

Ε Λ Κ Ε Π Α
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

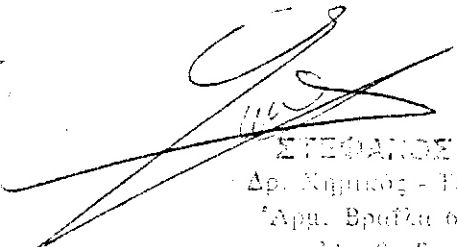
ΜΕΛΕΤΗ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ
ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΖΥΜΩΣΗΣ
ΠΡΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ

ΕΛΚΕΠΑ
2130
30.9.88

ΜΕΛΕΤΗ : ΣΤΕΦΑΝΟΣ ΚΩΝΣΤΑΣ
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 1988

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ
2. ΓΕΝΙΚΑ
3. ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ
4. ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ
ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ
5. ΠΑΡΟΧΕΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΑΝΑ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ
6. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ
 - 6.1. Παραλαβή - Έλεγχος - Ρύθμιση pH
 - 6.2. Διαχωρισμός στοιβάδων
 - 6.3. Αναερόβια επεξεργασία του υπερκλειμένου υγρού
 - 6.4. Αναερόβια επεξεργασία υδαρούς ιζήματος
 - 6.5. Κύκλωμα βιοσερίου
 - 6.6. Κύκλωμα θερμού νερού
7. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ
 - 7.1. Δεξαμενές από σκυρόδεμα
 - 7.2. Δεξαμενές από δοχεία μεταλλικά
 - 7.3. Αντιδραστήρες
 - 7.4. Υπολογισμός κυκλώματος θερμάνσεως
8. ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ
9. ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ
10. ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ
11. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ
12. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΖΥΜΩΣΗΣ ΠΡΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΣ - ΤΥΠΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ
13. ΣΧΕΔΙΑ


ΣΤΕΦΑΝΟΣ Α. ΚΙΚΙΣ
Δρ. Χημικός - Τομέας ΕΠ, Πάσης
Άρμ. Βραβείο 6/1984, Τ.Ε.Ε. 701
Αριθ. Γρατ. Α. 177680

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ
ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΖΥΜΩΣΗΣ
ΠΡΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΣ
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελέτη αυτή ανετέθει στον μελετητή Στέφανο Κώνστα, Δρα Χημικό - Τεχνικό Σύμβουλο, από το ΕΛΚΕΠΑ, με την από 28 Ιουνίου 1988 σύμβαση, που υπογράφει ο Πρόεδρος κ. Αναστ. Γιαννίτσας.

Σύμφωνα με το άρθρο 3 της Ειδικής Συγγραφής Υποχρεώσεων, το αντικείμενο της μελέτης είναι :

"Ο σχεδιασμός για την επεξεργασία των αποβλήτων ελαιουργείων με την μέθοδο της αναερόβιας ζύμωσης προς παραγωγή βιοαερίου και "όργανικού λιπάσματος.

Σύμφωνα με το ίδιο άρθρο, ο σχεδιασμός περιλαμβάνει :

- Προσχέδια της εγκατάστασης σε κλίμακα 1:50
- Προσχέδια του απαιτούμενου εξοπλισμού σε κατάλληλη κλίμακα
- Προδιαγραφές των μηχανημάτων, που θα αγοραστούν (αντλίες, όργανα)
- Προμέτρηση των υλικών σωληνώσεων
- Προσχέδια και προμέτρηση οικοδομικών έργων
- Προϋπολογισμό των απαιτούμενων έργων, με ανάλυση σε κόστος Η/Μ εξοπλισμού, έξοδα μεταφοράς και εγκατάστασης εξοπλισμού και κόστος έργων Π/Μ.

Σύμφωνα με το άρθρο 4 της Ε.Σ.Υ., οι εργασίες θα γίνουν με βάση τα στοιχεία που διαθέτει το ΕΛΚΕΠΑ και εκείνα που θα συλλέξουν οι ειδικοί συνεργάτες από διάφορους φορείς, με την συμπαράσταση του ΕΛΚΕΠΑ.

