
8.2.4.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ.....	79
8.3.	ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΕΚΡΟΗΣ – ΑΠΟΧΛΩΡΙΩΣΗ – ΜΕΤΑΕΡΙΣΜΟΣ- ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ	92

8.3.1.	ΧΛΩΡΙΩΣΗ – ΑΠΟΧΛΩΡΙΩΣΗ	93
8.3.2	ΜΕΤΑΕΡΙΣΜΟΣ.....	94
8.3.3	ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ.....	95
8.4.	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ.....	95
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9ο		
9.	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	101
9.1.	ΓΕΝΙΚΑ	101
9.1.1.	ΡΟΗ ΣΕ ΚΛΕΙΣΤΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ	101
9.1.2.	ΡΟΗ ΣΕ ΑΝΟΙΧΤΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ	102
9.1.3.	ΕΣΧΑΡΩΣΗ	104
9.1.4.	ΚΡΙΣΙΜΟ ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ	104
9.2.	ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΓΩΓΩΝ	105
9.3.	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΓΩΓΟΥ ΔΙΑΘΕΣΗΣ.....	105
9.3.1.	ΤΥΠΟΙ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ	105
9.3.2.	ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΑΓΩΓΟΥ ΔΙΑΘΕΣΗΣ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	106
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10ο		
10.	Η/Μ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	109
10.1.	ΕΡΓΑ ΕΙΣΟΔΟΥ - ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΛΥΜΑΤΩΝ	109
10.2.	ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗ - ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ	109
10.3.	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ.....	109
10.4.	ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ	109
10.5.	ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ - ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ.....	109
10.6.	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΙΛΥΟΣ - ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΑ	110
10.7.	ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ.....	110
10.7.1.	ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΑ - ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ	110
10.8.	ΥΠΟΔΟΜΕΣ & ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΥ - ΛΟΙΠΑ ΕΡΓΑ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ	110
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11ο		
11.	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ	111
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12ο		
12.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ	117

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΓΓΡΑΦΑ - ΒΕΒΑΙΩΣΕΙΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΩΝ

Το παρόν τεύχος αποτελεί τη χημικοτεχνική μελέτη με τίτλο: "Χημικοτεχνική Μελέτη Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων Δήμου Κόνιτσας" και πραγματεύεται το λειτουργικό σχεδιασμό της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) της Κόνιτσας με τα απαραίτητα συνοδά υδραυλικά και ηλεκτρομηχανολογικά έργα για την επεξεργασία των λυμάτων του οικισμού της Κόνιτσας της Δημοτικής Ενότητας (Δ.Ε.) Κόνιτσας του Δήμου Κόνιτσας. Περαιτέρω, σε συνεργασία με το μελετητή του εξωτερικού δικτύου αποχέτευσης, παρουσιάζονται επίσης η τεχνική περιγραφή και οι υδραυλικοί υπολογισμοί του αγωγού διάθεσης της επεξεργασμένης εκροής της Ε.Ε.Λ. Κόνιτσας σε επίπεδο προμελέτης.

Ειδικότερα, τα αστικά λύματα που προέρχονται από τον οικισμό της Κόνιτσας, θα εισέρχονται στην Ε.Ε.Λ. μέσω βαρυτικού αγωγού συνολικού μήκους 944,0m κατασκευασμένο από πλαστικούς σωλήνες PVC-U SDR41 ονομαστικών διαμέτρων Ø315 (τμήμα 1KA10-1KA7 μήκος 174,0 m), Ø355 (τμήμα 1K7-1KA5 μήκος 248,0m) και Ø400 (τμήμα 1K5-1KA0 μήκος 522,0m). Επειδή η διοχέτευση των λυμάτων γίνεται με φυσική ροή είναι απαραίτητη η ύπαρξη στα έργα εισόδου ενός αντλιοστασίου αρχικής ανύψωσης (Α/Ν 1) με το οποίο επιτυγχάνεται η είσοδος των λυμάτων στη μονάδα προεπεξεργασίας με σταθερή παροχή με σκοπό τη σωστή λειτουργία της ΕΕΛ.

Ο σχεδιασμός του εξωτερικού δικτύου αποχέτευσης, καθώς και του Α/Σ αρχικής ανύψωσης των λυμάτων αποτελούν αντικείμενο οριστικών υδραυλικών μελετών.

Συνοπτικά, η υπό μελέτη εγκατάσταση περιλαμβάνει τη Μονάδα εισόδου και Προεπεξεργασίας των λυμάτων, η οποία περιλαμβάνει μετρητή παροχής, προκατασκευασμένη Μονάδα Προ-επεξεργασίας (λεπτοεσχάρωσης, αμμοσυλλογής, απομάκρυνσης λιπών και ελαίων) και δεξαμενή εξισορρόπησης ροής, συμπεριλαμβανομένων των αντλιών τροφοδοσίας της βιολογικής βαθμίδας. Ακολουθεί η Μονάδα Βιολογικής Επεξεργασίας με βιοαντιδραστήρες μεμβρανών (μείωση οργανικού φορτίου, νιτροποίηση, απο - νιτροποίηση, χημική απομάκρυνση φωσφόρου, διαχωρισμός ανάμικτου υγρού). Κατόπιν της βιολογικής επεξεργασίας ακολουθεί η Μονάδα Χλωρίωσης-Αποχλωρίωσης-Μεταερισμού καθώς και η Μονάδα Επεξεργασίας Ιλύος (Μονάδα Μηχανικής Πάχυνσης - Αφυδάτωσης). Η επεξεργασμένη εκροή της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων του Δήμου Κόνιτσας, διατίθεται μέσω βαρυτικού αγωγού διάθεσης

μήκους 386m στον ποταμό Αώο, ο οποίος αποτελεί τον αποδέκτη της Ε.Ε.Λ. (Αρ. Σχεδίου Χ-2).

Η τάξη χρήσης των υδάτων του Αώου ποταμού στη θέση διάθεσης των λυμάτων, ορίζεται σύμφωνα με την υπ' αριθμ. πρωτ. ΚΥ/οικ. 6664/17-05-1977 Απόφαση Νομάρχη Ιωαννίνων ως «ύδατα για κολύμβηση και κάθε άλλη χρήση, εκτός από ύδρευση». Τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά για τα «ύδατα για κολύμβηση και κάθε άλλη χρήση, εκτός από ύδρευση» καθορίζονται σύμφωνα με την Ειβ 221/65 Υγειονομική Διάταξη (ΦΕΚ 138/Β/24-2-65), ενώ οι απαιτήσεις διάθεσης της επεξεργασμένης εκροής από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων καθορίζονται με την Υ.Α. 5673/400/1997 "Μέτρα και όροι για την επεξεργασία αστικών λυμάτων" (ΦΕΚ 192/Β/14-03-1997).

Η αφυδατωμένη ιλύς μέσω κοχλιωτής διάταξης μεταφοράς θα οδηγείται σε κάδο απορριμμάτων από όπου θα παραλαμβάνεται εβδομαδιαίως από την εταιρεία «ΛΙΑΧΤΙΔΑ Α.Τ.Ε.Β.Ε.», η οποία κατέχει εν ισχύ άδεια για τη διαχείριση (συλλογή - μεταφορά) μη επικινδύνων αποβλήτων, όπως αυτά ορίζονται στην Κ.Υ.Α. Η.Π. 50910/2727 (ΦΕΚ 1909Β/22-12-03).

2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΙ ΛΟΙΠΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η υπό μελέτη περιοχή χωροθετείται στη Δημοτική Ενότητα (Δ.Ε.) Κόνιτσας του ομώνυμου Καλλικρατικού Δήμου. Ο Δήμος Κόνιτσας με έδρα την Κόνιτσα προέκυψε με το νέο θεσμικό πλαίσιο «Νέα Αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης – Πρόγραμμα Καλλικράτης» του Ν.3852/2010 (ΦΕΚ 87/Α/07-06-2010), από τη συνένωση των πρώην Δήμων Κόνιτσας, Μαστοροχωρίων και των Κοινοτήτων Διστράτου, Αετομηλίτσης και Φούρκας, οι οποίοι καταργήθηκαν.

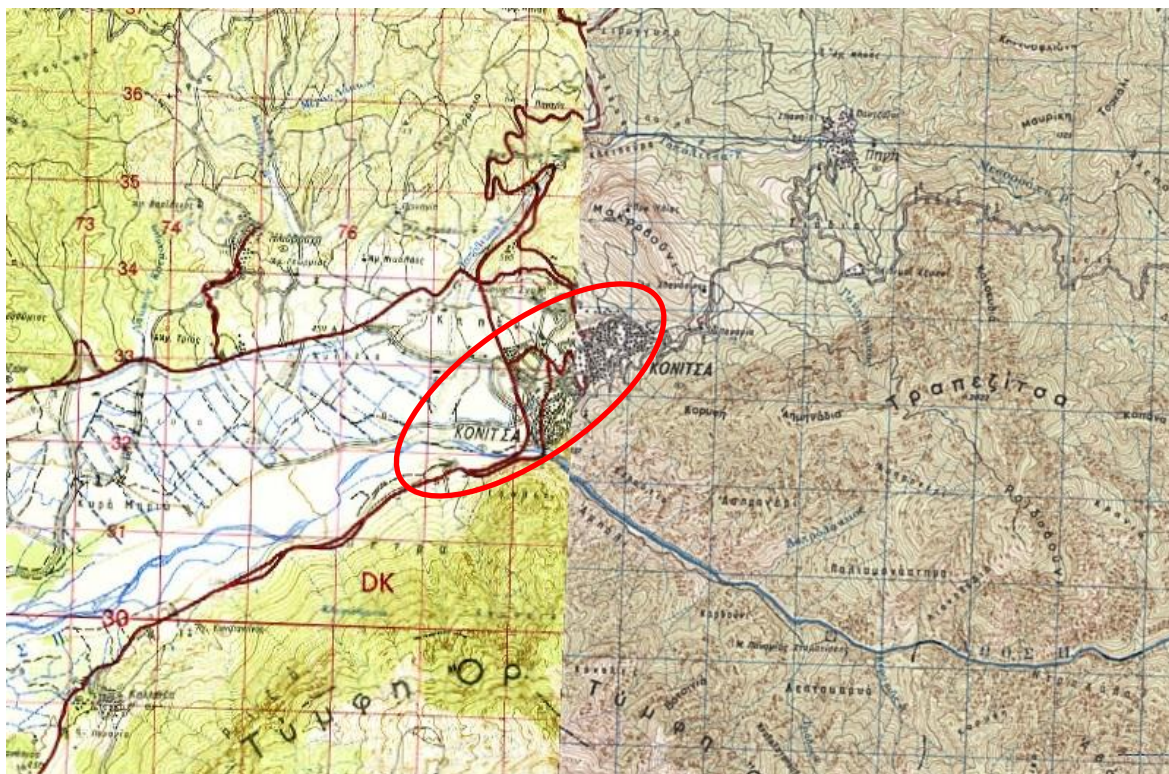
Ο νέος Δήμος Κόνιτσας έχει πληθυσμό 6.362 κατοίκους (απογραφή 2011) και καταλαμβάνει έκταση περί τα 951.184 στρέμματα. Αποτελείται από πέντε Δ.Ε., Αετομηλίτσης, Διστράτου, Κόνιτσας, Μαστοροχωρίων και Φούρκας και περιλαμβάνει μία (1) Δημοτική Κοινότητα (Δ.Κ.) και τριάντα εννιά (39) Τοπικές Κοινότητες (Τ.Κ.). Διοικητικά, ο νέος Δήμος Κόνιτσας υπάγεται στην Αποκεντρωμένη Διοίκηση Ηπείρου – Δυτικής Μακεδονίας, Περιφέρεια Ηπείρου και ειδικότερα στην Περιφερειακή Ενότητα Ιωαννίνων.

Όπως προαναφέρθηκε, το υπό μελέτη έργο εμπίπτει στα διοικητικά όρια της Δημοτικής Ενότητας (Δ.Ε.) Κόνιτσας. Η Δ.Ε. Κόνιτσας έχει πληθυσμό 4.632 κατοίκους (απογραφή 2011) και καταλαμβάνει έκταση περί τα 542.516 στρέμματα. Η Δ.Ε. Κόνιτσας αποτελείται από μία (1) Δ.Κ. της Κονίτσης και είκοσι τέσσερις (24) Τ.Κ., της Αγίας Βαρβάρας, της Αγίας Παρασκευής, της Αετόπετρας, του Αηδονοχωρίου, του Αμάραντου, των Αρμάτων, του Γαναδιού, του Ελευθέρου, της Εξοχής, της Ηλιορράχης, των Καβασίλων, της Καλλιθέας, της Κλειδωνιάς, του Μαζίου, της Μελισσόπετρας, της Μολίστης, του Μολυβδοσκεπτάστου, του Μοναστηρίου, του Νικάνορος, των Πάδων, του Παλαιοσελλίου, της Πηγής, της Πουρνιάς και του Πύργου.

Το υπό μελέτη έργο χωροθετείται στην Δ.Κ. Κονίτσης. Η Δ.Κ. Κονίτσης έχει πληθυσμό 2.942 κατοίκους (απογραφή 2011) και καταλαμβάνει έκταση περί τα 54.506 στρέμματα.

Ο Δήμος Κόνιτσας συνορεύει Βόρεια - βορειοανατολικά με το Δήμο Νεστορίου, ανατολικά νοτιοανατολικά με το Δήμο Γρεβενών, νότια με το Δήμο Ζαγορίου, Δυτικά - νοτιοδυτικά με το Δήμο Πωγωνίου και βορειοδυτικά με την Αλβανία.

Ακολούθως, παρατίθεται απόσπασμα φύλλου χάρτη της Γ.Υ.Σ., φύλλο "Κόνιτσα" κλίμακας 1:50.000, στο οποίο εμφανίζεται η ευρύτερη περιοχή του έργου (Σχήμα 2.1).



Σχήμα 2.1: Απόσπασμα φύλλου χάρτη της Γ.Υ.Σ., φύλλο χάρτη «Κόνιτσας» και φύλλο χάρτη «Βασιλικόν» κλίμακας 1:50.000, όπου με κόκκινο κύκλο εμφανίζεται η ευρύτερη περιοχή μελέτης. (το σχήμα είναι άνευ κλίμακας).

Το υπό μελέτη έργο αφορά τη διαχείριση λυμάτων του οικισμού της Κόνιτσας με πληθυσμό 2.942 κατοίκους (απογραφή 2011). Η Ε.Ε.Λ. χωροθετείται νοτιοδυτικά του οικισμού της Κόνιτσας, σε ιδιωτική έκταση, η οποία προγραμματίζεται να αποκτηθεί από τον Δήμο Κόνιτσας.

3. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΤΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Σήμερα, ο οικισμός της Κόνιτσας δε διαθέτει εσωτερικό δίκτυο ακαθάρτων ούτε Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ). Η αποχέτευση ακαθάρτων στον οικισμό πραγματοποιείται με συστήματα απορροφητικών βόθρων με αποτέλεσμα να προκαλούνται προβλήματα ρύπανσης των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων της περιοχής. Όσον αφορά την αποχέτευση ομβρίων, εντός του οικισμού υπάρχουν αγωγοί δικτύου ομβρίων που καλύπτουν τις περιοχές στις οποίες δημιουργούνται τα μεγαλύτερα προβλήματα από την απορροή τους.

Για τον οικισμό της Κόνιτσας, έχει εκπονηθεί μελέτη εσωτερικού και εξωτερικού αποχετευτικού δικτύου, έως την υπό μελέτη Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων.

4. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

4.1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ – ΑΝΑΓΛΥΦΟ

Η περιοχή μελέτης χωροθετείται στην Περιφερειακή Ενότητα Ιωαννίνων, και συγκεκριμένα στη Δημοτική Ενότητα Κόνιτσας του Δήμου Κόνιτσας. Η Δημοτική Ενότητα Κόνιτσας βρίσκεται στη βόρειο – βορειοδυτική περιοχή της Π.Ε. Ιωαννίνων.

Ο Δήμος Κόνιτσας καλύπτει τις ορεινότερες περιοχές της Ελλάδος, καθώς στα όρια του Δήμου βρίσκονται η δεύτερη και η τρίτη ψηλότερη κορυφή της χώρας. Στα ανατολικά του Δήμου υψώνεται ο ορεινός όγκος του Σμόλικα, με υψόμετρο 2.631m, καθώς και της Βασιλίτσας, με υψόμετρο 2.249m. Στα νότια, ο ορεινός όγκος της Τύμφης (υψόμετρο 2.500m) διαχωρίζει το Δήμο Κόνιτσας από το δήμο Ζαγορίου και το όρος Δούσκο (υψόμετρο 2.198m), από το δήμο Πωγωνίου, ενώ στα βόρεια κυριαρχεί ο Γράμμος (υψόμετρο 2.521), η τρίτη ψηλότερη κορυφή της Ελλάδας που αποτελεί και το σύνορο μεταξύ Ηπείρου, Μακεδονίας και Αλβανίας.

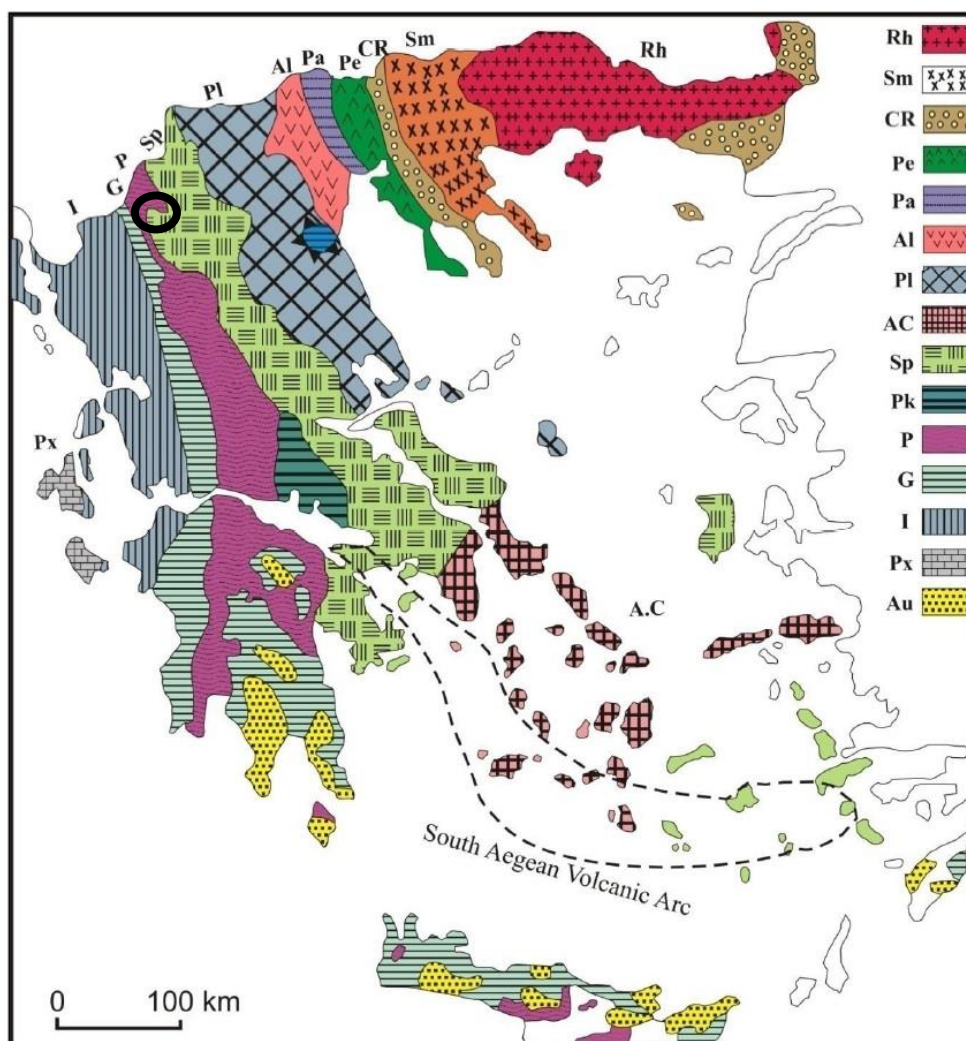
Ανάμεσα σ' αυτό το ορεινό ανάγλυφο έχουν δημιουργηθεί οι κοιλάδες του Αώου και των παραποτάμων του, Σαρανταπόρου και Βοϊδομάτη που ενώνονται δυτικά του οικισμού της Κόνιτσας σχηματίζοντας τον κάμπο της και συνεχίζουν στο έδαφος της Αλβανίας. Επίσης χαρακτηριστικές της υδρογραφίας του Δήμου είναι και οι Δρακόλιμνες, αλπικές λίμνες απομεινάρια της παγετωνικής περιόδου.

Η μόνη αξιόλογη πεδινή έκταση του δήμου είναι ο κάμπος της Κόνιτσας σε μέσο υψόμετρο 400 περίπου μέτρων και έκταση 23.000 στρεμμάτων, μόλις το 2,4% της επιφάνειας του Δήμου. Η έκταση του Δήμου Κόνιτσας είναι 951,18km², με το 72,5% να αποτελούν δάση και το 10,7% γεωργικές εκτάσεις και βοσκότοποι. Τέλος, τα χερσαία ύδατα αν και καλύπτουν μόλις το 2,4% της έκτασης του Δήμου, αντιστοιχούν στο 40% των χερσαίων υδάτων της Π.Ε. Ιωαννίνων.

4.2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Γεωτεκτονικά η περιοχή μελέτης τοποθετείται μεταξύ της Ιονίου ζώνης, της ζώνης της Πίνδου και του πελαγονικού καλύμματος. Η ζώνη Ωλόνου - Πίνδου, όπως έχει επικρατήσει να ονομάζεται, εκτείνεται από τα Ελληνοαλβανικά σύνορα κατεβαίνει προς τον κορμό της ηπειρωτικής Ελλάδος στα βουνά Πίνδος, Άγραφα, Αιτωλικό, Βαρβούσια και εν συνεχεία στην Πελοπόννησο στα βουνά Παναχαϊκό και Ωλονό. Τμήματα της ζώνης αυτής εμφανίζονται στα νησιά Κρήτη και Ρόδο ακολουθώντας την Α – Δ κάμψη του Διναρικού τόξου. Η Ιόνιος ζώνη εκτείνεται κατά μήκος της δυτικής παραλίας της

Ηπειρωτικής Ελλάδας με διεύθυνση Β – Ν και περιλαμβάνει το μεγαλύτερο τμήμα της Ηπείρου, την Ακαρνανία, τμήματα από τα Ιόνια νησιά και την βορειοδυτική Πελοπόννησο.



Σχήμα 4.1: Γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων ζωνών. Rh: Μάζα της Ροδόπης, Sm: Σερβομακεδονική μάζα, CR: Περιροδοτική ζώνη, [Pe: Ζώνη Παιονίας, Pa: Ζώνη Πάικου, Al: Ζώνη Αλμωπίας] = Ζώνη Αξιού, Pl: Πελαγονική ζώνη, Ac: Αττικο-Κυκλαδική ζώνη, Sp: Υποπελαγονική ζώνη, Pk: Ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας, P: Ζώνη Πίνδου, G: Ζώνη Γαβρόβου-Τρίπολης, I: Ιόνιος ζώνη, Px: Ζώνη Παξών ή Προαπούλια, Au: Ενότητα «Ταλέα όρη - πλακώδεις ασβεστόλιθοι» πιθανόν της Ιονίου ζώνης. (Κατά Mountrakis et al. 1983). Με κόκκινο κύκλο η περιοχή μελέτης.

4.3. ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η περιοχή δομείται από τους σχηματισμούς του υποβάθρου της Ιονίου Ζώνης και της Ζώνης Ωλονού Πίνδου, οι οποίοι τοπικά καλύπτονται από νεότερους σχηματισμούς του Τεταρτογενούς και υλικά του μανδύα αποσάθρωσης, κυρίως στις κοιλάδες των ποταμών Βοϊδομάτη και Αώου. Οι σχηματισμοί που συναντώνται στις θέσεις των έργων, σύμφωνα με το απόσπασμα του γεωλογικού χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε. φύλλο "Βασιλικών - Πωγωνιανή",

κλίμακας 1:50.000 (Σχήμα 4.2) από τους νεότερους προς τους παλαιότερους είναι οι κάτωθι:

Σχηματισμοί Τεταρτογενούς

Κώνοι κορήματων (H.sc): ηλικίας Ολοκαίνου.

Αλλουβιακές αποθέσεις (Q.al): ηλικίας Τεταρτογενούς, αποτελούμενες ποτάμιες αποθέσεις.

Παλαιά κορήματα (Q.sc & Pt.sc): ηλικίας Τεταρτογενούς.

Ποτάμιες αναβαθμίδες (Q.t): ηλικίας Τεταρτογενούς.

Σχηματισμοί Εσωτερικής και Κεντρικής Ιόνιου Ζώνης

Φλύσχης αδιαίρετος (Fi): ηλικίας Ανωτέρου Ηώκαινου - Ακουιτάνιου συνίστανται από εναλλαγές μαρμαρυγιούχων ψαμμιτών και μαργών.

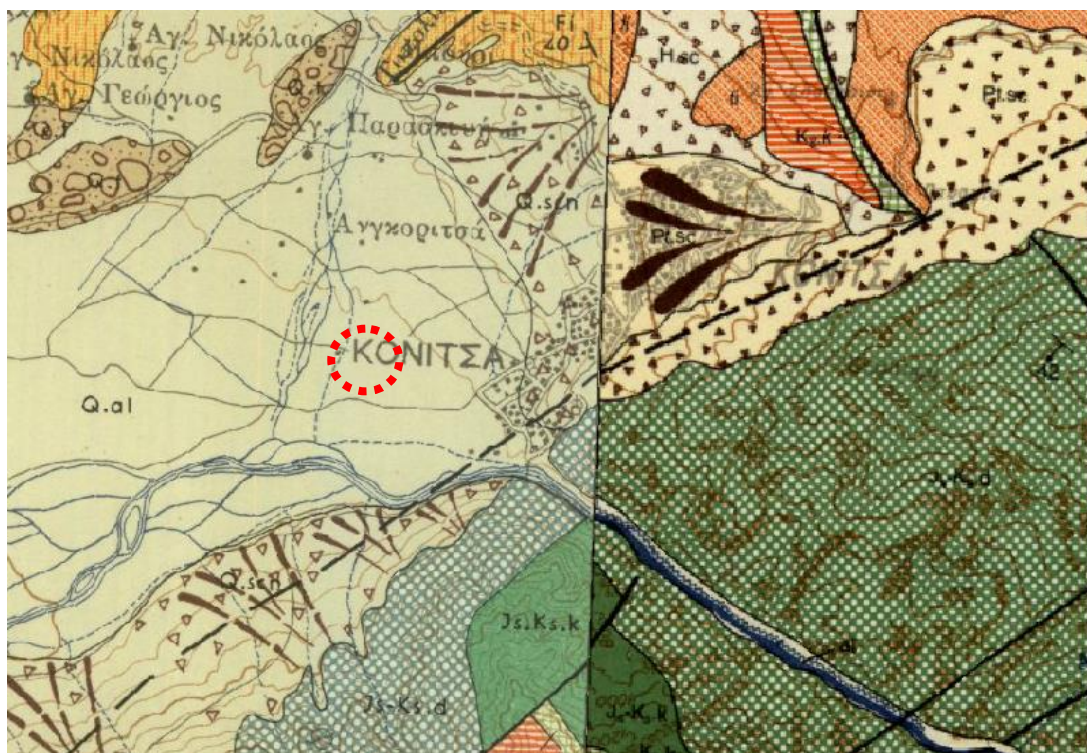
Ασβεστόλιθοι υπολιθογραφικοί (E.k & Pc-E.k): ηλικίας Ηωκαίνου, αποτελούμενοι από μικρολατυποπαγείς ασβεστόλιθους.

Ασβεστόλιθοι Βιγλών (J_s.K_s.k): ηλικίας Ιουρασικού – Κρητιδικού, Πλακώδεις υπολιθογραφικοί.

Δολομίτες (J_s.K_s.d): ηλικίας Ιουρασικού – Κρητιδικού

Σχηματισμοί Ζώνης Ωλονού Πίνδου

Ασβεστόλιθοι (K_s.k): ηλικίας Μαιστριχτίου – Ανώτερου Ηωκαίνου, Πλακώδεις υπολιθογραφικοί.



Σχήμα 4.2: Απόσπασμα του γεωλογικού χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε., φύλλο "Βασιλικών - Πωγωνιανή", όπου με κόκκινο στικτό κύκλο απεικονίζεται η θέση της Ε.Ε.Λ. (το σχήμα είναι άνευ κλίμακας).

Η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) εδράζεται στο σχηματισμό των αλλουβιακών αποθέσεων.

5. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

Κατά την εκπόνηση της παρούσας μελέτης εξετάστηκαν εναλλακτικές λύσεις για τη μέθοδο επεξεργασίας των λυμάτων, καθώς και η μηδενική λύση ήτοι η μη υλοποίηση του έργου.

5.1. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

Η Ε.Ε.Λ. θα επεξεργάζεται τα λύματα που προέρχονται από τον οικισμό Κόνιτσας. Τα δεδομένα σχεδιασμού της μονάδας επεξεργασίας είναι για την Α' Φάση (20-ετία - 2033) 5.000 Ι.Κ. και για την Β' Φάση (40-ετία - 2053) 5.500 Ι.Κ. Λόγω της μικρής διαφοράς των δύο φάσεων, επιλέγεται ο σχεδιασμός της μονάδας να γίνει για τη Β' Φάση.

Για τη βιολογική επεξεργασία των αστικών λυμάτων υπάρχουν σήμερα αρκετά συστήματα και μέθοδοι που μπορούν να εφαρμοστούν, μεταξύ των οποίων τα συμβατικά – μηχανικά συστήματα αιωρούμενης και προσκολλημένης βιομάζας, καθώς επίσης και φυσικά συστήματα επεξεργασίας. Οι διάφορες διαθέσιμες μέθοδοι επεξεργασίας, τα βασικά τους χαρακτηριστικά, καθώς και τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους παρουσιάζονται συνοπτικά στην ενότητα 5.1.1.

Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου επεξεργασίας πραγματοποιείται με τη χρήση μιας σειράς κριτηρίων τα οποία σχετίζονται με τη θέση, τη μορφολογία και το κλίμα της περιοχής μελέτης, τη διαθέσιμη έκταση και διάφορα οικονομικά και τεχνικά κριτήρια. Η αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων για τη μέθοδο επεξεργασίας λυμάτων και η επιλογή της κατάλληλης για τον οικισμό της Κόνιτσας παρουσιάζεται αναλυτικά στην ενότητα 5.1.2.

5.1.1. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Για την επιλογή της μεθόδου βιολογικής επεξεργασίας των λυμάτων του οικισμού Κόνιτσας του Δήμου Κόνιτσας, εξετάζονται οι κάτωθι μεθοδολογίες:

- η κλασσική μέθοδος ενεργού ιλύος,
- η μέθοδος του αντιδραστήρα εναλλασσόμενων φάσεων (SBR),
- η μέθοδος των βιολογικών φίλτρων,
- η μέθοδος των βιολογικών αντιδραστήρων μεμβρανών (MBR),
- η μέθοδος των περιστρεφόμενων βιοδίσκων (RBC),
- οι λίμνες σταθεροποίησης,
- οι τεχνητοί υγροβιότοποι.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΝΕΡΓΟΥ ΙΛΥΟΣ

Η μέθοδος της ενεργού ιλύος αποτελεί τη μεταφορά των βιολογικών μεθόδων μετατροπής οργανικών συστατικών (ικανότητα αυτοκαθαρισμού) που επιτελούνται σε φυσικές συνθήκες, σε τεχνική κλίμακα. Πρόκειται, για ένα χρονικά συμπιεσμένο αντίγραφο των φαινομένων, τα οποία λαμβάνουν χώρα σε φυσικά ύδατα. Σε αντίθεση προς τα φυσικά πρότυπα, η μέθοδος της ενεργού ιλύος διαφοροποιείται ως προς:

- την υψηλότερη συγκέντρωση μικροοργανισμών (ενεργό ιλύ),
- τη δυνατότητα κάλυψης σημαντικά μεγαλύτερης απαίτησης οξυγόνου μέσω τεχνητών μεθόδων αερισμού,
- την παραγωγή επαρκούς ανάμειξης με στόχο τη βελτιστοποίηση της επαφής μεταξύ μικροοργανισμών (βιομάζας), ρυπαντών, θρεπτικών συστατικών και οξυγόνου.

Η συγκεκριμένη επεξεργασία των αποβλήτων βασίζεται στην ανάπτυξη μικροοργανισμών σαν αιωρούμενη βιομάζα υπό μορφή κροκίδων, η οποία έχει την ικανότητα να σταθεροποιεί αερόβια τα απόβλητα. Κατά τη μέθοδο αυτή, τα απόβλητα μετά από την προεπεξεργασία και (συνήθως) την πρωτοβάθμια επεξεργασία που περιλαμβάνει καθίζηση, οδηγούνται στη δεξαμενή αερισμού, όπου πραγματοποιείται με παροχή αέρα η αερόβια σταθεροποίηση των οργανικών συστατικών τους. Η παροχή αέρα πραγματοποιείται είτε με αεραντλίες (διάχυση), είτε με μηχανική επιφανειακή ανάδευση και αποσκοπεί επίσης στην αναχαίτιση της καθίζησης των κροκίδων στον πυθμένα της δεξαμενής, όπου λόγω της ελλείψεως οξυγόνου θα απονεκρωνόταν. Τέλος, τα απόβλητα οδηγούνται στη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης όπου γίνεται διαχωρισμός της ενεργού ιλύος από τα επεξεργασμένα απόβλητα, ανακυκλοφορία της συμπυκνωμένης βιομάζας στη δεξαμενή αερισμού και απομάκρυνση της περίσσειας ιλύος. Επομένως, επιτυγχάνεται σταθερή συγκέντρωση βιομάζας στη δεξαμενή αερισμού.

Εκτός από την αποδόμηση των οργανικών ουσιών που είναι η κύρια επιδίωξη της βιολογικής επεξεργασίας, συχνά είναι επίσης επιθυμητή η σταθεροποίηση των ανόργανων ενώσεων, όπως η αμμωνία και τα νιτρώδη, ενώ είναι δυνατή και η απομάκρυνση του φωσφόρου. Για την πραγματοποίηση της νιτροποίησης (μετατροπή αμμωνιακού και νιτρώδους αζώτου σε νιτρικό άζωτο) απαιτείται παροχή πρόσθετου οξυγόνου και επιμήκυνση του χρόνου συγκρατήσεως των λυμάτων στη δεξαμενή αερισμού. Η απονιτροποίηση (μετατροπή νιτρικού αζώτου σε αέριο άζωτο) πραγματοποιείται υπό ανοξικές συνθήκες σε διακριτή (συνήθως) δεξαμενή, ενώ για την απομάκρυνση του φωσφόρου απαιτούνται αναερόβιες συνθήκες.

Κατά τη βιολογική επεξεργασία με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος, οι μικροοργανισμοί βρίσκονται σε σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις και παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα στη δεξαμενή αερισμού. Οι ρυθμοί κατανάλωσης των οργανικών ουσιών είναι πολύ χαμηλοί, όπως και οι ρυθμοί ανάπτυξης των μικροοργανισμών και αντιστοιχούν σε μικρές τιμές οργανικής φόρτισης και μεγάλες ηλικίες ιλύος. Εξαιτίας των μεγάλων ηλικιών ιλύος, η παραγόμενη ποσότητα αυτής είναι μικρή, η περίσσεια ιλύος είναι σταθεροποιημένη, πραγματοποιείται πλήρης νιτροποίηση στη δεξαμενή αερισμού και γενικά η απόδοση του συστήματος είναι υψηλή (το ποσοστό μείωσης του BOD₅ για καλή λειτουργία της εγκατάστασης είναι συνήθως 90% ως 96%). Η μέθοδος αυτή, είναι η πλέον χρησιμοποιούμενη παγκοσμίως μέθοδος βιολογικής επεξεργασίας και συνήθως χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων 5.000 ισοδύναμων κατοίκων (I.K) και άνω.

Τα κύρια **πλεονεκτήματα** της μεθόδου είναι η επίτευξη υψηλών βαθμών απομάκρυνσης BOD₅, αιωρούμενων στερεών και αμμωνιακού αζώτου. Η όλη διάταξη δεν απαιτεί πολύ μεγάλη έκταση και δε δημιουργεί οχλήσεις στον περιβάλλοντα χώρο.

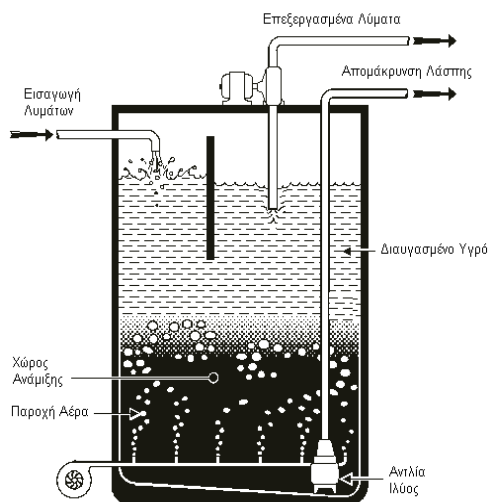
Τα κύρια **μειονεκτήματα** της μεθόδου ενεργού ιλύος είναι ότι αποτελεί ένα τεχνικό έργο με αρκετή πολυπλοκότητα στη λειτουργία του (εξειδικευμένος εξοπλισμός διεργασιών, ρύθμιση και αυτοματισμός), συνεπώς απαιτείται και τεχνικό προσωπικό με υψηλό βαθμό εκπαίδευσης και εξειδίκευσης (Metcalf & Eddy, 2006). Σημειώνεται ότι και το κόστος λειτουργίας είναι υψηλό, λόγω των μονάδων αερισμού και άντλησης. Τέλος, η δυνατότητα επεξεργασίας φορτίων αιχμής είναι συγκριτικά μικρότερη από ότι στις διεργασίες προσκολλημένης βιομάζας, ενώ επίσης είναι πιθανό να εμφανιστούν προβλήματα καθαρισιμότητας ιλύος.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΥ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΩΝ ΦΑΣΕΩΝ (SBR)

Η λειτουργία του αντιδραστήρα εναλλασσόμενων φάσεων ή αλλιώς Sequential Batch Reactor (SBR) για την βιολογική επεξεργασία λυμάτων βασίζεται στη μέθοδο της ενεργού ιλύος με αιωρούμενη βιομάζα. Η διαφοροποίησή της σε σχέση με τη συμβατική σχεδίαση ενεργού ιλύος είναι ότι στον αντιδραστήρα εναλλασσόμενης λειτουργίας οι φάσεις επεξεργασίας διαχωρίζονται χρονικά, όχι χωρικά. Συγκεκριμένα, οι διακεκριμένες φυσικές και βιολογικές διεργασίες διαδέχονται η μία την άλλη σε ένα μονοβάθμιο αντιδραστήρα πλήρους ανάμιξης στον οποίο λαμβάνουν χώρα όλα τα επιμέρους στάδια επεξεργασίας της μεθόδου ενεργούς ιλύος, χωρίς να απαιτούνται ξεχωριστές δεξαμενές αερισμού και καθίζησης.

Μετά την προεπεξεργασία, τα λύματα εισέρχονται στη δεξαμενή συγκέντρωσης, για ενδιάμεση αποθήκευση των λυμάτων και απορρόφηση έντονων αιχμών και φορτίων. Ο βιολογικός αντιδραστήρας τροφοδοτείται από την δεξαμενή συγκέντρωσης σε ελεγχόμενα διαστήματα, μέσω κατάλληλων υποβρύχιων αντλιών. Όταν ο SBR πληρωθεί, σταματά η φάση της τροφοδοσίας και ακολουθεί η φάση της αερόβιας βιολογικής επεξεργασίας με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος. Το στάδιο της βιολογικής επεξεργασίας δε διαφέρει από ένα συμβατικό αντιδραστήρα ενεργού ιλύος. Οι μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται αποδομούν το οργανικό φορτίο των υγρών αποβλήτων και το μετατρέπουν σε νερό, διοξείδιο του άνθρακα και περισσότερη βιομάζα.

Με την ολοκλήρωση της φάσης της βιολογικής αποικοδόμησης, ακολουθεί η φάση της καθίζησης κατά την οποία η ενεργός ιλύς κατακάθεται, αφήνοντας στην επιφάνεια τα διαυγασμένα λύματα. Τα διαυγασμένα αυτά λύματα αντλούνται μέσω αντλιών προς διάθεση (ή περαιτέρω επεξεργασία εάν απαιτηθεί) και ξεκινά ο νέος κύκλος λειτουργίας του SBR. Το ποσοστό εκκένωσης (ή τροφοδοσίας) του SBR είναι μια βασική σχεδιαστική παράμετρος του συστήματος και κυμαίνεται συνήθως κοντά στο 30% του μέγιστου βάθους νερού. Η ημερήσια παραγόμενη ποσότητα περίσσειας βιομάζας, απομακρύνεται από τον αντιδραστήρα SBR στο τέλος της φάσης καθίζησης με κατάλληλες αντλίες εντός του δημιουργούμενου στρώματος ιλύος.



