

ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΒΕΡΟΙΑΣ

Δ.Ε.Υ.Α.Β.

ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

για Ανανέωση/Τροποποίηση της υπ' αριθ. 7233/30-12-2004 Απόφασης
Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Α.Ε.Π.Ο.)

του έργου/δραστηριότητας

Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων Δήμου Βέροιας στη
θέση Λειβάδια της Δ.Κ. Μακροχωρίου, Κεντρικοί
Αποχετευτικοί Αγωγοί, Αντλιοστάσια και Αγωγός τελικής
διάθεσης στην Τάφρο 66

Υπεύθυνος Φορέας
ΔΕΥΑ ΒΕΡΟΙΑΣ

Φεβρουάριος 2012



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ	5
1.1	Όνομασία & Είδος του έργου.....	5
1.2	Ιστορικό αδειοδοτήσεων του έργου.....	6
1.3	Σκοπιμότητα έργου- Συνοπτική περιγραφή	9
1.4	Λειτουργίας ΕΕΛ Βέροιας (Ιστορικό λειτουργίας και λειτουργία με τα νέα δεδομένα).....	13
1.5	Νομικό πλαίσιο	15
1.6	Νομικό πλαίσιο	16
1.7	Ιδιοκτησιακό Καθεστώς	17
1.8	Κατάταξη έργου	18
2.	ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΕΕΛ ΒΕΡΟΙΑΣ – ΥΓΕΙΟΝΟΛΟΓΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	
	19	
2.1	Συνοπτική τεχνική περιγραφή υφιστάμενης κατάστασης ΕΕΛ.....	19
2.2	Δεδομένα σχεδιασμού.....	21
2.2.1	Παροχές και ρυπαντικά φορτία αρχικού σχεδιασμού ΕΕΛ.....	21
2.2.2	Εξυπηρετούμενος πληθυσμός	22
2.2.3	Παροχές και ρυπαντικά φορτία νέου σχεδιασμού ΕΕΛ.....	24
2.3	Απαιτήσεις εκροής	26
2.4	Βασικές αρχές σχεδιασμού και θεμελιώδεις σχέσεις υπολογισμών	27
2.4.1	Έργα προεπεξεργασίας	27
2.4.2	Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας και καθίζησης	30
2.4.3	Σύστημα χημικής κατακρήμνισης φωσφόρου	51
2.4.4	Μονάδα επεξεργασίας λάσπης.....	53
2.4.5	Μονάδα απολύμανσης και διάθεσης επεξεργασμένων λυμάτων	54
2.5	Διαστασιολόγηση ΕΕΛ για σύστημα παρατεταμένου αερισμού	56
2.5.1	Έργα προεπεξεργασίας	56
2.5.2	Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας και καθίζησης.....	61

2.5.3 Σύστημα χημικής κατακρήμνισης φωσφόρου	68
2.5.4 Μονάδα επεξεργασίας λάσπης.....	69
2.5.5 Μονάδα απολύμανσης και διάθεσης επεξεργασμένων λυμάτων	72
2.6 Σύνοψη – Επάρκεια ΕΕΛ στα νέα δεδομένα παροχών και ρυπαντικών φορτίων λυμάτων	74
3. MONADA ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΛΥΟΣ ΕΕΛ ΒΕΡΟΙΑΣ.....	75
3.1 Εισαγωγή	75
3.2 Υφιστάμενη κατάσταση – Άμεσες ενέργειες για την ορθολογική διαχείριση της παραγόμενης ιλύος.....	79
3.3 Εναλλακτικές λύσεις επεξεργασίας ιλύος.....	81
3.3.1 Κομποστοποίηση.....	81
3.3.2 Σταθεροποίηση με Ασβέστη.....	88
3.3.4 Θερμική Ξήρανση Με ή Χωρίς Θερμική Αξιοποίηση.....	98
3.4 Σύγκριση των εναλλακτικών λύσεων επεξεργασίας της αφυδατωμένης ιλύος	108
3.5 Στοιχεία σχεδιασμού μονάδας επεξεργασίας ιλύος στην ΕΕΛ Βέροιας	
113	
3.5.1 Ποσότητες εισερχόμενης ιλύος.....	113
3.5.2 Είδος εισερχόμενης ιλύος.....	115
3.5.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά εισερχόμενης ιλύος	116
3.6 Περιγραφή Μονάδας Επεξεργασίας Ιλύος με τη μέθοδο της Ηλιακής Ξήρανσης	117
3.6.1 Γενικά στοιχεία.....	117
3.6.2 Τεχνική περιγραφή.....	118
3.6.3 Ισοζύγιο μάζας – Προγραμματισμός λειτουργίας.....	126
4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ.....	128
5. ΕΚΤΙΜΗΣΗ & ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ.....	136
5.1 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ	137
5.1.1 Φάση κατασκευής	137



5.1.2 Φάση λειτουργίας.....	138
5.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΑ ΝΕΡΑ.....	140
5.2.1 Φάση κατασκευής.....	140
5.2.2 Φάση λειτουργίας.....	140
5.3 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	141
5.3.1 Φάση κατασκευής	141
5.3.2 Φάση λειτουργίας.....	141
5.4 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	142
5.4.1 Επιπτώσεις κατά την κατασκευή	142
5.4.2 Επιπτώσεις κατά τη λειτουργία.....	142
5.5 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗ ΧΛΩΡΙΔΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΑΝΙΔΑ.....	143
5.5.1 Φάση κατασκευής.....	143
5.5.2 Φάση λειτουργίας.....	143
5.6 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	144
5.6.1 Φάση κατασκευής	144
5.6.2 Φάση λειτουργίας.....	145
5.7 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΤΟΠΙΟ.....	145
5.7.1 Φάση κατασκευής	145
5.7.2 Φάση λειτουργίας.....	145
6. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΜΕΤΡΑ	147
6.1 ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ	147
6.1.1 Μέτρα αντιμετώπισης κατά την κατασκευή.....	147
6.1.2 Μέτρα αντιμετώπισης κατά τη λειτουργία	147
6.2 ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΑ ΝΕΡΑ	148
6.2.1 Μέτρα αντιμετώπισης κατά την κατασκευή.....	148
6.2.2 Μέτρα αντιμετώπισης κατά τη λειτουργία	148
6.3 ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	149
6.3.1 Μέτρα αντιμετώπισης κατά την κατασκευή.....	149

6.3.2 Μέτρα αντιμετώπισης κατά τη λειτουργία	149
6.4 ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	150
6.4.1 Μέτρα αντιμετώπισης κατά την κατασκευή.....	150
6.4.2 Μέτρα αντιμετώπισης κατά τη λειτουργία	150
6.5 ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΗ ΧΛΩΡΙΔΑ-ΠΑΝΙΔΑ.	150
6.5.1 Μέτρα αντιμετώπισης κατά την κατασκευή.....	150
6.5.2 Μέτρα αντιμετώπισης κατά τη λειτουργία	151
6.6 ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	151
6.6.1 Μέτρα αντιμετώπισης κατά τη φάση την κατασκευή	151
6.6.2 Μέτρα αντιμετώπισης κατά τη φάση της λειτουργίας	151
6.7 ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ΤΟΠΙΟ	152
6.7.1 Μέτρα αντιμετώπισης κατά την κατασκευή.....	152
6.7.2 Μέτρα αντιμετώπισης κατά τη λειτουργία	152
6.8 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ	152



1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ

1.1 Ονομασία & Είδος του έργου

Tίτλος έργου : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων Δήμου Βέροιας και Κεντρικοί Αποχετευτικοί Αγωγοί, Αντλιοστάσια και Αγωγός Τελικής Διάθεσης επεξεργασμένων Λυμάτων

Θέση έργου : Θέση Λειβάδια, Αγρόκτημα Μακροχωρίου, Δ.Κ. Μακροχωρίου, Δημ Ενότητα Απ. Παύλου, Δήμου Βέροιας, Π.Ε. Ημαθίας

Είδος μελέτης : Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.)

Περιγραφή έργου : Τροποποίηση Α.Ε.Π.Ο. του έργου του θέματος ως προς τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό και την οδύσση των Κεντρικών Αποχετευτικών Αγωγών που συνδέουν τους νέους οικισμούς με την ΕΕΛ. Το σύνολο του έργου αποτελείται από:

- α. Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ)
- β. Κεντρικοί εξωτερικοί Αποχετευτικοί Αγωγοί (ΚΑΑ) για τη μεταφορά των λυμάτων από τους οικισμούς προς την ΕΕΛ
- γ. Αντλιοστάσια κατά μήκος των ΚΑΑ
- γ. Αγωγός Διάθεσης Επεξεργασμένων Λυμάτων στην Τάφρο 66, η οποία αποτελεί τον τελικό αποδέκτη των επεξεργασμένων λυμάτων

Μέγεθος έργου :

- Εξυπηρετούμενος ισοδύναμος πληθυσμός 61.206 κάτοικοι στην παρούσα φάση και 79.568 σε σχεδιασμό 20ετίας.
- Μέγιστη εγκατάστασης 17.505 m³/ημέρα (στην παρούσα φάση τους καλοκαιρινούς μήνες)
- Μήκος Κεντρικών Αποχετευτικών Αγωγών που προστίθενται 38.940 m (διαφόρων υλικών και διατομών)
- Κατασκευή 10 αντλιοστασίων κατά μήκος του ΚΑΑ

Φορέας έργου : Δ.Ε.Υ.Α. Βέροιας
Κεντρικής 203, Βέροια, Τ.Κ. 59100, Τηλ. 2331078801
Υπεύθυνος: Τσακτάνης Ηλία, Προϊστάμενος Τ.Υ. ΔΕΥΑΒ

Μελετητής : Γεωργόπουλος Νικόλαος
Περιβαλλοντολόγος, MSc – Μελετητής κατ. 27A (Α.Μ. 18.000)
Κονίτσης 39, Βέροια, Τ.Κ. 59100, Τηλ. 2331023111

1.2 Ιστορικό αδειοδοτήσεων του έργου

Η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ) Βέροιας κατασκευάστηκε και ξεκίνησε τη λειτουργία της το 1996. Για το έργο εκδόθηκε η υπ' αριθ. 69876/31-1-1994 Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΥΠΕΧΩΔΕ, Υπ. Εσωτερικών) Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ). Η ΑΕΠΟ είχε διάρκεια 5 ετών (έως 31-12-1998) και σε αυτή προβλεπόταν ότι στην ΕΕΛ Βέροιας θα οδηγούνται τα λύματα της πόλης της Βέροιας και των τότε Κοινοτήτων Λαζοχωρίου, Ταγαροχωρίου, Πατρίδας, Μέσης και Μακροχωρίου. Η παραπάνω ΑΕΠΟ ανανεώθηκε, χωρίς τροποποίηση, με την υπ' αριθ. Οικ. 107760/12-8-1999 Απόφαση της ΕΥΠΕ για 5 ακόμα έτη.

Για την έναρξη λειτουργίας της ΕΕΛ Βέροιας πέραν των παραπάνω περιβαλλοντικών αδειοδοτήσεων έχουν εκδοθεί οι ακόλουθες άδειες/εγκρίσεις:

- Το υπ' αριθ. 1815/7-8-1992 έγγραφο του Τμήματος Πολεοδομίας της Ν.Α. Ημαθίας σύμφωνα με το οποίο δεν απαιτείται η έκδοση Οικοδομικής Άδειας για την ΕΕΛ Βέροιας.
- Η υπ' αριθ. 4399/30-9-1993 Απόφαση Έγκρισης Μελέτης Επεξεργασίας και Διάθεσης υγρών αποβλήτων από τη Ν.Α. Ημαθίας
- Η υπ' αριθ. 7692/12-7-1996 Απόφαση χορήγησης προσωρινής Άδειας Διάθεσης λυμάτων
- Η υπ' αριθ. 6181/10-6-1997 Απόφαση Χορήγησης Οριστικής Άδειας διάθεσης λυμάτων.

Με το έγγραφο, της ΕΥΠΕ υπ' αριθ. 102261/10-5-2001, προβλέπεται ότι στην ΕΕΛ Βέροιας εκτός των παραπάνω οικισμών πρέπει να συνδεθούν οι οικισμοί Πανόραμα, Φλαμουριές, Μαγούλα (συνοικισμοί της πόλης της Βέροιας) και επίσης Ραχιά, Ασώματα, Βαρβάρες, Άμμος, Κρεββατάς, Τριπόταμος, Γεωργιανοί και Κομνήνιο. Επίσης αναφέρει ότι θεωρείται επιβεβλημένη η σύνδεση των οικισμών του πρώην Δήμου Αποστόλου Παύλου (Διαβατός, Κουλούρα, Νέα Νικομήδεια, Παλαιά και Νέα Λυκογιάννη) κατόπιν μελέτης για μελλοντική επέκταση της ΕΕΛ.

Στη συνέχεια η ΕΕΛ Βέροιας έλαβε την υπ' αριθ. 7233/30-12-2004 Απόφαση Ανανέωσης/Τροποποίησης Περιβαλλοντικών Όρων από τη ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ. Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας, στην οποία είχε εν τω μεταξύ περιέλθει η ευθύνη για την Περιβαλλοντική Αδειοδότηση, μετά την έκδοση της ΚΥΑ 15393/2332/2002 "Κατάταξη δημόσιων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, κ.α." (ΦΕΚ 1022B/5-8-2002). Στην Απόφαση και στην περιβαλλοντική Μελέτη που τη συνοδεύει αναφέρεται ότι σύμφωνα με το σχεδιασμό της δύναται να εξυπηρετήσει στην παρούσα κατάσταση ισοδύναμο πληθυσμό 69.800 κατοίκων και έχει μέγιστη παροχή σχεδιασμού 16.300 m³/ημέρα και ότι υπάρχει δυνατότητα επέκτασης ώστε να



εξυπηρετεί έως 87.700 κατοίκους ισοδύναμο πληθυσμό. Κατά τη φάση έκδοσης της ΑΕΠΟ η ΕΕΛ εξυπηρετούσε 54.000 ισοδύναμους κατοίκους και είχε μέση ημερήσια παροχή 12.500 m³/ημέρα. Τα λύματα οδηγούνταν στην ΕΕΛ μέσω τριών κατασκευασμένων και ενός υπό κατασκευή Κεντρικών Αποχετευτικών Αγωγών, τα αναλυτικά στοιχεία των οποίων παρατίθενται στον παρακάτω Πίνακα:

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΤΟΜΗ – ΥΛΙΚΟ	ΜΗΚΟΣ
A0	Φ600 – Αμιαντοσωλήνας	5.600 m
AT	Φ600 – Αμιαντοσωλήνας	5.000 m
KAA-A1	Φ1200 – Τσιμεντοσωλήνας	4.300 m
Λαζοχώρι-Ταγαροχώρι	DN160 – ΡΕ 2 nd γενιάς (καταθλιπτικός)	5.000 m
Διάθεσης A2	Φ1200 – Τσιμεντοσωλήνας	60 m

Για τη σύνδεση με την ΕΕΛ όλων των οικισμών που αναφέρονταν στο έγγραφο της ΕΥΠΕ υπ' αριθ. 102261/10-5-2001, θα απαιτείται σχετική μελέτη και περιβαλλοντική Αδειοδότηση. Σύμφωνα με την ΑΕΠΟ οι επιμέρους μονάδες της ΕΕΛ που λειτουργούν είναι:

1. Αντλιοστάσιο εισόδου
2. Εσχάρωση
3. Εξαμμωτής
4. Δύο Δεξαμενές Αερισμού όγκου 4.600 m³ έκαστη
5. Δύο Δεξαμενές Δευτεροβάθμιας Καθίζησης
6. Απολύμανση με NaOCl
7. Μεταπάχυνση στους πυκνωτές
8. Αφυδάτωση σε δυο ταινιοφιλτρόπρεσες
9. Μετρητής παροχής στην έξοδο
10. Αυτοματισμόι Plcs

Επίσης στην ΕΕΛ υπάρχουν χωρίς να λειτουργούν δυο δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης και δυο αναερόβιοι χωνευτές.

Η διάρκεια ισχύος υπ' αριθ.7233/30-12-2004 ΑΕΠΟ είναι για 10 έτη (έως 30-12-2014).

Η παραπάνω Απόφαση τροποποιήθηκε, χωρίς να ανανεωθεί η ισχύς της με την υπ' αριθ. 2260/18-4-2011 Απόφαση Τροποποίησης Περιβαλλοντικών Όρων της ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ.Σ. Κεντρικής Μακεδονίας Αποκεντρωμένης Διοίκησης Μακεδονίας Θράκης. Η τροποποίηση αφορούσε την κατασκευή του εσωτερικού δικτύου

αποχέτευσης του οικισμού Πατρίδας και την κατασκευή εξωτερικού ΚΑΑ μήκους 1.415 m, από την Πατρίδα έως το Λαζοχώρι. Εκεί ο ΚΑΑ θα συνδέεται με τον ΚΑΑ Λαζοχωρίου – Ταγαροχωρίου, ο οποίος είναι στο στάδιο ολοκλήρωσης της κατασκευής του και μέσω αυτού τα λύματα θα οδηγούνται στην ΕΕΛ. Για το συγκεκριμένο έργο (ΚΑΑ οικισμού Πατρίδας) πριν την ΑΕΠΟ εκδόθηκε η υπ' αριθ. 2639/15-4-2011 Προκαταρκτική Περιβαλλοντική Εκτίμηση και Αξιολόγηση (ΠΠΕΑ).

Η ΔΕΥΑΒ έχοντας ως στόχο την ολοκλήρωση κατασκευής εσωτερικών αποχετευτικών δίκτυων και τη σύνδεση αυτών με την ΕΕΛ των οικισμών Ράχης, Ασωμάτων, Αγίας Βαρβάρας, Άμμου και Μέσης καθώς και των οικισμών Γεωργιανών, Τριποτάμου, Κομνηνίου και Πανοράματος προχώρησε στην ανάθεση οριστικών μελετών αποχέτευσης σε εξωτερικό μελετητή, καθώς και στην ανάθεση εκπόνησης Προμελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για τους ΚΑΑ που οδηγούν στην ΕΕΛ. Αντίστοιχη διαδικασία ακολουθήθηκε και από τον πρώην Δήμο Αποστόλου Παύλου με ξεχωριστές μελέτες για τους οικισμούς Διαβατού, Κουλούρας, Νέας Λυκογιάννης και ενιαία μελέτη για τους οικισμούς Παλαιάς Λυκογιάννης και Νέας Νικομήδειας. Για τον οικισμό Μακροχωρίου, που επίσης θα συνδεθεί με την ΕΕΛ Βέροιας, δεν απαιτήθηκε ΠΠΕ, καθώς το εσωτερικό αποχετευτικό δίκτυο συνδέεται με τους υφιστάμενους ΚΑΑ της Βέροιας εντός του οικισμού.

Από τις παραπάνω ΠΠΕ εκδόθηκαν οι ακόλουθες ΠΠΕΑ από τη ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ. Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας, που στη συνέχεια (από την αρχή του 2011) μετατράπηκε σε ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ.Σ. Κεντρικής Μακεδονίας της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Μακεδονίας Θράκης:

- Η υπ' αριθ. 5950/18-11-2010 που αφορά τον ΚΑΑ οικισμών Γεωργιανών, Τριποτάμου, Κομνηνίου και Πανοράματος προς το συλλεκτήριο αγωγό της ΔΕΥΑΒ και στη συνέχεια προς την ΕΕΛ Βέροιας
- Η υπ' αριθ. 2741/12-4-2011 που αφορά τον ΚΑΑ Διαβατού προς την ΕΕΛ Βέροιας
- Η υπ' αριθ. 2132/19-4-2011 που αφορά τον ΚΑΑ Κουλούρας προς την ΕΕΛ Βέροιας
- Η υπ' αριθ. 7212/29-8-2011 που αφορά τον ΚΑΑ Νέας Λυκογιάννης προς την ΕΕΛ Βέροιας
- Η υπ' αριθ. 8181/27-9-2011 που αφορά τον ΚΑΑ οικισμών Ράχης, Ασωμάτων, Αγίας Βαρβάρας, Άμμου και Μέσης προς την ΕΕΛ Βέροιας
- Η υπ' αριθ. 8756/27-10-2011 που αφορά τον ΚΑΑ Παλαιάς Λυκογιάννης και Νέας Νικομήδειας προς την ΕΕΛ Βέροιας



Σε όλες τις παραπάνω ΠΠΕΑ τονίζεται ότι, στο στάδιο της ΜΠΕ, όλα τα επιμέρους έργα θα πρέπει να αντιμετωπιστούν συνολικά και ενιαία με την ΕΕΛ Βέροιας ως Τροποποίηση της αντίστοιχης ΑΕΠΟ της ΕΕΛ Βέροιας (με προσθήκη όλων των ΚΑΑ) με επαρκή τεκμηρίωση για το αν απαιτείται επέκταση ή μη των υφιστάμενων εγκαταστάσεων της ΕΕΛ Βέροιας, ώστε να είναι αποδεκτό το οργανικό φορτίο και η παροχή των λυμάτων όλων των οικισμών που προστίθενται.

1.3 Σκοπιμότητα έργου- Συνοπτική περιγραφή

Με την παρούσα μελέτη ζητείται η ανανέωση/τροποποίηση της υπ' αριθ. 7233/30-12-2004 Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Α.Ε.Π.Ο) του έργου «Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ) Δήμου Βέροιας στην Θέση Λειβάδια της Δ.Κ Μακροχωρίου μετά των συλλεκτήριων αγωγών, των αντλιοστασίων και του αγωγού διάθεσης στην Τάφρο 66». Η Τροποποίηση αφορά την όδευση στην ΕΕΛ Βέροιας των λυμάτων των οικισμών Γεωργιανών, Τριποτάμου, Κομνηνίου, Πανοράματος, Ράχης, Ασωμάτων, Αγίας Βαρβάρας, Άμπου, Μέσης, Διαβατού, Κουλούρας, Νέας Λυκογιάννης, Παλαιάς Λυκογιάννης και Νέας Νικομήδειας, την κατασκευή των ΚΑΑ και αντλιοστασίων και την κατασκευή όπου απαιτείται εσωτερικών αποχετευτικών δικτύων. Πιο συγκεκριμένα στον παρακάτω Πίνακα ακολουθεί μια συνοπτική περιγραφή των έργων:

ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΑΠΟΧΕΤΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ (Προς αδειοδότηση)				
ΟΙΚΙΣΜΟΣ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΤΥΠΟΣ	ΔΙΑΤΟΜΕΣ/ΥΛΙΚΟ	ΜΗΚΟΣ
Ράχης	Υπάρχει μελέτη	Βαρύτητα	Φ 200 / PVC	4.574 m
Ασωμάτων	Υπό κατασκευή	Βαρύτητα	Φ200, Φ250 / PVC	1.380 m
	Υπάρχει μελέτη	Βαρύτητα	Φ 200 / PVC	2.941 m
Αγία Βαρβάρα	Υπάρχει υποτυπώδες δίκτυο, απαιτείται αντικατάσταση, υπάρχει μελέτη	Βαρύτητας	Φ 200 / PVC	6.270 m
Άμπου	Υπάρχει υποτυπώδες δίκτυο, απαιτείται αντικατάσταση, υπάρχει μελέτη	Βαρύτητας	Φ 200 / PVC	3.811 m
Μέσης	Το δίκτυο είναι κατασκευασμένο	Βαρύτητας	Φ200,Φ250,Φ315 / PVC	5.320 m
Διαβατού	Υπάρχει οριστική	Βαρύτητας	Φ250,Φ300,Φ500 /	1.023,97 m

	μελέτη		PVC/4, PVC/41	
Κουλούρας	Υπάρχει οριστική μελέτη	Βαρύτητας	Φ200,Φ315/ uPVC σειρά 41	7.150 m
Νέας Λυκογιάννης	Υπάρχει οριστική μελέτη	Βαρύτητας	Φ200,Φ250/ uPVC σειρά 41	5.197 m
Παλαιάς Λυκογιάννης	Υπάρχει οριστική μελέτη	Βαρύτητας	Φ200 / uPVC σειρά 41	3.430 m
Νέας Νικομήδειας	Υπάρχει οριστική μελέτη	Βαρύτητας	Φ200,Φ315/ uPVC σειρά 41	10.383 m
Γεωργιανών	Υπάρχει οριστική μελέτη	Βαρύτητας	Φ200 / PVC	8.140 m
Τριποτάμου	Υπάρχει οριστική μελέτη	Βαρύτητας	Φ200 / PVC	2.982 m
Κομνήνιο	Υπάρχει οριστική μελέτη	Βαρύτητας	Φ200 / PVC	1.140 m
Πανοράματος	Υπάρχει οριστική μελέτη	Βαρύτητας	Φ200/PVC (6.230m), Φ200 / Τσιμεντοσωλήνα (540 m)	6.770 m

ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΑΠΟΧΕΤΕΥΤΙΚΟΙ ΑΓΩΓΟΙ (Προς Αδειοδότηση)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΤΥΠΟΣ	ΔΙΑΤΟΜΕΣ/ΥΛΙΚΟ	ΜΗΚΟΣ
ΚΑΑ Ράχη-Ασώματα	B1-B2	Βαρυτικός	Φ 200	1.765,73 m
ΚΑΑ Ασώματα -Αγ. Βαρβάρα	B3-B4	Βαρυτικός	Φ 250	1.286,62 m
ΚΑΑ Αγ Βαρβάρα -Άμμος	B5-B6	Βαρυτικός	Φ 250	555,37 m
ΚΑΑ Άμμος – Μέση	B7-B8	Καταθλ/κός	Φ225	4.179,58 m
ΚΑΑ Μέση – ΕΕΛ	B8-ΕΕΛ	Καταθλ/κός	Φ250	5.254,65 m
ΚΑΑ Διαβατός – Φρεάτιο πριν την ΕΕΛ	Δ1-Δ3	Καταθλ/κός	D355/ HDPE 12,5 atm	2.652 m
ΚΑΑ Κουλούρα – Φρεάτιο πριν ΕΕΛ	Δ2-Δ3	Καταθλ/κός	PE δεύτερης γενιάς 10 atm	4.620 m
Φρεάτιο πριν την ΕΕΛ – Φρεάτιο ΕΕΛ	Δ3-ΕΕΛ	Βαρυτικός	Φ400 / uPVC σειρά 41	15,89 m
ΚΑΑ Νέα Λυκογιάννη – Φρεάτιο ΚΑΑ Βέροιας	Z5-Z6	Καταθλ/κός	PE δεύτερης γενιάς 10 atm	2.638 m
ΚΑΑ Π Λυκογιάννη – Α/Σ Π. Λυκογιάννη	K1-K2	Βαρυτικός	Φ200 / uPVC σειρά 41	144 m
ΚΑΑ Α/Σ Π. Λυκογιάννης-Α/Σ Νέας Νικομήδειας	K2-K4	Καταθλ/κός	DN 90/PE δεύτερης γενιάς	1.710 m



ΚΑΑ Ν Νικομήδεια – Α/Σ Ν. Νικομήδειας	K3-K4	Βαρυτικός	Φ315 / uPVC σειρά 41	136 m
ΚΑΑ Α/Σ Νέας Νικομήδειας – Φρεάτιο πριν ΕΕΛ	K4-Δ3	Καταθλ/κός	DN 200 / PE Β' γενιάς	4.640 m
ΚΑΑ Γεωργιανοί – Φρεάτιο Τριποτάμου	Γ1-Γ3	Καταθλ/κός	DN 90/PE δεύτερης γενιάς	3.297 m
ΚΑΑ Τριπόταμος – Φρεάτιο Τριποτάμου	Γ2-Γ3	Καταθλ/κός	DN 125/PE δεύτερης γενιάς	88 m
ΚΑΑ Φρεάτιο Τριποτάμου – Διασταύρωση Πανοράματος	Γ3-Γ5	Βαρυτικός	Φ200 / PVC	1.524 m
ΚΑΑ Κομνήνιο - Διασταύρωση Πανοράματος	Γ4- Γ5	Βαρυτικός	Φ200 / PVC	1.714 m
ΚΑΑ Διασταύρωση Πανοράματος - Ανάντη Πανοράματος	Γ5-Γ6	Βαρυτικός	Φ200 / PVC	1.219 m
ΚΑΑ Συλλεκτήριος Πανοράματος – Κατάντη Πανοράματος	Γ7-Γ8	Βαρυτικός	Φ400	317 m
ΚΑΑ Κατάντη Πανοράματος – Ανάντη Βέροιας	Γ8-Γ9	Καταθλ/κός	DN 160/PE δεύτερης γενιάς	194 m
ΚΑΑ Ανάντη Βέροιας- Συλλεκτήριος Βέροιας	Γ9-Γ10	Βαρυτικός	Φ400	989m
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΑΠΟΧΕΤΕΥΤΙΚΟΙ ΑΓΩΓΟΙ (Αδειοδοτημένοι)				
ΚΑΑ Βέροια –ΕΕΛ (κατασκευασμένοι αγωγοί)	ΑΤ-Α1	Βαρυτικός	Φ600 - Αμιαντοσωλήνας	5.600 m
	Α0-Α1	Βαρυτικός	Φ600 - Αμιαντοσωλήνας	5.000 m
	Α1-ΕΕΛ	Βαρυτικός	Φ1200 - Τσιμεντοσωλήνας	4.300 m
ΚΑΑ Πατρίδα-Λαζοχώρι	Z1-Z2	Βαρυτικός	Φ315 (Υπό κατασκευή)	1.415 m
ΚΑΑ Λαζοχωρίου – Α/Σ Λαζοχώρι-Ταγαροχώρι	Z2-Z4	Καταθλ/κός	DN 90/PE δεύτερης γενιάς (Κατασκευασμένος)	1.425 m
ΚΑΑ Ταγαροχωρίου – Α/Σ Λαζοχώρι-Ταγαροχώρι	Z3-Z4	Βαρυτικός	Φ200 / uPVC σειρά 41 (Στο τελικό στάδιο κατασκευής)	865 m
ΚΑΑ Α/Σ Λαζ/ρι-Ταγ/ρι – Φρεάτιο ΚΑΑ Βέροιας	Z4-Z6	Καταθλ/κός	DN 160/PE δεύτερης γενιάς (Κατασκευασμένος)	5.000 m
Αγωγός Διάθεσης Επεξεργασμένων Λυμάτων στην Τ66	ΕΕΛ- Τάφρος 66	Βαρυτικός	Φ1200 – Τσιμεντοσωλήνας (Κατασκευασμένος αγωγός)	60 m

ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΑ (για αδειοδότηση)		
ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΘΕΣΗ/ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ
Άμμου	A/Σ 1	Εκτός σχεδίου μέρος του Α.Τ. 100α / Κοινόχρηστο
Μέσης	A/Σ 2	Εκτός σχεδίου μέρος του Α.Τ. 635 / Κοινόχρηστο
Διαβατού	A/Σ 3	Εντός οικισμού, Ο.Τ. 30
Κουλούρας	A/Σ 4	Εκτός σχεδίου μέρος του 134
Νέας Λυκογιάννης	A/Σ 5	Εκτός σχεδίου Α.Τ. 1624 (τμήμα) αγροκτ. Μακροχωρίου/ ιδιοκτησία
Π. Λυκογιάννης	A/Σ 6	Εκτός σχεδίου Α.Τ 140 / Κοινόχρηστη Έκταση
Νέας Νικομήδειας	A/Σ 7	Εκτός σχεδίου Α.Τ. 19 / Δημοτική Έκταση
Γεωργιανών	A/Σ 8	Εκτός σχεδίου Α.Τ. 655 / Χέρσο κοινό
Τριποτάμου	A/Σ 9	Εκτός οικισμού
Πανοράματος	A/Σ 10	Εκτός σχεδίου μέρος του Α.Τ. 1289α / Κληροτεμάχιο
ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ (Αδειοδοτημένο)		
Λαζοχωρίου Ταγαροχωρίου	A/Σ 11	Είναι ήδη κατασκευασμένο

Η μελέτη στόχο έχει, πέρα από την ενσωμάτωση των νέων ΚΑΑ, να εξετάσει κατά πόσο η υφιστάμενη ΕΕΛ θα μπορεί να υποδεχτεί και να επεξεργαστεί το σύνολο των αστικών λυμάτων των δέκα οικισμών μόλις ολοκληρωθεί η κατασκευή των εσωτερικών δικτύων αποχέτευσης και των αγωγών & αντλιοστασίων μεταφοράς των λυμάτων μέχρι την ΕΕΛ, ή/και αν απαιτείται κατάλληλη επέκτασή της.

Η κατασκευή του έργου είναι επιβεβλημένη καθώς πρόκειται για έργο κοινής ωφέλειας, το οποίο θα συμβάλλει στη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων. Επίσης ιδιαιτέρα σημαντικά θα είναι και τα περιβαλλοντικά οφέλη από το έργο, καθώς θα σταματήσει η ανεξέλεγκτη διάθεση ανεπεξέργαστων υγρών λυμάτων είτε σε απορροφητικούς βόθρους και από εκεί στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα, είτε πιθανώς και απευθείας σε υδάτινους αποδέκτες μετά την εκκένωση από βιθροφόρα οχήματα.



1.4 Λειτουργίας ΕΕΛ Βέροιας (ιστορικό λειτουργίας και λειτουργία με τα νέα δεδομένα)

Για την ΕΕΛ της Βέροιας έχει εκπονηθεί και εγκριθεί με την υπ' αριθ. 4399/30-9-1993 Απόφαση της Ν.Α. Ημαθίας Μελέτη Επεξεργασίας Λυμάτων στην οποία γίνεται πλήρης έλεγχος επάρκειας της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων. Ως αρχικός πληθυσμός είχε ληφθεί ο πληθυσμός των 69.800 ισοδύναμων κατοίκων, ο οποίος σύμφωνα με τους μελετητές του έργου θα ήταν ο πληθυσμός της Βέροιας και των εξυπηρετούμενων οικισμών το έτος 2000. Ο πληθυσμός αυτός προέκυπτε λαμβάνοντας υπόψιν ανεπίσημα πληθυσμιακά στοιχεία του 1986 και εκτιμώντας μια αύξηση του πληθυσμού της τάξεως του 25% στη δεκαπενταετία. Η δεύτερη φάση του αρχικού σχεδιασμού (2010) προέβλεπε νέα αύξηση του πληθυσμού της τάξης του 10% για τη δεκαετία 2000-2010 με τον συνολικό πληθυσμό το 2010 να εκτιμάται σε 87.700 κατοίκους. Αν και κατά τα τέλη της δεκαετίας του '80 και στις αρχές της δεκαετίας του '90 η Βέροια παρουσίαζε όντως ραγδαία πληθυσμιακή αύξηση, στη συνέχεια, με την απομάκρυνση ή/και το κλείσιμο πολλών μεταποιητικών βιομηχανιών στην ευρύτερη περιοχή, οι θέσεις εργασίας μειώθηκαν με τον πληθυσμό να παραμένει ουσιαστικά σταθερός. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η Γενική Απογραφή του 2011, όπου στο σύνολο του νέου Δήμου Βέροιας, όπως προέκυψε μετά το Ν. 3852/2010 (Πρόγραμμα Καλλικράτης) από το 2001 έως το 2011 ο πληθυσμός αυξήθηκε κατά 1%.

Στον αρχικό σχεδιασμό των 69.800 κατοίκων προβλεπόταν η άμεση σύνδεση με την ΕΕΛ κάποιων οικισμών (Μακροχώρι, Λαζοχώρι, Ταγαροχώρι, Μέση, Πατρίδα), για τους οποίους, όμως, ακόμα δεν έχουν ολοκληρωθεί τα έργα σύνδεσης.

Οι δυο παραπάνω παράγοντες συνετέλεσαν στο γεγονός ότι στην ΕΕΛ Βέροιας καθόλη τη διάρκεια λειτουργίας της οδηγούνταν πολύ λιγότερα λύματα από τα αρχικώς εκτιμώμενα. Ενώ δηλαδή υπήρχε μια εγκατάσταση που μπορούσε να εξυπηρετήσει 70.000 κατοίκους, στην οποία εξυπηρετούνταν περίπου 45.000 κάτοικοι. Με αυτά τα δεδομένα η ΕΕΛ ήταν πολύ δύσκολο να λειτουργήσει ως κλασσικό σύστημα ενεργού ιλύος και λειτουργούσε ως σύστημα παρατεταμένου αερισμού. Οι διαφορές σε σχέση με την εγκεκριμένη μελέτη επεξεργασίας λυμάτων ήταν ότι δεν ετίθετο σε λειτουργία οι δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης και τα λύματα μετά την πρωτοβάθμια επεξεργασία εισερχόταν απευθείας στις δεξαμενές αερισμού, ώστε να λάβει χώρα η βιολογική επεξεργασία. Η μη λειτουργία της πρωτοβάθμιας καθίζησης είχε ως αποτέλεσμα την μικρή παραγωγή ιλύος (μόνο από τη δευτεροβάθμια καθίζηση), γεγονός που καθιστούσε αδύνατη και ασύμφορη τη λειτουργία των χωνευτών της λάσπης.

Με την παρούσα μελέτη υπολογίζεται πως μετά την ολοκλήρωση των έργων αποχέτευσης και των Κεντρικών Αποχετευτικών Αγωγών ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός θα είναι 62.200 ισοδύναμοι κάτοικοι περίπου, ενώ ο πληθυσμός του 2032 υπολογίζεται ως ο εκτιμώμενος πληθυσμός του 2012 προσαυξημένος κατά 30% - δηλαδή 80.850 ισοδύναμοι κάτοικοι.

Τα δεδομένα αυτά προσομοιάζουν με τα δεδομένα του αρχικού σχεδιασμού της ΕΕΛ, οπότε μόλις ολοκληρωθούν τα έργα αποχέτευσης και των ΚΑΑ και πραγματοποιηθεί η σύνδεση των οικισμών με την ΕΕΛ αυτή θα λειτουργεί όπως σχεδιάστηκε αρχικών, δηλαδή σαν κλασσικό σύστημα ενεργού ιλύος.

Η αρχική μελέτη σχεδιασμού της ΕΕΛ, από την οποία προκύπτει η επάρκεια της εγκατάστασης ως κλασσικό σύστημα ενεργού ιλύος για τον τωρινό πληθυσμό χωρίς επέκταση, ενώ η επέκταση που έχει προβλεφθεί καλύπτει και τις ανάγκες της ΕΕΛ για το 2032, παρατίθεται στο Παράρτημα.

Στο κεφάλαιο 2.5 της παρούσας μελέτης γίνεται έλεγχος επάρκειας για να διαπιστωθεί αν είναι δυνατή η λειτουργία της ΕΕΛ και ως σύστημα παρατεταμένου αερισμού για τα νέα πληθυσμιακά δεδομένα. Αυτό γίνεται ώστε να υπάρχει εναλλακτική λύση σε περίπτωση βλάβης, αστοχίας ή/και άλλης ανάγκης που πιθανόν προκύψει, χωρίς να υποβαθμιστεί η ποιότητα των εξερχόμενων επεξεργασμένων λυμάτων από την ΕΕΛ. Από τον έλεγχο επάρκειας προκύπτει ότι η εγκατάσταση μπορεί να συνεχίσει να λειτουργεί ως σύστημα παρατεταμένου αερισμού, ακόμα και μετά τη σύνδεση με την ΕΕΛ όλων των οικισμών.

Συνεπώς η ΔΕΥΑ Βέροιας ως φορέας λειτουργίας της ΕΕΛ μπορεί να επιλέξει ανάλογα με την ποσότητα και την ποιότητα των λυμάτων, το ανθρώπινο δυναμικό που διαθέτει και την κατάσταση του Η/Μ της εγκατάστασης αν θα λειτουργεί την ΕΕΛ ως κλασσικό σύστημα ενεργού ιλύος, όπου θα χρησιμοποιούνται η πρωτοβάθμια καθίζηση και οι χωνευτές ιλύς, ή ως σύστημα παρατεταμένου αερισμού, όπως λειτουργεί έως τώρα.



1.5 Νομικό πλαίσιο

Αναλυτικότερα στην παρούσα μελέτη:

- Α) Παρουσιάζεται η υφιστάμενη εγκατάσταση επεξεργασία λυμάτων
- Β) Υπολογίζονται τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των λυμάτων που θα εισέρχονται στην εγκατάσταση μέσω των δικτύων αποχέτευσης των οικισμών
- Δ) Γίνεται έλεγχος επάρκειας για το αν η υφιστάμενη εγκατάσταση επεξεργασία λυμάτων δύναται να επεξεργαστεί το σύνολο των λυμάτων στην παρούσα φάση, αλλά και μελλοντικά ως σύστημα παρατεταμένου αερισμού.
- Ε) Προστίθεται στην εγκατάσταση σύστημα περεταίρω επεξεργασίας της λάσπης (με τη μέθοδο της ηλιακής ξήρανσης), αφού αξιολογηθούν όλα τα εναλλακτικά σενάρια και δίνεται ολοκληρωμένη τεχνική περιγραφή των έργων που πρόκειται να πραγματοποιηθούν (αν υπάρξουν χρηματοδοτικά προγράμματα για τη διαχείριση της ιλύος και η συγκεκριμένη ΕΕΛ είναι επιλέξιμη).
- Στ) Αναφέρονται και αξιολογούνται οι πρόσθετες επιπτώσεις που αναμένεται να έχει το έργο στο περιβάλλον και προτείνονται μέτρα αντιμετώπισής τους.

1.6 Νομικό πλαίσιο

Η διαχείριση των λυμάτων διέπεται από τις διατάξεις:

- ⇒ Υ.Α. οικ. 5673/400/1997 (ΦΕΚ 192/B/14.3.1997) Μέτρα και όροι για την επεξεργασία αστικών λυμάτων.
- ⇒ Υ.Α. Δ.ΥΓ2/Γ.Π.οικ. 133551/2008 (ΦΕΚ 2089/B/9.10.2008) Τροποποίηση της περίπτωσης (γ) της παρ. 1 του άρθρου 8 της υπ αριθμ. Ε1β/221/65 Υγειονομικής διάταξης.
- ⇒ Υ.Α. 48392/939/2002 (ΦΕΚ 405/B/3.4.2002) Συμπλήρωση της 19661/1982/99 κοινής υπουργικής απόφασης «τροποποίηση της 5673/400/97 κοινής υπουργικής απόφασης...κ.λπ.» (B/192) - Κατάλογος ευαίσθητων περιοχών για τη διάθεση αστικών λυμάτων σύμφωνα με το άρθ. 5 (παρ. 1) της απόφασης αυτής (B/1811) και ειδικότερα του άρθ. 2 (παρ. Β) αυτής.
- ⇒ Υ.Α. 19661/1982/1999 (ΦΕΚ 1811/B/29.9.1999) Τροποποίηση της 5673/400/97 κοινής υπουργικής απόφασης «Μέτρα και όροι για την επεξεργασία αστικών λυμάτων» (B/192) - Κατάλογος ευαίσθητων περιοχών για τη διάθεση αστικών λυμάτων σύμφωνα με το άρθ. 5 (παρ. 1) της απόφασης αυτής.
- ⇒ Υ.Α. Ειβ 221/1965 (ΦΕΚ 138/B/24.2.1965) Περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων.

Η διαχείριση των νερών γενικότερα διέπεται από τις διατάξεις:

- ⇒ του Ν. 3199/2003 "Προστασία και διαχείριση υδάτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000" (ΦΕΚ 280A/9-12-2000) και
- ⇒ του Π.Δ. 51/2007 "Καθορισμός μέτρων και διαδικασιών για την ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση των υδάτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 2000/60/EK για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000" (ΦΕΚ 54A/8-3-2007).



1.7 Ιδιοκτησιακό Καθεστώς

Το σύνολο των Κεντρικών εξωτερικών Αποχετευτικών Αγωγών θα διέρχεται παραπλεύρως υφιστάμενων δρόμων. Δεν θα απαιτηθεί να γίνουν διαδικασίες απαλλοτριώσεων από ιδιώτες ή σύστασης δουλείας για τη διέλευσή του.

Η ΕΕΛ είναι κατασκευασμένη στη θέση Λειβάδια του αγροκτήματος Μακροχωρίου της Δημοτικής Ενότητας Αστόλου Παύλου του Δήμου Βέροιας, σε έκταση που έχει χαρακτηρισθεί από το Υπουργείο Γεωργίας ως χώρος για κατασκευή ΕΕΛ.

Τα αντλιοστάσια θα κατασκευαστούν είτε σε δημοτικές εκτάσεις (οπότε δεν απαιτείται καμία ενέργεια), είτε σε κοινόχρηστες (π.χ. αντλιοστάσιο Νέας Νικομήδειας) οπότε και απαιτείται σύμφωνα γνώμη των αρμόδιων Υπηρεσιών, είτε σε ιδιωτικές εκτάσεις (π.χ. αντλιοστάσιο Νέας Λυκογιάννης) οπότε απαιτείται η αγορά από τη ΔΕΥΑ ή το Δήμο των εν λόγω εκτάσεων.

1.8 Κατάταξη έργου

Έχοντας υπόψη:

α. το Ν.3010/2002 "Εναρμόνιση του Ν.1650/1986 με τις οδηγίες 97/11/ΕΕ και 96/61/ΕΕ, Διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις" (ΦΕΚ 91Α/25-4-2002) και

β. την Κ.Υ.Α. 15393/2332/2002 "Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, σύμφωνα με το άρθρο 3 του Ν.1650/1986 όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 1 του Ν.3010/2002 Εναρμόνιση του Ν.1650/86 με τις οδηγίες 97/11/ΕΕ και 96/61/ΕΕ κ.α." (ΦΕΚ 1022Β/5-8-2002),

γ. το Ν. 4014/2011 "Περιβαλλοντική Αδειοδότηση Έργων και Δραστηριοτήτων, Ρύθμιση Αυθαιρέτων σε συνάρτηση με τη δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου και άλλες Διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος" (ΦΕΚ 209Α/21-9-2011),

δ. Την ΚΥΑ 1958/13-1-2012 "Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες και υποκατηγορίες" (ΦΕΚ 21Β/13-1-2012),

όπως ισχύουν με τις μετέπειτα τροποποιήσεις τους, το έργο:

- ΕΕΛ αστικών λυμάτων με διάθεση επεξεργασμένων υγρών σε επιφανειακό αποδέκτη και εξυπηρετούμενο πληθυσμό μικρότερο των 100.000 ισοδύναμων κατοίκων ανήκει: στην 4^η ομάδα Συστήματα Υποδομών και κωδικό 19 "Εγκαταστάσεις επεξεργασίας και διάθεσης αστικών λυμάτων με διάθεσή επεξεργασμένων υγρών σε επιφανειακό υδάτινο αποδέκτη ή τη θάλασσα"
- οι Κεντρικοί Αποχετευτικοί Αγωγοί μεταφοράς των λυμάτων από τα όρια των οικισμών μέχρι την ΕΕΛ και ο αγωγός τελικής διάθεσης επεξεργασμένων λυμάτων στην Τάφρο 66, συμπαρασύρονται σύμφωνα με τον παραπάνω κωδικό από την ΕΕΛ

Οι ΕΕΛ με εξυπηρετούμενο πληθυσμό μικρότερο των 100.000 ισοδύναμων κατοίκων εμπίπτουν Υποκατηγορία A2.

Για την Ανανέωση/Τροποποίηση της ΑΕΠΟ του θέματος απαιτείται η κατάθεση της παρούσας ΜΠΕ, στην οποία αναφέρεται το σύνολο των τροποποιήσεων που θα πραγματοποιηθούν.



2. ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΕΕΛ ΒΕΡΟΙΑΣ – ΥΓΕΙΟΝΟΛΟΓΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

2.1 Συνοπτική τεχνική περιγραφή υφιστάμενης κατάστασης ΕΕΛ

Η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ) Βέροιας, σχεδιάστηκε και λειτουργεί με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος στη μορφή του παρατεταμένου αερισμού με οξειδωτικές τάφρους, με ταυτόχρονη σταθεροποίηση της ιλύος και βιολογική απομάκρυνση θρεπτικών, όπως το άζωτο και ο φώσφορος.

Οι βιολογικές διεργασίες που επιτελούνται περιλαμβάνουν οξείδωση του οργανικού άνθρακα με ταυτόχρονη νιτροποίηση και σταθεροποίηση της ιλύος, απονιτροποίηση, καθώς βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου.

Η ΕΕΛ σχεδιάστηκε σε δύο παράλληλες γραμμές, ενώ κατά τη χωροθέτηση των απαιτούμενων υποδομών, διατηρήθηκαν ελεύθεροι χώροι για την μελλοντική επέκταση της ΕΕΛ ώστε να κατασκευαστεί και τρίτη γραμμή επεξεργασίας.

Αναλυτικά η ΕΕΛ στην παρούσα φάση λειτουργίας της, περιλαμβάνει:

- ⇒ Τα έργα υποδοχής και προεπεξεργασίας των λυμάτων που αποτελούνται από:
 - Το φρέατο συγκέντρωσης των λυμάτων από τους κεντρικούς αποχετευτικούς αγωγούς, μετά του αντλιοστασίου τροφοδοσίας της μονάδας προεπεξεργασίας.
 - Τα έργα προεπεξεργασίας που περιλαμβάνουν μονάδα εσχάρωσης, αμμοσυλλογής και λιποσυλλογής.
- ⇒ Τις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης, οι οποίες δεν λειτουργησαν ποτέ, καθώς η μονάδα λειτουργεί με το σύστημα του παρατεταμένου αερισμού.
- ⇒ Τις δύο παράλληλες γραμμές των δεξαμενών Βιολογικής Επεξεργασίας, με τη μορφή των Οξειδωτικών Τάφρων. Ο ωφέλιμος όγκος της κάθε Δεξαμενής αερισμού είναι 4.600 m^3 , ενώ υπάρχει και η δυνατότητα μελλοντικής προσθήκης τρίτης δεξαμενής με τα ίδια χαρακτηριστικά.
- ⇒ Τις δύο παράλληλες γραμμές Καθίζησης του ανάμικτου υγρού, με τα αντλιοστασίο ανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος. Η κάθε Δεξαμενή Καθίζησης έχει επιφάνεια 804 m^2 και όγκο 2.400 m^3 , ενώ υπάρχει και η δυνατότητα μελλοντικής προσθήκης τρίτης δεξαμενής με τα ίδια χαρακτηριστικά.

- Τις μονάδες/φρεάτια συλλογής και μερισμού της παροχής.
- Τη μονάδα Απολύμανσης των επεξεργασμένων λυμάτων. Η απολύμανση γίνεται με υποχλωριώδες νάτριο σε δεξαμενή συνολικού όγκου 560 m³.
- Το σύστημα Τελικής Διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων που περιλαμβάνει:
 - Το φρεάτιο συγκέντρωσης των τελικών επεξεργασμένων λυμάτων.
 - Τον αγωγό διάθεσης της εκροής της ΕΕΛ μέχρι την παρακείμενη Τάφρο 66.
- Τη μονάδα Επεξεργασίας Ιλύος που περιλαμβάνει:
 - Τους παχυντές βαρύτητας. Υπάρχουν εγκατεστημένοι δυο παχυντές βαρύτητας επιφάνειας 78,5 m² έκαστος και βάθος 3 m. Υπάρχει η δυνατότητα προσθήκης και τρίτου παχυντή ίδιων χαρακτηριστικών εάν απαιτηθεί.
 - Τη μονάδα αναερόβιας χώνευσης, η οποία δεν λειτούργησε ποτέ μέχρι σήμερα μετά των αεροφυλακίων, του μηχανοστασίου, του πυρσού καύσης.
 - Τη μονάδα μεταπάχυνσης με βαρύτητα.
 - Τη μονάδα μηχανικής αφυδάτωσης της ιλύος (ταινιοφιλτρόπρεσσες) επί στεγασμένου κτιρίου. Υπάρχουν τρεις ταινιοφιλτρόπρεσσες ωφέλιμου πλάτους 2 m έκαστη.
 - Το φρεάτιο συγκέντρωσης των στραγγισμάτων των παχυντών και της ταινιοφιλτρόπρεσσας, μετά του αντλιοστασίου ανακυκλοφορίας τους στο φρεάτιο εισόδου των ανεπεξέργαστων λυμάτων στην ΕΕΛ.
 - Το χώρο προσωρινής αποθήκευσης της αφυδατωμένης ιλύος.
 - Το σύστημα απόσμησης του κτιρίου.
 - Το κτίριο επεξεργασίας ιλύος που στεγάζει όλες τις παραπάνω εγκαταστάσεις.
- Το σύνολο των δικτύων μεταφοράς των λυμάτων, της λάσπης, των στραγγιδίων μετά των παρακαμπτήριων αγωγών (by pass), καθώς και των δικτύων πόσιμου νερού, άρδευσης του πρασίνου της ΕΕΛ και αποχέτευσης των χώρων υγιεινής των κτιρίων της.
- Το δίκτυο μεταφοράς ενέργειας και ηλεκτροφωτισμού της ΕΕΛ.
- Το δίκτυο εσωτερικής οδοποιίας για τη σύνδεση όλων των εγκαταστάσεων.
- Τα έργα διαμόρφωσης του περιβάλλοντος χώρου (δενδροφυτεύσεις κλπ) και περίφραξης του γηπέδου ΕΕΛ.