Η παρούσα εργασία σχεδιασμού έχει σαν βάση την Ανάλυση Παραγωγικής Διαδικασίας, όπως μελετήθηκε από τον κ. Δ. Νταλή και τα στοιχεία που παρασχέθηκαν από το ΕΛΚΕΠΑ.

2. ΓΕΝΙΚΑ

Η πειραματική μονάδα, που αποτελεί αντικείμενο του σχεδιασμού, έχει σαν σκοπό μια τυποποίηση εξοπλισμού, που να επιτρέψει την κατασκευή, εγκατάσταση και λειτουργία σημαντικού αριθμού τυπικών μονάδων στην Κρήτη, αλλά και άλλες περιοχές, με στόχο την αντιμετώπιση του μεγάλου περιβαλλοντικού προβλήματος, που προκαλούν τα απόβλητα των ελαιολιτριβείων, με παράλληλη παραγωγή αξιοποιήσιμης ενέργειας, υπό μορφή βιοαερίου.

Συγχρόνως όμως, η πειραματική μονάδα πρέπει να δίνει την δυνατότητα ερευνητικής εργασίας σε ημιβιομηχανική κλίμακα, για την αριστοποίηση των συνθηκών λειτουργίας, με στόχο :

- Την μείωση του κόστους εγκατάστασης και λειτουργίας της τυπικής μονάδας.
- Την αύξηση του παραγόμενου βιοαερίου και βελτίωση της ποιότητάς του.
- Την μείωση της κατανάλωσης βοηθητικών υλών και ηλεκτρικής ενέργειας.
- Την βελτίωση του βαθμού καθαρισμού των αποβλήτων.
- Την απλούστευση της λειτουργίας.

Οι υψηλές αυτές απαιτήσεις επιβάλλουν τα ακόλουθα κριτήρια στον σχεδιασμό της πειραματικής μονάδας :

- Ευρέα περιθώρια ρυθμίσεων παροχών και συνθηκών.
- Χρησιμοποίηση μεγάλου αριθμού οργάνων ελέγχου για την συνεχή παρακολούθηση των συνθηκών λειτουργίας.
- Δυνατότητα αυτοματοποίησης ορισμένων διεργασιών σε μεταγενέστερο στάδιο.

Εύλογο είναι ότι το κόστος της πειραματικής μονάδας είναι δευτερεύουσας σημασίας και δεν είναι δυνατόν να δώσει καμία ένδειξη κόστους μιάς τυπικής παραγωγικής μονάδας, ο πλήρης και σωστός σχεδιασμός της οποίας θα είναι δυνατός μόνο όταν ολοκληρωθεί ο κύκλος των πειραματισμών και οριστικοποιηθούν οι βέλτιστες συνθήκες λειτουργίας.

Το τμήμα αναερόβιας επεξεργασίας της μονάδας αυτής έχει ήδη μελετηθεί με εντολή του ΕΛΚΕΠΑ και η κατασκευή του έχει ανατεθεί στην ΕΛΑΙΟΥΡΓΙΚΗ.

Ως προς το μέρος αυτό συνεπώς, η παρούσα μελέτη αποτελεί προσαρμογή - αναθεώρηση της προηγούμενης, με βάση τα νεώτερα ερευνητικά, κατασκευαστικά και άλλα δεδομένα.

Έχουν ολοκληρωθεί οι βασικές δοκιμαστικές εργασίες στο συνεργειοσυνθετικό ελαιολιτριβείο στην Κάντανα Κρήτης, και έχει προχωρήσει η κατασκευή του εξοπλισμού.

3. ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Ο σχεδιασμός της πειραματικής μονάδας στηρίζεται στις ακόλουθες παραδοχές :

- α) Μέγιστη ημερήσια ποσότητα αποβλήτων ελαιουργείου 25 m³
- β) Ολική ετήσια ποσότητα κατά την ελαιοκαμική περίοδο 2.000 m³
- γ) Τυπική σύνθεση των αποβλήτων

TOC	20.000	mg/l
BOD ₅	50.000	mg/l
COD	66.000	mg/l
pH	4,2	
N (Kjeldahl)	585	mg/l
(NH ₄) ⁺	66	mg/l
C/N	40/1	
P (ολικός)	110	mg/l
C/N/P	40/1/5	

- δ) Η αναερόβια επεξεργασία θα μπορεί να γίνει είτε στην μεσόφιλη, είτε στην θερμοφιλη περιοχή.
- ε) Η δυναμικότητα της μονάδας θα προκύψει από τα λειτουργικά αποτελέσματα, πρέπει όμως να υπάρχουν ευρέα περιθώρια ρυθμίσεων.

4. ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Τα εισερχόμενα απόβλητα οδηγούνται σε μία δεξαμενή παραλαβής - ομοιογενοποίησης, όπου υπάρχει και η δυνατότητα ρύθμισης του pH με προσθήκη υδρασβέστου.

Κατόπιν μεταγγίζονται σε δεξαμενή καθίζησης, όπου τα απόβλητα παραμένουν επί 10 ημέρες τουλάχιστον για να διαχωριστούν σε 2 στοιβάδες, το υπερκείμενο υγρό και το ίζημα. Ακολουθεί η αναερόβια κατεργασία των δύο στοιβάδων χωριστά.

Το υπερκείμενο οδηγείται σε αναερόβιο αντιδραστήρα, κατακόρυφο, με πληρωτικό υλικό.

Το υδαρές ίζημα οδηγείται σε αναερόβιο αντιδραστήρα, οριζόντιο.

Η χωρητικότητα των βιοαντιδραστήρων δεν επαρκεί για την άμεση επεξεργασία των δύο στοιβάδων με τον ρυθμό παραγωγής τους. Άλλωστε, για την ολοκλήρωση των πειραμάτων η ελαιοκομική περίοδος είναι πολύ σύντομη.

Για τον λόγο αυτό έχει γίνει πρόβλεψη δεξαμενών για ενδιάμεση αποθήκευση των δύο στοιβάδων μέχρι την κατεργασία τους.