Σχήμα 5.1: Τυπική διάταξη compact συστήματος αντιδραστήρα εναλλασσόμενων φάσεων (SBR).

Ένας πλήρης κύκλος λειτουργίας του SBR περιλαμβάνει το χρόνο τροφοδοσίας (3h), το χρόνο αντίδρασης (2h), το χρόνο καθίζησης (0,5h) και το χρόνο άντλησης των

επεξεργασμένων λυμάτων (0,5h). Η διάρκεια κάθε φάσης κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 6-8 ωρών. Αντίστοιχα, πραγματοποιούνται τρεις ή τέσσερις κύκλοι λειτουργίας ημερησίως.

Τα **πλεονεκτήματα** της μεθόδου είναι η ικανοποιητική απομάκρυνση BOD₅, αιωρούμενων στερεών και αμμωνιακού αζώτου. Δεδομένου ότι κατά τη φάση τροφοδοσίας ο αντιδραστήρας λειτουργεί ως δεξαμενή εξισορρόπησης, οι αντιδραστήρες SBR μπορούν να απορροφήσουν παροχές ή/και φορτία αιχμής, ειδικά σε μικρά συστήματα (Wang et al., 2009). Παράλληλα, πρόκειται για compact σύστημα, στο οποίο δεν απαιτείται ξεχωριστή δεξαμενή καθίζησης και ανακυκλοφορία ιλύος (Metcalf & Eddy, 2006). Κατά συνέπεια απαιτείται μικρότερη έκταση για την εγκατάσταση και λειτουργία του συστήματος, ενώ τέλος δε δημιουργούνται οχλήσεις στον περιβάλλοντα χώρο.

Τα **μειονεκτήματα** του αντιδραστήρα SBR είναι το κόστος λειτουργίας και συντήρησης της εγκατάστασης που είναι ιδιαίτερα υψηλό, οι μεγάλες απαιτήσεις σε ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό και η υψηλή κατανάλωση ενέργειας (Γκράτζιου, 2005). Επιπλέον μειονέκτημα της συγκεκριμένης διάταξης είναι ότι απαιτείται παρακολούθηση του συστήματος από εξειδικευμένο προσωπικό και ιδιαίτερη προσοχή στη διατήρηση των καθορισμένων χρόνων και τον έλεγχο της λειτουργίας (Wang et al., 2009). Παράλληλα, το σύστημα χαρακτηρίζεται από υψηλές απαιτήσεις συντήρησης εξαιτίας των εξειδικευμένων συστημάτων ελέγχου και αυτοματισμών που είναι απαραίτητα για την καλή λειτουργία του (Metcalf & Eddy, 2006; Wang et al., 2009).

ΜΕΘΟΔΟΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΦΙΛΤΡΩΝ

Η μέθοδος βιολογικής επεξεργασίας με χρήση βιολογικών φίλτρων ανήκει στα συστήματα προσκολλημένης βιομάζας. Η διάταξη του βιολογικού φίλτρου μπορεί να προσομοιάζει δεξαμενή ή πύργο με πληρωτικό υλικό (πλαστικό ή κεραμικό ή άλλο ανθεκτικό στη διάβρωση υλικό). Το πληρωτικό υλικό έχει μεγάλη ειδική επιφάνεια ($100-400 \text{ m}^2/\text{m}^3$ πληρωτικού υλικού έναντι $30-60 \text{ m}^2/\text{m}^3$ που έχει το χαλικόφιλτρο), γεγονός που επιταχύνει σημαντικά τη βιολογική επεξεργασία των λυμάτων. Η τροφοδοσία του πραγματοποιείται είτε με περιστρεφόμενο σύστημα διανομής (σε περίπτωση κυκλικής δεξαμενής), είτε με σύστημα διάτρητων σωληνώσεων ή ισοδύναμο για ομοιόμορφη διανομή των υγρών σε όλη την επιφάνεια. Η τροφοδοσία διαρκεί για μικρό χρονικό διάστημα (π.χ. 10-100sec) και στη συνέχεια το υγρό κατεισδύει στο φίλτρο με βαρύτητα με ταυτόχρονη εισροή οξυγόνου (με φυσικό εφελκυσμό). Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών φορτίσεων μπορεί να είναι μεταξύ 1-30min. Εναλλακτικά, το βιολογικό φίλτρο μπορεί να βρίσκεται συνεχώς βυθισμένο στα λύματα και να λειτουργεί με τεχνητό αερισμό ή χωρίς αερισμό, αναερόβια. Η απόδοση καθαρισμού των βιολογικών φίλτρων μπορεί να αυξηθεί με ανακυκλοφορία

λυμάτων. Η συχνή (περιοδική) διαβροχή του φίλτρου ελαχιστοποιεί τα προβλήματα εντόμων, οσμών κ.λπ. Χρησιμοποιείται σε μικρούς οικισμούς με χαμηλές απαιτήσεις εκροής.

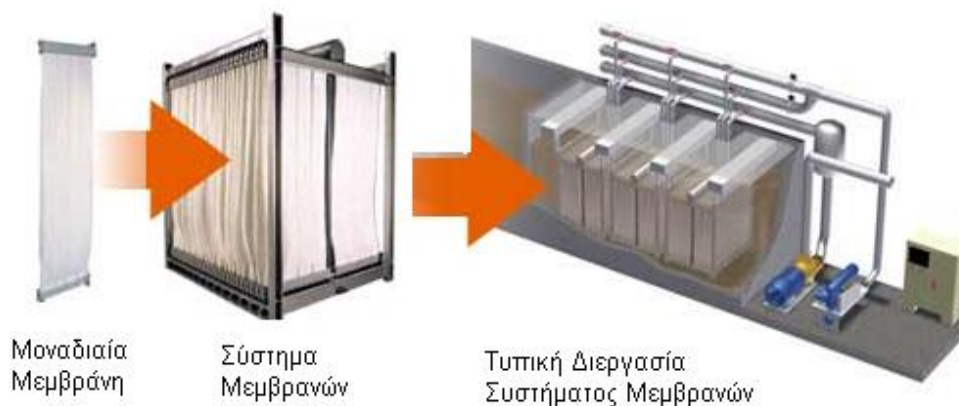
Στα **πλεονεκτήματα** της μεθόδου συγκαταλέγονται η ικανότητα απόσβεσης φορτίων αιχμής, η απλότητα και ευκολία λειτουργίας, οι μικρές απαιτήσεις συντήρησης, οι χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις και συνεπώς το χαμηλό λειτουργικό της κόστος (Metcalf & Eddy, 2006). Επιπλέον πλεονέκτημα αποτελεί, η υψηλή πυκνότητα της παραγόμενης ιλύος και κατά συνέπεια ο εύκολος διαχωρισμός αυτής στη δεξαμενή τελικής καθίζησης (Metcalf & Eddy, 2006; Casey, 2006).

Το κύριο **μειονέκτημα** των βιολογικών φίλτρων είναι οι χαμηλότερες σε σχέση με τα συστήματα αιωρούμενης βιομάζας αποδόσεις καθαρισμού (Metcalf & Eddy, 2006; Casey, 2006) ενώ για την επίτευξη του ίδιου βαθμού απομάκρυνσης BOD₅ με τα συστήματα αιωρούμενης βιομάζας, απαιτούνται πολύ μεγαλύτεροι όγκοι διεργασιών (Casey, 2006). Άλλα μειονεκτήματα της μεθόδου αφορούν στην απαίτηση πρωτοβάθμιας καθίζησης και τη συγκριτικά μεγαλύτερη ευαισθησία στις θερμοκρασιακές μεταβολές (Metcalf & Eddy, 2006; Casey, 2006).

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ (MBR)

Οι βιολογικοί αντιδραστήρες μεμβρανών αποτελούν παραλλαγή της συμβατικής μεθόδου ενεργού ιλύος, στην οποία ο διαχωρισμός της επεξεργασμένης εκροής από το ανάμικτο υγρό πραγματοποιείται με τη χρήση μεμβρανών διήθησης ή υπερδιήθησης (με διάμετρο πόρων να ποικίλει από 0,02 έως 0,4μm), καταργώντας με τον τρόπο αυτό τη δεξαμενή τελικής καθίζησης. Όπως στα συμβατικά συστήματα αιωρούμενης βιομάζας, οι βιοαντιδραστήρες μεμβρανών μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο υπό αερόβιες όσο και υπό αναερόβιες συνθήκες για την απομάκρυνση οργανικού φορτίου και θρεπτικών.

Η κατάργηση της δεξαμενής τελικής καθίζησης επιτρέπει τη λειτουργία σε υψηλότερες συγκεντρώσεις ανάμικτου υγρού, ενώ παράλληλα εξαλείφει τα πιθανά προβλήματα καθιζησιμότητας ιλύος που αντιμετωπίζουν τα κλασικά συστήματα ενεργού ιλύος. Οι μεμβράνες παρεμβάλλουν ένα φυσικό εμπόδιο στα αιωρούμενα στερεά με αποτέλεσμα η τελική εκροή να είναι υψηλής ποιότητας, αντίστοιχη των συστημάτων τριτοβάθμιας επεξεργασίας.



Σχήμα 5.2: Τυπική διάταξη compact συστήματος Μεμβρανών (MBR).

Τα βασικά χαρακτηριστικά ενός συστήματος επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με βιοαντιδραστήρες μεμβρανών, που ουσιαστικά συνιστούν και τα συγκριτικά **πλεονεκτήματα** της μεθόδου έναντι των συμβατικών συστημάτων είναι τα ακόλουθα (Metcalf & Eddy, 2006; Wang et al., 2009):

- Μειωμένες ποσότητες περίσσειας βιολογικής ιλύος προς διάθεση και μάλιστα με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε στερεά (1,5-2%), γεγονός που καθιστά ευκολότερη την τελική της διάθεση,
- Μειωμένες απαιτήσεις σε έκταση λόγω των μειωμένων απαιτήσεων σε ωφέλιμο όγκο βιολογικών δεξαμενών. Το γεγονός αυτό προκύπτει από τη δυνατότητα του συστήματος να λειτουργεί σε συνθήκες υψηλότερης οργανικής φόρτισης αφού η συγκέντρωση των μικροοργανισμών στις δεξαμενές είναι μεγαλύτερη,
- Υψηλότερος βαθμός απόδοσης, αντίστοιχος τριτοβάθμιας επεξεργασίας,

Στα **μειονεκτήματα** των βιοαντιδραστήρων μεμβρανών αναφέρονται το υψηλό κόστος εγκατάστασης και (πιθανώς) αντικατάστασης των μεμβρανών, καθώς και οι υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις για τη φίλτρανση αλλά και τον αερισμό της δεξαμενής μεμβρανών για την αποφυγή έμφραξης των μεμβρανών (Metcalf & Eddy, 2006). Ο όρος έμφραξη αναφέρεται στη δυνητική συσσώρευση και απόθεση σωματιδίων στην επιφάνεια και το εσωτερικό της μεμβράνης, λόγω της απόρριψής τους από τη μεμβράνη, με αποτέλεσμα της αύξηση της αντίστασης στη ροή του διηθήματος. Το πρόβλημα της έμφραξης των μεμβρανών χρήζει ιδιαίτερης προσοχής καθώς μπορεί να οδηγήσει σε αστοχία της εγκατάστασης και αντιμετωπίζεται τόσο με την βελτιωμένη ποιότητα μεμβρανών όσο και με την κατάλληλη προεπεξεργασία (αερισμός και μικροεσχάρωση των λυμάτων).

Η χρησιμοποίηση μεμβρανών υπερδιήθησης στη βιολογική επεξεργασία λυμάτων, κερδίζει ολοένα έδαφος, κυρίως λόγω της σταθερά ανώτερης ποιότητας εκροής που επιτυγχάνουν σε συνδυασμό με βασικά λειτουργικά πλεονεκτήματα όπως εξάλειψη των

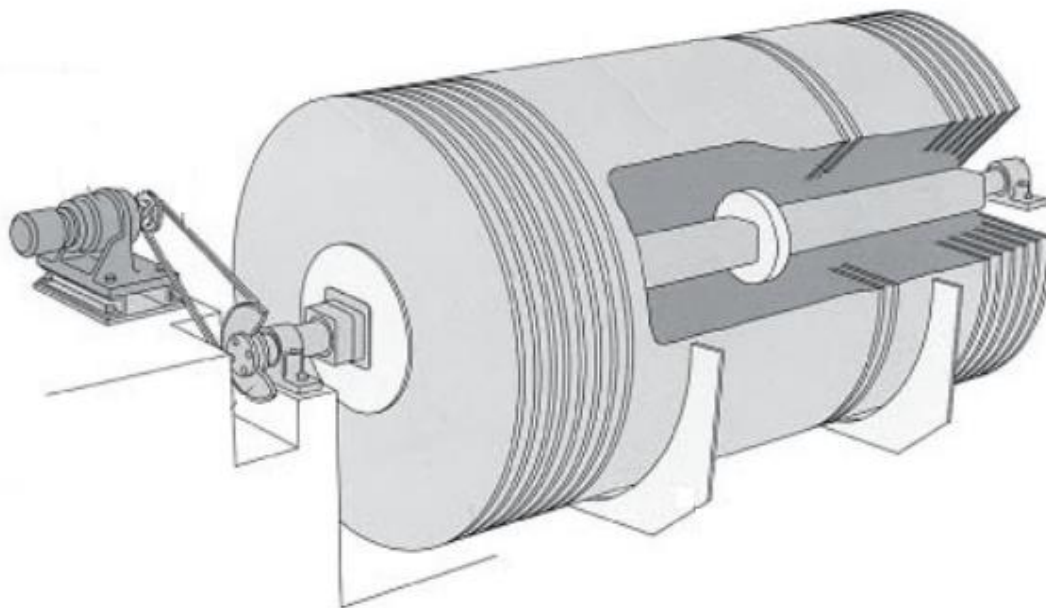
προβλημάτων καθιζησιμότητας ιλύος και κατ' επέκταση δυνατότητα λειτουργίας σε χαμηλότερους λόγους F/M, η μείωση του απαιτούμενου όγκου βιοαντιδραστήρων και η μειωμένη ποσότητα περίσσειας ιλύος.

ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΙ ΒΙΟΔΙΣΚΟΙ (R.B.C.)

Οι περιστρεφόμενοι βιοδίσκοι αποτελούν σύστημα βιολογικής επεξεργασίας προσκολλημένης βιομάζας, ανάλογο του βιολογικού φίλτρου. Η μονάδα βιοδίσκων αποτελείται από ειδικά πληρωτικά υλικά, συνήθως από ανθεκτικό συνθετικό υλικό (π.χ. προπυλένιο), μικρού πάχους, διαμέτρου έως 3,6m. Περιστρέφονται γύρω από οριζόντιο άξονα σε δεξαμενή από ανοξείδωτο χάλυβα και τοποθετούνται σε ίσες αποστάσεις μεταξύ τους της τάξης των 30-50mm από τα κέντρα τους. Οι βιοδίσκοι είναι βυθισμένοι στα λύματα κατά 40-45% και καθώς περιστρέφονται με μικρή ταχύτητα (περίπου 3rpm), η επιφάνειά τους έρχεται περιοδικά σε επαφή με το οργανικό φορτίο των λυμάτων και τον ατμοσφαιρικό αέρα. Με τον τρόπο αυτό ευνοείται η ανάπτυξη αερόβιου βιολογικού φιλμ στην επιφάνειά τους, το οποίο όταν αποκτήσει ορισμένο πάχος αποκολλάται και παρασύρεται στη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης από όπου και συλλέγεται.

Η δεξαμενή των βιοδίσκων αποτελεί δηλαδή μια δεξαμενή αερισμού με ιδιαίτερα υψηλή απόδοση και υψηλές συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου. Αυτό οφείλεται στη συνεχή επαφή των λυμάτων με τον ατμοσφαιρικό αέρα χάρη στην περιστροφή των βιοδίσκων και την απορρόφηση οξυγόνου από το στρώμα των μικροοργανισμών που βρίσκεται προσκολλημένο στην επιφάνεια του υλικού επαφής. Οι διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε μια μονάδα περιστρεφόμενων βιοδίσκων δε διαφέρουν σε τίποτε από τις αντίστοιχες σε μια μονάδα συμβατικής επεξεργασίας. Διακρίνονται και εδώ τα στάδια της προεπεξεργασίας, της βιολογικής επεξεργασίας και της απομάκρυνσης ιλύος.

Για μικρές μονάδες αστικών λυμάτων προτείνεται η κατασκευή μιας διθάλαμης σηπτικής δεξαμενής με διατάξεις λιποσυλλογής, η οποία χρησιμοποιείται τόσο ως δεξαμενή εξισορρόπησης, όσο και πρωτοβάθμιας καθίζησης. Πριν ή μετά από τη σηπτική δεξαμενή τοποθετείται μια μονάδα εσχάρωσης, στην οποία τα στερεά που συγκρατούνται, απομακρύνονται χειροκίνητα και καταλήγουν σε κάδο απορριμμάτων. Στη συνέχεια τοποθετείται η βαθμίδα των βιοδίσκων. Η βασική σχεδιαστική παράμετρος του συστήματος είναι η επιφανειακή φόρτιση, δηλαδή η φόρτιση μάζας BOD_5 ανά m^2 διαθέσιμης επιφάνειας πληρωτικού υλικού.



Σχήμα 5.3: Τυπική διάταξη compact συστήματος περιστρεφόμενων βιοδίσκων (RBC).

Ανάλογα με τις απαιτήσεις επεξεργασίας είναι δυνατό να επιτευχθεί και νιτροποίηση-απονιτροποίηση με βάση κατάλληλη επιλογή επιφανειακού φορτίου για το αμμωνιακό άζωτο, στην ίδια ή σε διαφορετικές βαθμίδες. Μετά το στάδιο των βιοδίσκων ακολουθεί δεξαμενή τελικής καθίζησης. Η δεξαμενή τελικής καθίζησης είναι συνήθως προκατασκευασμένη και δίνει ιλύ αρκετά σταθεροποιημένη, ενώ μπορεί να γίνεται και ανακυκλοφορία ιλύος στη δεξαμενή των βιοδίσκων σε ποσοστά που κυμαίνονται από 20-80% ανάλογα με τις λειτουργικές παραμέτρους της εγκατάστασης. Η λειτουργία των βιοδίσκων είναι κλασματική οπότε γίνεται εξοικονόμηση ενέργειας σε περίπτωση χαμηλού φορτίου, ενώ τυχόν τεχνικό πρόβλημα σε έναν δίσκο, δεν επηρεάζει τους υπόλοιπους και επομένως, η μονάδα επεξεργασίας των αποβλήτων δεν αδρανεί. Πέρα από τη δυνατότητα παράλληλης σύνδεσης κατά την οποία η παροχή των λυμάτων επιμερίζεται στον αντίστοιχο αριθμό βιοδίσκων, είναι δυνατή και η σε σειρά σύνδεση σε περίπτωση επιβαρυνμένων λυμάτων με οργανικό φορτίο ή σε επεισόδια έντονης ρύπανσης. Στη σύνδεση σε σειρά τα λύματα επεξεργάζονται διαδοχικά από όλους τους βιοδίσκους που βρίσκονται συνδεδεμένοι ο ένας μετά τον άλλο. Η συνδεσμολογία αυτή επιτρέπει μεγαλύτερο βαθμό επεξεργασίας των λυμάτων.

Τα **πλεονεκτήματα** της μεθόδου (Μαρκαντωνάτος, 1990; Metcalf & Eddy, 2006) είναι:

- οι μικρές απαιτήσεις σε διαθέσιμη έκταση,
- η δυνατότητα κλασματικής λειτουργίας που συντελεί στην εξοικονόμηση ενέργειας και ταυτόχρονα στην αποδοτική λειτουργία σε περιόδους φορτίων αιχμής,

- η δυνατότητα εύκολης και χωρίς εξειδικευμένες απαιτήσεις εγκατάστασης και λειτουργίας
- το χαμηλό κόστος ενέργειας και λειτουργίας,
- η απουσία θορύβου καθώς δεν απαιτούνται επιφανειακοί αεριστήρες και αεροσυμπιεστές, και
- η χαμηλή παραγωγή ιλύος.

Στα **μειονεκτήματα** της μεθόδου αναφέρονται, οι συγκριτικά χαμηλότεροι βαθμοί απόδοσης σε σχέση με τη μέθοδο ενεργού ιλύος, η ευαισθησία στις χαμηλές θερμοκρασίες και η συχνή συντήρηση για την αποφυγή αστοχιών του εξοπλισμού (Metcalf & Eddy, 2006).

ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΥΓΡΟΒΙΟΤΟΠΟΙ

Γενικά, οι υγροβιότοποι είναι περιοχές όπου η στάθμη του νερού βρίσκεται πάνω από ή κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, έτσι ώστε το έδαφος να διατηρείται κορεσμένο και η επιφάνειά του να καλύπτεται από διάφορα είδη υδροχαρών φυτών όπως νεροκάλαμα, βούρλα, ψαθί, βρύα και μούσκλια.

Η φυτική αυτή βλάστηση που αναπτύσσεται στους υγροβιότοπους προσφέρει το βασικό υπόστρωμα ανάπτυξης των βακτηρίων, βοηθά στο φιλτράρισμα και την προσρόφηση συστατικών του αποβλήτου, μεταφέρει οξυγόνο στη μάζα νερού και περιορίζει την ανάπτυξη αλγών με τον έλεγχο της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.

Οι τεχνητοί υγροβιότοποι αποτελούν μία τεχνολογία επεξεργασίας υγρών αποβλήτων που βασίζεται στη χρήση υδροχαρών φυτών για τη δευτεροβάθμια ή / και τριτοβάθμια επεξεργασία προεπεξεργασμένων λυμάτων, εκμεταλλευόμενη τις φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε περιβάλλον υγροβιοτόπου και οι οποίες είναι μεταξύ άλλων: καθίζηση, φίλτρανση, αποθήκευση, εναλλαγή ιόντων, εξάερωση, μεταφορά, αμμωνιοποίηση, νιτροποίηση, απονιτροποίηση και βιολογική μετατροπή. Στον πυθμένα τους, όπου επικρατούν αναερόβιες συνθήκες, αδρανοποιούνται τα μέταλλα και οι θειικές τους ενώσεις και κατακρατούνται για απεριόριστο χρόνο. Το άζωτο και μέρος του φωσφόρου απορροφώνται από τα φυτά, ενώ μέρος του φωσφόρου παραμένει στο σύστημα υπό μορφή διαλυτών ενώσεων.

Διακρίνονται δύο τύποι υγροβιότοπων: επιφανειακής ροής και υποεπιφανειακής ροής. Στην πρώτη περίπτωση υπάρχει υπόστρωμα εδάφους, στο οποίο είναι φυτεμένα τα υδροχαρή φυτά και η ροή γίνεται πάνω από το στρώμα του εδάφους. Χαρακτηρίζονται

από τυπικό βάθος 30cm και ελεύθερη επιφάνεια στην ατμόσφαιρα. Το δεύτερο είδος αποτελείται από υπόστρωμα πορώδους υλικού (συνήθως χαλίκι) πάχους 30-60cm, μέσα στο οποίο παροχετεύεται το απόβλητο, ενώ στο ανώτερο στρώμα δεισδύουν οι ρίζες των υδροχαρών φυτών. Πάνω στο αδρανές υλικό (χαλίκι) καθώς και στις ρίζες των καλαμιών δημιουργείται φιλμ από ενεργούς μικροοργανισμούς το οποίο καταναλώνει το οργανικό φορτίο των λυμάτων. Οξυγόνο μεταφέρεται στα στρώματα των αδρανών μέσω των φυτών με τη μέθοδο του φυσικού αερισμού και με τη χρήση διάτρητων σωλήνων. Για την αποφυγή πιθανών εμφράξεων στα στρώματα των αδρανών, τα λύματα υποβάλλονται σε προεπεξεργασία με πρωτοβάθμια καθίζηση. Τα επεξεργασμένα λύματα συλλέγονται σε μια ζώνη εκροής και στη συνέχεια μπορούν να υποβληθούν σε τριτοβάθμια επεξεργασία πριν τη διάθεση τους στον αποδέκτη. Συνήθως χρησιμοποιούνται σε Ε.Ε.Λ. πληθυσμού μέχρι 3.000 Ι.Κ.

Πλεονεκτήματα της μεθόδου αποτελούν η καλή απομάκρυνση BOD και αιωρούμενων στερεών, η απουσία ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, το χαμηλό αρχικό κόστος, η χαμηλή απαίτηση συντήρησης και η ελάχιστη ως μηδενική κατανάλωση ενέργειας, ενώ το σύστημα παράγει σχετικά μικρές ποσότητες παραπροϊόντων για επιπρόσθετη επεξεργασία ή εναπόθεση (π.χ. ιλύς).

Το κύριο **μειονέκτημα** των τεχνητών υδροβιοτόπων είναι ότι απαιτείται πολύ μεγάλη έκταση για την εγκατάσταση και λειτουργία τους. Ο σχεδιασμός τέτοιων συστημάτων πρέπει να περιλαμβάνει και βιολογικό έλεγχο κουνουπιών, αφού τα συστήματα αυτά των τεχνητών υδροβιοτόπων αποτελούν ιδανικές κατοικίες αναπαραγωγής κουνουπιών. Επιπλέον, τα φυσικά συστήματα που περιγράφηκαν παραπάνω έχουν κάποιους φυσικούς περιορισμούς που δυσχεραίνουν τη λειτουργία τους. Σε χαμηλές θερμοκρασίες για παράδειγμα η απόδοσή τους είναι πολύ χαμηλή με αποτέλεσμα να μην μπορούν να χρησιμοποιηθούν ή η χρήση τους να μην είναι πρακτική (απαιτείται μακρύτερος χρόνος παραμονής στο σύστημα). Αρνητικό είναι επίσης το γεγονός ότι στην Ελλάδα δεν έχουν μέχρι σήμερα αρκετές εφαρμογές, οπότε δεν υπάρχει εξειδικευμένο προσωπικό για την εγκατάσταση και λειτουργία των μονάδων αυτών.

ΛΙΜΝΕΣ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ

Οι λίμνες σταθεροποίησης, ανήκουν επίσης στα φυσικά συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων που αξιοποιούν τη συμβολή των διεργασιών της φύσης στο περιβάλλον (μικροοργανισμοί – βλάστηση – έδαφος) για να επιτύχουν τον επιδιωκόμενο καθαρισμό, ενώ περιορίζουν τη χρήση ενεργοβόρου μηχανολογικού εξοπλισμού. Οι διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στα συστήματα αυτά είναι οι ίδιες με εκείνες που συμβαίνουν σε

μηχανικά ή συμβατικά συστήματα επεξεργασίας, όπως: η καθίζηση, η διύλιση, η χημική οξείδωση, η βιολογική μετατροπή, η αποικοδόμηση κ.α., καθώς και επιπλέον διεργασίες, όπως η φωτοσύνθεση, η φωτοοξείδωση και η πρόσληψη από τα φυτά. Για την επεξεργασία αστικών λυμάτων χρησιμοποιούνται συνήθως αερόβιες λίμνες, οι οποίες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες τις αεριζόμενες και τις οξειδωτικές.

Στις αεριζόμενες λίμνες, το απαραίτητο οξυγόνο παρέχεται με χρήση μηχανικών επιφανειακών αεριστήρων που ταυτόχρονα επιτυγχάνουν ανάμιξη του υγρού. Οι λίμνες αυτές είναι παρόμοιες με τα συστήματα ενεργού ιλύος και συνήθως ακολουθούνται από χωμάτινες δεξαμενές καθίζησης για την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών, τα οποία εκτός από βιολογικά στερεά περιλαμβάνουν ποσοστό των στερεών των λυμάτων και ποσότητες αλγών που αναπτύσσονται σε τέτοια συστήματα (Ανδρεαδάκης, 2001).

Στις οξειδωτικές λίμνες, μέρος του οξυγόνου παρέχεται από την ατμόσφαιρα, ενώ το μεγαλύτερο μέρος παράγεται από άλγη (φύκη) που αναπτύσσονται στην επιφάνειά τους. Έτσι, στις λίμνες αυτές η επεξεργασία των λυμάτων πραγματοποιείται από τα βακτηρίδια τα οποία βιοαποικοδομούν την οργανική ύλη χρησιμοποιώντας το οξυγόνο που παράγεται από τα άλγη κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Τυπικά, μια διάταξη οξειδωτικών λιμνών περιλαμβάνει επαμφοτερίζουσες λίμνες βάθους 1-1,5m στις οποίες απομακρύνεται το μεγαλύτερο μέρος του οργανικού φορτίου και ωρίμανσης, βάθους περίπου 1m, όπου επικρατούν πλήρως αερόβιες συνθήκες για την περαιτέρω μείωση του οργανικού φορτίου και την εξουδετέρωση παθογόνων μικροοργανισμών. Όπως και στην περίπτωση των αεριζόμενων λιμνών, για τη διάθεση της επεξεργασμένης εκροής απαιτείται συχνά απομάκρυνση των αλγών που αναπτύσσονται στην επιφάνειά τους (κροκίδωση, διύλιση ή χειρωνακτικά).

Πλεονεκτήματα της μεθόδου αποτελούν η εναρμόνιση με το φυσικό περιβάλλον, η ευκολία κατασκευής, καθώς και το μηδενικό κόστος λειτουργίας και συντήρησής τους (Wang et al., 2009). Επίσης, οι μεγάλοι χρόνοι παραμονής των λυμάτων στις λίμνες σταθεροποίησης, έχουν ως αποτέλεσμα την καλύτερη απορρόφηση των υδραυλικών και ρυπαντικών αιχμών και την απομάκρυνση του οργανικού φορτίου.

Σημαντικό **μειονέκτημα** των λιμνών σταθεροποίησης αποτελεί το γεγονός ότι απαιτούνται μεγάλες εκτάσεις για την κατασκευή τους. Επιπλέον, η ικανότητα καθαρισμού εξαρτάται άμεσα από εξωγενείς παράγοντες (κλίμα, θερμοκρασία, κ.λπ.) γεγονός το οποίο αποτελεί τροχοπέδη για την ορθή και αποτελεσματική λειτουργία τους. Το πρόβλημα των οσμών

είναι εντονότερο σε σχέση με τις άλλες μεθόδους ενώ τέλος, οι λίμνες έχουν χαμηλή σχετικά απόδοση στην απομάκρυνση θρεπτικών ουσιών.

5.1.2. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Όπως προαναφέρθηκε, η αξιολόγηση των διαθέσιμων μεθόδων για την επιλογή της πλέον κατάλληλης για την επεξεργασία των λυμάτων του οικισμού της Κόνιτσας πραγματοποιείται με τη χρήση μιας σειράς κριτηρίων, όπως:

- η θέση και η μορφολογία της περιοχής μελέτης,
- το κλίμα της περιοχής μελέτης,
- η ποιότητα των λυμάτων,
- η ποσότητα των λυμάτων,
- οικονομικά κριτήρια,
- εποχικές αιχμές,
- απαιτήσεις τεχνικής υποστήριξης,
- διαθέσιμη έκταση,
- απαιτήσεις στις αποδόσεις εκροής,
- άλλα περιβαλλοντικά κριτήρια.

Τα βασικά κριτήρια με βάση τα οποία θα προκύψει η επιλογή της καταλληλότερης λύσης, μπορεί να διαφοροποιούνται από περίπτωση σε περίπτωση, ανάλογα με τις ανάγκες και τα διαθέσιμα δεδομένα. Για παράδειγμα, σε περίπτωση που η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων αποτελεί προτεραιότητα, η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης που δίνει η εκάστοτε λύση έχει ιδιαίτερα βαρύνουσα σημασία. Κατά περίπτωση, ιδιαίτερη βαρύτητα μπορεί να έχουν και άλλοι μη τεχνικοί παράγοντες, όπως:

- οι διαθέσιμοι πόροι χρηματοδότησης,
- η απαιτούμενη και η διαθέσιμη (προσφερόμενη) έκταση. Ιδιαίτερα μάλιστα αν το έργο πρέπει να ολοκληρωθεί γρήγορα για λόγους δημόσιας υγείας ή προστασίας υπόγειων νερών ή ακόμη και για λόγους χρονικού περιορισμού απορρόφησης πιστώσεων, η έλλειψη διαθέσιμου χώρου καθιστά απαραίτητη την απαλλοτριώση εκτάσεων, διαδικασία ιδιαίτερα χρονοβόρα,
- η ύπαρξη αρδευόμενων εκτάσεων σε μικρή σχετικά απόσταση και αποδεκτό υψόμετρο,
- η καταλληλότητα ή μη των εδαφών (υδρογεωλογικά δεδομένα) για διάθεση στο έδαφος,
- οι απαιτήσεις του φορέα χρηματοδότησης,
- οι δυνατότητες του φορέα κατασκευής, επίβλεψης, λειτουργίας και συντήρησης, και
- η κοινωνική αποδοχή.

Κάθε μέθοδος επεξεργασίας βαθμολογείται με βάση τα κριτήρια αξιολόγησης, αποδίδοντας σε καθένα από αυτά τιμές μεταξύ 1-9, όπου με 9 παρουσιάζεται η καλύτερη λύση ως προς το συγκεκριμένο κριτήριο κ.ο.κ. Η συνολική βαθμολογία που λαμβάνει κάθε μέθοδος προκύπτει από το άθροισμα των τιμών που έχει συγκεντρώσει στα επιμέρους κριτήρια. Κατά συνέπεια, βέλτιστη είναι η μέθοδος η οποία συγκεντρώνει την υψηλότερη βαθμολογία.

Εν προκειμένω, τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται, καθώς και η συγκριτική αξιολόγηση των διαφόρων εναλλακτικών λύσεων επεξεργασίας των λυμάτων του οικισμού Κόνιτσας που εξετάστηκαν ανωτέρω παρουσιάζονται στον πίνακα 5.1.

Πίνακας 5.1: Αξιολόγηση μεθόδων επεξεργασίας χωρίς συντελεστή βαρύτητας κριτηρίων.

α/α	ΚΡΙΤΗΡΙΟ	Ενεργού Ιλύος	S.B.R.	Βιόφιλτρο	M.B.R.	R.B.C.	Τεχν.Υγρ.	Λίμνες
1	Κόστος κατασκευής	3	4	5	4	6	7	8
2	Κόστος λειτουργίας και συντήρησης	2	2	5	3	5	8	9
3	Απαιτούμενη έκταση εγκ/σης	4	8	4	8	7	2	1
4	Επαρκής εμπειρία στην Ελλάδα	9	2	2	2	2	2	2
5	Απλότητα λειτουργίας και συντήρησης	2	1	7	2	7	8	7
6	Θόρυβος	3	3	6	8	6	9	9
7	Οσμές	8	8	3	8	4	6	2
8	Αποδόσεις επεξεργασίας	8	7	6	9	6	6	3
9	Παραγωγή ιλύος	1	1	5	6	5	9	8
10	Συμπεριφορά σε αιχμές	5	7	3	5	8	5	8
11	Ευαισθησία σε θερμοκρασίες	8	8	4	7	4	5	2
12	Απομάκρυνση θρεπτικών	8	8	2	5	3	5	3
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ	61	59	52	67	63	72	62

Η αξιολόγηση των εναλλακτικών μεθόδων επεξεργασίας που παρουσιάζεται στον πίνακα 5.1 αφορά στα τεchnο- οικονομικά στοιχεία κάθε μεθόδου και είναι κοινή για κάθε περίπτωση. Οι ιδιαιτερότητες κάθε περίπτωσης λαμβάνονται υπόψη εφαρμόζοντας τον

κατάλληλο συντελεστή βαρύτητας για κάθε κριτήριο, ανάλογα με την κρισιμότητά για την τελική επιλογή. Στην παρούσα μελέτη, οι συντελεστές βαρύτητας που χρησιμοποιούνται λαμβάνουν τιμές μεταξύ 0,1-1, όπου με 1 εκφράζεται η μεγαλύτερη βαρύτητα ως προς το συγκεκριμένο κριτήριο κ.ο.κ.

Το βάρος του κάθε κριτηρίου αιτιολογείται στη διαδικασία αξιολόγησης. Στην προκειμένη περίπτωση οι συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων χρησιμοποιούμενων κριτηρίων παρουσιάζεται στον πίνακα 5.2.

Πίνακας 5.2: Αξιολόγηση μεθόδων επεξεργασίας χωρίς συντελεστή βαρύτητας κριτηρίων.

Κριτήριο	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Συντελεστής Βαρύτητας	0,2	1	0,1	0,3	1	0,5	1	0,5	1	0,1	1	0,1

Εν προκειμένω, το κόστος λειτουργίας και συντήρησης, καθώς και η απλότητα στη λειτουργία και συντήρηση θεωρούνται σημαντικά κριτήρια επειδή σχετίζεται άμεσα με τις οικονομικές και τις τεχνικές δυνατότητες του Δήμου. Οι οσμές είναι πάντα το σημαντικότερο κριτήριο για την κοινωνική αποδοχή μιας μεθόδου. Η παραγωγή ιλύος είναι σημαντικό κριτήριο γιατί επιβαρύνει σημαντικά τα έργα επεξεργασίας ιλύος. Η ευαισθησία σε χαμηλές θερμοκρασίες είναι εν γένει σημαντικό κριτήριο για την ομαλή λειτουργία της βιολογικής βαθμίδας.

Από την άλλη πλευρά, εξαιτίας του μικρού σχετικά ισοδύναμου πληθυσμού, το κόστος κατασκευής αναμένεται να είναι μέτριο, ενώ ο θόρυβος δεν αφορά στην υπό εξέταση περίπτωση λόγω απόστασης και επειδή λαμβάνονται όλα τα δυνατά μέτρα μείωσης αυτού. Για το λόγο αυτό τα κριτήρια λαμβάνουν χαμηλό συντελεστή βαρύτητας. Όσον αφορά την απόδοση επεξεργασίας και τη δυνατότητα απομάκρυνσης θρεπτικών, οι σχετικές απαιτήσεις καθορίζονται από την Κ.Υ.Α. 5673/400/97 και θεωρούνται κριτήρια ήσσονος σημασίας για την προκειμένη περίπτωση.

Η αξιολόγηση των εναλλακτικών μεθόδων για την επεξεργασία των λυμάτων του οικισμού της Κόνιτσας, μετά την εφαρμογή των συντελεστών βαρύτητας που περιγράφηκαν ανωτέρω, παρουσιάζεται στον πίνακα 5.3. Όπως φαίνεται στον κατωτέρω πίνακα μεταξύ των εξεταζόμενων εναλλακτικών λύσεων καταλληλότερη για την επεξεργασία των λυμάτων του οικισμού της Κόνιτσας είναι η μέθοδος των τεχνητών υγροβιότοπων, η οποία έχει συγκεντρώσει την υψηλότερη βαθμολογία. Τελικά, επιλέγεται η μέθοδος των βιοαντιδραστήρων με μεμβράνες (M.B.R.) για τους εξής πρόσθετους λόγους:

- Η απαιτούμενη έκταση για τους τεχνητούς υδροβιότοπους υπερβαίνει οριακά τη διαθέσιμη έκταση.
- Η ευαισθησία στις χαμηλές θερμοκρασίες για τους τεχνητούς υδροβιότοπους δεν αντιμετωπίζεται.
- Με την μέθοδο M.B.R. επιτυγχάνεται η επιθυμητή υψηλή ποιότητα εκροής που απαιτείται.

Πίνακας 5.3: Αξιολόγηση μεθόδων επεξεργασίας με συντελεστή βαρύτητας κριτηρίων.

α/α	ΚΡΙΤΗΡΙΟ	Ενεργού Ιλύος.	SBR	Βιόφιλτρο	MBR	RBC	Τεχν.Υγρ.	Λίμνες
1	Κόστος κατασκευής	0,6	0,8	1	0,8	1,2	1,4	1,6
2	Κόστος λειτουργίας και συντήρησης	2	2	5	3	5	8	9
3	Απαιτούμενη έκταση εγκ/σης	0,4	0,8	0,4	0,8	0,7	0,2	0,1
4	Επαρκής εμπειρία στην Ελλάδα	2,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
5	Απλότητα λειτουργίας και συντήρησης	2	1	7	2	7	8	7
6	Θόρυβος	1,5	1,5	3	4	3	4,5	4,5
7	Οσμές	8	8	3	8	4	6	2
8	Αποδόσεις επεξεργασίας	4	3,5	3	4,5	3	3	1,5
9	Παραγωγή ιλύος	1	1	5	6	5	9	8
10	Συμπεριφορά σε αιχμές	0,5	0,7	0,3	0,5	0,8	0,5	0,8
11	Ευαισθησία σε θερμοκρασίες	8	8	4	7	4	5	2
12	Απομάκρυνση θρεπτικών	0,8	0,8	0,2	0,5	0,3	0,5	0,3
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ	31,5	28,7	32,5	37,7	34,6	46,7	37,4

5.2. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

Οι εναλλακτικοί τρόποι διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων με βάση το ισχύον νομικό πλαίσιο είναι οι κάτωθι:

1. Διάθεση σε επιφανειακό υδάτινο αποδέκτη, σύμφωνα με τις διατάξεις της ΚΥΑ 5673/400/1997 και τις οικίες νομαρχιακές αποφάσεις
2. Διάθεση στο έδαφος (επιφανειακή ή υπεδάφια), ήτοι τροφοδότηση ή εμπλουτισμός υπόγειου υδροφορέα, σύμφωνα με τις διατάξεις της ΚΥΑ 145116/ ΦΕΚ 354Β/2011

3. Επαναχρησιμοποίηση για άρδευση, για αστική και περιαστική χρήση και για βιομηχανική χρήση, σύμφωνα με τις διατάξεις της ΚΥΑ 145116/ ΦΕΚ 354Β/2011.