- ⇒ Το κτίριο διοίκησης που στεγάζει το κέντρο αυτόματης λειτουργίας της ΕΕΛ, το χημείο/εργαστήριο, γραφείο, κουζίνα και wc.
- ⇒ Το κτίριο συνεργείου, αποθήκης.
- ⇒ Το κτίριο ενέργειας που στεγάζει τους φυσητήρες των Δεξαμενών Αερισμού, το Η/Ζ και τους ηλεκτρολογικούς πίνακες.
- ⇒ Το κτίριο χημικών που στεγάζει τα δοχεία χημικών, το σύστημα δοσιμετρικών αντλιών, κλπ.

2.2 Δεδομένα σχεδιασμού

2.2.1 Παροχές και ρυπαντικά φορτία αρχικού σχεδιασμού ΕΕΛ

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται τα δεδομένα σχεδιασμού βάση των οποίων σχεδιάστηκε και λειτουργεί μέχρι σήμερα η ΕΕΛ Βέροιας

ΠΑΡΟΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	ΜΟΝΑΔΕΣ	2000	2010
Εξυπηρετούμενος ισοδύναμος πληθυσμός	κάτοικοι	69.800	87.000
Θερμοκρασία λυμάτων	°C	12 (χειμώνα)	25 (καλοκαίρι)
Μέση ημερήσια παροχή λυμάτων	m ³ /day	10.860	
Μέγιστη ημερήσια παροχή λυμάτων	m ³ /day	16.305	24.870
Μέση ωριαία παροχή	m ³ /h	480	
Μέγιστη ωριαία παροχή λυμάτων	m ³ /h	680	1.036
Παροχή αιχμής λυμάτων	m ³ /h	1.116	1.760

Τα φορτία των εισερχόμενων λυμάτων παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

ΡΥΠΑΝΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ	ΜΟΝΑΔΕΣ	2000	2010
Ημερήσιο φορτίο BOD ₅	kg/day	4.180	5.655
Συγκέντρωση BOD ₅	mg/L	256	227
Ημερήσιο φορτίο SS	kg/day	5.235	6.525
Συγκέντρωση SS	mg/L	321	262
Ημερήσιο φορτίο TKN	kg/day	838	1.045
Συγκέντρωση TKN	mg/L	51	42
Ημερήσιο φορτίο P	kg/day	165	249
Συγκέντρωση P	mg/L	10	10

2.2.2 Εξυπηρετούμενος πληθυσμός

Στην παρούσα φάση (Ιανουάριος 2012) η ΕΕΛ Βέροιας εξυπηρετεί την πόλη της Βέροιας. Το αποχετευτικό δίκτυο της Βέροιας είναι χωριστικό και εξυπηρετεί περισσότερο από το 99% του πληθυσμού. Επίσης έτοιμος για σύνδεση με την ΕΕΛ είναι ο ΚΑΑ Λαζοχωρίου-Ταγαροχωρίου. Όσον αφορά το εσωτερικό αποχετευτικό δίκτυο του Μακροχωρίου και το εσωτερικό δίκτυο με τον ΚΑΑ της Πατρίδας έχουν δημοπρατηθεί και έχει ανακηρυχτεί ανάδοχος. Ο πληθυσμός των παραπάνω οικισμών βάσει της απογραφής του 2001 παρουσιάζεται στην πρώτη στήλη του πίνακα που ακολουθεί. Ο πληθυσμός του νέου Δήμου Βέροιας (μετά το Ν. 3852/2010 – πρόγραμμα «Καλλικράτης») στην απογραφή του 2011, σύμφωνα με τα προσωρινά αποτελέσματα που έχουν ανακοινωθεί, είναι 66.630 κάτοικοι, ενώ ο αντίστοιχος πληθυσμός το 2001, των πέντε Δήμων που συνενώθηκαν στο νέο Δήμο Βέροιας, ήταν 65.968 κάτοικοι. Η ποσοστιαία αύξηση του πληθυσμού στη δεκαετία είναι 1% περίπου. Η αντίστοιχη αύξηση για τον Καποδιστριακό Δήμο Βέροιας την περίοδο 1991-2001 ήταν 9,15% (από 43.073 σε 47.411). Για λόγους ασφαλείας, ο πληθυσμός της απογραφής του 2001 προσαυξάνεται κατά 10% (περίπου 1% ετησίως) και ο πληθυσμός που προκύπτει παρατίθεται στη δεύτερη στήλη του πίνακα:

Οικισμός	Κατάσταση	Πληθυσμός 2001	Πληθυσμός 2001 προσαυξημένος 10%
Βέροια	Συνδεδεμένος	42.794	47.111
Λαζοχώρι	Υπό σύνδεση	166	183
Ταγαροχώρι	Υπό σύνδεση	203	224
Μακροχώρι	Έναρξη έργων	4.788	5.267
Πατρίδα	Έναρξη έργων	1.287	1.416
ΣΥΝΟΛΟ		49.238	54.201

Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΜΠΕ που υποβλήθηκε για την έκδοση 7233/30-12-2004 ΑΕΠΟ η ημερήσια παροχή λυμάτων που εισερχόταν στην ΕΕΛ ήταν 12.350 m³/day. Τα στοιχεία της ΔΕΥΑΒ δείχνουν ότι, στην παρούσα φάση, η μέση ημερήσια παροχή των λυμάτων που εισέρχονται προς επεξεργασία στην ΕΕΛ είναι 9.200-9.500 m³/day. Η μείωση της ποσότητας των λυμάτων οφείλεται αφενός στον πλήρη διαχωρισμό του αποχετευτικού δικτύου από το δίκτυο των ομβρίων και αφετέρου στη διακοπή συνεχούς ροής διακοσίων, περίπου, δημοτικών βρυσών που λειτουργούσαν όλο το εικοσιτετράρο. Λαμβάνοντας υπ' όψιν τον πληθυσμό του 2001 της Βέροιας



προσαυξημένο κατά 10% και θεωρώντας ως παραγόμενη ποσότητα λυμάτων τα 200 L/κάτοικο/ημέρα, προκύπτει ότι η μέση παροχή είναι περίπου 9.400 m³/day, ποσότητα που έρχεται σε απόλυτη συμφωνία με τα πραγματικά δεδομένα.

Ο πληθυσμός των οικισμών που θα συνδεθούν στην ΕΕΛ κατά την απογραφή του 2001 παρουσιάζεται στην πρώτη στήλη του παρακάτω πίνακα, ενώ στη δεύτερη παρουσιάζεται ο πληθυσμός προσαυξημένος κατά 10%. Στο τέλος του πίνακα προστίθενται οι οικισμοί που είναι συνδεδεμένοι ή υπό σύνδεση και προκύπτει ο συνολικός πληθυσμός που θα εξυπηρετείται μετά την ολοκλήρωση σύνδεσης όλων των οικισμών.

	Πληθυσμός 2001	Πληθυσμός 2001 προσαυξημένος 10%
Αγίας Βαρβάρας	797	877
Άμμου	160	176
Ασωμάτων	532	586
Ράχης	570	627
Μέσης	504	555
Διαβατού	1.300	1.430
Κουλούρας	1.089	1.198
Νέας Λυκογιάννης	414	455
Παλαιάς Λυκόγιαννης	122	134
Νέας Νικομήδειας	866	953
Γεωργιανοί	288	317
Τριπόταμος	542	596
Κομνήνιο	78	86
Πανόραμα	Ο πληθυσμός του Πανοράματος στην Απογραφή συμπεριλαμβάνεται στην πληθυσμό της Βέροιας	
ΣΥΝΟΛΟ	7.262	7.990
ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΙ ή ΥΠΟ ΣΥΝΔΕΣΗ ΟΙΚΙΣΜΟΙ		54.201
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΕΛ ΒΕΡΟΙΑΣ (κάτοικοι)		62.191

2.2.3 Παροχές και ρυπαντικά φορτία νέου σχεδιασμού ΕΕΛ

Προκειμένου να γίνει έλεγχος επάρκειας της υφιστάμενης ΕΕΛ, τόσο για να δεχτεί τα λύματα και άλλων οικισμών του Δήμου που δεν συμπεριλαμβάνονται στο αρχικό σχεδιασμό της ΕΕΛ, όσο και για να ελεγχθούν οι παράμετροι σχεδιασμού της στα πραγματικά δεδομένα της λειτουργίας αλλά στις πλέον σύγχρονες απαιτήσεις σχεδιασμού έργων ΕΕΛ, κρίνεται σκόπιμο να χρησιμοποιηθούν νέες παράμετροι ως προς τις παροχές και τα ρυπαντικά φορτία.

Έτσι λοιπόν, για τον υπολογισμό της ποσότητας των αστικών λυμάτων που οδηγούνται στην ΕΕΛ θεωρήθηκε ότι κάθε κάτοικος καταναλώνει 200 λίτρα νερού ημερησίως τους χειμερινούς μήνες και 220 λίτρα νερού ημερησίως τους θερινούς. Συνεπώς οι παροχές που χρησιμοποιούνται για τον υδραυλικό σχεδιασμό της ΕΕΛ είναι οι παρακάτω:

ΠΑΡΟΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	ΜΟΝΑΔΕΣ	2012		2032	
		ΧΕΙΜΩΝΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Εξυπηρετούμενος ισοδύναμος πληθυσμός	κάτοικοι	62.191	62.191	80.848	80.848
Ειδική παροχή λυμάτων	L/κάτοικο	200	220	200	220
Παροχές διηθήσεων	L/sec	0 (θεωρούνται ελάχιστες και ενσωματώνονται στην ειδική παροχή λυμάτων)			
Θερμοκρασία λυμάτων	°C	12	18	12	18
Ημερήσια παροχή λυμάτων	m ³ /day	12.438	13.682	16.170	17.787
Μέση ωριαία παροχή	m ³ /h	518	570	674	741
	L/sec	144	158	187	206
Μέγιστη ημερήσια παροχή λυμάτων	m ³ /day	16.170	17.787	21.020	23.123
Μέγιστη ωριαία παροχή λυμάτων	m ³ /h	674	741	876	963
	L/sec	187	206	243	268
Συντελεστής αιχμής (πρέπει < 3)		1,6	1,6	1,6	1,6
Παροχή αιχμής λυμάτων	m ³ /h	1.085	1.189	1.398	1.534
	L/sec	301	330	388	426



Ο υπολογισμός του συντελεστή αιχμής (P) γίνεται βάσει του Π.Δ. 696/74 άρθρο 209 ως εξής:

$$P = 1,5 + 2,5 / Q^{1/2} \text{ με } 1,5 < P < 3$$

όπου : Q η μέση παροχή.

Τα φορτία των εισερχόμενων λυμάτων σε κάθε εποχή λειτουργίας εξαρτώνται από:

1. Την ειδική παραγωγή του κάθε φορτίου ανά άτομο και ημέρα
2. τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό

Οι ειδικές παραγωγές σχεδιασμού της ΕΕΛ, που αποτελούν και τις τυπικές ειδικές παραγωγές των ρυπαντικών φορτίων των αστικών λυμάτων προσδιορίζονται ως εξής:

Ειδικό φορτίο BOD ₅	kg/pers/day	0,062
Ειδικό φορτίο SS	kg/pers/day	0,056
Ειδικό φορτίο TKN	kg/pers/day	0,008
Ειδικό φορτίο P	kg/pers/day	0,0028

Συναρτώντας τα ειδικά ρυπαντικά φορτία με τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό υπολογίζεται η ημερήσια φόρτιση της εγκατάστασης για το κάθε ρυπαντικό φορτίο (σε kg/day), καθώς και οι συγκεντρώσεις των εισερχόμενων φορτίων (σε mg/L):

ΡΥΠΑΝΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ	ΜΟΝΑΔΕΣ	2012		2032	
		ΧΕΙΜΩΝΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Ειδικό φορτίο BOD ₅	kg/pers/day	0,062	0,062	0,062	0,062
Ειδικό φορτίο SS	kg/pers/day	0,056	0,056	0,056	0,056
Ειδικό φορτίο TKN	kg/pers/day	0,010	0,010	0,010	0,010
Ειδικό φορτίο P	kg/pers/day	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028
Ημερήσιο φορτίο BOD ₅	kg/day	3.855,82	3.855,82	5.012,57	5.012,57
Συγκέντρωση BOD ₅	mg/L	310,00	281,82	310,00	281,82
Ημερήσιο φορτίο SS	kg/day	3.482,68	3.482,68	4.527,48	4.527,48
Συγκέντρωση SS	mg/L	280,00	254,55	280,00	254,55
Ημερήσιο φορτίο TKN	kg/day	621,91	621,91	808,48	808,48
Συγκέντρωση TKN	mg/L	50,00	45,45	50,00	45,45
Ημερήσιο φορτίο P	kg/day	174,13	174,13	226,37	226,37
Συγκέντρωση P	mg/L	14,00	12,73	14,00	12,73

2.3 Απαιτήσεις εκροής

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων λυμάτων της ΕΕΛ Βέροιας, που πρόκειται να διατεθούν στην τάφρο 66 και να οδηγηθούν κατόπιν στον ποταμό Αλιάκμονα, έχουν οριστεί σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις και την εν ισχύ ΑΕΠΟ για την ΕΕΛ στα όρια του παρακάτω πίνακα.

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΚΡΟΗΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΤΙΜΗ
BOD5	mg/L	25
COD	mg/L	125
SS	mg/L	35
N total	mg/L	15
P total	mg/L	5

Στα πλαίσια του ελέγχου επάρκειας της υφιστάμενης ΕΕΛ θα χρησιμοποιηθούν οι αυστηρότερες τιμές του παρακάτω πίνακα.

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΚΡΟΗΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΤΙΜΗ	ΜΕΙΩΣΗ%
BOD5	mg/L	15,00	95,16
SS	mg/L	25,00	91,07
N total	mg/L	10,00	80,00
N-NO3	mg/L	7,00	-
N-NH4	mg/L	2,00	-
P total	mg/L	1,00	92,86



2.4 Βασικές αρχές σχεδιασμού και θεμελιώδεις σχέσεις υπολογισμών

2.4.1 Έργα προεπεξεργασίας

2.4.1.1 Μονάδα εσχάρωσης

Κριτήρια σχεδιασμού

Τα κριτήρια σχεδιασμού μιας μονάδας εσχάρωσης είναι τα ακόλουθα:

- | | |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------|
| • Αριθμός καναλιών εν λειτουργίᾳ | 1 ή 2
(αυτοκαθαριζόμενες) |
| • Διάκενα μηχανικής εσχάρας | ≤ 12 mm |
| • Διάκενα χειροκαθαριζόμενης εσχάρας | ≤ 20 mm |
| • Ταχύτητα διέλευσης των λυμάτων στο κανάλι | > 0,40 m/s |
| • Ταχύτητα διέλευσης λυμάτων στα ανοιγμάτα με έμφραξη 15% | < 1,20 m/s |

Βασικές σχέσεις υπολογισμών

⇒ **Παροχές σχεδιασμού:** Η διαστασιολόγηση της μονάδας εσχάρωσης βασίζεται στις παροχές αιχμής που δέχεται η εγκατάσταση, ενώ συνυπολογίζεται η παροχή των στραγγιδίων που εισέρχεται στη μονάδα από το αντλιοστάσιο στραγγιδίων της μονάδας επεξεργασίας ιλύος.

⇒ **Γεωμετρικά χαρακτηριστικά εσχαρών:** Με βάση τα επιλεγμένα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των καναλιών και των εσχαρών, καθώς και τα στοιχεία των παροχών, γίνεται ο έλεγχος κριτηρίων.

Ο αριθμός των ανοιγμάτων προκύπτει από τον τύπο:

$$n = \frac{\Sigma}{(S + P)}$$

όπου: Σ = πλάτος εσχάρας, σε mm

P = πλάτος ράβδων της εσχάρας, σε mm

S = πλάτος ανοιγμάτων της εσχάρας, σε mm

Το ελεύθερο άνοιγμα ροής υπολογίζεται από τη σχέση:

$$R = \left(1 - \frac{a}{100}\right) * S * n$$

όπου: a = ποσοστό έμφραξης

⇒ *Tαχύτητα υγρών στο κανάλι:* Η ταχύτητα υγρών στο κανάλι υπολογίζεται από τον τύπο:

$$v = \frac{Q}{H} * R$$

όπου: Q = παροχή στο κανάλι, η οποία ρυθμίζεται από την εισερχόμενη παροχή αιχμής, καθώς και το αντλιοστάσιο στραγγιδίων

H = βάθος ροής των λυμάτων

⇒ *Tαχύτητα λυμάτων διαμέσου της εσχάρας:* Η ταχύτητα των λυμάτων διαμέσου της εσχάρας δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$W = \frac{P + S}{S} * \frac{Q}{VH}$$

όπου: W = πλάτος του καναλιού εσχάρωσης, σε m

P = πλάτος ράβδων της εσχάρας, σε mm

S = πλάτος ανοιγμάτων της εσχάρας, σε mm

Q = εισερχόμενη παροχή στο κανάλι, σε m^3/s

V = ταχύτητα διαμέσου της εσχάρας, σε m/s

H = βάθος ροής λυμάτων στην εισερχόμενη παροχή, σε m

⇒ *Πτώση στάθμης διαμέσου της εσχάρας:* Η πτώση στάθμης των λυμάτων διαμέσου της εσχάρας εκφράζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$h_L = \frac{1}{0,7} \left(\frac{V^2 - v^2}{2g} \right)$$

όπου: h_L = πτώση στάθμης, σε m

$0,7$ = εμπειρικός συντελεστής που εκφράζει τις απώλειες τυρβώδους και στροβιλώδους ροής

V = ταχύτητα λυμάτων διαμέσου της εσχάρας, σε m/s



v = ταχύτητα λυμάτων στο κανάλι ανάντι της εσχάρας, σε m/s

g = επιπάχυνση της βαρύτητας, σε m/s²

Εφαρμόζοντας τις παραπάνω σχέσεις θα γίνει έλεγχος της ταχύτητας των εσχαρών:

- χωρίς έμφραξη στην εσχάρα
- με έμφραξη 20% στην εσχάρα

Κατά τη διέλευση των λυμάτων από την εσχάρα, η ταχύτητα των λυμάτων θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 0,4 m/s και μικρότερη από 1,2 m/s.

⇒ **Παραγωγή εσχαρισμάτων:** Τα παραγόμενα εσχαρίσματα υπολογίζονται με τη χρήση του συντελεστή:

12 l παραγόμενα εσχαρίσματα / 1.000 κατοίκους και ημέρα

2.4.1.2 Μονάδα εξάμμωσης

Κριτήρια σχεδιασμού

Ο σχεδιασμός μιας μονάδας εξάμμωσης – λιποσυλλογής στηρίζεται στα εξής κριτήρια σχεδιασμού:

- Διάμετρος απομακρυνόμενων σωματιδίων > 0,2 mm
- Ποσοστό κατακράτησης σωματιδίων > 95%
- Χρόνος παραμονής στην παροχή αιχμής > 10 min
- Ελάχιστο ενεργό ύψος υγρών (υπεράνω διαχυτών) 2,0 m
- Επιφανειακή φόρτιση εξάμμωσης < 20 m³/m²/h
- Απαίτηση αέρα > 10 Nm³/hr/m μήκους

Βασικές σχέσεις υπολογισμών

⇒ **Παροχές υπολογισμών:** Οι εξαμμωτές διαστασιολογούνται με τις παροχές αιχμής, συνυπολογίζοντας και τις παροχές των αντλιοστασίων στραγγιδίων.

⇒ **Ταχύτητα καθίζησης άμμου:** Ο βασικός μαθηματικός τύπος που εκφράζει την ταχύτητα καθίζησης της άμμου στον εξαμμωτή βασίζεται στο νόμο του Stoke:

$$V = \frac{2gr^2}{9\eta} (D_s - D_l)$$

όπου: V = ταχύτητα καθίζησης σωματιδίων, σε m/s

D_s = πυκνότητα σωματιδίων, σε kg/m³

r = ακτίνα σωματιδίων, σε m

η = ιξώδες υγρών, σε kg/m s

D_l = πυκνότητα υγρών, σε kg/m³

g = επιτάχυνση της βαρύτητας, σε m/s²

⇒ **Χρόνος παραμονής:** Ο απαιτούμενος υδραυλικός χρόνος παραμονής σε έναν αεριζόμενο εξαμμωτή σε σχέση με το ποσοστό απομάκρυνσης άμμου και το μέγεθος των κόκκων άμμου δίνεται από το διάγραμμα Kalbskopf.

⇒ **Παραγωγή άμμου:** Η αναμενόμενη παραγωγή άμμου από τη λειτουργία της εγκατάστασης υπολογίζεται με βάση την παραδοχή για:

παραγωγή 12 l / 1.000 ισοδύναμους κατοίκους και ημέρα

2.4.2 Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας και καθίζησης

2.4.2.1 Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας

Η βιολογική επεξεργασία γίνεται με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος και πιο συγκεκριμένα με αυτήν του παρατεταμένου αερισμού σε οξειδωτικές τάφρους, με ταυτόχρονη σταθεροποίηση της ιλύος και βιολογική απομάκρυνση θρεπτικών, όπως το άζωτο και ο φώσφορος.

Τα λύματα σε ένα σύστημα ενεργού ιλύος έρχονται σε επαφή με ένα μίγμα μικροοργανισμών (βιομάζα) που βρίσκεται με τη μορφή αιωρούμενων συσσωματωμάτων (βιοκροκίδων) σε μια αεριζόμενη δεξαμενή και σε καθεστώς πλήρους μίξης. Τα αιωρούμενα και κολλοειδή στερεά απομακρύνονται ταχύτητα από την υγρή φάση, καθώς προσροφώνται και συσσωματώνονται με τους 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 αρχικές διαλυμένες οργανικές ουσίες των λυμάτων διαπερνούν την περικυτταρική μεμβράνη των μικροοργανισμών και αφού βρεθούν στο εσωτερικό των κυττάρων είναι διαθέσιμες για τις διαδικασίες 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. Κατά τη σύνθεση οι οργανισμοί στην ουσία «μετατρέπουν» τις νεκρές οργανικές ουσίες σε ζωντανή οργανική ύλη.

Τα παλαιότερα κριτήρια σχεδιασμού δεξαμενών αερισμού ήταν καθαρά εμπειρικά. Σήμερα το κριτήριο που χρησιμοποιείται συνηθέστερα για σχεδιαστικούς σκοπούς, είναι η φόρτιση οργανικού φορτίου ανά μονάδα μάζας μικροοργανισμών. Το κριτήριο αυτό, γνωστό και ως λόγος τροφής προς μικροοργανισμούς (Food to Microorganisms ratio ή F:M ratio), αποτέλεσε την αφετηρία για τη μετέπειτα ανάπτυξη των διαφόρων ορθολογικών μοντέλων του συστήματος ενεργού ιλύος.

Από τον ορισμό του F:M προκύπτει άμεσα ότι:

$$F : M = \frac{QF_0}{VX}$$

Διάφορα τέτοια μοντέλα έχουν προταθεί κατά τα 30 τελευταία χρόνια (Eckenfelder, McKinney, Lawrence and McCarthy, Gaudy κ.α) χωρίς να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους και με παραπλήσια αποτελέσματα. Κοινό γνώρισμα των μοντέλων αυτών είναι η χρησιμοποίηση της παραμέτρου χρόνος παραμονής μικροοργανισμών (θc), που είναι ο χρόνος ανανέωσης των μικροοργανισμών του συστήματος και προσεγγίζεται με τη σχέση:

$$\theta_c = \frac{\text{Μάζα μικροοργανισμών στη δεξαμενή νήσερισμού}}{\text{Ταχύτητα απομάκρυνσης πλεονάζουσας ίος}}$$

Ο χρόνος παραμονής μικροοργανισμών θc σχετίζεται άμεσα με το λόγο F : M με την εξής σχέση:

$$\frac{1}{\theta_c} = YE(F : M) - b$$

όπου: Y = συντελεστής παραγωγής της βιομάζας (παραγόμενη βιομάζα/καταναλισκόμενη τροφή)

b = συντελεστής φθοράς της μικροβιακής μάζας

$E = \beta$ αθμός απόδοσης του συστήματος

Με βάση την παράμετρο θ_c διαμορφώθηκαν τα διάφορα ορθολογικά μοντέλα ενεργού ιλύος. Οι διαφορές τους βρίσκονται κυρίως στην επιλογή της κατάλληλης κινητικής.

Το πρόβλημα του καθορισμού μίας κατάλληλης συνάρτησης που να περιγράφει την κινητική απομάκρυνσης της τροφής ($dF/dt = q_F$) είναι πολύπλοκο, λόγω της μεγάλης ποικιλίας των βιοχημικών αντιδράσεων. Τόσο η τροφή όσο και οι μικροοργανισμοί μετρώνται με γενικούς δείκτες (π.χ. BOD ή COD για το σύνολο της τροφής και μάζα για τους μικροοργανισμούς), χωρίς να γίνεται διαχωρισμός των διαφόρων κατηγοριών ενώσεων και μικροοργανισμών. Έτσι επιχειρείται η μαθηματική εξομοίωση ενός μεγάλου αριθμού διαφορετικών βιοχημικών αντιδράσεων, που μπορεί να γίνονται ταυτόχρονα ή και διαδοχικά, με μία υποθετική μοναδική αντίδραση στην οποία τόσο η τροφή όσο και η βιομάζα θεωρούνται ενιαία και ομοιόμορφα σύνολα. Είναι προφανή τα προβλήματα που προκύπτουν από μία τέτοια ανάλυση, ακόμα και στην περίπτωση που υπάρχει μία σχετική ομοιογένεια των υπό εξέταση λυμάτων όπως συμβαίνει με τα δημοτικά λύματα.

Η συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη κινητική που εξομιώνει με ικανοποιητικό τρόπο τις βιοχημικές διαδικασίες που παρατηρούνται, είναι η κινητική Monod (Κινητική Michaelis-Menten):

$$q_F = \frac{K_3 F}{K_s + F}$$

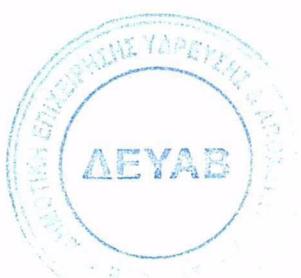
A. Απομάκρυνση BOD

Κατά τη σύνθεση της βιομάζας, η ταχύτητα ανάπτυξης ετεροτροφικών μικροοργανισμών ($\mu_H X_H$) είναι ανάλογη της ταχύτητας κατανάλωσης της τροφής ($dF/dt = q_F$)

$$\mu_H X_H = Y_H q_F$$

όπου: ο συντελεστής αναλογίας Y_H εκφράζει τη μάζα ετεροτροφικών μικροοργανισμών (Heterotrophs) που αναπτύσσεται για κατανάλωση συγκεκριμένης μάζας τροφής (σε όρους BOD₅ ή COD) και ονομάζεται ετεροτροφικός συντελεστής μετατροπής βιομάζας (Heterotrophic Yield Coefficient).

Η δυσκολία που προκύπτει από την εξίσωση αυτή, είναι ότι ένα πλήθος διεργασιών (προσρόφηση, υδρόλυση, οξειδώση, σύνθεση κλπ.) που αποτελούνται μεταξύ



πολλών κατηγοριών μικροοργανισμών και τροφής περιγράφονται με έναν απλοποιημένο τρόπο ο οποίος βασίζεται στην ανάπτυξη της βιομάζας λόγω κατανάλωσης τροφής, χωρίς αναγνώριση των διαφοροποιήσεων μεταξύ μικροοργανισμών, τροφής αλλά και της αλληλουχίας διαφόρων υπεισερχομένων διεργασιών. Παρά τις αδυναμίες αυτές, η ως άνω απλουστευτική θεώρηση έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη και εφαρμογή βάσιμων σχεδιαστικών μοντέλων. Τα τελευταία χρόνια έχουν προταθεί πιο σύνθετες προσομοιώσεις με στόχο τον ορθολογικότερο σχεδιασμό, αλλά κυρίως την πληρέστερη κατανόηση και αποτελεσματικότερη ρύθμιση της λειτουργίας των συστημάτων ενεργού ιλύος.

Η ταχύτητα “καθαρής” παραγωγής μικροοργανισμών (dX/dt) ισούται με την ταχύτητα ανάπτυξης βιομάζας λόγω πολλαπλασιασμού των μικροοργανισμών μείον την ταχύτητα φθοράς των μικροοργανισμών.

Η ταχύτητα φθοράς εκφράζεται ως $\mu_H X_H$, όπου μ_H η ειδική ταχύτητα ανάπτυξης και X_H η συγκέντρωση της ετερότροφης βιομάζας.

Η ταχύτητα φθοράς εκφράζεται ως $b_H X_H$ όπου b_H η ειδική ταχύτητα φθοράς της ετεροτροφικής βιομάζας.

Επομένως:

$$\frac{dX_H}{dt} = \mu_H X_H - b_H X_H$$

Σε αντιστοιχία με τις κινητικές απομάκρυνσης της τροφής (օργανικό φορτίο) και με δεδομένη την εξίσωση $\mu_H X_H = Y_H q_F$, προκύπτουν οι κινητικές παραγωγής βιομάζας. Ειδικότερα για την κινητική Monod ισχύει:

$$\mu_H = Y_H K_3 \frac{F}{K_s + F} = \mu_{HmT} \frac{F}{K_3 + F}$$

όπου: $\mu_{HmT} = Y K_3$ (μ_{HmT} η μέγιστη ταχύτητα ανάπτυξης για θερμοκρασία T).

Η επίδραση της θερμοκρασίας στις βιολογικές διεργασίες εκφράζεται συνήθως με σχέσεις Arrhenius ή κατάλληλες εκθετικές συναρτήσεις. Στην ανάλυση αυτή εφαρμόζονται εκθετικές συναρτήσεις. Για την ανάπτυξη των ετεροτροφικών μικροοργανισμών έχουμε:

$$\mu_{HmT} = \mu_{Hm20} \exp(k_H(T - 20))$$

όπου: $\mu_{Hm20} = 7 \text{ημ}^{-1}$

$$k_H = 0.07$$

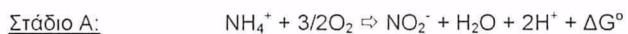
B. Νιτροποίηση

Νιτροποίηση είναι η μετατροπή του αμμωνιακού αζώτου ($\text{NH}_4\text{-N}$) σε νιτρικό αζώτο ($\text{NO}_3\text{-N}$) που συντελείται τόσο από αυτοτροφικά, όσο και από ετεροτροφικά βακτηρίδια. Αν και έχουν αναφερθεί ορισμένα είδη ετεροτροφικών μικροοργανισμών που είναι σε θέση να εκτελούν τη μετατροπή των $\text{NH}_4\text{-N}$ σε $\text{NO}_3\text{-N}$, είναι εξαιρετικά αμφίβολο αν είναι σπουδαίες οι ποσότητες $\text{NO}_3\text{-N}$ που παράγονται από $\text{NH}_4\text{-N}$ στη φύση από τους ετεροτροφικούς οργανισμούς. Έτσι θεωρείται ότι οι κύριοι υπεύθυνοι για τη νιτροποίηση είναι οι αυτοτροφικοί οργανισμοί.

Η διαδικασία της νιτροποίησης γίνεται σε δύο στάδια και αθροιστικά φαίνεται στην παρακάτω αντίδραση:



Ειδικότερα:



όπου: $\Delta G^\circ = -271 \text{ KJ/mole NH}_3\text{-N}$

Βακτηρίδια που διεξάγουν τη διαδικασία περιλαμβάνουν τα είδη: *Nitrosomonas europeana*, *Nitrosomonas monocella*, *Nitrosococcus*



όπου: $\Delta G^\circ = -78 \text{ KJ/mole NH}_2\text{-N}$

Βακτηρίδια που διεξάγουν τη διαδικασία περιλαμβάνουν τα είδη: *Nitrobacter agilis*, *Nitrobacter winogradskyi*, *Nitrocystis*

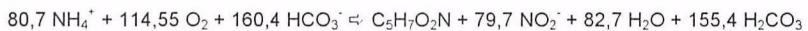
Οι μικροοργανισμοί που δρουν στα στάδια A (νιτροσομονάδες) και B (νιτροβακτηρίδια) αποκτούν την απαίτουμενη για την ανάπτυξη ενέργεια από χημικές αντιδράσεις (χημικοτροφικοί) αλλά με οξειδωση μη οργανικών ενώσεων, με αποτέλεσμα να ταξινομούνται στους χημικολιθοτροφικούς μικροοργανισμούς.

Κατά βάση νιτροποιητικά βακτηρίδια, οι νιτροποιητές είναι αυτοτροφικοί οργανισμοί (χημικολιθοαυτοτροφικοί) που χρησιμοποιούν ανόργανο άνθρακα ως τροφή. Κατά συνέπεια δεν ανταγωνίζονται τα ετεροτροφικά βακτηρίδια για πρόσληψη άνθρακα.

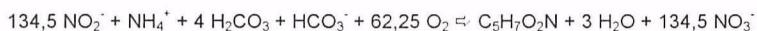
Οι θεωρητικές στοιχειομετρικές εξισώσεις που περιγράφουν το πρώτο και το δεύτερο στάδιο της νιτροποίησης για μια τυπική τιμή του συντελεστή μετατροπής βιομάζας των νιτροποιητών ($Y_n \sim 0,16$) είναι:

1ο Στάδιο:





Σο Στάδιο:



Με συνδυασμό των δυο παραπάνω προκύπτει η συνολική αντίδραση:



Οι παραπάνω εξισώσεις είναι χρήσιμες για δύο λόγους:

- Δείχνουν ότι πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα μεγάλο ποσό αλκαλικότητας κατά την οξειδωση του NH_4^+ -N. Συγκεκριμένα θα χρησιμοποιηθούν περίπου 2 γραμμοισοδύναμα HCO_3^- ανά γραμμοισοδύναμο NH_4^+ που οξειδώνεται, δηλαδή 7,14 mg αλκαλικότητα ως CaCO_3 ανά mg NH_4^+ -N. Μόνο ένα μικρό μέρος της αλκαλικότητας αυτής ενσωματώνεται στο κυτταρόπλασμα, ενώ το μεγαλύτερο χρησιμοποιείται ώστε να ουδετεροποιήσει τα ιόντα υδρογόνου (2 ανά γραμμοισοδύναμο NH_4^+) που ελευθερώνονται κατά την οξειδώση. Έτσι αν τα λύματα δεν περιέχουν επαρκή ποσότητα αλκαλικότητας, η διαδικασία της νιτροποίησης θα αναχαιτισθεί λόγω της αδυναμίας ουδετεροποίησης των ιόντων υδρογόνου και της συνεπαγόμενης μείωσης του pH (για τιμές αλκαλικότητας κάτω από 50 mg/l ως CaCO_3 δεν υπάρχει αρκετή ρυθμιστική ικανότητα και το pH αρχίζει να μειώνεται).
- Δείχνουν ότι περίπου 3,2 mg O_2 θα απαιτηθούν για κάθε mg NH_4 -N που οξειδώνεται σε NO_2 -N και περίπου 1,1 mg O_2 για κάθε mg NO_2 -N που οξειδώνεται σε NO_3 -N, δηλαδή αθροιστικά 4,3 mg O_2 για κάθε mg NH_4 -N που οξειδώνεται σε NO_3 -N. Η πλήρης οξειδώση των NH_4 -N χωρίς σχηματισμό κυτταροπλάσματος απαιτεί 4,57 gr O_2 ανά mg NH_4 -N, όπως προκύπτει από τη συνολική αντίδραση νιτροποίησης. Η διαφορά οφείλεται στο γεγονός ότι ο ανόργανος άνθρακας που χρησιμοποιούν για τη σύνθεσή τους οι νιτροποιητές δρα επίσης ως οξειδωτικό, μειώνοντας έτσι κατά 5% περίπου την κατανάλωση του κύριου οξειδωτικού που είναι το οξυγόνο.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι παράγοντες που επηρεάζουν τη νιτροποίηση και οι κινητικές που περιγράφουν τη διαδικασία.

a) Συγκέντρωση περιοριστικής ουσίας

Η σχέση του Monod μπορεί να εκφράσει τον ειδικό ρυθμό ανάπτυξης των νιτροποιητικών βακτηριδίων:

$$\mu_n = \mu_{nmT} \frac{S_{NH}}{K_{NH} + S_{NH}}$$

όπου: μ_n = ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης των νιτροποιητών

μ_{nmT} = ο μέγιστος ειδικός ρυθμός ανάπτυξης για θερμοκρασία T

S_{NH} = η συγκέντρωση NH₄-N (τροφή που περιορίζει την ανάπτυξη)

K_{NH} = η σταθερά κορεσμού Monod (τυπικά 0,5 mg/l).

Εν γένει οι τιμές μ_{nmT} για τους αυτοτροφικούς νιτροποιητικούς οργανισμούς είναι τουλάχιστον μιας τάξης μεγέθους μικρότερες από τις αντίστοιχες, μ_{HmT} , των ετεροτροφικών. Έτσι η νιτροποιίση επιτελείται μόνο σε αντιδραστήρες στους οποίους ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης της βιομάζας είναι αρκετά χαμηλός και αντίστοιχα ο χρόνος παραμονής των στερεών μεγάλος.

β) Συγκέντρωση οξυγόνου

Η συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου (DO) επηρεάζει τη δραστηριότητα των νιτροποιητικών βακτηριδίων κατά τρόπο που περιγράφεται από τη σχέση του Monod:

$$\mu_n = \mu_{nmT} \frac{DO}{DO + K_{DO}}$$

όπου: DO = η συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου (mg/lt)

K_{DO} = η σταθερά κορεσμού για το οξυγόνο (mg/lt) που έχει τιμή περίπου 0,5-1 mgO₂/lt και δείχνει ότι η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου πρέπει να είναι τουλάχιστον 2-3 mg/lt για να αποφύγουμε μείωση της ταχύτητας εξαπίστας έλλειψης οξυγόνου. Χαμηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου (<1-1,5 mg/lt) οδηγούν σε περιορισμένη νιτροποιίση, ιδίως υπό συνθήκες έντονα κυμαινόμενων φορτίων αζώτου.

Ανάλογη επίδραση έχει το DO και στους ετεροτροφικούς οργανισμούς. Ωστόσο, η αντίστοιχη τιμή K_{DO} είναι οημαντικά μικρότερη, ίδιως σε συστήματα παρατεταμένου αερισμού, με συνέπεια να μην επηρεάζεται στον ίδιο βαθμό η διεργασία της απομάκρυνσης οργανικού άνθρακα, ακόμα και για σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις DO. Για το λόγο αυτό στην κινητική ανάπτυξης των ετεροτροφικών μικροοργανισμών δεν λαμβάνεται υπόψη η επίδραση του DO, θεωρώντας ότι στο βαθμό που επικρατούν αερόβιες συνθήκες υπάρχει επάρκεια οξυγόνου για τις διαδικασίες μεταβολισμού.

γ) Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία έχει ισχυρότερη επίδραση στο ρυθμό ανάπτυξης των νιτροποιητικών βακτηριδίων από ότι στην ανάπτυξη των ετεροτροφικών μικροοργανισμών. Εφαρμόζοντας την εκθετική συνάρτηση προκύπτει:



$$\mu_{nmT} = \mu_{nm20} \exp(k_n(T - 20))$$

όπου: T = η θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}$)

μ_{nmT} = ο μέγιστος ειδικός ρυθμός ανάπτυξης σε θερμοκρασία T $^{\circ}\text{C}$

μ_{nm20} = ο μέγιστος ειδικός ρυθμός ανάπτυξης σε θερμοκρασία 20 $^{\circ}\text{C}$ (τυπική τιμή 0,6 ηm^{-1})

k_n = σταθερά που κυμαίνεται μεταξύ 0,095 και 0,12 (τυπική τιμή 0,116)

δ) pH

Η βέλτιστη τιμή του pH για νιτροποίηση είναι μεταξύ 7,2 και 9,0. Σε τιμές pH κάτω του 6 και πάνω από 10 επέρχεται πλήρης αδρανοποίηση στα νιτροποιητικά βακτηρίδια. Εν γένει εξαιτίας της οξείδωσης των οργανικών υλικών παράγεται CO_2 το οποίο τείνει να μείωσει το pH. Η μείωση αυτή εξουδετερώνεται από τη ρυθμιστική ικανότητα του συστήματος, εφόσον υπάρχει η απαιτούμενη αλκαλικότητα (τουλάχιστον 50 mg/l ως CaCO_3).

ε) Επιδραση τοξικών ουσιών στη διαδικασία της νιτροποίησης

Υπάρχουν ορισμένες ουσίες που όταν βρίσκονται σε υψηλές συγκεντρώσεις οι ίδιες ή παράγωγές τους τότε επιδρούν στο ρυθμό νιτροποίησης. Εξέταση λεπτομερής έχει δείξει ότι οι πλέον ισχυρές αναχαιτιστικές της νιτροποίησης ουσίες (και όχι γενικά της μικροβιακής ανάπτυξης) περιέχουν θείο και δρουν ως μεταλλικά χημικά σύνθετα.

Έτσι επειδή πολλά από τα ένζυμα των νιτροποιητικών οργανισμών απαιτούν μέταλλα για την ενεργοποίησή τους, είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στην παρουσία των προηγούμενων ουσιών. Έχει πειραματικά αποδειχθεί ότι η οξείδωση της αμμωνίας (1ο στάδιο) αναχαιτίζεται από πολύ περισσότερες ουσίες από αυτές που αναχαιτίζουν την οξείδωση των NO_2 (2ο στάδιο). Έτσι εμφανίζεται ότι η *Nitrosomonas* είναι ο αδύναμος κρίκος στην αλυσίδα της νιτροποίησης, με συνέπεια σε περιστατικά αναχαίτισης λόγω νιτροποίησης να παρατηρείται συσσώρευση των τοξικών NO_2 και NO ως αποτέλεσμα μη ολοκλήρωσης της διεργασίας.

Η συνολική κινητική ανάπτυξη των νιτροποιητών (για απουσία τοξικών και σε pH στο διάστημα 7,2 – 9) δίνεται από την:

$$\mu_n = \mu_{nmT} \left(\frac{S_{NH}}{K_{S_n} + S_{NH}} \right) \left(\frac{DO}{K_{DO} + DO} \right)$$

όπου: $\mu_{nmT} = \mu_{nm20} \exp(0,116(T - 20))$

Κατάστρωση Σχεδιαστικού Μαθηματικού Μοντέλου Ενεργού Ιλύος

Ένα από τα μοντέλα που βασίζονται στο χρόνο παραμονής στερεών θε και το οποίο έχει εφαρμοσθεί με πολύ καλά αποτελέσματα για το σχεδιασμό συστημάτων ενεργού ιλύος για απομάκρυνση άνθρακα και νιτροποίηση, είναι αυτό που χρησιμοποιείται στο σχεδιασμό της υπό μελέτη εγκατάστασης και συνοπτικά περιγράφεται ως εξής:

Απομάκρυνση Οργανικού Ανθρακα

Οι βασικές εξισώσεις του μοντέλου προκύπτουν από τις ισορροπίες οργανικού άνθρακα (τροφής) και στερεών, με υιοθέτηση κινητικής Monod για την περιγραφή της ταχύτητας ανάπτυξης των ετεροτροφικών μικροοργανισμών.

Εφαρμόζοντας την εξισωση ισορροπίας μάζας για τους μικροοργανισμούς στη Δεξαμενή Αερισμού (Δ.Αερ.) και την Δεξαμενή Καθίζησης (Δ.Κ.) προκύπτει:

$$QX_{H0} + (dX_H / dt)V = (Q - W)X_e + WX_{He}Q$$

Οι συγκεντρώσεις βιομάζας στα λύματα είναι κατά κανόνα αμελητέες, επομένως είναι δυνατό να θεωρηθεί $X_{H0} = 0$.

Από τον ορισμό του χρόνου παραμονής στερεών θε προκύπτει άμεσα ότι:

$$\theta_e = \frac{VX_H}{WX_{He} + (Q - W)X_e}$$

Από τις δυο παραπάνω εξισώσεις, την εξισωση $\frac{dX_H}{dt} = \mu_H X_H - b_H X_H$ και

θεωρώντας $X_{H0}=0$ προκύπτει ότι:

$$\mu_H - b_H = \frac{1}{\theta_e}$$

Εφαρμόζοντας την εξισωση ισορροπίας μάζας για την τροφή προκύπτει:

$$QF_0 = (Q - W)F + WF + \left(\frac{dF}{dt} \right) V$$

Δεδομένου ότι ο βαθμός απόδοσης, ως προς την απομάκρυνση οργανικού άνθρακα, E_H , ισούται με:

$$E_H = \frac{(F_0 - F)}{F}$$

προκύπτει από τις δυο προηγούμενες εξισώσεις ότι:



$$QE_H F_0 = \left(\frac{dF}{dt} \right) V$$

Από την εξίσωση αυτή και την εξίσωση $\mu_H X_H = Y_H q_F$ προκύπτει:

$$Y_H E_H QF_0 = \mu_H X_H V$$

και αντικαθιστώντας σε αυτήν το μ_H από την $\mu_H - b_H = \frac{1}{\theta_c}$, η συγκέντρωση X_H

εκφράζεται ως:

$$X_H = \frac{Y_H E_H F_0}{\frac{\theta}{\theta_c}(1 + b_H \theta_c)}$$

Χρησιμοποιώντας τη βοηθητική μεταβλητή $\lambda = \frac{\theta}{\theta_c}$ προκύπτει:

$$X_H = \frac{Y_H E_H F_0}{\lambda(1 + b_H \theta_c)}$$

Εφαρμόζοντας με ανάλογο τρόπο την εξίσωση ισορροπίας μάζας για τα ανόργανα αιωρούμενα στερεά (τα οποία προφανώς δεν διασπώνται) προκύπτει:

$$QS_{fo} = (Q - W)S_{fe} + WS_{fu}$$

$$QS_{fo} = \frac{VS_f}{\theta_c} \text{ αφού } \theta_c = \frac{VS_f}{(Q - W)S_{fe} + WS_{fu}}$$

$$S_f = \left(\frac{1}{\lambda} \right) S_{fo}$$

Τα οργανικά (για την ακρίβεια πιπητικά) στερεά των λυμάτων, S_{vo} , σε μεγάλο ποσοστό υδρολύονται και μετατρέπομενα σε διαλυμένα οργανικά συνυπολογίζονται ως τροφή, F_0 . Ωστόσο, ένα ποσοστό πιπητικών αιωρούμενων στερεών δεν υφίσταται υδρόλυση από τα ένζυμα που παράγονται από τη βιομάζα και κατά συνέπεια δεν διασπώνται κατά τη βιολογική επεξεργασία και παραμένουν αμετάβλητα ως αδρανή οργανικά στερεά. Εάν α είναι τα ποσοστό των μη βιοδιασπάσιμων οργανικών στερεών (σε τυπικά αστικά λύματα το α ισούται συνήθως με 0,10) τότε σε αντιστοιχία με τις σχέσεις που περιγράφουν τα ανόργανα αιωρούμενα στερεά προκύπτει:

$$S_v = \left(\frac{1}{\lambda} \right) \alpha S_{vo}$$

Τέλος, κατά τη φθορά των μικροοργανισμών παράγονται οργανικά στερεά, X_{Hd} , τα οποία πρακτικά δεν διασπώνται, η δε παραγωγή τους θεωρείται ότι είναι ανάλογη της ταχύτητας φθοράς της βιομάζας ($\beta b_H X_H V$). Τυπική τιμή του β είναι 0,20. Η εξίσωση ισορροπίας για τα στερεά αυτά γράφεται ως εξής:

$$\begin{aligned}\beta b_H X_H V &= (Q - W) X_{4de} + W X_{Hdu} \\ \beta b_H X_H V &= \frac{V X_{Hd}}{\theta_c}, \text{ αφού } \theta_c = \frac{V X_{Hd}}{(Q - W) X_{4de} + W X_{Hdu}} \\ X_{Hd} &= \beta b_H X_H \theta_c\end{aligned}$$

Με αντικατάσταση του X_H από την εξίσωση $X_H = \frac{Y_H E_H F_o}{\lambda(1 + b_H \theta_c)}$ προκύπτει:

$$X_{Hd} = \frac{\beta b_H \theta_c}{\lambda(1 + b_H \theta_c)} Y_H E_H F_o$$

Η ολική συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών στη δεξαμενή αερισμού (συγκέντρωση στερεών ανάμικτου υγρού) ισούται με το άθροισμα των επί μέρους συνιστωσών, δηλαδή:

$$S = X_H + X_{Hd} + S_v + S_f$$

και με αντικατάσταση από τις παραπάνω σχετικές εξισώσεις που προσδιορίζουν τα επιμέρους στοιχεία, προκύπτει:

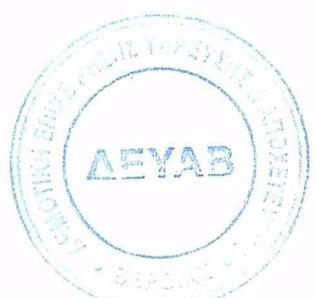
$$MLSS = S = \left(\frac{1}{\lambda} \right) \left[\frac{1 + \beta b_H \theta_c}{1 + \beta_H \theta_c} Y_H E_H F_o + \alpha S_{wo} + S_{fo} \right]$$

Εξάλλου από τις εξισώσεις $q_F = \frac{K_3 F}{K_s + F}$ και $\mu_H - b_H = \frac{1}{\theta_c}$ προκύπτει η βασική

λειτουργική συνάρτηση του συστήματος ενεργού Ιλύος.

$$\frac{1}{\theta_c} = \mu_{lim} - \frac{F}{K_{sH} + F} - b_H$$

Για τη διατήρηση της συγκέντρωσης MLSS στη δεξαμενή αερισμού σε ένα συγκεκριμένο επιθυμητό επίπεδο, είναι αναγκαίος ο προσδιορισμός της κατάλληλης παροχής επανακυκλοφορίας, rQ , από τον πιθμένα της δεξαμενής τελικής καθίζησης. Είναι προφανές ότι η παροχή αυτή εξαρτάται από τη συγκέντρωση, S_u , της ιλύος στον πιθμένα της Δ.Κ., καθώς όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση αυτή τόσο μικρότερη παροχή επανακυκλοφορίας απαιτείται για τη διατήρηση σταθερής



ταχύτητας μεταφοράς μάζας ιλύος από τη Δ.Κ. στη Δ.Αερ. Η συσχέτιση μεταξύ του συντελεστή επανακυκλοφορίας r και του βαθμού συμπύκνωσης m της ιλύος στη Δ.Κ. ($m=S_u/S$) προκύπτει από την εξίσωση ισορροπίας στερεών στη δεξαμενή τελικής καθίζησης.

$$(1+r)QS = rQS_u + WS_u + (Q-W)S_e$$

δεδομένου ότι:

$$\theta_c = \frac{VS}{WS_u + (Q-W)S_e}, \quad m = \frac{S_u}{S} \quad \text{και} \quad \theta = \frac{V}{Q} = \lambda\theta_c$$

προκύπτει:

$$1+r = rm + \lambda$$

και τελικά:

$$r = \frac{1-\lambda}{m-1}$$

Τέλος από τις προηγούμενες σχέσεις προκύπτει η παροχή της πλεονάζουσας ιλύος W :

$$W = \frac{\lambda S - S_e}{mS - S_e} Q$$

και εάν θεωρηθεί ότι $S_e \ll \lambda S$ και $S_e \ll mS$:

$$W \approx \left(\frac{\lambda}{m} \right) Q$$

Νιτροποίηση

Ακολουθώντας διαδικασία παρόμοια με αυτή που έγινε για το οργανικό φορτίο προκύπτουν οι λειτουργικές συναρτήσεις της νιτροποίησης (ισορροπία μάζας τροφής όπου τροφή είναι το αμμωνιακό άζωτο S_{NH} και ισορροπία μάζας μικροοργανισμών όπου μικροοργανισμοί X_n είναι οι νιτροποιητές σε συνδυασμό με την κινητική νιτροποίησης μ_n , όπως έχει προσδιοριστεί παραπάνω).