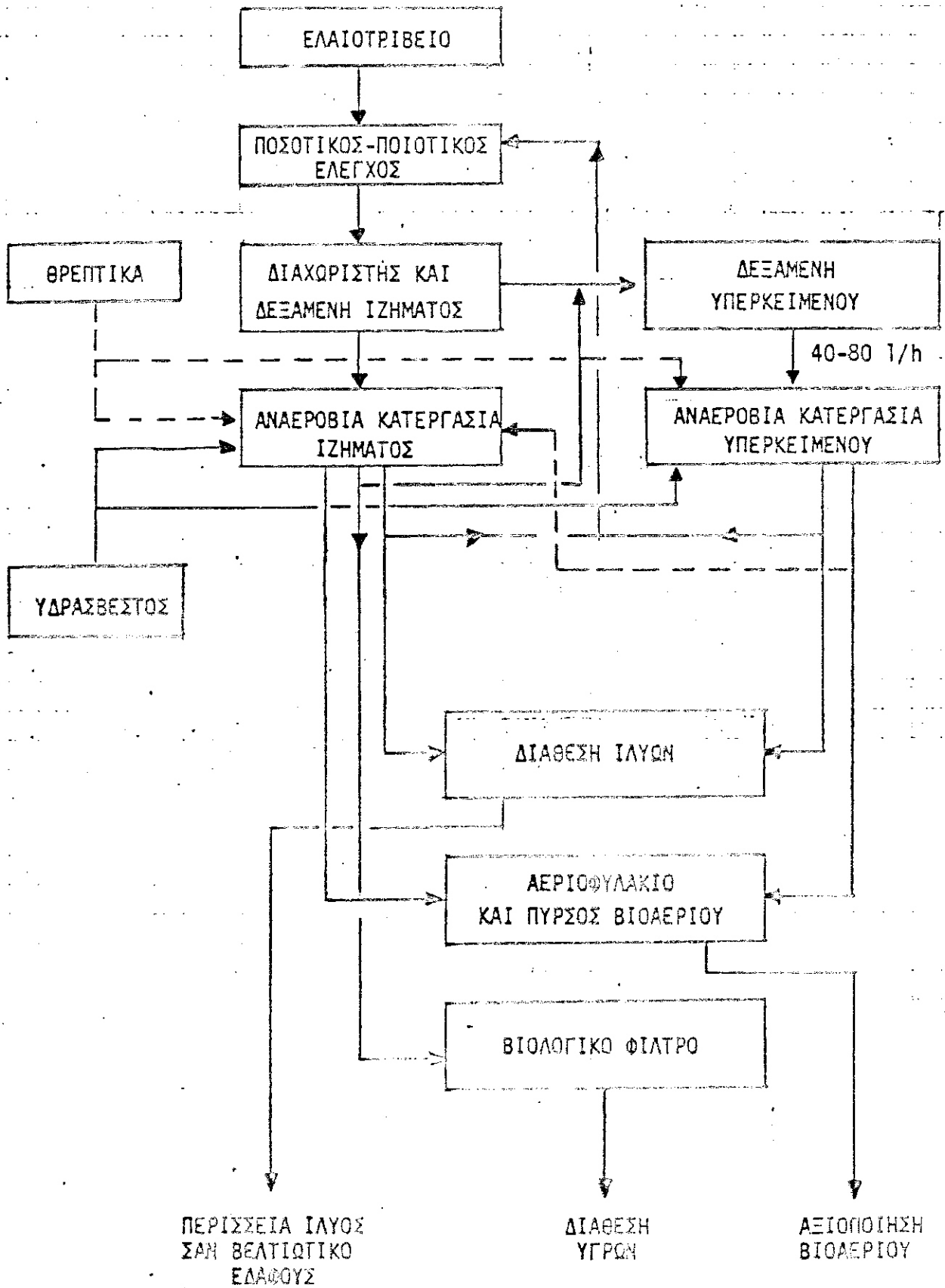
Τα απόβλητα, μετά την κατεργασία στον κατακόρυφο αντιδραστήρα οδηγούνται για περαιτέρω καθαρισμό σε βιολογικό φίλτρο.

Τα επεξεργασμένα απόβλητα από τον κατακόρυφο αντιδραστήρα ιζήματος, που έχουν μεγαλύτερο οργανικό φορτίο, μπορούν να ανακυκλωθούν προς τον αντιδραστήρα υπερκειμένου, πριν διαχετευθούν στα βιολογικά φίλτρα.

Η βιολογική ιλύς των αναερόβιων επεξεργασιών είναι ελάχιστη, σύμφωνα με τα εργαστηριακά δεδομένα. Σε περίπτωση που υπάρξει αξιόλογη ποσότητα, μπορεί να διατεθεί απ'ευθείας στο έδαφος ή για χουμοποίηση.

Το βιοαέριο οδηγείται σε αεριοφυλάκιο και κατόπιν σε πυρσό, όπου καίγεται. Σε μία παραγωγική μονάδα το βιοαέριο θα αξιοποιείται για παραγωγή ενέργειας.

ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ



5. ΠΑΡΟΧΕΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΑΝΑ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ

Σύμφωνα με τα στοιχεία των μελετητών της παραγωγικής διαδικασίας, που είναι και οι ερευνητές που έχουν αναπτύξει τις μεθόδους σε εργαστηριακό επίπεδο, στην ωφέλιμη χωρητικότητα των αντιδραστήρων αντιστοιχούν οι ακόλουθες ροές.

α) Αντιδραστήρας υπερκειμένου, χωρητικότητα 16 m^3 . Παροχή 2,3 - 3,2 m^3 /ημέρα, δηλαδή 96 ως 133 λίτρα/ώρα.

β) Αντιδραστήρας ιζήματος, χωρητικότητα $14,4 \text{ m}^3$. Παροχή 0,9 - 1,2 m^3 /ημέρα, δηλαδή 37,5 ως 50 λίτρα/ώρα.

