

# ΔΗΜΟΣ ΚΑΤΩ ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ

## ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΟ

### ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΕΛ ΔΗΜΟΥ ΚΑΤΩ ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ

## 1. ΕΚΘΕΣΗ

### ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<i>1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ</i> .....	3
<i>ΓΕΝΙΚΑ</i> .....	3
<i>1.2 Συμβατικά Στοιχεία-Αντικείμενο της Μελέτης</i> .....	3
<i>1.3 Γεωγραφική Θέση και λοιπά Στοιχεία για το Έργο</i> .....	4
<i>1.4 Περιγραφή Υφιστάμενης Κατάστασης - Σκοπιμότητα του Έργου</i> .....	4
<i>1.5 Οι Εναλλακτικές λύσεις για τη θέση των ΕΕΛ-Σύγκριση</i> .....	5
1.5.1 Γενική αναφορά.....	5
1.5.2 Εξέταση Εναλλακτικών Λύσεων .....	5
1.5.3 Συγκριτική αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων .....	6
1.5.4 Η προτεινόμενη θέση .....	6
<i>2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ</i> .....	8
<i>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ</i> .....	8
2.1 Δημογραφικά στοιχεία – πληθυσμός σχεδιασμού.....	8
2.2 Διοικητική εξάρτηση .....	9
2.3 Χρήσεις γης – Οικονομία της περιοχής.....	9
2.4 Κλιματικά χαρακτηριστικά .....	10
2.5 Γεωλογικές - Γεωτεχνικές συνθήκες .....	12
2.6 Σεισμική επικινδυνότητα .....	12
2.7 Υδρογεωλογικά στοιχεία .....	13
2.8 Κατάσταση περιβάλλοντος της ευρείας περιοχής μελέτης.....	14
2.8.1 Προστατευόμενες περιοχές Natura.....	14
2.8.2 Χλωρίδα .....	15
2.8.3 Πανίδα.....	16

2.8.4 Πιέσεις στο περιβάλλον από άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες .....	17
<b>3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ</b> .....	19
<b>ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ - ΦΟΡΤΙΑ ΕΙΣΟΔΟΥ-ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ</b> .....	19
3.1 Φιλοσοφία Σχεδιασμού Εγκατάστασης .....	19
3.2 Αντικείμενο.....	19
3.3 Ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα των λυμάτων.....	19
3.4 Διάθεση Επεξεργασμένων Λυμάτων – Ποιότητα Εκροής .....	22
3.5 Σύγκριση Μεθόδων Βιολογικής Επεξεργασίας.....	22
<b>4ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ</b> .....	25
<b>A. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ</b> .....	25
4.1 Εισαγωγή.....	25
4.2 Συνοπτική περιγραφή των μονάδων .....	25
4.3 Διάγραμμα ροής.....	26
4.4 Δεδομένα της εγκατάστασης.....	28
<b>B. ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΑΔΩΝ</b> .....	29
4.5 Α/Σ Εισόδου και Ανύψωσης.....	29
4.6 Προεπεξεργασία Λυμάτων.....	29
4.7 Εξισορρόπηση λυμάτων – αντλιοστάσιο τροφοδοσίας βιολογικής βαθμίδας.....	31
4.8 Βιολογική Επεξεργασία Λυμάτων .....	31
4.9 Αφυδάτωση Περίσσειας Ιλύος .....	43
4.10 Απολύμανση Εκροής.....	44
4.11 Διάθεση των επεξεργασμένων υγρών.....	45
4.12 Φρεάτιο Στραγγιδίων.....	45
4.13 Έργα Υποδομής .....	45
4.14 Διαμόρφωση Περιβάλλοντος Χώρου .....	48
<b>5ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ</b> .....	49
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΩΝ - ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ</b> .....	49
5.1 Πίνακας παραδοτέων .....	49
5.2 Προϋπολογισμός .....	51

## 1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΓΕΝΙΚΑ

#### 1.2 Συμβατικά Στοιχεία-Αντικείμενο της Μελέτης

Αντικείμενο της παρούσας είναι η Οριστική Μελέτη του έργου «*ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΕΛ ΔΗΜΟΥ ΚΑΤΩ ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ*» το οποίο έχει ενταχθεί στο ΕΠΠΕΡΑΑ με την Απόφαση 171217/06-09-2011 του Ειδικού Γραμματέα Υδάτων του ΥΠΕΚΑ.

Μετά την έγκριση επιλεξιμότητας της πράξης από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη, ο Δήμος Κάτω Νευροκοπίου προκήρυξε ανοικτό διαγωνισμό για ανάθεση της μελέτης με βάση τις διαδικασίες τις οριζόμενες από το Ν. 3316/05 οποίος διεξήχθη την 15-05-2012. Από τις διαδικασίες του διαγωνισμού μειοδότης και Ανάδοχος της μελέτης αναδείχτηκε η σύμπραξη των γραφείων ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΦΡΑΓΚΟΣ - ΚΩΝ/ΝΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ – ΣΙΓΜΑ ΜΕΛΕΤΩΝ Α.Ε. – HYDROMENT ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Ε.Ε. - ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΦΡΑΓΚΟΣ.

Έτσι με την υπ' αριθμ. 111/2012 απόφαση της Οικονομικής Επιτροπής του Δήμου Κάτω Νευροκοπίου, ανατέθηκε στην σύμπραξη των γραφείων μελετών Γεώργιος Ν. Φράγκος (κατηγ. 13) – Κων/νος Γ. Θεοδωρόπουλος (κατηγ. 13) Sigma μελετών Α.Ε.(κατηγ. 18) – HYDROMENT ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Ε.Ε. (κατηγ. 09) - Νικόλαος Σ. Φράγκος (κατηγ. 27) η εκπόνηση της μελέτης «*ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΕΛ ΔΗΜΟΥ ΚΑΤΩ ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ*» σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν 3316/2005.

Σύμφωνα με το από 08-03-2013 ιδιωτικό συμφωνητικό μεταξύ του Δημάρχου Κάτω Νευροκοπίου και του νόμιμου κοινού εκπροσώπου των συμπραττόντων γραφείων Γιώργου Φράγκου πολιτικού μηχανικού, την Προκήρυξη, τη Συγγραφή Υποχρεώσεων και τα λοιπά τεύχη του διαγωνισμού που εγκρίθηκαν με την από 32/2012 απόφαση της Οικονομικής Επιτροπής του Δήμου Κάτω Νευροκοπίου και την από 15-05-2012 τεχνική προσφορά της σύμπραξής μας, υποβάλλεται η παρούσα Οριστική Μελέτη για το έργο.

Για τις ανάγκες της μελέτης αυτής έγιναν επισκέψεις στην περιοχή και αντλήθηκαν στοιχεία και πληροφορίες από διάφορους φορείς τους οποίους και ευχαριστούμε θερμά.

### **1.3 Γεωγραφική Θέση και λοιπά Στοιχεία για το Έργο**

Το μελετούμενο έργο σχεδιάζεται στον οικισμό Κάτω Νευροκοπίου του Δήμου Κάτω Νευροκοπίου.

Ο Δήμος Κάτω Νευροκοπίου είναι Δήμος του νομού Δράμας. Απλώνεται σε μία πολύ μεγάλη έκταση καταλαμβάνοντας όλο το βορειοδυτικό τμήμα του νομού. Ο Δήμος Κάτω Νευροκοπίου καταλαμβάνει συνολικά έκταση 872 τ.χλμ. και είναι ο μεγαλύτερος σε έκταση δήμος της Ελλάδας. Αποτελείται από (1) μία δημοτική κοινότητα (Κάτω Νευροκοπίου) και από 16 τοπικές κοινότητες (Αχλαδέας, Βαθυτόπου, Βόλακος, Γρανίτου, Δασωτού, Εξοχής, Καταφύτου, Κάτω Βροντούς, Λευκογείων, Μικροκλεισούρας, Μικρομηλέας, Οχυρού, Παγονερίου, Περιθωρίου, Ποταμών, Χρυσοκεφάλου) και έχει συνολικό πληθυσμό 8.026 κατοίκους σύμφωνα με την απογραφή της ΕΣΥΕ (έτος 2001). Έδρα του Δήμου είναι το Κάτω Νευροκόπι.

Με την εφαρμογή της νέας διοικητικής διαίρεσης της χώρας κατά το Πρόγραμμα Καλλικράτης το 2011 ουδεμία μεταβολή επήλθε στο Δήμο.

Η εγκατάσταση επεξεργασίας των λυμάτων (ΕΕΛ) βρίσκεται νοτιοδυτικά του οικισμού και σε απόσταση 500 περίπου μέτρων από αυτόν.

### **1.4 Περιγραφή Υφιστάμενης Κατάστασης - Σκοπιμότητα του Έργου**

#### α. Γενική αναφορά του έργου

Το έργο αφορά την αντικατάσταση των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων του οικισμού Κάτω Νευροκοπίου του Δήμου Κάτω Νευροκοπίου.

#### β. Υφιστάμενη κατάσταση

Σύμφωνα με το Τ.Τ.Δ., αλλά και κατόπιν αυτοψίας στελεχών της ομάδας μελέτης, η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων του Νευροκοπίου σήμερα ουσιαστικά δεν λειτουργεί αφενός λόγω της παλαιότητας και αφετέρου λόγω της παρωχημένης τεχνολογίας που εφαρμόστηκε. Έτσι είναι προφανές ότι η υφιστάμενη ανενεργή ΕΕΛ χωρίς καμία ουσιώδη επεξεργασία έχει ως αποτέλεσμα τη διάθεση των ανεπεξέργαστων λυμάτων στον παρακείμενο χείμαρρο, δημιουργώντας οξύτατες οχλήσεις στο υδατικό και υπεδάφιο περιβάλλον. Το παραπάνω πρόβλημα γίνεται ιδιαίτερα έντονο κατά τους θερινούς μήνες.

Για το σκοπό αυτό ο Δήμος Κάτω Νευροκοπίου επέτυχε την ένταξη του έργου στο ΕΠΠΕΡΑΑ με βάση την με Α.Π. 171217/06-09-2011 απόφαση του Ειδικού Γραμματέα Υδάτων του ΥΠΕΚΑ περί ένταξης της πράξης «ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΕΛ ΔΗΜΟΥ ΚΑΤΩ ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ» στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη».

### γ. Προβλήματα που θα αντιμετωπιστούν

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι με την υλοποίηση του έργου θα καλυφθούν οι παρακάτω ανάγκες:

- Θα επιλυθεί κατά ορθολογικό τρόπο το πρόβλημα της επεξεργασίας και διάθεσης των λυμάτων του οικισμού Κάτω Νευροκοπίου.
- Θα εξαιρεθεί η ρύπανση που προκαλείται από την παράνομη κατείσδυση των λυμάτων εντός του υπεδάφους.
- Με την επίλυση των παραπάνω πρωταρχικών προβλημάτων, θα δοθεί ώθηση στην ανάπτυξη της περιοχής.

## **1.5 Οι Εναλλακτικές λύσεις για τη θέση των ΕΕΛ-Σύγκριση**

### **1.5.1 Γενική αναφορά**

Τα γενικώς αποδεκτά βιβλιογραφικά κριτήρια για την επιλογή της θέσης των εγκαταστάσεων επεξεργασίας είναι:

- Ευνοϊκές τοπογραφικές συνθήκες δηλαδή η μεγαλύτερη δυνατή επιπεδότητα του χώρου ώστε να αποφεύγονται πολλές χωματουργικές εργασίες και τεχνικά έργα.
- Η σχέση του χώρου με την κατοικημένη περιοχή ώστε να μη προκαλούνται αισθητικά ή ψυχολογικά προβλήματα στους περίοικους πολίτες ή οχλήσεις από τις ενδεχόμενες μεταβολές του υδραυλικού φορτίου.
- Η ύπαρξη και διάθεση δημόσιου χώρου, ή χώρου ειδικής χρήσης και κατοχής άλλως -σε περίπτωση ιδιωτικού χώρου- η ύπαρξη συμφωνίας με τους ιδιοκτήτες αγοράς του χώρου για την αποφυγή των οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεων από τις απαλλοτριώσεις.
- Ο χώρος να απαιτεί τις μικρότερες δυνατές πρόσθετες εργασίες (εξυγίανση χώρου κλπ.).
- Η μέγιστη δυνατή κεντροβαρικότητα του χώρου ως προς την εξυπηρετούμενη περιοχή, υπό την προϋπόθεση της ικανοποιητικής απόστασης από τον οικισμό, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι αποστάσεις και κατά συνέπεια τα κόστη από την κατασκευή των αποχετευτικών έργων.
- Η μικρή υψομετρική διαφορά από το κέντρο βάρους της εξυπηρετούμενης περιοχής ώστε να ελαχιστοποιούνται τα ενεργειακά κόστη από τις αντλήσεις

### **1.5.2 Εξέταση Εναλλακτικών Λύσεων**

Στην ήδη εγκριθείσα Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων εξετάστηκαν οι

παρακάτω δύο (2) εναλλακτικές επιλογές συμπεριλαμβανομένης και της μηδενικής ως προς τη θέση των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων Κάτω Νευροκοπίου.

### **Θέση 1 – Εναλλακτική Επιλογή 1**

Η θέση 1 είναι η θέση των υφιστάμενων Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων και βρίσκεται νοτιοδυτικά του οικισμού και σε απόσταση 500 περίπου μέτρων από αυτόν.

Για τα επεξεργασμένα λύματα προβλέπεται η διάθεση στον παραπλεύρω χείμαρρο.

### **Μηδενική Λύση - Εναλλακτική Επιλογή 2**

Η λύση αυτή αφορά στη διατήρηση της κατάστασης ως έχει. Όπως έχει ήδη αναφερθεί η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων του Νευροκοπίου σήμερα ουσιαστικά δεν λειτουργεί αφενός λόγω της παλαιότητας και αφετέρου λόγω της παρωχημένης τεχνολογίας που εφαρμόστηκε.

#### **1.5.3 Συγκριτική αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων**

Είναι προφανές ότι η υφιστάμενη ανενεργή ΕΕΛ χωρίς καμία ουσιώδη επεξεργασία και η διάθεση των ανεπεξέργαστων λυμάτων στον παρακείμενο χείμαρρο, δημιουργεί οξύτατες οχλήσεις στο υδατικό περιβάλλον. Το παραπάνω πρόβλημα γίνεται ιδιαίτερα έντονο κατά τους μήνες αιχμής.

Αντίθετα, η θέση του γηπέδου όπου βρίσκονται οι υφιστάμενες ΕΕΛ είναι ιδανική για το συγκεκριμένο έργο αφενός γιατί ευρίσκεται σε αρκετά κοντινή απόσταση από τον οικισμό και αφετέρου γιατί δεν αποτελεί οχληρή επιλογή. Επιπλέον να αναφερθεί πως τόσο κατά την υφιστάμενη όσο και την νέα κατάσταση που περιγράφει το παρόν τεχνικό έργο δεν υπήρξαν αλλά και δεν προβλέπονται κοινωνικές αντιδράσεις.

#### **1.5.4 Η προτεινόμενη θέση**

Με βάση την ανάλυση που προηγήθηκε στα παραπάνω εδάφια 1.5.1 έως 1.5.3 προκύπτει ότι η βέλτιστη επιλογή είναι η θέση (1) η οποία ευρίσκεται νοτιοδυτικά του οικισμού και σε απόσταση 500 περίπου μέτρων από αυτόν.

Η θέση αυτή έχει απόλυτα θετική ανταπόκριση σε όλα τα πιθανά αντικειμενικά κριτήρια. Ειδικότερα:

- Μη απαίτηση κατασκευής του αγωγού προσαγωγής λυμάτων, αφού αυτός

υφίσταται.

- Διαθέτει τη βέλτιστη απόσταση σε σχέση με το κέντρο βάρους της παραγωγής των λυμάτων σε συνδυασμό με ικανοποιητική απόσταση ώστε να μη δημιουργεί ψυχολογικά προβλήματα στους κατοίκους στο βαθμό που αυτά εντάσσονται στη σφαίρα της λογικής.
- Διαθέτει ικανοποιητικό υψόμετρο και δεν απαιτεί αντλήσεις, δηλαδή κατανάλωση ενέργειας που θα αποτελούσε –πέραν του οικονομικού- έμμεσο αλλά σφαιρικό περιβαλλοντικό πρόβλημα.
- Η διάθεση στον υφιστάμενο αποδέκτη γίνεται άμεσα λόγω της γειννίας της θέσης με το χείμαρρο.
- Δεν υπόκειται σε χωροταξικές ή άλλες απαγορεύσεις ούτε ευρίσκεται εντός ζωνών προστασίας της φύσης.
- Η τοπογραφική δομή της έκτασης και η δυνατότητα εκτεταμένης δενδροφύτευσης καθιστά ευχερή την πλήρη απόκρυψή της ακόμη και από την εγγύτερη περιοχή.
- Η θέση του γηπέδου είναι ιδανική για το συγκεκριμένο έργο εφόσον ευρίσκεται στη θέση όπου σήμερα οδηγούνται και εκβάλλουν τα ανεπεξέργαστα λύματα και σε αρκετά κοντινή θέση σε σχέση με τον οικισμό, δεν αποτελεί οχληρή επιλογή.
- Δεν προβλέπονται κοινωνικές αντιδράσεις για τη συγκεκριμένη θέση.

## 2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

#### 2.1 Δημογραφικά στοιχεία – πληθυσμός σχεδιασμού

Τα μελετούμενα έργα σχεδιάζονται στον οικισμό Κάτω Νευροκοπίου του Δήμου Κάτω Νευροκοπίου.

Ο Δήμος Κάτω Νευροκοπίου είναι Δήμος του νομού Δράμας. Απλώνεται σε μία πολύ μεγάλη έκταση καταλαμβάνοντας όλο το βορειοδυτικό τμήμα του νομού. Ο Δήμος Κάτω Νευροκοπίου καταλαμβάνει συνολικά έκταση 872 τ.χλμ. και είναι ο μεγαλύτερος σε έκταση δήμος της Ελλάδας. Αποτελείται από (1) μία δημοτική κοινότητα (Κάτω Νευροκοπίου) και από 16 τοπικές κοινότητες (Αχλαδέας, Βαθυτόπου, Βώλακος, Γρανίτου, Δασωτού, Εξοχής, Καταφύτου, Κάτω Βροντούς, Λευκογείων, Μικροκλεισούρας, Μικρομηλέας, Οχυρού, Παγονερίου, Περιθωρίου, Ποταμών, Χρυσοκεφάλου) και έχει συνολικό πληθυσμό 8.026 κατοίκους σύμφωνα με την απογραφή της ΕΣΥΕ (έτος 2001). Έδρα του Δήμου είναι το Κάτω Νευροκόπι.

Με την εφαρμογή της νέας διοικητικής διαίρεσης της χώρας κατά το Πρόγραμμα Καλλικράτης το 2011 ουδεμία μεταβολή επήλθε στο Δήμο.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα πληθυσμιακά στοιχεία του Κάτω Νευροκοπίου από το έτος 1951 έως το 2001 καθώς και η έκταση της σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΣΥΕ.

ΟΙΚΙΣΜΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 1951	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 1961	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 1971	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 1981	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 1991	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 2001
<b>Κ.Νευροκόπι</b>	<b>2.702</b>	<b>2.994</b>	<b>2.278</b>	<b>2.370</b>	<b>2.158</b>	<b>2.072</b>

Ο πραγματικός πληθυσμός του οικισμού του Κάτω Νευροκοπίου σύμφωνα προς τα δεδομένα της απογραφής του έτους 2001 ανέρχεται σε 2.072 κατοίκους.

Οι προγνώσεις του πληθυσμού φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Ετος	2013	2032	2052
Μόνιμος Πληθυσμός	2.000	3.091	3.885
Κινητός Πληθυσμός	600	909	1.115
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>2.600</b>	<b>4.000</b>	<b>5.000</b>



Η κατασκευή της πρώτης φάσης των έργων προβλέπεται για την 1<sup>η</sup> 20ετία με εκτιμώμενο πληθυσμό 4.000 κατοίκους ενώ ο σχεδιασμός θα γίνει για την τελική φάση με αντίστοιχα εκτιμώμενο πληθυσμό 5.000 κατοίκων.

## 2.2 Διοικητική εξάρτηση

Ο οικισμός του Κάτω Νευροκοπίου, εξαρτάται διοικητικά από την πόλη της Δράμας ως πρωτεύουσα της Περιφερειακής Ενότητας Δράμας.

## 2.3 Χρήσεις γης – Οικονομία της περιοχής

Ο Νομός Δράμας είναι κατ' ουσία αγροτικός. Υπάρχουν μεγάλες καλλιεργήσιμες εκτάσεις στις πεδιάδες που εκτείνονται κυρίως στο νότιο τμήμα του. Η πλήρης αξιοποίηση των υδάτινων πόρων του (ιδιαίτερα των ποταμών Νέστου και Αγγίτη, των πηγών Κεφαλαρίου) και η χρήση σύγχρονων μεθόδων καλλιέργειας έχουν βελτιώσει σημαντικά, τα τελευταία χρόνια, την αγροτική οικονομία. Τα προϊόντα που καλλιεργούνται είναι κυρίως δημητριακά, βαμβάκι, βιομηχανική ντομάτα, καπνός, αμπέλια, φρούτα και λαχανικά. Από τα πιο γνωστά, όμως, προϊόντα της περιοχής είναι τα φασόλια και οι πατάτες, ενώ η αμπελοκαλλιέργεια τα τελευταία χρόνια αποκτά μία νέα δυναμική, με γνωστά ήδη τα επώνυμα κρασιά της Δράμας διεθνούς αναγνώρισης.