Όσον αφορά στη διάθεση σε επιφανειακό υδάτινο αποδέκτη, η μέθοδος αυτή αποτελεί την πλέον συνήθη λύση για τη διάθεση επεξεργασμένων υγρών λυμάτων στην Ελλάδα. Στα πλεονεκτήματα της μεθόδου περιλαμβάνονται η ευρεία αποδοχή, η ευκολία και το χαμηλό κόστος εφαρμογής. Τα τελευταία χρόνια ωστόσο, σε μια προσπάθεια ορθολογικής διαχείρισης των υδατικών αποθεμάτων, ήτοι εξοικονόμησης υδάτινων πόρων, η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων κερδίζει συνεχώς έδαφος, ιδιαίτερα σε περιοχές που οι υδάτινοι πόροι δε βρίσκονται σε αφθονία. Κατωτέρω, συνοψίζονται τα βασικά χαρακτηριστικά των διαθέσιμων εναλλακτικών λύσεων.

Η διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων στο έδαφος (επιφανειακή ή υπεδάφια), όπως προαναφέρθηκε, εμπίπτει στις διατάξεις περί τροφοδότησης / εμπλουτισμού υπόγειου υδροφορέα της ΚΥΑ 145116/ ΦΕΚ 354Β/2011. Ο εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων εφαρμόζεται κυρίως με στόχο την αποθήκευση των επεξεργασμένων λυμάτων για μελλοντική χρήση, την ανάσχεση της διείσδυσης θαλασσινού νερού σε παράκτιους υδροφορείς, καθώς και την ανύψωση της στάθμης του υπόγειου υδροφόρου. Σε κάθε περίπτωση, είναι απαραίτητη η εκπόνηση ειδικής υδρογεωλογικής μελέτης και μελέτης σχεδιασμού και εφαρμογής του εμπλουτισμού. Σύμφωνα με το εγκεκριμένο Σχέδιο Διαχείρισης Λεκανών Απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος Ηπείρου, στην υδρολογική λεκάνη του Αώου, δεν παρατηρούνται προβλήματα υπερεκμετάλλευσης, καθώς οι απολήψεις από τα υπόγεια συστήματα αποτελούν πάρα πολύ μικρό ποσοστό της μέσης ετήσιας φυσικής τροφοδοσίας αυτών. Με βάση τα ανωτέρω, δε συντρέχει αναγκαιότητα εμπλουτισμού των υπόγειων υδροφορέων στην περιοχή μελέτης.

Όσον αφορά στην επαναχρησιμοποίηση για άρδευση, η συγκεκριμένη μέθοδος επαναχρησιμοποίησης βρίσκει εφαρμογή σε καλλιεργούμενες εκτάσεις και μπορεί να είναι περιορισμένη ή απεριόριστη, αναλόγως με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της επεξεργασμένης εκροής, το είδος της προς άρδευσης καλλιέργειας και τη μέθοδο της άρδευσης. Η επαναχρησιμοποίηση για άρδευση είναι η πλέον διαδεδομένη μορφή επαναχρησιμοποίησης παγκοσμίως και μπορεί να οδηγήσει στην αποδέσμευση μεγάλων ποσοτήτων νερού για ανταγωνιστικές χρήσεις (βιομηχανική, τουριστική κ.λπ.), ελαττώνοντας σημαντικά τις πιέσεις που ασκούνται στους υπόγειους υδροφορείς εξαιτίας της υπεράντλησης των υδάτων. Ως εκ τούτου, η επαναχρησιμοποίηση για άρδευση, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε περιοχές με σημαντικές αρδεύμενες εκτάσεις, όπως η περιοχή μελέτης, ωστόσο δεν αποτελεί οριστική λύση διάθεσης, καθώς ειδικά τη

χειμερινή περίοδο, όταν δε γίνονται αρδεύσεις είναι απαραίτητη η αποθήκευση της επεξεργασμένης εκροής ή η διάθεσή της σε επιφανειακό αποδέκτη. Άλλοι περιορισμοί της επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση σχετίζονται με τη χαμηλή αποδοχή από τους τελικούς χρήστες, ενδεχόμενες ανησυχίες σε σχέση με την εμπορικότητα των αγροτικών προϊόντων και τη δημόσια υγεία, την πιθανή ανάγκη περιορισμού της πρόσβασης της αρδευόμενης περιοχής, καθώς και την καταλληλότητα των επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση. Η απαιτούμενη ποιότητα του επαναχρησιμοποιούμενου νερού για άρδευση διαφέρει ανάλογα με το είδος της καλλιέργειας, καθώς η περιεκτικότητα του σε διαλυμένα άλατα (αλατότητα), νάτριο, ιόντα βορίου, χλωρίου, όξινα ανθρακικά ιόντα και ορισμένα μέταλλα και ιχνοστοιχεία μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις τόσο στην ανάπτυξη των φυτών, όσο και στο έδαφος.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι δεν υπάρχει σχέδιο επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση στην περιοχή μελέτης, καθώς επίσης ότι δεν υπάρχει σχετική εμπειρία στους τελικούς χρήστες της περιοχής, η συγκεκριμένη λύση δεν προσφέρεται ως βέλτιστη τουλάχιστον για την ώρα. Περαιτέρω, όπως προαναφέρθηκε, στην περιοχή μελέτης δεν τίθεται ζήτημα υπερεκμετάλλευσης των υπόγειων υδροφορέων, ώστε να καθίσταται η επαναχρησιμοποίηση για άρδευση αναγκαία. Εφόσον, η επαναχρησιμοποίηση για άρδευση γίνει λύση προτεραιότητας για το φορέα του έργου, θα απαιτηθεί η εκπόνηση μελέτης σχεδιασμού και εφαρμογής του συστήματος της άρδευσης ανάλογα με το είδος των καλλιεργειών και την περιοχή που θα αρδευτεί.

Η επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για βιομηχανική χρήση επιτρέπεται ως νερό ψύξης μιας χρήσης, επανακυκλοφορούμενο νερό ψύξης, νερό για λέβητες και νερό διεργασιών. Αναλόγως με την επιθυμητή χρήση, μπορεί να απαιτείται περαιτέρω επεξεργασία, καθώς ορισμένα συστατικά του επαναχρησιμοποιούμενου νερού μπορούν να προκαλέσουν επικαθίσεις και διάβρωση στο βιομηχανικό εξοπλισμό, ενώ υπάρχει και ο κίνδυνος διασταυρούμενης επιμόλυνσης του πόσιμου νερού (Metcalf & Eddy, 2003). Για την ώρα, δεν υπάρχει σχέδιο επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων λυμάτων για βιομηχανική χρήση στην περιοχή μελέτης. Εφόσον υπάρξει σχετικό ενδιαφέρον, θα πρέπει να εξεταστεί, αναλόγως με την επιθυμητή εφαρμογή, η αναγκαιότητα περαιτέρω επεξεργασίας για την απομάκρυνση ιόντων και άλλων διαλυμένων ενώσεων ή στοιχείων.

Τέλος, η επαναχρησιμοποίηση για αστική / περιαστική χρήση επιτρέπεται για την άρδευση δασικών εκτάσεων και πάρκων, πρανών αυτοκινητοδρόμων, την πυρόσβεση, τον οδοκαθαρισμό και άλλες συναφείς εφαρμογές. Αναλόγως με τη σχεδιαζόμενη εφαρμογή είναι δυνατό να απαιτείται περαιτέρω επεξεργασία (π.χ. προς αποφυγή επικαθίσεων ή

διάβρωσης του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού), ή /και μέτρα περιορισμού της πρόσβασης που μπορεί να οδηγήσουν σε σημαντική αύξηση του κόστους. Η επαναχρησιμοποίηση για αστική / περιαστική χρήση δεν περιλαμβάνεται στο σχεδιασμό του Δήμου Κόνιτσας.

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, τη θέση της Ε.Ε.Λ., καθώς και την επιθυμία του Δήμου και των κατοίκων της περιοχής, προτείνεται τα επεξεργασμένα λύματα να διατίθενται επιφανειακά στον ποταμό Αώο.

Για τον ποταμό Αώο ισχύουν τα αναφερόμενα στην υπ' αριθμ. πρωτ. ΚΥ/οικ. 6664/17-05-1977 Απόφαση Νομάρχη Ιωαννίνων & η ανώτερη τάξη χρήσης των υδάτων του Αώου ποταμού στη θέση διάθεσης των λυμάτων, ορίζεται ως «ύδατα για κολύμβηση και κάθε άλλη χρήση, εκτός από ύδρευση».

Επιπλέον, η ποιότητα της επεξεργασμένης εκροής θα πρέπει να είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές της Κ.Υ.Α. 5673/400/97 (ΦΕΚ 192/Β/14-3-97) "Μέτρα και όροι για την επεξεργασία αστικών λυμάτων", η οποία εκδόθηκε σε εφαρμογή των διατάξεων του άρθρου 10 του Ν. 1650/1986 και συγχρόνως εναρμονίστηκε με τις διατάξεις της οδηγίας 91/271/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21/5/1991 των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων "Για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων" που έχει δημοσιευθεί στην Ελληνική γλώσσα στην Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (ΕΕΛ 135 σελ. 40/30-5-91).

Στην προκείμενη περίπτωση, η μέθοδος που επιλέχθηκε ως η πλέον κατάλληλη για την επεξεργασία των λυμάτων του οικισμού της Κόνιτσας, είναι η μέθοδος των βιοαντιδραστών μεμβρανών (MBR). Η μέθοδος αυτή ισοδυναμεί με τριτοβάθμια επεξεργασία και επιτυγχάνει υψηλή ποιότητα εκροής. Σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. 145116/2011 "Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων" τα χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων με MBR λυμάτων, εφόσον έχει προηγηθεί και απομάκρυνση θρεπτικών, ικανοποιούν τις απαιτήσεις της ανωτέρω Κ.Υ.Α. και δύναται (εφόσον η επαναχρησιμοποίηση γίνει προτεραιότητα για το Δήμο Κόνιτσας) να διατεθούν για άρδευση χωρίς περιορισμούς.

5.3. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΙΛΥΟΣ

Η παραγόμενη ιλύς από την προτεινόμενη μονάδα επεξεργασίας λυμάτων θα είναι η περίσσεια ιλύς που προκύπτει από τη δεξαμενή βύθισης μεμβρανών της μονάδας βιολογικής επεξεργασίας.

Κύριος στόχος του Εθνικού Σχεδιασμού όσον αφορά την ιλύ που προέρχεται από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων είναι η επίτευξη υψηλού ποσοστού αξιοποίησης αυτής με αντίστοιχη μείωση του ποσοστού τελικής διάθεσης. Οι δράσεις μέσω των οποίων μπορεί να γίνει αξιοποίηση της ιλύος είναι:

- Απευθείας χρήση σε αγροτικές εφαρμογές, σύμφωνα με τους περιορισμούς της Κ.Υ.Α. 80568/4225/91 (ΦΕΚ 641/Β/7-8-91),
- Επανένταξη στο φυσικό περιβάλλον "τραυματισμένων" φυσικών αναγλύφων, υπό την προϋπόθεση ότι η ιλύς θα είναι σταθεροποιημένη ή θα έχει υποστεί συνεπεξεργασία με άλλα μη επικίνδυνα βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα, όπως το οργανικό κλάσμα των αστικών αποβλήτων,
- Ξήρανση και χρήση αυτής ως καυσίμου ύλης,
- Λιπασματοποίηση (εδαφοποίηση) της ιλύος και χρήση πλέον του παραγόμενου εδάφους στις αντίστοιχες εφαρμογές.

Αναλυτικότερα, οι δυνατές μέθοδοι διάθεσης της ιλύος είναι:

- Καύση ιλύος με εναλλακτικές μεθόδους θερμικής επεξεργασίας (υγρή οξείδωση, πυρόλυση, αεριοποίηση). Χρήση για αποκατάσταση εδαφών.
- Διάθεση στο έδαφος για αγροτικές εφαρμογές,
- Χρήση στη δασοπονία και δασοκομία,
- Διάθεση σε χώρους ταφής απορριμμάτων,

Οι διάφορες μέθοδοι θερμικής επεξεργασίας της ιλύος που αναφέρονται ανωτέρω, δεν προτείνονται στην προκειμένη περίπτωση, καθώς δεν είναι αρκετά διαδεδομένες και δεν εφαρμόζονται στην Ελλάδα.

Η διάθεση της ιλύος για την αποκατάσταση εδαφών ή/και εγκαταλελειμμένων εκτάσεων (π.χ. λατομείων) αποσκοπεί (α) στην προστασία των εκτάσεων αυτών από την διάβρωση και (β) στον εμπλουτισμό τους με θρεπτικά και οργανική ύλη. Γενικά η επανένταξη στο φυσικό περιβάλλον "τραυματισμένων" φυσικών ανάγλυφων, πραγματοποιείται υπό την προϋπόθεση ότι η ιλύς είναι σταθεροποιημένη ή έχει υποστεί συνεπεξεργασία με άλλα μη επικίνδυνα βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα, όπως το οργανικό κλάσμα των αστικών αποβλήτων. Δεδομένου ότι από την Ε.Ε.Λ. παράγεται μικρή ποσότητα ιλύος, η πρόταση αυτή είναι ήσσονος σημασίας για την αξιοποίηση της ιλύος από την Ε.Ε.Λ.

Για τη χρησιμοποίηση της ιλύος για αγροτικές εφαρμογές, θα πρέπει αυτή να υποβάλλεται πρώτα σε επεξεργασία. Σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. 80568/4225/91 είναι δυνατόν η αρμόδια

κατά περίπτωση υπηρεσία να εισηγείται τη χορήγηση άδειας για τη χρησιμοποίηση μη επεξεργασμένης ιλύος εφόσον αυτή εγχέεται ή ενσωματώνεται στο έδαφος. Η ιλύς και τα εδάφη επί των οποίων χρησιμοποιείται, υποβάλλονται σε δειγματοληψία και ανάλυση τουλάχιστον ως προς τις παρακάτω παραμέτρους: οργανική ύλη, pH, άζωτο, φωσφόρος και τα μέταλλα κάδμιο, νικέλιο, μόλυβδος, ψευδάργυρος, υδράργυρος και χρώμιο.

Γενικά, η χρήση ιλύος απαγορεύεται:

- Σε χορτολιβαδικές εκτάσεις που χρησιμοποιούνται ως βοσκότοποι ή σε καλλιέργειες ζωοτροφών, προτού παρέλθει ορισμένη προθεσμία που καθορίζουν τα κράτη μέλη και που δεν μπορεί να είναι μικρότερη από 3 εβδομάδες.
- Σε καλλιέργειες οπωροκηπευτικών κατά την περίοδο της βλάστησης (εξαιρούνται οι καλλιέργειες οπωροφόρων δέντρων).
- Σε εδάφη προοριζόμενα για καλλιέργειες οπωροκηπευτικών που βρίσκονται σε άμεση επαφή με το έδαφος και που συνήθως καταναλώνονται ωμά, επί δέκα μήνες πριν αρχίσει η συγκομιδή και κατά τη συγκομιδή.

Συνιστάται η αποφυγή διάθεσης της ιλύος στο έδαφος σε απόσταση μικρότερη των 200m από υφιστάμενες κατοικίες και οικιστικές ζώνες, ποταμούς συνεχούς ροής και δίκτυα ύδρευσης. Επίσης, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η έκταση και το είδος της καλλιέργειας και οι μετεωρολογικές συνθήκες. Γενικά, η διάθεση της ιλύος μπορεί να πραγματοποιείται δύο φορές το χρόνο μετά τη συγκομιδή ή πριν το όργωμα και τη σπορά.

Για την εφαρμογή ιλύος στη δασοπονία και δασοκομία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

- Θα πρέπει να αποφεύγεται η χρήση σε δάση στα οποία το κοινό μπορεί να έχει πρόσβαση για την πρόληψη κάθε δυνατής επαφής του με την ιλύ. Επίσης, θα πρέπει να αποφεύγεται η εφαρμογή σε περιοχές που χρησιμοποιούνται για καλλιέργεια και συγκομιδή μανιταριών,
- Για την εφαρμογή ιλύος σε δάσος στο οποίο έχει πρόσβαση το κοινό απαιτείται να έχει ενημερωθεί το κοινό σχετικά, η ιλύς να είναι καλά σταθεροποιημένη για να αποφευχθούν προβλήματα δυσοσμίας και να απολυμαίνεται επαρκώς ή να απαγορεύεται η πρόσβαση του κοινού για 3 έως 12 μήνες,
- Η χρήση ιλύος στη δασοπονία για την εντατική παραγωγή δένδρων είναι επιτρεπτή. Ωστόσο, θα πρέπει να αποφεύγεται η εφαρμογή ιλύος χωρίς ικανοποιητική απολύμανση σε υγρές περιοχές, καθώς μπορεί να συμβεί μόλυνση των υδάτων,

- Η εφαρμογή της ιλύος πρέπει να αποφεύγεται σε εκτάσεις με μεγάλη κλίση, περιοχές που βρίσκονται κοντά σε δεξαμενές πόσιμου νερού, σε αμμώδεις περιοχές και σε υγρές περιοχές.

Στην υπό μελέτη Ε.Ε.Λ. προβλέπεται η επεξεργασία της ιλύος σε μονάδα πάχυνσης - αφυδάτωσης. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η μείωση του όγκου της ιλύος.

Από τις προτάσεις αξιοποίησης της ιλύος που εξετάστηκαν ανωτέρω, για την υπό μελέτη περίπτωση ενδείκνυται η διάθεσή της σε χώρους ταφής απορριμμάτων, η οποία αποτελεί και την πλέον συνήθη μέθοδο διάθεσης στην Ελλάδα. Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (Ε.Κ.Α.), η ιλύς κατατάσσεται στο Κεφάλαιο 19 (Απόβλητα από τις μονάδες διαχείρισης αποβλήτων): 19-08-05 "ιλύς από την επεξεργασία αστικών λυμάτων". Εν προκειμένω, προτείνεται η αφυδατωμένη ιλύς να απομακρύνεται εβδομαδιαίως, από ειδικά προς τούτο αδειοδοτημένη εταιρεία. Στην περιοχή μελέτης, δραστηριοποιείται η εταιρεία «ΛΙΑΧΤΙΔΑ Α.Τ.Ε.Β.Ε.», η οποία κατέχει εν ισχύ άδεια για τη διαχείριση (συλλογή - μεταφορά) μη επικινδύνων αποβλήτων, όπως αυτά ορίζονται στην Κ.Υ.Α. Η.Π. 50910/2727 (ΦΕΚ 1909Β/22-12-03)

5.4. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΘΕΣΕΙΣ Ε.Ε.Λ.

Βασικά κριτήρια για την επιλογή της θέσης της Ε.Ε.Λ. του οικισμού Κόνιτσας, του Δήμου Κόνιτσας αποτέλεσαν:

- η ικανοποιητική απόσταση από τα όρια του οικισμού,
- η ύπαρξη διαθέσιμου χώρου για την εγκατάσταση του εργοταξίου κατά την κατασκευή του έργου,
- η κατά το μέτρο του δυνατού αποφυγή προστατευμένων περιοχών (αρχαιολογικοί χώροι, δίκτυο Natura, δασικές εκτάσεις κ.λπ.),
- οι ιδιαιτερότητες της περιοχής,
- περιβαλλοντικά / αισθητικά ή άλλα κριτήρια, και
- οικονομικοτεχνικά κριτήρια.

Για το γήπεδο όπου θα εγκατασταθεί η Ε.Ε.Λ. εξετάστηκαν οι δύο (2) εναλλακτικές θέσεις χωροθέτησής του που υποδείχθηκαν από τους τοπικούς φορείς (Σχήμα 5.4):

- **Θέση Α:** Έκτασης 15.774,40m², σε απόσταση περί τα 1.200m Ν.Δ. του οικισμού Μάζι, ανατολικά του αποδέκτη, Αώος ποταμός.
- **Θέση Β:** Έκτασης 6.786,89m², σε απόσταση περί τα 700m Ν.Δ. του οικισμού Κόνιτσας, βόρεια του αποδέκτη, Αώος ποταμός.



Σχήμα 5.4: Απόσπασμα ορθοφωτοχαρτών. Με πορτοκαλί σημειώνονται οι δύο εναλλακτικές θέσεις χωροθέτησης της Ε.Ε.Λ., με κίτρινο τα όρια των οικισμών Κόνιτσα, Μάζι και Αετόπετρα, ενώ με μπλε ο Αώος ποταμός. (το σχήμα είναι άνευ κλίμακας).

Η θέση Α, δημοτική έκταση, είναι απομακρυσμένη από τον οικισμό της Κόνιτσας. Αυτό αποτελεί βασικό μειονέκτημα από οικονομοτεχνική άποψη, καθώς τα λύματα του οικισμού καταλήγουν εκεί με άντληση. Είναι επίσης μακριά από τον αποδέκτη Αώο ποταμό.

Η θέση Β, αποτελεί μεσεγγυημένο ακίνητο, το οποίο σύμφωνα με το αριθ. πρωτ. 752/05-02-2014 έγγραφο της Περιφερειακής Διεύθυνσης Δημόσιας Περιουσίας του Υπουργείου Οικονομικών (επισυνάπτεται σε αντίστοιχο παράρτημα στο τέλος της παρούσας), μπορεί να απαλλοτριωθεί από το Δήμο Κόνιτσας. Από άποψη συλλογής λυμάτων βρίσκεται πλησίον αλλά και σε ικανοποιητική απόσταση από τον οικισμό της Κόνιτσας, ενώ είναι εγγύτερα στον ποταμό Αώο (αποδέκτης). Τέλος, η διαθέσιμη έκταση του γηπέδου είναι ικανοποιητική με αποτέλεσμα να εξασφαλίζονται ενδεχόμενες μελλοντικές επεκτάσεις. Για τους ανωτέρω λόγους προτείνεται η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Κόνιτσας να κατασκευαστεί στη θέση Β.

5.5. ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΛΥΣΗ

Στο πλαίσιο της παρούσας εξετάστηκε και η μηδενική λύση, ήτοι η μη υλοποίηση του έργου και η διατήρηση της υφιστάμενης κατάστασης. Στην υφιστάμενη κατάσταση, η διάθεση των αστικών λυμάτων γίνεται σε απορροφητικούς βόθρους με αποτέλεσμα τη ρύπανση του υπεδάφους και κατ' επέκταση των υπόγειων υδροφορέων της περιοχής. Δεδομένης της σημασίας της περιοχής λόγω της ύπαρξης του ποταμού Αώου, αλλά και για λόγους προστασίας της δημόσιας υγείας η μηδενική λύση απορρίπτεται.

6. ΠΑΡΟΧΕΣ & ΦΟΡΤΙΑ ΕΙΣΟΔΟΥ & ΕΞΟΔΟΥ

6.1. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ ΤΗΣ Ε.Ε.Λ.

6.1.1. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Για το σχεδιασμό της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ) εξετάζονται οι ανάγκες όχι μόνο του σημερινού πληθυσμού, αλλά και του εκτιμώμενου πληθυσμού σε ορίζοντα 20ετίας και 40ετίας.

Η εκτίμηση του μελλοντικού πληθυσμού πραγματοποιείται με τη μέθοδο του ανατοκισμού υιοθετώντας μικρά ποσοστά αύξησης του πληθυσμού σύμφωνα με τη σχέση:

$$E_n = E_0 \cdot (1 + \varepsilon)^n \quad (6.1)$$

όπου:

E_n : ο μελλοντικός πληθυσμός μετά από n έτη,

E_0 : ο σημερινός πληθυσμός,

ε : το μέσο ετήσιο ποσοστό αύξησης του πληθυσμού

Ο μόνιμος πληθυσμός του οικισμού της Κόνιτσας με βάση τα στοιχεία της απογραφής πληθυσμού του 2011 (ΕΛΣΤΑΤ, 2011), ανερχόταν σε 2.492 κατοίκους. Σύμφωνα, ωστόσο, με στοιχεία του Δήμου Κόνιτσας, τα οποία λαμβάνουν υπόψη των αριθμό των ενεργών υδρομέτρων, ο αριθμός των μόνιμων κατοίκων κατά το έτος 2012 ανερχόταν σε 3.920 άτομα [τα στοιχεία περιλαμβάνονται στο Τεύχος Τεχνικών Δεδομένων (σελ 7) της προκήρυξης της παρούσας μελέτης με τίτλο "Μελέτες για την κατασκευή δικτύου αποχέτευσης Δημοτικής Κοινότητας Κονίτσης και Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων Δήμου Κόνιτσας"]. Η παραπάνω διαφορά, σύμφωνα με το Δήμο Κόνιτσας, εκτιμάται πως οφείλεται στην ύπαρξη εξοχικών κατοικιών, οι οποίες δεν αντανακλώνται στα στοιχεία της απογραφής. Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, θεωρείται ότι για το έτος σχεδιασμού 2013, ο αριθμός των μόνιμων κατοίκων του Δήμου Κόνιτσας ισούται με την εκτίμηση του Δήμου για το 2012, ήτοι με 3.920 άτομα.

Περαιτέρω, σύμφωνα με στοιχεία του Δήμου Κόνιτσας, ο αριθμός των διαθέσιμων κλινών των τουριστικών καταλυμάτων (ξενοδοχεία και ενοικιαζόμενα δωμάτια) στον οικισμό ανέρχεται σε 540 κλίνες.

Με βάση τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν ανωτέρω, για τον υπολογισμό του μελλοντικού πληθυσμού λήφθηκε ως έτος αφετηρίας το 2013 λαμβάνοντας ως βάση τα στοιχεία που χορηγήθηκαν από το Δήμο (3.920 άτομα). Ο εποχικός πληθυσμός για το έτος αυτό λαμβάνεται ίσος με 540 άτομα.

Η εκτίμηση του μελλοντικού πληθυσμού με τη μέθοδο του ανατοκισμού πραγματοποιήθηκε με την παραδοχή ότι για την Κόνιτσα το μέσο ποσοστό ετήσιας αύξησης του μόνιμου πληθυσμού θα είναι ίσο με 0,50%, ενώ για τον εποχικό πληθυσμό 0,70% για όλη την περίοδο της επόμενης 40ετίας. Η εξέλιξη του πληθυσμού παρουσιάζεται αναλυτικά κατωτέρω (Πίνακας 6.1). Σημειώνεται ότι όπως εμφανίζεται από τα στοιχεία που παρατίθενται στον πίνακα 6.1, ο εκτιμώμενος πληθυσμός στρογγυλοποιείται κατάλληλα.

Πίνακας 6.1: Εξέλιξη μόνιμου και συνολικού πληθυσμού Κόνιτσας

Ονομασία οικισμού	Μόνιμος πληθυσμός			Εποχιακός Πληθυσμός			Συνολικός πληθυσμός (μόνιμος + εποχιακός)		
	2013	2033	2053	2013	2033	2053	2013	2033	2053
Κόνιτσα	3.920	4.331	4.785	540	621	714	4.460	5.000	5.500
Σύνολο	3.920	4.331	4.785	540	621	714	4.460	5.000	5.500

6.1.2. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

6.1.2.1 ΠΑΡΟΧΕΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ

Γενικά, κατά την εκπόνηση μελετών αποχέτευσης ακαθάρτων, δεν υπάρχουν επαρκή και αξιόπιστα στοιχεία παροχών από υφιστάμενους αποχετευτικούς αγωγούς, και για το λόγο αυτό αυτές υπολογίζονται σαν ποσοστό της μέσης ημερήσιας κατανάλωσης νερού. Σύμφωνα με το άρθρο 207 παρ. 5 του Π.Δ. 696/74 το ποσοστό αυτό επιτρέπεται να είναι ίσο με 80%, το οποίο υιοθετείται στην παρούσα μελέτη.

Επειδή δεν υπάρχουν αξιόπιστα στοιχεία για την κατανάλωση νερού, στην εκπόνηση της παρούσας μελέτης λαμβάνεται σαν μέση τιμή της ημερήσιας ατομικής κατανάλωσης νερού η $q_u = 250$ ℓ/κατ/ημέρα, η οποία θεωρείται σταθερή σε όλο το διάστημα λειτουργίας των έργων (2013 – τρέχον έτος, 2033 - 20ετία, 2053 – 40ετία). Απο την q_u και με βάση τις παραπάνω παραδοχές η μέση ημερήσια παροχή λυμάτων ανά κάτοικο προκύπτει ίση με $q_m = 200$ ℓ/κατ/ημέρα.

Σημειώνεται ότι δεν υπάρχουν σημαντικές βιομηχανικές ή βιοτεχνικές εγκαταστάσεις, οι οποίες θα επιβαρύνουν το αποχετευτικό δίκτυο με πρόσθετες σημειακές παροχές λυμάτων.

Με βάση αυτήν τη παραδοχή και λαμβάνοντας υπόψη την πυκνότητα πληθυσμού του οικισμού υπολογίζονται οι ειδικές παροχές των λυμάτων από την παρακάτω μαθηματική σχέση, και της οποίας τα αποτελέσματα εμφανίζονται στον αμέσως επόμενο πίνακα για το μόνιμο και συνολικό πληθυσμό:

$$q_{\text{ειδ}} = \Pi_{\text{ε}} * q_{\text{m}} / 86.400 \quad (6.2)$$

Όπου:

$q_{\text{ειδ}}$: Η μέση ειδική παροχή λυμάτων ανά ισοδύναμο εμβαδόν του δικτύου οικισμού σε $\ell/\text{s}/\text{Ha}$,

$\Pi_{\text{ε}}$: η πυκνότητα πληθυσμού του οικισμού σε $\text{κατ.}/\text{Ha}$,

q_{m} : η μέση ημερήσια παροχή λυμάτων ανά κάτοικο σε $\ell/\text{κατ.}/\text{ημέρα}$,

86.400 : μετατροπéας μονάδων της ειδικής παροχής $q_{\text{ειδ}}$ από $\ell/\text{ημέρα}$ σε ℓ/s .

Οι ειδικές παροχές για τον οικισμό της Κόνιτσας υπολογίζονται και εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 6.2: Μέση ειδική παροχή αμιγών ακαθάρτων Κόνιτσας ($\ell/\text{s}/\text{Ha}$)

Ονομασία οικισμού	Μόνιμος πληθυσμός			Μόνιμος & εποχιακός πληθυσμός		
	2013	2033	2053	2013	2033	2053
Κόνιτσα	0,06175	0,06822	0,07537	0,07025	0,07876	0,08663

6.1.2.2 ΠΑΡΑΣΙΤΙΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ

Οι παροχές των αγωγών ακαθάρτων αυξάνουν εξαιτίας των παρασιτικών εισροών υπόγειου νερού και ομβρίων υδάτων (Δ. Κουτσογιάννης, 1991).

Ειδικότερα, οι διηθήσεις υπόγειων νερών εξαρτώνται από τη στάθμη του υπόγειου ορίζοντα σε σχέση με το βάθος τοποθέτησης των αγωγών, το υλικό τους, την ποιότητα κατασκευής τους και τη διαπερατότητα του εδάφους. Οι εισροές ομβρίων εξαρτώνται από τη συντήρηση-διαχείριση του δικτύου. Τυπικές τιμές διηθήσεων που χρησιμοποιούνται διεθνώς για την εκτίμηση των παροχών σχεδιασμού είναι (Fair κ.α., 1954):

- Με αναγωγή στη μονάδα επιφάνειας: 2,5 έως $50\text{m}^3/\text{d}/\text{ha}$ (0,029 έως $0,58\ell/\text{s}/\text{ha}$).
- Με αναγωγή στη μονάδα μήκους του δικτύου: 5 έως $200\text{m}^3/\text{d}/\text{km}$ (0,06 έως $2,31\ell/\text{s}/\text{km}$).
- Με αναγωγή στη μονάδα μήκους και τη μονάδα διαμέτρου του αγωγού: 0,5 έως $5,0\text{m}^3/\text{d}/\text{km}/\text{cm}$ (0,006 έως $0,058\ell/\text{s}/\text{km}/\text{cm}$).

- Με ενιαία ποσοστιαία έκφραση επί της παροχής ακαθάρτων 15% έως 100% (π.χ. στη Γερμανία οι παροχές ακαθάρτων προσαυξάνονται κατά 100%, Martz, 1970).

Γενικά, οι μικρότερες τιμές χρησιμοποιούνται για σύγχρονα δίκτυα καλής κατασκευής που βρίσκονται πάνω από τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα, ενώ οι πιο μεγάλες για παλιά δίκτυα με αγωγούς κάτω από τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα. Οι παραπάνω τιμές μπορούν να προσαυξηθούν κατά την κρίση του μελετητή για να συνυπολογιστούν και οι εισροές ομβρίων υδάτων.

Η ΕΥΔΑΠ Α.Ε. είναι ο μοναδικός ελληνικός φορέας, που έχει κάνει συστηματικές μετρήσεις στο δίκτυό της για τον υπολογισμό των παρασιτικών εισροών, οι οποίες προκύπτουν ίσες με 0,25 l/s/ha ή 0,30 l/s/ha, τιμές που αντιστοιχούν σε χαμηλή ή σε υψηλή στάθμη του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Οι τιμές αυτές βρίσκονται στο άνω άκρο του εύρους αυτών, που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία. Στην παρούσα μελέτη η ειδική τιμή των ειδικών παροχών λαμβάνεται ίση με 0,10 l/s/ha.

6.1.2.3 ΠΑΡΟΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Τα κυριότερα μεγέθη παροχής που κατά κανόνα ενδιαφέρουν τις μελέτες αποχέτευσης και ο τρόπος υπολογισμού τους κωδικοποιούνται στα κάτωθι:

α. Μέση ημερήσια παροχή ακαθάρτων Q_m (και ανηγμένη ανά κάτοικο q_m). Η παροχή αυτή είναι ο ετήσιος όγκος ακαθάρτων, διηρημένος με τη διάρκεια ενός έτους. Εκτιμάται από την αντίστοιχη παροχή ύδρευσης.

$$Q_m = \rho Q_H \quad (6.2)$$

όπου:

ρ : το ποσοστό του πόσιμου νερού που καταλήγει στην αποχέτευση,

Q_H : η μέση ημερήσια κατανάλωση πόσιμου νερού (l/s).

β. Μέγιστη ημερήσια παροχή ακαθάρτων $\max Q_m$ ή θερινή παροχή ακαθάρτων (και ανηγμένη ανά κάτοικο $\max q_m$). Η παροχή αυτή είναι η μέση παροχή της ημέρας με τη μεγαλύτερη κατανάλωση. Εκτιμάται με βάση τη σχέση:

$$\max Q_m = \lambda_H Q_m \quad (6.3)$$

όπου:

λ_H : ο συντελεστής ημερήσιας αιχμής, λαμβάνεται ίσος με 1.5.

γ. Μέγιστη στιγμιαία παροχή ακαθάρτων Q_p (ή παροχή αιχμής) αποτελεί το στιγμιαίο μέγιστο της παροχής κατά την ημέρα με τη μεγαλύτερη κατανάλωση. Σύμφωνα με τις ελληνικές προδιαγραφές (Π.Δ. 696/1974, άρθρο 209, παρ.5) εκτιμάται από τη σχέση:

$$Q_p = P \times \max Q_m \quad (6.4)$$

Ο συντελεστής αιχμής λαμβάνεται από τη σχέση:

$$P = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{\max Q_m}} \quad (6.5)$$

όπου:

$\max Q_m$: η μέγιστη ημερήσια παροχή ακαθάρτων (ℓ/s).

Στην περίπτωση που από την εφαρμογή του παραπάνω τύπου προκύψει τιμή του P μεγαλύτερη του 3, τότε αυτό λαμβάνεται ίσο με 3 σύμφωνα με το ανωτέρω Π.Δ.

δ. Ελάχιστη ημερήσια παροχή ακαθάρτων $\min Q_m$. Η παροχή αυτή είναι η μέση παροχή της ημέρας με τη μικρότερη κατανάλωση. Εκτιμάται με βάση τη σχέση:

$$\min Q_m = Q_m / \lambda_H \quad (6.6)$$

Με βάση την παραπάνω μεθοδολογία υπολογίζονται οι παροχές σχεδιασμού της ΕΕΛ Κόνιτσας που εμφανίζονται κατωτέρω (Πίνακας 6.3).

Πίνακας 6.3: Παροχές σχεδιασμού ΕΕΛ Κόνιτσας

Ετη	Εμβαδά περιοχών (Ha)	Εισροές-διηθήσεις (ℓ/sec)	Παροχές αμιγών ακαθάρτων (ℓ/sec)			Συντελεστής αιχμής p (696/74)	Max στιγμιαία παροχή (ℓ/sec)	Min ημερήσια παροχή (ℓ/sec)
			Μέση ημερήσια χειμερινή	Μέση ημερήσια θερινή	Μέγιστη ημερήσια θερινή			
2013	146,959	14,696	9,074	10,324	15,486	2,14	47,84	6,05
2033	146,959	14,696	10,025	11,574	17,361	2,10	51,15	6,68
2053	146,959	14,696	11,076	12,731	19,097	2,07	54,23	7,38

6.2. ΡΥΠΑΝΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

Τα δεδομένα σχεδιασμού της ΕΕΛ Κόνιτσας για την Α' και Β' Φάση σχεδιασμού παρουσιάζονται αναλυτικά κατωτέρω.

Γενικά, για το σχεδιασμό σε ελληνικές συνθήκες τα όρια των ρυπαντών ανά ισοδύναμο κάτοικο (i.κ.) που προτείνεται να χρησιμοποιούνται είναι τα εξής :

- BOD_5 : 60 - 70 gr/i.κ./ημέρα
- TSS : 60 - 80 gr/i.κ./ημέρα
- TKN : 7 - 12 gr/i.κ./ημέρα
- TP : 3 - 5 gr/i.κ./ημέρα

Ειδικά για τον υπολογισμό των ρυπαντικών φορτίων που εισέρχονται στην ΕΕΛ Κόνιτσας λαμβάνονται υπόψη οι κάτωθι ειδικές παραγωγές φορτίων ανά κάτοικο:

- BOD₅ = 60 gr/ι.κ./ημέρα
- COD = 120 gr/ι.κ./ημέρα
- TSS = 65 gr/ι.κ./ημέρα
- TKN = 12 gr/ι.κ./ημέρα
- TP = 4 gr/ι.κ./ημέρα

Λαμβάνοντας υπόψη τους πληθυσμούς, τις παροχές σχεδιασμού και τις ειδικές παραγωγές φορτίων ανά κάτοικο που παρατέθηκαν ανωτέρω, εκτιμώνται τα δεδομένα σχεδιασμού της ΕΕΛ Κόνιτσας (Πίνακας 6.4).

Πίνακας 6.4 : Δεδομένα σχεδιασμού της Μονάδας Επεξεργασίας Λυμάτων.

Παράμετρος	Μον.	Α' Φάση (2033)		Β' Φάση (2053)	
		Χειμώνας	Θέρος	Χειμώνας	Θέρος
Πληθυσμός	ι.π.	4.331	5.000	4.785	5.500
Μέση ημερήσια παροχή	m ³ /d	866,2	1.000	957	1.100
Παροχή αιχμής	m ³ /h	184,2		195,2	
BOD ₅	mg/l	300	300	300	300
	Kg/d	259,9	300	287,1	330
COD	mg/l	600	600	600	600
	Kg/d	519,7	600	574,2	660
TSS	mg/l	325	325	325	325
	Kg/d	281,5	325	311	357,5
TKN	mg/l	60	60	60	60
	Kg/d	52	60	57,4	66
P	mg/l	20	20	20	20
	Kg/d	17,3	20	19,1	22
Θερμοκρασία λυμάτων	°C	13	20	13	20

Εξαιτίας της μικρής διαφοράς μεταξύ των σχεδιαστικών παραμέτρων για τις δύο φάσεις (Πίνακας 6.4), επιλέγεται ο σχεδιασμός της μονάδας να γίνει εξαρχής για τη Β' Φάση.

6.3. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΩΤΑΤΩΝ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΩΝ ΟΡΙΩΝ ΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

Όπως προαναφέρθηκε, η ανώτερη τάξη χρήσης των υδάτων του Αώου ποταμού στη θέση διάθεσης των λυμάτων, ορίζεται σύμφωνα με την υπ' αριθμ. πρωτ. ΚΥ/οικ. 6664/17-05-1977 Απόφαση Νομάρχη Ιωαννίνων ως «ύδατα για κολύμβηση και κάθε άλλη χρήση, εκτός από ύδρευση». Τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά για τα «ύδατα για κολύμβηση και κάθε άλλη χρήση, εκτός από ύδρευση» καθορίζονται σύμφωνα με την Ειβ 221/65 Υγειονομική Διάταξη (ΦΕΚ 138/Β/24-2-65), ενώ οι απαιτήσεις διάθεσης της επεξεργασμένης εκροής από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων καθορίζονται με την Υ.Α. 5673/400/1997 "Μέτρα και όροι για την επεξεργασία αστικών λυμάτων" (ΦΕΚ 192/Β/14-03-1997).