Έτσι για:

$$S_{NH0} = \text{αμμωνιακό άζωτο εισόδου}$$

$$S_{NH} = \text{αμμωνιακό άζωτο εκροής}$$

Y_n = συντελεστής μετατροπής βιομάζας για νιτροποιητές

$$E_n = \text{βαθμός νιτροποίησης} \frac{(S_{NH0} - S_{NH})}{S_{NH0}}$$

b_n = ταχύτητα φθοράς νιτροποιητών

K_{Sn} , K_{DO} = σταθερές

προκύπτει ότι:

$$X_n = \frac{Y_n E_n S_{NH0}}{\lambda(1 + b_n \theta_c)}$$

$$\mu_n - b_n = \frac{1}{\theta_c}$$

$$\frac{1}{\theta_c} = \mu_n \left(\frac{S_{NH}}{K_{Sn} + S_{NH}} \right) \left(\frac{DO}{K_{DO} + DO} \right) - b_n$$

Ζήτηση Οξυγόνου

Η διατήρηση αερόβιων συνθηκών βασίζεται στην εξίσωση του παροχετευόμενου οξυγόνου προς τη ζήτηση οξυγόνου τόσο λόγω του απομακρυνόμενου BOD, όσο και λόγω της ενδογενούς αναπνοής (ή και τυχόν νιτροποίησης). Η ζήτηση οξυγόνου, R, θα πρέπει να ισούται με:

$$R = \left[f - \frac{K_e Y_H}{1 + b_H \theta_c} \right] E_H Q F_o + 4,3 E_n Q S_{NH0}$$

όπου: R = ζήτηση οξυγόνου (kg/ημ)

f = BOD_u/BOD₅ (συχνά περίπου 1,6)

K_e = ισοδύναμο σε BOD_u της μάζας των μικροοργανισμών (~1,4)

Εναλλακτικά, η ζήτηση οξυγόνου μπορεί να υπολογισθεί με βάση το εισερχόμενο φορτίο, το οξειδωμένο αμμωνιακό άζωτο και τη ζήτηση για ενδογενή αναπνοή.

Η ολική ζήτηση δίνεται από τη σχέση:

$$R = 0,59 E_H Q F_o + 4,3 E_n S_{NH0} + 0,024 V S R_n$$

όπου: R = ζήτηση οξυγόνου (Kg/ημ)

S = συγκέντρωση στερεών ανάμικτου υγρού (Kg/m³)



V = όγκος δεξαμενών αερισμού (m^3)

R_{st} = ειδική ταχύτητα ζήτησης οξυγόνου λόγω ενδογενούς αναπνοής
(grO_2/Kg στερεών ανάμικτου υγρού, S)

Η ειδική ταχύτητα ζητήσεως οξυγόνου R_t έχει βρεθεί ότι κυμαίνεται από 2-4 grO_2/Kg MLSS. Συνήθως προτείνεται η τιμή $R_t = 3,0 grO_2/Kg$ MLSS, για $T=20$ °C. Για άλλες θερμοκρασίες (στο διάστημα 8-28 °C) η τιμή του R_t μεταβάλλεται ως εξής:

$$R_{st} = R_{t20} \exp(0,07(T - 20))$$

Αυτή η σχέση υπολογισμού της ζήτησης οξυγόνου φαίνεται να δίνει ορθότερες εκτιμήσεις, ιδίως στην περίπτωση συστημάτων παρατεταμένου αερισμού, καθώς προσεγγίζει καλύτερα νεώτερες θεωρίες ως προς τις ενεργειακές απαιτήσεις των μικροοργανισμών της ενεργού ιλύος (maintenance energy theory).

Δεδομένου ότι στα Q , F_0 , S_{NH} δίνονται οι μέσες τιμές, η υπολογιζόμενη τιμή R θα πρέπει να προσαυξηθεί, έτσι ώστε να αντιμετωπίζει ο εξοπλισμός αερισμού και τη ζήτηση αιχμής. Τυπικά συστήματα απαιτούν προσαυξήσεις κατά 50% ή και μεγαλύτερες. Για συστήματα με σχετικά μεγάλους χρόνους παραμονής θ_c (παρατεταμένος αερισμός), λόγω της άμβλυνσης των αιχμών, οι απαιτούμενες προσαυξήσεις είναι μικρότερες (περίπου 25%).

Εφαρμογή του μαθηματικού μοντέλου

Οι βασικές εξισώσεις σχεδιασμού ενός συστήματος ενεργού ιλύος με βάση το μοντέλο που αναπτύχθηκε συνοψίζονται ως εξής:

Λειτουργικές συναρτήσεις:

$$\frac{1}{\theta_c} = \mu_{HmT} \frac{F}{K_{SH} + F} - b_H$$
$$\frac{1}{\theta_c} = \mu_{nmT} \left(\frac{S_{NH}}{K_{Sn} + S_{NH}} \right) \left(\frac{DO}{K_{DO} + DO} \right) - b_n$$

Συγκέντρωση στερεών στη δεξαμενή αερισμού:

$$S = \left(\frac{1}{\lambda} \right) \left[\frac{1 + \beta b_H \theta_c}{1 + b_H \theta_c} Y_H E_H F_o + \alpha S_{vo} + S_{jo} + \frac{Y_n E_n S_{NHO}}{1 + b_n \theta_c} \right]$$

Βαθμός επανακυκλοφορίας:

$$r = \frac{1-\lambda}{m-1}$$

$$\text{και επειδή συνήθως } \lambda \ll 1 \rightarrow r = \frac{1}{m-1}$$

Παροχή πλεονάζουσας ιλύος:

$$W = \frac{\lambda S - S_e}{mS - S_e} Q \approx \frac{\lambda}{mQ}$$

Ζήτηση οξυγόνου:

$$R = 0,59E_H QF_o + 4,3E_n QS_{NHO} + 0,024VSR_a$$

Γ. Απονιτροποίηση

Ως απονιτροποίηση ορίζεται η αναγωγή των νιτρικών σε μοριακό άζωτο, καθώς τα νιτρικά αποτελούν, σε συνθήκες απουσίας οξυγόνου (ανοξικές συνθήκες), τους τελικούς δέκτες ηλεκτρονίων που απαιτούνται για το μεταβολισμό των ετεροτροφικών βακτηριδίων. Τα απονιτριοποιητικά βακτηρίδια είναι ικανά να χρησιμοποιούν τους ίδιους βασικούς βιοχημικούς δρόμους τόσο κατά την αερόβια, όσο και κατά την ανοξική αναπνοή. Οι κύριες διαφορές είναι στα ένζυμα που καταλύουν την τελική μεταφορά των ηλεκτρονίων.

Η διαδικασία της απονιτροποίησης διέπεται από δύο είδη συστημάτων ενζύμων:

- ✓ Τα πρώτα είναι τα αφομοιωτικά που ενδοπαράγουν από τα NO_3 το άζωτο το χρήσιμο για την ανάπτυξη του κυτταροπλάσματός τους (βιοσύνθεση) και που δρουν όταν τα νιτρικά είναι η μόνη διαθέσιμη μορφή αζώτου. Δρουν σύμφωνα με τον παρακάτω βιοχημικό δρόμο:



Σε αυτή τη διαδικασία δεν είναι γνωστό το πώς ακριβώς συντελείται η μετατροπή NO_2 σε NH_2OH .

- ✓ Η δεύτερη ομάδα ενζύμων είναι τα μη αφομοιωτικά που είναι αυτά που τελικά ευθύνονται για την παραπορούμενη απονιτροποίηση. Δρουν σύμφωνα με τον παρακάτω βιοχημικό δρόμο:



Οποιαδήποτε από τα τρία τελευταία παράγωγα (NO , N_2O , N_2) μπορεί να ελευθερωθεί ως αέριο τελικό παράγωγο, αλλά για ελάχιστη περιβαλλοντολογική υποβάθμιση προτιμάται η απελευθέρωση μοριακού αζώτου.

Οι κινητικές της απονιτροποίησης μπορούν να περιγραφούν από το μοντέλο του Monod εκφρασμένο για δύο περιοριστικές ουσίες και εφαρμοζόμενο σε αντιδραστήρες που λειτουργούν υπό ανοξικές συνθήκες.

$$\mu = \mu_m \frac{S_1}{K_{S1} + S_1} \frac{S_2}{K_{S2} + S_2}$$

όπου: μ_m = μέγιστος ρυθμός ανάπτυξης

S_1 και S_2 = οι συγκεντρώσεις οργανικών και νιτρικών αντίστοιχα

K_{S1} και K_{S2} = οι αντίστοιχοι συντελεστές κορεσμού

Ο συντελεστής κορεσμού K_{S2} για τα νιτρικά έχει βρεθεί μικρός (περίπου 0,1-0,2 mg NO₃-N/l) με αποτέλεσμα ο ειδικός ρυθμός ανάπτυξης, μ , για μια πλατιά διακύμανση της συγκέντρωσης S_2 των νιτρικών να είναι μηδενικής τάξης (ανεξάρτητος) με τη συγκέντρωση των νιτρικών (NO₃-N).

Επίσης το K_{S1} εξαρτάται από τον τύπο της χρησιμοποιούμενης πηγής άνθρακα. Για τη μεθανόλη βρέθηκε ότι είναι 0,15 mg/lit ως COD, ενώ μικρές τιμές έχουν παρατηρηθεί και για άλλες μορφές άνθρακα. Κατά συνέπεια και ως προς τον οργανικό άνθρακα, η κινητική της απονιτροποίησης μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι μηδενικής τάξης και επομένως η παραπάνω εξίσωση γράφεται:

$$\mu = \mu_m$$

Εναλλακτικά, ο σχεδιασμός των μονάδων απονιτροποίησης μπορεί να γίνει με χρήση, αντί της ταχύτητας ανάπτυξης της βιομάζας, μ , της ταχύτητας q_{DN} μετατροπής του νιτρικού αζώτου σε μοριακό άζωτο, ανά μονάδα μάζας μικροοργανισμών,

$$q_{DN} = \frac{\mu}{Y_{DN}} = \frac{1}{X_{DN}} \frac{dN}{dt}$$

όπου: Y_{DN} = ο συντελεστής δημιουργίας βιομάζας των απονιτροποιημένων βακτηριδίων

X_{DN} = η συγκέντρωση των απονιτροποιημένων βακτηριδίων

Οι δύο κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν το q_{DN} , είναι η θερμοκρασία και το είδος και η αφθονία του οργανικού άνθρακα.

Η επίδραση της θερμοκρασίας μπορεί να περιγραφεί από την ακόλουθη σχέση:

$$q_{DN} = A * 10^{10} * e^{-B/RT}$$

όπου: A, B = σταθερές

R = Πλαγκόσμια Σταθερά Αερίων (1,987 cal/g mole $^{\circ}\text{C}$)

T = η θερμοκρασία σε $^{\circ}\text{K}$ ($^{\circ}\text{K} = 273 + ^{\circ}\text{C}$)

q_{DN} = ταχύτητα αναγωγής $\text{NO}_3\text{-N}$ ανά μονάδα βιομάζας και ημέρα

Οι συντελεστές A και B εξαρτώνται τόσο από την αφθονία, όσο και από τη βιοδιασπασιμότητα του άνθρακα. Οι τιμές που συνήθως προτείνονται για σχεδίασμό είναι οι ακόλουθες:

A = 4,50-6,40 (οι μεγαλύτερες τιμές για ευκολοδιασπάσιμο οργανικό άνθρακα)

B = 15880

Οι μεγαλύτερες τιμές του A παρατηρούνται για σχετικά ευκολοδιασπάσιμο οργανικό άνθρακα, καθώς και στα συστήματα προ-απονιτροποίησης.

Δ. Βιολογική απομάκρυνση φωσφόρου

Συστήματα με αναερόβια φρεάτια έχουν χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα τα τελευταία 15 έτη για τη βιολογική απομάκρυνση φωσφόρου (P) και τον περιορισμό της ανάπτυξης νηματοειδών βακτηριδίων, υπεύθυνων για προβλήματα διόγκωσης ιλύος και αφρισμού σε βιολογικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων.

Η αρχή της λειτουργίας των συστημάτων βιολογικής απομάκρυνσης φωσφόρου έχει περιγραφεί εκτενώς στη διεθνή βιβλιογραφία: η ακολουθία αναερόβιων - αερόβιων συνθηκών υποβοηθά την ανάπτυξη αερόβιων βακτηριδίων που έχουν την ικανότητα να αποθηκεύουν φώσφορο ενδοκυτταρικά σε ποσοστά που ξεπερνούν τις απαιτούμενες ποσότητες για ανάπτυξη.

Αυτά τα βακτηρίδια ονομάζονται χαρακτηριστικά, πολυφωσφορικά ή πολυP βακτηρίδια και κάτω από αναερόβιες συνθήκες έχουν την ικανότητα να απορροφούν απλές οργανικές ενώσεις, όπως πτητικά οργανικά οξέα και να τις αποθηκεύουν ενδοκυτταρικά υπό τη μορφή οργανικών πολυμερών. Η ενέργεια που απαιτείται για την προσρόφηση και αποθήκευση αυτών των ουσιών παρέχεται από την υδρόλυση ενδοκυτταρικών, υψηλής ενέργειας, πολυφωσφορικών ενώσεων. Για αυτό κάτω από



αναερόβιες συνθήκες παρατηρείται αύξηση της συγκέντρωσης ορθοφωσφορικών στο ανάμικτο υγρό και ελάττωση της συγκέντρωσης απλών οργανικών ενώσεων.

Στη συνέχεια πολυφωσφορικά βακτηρίδια εισέρχονται στην κύρια δεξαμενή αερισμού έχοντας προσροφήσει και αποθηκεύσει εις βάρος των υπολοίπων αερόβιων βακτηρίδιων την πλειονότητα των διαλυτών οργανικών ενώσεων. Κάτω από αερόβιες συνθήκες τα βακτηρίδια αυτά παράγουν ενέργεια οξειδώνοντας τις αποθηκευμένες οργανικές ενώσεις, την οποία χρησιμοποιούν για σύνθεση νέας βιομάζας και προσρόφηση και αποθήκευση ορθοφωσφορικών. Σε συστήματα ενεργού ιλύος που διαθέτουν αναερόβιο επιλογέα κάτω από αερόβιες συνθήκες παρατηρείται σημαντική μείωση της συγκέντρωσης ορθοφωσφορικών και πολύ μικρή μεταβολή της συγκέντρωσης διαλυτών οργανικών ενώσεων.

Συστήματα που περιλαμβάνουν αναερόβιο φρεάτιο μπορούν να παράγουν βιομάζα που περιέχει φώσφορο σε ποσοστό 5-10%, δηλαδή 2-5 φορές υψηλότερο της ποσότητας που περιέχεται σε τυπικά συστήματα ενεργού ιλύος. Ο βαθμός απομάκρυνσης φωσφόρου σε εγκαταστάσεις βιολογικής απομάκρυνσης φωσφόρου εξαρτάται από την ποσότητα της παραγόμενης ιλύος και το ποσοστό φωσφόρου στη βιομάζα και ανέρχεται σε 80-90%.

Ο μηχανισμός της βιολογικής απομάκρυνσης φωσφόρου δεν είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος σε θερμοκρασιακές μεταβολές, εφόσον η ηλικία της ενεργού ιλύος δεν ξεπερνά το μέγιστο ρυθμό ανάπτυξης των πολυφωσφορικών βακτηριδίων.

Η βιολογική απομάκρυνση φωσφόρου είναι ανάλογη της ποσότητας οργανικής τροφής που απορροφάται από πολυφωσφορικά βακτηρίδια κάτω από αναερόβιες συνθήκες. Ο πιο ακριβής προσδιορισμός του ποσοστού του οργανικού φορτίου των λυμάτων που μπορεί να καταναλωθεί από πολυφωσφορικά βακτηρίδια κάτω από αναερόβιες συνθήκες επιτυγχάνεται με τη μέτρηση των εύκολα βιοδιασπάσιμων οργανικών ενώσεων που περιέχονται στα λύματα. Για το σχεδιασμό, ελλείψει τέτοιων μετρήσεων, χρησιμοποιείται ο λόγος του ολικού $TBOD_5:TP$ ή διαλυτού $SBOD_5:SP$. Για συστηματική βιολογική απομάκρυνση φωσφόρου κάτω από 1 mg/l^t στην εκροή απαιτείται λόγος $SBOD_5:SP$ μεγαλύτερος του 15-20 ή αντίστοιχα ένας $TBOD_5:TP$ μεγαλύτερος του 30-40.

Η αναερόβια ζώνη δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες για:

- 1) την παραγωγή πτητικών οξέων από αναερόβια ζύμωση εύκολα βιοδιασπάσιμων οργανικών ενώσεων και

2) την κατανάλωση των πιπερικών οξέων από πολυφωσφορικά βακτηρίδια και παράλληλη έκλυση φωσφόρου.

Ο αναερόβιος χρόνος παραμονής πρέπει να είναι αρκετός ώστε να μεγιστοποιείται η απομάκρυνση οργανικού φορτίου από πολυφωσφορικά βακτηρίδια. Ιδιαίτερα υψηλοί χρόνοι παραμονής μπορεί να έχουν αρνητική επίδραση στη βιολογική απομάκρυνση φωσφόρου, καθώς έχουν σαν αποτέλεσμα την έκλυση φωσφόρου για την παραγωγή ενέργειας για απλή συντήρηση του κυττάρου που δεν συνοδεύεται από απόληψη οργανικών ενώσεων. Για το λόγο αυτό δεν συνηθίζεται ο σχεδιασμός της αναερόβιας ζώνης με χρόνους παραμονής μεγαλύτερους των 2,5 hr.

Επειδή οι ταχύτητες απομάκρυνσης οργανικού φορτίου εξαρτώνται κατά πολύ από τα ειδικά χαρακτηριστικά των λυμάτων που δεν είναι εύκολο να προσδιορισθούν για κάθε περίπτωση, ο σχεδιασμός των αναερόβιων δεξαμενών γίνεται συνήθως εμπειρικά με χρόνους παραμονής 1 - 2 hr.

Στην τελική εκροή όλων των συστημάτων βιολογικής επεξεργασίας λυμάτων περιέχονται κάποιες συγκεντρώσεις αιωρούμενων στερεών. Συνήθως, οι κανονισμοί ποιότητας εκροών καθορίζουν ότι οι συγκεντρώσεις των στερεών στην τελική εκροή θα πρέπει να μην υπερβαίνουν τα 20-30 mg/l. Στα συστήματα βιολογικής απομάκρυνσης φωσφόρου, η συγκέντρωση των αιωρούμενων στερεών στην τελική εκροή μπορεί να επιβαρύνει σημαντικά την εκροή με φώσφορο, λόγω της υψηλής πτεριεκτικότητας των βιολογικών στερεών σε φώσφορο. Για τα παράδειγμα ένα τυπικό σύστημα ενεργού ιλύος με ποσοστό φωσφόρου στη βιομάζα περίπου ίσο με 2% και με συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών στην τελική εκροή ίση με 15 mg/l επιβαρύνει με $15 \times 0,02 = 0,3$ mgP/l την τελική εκροή. Αντίστοιχα, ένα σύστημα βιολογικής απομάκρυνσης φωσφόρου που μπορεί να αναπτύξει βιομάζα με ποσοστό φωσφόρου 10% για την ίδια συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών στην τελική εκροή επιβαρύνει με $15 \times 0,10 = 1,5$ mgP/l την τελική εκροή. Για το λόγο αυτό ακόμη και στην περίπτωση που η συγκέντρωση διαλυτού φωσφόρου στην τελική εκροή είναι πολύ χαμηλή, ένα βιολογικό σύστημα απομάκρυνσης φωσφόρου δεν μπορεί να επιτύχει πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις ολικού φωσφόρου στην τελική εκροή (< 1 mg/l) χωρίς τη χρήση χημικών κροκιδωτικών ή διήθησης της τελικής εκροής.

2.4.2.2 Δεξαμενές καθίζησης

Παρά το γεγονός ότι οι βιολογικές διεργασίες μέσω των οποίων επιτυγχάνεται η μείωση του ρυπαντικού φορτίου επιπτελούνται στο βιολογικό αντιδραστήρα του



συστήματος, η δεξαμενή καθίζησης αποτελεί τη μονάδα που ανάλογα με την απόδοσή της καθορίζει την ποιότητα της τελικής εκροής.

Ο ρόλος της δεξαμενής καθίζησης είναι:

α) να επιτρέπει την καθίζηση της βιομάζας και το διαχωρισμό της από τα επεξεργασμένα λύματα, τα οποία διαυγασμένα και κατά το δυνατόν απαλλαγμένα από αιωρούμενα στερεά υπερχειλίζουν από τη δεξαμενή. Για να κατανοηθεί η σημασία της διαύγασης αρκεί να επισημανθεί ότι από το συνολικό BOD₅ στην έξοδο ενός συστήματος ενεργού ιλύος (π.χ. 15-20 mg/lt) μόνο ένα μικρό ποσοστό της τάξεως του 20-30% ή και μικρότερο αντιστοιχεί στις διαλυμένες οργανικές ενώσεις, ενώ το υπόλοιπο οφείλεται στην παρουσία αιωρούμενων στερεών, δηλαδή στην παρουσία βακτηριδίων ή μικροβιοκροκίδων που δεν καθιζάνουν.

β) να δίνει τη δυνατότητα για επαρκή συμπύκνωση, την βιομάζας ώστε να είναι εύκολη και αποτελεσματική η επαναφορά της στο βιολογικό αντιδραστήρα μέσω της ανακυκλοφορίας rQ. Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι η ενδεχόμενη επιδείνωση των χαρακτηριστικών συμπύκνωσης της ιλύος (μικρές τιμές της) μπορεί πιολύ γρήγορα, ίσως και σε μερικές ώρες και παρά τις οποιεσδήποτε περιορισμένης αποτελεσματικότητας ρυθμίσεις της παροχής ανακυκλοφορίας (βάσει της σχέσης $r = \frac{1-\lambda}{m-1}$), να οδηγήσει σε αδυναμία επιστροφής της ιλύος με συνέπεια την ανύψωση της στάθμης ιλύος μέχρι την υπερχείλιση της δεξαμενής καθίζησης και διαφυγή της με την τελική εκροή.

Ο σχεδιασμός των δεξαμενών καθίζησης πρέπει να εξυπηρετεί και τους δύο αυτούς στόχους. Εκ πρώτης όψεως δίνεται η εντύπωση ότι με εφαρμογή της θεωρίας καθίζησης διακριτών σωματιδίων ή ακόμα και με τη συνθετότερη θεωρία της ζωνικής καθίζησης, είναι σχετικά εύκολη η προσομοίωση των υπεισερχομένων διαδικασιών. Όπως όμως έδειξαν επανειλημμένες προσπάθειες πειραματικής επαλήθευσης, οι θεωρητικές προβλέψεις ενώ είναι επιτυχείς για την περίπτωση ομογενών ανόργανων αιωρημάτων (π.χ. άργιλος), δεν περιγράφουν ικανοποιητικά την καθίζηση των βιοκροκίδων της ενεργού ιλύος, λόγω της ιδιαίτερα σημαντικής επιδρασης που ασκούν τόσο στη διαύγαση, όσο και στη συμπύκνωση η μορφολογία και τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τους. Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι ενώ η μαθηματική προσομοίωση των βιοχημικών διεργασιών του βιολογικού αντιδραστήρα έχει αναπτυχθεί και έχει οδηγήσει σε ιδιαίτερα αξιόπιστα ως προς την αναμενόμενη απόδοση μοντέλα, η μαθηματική προσομοίωση των δεξαμενών τελικής καθίζησης βρίσκεται σε προκαταρκτικό ακόμα στάδιο και οι διαδικασίες σχεδιασμού τους είναι

ακόμα καθαρά εμπειρικές. Ενδεικτικό της σημασίας αλλά και περιορισμένης κατανόησης των διαδικασιών καθίζησης της ιλύος, αποτελεί η συχνή αναθεώρηση των κριτηρίων σχεδιασμού των δεξαμενών τελικής καθίζησης και μάλιστα προς συντηρητικότερες κατευθύνσεις.

Τα δύο συνηθέστερα εφαρμοζόμενα εμπειρικά κριτήρια είναι το υδραυλικό φορτίο και το φορτίο στερεών.

- ✓ Το υδραυλικό φορτίο, εκφρασμένο σε m^3 λυμάτων ανά m^2 επιφάνειας δεξαμενής και ημέρα επηρεάζει κατά κύριο λόγο τη διαδικασία της διαύγασης, καθώς σχετίζεται με την ταχύτητα καθίζησης των βιοκροκίδων.
- ✓ Το φορτίο στερεών εκφρασμένο σε kg ανάμικτου υγρού ανά m^2 επιφάνειας δεξαμενής και ημέρα επηρεάζει κατά κύριο λόγο τη διαδικασία συμπύκνωσης.

Το κριτήριο του υδραυλικού φορτίου είναι κρίσιμο για περιπτώσεις μικρών συγκεντρώσεων ανάμικτου υγρού (S) και για το λόγο αυτό είχε ευρεία εφαρμογή παλαιότερα. Τα τελευταία χρόνια επικρατεί η τάση διατήρησης σχετικά υψηλών τιμών ανάμικτου υγρού (2.500 – 5.000 mg/l) και ως συνέπεια αυτού προκύπτει ότι ο σχεδιασμός των Δ.Κ. με βάση το υδραυλικό φορτίο είναι πιθανό να οδηγήσει σε υψηλή φόρτιση στερεών, με αποτέλεσμα τη μη ικανοποιητική λειτουργία των δεξαμενών. Έτσι για τον προσδιορισμό της απαιτούμενης επιφάνειας των Δ.Κ. είναι σκόπιμο να χρησιμοποιούνται και τα δύο κριτήρια, δηλαδή:

$$G_{\text{επ.υδ}} \geq \frac{Q}{A}$$

$$G_{\text{επ.στ}} \geq \frac{(1+r)QS}{A}$$

όπου: $G_{\text{επ.υδ}} =$ το μέγιστο επιτρεπόμενο υδραυλικό φορτίο (m^3/m^2d)

$G_{\text{επ.στ.}} =$ το μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο στερεών (kg/m²d)

r = ο συντελεστής επανακυκλοφορίας

A = η επιφάνεια των ΔΤΚ (m^2)

S = η συγκέντρωση ανάμικτου υγρού (gr/lt)

Q = η παροχή λυμάτων (m^3/d)

και να επιλέγεται η μεγαλύτερη από τις δύο προκύπτουσες επιφάνειες.

Γίνεται φανερό από τα προηγούμενα ότι το επιτρεπόμενο φορτίο εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά καθίζησης του ανάμικτου υγρού. Στις περιπτώσεις που η διερεύνηση



αυτών των χαρακτηριστικών είναι αδύνατη ή οικονομικά ασύμφορη, ο σχεδιασμός των Δ.Κ. μπορεί να βασιστεί σε τιμές των επιτρεπόμενων φορτίων από τη βιβλιογραφία και εμπειρία, σκόπιμο δε ίσως είναι να ακολουθείται μια συντηρητική προσέγγιση με επιλογή σχετικά μικρών φορτίσεων.

Επαρκώς συντηρητικές τιμές είναι:

$$G_{\text{επ.υδρ.}} \leq 12-16 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d} \text{ και } G_{\text{επ.σι.}} \leq 100-120 \text{ kg/m}^2\text{d}.$$

Το πλευρικό βάθος υγρού των δεξαμενών καθίζησης σκόπιμο είναι να κυμαίνεται μεταξύ 3-3,5 m.

2.4.3 Σύστημα χημικής κατακρήμνισης φωσφόρου

Οι χημικές μέθοδοι απομάκρυνσης φωσφόρου βασίζονται στη δημιουργία αδιάλυτων ιζημάτων φωσφόρου με την προσθήκη καταλλήλων κροκιδωτικών που στη συνέχεια καθίζανουν και αφαιρούνται μαζί με τη πρωτοβάθμια ή δευτεροβάθμια λάσπη ή και σε χωριστές δεξαμενές καθίζησης. Τα συνηθέστερα κροκιδωτικά που χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση φωσφόρου είναι ο ασβέστης (CaO) και τα άλατα του αργιλίου (Al) και του σιδήρου (Fe). Κατά τη χημική απομάκρυνση φωσφόρου μόνο οι ανόργανες μορφές φωσφόρου (օρθοφωσφορικά και πολυυφωσφορικά) μπορούν να απομακρυνθούν ως ιζήματα. Από τις ενώσεις του ανόργανου φωσφόρου τα ορθοφωσφορικά (PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^-) απομακρύνονται με μεγαλύτερη ευκολία από ότι τα πολυυφωσφορικά.

Κατά τη φυσικοχημική απομάκρυνση του φωσφόρου, οι βαθμοί απομάκρυνσης που επιτυγχάνονται κυμαίνονται μεταξύ 70-90% όταν τα κροκιδωτικά προστίθενται στην πρωτοβάθμια επεξεργασία, 80-95% όταν προστίθενται στη δευτεροβάθμια επεξεργασία και περίπου 95% όταν προστίθεται στην τριτοβάθμια επεξεργασία.

Κατά την προσθήκη χημικών κροκιδωτικών πρέπει να εξασφαλίζεται έντονη ανάμιξη ώστε το κροκιδωτικό να διαχέεται ομοιόμορφα σε όλο το υγρό. Στην περίπτωση προσθήκης κροκιδωτικών στην πρωτοβάθμια επεξεργασία, σημεία έντονης ανάμιξης είναι το αντλιοστάσιο εισόδου των ακατέργαστων λυμάτων, τα κανάλια μέτρησης της παροχής κ.α.

Η προσθήκη των κροκιδωτικών στη δεξαμενή αερισμού ή στην τελική καθίζηση, εκτός από εξοικονόμηση χημικών, έχει το πρόσθετο πλεονέκτημα ότι υποβοηθά τη διαδικασία της τελικής καθίζησης, με αποτέλεσμα τη βελτίωση της ποιότητας των επεξεργασμένων λυμάτων. Προσθήκη σιδήρου, όπως στην περίπτωση της υπό

μελέτη εγκατάστασης, προκαλεί την κατακρήμνιση του φωσφόρου σύμφωνα με τις κάτωθι απλουστευμένες εξισώσεις:



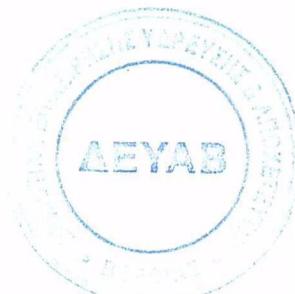
Η βέλτιστη περιοχή του pH για επίτευξη των ελάχιστων συγκεντρώσεων στην εκροή, κυριαρχεί μεταξύ 5 - 6 για το Fe.

Η ανωτέρω απλοποιημένη αντίδραση υποδηλώνει ότι για την καθίζηση 1 mole P απαιτείται 1 mole Fe. Στην πράξη πρέπει να υπογραμμισθεί ότι οι απαιτούμενες ποσότητες είναι μεγαλύτερες, καθώς τα προστιθέμενα χημικά αντιδρούν και με άλλα ιόντα που βρίσκονται διαλυμένα στα λύματα, όπως αλκαλικότητα (HCO_3^-) και υδροξύλιο (OH^-). Γενικά, ο λόγος των απαιτούμενων χημικών προς την απομακρυνόμενη ποσότητα φωσφόρου αυξάνεται όσο η συγκέντρωση του φωσφόρου στην τελική εκροή μειώνεται. Για παράδειγμα, για να επιτευχθεί συγκέντρωση φωσφόρου στην τελική εκροή ίση με 1,0 mg/lt απαιτείται ο λόγος Fe/P (mole:mole) να είναι ίσος με 1,0 ενώ για συγκέντρωση φωσφόρου στην τελική εκροή ίση με 0,5 ο λόγος Fe/P (mole:mole) πρέπει να είναι 1,5.

Κατά τη χημική κατακρήμνιση του φωσφόρου που πραγματοποιείται με την προσθήκη αλάτων μετάλλων (σιδήρου ή αργιλίου) στα λύματα, μπορούμε να διακρίνουμε δύο περιοχές ανάλογα με τα σημαντικότερα στερεά που δημιουργούνται και ανάλογα με τις συγκεντρώσεις διαλυτού φωσφόρου στα επεξεργασμένα λύματα: α) στοιχειομετρική περιοχή που παρατηρείται σε σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις φωσφόρου και β) περιοχή ισορροπίας που παρατηρείται σε χαμηλές συγκεντρώσεις φωσφόρου. Στη στοιχειομετρική περιοχή η απομάκρυνση φωσφόρου είναι ευθέως ανάλογη της ποσότητας μετάλλου που προστίθεται. Αντίθετα, στην περιοχή της ισορροπίας απαιτείται πολύ μεγαλύτερη ποσότητα μετάλλων για την απομάκρυνση του φωσφόρου, ποσότητα που αυξάνει εκθετικά όσο ελαττώνεται η υπολειμματική συγκέντρωση διαλυτού φωσφόρου.

Η επικρατέστερη θεωρία για την ερμηνεία του ανωτέρω φαινομένου της χημικής κατακρήμνισης του φωσφόρου περιλαμβάνει τη δημιουργία δύο στερεών: α) ενός φωσφορικού μετάλλου (Fe(III)) $\text{Me}_r \text{H}_2\text{PO}_4(\text{OH})_{3r.1}$ (s) και β) ενός υδροξειδίου του σιδήρου MeOOH (s). Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, η τιμή της στοιχειομετρικής σταθεράς r είναι περίπου 1,6 για το Fe(III) . Οι αντιδράσεις σχηματισμού των στερεών, καθώς και οι αντίστοιχες σταθερές των γινομένων διαλυτότητας για κάθε μέταλλο έχουν ως εξής

Χημικές αντιδράσεις σχηματισμού στερεών κατά τη χημική κατακρήμνιση



του φωσφόρου με προσθήκη Al(III) ή Fe(III)

Χημική Αντίδραση	pK Fe(III)	pK Al(III)
$\text{Me}_r \text{H}_2\text{PO}_4(\text{OH})_{3r-1} (\text{s}) \rightarrow r \text{Me}^{+3} + \text{H}_2\text{PO}_4 + (3r-1) \text{OH}^-$	67.2	25.8
$\text{MeOOH} (\text{s}) + 3 \text{H}^+ \rightarrow \text{Me}^{+3} + 2 \text{H}_2\text{O}$	1.2	- 9.3

Σύμφωνα με τις ανωτέρω χημικές αντιδράσεις, για χαμηλές δόσεις μετάλλων το μόνο στερεό που θα σχηματίζεται θα είναι το $\text{Me}_r \text{H}_2\text{PO}_4(\text{OH})_{3r-1} (\text{s})$.

2.4.4 Μονάδα επεξεργασίας λάσπης

Κριτήρια σχεδιασμού

Τα κριτήρια σχεδιασμού της μονάδας αφυδάτωσης της ιλύος είναι:

- Φόρτιση στερεών ανά μέτρο πλάτους ταινίας $\leq 200 \text{ kg/m}$
- Συγκέντρωση στερεών εξόδου $\geq 20\%$

Βασικές σχέσεις υπολογισμών

Ο όγκος της λάσπης εξαρτάται κυρίως από την περιεκτικότητά της σε νερό και λιγότερο από το είδος των στερεών που περιέχει. Για παράδειγμα, λάσπη 5% περιέχει 95% κατά βάρος νερό. Αν τα στερεά της λάσπης αποτελούνται από ανόργανα και πτητικά (օργανικά) στερεά, το ειδικό βάρος της ιλύος δίνεται από τη σχέση:

$$\frac{W_s}{S_s p_w} = \frac{W_f}{S_f p_w} + \frac{W_v}{S_v p_w}$$

όπου: W_s = βάρος στερεών

S_s = ειδικό βάρος στερεών

P_w = πυκνότητα νερού

W_f = βάρος ανόργανων στερεών

S_f = ειδικό βάρος ανόργανων στερεών

W_v = βάρος πτητικών στερεών

S_v = ειδικό βάρος πιπητικών στερεών

Ο όγκος της λάσπης υπολογίζεται από τη σχέση:

$$V = \frac{W_s}{p_w SslPs}$$

όπου: W_s = βάρος ξηράς ουσίας

p_w = πυκνότητα νερού

Ssl = ειδικό βάρος λάσπης

Ps = ποσοστό στερεών εκφρασμένο ως δεκαδικό

Για προσεγγιστικούς υπολογισμούς μπορεί να χρησιμοποιηθεί η παραδοχή ότι ο όγκος της λάσπης εξαρτάται αντίστροφα από το ποσοστό στερεών που περιέχει, δηλαδή:

$$P1 * V1 = P2 * V2$$

2.4.5 Μονάδα απολύμανσης και διάθεσης επεξεργασμένων λυμάτων

Κριτήρια σχεδιασμού

Τα κριτήρια σχεδιασμού της μονάδας απολύμανσης είναι τα ακόλουθα:

- Μέσο χλωρίωσης NaOCl 15% κ.β.
- Χρόνος παραμονής λυμάτων στην παροχή αιχμής ≥ 20 min
- Σχέση μήκους/πλάτους κάθε καναλιού 40 : 1
- Κολοβακτηρίδια εισόδου στη χλωρίωση 10⁶/100 ml
- Κολοβακτηριοειδή στη έξοδο ≤ 20/100 ml
- Αποθηκευτική ικανότητα δοχείου χλωρίου 15 ημέρες

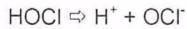
Βασικές αρχές υπολογισμών μονάδας χλωρίωσης

⇒ Γενικά: Τα πιο συνηθισμένα μέσα χλωρίωσης που χρησιμοποιούνται για τα προς επεξεργασία απόβλητα είναι το αέριο χλώριο (Cl₂), το υποχλωριώδες ασβέστιο [Ca(OCl)₂], το υποχλωριώδες νάτριο (NaOCl), καθώς και το διοξείδιο του χλωρίου (ClO₂).



To NaOCl είναι το πιο σύνηθες χημικό και χρησιμοποιείται κυρίως στις εγκαταστάσεις για λόγους ασφαλείας.

⇒ **Χημεία:** Κατά την προσθήκη υποχλωριώδους νατρίου στο νερό, οι αντιδράσεις που πραγματοποιούνται είναι:



⇒ **Κινητική:** Η καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών στη δεξαμενή χλωρίωσης μπορεί να εκφραστεί από το μοντέλο του Collins:

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{(1 + 0,23Ct)^3}$$

όπου: N = αριθμός μικροοργανισμών μετά από χρόνο t (έξοδος χλωρίωσης)

N_0 = αριθμός μικροοργανισμών σε χρόνο t = 0 (είσοδος χλωρίωσης)

C = συγκέντρωση μέσου απολύμανσης

t = χρόνος επαφής λυμάτων με το μέσο απολύμανσης

Από την παραπάνω σχέση είναι προφανές ότι η δεξαμενή χλωρίωσης λειτουργεί σε συνθήκες εμβολικής ροής. Ο όρος Ct ουσιαστικά αντιστοιχεί στη δοσομέτρηση του λιπαντικού. Μια παραλλαγή στο παραπάνω μοντέλο προτάθηκε από τον White:

$$\frac{N}{N_0} = \left(\frac{Rt}{b} \right)^n$$

όπου: R = υπολειμματικό χλώριο μετά από χρόνο t

n = κλίση πειραματικής καμπύλης

b = τιμή x όταν $N/N_0 = 1$ ή $N/N_0 = 0$

Τυπικές τιμές για τους συντελεστές n και b για απόβλητα από δευτεροβάθμια επεξεργασία είναι 2,8 και 4,0 αντίστοιχα.

2.5 Διαστασιολόγηση ΕΕΔ για σύστημα παρατεταμένου αερισμού

2.5.1 Έργα προεπεξεργασίας

Τα έργα προεπεξεργασίας των λυμάτων περιλαμβάνουν:

- α. το αντλιοστάσιο του συστήματος προεπεξεργασίας των λυμάτων,
- β. την μονάδα εσχάρωσης και
- γ. την μονάδα αμμοσυλλογής και λιποσυλλογής.

2.5.1.1 Αντλιοστάσιο εισόδου-τροφοδοσίας μονάδας προεπεξεργασίας

Στον πίνακα που ακολουθεί γίνεται έλεγχος της νέας παροχής αιχμής των λυμάτων μετά την αύξηση της εισερχόμενης παροχής λυμάτων, ως προς τη δυναμικότητα των υφιστάμενων αντλιών ανύψωσης.

	2012		2032	
	ΧΕΙΜΩΝΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
ΔΕΔΟΜΕΝΑ				
Παροχή αιχμής λύματος, $Q_{\text{αιχ}}$ (m^3/h)	1.085	1.189	1.398	1.534
Υφιστάμενες αντλίες (τεμ)	3 (2+ 1 εφεδρική)	3	3	3
Δυναμικότητα καθεμίας από τις υφιστάμενες αντλίες ανύψωσης (m^3/h)	880	880	880	880
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ ΑΝΥΨΩΣΗΣ	ok	ok	ok	ok

Από τα στοιχεία του πίνακα γίνεται σαφές ότι υπάρχει επτάρκεια ακόμη και για τις παροχές 20ετίας.

2.5.1.2 Μονάδα εσχάρωσης

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι βασικές παραδοχές, τα δεδομένα και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της απαιτούμενης μονάδας εσχάρωσης.



Όπως προκύπτει από τους νέους υπολογισμούς σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση των εσχαρών, υπάρχει η απαιτούμενη επάρκεια ακόμη με προοπτική 20ετίας.

	2012		2032	
	ΧΕΙΜΩΝΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
ΔΕΔΟΜΕΝΑ				
Παροχή αιχμής λύματος, $Q_{\text{αιχ}}$ (m^3/h)	1.085	1.189	1.398	1.534
Παροχή αιχμής λύματος, Q (m^3/s)	0,301	0,330	0,388	0,426
Ταχύτητα πρόσπτωσης, $u_{\text{πρ}}$ (m/s) (όρια 0,25-1,2)	0,30	0,30	0,30	0,30
Ταχύτητα διέλευσης, u_d (m/s)	0,80	0,80	0,80	0,80
Πλάτος διακένων ανάμεσα στις ράβδους, Π_d (m)	0,012	0,012	0,012	0,012
Πάχος των ράβδων, Π_p (m)	0,010	0,010	0,010	0,010
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ				
Ωφέλιμη επιφάνεια της σχάρας, $A_{\Omega\Phi}$ (m^2)	0,38	0,41	0,49	0,53
Βάθος ροής εισόδου, B_{PE} (m)	0,71	0,74	0,80	0,84
Ωφέλιμο πλάτος της εσχάρας, $\Pi_{\Omega\Phi}$ (m)	0,53	0,56	0,60	0,63
Αριθμός διακένων μεταξύ των ράβδων, N_d	45	47	51	53
Αριθμός των ράβδων, N_p	46	48	52	54
Επιλέγεται αριθμός ράβδων, N_p	60	60	60	60
Συνολικό πλάτος της εσχάρας, $\Pi_{\Omega\Lambda}$ (m)	1,14	1,16	1,21	1,24
Υφιστάμενα κανάλια εσχάρωσης (τεμ)	3	3	3	3
Πλάτος κάθε εσχάρας (m)	0,60	0,60	0,60	0,60
Πρέπει να είναι εν λειτουργία για την κάλυψη παροχής αιχμής	2	2	2	2
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΕΣΧΑΡΩΝ	ok	ok	ok	ok
Έλεγχος των υπολογισμών (πρέπει $B_{PE} / \Pi_{\Omega\Lambda} > 0,3$)	0,62	0,64	0,66	0,68

Υπολογισμός της απώλειας στάθμης κατάντη της εσχάρας, h_L (m H ₂ O)	0,08	0,07	0,07	0,06
h_u (m H ₂ O)	0,03	0,03	0,03	0,03
Ελεύθερο πλάτος καναλιού (συνολικό καθαρό πλάτος διακένων μείον το ποσοστό έμφράξεως E), $\Pi_{\text{Φnet}}$ (m)	0,43	0,45	0,48	0,51
Φραγμένο πλάτος καναλιού, $\Pi_{\text{φρ}}$ (m)	0,71	0,72	0,73	0,73
Συντελεστής εξαρτώμενος από τον τύπο των ράβδων, β	2,42	2,42	2,42	2,42
Γωνία που σχηματίζει η εσχάρα με τον ορίζοντα, θ (°)	30	30	30	30
Ποσοστό έμφράξεως, E (%)	0,20	0,20	0,20	0,20
Επιπλέον σημείο παραδοχές, g (m/sec ²)	9,81	9,81	9,81	9,81
Παραγωγή εσχαρισμάτων ανά κάτοικο, l/κατοικο/d	0,012	0,012	0,012	0,012
Συνολική παραγωγή εσχαρισμάτων, l/d	746	746	970	970

2.5.1.3 Μονάδα εξάμμωσης – λιποσυλλογής

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι βασικές παραδοχές, τα δεδομένα και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της απαιτούμενης μονάδας αιμοσυλλογής και λιποσυλλογής.

	2012		2032	
	ΧΕΙΜΩΝΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
ΔΕΔΟΜΕΝΑ				
Παροχή σχεδιασμού λύματος (μέση), Qdes (m ³ /day)	12.438	13.682	16.170	17.787
Παροχή αιχμής λύματος, Qαιχ (m ³ /h)	1.085	1.189	1.398	1.534
Παροχή αιχμής λύματος, Q (m ³ /s)	0,301	0,330	0,388	0,426
Αριθμός εγκατεστημένων μονάδων	2	2	2	2
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ				
Ελάχιστος υδραυλικός χρόνος παραμονής, $\Theta_{\text{ΕΞmin}}$ (sec) (προκύπτει από το διάγραμμα Kalbskopf, για ποσοστό απομάκρυνσης 95% στερεών διαμέτρου > 0.25 mm)	300	300	300	300



Ο λόγος μήκους/πλάτος θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος ή ίσος 3/1	$\geq 3/1$	$\geq 3/1$	$\geq 3/1$	$\geq 3/1$
Ελάχιστος Όγκος εξαμμωτή, V (m^3)	90,4	99,1	116,5	127,8
Μήκος εξαμμωτή, L (m) - ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ	18,60	18,60	18,60	18,60
Πλάτος εξαμμωτή, W_{GR} (m) - ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ	2,00	2,00	2,00	2,00
Ωφέλιμο ύψος υγρών εξαμμωτή, H (m)	2,00	2,00	2,00	2,00
Λόγος μήκος/πλάτος, L/W_{GR}	9,3	9,3	9,3	9,3
Λόγος πλάτος/βάθος, W_{GR}/H	1,0	1,0	1,0	1,0
Όγκος κάθε εξαμμωτή, V' (m^3)	74,4	74,4	74,4	74,4
Αριθμός εν λειτουργία εξαμμωτών/λιποσυλλέκτων, N	2	2	2	2
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΕΞΑΜΜΩΤΗ	ok	ok	ok	ok
Επιφανειακή φόρτιση εξαμμωτή ($m^3/m^2/hr$) (πρέπει < 20)	15	16	19	20
Yδραυλική φόρτιση λιποσυλλέκτη για τη μέση παροχή, ($m^3/m^2/hr$)	20,00	20,00	20,00	20,00
Απαιτούμενη επιφάνεια λιποσυλλέκτη, V (m^3)	25,91	28,50	33,69	37,06
Πλάτος λιποσυλλέκτη, W_{FR} (m)	1,39	1,53	1,81	1,99
Επιλέγεται πλάτος για κάθε λιποσυλλέκτη, (m)	0,79	0,79	0,79	0,79
Βάθος υγρών λιποσυλλέκτη, m	2,00	2,00	2,00	2,00
Μήκος λιποσυλλέκτη, L (m)	18,60	18,60	18,60	18,60
Όγκος κάθε λιποσυλλέκτη, V' (m^3)	29,49	29,49	29,49	29,49
Συνολικός όγκος λιποσυλλέκτη, V (m^3)	58,97	58,97	58,97	58,97
Επιφανειακή φόρτιση λιποσυλλέκτη ($m^3/m^2/hr$) (πρέπει < 40)	37	40	47	52
Υπολογισμός του χρόνου παραμονής, Θ_{EE} (sec),	494	450	383	349
Έλεγχος κάλυψης απαιτούμενου χρόνου παραμονής, (πρέπει > 5 min)	OK	OK	OK	OK
Υπολογισμός της οριζόντιας επιφάνειας του εξαμμωτή, $A_{GR,H}$ (m^2)	37,2	37,2	37,2	37,2

Υπολογισμός της ταχύτητας οριζόντιας ροής, u_h (m/s)	0,038	0,041	0,049	0,053
Έλεγχος ταχύτητας οριζόντιας ροής. (πρέπει < 0,1)	OK	OK	OK	OK
Υπολογισμός της ταχύτητας καθίζησης (επιφανειακής φόρτισης) στον εξαμμωτή στην παροχή αιχμής, $u_{S,GR}$ (m/h)	14,6	16,0	18,8	20,6
Υπολογισμός της ταχύτητας επίπλευσης (επιφανειακής φόρτισης) στο λιποσυλλέκτη στην παροχή αιχμής, $u_{S,FR}$ (m/h)	20,9	20,9	20,8	20,7
Έγψος υπερχείλισης στην παροχή αιχμής, H_{OF} (m)	0,04	0,05	0,05	0,05
Μήκος υπερχείλιστή εξαμμωτή & λιποσυλλέκτη, W_L (m) (ανύψωση στάθμης)	18,60	18,60	18,60	18,60
ΑΕΡΙΣΜΟΣ				
Ελάχιστη απαίτηση σε αέρα, ($Nm^3/h/m$ εξαμμωτή)	10	10	10	10
Συντελεστής Προσαύξησης	1,25	1,25	1,25	1,25
Απαιτούμενη ποσότητα αέρα AIR/M, ($Nm^3/h/m$ εξαμμωτή)	12,5	12,5	12,5	12,5
Υπολογισμός της συνολικής απαίτησης σε αέρα, AIR (Nm^3/h)	465	465	465	465
Δυναμικότητα κάθε φυσητήρα, (Nm^3/h)	400	400	400	400
Αριθμός εν λειτουργίᾳ φυσητήρες	2	2	2	2
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΕΞΑΜΜΩΤΗ				
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΑΜΜΟΥ				
Μέση ποσότητα άμμου ανά κυβικό μέτρο λύματος, $GRIT_m$ (l/m ³)	0,03	0,03	0,03	0,03
Υπολογισμός της παροχής της άμμου, $GRIT$ (l/d)	373	410	485	534

Σε όλες τις παραμέτρους ελέγχου που εξετάζονται όπως η επιφανειακή φόρτιση εξαμμωτή, ο χρόνος παραμονής, η ταχύτητα οριζόντιας ροής και το σύστημα αερισμού υπάρχει πλήρης επάρκεια της υφιστάμενης μονάδας ακόμη και τις παροχές 20ετίας.