ΓΕΩΡΓΙΑ	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Σύνολο καλλιεργειών, στρέμματα	569674	569785	569992	567845	562951	562920	547370	547229	-	-
Ελαιόλαδο, τόνοι	-	-	70	90	155	190	121	182	182	64
Καπνός, τόνοι	721	707	615	906	633	698	775	494	900	1229
Βαμβάκι, τόνοι	38332	71919	24000	20000	35200	34675	31928	31613	31284	27694
Σιτάρι, τόνοι	54784	53037	53000	50000	46960	49250	44718	44561	39927	45471
Ρύζι, τόνοι	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Εσπεριδοειδή, τόνοι	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μήλα, τόνοι	423	452	450	450	550	607	677	667	667	481
Ροδάκινα, τόνοι	109	115	150	150	150	160	89	73	73	82
Πατάτες, τόνοι	42548	47135	40000	45000	37500	43500	67834	42628	42304	69772
Τομάτες, τόνοι	17405	18730	18440	22600	18100	15990	17230	6653	15695	15638
Κρέας, τόνοι	6969	6865	6953	7000	7100	7500	7263	8565	8565	10113
Γάλα, τόνοι	24296	24057	32040	32000	33000	36000	33868	37705	35117	34471
Τυρί μαλακό, τόνοι	3039	2787	500	500	535	655	3721	3536	3613	3509
Τυρί σκληρό, τόνοι	60	155	-	-	-	-	7	-	170	12

Σημαντική θέση στο νομό έχει η κτηνοτροφική παραγωγή, όπου κυριαρχεί η μικρή οικογενειακή εκμετάλλευση παραδοσιακής μορφής. Εκτρέφονται κυρίως αιγοπρόβατα, βοοειδή και χοίροι, ενώ σύγχρονες μονάδες παράγουν εξαιρετικής

ποιότητας τυροκομικά προϊόντα. Η απομάκρυνση της κτηνοτροφίας αλλά και των έντονων ανθρώπινων δραστηριοτήτων είχε ως αποτέλεσμα τη φυσική αναδάσωση και δάσωση της περιοχής, η οποία συνεχίζεται ακόμη και σήμερα.

Είδος	Εκμεταλλεύσεις	Πληθυσμός
Βοοειδή	977	32.838
Αιγοπρόβατα	794	172.882
Χοίροι	43	39.938

Σ' ένα νομό, όμως, που το μεγαλύτερο μέρος του καλύπτεται από δάση, δεν θα μπορούσε να λείπει η δασική παραγωγή. Τα δάση της περιοχής χαρακτηρίζονται από ένα υψηλό παραγωγικό δυναμικό προς διάφορες κατευθύνσεις: ξύλο, βοσκήσιμη ύλη (κτηνοτροφία), γεωργία, μελισσοκομία, βότανα - αρωματικά φυτά, νερό, αποτελούν μια σειρά ανανεώσιμων φυσικών πόρων που αποτελούν σήμερα αντικείμενο οικονομικής δραστηριότητας, δημιουργώντας έτσι μια πολύτιμη πηγή απασχόλησης και εισοδήματος για τους τοπικούς πληθυσμούς, της ορεινής ζώνης της Ροδόπης του Ν. Δράμας. Η συνδρομή αυτή των δασών έχει ιδιαίτερη σημασία όχι μόνο για την τοπική κοινωνία, αλλά και ευρύτερα για τη χώρα ολόκληρη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στην περιοχή της Ροδόπης αναπτύσσονται τα παραγωγικότερα δάση της χώρας, καλύπτοντας πάνω από το 25% της εγχώριας παραγωγής σε τεχνικό ξύλο (Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη Ροδόπης, 1999).

Η περιοχή διαθέτει τα πλουσιότερα δάση στην Ελλάδα. Τα κυριότερα δασοπονικά προϊόντα προέρχονται από τα δάση της ερυθρελάτης, πεύκης, οξιάς, δρυός και λεύκης τα οποία απορροφούνται σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα από τις τοπικές βιομηχανίες ξύλου.

Το μεγαλύτερο, όμως, οικονομικό ενδιαφέρον παρουσιάζει ο νομός στον τομέα του μαρμάρου. Σήμερα αποτελεί το βασικότερο στοιχείο της ανάπτυξης του. Μονάδες εξόρυξης και επεξεργασίας μαρμάρου, από τις πιο μεγάλες και σύγχρονες της χώρας, έχουν εγκατασταθεί στην περιοχή παρουσιάζοντας μεγάλη εξαγωγική δραστηριότητα. Η συνολική έκταση των λατομείων ξεπερνάει τα 40.000 στρέμματα όπου τα περισσότερα από αυτά εντοπίζονται στις περιοχές Βώλακα, Γρανίτη και Κοκκινόγεια.

## 2.4 Κλιματικά χαρακτηριστικά

Με βάση την κλιματική ταξινόμηση κατά Thornthwaite, ο Καρράς κατατάσσει την περιοχή της Δράμας στον κλιματικό τύπο C1dB2'b4'.

Πιο συγκεκριμένα, το κλίμα της περιοχής είναι ξηρό αποκλίνον προς το ημίυγρο ανήκον στο μεσόθερμο τύπο θερμικού κλίματος στο οποίο η δυνητική εξατμισοδιαπνοή κυμαίνεται από 712 έως 855 mm. Η αναπτυσσόμενη θερμική δραστηριότητα το θέρος είναι μέτρια.

Από τα δεδομένα του Μετεωρολογικού Σταθμού Δράμας και για το διάστημα 1975-1990 προκύπτουν οι παρακάτω αντιπροσωπευτικές τιμές των βασικών κλιματικών παραμέτρων για την περιοχή:

Βροχοπτώσεις	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής	540.2 mm
	Ημέρες βροχής	82.5 ημ/έτος
	Χειμώνας	25.9%
	Ανοιξη	25.7%
	Καλοκαίρι	23.0%
	Φθινόπωρο	25.4%
Σχετική υγρασία	67%	
Θερμοκρασία	Μέση ετήσια	15.5 °C
	Ελάχιστη μέση μηνιαία (Ιανουάριος)	-0.2 °C
	Μέγιστη μέση μηνιαία (Ιούλιος)	32.1 °C

Όμως ο οικισμός του Κάτω Νευροκοπίου και κατά συνέπεια η περιοχή του έργου, αν και απέχει μόλις 42 χιλιόμετρα από την πόλη της Δράμας αποτελεί μια από τις πιο ψυχρές περιοχές της Ελλάδας καθώς στην κοιλάδα του Νευροκοπίου καταγράφονται από τις χαμηλότερες θερμοκρασίες στην Ελληνική επικράτεια.

Έτσι από τα δεδομένα του Μετεωρολογικού Σταθμού Νευροκοπίου Δράμας για το περσινό έτος (2012) προκύπτουν οι παρακάτω αντιπροσωπευτικές τιμές των βασικών κλιματικών παραμέτρων για την περιοχή:

Βροχοπτώσεις	Ετήσιο ύψος βροχής	832.4 mm
	Ημέρες βροχής	109 ημέρες
	Χειμώνας	36.0%
	Ανοιξη	27.6%
	Καλοκαίρι	15.4%
	Φθινόπωρο	21.0%
Σχετική υγρασία	67%	
Θερμοκρασία	Μέση ετήσια	10.8 °C
	Ελάχιστη μέση μηνιαία (Ιανουάριος)	-10.5 °C
	Μέγιστη μέση μηνιαία (Ιούλιος)	33.5 °C

## 2.5 Γεωλογικές - Γεωτεχνικές συνθήκες

Η περιοχή ενδιαφέροντος εντάσσεται στη ζώνη εξάπλωσης των γεωλογικών σχηματισμών της μάζας της Ροδόπης. Η εν λόγω ζώνη αποτελείται από δυο μεγάλες ενότητες πετρωμάτων τεκτονικά επωθημένες η μία επί της άλλης, την ανώτερη ενότητα του Σιδηρόνερου και την κατώτερη ενότητα του Παγγαίου. Η ανώτερη ενότητα του Σιδηρόνερου καταλαμβάνει το μεγαλύτερο τμήμα της υδρολογικής λεκάνης του Νέστου και Νευροκοπίου και αποτελείται από ορθογνεύσιους, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους, αμφιβολίτες και λεπτές ενστρώσεις μαρμάρων. Η κατώτερη ενότητα του Παγγαίου δομείται από μάρμαρα μεγάλου πάχους σε εναλλαγές με διμαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους, σχιστογνεύσιους και αμφιβολίτες.

Στην ευρύτερη περιοχή μελέτης εντοπίζονται οι κάτωθι γεωλογικοί σχηματισμοί:

- Πρόσφατες αποθέσεις λεκάνης Νευροκοπίου οι οποίες καλύπτουν το νότιο τμήμα του οικισμού καθώς και όλη την κατάντη ζώνη. Επιπρόσθετα δομούν την ευρεία ζώνη διέλευσης των ποταμοχειμάρρων της ανάντη ζώνης. Χαλαροί σχηματισμοί και τοπικά ελάχιστα συνεκτικοί, λεπτοκοκκώδεις έως χονδροκλαστικοί, άστρωτοι, με ταχεία και συχνή εναλλαγή λιθολογικών φάσεων τόσο κατά την κατακόρυφο όσο και κατά την οριζόντια διεύθυνση. Χαρακτηρίζονται από ευρεία διακύμανση των φυσικομηχανικών χαρακτηριστικών τους, γεγονός το οποίο καθορίζεται άμεσα από την λιθολογική σύσταση και την κοκκομετρική διαβάθμιση. Το πάχος τους καθορίζεται από το παλαιοανάγλυφο των υποκείμενων σχηματισμών (μορφολογία λεκάνης).
- Κρυσταλλικοί σχιστόλιθοι οι οποίοι αποτελούν βραχώδεις σχηματισμούς με μεγάλο πάχος και πολύ καλή γεωμηχανική συμπεριφορά. Κατά θέσεις εντοπίζονται ως έντονα κερματισμένοι και αποσαθρωμένοι με αποτέλεσμα να διαμορφώνουν επιφανειακό πολύ χαμηλής συνοχής. Καλύπτουν μεγάλο τμήμα των ανάντη εξάρσεων δυτικά και βόρεια του Κάτω Νευροκοπίου.
- Μάρμαρα, κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι και σιπολίνες που απαντώνται κύρια ανατολικά του Κάτω Νευροκοπίου. Βραχώδεις και συμπαγείς σχηματισμοί όπου το ενδεχόμενο ασταθούς συμπεριφοράς σχετίζεται με το πλήθος και το είδος (ολισθηρές, ανοιχτές, κ.λ.π.) των ασυνεχειών που τους διατέμνουν.

## 2.6 Σεισμική επικινδυνότητα

Όσον αφορά τις σεισμικές δράσεις σχεδιασμού, σύμφωνα με την τελευταία τροποποίηση του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού (ΕΑΚ – 2000) και την απόφαση που δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ Β΄ 1154 / 12-08-2003 και ισχύει από 1-1-2004, η ευρύτερη περιοχή έρευνας κατατάσσεται στην κατηγορία Ι σεισμικής

επικινδυνότητας. Η σεισμική επιτάχυνση εδάφους είναι  $A = a \chi g$ , όπου  $a = 0,16$  και  $g$  η επιτάχυνση της βαρύτητας ( $g = 981 \text{ cm/sec}^2$ ), δηλαδή η αναμενόμενη μέγιστη οριζόντια σεισμική επιτάχυνση εδάφους είναι της τάξης του  $0,16g$  ή  $156,96 \text{ cm/sec}^2$ .

## 2.7 Υδρογεωλογικά στοιχεία

Η υδρογεωλογική λεκάνη της Δράμας στην οποία περιλαμβάνεται και μέρος του Ν. Καβάλας, αποτελεί το ανατολικό τμήμα της ευρύτερης λεκάνης του Στρυμόνα.

Οι υδρογεωλογικές συνθήκες που επικρατούν στη λεκάνη είναι συνδεδεμένες με τους λιθολογικούς σχηματισμούς και την τεκτονική της περιοχής.

Οι σχηματισμοί που επικρατούν στην περιοχή αποτελούνται από ημιυδροπερατά και υδροπερατά πετρώματα (μάρμαρα, κροκαλοπαγή, πλευρικά κορήματα). Από την αιτία αυτή μεγάλες ποσότητες νερού των βροχοπτώσεων κατεισδύουν σε βάθος και στη συνέχεια τροφοδοτούν τις μεγάλες καρστικές πηγές που αναβλύζουν στην περιφέρεια της πεδιάδας της Δράμας.

Ειδικότερα οι επί μέρους υδρολιθολογικές ενότητες που συνθέτουν τις υδρογεωλογικές συνθήκες και την εμφάνιση καρστικών και μη πηγών στην περιοχή έχουν ως εξής, από τις νεότερες προς τις παλαιότερες.

- Αλλουβιακές προσχώσεις
- Διλουβιακές αποθέσεις
- Νεογενή ιζήματα
- Μάρμαρα
- Σχιστόλιθοι, γνεύσιοι, αμφιβολίτες
- Εκρηξιγενή (περιδοτίτες, γρανίτες)

Οι αλλουβιακές προσχώσεις αναπτύσσονται στις πεδινές εκτάσεις της λεκάνης. Η υπόγεια υδροφορία τους είναι πολύ πλούσια τόσο στο φρεάτιο όσο και στους βαθύτερους ορίζοντες. Γενικά όμως οι αλλουβιακές προσχώσεις δεν παίζουν άμεσο ρόλο στην εμφάνιση των διαφόρων πηγών της περιοχής. Εμμεσα μόνο επηρεάζουν το μηχανισμό εκδηλώσεως μερικών καρστικών πηγών στη λεκάνη και συγκεκριμένα με τη δημιουργία συνθηκών υπερπληρώσεως στα μάρμαρα της περιοχής.

Οι διλουβιακές αποθέσεις απαντώνται στα κράσπεδα των πεδινών εκτάσεων υπό μορφή συμπαγών ή ασύνδετων λατυποκροκαλοπαγών. Στρωματογραφικά τα λατυποκροκαλοπαγή επικάθονται κατά περίπτωση είτε σε στρώματα του Νεογενούς είτε σε παλαιότερα πετρώματα σχιστόλιθων και μαρμάρων

(Παλαιοζωικό). Στο σύνολο τους οι διλουβιακές αποθέσεις είναι σχηματισμός πολύ υδροπερατός με έντονη κατά τόπους καρστικοποίηση. Από την επιφάνεια των λατυποκροκαλοπαγών αναβλύζουν πολλές πηγές με σημαντική παροχή. Η μεγάλη παροχή των πηγών αυτών οφείλεται βασικά στις έμμεσες πλευρικές μεταγίσεις υπόγειων καρστικών νερών στα μάρμαρα της περιοχής.

Οι νεογενείς αποθέσεις αποτελούν στο σύνολο τους ένα ημιυδροπερατό σχηματισμό επειδή συνίστανται από ενστρώσεις κροκαλοπαγών, ψαμμιτών και μαργών. Λόγω αυτών των αλληπάλληλων ενστρώσεων εμφανίζονται αρκετές πηγές επαφής με μικρή όμως παροχή. Για τις μεγάλες καρστικές πηγές της περιοχής ο ρόλος των Νεογενών αποθέσεων είναι γενικά έμμεσος, μόνο στις περιπτώσεις που υπάρχουν υπερκείμενοι διλουβιακοί σχηματισμοί, δηλ. τα προαναφερθέντα λατυποκροκαλοπαγή. Επίσης σημαντικό ρόλο στην τροφοδοσία διαφόρων πηγών στη λεκάνη της Δράμας πιθανόν να έχουν οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι των Νεογενών της περιοχής Σκοπιάς-Αλιστράτης-Καλλιθέας-Καλής Βρύσης.

Τα μάρμαρα που εμφανίζονται στην περιοχή είναι κατακερματισμένα και έχουν έντονη καρστικότητα. Η καρστική διεργασία έχει προχωρήσει πάρα πολύ στα μάρμαρα σε βαθμό μάλιστα, ώστε σε ορισμένα μέρη, όπως στο όρος Φαλακρό έχουν δημιουργηθεί ιδιόμορφα γεωμορφολογικά πεδία με πλήθος από ουβάλες και δολίνες διαφόρων επιπέδων και με διάταξη παράλληλη με βασικές γραμμές διαρρήξεως (BA-ΝΔ). Τα γεγονότα αυτά συντελούν ώστε στο σύνολο του ο σχηματισμός να είναι υδροπερατός με μεγάλο συντελεστή κατεισδύσεως. Επομένως τα μάρμαρα, τα οποία έχουν πολύ μεγάλη ανάπτυξη στη λεκάνη της Δράμας, αποτελούν το σημαντικότερο παράγοντα (συλλεκτήρας και ρεζερβουάρ) στην εμφάνιση πολλών και σημαντικών πηγών. Μεταξύ αυτών είναι οι πηγές Μυλοποτάμου, Αγ. Βαρβάρας Δράμας, Καλλιφύτου και Βοϊράνης. Οι σχιστόλιθοι, αμφιβολίτες και γνεύσιοι είναι πετρώματα κατά βάση μη υδροπερατά. Στα τμήματα της περιοχής όπου εμφανίζονται οι σχηματισμοί αυτοί, η επιφανειακή απορροή των νερών της βροχής είναι μεγάλη, η κατεισδυση μικρή και οι πηγές που αναβλύζουν είναι μικρής παροχής. Στην περιοχή της λεκάνης οι σχιστόλιθοι και οι γνεύσιοι ευρίσκονται υπό μορφή στρωμάτων ή φακών εντός των μαρμάρων και βοηθούν με τον τρόπο αυτό, τουλάχιστον έμμεσα στην εκδήλωση των καρστικών πηγών επαφής.

Οι εκρηξιγενείς σχηματισμοί είναι κατά βάση μη υδροπερατοί σχηματισμοί και η υδρολογική τους συμπεριφορά είναι ανάλογη με αυτή των σχιστόλιθων, δηλ. βοηθούν έμμεσα στην εκδήλωση υδροφορίας όταν υπάρχουν υπερκείμενοι υδροπερατοί σχηματισμοί.

## **2.8 Κατάσταση περιβάλλοντος της ευρείας περιοχής μελέτης**

### **2.8.1 Προστατευόμενες περιοχές Natura**

Η περιοχή του προς μελέτη έργου δεν υπάγεται στις διατάξεις του άρθρου 21 του

N 1650/86, δηλαδή δεν υπάρχουν περιοχές που να προστατεύονται από τη Διεθνή και την Ελληνική Νομοθεσία. Ο χαρακτηρισμός μιας περιοχής ως περιοχή Natura 2000 γίνεται βάσει της κοινοτικής οδηγίας 92/43/ΕΟΚ του συμβουλίου της 21ης Μαΐου 1992 “για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της Άγριας Πανίδας και Χλωρίδας”. Η θέση του έργου δεν βρίσκεται εντός ή πλησίον κάποιας προστατευόμενης περιβαλλοντικά περιοχής.

### 2.8.2 Χλωρίδα

Ο νομός Δράμας εκτείνεται σε μία περιοχή όπου η βλάστηση περνάει μεταβατικά από την μεσογειακή στην ηπειρωτική ζώνη. Η διαβάθμιση της βλάστησης από τα πεδινά και νότια προς τα ορεινά και βόρεια είναι η κλασσική με αείφυλλα σκληρόφυλλα, φυλλοβόλο δάσος και δάση κωνοφόρων. Η διάπλαση μακί είναι σχετικά περιορισμένη. Συναντάται σε μεσημβρινές εκθέσεις προς την πεδινή ζώνη.

Στην περιοχή του έργου δεν υπάρχουν αυτοφυή οικοσυστήματα, λόγω της αποκλειστικής χρήσης των εκτάσεων για γεωργική καλλιέργεια, εκτός από περιορισμένες συστάδες βλάστησης που βρίσκονται κατά μήκος τάφρων, οδών ή σε όρια ιδιοκτησιών.

Έτσι στη λεκάνη της Δράμας συναντώνται συχνά στην άκρη των δρόμων και των στραγγιστικών τάφρων, θάμνοι και δέντρα όπως βατομουριές, αγριοδαμασκηινές και αγριοαχλαδιές. Στις χαμηλές θέσεις της λεκάνης μέσα στον άλλοτε βάλτο, αναπτύσσονται κυρίως κατά μήκος των αποστραγγιστικών καναλιών ψαθί και καλαμιές.

Κατά μήκος μερικών καναλιών και κύριων οδών όπως και κατά μήκος του ρέματος Βοϊράνης υπάρχουν εκτεταμένοι λευκάνες (*Populus* sp.), οι οποίοι έχουν δημιουργηθεί τεχνητά και εκμεταλλεύονται το ξύλο τους.

Στην περιοχή των πηγών Βοϊράνης και κατά μήκος της τάφρου της Αγ. Βαρβάρας και άλλων τάφρων φύονται υδροχαρή φυτά, τα κυριότερα από τα οποία είναι:

Καλάμια	<i>Phragmites communis</i>
Βάτα	<i>Rubus</i> sp.
Κισσός	<i>Hedera helix</i>
Λυγαριές	<i>Vitex agnus - cactus</i>

Η δασική βλάστηση εκτείνεται βόρεια της Δράμας και καλύπτει τις ημιορεινές και ορεινές περιοχές του νομού. Στην πλειοψηφία της η δασική βλάστηση συντίθεται από αείφυλλα πλατύφυλλα: πουρνάρι (*Quercus coccifera*) και παραμίγματα αυτού 80%, φυλίκη (*Phillyra media*) και κέδρα (*Juniperus phoenicea*) 20%.