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, ο σχεδιασμός της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων πραγματοποιείται ώστε τα επεξεργασμένα προς διάθεση λύματα να έχουν σε όλες τις φάσεις λειτουργίας τα παρακάτω χαρακτηριστικά (Πίνακας 6.5).

Πίνακας 6.5: Χαρακτηριστικά επεξεργασμένων προς διάθεση λυμάτων.

Παράμετρος	Μονάδα	Συγκέντρωση
BOD ₅	mg/l	<10
SS	mg/l	<10
P	mg/l	<4
Αμμωνιακό άζωτο	mg/l	<2
Ολικό άζωτο	mg/l	<15
Κολοβακτηρίδια (E.Coli)	MPN/100 ml	≤50
Υπολειμματικό χλώριο	mg/l	0,5
Διαλυμένο Οξυγόνο	mg/l	≥5

Το 95% των δειγμάτων θα βρίσκεται στα παραπάνω όρια. Η συγκέντρωση της αφυδατωμένης ιλύος θα είναι $\geq 18\%$.

Ο παρών σχεδιασμός υπερκαλύπτει τα απαιτούμενα στο σύνολο των ανωτέρω Αποφάσεων & ειδικότερα με την επιλεχθείσα μέθοδο επεξεργασίας λυμάτων (M.B.R.), επιτυγχάνονται βαθμοί απόδοσης καθαρισμού των λυμάτων αντίστοιχοι της τριτοβάθμιας επεξεργασίας. Κατά συνέπεια, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της επεξεργασμένης εκροής θα είναι ανώτερα των απαιτούμενων και ως εκ τούτου δεν πρόκειται να προκληθεί καμία σημαντική αρνητική επίπτωση στον τελικό αποδέκτη που είναι ποταμός Αώος.

Επιπλέον, η ποιότητα των λυμάτων θα είναι τέτοια, ώστε να μην επιφέρει περιορισμούς στην άρδευση σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. 145116/2011 "Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις". Με τον τρόπο αυτό, τα επεξεργασμένα λύματα θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άρδευση, σε περίπτωση που η επαναχρησιμοποίηση για άρδευση αποτελέσει προτεραιότητα για το Δήμο Κόνιτσας.

7. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

7.1. ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Με βάση την αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων που παρουσιάστηκε αναλυτικά στην ενότητα 5.1, για τη βιολογική επεξεργασία των λυμάτων επιλέχθηκε ως η πλέον κατάλληλη για την ΕΕΛ Κόνιτσας η μέθοδος των βιολογικών αντιδραστήρων μεμβρανών (MBR). Πρόκειται για παραλλαγή της συμβατικής μεθόδου ενεργού ιλύος, στην οποία ο διαχωρισμός της επεξεργασμένης εκροής από το ανάμικτο υγρό πραγματοποιείται με τη χρήση μεμβρανών, καταργώντας με τον τρόπο αυτό τη δεξαμενή τελικής καθίζησης.

Οι επί μέρους μονάδες της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων της Κόνιτσας θα είναι:

α. **Μονάδα εισόδου και Προεπεξεργασίας**, η οποία αποτελείται από:

- Προκατασκευασμένη μονάδα Προ-επεξεργασίας (λεπτοεσχάρωση, αμμοσυλλογή και λιπосуλλογή),

β. **Μονάδα Βιολογικής Επεξεργασίας**, η οποία περιλαμβάνει:

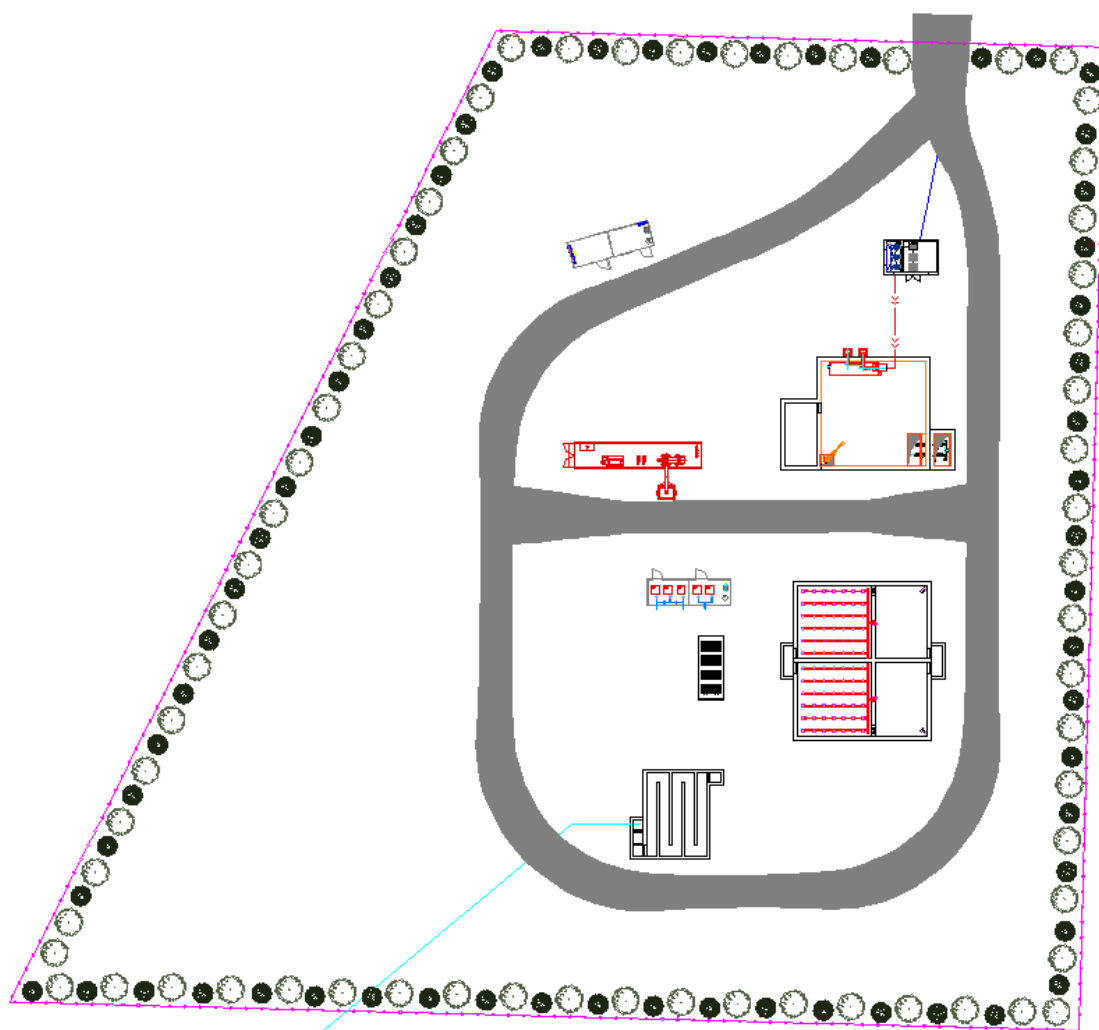
- Δεξαμενή εξισορρόπησης ροής, συμπεριλαμβανομένων των αντλιών τροφοδοσίας της βιολογικής βαθμίδας,
- Λεπτοεσχάρωση,
- Μεριστή παροχής προς τις μονάδες βιολογικής επεξεργασίας,
- Βιολογική βαθμίδα, αποτελούμενη από δύο πλήρεις γραμμές, καθεμία εκ των οποίων περιλαμβάνει:
 - Ανοξική και αερόβια δεξαμενή, συμπεριλαμβανομένου του παρελκόμενου Η/Μ εξοπλισμού και των οργάνων ελέγχου λειτουργίας.
 - Αντλιοστάσιο εσωτερικής ανακυκλοφορίας (νιτρικών) από το κατάντη άκρο των δεξαμενών αερισμού στην είσοδο των ανοξικών δεξαμενών
- Προκατασκευασμένη δεξαμενή διαύγασης, κοινή και για τις δύο γραμμές επεξεργασίας, στην οποία πραγματοποιείται επίσης χημική αποφωσφόρωση και βυθίζονται οι μεμβράνες, συμπεριλαμβανομένων των αντλιών διηθήματος, καθώς και του αντίστοιχου εξοπλισμού ελέγχου λειτουργίας.
- Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας ιλύος από τη δεξαμενή διαύγασης προς το μεριστή παροχής του βιοαντιδραστήρα.

γ. **Μονάδα Επεξεργασίας Ιλύος**, η οποία αποτελείται από:

- Δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης, συμπεριλαμβανομένων των αντλιών τροφοδοσίας της μονάδας μηχανικής πάχυνσης - αφυδάτωσης,
- Μονάδα μηχανικής πάχυνσης– αφυδάτωσης ιλύος,
- Μονάδα παρασκευής πολυηλεκτρολύτη,

- Μονάδα απόσμησης.
- δ. **Μονάδα Χλωρίωσης – Αποχλωρίωσης - Μεταερισμού**, η οποία αποτελείται από:
 - Μονάδα προετοιμασίας και τροφοδότησης απολυμαντικών,
 - Δεξαμενή Απολύμανσης με υποχλωριώδες νάτριο,
 - Φρεάτιο αποχλωρίωσης με όξινο θειώδες ή μεταδιθειώδες νάτριο
 - Διάταξη Μεταερισμού με βαθμίδες.

Η προτεινόμενη διάταξη των μονάδων της Ε.Ε.Λ. απεικονίζεται στο σχήμα που ακολουθεί (Σχήμα 7.1).



Σχήμα 7.1: Χωροταξική διάταξη της Ε.Ε.Λ. (το σχήμα είναι άνευ κλίμακας).

7.2. ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΜΟΝΑΔΩΝ

7.2.1. ΠΡΟΣΑΓΩΓΗ ΛΥΜΑΤΩΝ

Τα λύματα του οικισμού της Κόνιτσας καταλήγουν στην Ε.Ε.Λ. μέσω του ΚΑΑ Κόνιτσας διαμέτρου Ø400, ο οποίος εισέρχεται εντός του χώρου της εγκατάστασης. Επειδή η διοχέτευση των λυμάτων γίνεται με φυσική ροή είναι απαραίτητη η ύπαρξη στα έργα εισόδου ενός αντλιοστασίου ανύψωσης το οποίο θα τροφοδοτεί τη μονάδα προ - επεξεργασίας. Το αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης των λυμάτων (Α/Ν 1) αποτελεί αντικείμενο της οριστικής υδραυλικής μελέτης του εξωτερικού δικτύου αποχέτευσης. Από το αντλιοστάσιο Α/Ν 1, τα λύματα οδηγούνται στη μονάδα προεπεξεργασίας μέσω καταθλιπτικού αγωγού HDPE Ø280 PN10 μήκους 10 μέτρων (Αρ.Σχεδίου Χ-4).

Πριν τη μονάδα προεπεξεργασίας θα τοποθετηθεί μετρητής παροχής ηλεκτρομαγνητικού τύπου, ενσωματωμένος στον καταθλιπτικό αγωγό.

7.2.2. ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Στη μονάδα προεπεξεργασίας λαμβάνουν χώρα οι διεργασίες της εσχάρωσης, αμμοσυλλογής και λιπосуλλογής, οι οποίες περιγράφονται στη συνέχεια.

Για την προεπεξεργασία των λυμάτων θα χρησιμοποιηθεί ενιαίο κλειστό σύστημα τύπου compact. Το εν λόγω σύστημα δεν απαιτεί ειδικές δομικές κατασκευές και εκτεταμένη εγκατάσταση και για το λόγο αυτό αποτελεί οικονομική λύση. Γενικά, τα συστήματα τύπου compact, προτιμώνται σε μικρές μονάδες επεξεργασίας, καθώς χαρακτηρίζονται από τα κάτωθι συγκριτικά πλεονεκτήματα:

- ελαχιστοποίηση των οχλήσεων στην περιοχή του έργου (αφού πρόκειται για κλειστά συστήματα που δεν έχουν οσμές ή αισθητικές επιπτώσεις στο τοπίο της ευρύτερης περιοχής του έργου),
- ελαχιστοποίηση της απαιτούμενης έκτασης για την εγκατάστασή τους, καθώς πρόκειται για συμπαγείς μονάδες,
- δυνατότητα αυτόνομης-αυτόματης λειτουργίας,
- δυνατότητα άμεσης εγκατάστασης και θέσης σε λειτουργία χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις για εργασίες πεδίου.

Τα συστήματα προεπεξεργασίας τύπου compact επιτελούν τις ακόλουθες λειτουργίες:

1. Εσχάρωση,
2. Συμπύεση Εσχαρισμάτων,

3. Πλύση Εσχαρισμάτων,
4. Διαχωρισμός Άμμου,
5. Πλύση Άμμου,
6. Εξαγωγή και απόρριψη της άμμου σε κάδο.

Η δυναμικότητα του συστήματος προεπεξεργασίας θα είναι ίση με $200\text{m}^3/\text{hr}$. Το σύστημα προεπεξεργασίας, συμπεριλαμβανομένου του απαραίτητου βοηθητικού εξοπλισμού (φουσητήρας εξάμμωσης και αντλία λιπών), θα βρίσκεται εγκατεστημένο κατά προτίμηση στη στέψη της δεξαμενής εξισορρόπησης.

Τα εισερχόμενα στο σύστημα προεπεξεργασίας απόβλητα, εσχαρίζονται σε αυτοκαθαριζόμενο κοχλιωτό κόσκινο, διαμέτρου οπών 6mm. Ο κεκλιμένος κοχλίας θα ανυψώνει τα εσχαρίσματα, τα οποία συγχρόνως θα συμπιέζονται πριν την απόρριψή τους. Τα λύματα, απαλλαγμένα από τα ογκώδη και φερτά στερεά (εσχαρίσματα) εισέρχονται στο θάλαμο αμμοσυλλογής - λιποσυλλογής, όπου πραγματοποιείται ο διαχωρισμός της άμμου (σωματίδια $>200\ \mu\text{m}$), λιπών και ελαίων. Η άμμος συλλέγεται στον πυθμένα της δεξαμενής, από όπου απομακρύνεται με τη βοήθεια συστήματος κοχλιών, ενώ παράλληλα αφυδατώνεται σε επίπεδο συγκέντρωσης στερεών της τάξης του 60%.

Για την υποβοήθηση της λιποσυλλογής, καθώς επίσης και για τη μείωση του οργανικού φορτίου των λυμάτων, πραγματοποιείται διάχυση αέρα στο θάλαμο αμμοσυλλογής - λιποσυλλογής. Για τη διάχυση χρησιμοποιούνται διαχυτήρες χονδρής φυσαλίδας προς αποφυγή εμφράξεων. Η απαγωγή των λιπών και ελαίων από την επιφάνεια του θαλάμου θα γίνεται μέσω παλινδρομικού ξέστρου, το οποίο τα απορρίπτει σε ενσωματωμένο θάλαμο συλλογής. Από εκεί, απομακρύνονται μέσω κατάλληλων αντλιών και απορρίπτονται.

Τα πλυμένα και συμπιεσμένα εσχαρίσματα, η άμμος, καθώς και τα λίπη τα οποία έχουν συγκεντρωθεί στο θάλαμο συλλογής αποθέτονται σε κάδους απορριμμάτων πλευρικά του συγκροτήματος και απομακρύνονται με κατάλληλο απορριματοφόρο όχημα.

Θα προβλεφθεί παράκαμψη της εγκατάστασης μέσω κατάλληλου φρεατίου δικλείδων επί του καταθλιπτικού αγωγού. Με κατάλληλο χειρισμό των δικλείδων τα υγρά θα παροχετεύονται στον αγωγό παράκαμψης που θα οδηγεί τα λύματα στο φρεάτιο εξόδου-δειγματοληψίας της Ε.Ε.Λ. Η παρακάμπτουσα παροχή θα διέρχεται από μία χειροκαθαριζόμενη χονδροεσχάρα, κατασκευασμένη από ανοξείδωτο χάλυβα, με διάκενα 10mm.

7.2.3. ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Όπως προαναφέρθηκε, η δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία των λυμάτων θα πραγματοποιηθεί με τη μέθοδο των βιοαντιδραστήρων μεμβρανών (MBR). Οι βιοαντιδραστήρες MBR συνδιάζουν την κλασσική μέθοδο της ενεργού ιλύος με τη διύλιση με μεμβράνες, η οποία χρησιμοποιείται σε αντικατάσταση των δεξαμενών τελικής καθίζησης. Έτσι, ενώ οι βιοχημικές διεργασίες είναι αυτές της ενεργού ιλύος, η διαύγαση του ανάμεικτου υγρού πραγματοποιείται με τη βοήθεια μεμβρανών μικροδιήθησης (MF) ή υπερδιήθησης (UF), οι οποίες προβάλλουν ένα "φυσικό εμπόδιο" στη διέλευση των στερεών. Συνήθως, χρησιμοποιούνται μεμβράνες υπερδιήθησης, οι οποίες χαρακτηρίζονται από υψηλό βαθμό υδροπερατότητας και μέγεθος πόρων από 0,02μm έως 1,00μm. Οι μεμβράνες τοποθετούνται, είτε εντός του αεριζόμενου βιοαντιδραστήρα είτε εκτός αυτού σε διακριτή δεξαμενή διαύγασης. Με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνονται υψηλοί βαθμοί επεξεργασίας, η ποιότητα των επεξεργασμένων είναι πάντα σταθερή και τα επίπεδα ρύπων στην έξοδο είναι μειωμένα τουλάχιστον κατά το ήμισυ σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα.

Τα βασικά χαρακτηριστικά ενός συστήματος επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με βιοαντιδραστήρες MBR, που ουσιαστικά συνιστούν και τα συγκριτικά πλεονεκτήματα της μεθόδου έναντι των συμβατικών συστημάτων, είναι τα ακόλουθα:

- Εξάλειψη των προβλημάτων καθιζήσιμότητας ιλύος που υπάρχει στις περισσότερες εγκαταστάσεις συστημάτων ενεργού ιλύος, λόγω ακριβώς της απουσίας δεξαμενής καθίζησης,
- Μειωμένες ποσότητες περίσσειας βιολογικής ιλύος προς διάθεση και μάλιστα με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε στερεά (1,5-2%), γεγονός που καθιστά ευκολότερη την τελική της διάθεση,
- Μειωμένες απαιτήσεις σε έκταση λόγω των μειωμένων απαιτήσεων σε ωφέλιμο όγκο βιολογικών δεξαμενών. Το γεγονός αυτό προκύπτει από τη δυνατότητα του συστήματος να λειτουργεί σε συνθήκες υψηλότερης οργανικής φόρτισης αφού η συγκέντρωση των μικροοργανισμών στις δεξαμενές είναι μεγαλύτερη,
- Υψηλότερος βαθμός απόδοσης, αντίστοιχος τριτοβάθμιας επεξεργασίας,
- Υψηλότερη απόδοση σε απομάκρυνση μη βιοαποδομήσιμου ρυπαντικού και οργανικού φορτίου έως και 70%, σε σχέση με την αντίστοιχη των συστημάτων ενεργού ιλύος,

Η χρησιμοποίηση μεμβρανών υπερδιήθησης στη βιολογική επεξεργασία λυμάτων, κερδίζει ολοένα έδαφος, κυρίως λόγω της σταθερά ανώτερης ποιότητας εκροής που επιτυγχάνεται, σε συνδυασμό με τα βασικά λειτουργικά πλεονεκτήματα της μεθόδου.

Η διαστασιολόγηση των βιοαντιδραστήρων MBR, και συγκεκριμένα των μεμβρανών εξαρτάται άμεσα από την υδραυλική φόρτιση. Επομένως, για τη διασφάλιση της καλής λειτουργίας των βιοαντιδραστήρων MBR, είναι απαραίτητη η εξισορρόπηση της παροχής των εισερχόμενων λυμάτων. Επιπλέον, για την προστασία των μεμβρανών είναι απαραίτητη η λεπτοεσχάρωση των λυμάτων πριν την είσοδό τους στο βιοαντιδραστήρα MBR.

7.2.3.1 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ

Τα προεπεξεργασμένα λύματα, καταλήγουν βαρυτικά σε δεξαμενή όγκου περί τα 300m³, για την εξισορρόπηση της παροχής αιχμής της Β' Φάσης του έργου.

Πριν τη δεξαμενή εξισορρόπησης, προτείνεται η κατασκευή ενός μικρού φρεατίου, για την τοποθέτηση ενός δειγματολήπτη.

Για την εξασφάλιση της ανάδευσης στη δεξαμενή, θα εγκατασταθεί υποβρύχιο συγκρότημα προαερισμού και ανάδευσης των λυμάτων τύπου Jet, το οποίο θα χρησιμεύσει στη διατήρηση των λυμάτων και τα αιωρούμενων οργανικών και ανόργανων στερεών που βρίσκονται σε αυτό υπό αιώρηση.

Από τη δεξαμενή εξισορρόπησης, τα λύματα, καταθλίβονται στο μεριστή παροχής της βιολογικής επεξεργασίας, αφού πρώτα τροφοδοτήσουν τη μονάδα λεπτοεσχάρωσης των λυμάτων. Για το λόγο αυτό, εντός της δεξαμενής εξισορρόπησης εγκαθίσταται ζεύγος αντλιών με inverter δυναμικότητας 70m³/hr, εκ των οποίων η μία θα είναι εφεδρική.

Τέλος, προβλέπεται αγωγός παράκαμψης της βιολογικής βαθμίδας, ο οποίος θα συνδέει τη δεξαμενή εξισορρόπησης με το φρεάτιο εξόδου - δειγματοληψίας.

7.2.3.2 ΛΕΠΤΟΕΣΧΑΡΩΣΗ

Η μονάδα λεπτοεσχάρωσης θα αποτελείται από τουλάχιστον ένα λεπτοκόσκινο μεγέθους οπών της τάξης του 1mm, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κατασκευαστή των συστημάτων MBR. Με τον τρόπο αυτό θα επιτευχθεί η συγκράτηση και των μικρών σωματιδίων - τριχών και ινών που διαφεύγουν από τα συμβατικά συστήματα εσχάρωσης και μπορούν να φράξουν τις μεμβράνες κατάντη. Το λεπτοκόσκινο θα είναι κατασκευασμένο εξ ολοκλήρου από ανοξείδωτο χάλυβα, θα έχει τύμπανο εσχάρωσης, διάταξη έκπλυσης και διάθεσης των εσχαρισμάτων σε κοχλία μεταφοράς - συμπίεσης, καθώς και υπερχειλίση υψηλής στάθμης, μέσω της οποίας τα υπερχειλίζοντα θα οδηγούνται στο δίκτυο στραγγιδίων της εγκατάστασης. Στο κατώτερο σημείο της μονάδας

λεπτοεσχάρωσης θα υπάρχει χειροκίνητη βάνα για την εκκένωση και τον καθαρισμό της διάταξης. Η εκκένωση κάθε διάταξης θα γίνεται προς το δίκτυο στραγγιδίων της Ε.Ε.Λ. Το λεπτοκόσκινο θα συνοδεύεται από ηλεκτρικό πίνακα με PLC για τον αυτόματο έλεγχο της όλης μονάδας. Στο Κέντρο Ελέγχου (Κ.Ε.Λ.) θα μεταφέρονται σήματα λειτουργίας / βλάβης για το σύνολο του εξοπλισμού.

7.2.3.3 ΒΙΟΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ (MBR)

Μετά τη λεπτοεσχάρωση τα λύματα οδηγούνται στο μεριστή παροχής του βιοαντιδραστήρα μέσω του οποίου επιμερίζονται στις δύο γραμμές επεξεργασίας. Στο βιοαντιδραστήρα δυναμικότητας $1.100\text{m}^3/\text{day}$, επιτελούνται οι διεργασίες της οξείδωσης του οργανικού φορτίου, η νιτροποίηση, η απονιτροποίηση και η χημική αποφωσφόρωση των λυμάτων. Έκαστη γραμμή επεξεργασίας θα περιλαμβάνει συνοπτικά τις κάτωθι επιμέρους δεξαμενές:

- Ανοξική δεξαμενή για την απονιτροποίηση του ανακυκλοφορούμενου νιτριοποιημένου υγρού, ωφέλιμου όγκου τουλάχιστον $122,50\text{m}^3$. Η δεξαμενή απονιτροποίησης θα είναι κατασκευασμένη από οπλισμένο σκυρόδεμα ενδεικτικών διαστάσεων $5\text{m} \times 7\text{m} \times 3,5\text{m}$ (βάθος) και θα είναι εξοπλισμένη με κατάλληλο σύστημα υποβρύχιας ανάδευσης,
- Δεξαμενή αερισμού για τη βιοαποδόμηση των λυμάτων και τη νιτροποίηση, ενεργού όγκου περί τα 196m^3 , ο πυθμένας της οποίας διαστρώνεται με διαχυτήρες λεπτής φουσαλίδας. Η δεξαμενή θα είναι κατασκευασμένη από οπλισμένο σκυρόδεμα, ενδεικτικών διαστάσεων $7\text{m} \times 7\text{m} \times 4\text{m}$ (βάθος),
- Αντλιοστάσιο εσωτερικής ανακυκλοφορίας (νιτρικών) στο κατάντη άκρο κάθε δεξαμενής αερισμού,
- Δεξαμενή διαύγασης. Στη δεξαμενή διαύγασης πραγματοποιείται ο διαχωρισμός του ανάμικτου υγρού μέσω των μεμβρανών υπερδιήθησης, ενώ κι εδώ θα υπάρχει αερισμός μέσω υποβρύχιας διάχυσης για την αποφυγή έμφραξης των μεμβρανών. Ενδεικτικά, προβλέπεται η εγκατάσταση μίας τέτοιας προκατασκευασμένης δεξαμενής με τη μορφή container διαστάσεων: $2,40\text{m} \times 6,00\text{m} \times 2,85\text{m}$ (ύψος).
- Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας ιλύος από τη δεξαμενή διαύγασης προς το μεριστή παροχής του βιοαντιδραστήρα.

Από το μεριστή παροχής τα λύματα επιμερίζονται στις δύο γραμμές επεξεργασίας. Η πρώτη χωρικά δεξαμενή στην οποία εισέρχονται τα λύματα, είναι η ανοξική δεξαμενή, στην οποία λαμβάνει χώρα η απονιτροποίηση των λυμάτων (προ-απονιτροποίηση). Για το σκοπό αυτό, το νιτροποιημένο ανάμικτο υγρό ανακυκλοφορείται μέσω κατάλληλων αντλιών από τη δεξαμενή αερισμού στην είσοδο της ανοξικής δεξαμενής, όπου

αναμιγνύεται με το ρεύμα τροφοδοσίας των λυμάτων από τη δεξαμενή εξισορρόπησης. Συνολικά, προβλέπονται δύο αντλιοστάσια εσωτερικής ανακυκλοφορίας, ένα για κάθε γραμμή επεξεργασίας.

Η ανάμιξη εντός της ανοξικής δεξαμενής πραγματοποιείται μέσω υποβρύχιου αναδευτήρα οριζόντιας ροής τύπου προπέλας. Η ταχύτητα περιστροφής της έλικας του αναδευτήρα θα ρυθμίζεται μέσω μετατροπέα συχνότητας στρωφών (inverter). Ο αναδευτήρας θα είναι εγκατεστημένος σε κατάλληλο βάθος στο τμήμα εισόδου του ανοξικού διαμερίσματος και θα στηρίζεται σε κυλινδρική ράβδο - οδηγό καθέλκυσης και ανέλκυσής του.

Στη δεξαμενή αυτή, οι ετερότροφοι απονιτροποιητικοί μικροοργανισμοί μετατρέπουν υπό ανοξικές συνθήκες ($DO < 0.50 \text{ mg/L}$) τα ανακυκλοφορούμενα νιτρικά ιόντα (NO_3^-) σε αέριο άζωτο (N_2) με ταυτόχρονη σημαντική κατανάλωση βιοδιασπώμενου COD από το "φρέσκο" ρεύμα τροφοδοσίας και παραγωγή αλκαλικότητας (η οποία εν μέρει αντισταθμίζει την κατανάλωση αλκαλικότητας από τη νιτροποίηση στη δεξαμενή αερισμού).

Ο συνολικός ανοξικός όγκος που απαιτείται στο θέρους της Β' φάσης βάσει των ΧΜ υπολογισμών είναι ίσος με 215m^3 . Επομένως, οι διαστάσεις της ανοξικής δεξαμενής έκαστης γραμμής επεξεργασίας θα είναι $5\text{m} \times 7\text{m} \times 3,5\text{m}$ (βάθος) λαμβάνοντας υπόψη και συντελεστή ασφαλείας για τη διεργασία της απονιτροποίησης.

Στη συνέχεια, τα λύματα τροφοδοτούνται με υπερχέλιση στη δεξαμενή αερισμού, όπου λαμβάνει χώρα παρουσία οξυγόνου η αποδόμηση του οργανικού φορτίου των λυμάτων και η νιτροποίηση του περιεχόμενου αμμωνιακού αζώτου. Ένα μέρος του οργανικού φορτίου οξειδώνεται απευθείας προς διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και νερό προς κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των μικροοργανισμών, ενώ ένα άλλο μέρος ενσωματώνεται στη συντιθέμενη βιομάζα (αφομοίωση). Όπως προαναφέρθηκε πέραν της αποδόμησης του οργανικού φορτίου, στο αερόβιο διαμέρισμα λαμβάνει χώρα και νιτροποίηση των λυμάτων. Η νιτροποίηση είναι μία διεργασία δύο σταδίων, όπου σε πρώτη φάση το αμμωνιακό άζωτο ($\text{NH}_4\text{-N}$) οξειδώνεται σε νιτρώδες άζωτο ($\text{NO}_2\text{-N}$), ενώ, σε δεύτερη φάση, το $\text{NO}_2\text{-N}$ οξειδώνεται σε νιτρικό άζωτο ($\text{NO}_3\text{-N}$). Και στα δύο στάδια της νιτροποιητικής διεργασίας λαμβάνει χώρα σημαντική κατανάλωση διαλυμένου οξυγόνου και αλκαλικότητας. Η διεργασία πραγματοποιείται από κατάλληλους αυτότροφους μικροοργανισμούς (νιτροποιητές) που χρησιμοποιούν ως πηγή άνθρακα για τη σύνθεση νέου κυτταρικού υλικού το διαλυμένο στα λύματα CO_2 . Ο έλεγχος της συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου στο ανάμικτο υγρό γίνεται μέσω βυθιζόμενου αισθητήρα DO οπτικού - φθορισμομετρικού τύπου.

Ο συνολικά απαιτούμενος αερόβιος όγκος για τις ανάγκες του θέρους της Β' φάσης βάσει των ΧΜ υπολογισμών είναι ίσος με περίπου 370m^3 . Έκαστη γραμμή επεξεργασίας θα περιλαμβάνει αερόβια δεξαμενή ωφέλιμου όγκου 196m^3 διαστάσεων $7\text{m} \times 7\text{m} \times 4\text{m}$ (βάθος) λαμβάνοντας υπόψη και συντελεστή ασφαλείας για τη διεργασία της νιτροποίησης. Στο συνολικό αερόβιο όγκο, δύναται να συνυπολογιστεί και ο ελεύθερος αερόβιος όγκος της δεξαμενής διαύγασης.

Από τη δεξαμενή αερισμού, το ανάμικτο υγρό οδηγείται προς τη δεξαμενή διαύγασης, όπου πραγματοποιείται ο διαχωρισμός των στερεών, ενώ όπως προαναφέρθηκε το νιτροποιημένο υγρό ανακυκλοφορείται στην ανοξική δεξαμενή μέσω του Α/Σ ανακυκλοφορίας ανάμικτου υγρού.

Η προκατασκευασμένη δεξαμενή διαύγασης, θα τοποθετηθεί παράπλευρα των δεξαμενών αερισμού και όπως προαναφέρθηκε θα εξυπηρετεί και τις δύο γραμμές επεξεργασίας. Στη δεξαμενή διαύγασης το ανάμικτο υγρό διαχωρίζεται με τη βοήθεια των βυθισμένων μεμβρανών υπερδιήθησης. Οι μεμβράνες προσφέρουν ένα φυσικό εμπόδιο στην ροή των εμπεριεχόμενων αιωρούμενων στερεών παράγοντας μία υψηλής ποιότητας (αντίστοιχη τριτοβάθμιας επεξεργασίας) διηθημένη εκροή, ενώ παράλληλα συμπυκνώνουν το ανάμικτο υγρό (σε βιομάζα). Μέρος της βιομάζας αυτής ανακυκλοφορεί στην είσοδο (με πολύ μικρότερους λόγους ανακυκλοφορίας από τους συνήθεις των συμβατικών συστημάτων), ενώ το υπόλοιπο απομακρύνεται περιοδικά ως περίσσεια ιλύς προς τη δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης της. Στη δεξαμενή διαύγασης θα πραγματοποιείται και χημική αποφωσφόρωση με προσθήκη κατάλληλης ποσότητας τριχλωριούχου σιδήρου (FeCl_3).

Η ροή δια μέσου των μεμβρανών (flux) θα έχει μέγιστη τιμή $0,5\text{m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ λαμβάνοντας υπόψη και τον κύκλο καθαρισμού των μεμβρανών και η επιφάνεια των μεμβρανών υπερδιήθησης θα επιλεγεί για την κάλυψη των αναγκών της ημερήσιας παροχής σχεδιασμού ($1.100\text{m}^3/\text{day}$), καθώς οι ωριαίες αιχμές εξισορροπούνται στη δεξαμενή εξισορρόπησης. Το ονομαστικό μέγεθος των πόρων των μεμβρανών θα είναι $\leq 0,4\mu\text{m}$ και ως προς το υλικό κατασκευής τους θα είναι πολυμερές (πολυαιθυλένιο-PE, πολυπροπυλένιο-PP, πολυστυρένιο-PS και πολυβινυλιδενιοδιφθορίδιο –PVDF κ.λπ.). Ως προς τη γεωμετρική τους διαμόρφωση μπορούν να είναι:

- Μεμβράνες κοίλων ινών (Hollow fiber),
- Επίπεδες μεμβράνες (Flat plate),
- Μεμβράνες πολλαπλών σωληνίσκων (Multitube).

Στην παρούσα μελέτη επιλέγεται σύστημα μεμβρανών κοίλων ινών με ελάχιστη επιφάνεια 2.200m^2 , η οποία μπορεί να κατανέμεται σε δύο (2) συστοιχίες (modules) ή αντίστοιχα, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή των μεμβρανών. Κάθε συστοιχία μεμβρανών (module) τροφοδοτείται ξεχωριστά από το δίκτυο αέρα, ενώ έχει ανεξάρτητο σύστημα σωληνώσεων για την απαγωγή του διαυγασμένου υγρού. Οι σωληνώσεις από όλες τις συστοιχίες ενώνονται με κατάλληλες δικλείδες σε κεντρικό αγωγό άντλησης του επεξεργασμένου. Με τον τρόπο αυτό παρέχεται ευελιξία στη λειτουργία κάθε συστοιχίας μεμβρανών. Ο καθαρισμός θα γίνεται με διοχέτευση φυσαλίδων αέρα, με αντίστροφη πλύση με καθαρό νερό και με ήπια οξειδωτικά μέσα.

Η μέγιστη συγκέντρωση ανάμικτου υγρού εντός της δεξαμενής μεμβρανών θα είναι 1,5%.

Η διήθηση του υγρού πραγματοποιείται από την εξωτερική πλευρά των μεμβρανών της συστοιχίας προς το εσωτερικό τους και από εκεί καταλήγει μέσω μικροσωλήνων σε κεντρικό συλλεκτήριο σωλήνα του διηθημένου υγρού. Η φίλτρανση πραγματοποιείται με τη βοήθεια αντλιών διηθήματος (μία για κάθε συστοιχία) δυναμικότητας $35\text{m}^3/\text{h}$ (έκαστη). Το διήθημα από τις συστοιχίες συλλέγεται σε κοινό αγωγό αναρρόφησης και καταθλίβεται στο φρεάτιο εισόδου της δεξαμενής χλωρίωσης. Οι αντλίες διηθήματος χρησιμοποιούνται και για την αντίστροφη πλύση των μεμβρανών.

Από τον πυθμένα της δεξαμενής διαύγασης θα αντλείται μέρος του συμπυκνωμένου ανάμικτου υγρού, το οποίο θα ανακυκλοφορεί, μέσω του αντλιοστασίου ανακυκλοφορίας ιλύος, στο μεριστή παροχής των βιολογικών δεξαμενών. Τέλος, για την απαγωγή της περίσσειας ιλύος, στον πυθμένα της δεξαμενής βύθισης μεμβρανών θα βρίσκεται αγωγός αποστράγγισης, κατάλληλα απομονωμένος μέσω δικλείδας. Όταν απαιτείται η απομάκρυνση ιλύος από το σύστημα η δικλείδα αυτή θα ανοίγει και το περιεχόμενό της θα οδηγείται σε δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης πριν την τροφοδοσία της μονάδας επεξεργασίας λάσπης (πάχυνση - αφυδάτωση).

Αναμένεται παραγωγή περίσσειας ιλύος περί τα 391kg/day για το θέρος της Β' Φάσης. Η περίσσεια ιλύος αναμένεται να έχει περιεκτικότητα στερεών περί τα $10 - 15\text{kg/m}^3$. Συνεπώς για την προσωρινή αποθήκευσή της θα πρέπει να κατασκευαστεί δεξαμενή ωφέλιμου όγκου περί τα 54m^3 .

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 7.1) συνοψίζονται οι βασικές παράμετροι σχεδιασμού και κατασκευής της βιολογικής επεξεργασίας με βιοαντιδραστήρες μεμβρανών.

Πίνακας 7.1: Ενδεικτικά σχεδιαστικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά βιολογικής βαθμίδας.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝΑΔΑ	ΤΙΜΗ
Αριθμός βιολογικών γραμμών	-	2
Συνολικός ανοξικός όγκος	m ³	245
Αερόβιος όγκος	m ³	392
Συνολικός όγκος δεξαμενών μεμβρανών	m ³	41
Αριθμός δεξαμενών μεμβρανών	-	1
Ηλικία ιλύος (συνολική)	ημέρες	20
Αερόβια ηλικία ιλύος	ημέρες	13,1
Παραγωγή περίσσειας ιλύος	kg/day	391
Συγκέντρωση ανάμεικτου υγρού (για σχεδιασμό βιοαντιδραστήρα)	mg/l	10.000

Ο αέρας (οξυγόνο) που απαιτούν οι αερόβιοι αντιδραστήρες παροχετεύεται διαμέσου λοβοειδών φυσητήρων και κατάλληλου δικτύου σωληνώσεων. Για τη διάχυση της αναγκαίας ποσότητας αέρα σε κάθε δεξαμενή, χρησιμοποιείται κατάλληλα διαστασιολογημένο δίκτυο σωληνώσεων από ανοξείδωτο χάλυβα και PVC (όπου είναι βυθισμένο σε λύματα) το οποίο οδηγεί σε διαχύτες λεπτής φυσαλίδας μεμβράνης (π.χ. EPDM). Η διάταξη των εν λόγω διαχυτών στον πυθμένα των βιοαντιδραστήρων γίνεται κατά τρόπο τέτοιο ώστε η πίεση σε αυτούς να εξισορροπείται και να επιτυγχάνεται η βέλτιστη κατανομή αέρα (circuit pipe-network) στο σύνολο του υγρού όγκου αντίδρασης.

Για την κάλυψη των αναγκών αερισμού των δύο γραμμών της βιολογικής βαθμίδας της Ε.Ε.Λ. εγκαθίστανται τρεις (3) λοβοειδείς φυσητήρες εκ των οποίων ο ένας θα είναι εφεδρικός, έκαστος ελάχιστης δυναμικότητας 650Nm³/h. Για την κάλυψη των αναγκών καθαρισμού των μεμβρανών τοποθετούνται τέσσερις (4) λοβοειδείς φυσητήρες εκ των οποίων οι δύο (2) θα είναι εφεδρικοί, κατάλληλης δυναμικότητας.

Οι φυσητήρες θα εγκατασταθούν σε κατάλληλο για το σκοπό αυτό οικίσκο, θα ελέγχονται από το PLC και θα οδηγούνται από μετατροπέα συχνότητας, ενώ θα λειτουργούν ανά ζεύγη σε κυκλική εναλλαγή.

Η παροχή οξυγόνου στους αερόβιους αντιδραστήρες της βιολογικής βαθμίδας ελέγχεται διαμέσου μετρητή συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου (DO). Η τιμή του διαλυμένου οξυγόνου εντός των αντιδραστήρων παρακολουθείται και ελέγχεται συνεχώς ώστε να επιτυγχάνεται η κατάλληλη τροφοδοσία αέρα ελέγχοντας τους φυσητήρες και τις ηλεκτροδικλείδες στο δίκτυο παροχέτευσης αέρα του κάθε συγκροτήματος ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες διεργασίας. Η παροχή του κάθε φυσητήρα θα μεταβάλλεται μέσω μετατροπέα συχνότητας εγκατεστημένου στον ηλεκτρολογικό πίνακα.