2.5.2 Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας και καθίζησης

2.5.2.1 Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας

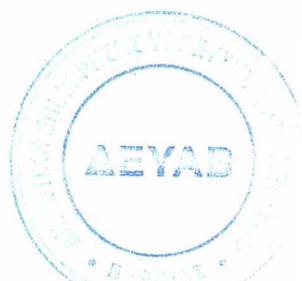
Η διαστασιολόγηση της μονάδας βιολογικής επεξεργασίας βασίζεται στις παροχές εισόδου της εγκατάστασης και τις παροχές των στραγγιδίων από τη μονάδα επεξεργασίας της λάσπης και το διυλιστήριο/φίλτρο που ανακυκλοφορούν στο αρχικό φρεάτιο εισόδου.

Οι υπολογισμοί των αναερόβιων δεξαμενών βασίζονται στην επιλογή του χρόνου παραμονής των λυμάτων, ενώ των ανοξικών και αερόβιων δεξαμενών πραγματοποιούνται βάσει των θερμοκρασιακών δεδομένων από τους οποίους επηρεάζονται σημαντικά οι βαθμοί και οι ταχύτητες αποντροποίησης και νιτροποίησης αντίστοιχα.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα δεδομένα και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος βιολογικής επεξεργασίας. Ειδικότερα, κατ' αρχήν γίνεται εκ νέου διαστασιολόγηση του συστήματος και στη συνέχεια έλεγχος επάρκειας του όγκου των δεξαμενών, του συστήματος αερισμού, κλπ.

	2012		2032	
	ΧΕΙΜΩΝΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
ΓΕΝΙΚΕΣ ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΟΡΙΑ				
Μέγιστη ειδική ταχύτητας αύξησης, μ_{max} 20 στους 20 °C (d^{-1}) (όρια 3-13,2)	7,00	7,00	7,00	7,00
Ρυθμός χρήσης υποστρώματος (Συντελεστής μετατροπής υποστρώματος σε βιομάζα), Y_H (όρια 0,3-0,7)	0,50	0,50	0,50	0,50
Επιλογή συντελεστή αποσύνθεσης βακτηριδίων στους 20 °C, K_d 20 (d^{-1}) (όρια 0,06-0,2)	0,12	0,12	0,12	0,12
Συγκέντρωση υποστρώματος για $\mu=1/2\mu_{max}$, K_s (mg/l) (όρια 5-40)	20,00	20,00	20,00	20,00
Επιλογή μέγιστης ειδικής ταχύτητας αύξησης νιτροποιητικών βακτηριδίων, μ_{Nmax} 20 στους 20 °C (d^{-1}) (όρια 0,2-0,9)	0,40	0,40	0,40	0,40
Επιλογή συγκέντρωσης υποστρώματος για $\mu_N=1/2\mu_N$ νιτροποιητικών βακτηριδίων, K_N (mg/l) (όρια 0,5-1)	0,75	0,75	0,75	0,75
Επιλογή συγκέντρωσης υποστρώματος για $\mu_O=1/2\mu_O$ νιτροποιητικών βακτηριδίων, K_O (mg/l) (όρια 0,4-0,6)	0,50	0,50	0,50	0,50
Επιλογή συντελεστή μετατροπής βιομάζας για νιτροποιητικά βακτηρίδια, Y_N	0,15	0,15	0,15	0,15

Επιλογή συντελεστή αποσύνθεσης νιτροποιητικών βακτηριδίων στους 20 °C, $K_{dN\ 20}$ (d^{-1}) (όρια 0,05-0,6)	0,08	0,08	0,08	0,08
Θερμοκρασία Λυμάτων, T (°C)	12	18	12	18
Συντελεστής Θερμοκρασίας Θ	μ_m, μ_n	1,07	1,07	1,07
	k_d, k_{dn}	1,04	1,04	1,04
	K_s	1,00	1,00	1,00
	K_n	1,05	1,05	1,05
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΙΜΩΝ ΚΙΝΗΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ				
Μέγιστη ειδική ταχύτητας αύξησης, $\mu_{max} = \mu_{max\ 20} * \Theta^{(T-20)} (d^{-1})$	4,07	6,11	4,07	6,11
Μέγιστη ειδική ταχύτητας αύξησης νιτροποιητικών βακτηριδίων, $\mu_{Nmax} = \mu_{Nmax\ 20} * \Theta^{(T-20)} (d^{-1})$	0,23	0,35	0,23	0,35
Συγκέντρωση υποστρώματος για $\mu = 1/2 * \mu_{max}$, K_s (mg/l)	20,00	20,00	20,00	20,00
Συντελεστής αποσύνθεσης βακτηριδίων, $K_d = K_d\ 20 * \Theta^{(T-20)} (d^{-1})$	0,09	0,11	0,09	0,11
Συγκέντρωση υποστρώματος για $\mu_N = 1/2 * \mu_N$ νιτροποιητικών βακτηριδίων, K_N (mg/l)	0,75	0,75	0,75	0,75
Συγκέντρωση υποστρώματος για $\mu_O = 1/2 * \mu_O$ νιτροποιητικών βακτηριδίων, K_O (mg/l)	0,50	0,50	0,50	0,50
Συντελεστής αποσύνθεσης νιτροποιητικών βακτηριδίων, $K_{dN} = K_{dN\ 20} * \Theta^{(T-20)} (d^{-1})$	0,06	0,07	0,06	0,07
ΑΠΟΔΟΣΗ				
Επιθυμητό υπόστρωμα εξόδου, $BOD_{out} = S = S_e$ (mg/l)	15,00	15,00	15,00	15,00
Επιθυμητά οιλικά στερεά εξόδου, SS_{out} (mg/l)	25,00	25,00	25,00	25,00
Επιθυμητά οιλικά στερεά στην Δ.Αερ., $MLSS$ (mg/l)	3.000	3.000	3.000	3.000
Λόγος βιοαποδομήσιμων στερεών προς οιλικά στερεά, $VSS / MLSS$	0,8	0,8	0,8	0,8
Επιθυμητά οιλικά στερεά στην επιστρέφουσα ιλύ, $MLSS_{RAS}$ (mg/l)	7.000	7.000	7.000	7.000
Επιθυμητό αμμωνιακό άζωτο εξόδου, NH_4/N_{out} (mg/l)	2,00	2,00	2,00	2,00
Συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου, DO (mg/l)	2,5	2,5	2,5	2,5
Συγκέντρωση υποστρώματος εισόδου, $S_i = BOD_{in}$ (mg/l)	310	282	310	282



ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ (Δ.Αερ.)				
Ηλικία ιλύος για αποδόμηση BOD, $\theta_{c\text{ opy.}} = 1 / ((\mu_{max} * S / (K_s + S)) - k_d) \text{ (d)}$	0,60	0,40	0,60	0,40
Ταχύτητα αύξησης νιτροποιητικών βακτηριδίων, $\mu_N = \mu_{Nmax} * (NH_3 / (NH_3 + K_N)) * (DO / (DO + K_O))$	0,14	0,21	0,14	0,21
Ηλικία ιλύος για νιτροποιητικά βακτηρίδια, $\theta_{c\text{ nitr}} = 1 / (\mu_N - K_{dn}) \text{ (d)}$	12,10	7,26	12,10	7,26
Συντελεστής ασφαλείας για θ_c , α	1,2	1,2	1,2	1,2
Επιλεγόμενη ηλικία ιλύος, $\theta_c = \max(\theta_{c\text{ opy.}}, \theta_{c\text{ nitr}}) * \alpha \text{ (d)}$	13	11	13	11
Υπ/μα εξόδου για τον επιλεγόμενο θ_c , $BOD_{out} = S = S_e = K_s * (1 + k_d * \theta_c) / (\theta_c * (Y * K_{max} * k_d) - 1) \text{ (mg/l)}$	0,84	0,68	0,84	0,68
Ταχύτητα χρήσης υποστρώματος ή σχέση τροφής προς μ/o, $U = 100 * (BOD_{in} - BOD_{out}) / BOD_{in} \%$	99,73	99,76	99,73	99,76
Συγκέντρωση βιομάζας στην Δ.Αερ., $X = VSS = MLSS * (\Lambdaόγος VSS/MLSS) \text{ (mg/l)}$	2.250	2.250	2.250	2.250
Συντελεστής λ = $(1/MLSS)^*((1+0,2*K_d*\Theta_c)/(1+K_d*\Theta_c)) * Y_H * E_H * BOD_{in} + 0,1*BOD_{in\ v} + BOD_{in\ f} + ((Y_N * E_N * NH_4^- * N_{in})/(1+K_{dn}*\theta_c))$	0,02	0,02	0,02	0,02
Υδραυλικός χρόνος παραμονής στη Δ.Αερ., θ (d)	0,3	0,2	0,3	0,2
Υδραυλικός χρόνος παραμονής στη Δ.Αερ., θ (hr)	6	5	6	5
Ποσοστό ανακυκλωφορίας ιλύος, $r = Q_r / Q = MLSS / (MLSS_{RAS} - MLSS) \text{ (όρια 0,25-0,75)}$	0,74	0,74	0,74	0,74
Παροχή επιστρέφουσας ιλύος $Q_r = r * Q \text{ (m}^3/\text{d)}$	11.885	13.073	15.450	16.995
Συνολική παροχή εισόδου στη Δεξ. Αερ., $Q_{o\lambda} = Q + Q_r \text{ (m}^3/\text{d)}$	28.054	30.860	36.470	40.118
Απαιτούμενος όγκος Δ.Αερ., $V_{o\lambda} = \theta * Q_{o\lambda} \text{ (m}^3)$	7.294	6.789	9.482	8.826
Επιλογή αριθμού Δ.Αερ., (n)	2	2	3	3
Συγκ/ση αποβαλόμενης βιομάζας από υπερχείλιση Δ.Κ., $X_e = SS_{out} * \Lambdaόγος VSS/MLVSS \text{ (mg/l)}$	19	19	19	19
Συγκέντρωση βιομάζας στην επιστρέφουσα ιλύ, $X_R = MLSS_{RAS} * \Lambdaόγος VSS/MLVSS \text{ (mg/l)}$	5.250	5.250	5.250	5.250
Αποβαλλόμενη ιλύς, $Q_w = (V_{de\xi} * n * X / \theta_c - Q * X_e) / (X_R - X_e) \text{ (m}^3/\text{d)}$	185	224	290	349
Έλεγχος για το φορτίο ιλύος: $(F/M) = S_i / \theta * X \text{ (mg BOD/mg VSS/day) (όριο 0,1-0,4)}$	0,30	0,30	0,26	0,26
Έλεγχος για το φορτίο ιλύος: $(F/M) = S / \theta * MLSS \text{ (mg BOD/mg MLSS/day) (επιθυμητό > 0,1)}$	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002

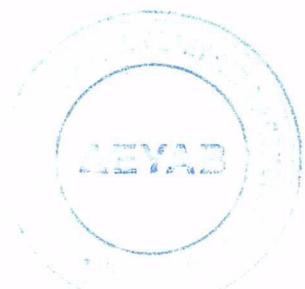
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΝΟΞΙΚΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ (Δ.Ανοξ.)				
Συγκέντρωση εισόδου ολικού αζώτου, N_{in} (mg/l)	50	45	50	45
Συγκέντρωση εξόδου νιτρικών, NO_3/N_{out} (mg/l)	7	7	7	7
Συγκέντρωση εξόδου αμμωνιακών, NH_3/N_{out} (mg/l)	2	2	2	2
Ποσοστό N_{in} που χρησιμοποιείται στη βιοσύνθεση, N_{in-Bio} %	15	15	15	15
Ταχύτητα απονιτροποίησης στους 20^0C , $r_{dn(20)}$ (gr NO_3-N /gr MLVSS/day) (όριο 0,04-0,42)	0,15	0,15	0,15	0,15
Συγκέντρωση βιομάζας στην Δ.Αερ., X (mgVSS/l)	2.250	2.250	2.250	2.250
Αριθμός Δ.Ανοξ. εν λειτουργία, (v)	2	2	3	3
Βάθος κάθε Δ.Ανοξ., h (m)	4,00	4,00	4,00	4,00
Πλάτος κάθε Δ.Ανοξ., d (m)	12,00	12,00	12,00	12,00
Ποσοστό ανακυκλοφορίας ιλύος, (r)	0,74	0,74	0,74	0,74
Θερμοκρασία λυμάτων, (0C)	12	18	12	18
Ταχύτητα απονιτροποίησης, r_{dn} (gr NO_3-N /gr MLVSS/day)	0,122	0,142	0,122	0,142
Μάζα N διαθέσιμου για απονιτροποίηση, $M_{Navailable}$ (kg N/day)	542	527	704	685
Δυνατότητα απονιτροποίησης μάζας N (kg N/d)	907	1058	1360	1586
Συγκέντρωση εξόδου νιτρικών μετά την απονιτροποίηση, $NO_3/N_{outfinal}$ (mg/l)	-16	-23	-24	-32
Συγκέντρωση εξόδου νιτρικών μετά την απονιτροποίηση, $NO_3/N_{outfinal}$ (mg/l)	0	0	0	0
Ελάχιστος απαιτούμενος όγκος Δ.Ανοξ., V_{Anox} (m^3)	1.971	1.644	2.562	2.137
Όγκος κάθε Δ.Ανοξ., V_{anox} (m^3)	985	1644	1644	1644
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΤΑΦΡΩΝ	2	2	3	3
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΣ ΟΓΚΟΣ ΚΑΘΕΜΙΑΣ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΤΑΦΡΟΥ (ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΗ & ΑΝΟΞΙΚΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ)	4.600	4.600	4.600	4.600
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΤΑΦΡΩΝ (ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΗ & ΑΝΟΞΙΚΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ)	9.200	9.200	13.800	13.800



ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΟΓΚΟΣ (ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΗ & ΑΝΟΞΙΚΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ) ΠΑ ΝΕΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΕΛ	9.265	8.433	12.044	10.963
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΤΑΦΡΩΝ (ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΗ & ΑΝΟΞΙΚΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ)	οκ	οκ	οκ	οκ
ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΑΕΡΙΣΜΟΥ				
Απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου σε πραγματικές συνθήκες, R_{Π} (kgO ₂ /d)	3.631	3.656	4.310	4.343
Απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου σε τυπικές συνθήκες, R ₂₀ με $R_{20} = R_{\Pi} * \sigma_1 * \sigma_2$, όπου $\sigma_1 = OS_{200C} / [(a (OS_T * \gamma * K_h) - DO) * 1.024^{(T-20)}]$	2,35	2,04	2,35	2,04
Συντελεστής διόρθωσης μεταφοράς οξυγόνου, (a)	0,85	0,85	0,85	0,85
Μέγιστη διαλυτότητα οξυγόνου (σε πραγματικές συνθήκες) σε θερμοκρασία T, OS _T (mg/l)	8,99	8,99	8,99	8,99
Μέγιστη διαλυτότητα οξυγόνου (στις τυπικές συνθήκες) στους 20°C, OS _{20°C} (mg/l)	9,170	9,170	9,170	9,170
Συντελεστής διόρθωσης επιφανειακής τάσης, (γ)	0,90	0,90	0,90	0,90
Συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου στη δεξαμενή αερισμού, DO (mg/l)	2,50	2,50	2,50	2,50
Συντελεστής διόρθωσης υψομέτρου, (K_h)	0,99	0,99	0,99	0,99
Υψόμετρο εγκατάστασης, h (m)	50	50	50	50
Συντελεστής αιχμής, σ_2	1,15	1,15	1,15	1,15
Υπολογισμός της ποσότητας οξυγόνου σε τυπικές συνθήκες, R_{20} (kg/d)	9.815	8.572	11.652	10.183
Υπολογισμός της ποσότητας οξυγόνου σε τυπικές συνθήκες, R_{20} (kg/hr)	409	357	485	424
Αριθμός υφιστάμενος αεριστήρων ανά γραμμή επεξεργασίας (τεμ)	3	3	3	3
Αριθμός εν λειτουργίᾳ αεριστήρες (τεμ)	6	6	9	9
Δυναμικότητα κάθε αεριστήρα (για ρύθμιση λειτουργίας στη μέγιστη παροχή αερισμού) (m ³ /hr)	80	80	80	80
Συνολική δυνατότητα παροχής αέρα (m ³ /hr)	480	480	720	720
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	οκ	οκ	οκ	οκ
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ (Δ.Αναερ.)				
Υδραυλικός χρόνος παραμονής στην Δ.Αναερ., Θ _{Δ.Αναερ.} (h)	1,4	1,4	1,4	1,4

Συγκέντρωση P στην έξοδο, P_{out} (mg/l)	1,00	1,00	1,00	1,00
F/M στο φρεάτιο επιλογής, (kg BOD/kg VSS/d) (πρέπει > 3)	36	36	31	31
Ποσοστό πιπητικών οργανικών ενώσεων στο BOD_{in} , %	0,7	0,7	0,7	0,7
Ποσό BOD που καταναλώνεται ανά gr P, $G_{BOD/P}$ (gr)	8,5	8,5	8,5	8,5
Ποσό BOD που καταναλώνεται ανά gr NO_3/N , $G_{BOD/NO3/N}$ (gr)	5,5	5,5	5,5	5,5
Βάθος κάθε Δ.Αναερ., h (m)	4,00	4,00	4,00	4,00
Πλάτος κάθε Δ.Αναερ., d (m)	12,00	12,00	12,00	12,00
Αριθμός Δ.Αναερ., ν	2	2	3	3
Συγκέντρωση εισόδου ολικού φωσφόρου, P_{in} (mg/l)	14,00	12,73	14,00	12,73
Απαιτούμενος όγκος Δ.Αναερ., V_{Anaer} (m^3)	943	1.038	1.226	1.349
Απαιτούμενος όγκος κάθε Δ.Αναερ., V_{Anaer} (m^3)	472	519	409	450
Επιλεγόμενος όγκος κάθε Δ.Αναερ. (m^3) - ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΣ	520	520	520	520
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΑΝΑΕΡΟΒΙΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ	οκ	οκ	οκ	οκ
Συγκέντρωση νιτρικών στην είσοδο Δ.Αναερ., NO_3/N_{react} (mg/l) (για λόγους ασφαλείας θεωρείται ότι $NO_3-N_{out} = 7$ mg/l)	3,0	3,0	3,0	3,0
Απαιτούμενη Συγκέντρωση BOD για απομάκρυνση νιτρικών ανακυκλοφορίας, $BOD_{NO3/N} = NO_3/N_{react} * G_{BOD/NO3/N}$ (mg/l)	16	16	16	16
Διαθέσιμο BOD για απομάκρυνση P, BOD_P (mg/l)	201	181	201	181
Μέγιστη δυνατότητα απομάκρυνσης P, $P_{απομακ}$ (mg/l)	23,6	21,3	23,6	21,3
Φώσφορος εξόδου, P_{out}	-9,61	-8,56	-9,61	-8,56
Ανάγκη για χημική κατακρύνση φωσφόρου (θεωρητικά, στην πράξη η Βιολογική Απομάκρυνση Φωσφόρου δεν επιτυγχάνει εκροή < 2 mg/l)	no	no	no	no

Γίνεται αντιληπτό από τα στοιχεία του πίνακα ότι για την υφιστάμενη κατάσταση με τις 2 γραμμές επεξεργασίας υπάρχει η απαιτούμενη επάρκεια για την βιολογική επεξεργασία των λυμάτων (σε αερόβιο, ανοξικό και αναερόβιο περιβάλλον) με τις παροχές που αναφέρονται σε σημερινά δεδομένα (μετά τη σύνδεση και των



υπολοίπων οικισμών του Δήμου). Για την κάλυψη της επεξεργασίας των παροχών 20ετίας θα απαιτηθεί η κατασκευή και της 3^{ης} γραμμής.

2.5.2.2 Δεξαμενές καθίζησης

Η διαστασιολόγηση των δεξαμενών καθίζησης βασίζεται στις επιλεγόμενες υδραυλικές φορτίσεις και τις φορτίσεις στερεών ανά μονάδα επιφανείας των δεξαμενών. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι βασικές παραδοχές, τα δεδομένα και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των δεξαμενών καθίζησης.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ (Δ.Κ.)				
Υδραυλική φόρτιση (επιλογή), $G_{υδρ}$ (m^3 λυμάτων/ m^2 επιφάνειας/ημέρα, $m^3/m^2/day$) (όρια 16-28)	22	22	22	22
Φόρτιση στερεών (επιλογή), $G_{στερ}$ (kg MLVSS/ m^2 επιφάνειας/ημέρα, kg/ m^2/day) (όρια 90-150)	120	120	120	120
Επιφάνεια Δ.Κ. από υδραυλική φόρτιση, $A_{υδρ} = Q / G_{υδρ}$ (m^2)	735	808	955	1051
Επιφάνεια Δ.Κ. από φόρτιση στερεών, $A_{στερ} = (1+r) * Q * MLSS / G_{στερ}$ (m^2)	701	771	912	1003
Επιθυμητή επιφάνεια Δ.Κ. εν λειτουργία, $A_{ολ} = \max(A_{στερ}, A_{υδρ})$ (m^2)	735	808	955	1051
Αριθμός Δ.Κ. εν λειτουργία, (μ)	2	2	2	2
Ελάχιστη επιφάνεια κάθε Δ.Κ., $A_{Δ.Κ.}$ (m^3)	526	526	526	526
Επιλεγόμενη διάμετρος κάθε Δ.Κ. $d_{Δ.Κ.} = (A_{Δ.Κ.} * 4 / \pi)^{1/2}$ (m) - ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ	32,00	32,00	32,00	32,00
Επιλεγόμενη επιφάνεια κάθε Δ.Κ., $A_{Δ.Κ.}$ (m^3)	804	804	804	804
Βάθος Δ.Κ., h (m) - ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ	3,00	3,00	3,00	3,00
Όγκος κάθε Δ.Κ., $V_{Δ.Κ.} = A_{Δ.Κ.} * h$ (m^3)	2.420	2.420	2.420	2.420
Συνολικός όγκος Δ.Κ. εν λειτουργία, $V_{ολ Δ.Κ.} = \mu * V_{Δ.Κ.}$ (m^3)	4.840	4.840	4.840	4.840
Έλεγχος υδραυλικής φόρτισης	16	18	21	23
Έλεγχος φόρτισης στερεών	90	94	109	119
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ	οκ	οκ	οκ	οκ

Από τα στοιχεία διαστασιολόγησης παραπάνω προκύπτει ότι οι 2 υφιστάμενες δεξαμενές καθίζησης είναι ικανές με τις κατάλληλες φορτίσεις (υδραυλικής παροχής και στερεών) να υποδεχτούν και τις νέες παροχές λυμάτων ικανοποιητικά.

2.5.3 Σύστημα χημικής κατακρήμνισης φωσφόρου

Για την επίτευξη της απαιτούμενης εκροής όσον αφορά τη συγκέντρωση του φωσφόρου επιλέγεται και διαστασιογείται σύστημα για την χημική κατακρήμνιση του 100% της εισερχόμενης συγκέντρωσής του. Η χημική κατακρήμνιση γίνεται με προσθήκη κροκιδωτικού FeCl_3 στο φρεάτιο μερισμού των δεξαμενών καθίζησης και το ίζημα που δημιουργείται καθιζάνει από κοινού με το ανάμικτο υγρό στις δεξαμενές καθίζησης.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι βασικές παραδοχές, τα δεδομένα και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος χημικής απομάκρυνσης του φωσφόρου.

	2012		2032	
	ΧΕΙΜΩΝΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
ΔΕΔΟΜΕΝΑ				
Χημική κατακρημνιση φωσφόρου επί του αρχικού φωσφόρου, (%)	100	100	100	100
Χημική κατακρημνιση φωσφόρου επί του αρχικού φωσφόρου, (mg/l)	13,0	11,7	13,0	11,7
Απαιτούμενη ποσότητα σε Fe^{+3} ανά mg απομακρυνόμενου φωσφόρου, (mg Fe/mgP)	2,5	2,5	2,5	2,5
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ				
Απαιτούμενη ποσότητα σε Fe^{+3} , (mg/l)	32,5	29,3	32,5	29,3
Απαιτούμενη ποσότητα σε Fe^{+3} , (kg/d)	525,5	521,5	683,2	677,9
Διαλύμα FeCl_3 συγκέντρωσης, (%)	12	12	12	12
Διαλύμα FeCl_3 συγκέντρωσης, (kg/m ³)	120	120	120	120
Μέγιστη ημερήσια κατανάλωση FeCl_3 , (lt/d)	4.379	4.346	5.693	5.649
Μέγιστη ημερήσια κατανάλωση FeCl_3 , (lt/hr)	182	181	237	235
Δυναμικότητα υφιστάμενου συστήματος προσθήκης κροκιδωτικού (lt/hr) (3 δοσιμετρικές αντλίες 175 lt/hr η καθεμιά)	375	375	375	375
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	ok	ok	ok	ok

Είναι προφανές από τα παραπάνω στοιχεία ότι το υφιστάμενο σύστημα δοσιμετρίας του κροκιδωτικού χημικής κατακρήμνισης φωσφόρου είναι επαρκές ακόμη και για τις νέες παροχές 20ετίας.



2.5.4 Μονάδα επεξεργασίας λάσπης

Η μονάδα επεξεργασίας της περίσσειας ιλύος περιλαμβάνει τη μονάδα πάχυνσης βαρύτητας, τη μονάδα παρασκευής του πολυηλεκτρολύτη και τις ταινιοφιλτρόπρεσσες.

Θεωρείται στην παρούσα φάση ότι η μονάδα αναερόβιας χώνευσης της ιλύος δεν θα λειτουργεί, ενώ σε περίπτωση λειτουργίας της η αποτελεσματικότητα των μονάδων αυτών θα ικανοποιείται πλήρως και πριο αποδοτικά.

2.5.4.1 Παχυντής βαρύτητας

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα δεδομένα και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του παχυντή βαρύτητας της περίσσειας ιλύος.

	2012		2032	
	ΧΕΙΜΩΝΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
ΔΕΔΟΜΕΝΑ				
Αριθμός παχυντών βαρύτητας, N - ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΙ	2	2	3	3
Επιφάνεια κάθε παχυντή (m ²) - ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΙ	78,5	78,5	78,5	78,5
Συνολική επιφάνεια παχυντών (m ²) - ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΙ	157	157	236	236
Βάθος παχυντών (m) - ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ	3	3	3	3
Παροχή ιλύος, SF (m ³ /d)	185	224	290	349
Περιεκτικότητα ιλύος σε στερεά, P _S (%)	5,0	5,0	5,0	5,0
Περιεκτικότητα ιλύος σε στερεά, P _S (kg/m ³)	50,0	50,0	50,0	50,0
Υπολογισμός ξηρών στερεών στη λάσπη, DSS (kg/d)	9.272	11.195	14.487	17.429
Φόρτιση στερεών (kg/m ² /d)	59	71	62	74
Χρόνος παραμονής στον παχυντή (hr)	61	50	59	49
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΠΑΧΥΝΤΩΝ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ	ok	ok	ok	ok

Σε κάθε περίπτωση εξασφαλίζεται παραμονή της ιλύος στους υφιστάμενους παχυντές βαρύτητας για τουλάχιστον 2 ημέρες ακόμη και στις παροχές 20ετίας,

διάστημα που είναι επαρκές για την πάχυνση της ιλύος πριν τη διαδικασία αφυδάτωσή της.

2.5.4.2 Ταινιοφιλτρόπρεσσα

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα δεδομένα και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της ταινιοφιλτρόπρεσσας για την μηχανική αφυδάτωση της ιλύος.

	2012		2032	
	ΧΕΙΜΩΝΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
ΔΕΔΟΜΕΝΑ				
Αριθμός ταινιοφιλτροπρεσσών, N	3	3	3	3
Παροχή ιλύος πενθημέρου, SF (m^3/d)	74,2	89,6	115,9	139,4
Περιεκτικότητα ιλύος σε στερεά, P_s (%)	5,0	5,0	5,0	5,0
Περιεκτικότητα ιλύος σε στερεά, P_s (kg/m^3)	50,0	50,0	50,0	50,0
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ				
Στερεά χημικής κατεργασίας ιλύος εκφρασμένα ως κλάσμα των στερεών της ιλύος, CS	0,005	0,005	0,005	0,005
Περιεκτικότητα πίτας ιλύος σε στερεά, CSC (%)	20,0	20,0	20,0	20,0
Πυκνότητα πίτας ιλύος, CD (kg/m^3)	1.100	1.100	1.100	1.100
Ωρες λειτουργίας ανά ημέρα, ΩΛ (h)	8	8	8	8
Ρυθμός φόρτισης σε στερεά, ανά ώρα και μέτρο πλάτους ταινίας SLR, ($kg/m/h$)	150	150	150	150
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ				
Υπολογισμός της ανά ημέρα μάζας ξηρών στερεών στη λάσπη, DSS (kg/d)	3.709	4.478	5.795	6.972
Υπολογισμός της συνολικής ανά ημέρα παραγόμενης μάζας ξηρών στερεών, PDSPD (kg/d)	3.727	4.500	5.824	7.007
Υπολογισμός της ανά ημέρα παραγόμενης μάζας πίτας ιλύος στο φίλτρο, FC (kg/d)	18.636	22.501	29.119	35.033
Υπολογισμός του ανά ημέρα παραγόμενου	16,94	20,46	26,47	31,85



όγκου πίτας ιλύος στο φίλτρο, CV (m^3/d)				
Υπολογισμός του πλάτους της ταινίας, W_B (m)	3,1	3,7	4,8	5,8
Λαμβάνοντας υπ' όψη τους μηχανικούς παχυντές οι οποίοι είναι διαθέσιμοι στην αγορά επιλέγεται μηχανικός παχυντής με ενεργό πλάτος ταινίας ικανός να παχύνει την ιλύ εντός 1 ώρας, με ενεργό πλάτος (m) - ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ	2	2	2	2
Απαιτούμενες ταινιοφιλτρόπρεσσες (τεμ)	1,5	1,9	2,4	2,9
Πραγματικά απαιτούμενες ταινιοφιλτρόπρεσσες (τεμ)	2	2	3	3
Υπολογισμός στραγγιδίων ανά ημέρα λειτουργίας, (m^3/d)	57,2	69,1	89,4	107,6
Μέση παροχή στραγγιδίων ανά ημέρα εβδομάδας, (m^3/d)	33,6	40,6	52,5	63,2
Αριθμός ταινιοφιλτροπρεσσών, N - ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ	3	3	3	3
Πλάτος ταινιοφιλτρόπρεσσας, (m) - ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ	2	2	2	2
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΤΑΙΝΙΟΦΙΛΤΡΟΠΡΕΣΣΩΝ	ok	ok	ok	ok
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΠΟΛΥΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ				
Διαλύμα πολυηλεκτρολύτη συγκέντρωσης, (%)	0,5	0,5	0,5	0,5
Χρόνος παραμονής, t (min)	20	20	20	20
Μέση βαθμίδα ταχύτητας, G (s^{-1})	1.000	1.000	1.000	1.000
Δυναμικό ιξώδες υγρού, μ (Ns/m^2)	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013
Ειδική κατανάλωση πολυηλεκτρολύτη, (gr/kgSS)	5	5	5	5
Κατανάλωση πολυηλεκτρολύτη για τη μέγιστη φόρτιση στερεών, (kg/d)	18,5	22,4	29,0	34,9
Παροχή πολυηλεκτρολύτη, (kg/hr)	2,3	2,8	3,6	4,4
Παροχή πολυηλεκτρολύτη, (l/t/hr)	463,6	559,7	724,4	871,5
Δυναμικότητα συστήματος παροχής πολυηλεκτρολύτη (l/t/hr) - ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ	1.000	1.000	1.000	1.000
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΠΟΛΥΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ	ok	ok	ok	ok

Από τα στοιχεία διαστασιολόγησης του πίνακα προκύπτει ότι οι υφιστάμενες 3 ταινιοφιλτρόπρεσσες με το δεδομένο πλάτος λειτουργίας τους, είναι επαρκείς για τα νέα δεδομένα σχεδιασμού της ΕΕΛ, τόσο στην παρούσα φάση, όσο και σε ορίζοντα 20 ετίας.

2.5.5 Μονάδα απολύμανσης και διάθεσης επεξεργασμένων λυμάτων

Η μονάδα απολύμανσης και τελικής διάθεσης των λυμάτων περιλαμβάνει τη μονάδα χλωρίωσης και τέλος το φρεάτιο φόρτισης του αγωγού διάθεσης των λυμάτων.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα δεδομένα και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της μονάδας χλωρίωσης.

	2012		2032	
	ΧΕΙΜΩΝΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
ΔΕΔΟΜΕΝΑ				
Μέγιστη ωριαία παροχή, (m^3/hr)	674	741	876	963
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ				
Χρόνος παραμονής χλωρίωσης, t (min) (όριο 30-120 στην ημερήσια ή 15-90 στην μέγιστη ωριαία)	35	35	35	35
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ				
Συνολικός απαιτούμενος όγκος δεξαμενής, (m^3)	393	432	511	562
Επιλεγόμενος όγκος δεξαμενής, (m^3) - ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΣ	560	560	560	560
Πραγματικός χρόνος παραμονής, (min) (όριο 30-90)	50	45	38	35
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ	ok	ok	ok	Ok
Επιλογή αριθμού Δ.Χλωρίωσης, (n)	2	2	2	2
Όγκος κάθε Δ.Χλωρίωσης, (m^3)	280	280	280	280
Επιλέγεται βάθος υγρών, (m)	1,5	1,5	1,5	1,5



Απαιτούμενη επιφανεία κάθε Δ.Χλωρίωσης, (m ²)	187	187	187	187
Αριθμός καναλιών, (τεμ.)	7	7	7	7
Επιλέγεται καθαρό πλάτος κάθε καναλιού, (m)	0,8	0,8	0,8	0,8
Συνολικό καθαρό πλάτος δεξαμενής, (m)	5,6	5,6	5,6	5,6
Συνολικό απαιτούμενο μήκος, (m)	33,3	33,3	33,3	33,3
Συγκέντρωση ολικών κολοβακτηριδίων ανά 100 ml πριν την απολύμανση, N _o	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000
Συγκέντρωση ολικών κολοβακτηριδίων ανά 100 ml μετά την απολύμανση, N	100	100	100	100
Συντελεστής b για υπολογισμό απαιτούμενου Cl	4	4	4	4
Συντελεστής n για υπολογισμό απαιτούμενου Cl	2,8	2,8	2,8	2,8
Απαιτούμενο υπολειμματικό χλώριο, C _R (mg/l) όπου [(N/N _o) = ((C _R *t/b) ⁿ)]	4,5	4,5	4,5	4,5
Αρχική απαίτηση εκροής σε χλώριο, (mg/l)	0,0	0,0	0,0	0,0
Απαιτούμενη δόση χλωρίου, (mg/l)	4,5	4,5	4,5	4,5
Διαλύμα NaOCl συγκέντρωσης, (%)	15	15	15	15
Διαλύμα NaOCl συγκέντρωσης, (kg/m ³)	150	150	150	150
Μέγιστη ωριαία κατανάλωση χλωρίου, (lt/hr)	20,4	22,4	26,5	29,2
Δυναμικότητα συστήματος δοσιμετρίας διαλύματος NaOCl (lt/hr) - ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ	30	30	30	30
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΟΣΙΜΕΤΡΙΑΣ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ	ok	ok	ok	ok

Από τον έλεγχο επάρκειας της μονάδας χλωρίωσης προκύπτει ότι ακόμη και για τις νέες παροχές 20ετίας σχεδιασμού της ΕΕΛ υπάρχει η απαιτούμενη επάρκεια που εξασφαλίζει χρόνο παραμονής των λυμάτων για τουλάχιστον 35 min, ενώ και το σύστημα δοσιμετρίας του χημικού υπερκαλύπτει τις νέες ανάγκες στις νέες παροχές ελέγχου λειτουργίας της ΕΕΛ.

2.6 Σύνοψη – Επάρκεια ΕΕΛ στα νέα δεδομένα παροχών και ρυπαντικών φορτίων λυμάτων για λειτουργία ως σύστημα παρατεταμένου αερισμού

Συνολικά λοιπόν προκύπτει ότι ο σχεδιασμός της ΕΕΛ και η λειτουργίας της στην υφιστάμενη κατάσταση με τις 2 γραμμές επεξεργασίας είναι ικανή και πλήρως επαρκής να ανταπεξέλθει στην επεξεργασία των παροχών και ρυπαντικών φορτίων των νέων οικισμών που προβλέπεται να συνδεθούν, με το σύστημα του παρατεταμένου αερισμού. Για τα νέα δεδομένα παροχών και ρυπαντικών φορτίων με προοπτική 20ετίας, η δυνατότητα κατασκευής και 3^{ης} γραμμής επεξεργασίας των λυμάτων είναι ικανή να καλύψει πλήρως τις όποιες ανάγκες προκύψουν ώστε να αποδίδει τα βέλτιστα η εγκατάσταση.

Συνεπώς η ΔΕΥΑ Βέροιας ως φορέας λειτουργίας της ΕΕΛ μπορεί να επιλέξει ανάλογα με την ποσότητα και την ποιότητα των λυμάτων, το ανθρώπινο δυναμικό που διαθέτει και την κατάσταση του Η/Μ της εγκατάστασης αν θα λειτουργεί την ΕΕΛ ως κλασσικό σύστημα ενεργού ιλύος, όπου θα χρησιμοποιούνται η πρωτοβάθμια καθίζηση και οι χωνευτές ιλύς, ή ως σύστημα παρατεταμένου αερισμού, όπως λειτουργεί έως τώρα.



3. ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΛΥΟΣ ΕΕΛ ΒΕΡΟΙΑΣ

3.1 Εισαγωγή

Όσον αφορά στην υφιστάμενη κατάσταση και στο νομοθετικό πλαίσιο που διέπει την αξιοποίηση και διάθεση της παραγόμενης ιλύος από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων (ΕΕΛ) θα πρέπει να σημειωθεί ότι η παραγόμενη ιλύς είναι πιθανός φορέας ανεπιθύμητων ρύπων, όπως είναι τα βαρέα μέταλλα, τα συνθετικά μικρο-οργανικά και οι παθογόνοι μικροοργανισμοί, συγχρόνως όμως περιέχει και πλήθος πολύτιμων συστατικών όπως θρεπτικά, υψηλή θερμογόνο δύναμη, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν.

Ιστορικά στην Ελλάδα η διάθεση της ιλύος γίνεται σε χώρους υγειονομικής ταφής απορριμάτων (ΧΥΤΑ) ή χώρους ανεξέλεγκτης διάθεσης απορριμάτων (ΧΑΔΑ), σε ποσοστό μεγαλύτερο από 95%. Όμως κατά την τελευταία πενταετία, όλο και περισσότεροι φορείς λειτουργίας ΧΥΤΑ, αρνούνται να την παραλαμβάνουν, στηριζόμενοι στην έλλειψη νομοθετικού πλαισίου για τους όρους αποδοχής της. Χαρακτηριστικά της αφυδατωμένης ιλύος, όπως η υψηλή συγκέντρωση σε υγρασία, το μικροβιακό και οργανικό φορτίο, οδηγούν σε πολλές περιπτώσεις σε αποφάσεις για την μη αποδοχή της ιλύος από τους ΧΥΤΑ. Εξάλλου, η εκτροπή της (βιοαποδομήσιμης) ιλύος από τους ΧΥΤΑ υπαγορεύεται επιπλέον από την Ευρωπαϊκή Οδηγία 1999/31/ΕΚ, προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος άμεσης και σημαντικής μείωσης των βιοαποδομήσιμων υλικών που οδηγούνται προς υγειονομική ταφή (κατά 25% μέχρι το 2010, 50% μέχρι το 2013 και 65% μέχρι το 2020).

Είναι γεγονός ότι η λύση της Υγειονομικής Ταφής σκόπιμο είναι να επιλέγεται μόνο όταν δεν υπάρχει εναλλακτικός τρόπος διάθεσής της. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να τίθενται περιορισμοί σχετικά με την ποιότητά της, όπως ισχύει σε χώρες-μέλη της Ε.Ε.:

- Στη Γαλλία επιπρέπεται όταν η συγκέντρωση σε στερεά είναι μεγαλύτερη από 30%.
- Στην Ολλανδία επιπρέπεται όταν η περιεκτικότητα των οργανικών στα ξηρά στερεά είναι μικρότερη του 10%.
- Στη Γερμανία επιπρέπεται όταν ικανοποιούνται συγκεκριμένα εδαφοτεχνικά χαρακτηριστικά και εφόσον τα οργανικά είναι λιγότερα του 5%.

Στην Ελληνική Νομοθεσία δεν τίθενται περιορισμοί ως προς τα φυσικοχημικά και μηχανικά χαρακτηριστικά, ούτε προβλέπεται μεθοδολογία, για τη διάθεση της ιλύος

στους XYTA. Ωστόσο συχνά αναφέρονται λειτουργικές απαιτήσεις οι οποίες αφορούν σε πιθανές επιπλέον καθιζήσεις, ευστάθεια των πρανών ή/και κυκλοφορία των οχημάτων του XYTA.

Από την άλλη η ευρωπαϊκή νομοθεσία με την Οδηγία 86/278 και η εθνική εναρμονισμένη νομοθεσία σχετικά με τη διαχείριση, διάθεση και ανακύκλωση της ιλύος εστιάζει κυρίως στη χρήση της στη γεωργία. Για την ώρα, άλλες χρήσεις ή τρόποι διάθεσης της ιλύος, εμπίπτουν σε πιο γενικές διατάξεις που σχετίζονται με την διαχείριση αποβλήτων:

- Οδηγία 99/31 περί υγειονομικής ταφής
- Οδηγία 2000/76 για την αποτέφρωση αποβλήτων
- Οδηγία 2008/98 για τα στερεά απόβλητα

Η Ευρωπαϊκή Ένωση συνεπώς προωθεί την αξιοποίηση της ιλύος στη γεωργία καθορίζοντας τους απαραίτητους περιορισμούς ώστε να μην είναι επιβλαβής για το έδαφος, τα φυτά, τα ζώα και τον άνθρωπο.

Η θεμελιώδης αρχή που διέπει τη νομοθεσία είναι η εξής:

Ο προσδιορισμός των οριακών τιμών εφαρμογής των ρυπαντικών ουσιών, κατά τη γεωργική χρήση της ιλύος, βασίζεται στον καθορισμό των μέγιστων αποδεκτών τιμών πρόσληψης από τον άνθρωπο (ADI) για κάθε ουσία και στη συνέχεια γίνεται αξιολόγηση των διαφορετικών οδών μεταφοράς των ρύπων (συνήθως μέσω της τροφικής αλυσίδας) ώστε μέσω κατάλληλων ποσοτικοποιήσεων να καταλήξει κανείς σε επιτρεπτές εφαρμοζόμενες φορτίσεις στο έδαφος.

Σύμφωνα με την εν προκειμένω θεμελιώδη αρχή, θα πρέπει να αξιοποιείται πλήρως η ικανότητα του εδάφους να αδρανοποιεί τους τοξικούς ρύπους. Στις περιπτώσεις ορθολογικής εφαρμογής λυμάτων και ιλύων, τα οφέλη στα αγρονομικά χαρακτηριστικά του εδάφους είναι σημαντικά, ενώ οι ρυπαντικές ουσίες περιορίζονται σε χαμηλά επίπεδα τα οποία δεν είναι επικίνδυνα για τον άνθρωπο.

Πρέπει ωστόσο να σημειωθεί ότι η Οδηγία 86/278 πρόκειται σύντομα να αναθεωρηθεί, με την υιοθέτηση αυστηρότερων ορίων για τα βαρέα μέταλλα, τους οργανικούς ρύπους και το μικροβιακό φορτίο. Ταυτόχρονα, η αναθεωρημένη νομοθεσία διακρίνει την ιλύ αναλόγως της επεξεργασίας της με συμβατική ή προχωρημένη μέθοδο. Στην Αναθεώρηση της Οδηγίας 86/278/ΕΕ τίθενται περιορισμοί ως προς το μικροβιακό φορτίο της ιλύος και ειδικότερα καθορίζονται δύο κατηγορίες υγειονοποιημένης ιλύος:



1. Μετά από προηγμένη επεξεργασία:
 - Σαλμονέλλα: 0 στα 50 gr DS και ελάχιστη μείωση Escherichia Coli 6 log10
2. Μετά από συμβατική επεξεργασία:
 - Ελάχιστη μείωση Escherichia Coli 2 log10

Με τον όρο **προηγμένη επεξεργασία** θεωρείται ότι ιλύς έχει υποστεί μία από τις παρακάτω επεξεργασίες:

- Θερμική ξήρανση εφ' όσον η θερμοκρασία της ιλύος είναι μεγαλύτερη από 80°C, η περιεκτικότητα σε νερό λιγότερο από 10% και η ενεργητικότητα του ύδατος (water activity, aw) πάνω από 0,90 την πρώτη ώρα της επεξεργασίας
- Θερμοφιλική αερόβια σταθεροποίηση στους 55°C για 20 ώρες σε αντιδραστήρες διακοπτόμενης λειτουργίας
- Θερμοφιλική αναερόβια σταθεροποίηση στους 53°C για 20 ώρες σε αντιδραστήρες διακοπτόμενης λειτουργίας
- Θερμική επεξεργασία της ιλύος για τουλάχιστον 30 min στους 70°C, και στη συνέχεια μεσοφιλική χώνευση στους 35°C, με χρόνο παραμονής τουλάχιστον 12 ημέρες.
- Χημική επεξεργασία με ασβέστη, ώστε να διατηρείται το pH>12 για περίοδο τριών μηνών ή να διατηρείται το pH>12 για περίοδο δύο ωρών σε θερμοκρασία 55°C

Με τον όρο **συμβατική επεξεργασία** θεωρείται ότι ιλύς έχει υποστεί μία από τις παρακάτω επεξεργασίες:

- Θερμοφιλική αερόβια σταθεροποίηση της ιλύος στους 55°C με ελάχιστο χρόνο παραμονής 20 ημέρες
- Θερμοφιλική αναερόβια σταθεροποίηση της ιλύος στους 53°C με ελάχιστο χρόνο παραμονής 20 ημέρες
- Μεσοφιλική αναερόβια σταθεροποίηση της ιλύος στους 35°C με ελάχιστο χρόνο παραμονής 15 ημέρες
- Παρατεταμένος αερισμός σε θερμοκρασία περιβάλλοντος σε αντιδραστήρες διακοπτόμενης λειτουργίας
- Χημική επεξεργασία με ασβέστη, ώστε να διατηρείται το pH>12 για 12 έως 24 ώρες
- Αποθήκευση της υγρής ιλύος σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για ικανό χρονικό διάστημα χωρίς ανάμιξη και απομάκρυνση κατά την διάρκεια αποθήκευσης

Στη συνέχεια, ανάλογα με την κατηγορία της ιλύος (μετά από προηγμένη ή συμβατική επεξεργασία), σύμφωνα με το 3ο Σχέδιο Αναθεώρησης της Οδηγίας 86/278/ΕΕ επιτρέπεται η χρήση της ιλύος στη γεωργία με διάφορους περιορισμούς.

Επίσης, σύμφωνα με την KYA 50910/2727/2003 και τον Εθνικό Σχεδιασμό Διαχ/σης Στερεών Αποβλήτων, δίνεται έμφαση στην αξιοποίηση της ενέργειας από ορισμένους τύπους αποβλήτων όπως η βιολογική ιλύς, η οποία έχει προηγουμένως υποστεί κατάλληλη θερμική επεξεργασία. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο η στροφή αυτή στον τρόπο διαχείρισης της ιλύος από την ταφή στην αξιοποίησή της φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί. Εδώ συγκρίνονται τα ποσοστά ιλύος προς υγειονομική ταφή, εδαφική αξιοποίηση και θερμική αξιοποίηση κατά τα έτη 1992 και 2001, τα οποία ήταν 40, 45, και 14 έναντι 20, 55 και 25 αντίστοιχα. Παρατηρούμε λοιπόν ότι μέσα στα 9 αυτά χρόνια, στα κράτη-μέλη το ποσοστό της ιλύος που οδηγήθηκε σε XYTA μειώθηκε κατά 50%, το ποσοστό που χρησιμοποιήθηκε ως εδαφοβελτιωτικό αυξήθηκε κατά 18% ενώ το ποσοστό που αξιοποιήθηκε θερμικά αυξήθηκε κατά 44%.

Υγειονομική ταφή	Εδαφική αξιοποίηση	Θερμική αξιοποίηση
1992	40%	45%
2001	20%	55%

Σύμφωνα με τον εθνικό σχεδιασμό και από τη στροφή που παρατηρείται στη διαχείριση της ιλύος σε ευρωπαϊκό επίπεδο, οι δράσεις μέσω των οποίων μπορεί να γίνει αξιοποίηση της ιλύος είναι:

- απευθείας εφαρμογή σε αγροτικές εφαρμογές,
- επανένταξη στο φυσικό περιβάλλον τραυματισμένων φυσικών ανάγλυφων υπό την προϋπόθεση ότι η ιλύς θα είναι σταθεροποιημένη και
- ξήρανση της ιλύος και χρήση ως καύσιμο.

Οι χρήσεις αυτές με τη σειρά τους καθορίζουν και τις αντίστοιχες μεθόδους επεξεργασίας της αφυδατωμένης ιλύος που στόχο έχουν στόχο τη μείωση του όγκου του τελικού προϊόντος, τη βιοσταθεροποίηση και την υγειονοποίησή της.



3.2 Υφιστάμενη κατάσταση - Άμεσες ενέργειες για την ορθολογική διαχείριση της παραγόμενης ιλύος

Στη σημερινή κατάσταση η ΕΕΛ Βέροιας με εξυπηρετούμενο πληθυσμό περί τους 45.000 Ι.Κ. και εισερχόμενα λύματα περί τα 9.500 m³/ημέρα, έχει μία εκτιμώμενη παραγωγή ιλύος περί τους 3.200 tη/έτος. Υπολογίζεται ότι με τις επικείμενες συνδέσεις δικτύων αποχέτευσης οικισμών όπως Μακροχωρίου, Πατρίδας, κλπ την επόμενη 2ετία, ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός θα είναι περί τους 60.000 Ι.Κ. και η εισερχόμενη παροχή λυμάτων περί τα 12.500 m³/ημέρα. Στην περίπτωση αυτή η παραγωγή ιλύος θα είναι περί τους 4.500 tη/έτος, δηλαδή περίπου 12 tη για καθεμιά από τις περίπου 250 ημέρες εργασίας της μονάδας αφυδάτωσης με τις 3 ταινιοφιλτρόπρεσσες.

Η παραγόμενη αφυδατωμένη ιλύς, αφού υποστεί μια περαιτέρω ξήρανση σε στεγανωμένη με νάυλον λεκάνη εντός του γηπέδου της ΕΕΛ, διατίθεται μέχρι σήμερα στον Χώρο Διάθεσης Απορριμμάτων Δήμου Βέροιας. Ωστόσο το κλείσιμο του ΧΔΑ Βέροιας, δημιουργεί επιτακτική την ανάγκη για άμεση επίλυση του ζητήματος της ορθολογικής διάθεσης - διαχείρισης της αφυδατωμένης ιλύος.

Η επεξεργασία - σταθεροποίηση της παραγόμενης ιλύος θα επιτυγχάνεται στους δυο υπάρχοντες αναερόβιους χωνευτές συνολικού όγκου 3.200 m³ (1.600 m³ έκαστος).

Λόγω της μεγάλης δυναμικότητας της αναερόβιας χώνευσης, η ΔΕΥΑΒ θα μπορεί να παραλάβει έως και 100 m³ - τόνους - βιολογική ιλύ ημερησίως από άλλες μικρότερες εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων της περιοχής (κωδικός ΕΚΑ 19 08 05) καθώς και να κάνει χρήση μικροοργανισμών με σκοπό να επιλύσει το πρόβλημα της επεξεργασίας της παραγόμενης ιλύος της ευρύτερης περιοχής και ταυτόχρονα να έχει τη δυνατότητα αξιοποίησης ενεργειακά του παραγόμενου βιοαερίου σύμφωνα με την ισχύουσα μομοθεσία περί ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

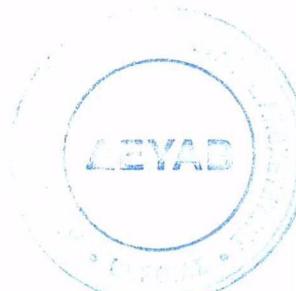
Για το λόγο αυτό η ΔΕΥΑΒ κατόπιν έρευνας αγοράς που διεξήγαμε τους τελευταίους μήνες, προτίθεται να προκηρύξει διαγωνισμό για την παραχώρηση της αφυδατωμένης ιλύος σε τρίτους - ιδιωτικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας και αξιοποίησης ιλύος. Στόχος είναι η συνεργασία με ιδιωτικές επιχειρήσεις που διαθέτουν ιδιόκτητες εγκαταστάσεις διαχείρισης ιλύος από ΕΕΛ είτε στην ευρύτερη περιοχή της Βορείου Ελλάδος είτε σε άλλα σημεία της χώρα εφόσον κάτι τέτοιο είναι βιώσιμο και οικινομικά εφικτό.