Κατά θέσεις εμφανίζονται και άλλα φυλλοβόλα πλατύφυλλα, όπως: δρύς

(*Quercus sessiflora*), φράξος (*Fraxinus ornus*), οστρυά (*Ostrya caprinifolia*), σφένδαμος (*Acer campestre*), σκλήθρο (*Ailanthus glutinosa*), λεύκη (*Populus* spp.), ιτιά (*Saxifraga* spp.), κρυνιά (*Cornus mas*) και κράταιγος (*Crataegus oxyacantha*).

### 2.8.3 Πανίδα

Στο σύνολο του ο νομός θεωρείται από τους πιο πλούσιους στη χώρα σε πανίδα κάθε είδους. Δεν μπορούμε να μιλήσουμε για σοβαρή διατάραξη της οικολογικής ισορροπίας στην ορεινή κυρίως περιοχή του νομού, ενώ η τροφική αλυσίδα λειτουργεί ακόμα ικανοποιητικά. Η αυξημένη αυτή ποικιλότητα οφείλεται κατά κύριο λόγο στην ύπαρξη του Παρθένου Δάσους της Κεντρικής Ροδόπης.

Γενικά, υπάρχει μείωση σε κάποιο βαθμό της πανίδας του νομού και κυρίως των πτηνών που οφείλεται σε διάφορες αιτίες. Οι σημαντικότερες απ' αυτές είναι τα γεωργικά φάρμακα, οι λαθροκυνηγοί, η αύξηση αδειών κυνηγιού, η αύξηση μεταφορικών μέσων και η επέκταση του οδικού δικτύου.

Από το δασαρχείο Δράμας είναι επικηρυγμένα τα παρακάτω είδη πανίδας που θεωρούνται επιβλαβή θηράματα. Διαταγή αριθμός 160415/3121/16-7-84: α) Θηλαστικά: Αλεπού, Τσακάλι, Λύκος, Κουνάβι, Ασβός β) Πτερωτά: Κορακοειδή, Ψαρόνι, Συκοφάγος, Σπουργίτι, Μελισσοφάγος. Πηγή: Δ/ση Δασών, Τμήμα Θήρας και Ιχθυοπανίδας.

Επίσης έχει παρατηρηθεί δραστική μείωση των πτωματοφάγων η οποία οφείλεται στην καταπολέμηση των λεγόμενων επιβλαβών θηραμάτων, για την εξόντωση των οποίων χρησιμοποιήθηκαν στριχνιούχα δολώματα που μέσα από την τροφική αλυσίδα επέδρασαν καταστροφικά στα πτωματοφάγα.

#### Ορνιθοπανίδα

Απογραφικές, ή έστω δειγματοληπτικές μελέτες καταγραφής της ορνιθοπανίδας δεν υφίστανται στην περιοχή μελέτης. Από έμμεσες εκτιμήσεις και πληροφορίες από τοπικές πηγές, αναμένεται η παρουσία 103 ειδών ορνιθοπανίδας στην ευρύτερη περιοχή της Δράμας, στην οποία περιλαμβάνεται και η υπερκείμενη δασική ζώνη.

Είδη που συναντώνται συχνότερα στην ευρύτερη περιοχή των έργων είναι:

Συκοφάγος	<i>Oriolous oriolous</i>
Πετροκότσυφας	<i>Monticola saxatilis</i>
Σταφιδοδοτσιροβάκος	<i>Sylvia atricapilla</i>
Λαλοτσιροβάκος	<i>Sylvia curruca</i>
Δενδροφυλλοσκόπος	<i>Phylloscopus collybita</i>
Βουνοφυλλοσκόπος	<i>Phylloscopus bonelli</i>
Σταρήθρα	<i>Alauda arvensis</i>



### Θηλαστικά

Τα θηλαστικά στην ευρύτερη περιοχή δεν έχουν μελετηθεί ιδιαίτερα, ενώ υπάρχουν μόνο γενικές αναφορές και κατάλογοι ειδών.

### Ιχθυοπανίδα

Η ιχθυοπανίδα σχεδόν απουσιάζει στο σύνολο των κύριων αποστραγγιστικών τάφρων, λόγω της απουσίας χώρων τροφής και απόκρυψης, μιας και τα περισσότερα από αυτά είναι διαλείπουσας ροής και με υποτυπώδη παρόχθια βλάστηση. Μικροί πληθυσμοί, όμως, εμφανίζονται στις πηγές και το ρέμα της Βοϊράνης με επικράτηση της μπριάνας (*Barbus barbus*), με ελάχιστα άτομα αντιπροσωπεύονται ο κέφαλος (*Leuciscus cephalus*), το τσιρωνάκι (*Arbunoides pinbuctatus*), όπως επίσης και η υβριδογενής πέστροφα που απαντάται πλησίον μόνο του ιχθυοτροφείου που πρόκειται για διαφυγόντα άτομα από αυτό.

Σύμφωνα με το Κόκκινο Βιβλίο των απειλούμενων σπονδυλόζωων της Ελλάδας, έχει αναφερθεί η εμφάνιση του είδους *Eudontomyzon hellenicus* (γκαβόχελο) στο σύστημα του Στρυμόνα (αναβρυστικά Αϊγιάννη Σερρών, Μυλοποτάμου και Αγ. Βαρβάρας Δράμας), το οποίο ανήκει στην κατηγορία τρωτά

Επίσης στις πηγές Μυλοποτάμου και Αγ. Βαρβάρας έχει αναφερθεί παρουσία του *Petromyzon hellenicus* (Πετρόμυζον) που αποτελεί ενδημικό είδος.

Σημειώνεται ότι η αλιεία απαγορεύεται σε όλη την έκταση των αρδευόμενων περιοχών, όπως επίσης και στις πηγές, ασκείται όμως παράνομα .

### Ερπετά

Στην πεδινή ζώνη του Ν. Δράμας εμφανίζονται τα ακόλουθα είδη ερπετών:

*Testudo graeca*

*Testudo hermanni*

*Emys orbicularis*

*Podarcis muralis*

*Coluber najadum*

*Elaphe quatorlineata*

*Natrix natrix*

## **2.8.4 Πιέσεις στο περιβάλλον από άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες**

Ο αγροτικός χαρακτήρας του νομού της Δράμας αναδεικνύεται και από τη σύνθεση της απασχόλησης αλλά και τη συμμετοχή του πρωτογενή τομέα στην τοπική οικονομία. Η ανάπτυξη του πρωτογενή τομέα όμως έχει δημιουργήσει σημαντικές πιέσεις στο περιβάλλον αλλά και στο υδάτινο δυναμικό με συνέπειες ιδιαίτερα εμφανείς. Η περιοχή διαρρέεται από δύο ποταμούς, το Στρυμόνα και το Νέστο, τα ύδατα των οποίων χρησιμοποιούνται για άρδευση. Παράλληλα, η εφαρμογή φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων σε συνδυασμό με την υπεράντληση του υπόγειου υδροφορέα έχει δημιουργήσει προβλήματα κυρίως με τη μορφή υφαλμύρωσης στην παράκτια ζώνη και νιτρορύπανσης των εδαφών στην

κοιλάδα του Στρυμόνα.

Εκτός από τον αγροτικό τομέα και μια άλλη δραστηριότητα του πρωτογενούς τομέα στο νομό Δράμας δημιουργεί πιέσεις στο περιβάλλον, η εξόρυξη μαρμάρου. Η ευρύτερη περιοχή του Όρους Φαλακρού αποτελεί σήμερα το μεγαλύτερο λατομικό κέντρο της Ελλάδας με ετήσια παραγωγή μαρμάρων περίπου 100.000 m<sup>3</sup>, διαμορφούμενα σε ογκομάμαρα και ογκοξόφαρα.

Από τις μέχρι τώρα έρευνες διαπιστώθηκε ότι η περιοχή περιλαμβάνει 6 μαρμαροφόρες ενότητες (Γρανίτης, Βώλακας, Οχυρό, Πηγές, Πύργοι, Ανατολικό Φαλακρό) μέσα στις οποίες εξορύσσονται 24 εμπορικοί τύποι μαρμάρων. Στην περιοχή του Όρους φαλακρού έχουν διανοιχτεί περισσότερα από 300 λατομεία, ενώ σήμερα λειτουργούν μόνο 31.

Η λατομική δραστηριότητα στο νομό έχει επιφέρει δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Σημαντικότερες εξ αυτών είναι οι γεωμορφολογικές αλλοιώσεις όπως π.χ. η εξαφάνιση βουνοκορυφών, αλλά και η οπτική ρύπανση που δημιουργείται από την αλόγιστη απόρριψη μπαζών στα πρανή των βουνών. Η υφιστάμενη χωροθέτηση χώρων απόθεσης απορριμμάτων που προκύπτουν από την εκμετάλλευση των λατομείων είναι έως σήμερα ανεπαρκής. Επιπτώσεις από την εξορυκτική δραστηριότητα παρατηρούνται και στον υδροφόρο ορίζοντα καθώς και στις υπάρχουσες πηγές.

Τέλος, όσον αφορά σε θέματα διαχείρισης απορριμμάτων, ο νομός Δράμας παρουσιάζει τα ίδια προβλήματα τα οποία παρατηρούνται σε όλη την ελληνική επικράτεια. Τα απορρίμματα ρίχνονται ως επί το πλείστον στις 50 παράνομες χωματερές του νομού ενώ λειτουργούν και 20 νόμιμες. Στη Δράμα ο χώρος διάθεσης των αποβλήτων βρίσκεται σε μια ημιδασώδη φυσική χαράδρα, πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα της πόλης, ενώ προκαλείται ανησυχία από την ανεξέλεγκτη ρίψη συσκευασιών φυτοφαρμάκων. Κάθε χρόνο παράγονται στον νομό 32.000 τόνοι απορριμμάτων και η αναλογία ανά κάτοικο είναι 0,885 κιλά ημερησίως. (Πηγή: Το ΒΗΜΑ, 09/07/2000, Σελ.: Α44, Κωδικός άρθρου: Β12986Α441, ID: 226177).

## 3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ - ΦΟΡΤΙΑ ΕΙΣΟΔΟΥ-ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ

#### 3.1 Φιλοσοφία Σχεδιασμού Εγκατάστασης

Η εγκατάσταση επεξεργασίας στην οριστική της μορφή σχεδιάζεται για να εκπληρώνει τις παρακάτω απαιτήσεις:

- Σύστημα επεξεργασίας για υψηλό βαθμό καθαρισμού
- Δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων υγρών σύμφωνα με τους όρους της ΚΥΑ 133551/ΦΕΚ 2089/09-10-2008 με την οποία τροποποιείται το άρθρο 8, παρ 1, περ. (γ) της της Ε1β/221/65 Υγειονομικής Διάταξης σε συνδυασμό με τον υψηλό βαθμό επεξεργασίας των λυμάτων.
- Αποτελεσματική απόσπηση των χώρων των έργων εισόδου με καλό εξαερισμό και συστήματος απόσπησης
- Χαμηλό προφίλ εγκατάστασης για μηδενική ορατότητα από τον οικισμό.
- Λειτουργία έργων εισόδου αλλά και των έργων αφυδάτωσης ιλύος με την ελάχιστη απαίτηση προσωπικού για την συλλογή εσχαρισμάτων, άμμου και ιλύος
- Μεγάλος χρόνος αερισμού της ιλύος για πλήρη σταθεροποίησή της και αποφυγή οσμών από την διάθεσή της.
- Χαμηλό λειτουργικό κόστος και ιδιαίτερα χαμηλό ενεργειακό κόστος με χρήση σύγχρονων συστημάτων αερισμού.
- Κεντρικό έλεγχο της εγκατάστασης με πλήρες αυτοματοποιημένο σύστημα σε συνδυασμό με την καλύτερη δυνατή τηλεματική παρακολούθηση του έργου από οποιανδήποτε θέση.
- Απαίτηση του ελάχιστου δυνατού προσωπικού διοίκησης και λειτουργίας του έργου σε συνδυασμό με τη μέγιστη δυνατή αποτελεσματικότητα.

#### 3.2 Αντικείμενο

Αντικείμενο της παρούσας φάσης είναι η Οριστική Μελέτη για την αντικατάσταση του έργου Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων του οικισμού Κάτω Νευροκοπίου του Δήμου Κάτω Νευροκοπίου.

#### 3.3 Ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα των λυμάτων

Βασικό και ειδοποιό στοιχείο για το σχεδιασμό μιας μονάδας επεξεργασίας

λυμάτων αλλά και των έργων αποχέτευσης αποτελούν οι βασικές παραδοχές σχεδιασμού οι οποίες συνίστανται κυρίως από τα πληθυσμιακά δεδομένα, τα υδραυλικά και ρυπαντικά αναμενόμενα φορτία καθώς και τα επιθυμητά ποιοτικά όρια εκβολής.

Σύμφωνα με την παρουσίαση των δημογραφικών δεδομένων και την εκτίμηση των μελλοντικών εξελίξεων του 2ου Κεφαλαίου, ο μέγιστος ισοδύναμος πληθυσμός αναμένεται να ανέλθει σε 4.000 κατοίκους εντός της 1ης 20ετίας από σήμερα, ενώ εντός της 2ης 20ετίας ο αντίστοιχος πληθυσμός αναμένονται να είναι 5.000 κάτοικοι.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι οι αναμενόμενες διαφορές μεταξύ 1ης και 2ης 20ετίας είναι τέτοιες που δικαιολογούν κατ' αρχήν την κατασκευή των έργων επεξεργασίας σε δύο φάσεις εκ των οποίων η Α΄Φάση θα καλύπτει τις σημερινές ανάγκες του μέγιστου πληθυσμού (4.000 κάτοικοι) ενώ τμήματα του έργου θα ολοκληρωθούν αργότερα (Β΄Φάση ) ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες του πληθυσμού αιχμής 40ετίας (5.000 κάτοικοι). Είναι σαφές ότι κατά την Α΄Φάση θα κατασκευαστούν τα αποχετευτικά δίκτυα, τα έργα προεπεξεργασίας και επεξεργασίας ιλύος, τα έργα διύλισης και απολύμανσης καθώς και τα κτιριακά έργα σε όλης τους την έκταση. Η διάκριση των δύο φάσεων αφορά μόνο το τμήμα του βιολογικού αντιδραστήρα, για τον οποίον θα πρέπει να κατασκευαστεί τώρα το 80% του όγκου του και σε δεύτερη φάση το 20%.

Ως εκ τούτου προτείνεται η κατασκευή των έργων σε δύο φάσεις, σύμφωνα με τις παραμέτρους σχεδιασμού της 20ετίας και 40ετίας οι οποίες φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

### ΒΑΣΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παράμετρος	μονάδα	Α ΦΑΣΗ	Β ΦΑΣΗ
Πληθυσμός	κατ.	4.000	5.000
<b>Παροχές</b>			
Ειδική παροχή λυμάτων	l/p.d	160	160
Μέση παροχή	m <sup>3</sup> /d	640,00	800,00
	l/s	7,41	9,26
Παροχή αιχμής	l/s	12,59	13,89
<b>Φορτία</b>			
Οργανικό Φορτίο BOD	g/p.d	55	55
	kg/d	220,00	275,00
	mg/l	343,75	343,75
Αιωρούμενα στερεά SS	g/p.d	70,00	70,00
	kg/d	280,00	350,00
	mg/l	437,50	437,50
Αζωτο N	g/p.d	10,00	10,00
	kg/d	40,00	50,00
	mg/l	62,50	62,50

Φωσφόρος P	g/p.d	2,00	2,00
	kg/d	8,00	10,00
	mg/l	12,50	12,50
Στερεά υλός (ξηρή μάζα)	g/p.d	46,00	46,00
	kg/d	184,00	230,00
Αφυδατωμένη υλός (20%)	kg/d	920,00	1.150,00
	t/y	335,80	419,75

Τα δεδομένα που συνθέτουν τον παραπάνω πίνακα έχουν προκύψει από βιβλιογραφικά δεδομένα και από δεδομένα πραγματικών μετρήσεων αντίστοιχων έργων παρόμοιων συνθηκών με το μελετούμενο και τα οποία λειτουργούν στην Ελλάδα εφόσον για την περιοχή δεν υπάρχουν συγκεκριμένες μετρήσεις ρυπαντικών φορτίων. Οι τιμές των φορτίων που χρησιμοποιήθηκαν και οι λοιπές παραδοχές είναι οι εξής:

BOD <sub>5</sub>	60 gr/κατ-ημ
SS	70 gr/κατ-ημ
TKN	10 gr/κατ-ημ
P	2,5 gr/κατ-ημ
Κολοβακτηρίδια	30 x 10 <sup>6</sup> /100 ml

Το άζωτο στα αστικά λύματα κυμαίνεται σε ποσότητες από 8-12 γρ. ανά κάτοικο και ημέρα με κατανομή 60% σαν οργανικό άζωτο και 40% σαν αμμωνιακό άζωτο.

Ο φωσφόρος στα αστικά λύματα κυμαίνεται από 2,0-2,5 γρ. ανά κάτοικο και ημέρα. Σημαντικό ποσοστό οφείλεται στην χρήση των απορρυπαντικών.

Στα αστικά λύματα σύμφωνα με τη βιβλιογραφία και τις μετρήσεις που έχουν γίνει το ποσοστό των εξαερώσιμων στερεών σε σχέση με τα στερεά είναι 70% ενώ των σταθερών στερεών αντίστοιχα είναι 30%.

Ακόμη για το σχεδιασμό θα ληφθούν:

Θερμοκρασία λυμάτων Χειμώνας: 12°C  
Θέρος: 22°C

- Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων σχεδιάζονται με τη μέση παροχή
- Οι υδραυλικοί υπολογισμοί και η διαστασιολόγηση της δεξαμενής απολύμανσης και των έργων εισόδου θα γίνουν με την παροχή ωριαίας αιχμής.
- Οι δαπάνες λειτουργίας θα υπολογισθούν με την μέση ετήσια παροχή

### 3.4 Διάθεση Επεξεργασμένων Λυμάτων – Ποιότητα Εκροής

Τα λύματα θα διατίθενται μετά από την προεπεξεργασία και την βιολογική επεξεργασία τους σε γειτονικό αποδέκτη ή για την άρδευση των γειτονικών εκτάσεων ή ακόμα και για την άρδευση του πρασίνου της Ε.Ε.Λ. Τα χαρακτηριστικά εκροής των επεξεργασμένων λυμάτων από την εγκατάσταση θα έχουν ως εξής :

Ποιοτικά χαρακτηριστικά εκροής	
Συγκέντρωση εξερχόμενου BOD5 (mg/l)	<15
Συγκέντρωση εξερχόμενου COD (mg/l)	<90
Συγκέντρωση εξερχόμενων ολικών αιωρούμενων στερεών (mg/l)	<10
Συγκέντρωση εξερχόμενου ολικού αζώτου (mg/l)	<10
Συγκέντρωση εξερχόμενου ολικών κολοβακτηριδίων (FC/100 ml)	<500

Οι απαιτήσεις εκροής των επεξεργασμένων λυμάτων πρέπει να εκπληρούνται για το 95% των δειγμάτων του 24ώρου.

Αποδέκτης των επεξεργασμένων λυμάτων προβλέπεται ο παρακείμενος χείμαρρος.

### 3.5 Σύγκριση Μεθόδων Βιολογικής Επεξεργασίας

Οι συνήθως εφαρμοζόμενες μέθοδοι βιολογικής επεξεργασίας είναι οι εξής:

- α. Τυπικό σύστημα ενεργού ιλύος (με πρωτοβάθμια επεξεργασία).
- β. Σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό και με ανοξική ζώνη.
- γ. Βιολογικοί δίσκοι.
- δ. Οξειδωτικές λίμνες.
- ε. Σύστημα παρατεταμένου αερισμού με συνδυασμό βιοαντιδραστήρων μεμβρανών MBR (membrane bio-reactors)
- στ Σύστημα παρατεταμένου αερισμού με συνδυασμό βιοαντιδραστήρων ρευστοποιημένων κλινών (MBBR)

Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος εξαρτάται από τον επιδιωκόμενο βαθμό επεξεργασίας, το μέγεθος της εγκατάστασης και από τις τοπικές συνθήκες (διαθέσιμη έκταση, μορφολογία εδάφους, περιβαλλοντικές συνθήκες, διακύμανση παροχών και φορτίων, επάρκεια εξειδικευμένου προσωπικού, κ.λπ.). Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται σε γενικές γραμμές τα συγκριτικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των παραπάνω μεθόδων βιολογικής επεξεργασίας.

Σύστημα Επεξεργασίας	Ε. Ι.	Π. Α.	Β. Δ.	Ο. Λ.	MBR	MBBR
Εξυπηρετούμενος Πληθυσμός	>100.000	<120.000	<50.000	<30.000	>20	<30.000
Εκροή ως προς BOD	85-90%	90-95%	75-85%	80-95%	>97%	90-95%
Απαιτούμενη έκταση	μέτρια	μέτρια	μέτρια	πολύ μεγάλη	μικρή	μικρή
Δαπάνη κατασκευής	μεγάλη	μέτρια	μέτρια	μικρή	μεγάλη	μέτρια
Δαπάνες λειτουργίας	μεγάλες	μεγάλες	μέτριες	ελάχιστες	μεγάλες	μέτριες
Οσμές-Οχλήσεις	πιθανές	ΌΧΙ	πιθανές	μεγάλες	ΌΧΙ	μικρές
Ανταπόκριση σε μεταβολές του φορτίου	μικρή	άριστη	μέτρια	άριστη	άριστη	καλή
Δαπάνη επεξεργασίας ιλύος	μεγάλη	μέτρια	μεγάλη	μηδενική	μικρή	μέτρια
Απαίτηση εξειδικευμένου προσωπικού	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ

Το τυπικό σύστημα ενεργού ιλύος, τα βιολογικά φίλτρα και οι δίσκοι, προϋποθέτουν την πρωτοβάθμια επεξεργασία των λυμάτων πριν από τη βιολογική επεξεργασία. Η απαίτηση αυτή δημιουργεί την αναγκαιότητα σταθεροποίησης της πρωτοβάθμιας λάσπης, η οποία μπορεί να γίνει μεν αποτελεσματικά με τη μέθοδο της αναερόβιας χώνευσης, το μέγεθος όμως της μελετούμενης εγκατάστασης δεν ευνοεί την εφαρμογή της.