7.2.4. ΧΛΩΡΙΩΣΗ–ΑΠΟΧΛΩΡΙΩΣΗ-ΜΕΤΑΕΡΙΣΜΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ

Σε ότι αφορά την απολύμανση με χλώριο (χλωρίωση), η δράση της στηρίζεται στην ικανότητα του υποχλωριώδους οξέος να διαπερνά την κυτταρική μεμβράνη και να αντιδρά με σουλφιδριλικές ομάδες ενζύμων που συμμετέχουν στο μεταβολισμό της γλυκόζης, αναστέλλοντας έτσι τη λειτουργία του κυττάρου. Επίσης προσβάλλει τις κυτταρικές μεμβράνες και αλλοιώνει τη σύνθεση των πρωτεϊνών και των αμινοξέων.

Η απολύμανση συνήθως συντελείται μετά τη βιολογική επεξεργασία με ειδικό δοσομετρικό σύστημα του απολυμαντικού. Το απολυμαντικό μέσο δοσομετρείται σε δεξαμενή όπου πραγματοποιείται η απολύμανση. Η δεξαμενή διαστασιολογείται για την παροχή αιχμής ή την παροχή σχεδιασμού συναρτήσεως του χρόνου παραμονής (για το χλώριο είναι περίπου 20 – 30λεπτά). Με βάσει τα παραπάνω προκύπτει ότι απαιτείται δεξαμενή χλωρίωσης με ενεργό όγκο μεγαλύτερο από 60m³.

Για τη δοσομέτρηση του διαλύματος χλωρίου, θα εγκατασταθεί σύστημα προσθήκης απολυμαντικού, το οποίο αποτελείται από μία δοσομετρική αντλία διαλύματος και ένα δοχείο προσωρινής αποθήκευσης του διαλύματος NaOCl.

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 7.2) παρουσιάζονται ενδεικτικά χαρακτηριστικά της μονάδας χλωρίωσης.

Πίνακας 7.2: Ενδεικτικά χαρακτηριστικά χλωρίωσης.

Παράμετρος	Μονάδα	Τιμή
Αριθμός δεξαμενών	-	1,0
Αριθμός λωρίδων	-	5,0
Πλάτος λωρίδας	m	1,0
Μήκος λωρίδας	m	8,0
Ενεργό βάθος δεξαμενής	m	1,5
Ωφέλιμος όγκος δεξαμενής	m ³	60,0
Χρόνος παραμονής στην χλωρίωση (παροχή αιχμής Β'Φάσης)	hours	1,09
	mins	65,5

Σε δομική συνέχεια με τη δεξαμενή χλωρίωσης βρίσκεται το φρεάτιο αποχλωρίωσης το οποίο είναι εξοπλισμένο με όργανο μέτρησης υπολειμματικού χλωρίου. Η αποχλωρίωση θα γίνεται με προσθήκη διαλύματος μεταδιθειώδους νατρίου (metabisulfite) που θα παροχετεύεται δοσομετρικά σύμφωνα με συνδυασμό της παροχής και της μετρούμενης συγκέντρωσης του υπολειμματικού χλωρίου και θα αναμιγνύεται ισχυρά με αναδευτήρα κατάλληλης ισχύος. Ο υπολογισμός της απαιτούμενης ποσότητας της δοσομετρούμενης

χημικής ουσίας, ο σχεδιασμός του έργου καθώς και η διάταξη αποθήκευσης του διαλύματος θα υπολογιστούν με βασική παράμετρο την εξασφάλιση περιεκτικότητας υπολειμματικού χλωρίου στα $< 0,5 \text{ ppm}$.

Στον κάτωθι πίνακα (Πίνακας 7.3) που ακολουθεί παρουσιάζονται ενδεικτικά χαρακτηριστικά του φρεατίου αποχλωρίωσης.

Πίνακας 7.3: Ενδεικτικά χαρακτηριστικά φρεατίου αποχλωρίωσης.

Παράμετρος	Μονάδα	Τιμή
t αποχλ	min	1,0
Ωφέλιμο μήκος φρεατίου αποχλωρίωσης	m	1,0
Ωφέλιμο πλάτος φρεατίου αποχλωρίωσης	m	1,0
Ωφέλιμο βάθος φρεατίου αποχλωρίωσης	m	1,5
Ωφέλιμος όγκος αποχλωρίωσης	m ³	1,5

Σε δομική συνέχεια με το φρεάτιο αποχλωρίωσης κατασκευάζεται διάταξη μεταερισμού, όπου επιτυγχάνεται συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου της επεξεργασμένης εκροής $\text{DO} \geq 5 \text{ mg/L}$. Η μέθοδος αερισμού που προτείνεται είναι ο αερισμός με βαθμίδες όπου τα απόβλητα πέφτουν υπό μορφή λεπτού στρώματος πάνω από μία σειρά βαθμίδων από οπλισμένο σκυρόδεμα. Προτείνεται η διάταξη να περιλαμβάνει τουλάχιστον τέσσερις (4) βαθμίδες και ελάχιστο συνολικό ύψος για αερισμό με βαθμίδες $H=1.2 \text{ m}$. Μετα τη μονάδα μεταερισμού τα επεξεργασμένα λύματα θα οδηγούνται στο φρεάτιο εξόδου - δειγματοληψίας της εγκατάστασης.

Το φρεάτιο εξόδου - δειγματοληψίας θα συνδέεται με το αρχικό φρεάτιο του αγωγού διάθεσης. Στο φρεάτιο εξόδου - δειγματοληψίας, θα τοποθετηθεί δειγματολήπτης για τον έλεγχο της επεξεργασμένης εκροής.

7.2.5. ΠΑΧΥΝΣΗ – ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ

Η περίσσεια ιλύος απομακρύνεται περιστασιακά από τη δεξαμενή βύθισης μεμβρανών της μονάδας βιολογικής επεξεργασίας και οδηγείται βαρυτικά στη δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης ιλύος. Από εκεί αντλείται προς επεξεργασία στη μονάδα πάχυνσης – αφυδάτωσης ιλύος. Η συγκέντρωση της αφυδατωμένης λάσπης θα είναι $\geq 18\%$. Προκειμένου ο εξοπλισμός πάχυνσης - αφυδάτωσης να αποτελεί συμπαγή και μεταφερόμενη μονάδα, θα εγκατασταθεί εντός container κατάλληλων διαστάσεων. Στον ίδιο χώρο θα εγκατασταθεί και ο εξοπλισμός αποθήκευσης και δοσομέτρησης διαλύματος NaOCl , η μονάδα παρασκευής διαλύματος πολυηλεκτρολύτη και ο ηλεκτρολογικός πίνακας της μονάδας. Ο εξοπλισμός θα είναι προσυναρμολογημένος εντός του Container και έτοιμος προς λειτουργία.

Συγκεκριμένα εντός του Container πάχυνσης - αφυδάτωσης θα εγκατασταθεί ο παρακάτω εξοπλισμός:

- Αναδευόμενο δοχείο κροκίδωσης ιλύος,
- Μονάδα προετοιμασίας διαλύματος πολυηλεκτρολύτη δυναμικότητας 500lt/h,
- Αντλία δοσομέτρησης διαλύματος πολυηλεκτρολύτη, δυναμικότητας περί τα 300lt/h,
- Ταινιοφιλτρόπρεσα αφυδάτωσης ιλύος πλάτους τουλάχιστον 1m,
- Κεκλιμένος κοχλίας μεταφοράς αφυδατωμένης ιλύος,
- Δοχείο αποθήκευσης διαλύματος NaOCl,
- Αντλία δοσομέτρησης διαλύματος NaOCl,
- Γενικός πίνακας ισχύος και αυτοματισμού της εγκατάστασης,
- Μονάδα απόσμησης.

Το Container θα φέρει ανοιγόμενες θύρες και επιτοίχιο ανεμιστήρα για τον ικανοποιητικό εξαερισμό του χώρου.

Η αφυδατωμένη ιλύς μέσω της κοχλιωτής διάταξης μεταφοράς θα οδηγείται σε κάδο απορριμμάτων από όπου θα παραλαμβάνεται εβδομαδιαίως από την εταιρεία «ΛΙΑΧΤΙΔΑ Α.Τ.Ε.Β.Ε.», η οποία κατέχει εν ισχύ άδεια για τη διαχείριση (συλλογή - μεταφορά) μη επικινδύνων αποβλήτων, όπως αυτά ορίζονται στην Κ.Υ.Α. Η.Π. 50910/2727 (ΦΕΚ 1909Β/22-12-03). Σε αντίστοιχο Παράρτημα στο τέλος της παρούσας, επισυνάπτεται σχετική πρόθεση συνεργασίας της εταιρείας «ΛΙΑΧΤΙΔΑ Α.Τ.Ε.Β.Ε.» με το Δήμο Κόνιτσας, αναφορικά με τη διαχείριση της ιλύος.

7.2.6. ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Για την εύκολη πρόσβαση σε όλες τις επιμέρους μονάδες της εγκατάστασης θα κατασκευαστεί εσωτερική οδοποιία πλάτους 4m. Για την αποστράγγιση του εσωτερικού χώρου της εγκατάστασης, το δίκτυο οδοποιίας και η διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου έχουν κατάλληλες κλίσεις, ώστε να επιτρέπουν την επιφανειακή απορροή των όμβριων υδάτων εκτός της περιμέτρου της εγκατάστασης.

Η περίφραξη θα πραγματοποιηθεί στην περίμετρο του οικοπέδου θα κατασκευαστεί από συρματόπλεγμα τετραγωνικών οπών το οποίο θα στηρίζεται σε γαλβανισμένους σιδηροσωλήνες.

Η ηλεκτροδότηση της εγκατάστασης θα γίνεται από το δίκτυο της Δ.Ε.Η. Στις αλλαγές διεύθυνσης της όδευσης καλωδίων προβλέπεται η κατασκευή ηλεκτρολογικών φρεατίων. Για την τροφοδοσία του εξοπλισμού και των λοιπών καταναλώσεων θα εγκατασταθούν συνολικά τέσσερις (4) ηλεκτρολογικοί πίνακες ως εξής: ένας (1) πίνακας εντός του συγκροτήματος προεπεξεργασίας, ένας (1) πίνακας εντός της βιολογικής βαθμίδας που θα εξυπηρετεί τη βιολογική επεξεργασία, ένας (1) πίνακας εντός του συγκροτήματος επεξεργασίας ιλύος και ακόμα ένας (1) κεντρικός που θα εξυπηρετεί τον υπόλοιπο ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό των μονάδων (δεξαμενή εξισορρόπησης). Στον τελευταίο, κεντρικό πίνακα της εγκατάστασης, θα υπάρχει και σύνδεση με τους τοπικούς πίνακες των συγκροτημάτων βιολογικής επεξεργασίας και επεξεργασίας ιλύος για τον κεντρικό έλεγχο ολόκληρης της εγκατάστασης.

Ο οικίσκος εξυπηρέτησης της εγκατάστασης θα στεγάσει το χώρο αποθήκευσης των απαραίτητων εργαλείων και το χώρο των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων της μονάδας. Το εσωτερικό ύψος του κτιρίου θα φτάνει τουλάχιστον τα 2,00m.

Τέλος, για την αποφυγή οποιασδήποτε όχλησης στην ευρύτερη περιοχή από την έκλυση οσμηρών ενώσεων θα εγκατασταθεί και σύστημα απόσμησης στον οικίσκο επεξεργασίας ιλύος (container), για την απόσμηση μονάδων της Ε.Ε.Λ. (μονάδα επεξεργασίας ιλύος, compact προεπεξεργασίας, δεξαμενή εξισορρόπησης και δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης ιλύος).

7.2.7. ΑΓΩΓΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

Η επεξεργασμένη εκροή της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) του Δήμου Κόνιτσας, διατίθεται μέσω αγωγού διάθεσης μήκους 386m (από τα οποία τα 30m περίπου βρίσκονται εντός του αγροτεμαχίου χωροθέτησης της Ε.Ε.Λ.) στον ποταμό Αώο. Πρόκειται για αγωγό βαρύτητας διαμέτρου Ø400mm. Ο αγωγός διάθεσης λυμάτων προτείνεται να κατασκευαστεί από πλαστικούς σωλήνες PVC-U συμπαγούς τοιχώματος SDR41 (λόγος εξωτερικής διαμέτρου προς πάχος τοιχώματος).

Ο αγωγός διάθεσης ξεκινά από το φρεάτιο εξόδου της Ε.Ε.Λ. (φρεάτιο B9) εντός του περιφραγμένου χώρου της Ε.Ε.Λ. και ακολουθεί πορεία νοτιοδυτική μήκους περίπου 45m έως ότου συναντήσει αγροτική οδό. Ακολουθεί στη συνέχεια το όριο των αγροτεμαχίων 644 και 645α και για περίπου 200m διέρχεται από αγροτική οδό ώσπου τελικά εκβάλλει στον ποταμό Αώο (Αρ. Σχεδίου X-5).

Η χάραξη του αγωγού διάθεσης διέρχεται από δύο αποστραγγιστικές τάφρους. Προτείνεται ο εγκιβωτισμός του αγωγού σε οπλισμένο σκυρόδεμα κατά μήκος της διέλευσης από τις τάφρους αυτές.

7.2.7.1 ΟΡΥΓΜΑΤΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΔΙΑΘΕΣΗΣ

Γενικά, οι αποχετευτικοί αγωγοί με ροή ελεύθερης επιφάνειας κατασκευάζονται με τρόπο ώστε η άντυγα του αγωγού να βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του οδοστρώματος ή του εδάφους σε βάθος περίπου ίσο με 1,80 - 2,00m. Εντούτοις, αναλόγως με τη μορφολογία του εδάφους και τα υπάρχοντα τεχνικά έργα είναι δυνατόν να προκύψουν μεγαλύτερα ή και μικρότερα βάθη. Ο αγωγός διάθεσης λυμάτων προτείνεται να κατασκευαστεί με κατά μήκος κλίσεις που κυμαίνονται από 5,0‰ έως 9,0‰.

Προκειμένου να προστατευθεί ο αγωγός από τυχόν κραδασμούς ή φθορές από το φυσικό έδαφος, τοποθετείται πάνω σε στρώση προστασίας από άμμο πάχους 0,10m, ενώ στη συνέχεια εγκιβωτίζεται με άμμο σε ύψος 0,30m πάνω από το άνω εξωρράχιο του.

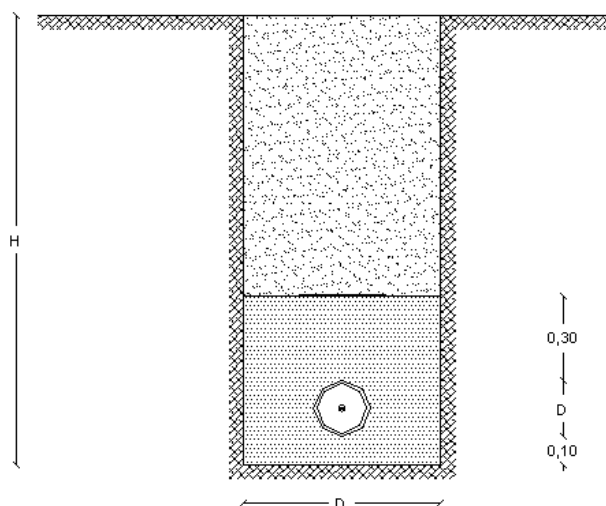
Εδώ πρέπει να σημειωθεί η ανάγκη για την πολύ καλή συμπίκνωση της άμμου εγκιβωτισμού του αγωγού, ειδικά στα χαμηλότερα σημεία της ζώνης του αγωγού, όπου παρατηρείται και η μεγαλύτερη δυσκολία για την ορθή και αποτελεσματική εκτέλεση αυτής της εργασίας. Η καλή συμπίκνωση του εγκιβωτισμού με άμμο είναι αποφασιστικός παράγοντας για την εξασφάλιση της ομοιόμορφης κατανομής των κινητών και των μόνιμων φορτίων στον αγωγό και την αποφυγή γραμμικής φόρτισής του.

Η συμπίκνωση της άμμου εγκιβωτισμού θα πραγματοποιείται αποκλειστικά με ελαφρά μηχανικά μέσα, από την πλευρά του ορύγματος προς τον αγωγό. Η πλήρωση της τάφρου και η συμπίκνωση της άμμου εγκιβωτισμού θα γίνεται ταυτόχρονα και από τις δύο πλευρές του αγωγού για την αποφυγή μετατόπισης και υπερύψωσής του.

Μετά τον εγκιβωτισμό του αγωγού διάθεσης με άμμο τοποθετείται ταινία σήμανσης από πολυαιθυλένιο πλάτους 0,25m (± 1 cm) χρώματος καφέ, σύμφωνα με την ισχύουσα ΕΤΕΠ (ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-06-08-01), και ακολουθεί η επίχωση του εναπομείναντος όγκου του ορύγματος. Στην περίπτωση ορύγματος σε φυσικό έδαφος, ή χαλικόδρομου χρησιμοποιούνται κατάλληλα προϊόντα εκσκαφής, σε στάθμη σύμφωνη με την τυπική διατομή του σκάμματος. Ο απαιτούμενος βαθμός συμπίκνωσης, οι απαιτήσεις ποιότητας των προτεινόμενων υλικών επίχωσης, η διαδικασία κατασκευής κ.λπ. θα συμφωνούν με τη σχετική ΕΤΕΠ (ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-01-03-02).

Τα πλεονάζοντα προϊόντα εκσκαφής θα απομακρύνονται σε κατάλληλη τοποθεσία όπου και θα διαστρώνονται.

Στο κάτωθι σχήμα (Σχήμα 7.2) παρουσιάζεται ένα τυπικό σκάμμα τοποθέτησης του αγωγού σε τμήμα χαλικόδρομου ή φυσικού εδάφους.



Σχήμα 7.2: Τάφρος τοποθέτησης αγωγού διάθεσης σε τμήμα χαλικόδρομου ή φυσικού εδάφους (σχήμα χωρίς κλίμακα).

Το πλάτος του σκάμματος τοποθέτησης του αγωγού διάθεσης λυμάτων επιλέγεται σύμφωνα με τον πίνακα 7.4 των Ελληνικών Τεχνικών Προδιαγραφών (08-01-03-01).

Σύμφωνα με τις ελληνικές τεχνικές προδιαγραφές στην κατασκευή των ορυγμάτων προβλέπεται η αντιστήριξη των πρανών για βάθη μεγαλύτερων των 1,25m. Για βάθη από 1,25m έως και 3,00m για την αντιστήριξη των πρανών προτείνεται η χρήση ξυλοζευγμάτων. Σε κάθε περίπτωση η χρήση του όποιου συστήματος αντιστήριξης θα εφαρμοσθεί μόνο ύστερα από σχετική πρόταση του Αναδόχου και ΕΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ. Σε περίπτωση χρήσης αντιστηρίξεων το πλάτος σκάμματος προσαυξάνεται κατά 0,20m.

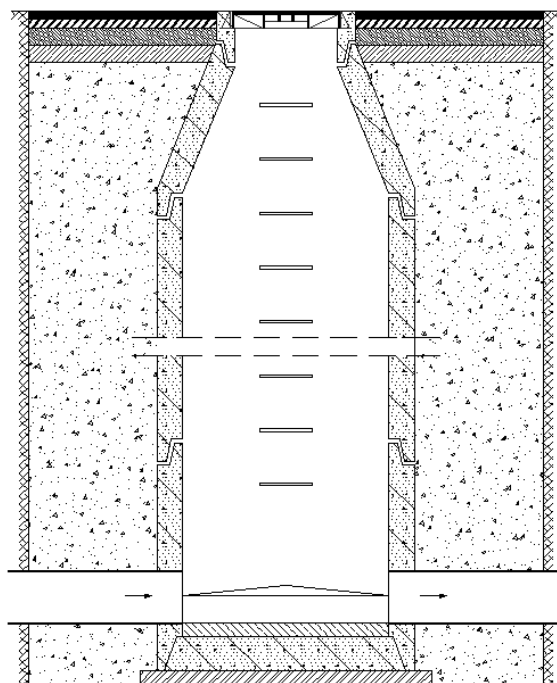
Πίνακας 7.4: Ελάχιστο πλάτος ορυγμάτων σε συνάρτηση με τη διάμετρο του αγωγού και το βάθος εκσκαφής.

Εξωτερική διάμετρος αγωγού σε mm De	Βάθος εκσκαφής σε m			
	<1,25	>1,25 – 1,75	>1,75 – 4,00	> 4,00
250	600	600	700	900
300	700	700	800	900
350	750	800	900	1000
400	800	900	1000	1100

Εξωτερική διάμετρος αγωγού σε mm De	Βάθος εκσκαφής σε m			
	<1,25	>1,25 – 1,75	>1,75 – 4,00	> 4,00
450	950	1050	1050	1150
500	1000	1100	1100	1200
600	1100	1200	1200	1300
700	1200	1300	1300	1400

7.2.7.2 ΦΡΕΑΤΙΑ ΕΠΙΣΚΕΨΗΣ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΔΙΑΘΕΣΗΣ

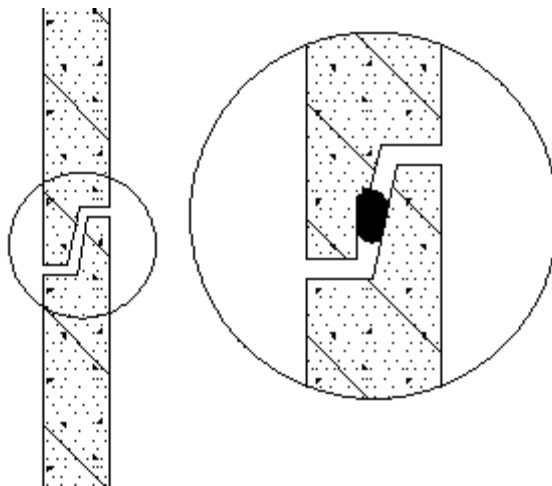
Ο αγωγός διάθεσης λυμάτων περιλαμβάνει συνολικά 8 προκατασκευασμένα φρεάτια οπλισμένου σκυροδέματος κατασκευασμένα με τις ισχύουσες προδιαγραφές τεχνικών έργων (Αρ. Σχεδίου Χ-8). Η χρήση των προκατασκευασμένων φρεατίων κρίθηκε ως βέλτιστη καθώς μειώνεται σημαντικά ο χρόνος των εργασιών σε ανοιχτό σκάμμα.



Σχήμα 7.3: Προκατασκευασμένα φρεάτια ακαθάρτων (το σχήμα είναι άνευ κλίμακας).

Πρόκειται για οπλισμένα κολουροκωνικά φρεάτια (Σχήμα 7.3), με σύνδεση τórμης και εντορμίας, εσωτερικής διαμέτρου 1.200mm. Κάθε φρεάτιο αποτελείται από μια προκατασκευασμένη βάση φρεατίου με ανοίγματα σύνδεσης σωλήνων σε κατάλληλο ύψος, προκατασκευασμένους δακτύλιους μεταβλητού ύψους εσωτερικής διαμέτρου Ø1.200 με τοποθετημένες χυτοσιδηρές βαθμίδες ανά 300mm και κώνο άοπλο διατομής Ø600. Ο κώνος φέρει κορωνίδα με χυτοσιδηρό πλαίσιο καλύμματος d=600mm. Η βάση και οι δακτύλιοι, οι οποίοι αποτελούν το σώμα του φρεατίου, κατασκευάζονται από σκυρόδεμα C25/30 οπλισμένο με ράβδους χάλυβα B500C, Ø8/15, ενώ ο κώνος κατασκευάζεται από άοπλο σκυρόδεμα της ίδιας κατηγορίας.

Το φρεάτιο εδράζεται σε εξυγιαντική στρώση πάχους 10cm σκυροδέματος C16/20 οπλισμένου με πλέγμα T188. Η εσωτερική διαμόρφωση ροής γίνεται επί τόπου, μετά την τοποθέτηση των σωλήνων, με σκυρόδεμα C12/15. Το φρεάτιο καλύπτεται εσωτερικά με στρώση τσιμεντοκονίας πάχους 2cm μέχρι ύψους 1m από τον πυθμένα του και επαλείφεται εξωτερικά με ασφαλτικό υλικό. Προκειμένου να επιτευχθεί η απαραίτητη στεγάνωση στις θέσεις σύνδεσης των σπονδύλων των φρεατίων, τοποθετείται βαθιά μέσα στην εσοχή της υποκείμενης εντορμίας ελαστικός δακτύλιος στεγανότητας όπως απεικονίζεται στο σχήμα 7.4.

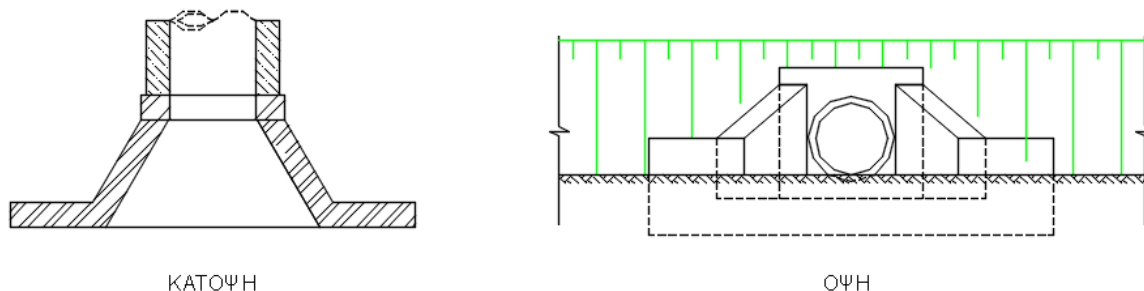


Σχήμα 7.4: Σύνδεση τέρμης και εντορμίας δυο διαδοχικών δακτυλίων. Λεπτομέρεια σύνδεσης με ελαστικό δακτύλιο στεγανότητας (το σχήμα είναι άνευ κλίμακας).

Στη θέση του φρεατίου B3 (Αρ. Σχεδίου X-5), όπου παρατηρείται έντονη υψομετρική διαφορά του φυσικού εδάφους προτείνεται να κατασκευαστεί κατάλληλο φρεάτιο πτώσης.

7.2.7.3 ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΞΟΔΟΥ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΔΙΑΘΕΣΗΣ

Ο αγωγός διάθεσης εκβάλλει στον ποταμό Αωό. Στη θέση εκβολής του (φρεάτιο B1) θα κατασκευαστεί κατάλληλο τεχνικό εξόδου του σωληνωτού αγωγού με πτερυγότοιχους όπως φαίνεται κατωτέρω (Σχήμα 7.5).



Σχήμα 7.5: Τεχνικό εξόδου εκβολής του αγωγού διάθεσης σε κάτοψη και τομή (το σχήμα είναι άνευ κλίμακας).

8. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

8.1. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ

Τα προεπεξεργασμένα λύματα καταλήγουν σε υπόγεια κλειστή και αναδευόμενη δεξαμενή εξισορρόπησης. Η χρήση της δεξαμενής εξισορρόπησης αποσκοπεί στην εξομάλυνση των ημερήσιων υδραυλικών και ρυπαντικών διακυμάνσεων των εισερχόμενων λυμάτων, στην επαρκή ανάμιξή τους για την αποτροπή της καθίζησης στερεών και στην παραγωγή ενός ομογενοποιημένου (ομοιόμορφου) ρεύματος τροφοδοσίας προς τη βαθμίδα βιολογικής επεξεργασίας. Επίσης, στη δεξαμενή εξισορρόπησης γίνεται προαερισμός των λυμάτων, για την αποτροπή της δημιουργίας σηπτικών συνθηκών, η οποία θα είχε ως συνέπεια την παραγωγή δύσοσμων ουσιών.

Η διαστασιολόγηση της δεξαμενής εξισορρόπησης παρουσιάζεται στους επόμενους πίνακες και στηρίζεται σε υποθετική διακύμανση της ημερήσιας παροχής από άλλες ελληνικές Ε.Ε.Λ. ανάλογης δυναμικότητας καθώς δεν υπάρχουν πραγματικά δεδομένα για την Ε.Ε.Λ της Κόνιτσας.

Πίνακας 8.1: Κατανομή παροχών.

Ωρα	Q=% Qmax	Παροχή χειμώνα (Qw)	ΣQw	ΣQw- Qmean	Παροχή θέρους (Qs)	ΣQs	ΣQs- Dmean
1	0,80	47,86		-39,88	55,00		-68,75
2	0,60	35,89	83,75	-23,93	41,25	96,25	-41,25
3	0,50	29,91	113,66	-43,86	34,38	130,63	-75,63
4	0,35	20,94	134,60	-69,78	24,06	154,69	-120,31
5	0,20	11,96	146,56	-101,68	13,75	168,44	-175,31
6	0,30	17,95	164,51	-129,59	20,63	189,06	-223,44
7	0,50	29,91	194,42	-149,53	34,38	223,44	-257,81
8	0,80	47,86	242,27	-157,51	55,00	278,44	-271,56
9	1,15	68,79	311,06	-151,53	79,06	357,50	-261,25
10	1,35	80,76	391,82	-137,57	92,81	450,31	-237,19
11	1,40	83,75	475,57	-121,62	96,25	546,56	-209,69
12	1,40	83,75	559,32	-105,67	96,25	642,81	-182,19
13	1,40	83,75	643,07	-89,72	96,25	739,06	-154,69
14	1,35	80,76	723,82	-75,76	92,81	831,88	-130,63
15	1,25	74,78	798,60	-65,79	85,94	917,81	-113,44
16	1,20	71,78	870,38	-57,82	82,50	1000,31	-99,69
17	1,15	68,79	939,17	-51,84	79,06	1079,38	-89,38
18	1,25	74,78	1013,95	-41,87	85,94	1165,31	-72,19
19	1,30	77,77	1091,72	-29,91	89,38	1254,69	-51,56
20	1,35	80,76	1172,47	-15,95	92,81	1347,50	-27,50

Ωρα	Q=% Qmax	Παροχή χειμώνα (Qw)	ΣQw	ΣQw- Qmean	Παροχή θέρους (Qs)	ΣQs	ΣQs- Dmean
21	1,25	74,78	1247,25	-5,98	85,94	1433,44	-10,31
22	1,15	68,79	1316,04	0,00	79,06	1512,50	0,00
23	1,10	65,80	1381,84	3,99	75,63	1588,13	6,88
24	0,90	53,84	1435,68	0,00	61,88	1650,00	0,00
		Mean	59,82			68,75	
		Max		5,98			6,88
		Min		-236,29			-271,56

Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 8.2, ο απαιτούμενος όγκος της δεξαμενής εξισορρόπησης είναι περίπου 300m³. Επιλέγεται δεξαμενή εξισορρόπησης, για την κάλυψη των αναγκών της Β' Φάσης του έργου, από οπλισμένο σκυρόδεμα με τα κάτωθι γεωμετρικά χαρακτηριστικά.

Πίνακας 8.2: Σχεδιαστικά δεδομένα δεξαμενής εξισορρόπησης.

Παράμετρος	Μονάδα	Τιμή
Ωφέλιμο μήκος δεξαμενής	m	10
Ωφέλιμο πλάτος δεξαμενής	m	10
Μέγιστο βάθος υγρών δεξαμενής	m	3
Στέψη δεξαμενής	m	3,5
Ενεργός όγκος δεξαμενής	m ³	300

Η ανάδευση και ο προαερισμός των λυμάτων στη δεξαμενή θα γίνεται μέσω αεριστήρα τύπου Venturi Jet, διασφαλίζοντας ελάχιστη δυναμικότητα αέρα 1,5m³/m/h.

Στη συνέχεια, μέσω υποβρύχιων αντλιών τροφοδοσίας, τα ομογενοποιημένα και προαερισμένα λύματα οδηγούνται διαμέσου της διάταξης λεπτοεσχάρωσης στο μεριστή της βιολογικής βαθμίδας.

Οι αντλίες τροφοδοσίας της βιολογικής βαθμίδας θα είναι εξοπλισμένες με inverter, έτσι ώστε μέσω κατάλληλης ρύθμισης των στροφών τους να είναι δυνατή η λειτουργία τους σε διαφορετικές παροχές. Δίνεται έτσι η δυνατότητα λειτουργίας μιας μεμονωμένης γραμμής βιολογικής επεξεργασίας με μικρότερη παροχή, σε περιπτώσεις βλάβης ή συντήρησης. Επιπλέον, με τη ρύθμιση των στροφών των αντλιών με inverter μπορεί με ακρίβεια να ρυθμίζεται και η ωριαία παροχή τους σύμφωνα με το συντελεστή ροής (flux) των μεμβρανών υπερδιήθησης. Συνολικά προτείνεται η εγκατάσταση ζεύγους φυγοκεντρικών αντλιών (εκ των οποίων η μία εφεδρική) δυναμικότητας 70m³/hr έκαστη, οι οποίες θα τίθενται σε λειτουργία εκ περιτροπής.

Ο έλεγχος της στάθμης λυμάτων στη δεξαμενή εξισορρόπησης γίνεται με τη χρήση μετρητή στάθμης υπερήχων. Για την προστασία της συνολικής λειτουργίας της Ε.Ε.Λ. έναντι απρόβλεπτων υπερχειλίσεων, θα προβλέπεται στη δεξαμενή εξισορρόπησης η ύπαρξη υπερχειλίσης υψηλής στάθμης. Η υπερβάλλουσα παροχή οδηγείται μέσω αγωγού παράκαμψης στο φρεάτιο εξόδου - δειγματοληψίας της Ε.Ε.Λ.

8.2. ΒΙΟΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ

8.2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως αναλυτικά περιγράφηκε σε προηγούμενες παραγράφους η βιολογική επεξεργασία των λυμάτων θα πραγματοποιείται με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος με μεμβράνες. Η μέθοδος αυτή, ουσιαστικά, αποτελεί το συνδυασμό της κλασσικής και ευρέως διαδεδομένης μεθόδου ενεργού ιλύος με τη διύλιση (Μικροδιύλιση ή Υπερδιύλιση MF-UF) καταργώντας έτσι τη χρήση δεξαμενών τελικής καθίζησης ως μέσο διαύγασης της τελικής εκροής και συμπύκνωσης της παραγόμενης ιλύος. Αναλυτικότερα, η καινοτομία της μεθόδου έγκειται στη χρήση ειδικών μεμβρανών νέας τεχνολογίας, οι οποίες βρίσκονται βυθισμένες στο ανάμικτο υγρό και μέσω των οποίων διακινούνται τα λύματα. Το σύστημα MBR λειτουργεί είτε με εμβαπτιζόμενες μεμβράνες στον βιοαντιδραστήρα (sMBR) είτε με εξωτερικές μεμβράνες (side-stream MBR).

Το σύστημα MBR εφαρμόζει σε γενικές γραμμές τις αρχές λειτουργίας ενός τυπικού συστήματος Ενεργού Ιλύος με τη διαφορά ότι οι συγκεντρώσεις ανάμεικτου υγρού κυμαίνονται έως 15kg/m^3 , ενώ οι δεξαμενές τελικής καθίζησης του συστήματος ενεργού ιλύος αντικαθίστανται από μονάδες διύλισης μέσω μεμβρανών (τύπου MF ή UF) με πόρους από $0,01\mu\text{m}$ έως $1\mu\text{m}$ και κατά μέσο όρο κατά $\leq 0,4\mu\text{m}$. Η υψηλή συγκέντρωση της βιομάζας στο βιολογικό αντιδραστήρα, έχει ως συνέπεια την επίτευξη πλήρους διάσπασης της οργανικής ύλης (χαμηλή ποσότητα περίσσειας ιλύος), καθώς και της νιτροποίησης σε χρόνο περίπου 3 ώρες.

Το πρόβλημα της έμφραξης των μεμβρανών χρήζει προσοχής καθώς μπορεί να οδηγήσει σε αστοχία της εγκατάστασης και αντιμετωπίζεται τόσο με την βελτιωμένη ποιότητα μεμβρανών όσο και με την κατάλληλη προεπεξεργασία των λυμάτων. Ως τέτοια νοείται ο αερισμός και η μικροεσχάρωση των εισερχόμενων λυμάτων.

Βασικό πλεονέκτημα του εν λόγω συστήματος, είναι η παραγωγή εκροής κατάλληλης, έπειτα από απολύμανση, για εφαρμογές απεριορίστης άρδευσης ή εμπλουτισμού υπογείων υδροφορέων.

Η κύρια παράμετρος που ελέγχει την αποδοτικότητα ενός συστήματος ενεργού ιλύος είναι ο λόγος F/M (Food/Microorganisms):

$$\frac{F}{M} = \frac{Q \cdot S}{V \cdot X},$$

Όπου, Q και S: είναι η παροχή και η συγκέντρωση σε υπόστρωμα (BOD) των εισερχομένων λυμάτων, V και X: είναι ο όγκος και η συγκέντρωση των μικροοργανισμών του βιοαντιδραστήρα.

Όσο μικρότερος είναι ο παραπάνω λόγος τόσο μεγαλύτερη είναι και η απόδοση του συστήματος (μέχρι ενός σημείου που η περαιτέρω μείωσή του δεν επιφέρει πλέον αισθητά αποτελέσματα). Δεδομένου ότι η παροχή και η συγκέντρωση του οργανικού φορτίου στην είσοδο του βιοαντιδραστήρα είναι συγκεκριμένες, η μόνη περίπτωση μείωσης του παραπάνω λόγου είναι είτε η αύξηση του όγκου του βιοαντιδραστήρα (με όλα τα τεχνικοοικονομικά μειονεκτήματα που δημιουργεί) είτε η αύξηση της συγκέντρωσης των μικροοργανισμών σε αυτόν (συνδυασμός αύξησης απόδοσης και μείωσης απαιτήσεων έργων Π.Μ.).

Το τελευταίο δεν είναι δυνατό σε μία συμβατική εγκατάσταση ενεργού ιλύος διότι η ταχύτητα καθίζσεως της παραγόμενης βιομάζας μειώνεται δραστικά με την αύξηση της συγκέντρωσης αυτής δημιουργώντας περαιτέρω προβλήματα στην καθίζηση της τελευταίας. Ωστόσο, με τη χρήση μεμβρανών αντί δεξαμενών καθίζησης για το διαχωρισμό του ανάμικτου υγρού είναι εφικτή η αύξηση της συγκέντρωσης των μικροοργανισμών στο ανάμικτο υγρό, διατηρώντας συγκεκριμένες υδροδυναμικές συνθήκες στις μεμβράνες και μηδενίζοντας έτσι την επίδραση της αύξησης της βιομάζας στη διαύγαση του υγρού. Έτσι το δεύτερο σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου είναι η αύξηση της αποδοτικότητας σε συνδυασμό με τη μείωση του απαιτούμενου ωφέλιμου όγκου και κατά συνέπεια και απαιτούμενης έκτασης για τη χωροθέτηση της Ε.Ε.Λ.

Δύο επιπλέον πλεονεκτήματα της περιγραφόμενης τεχνολογίας είναι τα εξής:

- Το είδος των βακτηρίων και μικροοργανισμών που παραμένουν στο σύστημα δεν εξαρτάται πλέον από την ικανότητά τους να δημιουργούν βιολογικούς φλόκους και να καθιζάνουν. Στο σύστημα MBR, όλα τα είδη που αναπτύσσονται στον βιοαντιδραστήρα έχουν τον ίδιο χρόνο παραμονής που δεν είναι άλλος από την ηλικία ιλύος,
- Το ίδιο ισχύει και για τα κολλοειδή και τις μακρομοριακές ενώσεις, οι οποίες δεν είναι δυνατό να απομακρυνθούν με καθίζηση, με τη βοήθεια των μεμβρανών

διαχωρίζονται και διατηρούνται στο σύστημα για χρόνο ίσο με το χρόνο ηλικίας της ιλύος.

Τα παραπάνω πλεονεκτήματα αποτελούν και την ειδοποιό διαφορά μεταξύ κλασικών συστημάτων ενεργού ιλύος και βιοαντιδραστήρων MBR με την ίδια ηλικία ιλύος. Έτσι στα τελευταία, αφενός υπάρχει πολύ μεγαλύτερος πληθυσμός και ποικιλία ενεργών μικροοργανισμών στο σύστημα, αφετέρου ακόμη και οι δύσκολα βιοαποδομούμενες ενώσεις παραμένουν πολύ περισσότερο στο σύστημα και τελικά αποδομούνται.

Συνδυάζοντας τελικά τα οφέλη των παραπάνω μεθόδων βιολογικής επεξεργασίας, προκύπτει ένα σύστημα ευέλικτο και παράλληλα με ιδιαίτερα αυξημένη απόδοση και ποιοτικά χαρακτηριστικά εκροής αντίστοιχα της τριτοβάθμιας επεξεργασίας, καθώς οι μεμβράνες εξασφαλίζουν ότι ρυπαντικά φορτία που δεν αποδομήθηκαν, όπως τα υπολειπόμενα αιωρούμενα στερεά κατακρατούνται και απορρίπτονται ως ιλύς.

Για την κάλυψη των απαιτήσεων σχεδιασμού της βιολογικής βαθμίδας θα κατασκευασθούν **δύο ανεξάρτητες ισοδύναμες γραμμές βιολογικής επεξεργασίας που θα λειτουργούν παράλληλα, ενώ οι μεμβράνες θα τοποθετηθούν σε κοινή χωριστή εξωτερική δεξαμενή**. Προτιμάται η επιλογή δύο (2) γραμμών για την αρθρωτή κάλυψη των αναγκών επεξεργασίας λυμάτων της Κόνιτσας, για την ευκολία συντήρησης του εξοπλισμού τους καθώς και για την ευελιξία λειτουργίας αυτών σε περίπτωση βλάβης.