Η λύση αυτή είναι η βέλτιστη δυνατή για τη μεταβατική περίοδο, μέχρι την κατασκευή από τη ΔΕΥΑ Βέροιας της δικής της μονάδας επεξεργασίας εντός του γηπέδου της

ΕΕΛ (με οποιαδήποτε τεχνολογία προκριθεί, βάσει τις μεθοδολογίας αξιολόγησης των επομένων ενοτήτων της παρούσας).

Παράλληλα όμως, η ενδεχόμενη σύναψη συμφωνίας με ιδιωτική εταιρεία διαχείρισης ιλύος και ειδικότερα οι όροι αυτής της συμφωνίας θα πρέπει να συναξιολογηθούν με την προτεινόμενη λύση για κατασκευή μονάδας επεξεργασίας ιλύος από την ίδια της ΔΕΥΑ Βέροιας, ώστε να διαπιστωθεί και να δρομολογηθεί οριστικά η πλέον συμφέρουσα λύση που θα δώσει οριστική επίλυση στο ζήτημα.

Πρέπει να επισημανθεί ότι η κατασκευή και λειτουργία της μονάδας επεξεργασίας της ιλύος, είναι απαραίτητη είτε η ΕΕΛ λειτουργεί όπως μέχρι σήμερα δηλαδή με το σύστημα της ενεργού ιλύος παρατεταμένου αερισμού, είτε αν γίνει αλλαγή στα λειτουργικά της χαρακτηριστικά και λειτουργήσει ως μονάδα συμβατικού συστήματος ενεργού ιλύος (όπως δηλαδή κατασκευάστηκε αρχικώς). Στην περίπτωση που η ΕΕΛ λειτουργεί με το συμβατικό σύστημα ενεργού ιλύος και τεθούν σε λειτουργία τόσο οι δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης, όσο η μονάδα αναερόβιας χώνευσης τις ιλύος από τις δεξαμενές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας καθίζησης, τότε και πάλι η αιφυδατωμένη ιλύς από τις ταινιοφιλτρόπρεσσες, έχοντας υποστεί μικρή απώλεια μάζας εξαιτίας της απώλειας πτητικών οργανικών ουσιών κατά την αναερόβια χώνευση και τη μετατροπή τους σε βιοαέριο, θα πρέπει να οδηγείται σε μονάδα επεξεργασίας προς διατεθεί τελικώς ή αξιοποιηθεί περαιτέρω.



3.3 Εναλλακτικές λύσεις επεξεργασίας ιλύος

Οι κυριότερες εναλλακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία της ιλύος είναι:

- Κομποστοποίηση
- Ασβεστοποίηση
- Ηλιακή ξήρανση με ή χωρίς την προσθήκη εξωτερικής θερμότητας
- Θερμική ξήρανση με ή χωρίς ακόλουθη θερμική αξιοποίηση

3.3.1 Κομποστοποίηση

3.3.1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΟΥ

Κομποστοποίηση είναι η ελεγχόμενη βιοξείδωση ετερογενών οργανικών υλικών, με τη βοήθεια ετερότροφων μικροοργανισμών (βακτήρια, μύκητες) οι οποίοι βιοαποδομούν τα οργανικά συστατικά παρουσία οξυγόνου. Στην περίπτωση της κομποστοποίησης ιλύος προστίθεται υπόστρωμα άνθρακα, όπως πριονίδι, άχυρο ή κομμάτια ξύλου, το οποίο αυξάνει και το πτορώδες της ιλύος για την αποτελεσματικότερη μεταφορά του οξυγόνου. Προϊόν της κομποστοποίησης είναι το compost, το οποίο είναι πλούσιο σε σταθεροποιημένη οργανική ουσία με υψηλό χουμικό περιεχόμενο. Το compost, ανάλογα με την ποιότητά του, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό υλικό και ως υπόστρωμα για την καλλιέργεια φυτών. Άλλες εφαρμογές του compost είναι η χρήση του ως βιόφιλτρο και ως ηχομονωτικό υλικό.

Η ποιότητα του υποστρώματος (αλλιώς δομικής ύλης) που προστίθεται είναι κρίσιμη παράμετρος για την εφαρμογή και αποτελεσματικότητα της κομποστοποίησης και πιο συγκεκριμένα ως προς:

- τη σύστασή του
- το μέγεθος των συστατικών του
- την καθαρότητά του (ύπαρξη προσμίξεων)

Άλλες κρίσιμες παράμετροι για το μίγμα ιλύος-υποστρώματος είναι:

- η υγρασία
- το pH
- η θερμοκρασία

- ο αποτελεσματικός αερισμός

3.3.1.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

Συνοπτικά η διεργασία κομποστοποίησης θα περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

- Υποδοχή της ιλύος και του διογκωτικού υλικού και ανάμιξή τους.
- Βιοξείδωση.
- Κοσκίνηση για το διαχωρισμό του διογκωτικού υλικού ώστε να επαναχρησιμοποιηθεί.
- Ωρίμανση του κόμποστ.

Πιο αναλυτικά η βιολογική ιλύς θα μεταφέρεται εντός κλειστού χώρου. Ο χώρος παράλληλα θα στεγάζει την αποθήκευση του υποστρώματος και τον τεμαχισμό του, τη διεργασία της ανάμιξης των υλικών και τη διεργασία της κοσκίνησης. Η είσοδος και έξοδος εντός του κλειστού χώρου θα γίνεται μέσω ηλεκτροκίνητων θυρών. Κατά τη διαδικασία αυτή, θα πρέπει να εξασφαλίζεται η ελαχιστοποίηση της έκλυσης οσμών προς το περιβάλλον, μέσω του ελάχιστου χρόνου παραμονής των θυρών ανοιχτών, αλλά και των ειδικών συνθηκών που θα επικρατούν μέσα στον κτιριακό χώρο.

Στη συνέχεια, η ιλύς θα αναμιγνύεται με το υπόστρωμα προκειμένου να αποκτήσει τα απαιτούμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά που θα επιτρέψουν στη συνέχεια την αποδοτική βιολογική επεξεργασία της. Τα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να ρυθμιστούν και τα όρια που θα πρέπει να τηρηθούν περιγράφονται ακολούθως:

Πίνακας 3.1: Εξεταζόμενα χαρακτηριστικά και όρια που πρέπει να επιτευχθούν για την ιλύ

Χαρακτηριστικά	Όρια
Ποσοστό ξηρής ύλης	50%
Οργανική ύλη σε ποσοστό ξηρής ύλης	50%
Πορώδες	> 35%
Λόγος C/N	28/1 – 35/1
pH	5,5 – 8
Πυκνότητα	< 0,65 t/m ³

Η ανάμιξη των δύο υλικών θα γίνεται εντός του κλειστού χώρου υποδοχής, με τη βοήθεια φορτωτή. Εν συνεχείᾳ, το μίγμα της ιλύος θα μεταφέρεται στο χώρο της επιταχυνόμενης βιολογικής οξειδωσης.



Η βιολογική επεξεργασία του μίγματος της ιλύος διακρίνεται σε δύο φάσεις:

1. Την επιταχυνόμενη βιο-οξείδωση, όπου η ιλύς έρχεται σε εξαναγκασμένη επαφή με ρεύμα αέρα και πραγματοποιούνται αντιδράσεις αερόβιας βιοαποικοδόμησης. Αποτέλεσμα είναι η πλήρης σταθεροποίηση και υγειονοποίηση της ιλύος.
2. Την κομποστοποίηση της σταθεροποιημένης ιλύος (διαχωρισμένης από τη δομική ύλη) όπου πραγματοποιείται η ωρίμανση του υλικού σε στατικούς αεριζόμενους σωρούς.

Η φάση της επιταχυνόμενης βιο-οξείδωσης θα πραγματοποιείται εντός κλειστού αρθρωτού συστήματος επεξεργασίας, αποτελούμενο από κλειστούς χώρους, ονομαζόμενους κελιά ή, διαφορετικά, βιοκελιά. Σε κάθε κελί, το δάπεδο και τα πλευρικά του τοιχώματα κατασκευάζονται από σκυρόδεμα. Στο δάπεδο ενσωματώνονται οι σωληνώσεις αερισμού των αποβλήτων. Στην οροφή κάθε κελιού τοποθετείται μεταλλικό δικτύωμα, πάνω στο οποίο στερεώνεται κάλυμμα ειδικής σύνθεσης καθώς και το σύστημα ύγρανσης. Το υλικό που χρησιμοποιείται για την κάλυψη των βιοκυττάρων, αποτελείται από δύο διαφορετικούς τύπους: ένα πορώδες / αναπνεύσιμο υλικό και ένα υλικό από ενισχυμένο πολυαιθυλένιο. Η φόρτωση και εκφόρτωση του κελιού γίνεται μέσω ηλεκτροκίνητης θύρας.

Όπως περιγράφεται παραπάνω, το προτεινόμενο σύστημα βιολογικής επεξεργασίας είναι πλήρως διαμερισματοποιημένο, γεγονός που σημαίνει ότι έχει μεγάλη ευελιξία όσον αφορά στην ποσότητα των εισερχόμενων αποβλήτων, και συγκεκριμένα στη διακύμανση μεταξύ χειμώνα και θέρους. Επίσης, υπάρχει δυνατότητα συντήρησης ενός κελιού τη χρονική περίοδο όπου αυτό δεν χρησιμοποιείται, ενώ λειτουργούν τα υπόλοιπα.

Οι βιοχημικές διεργασίες που πραγματοποιούνται κατά τη βιο-οξείδωση της ιλύος εντός των βιοκελιών, είναι οι εξής: Το μίγμα της ιλύος έρχεται σε εξαναγκασμένη επαφή με ρεύμα αέρα, το οποίο διαχέεται ομοιόμορφα στο σωρό. Η επαφή των αποβλήτων με οξυγόνο επιπρέπει την πραγματοποίηση αντιδράσεων αερόβιας βιοαποικοδόμησης των οργανικών ενώσεων της ιλύος. Ουσιαστικά, το εύκολα αποικοδομήσιμο κλάσμα της ιλύος λειτουργεί ως υπόστρωμα, με το οποίο ενεργοποιείται ο μικροβιακός πληθυσμός του απόβλητου και πραγματοποιείται μία σειρά βιοχημικών αντιδράσεων. Οι αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα, διασπούν ένα ποσοστό των οργανικών ενώσεων, και οδηγούν κυρίως στην παραγωγή CO₂ και στην έκλυση θερμότητας, με παράλληλη εξάτμιση μέρους της περιεχόμενης υγρασίας του μίγματος της ιλύος.

Στόχος της επεξεργασίας είναι η παραγωγή ενός σταθεροποιημένου και εξυγιασμένου υλικού, το οποίο δεν φέρει οσμές. Η μείωση της μάζας της ιλύος από το στάδιο της βιο-οξείδωσης, θα είναι περίπου 28% και θα οφείλεται τόσο στην απώλεια υγρασίας, όσο και στην αποικοδόμηση μέρους του οργανικού κλάσματος.

Βασική ρυθμιστική παράμετρος στη διεργασία θα είναι η παροχή του αέρα, που θα παρέχεται μέσω κατάλληλου συστήματος φυσητήρων. Κάθε διαμέρισμα του συστήματος θα έχει ανεξάρτητο σύστημα παροχής αέρα. Συγκεκριμένα, σε κάθε κελί βιο-οξείδωσης θα αντιστοιχεί ένας ανεμιστήρας, ο οποίος θα διοχετεύει ατμοσφαιρικό αέρα, μέσω αεραγωγού, στο δίκτυο σωληνώσεων του κελιού. Το δίκτυο θα αποτελείται από παράλληλους σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE), οι οποίοι τοποθετούνται κατά μήκος του κελιού, εγκιβωτισμένοι στο δάπεδο. Ο αέρας εξέρχεται από τις σωληνώσεις μέσω κατάλληλα διαμορφωμένων εξόδων, που εξασφαλίζουν την ομοιόμορφη κατανομή του αέρα και το φράξιμο των σωλήνων. Η ρύθμιση θα γίνεται αυτόμata μέσω καταγραφής της θερμοκρασίας στον όγκο του μίγματος της ιλύος και του διογκωτικού υλικού.

Επίσης σε κάθε κελί είναι απαραίτητη η εγκατάσταση συστήματος ύγρανσης, για τη διατήρηση της περιεχόμενης υγρασίας των μιγμάτων ιλύος-υποστρώματος στο απαιτούμενο επίπεδο. Το σύστημα θα αποτελείται από σωληνώσεις ίνος με ακροφύσια ψεκασμού, οι οποίες εγκαθίστανται πάνω στο μεταλλικό δικτύωμα της οροφής κάθε κελιού.

Οι σωλήνες τροφοδοτούνται με τα συλλεγόμενα στραγγίδια από τη δεξαμενή συλλογής στραγγισμάτων της εγκατάστασης. Η τροφοδοσία των σωλήνων ελέγχεται από ηλεκτρική βαλβίδα, βάση του κεντρικού συστήματος ρύθμισης και ελέγχου των βιοκελιών. Σε περίπτωση που οι ανάγκες ύγρανσης του σωρού είναι μεγαλύτερες, οι σωλήνες τροφοδοτούνται με νερό, είτε μέσω δεξαμενής ύδρευσης, είτε μέσω γεώτρησης.

Η λειτουργία της εντατικής βιο-οξείδωσης θα πραγματοποιείται αυτόμata, μέσω προγραμματισμένου συστήματος ρύθμισης. Συγκεκριμένα, κατά τη βιολογική επεξεργασία, η παροχή του αέρα στο σώμα της ιλύος θα ρυθμίζεται αυτόμata, με τη μέτρηση και καταγραφή της θερμοκρασίας. Η παράμετρος θα μετρείται σε διάφορα σημεία του σωρού της ιλύος, με κατάλληλο εξοπλισμό και οι καταγεγραμμένες τιμές θα τροφοδοτούν το σύστημα αυτοματισμού, ρυθμίζοντας την ισχύ του κινητήρα μετάδοσης κίνησης του ανεμιστήρα.

Ο χρόνος παραμονής του υλικού προς επεξεργασία, εντός του συστήματος βιο-οξείδωσης, θα είναι 26 ημέρες, ώστε να επιτυγχάνεται ο απαιτούμενος βαθμός



σταθεροποίησης. Κατά τη διάρκεια αυτή, η θερμοκρασία στον κύριο όγκο της ιλύος αυξάνεται τουλάχιστον έως 55°C και διατηρείται στη θερμοκρασία αυτή για τρεις ημέρες, ώστε να εξασφαλίζεται η εξουδετέρωση των παθογόνων μικροοργανισμών και η υγειονοποίησή της.

Το αποτέλεσμα της επεξεργασίας, δηλαδή το ποσοστό βιοσταθεροποίησης του μίγματος της ιλύος και το τέλος της βιοχημικής διεργασίας, μπορεί να εκφραστεί ποσοτικά μέσω:

- του δείκτη αναπνοής
- της έντασης των οσμών
- της μείωσης της υγρασίας
- της μείωσης του εύκολα βιοαποικοδομήσιμου οργανικού κλάσματος.

Στην αρχή και το τέλος της διεργασίας, θα προσδιορίζεται τακτικά η σύνθεση της ιλύος και οι κύριοι φυσικοχημικοί παράμετροι ως ολικά στερεά (TS), περιεχόμενη υγρασία και πιπτητικά στερεά (VS).

Με την ολοκλήρωση της διεργασίας της βιο-οξειδωσης, το σταθεροποιημένο μίγμα ιλύος μεταφέρεται στον κλειστό χώρο υποδοχής όπου στεγάζεται η διεργασία κοσκίνησης. Η κοσκίνηση του μίγματος πραγματοποιείται για το διαχωρισμό του πριονιδιού από το κομποστοποιημένο προϊόν.

Για το διαχωρισμό θα χρησιμοποιηθεί περιστροφικό κόσκινο κατάλληλου μήκους και διαμέτρου για να μπορεί να δεχθεί την παροχή σχεδιασμού του μίγματος. Έτσι, από το διαχωρισμό θα παράγονται δύο ρεύματα υλικών. Το ρεύμα του υποστρώματος θα οδηγείται με προσαρτημένη μεταφορική ταινιά στο χώρο αποθήκευσης, προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθεί στην εγκατάσταση. Το ρεύμα της σταθεροποιημένης ιλύος, το οποίο, μετά την έξοδό του από το κόσκινο, μεταφέρεται μέσω του φορτωτή στο χώρο της κομποστοποίησης.

Η δεύτερη αυτή φάση της βιολογικής επεξεργασίας πραγματοποιείται σε ανοιχτό χώρο στον οποίο υπάρχουν εγκατεστημένες σωληνώσεις, για τον αερισμό του υλικού κατά την ωρίμανσή του. Μέσω του αερισμού, επιτυγχάνεται μείωση του απαιτούμενου χρόνου και χώρου για την ολοκλήρωση της διεργασίας. Η σταθεροποιημένη ιλύς τοποθετείται σε σωρούς και αφήνεται περίπου 20 ημέρες για την παραγωγή ενός προϊόντος υψηλής ποιότητας.

Μετά την ολοκλήρωση της φάσης της ωρίμανσης, το τελικό προϊόν αποτελεί πλέον ένα κομποστοποιημένο υλικό, το οποίο μπορεί να διατεθεί ως εδαφοβελτιωτικό υλικό άριστης ποιότητας.

Κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης, στραγγίσματα θα παράγονται:

- εντός των βιοκελιών, κατά τη φάση βιο-οξειδωσης,
- εντός της ζώνης υποδοχής και ανάμιξης,
- εντός της ζώνης κομποστοποίησης και
- στο βιόφιλτρο.

Όλοι οι παραπάνω χώροι είναι πλήρως στεγανοποιημένοι, ώστε τα υγρά απόβλητα να μην διαφεύγουν στον υπόγειο ορίζοντα.

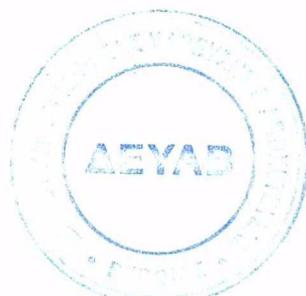
Τα στραγγίσματα θα συλλέγονται μέσω κατάλληλου δίκτυου καναλιών, σε μία υπόγεια κεντρική δεξαμενή συλλογής. Ιδιαίτερα τα στραγγίσματα που παράγονται εντός των βιοκελιών, συλλέγονται σε φρεάτια, συνδεδεμένα μεταξύ τους. Σε όλες τις περιπτώσεις, οι συλλεκτήριοι αγωγοί οδηγούν τα στραγγίσματα στην δεξαμενή συλλογής τους βαρυτικά.

Τα συλλεγόμενα στραγγίσματα της εγκατάστασης θα αποθηκεύονται στην κεντρική δεξαμενή προσωρινά. Ένα μέρος των συλλεγόμενων στραγγισμάτων θα ανακυκλοφορείται, μέσω αντλίας και δικτύου διανομής, στο σύστημα ύγρανσης εντός των βιοκελιών βιο-οξειδωσης. Η ύγρανση του σωρού του μίγματος ιλύος θα γίνεται με ακροφύσια ψεκασμού. Σε περίπτωση που υπάρχει περίσσεια στραγγισμάτων αυτά θα διατίθενται με ανακυκλοφορία στη γειτονική εγκατάσταση του βιολογικού καθαρισμού.

3.3.1.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου συνοψίζονται παρακάτω:

- Φυσική διεργασία επεξεργασίας του οργανικού κλάσματος της ιλύος.
- Διεργασία πλήρως ευέλικτη, αρθρωτή και εύκολα επεκτάσιμη.
- Παραγωγή υγιεινοποιημένου compost πλούσιου σε θρεπτικά συστατικά, με ενδιαφέρουσες εφαρμογές στην γεωργία και σε άλλους συναφείς κλάδους.
- Ικανοποιεί τις σχετικές οδηγίες της Ε.Ε., αλλά και την Ελληνική Νομοθεσία, περί διαχείρισης στερεών αποβλήτων και περί χρήσης της βιολογικής ιλύος στη γεωργία.



Τα μειονεκτήματα της μεθόδου συνοψίζονται παρακάτω:

- Ειδικά για την εφαρμογή της μεθόδου θα πρέπει να εξεταστεί η εισερχόμενη ιλύς ως προς τη συγκέντρωση των βαρέων μετάλλων γιατί μπορεί να είναι απαγορευτική για την παραγωγή compost.
- Απαιτούνται υψηλές ποσότητες υποστρώματος κατάλληλης ποιότητας (κατάλληλη σύσταση, κατάλληλο μέγεθος των συστατικών του, υψηλή καθαρότητα) ώστε να διασφαλίζεται η υψηλή απόδοση της βιοοξείδωσης
- Πρόκειται για μέθοδο εκτατική, η οποία προκαλεί αισθητική όχληση
- Δεν μπορεί να αποκλειστεί η πιθανότητα των οσμών
- Δεν μπορεί να εξασφαλιστεί η εμπορευματοποίηση του παραγόμενου compost

3.3.1.4 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Μια τυπική μονάδα της κομποστοποίησης περιλαμβάνει:

- Γεφυροπλάστιγγα ζύγισης υλικών
- Τεμαχιστή υποστρώματος
- Φορτωτή για την ανάμιξη των υλικών
- Αριθμό βιοκελιών αναλόγως της ποσότητας (13*10m²)
- Περιστροφικό κόσκινο
- Κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο με εγκατεστημένες σωληνώσεις αερισμού για την ωρίμανση του compost

3.3.1.5 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης, στραγγίσματα παράγονται:

- εντός των βιοκελιών, κατά τη φάση βιο-οξείδωσης,
- εντός της ζώνης υποδοχής και ανάμιξης,
- εντός της ζώνης κομποστοποίησης και
- στο βιόφιλτρο.

Όλοι οι παραπάνω χώροι είναι πλήρως στεγανοποιημένοι, ώστε τα υγρά απόβλητα να μην διαφεύγουν στον υπόγειο ορίζοντα.

Τα στραγγίσματα συλλέγονται μέσω κατάλληλου δίκτυου καναλιών, σε μία υπόγεια

κεντρική δεξαμενή συλλογής. Ιδιαίτερα τα στραγγίσματα που παράγονται εντός των βιοκελιών, συλλέγονται σε φρεάτια, συνδεδεμένα μεταξύ τους. Σε όλες τις περιπτώσεις, οι συλλεκτήριοι αγωγοί οδηγούν τα στραγγίσματα στην δεξαμενή συλλογής τους βαρυτικά.

Τα συλλεγόμενα στραγγίσματα της εγκατάστασης αποθηκεύονται στην κεντρική δεξαμενή προσωρινά. Ένα μέρος των συλλεγόμενων στραγγισμάτων ανακυκλωφορείται, μέσω αντλίας και δικτύου διανομής, στο σύστημα ύγρανσης εντός των βιοκελιών βιο-οξειδώσης. Η ύγρανση του σωρού του μίγματος ιλύος γίνεται με ακροφύσια φεκασμού. Σε περίπτωση που υπάρχει περίσσεια στραγγισμάτων αυτά διατίθενται με ανακυκλωφορία στη γειτονική εγκατάσταση του βιολογικού καθαρισμού.

3.3.1.6 ΔΙΑΘΕΣΗ ΤΕΛΙΚΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

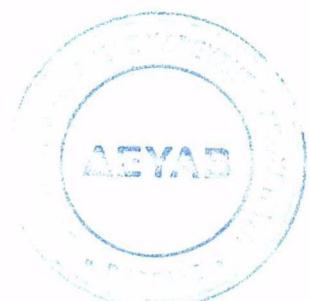
Το τελικό προϊόν μπορεί να πωληθεί ως compost με τιμή μονάδας 8€/τόνο και στην περίπτωση αυτή το μοναδιαίο λειτουργικό κόστος θα μειωθεί στα 20€/τόνο. Ωστόσο, παρόλο που το παραγόμενο compost είναι καλής λιπασματικής αξίας, δεν έχει εμπορική αξία στον ελλαδικό χώρο και άρα δε μπορεί εύκολα να πουληθεί. Μπορεί βεβαίως να διατεθεί δωρεάν ως λίπασμα εφόσον γίνεται αποδεκτό από τους αγρότες. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό ή ακόμη και ως υλικό επικάλυψης και ιδιαιτέρως τελικής αποκατάστασης του πλησίον XYTA. Στην περίπτωση που δε βρεθεί τρόπος αξιοποίησης του compost θα πρέπει να τονιστεί ότι το τελικό προϊόν είναι σχεδόν διπλάσιο σε όγκο από την εισερχόμενη ιλύ.

3.3.2 Σταθεροποίηση με Ασβέστη

3.3.2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΟΥ

Για την υγειονοποίηση και σταθεροποίησης της ιλύος με τη μέθοδο της ασβεστοποίησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε οξειδίο του ασβεστίου CaO, ή ασβέστης σε ένυδρη μορφή Ca(OH)2 ώστε να διατηρηθεί του pH του μίγματος σε τιμή 12 ή παραπάνω για επαρκές χρονικό διάστημα:

- στην περίπτωση χρήσης οξειδίου του ασβεστίου CaO, ο απαιτούμενος χρόνος διατήρησης του υψηλού pH ανέρχεται σε 2 ώρες, με ταυτόχρονη διατήρηση της θερμοκρασίας στους 55οC τουλάχιστον, ενώ
- στην περίπτωση χρήσης ασβέστης σε ένυδρη μορφή Ca(OH)2 ο απαιτούμενος χρόνος διατήρησης του υψηλού pH ανέρχεται σε διάστημα ολίγων εβδομάδων μέχρι

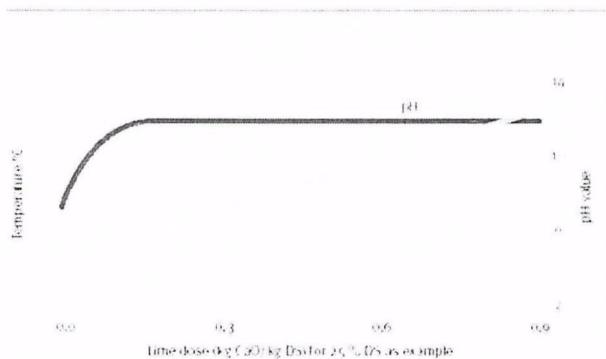
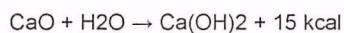


3 μηνών.

Στην περίπτωση που χρησιμοποιηθεί CaO ταυτόχρονα με την αύξηση του pH, επέρχεται και σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας λόγω της εξώθερμης αντίδρασης του CaO με το νερό της ιλύος, η οποία συμβάλλει στην καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών. Στην περίπτωση του Ca(OH)2 το πλεονέκτημα της αυξημένης θερμοκρασίας δεν υπάρχει.

3.3.2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

Η επεξεργασία της ιλύος με άσβεστο περιλαμβάνει μια σειρά από χημικές αντιδράσεις που τροποποιούν τα χημικά και φυσικά χαρακτηριστικά της ιλύος. Όταν προστίθεται CaO, εκλύεται θερμότητα με δυνατότητα ανόδου της θερμοκρασίας του μίγματος στους 70οC και τη δυνατότητα παστερίωσης.



Όπως φαίνεται στο σχήμα, με την προσθήκη της κατάλληλης ποσότητας άνυδρου ασβέστη, η τιμή του pH της ιλύος ανέρχεται στο 12 και μπορεί να σταθεροποιηθεί σε αυτή την τιμή για τουλάχιστον 72 ώρες.

Το παραγόμενο Ca(OH)2 είναι ένα αλκαλικό προϊόν το οποίο μπορεί να δημιουργήσει επίπεδα pH υψηλά, μεγαλύτερα από 12. Σε επίπεδα pH μεγαλύτερα από 12 η μεμβράνη παθογόνων καταστρέφεται. Επίσης το υψηλό pH προσφέρει προστασία έναντι της προσέλκυσης εντόμων όπως κουνούπια, μύγες κ.α. (vector attraction). Λόγω της χαμηλής διαλυτότητας του ασβέστη στο νερό, μόρια ασβέστη παραμένουν στην ιλύ και έτσι διατηρείται το pH πάνω από 12 ώστε να εμποδίζεται η επανεμφάνιση παθογόνων. Σε υψηλές τιμές pH, υποβοηθείται και η κατακρήμνιση μετάλλων που βρίσκονται στην ιλύ και περιορίζεται η διαλυτότητα και η κινητικότητά τους. Η διαλυτότητα του Ca(OH)2 προσφέρει ιόντα Ca+2, τα οποία αντιδρούν και

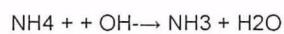
δημιουργούν ενώσεις με θεικά/θειούχα στοιχεία με αποτέλεσμα όχι απλώς την κάλυψη δυσοσμιών αλλά την εξουδετέρωσή τους.

Η αύξηση στερεών λόγω της προσθήκης ασβέστη είναι σχεδόν γραμμική. Θεωρητικά, η νέα περιεκτικότητα στερεών (TS2) μπορεί να υπολογισθεί από την χημική εξίσωση $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$ που δόθηκε παραπάνω συναρτήσει της αρχικής συγκέντρωσης στερεών (TS1). Θα είναι:

$$\% \text{TS}_2 = \frac{\% \text{TS}_1 + \frac{74}{56} \times \% \text{CaO}}{100\% + \% \text{CaO}}$$

Mία περαιτέρω αύξηση των στερεών μπορεί να υπάρξει λόγω της δημιουργίας CaCO_3 λόγω της αντίδρασης με CO_2 . Η αύξηση του περιεχομένου στερεών δημιουργεί ένα πιο συνεκτικό τελικό προϊόν το οποίο δίδει τη δυνατότητα καλύτερης αποθήκευσης και διαχείρισης.

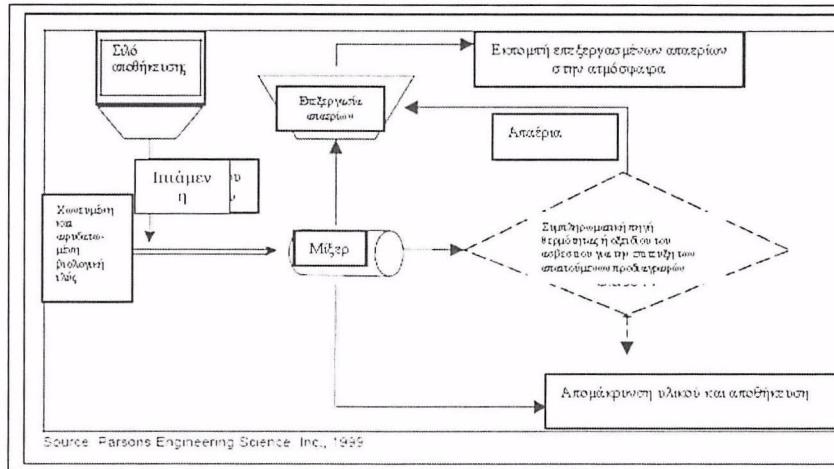
Ένα από τα χαρακτηριστικά της ασβεστοποίησης και του τελικού προϊόντος είναι η έκλυση αμμωνίας η οποία παράγεται κατά τη διεργασία αυτή. Η αμμωνία είναι ένα φυσικό παραπροϊόν της αντίδρασης της ιλύος, που περιέχει οργανικό άζωτο, με τον ασβέστη. Η αμμωνία είναι ένα άχρωμο αέριο ή υγρό με έντονα διαπεραστική και ενοχλητική οσμή. Επίσης η αμμωνία είναι ελαφρότερη από τον αέρα και τούτο, σε συνδυασμό με την εκλυόμενη θερμότητα από την εξώθερμη αντίδραση, έχει ως αποτέλεσμα η αέρια αμμωνία που εκλύεται από τους αναμίκτες ιλύος και ασβέστη να συσσωρεύεται στην οροφή των κτιρίων που στεγάζουν την ασβεστοποίηση. Η ποσότητα αμμωνίας που ελευθερώνεται αποτελεί συνάρτηση της δόσης ασβέστη και της χημείας της ιλύος, ιδίως το περιεχόμενο σε αμμωνιακό άζωτο. Η κρίσιμη παράμετρος είναι η συγκέντρωση αμμωνιακών ιόντων τα οποία μετατρέπονται σε αμμωνία ως εξής:



Από την ανωτέρω εξίσωση προκύπτει το συμπέρασμα ότι αυξανομένης τιμής του pH αυξάνεται σημαντικά το ποσοστό του αμμωνιακού άζωτου που βρίσκεται με την μορφή αμμωνίας και κατά συνέπεια και η ποσότητα της αμμωνίας που εκλύεται ως αέριο. Για παράδειγμα στους 25°C και pH ίσο 7, το ποσοστό του αμμωνιακού άζωτου που βρίσκεται με την μορφή αμμωνίας ανέρχεται στο 1% του συνόλου ενώ στη περίπτωση που το pH αυξηθεί λόγω προσθήκης ασβέστου σε τιμές πάνω από 11,4 το αντίστοιχο ποσοστό ανέρχεται σε 99% του συνολικού αμμωνιακού άζωτου.

Ένα τυπικό διάγραμμα ροής μίας τέτοιας μονάδας επεξεργασίας παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα:





3.3.2.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι τα εξής:

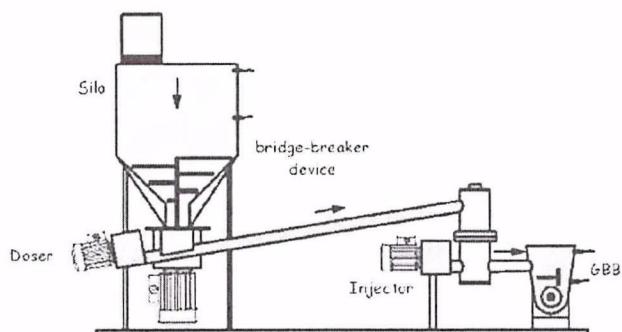
- η υγιεινοποίηση της ιλύος και άρα η παραγωγή προϊόντος κατάλληλου για γεωργική χρήση, με έμφαση σε εδάφη χαμηλού pH,
- η λειτουργική απλότητα,
- οι μικρές απαιτήσεις χώρου,
- η λειτουργική ευελιξία και μεταβλητή δυναμικότητα.

Στα μειονεκτήματα της μεθόδου πρέπει να αναφερθούν:

- το κόστος του ασβέστη
- η έκλυση οισμών αμμωνίας
- η μικρή αύξηση του όγκου του τελικού προϊόντος συγκριτικά με τις ακόλουθες μεθόδους (που έχουν σημαντική μείωση έως και 80%) ειδικά στην περίπτωση εφαρμογής δόσης ασβέστη 10%.

3.3.2.4 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Ένα τυπικό σύστημα ασβεστοποίησης παρουσιάζεται στο διάγραμμα που ακολουθεί:

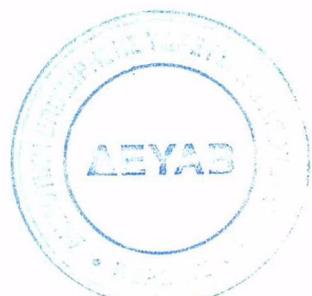


Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο το προτεινόμενο σύστημα αποτελείται από:

- Κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο υποδοχής της αφυδατωμένης ιλύος
- Κοχλία μεταφοράς της μέσου ασβεστοποίησης προς τον αναμείκτη
- Σιλό αποθήκευσης της μέσου ασβεστοποίησης
- Σύστημα ομογενοποίησης και εξαγωγής του υλικού στον κώνο, στο κάτω μέρος του σιλό
- Κοχλία δοσομέτρησης της τέφρας
- Κοχλία έγχυσης του μέσου ασβεστοποίησης στον αναμείκτη
- Αναμείκτη μέσου ασβεστοποίησης/ιλύος, που εκτελεί παράλληλα και χρέη αντλίας για τη μεταφορά του τελικού προϊόντος στο χώρο ωρίμανσης
- Χώρος ωρίμανσης

3.3.2.5 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Από τη μονάδα της ασβεστοποίησης εκπέμπονται σωματίδια, τα οποία μπορούν να αποτραπούν με την τοποθέτηση σακόφιλτρων στο σιλό αποθήκευσης της τέφρας και με την κατασκευή κλειστών συστημάτων ανάμιξης με την αφυδατωμένη ιλύ. Όσον αφορά στην παραγωγή στραγγιδίων αυτά θα παράγονται στο χώρο ωρίμανσης του τελικού προϊόντος, εφόσον προστεθεί στο διάγραμμα ροής και τα οποία θα πρέπει να συλλέγονται και να επεξεργάζονται καταλλήλως (ανακυκλοφορία στην προεπεξεργασία εφόσον η μονάδα χωριθετηθεί εντός του βιολογικού). Επίσης, στην περίπτωση υψηλών δόσεων αλκαλικού μέσου κατά τη διεργασία της ασβεστοποίησης, σχηματίζεται αέρια αμμωνία, οπότε πρέπει να προβλεφθεί



σύστημα επεξεργασίας των απαερίων με πλυντηρίδα.

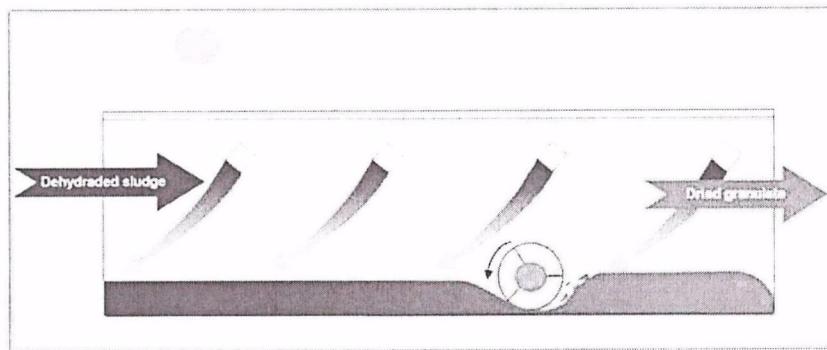
3.3.2.6 ΔΙΑΘΕΣΗ ΤΕΛΙΚΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

Το τελικό προϊόν μπορεί να διατίθεται ως εδαφοβελτιωτικό και ιδίως για την αποκατάσταση όξινων εδαφών αλλά και να θάβεται με τα ΑΣΑ στο XYΤΑ της περιοχής. Μπορεί επίσης, κατόπιν ανάμιξης με χώμα να προστίθεται ως υλικό επικάλυψης.

3.3.3 Ηλιακή Ξήρανση

3.3.3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΟΥ - ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

Η ηλιακή ξήρανση βασίζεται στην επαφή, κάτω από ένα θερμοκήπιο, του αέρα που συνεχώς ανανεώνεται και της ιλύος που είναι διαστρωμένη σε μια πλάκα από μπετόν και αναδεύεται μηχανικά. Η ιλύς θερμαίνεται μέχρι τη θερμοκρασία που επιτυγχάνεται μέσα στο θερμοκήπιο και η ξήρανση της επιτυγχάνεται μέσω της εξάτμισης του νερού και καθώς αναθερμαίνεται με την είσοδο του στο θερμοκήπιο αποκτά μεγάλη δυναμικότητα προσρόφησης νερού, διευκολύνοντας έτσι τη μεταφορά του τελευταίου καθώς εξατμίζεται.



3.3.3.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Όσον αφορά στα πλεονεκτήματα της ηλιακής ξήρανσης, με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται ξήρανση της ιλύος σε ποσοστό τουλάχιστον 70% και συνεπώς μειώνεται ο όγκος των προς διάθεση βιοστερεών κατ' ελάχιστο στο 1/3 του αρχικού. Επίσης λόγω της ανάπτυξης θερμοκρασιών άνω των 50°C, η ιλύς υγιεινοποιείται και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό, μέθοδος που έχει ήδη εφαρμοστεί

στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ. Συγχρόνως τα βιοστερεά που παράγονται από την ηλιακή ξήρανση παρουσιάζουν μεγάλη θερμογόνο δύναμη (11MJ/kg) και άρα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και ως καύσιμο σε επακόλουθη θερμική αξιοποίηση.

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου σχετίζονται με τον εκτατικό της χαρακτήρα που την καθιστούν προτιμητέα για εγκαταστάσεις χαμηλής και μεταβλητής δυναμικότητας (έως 5.000 τόνους ετησίως). Έτσι στην περίπτωση της εγκατάστασης της εγκατάστασης της Δ. Μακεδονίας με ετήσια παραγωγή ιλύος 20.000 τόνων απαιτούνται 14 στρέμματα για την εφαρμογή της ηλιακής ξήρανσης. Άμεση συνέπεια της εκτατικότητας της μεθόδου είναι το πρόβλημα διαχείρισης των 10 θερμοκηπίων που απαιτούνται. Σε επόμενη παράγραφο παρατίθεται πίνακας με τις ποσότητες της ιλύος που πρέπει να εισέρχονται και να απομακρύνονται από τα θερμοκήπια, το οποίο απαιτεί τη μόνιμη απασχόληση προσωπικού που με τη χρήση φορτωτή τύπου JCB θα φροντίζει για την τήρηση του προγράμματος. Εναλλακτικά θα πρέπει να εξεταστεί το ενδεχόμενο της αυτοματοποίησης της διαδικασίας με μεταφορικές ταινίες.

Επίσης θα πρέπει να σημειωθεί ότι παρόλο που τα θερμοκήπια ξήρανσης της ιλύος είναι κλειστά συστήματα που δεν αντιμετωπίζουν προβλήματα οσμών στις χώρες της βόρειας Ευρώπης, το ενδεχόμενο της δυσοσμίας δε μπορεί να αποκλειστεί στο θερμό κλίμα της Ελλάδας. Θα πρέπει συνεπώς να υπάρχει πρόβλεψη για σύστημα απόσμησης του αέρα που εξέρχεται από τα θερμοκήπια.

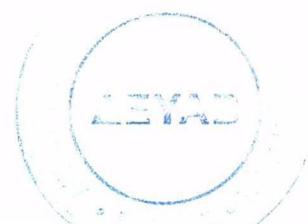
3.3.3.3 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Ο σχεδιασμός του συστήματος της ηλιακής ξήρανσης γίνεται βάσει των παρακάτω παραμέτρων:

- Ετήσια παραγωγή ιλύος
- Συγκέντρωση ολικών στερεών εισόδου
- Τελική συγκέντρωση στερεών

Από τα κλιματολογικά δεδομένα προκύπτουν τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά που συνοψίζουν την απόδοση της ηλιακής ξήρανσης:

- Εξάτμιση ανά μονάδα επιφάνειας λόγω ηλιακής ακτινοβολίας
- Υπόλοιπο ιλύος μετά την ηλιακή ξήρανση
- Μέση συγκέντρωση ολικών στερεών μετά την ηλιακή ξήρανση



- Ειδική κατανάλωση ενέργειας ανά τόνο εξατμιζόμενου νερού = 27kWh/τόνο

Από τα παραπάνω δεδομένα προκύπτει ο αριθμός των απαιτούμενων θερμοκηπίων.

Τα θερμοκήπια αποτελούνται από γαλβανισμένη ατσάλινη κατασκευή υποστήριξης και καλύπτονται είτε από διπλό κάλυμμα πολυαιθυλενίου είτε από διπλό κάλυμμα πολυανθρακικού εστέρα. Πρόκειται για ελαφριές κατασκευές, οι οποίες τοποθετούνται σε στεγανή τοιμεντένια επιφάνεια με τοιχία στις τρεις πλευρές ύψους 1m και πλάτους 0,25m. Επειδή τα χαρακτηριστικά της ιλύος μεταβάλλονται σημαντικά κατά την ξήρανση, στο εσωτερικό των θερμοκηπίων υπάρχουν αισθητήρες που καταγράφουν τις παραμέτρους παρακολούθησης στο εσωτερικό και στο εξωτερικό τους και ρυθμίζουν την ταχύτητα του αέρα στην επιφάνεια της ιλύος μέσω των ανεμιστήρων που υπάρχουν μέσα στα θερμοκήπια. Η εναλλαγή του αέρα με τον ατμοσφαιρικό ελέγχεται μέσω εξωτερικών ανεμιστήρων και πτερύγια εισόδου.

Η αξιόπιστη ανάδευση και αερισμός της ιλύος μέσα στα θερμοκήπια είναι κρίσιμοι παράγοντες για την αύξηση της ταχύτητας ξήρανσης, την αποτελεσματική ομογενοποίηση και την πρόληψη του σχηματισμού αναερόβιων ζωνών που θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην ανάπτυξη δυσάρεστων οσμών. Η ανάδευση στα θερμοκήπια μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, όπως ρομπότ, κινούμενο όχημα ή μηχανισμό που είναι στερεωμένος στα τοιχία του θερμοκηπίου και ο οποίος καθώς κινείται παράλληλα στο θερμοκήπιο ταυτόχρονα περιστρέφεται αναδεύοντας τη λάσπη.

Τα θερμοκήπια ελέγχονται από κεντρικό PLC σύστημα, το οποίο παρακολουθεί όλες τις παραμέτρους που καταγράφουν οι αισθητήρες στο εσωτερικό και εξωτερικό των θερμοκηπίων, όπως θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία, ταχύτητα ανέμου κ.λ.π. Στη συνέχεια επεξεργαστές υπολογίζουν τις βέλτιστες συνθήκες διεργασίας και ελέγχουν και παρακολουθούν όλα τα στοιχεία ελέγχου όπως πτερύγια εισόδου, εξαερισμός και το σύστημα ανάδευσης.

3.3.3.4 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Τα θερμοκήπια δεν παράγουν οσμές ή άλλες περιβαλλοντικές οχλήσεις κατά τη λειτουργία τους. Προκειμένου να εκτιμηθούν οι αρνητικές επιπτώσεις των αέριων εκπομπών παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες σχετικά αποτελέσματα των μετρήσεων που έχουν πραγματοποιήσει εξειδικευμένα Γερμανικά Πανεπιστήμια σε μονάδα εταιρείας κατασκευής ηλιακών ξηραντηρίων.

Πίνακας 3.2: Εκπομπές πτητικών ενώσεων

Χημική Ένωση	Μετρούμενη τιμή	Όριο*
Μονοξείδιο του άνθρακα	Κάτω από το όριο ανίχνευσης	10 mg/m ³
Διοξείδιο του άνθρακα	Κάτω από το όριο ανίχνευσης	-
Υδροχλωρίδια	Κάτω από το όριο ανίχνευσης	-
Υδροφθορίδια	Κάτω από το όριο ανίχνευσης	-
Οξειδία του θείου	Κάτω από το όριο ανίχνευσης	500 μg/m ³
Οξειδία του αζώτου	Κάτω από το όριο ανίχνευσης	400 μg/m ³)
Υδράργυρος	Κάτω από το όριο ανίχνευσης	-
Αμμωνία	0,1-8,4mg/m ³	20 mg/m ³

*Οδηγία 2008/50/EC περί ποιότητας ατμοσφαιρικού αέρα

Πίνακας 3.3: Εκπομπές σκόνης

Στάδιο διεργασίας	Μετρούμενη τιμή	Όριο ανοχής**
Κατά τη διεργασία της ηλιακής ξήρανσης	0 - 3,3 mg/m ³	20 mg/m ³
Κατά τη διεργασία της φόρτωσης / εκφόρτωσης	0,1-48,8 mg/m ³	Δεν υπάρχει

Πίνακας 3.4: Εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων

Χημική Ένωση	Μετρούμενη τιμή	Όριο ανοχής**
Φουράνια και πολυχλωριωμένα διβενζοιοδή (PCDD/F)	0.00025-0.00001 ng I – TE/m ³	0.1 ng I – TE/m ³
Πολυχλωριωμένα Διφαινύλια (PCB)	1.7 – 13.1 ng I – TE/m ³	Δεν υπάρχει
Πολυχλωριωμένες φαινόλες (PCPh)	8-67 ng I – TE/m ³	2900-5200 ng I – TE/m ³
Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες	1,08-7,01 μg I – TE/m ³	50 μg I – TE/m ³

I-TE: Διεθνές Ισοδύναμο Τοξικότητας

* Federal Immission Protection Law (Clean Air Act, 17. BimSchV)

Πίνακας 3.5: Εκπομπές οσμών

Στάδιο διεργασίας	Μετρούμενη τιμή	Όριο ανοχής*
Κατά τη διεργασία της ηλιακής ξήρανσης	0-128 OU	500 OU

OU: Odor units με Olfactometer



Πρέπει να σημειωθεί ότι για τις περισσότερες ενώσεις δεν υπάρχει όριο ανοχής. Έτσι οι παραπάνω τιμές έχουν βρεθεί από διάφορες βιβλιογραφικές τιμές με κύρια τη γερμανική νομοθεσία Federal Immission Protection Law (Clean Air Act, 17. BimSchV) που είναι από τις αυστηρότερες παγκοσμίως.

3.3.3.5 ΔΙΑΘΕΣΗ ΤΕΛΙΚΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

Η μέθοδος της ηλιακής ξήρανσης επιτυγχάνει ξήρανση της ιλύος σε ποσοστό τουλάχιστον 70% κατά μέσο όρο και συνεπώς μειώνει τον όγκο των προς διάθεση βιοστερεών κατ' ελάχιστο στο 1/3 του αρχικού. Άμεση συνέπεια είναι η μείωση του κόστους μεταφοράς του τελικού προϊόντος καθώς και του κόστους διάθεσης στην περίπτωση που δε μπορεί να εφαρμοστεί εναλλακτικός τρόπος αξιοποίησής του, όπως αναφέρεται παρακάνω.

Καταρχήν, λόγω της ανάπτυξης θερμοκρασιών άνω των 50oC για μεγάλο χρονικό διάστημα, η ιλύς υγιεινοποιείται και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό, τρόπος αξιοποίησης που έχει ήδη εφαρμοστεί από την εταιρεία Thermo-System στις ΗΠΑ (π.χ. στις ΕΕΛ των πόλεων Waterfront CA, Sanford FL). Πιο συγκεκριμένα, η εταιρεία Thermo-system έχει επανειλημμένα αποδείξει την εγκυρότητα της ηλιακής της ξήρανσης για την παραγωγή Class A βιοστερεών στην αμερικανικό φορέα περιβαλλοντικής προστασίας EPA και την περίοδο αυτή βρίσκεται υπό εξέταση για την καθολική επικύρωση και αναγνώριση της μεθόδου. Ασφαλώς, η χρήση της ιλύος ως εδαφοβελτιωτικό μετά την ηλιακή ξήρανση όπως και μετά από οποιαδήποτε επεξεργασία είναι εφικτή μόνο στην περίπτωση που η ιλύς δεν είναι εξ' αρχής επιβαρυμένη με βαρέα μέταλλα, τα οποία δεν μπορούν να απομακρυνθούν με καμία προηγμένη μέθοδο επεξεργασίας.