Επισημαίνεται επίσης ότι τόσο το τυπικό σύστημα ενεργού ιλύος, μετά την απομάκρυνση μέρους του οργανικού άνθρακα στην πρωτοβάθμια καθίζηση, όσο και το σύστημα βιολογικών φίλτρων, δεν διευκολύνουν την βιολογική απομάκρυνση του αζώτου, ενώ στην περίπτωση των βιολογικών δίσκων απαιτείται σημαντική επέκταση με στάδια βυθισμένων δίσκων και πιθανότατα δαπανηρή προσθήκη άνθρακα με μορφή μεθανόλης. Κατά συνέπεια τα συστήματα αυτά δεν αποτελούν τις καλύτερες επιλογές για τις εγκαταστάσεις της παρούσας μελέτης.

Οι οξειδωτικές λίμνες (συνήθως τρεις λίμνες στη σειρά) αποτελούν μια ελκυστική και οικονομική λύση για περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες, έντονη ηλιοφάνεια και σημαντική εποχιακή διακύμανση του φορτίου. Επιτυγχάνουν υψηλό βαθμό απομάκρυνσης ως προς BOD5 (αν και όχι απόλυτα ελεγχόμενο), νιτροποίηση και καταστροφή κολοβακτηριδίων, ενώ η δυνατότητα απομάκρυνσης αζώτου (κυρίως λόγω διαφυγής της αμμωνίας στον αέρα) μάλλον είναι περιορισμένη και όχι καλά διερευνημένη. Εκτός όμως από τα

μειονεκτήματα των περιορισμένων δυνατοτήτων λειτουργικών παρεμβάσεων για την εξασφάλιση σταθερού και υψηλού βαθμού απόδοσης, καθώς και την περιορισμένη απόδοση ως προς την απομάκρυνση αζώτου, το σημαντικότερο μειονέκτημα της μεθόδου είναι οι μεγάλες εκτάσεις που απαιτούνται. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για πληθυσμό 12.000 κατοίκων και ανάλογα με την εποχή του έτους, απαιτούνται περί τα 80 (καλοκαίρι) έως 150 (χειμώνας) στρέμματα. Φαίνεται επομένως ότι η υιοθέτηση του συστήματος αυτού δεν είναι ρεαλιστική για την περίπτωση της μελέτης.

Το σύστημα έχει άριστα αποτελέσματα ποιότητας εξόδου με συνδυασμό βιοαντιδραστήρων ρευστοποιημένων κλινών (MBBR) μπορεί να χρησιμοποιηθεί με πολύ καλά αποτελέσματα σε μικρές και πολύ μικρές μονάδες.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η συγκριτική βαθμονόμηση των συστημάτων από την κατασκευή και λειτουργία αντίστοιχων έργων με βαθμούς από 0 έως 5. Επισημαίνεται ότι η βαθμονόμηση λαμβάνει υπόψη και τις συνθήκες του συγκεκριμένου έργου.

Σύστημα Επεξεργασίας	Ε. Ι.	Π. Α.	Β. Δ.	Ο. Λ.	MBR	MBBR
Εκροή ως προς BOD	3	4	2	3	5	4
Απαιτούμενη έκταση	3	3	3	0	5	5
Δαπάνη κατασκευής	3	4	4	5	3	4
Δαπάνες λειτουργίας	3	3	4	5	3	4
Οσμές-Οχλήσεις	3	5	3	0	5	4
Ανταπόκριση σε μεταβολές του φορτίου	2	5	3	5	5	4
Δαπάνη επεξεργασίας ιλύος	2	3	2	5	4	3
Απαίτηση εξειδικευμένου προσωπικού	3	4	3	5	4	4
Ως προς τα δεδομένα του συγκεκριμένου έργου	1	4	1	0	4	4

Με βάση τα προηγούμενα και την απαιτούμενη απόδοση του συστήματος επεξεργασίας (απομάκρυνση BOD<sub>5</sub>, απομάκρυνση αζώτου, σταθεροποίηση ιλύος), όπως αναλύθηκε παραπάνω αλλά και την υφιστάμενη κατάσταση, επιλέγεται η υιοθέτηση συστήματος παρατεταμένου αερισμού με νιτροποίηση – απονιτροποίηση με το σύστημα MBMR (Moving Bed Membrane Reactor), το οποίο αποτελεί συνδυασμό των συστημάτων MBR και MBBR.



## 4ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### Α. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

#### 4.1 Εισαγωγή

Η εγκατάσταση πρόκειται να εξυπηρετεί τους κατοίκους και τους επισκέπτες του Νευροκοπίου τόσο κατά την διάρκεια της χειμερινής περιόδου όσο κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου. Σημειώνεται ότι ο Δήμος έχει ολοκληρώσει το έργο των εξωτερικών αποχετευτικών δικτύων του μελετούμενου οικισμού.

Το προτεινόμενο έργο θέτει ως βάση σχεδιασμού των μονάδων, την κάλυψη των εκτιμώμενων αναγκών με δυνατότητα άμεσης επέκτασης σε δεδομένα χρονικού ορίζοντα 40ετίας λαμβάνοντας υπόψη τους πραγματικούς δείκτες της οικιστικής και πληθυσμιακής ανάπτυξης, όσο και τα στοιχεία της βιομηχανικής ανάπτυξης και επέκτασης των βιοτεχνικών μονάδων της περιοχής.

#### 4.2 Συνοπτική περιγραφή των μονάδων

Τα λύματα από τον οικισμό εισέρχονται στην εγκατάσταση επεξεργασίας η οποία αποτελείται από:

- Α. Αντλιοστάσιο ανύψωσης των λυμάτων
- Β. Συμπαγές σύστημα προεπεξεργασίας των λυμάτων αποτελούμενο από εσχάρωση, εξάμμωση, απολίπανση και τον παρελκόμενο εξοπλισμό αποκομιδής και συμπίεσης των εσχαρισμάτων και της άμμου.
- Δ. Δεξαμενή εξισορρόπησης – ομογενοποίησης ροής
- Ε. Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας συνιστώμενη από Δεξαμενή απονιτροποίησης  
Δεξαμενή νιτροποίησης κινουμένων κλινών MBBR (Moving Bed Bio-Reactor)  
Δεξαμενή Βιοαντιδραστήρα Μεμβρανών MBR (Membrane Bio-Reactor)
- Στ. Έργο απολύμανσης με χλωρίωση (υποχλωριώδες Νάτριο)
- Ζ. Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος
- Η. Μονάδα μηχανικής πάχυνσης και αφυδάτωσης της ιλύος
- Θ. Ηλεκτρολογικό σύστημα
- Ι. Σύστημα αυτοματισμών και ελέγχων
- Κ. Κτίριο ελέγχου και λοιπές κτιριακές υποδομές
- Λ. Λοιπά έργα εξυπηρέτησης και διαμόρφωσης του περιβάλλοντος χώρου

Τα λύματα από τον αγωγό μεταφοράς καταλήγουν στο προκατασκευασμένο φρεάτιο εισόδου – αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης. Τα λύματα διοχετεύονται μέσω των αντλιών ανύψωσης στη μονάδα προεπεξεργασίας όπου υφίστανται εσχάρωση, εξάμμωση και λιποσυλλογή.

Τα προεπεξεργασμένα λύματα καταλήγουν σε υφιστάμενη δεξαμενή για την εξισορρόπηση και ομογενοποίησή τους. Από την δεξαμενή αυτή, με κατάλληλα αντλιοστάσια τροφοδοσίας, τα λύματα παροχετεύονται για βιολογική επεξεργασία σε βιοαντιδραστήρες τεχνολογίας αιωρούμενου βιοφιλμ ενώ η διαύγαση του ανάμικτου υγρού πραγματοποιείται με τη βοήθεια μεμβρανών υπερδιήθησης σε δεξαμενές, όπου είναι βυθισμένες οι μεμβράνες.

Η μέθοδος βιολογικής διεργασίας που χρησιμοποιείται δηλαδή είναι εκείνη του M.B.M.R. (Moving Bed Membrane Reactor).

Η τεχνολογία M.B.M.R. είναι μια νέα προηγμένη μέθοδος επεξεργασίας που μετά από εκτενή μελέτη έχει εφαρμοστεί με απόλυτη επιτυχία σε μονάδες επεξεργασίας λυμάτων. Η πρωτοποριακή αυτή μέθοδος είναι πιο κατάλληλη για τις μικρού και μεσαίου μεγέθους μονάδες επεξεργασίας λυμάτων, τόσο αστικών όσο και βιομηχανικών και συνδυάζει τα πλεονεκτήματα των μεθόδων MBR και M.B.B.R.

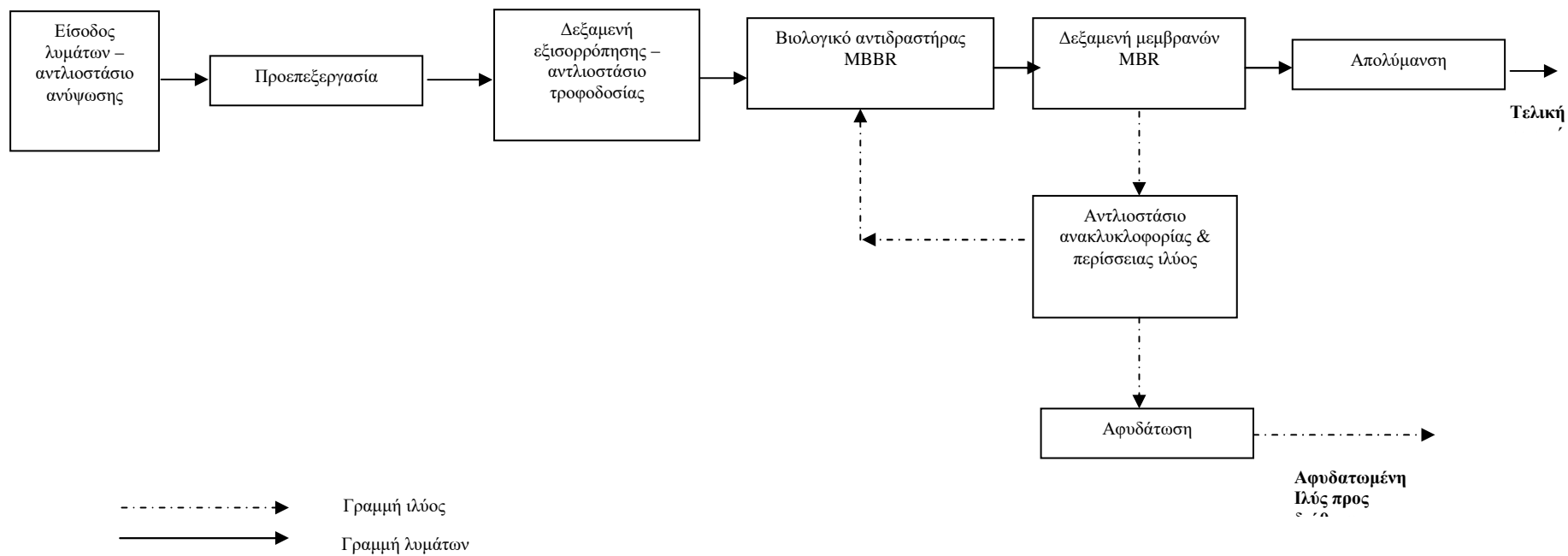
Στο σύστημα αυτό λαμβάνουν χώρα οι διεργασίες, μείωσης του οργανικού φορτίου, της νιτροποίησης, της απονιτροποίησης και του διαχωρισμού των στερεών (με μεμβράνες). Από την έξοδο της βιολογικής βαθμίδας τύπου M.B.M.R., τα διαυγασμένα υγρά καταλήγουν στο δοχείο συλλογής και αποθήκευσης επεξεργασμένων ενώ στη συνέχεια τροφοδοτούνται στη μονάδα απολύμανσης με χλωρίωση.

Η περίσσεια ιλύος από τη δεξαμενή βύθισης μεμβρανών απομακρύνεται περιστασιακά και οδηγείται στο δοχείο συλλογής και εξισορρόπησης ιλύος.

Ακόλουθα, η ιλύς οδηγείται μέσω αντλίας στην μονάδα πάχυνσης - αφυδάτωσής της πριν την τελική της διάθεση σε κατάλληλα αδειοδοτημένο χώρο.

### **4.3 Διάγραμμα ροής**

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται το διάγραμμα ροής της εγκατάστασης :



**Σχήμα 1.** Διάγραμμα ροής προτεινόμενης μεθόδου επεξεργασίας αστικών λυμάτων οικισμού Κάτω Νευροκοπίου

#### 4.4 Δεδομένα της εγκατάστασης

Τα δεδομένα σχεδιασμού της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα.

Παράμετρος	μονάδα	A ΦΑΣΗ	B ΦΑΣΗ
Πληθυσμός	κατ.	3.000	4.000
<b>Παροχές</b>			
Ειδική παροχή λυμάτων	l/p.d	160	160
Μέση παροχή	m <sup>3</sup> /d	480	640
	l/s	5,55	7,41
Παροχή αιχμής	l/s	9,44	12,59
<b>Φορτία</b>			
Οργανικό Φορτίο BOD	g/p.d	55	55
	kg/d	165	220
	mg/l	343,75	343,75
Αιωρούμενα στερεά SS	g/p.d	70	70
	kg/d	210	280
	mg/l	437,5	437,5
Αζωτο N	g/p.d	10	10
	kg/d	30	40
	mg/l	62,5	62,5
Φωσφόρος P	g/p.d	2	2
	kg/d	6	8
	mg/l	12,5	12,5

Όσον αφορά τις απαιτήσεις εξόδου, τα επεξεργασμένα προς διάθεση λύματα θα έχουν σε όλες τις φάσεις λειτουργίας τα παρακάτω χαρακτηριστικά. Το 95% των δειγμάτων θα βρίσκεται στα παρακάτω όρια.

Παράμετρος	Μονάδα	Συγκέντρωση
BOD <sub>5</sub>	mg/l	< 15
SS	mg/l	< 10
Ολικό άζωτο	mg/l	< 10
Ολικά κολοβακτηριοειδή	MPN/100 ml	≤ 500

Το 95% των δειγμάτων θα βρίσκεται στα παραπάνω όρια. Η συγκέντρωση της αφυδατωμένης λάσπης θα είναι ≥ 18%.

## B. ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΑΔΩΝ

### 4.5 Α/Σ Εισόδου και Ανύψωσης

Τα λύματα του δικτύου προσάγονται με αγωγό βαρύτητας στο υφιστάμενο Α/Σ εισόδου. Εντός του δομικού μέρους του Α/Σ, αφού πρώτα καθαριστεί και επισκευαστεί, θα αντικατασταθεί το σύνολο του εξοπλισμού του. Ειδικότερα το Α/Σ αυτό θα εξοπλιστεί με δύο (2) μη εμφράξιμες υποβρύχιες φυγοκεντρικές αντλίες, εκ των οποίων η μία εφεδρική, με αυτόματα εναλλασσόμενη λειτουργία για την ομοιόμορφη φθορά τους. Έκαστη θα έχει δυναμικότητα 50 m<sup>3</sup>/h, δηλαδή ικανή να καλύπτει και τη Β (τελική) Φάση. Επίσης θα εγκατασταθεί και το σύνολο του παρελκομένου εξοπλισμού όπως προβλέπεται από τα Τεύχη Δημοπράτησης.

Τα λύματα στη συνέχεια ανυψώνονται προς το συγκρότημα προεπεξεργασίας λυμάτων για τη συνδυασμένη εσχάρωση – εξάμμωση – λιποσυλλογή.

### 4.6 Προεπεξεργασία Λυμάτων

Η προεπεξεργασία των λυμάτων λαμβάνει χώρα σε αυτόνομο κλειστό συγκρότημα τύπου compact. Συγκεκριμένα, τα λύματα αντλούνται από το νέο αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης και τροφοδοτούνται στην είσοδο του compact συγκροτήματος συνδυασμένης προεπεξεργασίας, το οποίο εδράζεται στη στέψη της δεξαμενής εξισορρόπησης.

Το συγκρότημα προεπεξεργασίας συνδυάζει τις κάτωθι λειτουργίες:

- Εσχάρωση και συμπίεση των εσχαρισμάτων,
- Εξαγωγή και απόρριψη των εσχαρισμάτων σε κάδο,
- Διαχωρισμό, πλύση και αφυδάτωση της άμμου,
- Εξαγωγή και απόρριψη της άμμου σε κάδο,
- Απομάκρυνση λιπών & ελαίων,
- Εξαγωγή και απόρριψη των λιπών & ελαίων σε δοχείο.

Το συγκρότημα δεν απαιτεί ειδικές δομικές κατασκευές και εκτεταμένη εγκατάσταση, ενώ είναι έτοιμο για λειτουργία σε πολύ σύντομο χρόνο από την παράδοσή του.

Τα εισερχόμενα στο συγκρότημα λύματα εσχαρίζονται στα 6mm και συμπιέζονται διαμέσου αυτοκαθαριζόμενου κοχλιωτού κόσκινου. Ο καθαρισμός της επιφάνειας εσχαρισμού από τα εσχαρίσματα γίνεται μέσω οδοντωτής διάταξης που εισέρχεται στις ραβδώσεις. Ένας κεκλιμένος κοχλίας χωρίς άξονα (τύπου shaftless) ανυψώνει τα εσχαρίσματα, τα οποία συγχρόνως συμπιέζονται πριν απορριφθούν σε κάδο.

Το τμήμα εσχάρωσης του συγκροτήματος είναι εφοδιασμένο με στατική χονδροεσχάρα παράκαμψης (διάκενο 15mm) για την αντιμετώπιση περιπτώσεων

αιφνίδιας έμφραξης ή μηχανικής βλάβης της αυτόματης εσχάρας.

Τα λύματα, απαλλαγμένα από τα φερτά στερεά (εσχαρίσματα), περνούν στο θάλαμο εξάμμοσης και λιποσυλλογής, όπου πραγματοποιείται ο διαχωρισμός της άμμου (σωματίδια > 200 μm) και των λιπών & ελαίων.

Η άμμος συλλέγεται στον πυθμένα της δεξαμενής, όπου ένας οριζόντιος κοχλίας χωρίς άξονα που ολισθαίνει σε ανοξείδωτες ράβδους προωθεί την άμμο σε δεύτερο κεκλιμένο κοχλίας. Ο κεκλιμένος κοχλίας αφαιρεί την άμμο από τη δεξαμενή και συγχρόνως την αφυδατώνει.

Για την υποβοήθηση του διαχωρισμού των οργανικών υλικών και της άμμου, καθώς και για την υποβοήθηση της επίπλευσης των λιπών & ελαίων, διενεργείται διάχυση αέρα στον κύριο θάλαμο διαχωρισμού. Για την τροφοδοσία αέρα χρησιμοποιούνται διαχύτες χονδρής φυσαλίδας για την αποφυγή εμφράξεων.

Το τμήμα εξάμμοσης-λιποσυλλογής περιλαμβάνει δύο διαφορετικούς θαλάμους, στον πρώτο από τους οποίους γίνεται η καθίζηση της άμμου, ενώ στο δεύτερο η επίπλευση των λιπών & ελαίων. Λόγω της εφαρμοζόμενης ροής αέρα, δημιουργείται στα λύματα μία σπειροειδής κίνηση, η οποία οδηγεί τα λίπη & έλαια στο κανάλι επίπλευσης.

Το μηχάνημα είναι εξοπλισμένο με επιφανειακό ξέστρο, το οποίο παίρνει κίνηση από ηλεκτρομειωτήρα στροφών. Το ξέστρο οδηγεί τα λίπη & έλαια στον ενσωματωμένο θάλαμο συλλογής επιπλεόντων, από όπου οδηγούνται μέσω αντλίας τύπου έκκεντρου κοχλίας στον κάδο συλλογής των εσχαρισμάτων.

Για τον έλεγχο και συντήρηση της διάταξης, προβλέπονται κατάλληλα ανοιγόμενα καπάκια σε όλες τις απαιτούμενες θέσεις της διάταξης. Τέλος, η διάταξη φέρει ενσωματωμένο τοπικό πίνακα ισχύος και αυτοματισμού, από τον οποίο ελέγχεται η λειτουργία της ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες επιμέρους μονάδες επεξεργασίας.

Η εγκατάσταση συγκροτημάτων συνδυασμένης προεπεξεργασίας λυμάτων προτιμάται κυρίως εξαιτίας των κάτωθι συγκριτικών πλεονεκτημάτων έναντι των συμβατικών έργων εισόδου:

- Της **ελαχιστοποίησης των οχλήσεων** στην περιοχή του έργου, αφού πρόκειται για κλειστά συστήματα που δεν έχουν οσμές ή αισθητικές επιπτώσεις στο τοπίο της ευρύτερης περιοχής του έργου,
- Της **μικρής έκτασης** που απαιτούν, αφού πρόκειται για συμπαγείς μονάδες που συνδυάζουν πολλές λειτουργίες,
- Της **δυνατότητας αυτόνομης-αυτόματης λειτουργίας**,
- Της **άμεσης εγκατάστασης και θέσης σε λειτουργία** χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις για εργασίες πεδίου.