8.2.2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Όπως προαναφέρθηκε, η δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία των λυμάτων της Ε.Ε.Λ. Κόνιτσας θα πραγματοποιηθεί με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος με μεμβράνες (MBR). Η μέθοδος αυτή, ουσιαστικά, αποτελεί συνδυασμό της μεθόδου ενεργού ιλύος με τη διύλιση (Μικροδιύλιση ή Υπερδιύλιση MF-UF) καταργώντας έτσι τη χρήση δεξαμενών τελικής καθίζησης. Πιο συγκεκριμένα, η βιολογική επεξεργασία αποτελείται από δύο ισοδύναμες γραμμές επεξεργασίας, οι οποίες περιλαμβάνουν ζώνες ανοξικές και αερόβιες ακολουθούμενες από κοινή δεξαμενή βύθισης μεμβρανών (διάγασης).

Στο βιοαντιδραστήρα, τα λύματα έρχονται σε επαφή με ένα μίγμα μικροοργανισμών, οι οποίοι βρίσκονται με τη μορφή αιωρούμενων συσσωματωμάτων, σε μία αεριζόμενη δεξαμενή και σε καθεστώς πλήρους μίξης. Τα αιωρούμενα και κολλοειδή οργανικά απομακρύνονται ταχύτατα από την υγρή φάση καθώς προσκολλώνται ή συσσωματώνονται στους αιωρούμενους μικροοργανισμούς. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια εξωκυτταρικών υδρολυτικών ενζύμων, τα βιοδιασπάσιμα οργανικά στερεά διασπώνται σε απλές διαλυμένες οργανικές ενώσεις, οι οποίες μαζί με τις αρχικά διαλυμένες οργανικές

ουσίες των λυμάτων διαπερνούν την περικυτταρική μεμβράνη των μικροοργανισμών και αφού βρεθούν στο εσωτερικό τους είναι διαθέσιμες για τη διαδικασία του μεταβολισμού. Κατά τον αερόβιο μεταβολισμό ένα ποσοστό των οργανικών αυτών ουσιών διασπάται βιοχημικά σε ανόργανες ενώσεις και η ενέργεια που εκλύεται κατά τις αντιδράσεις αυτές χρησιμοποιείται από τους οργανισμούς για τις ανάγκες τους και κυρίως για τη σύνθεση νέου πρωτοπλάσματος.

Η παρουσία θρεπτικών στα λύματα δημιουργεί προβλήματα ρύπανσης στους υδάτινους αποδέκτες των λυμάτων. Ο φωσφόρος και το άζωτο είναι παράγοντες που προκαλούν ευτροφισμό, τα νιτρικά ιόντα αποτελούν κίνδυνο για την υγεία, η αμμωνία συμβάλλει στην αποξυγόνωση των αποδεκτών, δημιουργεί επικίνδυνες ενώσεις με το χλώριο κατά την απολύμανση (χλωραμίνες) και αυτή καθ' εαυτή σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι τοξική για τα ψάρια.

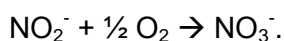
Κατά την επεξεργασία των λυμάτων σε ένα σύστημα βιολογικού καθαρισμού, τόσο το άζωτο όσο και ο φωσφόρος χρησιμοποιούνται από τους μικροοργανισμούς για τη σύνθεση νέου πρωτοπλάσματος. Ωστόσο, οι ποσότητες που απομακρύνονται με την παραπάνω διαδικασία αποτελούν ένα μικρό ποσοστό των ποσοτήτων αζώτου και φωσφόρου που βρίσκονται στα αστικά λύματα.

Το άζωτο στα αστικά λύματα βρίσκεται κυρίως με τη μορφή ιόντων αμμωνίου και αμμωνίας. Η βιολογική διαδικασία απομάκρυνσης του αζώτου από τα λύματα συνίσταται στη βιολογική οξειδωση τους σε NO_2 και NO_3 (νιτροποίηση), ακολουθούμενη από τη βιολογική διεργασία της απονιτροποίησης, κατά την οποία οι οξειδωμένες μορφές του αζώτου ανάγονται σε ελεύθερο άζωτο που διαχέεται στον αέρα.

Η νιτροποίηση πραγματοποιείται με τη βοήθεια δύο κατηγοριών χημικοσυνθετικών αυτοτροφικών βακτηρίων, τη νιτροσομονάδα και το νιτροβακτηρίδιο και επιτελείται σε δύο στάδια. Κατά το πρώτο στάδιο το αμμωνιακό άζωτο οξειδώνεται με τη βοήθεια της νιτροσομονάδας σε νιτρώδες άζωτο, σύμφωνα με την αντίδραση:.



Κατά το δεύτερο στάδιο το νιτρώδες άζωτο οξειδώνεται σε νιτρικό άζωτο με τη βοήθεια του νιτροβακτηριδίου, σύμφωνα με την αντίδραση:



Ως αυτοτροφικοί μικροοργανισμοί, η νιτροσομονάδα (*Nitrosomonas*) και το νιτροβακτηρίδιο (*Nitrobacter*) χρησιμοποιούν ανόργανο άνθρακα, τον οποίο παίρνουν με τη μορφή CO₂ από τα λύματα, ενώ την απαραίτητη ενέργεια την προσλαμβάνουν από την οξειδωση της αμμωνίας. Τέλος, μικρή ποσότητα του αζώτου που χρησιμοποιείται για τη σύνθεση νέων μικροοργανισμών είναι χαμηλή (~15% του αρχικού αμμωνιακού αζώτου).

Σε συστήματα νιτροποίησης τα οποία λειτουργούν σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 28°C η κινητική της ανάπτυξης καθορίζεται από το στάδιο της οξειδωσης της αμμωνίας. Το στάδιο αυτό είναι το λεγόμενο περιοριστικό. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες λαμβάνεται επίσης υπ'όψιν και η κινητική της οξειδωσης των νιτρωδών. Σε κάθε περίπτωση, ωστόσο τα νιτροποιητικά βακτήρια χαρακτηρίζονται από βραδεία κινητική. Πιο συγκεκριμένα, ο μέγιστος ειδικός ρυθμός ανάπτυξης των νιτροποιητικών βακτηρίων είναι πολύ μικρότερος, συγκρινόμενος με τον αντίστοιχο ρυθμό ετερότροφων βακτηρίων, απαιτώντας έτσι πολύ μεγαλύτερους χρόνους παραμονής στερεών (SRT) για την ανάπτυξή τους, σε συστήματα ενεργού ιλύος. Δηλαδή, μικρές ηλικίες λάσπης μπορούν να οδηγήσουν τελικά σε έκπλυση των νιτροποιητικών βακτηρίων.

Η ανάπτυξη των δύο κύριων ειδών νιτροποιητικών μικροοργανισμών, *Nitrosomonas* και *Nitrobacter* θεωρείται ότι ακολουθεί κινητική τύπου Monod. Ο ειδικός ρυθμός της ανάπτυξης των νιτροποιητικών βακτηριδίων περιγράφεται από την παρακάτω εξίσωση (Metcalf & Eddy, 2003):

$$\mu_n = \mu_{nm} \frac{N}{K_n + N}$$

όπου:

μ_n = ειδικός ρυθμός ανάπτυξης των νιτροποιητικών βακτηρίων (d⁻¹),

μ_{nm} = μέγιστος ειδικός ρυθμός ανάπτυξης νιτροποιητικών βακτηρίων (d⁻¹),

N = συγκέντρωση περιοριστικού υποστρώματος (g/m³),

K_n = σταθερά ημικορεσμού, συγκέντρωση υποστρώματος στο μισό του μέγιστου ειδικού ρυθμού ανάπτυξης (g/m³).

Ο ρυθμός της νιτροποίησης εξαρτάται επίσης από τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου. Έχει βρεθεί ότι για να πραγματοποιηθεί η νιτροποίηση του αμμωνιακού αζώτου των λυμάτων απαιτείται συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου τουλάχιστον 0.3 mg/L (Κατσογιάννης, 2001). Για συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου <0.5mg/L, ο ρυθμός της αντίδρασης είναι περιορισμένος, ιδιαίτερα κατά το δεύτερο στάδιο της αντίδρασης με αποτέλεσμα να μην ολοκληρώνεται η νιτροποίηση και να παρουσιάζονται αυξημένες συγκεντρώσεις νιτρωδών στην εκροή της μονάδας (Metcalf & Eddy, 2003). Οι ρυθμοί της

νιτροποίησης αυξάνονται ακόμα και για συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου (DO) 3-4 mg/L. Έχει βρεθεί ότι η ταχύτητα της νιτροποίησης δεν επηρεάζεται για συγκεντρώσεις 4-7 mg/L, ωστόσο όταν η συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου είναι 1mg/l, η ταχύτητα της νιτροποίησης ισούται με περίπου το 90% της ταχύτητας που παρατηρήθηκε σε αυτές τις μεγάλες συγκεντρώσεις (Στάμου, 1995). Με βάση τις παραπάνω παρατηρήσεις, προκειμένου να εξασφαλίζεται ικανοποιητικός ρυθμός νιτροποίησης στη δεξαμενή αερισμού θα πρέπει η συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου να είναι τουλάχιστον της τάξης 1-2mg/L.

Συνολικά, ο ρυθμός ανάπτυξης των νιτροποιητικών βακτηριδίων μπορεί να περιγραφεί από την κάτωθι έκφραση(Λυμπεράτος, 2001):

$$r_A = \mu_A \left(\frac{S_{NH}}{K_{NH} + S_{NH}} \right) \left(\frac{S_O}{K_{OA} + S_O} \right) x_{BA} - b_A x_{BA}$$

όπου:

x_{BA} : συγκέντρωση αυτότροφων νιτροποιητικών οργανισμών

μ_A : μέγιστος ειδικός ρυθμός ανάπτυξης αυτότροφων οργανισμών

S_O : συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου

b_A : ειδικός ρυθμός ενδογενούς αναπνοής αυτότροφων οργανισμών

S_{NH} : συγκέντρωση αμμωνιακού αζώτου

K_{NH} , K_{OA} : συντελεστές κορεσμού αμμωνίας και οξυγόνου, αντίστοιχα.

Παρατηρείται ότι η παραπάνω σχέση περιέχει διπλό περιορισμό υποστρώματος.

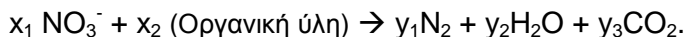
Όσα περιγράφηκαν ανωτέρω, ισχύουν για συνθήκες χαμηλής και μεσαίας οργανικής φόρτισης. Πειραματικά έχει αποδειχθεί ότι η επίδραση του διαλυμένου οξυγόνου στο ρυθμό της νιτροποίησης επηρεάζεται από το μέγεθος των βιολογικών κροκίδων που σχηματίζονται στα συστήματα αιωρούμενης βιομάζας και από το πάχος του βιοφίλμ στα συστήματα προσκολλημένης βιομάζας, από την πυκνότητά τους και από τη συνολική απαίτηση σε οξυγόνο του ανάμικτου υγρού. Τα νιτροποιητικά βακτήρια κατανέμονται μέσα στη βιολογική κροκίδα ή στο βιοφίλμ που περιέχουν ετερότροφα βακτήρια και άλλα στερεά. Το οξυγόνο διαχέεται από το κυρίως υγρό στις βιολογικές κροκίδες ή στο βιοφίλμ. Συνεπώς, τα βακτήρια που βρίσκονται στο εσωτερικό τους εκτίθενται σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις οξυγόνου από τα αντίστοιχα της επιφάνειας. Σε συνθήκες υψηλής οργανικής φόρτισης, η συγκέντρωση υποστρώματος στο ανάμικτο υγρό είναι υψηλότερη, με αποτέλεσμα να αυξάνει και ο ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου στο εσωτερικό των κροκίδων ή του βιοφίλμ. Για το λόγο αυτό, απαιτείται γενικά υψηλότερη συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου στο κυρίως υγρό ώστε να διατηρείται η ίδια συγκέντρωση οξυγόνου

και στο εσωτερικό της βιολογικής κροκίδας ή στο βιοφίλμ με αποτέλεσμα να μην επηρεάζεται και ο ρυθμός νιτροποίησης του συστήματος (Metcalf & Eddy, 2003).

Η διεργασία της νιτροποίησης επηρεάζεται από έναν αριθμό περιβαλλοντικών παραμέτρων, οι σημαντικότερες εκ των οποίων συνοψίζονται ως εξής:

- **Θερμοκρασία:** Ο ρυθμός νιτροποίησης επηρεάζεται από τη θερμοκρασία. Αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε μεγαλύτερους ρυθμούς νιτροποίησης. Όταν η θερμοκρασία των αποβλήτων αυξηθεί κατά 1°C (μέχρι 30°C), η ταχύτητα της νιτροποίησης αυξάνεται κατά 9-10% (Λυμπεράτος, 2001, Στάμου, 1995). Ως βέλτιστη θερμοκρασία νιτροποίησης έχουν βρεθεί οι 30°C . Από την άλλη πλευρά, δεν παρατηρείται καμία δραστηριότητα σε θερμοκρασίες κάτω από 5°C και πάνω από 40°C . Ο ρυθμός νιτροποίησης ελαττώνεται κατά 50% για κάθε μείωση της θερμοκρασίας κατά $10\text{-}12^{\circ}\text{C}$, ενώ η ελάττωση αυτή είναι μεγαλύτερη για θερμοκρασίες κάτω από 10°C (Μαρκαντωνάτος, 1990).
- **pH:** Κατά τη νιτροποίηση παράγονται ιόντα υδρογόνου (καταναλώνεται αλκαλικότητα), με αποτέλεσμα την πτώση του pH. Ο ρυθμός της νιτροποίησης ελαττώνεται σημαντικά σε χαμηλές τιμές pH και ειδικότερα, για τιμές μικρότερες του 6.8 (Metcalf & Eddy, 2003). Ο ρυθμός της νιτροποίησης σε pH 5.8 με 6, μπορεί να είναι 10-20 % χαμηλότερος του του αντίστοιχου για pH ίσο με 7. Για το λόγο αυτό απαιτείται άμεση αύξηση του pH με απονιτροποίηση ή εξουδετέρωση, εκτός αν η ποσότητα της αρχικής αλκαλικότητας στα απόβλητα λειτουργεί ρυθμιστικά διατηρώντας το pH σε σταθερά επίπεδα. Η νιτροποίηση μπορεί να σταματήσει και σε υψηλές τιμές του pH, στις οποίες το εισερχόμενο άζωτο βρίσκεται σε μορφή τοξικής αμμωνίας για τα αυτοτροφικά νιτροποιητικά βακτήρια. Βέλτιστη νιτροποίηση συμβαίνει για pH ~7.2. (Metcalf & Eddy, 2003; Λυμπεράτος, 2001).
- **Τοξικότητα:** Οι νιτροποιητικοί μικροοργανισμοί είναι ευαίσθητοι σε ένα μεγάλο εύρος από οργανικές και ανόργανες ενώσεις και για συγκεντρώσεις αρκετά χαμηλότερες από αυτές που επιδρούν σε ετερότροφους οργανισμούς. Σε ορισμένες μάλιστα περιπτώσεις μπορεί να προκληθεί και θάνατος των αυτότροφων νιτροποιητικών μικροοργανισμών. Στις ενώσεις που μπορεί να είναι τοξικές περιλαμβάνονται οργανικοί διαλύτες, αμίνες, πρωτεΐνες, φαινολικές ενώσεις, αλκοόλες, αιθέρες, κυανίδια κ.α.
- **Βαρέα Μέταλλα:** Έχει αποδειχθεί ότι συγκεντρώσεις Ni, Cr, Cu, μπορούν να δράσουν απαγορευτικά για το ρυθμό νιτροποίησης (Metcalf & Eddy, 2003).
- **Μη ιονική NH_3 :** Ο ρυθμός νιτροποίησης περιορίζεται επίσης από τη μη ιονική αμμωνία ή αλλιώς ελεύθερη αμμωνία καθώς επίσης και από το ελεύθερο HNO_3 . Και τα δύο είναι τοξικά για τους νιτροποιητικούς μικροοργανισμούς (Metcalf & Eddy, 2003).

Κατά την **απονιτροποίηση** τα νιτρώδη και νιτρικά ανάγονται σε αέριο άζωτο με τη βοήθεια κατάλληλων αναερόβιων ετεροτροφικών χημικοσυνθετικών μικροοργανισμών. Ως ετεροτροφικοί μικροοργανισμοί, τα απονιτροποιητικά βακτήρια χρειάζονται οργανικό άνθρακα. Η αντίδραση της απονιτροποίησης μπορεί να παρασταθεί ως εξής:



Για την κινητική μελέτη της διεργασίας γίνεται η παραδοχή ότι η αναγωγή των νιτρικών προς αέριο άζωτο πραγματοποιείται σε ένα μόνο στάδιο. Όπως και στην περίπτωση της νιτροποίησης, η ανάπτυξη των απονιτροποιητικών βακτηρίων ακολουθεί κινητική τύπου Monod. Ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης των απονιτροποιητικών βακτηρίων δίνεται από την παρακάτω σχέση (Λυμπεράτος 2001):

$$\mu_d = \mu_{dm} \frac{S_{NO}}{K_{NO} + S_{NO}} \frac{S}{K_s + S}$$

όπου: μ_d = ειδικός ρυθμός ανάπτυξης των απονιτροποιητικών μικροοργανισμών (d^{-1})

μ_{dm} = μέγιστος ειδικός ρυθμός ανάπτυξης μικροοργανισμών (d^{-1})

S_{NO} = συγκέντρωση νιτρικού αζώτου (mg/L)

K_{NO} = σταθερά ημικορεσμού για το νιτρικό άζωτο ($\text{mg NO}_3\text{-N/L}$)

S = συγκέντρωση οργανικού υποστρώματος (μεθανόλη, COD αποβλήτων) (mg/L)

K_s = σταθερά ημικορεσμού για το οργανικό υπόστρωμα.

Για να πραγματοποιηθεί η απονιτροποίηση απαιτούνται σχετικά μεγάλες ποσότητες διαθέσιμης πηγής άνθρακα σε σχέση με τις ποσότητες του προς απονιτροποίηση αζώτου (νιτρικά). Έτσι, όσο μεγαλύτερος είναι ο λόγος του διαθέσιμου οργανικού φορτίου BOD_5 προς τη συγκέντρωση του ολικού αζώτου στην είσοδο (Bo/Tno), τόσο υψηλότερη είναι η ταχύτητα απονιτροποίησης.

Ανάλογα με το είδος της διαθέσιμης πηγής άνθρακα, η απονιτροποίηση χαρακτηρίζεται ως:

- α) προ-απονιτροποίηση σε κατάλληλες ανοξικές δεξαμενές, όπου η πηγή άνθρακα είναι τα οργανικά συστατικά των εισερχόμενων αποβλήτων
- β) μετά-απονιτροποίηση, όπου η πηγή άνθρακα είναι τα κύτταρα των βακτηρίων - ενδογενής μεταβολισμός, και
- γ) απονιτροποίηση με εξωτερική πηγή άνθρακα π.χ. με προσθήκη μεθανόλης

Οι Metcalf and Eddy (2003) προτείνουν την ακόλουθη σχέση προσδιορισμού της ταχύτητας απονιτροποίησης:

$$\mu_{DN} = \mu_{DN,C} \cdot 1.09^{T-20} (1-BOD), \text{ όπου}$$

T: η θερμοκρασία, και

$\mu_{DN,C}$: ο ειδικός ρυθμός απονιτροποίησης που εξαρτάται από το είδος της πηγής άνθρακα σε (kg NO₃-N/kgVSS*d).

Κατά την προ-απονιτροποίηση σε χωριστές ανοξικές δεξαμενές ή διαμερίσματα, ως πηγή άνθρακα χρησιμοποιείται το οργανικό φορτίο (BOD) των εισερχόμενων αποβλήτων. Ο ειδικός ρυθμός απονιτροποίησης, $\mu_{DN,C}$ κυμαίνεται από 0,03 μέχρι 0,11 (kg NO₃-N/kgVSS*d) για θερμοκρασίες 12-27°C. Οι Refling- Stensel μετά από έρευνες κατέληξαν στην ακόλουθη εξίσωση για θερμοκρασία 20°C:

$$\mu_{DN,C} = [(0,03 \cdot (F/M) / +0,029) + 0,12 \cdot (\theta_b)^{-0,706}], \text{ όπου}$$

θ_b : η ολική ηλικία λάσπης,

και (F/M): ο λόγος τροφής προς μικροοργανισμούς.

Η ποσότητα $[(0,03 \cdot (F/M) / +0,029)$ αφορά κινητική που αντιστοιχεί στην ύπαρξη εξωτερικής πηγής οργανικού άνθρακα, όπως το οργανικό φορτίο των λυμάτων στην είσοδο. Η ποσότητα $[0,12 \cdot (\theta_b)^{-0,706}]$ αφορά κινητική στην οποία ως πηγή άνθρακα χρησιμοποιείται ενδογενής βιομάζα.

Κατά τη μετά-απονιτροποίηση, η οποία συνήθως λαμβάνει χώρα σε οξειδωτικές τάφρους και αφορά ενδογενή μεταβολισμό, ο ειδικός ρυθμός απονιτροποίησης, $\mu_{DN,C}$, είναι της τάξης του 50% του αντίστοιχου της προ-απονιτροποίησης και κυμαίνεται μεταξύ 0,017 και 0,048 (kg NO₃ - N /kgVSS*d) για θερμοκρασίες 12^o - 27°C. Σημειώνεται ότι οι χαμηλότερες τιμές ειδικού ρυθμού απονιτροποίησης απαντώνται στις μεγαλύτερες ηλικίες λάσπης.

Στον παρακάτω πίνακα εμφανίζονται ορισμένες τυπικές τιμές του ειδικού ρυθμού απονιτροποίησης ανάλογα με τη μέθοδο της απομάκρυνσης του αζώτου, την πηγή άνθρακα και τη θερμοκρασία (Πίνακας 8.3):

Πίνακας 8.3: Τυπικές τιμές του ειδικού ρυθμού απονιτροποίησης.

Μέθοδος απομάκρυνσης αζώτου	Πηγή άνθρακα	μ_d (kgNO ₃ -N/kgVSS.day)	Θερμοκρασία (°C)
Προ - απονιτροποίηση	BOD αποβλήτων	0,030-0,110	20
Μετά - απονιτροποίηση	Κύτταρα βακτηρίων	0,017-0,048	12-27
Εξωτερική πηγή άνθρακα	Μεθανόλη	0,120-0,900	20

Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας που επιδρά στην ταχύτητα της απονιτροποίησης είναι και η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου. Η απονιτροποίηση μπορεί να πραγματοποιηθεί από μεγάλο αριθμό ετεροτροφικών βακτηριδίων και αποτελεί μια μορφή αναερόβιας αναπνοής, κατά την οποία οι μικροοργανισμοί οξειδώνουν την οργανική τροφή χρησιμοποιώντας νιτρικό άζωτο, αντί του οξυγόνου. Υπό συνθήκες έλλειψης οξυγόνου παράγεται ένα ένζυμο, το nitrate reductase, το οποίο ολοκληρώνει την μετατροπή των νιτρικών σε άζωτο. Κατά συνέπεια, η ύπαρξη υψηλή συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου παρεμποδίζει την αναγωγή των νιτρικών, καθώς αναστέλλει την παραγωγή του εν λόγω ενζύμου. Πειραματική μελέτη σε διεργασία ενεργού ιλύος αστικών υγρών αποβλήτων, έδειξε ότι συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου μεγαλύτερη ή ίση με 0.2mg/L παρεμποδίζει την απονιτροποίηση σε καλλιέργεια *Pseudomonas*. (Teraï et al., 1975).

Η παρεμποδιστική δράση του διαλυμένου οξυγόνου στην απονιτροποίηση και συγκεκριμένα στο ρυθμό ανάπτυξης των νιτροποιητικών βακτηρίων εισάγεται και στην κινητική έκφραση πολλαπλής κινητικής Monod της διεργασίας, η οποία παρουσιάζεται στη συνέχεια (Metcalf & Eddy, 2003):

$$R_H = \mu_{dm} * n * \frac{S}{K_S + S} * \frac{K_O}{K_O + S_O} * \frac{S_{NO}}{K_{NO} + S_{NO}} * X_H$$

όπου:

R_H = ρυθμός ανάπτυξης απονιτροποιητικών βακτηρίων (mg/L*d),

μ_{dm} = μέγιστος ειδικός ρυθμός ανάπτυξης απονιτροποιητικών βακτηρίων (g/g*d),

n = κλάσμα ετερότροφων απονιτροποιητικών οργανισμών,

S = συγκέντρωση οργανικού υποστρώματος (mg/L),

K_S = σταθερά ημικορεσμού οργανικού υποστρώματος (mg/L),

K_O = σταθερά ημικορεσμού διαλυμένου οξυγόνου (mg/L),

S_O = συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου (mg/L),

S_{NO} = συγκέντρωση νιτρικού αζώτου (mg/L),

K_{NO} = σταθερά ημικορεσμού για την αναγωγή νιτρικού αζώτου (mg/L),

X_H = συγκέντρωση ετερότροφων οργανισμών (mg/L),

Η διεργασία της απονιτροποίησης επηρεάζεται από τους κάτωθι παράγοντες:

- **Θερμοκρασία:** Γενικά η θερμοκρασία των αποβλήτων επηρεάζει έντονα την ανάπτυξη των απονιτροποιητικών βακτηρίων. Αυξανόμενης της θερμοκρασίας, αυξάνεται και η ταχύτητα της απονιτροποίησης.
- **pH:** Με την απονιτροποίηση παράγεται αλκαλικότητα με αποτέλεσμα την αύξηση του pH. Ωστόσο η αλκαλικότητα που παράγεται αντισταθμίζει περίπου κατά το μισό αυτή

που χάνεται κατά την νιτροποίηση. Γενικά, σε αντίθεση με τη νιτροποίηση, δεν έχει παρατηρηθεί έντονη επίδραση του pH στην ταχύτητα της απονιτροποίησης. Ως βέλτιστη περιοχή του pH θεωρείται η 7.5-7.8. Για τιμές pH μεταξύ 7 και 8, δεν παρατηρείται σημαντική επίδραση στο ρυθμό της απονιτροποίησης, ωστόσο, οι Dawson και Murphy (1972) έδειξαν σε πειράματα που πραγματοποίησαν σε καλλιέργειες χωρίς περίοδο εγκλιματισμού, ότι ο ρυθμός απονιτροποίησης μειώνεται όταν το pH μεταβάλλεται από 7 σε 6. Τέλος, έχει βρεθεί ότι η απονιτροποίηση παρεμποδίζεται σε όξινες συνθήκες.

Μετά τη δεξαμενή αερισμού το μίγμα λυμάτων και μικροοργανισμών που ονομάζεται ανάμικτο υγρό (MLSS), εισέρχεται στη δεξαμενή διαύγασης, όπου πραγματοποιείται ο διαχωρισμός των μικροοργανισμών και τυχόν προσροφημένων σωματιδίων, από τη μη χρησιμοποιηθείσα (ανόργανη – μη βιοδιασπώμενη) τροφή μέσω διήθησης με μεμβράνες. Η διαυγασμένη εκροή, οδηγείται με άντληση προς περαιτέρω απολύμανση και επαναχρησιμοποίηση ή/και διάθεση στον επιλεγμένο αποδέκτη. Οι μικροοργανισμοί από τον πυθμένα της δεξαμενής ανακυκλοφορούνται στη δεξαμενή αερισμού με άντληση, έτσι ώστε να έρθουν σε επαφή με "φρέσκα" λύματα. Για πλήρη ανακυκλοφορία, η συγκέντρωση της βιομάζας στη δεξαμενή αερισμού θα αυξάνει έως ότου η ταχύτητα "καθαρής" παραγωγής νέων μικροοργανισμών μηδενιστεί, δηλαδή όταν η ταχύτητα παραγωγής θα ισούται με την ταχύτητα καταστροφής τους λόγω της ενδογενούς αναπνοής. Στην περίπτωση αυτή η συγκέντρωση του συνόλου των αιωρούμενων στερεών στη δεξαμενή αερισμού θα συνεχίσει να αυξάνεται λόγω πλήρους συγκράτησης στο σύστημα των συνεχώς εισερχόμενων δια μέσου των λυμάτων αιωρούμενων ανόργανων και μη βιοδιασπάσιμων στερεών. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο να απομακρύνεται συνεχώς ένα ποσοστό της βιομάζας από το σύστημα, ποσοστό που το μέγεθός του σχετίζεται με τον τύπο και τη φόρτιση της εγκατάστασης. Η απομακρυνόμενη βιομάζα αποτελεί την "περίσσεια" ιλύ του συστήματος, η οποία πριν τη διάθεσή της υφίσταται κατάλληλη επεξεργασία.

8.2.3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Οι υγειονομολογικοί υπολογισμοί για τη διαστασιολόγηση του βιοαντιδραστήρα πραγματοποιήθηκαν με τη μέση ημερήσια παροχή (παροχή σχεδιασμού). Συνολικά προβλέπονται δύο παράλληλες γραμμές επεξεργασίας, έκαστη εκ των οποίων θα περιλαμβάνει τις κάτωθι διακριτές δεξαμενές:

- Ανοξική δεξαμενή για ανάντη απονιτροποίηση (προ-απονιτροποίηση),
- Αερόβια δεξαμενή για απομάκρυνση οργανικού άνθρακα και νιτροποίηση,
- Αντλιοστάσιο εσωτερικής ανακυκλοφορίας (νιτρικών) στο κατάντη άκρο κάθε δεξαμενής αερισμού,

Επιπλέον, η βιολογική επεξεργασία περιλαμβάνει:

- Ενιαία δεξαμενή διαύγασης του ανάμικτου υγρού με τη χρήση βυθιζόμενων μεμβρανών υπερδιήθησης (κοινή και για τις δύο γραμμές βιολογικής βαθμίδας),
- Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας της περίσσειας ιλύος από τη δεξαμενή διαύγασης προς το μεριστή παροχής του βιοαντιδραστήρα.

Η διαστασιολόγηση της μονάδας βιολογικής επεξεργασίας και του εξοπλισμού της έγινε με τις παρακάτω βασικές παραδοχές:

- Μέγιστη ογκομετρική φόρτιση: $0,6 \text{ kg BOD}_5 / \text{m}^3\text{-d}$ (στο σύνολο του όγκου),
- Μέγιστη φόρτιση στερεών: $0,1 \text{ kg BOD}_5 / \text{kgMLSS-d}$ (στο σύνολο του όγκου),
- Ελάχιστη ηλικία ιλύος: 20 ημέρες,
- Συγκέντρωση MLSS: 10.000 mg/l .

Τα δεδομένα σχεδιασμού βάσει των οποίων πραγματοποιήθηκε η διαστασιολόγηση του βιοαντιδραστήρα MBR παρουσιάζονται στον Πίνακα 8.4.

Πίνακας 8.4: Βασικά δεδομένα σχεδιασμού.

Δεδομένα σχεδιασμού Παράμετρος	Μονάδες	Α' Φάση		Β' Φάση	
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ
Ημερήσια παροχή σχεδιασμού	m ³ /ημέρα	866,2	1.000	957	1.100
Ημερήσιο φορτίο εισόδου στη βιολογική βαθμίδα					
BOD	Kg/d	259,9	300	287,1	330
	mg/l	300	300	300	300
SS	Kg/d	281,5	325	311	357,5
	mg/l	325	325	325	325
TKN	Kg/d	52	60	57,4	66
	mg/l	60	60	60	60
TP	Kg/d	17,3	20	19,1	22
	mg/l	20	20	20	20
Απαιτήσεις εκροής					
BOD ₅	mg/l	< 10	< 10	< 10	< 10
SS	mg/l	< 10	< 10	< 10	< 10
Αμμωνιακό άζωτο	mg/l	< 2	< 2	< 2	< 2
Ολικό άζωτο	mg/l	< 15	< 15	< 15	< 15
P	mg/l	< 4	< 4	< 4	< 4
Κολοβακτηρίδια (E.Coli)	απ./100ml	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50
Υπολειμματικό χλώριο	mg/l	0,5	0,5	0,5	0,5
Διαλυμένο Οξυγόνο (DO)	mg/l	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 5

8.2.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Απομάκρυνση φωσφόρου για την αντιμετώπιση ευτροφισμού του αποδέκτη

Καθώς ο τελικός αποδέκτης είναι ο Αώος ποταμός, στο σχεδιασμό, λαμβάνεται υπόψη η ανάγκη απομάκρυνσης φωσφόρου από τα εισερχόμενα λύματα.

Η απομάκρυνση του φωσφόρου από τα αστικά λύματα μπορεί να γίνει είτε με βιολογικές διεργασίες είτε με χημικές. Οι χημικές μέθοδοι βασίζονται στη δημιουργία αδιάλυτων ιζημάτων φωσφόρου με την προσθήκη κατάλληλων κροκκιωτικών, τα οποία στη συνέχεια καθιζάνουν και αφαιρούνται από το σύστημα. Τα συνηθέστερα κροκκιωτικά που χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση φωσφόρου είναι ο ασβέστης (CaO) και τα άλατα αργιλίου (Al) και σιδήρου (Fe). Κατά τη χημική απομάκρυνση φωσφόρου μόνο οι ανόργανες μορφές του (ορθοφωσφορικά και πολυφωσφορικά) μπορούν να απομακρυνθούν

ως ιζήματα. Από τις ενώσεις του ανόργανου φωσφόρου τα ορθοφωσφορικά απομακρύνονται με μεγαλύτερη ευκολία σε σχέση με τα πολυφωσφορικά.

Στην περίπτωση της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων της Κόνιτσας, έχει προβλεφθεί στο σχεδιασμό η δοσομέτρηση τριχλωριούχου σιδήρου (FeCl_3) για τη χημική απομάκρυνση φωσφόρου στην τελική εκροή μέχρι και την τιμή των 4mg/L. Η χημική απομάκρυνση φωσφόρου πραγματοποιείται στη δεξαμενή των μεμβρανών. Αναλυτικοί υπολογισμοί παρατίθενται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 8.5).

Πίνακας 8.5: Υπολογισμοί χημικής αποφωσφόρωσης.

Παράμετρος	Μον.	Α' Φάση		Β' Φάση	
		Χειμώνας	Θέρος	Χειμώνας	Θέρος
$X_{P,BM}$ (φωσφορος δεσμευόμενος στη λάσπη)	mg/l	3,6	3,6	3,6	3,6
$X_{P,BioP}$ (βιοαποφωσφόρωση)	mg/l	0	0	0	0
$X_{P,Prec}$ (φώσφορος για χημική κατακρύμνιση)	mg/l	12,4	12,4	12,4	12,4
	kg/d	10,7	12,4	11,9	13,6
$X_{P,AN}$ (εκροή χωρίς αποφωσφόρωση)	mg/l	16,4	16,4	16,4	16,4
Απαιτούμενος σίδηρος	kg/d	29	33,5	32	36,8
Απαιτούμενο FeCl_3	kg/d	83,4	96,3	92,1	105,9
Ειδικό βάρος κροκιδωτικού	kg/m ³	1400	1400	1400	1400
Περιεκτικότητα σε FeCl_3	%	40	40	40	40
Απαιτούμενο FeCl_3	m ³ /day	0,149	0,172	0,164	0,189
	lt/hr	6,2	7,2	6,9	7,9
Αριθμός δοσομετρικών αντλιών σε λειτουργία	N	1	1	1	1
Επιλεγόμενη αντλία	lt/h	10	10	10	10
Χρόνος λειτουργίας αντλιών	hr/day	14,89	17,19	16,45	18,91
Απαιτούμενος όγκος δοχείου αποθήκευσης για 10 ημέρες	lt	148,9	171,88	164,49	189,07
$SP_{d,P, chem}$	kgSS/d	73,04	84,32	80,69	92,75

Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα απαιτείται αντλία 10L/h και δοχείο 500L για την αποθήκευση του διαλύματος για 10 ημέρες.

Τα χημικά για την πραγματοποίηση της χημικής αποφωσφόρωσης τοποθετούνται στο κτίριο φυσητήρων.

Απομάκρυνση αζώτου μέσω νιτροποίησης – απονιτροποίησης

Το ισοζύγιο αζώτου στις δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας της Ε.Ε.Λ. παρουσιάζεται ακολούθως (Πίνακας 8.6).

Πίνακας 8.6: Ισοζύγιο Αζώτου.

Παράμετρος	Μονάδες	Α' Φάση		Β' Φάση	
		Χειμώνας	Θέρος	Χειμώνας	Θέρος
Συντελεστής δέσμευσης αμμωνιακού αζώτου κατά την κυτταρική σύνθεση ενεργού ιλύος	KgN-NH ₄ /KgBODr	0,03	0,03	0,03	0,03
Ημερήσια ποσότητα απομακρυνόμενου BOD	KgBODr/d	254,87	293,84	283,17	325,02
Ημερήσια ποσότητα δεσμευόμενου αζώτου	Kg/d	7,65	8,82	8,50	9,75
Ποσότητα υπολειπόμενου αζώτου	Kg/d	44,35	51,18	48,90	56,25
Ποσοστό συγκέντρωσης αφομοιούμενου αζώτου για σύνθεση προς συγκέντρωση συνολικού εισερχόμενου	max 15%	14,70%	14,69%	14,80%	14,77%
Φορτίο εξόδου αμμωνιακού αζώτου	Kg/d	1,73	2	1,91	2,2
Ποσότητα νιτροποίησης αμμωνιακού αζώτου	Kg/d	40,02	46,18	44,12	50,75
Ποσοστό νιτροποίησης στην βιολ. βαθμίδα	%	90,24	90,23	90,23	90,22
Ποσοστό νιτροποίησης της εγκατάστασης	%	76,97	76,97	76,87	76,89
Φορτίο εξόδου νιτρικού αζώτου	Kg/d	8,66	10	9,57	11
Φορτίο εξόδου οργανικού αζώτου	Kg/d	2,6	3	2,87	3,3
Ποσότητα απονιτροποίησης NO ₃ -N	Kg/d	31,36	36,18	34,55	39,75
Ποσοστό απονιτροποίησης στη βιολ. βαθμ.	%	78,36	78,35	78,31	78,32
Ποσοστό απονιτροποίησης της εγκατάστασης	%	60,32	60,31	60,20	60,23

Ανοξική δεξαμενή

Στο ανοξικό διαμέρισμα αντίδρασης λαμβάνει χώρα προαπονιτροποίηση (pre-denitrification) των λυμάτων. Για το σκοπό αυτό, το νιτροποιημένο ανάμικτο υγρό ανακυκλοφορείται μέσω κατάλληλων αντλιών από τη δεξαμενή αερισμού στην είσοδο της

ανοξικής δεξαμενής, όπου αναμιγνύεται με το ρεύμα τροφοδοσίας των λυμάτων από τη δεξαμενή εξισορρόπησης.

Η ανάμιξη εντός της ανοξικής δεξαμενής πραγματοποιείται μέσω υποβρύχιου αναδευτήρα οριζόντιας ροής τύπου προπέλας. Η ταχύτητα περιστροφής της έλικας του αναδευτήρα θα ρυθμίζεται μέσω μετατροπέα συχνότητας στρωφών (inverter). Ο αναδευτήρας θα είναι εγκατεστημένος σε κατάλληλο βάθος στο τμήμα εισόδου του ανοξικού διαμερίσματος και θα στηρίζεται σε κυλινδρική ράβδο-οδηγό καθέλκυσης και ανέλκυσής του.

Στη δεξαμενή αυτή, οι ετερότροφοι απονιτροποιητικοί μικροοργανισμοί μετατρέπουν υπό ανοξικές συνθήκες ($DO < 0.50 \text{ mg/L}$) τα ανακυκλοφορούμενα νιτρικά ιόντα (NO_3^-) σε αέριο άζωτο (N_2) με σημαντική κατανάλωση βιοδιασπώμενου COD από το "φρέσκο" ρεύμα τροφοδοσίας και παραγωγή αλκαλικότητας (η οποία εν μέρει αντισταθμίζει την κατανάλωση αλκαλικότητας από τη νιτροποίηση στη δεξαμενή αερισμού και τη χημική κατακρήμνιση του φωσφόρου).

Η ανακυκλοφορία των νιτρικών γίνεται από τη δεξαμενή αερισμού με κατάλληλες υποβρύχιες αντλίες. Συνολικά, προβλέπονται δύο αντλιοστάσια εσωτερικής ανακυκλοφορίας, ένα για κάθε γραμμή επεξεργασίας.

Ο ημερήσιος ρυθμός απονιτροποίησης προκύπτει από το μέγιστο ρυθμό αφού διορθωθεί για τη θερμοκρασία και τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου σύμφωνα με τη σχέση:

$$U_{DN} = U_{DN,20} \cdot \theta^{(T-20)} (1 - D.O.)$$

Όπου:

$U_{DN,20}$: ο μέγιστος ρυθμός απονιτροποίησης στους 20°C , $U_{DN,20} = 0,06 \text{ KgNO}_3^-/\text{KgMLVSS/d}$

θ : θερμοκρασιακός συντελεστής, $\theta = 1,09$

T: η θερμοκρασία σχεδιασμού

D.O.: το διαλυμένο οξυγόνο στην ανοξική δεξαμενή, $D.O. = 0,3 \text{ mg/L}$

Εφαρμόζοντας το ισοζύγιο μάζας στην ανοξική δεξαμενή προκύπτει ο απαιτούμενος όγκος αυτής, θέτοντας την ποσότητα των νιτρικών που πρέπει να αποδομηθούν, το ρυθμό απονιτροποίησης και τη συγκέντρωση της βιομάζας, η οποία λαμβάνεται ίση με 10.000 mg/L . Τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 8.7: Υπολογισμοί Απονιτροποίησης.