Συγχρόνως τα βιοστερεά που παράγονται από την ηλιακή ξήρανση παρουσιάζουν μεγάλη θερμογόνο δύναμη και άρα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και ως καύσιμο σε επακόλουθη θερμική αξιοποίηση, είτε επί τόπου της εγκατάστασης είτε σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις καύσης (ΔΕΗ, τσιμεντοβιομηχανία, εγκαταστάσεις καύσης απορριμμάτων). Στην περίπτωση που επιλεγεί η θερμική αξιοποίηση της ιλύος επί τόπου στην μονάδα επεξεργασίας ιλύος μπορεί να επεξεργάζεται μέρος ή το σύνολο της ξηραμένης ιλύος για παραγωγή μόνον αδρανούς ύλης. Σε κάθε περίπτωση ενισχύεται και η ηλιακή ξήρανση με πράσινη ενέργεια, μέθοδος που είναι κοινωνικά αποδεκτή και επιπλέον το επενδυτικό της κεφάλαιο χρηματοδοτείται. Επίσης, λόγω της ενίσχυσης της ξήρανσης, μειώνεται η απαιτούμενη επιφάνεια και αυξάνεται ο μέσος όρος συγκέντρωσης στερεών (80-85% DS). Επομένως, ένα

μέρος του πρόσθετου επενδυτικού κεφαλαίου για την αεριοποίηση συγχωνεύεται με τη μείωση του αντίστοιχου επενδυτικού της ηλιακής ξήρανσης (γεγονός που δεν ισχύει στη θερμική ξήρανση).

3.3.4 Θερμική Ξήρανση Με ή Χωρίς Θερμική Αξιοποίηση

3.3.4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΟΥ - ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

Θερμική ξήρανση

Η θερμική ξήρανση της ιλύος αποτελεί εντατική μέθοδο επεξεργασίας, με ευρύτατη εφαρμογή και εμπειρία. Γενικά η θερμική ξήρανση μπορεί να διακριθεί σε άμεση και έμμεση. Στην άμεση θερμική ξήρανση η απομάκρυνση της υγρασίας από την ιλύ γίνεται με την απευθείας επαφή της με ρεύμα θερμού αέρα. Πρόκειται για μέθοδο που εφαρμόζεται για μεγάλες συνήθως δυναμικότητες, παρουσιάζει υψηλότερη ενεργειακή κατανάλωση από τις έμμεσες μεθόδους, απαιτεί μεγάλο ποσοστό ανακυκλοφορίας ξηραμένου υλικού ώστε να υπερβαίνεται το όριο της κολλώδους φάσης της ιλύος και συνήθως απαιτείται η εφαρμογή σχεδίων HAZMAT/HAZOP καθώς δε μπορεί να αποκλειστεί η πιθανότητα αυτανάφλεξης.

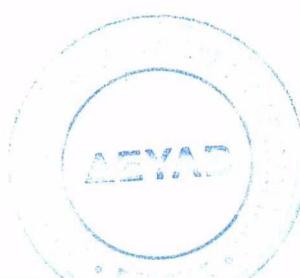
Οι μέθοδοι έμμεσης ξήρανσης γίνονται μέσω της απαγωγής της υγρασίας με την επαφή της ιλύος με επιφάνεια, η οποία θερμαίνεται από κάποιο μέσο, συνήθως λάδι ή ατμό. Οι μέθοδοι έμμεσης ξήρανσης επιλέγονται για μικρότερες δυναμικότητες, έχουν χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση, δε χρειάζονται ανακύκλωση για την υπέρβαση της κολλώδους φάσης της ιλύος και δεν αντιμετωπίζουν την πιθανότητα της αυτανάφλεξης. Τα συστήματα αυτά είναι απλούστερα στη λειτουργία και την συντήρηση.

Θερμική αξιοποίηση ξηρής ιλύος

Οι κυριότερες μέθοδοι θερμικής αξιοποίησης της ιλύος είναι η αποτέφρωση, η πυρόλυση και η αεριοποίηση για την παραγωγή αερίου και θερμότητας από την ιλύ. Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται οι διαφορές των προαναφερθεισών τεχνολογιών:

Πίνακας 3.6: Συγκριτικά στοιχεία τεχνολογιών θερμικής αξιοποίησης ιλύος

	Αποτέφρωση	Πυρόλυση	Αεριοποίηση
Ειδοποιός διαφορά	Αυτόθερμη διεργασία παρουσία περίσσειας αέρα (πλήρης καύση)	Απουσία αέρα 250<θ<600	θ>900, ατελής καύση. Μπορεί να προστεθεί οξυγόνο ή ατμός για τη βελτίωση της



			ποιότητας του παραγόμενου αερίου
Στερεά εισερχομένης ιλύος	>30%	>80%	>80%
Προϊόντα	Μη καθαρό αέριο	Μη καθαρό αέριο	Υψηλής καθαρότητας αέριο
Παραπροϊόντα	Τέφρα	Υγρή φάση και κωκ	Τέφρα
Προβλήματα	Ακριβή αέρια αντιρρυπαντική τεχνολογία	Η υγρή φάση είναι μη καθορισμένης σύστασης και άρα ή πρέπει να επεξεργαστεί ή να προχωρήσει η διεργασία σε δευτερογενή καύση. Επίσης μονάδα θερμικής αξιοποίησης του κωκ για την απελευθέρωση της εγκλωβισμένης ενέργειας	Πολλές φορές παρουσιάζονται σαν αεριοποιητές, διεργασίες δευτερογενούς καύσης των προϊόντων πυρόλυσης
Θερμική αξιοποίηση Υπολογίζεται η απόδοση της αναερόβιας χώνευσης για σύγκριση: καταστροφή πτητικών στερεών 45-65%, παραγωγή βιοαερίου 85%, παραγωγή ηλ. ενέργειας 35%. Ολική απόδοση 14-19%.	Απαέρια σε Θ=400C παράγουν ατμό σε καυστήρα που οδηγείται σε τουρμπίνες ατμού για την παραγωγή ηλ. ενέργειας (α=27%). Αξιοποίηση και της θερμότητας μπορεί να οδηγήσει σε επαναχρησιμοποίηση του 50-70% της συνολικής θερμικής ενέργειας.	Παραγωγή ενέργειας όπως στην αποτέφρωση ωστόσο υπάρχουν προβλήματα από κατακαθίσεις πίσσας. Απόδοση 30%.	Απόδοση 80-85% στον αεριοποιητή και 35% σε piston engine για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (συνολική απόδοση 30%). Μέρος της θερμότητας του αερίου μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί. Καύση του αερίου πριν την ψύξη του αυξάνει την απόδοση σε παραγωγή ηλ. ενέργειας αλλά δημιουργεί μηχανολογικά προβλήματα.
Επιδότηση για παραγωγή ενέργειας από βιομάζα	ΟΧΙ	Εξαρτάται	ΝΑΙ
Εμπειρία Κοινωνική αποδοχή	Μεγάλη ΚΑΜΙΑ	Μικρή ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ	Μικρή ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι η αποτέφρωση είναι η μόνη διεργασία, η οποία δεν απαιτεί την προεπεξεργασία της ιλύος με ξήρανση, πρέπει ωστόσο η διεργασία της αφυδάτωσης να δίνει υψηλό ποσοστό στερεών. Ωστόσο, η αποτέφρωση δεν επιδοτείται για παραγωγή ενέργειας από βιομάζα και επιπλέον προκαλεί έντονες κοινωνικές αντιδράσεις. Εκ των μεθόδων της πυρόλυσης και της

αεριοποίησης προτιμότερη είναι η διεργασία της αεριοποίησης λόγω της υψηλότερης καθαρότητας του αερίου που παράγεται και των μικρότερων μηχανολογικών προβλημάτων που συνεπάγεται αυτό.

Έτσι συνοπτικά η αεριοποίηση της Ιλύος μετατρέπει τον άνθρακα που περιέχει σε αέριο υψηλής καθαρότητας, το οποίο ουσιαστικά περιέχει μονοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και μεθάνιο. Αυτό επιτυγχάνεται με τη μερική οξειδωση της Ιλύος παράγοντας θερμότητα, η οποία οδηγεί στην αποσύνθεση του υπολοίπου. Η ακριβής σύνθεση του βιοαερίου καθορίζεται από τη θερμοκρασία και την ποσότητα αέρα που διοχετεύεται στη διεργασία.

Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες αεριοποίησης ή συνδυασμού πυρόλυσης με αεριοποίηση, όπως το πυρολυτικό τύμπανο, ή ο αεριοποιητής σταθερής κλίνης. Ένα γενικό διάγραμμα ροής της διεργασίας φαίνεται παρακάτω:



Όσον αφορά στην επεξεργασία του παραγόμενου αερίου, αυτό προ-καθαρίζεται μέσα στον κυκλώνα και στην ακολούθως συνδεδεμένη πλυντηρίδα με ενσωματωμένο διαχωριστήρα σταγονιδίων, επιτυγχάνονται ο διαχωρισμός των μερών, η απορρόφηση των βλαβερών αερίων και ο διαχωρισμός των πολύ μικρών σωματιδίων σκόνης. Το νερό για την πλυντηρίδα προέρχεται από τη διαδικασία τελικού καθαρισμού της μονάδας υγρών αποβλήτων και επιστρέφει πάλι εκεί. Το συνθετικό αέριο υπερθερμαίνεται ενδιάμεσα στον εναλλάκτη θερμότητας και τέλος λαμβάνει χώρα ο διαχωρισμός των βαρέων μετάλλων υδραργύρου και καδμίου στο φίλτρο ενεργού άνθρακα. Το συνθετικό αέριο αποθηκεύεται ενδιάμεσα, πριν την επτακόλουθη αξιοποίηση. Μέσω του καυστήρα υπάρχει η δυνατότητα παραγωγής θερμότητας ή ηλεκτρικού ρεύματος μέσω αεριομηχανής. Η αποβαλλόμενη θερμότητα διαδικασίας από την ψύξη του συνθετικού αερίου, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για



τη θέρμανση των αναερόβιων χωνευτών για την αύξηση της απόδοσης ξήρανσης. Τα στερεά υπολείμματα μπορούν να αποτελούν σε XYTA.

3.3.4.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Όσον αφορά στα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι η ελάχιστη ποσότητα στερεού υπολείμματος, το οποίο είναι αδρανές και διατίθεται χωρίς προβλήματα σε συμβατικό XYTA ή σε ανάμιξη με γαιώδη αδρανή (π.χ. άμμο) για έργα υποδομής (οδοποιία, σιδηροδρομικές γραμμές κλπ).

Επίσης τα συστήματα θερμικής ξήρανσης και αεριοποίησης είναι compact και άρα δεν προκαλούν την αισθητική όχληση του κοινού ενώ ταυτόχρονα δε δημιουργούν προβλήματα οσμών. Είναι επίσης συστήματα απλά ως προς τη διαχείρισή τους εφόσον είναι πλήρως αυτοματοποιημένα.

Όσον αφορά στο ενεργειακό κόστος της μεθόδου αυτό ελαχιστοποιείται εφόσον η ενέργεια που παράγεται από την καύση του συνθετικού αερίου επαρκεί σε μεγάλο βαθμό για τις ενεργειακές απαιτήσεις της θερμικής ξήρανσης και της αεριοποίησης.

Σχετικά με τα μειονεκτήματα της μεθόδου πρέπει να ληφθούν υπόψη τα αυστηρά όρια αέριων εκπομπών στα οποία εμπίπτει η αεριοποίηση. Καθώς δεν υπάρχει ειδική νομοθεσία, η παρακολούθηση των αέριων εκπομπών θα πρέπει να γίνει σύμφωνα με την οδηγία της καύσης των αποβλήτων. Ωστόσο πρέπει να σημειωθεί ότι τόσο κατά την αεριοποίηση της ιλύος όσο και κατά την καύση του συνθετικού αερίου δεν αναμένεται η εκπομπή σχεδόν του συνόλου των αερίων ρύπων που αναφέρονται στην εν λόγω οδηγία και άρα η συχνότητα της παρακολούθησης των περισσότερων ρύπων γρήγορα θα ελαττωθεί. Για τον ίδιο λόγο δεν προβλέπεται η αντίστοιχη αέρια αντιρρυπαντική τεχνολογία.

3.3.4.3 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Στα πλαίσια της συγκριτικής αξιολόγησης κρίνεται ότι η μέθοδος θερμικής επεξεργασίας της ιλύος της ΕΕΛ Βέροιας θα μπορούσε να συνδυάζει θερμική ξήρανση με πυρόλυση-αεριοποίηση για την αξιοποίηση.

Θερμική ξήρανση

Όσον αφορά στην επιλογή της μεθόδου θερμικής ξήρανσης κρίσιμες παράμετροι είναι η χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση, η υπέρβαση της κολλώδους φάσης της ιλύος και τέλος ο αποκλεισμός της πιθανότητας αυτανάφλεξης στο ξηραντήριο. Βάσει

αυτών των κριτηρίων επιλέχθηκε η ξήρανσης επαφής σε ξηραντήριο σειριακής διάταξης.

Το εν λόγω ξηραντήριο αποτελείται από επί μέρους μονάδες, κάθε μία εκ των οποίων συνίσταται από έναν κοχλία, ο οποίος θερμαίνεται με ειδικό έλαιο και την επίσης θερμαινόμενη λεκάνη του κοχλία. Με τον αρθρωτό τρόπο κατασκευής είναι εγγυημένη η βέλτιστη διαθεσιμότητα και ασφάλεια λειτουργίας. Η λειτουργία της μονάδας ρυθμίζεται έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η βέλτιστη προσαρμογή σε μεταβαλλόμενες συνθήκες λειτουργίας της παραγωγής. Οι επί μέρους μονάδες μπορούν να προσαρμόζονται αυτόνομα στον μεταβαλλόμενο όγκο του προϊόντος κατά τη διάρκεια της ξήρανσης. Παράλληλα προσαρμόζεται ο χρόνος παραμονής και ο βαθμός πλήρωσης των επί μέρους μονάδων ξήρανσης μέσω ηλεκτρονικής μη κλιμακωτής ρύθμισης στροφών στο προς ξήρανση υλικό.

Η μονάδα θέρμανσης για το θερμαντικό έλαιο αποτελείται από έναν ειδικό λέβητα οριζόντιου τύπου και ενώνεται με τον ξηραντήρα με μεταλλικούς σωλήνες κυματοειδούς μορφής. Ο κύκλος του θερμού λαδιού της μονάδας θέρμανσης είναι εφοδιασμένος με ένα πρωτεύον σύστημα αντλιών, για να επιτυγχάνεται η κατάλληλη θερμοκρασία ξήρανσης σε κάθε επίπεδο του ξηραντήρα. Η τοποθέτηση επιπρόσθετου δευτερογενούς συστήματος άντλησης είναι δυνατή. Η θερμοκρασία ρυθμίζεται ηλεκτρονικά με ρυθμιστή 3 σημείων και φτάνει στους 295οC. Ο καυστήρας αυτής της μονάδας θέρμανσης μπορεί να κατασκευαστεί για λειτουργία με πετρέλαιο, βιοαέριο και φυσικό αέριο. Είναι επίσης δυνατή η καύση δύο καυσίμων. Η απαιτούμενη ενέργεια είναι δυνατόν να ληφθεί μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας από άλλες διεργασίες.

Δύο σημαντικά σημεία της μεθόδου είναι ότι α) δεν απαιτείται ανάμιξη της νωπής ιλύος με το ξηραμένο υλικό ή κάποια άλλη ενέργεια για την αποφυγή της κολλώδους φάσης, β) καθώς το ξηραμένο υλικό συλλέγεται πριν την έξοδο του από το ξηραντήριο, αποτρέπεται η είσοδος αέρα και οξυγόνου στον εν λειτουργία υπό πίεση ξηραντήρα και έτσι η συγκέντρωση του οξυγόνου μένει κάτω από το όριο της αυτανάφλεξης.

Το σύστημα εξαερισμού είναι έτσι σχεδιασμένο, ώστε δεν είναι απαραίτητος ο διαχωρισμός στερεών υλικών του απαερίου από τον ξηραντήρα με μονάδα φίλτρου. Τα σωματίδια σκόνης που συμπαρασύρονται με το ρεύμα εξαγωγής αέρα, οδηγούνται μετά από μικρή διαδρομή με τους υδρατμούς και τις (μικρές) ποσότητες αέρα, στην πλυντηρίδα των συμπυκνωμάτων εξάχνωσης. Ένας ανεμιστήρας σε κατάντη σύνδεση με την πλυντηρίδα των συμπυκνωμάτων εξάχνωσης παρέχει την



απαιτούμενη διαφορά πίεσης. Εκεί το εξάχνωμα συμπυκνώνεται και ψύχεται. Σε περίπτωση που συμπαρασύρονται στερεά σωματίδια ακολουθεί καθίζησή τους μέσω του ψυχρού νερού.

Ο αέρας εξαγωγής από το συμπυκνωτή ανάμιξης μπορεί να οδηγηθεί στον καυστήρα της μονάδας θερμού λαδιού σαν επιπλέον αέρας καύσης. Έτσι καθίσταται ασφαλές ότι τα οργανικά συστατικά του αέρα εξαγωγής του ξηραντήρα δε θα έχουν καμιά επιβάρυνση οσμής. Για την περίπτωση που δε χρειάζεται καθόλου αέρας καύσης για τη θέρμανση του θερμού λαδιού, η ψύξη του αέρα εξαγωγής μπορεί να πραγματοποιηθεί στην πλυντηρίδα κάτω από 40οC και στη συνέχεια να διοχετευτεί μέσα από βιολογικό φίλτρο για την αποδόμηση των οργανικών συστατικών του.

Πυρόλυση-αεριοποίηση

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι θερμικής αξιοποίησης της ιλύος, οι οποίες συνίστανται από έντονη θερμική επεξεργασία της ιλύος όπως καύση και πυρόλυση και παραγωγή αερίου και θερμότητας από την ιλύ. Το αέριο που παράγεται είναι υψηλής θερμιδικής αξίας και από την καύση του παράγεται σημαντική ποσότητα ενέργειας που βελτιώνει σημαντικά το ενεργειακό ισοζύγιο της μεθόδου. Εκ των δύο μεθόδων έντονης θερμικής επεξεργασίας της ιλύος παρακάτω περιγράφεται αναλυτικά ο συνδυασμός πυρόλυσης-αεριοποίησης λόγω του μειωμένου κόστους επένδυσης και αερίων εκπομπών. Η πυρόλυση είναι μια θερμική επεξεργασία απουσία οξυγόνου και άρα εκμηδενίζεται ο κίνδυνος σχηματισμού τοξικών αερίων, όπως διοξίνες και φουράνια.

Η ιλύς κατά τη διεργασία της πυρόλυσης δεν καίγεται, αλλά εισερχόμενη σε θερμοκρασία 300οC έως 900οC, παράγονται δύο είδη παραπροϊόντων: στερεά που περιέχουν αδρανή υλικά και άνθρακα, και απαέρια. Δεδομένου ότι τα προϊόντα της πυρόλυσης έχουν θερμαντική αξία, η πυρόλυση θεωρείται ως επεξεργασία, που απαιτεί την περαιτέρω αξιοποίηση των στερεών καταλοίπων και των απαερίων. Πιο αναλυτικά η ξηραμένη ιλύς, με συγκέντρωση στερεών 80-90%, αποθηκεύεται ενδιάμεσα σε σιλό, από το οποίο εισέρχεται δοσομετρικά μέσω αεριοφράχτη σε πυρολυτικό περιστρεφόμενο τύμπανο. Η πυρόλυση λαμβάνει χώρα στους 550οC απουσία αέρα. Τα προϊόντα της αντίδρασης είναι αέριο υψηλής θερμιδικής αξίας και κωκ. Στον ακολούθως εγκατεστημένο κυκλώνα οξειδώνεται μερικά το πυρολυτικό αέριο με υπο-στοιχειομετρική προσθήκη αέρα που ρυθμίζεται με τη βοήθεια φυσητήρα. Έτσι αυξάνεται η θερμοκρασία της αέριας φάσης στους 1100οC περίπου, η οποία καθώς διέρχεται δια μέσω του υπολείμματος της πυρόλυσης, προκαλεί

επιπλέον διάσπαση της πίσσας και των ελαίων μακράς αλυσίδας. Ταυτόχρονα οι υδρατμοί που υπάρχουν στο αέριο αντιδρούν ενδιθερμικά με τον άνθρακα από το υπόλειμμα της πυρόλυσης και παράγεται επιπλέον μονοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο. Η εναπομένουσα στάχτη μεταφέρεται μέσω κοχλιομεταφορέα, στον οποίον ψύχεται κάτω από τους 100οC και αεριοφράχτη σε σιλό αποθήκευσης.

Το παραγόμενο αέριο προ-καθαρίζεται μέσα στον κυκλώνα και στην ακολούθως συνδεδεμένη πλυντηρίδα με ενσωματωμένο διαχωριστήρα σταγονιδίων, επιτυγχάνονται ο διαχωρισμός των μερών, η απορρόφηση των βλαβερών αερίων και ο διαχωρισμός των πολύ μικρών σωματιδίων σκόνης. Το νερό για την πλυντηρίδα προέρχεται από τη διαδικασία τελικού καθαρισμού της μονάδας υγρών αποβλήτων και επιστρέφει πάλι εκεί. Το συνθετικό αέριο υπερθερμαίνεται ενδιάμεσα στον εναλλάκτη θερμότητας και τέλος λαμβάνει χώρα ο διαχωρισμός των βαρέων μετάλλων υδραργύρου και καδμίου στο φίλτρο ενεργού άνθρακα. Το συνθετικό αέριο αποθηκεύεται ενδιάμεσα, πριν την επακόλουθη αξιοποίηση. Μέσω του καυστήρα υπάρχει η δυνατότητα παραγωγής θερμότητας ή ηλεκτρικού ρεύματος μέσω αεριομηχανής. Τα απαέρια από την πυρόλυση καθώς και η αποβαλλόμενη θερμότητα διαδικασίας από την ψύξη του συνθετικού αερίου, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη θέρμανση των αναερόβιων χωνευτών για την αύξηση της απόδοσης ξήρανσης.

Όσον αφορά στα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι η ελάχιστη ποσότητα στερεού υπολείμματος, το οποίο είναι αδρανές και διατίθεται χωρίς προβλήματα σε συμβατικό XYTA.

Επίσης τα συστήματα θερμικής ξήρανσης πυρόλυσης-αεριοποίησης είναι compact και άρα δεν προκαλούν την αισθητική όχληση του κοινού ενώ ταυτόχρονα δε δημιουργούν προβλήματα οσμών. Είναι επίσης συστήματα απλά ως προς τη διαχείρισή τους εφόσον είναι πλήρως αυτοματοποιημένα.

Όσον αφορά στο ενεργειακό κόστος της μεθόδου, είναι μηδενικό εφόσον η ενέργεια που παράγεται από την καύση του πυρολυτικού αερίου επαρκεί για τις ενεργειακές ανάγκες της θερμικής ξήρανσης και της πυρόλυσης.

Σχετικά με τα μειονεκτήματα της μεθόδου πρέπει να ληφθούν υπόψη τα αυστηρά όρια αέριων εκπομπών στα οποία εμπίπτει η πυρόλυση. Καθώς δεν υπάρχει ειδική νομοθεσία για την πυρόλυση, η παρακολούθηση των αέριων εκπομπών θα πρέπει να γίνει σύμφωνα με την οδηγία της καύσης των αποβλήτων. Ωστόσο πρέπει να σημειωθεί ότι τόσο κατά την πυρόλυση της ιλύος όσο και κατά την καύση του πυρολυτικού αερίου δεν αναμένεται η εκπομπή του συνόλου των αερίων ρύπων που

αναφέρονται στην εν λόγω οδηγία (εφόσον η διεργασία γίνεται απουσία αέρα) και άρα η συχνότητα της παρακολούθησης των περισσότερων ρύπων γρήγορα θα ελαττωθεί. Για τον ίδιο λόγο δεν προβλέπεται η αντίστοιχη αέρια αντιρρυπαντική τεχνολογία.

3.3.4.4 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Από την καύση του πυρολυτικού αερίου ενδέχεται να προκληθεί η εκπομπή σωματιδίων σκόνης, βαρέων μετάλλων και μονοξειδίου του άνθρακα. Δεν αναμένεται η εκπομπή διοξινών, φουρανών, οξειδίων του αζώτου ή οξέων. Ωστόσο εφόσον δεν υπάρχει σχετική νομοθεσία για την πυρόλυση – αεριοποίηση της ιλύος θα πρέπει η μονάδα να ικανοποιεί τις απαιτήσεις της Οδηγίας 2000/76/EK, η οποία αναφέρεται στην αποτέφρωση των στερεών αποβλήτων.

Έτσι θα πρέπει γίνεται συνεχής παρακολούθηση των παρακάτω εκπομπών και να καλύπτονται τα εξής όρια:

Αέριος ρύπος	Όρια τιμών (μέσες ημερήσιες τιμές)
Σωματίδια σκόνης	10 mg/m ³
Αέριες και πτητικές οργανικές ενώσεις (TOC)	10 mg/m ³
Υδροχλώριο	10 mg/m ³
Υδροφθόριο	1 mg/m ³
Διοξείδιο του θείου	50 mg/m ³
Οξειδία του αζώτου ως NO ₂ για εγκαταστάσεις με δυναμικότητα μεγαλύτερη από 6 τόνων ή νέες εγκαταστάσεις	200 mg/m ³

Αέριος ρύπος	Όρια τιμών (μέσες τιμές μισής ώρας – 100% των τιμών)	Όρια τιμών (μέσες τιμές μισής ώρας – 97% των τιμών)
Σωματίδια σκόνης	30 mg/m ³	10 mg/m ³
Αέριες και πτητικές οργανικές ενώσεις (TOC)	20 mg/m ³	10 mg/m ³
Υδροχλώριο	60 mg/m ³	10 mg/m ³
Υδροφθόριο	4 mg/m ³	2 mg/m ³
Διοξείδιο του θείου	200 mg/m ³	50 mg/m ³
Οξειδία του αζώτου ως NO ₂ για εγκαταστάσεις με δυναμικότητα μεγαλύτερη από 6 τόνων ή νέες εγκαταστάσεις	400 mg/m ³	200 mg/m ³

Στην περίπτωση που αποδειχτεί ότι η εκπομπή HCl, HF, SO₂ δεν υπερβαίνει τα παραπάνω όρια τότε οι αρμόδιες αρχές ορίζουν περιοδικό πρόγραμμα παρακολούθησης.

Τα βαρέα μέταλλα, οι διοξίνες και τα φουράνια θα πρέπει να μετρώνται για τους πρώτους 12 μήνες λειτουργίας τουλάχιστον κάθε 3 μήνες και στη συνέχεια ανά εξάμηνο. Στην περίπτωση που η εκπομπή των παραπάνω ρύπων είναι μικρότερη του 50% του ορίου τους, τότε η συχνότητα μέτρησης μειώνεται σε μία φορά ανά δύο χρόνια για τα βαρέα μέταλλα και μία φορά το χρόνο για τις διοξίνες και τα φουράνια.

Μέσες τιμές για ελάχιστη διάρκεια δειγματοληψίας 30 λεπτών και μέγιστη 8 ωρών	
Κάδμιο και ενώσεις του	Ολικά 0,05 mg/m ³
Θάλλιο και ενώσεις του	0,05 mg/m ³
Υδράργυρος και ενώσεις του	
Αντιμόνιο και ενώσεις του	
Αρσενικό και ενώσεις του	
Μόλυβδος και ενώσεις του	
Χρώμιο και ενώσεις του	
Κοβάλτιο και ενώσεις του	0,5 mg/m ³
Χαλκός και ενώσεις του	
Μαγγάνιο και ενώσεις του	
Νικέλιο και ενώσεις του	
Βανάδιο και ενώσεις του	

Μέσες τιμές για ελάχιστη διάρκεια δειγματοληψίας 6 ωρών και μέγιστη 8 ωρών	
Διοξίνες και φουράνια	0,1 ng/m ³

Επίσης θα πρέπει να παρακολουθούνται συνεχώς η θερμοκρασία στο θάλαμο καύσης καθώς και η συγκέντρωση του οξυγόνου, η πίεση, η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία των απαερίων.

Η εκροή από την πλύση των απαερίων θα πρέπει να τηρεί τα παρακάτω όρια σύμφωνα με την Οδηγία 2000/76/EK:

Παράμετροι	Όρια τιμών (mg/L)
TSS	30 (95%) / 45 (100%)
Κάδμιο και ενώσεις του	0,05
Θάλλιο και ενώσεις του	0,05
Υδράργυρος και ενώσεις του	0,03
Ψευδάργυρος και ενώσεις του	1,5
Αρσενικό και ενώσεις του	0,15
Μόλυβδος και ενώσεις του	0,2
Χρώμιο και ενώσεις του	0,5
Κοβάλτιο και ενώσεις του	
Χαλκός και ενώσεις του	0,5
Νικέλιο και ενώσεις του	0,5
Διοξίνες και φουράνια	0,3



3.3.4.5 ΔΙΑΘΕΣΗ ΤΕΛΙΚΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

Το τελικό προϊόν της θερμικής ξήρανσης έχει υψηλή θερμογόνο δύναμη και επομένως στην περίπτωση που δεν αξιοποιηθεί θερμικά στην ΕΕΛ Βέροιας, μπορεί να δοθεί σε άλλη μονάδα (π.χ. τσιμεντοβιομηχανία) ως καύσιμο.

Στην περίπτωση που η θερμική ξήρανση συνδυαστεί με θερμική αξιοποίηση τότε το τελικό προϊόν μπορεί να διατεθεί στο XYTY ή και να αξιοποιηθεί στον οδοποιία.

3.4 Σύγκριση των εναλλακτικών λύσεων επεξεργασίας της αφυδατωμένης ιλύος

Η σύγκριση των εναλλακτικών λύσεων επεξεργασίας της αφυδατωμένης ιλύος γίνεται βάσει των παρακάτω κριτηρίων:

Λειτουργικό οικονομικό κριτήριο: στο κόστος αυτό λαμβάνονται υπόψη το κόστος ενέργειας ανά τόνο παραγόμενης λάσπης, το κόστος υλικών ανά τόνο παραγόμενης λάσπης, το κόστος εργασίας ανά τόνο παραγόμενης λάσπης, το κόστος επήσιας συντήρησης και αντικατάστασης του εξοπλισμού, η ασφάλεια, τα διοικητικά έξοδα, τα καύσιμα, η περιβαλλοντική παρακολούθηση και το κόστος διάθεσης του τελικού προϊόντος.

Πάγιο οικονομικό κριτήριο: στο κόστος συμπεριλαμβάνονται το κόστος προμήθειας του μηχανολογικού και ηλεκτρολογικού εξοπλισμού, τα έργα πολιτικού μηχανικού που απαιτούνται, οι απαιτούμενες υποδομές, ΓΕ και ΟΕ.

Απαιτούμενη επιφάνεια

Περιβαλλοντικό κριτήριο: λαμβάνονται υπόψη οι ρύποι που καταλήγουν στον αέρα, στο νερό και στο έδαφος

Κριτήριο αξιοποιίας: λαμβάνονται υπόψη ο αριθμός των εγκαταστάσεων σε λειτουργία και η ασφάλεια της λειτουργίας

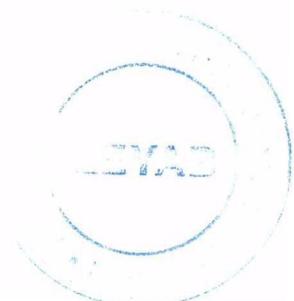
Κριτήριο τεχνολογικής απλότητας και συντήρησης

Ενεργειακή κατανάλωση: παρόλο που το κόστος της ενέργειας συμπεριλαμβάνεται στο κόστος λειτουργίας θεωρούμε σημαντική τη σύγκριση των ενεργειακών καταναλώσεων των εναλλακτικών τεχνολογιών.

Μείωση όγκου τελικού προϊόντος

Χρήση τελικού προϊόντος και κοινωνική αποδοχή

Στον παρακάτω πίνακα γίνεται σύγκριση των εναλλακτικών τεχνολογιών βάσει των κριτηρίων που τέθηκαν για εγκατάσταση δυναμικότητας 6.000 τόνων ετησίως.



Πίνακας 3.7: Σύγκριση εναλλακτικών τεχνολογιών επεξεργασίας λιμόνος, για εγκατάσταση δυναμικότητας 6.000 τόνων ετησίως

Τεχνολογία Επεξεργασίας	Απαιτούμενη επιφάνεια (m ²)	Κόστος επένδυσης (€)	Κόστος επεξεργασίας (€/ton)*	Κόστος επεξεργασίας & διάθεσης σε ΧΥΤ αν δεν γίνεται αξιοποίηση (€/ton)**	Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/έτος)	Ογκος τελικου προϊόντος	Τελική χρήση
Κομποστοποίηση	1.500	2.200.000	30 ***	79	370.000	+23% (έχουμε αύριο τους κενούς άνεγκου)	Εμπορικό προϊόν με εφαρμογή στην ζεωργία ως λιπασματα
Ασβεστοποίηση	500	300.000	36	74	23.000	-5%	Προϊόν κατάλληλο για εδαφική χρήση με έμφαση σε εδάφη χαμηλού ρΗ. Διάθεση σε ΧΥΤΑ υπό αυστηρές προϋποθέσεις
Ηλιακή Ξήρανση	6.000	2.500.000	18	30	115.000	-70%	Προϊόν κατάλληλο για εδαφική χρήση με έμφαση σε εδάφη χαμηλού ρΗ. Διάθεση σε ΧΥΤΑ υπό αυστηρές προϋποθέσεις
Θερμική Ξήρανση	200	3.500.000	88	98	4.300.000	-75%	Εδαφορευτικό/Καύσιμο, Διάθεση σε ΧΥΤΑ
Θερμική Ξήρανση & Πυρολυτική αεριοποίηση Ξηραμένης λιμόνος	400	8.000.000	46	64	125.000	-80%	Εδαφορευτικό/Καύσιμο, Διάθεση σε ΧΥΤΑ

*Δεν περιλαμβάνονται δαπάνες αποσβέσεων, εξυπηρέτησης κεφαλαίου και δανείων

**Στην περιπτωση αυτή θεωρείται ότι το τελικό προϊόν της επεξεργασίας, δην αξιοποιείται περαιτέρω (ως compost, εδαφορευτικό, στερεό καύσιμο, κλπ), χωρίς ή με οικονομικό όφελος που πιθανώς να προέκυπτε από πώληση, αλλά δηλ. η ποσότητα του μεταφέρεται προς διάθεση σε ΧΥΤ ένοντι 40 €/t με τια μεταφορά από τη μονάδα επεξεργασίας μέχρι το ΧΥΤ.

***Για τα πρόσθετα υλικά του απαιτούνται (πράσινα, κλαδιά, πριονιθιά), δεν συνυπολογίζεται επιπλέον δαπάνη για την προμήθεια ή/και τη μεταφορά τους μέχρι τη μονάδα κομποροποίησης.

Γίνακας 3.8: Ανάλυση κόστους επεξεργασίας και διάθεσης λιύνς για δυναμικότητα 6.000 τόνων εποισίων

Εισερχόμενη λιύνς προς επεξεργασία (t/yr)	ΚΩΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ	ΑΣΒΕΣΤΟΠΟΙΗΣΗ	ΗΛΙΑΚΗ ΞΗΡΑΝΣΗ	ΘΕΡΜΙΚΗ ΞΗΡΑΝΣΗ	ΘΕΡΜ.ΞΗΡ.ΠΥΡΟΛΥΣΗ
				6.000	
Τελικό προϊόν προς αξιοποίηση ή διάθεση σε ΧΥΤ (t/yr)	7.380	5.700	1.800	1.500	1.200
Δαπάνες Επεξεργασίας					
Προσωπικό	80.000	40.000	40.000	80.000	100.000
Συντήρηση	20.000	5.000	40.000	50.000	80.000
Ασφόλεσαι λοπές αμοιβές	7.250	1.500	1.500	10.000	20.000
Καπανάλωση ενεργειακή	32.000	12.000	10.000	360.000	30.000
Καύσιμα οχημάτων	20.000	20.000	2.000	0	0
Διοικητικά έξοδα	10.000	10.000	10.000	20.000	30.000
Περιβαλλοντική παρακολούθηση	10.000	5.000	2.500	5.000	15.000
Χημικά	0	120.000	0	0	0
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ (€/έτος)	179.250	213.500	106.000	525.000	275.000
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ (€/tn)	30	36	18	88	46
Δαπάνες διάθεσης τελικού προϊόντος σε ΧΥΤ (με τη δαπάνη μεταφοράς από τη μονάδα επεξεργασίας σε ΧΥΤ)					
ΚΟΣΤΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ (€/έτος)	295.200	228.000	72.000	60.000	48.000
ΚΟΣΤΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ (€/tn)			40		
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ & ΔΙΑΘΕΣΗΣ (€/έτος)	474.450	441.500	178.000	585.000	323.000
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ & ΔΙΑΘΕΣΗΣ (€/tn)	79	74	30	98	64

Συγκρίνοντας τα παραπάνω κόστη επένδυσης και λειτουργίας, διαπιστώνει κανείς ότι η ασβεστοποίηση προβάλλει ως η πιο συμφέρουσα λύση. Ωστόσο, πρόκειται για λύση βραχυπρόθεσμη, η οποία δε λύνει ουσιαστικά το πρόβλημα διάθεσης της ιλύος. Τα χαρακτηριστικά που αποδίδονται στο τελικό ασβεστοποιημένο προϊόν σε διάφορες ερευνητικές εκθέσεις, δηλαδή χαρακτηριστικά χώματος και μηδαμινή εκπλυσιμότητα μετάλλων λόγω του υψηλού pH, ισχύουν στην περίπτωση υψηλών δόσεων Ca(OH)₂ ή στην ασβεστοποίηση με CaO, οπότε και το τελικό προϊόν είναι επαρκώς σταθεροποιημένο και με κατάλληλες μηχανικές ιδιότητες ώστε να χρησιμοποιηθεί στο XYTA σαν υλικό επικάλυψης. Ωστόσο στην περίπτωση αυτή το λειτουργικό κόστος λόγω της υψηλής δοσολογίας χημικών μπορεί να ανέλθει μέχρι και τα 100€/τόνο. Επίσης στην περίπτωση αυτή υπάρχει έκλυση σημαντικής ποσότητας αμμανίας και τέλος το τελικό προϊόν είναι αυξημένο σε όγκο κατά 70% (για δόσεις ~30%).

Στην περίπτωση των συνηθισμένων δόσεων (6-10%) το τελικό προϊόν είναι επαρκώς σταθεροποιημένο και υγειονοποιημένο στην περίπτωση που διατηρηθεί το pH του πάνω από 12 για 12 – 24 ώρες. Ωστόσο και πάλι δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υλικό επικάλυψης σε XYTA καθώς οι μηχανικές του ιδιότητες δεν είναι ικανοποιητικές ενώ ο πιο οικολογικά ορθός τρόπος διάθεσής του, δηλαδή η εδαφική χρήση δε μπορεί εύκολα να εφαρμοστεί στην Ελλάδα. Έτσι η ασβεστοποίηση μπορεί να εφαρμοστεί μόνο ως μεσοπρόθεσμη λύση μέχρι την κατασκευή της εγκατάστασης επεξεργασίας της ιλύος εφόσον είναι λύση που μπορεί να κατασκευαστεί γρήγορα και με μικρό κόστος.

Για την κομποστοποίηση υπάρχει το πρόβλημα της αύξησης του τελικού προϊόντος. Παρόλο που το παραγόμενο compost είναι καλής λιπασματικής αξίας, δεν έχει εμπορική αξία στον ελλαδικό χώρο και άρα δε μπορεί εύκολα να διατεθεί. Ταυτόχρονα για τη διεργασία της κομποστοποίησης υπάρχει και το πρόβλημα της εύρεσης μεγάλων ποσοτήτων κατάλληλου υποστρώματος (πράσινα, κλαδιά, πριονίδια) για την επιτυχή διεξαγωγή της.

Η ηλιακή ξήρανση έχει μικρό κόστος επένδυσης καθώς και λειτουργικό κόστος. Επίσης αποτελεί περιβαλλοντικώς ορθή λύση εφόσον εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια και άρα είναι μέθοδος πολύ χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης. Πρόκειται για μέθοδο με ευρύτατη εφαρμογή κυρίως στη Γερμανία, τη Γαλλία, Αυστρία, Ολλανδία, Ισπανία καθώς και στις ΗΠΑ. Επίσης, πρόκειται για μέθοδο εξαιρετικά απλή στην εφαρμογή της και εύκολα επεκτάσιμη. Τέλος, οδηγεί σε σημαντική μείωση του όγκου του τελικού προϊόντος κατά 70%, το οποίο μπορεί να διατεθεί α) ως

εδαφοβελτιωτικό εφαρμόζοντας κατάλληλο πρόγραμμα περιβαλλοντικής παρακολούθησης, β) να αξιοποιηθεί ως καύσιμο σε επακόλουθη μονάδα ενεργειακής αξιοποίησης ή να πωληθεί σε άλλες μονάδες καύσης και γ) να διατεθεί σε XYT, εφόσον είναι σταθεροποιημένο και υγειονοποιημένο και έχει καλές μηχανικές ιδιότητες. Είναι μέθοδος εκτατική γεγονός ωστόσο που δεν αποτελεί πρόβλημα στην περίπτωση της ΕΕΛ Βέροιας.

Η λύση της θερμικής ξήρανσης δεν πληροί το κριτήριο του χαμηλού λειτουργικού κόστους καθώς είναι τεχνολογία υψηλής ενεργειακής κατανάλωσης. Αξίζει ωστόσο να σημειωθεί η μείωση του λειτουργικού κόστους της μετά το συνδυασμό της με κατάλληλη μέθοδο ενεργειακής αξιοποίησης που όμως παραμένει και πάλι υψηλότερο από αυτό της ηλιακής ξήρανσης. Η μείωση αυτή είναι απόρροια του ενεργειακού πλεονάσματος που προκύπτει από το ισοζύγιο ενέργειας μετά την καύση του συνθετικού αερίου.

Συμπερασματικά, η ηλιακή ξήρανση προβάλλει πλέον ως η πιο συμφέρουσα λύση. Η λύση της θερμικής ξήρανσης δεν πληροί το κριτήριο του χαμηλού λειτουργικού κόστους καθώς είναι τεχνολογία υψηλής ενεργειακής κατανάλωσης. Αξίζει ωστόσο να σημειωθεί η μείωση του λειτουργικού κόστους της μετά το συνδυασμό της με κατάλληλη μέθοδο ενεργειακής αξιοποίησης που όμως παραμένει και πάλι υψηλότερο από αυτό της ηλιακής ξήρανσης. Η μείωση αυτή είναι απόρροια του ενεργειακού πλεονάσματος που προκύπτει από το ισοζύγιο ενέργειας μετά την καύση του συνθετικού αερίου.

Το βέλτιστο βέβαια είναι η ηλιακή ξήρανση να συνδυαστεί με την ενεργειακή αξιοποίηση της ξηραμένης ιλύος με τη μέθοδο της αεριοποίησης.



3.5 Στοιχεία σχεδιασμού μονάδας επεξεργασίας ιλύος στην ΕΕΛ Βέροιας

3.5.1 Ποσότητες εισερχόμενης ιλύος

Με βάση επίσημες βιβλιογραφικές πηγές για την παραγωγή ιλύος από ΕΕΛ με το σύστημα της ενεργού ιλύος, ισχύει ότι:

➤ Από Mecalf and Eddy (2003, MGraw-Hill) δίνονται:

- Ενεργός ιλύς (απορριπτόμενα βιοστερεά): 70-100 Kg ds / 1.000 m³ λυμάτων που επεξεργάζεται η ΕΕΛ.
- Παρατεταμένος αερισμός (απορριπτόμενα βιοστερεά): 80-120 Kg ds / 1.000 m³ λυμάτων που επεξεργάζεται η ΕΕΛ.

➤ Από στοιχεία της Eurostat (2005) δίνονται:

- Μέσος όρος ΕΕ = 23.3 Kg ds ανά ισοδύναμο κάτοικο και έτος
- Μέσος όρος Ελλάδα = 10.5 Kg ds ανά ισοδύναμο κάτοικο και έτος

➤ Στην δημοσιευμένη εργασία των Καραγιαννίδη Α., κ.α. «Αξιολόγηση μεθόδων Επεξεργασίας Βιολογικής Ιλύος από Μονάδες Επεξεργασίας Αστικών και Βιομηχανικών Λυμάτων με Έμφαση στην Ενεργειακή της Αξιοποίηση», Συνέδριο ΕΕΔΣΑ, 2009, δίνονται:

- Μέση παραγωγή υγρής ιλύος από 37 ΕΕΛ της χώρας με δευτεροβάθμια επεξεργασία, ίση με 7.500 tn/yr για 100.000 Ι.Κ. ή
- Μέση παραγωγή ξηρής ιλύος από 37 ΕΕΛ της χώρας με δευτεροβάθμια επεξεργασία, ίση με 16 kg/yr ανά Ι.Κ.

Στη σημερινή κατάσταση η ΕΕΛ Βέροιας με εξυπηρετούμενο πληθυσμό περί τους 45.000 Ι.Κ. και εισερχόμενα λύματα περί τα 9.500 m³/ημέρα, έχει μία εκτιμώμενη παραγωγή ιλύος περί τους 3.200 tn/έτος.

Θεωρείται δηλαδή ότι η ασφαλής προσέγγιση αναφορικά με την παραγόμενη αφυδατωμένη ιλύ (μετά τις τανιοφιλτρόπρεσσες) από την ΕΕΛ είναι αυτή των 7.500 tn/yr για 100.000 Ι.Κ. (Καραγιαννίδης κ.α., 2009), έχοντας μια μέση υγρασία της τάξης του 85-80%.

Για την ΕΕΛ Βέροιας υπολογίζεται ότι με τις επικείμενες συνδέσεις δικτύων αποχέτευσης οικισμών όπως Μακροχωρίου, Πατρίδας κλπ την επόμενη 2ετία, ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός θα είναι περί τους 60.000 Ι.Κ. και η εισερχόμενη παροχή λυμάτων περί τα 12.500 m³/ημέρα. Στην περίπτωση αυτή η παραγωγή

ιλύος θα είναι περί τους 4.500 tn/έτος, δηλαδή περίπου 18 tn για καθεμιά από τις περίπου 250 ημέρες εργασίας της μονάδας αφυδάτωσης με τις 2 ταινιοφιλτρόπρεσσες.

Στη μονάδα επεξεργασίας όμως που σχεδιάζεται προβλέπεται να καταλήγουν και οι ιλύς από τις άλλες ΕΕΛ της ΔΕΥΑ Βέροιας (εντός του Δήμου Βέροιας), καθώς και πιθανώς κάποιες ποσότητες από ιλύς από τις τοπικές βιομηχανίες μεταποίησης φρούτων (κομποστάδικα), λάσπες σηππικών δεξαμενών ή και ιλύς από ΕΕΛ όμορων Δήμων (μέχρι να δρομολογηθούν και εκεί έργα ξήρανσης ιλύος)

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται ο Ισοδύναμος Πληθυσμός (Ι.Π.) καθεμιάς από τις ΕΕΛ του Δήμου Βέροιας που σχεδιαζέται ή έχει δρομολογηθεί να κατασκευαστούν.

Πίνακας 3.9: ΕΕΛ Δήμου Βέροιας με τον εχυπηρετούμενο ισοδύναμο πληθυσμό

ΕΕΛ	Εξυπηρετούμενος Ι.Π.	
	2012	20ετίας
ΒΕΡΟΙΑΣ	60.000	80.000
ΚΑΤΩ ΒΕΡΜΙΟΥ (ΣΕΛΙΟΥ)	1.500	2.000
ΒΕΡΓΙΝΑΣ-ΠΑΛΑΤΙΤΣΙΩΝ-ΠΡΟΔΡΟΜΟΥ	2.500	3.000
ΑΓ.ΓΕΩΡΓΙΟΥ-ΑΓ.ΜΑΡΙΝΑΣ-ΤΡΙΛΟΦΟΥ	3.000	4.000
ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ	600	1.000
ΣΥΚΙΑΣ	400	550
ΛΟΙΠΩΝ ΟΙΚΙΣΜΩΝ (στη Δ.Ε. Μακεδονίδος)	0	3.000

Στην παρούσα φάση η ΔΕΥΑΒ λειτουργεί την ΕΕΛ Βέροιας και έχει κατασκευάσει την ΕΕΛ Σελίου (με την ολοκλήρωση του δικτύου αποχέτευσης θα λειτουργήσει), ενώ έχει δρομολογήσει την κατασκευή τριών (3) νέων ΕΕΛ:

- α. στη Δ.Ε. Βεργίνας για τους οικισμούς Βεργίνας-Παλατιτσίων-Προδρόμου,
- β. στη Δ.Ε. Διοβρά για τους οικισμούς Αγ.Γεωργίου-Αγ.Μαρίνας-Τριλόφου
- γ. του οικισμού Καστανιάς της Δ.Ε. Βέροιας και
- δ. του οικισμού Συκιάς της Δ.Ε. Βεργίνας.

Μελλοντικά, προβλέπεται να κατασκευαστούν ακόμη μία ή δύο ΕΕΛ στη Δ.Ε. Μακεδονίδος.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η εκτιμώμενη παραγωγή της λάσπης (tn/y), της κάθε ΕΕΛ, καθώς και οι ποσότητες ιλύος από τις τοπικές βιομηχανίες μεταποίησης φρούτων (παραγωγή κομπόστας), λάσπες από σηππικές δεξαμενές

άλλων επιχειρήσεων ή ακόμη και ιλύς από ΕΕΛ όμορων Δήμων, που δύναται να καταλήγουν στην μονάδα ηλιακής ξήρανσης.

Πίνακας 3.10: Παραγωγή ιλύος από τις ΕΕΛ Δήμου Βέροιας προς επεξεργασία στην μονάδα ηλιακής ξήρανσης

ΕΕΛ	Παραγωγή Ιλύος (τόνοι/έτος)	
	2012	20ετίας
ΒΕΡΟΙΑΣ	4.500	6.000
ΚΑΤΩ ΒΕΡΜΙΟΥ (ΣΕΛΙΟΥ)	90	150
ΒΕΡΓΙΝΑΣ-ΠΑΛΑΤΙΣΙΩΝ-ΠΡΟΔΡΟΜΟΥ	130	210
ΣΥΚΙΑΣ	20	30
ΑΓ.ΓΕΩΡΓΙΟΥ-ΑΓ.ΜΑΡΙΝΑΣ-ΤΡΙΔΟΦΟΥ	190	300
ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ	40	65
ΣΥΚΙΑΣ	30	45
ΛΟΙΠΩΝ ΟΙΚΙΣΜΩΝ *	0	200
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΩΝ ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗΣ ΦΡΟΥΤΩΝ ή ΕΕΛ ΟΜΟΡΩΝ ΔΗΜΩΝ	1.000	2.500
ΣΥΝΟΛΟ	6.000	9.500

Από τις παραπάνω ποσότητες προκύπτει ότι η ποσότητα της αφυδατωμένης ιλύος που θα παράγεται από τις ΕΕΛ του Δήμου Βέροιας θα είναι, βάσει των δρομολογημένων έργων περί τους 6.000 τόνοι ετησίως όταν ολοκληρωθεί το σύνολο των έργων ΕΕΛ, ενώ με προοπτική 20ετίας περί τους 9.500 τόνους ετησίως.