Για την εξάμμοση θα εγκατασταθεί φυσητήρας τύπου περιστρεφόμενων πτερυγίων (rotary vane), κατάλληλης δυναμικότητας.

Η άμμος και τα εσχαρίσματα συλλέγονται σε μεταλλικούς κάδους απορριμμάτων, οι οποίοι τοποθετούνται στο επίπεδο του εδάφους πλευρικά του κάθε συγκροτήματος, και απομακρύνονται με κατάλληλο απορριμματοφόρο όχημα.

Τα λίπη & έλαια συλλέγονται σε ειδικό δοχείο από το οποίο οδηγούνται στον

κάδο εσχαρισμάτων μέσω αντλίας τύπου έκκεντρου κοχλία, παροχής λειτουργίας περί τα  $1 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Στη συνέχεια τα λύματα οδηγούνται στη μονάδα λεπτοεσχάρωσης τύπου στοφοκόσκινου με οπές διαμέτρου σύμφωνης με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή των μεμβρανών και σε κάθε περίπτωση όχι μεγαλύτερης από 1mm.

Τέλος, τα προεπεξεργασμένα και λεπτοκοσκινισμένα λύματα καταλήγουν με βαρύτητα στην υφιστάμενη δεξαμενή εξισορρόπησης.

#### **4.7 Εξισορρόπηση λυμάτων – αντλιοστάσιο τροφοδοσίας βιολογικής βαθμίδας**

Όπως προαναφέρθηκε, τα προεπεξεργασμένα λύματα καταλήγουν με βαρύτητα στην υφιστάμενη δεξαμενή εξισορρόπησης από οπλισμένο σκυρόδεμα, με «υγρές» διαστάσεις  $14.50 \times 6.00 \times 3.00 \text{ m}$  (L x W x H) και ωφέλιμο όγκο αποθήκευσης  $261 \text{ m}^3$ . Το δομικό μέρος της δεξαμενής υφίσταται. Ο επιλεγόμενος ωφέλιμος όγκος αντιστοιχεί σε ~ 40% της μέσης ημερήσιας παροχής Β' Φάσης του Έργου ( $640 \text{ m}^3/\text{d}$ ).

Η χρήση της δεξαμενής εξισορρόπησης αποσκοπεί στην εξομάλυνση των ημερήσιων υδραυλικών και ρυπαντικών διακυμάνσεων των εισερχόμενων λυμάτων, στην επαρκή ανάμιξή τους για την αποτροπή της καθίζησης στερεών και την παραγωγή ενός επαρκώς ομογενοποιημένου (ομοιόμορφου) ρεύματος τροφοδοσίας προς την ακολουθούσα βαθμίδα βιολογικής επεξεργασίας και, τέλος, στον προαερισμό των λυμάτων, για την αποτροπή της δημιουργίας σηπτικών συνθηκών και τη συνεπακόλουθη παραγωγή δύσοσμων ουσιών.

Για την ομογενοποίηση και των προαερισμό των λυμάτων, εγκαθίσταται εντός της δεξαμενής εξισορρόπησης ένας (1) αεριστήρας τύπου venturi jet, δυναμικότητας αέρα τουλάχιστον  $110 \text{ N m}^3/\text{h}$  στα 3.00 m.

Η δεξαμενή εξισορρόπησης των λυμάτων είναι εξοπλισμένη με τρία ζεύγη φυγοκεντρικών αντλιών αντλίες, (μία από κάθε ζεύγος εφεδρική), με αυτόματα εναλλασσόμενη λειτουργία για την ομοιόμορφη φθορά τους. Έκαστο ζεύγος θα τροφοδοτεί και το αντίστοιχο συγκρότημα βιολογικής επεξεργασίας κατάντη. Για το λόγο αυτό η δυναμικότητα έκαστης αντλίας θα είναι  $10 \text{ m}^3/\text{hr}$  σε κατάλληλο μανομετρικό ώστε να τροφοδοτεί απευθείας το αντίστοιχο συγκρότημα.

Για την προστασία της συνολικής λειτουργίας της Μ.Ε.Λ. έναντι απρόβλεπτων πλημμυρικών φαινομένων, προβλέπεται στη δεξαμενή εξισορρόπησης η ύπαρξη υπερχειλίσης υψηλής στάθμης, μέσω της οποίας η υπερβάλλουσα ροή οδηγείται στην έξοδο της Ε.Ε.Λ

#### **4.8 Βιολογική Επεξεργασία Λυμάτων**

##### **Γενική περιγραφή της τεχνολογίας MBBR-IFAS**

Για τη βιολογική επεξεργασία των λυμάτων, επιλέχθηκε η καινοτόμος τεχνολογία του υβριδικού αντιδραστήρα αιωρούμενης-προσκολλημένης

βιομάζας MBBR-IFAS, σε συνδυασμό με τη χρήση μεμβρανών για τη διαύγαση ανάμικτου υγρού (βιοαντιδραστήρες μεμβρανών – M.B.R.) τα βασικά χαρακτηριστικά της οποίας περιγράφονται συνοπτικά στις παραγράφους που ακολουθούν. Αρχικά, γίνεται σύντομη αναφορά στο πρώτο ήμισυ του ακρωνυμίου MBBR-IFAS, δηλαδή στην τεχνολογία MBBR, ενώ, στη συνέχεια, επεξηγείται ο όρος IFAS. Τέλος, γίνεται και η αναφορά στην μέθοδο των βιοαντιδραστήρων μεμβρανών (M.B.R.) δηλαδή στη χρήση μεμβρανών για το διαχωρισμό του ανάμικτου υγρού.

➤ Ανάλυση διεργασίας M.B.B.R.

Η βασική επιδίωξη πίσω από την ανάπτυξη της τεχνολογίας του βιοαντιδραστήρα κινούμενης κλίνης (Moving Bed BioReactor, MBBR) είναι η ταυτόχρονη εκμετάλλευση-αξιοποίηση των προτερημάτων των διεργασιών αιωρούμενης (suspended) και προσκολλημένης (attached) βιομάζας, χωρίς ωστόσο να ενσωματώνονται οι αδυναμίες τους (Odegaard et al., 1994). Έτσι, σε αντίθεση με άλλες διεργασίες αποκλειστικά προσκολλημένης βιομάζας (π.χ. διαβρεχόμενα φίλτρα, περιστρεφόμενοι βιοδίσκοι, αντιδραστήρες ρευστοποιημένης κλίνης κλπ), η μέθοδος MBBR αξιοποιεί το σύνολο του όγκου του αντιδραστήρα για ανάπτυξη της βιομάζας, χωρίς να αντιμετωπίζει προβλήματα «κενών» χώρων και βραχυκυκλώματος ροής (short-circuiting). Επιπλέον, τα συστήματα MBBR είναι αυτοκαθαριζόμενα και εμφανίζουν χαμηλές απώλειες πίεσης. Σε αντίθεση με τους συμβατικούς αντιδραστήρες αιωρούμενης ενεργού ιλύος, τα συστήματα MBBR δεν απαιτούν ανακυκλοφορία βιομάζας. Αυτό επιτυγχάνεται επιτρέποντας τη βιομάζα να αναπτυχθεί υπό τη μορφή λεπτών βιολογικών στιβάδων (βιοφίλμ) στην επιφάνεια ειδικά σχεδιασμένων πλαστικών φορέων υποστήριξης (βιοφορείς) με τους οποίους πληρώνεται ο αντιδραστήρας. Λόγω της μεγάλης «προστατευμένης» (εσωτερικής) ειδικής επιφάνειάς τους, οι βιοφορείς αποτελούν το ιδανικό περιβάλλον για την ανάπτυξη υψηλών συγκεντρώσεων δραστικής βιομάζας. Η πυκνότητα των βιοφορέων είναι  $\sim 1.00 \text{ g/cm}^3$ , επιτρέποντας έτσι την ελεύθερη κίνησή τους στον υγρό όγκο του αντιδραστήρα. Οι βιοφορείς συγκρατούνται στο εσωτερικό του αντιδραστήρα μέσω ειδικών διατάξεων κοσκίνων ή εσχάρων.

Σε αερόβια συστήματα MBBR, η κίνηση των βιοφορέων εξασφαλίζεται μέσω της ανάδευσης που προκαλείται από τη διάχυση αέρα, συνήθως μέσω διαχυτών χονδρής φυσαλίδας. Σε ανοξικά συστήματα MBBR, από την άλλη, η κίνηση των βιοφορέων επιτυγχάνεται μέσω κατάλληλων μηχανικών αναδευτήρων.

Η δημιουργία έντονων (τυρβωδών) συνθηκών ανάμιξης στο εσωτερικό των αντιδραστήρων MBBR είναι ιδιαίτερης σημασίας, όχι μόνο για την αποτελεσματική μεταφορά των διαφόρων υποστρωμάτων (οργανικές ενώσεις, οξυγόνο και θρεπτικά συστατικά) στην επιφάνεια των βιοφορέων, αλλά και για τη διατήρηση ενός κατά το δυνατόν ομοιόμορφου και λεπτού βιοφίλμ (μέχρι 200  $\mu\text{m}$ ). Το μικρό πάχος των βιολογικών στιβάδων που αναπτύσσονται στην επιφάνεια των βιοφορέων ευνοεί τη βαθύτερη διείσδυση των υποστρωμάτων στο εσωτερικό τους και, επομένως, την πληρέστερη κατανάλωσή τους.

Συγκεντρωτικά, η τεχνολογία MBBR εμφανίζει τα κάτωθι πλεονεκτήματα σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα ενεργού ιλύος:



- Ανεξάρτητος έλεγχος του υδραυλικού χρόνου παραμονής και του μέσου χρόνου παραμονής βιομάζας (ηλικία ιλύος) λόγω της παρουσίας της προσκολλημένης βιομάζας και της συγκράτησής της στο εσωτερικό του αντιδραστήρα (ανυπαρξία φαινομένων έκπλυσης βιομάζας),
- Δυνατότητα λειτουργίας σε υψηλότερες τιμές λόγου τροφής προς μικροοργανισμούς (food to microorganism ratio, F/M) λόγω της επίτευξης υψηλών συγκεντρώσεων προσκολλημένης βιομάζας,
- Δυνατότητα επιλογής μεταξύ βιοφορέων με διαφορετικά χαρακτηριστικά (υλικό κατασκευής, μέγεθος, πυκνότητα, εσωτερική ειδική επιφάνεια, αντοχή κλπ),
- Δυνατότητα επιλογής του ποσοστού πλήρωσης του αντιδραστήρα με βιοφορείς,
- Δυνατότητα ανάπτυξης εξειδικευμένης βιομάζας για απομάκρυνση οργανικού άνθρακα, νιτροποίηση και απονιτροποίηση σε συστήματα MBBR που διαμορφώνονται ως πολλαπλοί αντιδραστήρες στη σειρά,
- Μη ανάγκη για ανακυκλοφορία ιλύος λόγω της παρουσίας της βιομάζας σε αποκλειστικά προσκολλημένη μορφή,
- Μειωμένη παραγωγή περίσσειας ιλύος ένεκα της διαφορετικής αναπτυξιακής και μεταβολικής δραστηριότητας της προσκολλημένης βιομάζας σε σχέση με την αιωρούμενη βιομάζα,
- Μειωμένες απαιτήσεις χώρου λόγω των μειωμένων αναγκών σε όγκο αντίδρασης (ταχύρρυθμες διεργασίες) και σε όγκο διαύγασης (λιγότερα στερεά προς διαχωρισμό),
- Δυνατότητα μετασκευής (retrofitting) ή/και επέκτασης ήδη υπαρχόντων εγκαταστάσεων επεξεργασίας μέσω της προσθήκης βιοφορέων στις υφιστάμενες δεξαμενές για ενίσχυση-επιτάχυνση της βιολογικής δραστηριότητας.

Συμπληρωματικά, πρέπει να αναφερθεί ότι ο έλεγχος και η λειτουργία της μεθόδου MBBR είναι σχετικά απλός. Επειδή τα προβλήματα εμφράξεων αποφεύγονται και η βιομάζα συγκρατείται αποτελεσματικά στο εσωτερικό του αντιδραστήρα, η ανάγκη για συχνό καθαρισμό των μονάδων ελαχιστοποιείται.

Επιπλέον, όπως ήδη αναφέρθηκε, η μέθοδος MBBR ευνοεί την ανάπτυξη εξειδικευμένων μικροβιακών πληθυσμών στην επιφάνεια των βιοφορέων ανάλογα με τον εκάστοτε τύπο του αντιδραστήρα (αερόβιος, ανοξικός, αναερόβιος) και τις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες στο εσωτερικό του. Έχει επιβεβαιωθεί πειραματικά ότι οι μετρούμενοι ρυθμοί νιτροποίησης και απονιτροποίησης σε συστήματα MBBR είναι κατά πολύ υψηλότεροι από εκείνους που επιτυγχάνονται σε συμβατικά συστήματα ενεργού ιλύος (Odegaard et al., 2006).

#### ➤ Ανάλυση διεργασίας M.B.B.R. – IFAS

Η μέθοδος MBBR μπορεί να επεκταθεί ώστε να λειτουργήσει ως υβριδικός

αντιδραστήρας, δηλαδή ως αντιδραστήρας που εμπερικλείει βιομάζα τόσο σε προσκολλημένη όσο και σε αιωρούμενη μορφή. Στη διεθνή βιβλιογραφία, τα υβριδικά συστήματα βιολογικής επεξεργασίας υγρών αποβλήτων αναφέρονται ως IFAS (Integrated Fixed-Film Activated Sludge).

Στα συστήματα MBBR-IFAS, η προσκολλημένη βιομάζα αποτελεί πάντοτε το μεγαλύτερο ποσοστό της συνολικής βιομάζας του αντιδραστήρα. Έτσι, ενώ στα συμβατικά συστήματα αιωρούμενης ενεργού ιλύος η συγκέντρωση των ολικών αιωρούμενων στερεών του μικτού υγρού (MLSS) κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 2000-4500 mg/L ή και περισσότερο, στα συστήματα MBBR-IFAS, η συγκέντρωση των MLSS δεν ξεπερνά συνήθως τα 3000 mg/L (Sen & Randall, 2008).

Επίσης, το ποσοστό ανακυκλοφορίας ιλύος που απαιτείται για τη διατήρηση της επιθυμητής συγκέντρωσης αιωρούμενης βιομάζας στους αντιδραστήρες τύπου MBBR-IFAS είναι μικρό, συνήθως  $\leq 50\%$ , ενώ το αντίστοιχο ποσοστό σε συμβατικούς αντιδραστήρες ενεργού ιλύος κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 70-100% ή και περισσότερο.

➤ Ανάλυση διεργασίας M.B.M.R. (μικτή διεργασία)

Τα τελευταία χρόνια, μεγάλη απήχηση παρουσιάζει μία άλλη υβριδική σύνδεση των νέων αυτών τεχνολογιών, η οποία συνδυάζει τα οφέλη του προσκολλημένου αιωρούμενου βιολογικού φιλμ με εκείνα της χρήσης μεμβρανών για τη διαύγαση του ανάμικτου υγρού, δηλαδή οι βιοαντιδραστήρες μεμβρανών (M.B.R.).

Ως γνωστόν, η μέθοδος των βιοαντιδραστήρων μεμβρανών βασίζεται στις αρχές του συστήματος ενεργού ιλύος με τη μόνη διαφορά να έγκειται στον τρόπο διαχωρισμού του ανάμικτου υγρού από τη βιομάζα. Πιο συγκεκριμένα, ενώ στα συμβατικά συστήματα ενεργού ιλύος, ο διαχωρισμός αυτός πραγματοποιείται σε δεξαμενές καθίζησης με τη βοήθεια της βαρύτητας, στα συστήματα μεμβρανών, η διεργασία αυτή επιτυγχάνεται με τη βοήθεια μεμβρανών. Οι μεμβράνες παρέχουν ένα φυσικό εμπόδιο στην ροή των εμπεριεχομένων αιωρούμενων στερεών αφήνοντας το καθαρό νερό να εξέλθει.

Τα βασικά πλεονεκτήματα της μεθόδου σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα ενεργού ιλύος αναλύονται στη συνέχεια.

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

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

όπου:

Q και S: είναι η παροχή και η συγκέντρωση σε υπόστρωμα (BOD) των εισερχομένων λυμάτων

V και X: είναι ο όγκος και η συγκέντρωση των μικροοργανισμών του βιοαντιδραστήρα.

Όσο μικρότερος είναι ο παραπάνω λόγος τόσο μεγαλύτερη είναι και η απόδοση του συστήματος (μέχρι ενός σημείου που η περαιτέρω μείωσή του δεν επιφέρει πλέον αισθητά αποτελέσματα). Δεδομένου ότι η παροχή και η συγκέντρωση του οργανικού φορτίου στην είσοδο του βιοαντιδραστήρα είναι συγκεκριμένες, η

μόνη περίπτωση μείωσης του παραπάνω λόγου είναι είτε η αύξηση του όγκου του βιοαντιδραστήρα (με όλα τα τεχνικο-οικονομικά μειονεκτήματα που δημιουργεί) είτε η αύξηση της συγκέντρωσης των μικροοργανισμών σε αυτόν (συνδυασμός αύξησης απόδοσης και μείωσης απαιτήσεων έργων ΠΜ).

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

Δύο άλλα σημαντικά πλεονεκτήματα της περιγραφόμενης τεχνολογίας είναι τα εξής:

1. Το είδος των βακτηρίων και μικροοργανισμών που παραμένουν στο σύστημα δεν εξαρτάται πλέον από την ικανότητά τους να δημιουργούν βιολογικούς φλόκους και να καθιζάνουν. Στο σύστημα M.B.R., όλα τα είδη που αναπτύσσονται στον βιοαντιδραστήρα έχουν τον ίδιο χρόνο παραμονής που δεν είναι άλλος από την ηλικία ιλύος.
2. Το ίδιο ισχύει και για τα κολλοειδή και τις μακρομοριακές ενώσεις, οι οποίες ενώ δεν μπορούσαν να καθιζάνουν στη δεξαμενή καθίζησης, τώρα διατηρούνται στο σύστημα αφού δεν διαπερνούν τους πόρους των μεμβρανών. Έτσι και αυτές διατηρούνται στο σύστημα όσο και ο χρόνος ηλικίας της ιλύος.

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

Συνδυάζοντας τελικά τα οφέλη των παραπάνω μεθόδων βιολογικής επεξεργασίας, προκύπτει ένα σύστημα ευέλικτο (αφού υπάρχει η δυνατότητα αυξομείωσης του ποσοστού πλήρωσης των βιολογικών δεξαμενών) αλλά παράλληλα με ιδιαίτερα αυξημένη την ασφάλεια στο θέμα απόδοσης και τελικού προϊόντος (αφού οι μεμβράνες εξασφαλίζουν το φυσικό εμπόδιο στα ρυπαντικά φορτία που δεν αποδομήθηκαν, όπως τα υπολειπόμενα αιωρούμενα στερεά).

### **Προτεινόμενη βαθμίδα βιολογικής επεξεργασίας**

Για την επιλογή της μεθόδου βιολογικής επεξεργασίας των λυμάτων, ελήφθησαν υπόψη τα κάτωθι κριτήρια:

- Η δυνατότητα αξιόπιστης αντιμετώπισης σημαντικών εποχικών αυξομειώσεων στο υδραυλικό και ρυπαντικό φορτίο των προς επεξεργασία λυμάτων, όπως παρατηρούνται συνήθως στην πράξη σε μικρούς οικισμούς και κοινότητες,
- Η σημαντική εξοικονόμηση όγκου βιοαντιδραστήρων και δεξαμενών δευτεροβάθμιας καθίζησης,
- Η χαμηλή παραγωγή περίσσειας ιλύος προς απόρριψη,
- Η δυνατότητα σταδιακής αύξησης της δυναμικότητας επεξεργασίας,
- Ο μέγιστος δυνατός αυτοματισμός στη λειτουργία,
- Η ευκολία στην παρακολούθηση και ρύθμιση των διαφόρων λειτουργικών παραμέτρων,
- Η ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών οχλήσεων (οσμή, θόρυβος κλπ) στη γειτονική περιοχή του Έργου.

Τα προαναφερθέντα κριτήρια επιβάλλουν την εφαρμογή μιας ευέλικτης, συμπαγούς (compact) και εύκολα επεκτάσιμης λύσης. Κάτι τέτοιο μπορεί να επιτευχθεί στο βέλτιστο βαθμό όταν οι διάφορες υπομονάδες που συγκροτούν τη βιολογική βαθμίδα της Μ.Ε.Λ. αντιστοιχούν σε συμπαγή προκατασκευασμένα συγκροτήματα επεξεργασίας με τη μορφή και τις διαστάσεις ISO-standard containers (εμπορευματοκιβώτια).

Ως εκ τούτου, για την παρούσα εφαρμογή, προτείνεται η χρησιμοποίηση συμπαγών προκατασκευασμένων συγκροτημάτων βιολογικής επεξεργασίας που στηρίζονται στην τεχνολογία M.B.M.R.

Για την κάλυψη των απαιτήσεων σχεδιασμού της βιολογικής βαθμίδας του οικισμού Κάτω Νευροκοπίου θα εγκατασταθούν **τρεις (3) ανεξάρτητες ισοδύναμες γραμμές βιολογικής επεξεργασίας (Γ.Β.Ε.) που θα λειτουργούν εν παραλλήλω.**

Κάθε επιμέρους Γ.Β.Ε. αποτελείται από ένα ανεξάρτητο κλειστό συμπαγές συγκρότημα βιολογικής επεξεργασίας τύπου MBMR το οποίο μπορεί να τροφοδοτείται με έως και 200 m<sup>3</sup> λυμάτων περίπου την ημέρα.