Παράμετρος	Μονάδες	Α Φάση		Β Φάση	
		Χειμώνας	Θέρος	Χειμώνας	Θέρος
Θερμοκρασία διεργασιών	°C	10	23	10	23
max ρυθμός απονιτροποίησης	KgNO ₃ -N/KgMLVSS/d	0,06	0,06	0,06	0,06
Θερμοκρασιακός συντελεστής		1,09	1,09	1,09	1,09
Συγκέντρωση DO στην ανοξική ζώνη	mg/L	0,3	0,3	0,3	0,3
Ημερήσιος ρυθμός απονιτροποίησης σε T	KgNO ₃ -N/KgMLVSS/d	0,018	0,054	0,018	0,054
Ωριαίος ρυθμός απονιτροποίησης σε T	KgNO ₃ -N/KgMLVSS/h	0,00074	0,00227	0,00074	0,00227
Ειδική ταχύτητα φθοράς	1/d	0,05	0,05	0,05	0,05
Συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών MLSS	mg/l	10.000	10.000	10.000	10.000
Ποσοστό πτητικών στερεών	%	75	75	75	75
Απαιτούμενος όγκος απονιτροποίησης	m ³	189	196	209	215

Αερόβια δεξαμενή

Στο αερόβιο διαμέρισμα αντίδρασης πραγματοποιείται η αποδόμηση του οργανικού φορτίου των λυμάτων (BOD₅ και COD). Ένα μέρος του οργανικού φορτίου οξειδώνεται απευθείας προς διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και νερό προς κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των μικροοργανισμών, ενώ ένα άλλο μέρος ενσωματώνεται στη συντιθέμενη βιομάζα (αφομοίωση).

Πέραν της αποδόμησης του οργανικού φορτίου, στο αερόβιο διαμέρισμα λαμβάνει χώρα και νιτροποίηση των λυμάτων. Η νιτροποίηση είναι μία διεργασία δύο σταδίων, όπου σε πρώτη φάση το αμμωνιακό άζωτο (NH₄-N) οξειδώνεται σε νιτρώδες άζωτο (NO₂-N), ενώ, σε δεύτερη φάση, το NO₂-N οξειδώνεται σε νιτρικό άζωτο (NO₃-N). Και στα δύο στάδια της νιτροποιητικής διεργασίας λαμβάνει χώρα σημαντική κατανάλωση διαλυμένου οξυγόνου και αλκαλικότητας. Η διεργασία πραγματοποιείται από κατάλληλους αυτότροφους μικροοργανισμούς (νιτροποιητές) που χρησιμοποιούν ως πηγή άνθρακα για τη σύνθεση νέου κυτταρικού υλικού το διαλυμένο στα λύματα CO₂.

Οι υπολογισμοί που ακολουθούν έγιναν με βάση τη διεργασία της νιτροποίησης, καθώς ως πιο αργή διαδικασία αποτελεί τον περιοριστικό παράγοντα για το σχεδιασμό.

Ο ρυθμός νιτροποίησης συναρτήσει της θερμοκρασίας σχεδιασμού και του pH των λυμάτων, προκύπτει από τη σχέση:

$$\mu_{N,T-pH} = \mu_{N,max} \cdot \theta^{(T-20)} \cdot (1 - k_{pH} \cdot (7,2 - pH))$$

όπου:

μ_N = ο ρυθμός νιτροποίησης συναρτήσει της θερμοκρασίας και του pH (kgNH₄-N/kgNSS/d)

$\mu_{N,max}$ = ο μέγιστος ρυθμός νιτροποίησης στους 20 °C, $\mu_{N,max} = 0,58$ kgNH₄-N/kgNSS/d

θ = θερμοκρασιακός συντελεστής, $\theta = 1,01$

k_{pH} = συντελεστής pH (Dowing & Knowles), $k_{pH} = 0,833$.

Αντιστοίχως, ο ρυθμός νιτροποίησης σε συνάρτηση με τη συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου, προκύπτει από τη σχέση:

$$\mu_{N,D.O.} = \mu_{N,T-pH} \cdot \frac{D.O.}{D.O. + k_{D.O.}}$$

όπου:

$\mu_{N,T-pH}$ = ο ρυθμός νιτροποίησης συναρτήσει της θερμοκρασίας και του pH (kgNH₄-N/kgNSS/d)

D.O. = συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου, D.O. = 2mg/L

$k_{D.O.}$ = συντελεστής διαλυμένου οξυγόνου, $k_{D.O.} = 1,3$ mg/L

Επομένως, ο συνολικός ρυθμός νιτροποίησης προκύπτει από τη σχέση:

$$\mu_N = \frac{[NH_4-N]}{[NH_4-N] + K_N} \cdot \mu_{N,D.O.}$$

όπου:

$$K_N = 0,42 \cdot 1,125^{(T-20)}$$

Το ποσοστό των νιτροποιητικών βακτηρίων ως προς τα πτητικά αιωρούμενα στερεά του συστήματος (MLVSS), προκύπτει από τη σχέση:

$$\%NSS = \frac{1}{\frac{1 + 0,55 \cdot \frac{BOD_{εισ.} - BOD_{στ.εξ.}}{0,15 \cdot TRN_{εισ.} - NH_{4,εξ.}}}$$

Τελικά, ο ολικός ρυθμός νιτροποίησης είναι:

$$\mu_{N,final} = \mu_N \cdot \%NSS.$$

Θεωρώντας μια τιμή λειτουργίας του συστήματος σε MLSS, ίση με 10.000mg/L και ότι το 75% αυτών είναι πτητικά, ο απαιτούμενος όγκος οξικής ζώνης προκύπτει από τη σχέση:

$$V_{αερ.} = \frac{[NH_4-N]_{vit.}}{\mu_{N,final} \cdot MLVSS}$$

όπου:

$[NH_4-N]_{vit.}$, η ποσότητα αμμωνιακού αζώτου προς νιτροποίηση (kgNH₄-N/d).

Και αντίστοιχα ο χρόνος παραμονής στην οξική ζώνη $t = \frac{V_{αερ.}}{Q_{μεσ.}}$.

Εφαρμόζοντας τις παραπάνω σχέσεις προκύπτει ο απαιτούμενος όγκος της αερόβιας δεξαμενής, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 8.8: Υπολογισμοί Αερόβιας Δεξαμενής.

Παράμετρος	Μον.	Α Φάση		Β Φάση	
		Χειμώνας	Θέρος	Χειμώνας	Θέρος
Μαx ρυθμός νιτροποίησης σε T=20 °C	KgNH ₄ -N/KgNSS/d	0,58	0,58	0,58	0,58
Θερμοκρασία διεργασιών	°C	10	23	10	23
Θερμοκρασιακός συντελεστής		1,01	1,01	1,01	1,01
pH		7,2	7,2	7,2	7,2
Συντελεστής pH (Downing and Knowles)		0,833	0,833	0,833	0,833
Ρυθμός νιτροποίησης σε συνάρτηση με pH και θερμοκρασία	KgNH ₄ -N/KgNSS/d	0,53	0,6	0,53	0,6
Συγκέντρωση DO	mg/l	2	2	2	2
Συντελεστής DO (K _o)	mg/l	1,3	1,3	1,3	1,3
Ειδική ταχύτητα φθοράς	1/d	0,05	0,05	0,05	0,05
Ρυθμός νιτροποίησης σαν συνάρτηση συγκέντρωσης DO = 2 mg/l	KgNH ₄ -N/KgNSS/d	0,32	0,36	0,32	0,36
Συντελεστής K _n	mg/l	0,13	0,6	0,13	0,6
Ρυθμός νιτροποίησης [NH ₄ -N]	KgNH ₄ -N/KgNSS/d	0,3	0,28	0,3	0,28
Ποσοστό νιτροβακτηριδίων (NSS/MLVSS)	%	5,059	5,059	5,029	5,029
Ολικός ρυθμός νιτροποίησης	KgNH ₄ -N/KgMLVSS/d	0,017	0,016	0,016	0,015
Συγκέντρωση Αιωρούμενων στερεών MLSS	mg/l	10.000	10.000	10.000	10.000
Ποσοστό πτητικών στερεών MLVSS/MLSS	%	75	75	75	75
Συγκέντρωση πτητικών στερεών MLVSS	mg/l	7.500	7.500	7.500	7.500
Απαιτούμενος όγκος αερισμού	m ³	305	346	338	369

Ο συνολικά απαιτούμενος αερόβιος όγκος για τις ανάγκες του θέρους της Β΄ φάσης βάσει των ΧΜ υπολογισμών είναι ίσος με περίπου 370m^3 . Έκαστη γραμμή επεξεργασίας θα περιλαμβάνει αερόβια δεξαμενή ωφέλιμου όγκου 196m^3 διαστάσεων $7\text{m} \times 7\text{m} \times 4\text{m}$ (βάθος) λαμβάνοντας υπόψη και συντελεστή ασφαλείας για τη διεργασία της νιτροποίησης. Στο συνολικό αερόβιο όγκο, δύναται να συνυπολογιστεί και ο ελεύθερος αερόβιος όγκος της δεξαμενής διαύγασης.

Δεξαμενή διαύγασης

Στη δεξαμενή διαύγασης πραγματοποιείται διαχωρισμός των αιωρούμενων στερεών από την επεξεργασμένη εκροή. Στο θάλαμο αυτό το υγρό διαχωρίζεται με τη βοήθεια βυθισμένων μεμβρανών. Οι μεμβράνες προσφέρουν ένα φυσικό εμπόδιο στην ροή των εμπεριεχόμενων αιωρούμενων στερεών παράγοντας μία υψηλής ποιότητας (αντίστοιχη τριτοβάθμιας επεξεργασίας) διηθημένη εκροή, ενώ παράλληλα συμπυκνώνουν το ανάμικτο υγρό (σε βιομάζα). Μέρος της βιομάζας αυτής ανακυκλοφορεί στην είσοδο (με πολύ μικρότερους λόγους ανακυκλοφορίας από τους συνήθεις των συμβατικών συστημάτων), ενώ το υπόλοιπο απομακρύνεται παροδικά ως περίσσεια ιλύος προς τη δεξαμενή συλλογής και πάχυνσής της.

Η διήθηση του υγρού πραγματοποιείται από την εξωτερική πλευρά των μεμβρανών προς το εσωτερικό τους και από εκεί καταλήγει μέσω μικροσωλήνων σε κεντρικό συλλεκτήριο σωλήνα του διηθημένου υγρού. Η φίλτραυση πραγματοποιείται με τη βοήθεια αντλίας, η οποία αντλεί από τον κεντρικό συλλεκτήριο αγωγό των μεμβρανών και καταθλίβει στην παρακείμενη δεξαμενή χλωρίωσης.

Η ροή δια μέσου των μεμβρανών (flux) θα έχει μέγιστη τιμή $0,5\text{m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ και η επιφάνεια των μεμβρανών υπερδιήθησης θα επιλεγεί για την κάλυψη των αναγκών της μέσης ημερήσιας παροχής (παροχή σχεδιασμού), δεδομένου ότι οι ωριαίες αιχμές εξισορροπούνται στη δεξαμενή εξισορρόπησης. Το ονομαστικό μέγεθος των πόρων των μεμβρανών θα είναι $\leq 0,4\mu\text{m}$, ενώ το υλικό κατασκευής τους θα είναι πολυμερές (πολυαιθυλένιο-PE, πολυπροπυλένιο-PP, πολυστυρένιο-PS και πολυβινυλιδενοδιφθορίδιο – PVDF). Ως προς τη γεωμετρική τους διαμόρφωση μπορούν να είναι:

- Μεμβράνες κοίλων ινών (Hollow fiber),
- Επίπεδες μεμβράνες (Flat plate),
- Μεμβράνες πολλαπλών σωληνίσκων (Multitube).

Ο καθαρισμός θα γίνεται με διοχέτευση χονδρών φυσαλίδων αέρα, με αντίστροφη πλύση με καθαρό νερό και με ήπια οξειδωτικά μέσα. Η μέγιστη συγκέντρωση ανάμικτου υγρού εντός της δεξαμενής μεμβρανών είναι 1,5%.

Η διαστασιολόγηση της δεξαμενής διαύγασης (μεμβρανών), εμφανίζεται στον κάτωθι πίνακα (Πίνακας 8.9).

Πίνακας 8.9: Υπολογισμοί Δεξαμενής Μεμβρανών.

Παράμετρος	Μον.	Α Φάση		Β Φάση	
		Χειμώνας	Θέρος	Χειμώνας	Θέρος
Flux σχεδιασμού μεμβρανών	m ³ /m ² .day	0,50	0,50	0,50	0,50
Ροή σχεδιασμού μεμβρανών	m ³ /day	866	1.000	957	1.100
Απαιτούμενη επιφάνεια μεμβρανών	m ²	1.732	2.000	1.914	2.200

Επιλέγεται σύστημα μεμβρανών κοίλων ινών με ελάχιστη επιφάνεια 2.200m², η οποία μπορεί να κατανέμεται σε δύο (2) συστοιχίες (modules), ή αντίστοιχα, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή των μεμβρανών. Η κάθε συστοιχία μεμβρανών (module) τροφοδοτείται ξεχωριστά από το δίκτυο αέρα, ενώ έχει ανεξάρτητο σύστημα σωληνώσεων για την απαγωγή του διαυγασμένου υγρού. Οι σωληνώσεις από όλες τις συστοιχίες ενώνονται με κατάλληλες δικλίδες σε κεντρικό αγωγό άντλησης του επεξεργασμένου. Με τον τρόπο αυτό παρέχεται ευελιξία στη λειτουργία κάθε συστοιχίας. Ο καθαρισμός θα γίνεται με διοχέτευση φυσαλίδων αέρα, με αντίστροφη πλύση με καθαρό νερό και με ήπια οξειδωτικά μέσα. Οι συστοιχίες μεμβρανών θα βρίσκονται βυθισμένες εντός προκατασκευασμένης δεξαμενής με τη μορφή container διαστάσεων 2,40m x 6,00m x 2,85m (ύψος), η οποία θα εξυπηρετεί και τις δύο γραμμές επεξεργασίας.

Οι διαστάσεις και τα βασικά μεγέθη των δεξαμενών της βιολογικής βαθμίδας συνοψίζονται κατωτέρω (Πίνακας 8.10).

Πίνακας 8.10: Τελικές επιλογές διαστάσεων Δεξαμενών Βιολογικής Βαθμίδας.

Παράμετρος	Μον.	Α' Φάση		Β' Φάση	
		Χειμώνας	Θέρος	Χειμώνας	Θέρος
Απονιτροποίηση					
Αριθμός δεξαμενών σε λειτουργία	-	2	2	2	2
Μήκος δεξαμενής	m	7	7	7	7
Πλάτος δεξαμενής	m	5	5	5	5
Ενεργό βάθος δεξαμενής	m	3,5	3,5	3,5	3,5

Παράμετρος	Μον.	Α' Φάση		Β' Φάση	
		Χειμώνας	Θέρος	Χειμώνας	Θέρος
Συνολικός ωφέλιμος όγκος απονιτροποίησης	m ³	245	245	245	245
Αερισμός					
Αριθμός δεξαμενών σε λειτουργία	-	2	2	2	2
Μήκος δεξαμενής	m	7	7	7	7
Πλάτος δεξαμενής	m	7	7	7	7
Ενεργό βάθος δεξαμενής	m	4	3,5	3,5	3,5
Ωφέλιμος όγκος νιτροποίησης	m ³	392	392	392	392
Διαύγαση ανάμικτου υγρού με μεμβράνες					
Αριθμός δεξαμενών σε λειτουργία	-	1	1	1	1
Μήκος δεξαμενής	m	6	6	6	6
Πλάτος δεξαμενής	m	2,4	2,4	2,4	2,4
Ενεργό βάθος δεξαμενής	m	2,85	2,85	2,85	2,85
Συνολικός όγκος δεξαμενών μεμβρανών	m ³	41	41	41	41
Όγκος κασετών μεμβρανών	m ³	14	14	14	14
Συνολικός επιπλέον όγκος αερισμού	m ³	27	27	27	27
Τελικός συνολικός όγκος αερισμού	m ³	419	419	419	419

Υπολογισμός παραγόμενης ιλύος

Η καθαρή παραγωγή βιομάζας ανά ημέρα προκύπτει από το άθροισμα της παραγόμενης βιομάζας από την ανάπτυξη των μικροοργανισμών και των αδρανών στερεών που εισέρχονται στα λύματα αφαιρώντας την ποσότητα της βιομάζας που αφαιρείται από το σύστημα προκειμένου να διατηρηθεί ο επιθυμητός χρόνος παραμονής στερεών για τη σταθεροποίηση της ιλύος. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία το ποσοστό των οργανικών στερεών στα εισερχόμενα λύματα είναι περίπου το 70% των συνολικών αιωρούμενων στερεών. Επομένως, η συγκέντρωση των αδρανών στερεών στα εισερχόμενα λύματα θεωρείται το 30% των εισερχόμενων ολικών αιωρούμενων στερεών.

Πίνακας 8.11: Υπολογισμοί παραγόμενης ιλύος.

Παράμετρος	Μονάδα	Α Φάση		Β Φάση	
		Χειμώνας	Θέρος	Χειμώνας	Θέρος
Συντελεστής παραγωγής Βιομάζας	KgSS/Kg BODr	0,97	0,92	0,97	0,92

Ημερήσια παραγωγή ιλύος	Kg/d	247,3	271	273,2	298,1
Παραγωγή χημικής ιλύος από την αποφωσφόρωση	Kg/d	73,04	84,32	80,69	92,75
Συνολικά παραγόμενη ιλύς	Kg/d	320	355	354	391

Απαιτήσεις οξυγόνου

Ο αέρας (οξυγόνο) που απαιτούν οι αερόβιοι αντιδραστήρες παροχετεύεται διαμέσου λοβοειδών φυσητήρων και κατάλληλου δικτύου σωληνώσεων. Για τη διάχυση της αναγκαίας ποσότητας αέρα σε κάθε δεξαμενή, χρησιμοποιείται κατάλληλα διαστασιοποιημένο δίκτυο σωληνώσεων από ανοξείδωτο χάλυβα και PVC (όπου είναι βυθισμένοι σε λύματα), το οποίο οδηγεί σε διαχύτες λεπτής φυσαλίδας μεμβράνης (EPDM). Η διάταξη των εν λόγω διαχυτών στον πυθμένα των βιοαντιδραστήρων γίνεται κατά τρόπο τέτοιο ώστε η πίεση σε αυτούς να εξισορροπείται και να επιτυγχάνεται η βέλτιστη κατανομή αέρα (circuit pipe-network) στο σύνολο του υγρού όγκου αντίδρασης.

Η συνολική απαίτηση του συστήματος σε οξυγόνο συνίσταται στην ποσότητα που απαιτείται για την οξειδωση του οργανικού κλάσματος των λυμάτων (OU_{dC}), στην ποσότητα που απαιτείται για τη νιτροποίηση της εισερχόμενης αμμωνίας σε νιτρικό άζωτο ($OU_{d,N}$) αφαιρώντας την ποσότητα οξυγόνου που παράγεται κατά την απονιτροποίηση ($OU_{d,D}$):

$$OU_d = OU_{dC} + OU_{d,N} - OU_{d,D}$$

Η ειδική απαίτηση οξυγόνου για την αποδόμηση των ανθρακούχων ενώσεων είναι συνάρτηση της ηλικίας λάσπης και της θερμοκρασίας των αποβλήτων, και δίνεται από τη σχέση:

$$OU_{d,C,BOD} = 0.56 + \frac{0.15 \times SRT \times F_T}{1 + 0.17 \times SRT \times F_T}, \text{ σε kg O}_2/\text{kg BOD}_5$$

όπου:

$$F_T = 1.072^{(T-15)}, \text{ συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας}$$

$$SRT = \text{ηλικία αιωρούμενης λάσπης, 20 d}$$

Η ειδική απαίτηση οξυγόνου παρουσιάζεται κατωτέρω (Πίνακας 8.12).

Πίνακας 8.12: Ειδική απαίτηση οξυγόνου.

Παράμετρος	Μον.	Α' Φάση		Β' Φάση	
		Χειμώνας	Θέρος	Χειμώνας	Θέρος
$OU_{d,C,BOD}$	kg O ₂ /kg BOD ₅	1,18	1,32	1,18	1,32

Η συνολική απαίτηση οξυγόνου για την αποδόμηση των ανθρακούχων ενώσεων, είναι:
 $OU_{d,c} = BOD_{rem} \times OU_{d,C}$, BOD, σε kg O₂/d.

Όπου

BOD_{rem}: το απομακρυνόμενο οργανικό φορτίο (είσοδος - έξοδος) σε kg BOD/d.

Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 8.13):

Πίνακας 8.13: Απαίτηση οξυγόνου για αποδόμηση ανθρακούχων ενώσεων.

Παράμετρος	Μονάδες	Α' Φάση		Β' Φάση	
		Χειμώνας	Θέρος	Χειμώνας	Θέρος
OU _{d,c}	KgO ₂ /d	301	388	334	429

Αντιστοίχως, η ποσότητα οξυγόνου που απαιτείται για την νιτροποίηση του αμμωνιακού αζώτου σε νιτρικά είναι:

$$OU_{d,N} = 4,3 * [NH_4-N]_{νιτρ}$$

Όπου

[NH₄-N]_{νιτρ}: η νιτροποιούμενη ποσότητα αζώτου σε kg/d.

Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στον πίνακα 8.14.

Πίνακας 8.14: Απαίτηση οξυγόνου για νιτροποίηση.

Παράμετρος	Μονάδες	Α' Φάση		Β' Φάση	
		Χειμώνας	Θέρος	Χειμώνας	Θέρος
OU _{d,N}	KgO ₂ /d	165	190	182	209

Τέλος, η «προσθήκη» οξυγόνου λόγω των νιτρικών που απονιτροποιούνται είναι:

$$OU_{d,D} = 2,9 * [NO_3-N]_{απον}$$

Όπου

[NH₄-N]_{νιτρ}: η απονιτροποιούμενη ποσότητα νιτρικών σε kg/d.

Τα αποτελέσματα εμφανίζονται κατωτέρω (Πίνακας 8.15).

Πίνακας 8.15: Παραγωγή οξυγόνου κατά την απονιτροποίηση.

Παράμετρος	Μονάδες	Α' Φάση		Β' Φάση	
		Χειμώνας	Θέρος	Χειμώνας	Θέρος
OU _{d,D}	KgO ₂ /d	86	99	95	109

Η μέγιστη απαίτηση οξυγόνου διαμορφώνεται λαμβάνοντας υπόψη συντελεστές αιχμής σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$OU_{d,max} = f_c \times (OU_{d,c} - OU_{d,D}) + f_n \times OU_{d,n}$$

όπου:

OU_{d,max} = μέγιστη απαίτηση οξυγόνου, kg O₂/d

f_c = συντελεστής αιχμής για τον άνθρακα που λαμβάνεται ίσος με 1,1 το χειμώνα και 1,15 το καλοκαίρι

f_n = συντελεστής αιχμής για τη νιτροποίηση που λαμβάνεται ίσος με 2

Με αντικατάσταση, προκύπτει η μέγιστη απαίτηση σε οξυγόνο από το σύστημα σε πραγματικές συνθήκες (Πίνακας 8.16).

Πίνακας 8.16: Μέγιστη ημερήσια απαίτηση οξυγόνου

Παράμετρος	Μονάδες	Α' Φάση		Β' Φάση	
		Χειμώνας	Θέρος	Χειμώνας	Θέρος
$OU_{d,max}$	kg O ₂ /d	565,4	712	626,6	786

Όπως αναμένεται, η μέγιστη απαίτηση οξυγόνου αντιστοιχεί στο θέρος.

Η απαίτηση σε οξυγόνο σε πρότυπες συνθήκες προκύπτει από τη διαίρεση της απαίτησης σε οξυγόνο σε πραγματικές συνθήκες διά του συντελεστή διόρθωσης N/N_o .

Ο συντελεστής διόρθωσης δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$N/N_o = \frac{\beta \times C_s - C_L}{9.17} \times \alpha \times (1.024)^{(T-20)}$$

Όπου:

N = η μεταφορά σε πραγματικές συνθήκες πεδίου, kg O₂/d,

N_o = μεταφορά οξυγόνου σε πρότυπες συνθήκες, kg O₂/d,

β = σταθερά ίση προς 0.95, αδιάστατη,

C_s = συγκέντρωση κορεσμού για καθαρό νερό σε πραγματικές συνθήκες,

$C_s = C_{sw} \times (1 - 0.11 \times H)$ σε mg/L,

C_{sw} = συγκέντρωση κορεσμού σε μηδενικό υψόμετρο και θερμοκρασία T , mg/L

H = υψόμετρο σε km

C_L = επιθυμητή συγκέντρωση οξυγόνου, $C_L = 2.0$ mg/L

α = διορθωτικός συντελεστής για το ανάμικτο υγρό, ίσος με:

$$\alpha = e^{-0.084 \times MLSS},$$

$MLSS$ = συγκέντρωση ανάμικτου υγρού σε kg/m³

T = θερμοκρασία, °C

Από τους υπολογισμούς λαμβάνεται μέσο υψόμετρο H ίσο με 10m, ήτοι 0.01Km. Από πίνακες για το επίπεδο της θάλασσας και υψηλή σχετική υγρασία (μέχρι 95%), και για μέση θερμοκρασία λυμάτων 15°C και 20°C, προκύπτει ότι η C_{sw} ισούται με 10.1 και 9.1 mg/L, αντίστοιχα.

Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 8.17).

Πίνακας 8.17: Μέγιστη απαίτηση οξυγόνου σε πρότυπες συνθήκες .

Παράμετρος	Μονάδα	Α' Φάση		Β' Φάση	
		Χειμώνας	Θέρος	Χειμώνας	Θέρος
OUd,max (σε πρότυπες συνθήκες)	kg O ₂ /d	1.745	2.286	1.934	2.523
Συντελεστής διόρθωσης N/No	---	0,32	0,31	0,32	0,31

Με βάση τους ανωτέρω υπολογισμούς και θεωρώντας συντελεστή απόδοσης περίπου 30% για διαχυτήρες λεπτής φυσαλίδας για τη βύθιση των 3,5m προκύπτει η απαίτηση των φυσητήρων των δεξαμενών αερισμού όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 8.18).

Πίνακας 8.18: Υπολογισμοί φυσητήρων των δεξαμενών αερισμού.

Παράμετρος	Μονάδα	Α' Φάση		Β' Φάση	
		Χειμώνας	Θέρος	Χειμώνας	Θέρος
OUd,max (μέγιστη σε πρότυπες συνθήκες)	kg O ₂ /d	1.745	2.286	1.934	2.523
SOTE	%	31	31	31	31
Αριθμός φυσητήρων εν λειτουργία	-	2	2	2	2
Απαιτούμενη δυναμικότητα έκαστου φυσητήρα	Nm ³ /hr	405,8	556,0	470,4	613,6

Τελικά επιλέγεται η εγκατάσταση τριών φυσητήρων εκ των οποίων ο ένας θα είναι εφεδρικός δυναμικότητας 650Nm³/hr στα 450mbar έκαστος.

8.3. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΕΚΡΟΗΣ – ΑΠΟΧΛΩΡΙΩΣΗ –ΜΕΤΑΕΡΙΣΜΟΣ-ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ

Κατόπιν της διαύγασής τους, τα επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται στη μονάδα απολύμανσης, όπου υφίστανται χλωρίωση με στόχο την απομάκρυνση μικροβιακού φορτίου και στη συνέχεια αποχλωρίωση για την εξουδετέρωση του υπολειμματικού χλωρίου, ώστε να μπορούν πλέον να διατεθούν στον τελικό αποδέκτη ή/και να επαναχρησιμοποιηθούν για απεριόριστη άρδευση .

Η μονάδα απολύμανσης-μεταερισμού θα περιλαμβάνει τα κάτωθι τμήματα:

- Φρεάτιο εισόδου, στο οποίο γίνεται η δοσομέτρηση του αντιδραστηρίου χλωρίωσης (δ/μα NaOCl 14%),

- Μαϊάνδρο χλωρίωσης με 5 κανάλια συνολικού μήκους ροής 40m, στο εσωτερικό του οποίου λαμβάνει χώρα η επαφή της δευτεροβάθμιας εκροής με το αντιδραστήριο απολύμανσης,
- Φρεάτιο αποχλωρίωσης, στο οποίο γίνεται η δοσομέτρηση του αντιδραστήριου αποχλωρίωσης (δ/μα $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 30%) και η απομάκρυνση του υπολειμματικού χλωρίου,
- Διάταξη Μεταερισμού με τουλάχιστον τέσσερις (4) βαθμίδες και ελάχιστο συνολικό ύψος για αερισμό με βαθμίδες $H=1.2$ m,
- Φρεάτιο εξόδου - δειγματοληψίας.

Το φρεάτιο εξόδου - δειγματοληψίας θα συνδέεται με το αρχικό φρεάτιο του αγωγού διάθεσης. Στο φρεάτιο εξόδου - δειγματοληψίας, θα τοποθετηθεί δειγματολήπτης για τον έλεγχο της επεξεργασμένης εκροής.

8.3.1. ΧΛΩΡΙΩΣΗ – ΑΠΟΧΛΩΡΙΩΣΗ

Κατόπιν της βιολογικής επεξεργασίας και διαύγασης, τα επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται στη μονάδα χλωρίωσης όπου έρχονται σε επαφή με διάλυμα NaOCl , περιεκτικότητας 14% σε ενεργό χλώριο. Η δεξαμενή χλωρίωσης σχεδιάζεται μαιανδρική, για τη διασφάλιση εμβολοειδούς ροής και τη μεγιστοποίηση της διαδρομής των λυμάτων εντός αυτής.

Σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. 145116/2011 (ΦΕΚ 356/Β/8-32011) για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για απεριόριστη άρδευση, θα πρέπει στη μονάδα χλωρίωσης κατά την εφαρμογή της χλωρίωσης να εξασφαλίζεται συγκέντρωση υπολειμματικού χλωρίου ≥ 2 mg/l, εμβολοειδής ροή (λόγος μήκους ροής/πλάτος μεγαλύτερο ή ίσο από 40) και ελάχιστος χρόνος επαφής 60 min, ενώ η αναγκαιότητα αποχλωρίωσης πριν από την επαναχρησιμοποίηση θα εξετάζεται κατά περίπτωση.

Στη συνέχεια φαίνονται τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της μαιανδρικής δεξαμενής χλωρίωσης και τα αποτελέσματα του ελέγχου για το χρόνο επαφής των λυμάτων με το απολυμαντικό μέσο υπό παροχή αιχμής και μέση παροχή σχεδιασμού. Επιπλέον, γίνεται ο έλεγχος της απολυμαντικής δράσης με την εφαρμογή της σχέσης:

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{(1 + 0,23 \cdot C \cdot t)^{-3}}$$

Όπου:

N: η συγκέντρωση κολοβακτηριδίων στην έξοδο της απολύμανσης, TC/100mL,

N_0 : η συγκέντρωση κολοβακτηριδίων στην είσοδο της απολύμανσης, TC/100mL,

C: η συγκέντρωση υπολειμματικού χλωρίου, $C = 0,5$ mg/L,

T: ο χρόνος επαφής των λυμάτων με το απολυμαντικό μέσο, min.

Πίνακας 8.19: Υπολογισμοί χλωρίωσης - αποχλωρίωσης.

Παράμετρος	Μον.	Α Φάση		Β Φάση	
		Χειμώνας	Θέρος	Χειμώνας	Θέρος
Αριθμός δεξαμενών	n	1	1	1	1
Τύπος μονάδας	Καναλιών μαιανδρικού τύπου				
Αριθμός καναλιών	n	5	5	5	5
Συνολικό μήκος ροής	m	40	40	40	40
Μήκος εκάστου καναλιού	m	8	8	8	8
Πλάτος εκάστου καναλιού	m	1	1	1	1
Ενεργό βάθος δεξαμενής	m	1,5	1,5	1,5	1,5
Ωφέλιμος όγκος χλωρίωσης	m ³	60	60	60	60
Χρόνος παραμονής χλωρίωσης	min	65,5	65,5	65,5	65,5
Απαιτούμενη δόση χλωρίου	mg/l	2,5	2,5	2,5	2,5
Δοσομετρική αντλία χλωρίου	lt/hr	2	2	2	2
Μήκος φρεατίου αποχλωρίωσης	m	1	1	1	1
Πλάτος φρεατίου αποχλωρίωσης	m	1	1	1	1
Ενεργό βάθος φρεατίου αποχλωρίωσης	m	1,5	1,5	1,5	1,5
Ωφέλιμος όγκος αποχλωρίωσης	m ³	1,5	1,5	1,5	1,5
Απαιτούμενη δόση μεταδιθειώδους νατρίου	mg/l	5,9	5,9	5,9	5,9
Δοσομετρική μεταδιθειώδους νατρίου	lt/hr	2	2	2	2

Θα εγκατασταθούν δύο δοσομετρικές αντλίες χλωρίωσης (εκ των οποίων η μία εφεδρική) και δύο δοσομετρικές αντλίες αποχλωρίωσης (εκ των οποίων η μία εφεδρική) ονομαστικής παροχής 10lt/hr. Επίσης για την δεκαήμερη αποθήκευση των διαλυμάτων θα εγκατασταθούν δύο δοχεία των 500l έκαστο για κάθε διάλυμα (υποχλωριώδους νατρίου και μεταδιθειώδους νατρίου).

8.3.2 ΜΕΤΑΕΡΙΣΜΟΣ

Από το φρεάτιο αποχλωρίωσης, η επεξεργασμένη εκροή οδηγείται στη διάταξη μεταερισμού με στόχο την επίτευξη της απαιτούμενης συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου (DO=5 mg/L) για διάθεση στον Αώο ποταμό. Το απαιτούμενο ύψος για αερισμό με βαθμίδες δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$H = \frac{R-1}{0.361ab(1+0.046T)}, \text{ όπου:}$$

R = λόγος έλλειψης σε οξυγόνο,

$$R = \frac{C_s - C_0}{C_s - C_L}$$

C_s = συγκέντρωση κορεσμού οξυγόνου σε θερμοκρασία T ,

C_0 = συγκέντρωση οξυγόνου στην είσοδο της διάταξης μεταερισμού, $C_0 = 2,0 \text{ mg/L}$,

C_L = επιθυμητή συγκέντρωση οξυγόνου, $C_L = 5,0 \text{ mg/L}$,

α = αδιάστατη σταθερά, $\alpha = 0,8$,

b = παράμετρος γεωμετρίας υπερχειλιστή, για υπερχειλιστή με βαθμίδες: $b = 1,3$

T = θερμοκρασία, $^{\circ}\text{C}$.

Κατά τους υπολογισμούς και για μέση θερμοκρασία λυμάτων 15°C και 20°C λαμβάνεται συγκέντρωση κορεσμού οξυγόνου, C_s , ίση με 10.8 και 9.1 mg/L , αντίστοιχα.

Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 8.20).

Πίνακας 8.20: Απαιτούμενο ύψος για αερισμό με βαθμίδες.

Παράμετρος	Μονάδα	Α' Φάση		Β' Φάση	
		Χειμώνας	Θέρος	Χειμώνας	Θέρος
H	m	0.82	1.02	0.82	1.02

Όπως αναμένεται, η μέγιστη απαίτηση οξυγόνου αντιστοιχεί στο θέρος.

Με βάση τα ανωτέρω προτείνεται η διάταξη μεταερισμού να περιλαμβάνει τέσσερις (4) βαθμίδες, ύψους $h=0,3\text{m}$ έκαστη, ήτοι συνολικό ύψος για αερισμό με βαθμίδες $H=1,2 \text{ m}$. Κατ' αυτό τον τρόπο, η συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου στην έξοδο της διάταξης μεταερισμού θα είναι $5,3\text{mg/L}$, ήτοι υψηλότερη της απαιτούμενης.

8.3.3 ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ

Η επεξεργασμένη εκροή θα έχει σταθερά ανώτερη ποιότητα από την απαιτούμενη για διάθεση στον ποταμό Αώο, καθώς καλύπτει τις απαιτήσεις ακόμα και των ευαίσθητων αποδεκτών. Περαιτέρω, τα χαρακτηριστικά της την καθιστούν κατάλληλη να επαναχρησιμοποιηθεί και μάλιστα χωρίς κανένα περιορισμό προς άρδευση καλλιεργειών, εφόσον η επαναχρησιμοποίηση αποτελέσει προτεραιότητα για το Δήμο Κόνιτσας.

8.4. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ

Η πλεονάζουσα ιλύς (συμπυκνωμένο ανάμικτο υγρό από τη δεξαμενή διαύγασης) απορρίπτεται από το σύστημα ως περίσσεια ιλύς. Η επεξεργασία της σταθεροποιημένης περίσσειας ιλύος θα γίνεται σε μονάδα αποτελούμενη από τα παρακάτω κύρια μέρη:

- Δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης,
- Αντλίες περίσσειας ιλύος, μέσω του οποίου η περίσσεια ιλύς αντλείται από τη δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης προς το μηχανικό παχυντή,

- Αυτόματο σύστημα προετοιμασίας, ωρίμανσης και τροφοδότησης πολυηλεκτρολύτη,
- Σύστημα ανάμιξης ιλύος – πολυηλεκτρολύτη,
- Συγκρότημα μηχανικής πάχυνσης - αφυδάτωσης της ιλύος,
- Σύστημα μεταφοράς αφυδατωμένης ιλύος,
- Χώρο και δοχεία αποθήκευσης αφυδατωμένης ιλύος,
- Σύστημα νερού πλύσης συγκροτήματος αφυδάτωσης ιλύος,
- Σύστημα συλλογής και μεταφοράς των στραγγισμάτων και νερών έκπλυσης προς το δίκτυο στραγγισμάτων,
- Σύστημα απόσμησης.

Η περίσσεια ιλύς που παράγεται από τη μονάδα βιολογικής επεξεργασίας θα απομακρύνεται περιοδικά από τον πυθμένα της δεξαμενής διαύγασης και θα καταλήγει βαρυτικά σε κλειστή δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης.

Συγκεκριμένα, στον πυθμένα της δεξαμενής βύθισης μεμβρανών θα βρίσκεται αγωγός αποστράγγισης, κατάλληλα απομονωμένος μέσω δικλείδας. Όταν απαιτείται η απομάκρυνση ιλύος από το σύστημα η δικλείδα αυτή θα ανοίγει και το περιεχόμενο της θα οδηγείται σε δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης πριν την τροφοδοσία της μονάδας επεξεργασίας λάσπης (πάχυνση - αφυδάτωση). Η εν λόγω δεξαμενή, η οποία μπορεί να αποτελεί προέκταση της δεξαμενής εξισορρόπησης, έχει ελάχιστο ωφέλιμο όγκο αποθήκευσης 54m³, ικανό να καλύψει τις ανάγκες προσωρινής αποθήκευσης ιλύος κατά τη διάρκεια δύο ημερών εβδομαδιαίως.

Για την αντιμετώπιση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης, η δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης ιλύος θα είναι εφοδιασμένη με υπερχειλίση ασφαλείας, μέσω της οποίας εκτρέπεται το περιεχόμενό της στην παρακείμενη δεξαμενή εξισορρόπησης.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι υπολογισμοί περίσσειας ιλύος και διαστασιολόγησης της δεξαμενής αποθήκευσής της για το χρονικό διάστημα του Σαββατοκύριακου, κατά το οποίο δε θα γίνεται αφυδάτωση ιλύος, καθώς και οι απαιτήσεις ανάδευσης και άντλησης από την εν λόγω δεξαμενή προς το σύστημα αφυδάτωσης. (Πίνακας 8.21).

Πίνακας 8.21: Υπολογισμοί δεξαμενής περίσσειας ιλύος.

Παράμετρος	Μον.	Α΄ΦΑΣΗ		Β΄ΦΑΣΗ	
		Χειμώνας	Θέρος	Χειμώνας	Θέρος
Ημερήσια παραγωγή στερεών ως περίσσεια λάσπης	kg/day	320	355	354	391
Συγκέντρωση στερεών περίσσειας ιλύος	Kg/m ³	15	15	15	15
Ημερήσια παροχή περίσσειας λάσπης	m ³ /day	21,4	23,7	23,6	26,1
Απαιτούμενος όγκος αποθήκευσης Σαββατοκύριακου	m ³	42,8	47,4	47,2	52,2
Μήκος δεξαμενής ιλύος	m	6	6	6	6
Πλάτος δεξαμενής ιλύος	m	3	3	3	3
Ενεργό βάθος δεξαμενής ιλύος	m	3	3	3	3
Ωφέλιμος όγκος αποθήκευσης	m ³	54	54	54	54
Παροχή ιλύος για 5ημερη και 6ωρη λειτουργία	m ³ /hr	5	5,5	5,5	6,1
Επιλογή αντλιών τροφοδοσίας μονάδας ιλύος	m ³ /hr	10	10	10	10
Αριθμός Τ/Φ σε λειτουργία	n	1	1	1	1
Επιλογή πλάτους Τ/Φ	m	1	1	1	1
Φόρτιση στερεών Τ/Φ	kgSS/m.hr	150	150	150	150

Από τη δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης ιλύος, η ομογενοποιημένη ιλύς τροφοδοτείται σε συγκρότημα μηχανικής πάχυνσης-αφυδάτωσης μέσω των αντλιών περίσσειας ιλύος. Το αντλιοστάσιο θα περιλαμβάνει ζεύγος αντλιών τύπου έκκεντρου κοχλία, δυναμικότητας 10m³/h, εκ των οποίων η μία εφεδρική.