3.5.2 Είδος εισερχόμενης ιλύος

Το είδος των ιλύων με κωδικούς ΕΚΑ που θα καταλήγει προς επεξεργασία/ξήρανση στην εγκατάσταση παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 3.11: Κατηγορίες ιλύος κατά ΕΚΑ αποδεκτή προς επεξεργασία στην μονάδα ηλιακής ξήρανσης

Κωδικός ΕΚΑ	Είδος αποβλήτων
19 08 05	λάσπες από την επεξεργασία αστικών λυμάτων
20 03 04	λάσπη σηπτικής δεξαμενής
19 08 12	λάσπες από την βιολογική κατεργασία βιομηχανικών υδάτων
19 08 14	λάσπες από άλλη κατεργασία κατεργασία βιομηχανικών υδάτων εκτός του σημείου 19 08 13

02 02 04	
02 03 05	
02 04 03	
02 05 02	
02 06 03	
02 07 05	

λάσπες από επιτόπου επεξεργασία
υγρών εκροής

3.5.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά εισερχόμενης ιλύος

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ιλύος της ΕΕΛ Βέροιας, σύμφωνα με στοιχεία της ΔΕΥΑΒ, φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3.12: Ποιοτικά χαρακτηριστικά ιλύος της ΕΕΛ Δήμου Βέροιας προς επεξεργασία στην μονάδα ηλιακής ξήρανσης

Παράμετρος	Μονάδες	Τιμή	Όριο (Οδηγία 86/278/ΕΕC)	Όριο (Προσχέδιο νέας Οδηγίας)
pH		7,8		
Αγωγιμότητα	mS/cm	8,88		
Ανθρακικό ασβέστιο	% ξ.ο.	4,3		
Οργανική ουσία	% ξ.ο.	66,1		
Ολικός άνθρακας	% ξ.ο.	33		
Λόγος άνθρακα/ αζώτου		7,5		
Νιτρικά	mg/kg ξ.ο.	4.261		
Αμμωνιακά	mg/kg ξ.ο.	9.540		
Ολικό άζωτο	mg/kg ξ.ο.	35.711		
Φωσφορικά	mg/kg ξ.ο.	59.758		
Ασβέστιο	mg/kg ξ.ο.	53.500		
Μαγνήσιο	mg/kg ξ.ο.	6.500		
Κάλιο	mg/kg ξ.ο.	3.000		
Νάτριο	mg/kg ξ.ο.	1.500		
Σιδηρος	mg/kg ξ.ο.	6.550		
Χαλκός	mg/kg ξ.ο.	153	1.000-1.750	1.000
Μαγγάνιο	mg/kg ξ.ο.	168		
Ψευδάργυρος	mg/kg ξ.ο.	913	2.500-4.000	2.500
Βόριο	mg/kg ξ.ο.	23,5		
Μόλυβδος	mg/kg ξ.ο.	68,6	750-1.200	750
Κάδμιο	mg/kg ξ.ο.	1,3	20-40	10
Νικέλιο	mg/kg ξ.ο.	4,2	300-400	300
Κοβάλτιο	mg/kg ξ.ο.	3,2		
Χρώμιο	mg/kg ξ.ο.	68,4		1.000
Αρσενικό	mg/kg ξ.ο.	252		
Υδράργυρος	mg/kg ξ.ο.	2,7	16-25	10

Από τον πίνακα μπορεί να διαπιστώσει κανείς ότι δεν τίθενται περιορισμοί σχετικά με την επεξεργασία και επαναχρησιμοποίηση της παραγόμενης ιλύος, εφόσον καμία



μέθοδος επεξεργασίας της και ειδικά η μέθοδος της ηλιακής ξήρανσης, δε θα μπορούσε να μεταβάλλει τις συγκεντρώσεις των μετάλλων.

3.6 Περιγραφή Μονάδας Επεξεργασίας Ιλύος με τη μέθοδο της Ηλιακής Ξήρανσης

3.6.1 Γενικά στοιχεία

Η ηλιακή ξήρανση βάσει της εξέτασης και αξιολόγησης των εναλλακτικών σεναρίων παρουσιάζεται ως η βέλτιστη μέθοδος επεξεργασίας της ιλύος των ΕΕΛ του Δήμου Βέροιας.

Όπως προαναφέρθηκε, η ηλιακή ξήρανση βασίζεται στην επαφή, κάτω από ένα θερμοκήπιο, του αέρα που συνεχώς ανανεώνεται και της ιλύος που είναι διαστρωμένη σε μια πλάκα από μπετόν και αναδεύεται μηχανικά. Η ιλύς θερμαίνεται μέχρι τη θερμοκρασία που επιτυγχάνεται μέσα στο θερμοκήπιο και η ξήρανσή της επιτυγχάνεται μέσω της εξάτμισης του νερού στην επιφάνειά της. Ο αέρας είναι ο φορέας απομάκρυνσης του νερού και καθώς αναθερμαίνεται με την είσοδο του στο θερμοκήπιο αποκτά μεγάλη δυναμικότητα προσρόφησης νερού, διευκολύνοντας έτσι τη μεταφορά του τελευταίου καθώς εξατμίζεται.

Κρίσιμοι παράμετροι για το σχεδιασμό του συστήματος ηλιακής ξήρανσης είναι η ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία στον ελλαδικό χώρο.

Τα δεδομένα σχεδιασμού για τη διαστασιολόγηση των θερμοκηπίων της ιλύος συνοψίζονται και στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 3.13: Δεδομένα σχεδιασμού για τη διαστασιολόγηση των θερμοκηπίων ιλύος

	% TS	Ετήσια παραγωγή ιλύος (tn)
Υφιστάμενη κατάσταση	18	6.000
Μελλοντική επέκταση	18	9.500

Αξίζει να επισημανθεί ότι η αφυδατωμένη ιλύς από τις ταινιοφιλτρόπρεσσες της ΕΕΛ Βέροιας, που θα εισέρχεται στην μονάδα ηλιακής ξήρανσης, θα έχει όμοια χαρακτηριστικά:

- είτε προέρχεται από ένα καθεστώς λειτουργίας της ΕΕΛ όπως το σημερινό δηλαδή με το σύστημα της ενεργού ιλύος παρατεταμένου αερισμού,
- είτε προέρχεται από ένα καθεστώς λειτουργίας της ΕΕΛ όπως αυτή έχει κατασκευαστεί αρχικώς με συμβατικό σύστημα ενεργού ιλύος, που περιλαμβάνει

επιπλέον πρωτοβάθμια καθίζηση και αναερόβια χώνευση της ιλύος από τις δεξαμενές πρωτοβάθμιας και δετευροβάθμιας καθίζησης.

Η απώλεια μάζας εξαιτίας της χώνευσης των πτητικών οργανικών στερεών κατά την αναερόβια χώνευση και την παραγωγή βιοαερίου δεν είναι ιδιαιτερώς μεγάλη και για λόγους ασφαλείας των υπολογισμών δεν συνυπολογίζεται.

Οι σημαντικότερες διαφορές των ηλιακών ξηραντηρίων επικεντρώνονται στον τρόπο φόρτωσης και εκφόρτωσης της ιλύος καθώς και στο σύστημα ανάδευσης της αφυδατωμένης ιλύος. Για την περίπτωση της διαχείρισης της ιλύος που παράγεται από την εγκατάσταση της ΕΕΛ Βέροιας προτείνεται σύστημα ασυνεχούς ροής για τους κάτωθι λόγους:

- Πρόκειται για τεχνολογία στιβαρή μικρής ευαισθησίας στην περιεχόμενη υγρασία της ιλύος και το ποσοστό σταθεροποίησης.
- Απλή τεχνολογία με χαμηλές απαιτήσεις συντήρησης.
- Ο αριθμός των μηχανημάτων που έρχονται σε επαφή με την ιλύ είναι περιορισμένα στον ελάχιστο αριθμό.
- Η φόρτωση και εκφόρτωση των θερμοκηπίων γίνεται με φορτωτή και είναι γρήγορη, ασφαλής και με ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης.
- Απόλυτα αξιόπιστη τεχνολογία, η οποία λειτουργεί αδιάλειπτα. Αυτός είναι και ο κύριος λόγος που οι μεγάλες εγκαταστάσεις επεξεργασίας ιλύος λειτουργούν με αυτόν τον τρόπο.
- Χαμηλό κόστος επένδυσης για την ανάδευση και τη διαχείριση της ιλύος.
- Τα ασυνεχή συστήματα παρουσιάζουν εν γένει υψηλότερο βαθμό απόδοσης ανά επιφάνεια από τα συνεχή και καλύτερο έλεγχο των οσμών καθώς ο αλγόριθμος ελέγχου μπορεί βέλτιστα να προσαρμοστεί στο (ομοιογενές) ποσοστό ολικών στερεών της ιλύος σε κάθε θάλαμο ξήρανσης. Σε αντίθεση στα συνεχή συστήματα μέσα στους θαλάμους ξήρανσης υπάρχει πάντα ιλύς με υψηλό ποσοστό υγρασίας στην είσοδο και ξηραμένη ιλύς στην έξοδο του ξηραντηρίου.

3.6.2 Τεχνική περιγραφή

Η ιλύς από τις ΕΕΛ, εκτός αυτής που παράγεται από την ΕΕΛ Βέροιας, θα προσέρχεται με φορτηγά στην εγκατάσταση για επεξεργασία, θα εκφορτώνεται σε κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο υποδοχής. Ο χώρος αυτός θα είναι κλειστός και θα

βρίσκεται σε συνθήκες υποπίεσης, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι εκλύσεις οσμών στην ατμόσφαιρα κατά την διάρκεια της εκφόρτωσης.

Για την ηλιακή ξήρανση της αφυδατωμένης ιλύος που παράγεται από τις ΕΕΛ Δήμου Βέροιας κατά την α' φάση του σχεδιασμού που περιλαμβάνει επεξεργασία:

- ποσότητας 6.000 τόνων ετησίως
- με συγκέντρωση ολικών στερεών κατά μέσο όρο 18% ή για ασφάλεια τουλάχιστον 15%.

απαιτούνται:

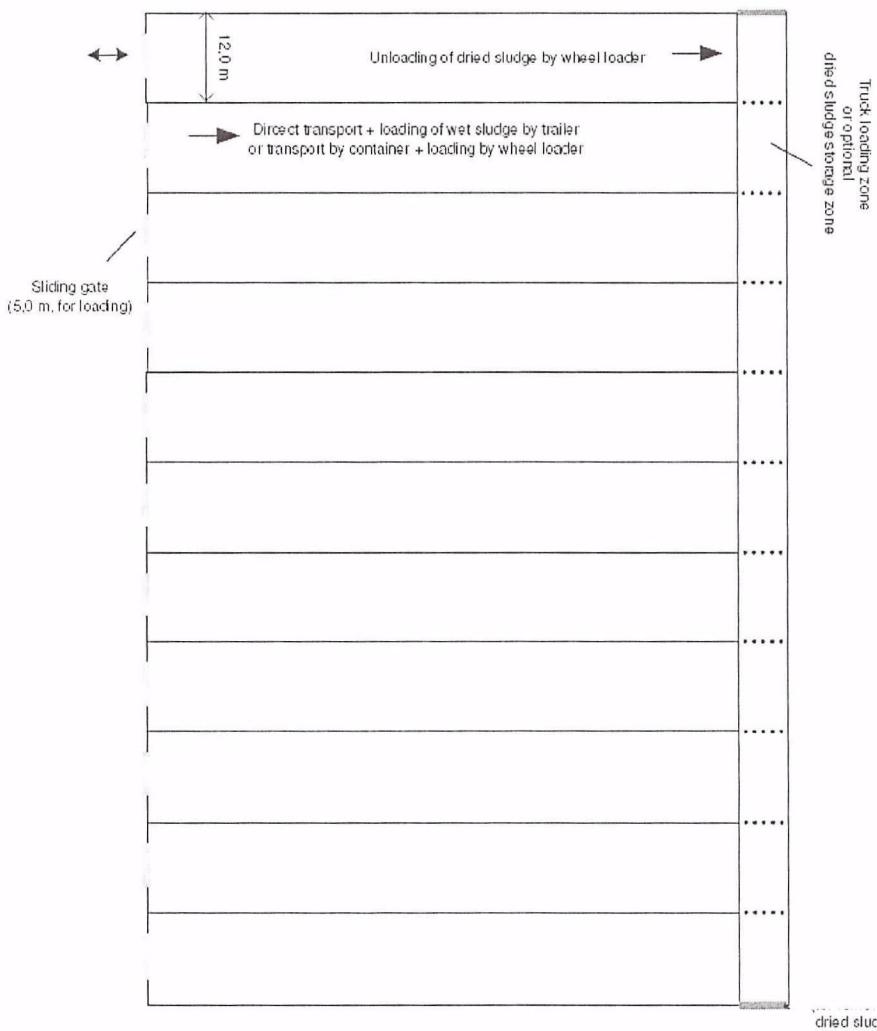
- 5 θερμοκήπια ίσων διαστάσεων
- συνολικής επιφάνειας 6 στρεμμάτων.

Το τελικό προϊόν υπολογίζεται:

- σε ποσότητα 1.800 έως 2.000 τόνων ετησίως
- με μέση συγκέντρωση ολικών στερεών 70% (ελάχιστη 60%, μέγιστη 90%).

Για τις ποσότητες της β' φάσης θα απαιτηθεί η κατασκευή ακόμη 3 θερμοκηπίων.

Στον παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται ενδεικτικώς η κάτοψη ενός θερμοκηπίου ηλιακής ξήρανσης ιλύος.



Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται συνοπτικά η διαστασιολόγηση της εγκατάστασης:



Πίνακας 3.14: Διαστασιολόγηση εγκατάστασης επεξεργασίας ιλύος

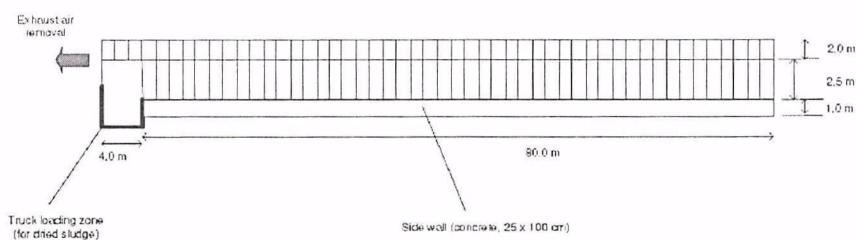
Μάζα εισερχόμενης ιλύος	6.000 τόνοι ετησίως
Ποσοστό στερεών εισερχόμενης	18%
Μάζα ξηραμένης ιλύς	1.800-2.000 τόνοι ετησίως
Ποσοστό στερεών ξηραμένης ιλύος	μ.ο. 70% (min 60% και max 90%)
Συνολική επιφάνεια ξήρανσης (m^2)	4.864
Αριθμός θερμοκηπίων	5
Ενδεικτικό Μήκος θερμοκηπίου (m)	76
Ενδεικτικό Πλάτος θερμοκηπίου	12,8
Ενδεικτικό Ύψος (m)	5

Κάθε θερμοκήπιο θα είναι συνολικής επιφάνειας περίπου ενός στρέμματος στηριζόμενη σε σκελετό από ανοξείδωτο ατσάλι κατά DIN 1044, συμπεριλαμβανομένων των δοκών στήριξης, των πλαισίων για τους ανεμιστήρες, τα πτερύγια εξαερισμού (flaps), τις θύρες εισόδου και εξόδου, τα συστήματα καλωδιώσεων και τα αισθητήρια όργανα. Η μεταλλική κατασκευή θα είναι σχεδιασμένη να αντέχει φορτία ανέμου μέχρι 810 N/m^2 και χιονόπτωσης μέχρι 250 N/m^2 . Το σύστημα των μεταλλικών κατασκευών του σκελετού του κελίου θα στηρίζεται σε κατασκευή στηθαίου από οπλισμένο σκυρόδεμα ύψους υπέργειου 1 m και πλάτους 25 cm (καθαρό). Το δάπεδο θα εξυγιανθεί χωματουργικά και καλύπτεται από τσιμέντο οπλισμένο.

Η είσοδος στα θερμοκήπια θα γίνεται από συρόμενη διπλή θύρα συνολικού πλάτους και ύψους κατάλληλου ώστε να μπορεί να κινείται ασφαλώς ο φορτωτής που θα φορτώνει και εκφορτώνει την ιλύ. Τα θερμοκήπια θα είναι τελείως κλειστά, με κατάλληλο σχεδιασμό ασφαλείας ώστε να αποτρέπεται η ανεπιθύμητη είσοδος ανθρώπων ή ζώων. Επιπλέον, θα προβλεφθεί η ύπαρξη συστήματος αυτοματισμού το οποίο θα διακόπτει την λειτουργία του μηχανισμού ανάδευσης στην περίπτωση που η θύρα πρόσβασης είναι ανοικτή.

Η μεταλλική κατασκευή θα καλύπτεται είτε από κάλυμμα πολυμερούς είτε από γυαλί, με υψηλό ρυθμό διαπερατότητας, αντοχή στην υπεριώδη ακτινοβολία και χρόνο ζωής. Το κάλυμμα πολυμερούς αποτελείται από πολυστρωματικό συνθετικό υλικό με χρόνο ζωής πάνω από 10 χρόνια (εκτός μηχανικών καταπονήσεων – θραύσεων). Εναλλακτικά καλύμματα είναι το γυαλί ασφαλείας που είναι η υψηλότερης ποιότητας επιλογή και η καταλληλότερη για τόσο υψηλά φορτία ανέμου. Πρόκειται για υλικό

απολύτως ανθεκτικό στην υπεριώδη ακτινοβολία και με χρόνο ζωής μεγαλύτερο από 30 χρόνια. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται τομή ενός θερμοκηπίου:



Η είσοδος στα θερμοκήπια θα γίνεται από συρόμενη διπλή θύρα συνολικού πλάτους.

Το σύστημα εξαερισμού κάθε θερμοκηπίου είναι χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης και θορύβου και αποτελείται από σύστημα καλωδίωσης για τα πτερύγια εξαερισμού, τα οποία κινούνται από τριφασικούς κινητήρες και από ανεμιστήρες στο πίσω άκρο του θαλάμου με σύστημα ελέγχου της ταχύτητάς τους. Σε κάθε θάλαμο θα εγκατασταθεί επίσης σύστημα οροφής, που προσαρμόζει την ταχύτητα του αέρα στην επιφάνεια της ιλύος ώστε να είναι βέλτιστη αναλόγως του επιθυμητού ρυθμού ξήρανσης και της περιεχόμενης υγρασίας. Για λόγους ασφαλείας, η ελάχιστη δυναμικότητα των ανεμιστήρων εξαερισμού θα πρέπει να είναι $100.000 \text{ m}^3/\text{h}$ ανά θερμοκήπιο.

Οι εκπομπές οσμών σχετίζονται με τις παρακάτω λειτουργικές παραμέτρους του θερμοκηπίου

- Συχνότητα ανάμιξης της ιλύος
- Ταχύτητα του αέρα στην επιφάνεια της ιλύος
- Εναλλαγή αέρα του θαλάμου
- Θερμοκρασία και σχετική υγρασία στο θάλαμο σε σχέση με τις εξωτερικές συνθήκες

Επίσης, η αξιόπιστη ανάδευση και αερισμός της ιλύος μέσα στα θερμοκήπια είναι κρίσιμοι παράγοντες για την αύξηση της ταχύτητας ξήρανσης, την αποτελεσματική ομοιγενοποίηση και την πρόληψη του σχηματισμού αναερόβιων ζωνών που θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην ανάπτυξη δυσάρεστων οσμών. Η ανάδευση στα θερμοκήπια μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, όπως ρομπότ, κινούμενο όχημα ή μηχανισμό που είναι στερεωμένος στα τοιχία του θερμοκηπίου και ο οποίος καθώς



κινείται παράλληλα στο θερμοκήπιο ταυτόχρονα περιστρέφεται αναδεύοντας τη λάσπη.

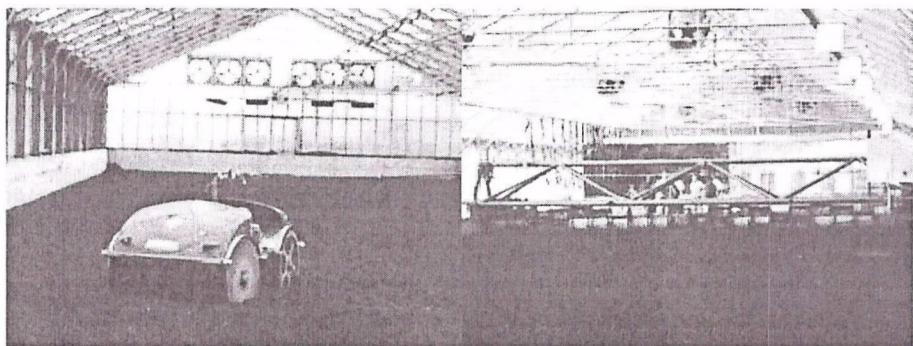
Όλα τα μεταλλικά μέρη του συστήματος ανάδευσης πρέπει να είναι από ανοξείδωτο ατσάλι ενώ όλα τα υπόλοιπα υλικά πρέπει να μην υπόκεινται σε διάβρωση. Για συντήρηση και επισκευές, πρέπει να δίνεται η δυνατότητα απομάκρυνσης του μηχανισμού ανάδευσης εύκολα και γρήγορα από το θάλαμο.

Επειδή τα χαρακτηριστικά της ιλύος μεταβάλλονται σημαντικά κατά την ξήρανση, στο εσωτερικό των θερμοκηπίων υπάρχουν αισθητήρες που καταγράφουν τις παραμέτρους παρακολούθησης στο εσωτερικό και στο εξωτερικό τους και ρυθμίζουν την ταχύτητα του αέρα στην επιφάνεια της ιλύος μέσω των ανεμιστήρων που υπάρχουν μέσα στα θερμοκήπια. Το κεντρικό σύστημα ελέγχου του θερμοκηπίου ρυθμίζει τα διάφορα αισθητήρια όργανα που μετρούν συνεχώς τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία, την ηλιακή ακτινοβολία, την ταχύτητα του ανέμου και την υγρασία της ιλύος. Το λογισμικό ελέγχου υπολογίζει αυτομάτως τις βέλτιστες συνθήκες της διεργασίας ξήρανσης της ιλύος και παρακολουθεί συνεχώς και ρυθμίζει όταν κρίνεται αναγκαίο το σύστημα εξαερισμού και το σύστημα ανάδευσης. Σύστημα ασφαλείας σταματά το σύστημα ανάδευσης όταν ανοίξουν οι θύρες του θερμοκηπίου. Θα υπάρχει τέλος και ο πίνακας ισχύος για τους ανεμιστήρες, τα πτερύγια εξαερισμού και τους λοιπούς καταναλωτές, με πλήρη συνδεσμολογία, ασφάλειες ισχύος και θερμοκρασίας, ενδείξεις λειτουργίας.

Στο τέλος κάθε κύκλου ξήρανσης η απομάκρυνση της ιλύος από τα θερμοκήπια θα γίνεται με φόρτωσή της με τη βοήθεια φορτωτή. Κατά συνέπεια θα πρέπει να προβλεφθεί κατάλληλα διαμορφωμένος κλειστός χώρος για τη διευκόλυνση των εργασιών φόρτωσης της ξηραμένης ιλύος στο φορτηγό.

Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται αντίστοιχης κατασκευής θερμοκήπια, ο χώρος εκφόρτωσης σε φορτηγά και διαφορετικοί τρόποι ανάδευσης.





Πριν από την έναρξη κατασκευής του έργου, θα γίνει ακριβής τοπογραφική αποτύπωση της περιοχής των έργων. Με βάση τα τοπογραφικά στοιχεία θα χαραχθούν στο έδαφος οι άξονες των έργων, οι οποίοι θα εξαρτηθούν και θα προσδιοριστούν οριζοντιογραφικά και υψομετρικά από τα τοπογραφικά στοιχεία, τριγωνομετρικά - πολυγωνικά της ευρύτερης περιοχής.

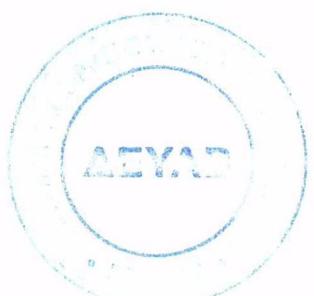
Στο χώρο που θα κατασκευαστούν οι εγκαταστάσεις και πριν την έναρξη των κυρίως εκσκαφών ή επιχώσεων θα γίνει καθαρισμός της περιοχής που περιλαμβάνει την απομάκρυνση τυχόν απορριμμάτων και μπαζών που υπάρχουν στο χώρο, την κοπή και εκρίζωση πάσης φύσεως θάμνων και δένδρων και γενικά την αφαίρεση της φυτικής γης.

Οι χωματισμοί που θα προκύψουν από τις εκσκαφές σε μεγάλο βάθος θα μεταφερθούν σε κατάλληλο χώρο ώστε α) να χρησιμοποιηθούν στις επιχώσεις του χώρου και β) θα δημιουργηθεί δανειοθάλαμος για την κάλυψη των αναγκών για υλικό επικάλυψης στη λειτουργία του ΧΥΤΑ.

Η τελική διαμόρφωση του χώρου θα περιλαμβάνει κατάλληλες διαμορφώσεις ώστε να επιτυγχάνεται άριστο οπτικό και αισθητικό αποτέλεσμα, άνετη πρόσβαση στο χώρο της εγκατάστασης, έργα οδοποιίας, έργα αντιπλημμυρικής προστασίας, περίφραξη της εγκατάστασης και θύρα εισόδου.

Όλα τα ανωτέρω θα αποτελέσουν καθοριστικό παράγοντα για την αρχιτεκτονική καλαισθησία της εγκατάστασης, την ευκολία προσαρμογής και ένταξης της στο ευρύτερο περιβάλλον καθώς και την ενίσχυση της ποιότητας του χώρου εργασίας των εργαζομένων στις εγκαταστάσεις.

Για την κάλυψη των μελλοντικών αναγκών της εγκατάστασης μπορούν να κατασκευαστούν 3 πρόσθετα θερμοκήπια ίσων διαστάσεων. Καθώς η ηλιακή



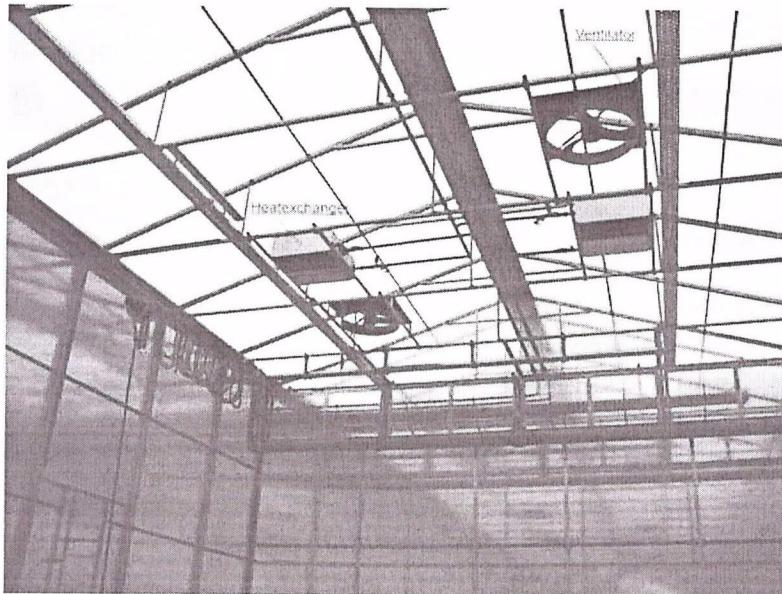
ξήρανση είναι αρθρωτή διεργασία, είναι εύκολη η επέκταση της εγκατάστασης εξασφαλίζοντας την απρόσκοπη λειτουργία της υφιστάμενης εγκατάστασης.

Εναλλακτική λύση για την κάλυψη των μελλοντικών αναγκών της εγκατάστασης η ηλιακή ξήρανση είναι η υποβοήθηση της από εξωτερική θερμότητα. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται ο χρόνος κάθε κύκλου ξήρανσης (βλ. λειτουργία) και έτσι αυξάνεται η δυναμικότητα της εγκατάστασης έτσι ώστε τα 5 θερμοκήπια να επαρκούν για την επεξεργασία 9.500 τόνων ετησίως.

Η εξωτερική θερμότητα θα παράγεται είτε από την καύση του βιοαερίου που θα παράγεται από τη μονάδα αναερόβιας χώνευσης ιλύος που υπάρχει στην ΕΕΛ και δεν λειτουργεί, είτε από την αεριοποίηση του τελικού προϊόντος της ηλιακής ξήρανσης.

Στην πρώτη περίπτωση θα χρησιμοποιείται λέβητας θερμού νερού που θα διοχετεύεται σε εναλλάκτες θερμότητας στην οροφή των θερμοκηπίων.

Στη δεύτερη περίπτωση η ξηραμένη ιλύς θα οδηγείται σε μονάδα θερμικής αξιοποίησης όπου ουσιαστικά μετατρέπεται σε στάχτη και συνθετικό αέριο. Από το παραγόμενο αέριο καταρχήν θα καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες της ίδιας της μονάδας θερμικής αξιοποίησης. Στη συνέχεια από το συνθετικό αέριο θα παράγεται η απαιτούμενη θερμότητα για την επιτάχυνση της διεργασίας της ξήρανσης στα θερμοκήπια, αυξάνοντας έτσι την απόδοση και άρα τη δυναμικότητα της εγκατάστασης.



3.6.3 Ισοζύγιο μάζας – Προγραμματισμός λειτουργίας

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι παράμετροι λειτουργίας του συστήματος, καθώς και η απόδοσή του.

Πίνακας 3.15: Παράμετροι λειτουργίας εγκατάστασης επεξεργασίας ιλύος

Παράμετρος λειτουργίας	Μονάδα	Τιμή
Ποσότητα	τόνοι/έτος	6.000
Ποσοστό στερεών εισερχόμενης ιλύος (%)	%	18
Ποσοστό στερεών ξηραμένης ιλύος (%)	%	70
Συνολική ποσότητα εισερχόμενης ιλύος	τόνοι/ημέρα εργασίας (5νθήμερο)	23
Ύψος ιλύος στα θερμοκήπια	cm	10
Συνολική ποσότητα ξηραμένης ιλύος	τόνοι/έτος	1.800
Απαγόμενη υγρασία	τόνοι/έτος	4.200
Κύκλοι ξήρανσης ανά θάλαμο	κύκλοι/έτος	24
Κύκλοι ξήρανσης συνολικά	κύκλοι/έτος	120

Για την επίτευξη του επιθυμητού ποσοστού ξήρανσης της ιλύος (μ.ο. 70%) απαιτείται παραμονή στο θερμοκήπιο για περίπου 15 ημέρες (ημερολογιακές). Συνεπώς σε κάθε θερμοκήπιο θα υλοποιούνται περί τους 24 κύκλους ξήρανσης ετησίως, ενώ συνολικά στα 5 θερμοκηπία θα υλοποιούνται 120 κύκλοι ξήρανσης ετησίως.

Για ύψος ιλύος εντός του θαλάμου ίσο με 10 cm, η χωρητικότητά του σε ιλύ θα είναι περίπου 100 m3. Συνυπολογίζοντας ότι το ειδικό βάρος της ιλύος είναι περίπου 1,2 t/m3, προκύπτει η πλήρωση ενός θαλάμου θα γίνεται:

Ποσότητα ιλύος ανά ημέρα εργασίας (5νθήμερο): 23 τόνοι ή περίπου 19 m3

Πλήρωση θαλάμου: σε 5 εργάσιμες ημέρες

Η αφυδατωμένη ιλύς θα μεταφέρεται στο χώρο της ηλιακής ξήρανσης καθημερινά, πέντε φορές την εβδομάδα και θα οδηγείται απευθείας στην άκρη του άδειου θαλάμου (έστω ο νούμερο 1), όπου θα απλώνεται με τη βοήθεια του συστήματος ανάδευσης. Με την πλήρωση του θαλάμου, αυτός κλείνει και αρχίζει ο κύκλος



ξήρανσης της ιλύος στο θερμοκήπιο 1, η οποία θα ολοκληρωθεί σε περίπου 15 μέρες. Στη συνέχεια η ιλύς οδηγείται στο θερμοκήπιο νούμερο 2 μέχρι να γεμίσει και η διαδικασία επαναλαμβάνεται για όλα τα θερμοκήπια μέχρι το 4ο ή 5ο μελλοντικά. Ουσιαστικά ο κύκλος ξήρανσης στο 1^ο θερμοκήπιο θα έχει ολοκληρωθεί, μόλις έχει ολοκληρωθεί η πλήρωση του 3^{ου} θερμοκήπιου. Ωστόσο θα την κάλυψη των αιχμών και ιδιαίτερα τις χειμερινές περιόδους όπου ο κύκλος ξήρανσης τους ψυχρούς μήνες θα είναι μεγαλύτερος των 15 ημερών, απαιτείται η κατασκευή των 5 θαλάμων ώστε να διασφαλιστεί η εύρυθμη λειτουργία της εγκαστάστασης.

Κατά τους θερινούς μήνες, εξαιτίας και των ευνοϊκών καιρικών συνθηκών (αυξημένη θρμοκρασία και ηλιοφάνεια), το ύψος της ιλύος σε κάθε θάλαμο μπορεί να φτάσει ακόμη και τα 15 cm, αυξάνοντας παράλληλα το ρυθμό αναμόχλευσής της. Με τον τρόπο αυτό η δυναμικότητα της εγκατάστασης για τους θερινούς μήνες μπορεί να αυξηθεί σε περιόδους αιχμής μέχρι και 50%. Με τον τρόπο αυτό μπορεί εύκολα να διαχειριστεί η εγκατάσταση την πιοσότητα ιλύος που θα καταφτάνει από τις ΕΕΛ των βιομηχανικών κομπόστας της περιοχής.

Η διεργασία της ηλιακής ξήρανσης έχει μηδενικές απαιτήσεις σε νερό, το οποίο απαιτείται μόνο για καθαρισμό των χώρων. Επίσης, έχει πολύ χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση εφόσον αξιοποιεί την ενέργεια από την ηλιακή ακτινοβολία. Η ηλεκτρική ενέργεια καταναλώνεται από το σύστημα εξαερισμού, το σύστημα ανάδευσης και λοιπών καταναλώσεων υποδομών και είναι 35-40kWh/τόνο εξατμιζόμενου νερού ή 1.350 kWh ημερησίως.

Όσον αφορά την κατανάλωση καυσίμου αυτή μπορεί να υπολογιστεί για τη λειτουργία του φορτωτή 1-2 ώρες ημερησίως, τη μεταφορά της αφυδατωμένης ιλύος στην εγκατάσταση και την απομάκρυνση του ξηρού προϊόντος από αυτή.

4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ

Από τις οριστικές μελέτες που εκπονήθηκαν από τη ΔΕΥΑΒ και τον πρώην Δήμο Αποστόλου Παύλου προέκυψε η ανάγκη κατασκευής πέντε ξεχωριστών κλάδων Κεντρικών Αποχετευτικών Αγωγών, ώστε να μπορούν να εξυπηρετηθούν και οι δέκα οικισμοί. Αναλυτικά η περιγραφή των αγωγών αυτών, καθώς και των αντλιοστασίων που πιθανώς απαιτούνται, αλλά και των εσωτερικών αποχετευτικών δικτύων των οικισμών παρουσιάζονται ανά κλάδο παρακάτω:

Κλάδος Ράχης – Ασωμάτων – Αγίας Βαρβάρας – Άμμου - Μέσης - ΕΕΛ

Για τη μεταφορά των αστικών λυμάτων των τοπικών Κοινοτήτων (πρώην Δ.Δ.) Ράχης, Ασωμάτων, Αγίας Βαρβάρας, Άμμου και Μέσης στην Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων Βέροιας, προτείνεται κατασκευή εξωτερικού δικτύου βαρυτικών και καταθλιπτικών αγωγών και κατασκευή δύο αντλιοστασίων. Πιο συγκεκριμένα τα συλλεγόμενα λύματα του οικισμού Ράχης θα συγκεντρώνονται στη θέση Β1 του Σχεδίου 2.1 (Γενική Οριζοντιογραφία) και θα μεταφέρονται μέσω βαρυτικού αγωγού Φ200 μήκους 1.765,73 m, στο σημείο Β2 όπου εισέρχονται στο εσωτερικό δίκτυο Ασωμάτων. Τα λύματα των οικισμών Ράχης και Ασωμάτων μεταφέρονται μέσω βαρυτικού αγωγού Φ250, μήκους 1.286,62 m, από το σημείο Β3 στο σημείο Β4, όπου εισέρχονται στο εσωτερικό δίκτυο οικισμού Αγίας Βαρβάρας. Από το σημείο Β5 στα όρια του οικισμού Αγίας Βαρβάρας τα λύματα των τριών παραπάνω οικισμών οδηγούνται μέσω βαρυτικού αγωγού Φ250 και μήκους 555,37 m, στη θέση Β6 όπου εισέρχονται στο εσωτερικό δίκτυο του οικισμού Άμμου. Τα λύματα των τεσσάρων οικισμών συγκεντρώνονται στη θέση Β7, στο όριο εκτός του οικισμού Άμμου, όπου θα κατασκευαστεί το αντλιοστάσιο ΑΣ1 και μέσω καταθλιπτικού αγωγού Φ225 και μήκους 4.179,58 m οδηγούνται στη θέση Β8 στο όριο εκτός του οικισμού Μέσης όπου θα κατασκευαστεί το δεύτερο αντλιοστάσιο ΑΣ2. Εκεί θα καταλήγουν και τα λύματα του οικισμού Μέσης και πλέον το σύνολο των λυμάτων θα οδηγείται με αγωγό διατομής Φ250 και μήκους 5.254,65 m, μέχρι το σημείο Θ στην ΕΕΛ του Δήμου Βέροιας. Το συνολικό μήκος των εξωτερικών αγωγών είναι 13.041,95 m. Ο σχεδιασμός των αγωγών γίνεται με ορίζοντα 40ετίας.

Τα ΑΣ1 (Αντλιοστάσιο Άμμου) και ΑΣ2 (αντλιοστάσιο Μέσης) θα έχουν τις παρακάτω συντεταγμένες (σε σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ '87):

ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ	ΣΗΜΕΙΑ	X	Ψ	Μέσο Ζ (m)
ΑΣ1	A	352147,365	4484606,149	+ 37,14
	B	352152,189	4484604,834	
	Γ	352146,255	4484585,734	
	Δ	352141,431	4484587,049	
ΑΣ2	A	353217,264	4487595,286	+25,91
	B	353223,390	4487580,364	
	Γ	353206,387	4487584,622	
	Δ	353198,965	4487587,773	

Για το εσωτερικό δίκτυο Ράχης θα κατασκευαστεί βαρυτικό δίκτυο αγωγών από PVC διαμέτρου Φ200 mm συνολικού μήκους L= 4.574 m περίπου.

Για το εσωτερικό δίκτυο Ασωμάτων κατασκευάζονται ήδη αγωγοί βαρύτητας από υλικό PVC, διαμέτρου Φ200mm και Φ250mm, συνολικού μήκους l = 1.380 m περίπου. Για την ολοκλήρωσή του θα πρέπει να κατασκευαστούν νέοι αγωγοί από υλικό PVC διαμέτρου Φ200mm, συνολικού μήκους l = 2.941 m περίπου.

Ο οικισμός Αγίας Βαρβάρας διαθέτει παλαιό αποχετευτικό δίκτυο το οποίο θα αντικατασταθεί και θα απαιτηθεί η κατασκευή Αγωγών Βαρύτητας από υλικό PVC, διαμέτρου Φ200mm, συνολικού μήκους l = 6.270 m περίπου.

Ο οικισμός Άμμου διαθέτει παλαιό αποχετευτικό δίκτυο το οποίο θα αντικατασταθεί και θα απαιτηθεί η κατασκευή Αγωγών Βαρύτητας από υλικό PVC, διαμέτρου Φ200mm, συνολικού μήκους l = 3.811 m περίπου. Το σύνολο των αγωγών του δικτύου θα καταλήγει στο αντλιοστάσιο ΑΣ1.

Το αποχετευτικό δίκτυο του οικισμού Μέσης είναι ήδη κατασκευασμένο και αποτελείται από βαρυτικούς αγωγούς από PVC, διαμέτρων Φ200mm, Φ250mm και Φ315mm συνολικού μήκους l = 5.320 m περίπου. Το σύνολο των αγωγών του δικτύου θα καταλήγει στο αντλιοστάσιο ΑΣ2.

Κλάδος Τριποτάμου – Γεωργιανών - Κομνηνίου – Πανοράματος – Συλλεκτήριου Αγωγού Βέροιας

- Εσωτερικό δίκτυο Γεωργιανών: Ο εν λόγω οικισμός θα αποχετευτεί με το σύστημα της βαρύτητας. Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή των δικτύου θα είναι υλικού PVC και διατομής Φ200mm ενώ το συνολικό μήκος 8140m. Το σύνολο των δικτύων θα καταλήγει στο προτεινόμενο αντλιοστάσιο Α/Σ 8 (θέση Γ1).
- Εσωτερικό δίκτυο Τριποτάμου: Ο εν λόγω οικισμός θα αποχετευτεί με το σύστημα της βαρύτητας. Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή των δικτύων θα είναι υλικού PVC και διατομής Φ200mm ενώ το συνολικό μήκος των φτάνει τα 2.982m. Το σύνολο των δικτύων θα καταλήγει στο αντλιοστάσιο Α/Σ 9 (θέση Γ2).
- Εσωτερικό δίκτυο Κομνήνιου: Ο εν λόγω οικισμός διαθέτει εσωτερικό αποχετευτικό δίκτυο, το οποίο όμως πρόκειται να αντικατασταθεί στο άμεσο μέλλον. Το σύστημα αποχέτευσης είναι αυτό της βαρύτητας. Οι αγωγοί θα είναι υλικού PVC και διατομής Φ200mm ενώ το συνολικό μήκος των φτάνει τα 1.140m. Το σύνολο των δικτύων καταλήγει σε κεντρικό φρεάτιο (θέση Γ4).
- Εσωτερικό δίκτυο Πανοράματος: Ο οικισμός διαθέτει εσωτερικό αποχετευτικό δίκτυο. Το σύστημα αποχέτευσης είναι αυτό της βαρύτητας. Οι αγωγοί είναι αφενός υλικού PVC και διατομής Φ200mm (6.230m) και αφετέρου τσιμεντοσωλήνα και διατομής Φ200mm (540m). Το σύνολο των δικτύων καταλήγει σε κεντρικό φρεάτιο (θέση Γ7).

Αναλυτικά η όδευση των λυμάτων μέσω των ΚΑΑ για τους οικισμούς Γεωργιανοί, Τριπόταμος, Κομνήνιο και Πανόραμα έχει ως εξής:

1. Τα λύματα του οικισμού Γεωργιανών συγκεντρώνονται στο Αντλιοστάσιο Α/Σ8 (αντλιοστάσιο Γεωργιανών) το οποίο βρίσκεται εκτός σχεδίου στο βορειοανατολικό άκρο του οικισμού. Από εκεί με καταθλιπτικό αγωγό μήκους 3.297 m, διατομής DN90 οδηγούνται στο πιεζοθραυστικό φρεάτιο Τριποτάμου Γ3.
2. Τα λύματα του οικισμού Τριποτάμου συγκεντρώνονται στο Α/Σ9 (αντλιοστάσιο Τριποτάμου) που βρίσκεται εκτός σχεδίου ανατολικά-βορειοανατολικά του οικισμού και μέσω καταθλιπτικού αγωγού ονομαστικής διαμέτρου DN125 από PE 2ης γενιάς, μήκους 88 m, οδεύουν προς το πιεζοθραυστικό φρεάτιο Τριποτάμου Γ3.
3. Από το φρεάτιο Γ3 τα λύματα των δυο οικισμών, με βαρυτικό αγωγό μήκους 1.524 m, ονομαστικής διατομής Φ200, από PVC, οδηγούνται στη διασταύρωση Πανοράματος στο σημείο Γ5.
4. Στο σημείο Γ5 (διασταύρωση Πανοράματος) καταλήγουν επίσης με βαρυτικό αγωγό Φ200/PVC, μήκους 1.714 m, τα λύματα του οικισμού Κομνήνιο.
5. Από τη διασταύρωση Πανοράματος (σημείο Γ5) ξεκινά βαρυτικός αγωγός Φ200/PVC, μήκους 1.219 m που οδηγεί το σύνολο των λυμάτων ανάντη του



οικισμού Πανοράματος στο σημείο Γ6, όπου και ξεκινά το εσωτερικό δίκτυο Πανοράματος.

6. Το εσωτερικό δίκτυο Πανοράματος καταλήγει στο σημείο Γ7 στο νοτιοανατολικό άκρο του οικισμού και από εκεί ξεκινά ο συλλεκτήριος αγωγός Πανοράματος Φ400 μήκους 317 m, που οδηγεί στο σημείο Γ8 (κατάντη Πανοράματος)
7. Στο σημείο Γ8 υπάρχει το Α/Σ10 (αντλιοστάσιο Πανοράματος) που οδηγεί τα λύματα μέσω καταθλιπτικού αγωγού ονομαστικής διαμέτρου DN160 PE 2nd γενιάς και μήκους 194 m ανάντη του οικισμού της Βέροιας στο σημείο Γ9.
8. Τα λύματα των τεσσάρων οικισμών που προαναφέρθηκαν καταλήγουν μέσω βαρυτικού αγωγού διατομής Φ400 και μήκους 989 m, στον κεντρικό συλλεκτήριο αγωγό της Βέροιας στο σημείο Γ10 και από εκεί μέσω των κατασκευασμένων συλλεκτήριων KAA στην ΕΕΛ της Βέροιας.

Τα ΑΣ8 (Αντλιοστάσιο Γεωργιανών) και ΑΣ9 (αντλιοστάσιο Τριπτόμου) ΑΣ10 (αντλιοστάσιο Πανοράματος θα έχουν τις παρακάτω συντεταγμένες (σε σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ '87):

ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ	ΣΗΜΕΙΑ	X	Ψ	Μέσο Z (m)
Α/Σ 8	A	346776,0320	4486090,8770	+417,50
	B	346775,7040	4486089,3020	
	Γ	346780,0030	4486078,2930	
	Δ	346789,7670	4486072,7230	
	Ε	346801,1920	4486089,9870	
	Z	346792,2500	4486084,0930	
Α/Σ 9	A	345785,4346	4483897,2141	+388,20
	B	345788,1443	4483894,6217	
	Γ	345786,4160	4483892,8153	
	Δ	345783,7064	4483895,4076	
Α/Σ 10	A	344941,1525	4481464,6505	+196,61
	B	344922,2253	4481442,3951	
	Γ	344925,5750	4481440,6490	
	Δ	344954,5745	4481421,8117	
	Ε	344969,8500	4481445,3480	

Κλάδος Νέας Λυκογιάννης - ΕΕΛ

Το εσωτερικό δίκτυο της Νέας Λυκογιάννης θα αποτελείται από αγωγούς uPVC σειράς 41. Το συνολικό μήκος των αγωγών είναι 5.197 m και εξ αυτών τα 5.135 m αγωγών θα έχουν διατομή Φ200 και τα 62 m Φ250.

Τα λύματα του αγωγού θα συγκεντρώνονται βαρυτικά στο αντλιοστάσιο Α/Σ5 που θα χωριθετηθεί σε τμήμα του αγροτεμαχίου 1.624 του αγροκτήματος Μακροχωρίου. Το συγκεκριμένο αγροτεμάχιο αποτελεί ιδιοκτησία και θα πρέπει να γίνουν από τη ΔΕΥΑΒ οι απαραίτητες ενέργειες ώστε αυτό να περιέλθει υπό την ιδιοκτησία της. Οι συντεταγμένες του τμήματος που θα εγκατασταθεί το αντλιοστάσιο είναι:

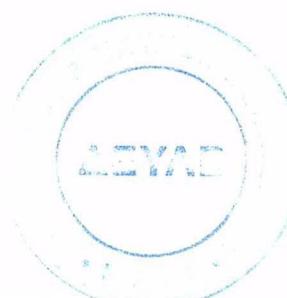
ΣΗΜΕΙΑ	X	Ψ	Μέσο Z (m)
A	351005,97	4492672,47	+31,00
B	351013,25	4492671,14	
Γ	351022,14	4492663,19	
Δ	351038,76	4492646,91	
Ε	351034,31	4492643,88	
Z	350996,70	4492661,13	

Από το Αντλιοστάσιο (Α/Σ 5) μέσω καταθλιπτικού αγωγού που θα κατασκευαστεί από πολυαιθυλένιο (PE) δεύτερης γενιάς με πίεση λειτουργίας 10 atm θα οδηγούνται στον ήδη κατασκευασμένο συλλεκτήριο KAA A1 στο σημείο Z6 και μέσω αυτού στην ΕΕΛ Βέροιας. Το μήκος του καταθλιπτικού αγωγού θα είναι 2.638 m.

Κλάδος Παλαιάς Λυκογιάννης – Νέας Νικομήδειας - ΕΕΛ

Αναλυτικά η όδευση των λυμάτων μέσω των KAA για τους οικισμούς Παλαιά Λυκογιάννη και Νέα Νικομήδεια έχει ως εξής:

- Τα λύματα του οικισμού Παλαιάς Λυκογιάννης οδηγούνται από το τελικό φρεάτιο του εσωτερικού δικτύου ακαθάρτων του οικισμού στο σημείο K1 με αγωγό βαρύτητας στο Αντλιοστάσιο Α/Σ2 (αντλιοστάσιο Π. Λυκογιάννης), στο σημείο K2. Ο αγωγός θα είναι κατασκευασμένος από uPVC σειράς 41 με διάμετρο Φ200 και μήκος 144m.
- Από το Αντλιοστάσιο Α/Σ1 μέσω καταθλιπτικού αγωγού ονομαστικής διαμέτρου DN90 από PE 2ης γενιάς, μήκους 1710 m, τα λύματα του οικισμού Παλαιάς Λυκογιάννης οδηγούνται στο Αντλιοστάσιο Α/Σ 7 (αντλιοστάσιο Ν. Νικομήδειας) στο σημείο K4.
- Τα λύματα του οικισμού Νέας Νικομήδειας οδηγούνται από το τελικό φρεάτιο του εσωτερικού δικτύου ακαθάρτων του οικισμού K3 με αγωγό βαρύτητας Φ315 uPVC σειράς 41 μήκους 136m στο αντλιοστάσιο Α/Σ 7 (αντλιοστάσιο Ν. Νικομήδειας).



4. Τα λύματα και των δύο οικισμών οδηγούνται μέσω του καταθλιπτικού αγωγού ονομαστικής διαμέτρου DN200 PE 2nd γενιάς και μήκους 4640m από το αντλιοστάσιο Α/Σ 7 σε τελικό φρεάτιο της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων της Βέροιας.

Το εσωτερικό αποχετευτικό δίκτυο της Παλαιάς Λυκογιάννης έχει συνολικό μήκος αγωγών 3.430 m. Το σύνολο των αγωγών θα είναι κατασκευασμένο από uPVC σειράς 41 και θα έχει διατομή Φ200. Το μεγαλύτερο μέρος αυτών (μήκους 2.520 m) θα αποτελεί το εσωτερικό δίκτυο, ενώ τα 144 m θα αποτελούν το συλλεκτήριο αγωγό (κλάδος 0) και τα 766 m τον κεντρικό αποχετευτικό κλάδο (κλάδος 0).

Το εσωτερικό αποχετευτικό δίκτυο της Νέας Νικομήδειας θα έχει συνολικό μήκος 10.383 m και το υλικό των αγωγών θα είναι εξ' ολοκλήρου uPVC σειράς 41. Εξ αυτών τα 8.070 m διατομών Φ200 και Φ315 θα αποτελούν τους εσωτερικούς αποχετευτικούς κλάδους, ο συλλεκτήριος κλάδος (κλάδος 0) θα έχει διατομή Φ200 και μήκος 152 m, ενώ οι δύο κεντρικοί αποχετευτικοί κλάδοι (κλάδος 1 και κλάδος 2) θα έχουν μήκος 1.014 και 1.147 m αντίστοιχα.

Το αντλιοστάσιο Α/Σ 6 του οικισμού της Π. Λυκογιάννης χωροθετείται σε κοινόχρηστη έκταση (αριθμός τεμαχίου 140) και το αντλιοστάσιο Α/Σ 7 του οικισμού της Ν. Νικομήδειας χωροθετείται σε δημοτική έκταση (αριθμός τεμαχίου 19)

Κλάδος Διαβατού - ΕΕΛ

Για τον οικισμό Διαβατού, προτείνεται η συγκέντρωση των λυμάτων με συλλεκτήριους αποχετευτικούς αγωγούς σε ένα νέο αντλιοστάσιο Α/Σ 3, το οποίο πρόκειται να κατασκευαστεί, εντός οικισμού, στο οικοδομικό τετράγωνο Ο.Τ. 30 του ρυμοτομικού σχεδίου του οικισμού, στο βορειοανατολικό άκρο του οικισμού, δίπλα στο γήπεδο ποδοσφαίρου.