Κάθε συγκρότημα θα αποτελείται από μια αυτόνομη μονάδα που έχει τη μορφή και τις διαστάσεις ISO-standard container. Τα συγκροτήματα θα είναι διαμερισματοποιημένα και χρησιμοποιούν πολλαπλούς βιοαντιδραστήρες που λειτουργούν υπό καθεστώς εμβολικής ροής (plug flow), οι οποίοι έχουν ως γνωστό μεγαλύτερη απόδοση από τους αντιδραστήρες πλήρως αναμεμιγμένης ροής (complete-mix flow). Οι χρησιμοποιούμενοι αντιδραστήρες ενσωματώνουν με έξυπνο και αποδοτικό τρόπο όλα τα επιμέρους στάδια-διεργασίες που απαιτούνται για τον επιθυμητό βαθμό βιολογικής επεξεργασίας των λυμάτων. Επιπλέον, τα συγκροτήματα περιλαμβάνουν-ενσωματώνουν όλο τον αναγκαίο μηχανολογικό εξοπλισμό, καθώς επίσης και τα όργανα και συστήματα ελέγχου & παρακολούθησης της λειτουργίας τους.

Για τη μέτρηση της παροχής τροφοδοσίας της βιολογική βαθμίδας της εγκατάστασης, χρησιμοποιείται παροχόμετρο ηλεκτρομαγνητικού τύπου, το οποίο εγκαθίσταται στον αγωγό κατάθλιψης των αντλιών τροφοδοσίας των λυμάτων.

Τέλος, η τροφοδότηση οξυγόνου στα αερόβια διαμερίσματα αντίδρασης των

συμπαγών συγκροτημάτων θα γίνεται μέσω λοβοειδών φυσητήρων αερισμού.

### **Τεχνική περιγραφή του συγκροτήματος βιολογικής επεξεργασίας**

Το συμπαγές συγκρότημα βιολογικής επεξεργασίας θα περιλαμβάνει τα κάτωθι διακριτά διαμερίσματα:

- Ανοξικό διαμέρισμα αντίδρασης MBBR-IFAS για προηγηθείσα απονιτροποίηση (προαπονιτροποίηση),
- 1<sup>ο</sup> αερόβιο διαμέρισμα αντίδρασης MBBR-IFAS για κύρια απομάκρυνση οργανικού άνθρακα,
- 2<sup>ο</sup> αερόβιο διαμέρισμα αντίδρασης MBBR-IFAS για συμπληρωματική απομάκρυνση οργανικού άνθρακα και νιτροποίηση,
- 3<sup>ο</sup> αερόβιο διαμέρισμα αντίδρασης MBBR-IFAS για ολοκλήρωση της απομάκρυνσης οργανικού άνθρακα και συμπληρωματική νιτροποίηση,
- Διαμέρισμα διαύγασης με μεμβράνες (Membrane Bio-Reactor – MBR) για διαχωρισμό αιωρούμενων στερεών από την επεξεργασμένη εκροή,
- Διαμέρισμα μηχανοστασίου για εγκατάσταση του μηχανολογικού εξοπλισμού και του ηλεκτρολογικού πίνακα ελέγχου.

#### **Ανοξικό διαμέρισμα αντίδρασης**

Στο ανοξικό διαμέρισμα αντίδρασης λαμβάνει χώρα προαπονιτροποίηση (pre-denitrification) των λυμάτων. Για το σκοπό αυτό, το νιτροποιημένο μικτό υγρό ανακυκλοφορείται από το 3<sup>ο</sup> αερόβιο διαμέρισμα στο τμήμα εισόδου του ανοξικού διαμερίσματος, όπου αναμιγνύεται με το ρεύμα τροφοδοσίας των λυμάτων-βοθρολυμάτων από τη δεξαμενή εξισορρόπησης. Η ανάμιξη εντός του ανοξικού διαμερίσματος θα πραγματοποιείται μέσω υποβρύχιου αναδευτήρα οριζόντιας ροής τύπου προπέλας.

Η ταχύτητα περιστροφής της έλικας του αναδευτήρα θα ρυθμίζεται μέσω μετατροπέα συχνότητας στροφών (inverter). Ο αναδευτήρας είναι εγκατεστημένος σε κατάλληλο βάθος στο τμήμα εισόδου του ανοξικού διαμερίσματος και στηρίζεται σε κυλινδρική ράβδο-οδηγό καθέλκυσης και ανέλκυσής του. Τέλος, ο αναδευτήρας περιβάλλεται από κατάλληλο μεταλλικό προστατευτικό πλέγμα για την αποφυγή της καταστροφής των βιοφορέων από την περιστροφική δράση της έλικας.

Οι ετερότροφοι απονιτροποιητικοί μικροοργανισμοί μετατρέπουν υπό ανοξικές συνθήκες ( $DO < 0,50 \text{ mg/L}$ ) τα ανακυκλοφορούμενα νιτρικά ιόντα ( $\text{NO}_3^-$ ) σε αέριο άζωτο ( $\text{N}_2$ ) με ταυτόχρονη σημαντική κατανάλωση βιοδιασπώμενου COD από το «φρέσκο» ρεύμα τροφοδοσίας και παραγωγή αλκαλικότητας (η οποία εν μέρει αντισταθμίζει την κατανάλωση αλκαλικότητας από τη νιτροποίηση και τη χημική κατακρήμνιση του φωσφόρου).

Η ανακυκλοφορία των νιτρικών γίνεται μέσω κατάλληλης φυγοκεντρικής αντλίας εγκατεστημένης εντός του μηχανοστασίου.

Επειδή τα ετερότροφα βακτήρια που έχουν τη δυνατότητα να ανάγουν τα νιτρικά σε μοριακό άζωτο εμφανίζουν αργούς ρυθμούς ανάπτυξης, απαιτείται σχετικά

υψηλός χρόνος παραμονής ιλύος (SRT) για την ανάπτυξη και διατήρηση σημαντικής συγκέντρωσης απονιτροποιητικής βιομάζας. Έτσι, επειδή η ηλικία της αιωρούμενης βιομάζας του συγκροτήματος είναι μικρή, θεωρούμε ότι η απονιτροποίηση πραγματοποιείται σχεδόν αποκλειστικά από την προσκολλημένη βιομάζα.

Το ανοξικό διαμέρισμα είναι πληρωμένο σε μέγιστο ποσοστό 60% με ειδικό πλαστικό υλικό (βιοφορείς) που μπορεί να κινείται ελεύθερα στο διαθέσιμο υγρό όγκο. Το υλικό πλήρωσης προσφέρει ιδιαίτερα μεγάλη «ενεργό» ειδική επιφάνεια για την ανάπτυξη βιοφίλμ (> 500 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>), εξασφαλίζοντας έτσι τη συσσώρευση υψηλών συγκεντρώσεων ετερότροφης προσκολλημένης βιομάζας στο εσωτερικό του αντιδραστήρα.

Οι βιοφορείς συγκρατούνται εντός του ανοξικού διαμερίσματος μέσω διάταξης εσχάρας με κατάλληλο άνοιγμα οπών. Το απονιτροποιημένο υγρό και η αιωρούμενη βιομάζα, από την άλλη, συνεχίζουν τη ροή τους στο διπλανό διαμέρισμα του συγκροτήματος μέσω της προαναφερθείσας εσχαροδιάταξης που εμφανίζει χαμηλή πτώση πίεσης.

### ***Πρώτο αερόβιο διαμέρισμα αντίδρασης***

Στο 1<sup>ο</sup> αερόβιο διαμέρισμα αντίδρασης πραγματοποιείται το μεγαλύτερο ποσοστό της αποδόμησης του οργανικού φορτίου των λυμάτων (BOD<sub>5</sub> και COD). Ένα μέρος του οργανικού φορτίου οξειδώνεται απευθείας προς διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και νερό προς κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των μικροοργανισμών, ενώ ένα άλλο μέρος ενσωματώνεται στη συντιθέμενη βιομάζα (αφομοίωση).

Το διαμέρισμα είναι πληρωμένο σε ποσοστό περίπου 65% με το προαναφερθέν ειδικό πλαστικό υλικό, ενώ η απομάκρυνση του οργανικού φορτίου πραγματοποιείται τόσο από την αιωρούμενη βιομάζα, όσο και από το βιοφίλμ. Λόγω της υψηλότερης συγκέντρωσης του βιοφίλμ έναντι των αιωρούμενων στερεών, το μεγαλύτερο ποσοστό απομάκρυνσης οργανικών παρατηρείται στην επιφάνεια των βιοφορέων.

Στο 1<sup>ο</sup> αερόβιο διαμέρισμα γίνεται ο έλεγχος της συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου στο μικτό υγρό μέσω βυθιζόμενου αισθητήρα DO οπτικού-φθορισμομετρικού τύπου.

### ***Δεύτερο αερόβιο διαμέρισμα αντίδρασης***

Το οργανικό φορτίο που περιέχεται στην εκροή του 1<sup>ου</sup> αερόβιου διαμερίσματος, καταναλώνεται περαιτέρω στο 2<sup>ο</sup> αερόβιο διαμέρισμα αντίδρασης. Η διεργασία είναι ίδια με αυτή που περιγράφηκε προηγουμένως.

Πέραν της συμπληρωματικής αποδόμησης του οργανικού φορτίου, στο δεύτερο αερόβιο διαμέρισμα λαμβάνει χώρα και νιτροποίηση των λυμάτων. Η νιτροποίηση είναι μία διεργασία δύο σταδίων, όπου σε πρώτη φάση το αμμωνιακό άζωτο (NH<sub>4</sub>-N) οξειδώνεται σε νιτρώδες άζωτο (NO<sub>2</sub>-N), ενώ, σε δεύτερη φάση, το NO<sub>2</sub>-N οξειδώνεται σε νιτρικό άζωτο (NO<sub>3</sub>-N). Και στα δύο στάδια της νιτροποιητικής διεργασίας λαμβάνει χώρα σημαντική κατανάλωση διαλυμένου οξυγόνου και αλκαλικότητας. Η διεργασία πραγματοποιείται από

κατάλληλους αυτότροφους μικροοργανισμούς (νιτροποιητές) που χρησιμοποιούν ως πηγή άνθρακα για τη σύνθεση νέου κυτταρικού υλικού το διαλυμένο στα λύματα  $\text{CO}_2$ .

Επειδή οι νιτροποιητές εμφανίζουν αργούς ρυθμούς ανάπτυξης, απαιτείται αρκετά υψηλός χρόνος παραμονής ιλύος για την ανάπτυξη και διατήρηση σημαντικής συγκέντρωσης νιτροποιητικής βιομάζας. Έτσι, επειδή η ηλικία της αιωρούμενης βιομάζας του συγκροτήματος είναι μικρή, θεωρούμε ότι η νιτροποίηση πραγματοποιείται σχεδόν αποκλειστικά από την προσκολλημένη βιομάζα. Το διαμέρισμα πληρώνεται σε ποσοστό περί το 65% με το προαναφερθέν ειδικό πλαστικό υλικό, στην επιφάνεια του οποίου αναπτύσσεται το βιοφίλμ που είναι υπεύθυνο για τη νιτροποίηση.

### ***Τρίτο αερόβιο διαμέρισμα αντίδρασης***

Στο 3<sup>ο</sup> αερόβιο διαμέρισμα αντίδρασης ολοκληρώνεται η απομάκρυνση του οργανικού φορτίου και η νιτροποίηση των λυμάτων. Οι διεργασίες είναι ίδιες με αυτές που περιγράφηκαν προηγουμένως. Από το θάλαμο αυτό αναρροφά η αντλία ανακυκλοφορίας ανάμικτου υγρού.

Στο διαμέρισμα αυτό γίνεται επίσης η δοσομέτρηση του αντιδραστήριου κροκίδωσης για να επιτευχθεί η χημική αποφωσφόρωση των λυμάτων. Το προστιθέμενο δ/μα χλωριούχου πολυαργιλίου (Poly-Aluminum Chloride, PACl) αντιδρά με τα φωσφορικά ιόντα ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) που περιέχονται στο μίκτο υγρό, με αποτέλεσμα το σχηματισμό δυσδιάλυτων φωσφορικών αλάτων του αργιλίου και την παράλληλη κατανάλωση αλκαλικότητας. Το χλωριούχο πολυαργίλιο επιλέγεται ως αντιδραστήριο χημικής κατακρήμνισης έναντι των συνήθων κροκιδωτικών του σιδήρου πρώτον γιατί απαιτεί μικρότερες δόσεις προσθήκης και παράγει μικρότερες ποσότητες χημικής λάσπης για το ίδιο ποσοστό απομάκρυνσης  $\text{PO}_4^{3-}$  και, δεύτερο, γιατί καταναλώνει μικρότερες συγκεντρώσεις αλκαλικότητας των λυμάτων.

Η προκύπτουσα χημική λάσπη γίνεται μέρος των αιωρούμενων στερεών του μίκτου υγρού (MLSS), αυξάνει δε σημαντικά τη συγκέντρωση των αδρανών (μη «ενεργών») στερεών στο εσωτερικό των βιοαντιδραστήρων. Τελικά, τα παραγόμενα χημικά στερεά συγκαθίζονται με τα υπόλοιπα αιωρούμενα στερεά (βιολογικά και μη) στο ακόλουθο διαμέρισμα διάγασης και απομακρύνονται από το σύστημα μέσω της διεργασίας απόρριψης λάσπης.

### ***Διατάξεις συγκράτησης βιοφορέων***

Κάθε διαμέρισμα (βιοαντιδραστήρας) διαχωρίζεται από άλλο με στιβαρό μεταλλικό τοίχιο, στο επάνω μέρος του οποίου υπάρχουν κατάλληλα σχεδιασμένα «παράθυρα» (ανοίγματα) που φέρουν εσχαρωτές διατάξεις (σήτες) κατάλληλης διαμέτρου, κατασκευασμένες από αλουμίνιο. Οι διατάξεις αυτές θα είναι σχεδιασμένες με τέτοιο τρόπο που να επιτρέπουν την ανεμπόδιστη και με μικρές απώλειες ροή των λυμάτων από τον ένα θάλαμο στον άλλο χωρίς εμφράξεις, καθώς αυτοκαθαρίζονται με την ροή των φυσαλίδων αέρα.

### ***Σύστημα αερισμού και διάχυσης αέρα***

Ο αέρας (οξυγόνο) που απαιτούν οι αερόβιοι αντιδραστήρες παροχετεύεται διαμέσου δίλοβων φυσητήρων και κατάλληλου δικτύου σωληνώσεων. Για τη διάχυση της αναγκαίας ποσότητας αέρα σε κάθε διαμέρισμα, χρησιμοποιείται κατάλληλα διαστασιολογημένο δίκτυο σωληνώσεων από ανοξείδωτο χάλυβα, το οποίο οδηγεί σε σωληνωτούς διαχύτες χονδρής φυσαλίδας, επίσης από ανοξείδωτο χάλυβα. Η διάταξη των εν λόγω διαχυτών στον πυθμένα των βιοαντιδραστήρων γίνεται κατά τρόπο τέτοιο ώστε η πίεση σε αυτούς να εξισορροπείται και να επιτυγχάνεται η βέλτιστη κατανομή αέρα (circuit pipe-network) στο σύνολο του υγρού όγκου αντίδρασης. Καθώς οι φυσαλίδες αέρα κινούνται ανοδικά, εξαναγκάζονται να περάσουν ανάμεσα από τους ελεύθερα κινούμενους βιοφορείς, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται ένας υψηλός ρυθμός μεταφοράς οξυγόνου (Oxygen Transfer Rate, OTR).

### **Διαμέρισμα διαύγασης – δεξαμενή μεμβρανών**

Στο διαμέρισμα ταχείας διαύγασης πραγματοποιείται διαχωρισμός των αιωρούμενων στερεών από την επεξεργασμένη εκροή. Στα αιωρούμενα προς διαχωρισμό στερεά συμπεριλαμβάνεται και το βιοφίλμ που αποκολλάται από την επιφάνεια των βιοφορέων λόγω των μεταξύ τους συγκρούσεων και των αναπτυσσόμενων δυνάμεων διάτμησης από την εισαγωγή του αέρα.

Στο θάλαμο αυτό το υγρό διαχωρίζεται με τη βοήθεια βυθισμένων μεμβρανών τύπου επίπεδων πλακών. Οι μεμβράνες προσφέρουν ένα φυσικό εμπόδιο στην ροή των εμπεριεχομένων αιωρούμενων στερεών παράγοντας μία υψηλής ποιότητας (αντίστοιχη τριτοβάθμιας επεξεργασίας) διηθημένη εκροή, ενώ παράλληλα συμπυκνώνουν το ανάμικτο υγρό (σε βιομάζα) σε επίπεδα άνω των 12-15gMLSS/l.

Μέρος της βιομάζας αυτής ανακυκλοφορεί στην είσοδο (με πολύ μικρότερους λόγους ανακυκλοφορίας από τους συνήθεις των συμβατικών συστημάτων) ενώ το υπόλοιπο απομακρύνεται παροδικά ως περίσσεια ιλύος προς τη δεξαμενή συλλογής και πάχυνσής της.

Η διήθηση του υγρού πραγματοποιείται από την εξωτερική πλευρά των μεμβρανών προς το εσωτερικό τους και από εκεί καταλήγει μέσω μικροσωλήνων σε κεντρικό συλλεκτήριο καθαρού. Η φίλτραση πραγματοποιείται με τη βοήθεια αντλίας, η οποία αντλεί από τον κεντρικό συλλεκτήριο αγωγό των μεμβρανών και καταθλίβει στην παρακείμενη προκατασκευασμένη δεξαμενή χλωρίωσης. Η συγκέντρωση στερεών στη δεξαμενή των μεμβρανών είναι μεταξύ 1.2 – 1.5% DS.

### **Δοσομέτρηση αντιδραστήριου αποφωσφόρωσης**

Για τη δοσομέτρηση του δ/τος χλωριούχου πολυαργιλίου (PACl) στο 3<sup>ο</sup> αερόβιο διαμέρισμα του συγκροτήματος, χρησιμοποιείται μία (1) αντλία διαφραγματικού τύπου, δυναμικότητας 0,0060 – 6.0 L/h, μέγιστου μανομετρικού 10 bar. Η παροχή της αντλίας θα ρυθμίζεται μέσω εξωτερικού αναλογικού σήματος 4-20 mA. Η αντλία του PACl εγκαθίσταται στο κτίριο των χημικών της Μ.Ε.Λ.

Για την αποθήκευση και την απαιτούμενη 10ήμερη επάρκεια του δ/τος PACl, επιλέγεται ένα (1) κατακόρυφο κυλινδρικό δοχείο από γραμμικό πολυαιθυλένιο



(LMDPE), χωρητικότητας 500 L. Το εν λόγω δοχείο τοποθετείται στο κτίριο των χημικών της Μ.Ε.Λ.

### **Ανακυκλοφορία ανάμικτου υγρού**

Για την ανακυκλοφορία του ανάμικτου υγρού από τον 3<sup>ο</sup> αερόβιο αντιδραστήρα στην είσοδο του ανοξικού διαμερίσματος του συγκροτήματος, χρησιμοποιείται μία (1) φυγοκεντρική αντλία ξηρής λειτουργίας, δυναμικότητας 30 m<sup>3</sup>/h. Η εν λόγω αντλία είναι εγκατεστημένη στο μηχανοστάσιο του συγκροτήματος, ενώ η επιλεγείσα παροχή ανακυκλοφορίας νιτρικών παρακολουθείται με ηλεκτρομαγνητικό μετρητή παροχής, οι ενδείξεις του οποίου μεταφέρονται μέσω του PLC του συγκροτήματος στο κεντρικό σύστημα παρακολούθησης της λειτουργίας της Μ.Ε.Λ.

### **Ανακυκλοφορία & απόρριψη λάσπης**

Ένα μικρό μέρος της λάσπης που συσσωρεύεται στον πυθμένα του διαμερίσματος, όπου είναι βυθισμένες οι μεμβράνες, ανακυκλοφορείται στην είσοδο του ανοξικού διαμερίσματος αντίδρασης προκειμένου να διατηρηθεί η επιθυμητή συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών στο εσωτερικό του συγκροτήματος. Η πλεονάζουσα λάσπη (συμπυκνωμένο ανάμικτο υγρό όπου βρίσκονται βυθισμένες οι μεμβράνες) απορρίπτεται από το συγκρότημα ως περίσσεια ιλύς.

Η διαδικασία ανακυκλοφορίας & απόρριψης ιλύος γίνεται μέσω μίας (1) αντλίας τύπου έκκεντρου κοχλία και αντίστοιχων ηλεκτροβαλβίδων. Η αντλία ιλύος είναι ρυθμιζόμενης παροχής λειτουργίας, δυναμικότητας 14 m<sup>3</sup>/h. Τόσο η αντλία όσο και οι ηλεκτροδικλείδες βρίσκονται εντός του μηχανοστασίου του συγκροτήματος.