Το επιλεγόμενο συγκρότημα μηχανικής πάχυνσης-αφυδάτωσης, θα μπορεί να επεξεργάζεται το σύνολο της παραγόμενης πλεονάζουσας ιλύος σε εξάωρη ημερήσια και πενθήμερη εβδομαδιαία λειτουργία για την παραγωγή ιλύος της Β΄ Φάσης του Έργου.

Στο συγκρότημα μηχανικής αφυδάτωσης θα εγκατασταθεί ταινιοφιλτράτρεσα (Τ/Φ) πλάτους 1m, η οποία θα μπορεί να εγκατασταθεί εντός container αφυδάτωσης. Η αφυδατωμένη ιλύς θα πρέπει να έχει περιεκτικότητα σε στερεά τουλάχιστον ίση με 18%.

Πριν από την είσοδό του στο σύστημα μηχανικής αφυδάτωσης, το ρεύμα τροφοδοσίας λάσπης υφίσταται κροκκίδωση - συσσωμάτωση με προσθήκη δ/τος κατιονικού πολυηλεκτρολύτη στο εσωτερικό ενός (1) μηχανικά αναδευόμενου κυλινδρικού δοχείου (floculator) από ανοξείδωτο χάλυβα. Για την προετοιμασία δ/τος πολυηλεκτρολύτη,

εγκαθίσταται μία (1) αυτόματη μονάδα παρασκευής δ/τος πολυηλεκτρολύτη, ελάχιστης δυναμικότητας 500L/h. Για τη δοσομέτρηση του δ/τος πολυηλεκτρολύτη, επιλέγονται δύο (2) εμβολοφόρες αντλίες διαφράγματος (εκ των οποίων η μία εφεδρική), έκαστη μέγιστης παροχής λειτουργίας 300L/h (διάλυμα 2.0%). Από το δοχείο κροκίδωσης, η συσσωματωμένη λάσπη τροφοδοτείται μέσω αγωγού PVC στην είσοδο της ταινιοφιλτρόπρεσσας με παροχή 10m³/hr.

Στην έξοδο του συστήματος, η αφυδατωμένη ιλύς παραλαμβάνεται από σύστημα κοχλιών μεταφοράς μέσω του οποίου ανυψώνεται και απορρίπτεται σε μεταλλικούς κάδους απορριμμάτων, οι οποίοι βρίσκονται εξωτερικά της μονάδας.

Στον κάτωθι πίνακα παρουσιάζεται η διαστασιολόγηση του συστήματος αφυδάτωσης της ιλύος (Πίνακας 8.22). Οι υπολογισμοί γίνονται για μέση συγκέντρωση στερεών 18%.

Πίνακας 8.22: Υπολογισμοί αφυδάτωσης ιλύος.

Παράμετρος	Μον.	Α΄ΦΑΣΗ		Β΄ΦΑΣΗ	
		Χειμώνας	Θέρος	Χειμώνας	Θέρος
Παροχή τροφοδοσίας Τ/Φ	m ³ /hr	10	10	10	10
Περιεκτικότητα στερεών αφυδατωμένης ιλύος	Kg/m ³	180	180	180	180
Παροχή αφυδατωμένης ιλύος για 5ημερη και 6ωρη βάση	m ³ /hr	0,8	0,8	0,8	0,8
Ημερήσια παροχή στραγγιδίων για 5ημερη και 6ωρη λειτουργία	m ³ /hr	9,2	9,2	9,2	9,2
Διαστασιολόγηση συστήματος πολυηλεκτρολύτη					
Απαιτούμενη δόση πολυηλεκτρολύτη (ξηρής σκόνης) για αφυδάτωση λάσπης	kg/tn D.S.	5	5	6	6
Απαιτούμενη ποσότητα ξηρού πολυηλεκτρολύτη	kg/d	1,6	1,78	2,12	2,34
Ωριαία παροχή ξηρού πολυηλεκτρολύτη	kg/h	0,37	0,41	0,5	0,55
Συγκέντρωση δοσομετρούμενου διαλύματος πολυηλεκτρολύτη	%	0,2	0,2	0,2	0,2
Απαιτούμενη παροχή διαλύματος	lt/h	187	207	248	274
Πλήθος αντλιών πολυηλεκτρολύτη σε λειτουργία	-	1	1	1	1
Μέγιστη απαιτούμενη παροχή αντλιών πολυηλεκτρολύτη	lt/h	187	207	248	274

Παράμετρος	Μον.	Α΄ΦΑΣΗ		Β΄ΦΑΣΗ	
		Χειμώνας	Θέρος	Χειμώνας	Θέρος
Επιλεγόμενες αντλίες	lt/h	300	300	300	300
Δυναμικότητα συγκροτήματος πολυηλεκτρολύτη	lt/h	500	500	500	500

9. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

9.1. ΓΕΝΙΚΑ

9.1.1. ΡΟΗ ΣΕ ΚΛΕΙΣΤΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ

9.1.1.1 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ

Στις υδραυλικές επιλύσεις των κλειστών αγωγών (αγωγοί υπό πίεση) χρησιμοποιήθηκαν οι κάτωθι βασικές εξισώσεις:

- Εξίσωση συνέχειας για μόνιμη ροή:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} V \quad (9.1)$$

- Ο τύπος γραμμικών απωλειών των Darcy–Weisbach:

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (9.2)$$

- Ο τύπος των Colebrook - White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log_{10} \left(\frac{K}{3,7D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right) \quad (9.3)$$

- Ο αριθμός Reynolds:

$$Re = \frac{VD}{\nu} \quad (9.4)$$

όπου:

Q : η παροχή σε m³/s,

D : η εσωτερική διάμετρος σε m,

V : η ταχύτητα ροής σε m/s,

h_f : οι γραμμικές απώλειες φορτίου σε m,

L : το μήκος του αγωγού σε m,

f : ο αδιάστατος συντελεστής τριβής των Darcy-Weisbach,

K : ο συντελεστής απόλυτης τραχύτητας σε m,

g : 9,81m/s², η επιτάχυνση της βαρύτητας,

ν : 1,31×10⁻⁶ m²/s ή 22,35×10⁻⁶ m²/s, το κινηματικό ιξώδες του υγρού και της ιλύος αντίστοιχα.

9.1.1.2 ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΑΠΟΛΥΤΗ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ ΑΓΩΓΩΝ

Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιηθούν είναι αγωγοί PE100 (MRS10=10MPa) PN 10atm. Ο συντελεστής τραχύτητας k των αγωγών για την εκτίμηση των γραμμικών απωλειών λαμβάνεται ίσος με 0,05mm.

9.1.1.3 ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι τοπικές απώλειες ενέργειας οφείλονται στην αποκόλληση της οριακής στιβάδας και στο επιπρόσθετο τυρβώδες που προκαλείται από τις απότομες μεταβολές της διατομής ή της διεύθυνσης του αγωγού ή από την παρεμβολή εμποδίων με διάφορες συσκευές ρυθμίσεως και μετρήσεων της ροής. Το ύψος ή φορτίο τοπικής απώλειας h_L εκφράζεται με την ακόλουθη εξίσωση:

$$h_L = K_L \frac{V^2}{2g} \quad (9.5)$$

όπου:

K_L : ο αδιάστατος συντελεστής τοπικής απώλειας,

V : η ταχύτητα ροής σε m/s,

g : 9,81m/s², η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Οι τιμές του αδιάστατου συντελεστή τοπικών απωλειών στους μελετούμενους αγωγούς είναι οι κάτωθι:

- Είσοδος στον αγωγό - εγκάρσια: $K_L = 0,50$
- Είσοδος στον αγωγό - εισέχουσα: $K_L = 1,00$
- Έξοδος από αγωγό: $K_L = 1,00$
- Δικλείδα (πλήρως ανοικτή): $K_L = 0,10$
- Ταυ - branch flow: $K_L = 1,28$
- Γωνία 90° : $K_L = 0,30$
- Γωνία 45° : $K_L = 0,20$
- Γωνία 30° : $K_L = 0,10$.

9.1.2. ΡΟΗ ΣΕ ΑΝΟΙΧΤΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ

9.1.2.1 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΑΝΟΙΚΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ

Οι απώλειες σε αγωγό με ελεύθερη ροή υπολογίζονται από τη σχέση του Manning. Η σχέση αυτή προκύπτει από τη σχέση του Chezy θέτοντας:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} \quad (9.6)$$

Με αντικατάσταση προκύπτει:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (9.7)$$

όπου:

- V : Η ταχύτητα ροής σε m/s,
- n : ο συντελεστής του Manning,
- R : η υδραυλική ακτίνα σε m,
- S : η κλίση του αγωγού.

Η εξίσωση του Manning έχει επικρατήσει διεθνώς για εφαρμογές σε ανοιχτούς αγωγούς και κατά συνέπεια και σε αγωγούς αποχέτευσης λόγω της απλότητάς της και της συλλογής πολλών πειραματικών δεδομένων, βάσει των οποίων έχουν δοθεί τιμές του συντελεστή της τραχύτητας n για ποικιλία περιπτώσεων. Στην παρούσα μελέτη, ο συντελεστής n που χρησιμοποιείται στους υδραυλικούς υπολογισμούς έχει τιμή 0,010.

9.1.2.2 ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗΣ ΛΕΠΤΗΣ ΣΤΕΨΗΣ

Η εξίσωση που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της παροχής από υπερχειλιστές λεπτής στέψης είναι:

$$Q = \frac{2}{3} \times \mu \times \sqrt{2g} \times L \times h^{3/2} \quad (9.8)$$

όπου

- h : ύψος φλέβας (m),
- Q : παροχή (m³/sec),
- L : μήκος υπερχειλιστή (m),
- μ : 0,62.

9.1.2.3 ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΟΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗΣ ΜΕ ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΣΥΣΤΟΛΗ

Η εξίσωση που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της παροχής από ορθογωνικούς υπερχειλιστές με πλευρική συστολή είναι:

$$Q = 0,554 \left(1 - 0,0035 \frac{H}{W}\right) (B + 0,0025) \sqrt{g} (H + 0,001)^{3/2} \quad (9.9)$$

όπου:

- H : το ύψος ή φορτίο της ελεύθερης επιφάνειας του νερού από το επίπεδο της στέψεως σε m,
- W : το ύψος του υπερχειλιστή από τον πυθμένα μέχρι την στέψη σε m,
- B : το πλάτος του υπερχειλιστή σε m.

Η παραπάνω σχέση ισχύει για $\frac{H}{W} < 2$, $B > 0,15\text{m}$, $H > 0,03\text{m}$ και $W > 0,10\text{m}$.

9.1.2.4 ΒΥΘΙΣΜΕΝΟΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗΣ

Η εξίσωση που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των απωλειών σε βυθισμένο υπερχειλιστή είναι:

$$\frac{Q}{Q_1} = \left[1 - \left(\frac{H_2}{H_1} \right)^{1.5} \right]^{0.385} \quad (9.10)$$

όπου:

Q_1 : η παροχή υπερχείλισης σε περίπτωση ελεύθερης ροής για φλέβα H_1 σε m^3/s ,

Q : η παροχή βυθισμένης υπερχείλισης σε m^3/s ,

H_1 : η βύθιση ανάντη του υπερχειλιστή σε m,

H_2 : η βύθιση κατόντη του υπερχειλιστή σε m.

9.1.3. ΕΣΧΑΡΩΣΗ

Οι απώλειες ενέργειας για καθαρή σχάρα δίνονται από τη σχέση:

$$\Delta h = \xi_R \times \frac{v^2}{2g} \quad (m) \quad (9.11)$$

με,

$$\xi_R = \beta \times \left(\frac{\frac{s}{e} + \eta}{1 - n} \right)^{4/3} \times \frac{1}{\left(\frac{s}{e} + 1 \right)^2} \times \sin \delta \quad (-) \quad (9.12)$$

όπου:

β : συντελεστής μορφής,

δ : η κλίση τοποθέτησης της σχάρας,

s : διάκενα μεταξύ των ράβδων,

e : πάχος ράβδων,

Q : παροχή υπολογισμού,

v : ανώτερη επιτρεπτή ταχύτητα ροής διαμέσου των ράβδων,

n : ποσοστό πλήρωσης της σχάρας.

9.1.4. ΚΡΙΣΙΜΟ ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ

Ο υπολογισμός του κρίσιμου βάθους ροής δίνεται από τον τύπο:

$$h = \left(\frac{Q^2}{b^2 g} \right)^{2/3} \quad (9.13)$$

όπου:

h : κρίσιμο βάθος ροής

Q : παροχή στο κανάλι σε m^3/sec

b = πλάτος καναλιού σε m

g : επιτάχυνση βαρύτητας σε $9,81m/sec^2$

9.2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΓΩΓΩΝ

Για την επιλογή των αγωγών η ταχύτητα ροής σε αυτούς επιλέγεται να κυμαίνεται μεταξύ του $0,7m/s$ (για την αποφυγή επικαθίσεων) $\leq u \leq 1,2m/s$. Οι αγωγοί που επιλέχτηκαν και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας τους παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 9.1: Προτεινόμενοι αγωγοί βαρύτητας (PVC)

Αγωγός	Ονομαστική διάμετρος	Μέγιστη παροχή (m^3/h)
Από Compact Εσχάρωσης – Εξάμμωσης-Λιποσυλλογής προς Δεξαμενή Εξισορρόπησης	Ø 315	200,0
Από Μεριστή προς Δεξαμενή Αερισμού	Ø 140	35,0
Από Δεξαμενή Αερισμού προς Δεξαμενή Μεμβρανών	Ø 140	35,0
Από Δεξαμενή Μεμβρανών προς Χλωρίωση	Ø 200	70,0

Πίνακας 9.2: Προτεινόμενοι καταθλιπτικοί αγωγοί (PE, PN 10atm).

Αγωγός	Ονομαστική διάμετρος	Μέγιστη παροχή (m^3/h)
Από Δεξαμενή Εξισορρόπησης - Μεριστή	Ø 200	70,0
Από Δεξαμενή Ιλύος προς Μονάδα Αφυδάτωσης	Ø 90	10,0

9.3. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΓΩΓΟΥ ΔΙΑΘΕΣΗΣ

9.3.1. ΤΥΠΟΙ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Οι παραδοχές των υπολογισμών για τους αποχετευτικούς αγωγούς ελεύθερης επιφάνειας γίνονται στα πλαίσια που ορίζει το Π.Δ. 696/73.

- Διάμετροι: Σαν ελάχιστη διάμετρος των σωληνωτών αγωγών ορίζεται $D=200mm$.
- Πληρότητα: Το βάθος ροής σε σωληνωτούς αγωγούς δεν πρέπει να ξεπερνά το 50% της εσωτερικής διαμέτρου με $D_{εσ} \leq 400mm$, το 60% με $400 < D_{εσ} < 600mm$ και το

70% με $D_{\text{εσ}} \geq 600\text{mm}$. Για υφιστάμενους αγωγούς το βάθος ροής δεν πρέπει να ξεπερνά το 80% της εσωτερικής διαμέτρου σε οποιαδήποτε περίπτωση.

- Ταχύτητες: Σαν μέγιστη ταχύτητα ροής δεχόμαστε τα 6,00 m/s. Η μικρότερη ταχύτητα αυτοκαθαρισμού, επιδιώκεται να μην είναι μικρότερη από 0,30 m/sec ώστε ν' αποφεύγονται οι αποθέσεις.
- Κλίσεις: Οι ελάχιστες κλίσεις καθορίζονται με βάση τα κριτήρια της ελάχιστης ταχύτητας και της μέγιστης πληρότητας.

Η εκτέλεση των υδραυλικών υπολογισμών γίνεται με την παραδοχή της μόνιμης ομοιόμορφης ροής, που είναι συνήθης πρακτική σε αγωγούς αποχέτευσης ακαθάρτων. Ο υπολογισμός των υδραυλικών απωλειών γίνεται με τη χρήση του τύπου του Manning ο οποίος αναφέρθηκε σε παράγραφο ανωτέρω.

9.3.2. ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΑΓΩΓΟΥ ΔΙΑΘΕΣΗΣ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Κατωτέρω, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της υδραυλικής επίλυσης του αγωγού διάθεσης λυμάτων, η οποία πραγματοποιήθηκε με ειδικό πρόγραμμα σε ηλεκτρονικό υπολογιστή («Δίκτυα Αποχέτευσης v8.0» της εταιρείας τεχνικών προγραμμάτων Technologistiki Works). Στο πρόγραμμα εισάγονται ως δεδομένα τα εξής στοιχεία υπολογισμού: τα τμήματα των αγωγών, οι κωδικοί των φρεατίων (κόμβοι), τα υψόμετρα εδάφους των φρεατίων σε m, τα μήκη των τμημάτων των αγωγών μεταξύ των φρεατίων σε m, τα υψόμετρα πυθμένα αγωγού ανάντη και κατόντη σε m, η εισρέουσα επιφάνεια σε εκτάρια (ha) ή το ισοδύναμο μήκος των αγωγών σε m, οι διάμετροι των αγωγών σε (m), ο συντελεστής τραχύτητας του Manning ($n = 0,010$).

Για κάθε επί μέρους τμήμα των αγωγών του δικτύου το πρόγραμμα υπολογίζει την εισρέουσα επιφάνεια σε εκτάρια (Ha) ή το ισοδύναμο μήκος σε m αθροιστικά από τα ανάντη προς τα κατόντη, τη μέση και μέγιστη παροχή αμιγών ακαθάρτων σε (l/s), το συντελεστή ωριαίας αιχμής P, τη συνολική παροχή σχεδιασμού στην οποία περιλαμβάνεται και η παροχή παρασιτικών εισροών – διηθήσεων (l/s), την κατά μήκος κλίση του αγωγού, την ταχύτητα ροής (m/s), το βάθος ροής σε (m) και το ποσοστό πλήρωσης (%). Επίσης το πρόγραμμα υπολογίζει την παροχή και την ταχύτητα ροής σε συνθήκες πλήρους πλήρωσης του αγωγού και γίνονται οι έλεγχοι για τα μέγιστα ποσοστά πλήρωσης καθώς και για την ελάχιστες αναπτυσσόμενες ταχύτητες ($V_{\text{min}} \geq 0,30\text{m/s}$) με το κριτήριο του $Q_F/10$, όπου Q_F είναι η παροχή πλήρους πλήρωσης των αγωγών (Π.Δ. 696/74 άρθρο 209 παρ.6στ).

Στον πίνακα 9.3 παρατίθενται τα αποτελέσματα των υδραυλικών υπολογισμών του αγωγού διάθεσης, όπου εμφανίζονται κατά σειρά τα εξής μεγέθη:

- Ο αριθμός φρεατίων (κόμβων) ανάντη, κατάντη,
- Τα υψόμετρα πυθμένα των φρεατίων ανάντη κατάντη,
- Το μήκος των αγωγών σε m,
- Η κατά μήκος κλίση σε m/m,
- Το βάθος ροής σε m,
- Το ποσοστό πλήρωσης επί τοις %,
- Η παροχή σχεδιασμού σε l/s,
- Η ονομαστική και η εσωτερική διάμετρος των αγωγών.

Πίνακας 9.3: Υδραυλικοί υπολογισμοί αγωγού διάθεσης λυμάτων.

Φρεάτιο ανάντη	Φρεάτιο κατάντη	Ανάντη υψόμετρο πυθμένα	Κατάντη υψόμετρο πυθμένα	Μήκος	Κλίση	Βάθος ροής	Ποσοστό πλήρωσης Υ/D	Παροχή Q	Ταχύ- τητα V	Διάμετροι αγωγών	
										DN	Deσ
		(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m)	(-)	(l/s)	(m/s)	(mm)	(mm)
B9	B8	436,30	435,81	45,00	0,0110	0,12	32,00%	54,23	1,74	400	380,4
B8	B7	435,81	433,69	106,00	0,0200	0,10	27,00%	54,23	2,16	400	380,4
B7	B6	433,69	433,57	19,00	0,0060	0,14	37,00%	54,23	1,43	400	380,4
B6	B5	433,57	433,15	70,00	0,0060	0,14	37,00%	54,23	1,40	400	380,4
B5	B4	433,15	432,94	26,00	0,0080	0,13	34,00%	54,23	1,57	400	380,4
B4	B3	432,94	432,54	80,00	0,0050	0,15	39,00%	54,23	1,31	400	380,4
B3	B2	431,54	429,74	20,00	0,0900	0,07	19,00%	54,23	3,70	400	380,4
B2	B1	429,74	429,26	20,00	0,0242	0,10	26,00%	54,23	2,31	400	380,4

10. Η/Μ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

10.1. ΕΡΓΑ ΕΙΣΟΔΟΥ - ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΛΥΜΑΤΩΝ

- Ένα (1) Compact σύστημα προεπεξεργασίας (λεπτοεσχάρωσης – αμμοσυλλογής- λιποσυλλογής),
- Ηλεκτρικό πίνακα και σύστημα αυτομάτου ελέγχου όλης της προεπεξεργασίας,

10.2. ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗ - ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ

- Ένας (1) υποβρύχιος αεριστήρας flow - jet,
- Δύο (2) αντλίες τροφοδοσίας βιολογικής διεργασίας,
- Ένα (1) λεπτοκόσκινο,
- Ένας (1) μετρητής στάθμης υπερήχων,
- Δύο (2) μετατροπείς συχνότητας,
- Τρεις (3) Φλοτεροδιακόπτες,
- Δύο (2) ανυψωτικοί μηχανισμοί.

10.3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ

- Δύο (2) αναδευτήρες δεξαμενών απονιτροποίησης,
- Δύο (2) δίκτυα διάχυσης αέρα,
- Τρεις (3) φυσητήρες αερισμού,
- Δύο (2) Α/Σ και δίκτυα ανακυκλοφορίας ανάμικτου υγρού,
- Ένα (1) Α/Σ και δίκτυο ανακυκλοφορίας και απόρριψης ιλύος,
- Δύο (2) όργανα μέτρησης DO,
- Τέσσερις (4) ανυψωτικοί μηχανισμοί.
- Οικίσκος φυσητήρων - Υδραυλικές - Ηλεκτρολογικές Συνδέσεις - Πίνακες.

10.4. ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ

- Δύο (2) συστοιχίες Μεμβρανών υπερδιήθησης,
- Δύο (2) συστήματα αερισμού καθαρισμού μεμβρανών (Air Scouring),
- Όργανα μέτρησης (Διαμεμβρανικής πίεσης, MLSS κ.λπ.),
- Οικίσκος φυσητήρων - Υδραυλικές - Ηλεκτρολογικές Συνδέσεις - Πίνακες.

10.5. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ - ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ

- Σύστημα δοσομέτρησης χλωρίωσης,
- Σύστημα δοσομέτρησης αποχλωρίωσης,
- Ένας (1) Αναδευτήρας,

- Δύο (2) δοχεία χημικών,
- Τέσσερις (4) Φλοτεροδιακόπτες,
- Ένας (1) Ανυψωτικός μηχανισμός,
- Ένας (1) Μετρητής υπολειμματικού χλωρίου.

10.6. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΙΛΥΟΣ - ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΑ

- Ένας (1) Αναδευτήρας,
- Δύο (2) αντλίες ιλύος,
- Compact σύστημα αφυδάτωσης ιλύος, συμπεριλαμβανομένου του συστήματος κροκίδωσης και προετοιμασίας πολυηλεκτρολύτη (και τις αντλίες δοσομέτρησης),
- Ένας (1) φλοτεροδιακόπτης,
- Ένας (1) Ανυψωτικός μηχανισμός.
- Μονάδα απόσμησης.

10.7. ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

- Εξοπλισμός γραφείων,
- Ηλεκτρολογικά οικίσκου γραφείων.

10.7.1. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΑ - ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ

- Η/Ζ εγκατάστασης,
- Γενικός πίνακας χαμηλής τάσης,
- Γείωση,
- Αντικεραυνικής προστασία,
- Καλώδια ισχύος, εσχάρες, σιδηροσωλήνες,
- Τέσσερα (4) τοπικά χειριστήρια,
- Σύστημα PLC, SCADA, προγραμματισμός.

10.8. ΥΠΟΔΟΜΕΣ & ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΥ - ΛΟΙΠΑ ΕΡΓΑ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ

- Πυροσβεστικοί κρουνοί,
- Εξωτερικός φωτισμός.

11. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

Πίνακας 11.1: Έργα Εισόδου - Προεπεξεργασίας Λυμάτων.

A/A	ΕΙΔΟΣ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ	ΜΜ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΔΑΠΑΝΗ
ΕΡΓΑ ΕΙΣΟΔΟΥ - ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΛΥΜΑΤΩΝ					
1	COMPACT ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ	161.000,00 €	τεμ.	1	161.000,00 €
2	ΚΑΔΟΙ ΑΠΟΚΟΜΙΔΗΣ	1.000,00 €	τεμ.	4	4.000,00 €
ΣΥΝΟΛΟ					165.000,00 €

Πίνακας 11.2: Εξισορρόπηση - Τροφοδοσία βιολογικής βαθμίδας.

A/A	ΕΙΔΟΣ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ	ΜΜ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΔΑΠΑΝΗ
ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗ - ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ					
1	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗΣ	60.000,00 €	τεμ.	1	60.000,00 €
2	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΕΡΙΣΤΗΡΑΣ FLOW-JET	6.000,00 €	τεμ.	1	6.000,00 €
3	ΑΝΤΛΙΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ	4.000,00 €	τεμ.	2	8.000,00 €
4	ΛΕΠΤΟΚΟΣΚΙΝΟ	21.000,00 €	τεμ.	1	21.000,00 €
5	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ	2.000,00 €	τεμ.	1	2.000,00 €
6	ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ	2.500,00 €	τεμ.	2	5.000,00 €
7	ΚΑΔΟΙ ΑΠΟΚΟΜΙΔΗΣ	1.200,00 €	τεμ.	4	4.800,00 €
8	ΦΛΟΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΕΣ	200,00 €	τεμ.	3	600,00 €
9	ΑΝΥΨΩΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ	1.300,00 €	τεμ.	2	2.600,00 €
ΣΥΝΟΛΟ					110.000,00 €

Πίνακας 11.3: Βιολογικός Αντιδραστήρας.

A/A	ΕΙΔΟΣ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ	ΜΜ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΔΑΠΑΝΗ
ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ					
1	ΑΝΟΞΙΚΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ	65.000,00 €	τεμ.	2	130.000,00 €
2	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	90.000,00 €	τεμ.	2	180.000,00 €
3	ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ	20.000,00 €	τεμ.	2	40.000,00 €
4	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΧΥΣΗΣ ΑΕΡΑ	48.000,00 €	τεμ.	2	96.000,00 €
5	ΦΥΣΗΤΗΡΕΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	26.500,00 €	τεμ.	3	79.500,00 €

6	Α/ΣΙΟ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΟ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΑΝΑΜΙΚΤΟΥ ΥΓΡΟΥ	48.000,00 €	τεμ.	2	96.000,00 €
7	Α/ΣΙΟ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΟ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ ΙΛΥΟΣ	65.000,00 €	τεμ.	1	65.000,00 €
8	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ DO	4.000,00 €	τεμ.	2	8.000,00 €
9	ΑΝΥΨΩΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ	1.500,00 €	τεμ.	4	6.000,00 €
10	ΜΟΝΑΔΑ ΑΠΟΣΜΗΣΗΣ	17.000,00 €	τεμ.	1	17.000,00 €
10	ΟΙΚΙΣΚΟΣ ΦΥΣΗΤΗΡΩΝ :ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ - ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ - ΠΙΝΑΚΕΣ	37.500,00 €	τεμ.	1	37.500,00 €
ΣΥΝΟΛΟ					755.000,00 €

Πίνακας 11.4: Σύστημα μεμβρανών.

Α/Α	ΕΙΔΟΣ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ	ΜΜ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΔΑΠΑΝΗ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ					
1	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΥΠΕΡΔΙΗΘΗΣΗΣ	21.000,00 €	τεμ.	1	21.000,00 €
2	ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ ΥΠΕΡΔΙΗΘΗΣΗΣ	90.000,00 €	τεμ.	2	180.000,00 €
3	ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ (AIR SCOURING)	23.000,00 €	τεμ.	2	46.000,00 €
4	ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ (ΔΙΑΜΕΜΒΡΑΝΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ - MLSS ΚΛΠ)	17.000,00 €	σετ.	1	17.000,00 €
5	ΟΙΚΙΣΚΟΣ ΦΥΣΗΤΗΡΩΝ: ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ - ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ - ΠΙΝΑΚΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ	12.000,00 €	τεμ.	1	12.000,00 €
ΣΥΝΟΛΟ					276.000,00 €

Πίνακας 11.5: Απολύμανση – Μεταερισμός

Α/Α	ΕΙΔΟΣ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ	ΜΜ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΔΑΠΑΝΗ
ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ – ΜΕΤΑΕΡΙΣΜΟΣ					
1	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ - ΑΠΟΧΛΩΡΙΩΣΗΣ	52.000,00 €	τεμ.	1	52.000,00 €
2	ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΟΣΟΜΕΤΡΗΣΗΣ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ (0-1L/h)	13.500,00 €	σετ.	1	13.500,00 €
3	ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΟΣΟΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΠΟΧΛΩΡΙΩΣΗΣ	13.500,00 €	σετ.	1	13.500,00 €
4	ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ	6.000,00 €	τεμ.	1	6.000,00 €
5	ΔΟΧΕΙΑ ΧΗΜΙΚΩΝ	2.800,00 €	τεμ.	2	5.600,00 €
6	ΦΛΟΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΕΣ	225,00 €	τεμ.	4	900,00 €
7	ΑΝΥΨΩΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ	1.000,00 €	τεμ.	1	1.000,00 €
8	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥ	4.500,00 €	τεμ.	1	4.500,00 €
9	ΜΕΤΑΕΡΙΣΜΟΣ	5.000,00 €	τεμ.	1	5.000,00 €
ΣΥΝΟΛΟ					102.000,00 €

Πίνακας 11.6: Επεξεργασία Ιλύος - Στραγγίδια.

Α/Α	ΕΙΔΟΣ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ	ΜΜ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΔΑΠΑΝΗ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΙΛΥΟΣ - ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΑ					
1	ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ	6.000,00 €	τεμ.	1	6.000,00 €
2	ΑΝΤΛΙΕΣ ΙΛΥΟΣ	4.000,00 €	τεμ.	2	8.000,00 €
3	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΙΛΥΟΣ	50.000,00 €	τεμ.	1	50.000,00 €
4	ΟΙΚΙΣΚΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΛΥΟΣ (container)	17.500,00 €	τεμ.	1	17.500,00 €
5	COMPACT ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ ΙΛΥΟΣ, ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΡΟΚΙΔΩΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΠΟΛΥΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ και τις αντλίες δοσομέτρησης	120.300,00 €	τεμ.	1	120.300,00 €
6	ΚΑΔΟΙ ΑΠΟΚΟΜΙΔΗΣ	1.500,00 €	τεμ.	1	1.500,00 €
7	ΦΛΟΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΕΣ	200,00 €	τεμ.	1	200,00 €
8	ΑΝΥΨΩΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ	1.500,00 €	τεμ.	1	1.500,00 €
ΣΥΝΟΛΟ					205.000,00 €

Πίνακας 11.7: Κτιριακές Εγκαταστάσεις Υποστήριξης της Μονάδας.

Α/Α	ΕΙΔΟΣ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ	ΜΜ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΔΑΠΑΝΗ
ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ					
1	ΟΙΚΙΣΚΟΣ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	38.000,00 €	τεμ.	1	38.000,00 €
2	ΟΙΚΙΣΚΟΣ ΦΥΣΗΤΗΡΩΝ	38.000,00 €	τεμ.	1	38.000,00 €
3	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΡΑΦΕΙΩΝ - Η/Υ - ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΑ	20.000,00 €	set	1	20.000,00 €
4	ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΟΙΚΙΣΚΟΥ ΓΡΑΦΕΙΟΥ	21.000,00 €	set	1	21.000,00 €
5	ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΑ ΟΙΚΙΣΚΟΥ ΓΡΑΦΕΙΟΥ	21.000,00 €	set	1	21.000,00 €
ΣΥΝΟΛΟ					138.000,00 €

Πίνακας 11.8: Ηλεκτρολογικά - Αυτοματισμοί.

Α/Α	ΕΙΔΟΣ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ	ΜΜ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΔΑΠΑΝΗ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΑ - ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ					
1	ΗΖ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	25.000,00 €	τεμ.	1	25.000,00 €
2	ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ	22.000,00 €	τεμ.	1	22.000,00 €
3	ΓΕΙΩΣΗ	3.000,00 €	τεμ.	1	3.000,00 €
4	ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	6.000,00 €	τεμ.	1	6.000,00 €
5	ΚΑΛΩΔΙΑ ΙΣΧΥΟΣ, ΕΣΧΑΡΕΣ, ΣΙΔΗΡΟΣΩΛΗΝΕΣ	33.500,00 €	set	1	33.500,00 €
6	ΤΟΠΙΚΑ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΑ	4.250,00 €	τεμ.	4	17.000,00 €
7	ΣΥΣΤΗΜΑ PLC, SCADA, ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ	26.500,00 €	set	1	26.500,00 €
ΣΥΝΟΛΟ					133.000,00 €

Πίνακας 11.9: Υποδομές & Διαμορφώσεις Περιβάλλοντα Χώρου - Λοιπά Έργα Εξυπηρέτησης – Έργα Διάθεσης

Α/Α	ΕΙΔΟΣ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ	ΜΜ	ΠΟΣΟΤΗΤ Α	ΔΑΠΑΝΗ
ΥΠΟΔΟΜΕΣ & ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ - ΛΟΙΠΑ ΕΡΓΑ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ – ΕΡΓΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ					
1	ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΟΙ ΚΡΟΥΝΟΙ	2.000,00 €	τεμ.	4	8.000,00 €
2	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	34.000,00 €	τεμ.	1	34.000,00 €
3	ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	36.950,00 €	τεμ.	1	36.950,00 €
4	ΑΓΩΓΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ	52.000,00 €	τεμ.	1	52.000,00 €
5	ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΔΡΑΣΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ	85,00 €	m2	50	4.250,00 €
6	ΟΔΟΠΟΙΙΑ	35,00 €	m2	680	23.800,00 €
ΣΥΝΟΛΟ					159.000,00 €

Πίνακας 11.10: Λειτουργία και συντήρηση της ΕΕΛ από τον ανάδοχο.

Α/Α	ΕΙΔΟΣ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ	ΜΜ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΔΑΠΑΝΗ
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΕΛ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΑΔΟΧΟ					
1	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΕΛ	75.000,00 €	τεμ.	1	75.000,00 €
ΣΥΝΟΛΟ					75.000,00 €

Ο προϋπολογισμός του έργου για την κατασκευή των μονάδων της Ε.Ε.Λ. (συμπεριλαμβανομένης της δοκιμαστικής λειτουργίας), καθώς και των έργων και εργασιών αποκατάστασης του περιβάλλοντος (αποκατάσταση οδοστρωμάτων, απομάκρυνση πλεοναζόντων κ.λπ.) ανέρχεται σε **3.410.000,00€** (συμπεριλαμβανομένου Φ.Π.Α.). Επιπλέον, όσον αφορά τις εργασίες αποκατάστασης του χώρου του εργοταξίου, καθώς και την πλήρη αποκατάσταση της περιοχής και την επαναφορά της στην προγενέστερη κατάσταση, αυτές υλοποιούνται υπ' ευθύνη του Αναδόχου του έργου χωρίς επιπλέον αποζημίωση, διότι το κόστος αυτό συμπεριλαμβάνεται στις τιμές των άρθρων του τιμολογίου των εργασιών, όπως ρητά περιγράφεται στο τεύχος της Γενικής και Ειδικής Συγγραφής Υποχρεώσεων του έργου αλλά και στους Γενικούς Όρους του Τιμολογίου του έργου. Ο προϋπολογισμός του έργου φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 11.11).

Πίνακας 11.11: Προϋπολογισμός του έργου.

α/α	Περιγραφή	Δαπάνη (Ευρώ)
1	Κατασκευή Ε.Ε.Λ.	1.884.000,00€
2	Λειτουργία και συντήρηση της Ε.Ε.Λ. από τον Ανάδοχο	75.000,00€
3	Υποδομές και διαμορφώσεις περιβάλλοντα χώρου και λοιπά έργα εξυπηρέτησης – Έργα διάθεσης	159.000,00€
4	Σύνολα	2.118.000,00€
5	ΓΕ & ΟΕ (18%)	381.240,00€
6	Απρόβλεπτα (9%)	224.931,60€
7	Πρόβλεψη αναθεώρησης	25.828,40€
8	ΦΠΑ (24%)	660.000,00€
9	Γενικό Σύνολο	3.410.000,00€

12. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ

Στον επόμενο πίνακα γίνεται εκτίμηση του λειτουργικού κόστους του συστήματος MBR της Ε.Ε.Λ. Κόνιτσας.

Πίνακας 12.1: Λειτουργικό Κόστος.

Κατηγορία	Κόστος μονάδας	Ποσότητα/Μήνα	Μηνιαίο κόστος
Μισθοδοσία Μηχανολόγου Μηχανικού (μερική απασχόληση)	1.500	0,25	375 €
Μισθοδοσία Χημικού Μηχανικού (μερική απασχόληση)	1.500	0,25	375 €
Μισθοδοσία εξειδικευμένων τεχνιτών	1200	0,5	600 €
Μισθοδοσία ανειδίκευτων εργατών	1000	1	1.000 €
Έξοδα συντήρησης	2.500	1	2.500 €
Χημικά, πολυηλεκτρολύτης (kg)	3	70	210 €
Χημικά, χλωρίωση NaOCl (kg)*	0,37	1246	461 €
Χημικά, αποχλωρίωση NaHSO ₃ (kg)*	0,48	1393	669 €
Περιβαλλοντική παρακολούθηση εκροής (δειγματοληψία, εργαστηριακές αναλύσεις)	200	1	200 €
Παρακολούθηση διεργασιών: δειγματοληψία και εργαστηριακές αναλύσεις των εισερχομένων λυμάτων, της βιολογικής διεργασίας και της εκροής	150	1	150 €
Περιβαλλοντική παρακολούθηση ιλύος (δειγματοληψία, εργαστηριακές αναλύσεις)	250	0,7	133 €
Ενεργειακό κόστος	0,074	58.747	4.347 €
Αντικατάσταση μεμβρανών	32.000	0,017	544 €
Διοικητικά έξοδα (καύσιμα, γραφικά, αναλώσιμα, ταξίδια κτλ)	2%	9000	180 €
ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ			11.744 €

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αγγελάκης Α., Tchobanoglous G., 1995, «Υγρά απόβλητα, Φυσικά συστήματα Επεξεργασίας και Ανάκτηση, Επαναχρησιμοποίηση και Διάθεση Εκρύνων», Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο.
- Ανδρεαδάκης Α., Κατσίρη Α., Μαμάης Δ., 2001, «Τεχνολογία Αντιμετώπισης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων», Ε.Α.Π., Πάτρα.
- Αντωνόπουλος Β., 2003, «Υδραυλική Περιβάλλοντος και Ποιότητα Επιφανειακών Υδάτων», Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη.
- Αϊβαζίδης Α., 2000, «Τεχνολογία και Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων II», Δ.Π.Θ., Ξάνθη.
- Βογιατζής Ζ., Στάμου Αν., 1994, «Βασικές αρχές και σχεδιασμός συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων», Αθήνα.
- Butler D. & Davis J., 2000, « Urban Drainage», E & FN SPON, London
- Κόλλιας, 2000, «Αποχετεύσεις, Εγκαταστάσεις Καθαρισμού Λυμάτων-Αποβλήτων, Λύχνος, Αθήνα.
- Κουτσογιάννης Δ., 1991, «Σχεδιασμός αστικών δικτύων αποχέτευσης», Αθήνα.
- Μανιός Θρ., 2001, Πανεπιστημιακές σημειώσεις μαθήματος «Τεχνολογίες Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων», Χανιά.
- Martz G., 1977, «Υδραυλική των οικισμών, 2. αποχετεύσεις», Εκδόσεις Γκιούρδας.
- Metcalf & Eddy INC., 2006, «Wastewater Engineering, Treatment Disposal and Reuse».
- Μαρκαντωνάτος Γρ., 1990, «Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων», Αθήνα.
- Μαρκαντωνάτος Γρ., 1994, «Στοιχεία υγιεινής περιβάλλοντος και υγειονομικής μηχανικής», Αθήνα.
- Στάμου Αν., 1995, «Βιολογικός καθαρισμός αστικών αποβλήτων», Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
- Στάμου Αν., 2001, «Βιολογικός καθαρισμός αστικών αποβλήτων», Β' έκδοση, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
- Χατζηαγγέλου Η., 2002, «Αποχετεύσεις», Εκδόσεις Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.