Από το νέο αντλιοστάσιο Α/Σ 3 στο σημείο Δ1 θα τοποθετηθεί καταθλιπτικός αγωγός, σε μέσο βάθος 1,30 μέτρα, ο οποίος θα κατευθυνθεί προς τα ανατολικά, παράπλευρα της ασφαλτοστρωμένης οδού από Διαβατό προς Κουλούρα και στη συνέχεια, φτάνοντας στην Τάφρο 66, θα κατευθυνθεί βόρεια, παράπλευρα ενός χωματόδρομου, για να καταλήξει τελικά σε φρεάτιο εξόδου λίγο έξω από την ΕΕΛ Βέροιας στο σημείο Δ3. Ο καταθλιπτικός αγωγός θα είναι από HDPE D355 με πίεση λειτουργίας 12,5 atm και μήκος περίπου 2.652 μέτρα. Στη συνέχεια, με αγωγό

βαρύτητας, uPVC σειράς 41 Φ400 και μήκος 15,89m, τα λύματα θα εισέρχονται από το φρεάτιο Δ3 στο φρεάτιο εισόδου της ΕΕΛ Βέροιας.

Αναφορικά με το εσωτερικό δίκτυο της Τ.Κ Διαβατού έχουν προβλεφθεί τα παρακάτω:

Τροποποιημένοι Αγωγοί Βαρύτητας από υλικό PVC 4, εντός οικισμού Διαβατού, διαμέτρων Φ250, 300, 500mm, συνολικού μήκους L = 419,72m

Τροποποιημένοι Αγωγοί Βαρύτητας από υλικό PVC 41, εκτός οικισμού Διαβατού, διαμέτρου Φ500mm, συνολικού μήκους L = 241,37m

Νέοι Αγωγοί Βαρύτητας από υλικό PVC 41 εκτός οικισμού Διαβατού, διαμέτρου Φ500mm, συνολικού μήκους L = 192,53m

Νέοι Αγωγοί Βαρύτητας από υλικό PVC 41, εντός οικισμού Διαβατού, διαμέτρου Φ500mm, συνολικού μήκους L = 170,35m

Κλάδος Κουλούρας - ΕΕΛ

Το συνολικό μήκος του εσωτερικού δικτύου ακαθάρτων που θα κατασκευαστεί ανέρχεται σε 7.150m αγωγών, από uPVC σειράς 41 με διαμέτρους από Φ200-Φ315.

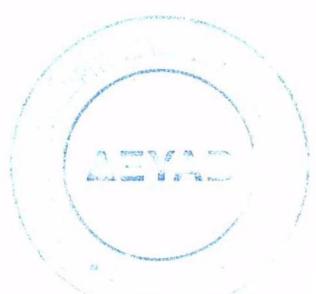
Τα λύματα του οικισμού της Κουλούρας μέσω αγωγών βαρύτητας συγκεντρώνονται σε αντλιοστάσιο το οποίο βρίσκεται εκτός σχεδίου στο βορειοανατολικό άκρο του οικισμού στο αγροτεμάχιο υπ' αριθ. 144 του αγροκτήματος Κουλούρας στο σημείο Δ2 και στη συνέχεια καταθλίβονται προς την ΕΕΛ Βέροιας.

Το συνολικό μήκος του καταθλιπτικού αγωγού για την προτεινόμενη λύση είναι περί τα 4.620m με υλικό κατασκευής PE δεύτερης γενιάς με πίεση λειτουργίας 10atm. Τα λύματα του οικισμού της Κουλούρας θα συγκεντρώνονται τελικά στο φρεάτιο Δ3 παράπλευρα της Ε.Ε.Λ. Βέροιας και από εκεί μέσω του βαρυτικού αγωγού Δ3-ΕΕΛ θα οδηγούνται στο κεντρικό φρεάτιο της ΕΕΛ, μαζί με τα λύματα του Διαβατού.

Έργα επεξεργασίας ιλύος

Για την ηλιακή ξήρανση της αφυδατωμένης ιλύος που παράγεται από τις ΕΕΛ Δήμου Βέροιας κατά την α΄ φάση του σχεδιασμού που περιλαμβάνει επεξεργασία:

- ποσότητας 6.000 τόνων ετησίως
- με συγκέντρωση ολικών στερεών κατά μέσο όρο 18% ή για ασφάλεια τουλάχιστον 15%.



απαιτούνται:

- 5 θερμοκήπια ίσων διαστάσεων
- συνολικής επιφάνειας 6 στρεμμάτων.

Το τελικό προϊόν υπολογίζεται:

- σε ποσότητα 1.800 έως 2.000 τόνων ετησίως
- με μέση συγκέντρωση ολικών στερεών 70% (ελάχιστη 60%, μέγιστη 90%).

Για τις ποσότητες της β' φάσης θα απαιτηθεί η κατασκευή ακόμη 3 θερμοκηπίων.

5. ΕΚΤΙΜΗΣΗ & ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων δεν αποτελούν αυτές καθ' αυτές πηγές ρύπανσης, εφόσον λειτουργούν σωστά. Αντίθετα αποτελούν εγκαταστάσεις προστασίας του περιβάλλοντος και συμβάλλουν στην αναβάθμιση της ποιότητας του περιβάλλοντος της ευρύτερης περιοχής την οποία εξυπηρετούν. Συνεπώς, εξ' ορισμού, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των έργων είναι πολύ μικρότερες από τη μηδενική εναλλακτική λύση, δηλαδή της μη κατασκευής οποιουδήποτε έργου. Εν τούτοις θα ήταν δυνατό υπό κάποιες προϋποθέσεις μια μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων να συνεχίζει να επιβαρύνει το περιβάλλον με άλλες μορφές ρύπανσης απ' ότι η προηγούμενη ανεξέλεγκτη διάθεση ή/και να επιβαρύνει άλλο σημείο του αποδέκτη. Σκοπός συνεπώς του κεφαλαίου αυτού είναι να δείξει ποιες είναι οι αναμενόμενες επιπτώσεις των συγκεκριμένων έργων στο περιβάλλον (άμεσο και ευρύτερο), ενώ στο επόμενο κεφάλαιο θα αναφερθούν τα μέτρα που είναι δυνατόν να ληφθούν για την αντιμετώπιση πιθανών επιπτώσεων από την κατασκευή και λειτουργία του έργου.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που μπορεί να έχει ένα έργο βιολογικού καθαρισμού στο περιβάλλον του χωρίζονται στις επιπτώσεις από την κατασκευή και τις επιπτώσεις από τη λειτουργία του έργου. Οι πιο συνηθισμένες από αυτές είναι:

A) Δυσμενείς επιπτώσεις κατά την κατασκευή:

- Άλλαγή χρήσης παραγωγικής γης.
- Άλλαγή στην τοπογραφία ή τα ανάγλυφα χαρακτηριστικά μιας περιοχής.
- Άλλαγές στην κίνηση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.
- Οχλήσεις και καταστροφές από την κίνηση βαρέων κατασκευαστικών οχημάτων και μηχανημάτων καθώς και τις αποθέσεις προϊόντων εκσκαφών.

B) Δυσμενείς επιπτώσεις κατά την λειτουργία:

- Αισθητική ρύπανση στο τοπίο.
- Παρεμπόδιση ζωτικών λειτουργιών της περιοχής.
- Δυσάρεστες οσμές, κυρίως στα έργα εισόδου, από τα εισερχόμενα νωπά λύματα και στο σταθμό υποδοχής βιθρολυμάτων.
- Διαφυγή σταγονιδίων από τις δεξαμενές αερισμού, με μορφή αεροζόλ, όταν πνέουν ισχυροί άνεμοι προς την κατεύθυνση πλησίον ευρισκόμενων περιοχών.
- Αύξησης της στάθμης θορύβου στην περιοχή.
- Ρύπανση αποδέκτη στην περίπτωση κακής λειτουργίας.



- Προβλήματα διάθεσης υποπροϊόντων.

Γ) Ευνοϊκές επιπτώσεις από την λειτουργία:

- Βελτίωση της ποιότητας των αποδεκτών.
- Απάλειψη των προβλημάτων αισθητικής και υγιεινής από την ανεξέλεγκτη διάθεση ανεπεξέργαστων λυμάτων.
- Ποιοτική αναβάθμιση των εξυπηρετούμενων περιοχών/
- Βελτίωση των συνθηκών υγιεινής.

Λόγω του ότι τα έργα για τη διαχείριση των λυμάτων στην ΕΕΛ είναι κατασκευασμένα και λειτουργούν με πολύ καλά αποτελέσματα δεν αναμένεται να απαντηθούν τα περισσότερα εκ των παραπάνω. Τα σημεία όπου αναμένονται πιθανές επιπτώσεις είναι η μονάδα επεξεργασίας της λάσπης (αν τελικώς κατασκευαστεί) και η κατασκευή των αποχετευτικών δικτύων, των αντλιοστασίων και των ΚΑΑ. Πιο συγκεκριμένα:

5.1 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

5.1.1 Φάση κατασκευής

Κατά τη φάση κατασκευής των έργων αποχέτευσης, αλλά και των έργων διαχείρισης ιλύος θα υπάρχουν επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα τόσο στην άμεση, όσο και στην ευρύτερη περιοχή του έργου.

Η άμεση περιοχή του έργου θα επιβαρυνθεί αν και σε πολύ μικρό ποσοστό από την παραγωγή σκόνης κατά τις εκακαφές και τις διάφορες χωματουργικές και οικοδομικές εργασίες. Επίσης, τα μηχανήματα εκσκαφής των θεμελιώσεων, καθώς και τα διάφορα μηχανήματα σκυροδέτησης θα παράγουν ατμοσφαιρικούς ρύπους από τις καύσεις των κινητήρων τους. Μικρή επιβάρυνση θα υπάρχει και από τα φορτηγά που θα προσεγγίζουν την άμεση περιοχή για να απομακρύνουν την περίσσεια των χωματισμών ή να προσκομίζουν τα δάνεια που πιθανόν χρειασθούν. Οι επιπτώσεις αυτές στο άμεσο περιβάλλον θα είναι γενικά μη σημαντικές, λόγω του μικρού αριθμού των απαιτούμενων μηχανημάτων, της μικρής κλίμακας του έργου και του σύντομου χρόνου κατασκευής, αφού το μεγαλύτερο μέρος του έργου είναι ήδη κατασκευασμένο και δεν θα επηρεάσουν ουσιαστικά την ποιότητα του περιβάλλοντος της περιοχής.

Η ευρύτερη περιοχή του έργου θα επηρεασθεί ακόμη λιγότερο από τη σκόνη από τα φορτηγά μεταφοράς υλικών στη θέση του έργου και από τα καυσαέρια. Οι επιπτώσεις δεν θα είναι σημαντικές και θα διαρκέσουν λίγο, αφού οι συμπληρωματικές εργασίες θα είναι πολύ περιορισμένης διάρκειας. Σε κάθε περίπτωση οι εκπομπές σκόνης κατά τη

μεταφορά είναι μικρές και μπορεί να θεωρηθεί ασφαλώς ότι δεν υπάρχουν επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα.

5.1.2 Φάση λειτουργίας

Όσον αφορά τη λειτουργία των αποχετευτικών δικτύων και των ΚΑΑ δεν αναμένεται καμία αρνητική επίπτωση στην ατμόσφαιρα.

Κατά τη λειτουργία της ΕΕΛ μπορεί να δημιουργηθούν δυσάρεστες οσμές από τα οργανικά ή ανόργανα αέρια που περιέχονται στα ανεπεξέργαστα απόβλητα ή δημητριακά που διαφέρουν από τα ανεπεξέργαστα απόβλητα.

Οι οσμές εντοπίζονται κυρίως στα παρακάτω σημεία της μονάδας:

- 1) Δίκτυο συλλογής και είσοδος των λυμάτων στην εγκατάσταση, κυρίως όταν υπάρχει μικρή ταχύτητα εισόδου.
- 2) Είσοδος των λυμάτων στο αντλιοστάσιο και μονάδες προεπεξεργασίας (φρεάτιο υποδοχής, εσχαρισμός, αμμοσυλλέκτες).
- 3) Δεξαμενές αερισμού και καθίζησης, κυρίως λόγω των aerosols. Επίσης στα κανάλια των υπερχειλιστών.
- 4) Επεξεργασία λάσπης, ειδικά στην πάχυνση και χώνευσή της.

Προβλήματα οσμής προκύπτουν γενικά στην περίπτωση κακής λειτουργίας και συντήρησης της μονάδας, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση της μη απομάκρυνσης των εσχαρισμάτων, της άμμου, κλπ. Επίσης είναι αναμενόμενο να υπάρχουν σε περίπτωση αστοχίας του σχεδιασμού της μονάδας (συνολικής ή τμημάτων της), εφόσον η ποσότητα και η ποιότητα των εισερχόμενων προς επεξεργασία λυμάτων είναι εκτός των ορίων του σχεδιασμού.

Στη συγκεκριμένη ΕΕΛ κατά τη λειτουργία της έως τώρα δεν παρατηρήθηκαν φαινόμενα έντονων οσμών και εκτιμάται πως, λόγω του ότι η μονάδα είναι σύγχρονη και σωστά διαστασιολογημένη δε θα παρατηρηθούν τέτοια φαινόμενα στο μέλλον.

Τα προτεινόμενα για κατασκευή έργα διαχείρισης ιλύος, δηλαδή τα θερμοκήπια δεν παράγουν οσμές ή άλλες περιβαλλοντικές οχλήσεις κατά τη λειτουργία τους. Προκειμένου να εκτιμηθούν οι αρνητικές επιπτώσεις των αέριων εκπομπών παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες σχετικά αποτελέσματα των μετρήσεων που έχουν πραγματοποιηθεί σε αντίστοιχες εγκαταστάσεις ηλιακής ξήρανσης στο εξωτερικό.

Πίνακας 5.16: Εκπομπές πτητικών ενώσεων

Χημική Ένωση	Μετρούμενη τιμή	Όριο*
Μονοξείδιο του άνθρακα	Κάτω από το όριο ανίχνευσης	10 mg/m ³
Διοξείδιο του άνθρακα	Κάτω από το όριο ανίχνευσης	-
Υδροχλωρίδια	Κάτω από το όριο ανίχνευσης	-
Υδροφθορίδια	Κάτω από το όριο ανίχνευσης	-
Οξείδια του θείου	Κάτω από το όριο ανίχνευσης	500 μg/m ³
Οξείδια του αζώτου	Κάτω από το όριο ανίχνευσης	400 μg/m ³)
Υδραργυρος	Κάτω από το όριο ανίχνευσης	-
Αμμωνία	0,1-8,4mg/m ³	20 mg/m ³

*Οδηγία 2008/50ΕC περί ποιότητας ατμοσφαιρικού αέρα

Πίνακας 5.17: Εκπομπές σκόνης

Στάδιο διεργασίας	Μετρούμενη τιμή	Όριο ανοχής*
Κατά τη διεργασία της ηλιακής ξήρανσης	0 - 3,3 mg/m ³	20 mg/m ³
Κατά τη διεργασία της φόρτωσης / εκφόρτωσης	0,1-48,8 mg/m ³	Δεν υπάρχει

Πίνακας 5.18: Εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων

Χημική Ένωση	Μετρούμενη τιμή	Όριο ανοχής*
Φουράνια και πολυχλωριωμένα διβενζοιδί (PCDD/F)	0.00025-0.00001 ng I – TE/m ³	0.1 ng I – TE/m ³
Πολυχλωριωμένα Διφαινύλια (PCB)	1.7 – 13.1 ng I – TE/m ³	Δεν υπάρχει
Πολυχλωριωμένες φαινόλες (PCPh)	8-67 ng I – TE/m ³	2900-5200 ng I – TE/m ³
Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες	1,08-7,01 μg I – TE/m ³	50 μg I – TE/m ³

I-TE: Διεθνές Ισοδύναμο Τοξικότητας

* Federal Immission Protection Law (Clean Air Act, 17. BImSchV)

Πίνακας 5.19: Εκπομπές οσμών

Στάδιο διεργασίας	Μετρούμενη τιμή	Όριο ανοχής*
Κατά τη διεργασία της ηλιακής ξήρανσης	0-128 OU	500 OU

OU: Odor units με Olfactometer

Πρέπει να σημειωθεί ότι για τις περισσότερες ενώσεις δεν υπάρχει όριο ανοχής. Έτσι οι παραπάνω τιμές έχουν βρεθεί από διάφορες βιβλιογραφικές τιμές με κύρια τη γερμανική νομοθεσία Federal Immission Protection Law (Clean Air Act, 17. BImSchV) που είναι από τις αυστηρότερες πταγκοσμίως.

5.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΑ NEPA

5.2.1 Φάση κατασκευής

Κατά την κατασκευή της μονάδας δεν θα υπάρχουν επιπτώσεις στα υπόγεια ή επιφανειακά νερά της άμεσης περιοχής.

Ακόμη, η πιθανότητα ρύπανσης των υπόγειων νερών από πτερέλαια και λάδια των μηχανημάτων κατασκευής των έργων είναι αμελητέα λόγω της υποχρέωσης πλέον των εργολάβων να παραδίδουν τα απόβλητα αυτά σε αδειοδοτημένο συλλέκτη.

5.2.2 Φάση λειτουργίας

- **Επιπτώσεις στα επιφανειακά νερά.** Οι επιπτώσεις στα υπόγεια και εσωτερικά γλυκά νερά είναι έμμεσες και σίγουρα θετικές, αφού θα σταματήσουν να επιβαρύνονται με τις υπόγειες διηθήσεις των βόθρων, όπως γίνεται σήμερα. Επιπτώσεις από τοξικά στοιχεία δεν αναμένονται αφού τα λύματα είναι αποκλειστικά αστικά και δεν εμπεριέχουν τοξικές ενώσεις.

Δεν παράγονται από την εγκατάσταση ηλιακής ξήρανσης. Η υγρασία της ιλύος απάγεται μέσω του αέρα που ανανεώνεται συνεχώς στα θερμοκήπια.

Εκτιμάται ότι η συνολική επιβάρυνση του αποδέκτη μετά την επεξεργασία των λυμάτων στη μονάδα θα είναι πολύ μικρή. Εν τούτοις είναι δυνατόν να υπάρχουν κάποιες επιπτώσεις τοπικά και κοντά στο σημείο διάθεσης των επεξεργασμένων υγρών.

Επιπτώσεις ενδέχεται να υπάρξουν στο υδατικό περιβάλλον στην περίπτωση που η μονάδα δεν λειτουργήσει σύμφωνα με τα αναμενόμενα και υπάρξει μερική ή ολική αστοχία της, κατά την οποία η ποιότητα των αποβλήτων του βιολογικού θα είναι στη χειρότερη περίπτωση ίδια με την ποιότητα των αποβλήτων στην είσοδο του συστήματος. Στην περίπτωση αυτή θα παρατηρηθεί αύξηση του οργανικού φορτίου στην περιοχή του σημείου διάθεσης και μείωση του διαλυμένου οξυγόνου.

- **Επιπτώσεις στα υπόγεια νερά.** Οι επιπτώσεις για τον υπόγειο υδροφόρο από τη λειτουργία της μονάδας θα είναι σίγουρα θετικές, αφού θα σταματήσει η διάθεση των ανεπεξέργαστων λυμάτων προς τα υπόγεια ύδατα μέσω του εδάφους.



5.3 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

5.3.1 Φάση κατασκευής

Επιπτώσεις στη μορφολογία της περιοχής. Κατά τη φάση κατασκευής των έργων αποχέτευση θα απαιτηθούν εργασίες εκσκαφών και επιχώσεων για την τοποθέτηση των αγωγών προσαγωγής των λυμάτων που οδεύουν αποκλειστικά και μόνο δίπλα από υπάρχοντες δρόμους.

Θα γίνουν μετατοπίσεις εδάφους μικρής κλίμακας και τελικά το τοπίο θα επανέλθει στην προηγούμενη μορφή του με επανεπιχώσεις ενός μικρού τμήματος των εκσκαφών και μεταφορά των υπολοίπων σε κατάλληλους χώρους απόθεσης, ενώ στο τέλος θα γίνουν και εκτεταμένες φυτεύσεις.

Η κατασκευή των έργων διαχείρισης ιλύος θα γίνει εντός του οικοπέδου στο οποίο είναι εγκατεστημένη η ΕΕΛ. Οι εκσκαφές για την κατασκευή τους θα είναι λίγες οπότε οι αναμενόμενες προσωρινές μορφολογικές αλλοιώσεις είναι ελάχιστες.

Σε κάθε περίπτωση ο συνολικός σχεδιασμός του έργου θα το καταστήσει αποδεκτό στον περιβάλλοντα χώρο στον οποίο εντάσσεται.

- **Επιπτώσεις από την ανεξέλεγκτη διάθεση ακατάλληλων γαιωδών υλικών.** Τυχόν ανεξέλεγκτη διάθεση των ακατάλληλων εδαφικών υλικών τα οποία θα προκύψουν από τις εκσκαφές θα έχουν αρνητικές επιπτώσεις στη μορφολογία του εδάφους. Οι πιο σότητες, όμως, αυτές θα είναι πιολύ μικρές με αποτέλεσμα να μπορούν να απορροφηθούν είτε με διαμορφώσεις στον περιβάλλοντα χώρο, είτε από κατάλληλους χώρους απόθεσης.

5.3.2 Φάση λειτουργίας

Το έργο δεν προβλέπεται να έχει επιπτώσεις, κατά τη φάση λειτουργίας, στην κατάσταση του εδάφους της ευρύτερης, αλλά και της άμεσης περιοχής επιρροής του. Οι κύριες επιπτώσεις σχετίζονται με τη διαχείριση του ξηρού προϊόντος που προκύπτει από την επεξεργασία της ιλύος.

Η μέθοδος της ηλιακής ξήρανσης επιτυγχάνει ξήρανση της ιλύος σε ποσοστό τουλάχιστον 70% και συνεπώς μειώνει τον όγκο των προς διάθεση βιοστερεών κατ' ελάχιστο στο 1/3 του αρχικού. Άμεση συνέπεια είναι η μείωση του κόστους μεταφοράς του τελικού προϊόντος καθώς και το κόστους διάθεσης στην περίπτωση που δε μπορεί να εφαρμοστεί εναλλακτικός τρόπος αξιοποίησής του, όπως αναφέρεται παρακάνω.

Καταρχήν, λόγω της ανάπτυξης θερμοκρασιών άνω των 50°C για μεγάλο χρονικό διάστημα, η ιλύς υγιεινοποιείται και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό. Πιο συγκεκριμένα, έχει αποδειχτεί η εγκυρότητα της ηλιακής της ξήρανσης για την παραγωγή Class A βιοστερεών στην αμερικανικό φορέα περιβαλλοντικής προστασίας EPA και την περίοδο αυτή βρίσκεται υπό εξέταση για την καθολική επικύρωση και αναγνώριση της μεθόδου. Ασφαλώς, η χρήση της ιλύς ως εδαφοβελτιωτικό μετά την ηλιακή ξήρανση όπως και μετά από οποιαδήποτε επεξεργασία είναι εφικτή μόνο στην περίπτωση που η ιλύς δεν είναι εξ' αρχής επιβαρυμένη με βαρέα μέταλλα, τα οποία δεν μπορούν να απομακρυνθούν με καμία προηγμένη μέθοδο επεξεργασίας.

Συγχρόνως τα βιοστερεά που παράγονται από την ηλιακή ξήρανση παρουσιάζουν μεγάλη θερμογόνο δύναμη και άρα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και ως καύσιμο σε επακόλουθη θερμική αξιοποίηση, είτε επί τόπου της εγκατάστασης είτε σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις καύσης (ΔΕΗ, τσιμεντοβιομηχανία, εγκαταστάσεις καύσης απορριμμάτων).

Σε κάθε περίπτωση το τελικό προϊόν μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως υλικό τελικής επικάλυψης σε XYT, εφόσον πληρούνται οι προδιαγραφές της Οδηγίας 2003/33/EK.

5.4 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

5.4.1 Επιπτώσεις κατά την κατασκευή

Κατά την κατασκευή του έργου αναμένεται να υπάρξει κάποια παραγωγή θορύβου στο εργοτάξιο από τις εκσαφάφες, τις μεταφορές υλικών και τις οικοδομικές εργασίες. Επιππώσεις, επίσης, θα υπάρξουν και για την ευρύτερη περιοχή από την κίνηση των οχημάτων που μεταφέρουν υλικά για την κατασκευή, ανάλογα με τα δρομολόγια που θα ακολουθούν τα φορτηγά. Οι επιππώσεις αυτές λόγω του μικρού μεγέθους του έργου και του πολύ σύντομου χρονικού διαστήματος κατασκευής εκτιμάται ότι δεν θα είναι σημαντικές και φυσικά θα είναι αναστρέψιμες με τη λήψη κατάλληλων μέτρων.

5.4.2 Επιπτώσεις κατά τη λειτουργία

Κατά τη λειτουργία των εγκαταστάσεων συνεχείς πηγές δημιουργίας θορύβου είναι:

1. Οι αεριστήρες στις δεξαμενές αερισμού. Οι αεριστήρες θα δημιουργούν στο χώρο της δεξαμενής αερισμού ένα επίπεδο θορύβου, που όμως δεν αναμένεται να είναι σημαντικό.



2. Τα αντλιοστάσια που βρίσκονται κατά μήκος των ΚΑΑ. Γενικά τα επίπεδα θορύβου από τις αντλίες των αντλιοστασίων είναι σχετικά μικρά, καθώς αυτά είναι υπόγεια.

Επίσης, ως περιοδικές πηγές δημιουργίας θορύβου αναφέρονται τα φορτηγά που μεταφέρουν τα εσχαρίσματα και την αιφυδατωμένη λάσπη στο χώρο διάθεσης. Λόγω των ελάχιστων δρομολογίων, όμως, δεν θα υπάρχει όχληση στο ακουστικό περιβάλλον.

Συνολικά, ο παραγόμενος θόρυβος εκτιμάται ότι θα βρίσκεται σε χαμηλά γενικά επίπεδα και θα περιορίζεται στα όρια των εγκαταστάσεων, χωρίς να προκαλούνται οχλήσεις στους οικισμούς της περιοχής.

5.5 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗ ΧΛΩΡΙΔΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΑΝΙΔΑ

5.5.1 Φάση κατασκευής

Κατά την κατασκευή του έργου θα υπάρξει μια μικρή επιβάρυνση του φυσικού περιβάλλοντος της άμεσης περιοχής λόγω:

- Κοπής της βλάστησης και εκχέρσωσης σε κάποια σημεία που απαιτείται για την κατασκευή των δικτύων
- Έντονης ανθρώπινης παρουσίας και θορύβου στην περιοχή του έργου, αν και ανθρώπινη παρουσία υπάρχει και σήμερα αφού οι εκτάσεις καλλιεργούνται.
- Επιβάρυνσης του εδάφους και του αέρα (με σκόνη κυρίως).

Η επίπτωση όμως αυτή στη χλωρίδα της περιοχής είναι πολύ μικρή, αφού δεν υπάρχουν κατά μήκος των δρόμων τους οποίους ακολουθούν οι ΚΑΑ αξιόλογα είδη χλωρίδας που χρειάζονται προστασία.

Διάφορα ζώα που ζουν στην άμεση περιοχή και πιθανόν να οχληθούν από τη κατασκευή του έργου μπορούν εύκολα να μεταναστεύσουν σε παραπλήσια αγροτεμάχια και εκτάσεις.

Συνεπώς, οι επιπτώσεις από την κατασκευή του έργου είναι μικρής έντασης, αναστρέψιμες με τη λήψη κατάλληλων μέτρων.

5.5.2 Φάση λειτουργίας

Κατά τη λειτουργία του έργου ενδέχεται να προκληθεί μικρή όχληση στην πανίδα της περιοχής λόγω της αύξησης του παραγόμενου θορύβου από τη λειτουργία των αντλιοστασίων, καθώς και την κυκλοφορία στην ευρύτερη περιοχή.

5.6 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

5.6.1 Φάση κατασκευής

- **Επιπτώσεις στον πληθυσμό και στην οικονομία.** Κατά τη φάση κατασκευής οι επιπτώσεις στον πληθυσμό της περιοχής μελέτης είναι μικρής και ήσσονος σημασίας. Συνίστανται σε οχλήσεις από το θόρυβο και τη σκόνη και σε μικρή όχληση των κυκλοφοριακών συνθηκών. Ωστόσο, αναμένονται και θετικές επιδράσεις λόγω της αύξησης της απασχόλησης του εργατικού δυναμικού της περιοχής στην κατασκευή του έργου.
- **Επιπτώσεις στις χρήσεις γης.** Η κατασκευή των αντλιοστασίων θα απαιτήσει την αλλαγή χρήσης εκτάσεων που σήμερα, κατά κύριο λόγο καλλιεργούνται. Πρακτικά αυτή θα είναι και η μόνη άμεση επίπτωση στις χρήσεις γης κατά την κατασκευή και προφανώς είναι πολύ μικρής έντασης για το σύνολο του πληθυσμού.
- **Επιπτώσεις στα δίκτυα κοινής ωφέλειας:** Στην άμεση περιοχή του έργου δεν υπάρχουν δίκτυα υψηλής τάσης που θα μπορούσαν να επηρεαστούν από τις εργασίες, παρά μόνο κάποιο δίκτυο μέσης τάσης.

Δεν αναμένονται σημαντικές επιπτώσεις στο δίκτυο ύδρευσης των οικισμών της άμεσης περιοχής του έργου, αφού οι ανάγκες του εργοταξίου σε νερό τόσο για τις οικοδομικές εργασίες (σκυροδετήσεις, χτισίματα, σοβάδες), όσο και για μέρος των χωματουργικών εργασιών και εργασιών οδοποιίας (συμπύκνωση εδαφικών στρώσεων κλπ.) δεν θεωρούνται σημαντικές.

Τα απορρίμματα που παράγονται κατά τη φάση κατασκευής χαρακτηρίζονται ως παρόμοια με τα αστικά και επομένως είναι δυνατή η συνδιαχείρισή τους με τα απορρίμματα των γειτονικών οικισμών. Η συλλογή και μεταφορά των απορριμμάτων θα γίνεται είτε από αυτοκίνητα του εργολάβου, είτε από απορριμματοφόρα των οικισμών της περιοχής. Λόγω της μικρής έκτασης του έργου και του μικρού όγκου των απορριμμάτων οι επιπτώσεις στο σύστημα συλλογής και διάθεσης των απορριμμάτων των οικισμών πλησίον του έργου δεν αναμένεται να είναι σημαντική.

- **Οχλήσεις από την κατασκευή και τις μεταφορές υλικών.** Μέτριας έντασης αναμένονται να είναι οι οχλήσεις κατά τις μεταφορές των απαιτούμενων υλικών από μεγάλη απόσταση. Οι επιπτώσεις αυτών των μεταφορών αφορούν τον κυκλοφοριακό θόρυβο, την επιβάρυνση του οδικού δικτύου, τη διέλευση από οικισμούς και γενικά οχλήσεις στο ανθρωπογενές περιβάλλον. Η λήψη μέτρων μπορεί να αμβλύνει τις επιπτώσεις αυτές.
- **Επιπτώσεις στο ιστορικό πολιτιστικό περιβάλλον.** Στην ευρύτερη περιοχή του



έργου δεν εντοπίζονται χώροι ιδιαίτερου αρχαιολογικού ενδιαφέροντος και έτσι δεν αναμένεται καμία επίπτωση του έργου στο χώρο αυτό. Παρόλα αυτά οι εκσκαφές θα γίνονται παρουσία της επιβλέπουσας αρχαιολογικής υπηρεσίας (ΙΖ' ΕΠΚΑ) και πιθανώς κατά την πορεία την εργασιών να κριθεί ότι απαιτείται κάποια ανασκαφή ή ακόμα και διακοπή των εργασιών σε συγκεκριμένες περιοχές για κάποιο διάστημα.

5.6.2 Φάση λειτουργίας

- *Επιπτώσεις στον πληθυσμό και την οικονομία.* Το εξεταζόμενο έργο θα έχει θετικές επιπτώσεις στον τομέα του πληθυσμού της άμεσης και ευρύτερης περιοχής επιρροής, αφού θα καλύψει τις ανάγκες διαχείρισης των αστικών αποβλήτων, οι οποίες αυξάνονται συνεχώς.

Θετική επίπτωση εκτός από τη βελτίωση της ποιότητας ζωής του πληθυσμού θα υπάρξει και στην οικονομία της περιοχής.

- *Επιπτώσεις στο ιστορικό πολιτιστικό περιβάλλον.* Δεν αναμένονται επιπτώσεις στο ιστορικό-πολιτιστικό περιβάλλον κατά τη φάση λειτουργίας του έργου για τους λόγους που αναφέρθηκαν και στην κατασκευή.

5.7 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΤΟΠΙΟ

5.7.1 Φάση κατασκευής

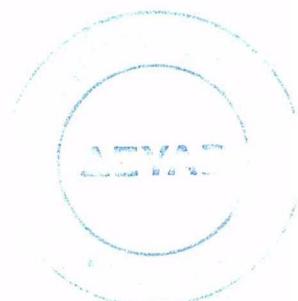
Κατά τη φάση της κατασκευής των έργων αναμένεται μικρή και πρόσκαιρη υποβάθμιση και αλλοίωση των γραμμών ή της υφής και της αισθητικής του τοπίου της άμεσης περιοχής του έργου, λόγω των εκσκαφών για τις απαραίτητες εργασίες και των μετακινήσεων των μηχανημάτων, που όμως θα είναι πολύ μικρή λόγω του μικρού αριθμού μηχανημάτων που θα χρησιμοποιηθούν.

5.7.2 Φάση λειτουργίας

Δεν αναμένονται καμία επίπτωση στο αισθητικό περιβάλλον της περιοχής κατά τη φάση της λειτουργίας του έργου.

Συμπερασματικά μπορεί να λεχθεί ότι τα έργα αναβάθμισης της ΕΕΛ δεν αναμένεται να δημιουργήσουν, σε καμία περίπτωση, δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην υπό εξέταση περιοχή. Αντίθετα, θα υπάρξουν σοβαρές ωφέλειες από την

επέκταση λειτουργίας της μονάδας, η οποία θα θέσει τέρμα στους κινδύνους για τη δημόσια υγεία που προκαλούνται από τη διάθεση ανεπεξέργαστων λυμάτων στο ευρύτερο περιβάλλον και θα βοηθήσει στην ανάπλαση της υποβαθμισμένης γύρω περιοχής.



6. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΜΕΤΡΑ

Οι αρνητικές επιπτώσεις που αναμένεται να υπάρχουν στο περιβάλλον από τη λειτουργία και κατασκευή του έργου, όπως αναπτύχθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, είναι γενικά μικρές ενώ σημαντικές είναι οι θετικές του επιπτώσεις. Εντούτοις, οι όποιες αρνητικές επιπτώσεις είναι δυνατόν να περιοριστούν ακόμη περισσότερο εφόσον ληφθούν μια σειρά από μέτρα. Ορισμένα από τα μέτρα αυτά είναι δυνατόν να ληφθούν άμεσα, παράλληλα με την κατασκευή της μονάδας, ενώ άλλα είναι δυνατό να ληφθούν μόνο μετά από παρακολούθηση της λειτουργίας της μονάδας και εφόσον αποδειχθεί ότι είναι πράγματι απαραίτητα. Στη συνέχεια γίνεται αναλυτική αναφορά για κάθε πλευρά του περιβάλλοντος.

6.1 ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

6.1.1 Μέτρα αντιμετώπισης κατά την κατασκευή

Κατά την κατασκευή του έργου αναμένεται δημιουργία σκόνης η οποία μπορεί να αποφευχθεί με διαβροχή του εδάφους. Οι πλατφόρμες των φορτηγών που θα μεταφέρουν αδρανή υλικά στο εργοτάξιο θα πρέπει να είναι καλυμμένες, έτσι ώστε τα μεταφερόμενα υλικά να μην παρασύρονται από τον αέρα. Επίσης, οι σωροί παρόμοιων υλικών που θα βρίσκονται αποθηκευμένοι στο εργοτάξιο θα πρέπει να καλύπτονται για τον ίδιο λόγο. Οι κινητήρες των μηχανημάτων και των οχημάτων που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή θα πρέπει να συντηρούνται σωστά και συχνά προκειμένου να μην εκπέμπονται υπερβολικές ποσότητες καυσαερίων ή άλλων ρύπων στην ατμόσφαιρα.

6.1.2 Μέτρα αντιμετώπισης κατά τη λειτουργία

Η λειτουργία και η συντήρηση της εγκατάστασης πρέπει να γίνεται σωστά έτσι ώστε να μην δημιουργούνται και διαχέονται δυσάρεστες οσμές, ειδικά σε ευαίσθητα σημεία, όπως στα έργα υποδοχής των λυμάτων και τη μονάδα επεξεργασίας της λάσπης. Γι' αυτό το λόγο θα πρέπει:

- Να καθαρίζονται σε τακτά χρονικά διαστήματα οι σχάρες και τα πλέγματα.
- Να γίνει πρόβλεψη ώστε οι σωληνώσεις της μονάδας να μπορούν να πλένονται ή με καθαρό νερό ή με επεξεργασμένα υγρά.
- Η μονάδα επεξεργασίας ιλύος θα πρέπει να λειτουργεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές, ώστε να μην προκαλούνται φαινόμενα δυσάρεστων οσμών.

6.2 ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΑ NEPA

6.2.1 Μέτρα αντιμετώπισης κατά την κατασκευή

Οι μικρές, έστω και περιορισμένου χρονικού διαστήματος, επιπτώσεις στο υδατικό περιβάλλον κατά την κατασκευή είναι δυνατόν να μειωθούν περισσότερο με τη λήψη απλών μέτρων. Τα μέτρα αυτά είναι:

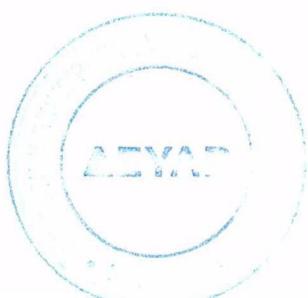
- Κατά τη φάση κατασκευής των δικτύων η αλλαγή των λαδιών των μηχανημάτων δεν πρέπει να γίνεται στο εργοτάξιο ή αν είναι αναπόφευκτο αυτό, θα πρέπει να συλλέγονται και να διατίθενται σύμφωνα με την υπάρχουσα νομοθεσία για τα ορυκτέλαια. Τυχόν ατύχημα με διαρροές λαδιών που μπορεί να συμβεί θα πρέπει να αντιμετωπίζεται άμεσα με συλλογή των ρυπαντικών ουσιών με ευθύνη του αναδόχου του έργου και τελική διάθεση σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία. Τα μεταχειρισμένα λάδια και λιπαντικά των μηχανημάτων θα πρέπει να διαχειρίζονται σαν τοξικά απόβλητα, σύμφωνα με τη σχετική νομοθεσία, μη επιτρεπομένης της ανεξέλεγκτης απόρριψή τους στο περιβάλλον.

6.2.2 Μέτρα αντιμετώπισης κατά τη λειτουργία

Τα κυριότερα μέτρα αντιμετώπισης των επιππώσεων του έργου στον αποδέκτη αφορούν τη διασφάλιση της διαρκούς καλής απόδοσης της μονάδας σύμφωνα με το σχεδιασμό της. Έτσι οι εκπομπές των επεξεργασμένων αποβλήτων θα είναι αυτές που αναμένονται στη μελέτη και οι οποίες είναι δυνατόν να αφομοιωθούν από το περιβάλλον.

Επιπρόσθετα προτείνεται να ληφθούν τα παρακάτω μέτρα:

- Συνεχής έλεγχος για την εξέλιξη όλων των παραμέτρων σχεδιασμού της μονάδας και η λήψη διορθωτικών μέτρων μόλις εμφανισθεί παρέκκλιση. Τα μέτρα αυτά αφορούν τόσο τα εισερχόμενα λύματα, όσο και όλες τις εγκαταστάσεις της μονάδας.
- Σωστή επίβλεψη κατασκευής των έργων από το φορέα λειτουργίας για αποφυγή μελλοντικών προβλημάτων κατά τη λειτουργία.
- Συστηματική παρακολούθηση (influent-effluent monitoring) της απόδοσης της ΕΕΛ με δειγματοληψίες και αναλύσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών των λυμάτων (BOD_5 , SS, P, N) πριν και μετά την επεξεργασία τους και σε επιλεκτικά σημεία των διεργασιών που θα καταγράφονται συστηματικά. Με αυτό τον τρόπο θα ελέγχεται και η τυχόν απόκλιση των επεξεργασμένων λυμάτων από τις αρχές σχεδιασμού της μονάδας. Επίσης θα γίνεται παρακολούθηση της αποτελεσματικότητας της απολύμανσης με μικροβιολογικές αναλύσεις στα επεξεργασμένα λύματα. Ακόμη τα



εισερχόμενα λύματα θα ελέγχονται για πιθανή παρουσία τοξικών ουσιών (που γενικά δεν αναμένεται να υπάρχουν λόγω της φύσης των αποβλήτων) που θα μπορούσαν να περιορίσουν την απόδοση του βιολογικού καθαρισμού.

6.3 ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

6.3.1 Μέτρα αντιμετώπισης κατά την κατασκευή

- **Μέτρα αντιμετώπισης των μορφολογικών επιπτώσεων.** Η μορφολογική αλλοίωση που θα προκληθεί από την κατασκευή του έργου θα είναι μόνιμη. Κατόπιν τούτου, το ζήτημα αποκατάστασης του περιβάλλοντος δεν τίθεται υπό την έννοια της επαναφοράς του ανάγλυφου στην αρχική του μορφή, αλλά της προσαρμογής της κατασκευής με τρόπο ώστε το νέο ανάγλυφο που θα δημιουργηθεί να συναρμόζει προς τον ευρύτερο περιβάλλοντα χώρο. Επομένως, η κατασκευή θα πρέπει να έχει διάταξη με μέγιστο άξονα παράλληλο προς τη μορφολογική ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής. Ως εκ τούτου, το δημιουργούμενο νέο ανάγλυφο θα είναι οριζοντιογραφικά σε συμφωνία με την ευρύτερη περιοχή. Οι επεμβάσεις που θα γίνουν στο έδαφος, με διασπράσεις ή υπερκαλύψεις του επιφανειακού στρώματος, θα αποκατασταθούν κατά ένα μέρος με επανεπιχώσεις και διάστρωση φυτικής γης, εκτός από το μέρος όπου θα κατασκευαστούν τα κτίρια και οι δεξαμενές.
- **Διάθεση εκχωμάτων.** Εάν ενδεχομένως μετά τις χωματουργικές εργασίες παρουσιασθεί περίσσεια εκσκαφών, προτείνεται η απαγόρευση ανεξέλεγκτης διάθεσης των πλεοναζόντων υλικών στη γύρω περιοχή. Στην περίπτωση αυτή, όπως και στην περίπτωση ανάγκης λήψης δανείων, θα γίνει εξεύρεση κατάλληλων χώρων διάθεσης των χωματισμών ή λήψης δανείων υλικών στην ευρύτερη περιοχή. Σε κάθε περίπτωση ο ανάδοχος υποχρεούται στην ανεύρεση του χώρου και την υποβολή σχετικής μελέτης προς το γραφείο περιβάλλοντος του νομού, που θα την εγκρίνει. Επίσης η περίσσεια των εκχωμάτων θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως υλικό αποκατάστασης των μη αποκατεστημένων ΧΑΔΑ του Δήμου Βέροιας, ή/και ως υλικό επικάλυψης Χώρου Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων/Υπολειμμάτων.

6.3.2 Μέτρα αντιμετώπισης κατά τη λειτουργία

Διάθεση αφυδατωμένης ιλύος. Πρέπει να γίνει έλεγχος αν και κατά πόσο η επεξεργασμένη ιλύς θα πληροί όλα τα χαρακτηριστικά ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό. Σε κάθε περίπτωση το τελικό προϊόν μπορεί να

χρησιμοποιηθεί και ως υλικό τελικής επικάλυψης σε XYT, εφόσον πληρούνται οι προδιαγραφές της Οδηγίας 2003/33/EK.

6.4 ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

6.4.1 Μέτρα αντιμετώπισης κατά την κατασκευή

Στην Ελλάδα ευρίσκεται σε ισχύ σχετική νομοθεσία που αφορά το θόρυβο που προέρχεται από διάφορες πηγές από μηχανήματα εργοταξίων όπως αερόσφυρες κλπ. Η νομοθεσία αυτή περιλαμβάνει:

α. Υπ. Απόφαση 56206/1613/ΦΕΚ 570/B/9.9.86 περί "Προσδιορισμού της ηχητικής εκπομπής των μηχανημάτων και συσκευών εργοταξίου σε συμμόρφωση προς τις οδηγίες 79/113/EOK, 81/1051/EOK, 85/405/EOK".

β. Υπ. Απόφαση 69001/1921 ΦΕΚ 751/B/18.10.88 περί "Εγκρισης τύπου ΕΟΚ για την οριακή τιμή στάθμης Θορύβου μηχανημάτων και συσκευών Εργοταξίου".

Στα πλαίσια της προστασίας από το θόρυβο της κατασκευής είναι υποχρέωση τόσο του κύριου του έργου, όσο και του κατασκευαστή να εφαρμόσει το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο για την προστασία θορύβου από την κατασκευή. Μεταξύ των υποχρεώσεων είναι και η χρησιμοποίηση μηχανημάτων εφοδιασμένων με πιστοποιητικά εκπομπών θορύβου τύπου ΕΟΚ.

6.4.2 Μέτρα αντιμετώπισης κατά τη λειτουργία

Για τη μείωση της ακουστικής πίεσης από τον παραγόμενο θόρυβο στην εγκατάσταση στις γειτονικές περιοχές κατά τη λειτουργία της μονάδας κρίνεται πως τα υπάρχοντα μέτρα ηχορύπανσης της ΕΕΛ είναι επαρκή. Για τα αντλιοστάσια που θα κατασκευαστούν πρέπει να τηρηθούν όλοι οι κανόνες ηχομόνωσης.

6.5 ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΗ ΧΛΩΡΙΔΑ-ΠΑΝΙΔΑ

6.5.1 Μέτρα αντιμετώπισης κατά την κατασκευή

Για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων του έργου στην υφιστάμενη χλωρίδα και πανίδα της περιοχής κατά τη φάση κατασκευής του προτείνονται τα ακόλουθα μέτρα:

- Να εξασφαλιστεί η μη απόρριψη υλικών εκσκαφής, καθώς και κατασκευής (περίσσεια σκυροδέματος κλπ.) και άλλων υλικών (ορυκτέλαια κλπ.) σε περιοχές



πιο λυετούς βλάστησης και σε οποιαδήποτε άλλη θέση εκτός από οργανωμένους χώρους.

- Το εργοτάξιο να εγκατασταθεί μέσα στο γήπεδο του έργου.

6.5.2 Μέτρα αντιμετώπισης κατά τη λειτουργία

Κατά τη λειτουργία του έργου και για τη μείωση της έντασης των επιπτώσεων στα φυσικά οικοσυστήματα της περιοχής, προτείνεται η λήψη των παρακάτω μέτρων:

- Τα προϊόντα των εκσκαφών (επιφανειακό στρώμα) θα εμπλουτιστούν με φυτευτικό υλικό για να αυξηθεί η γονιμότητά τους και να καταστούν κατάλληλο υπόστρωμα για τις φυτεύσεις που θα γίνουν μετά το πέρασ των κατασκευών.
- Μέρος των επεξεργασμένων λυμάτων, εφόσον πληρούνται οι προδιαγραφές, μπορεί να διατεθεί επιφανειακά για την άρδευση των εκτάσεων της εγκατάστασης που θα φυτευτούν. Απαραίτητη προϋπόθεση γι' αυτό είναι τα επεξεργασμένα λύματα να πληρούν τις προδιαγραφές των νερών για άρδευση και ο τρόπος άρδευσης να τηρεί τις κείμενες υγειονομικές διατάξεις.
- Να λαμβάνονται μέτρα μείωσης του θορύβου στις εγκαταστάσεις της μονάδας πχ. των αντλιών, ώστε να μειώνεται η όχληση της πανίδας στη γύρω περιοχή.

6.6 ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

6.6.1 Μέτρα αντιμετώπισης κατά τη φάση την κατασκευή

- Αντιμετώπιση των επιπτώσεων στο ιστορικό-πολιτιστικό περιβάλλον. Οι εργασίες εκσκαφής κατά την κατασκευή της μονάδας να γίνονται μετά από ενημέρωση των αρμόδιων εφοριών αρχαιοτήτων. Σε περίπτωση που κατά την κατασκευή του έργου εντοπιστούν ευρήματα αρχαιολογικού ενδιαφέροντος, οι εργασίες να συνεχισθούν μόνο μετά από άδεια της υπηρεσίας.

6.6.2 Μέτρα αντιμετώπισης κατά τη φάση της λειτουργίας

Τα προτεινόμενα μέτρα για τις επιπτώσεις στο ανθρωπογενές περιβάλλον κατά τη λειτουργία του έργου αφορούν κυρίως την εξασφάλιση της καλής κατάστασης του έργου για την αποδοτική λειτουργία του.

6.7 METRA ANTIMETOPISHS TON EPIPTOSSEON STO TOPIO

6.7.1 Μέτρα αντιμετώπισης κατά την κατασκευή

Κατά τη φάση κατασκευής του έργου πρέπει να αντιμετωπιστεί η ανεξέλεγκτη διάθεση των εκχωμάτων. Η αντιμετώπιση μπορεί να γίνει μόνο με τη χρήση κατάλληλων χώρων απόθεσης προϊόντων εκσκαφής. Στο συγκεκριμένο έργο, οι θέσεις αυτές μπορούν να καθοριστούν με ασφάλεια μόνο από τον κατασκευαστή με συμφωνία και αποδοχή της επιβλέπουσας του έργου τοπικής υπηρεσίας. Προτείνεται πάντως η τελική έγκριση των χώρων να γίνει αφού ληφθούν υπόψη τα απαραίτητα μέτρα αποκατάστασης που απαιτούνται από το νόμο 998/1979.

6.7.2 Μέτρα αντιμετώπισης κατά τη λειτουργία

Τα μέτρα που έχουν ήδη ληφθεί (περιμετρική δενδροφύτευση και φυτεύσεις γκαζόν) κρίνονται ικανοποιητικά και δεν αναμένεται να απαιτηθεί περεταίρω λήψη μέτρων.

6.8 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ

Η εγκατάσταση ηλιακής ξήρανσης ελέγχεται από μια κεντρική μονάδα ελέγχου. Διάφοροι αισθητήρες της εγκατάστασης μετρούν, υπολογίζουν και εποπτεύουν όλες τις σχετικές παραμέτρους μέσα και έξω από το ξηραντήριο όπως τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία του αέρα, την ηλιακή ακτινοβολία, τη ταχύτητα του ανέμου, την περιεκτικότητα της λάσπης σε υγρασία και διάφορες άλλες παραμέτρους της διεργασίας. Το λογισμικό ελέγχου υπολογίζει τις βέλτιστες συνθήκες της διεργασίας αυτόματα και ελέγχει και επιτηρεί όλο τον εξοπλισμό όπως το σύστημα εξαερισμού, τα πτερύγια και τον αυτόματο αναμικτήρα της ιλύος. Ένα σύστημα ασφαλείας σταματά τον αυτόματο αναμικτήρα της ιλύος αμέσως όταν ανοίγουν οι πόρτες ενός θαλάμου.

<p>Θεωρήθηκε Ο Διάντης ΔΕΥΑΒ Θωμάς Αχτσής Πολιτικός Μηχανικός</p>	<p>Ελέγχθηκε Ο Προϊστ/νος Τ.Υ. ΔΕΥΑΒ Ηλίας Τσακτάνης Πολιτικός Μηχανικός</p>	<p>Συντάχθηκε Νικόλαος Γεωργόπουλος Περβαλλοντολόγος, MSc Πτυχ. κατ.27A (Α.Μ. 18000)</p>
-------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------