Η παροχή ανακυκλοφορίας ή απόρριψης ιλύος παρακολουθείται από το PLC, οι ενδείξεις του οποίου μεταφέρονται μέσω αυτού στο σύστημα SCADA παρακολούθησης της λειτουργίας της Μ.Ε.Λ. Η ενεργοποίηση της αντλίας και των δικλίδων για ανακυκλοφορία ή απόρριψη της λάσπης γίνεται αυτόματα μέσω ρυθμίσεων στο πρόγραμμα του PLC του συγκροτήματος ώστε να επιτυγχάνεται η ζητούμενη ημερήσια ανακυκλοφορία & απομάκρυνση ιλύος. Όλες οι παράμετροι (ρυθμίσεις PLC) καθώς και οι ενδείξεις των οργάνων εμφανίζονται στο SCADA, από όπου και μπορούν να ρυθμιστούν.

### **Μηχανοστάσιο συγκροτήματος**

Όλος ο σχετικός με την βιολογική επεξεργασία εξοπλισμός εκτός των φυσητήρων αερισμού, καθώς επίσης και ο ηλεκτρολογικός πίνακας ελέγχου θα βρίσκονται στο ένα άκρο του συγκροτήματος και εντός κατάλληλα διαμορφωμένου μεταλλικού οικίσκου που αποτελεί μέρος της όλης κατασκευής.

Ως εκ τούτου, στο μηχανοστάσιο του συγκροτήματος εγκαθίσταται ο κάτωθι εξοπλισμός:

- Αντλία ανάμικτου υγρού,
- Αντλία ανακυκλοφορίας & απόρριψης ιλύος,

- Ηλεκτροκίνητες δικλείδες,
- Ελεγκτής οργάνου μέτρησης διαλυμένου οξυγόνου,
- Ηλεκτρολογικός πίνακας ισχύος & αυτοματισμού με τα απαραίτητα όργανα.

Όλος ο εξοπλισμός θα είναι πλήρως προ-εγκατεστημένος και συνδεδεμένος υδραυλικά και ηλεκτρολογικά.

### **Φυσητήρες αέρα**

Για την κάλυψη των αναγκών αερισμού των τριών συγκροτημάτων της βιολογικής βαθμίδας της Μ.Ε.Λ. εγκαθίστανται τέσσερις (4) φυσητήρες σε λειτουργία και δύο (2) εφεδρικοί, δηλαδή 50% εφεδρεία. Οι φυσητήρες θα εγκατασταθούν σε κατάλληλο για το σκοπό αυτό κτήριο (blower room), θα ελέγχονται από το PLC και θα οδηγούνται από μετατροπέα συχνότητας, ενώ θα λειτουργούν ανά ζεύγη σε κυκλική εναλλαγή.

Η παροχή οξυγόνου στους αερόβιους αντιδραστήρες της βιολογικής βαθμίδας ελέγχεται διαμέσου μετρητή συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου (DO) που εγκαθίσταται στο 1ο αερόβιο διαμέρισμα του συγκροτήματος. Η τιμή του διαλυμένου οξυγόνου εντός των αντιδραστήρων παρακολουθείται και ελέγχεται συνεχώς ώστε να επιτυγχάνεται η κατάλληλη τροφοδοσία αέρα ελέγχοντας τους φυσητήρες και τις ηλεκτροδικλείδες στο δίκτυο παροχέτευσης αέρας του κάθε συγκροτήματος ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες διεργασίας.

Θα εγκατασταθούν τέσσερις (4) δίλοβοι φυσητήρες εκ των οποίων οι δύο θα είναι εφεδρικοί, έκαστος δυναμικότητας 700 Nm<sup>3</sup>/h @ 325 mbar.

Η παροχή του κάθε φυσητήρα θα μεταβάλλεται μέσω μετατροπέα συχνότητας εγκατεστημένου στον ηλεκτρολογικό πίνακα.

Το ζεύγος των φυσητήρων που σε δεδομένη στιγμή θα βρίσκεται σε λειτουργία, θα εξυπηρετεί και τα τρία παράλληλα συγκροτήματα βιολογικής επεξεργασίας, τροφοδοτώντας τον αέρα σε καταθλιπτικό αγωγό ονομαστικής διαμέτρου DN 200, από τον οποίο θα αναχωρούν τέσσερις κλάδοι, έκαστος για την εξυπηρέτηση ενός συγκροτήματος βιολογικής επεξεργασίας. Η μέτρηση της παροχής αέρα σε κάθε κλάδο θα γίνεται μέσω αντίστοιχου παροχόμετρου μεταβλητής διατομής (ροτάμετρο). Καθένας από τους κλάδους, θα είναι εξοπλισμένος με ηλεκτροκίνητη δικλείδα τύπου πεταλούδας, αναλογικής ρύθμισης μέσω σήματος 4-20 mA.

Κάθε μονάδα βιολογικής επεξεργασίας είναι εξοπλισμένη με ένα όργανο μέτρησης διαλυμένου οξυγόνου. Η ρύθμιση της τροφοδοσίας αέρα κάθε συγκροτήματος θα γίνεται με βάση τη μέτρηση οξυγόνου από τον αντίστοιχο μετρητή και την ανάλογη μεταβολή της θέσης της αντίστοιχης δικλείδας τροφοδοσίας, έτσι ώστε να επιτρέπει την τροφοδοσία μεγαλύτερης ή μικρότερης ποσότητας αέρα.

Στον κεντρικό αγωγό τροφοδοσίας αέρα, κοντά στην κατάθλιψη των φυσητήρων, θα εγκατασταθεί ένα αναλογικό όργανο μέτρησης της πίεσης του αέρα. Με βάση τη μέτρηση του οργάνου, θα γίνεται από το PLC η ανάλογη ρύθμιση της παροχής του φυσητήρα με μεταβολή των στροφών από το μετατροπέα συχνότητας. Έτσι, όταν δεν υπάρχει μεγάλη απαίτηση σε αέρα και οι

δικλείδες αέρα δεν επιτρέπουν την παροχή προς τις μονάδες επεξεργασίας, η πίεση στον καταθλιπτικό αγωγό ανεβαίνει και το σύστημα αυτόματα χαμηλώνει την παροχή του φυσητήρα, προσαρμόζοντας έτσι την παροχή στις εκάστοτε στιγμιαίες απαιτήσεις.

#### 4.9 Αφυδάτωση Περίσσειας Ιλύος

Η περίσσεια ιλύς (βιολογική και χημική) που παράγεται από τα συκροτήματα βιολογικής επεξεργασίας οδηγείται μέσω των αντίστοιχων αντλιών απόρριψης ιλύος σε δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης κατασκευασμένη από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η εν λόγω δεξαμενή θα έχει ωφέλιμο όγκο αποθήκευσης περί τα  $64\text{m}^3$ .

Σύμφωνα με τους Αναλυτικούς Υγιεινολογικούς Υπολογισμούς, η μέγιστη ημερήσια απόρριψη περίσσειας ιλύος ανέρχεται σε  $23,87\text{ m}^3/\text{d}$  και, ως εκ τούτου, η χωρητικότητα της δεξαμενής ιλύος δύναται να καλύψει με άνεση τις ανάγκες προσωρινής αποθήκευσης ιλύος κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου.

Για την αντιμετώπιση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης, η δεξαμενή ιλύος είναι εφοδιασμένη με υπερχείλιση ασφαλείας μέσω της οποίας εκτρέπεται το περιεχόμενο της στη δεξαμενή εξισορρόπησης.

Από τη δεξαμενή ιλύος, η αναμεμιγμένη συλλεχθείσα ιλύς τροφοδοτείται στη μονάδα μηχανικής πάχυνσης-αφυδάτωσης μέσω δύο (2) αντλιών τύπου έκκεντρου κοχλία (1D + 1S), έκαστη δυναμικότητας  $7.50\text{ m}^3/\text{h}$ .

Η διάταξη της μονάδας μηχανικής πάχυνσης-αφυδάτωσης θα είναι τέτοια που εγκαθιστά το σύνολο του απαιτούμενου εξοπλισμού και υλικών εντός ειδικά διαμορφωμένου ISO-standard container 20 ft (εμπορευματοκιβώτιο μήκους 6.00 m). Το container της αφυδάτωσης ιλύος διαθέτει θερμομόνωση και φωτισμό, ενώ αποσμεύεται από μονάδα ενεργού άνθρακα. Το container εδράζεται σε πλάκα από σκυρόδεμα και χωροθετείται παραπλεύρως της δεξαμενής συλλογής ιλύος.

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

Συγκεκριμένα, εντός του container της αφυδάτωσης, εγκαθίσταται ο κάτωθι εξοπλισμός:

- Αντλίες τροφοδοσίας ιλύος από τη δεξαμενή αποθήκευσης,
- Μηχανικά αναδευόμενο δοχείο συσσωμάτωσης ιλύος,
- Μονάδα προετοιμασίας δ/τος πολυηλεκτρολύτη,
- Αντλίες δοσομέτρησης δ/τος πολυηλεκτρολύτη,
- Διάταξη μηχανικής πάχυνσης-αφυδάτωσης λάσπης τύπου κοχλιοτής πρέσας,
- Ηλεκτρικός πίνακας ελέγχου λειτουργίας.

Πριν από την είσοδό του στην κοχλιοπρέσα, το ρεύμα τροφοδοσίας λάσπης υφίσταται συσσωμάτωση με προσθήκη δ/τος κατιονικού πολυηλεκτρολύτη στο εσωτερικό ενός (1) μηχανικά αναδευόμενου κυλινδρικού δοχείου (floculator)

από ανοξείδωτο χάλυβα, όγκου 100 L.

Για την προετοιμασία του δ/τος πολυηλεκτρολύτη, εγκαθίσταται μία (1) αυτόματη μονάδα παρασκευής δ/τος πολυηλεκτρολύτη, δυναμικότητας 600 L/h.

Για τη δοσομέτρηση του δ/τος πολυηλεκτρολύτη, επιγέγονται δύο (2) εμβολοφόρες αντλίες διαφράγματος (1D + 1S), έκαστη μέγιστης παροχής λειτουργίας 176 L/h (διάλυμα Poly 2.0%).

Από το δοχείο κροκίδωσης, η συσσωματωμένη λάσπη τροφοδοτείται μέσω αγωγού PVC στην είσοδο κοχλιωτής διάταξης μηχανικής πάχυνσης-αφυδάτωσης, μέγιστης παροχής τροφοδοσίας 5.00 m<sup>3</sup>/h @ 1,0% DS.

Η διάταξη πάχυνσης-αφυδάτωσης ιλύος είναι κοχλιωτού τύπου και αποτελεί μία κλειστή διάταξη, η οποία εγκαθίσταται σε υπερυψωμένη βάση εντός του ειδικά διαμορφωμένου container.

Η ιλύς τροφοδοτείται στο ένα άκρο της και εξέρχεται αφυδατωμένη από το άλλο άκρο της.

Η κοχλιωτή διάταξη πάχυνσης-αφυδάτωσης φέρει στο κάτω μέρος της λεκάνη συγκέντρωσης στραγγιδίων και φλάντζα για την σύνδεση του υδραυλικού δικτύου απομάκρυνσης των στραγγιδίων.

Στην έξοδο της κοχλιοπρέσας, η αφυδατωμένη ιλύς παραλαμβάνεται από σύστημα κοχλιών μεταφοράς μέσω του οποίου ανυψώνεται και απορρίπτεται σε μεταλλικούς κάδους απορριμμάτων, οι οποίοι βρίσκονται εξωτερικά του container αφυδάτωσης. Η αφυδατωμένη πίτα λάσπης αναμένεται να έχει περιεκτικότητα σε στερεά ίση με 18.0 ± 0,2% DS.

Οι κοχλίες ανύψωσης και απόρριψης της αφυδατωμένης λάσπης, καθώς επίσης και οι κάδοι συλλογής της πίτας λάσπης, εγκαθίστανται χωροθετούνται δίπλα στο container αφυδάτωσης.

#### 4.10 Απολύμανση Εκροής

Η δευτεροβάθμια (βιολογικά επεξεργασμένη) εκροή από κάθε ανεξάρτητο συγκρότημα καταλήγει διά βαρύτητας σε αντίστοιχο υπερυψωμένο ορθογωνικό φρεάτιο από σκυρόδεμα. Οι «υγρές» διαστάσεις κάθε φρεατίου είναι 0,60 x 0,60 x 1,90 m (L x W x H). Τα τρία επιμέρους φρεάτια επικοινωνούν υδραυλικά μεταξύ τους μέσω υπεδάφιου αγωγού (Φ125 και Φ160, PVC), ενώ το σύνολο της συλλεγόμενης δευτεροβάθμιας εκροής τροφοδοτείται διά βαρύτητας μέσω υπεδάφιου αγωγού (Φ250, PVC) σε μαιανδρική δεξαμενή χλωρίωσης κατασκευασμένης από οπλισμένο σκυρόδεμα ωφέλιμου όγκου ίσο με 48m<sup>3</sup>. Συγκεκριμένα αποτελείται από 6 μαιάνδρους μήκους 6,7m και πλάτους 1m έκαστος με συνολικό βάθος ροής ίσο με 1,20m.

Από τη δεξαμενή χλωρίωσης, η τελική εκροή οδηγείται μέσω υπερχειλίσης σε φρεάτιο αποχλωρίωσης, απ όπου γίνεται η λήψη αντιπροσωπευτικών δειγμάτων της τελικής επεξεργασμένης εκροής για την αξιολόγηση της απόδοσης λειτουργίας της Ε.Ε.Λ. και τη διακρίβωση της τήρησης των επιθυμητών ορίων εξόδου. Από το φρεάτιο αυτό, η τελική επεξεργασμένη εκροή καταλήγει μέσω υπεδάφιου αγωγού (Φ400, PE) στον αποδέκτη.

Η προσθήκη του δ/τος υποχλωριώδους νατρίου θα γίνεται μέσω δοσομετρικής

αντλίας τύπου διαφράγματος, δυναμικότητας 0,0060 – 6.0 L/h. Η παροχή της αντλίας θα ρυθμίζεται μέσω εξωτερικού αναλογικού σήματος 4-20 mA.

Η αντλία χλωρίωσης εγκαθίσταται στον οικίσκο εξυπηρέτησης της Ε.Ε.Λ. Για την αποθήκευση και την απαιτούμενη 10ήμερη διάρκεια του αντιδραστηρίου χλωρίωσης επιλέγεται μία (1) κατακόρυφη κυλινδρική δεξαμενή από γραμμικό πολυαιθυλένιο (LMDPE), ωφέλιμου όγκου 1200 L.

Για την προσθήκη του δ/τος μεταδιθειώδους νατρίου επιλέγεται μία (1) δοσομετρική αντλία τύπου διαφράγματος, δυναμικότητας 0,0060 – 0,6 L/h. Η παροχής της αντλίας θα ρυθμίζεται μέσω εξωτερικού αναλογικού σήματος 4-20 mA. Η αντλία αποχλωρίωσης εγκαθίσταται στο κτίριο των χημικών της Ε.Ε.Λ.

Για την αποθήκευση και την απαιτούμενη 10ήμερη επάρκεια του αντιδραστηρίου αποχλωρίωσης επιλέγεται μία (1) κατακόρυφη κυλινδρική δεξαμενή από γραμμικό πολυαιθυλένιο, ωφέλιμου όγκου 100 L.

Για τη διάλυση του μεταδιθειώδους νατρίου εγκαθίσταται στο φρεάτιο αποχλωρίωσης ένας (1) κατακόρυφος αναδευτήρας χαμηλής περιστροφικής ταχύτητας.

#### **4.11 Διάθεση των επεξεργασμένων υγρών**

Από τη δεξαμενή χλωρίωσης – αποχλωρίωσης, τα επεξεργασμένα υγρά θα καταλήγουν σε παρακείμενο ρέμα μέσω του υφιστάμενου βαρυντικού αγωγού.

#### **4.12 Φρεάτιο Στραγγιδίων**

Τα υγρά στραγγίδια που παράγονται από τη μηχανική διαχείριση της περίσσειας ιλύος (αφυδάτωση ιλύος και πλύσιμο κοχλιωτής πρέσας) συλλέγονται διά βαρύτητας σε υπόγειο ορθογωνικό φρεάτιο από σκυρόδεμα, το οποίο χωροθετείται πλησίον του container της αφυδάτωσης και έχει «υγρές» διαστάσεις 1,50 x 1,20 x 1,15 m (L x W x D). Στο φρεάτιο αυτό, καταλήγουν επίσης και τα λύματα του προσωπικού από το κτίριο διοίκησης της Μ.Ε.Λ. μέσω κατάλληλου υπεδάφιου αγωγού (Φ160, PVC).

Τα συλλεγόμενα στραγγίδια επιστρέφονται στη δεξαμενή εξισορρόπησης της εγκατάστασης μέσω δύο (2) υποβρύχιων φυγοκεντρικών αντλιών (1D + 1S), έκαστη δυναμικότητας 17.90 m<sup>3</sup>/h στα 5.74 m.

#### **4.13 Έργα Υποδομής**

##### ***Κτιριακά έργα***

Για την κάλυψη των κτηριακών αναγκών του Έργου, και σε άμεση συνάφεια με τη γενικότερη φιλοσοφία του, θα εγκατασταθούν προκατασκευασμένες κτηριακές εγκαταστάσεις τύπο ISOBOX με πλήρη ηλεκτρολογική και υδραυλική εγκατάσταση.

Ο πρώτος οικίσκος, συνολικού εμβαδού  $42,12 \text{ m}^2$  και εξωτερικών διαστάσεων  $8,10 \times 5,20 \times 2,50 \text{ m}$  (LxWxH), αποτελεί το κτίριο φυσητήρων & αποθήκευσης χημικών, θα περιλαμβάνει δε τους κάτωθι χώρους:

- Χώρο εγκατάστασης φυσητήρων αερισμού (βιολογικής βαθμίδας και συγκροτημάτων προεπεξεργασίας), με περσιδωτό παράθυρο και διπλές πόρτες, ωφέλιμης επιφάνειας  $\sim 27,42 \text{ m}^2$ ,
- Χώρο εγκατάστασης των δοχείων αποθήκευσης χημικών (PACl, NaOCl και  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) και των σχετικών δοσομετρικών αντλιών, με περσιδωτό παράθυρο και μονή πόρτα, ωφέλιμης επιφάνειας  $\sim 12,40 \text{ m}^2$ .

Ο δεύτερος οικίσκος, συνολικού εμβαδού  $54,45 \text{ m}^2$  και εξωτερικών διαστάσεων  $12,10 \times 4,50 \times 2,50 \text{ m}$  (L x W x H), αποτελεί το κτήριο διοίκησης και ενέργειας, περιλαμβάνει δε τους κάτωθι χώρους:

- Γραφείο διοίκησης της εγκατάστασης, με WC και νιπτήρα, ωφέλιμης επιφάνειας  $11,25 \text{ m}^2$ ,
- Χώρο εργαστηρίου, ωφέλιμης επιφάνειας  $11,25 \text{ m}^2$ ,
- Χώρος εγκατάστασης πίνακα χαμηλής τάσης, με τα σχετικά πεδία αναχωρήσεων και μεταγωγής, ωφέλιμης επιφάνειας  $\sim 11,48 \text{ m}^2$ ,
- Χώρος εγκατάστασης H/Z, με κατάλληλα ανοίγματα για την ψύξη του κινητήρα και πεδίο μεταγωγής, ωφέλιμης επιφάνειας  $\sim 19,22 \text{ m}^2$ .

Στις παραγράφους που ακολουθούν, γίνεται μια συνοπτική αναφορά στα τεχνικά χαρακτηριστικά των οικίσκων τύπου ISOBOX.

### ***Κατασκευή σκελετού - Τοιχοποιίες***

Οι εξωτερικοί τοίχοι και η οροφή είναι κατασκευασμένοι από θερμομονωτικά πάνελ πολουρεθάνης, αποτελούμενα από δύο ελαφρώς διαμορφωμένα ελάσματα γαλβανισμένης και βαμμένης λαμαρίνας, χρώματος λευκού, βαμμένα αμφίπλευρα και μόνωση πολουρεθάνης πάχους 40 mm.

Ο μεταλλικός σκελετός είναι κατασκευασμένος από σύνθετες γαλβανισμένες και βαμμένες διατομές, το δε δάπεδο φέρει ενισχυμένες διατομές από βαμμένους κοιλοδοκούς βαρέως τύπου.

Οι υδρορροές καθώς και όλα τα συμπληρωματικά μεταλλικά μέρη είναι κατασκευασμένα από γαλβανισμένο χαλυβδοέλασμα, για προστασία από τη διάβρωση.

### ***Δάπεδο***

Το δάπεδο αποτελείται από γαλβανισμένες διατομές, επενδύεται με φύλλα υγρομονωμένου ξύλου πάχους 18 mm, εξωτερικά προστατευμένο, και τέλος με φύλλα σκληρού πλαστικού βινυλίου συγκολλημένο με ακρυλική κόλλα.

### ***Πόρτες - Παράθυρα***

Όλα τα κουφώματα είναι κατασκευασμένα από λευκού χρώματος αλουμίνιο.

Τα εξωτερικά θυρόφυλλα είναι κατασκευασμένα από θερμομονωτικά πάνελ όμοια της εξωτερικής τοιχοποιίας και κάσα λευκού αλουμινίου. Επίσης φέρουν κλειδαριές ασφαλείας και τρεις μεντεσέδες.

Τα παράθυρα είναι κατασκευασμένα από λευκό αλουμίνιο και είναι επάλληλα συρόμενα. Φέρουν κατάλληλες ελαστικές διατομές για πλήρη στεγανότητα καθώς και κλειδαριές.

### ***Ηλεκτρική εγκατάσταση***

Η ηλεκτρική εγκατάσταση μελετάται και κατασκευάζεται αναλόγως της χρήσης σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και τις Ευρωπαϊκές προδιαγραφές. Η καλωδίωση γίνεται με εξωτερικά πλαστικά κανάλια και περιλαμβάνει ηλεκτρικό πίνακα με αυτόματους ασφαλειοδιακόπτες, ρελέ διαρροής, εξωτερική πρίζα τροφοδοσίας, φωτιστικά σώματα φθορισμού, πρίζες σούκο, διακόπτες και στοιχεία ανάλογα με τις απαιτήσεις της κατασκευής.

### ***Υδραυλική εγκατάσταση***

Η υδραυλική εγκατάσταση αποτελείται από σωλήνες χαλκού επιμελώς βαμμένους σε λευκό χρώμα (για τις παροχές) και PVC (για τις αποχετεύσεις). Περιλαμβάνει νιπτήρα με καθρέπτη, κουζίνα με νεροχύτη ίποχ και κάτω ντουλάπι, λεκάνη τουαλέτας πλήρη. Όλα τα στοιχεία είναι πλήρως τοποθετημένα, συνδεδεμένα και ελεγμένα από το εργοστάσιο.

Η κατασκευή τοποθετείται σε απολύτως επίπεδη μπετονένια επιφάνεια.

### ***Βασικός εξοπλισμός κτηρίων***

Αναλυτικά, ο εξοπλισμός θα περιλαμβάνει:

α. Πλήρη ηλεκτρολογική εγκατάσταση με καλωδίωση μέσα σε εξωτερικά πλαστικά κανάλια αποτελούμενη από:

- |  |         |
|--|---------|
| ♦ Ηλεκτρολογικό πίνακα με αυτόματους ασφαλειοδιακόπτες | τεμ. 1  |
| ♦ Εξωτερική αναμονή τροφοδοσίας                        | τεμ. 1  |
| ♦ Διπλό φωτιστικό σώμα φθορισμού 1,20 m (2 x 36 WATT)  | τεμ. 14 |
| ♦ Μονό φωτιστικό σώμα φθορισμού 0,60 m (18 WATT)       | τεμ. 2  |
| ♦ Διακόπτες  | τεμ. 6  |
| ♦ Πρίζα σούκο  | τεμ. 6  |
| ♦ Ρελέ διαρροής  | τεμ. 2  |

β. Πλήρη υδραυλική εγκατάσταση με εξωτερικούς σωλήνες από χαλκοσωλήνα και πλαστικούς σωλήνες με εξαρτήματα αποχετεύσεων, ως επίσης:

- |  |        |
|--|--------|
| ♦ W.C. πλήρως εξοπλισμένο                        | τεμ. 1 |
| ♦ Νιπτήρας λευκός με μπαταρία χρωμέ ψυχρού νερού | τεμ. 1 |

- ♦ Νεροχύτης διπλός INOX με μπαταρία χρωμέ ψυχρού νερού με ενσωματωμένο κάτω ανοιγόμενο ντουλάπι κουζίνας εξωτερικών διαστάσεων 2,00 x 0,60 x 0,90 m τεμ. 1

#### γ. Πόρτες:

- Μια εξωτερική δίφυλλη θύρα διαστάσεων 2,20 x 1,50 m, αλουμινίου με επιφάνειες από θερμομονωτικά πάνελ, με τρεις μεντεσέδες και χερούλι ασφαλείας.
- Μία εξωτερική δίφυλλη θύρα διαστάσεων 2,20 x 2,00 m, αλουμινίου με επιφάνειες από θερμομονωτικά πάνελ, με τρεις μεντεσέδες και χερούλι ασφαλείας, η θύρα στο κάτω μέρος φέρει περσίδες αλουμινίου.
- Δύο εξωτερικές θύρες διαστάσεων 2,20 x 1,20 m, αλουμινίου με επιφάνειες από θερμομονωτικά πάνελ, με τρεις μεντεσέδες και χερούλι ασφαλείας.
- Δύο εσωτερικές θύρες διαστάσεων 2,14 x 0,70 m, με κάσα αλουμινίου και θυρόφυλλο από έγχρωμο πρεσσαριστό ξύλο με τρεις μεντεσέδες και χερούλι.

#### δ. Παράθυρα:

- Δύο παράθυρα επάλληλα αλουμινίου διαστάσεων 1,20 x 0,95 m.
- Δύο φεγγίτες ανοιγόμενοι αλουμινίου διαστάσεων 0,60 x 0,35 m.
- Ένα περσιδωτό παράθυρο (σταθερές περσίδες αλουμινίου) διαστάσεων 1,25x0,70m.
- Ένα άνοιγμα διαστάσεων 1,00x1,00m.

#### ε. Δάπεδο:

Ξύλινο (άνθυγη μοριοσανίδα ή άνθυγρο MDF), υγρομονωμένο δάπεδο 18-20 mm, επενδεδυμένο με ειδικό αντιολισθητικό πλαστικό δάπεδο μεγάλης αντοχής. Ειδικά το δάπεδο θα πρέπει να φέρει ενισχύσεις τοπικά στην θέση των μηχανημάτων ώστε να αντέχει τα αναγραφόμενα βάρη τους.

### 4.14 Διαμόρφωση Περιβάλλοντος Χώρου

Προβλέπεται η διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου των νέων έργων. Ειδικότερα προβλέπεται:

- Η κατασκευή της οδοποιίας για πρόσβαση σε όλες τις μονάδες
- Η διαμόρφωση για την απορροή των ομβρίων
- Ο εξωτερικός ηλεκτροφωτισμός



## 5ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΩΝ - ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

#### 5.1 Πίνακας παραδοτέων

##### *Γενική Διευκρίνιση*

Διευκρινίζεται ότι για το σύνολο του εξοπλισμού καθώς και τα λοιπά παραδοτέα είδη του πίνακα που ακολουθεί, το συμβατικό αντικείμενο αφορά στην προμήθεια επί τόπου, στην τοποθέτηση και τη θέση σε λειτουργία τους.

Επίσης διευκρινίζεται ότι στο αντικείμενο της σύμβασης είναι και η προμήθεια και εγκατάσταση κάθε υλικού και εργασίας που έστω και αν δεν αναφέρονται ρητώς, είναι απαραίτητα για την πλήρη και λειτουργική καλή ολοκλήρωση του έργου.

#### ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΩΝ

Είδος	Τεμ
<b><i>A/Σ Εισόδου - Δεξαμενή Αναρρύθμισης - A/Σ Ανύψωσης - Προεπεξεργασία Λυμάτων</i></b>	
Αντλίες εισόδου 50 m <sup>3</sup> /h, με μανομετρικό 8,70 m	2
Μηχανισμός απολάσπωσης	1
Αντλίες ανύψωσης 50 m <sup>3</sup> /h, με μανομετρικό 6,30 m	2
Αεριστήρας venturi-jet 110 N m <sup>3</sup> /h, 300 mbar	1
Compact σύστημα προεπεξεργασίας λυμάτων INOX 304 για παροχή 20 l/s, με εσάρωση, εξάμωση, απολίπανση, παρακαμπτήρια εσχάρα, κοχλίες και κάδοι άμμου-εσχαρισμάτων, κλπ	1
Μονάδα λεπτοεσχάρωσης (για MBR)	1
Συντήρηση-καθαρισμός-επισκευές υφισταμένων δομικών έργων - Δομικές κατασκευές (βάσεις από Σ/Μ)	1
Σύστημα εξαερισμού-απόσμησης	1
Σωληνώσεις-Υδραυλικά κλπ εξαρτήματα - Λοιπός εξοπλισμός	1
<b><i>Βιολογικός Αντιδραστήρας - A/Σ ανακυκλοφορίας Νιτρικών και ιλύος</i></b>	
Container βιολογικού αντιδραστήρα (απονιτροποίηση, νιτροποίηση MBBR, διαύγαση MBR), A/Σ νιτρικών, A/Σ ιλύος, προκατασκευασμένος οικίσκος εξοπλισμού κλπ.	3
Εξωτερικό δίκτυο αέρα (INOX 304)	1
Φυσητήρες βιολογικού αντιδραστήρα 700 Nm <sup>3</sup> /h @ 325 mbar, με inverters	6
Container φυσητήρων βιολογικού αντιδραστήρα και MBR	2
Αντλίες ανάμικτου υγρού 14 m <sup>3</sup> /h, στα 3,5 m μετά των παρελκομένων	6
Αντλίες ιλύος 33 m <sup>3</sup> /h, στα 3,5 m μετά των παρελκομένων	4
Μονάδα χημικής αποφωσφόρωσης μετά των παρελκομένων	1
Σωληνώσεις-Υδραυλικά κλπ εξαρτήματα - Λοιπός εξοπλισμός	1

<b>Απολύμανση</b>	
Δεξαμενή χλωρίωσης 48 m <sup>3</sup> μετά των φρεατίων εισόδου-εξόδου και εγκατάστασης του συστήματος αυτόματης δειγματοληψίας εξόδου	1
Δοσομετρικές αντλίες χλωρίου μετά των σωληνώσεων και των παρελκομένων	2
Δεξαμενή αποθήκευσης απολυμαντικού	1
<b>Αφυδάτωση Ιλύος</b>	
Συγκρότημα (κοχλιωτό) αφυδάτωσης 4 m <sup>3</sup> /h για ιλύ 1% και απόδοση 20% σε στερεά	1
Συγκρότημα παρασκευής πολυηλεκτρολύτη μετά των αντλιών	1
Κοχλίας απομάκρυνσης αφυδατωμένης ιλύος	1
Αντλίες (2 τεμ) τροφοδοσίας ιλύος	2
Προκατασκευασμένος οικίσκος αφυδάτωσης	1
Δεξαμενή ιλύος 64m <sup>3</sup> , μετά του εξοπλισμού αερισμού και ανάδευσης	1
Σύστημα απόσπησης	1
<b>Ηλεκτρολογικά - Αυτοματισμοί</b>	
H/Z 200KVA	1
Πλήρης ηλεκτρολογική εγκατάσταση	1
Σύστημα αυτοματισμού και ελέγχων	1
Σύστημα τηλεματικής παρακολούθησης και τηλεχειρισμών	1
<b>Γενικά Όργανα Ελέγχου</b>	
Ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής	6
Μετρητής O <sub>2</sub>	4
Μετρητής MLSS	4
Μετρητής θερμοκρασίας	4
Μετρητής πίεσης	4
Μετρητής θολότητας	4
Σύστημα αυτόματου δειγματολήπτη στην έξοδο	1
<b>Λοιπές Εργασίες</b>	
Εργασίες υποδομής για εγκατάσταση του εξοπλισμού και επισκευές υφισταμένων κτιρίων	1
Διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου	1
<b>Δοκιμαστική Λειτουργία του Έργου</b>	
Δοκιμαστική Λειτουργία του Έργου επί 3μηνο	1

## 5.2 Προϋπολογισμός

ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΕΛ ΝΕΥΡΟΚΟΠΙ								
Α/Α	Α.Τ.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΚΩΔ. ΑΝΑΘ.	ΜΟΝ. ΜΕΤΡ.	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝ.	ΔΑΠΑΝΗ	
							ΜΕΡΙΚΗ	ΟΛΙΚΗ
<b>Α.ΕΠΙΛΕΞΙΜΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ</b>								
<b>ΟΜΑΔΑ Α -ΗΜ ΕΡΓΑ</b>								
1	A1	Compact σύστημα προεπεξεργασίας λυμάτων	ΗΛΜ 21	ΤΕΜ.	1	80.000	80.000	
2	A2	Αεριστήρας venturi-jet 110 N m <sup>3</sup> /h, 300 mbar	ΗΛΜ 21	ΤΕΜ.	1	6.000	6.000	
3	A3	Προκατασκευασμένο πλήρες αντλιοστάσιο ανύψωσης	ΗΛΜ 21	ΤΕΜ.	1	28.000	28.000	
4	A4	Φυσητήρες βιολογικού αντιδραστήρα 700 Nm <sup>3</sup> /h @ 325 mbar, με inverters	ΗΛΜ 21	ΤΕΜ.	4	4.000	16.000	
5	A5	Προκατασκευασμένο Α/Σ ανάμικτου υγρού	ΗΛΜ 21	ΤΕΜ.	3	14.000	42.000	
6	A6	Προκατασκευασμένο Α/Σ ιλύος	ΗΛΜ 21	ΤΕΜ.	3	17.000	51.000	
7	A7	H/Z 200KVA	ΗΛΜ 58	ΤΕΜ.	1	22.000	22.000	
8	A8	Πλήρης ηλεκτρολογική εγκατάσταση	ΗΛΜ 102	κ.α.	1	110.000	110.000	
9	A9	Σύστημα αυτοματισμών και ελέγχου	ΗΛΜ 57	κ.α.	1	90.000	90.000	
10	A10	Σύστημα τηλεματικής παρακολούθησης και τηλεχειρισμών	ΗΛΜ 57	κ.α.	1	20.000	20.000	
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΜΑΔΑΣ Α</b>							<b>465.000,00</b>	
<b>ΟΜΑΔΑ Β_ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ</b>								
11	B1	Εξωτερικό δίκτυο αέρα (INOX 304) βιοαντιδραστήρα	ΗΛΜ 82	κ.α.	1	5.000	5.000	
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΜΑΔΑΣ Β</b>							<b>5.000,00</b>	
<b>ΟΜΑΔΑ Γ-ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΑ</b>								
12	Γ1	Συντήρηση-καθαρισμός-επισκευές υφισταμένων	ΥΔΡ 6370	ΤΕΜ.	1	3.000	3.000	

		δομικών έργων δεξαμενής αναρρύθμισης						
13	Γ2	Προκατασκευασμένος οικίσκος αφυδάτωσης	ΟΙΚ 6104	TEM.	1	8.000	8.000	
14	Γ3	Προκατασκευασμένος οικίσκος control room , μετά του σταθερού και κινητού εξοπλισμού	ΟΙΚ 6104	TEM.	1	16.000	16.000	
15	Γ4	Προκατασκευασμένος οικίσκος ηλεκτρολογικών	ΟΙΚ 6104	TEM.	1	10.000	10.000	
16	Γ5	Γενικές εκσκαφές	ΟΙΚ 2112	m3	1.500,00	3,45	5.175,00	
17	Γ6	Εκσκαφή θεμελίων με χρήση μηχανικών μέσων	ΟΙΚ 2124	m3	350,00	4,95	1.732,50	
18	Γ7	Φορτοεκφόρτωση προϊόντων εκσκαφών με μηχανικά μέσα	ΟΙΚ 2171	m3	1.500,00	0,8	1.200,00	
19	Γ8	Επίχωση με προϊόντα εκσκαφών, εκβραχισμών ή κατεδαφίσεων	ΟΙΚ 2162	m3	300,00	4	1.200,00	
20	Γ9	Εξυγιαντικές στρώσεις με θραυστό υλικό λατομείου	ΟΙΚ 2162	m3	200,00	15,9	3.180,00	
21	Γ10	Σκυρόδεμα C12/15	ΟΙΚ 3213	m3	6,50	75	487,50	
22	Γ11	Σκυρόδεμα C20/25	ΟΙΚ 3215	m3	80,00	85	6.800,00	
23	Γ12	Σκυρόδεμα C25/30	ΟΙΚ 3215	m3	90,00	90	8.100,00	
24	Γ13	Ξυλότυποι συνήθων χυτών κατασκευών	ΟΙΚ 3816	m2	100,00	14	1.400,00	
25	Γ14	Χαλύβδινοι οπλισμοί	ΟΙΚ 3873	KG	15.000,00	0,95	14.250,00	
26	Γ15	Γαλβανισμένο συρματοπλέγμα περιφράξεων, με την εργασία τοποθέτησης	ΥΔΡ 6812	KG	500,00	2,8	1.400,00	
27	Γ16	Σύρμα αγκαθωτό γαλβανισμένο	ΟΙΚ 6446.1	m	1.500,00	0,6	900,00	
28	Γ17	Κιγκλιδώματα από σιδηροσωλήνες γαλβανισμένους Φ 1 1/2"	ΟΙΚ 6427	m	500,00	9	4.500,00	
29	Γ18	Θύρες σιδηρές απλού σχεδίου από ευθύγραμμες ράβδους	ΟΙΚ 6221	KG	350,00	4,5	1.575,00	
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΜΑΔΑΣ Γ</b>								<b>88.900,00</b>
<b>ΟΜΑΔΑ Δ_ ΕΡΓΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ</b>								
30	Δ1	Μονάδα	ΗΛΜ	TEM.	1	30.000	30.000	

		λεπτοεσχάρωσης (για MBR)	21					
31	Δ2	Container βιολογικού αντιδραστήρα (απονιτροποίηση, νιτροποίηση MBBR, διαύγαση MBR), με υποδοχές για Α/Σ νιτρικών και ιλύος, προκατασκευασμένος οικίσκος εξοπλισμού κλπ.	ΗΛΜ 21	TEM.	3	290.000	870.000	
32	Δ3	Σύστημα απολύμανσης αποτελούμενο από δοσομετρικές αντλίες χλωρίου μετά των σωληνώσεων και των παρελκομένων και της δεξαμενής αποθήκευσης απολυμαντικού.	ΗΛΜ 21	TEM.	1	2.700	2.700	
33	Δ4	Πλήρες σύστημα αφυδάτωσης ιλύος αποτελούμενο από: Συγκρότημα παρασκευής πολυηλεκτρολύτη μετά των αντλιών δοσομέτρησης, Συγκρότημα (κοχλιωτό) αφυδάτωσης, Αντλίες τροφοδοσίας ιλύος, Κοχλίας απομάκρυνσης αφυδατωμένης ιλύος.	ΗΛΜ 21	TEM.	1	103.900	103.900	
34	Δ5	Ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής	ΗΛΜ 56	TEM.	6	1.200	7.200	
35	Δ6	Μετρητής O2	ΗΛΜ 21	TEM.	3	1.700	5.100	
36	Δ7	Μετρητής MLSS	ΗΛΜ 21	TEM.	3	2.300	6.900	
37	Δ8	Μετρητής θερμοκρασίας	ΗΛΜ 21	TEM.	3	500	1.500	
38	Δ9	Μετρητής πίεσης	ΗΛΜ 21	TEM.	3	400	1.200	
39	Δ10	Μετρητής θολότητας	ΗΛΜ 21	TEM.	3	1.500	4.500	
40	Δ11	Σύστημα αυτόματου δειγματολήπτη στην έξοδο	ΗΛΜ 21	TEM.	1	4.100	4.100	
41	Δ12	Σύστημα εξαερισμού-απόσμησης προεπεξεργασίας	ΗΛΜ 39	TEM.	1	6.000	6.000	

42	Δ13	Σύστημα απόσμησης αφυδάτωσης	ΗΛΜ 39	ΤΕΜ.	1	6.000	6.000	
43	Δ14	Δοκιμαστική Λειτουργία του Έργου επί 3μηνο	ΗΛΜ 21	ΜΗΝΕΣ	3	6.000	18.000	
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΜΑΔΑΣ Δ</b>								<b>1.067.100,00</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ Α</b>								<b>1.626.000,00</b>
ΓΕ & ΟΕ								292.680,00
ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΜΕ ΓΕ & ΟΕ								1.918.680,00
ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ 15%								287.802,00
ΣΥΝΟΛΟ ΜΕ ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ								2.206.482,00
ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ								2.390,00
ΣΥΝΟΛΟ ΜΕ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ								2.208.872,00
ΦΠΑ 24%								530.129,28
<b>ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ Α ΜΕ ΦΠΑ</b>								<b>2.739.001,28</b>

<b>ΜΗ ΕΠΙΛΕΞΙΜΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ</b>								
1	Δ15	Χημική αποφωσφόρωση	ΗΛΜ 21	κ.α.	1	6.000	6.000	
2	Δ16	Κανονική λειτουργία	ΗΛΜ 21	ΕΤΗ	1	40.000	40.000	
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΟΜΑΔΑΣ Δ</b>								<b>46.000,00</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ Β</b>								<b>46.000,00</b>
ΓΕ & ΟΕ								8.280,00
ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΜΕ ΓΕ & ΟΕ								54.280,00
ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ 15%								8.142,00
ΣΥΝΟΛΟ ΜΕ ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ								62.422,00
ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ								78,00
ΣΥΝΟΛΟ ΜΕ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ								62.500,00
ΦΠΑ 24%								15.000,00
<b>ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ Β ΜΕ ΦΠΑ</b>								<b>77.500,00</b>

<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ (Α &amp; Β)</b>								<b>1.672.000,00</b>
ΓΕ & ΟΕ								300.960,00
ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΜΕ ΓΕ & ΟΕ								1.972.960,00
ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ 15%								295.944,00
ΣΥΝΟΛΟ ΜΕ ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ								2.268.904,00
ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ								2.468,00
ΣΥΝΟΛΟ ΜΕ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ								2.271.372,00
ΦΠΑ 24%								545.129,28
<b>ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ (Α &amp; Β) ΜΕ ΦΠΑ</b>								<b>2.816.501,28</b>

ΜΑΡΤΙΟΣ 2017

Ο Νόμιμος Κοινός Εκπρόσωπος

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΝΙΚ. ΦΡΑΓΚΟΣ  
 ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ  
 ΚΟΡΙΝΘΟΥ 203 - ΠΑΤΡΑ  
 ΤΗΛ. 2610-222.616  
 Α.Φ.Μ. 020734059 - Δ.Ο.Υ. Γ' ΠΑΤΡΩΝ

**Γιώργος Φράγκος**  
 Πολιτικός Μηχανικός

ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ

Ο Επιβλέπων Μηχανικός



**Γεώργιος Παπαστεργίου**  
 Μηχανολόγος Μηχανικός Τ.Ε.

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

Ο Προϊστάμενος της Δ/σης  
 Τεχνικών Υπηρεσιών



**Δημήτριος Χαριζάνης**  
 Τοπογράφος Μηχανικός Τ.Ε.