Επιδίωξη του προγράμματος θα είναι η αύξηση των παροχών αυτών με κατάλληλη προσαρμογή των συνθηκών λειτουργίας και, ενδεχομένως, με ανύψωση της θερμοκρασίας στην θερμόφιλη περιοχή.

Για τον λόγο αυτό, οι μέγιστες παροχές υπολογίζονται διπλάσιες περίπου από τις ανωτέρω αναφερόμενες.

Ετσι, για τον σχεδιασμό θεωρήθηκαν οι ακόλουθες παροχές :

- Αντιδραστήρας υπερκειμένου 100 - 300 λ./ώρα
δηλαδή 2,4 ως 7,2 m^3 /ημέρα
- Αντιδραστήρας ιζήματος 40 - 100 λ./ώρα
δηλαδή 0,96 ως 2,4 m^3 /ημέρα

6. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

6.1. ΠΑΡΑΛΑΒΗ - ΕΛΕΓΧΟΣ - ΡΥΘΜΙΣΗ pH

Τα απόβλητα του ελαιολιτριβείου συγκεντρώνονται σε μία δεξαμενή παραλαβής που έχει χωρητικότητα ίση με την μέγιστη ημερήσια ποσότητα των αποβλήτων.

Στην δεξαμενή αυτή γίνεται ποιοτικός και ποσοτικός έλεγχος των αποβλήτων και, αν χρειάζεται, ρύθμιση του pH και κροκίδωση, με την προσθήκη υδρασβέστου και ανατάραξη. Η ανατάραξη γίνεται με ανακυκλοφορία με αντλία μεγάλης παροχής, με την βοήθεια ειδικού στομίου εκτόξευσης (jet nozzle). Μόλις ολοκληρωθεί η ανάμιξη και διαπιστωθεί ότι το pH του υγρού έχει φθάσει στο επιθυμητό ύψος, το περιεχόμενο μεταγγίζεται, πάλι με την βοήθεια της ίδιας αντλίας, σε δεξαμενή πρεμίας, όπου γίνεται ο διαχωρισμός των δύο στοιβάδων, δηλαδή του υπερκείμενου υγρού και του υδαρούς ιζήματος.

6.2. ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΒΑΔΩΝ

Στην δεξαμενή προκατεργασίας αποθηκεύεται το ίζημα μέχρι την επεξεργασία του και τουλάχιστον επί 10 ημέρες.

Στο διάστημα αυτό διαχωρίζονται δύο στοιβάδες :
το υπερκείμενο διαυγές υγρό και το ίζημα.
Οι δύο αυτές στοιβάδες υφίστανται διαφορετική αναερόβια επεξεργασία.

Για την καλλίτερη απόληψη του ιζήματος, ο πυθμένας της δεξαμενής προκατεργασίας έχει την μορφή τεσσάρων ανεστραμμένων πυραμίδων, από κάθε ένα από τα οποία ξεκινάει σωλήνας με δικλείδα, που καταλήγει στην αντλία τροφοδοσίας.

Το υπερκείμενο υγρό υπερχειλίζει, την ώρα της προσθήκης της ημερήσιας παραγωγής, σε μία από τις δεξαμενές αποθήκευσης.

Κατά την διάρκεια της παραμονής είναι ενδεχόμενο να σχηματισθεί στην επιφάνεια μία οσμηρή στοιβάδα, που εξαφανίζεται με ανατάραξη.

Από την συμπεριφορά της στοιβάδας θα εξαρτηθεί αν θα εγκατασταθεί στην δεξαμενή διαχωρισμού ένας παλινδρομικός μηχανισμός, που θα ανατράξει περιοδικά την επιφάνεια. Στην κατασκευή της δεξαμενής θα γίνει πρόβλεψη για τέτοιο μηχανισμό (ξέστρο).

6.3.4. Αναερόβιος αντιδραστήρας (κατακόρυφος)

Το προθερμασμένο υγρό μπαίνει στην κορυφή του βιολογικού αντιδραστήρα, που είναι γεμισμένος με πλαστικό πληρωτικό υλικό (δακτυλίους PAL).

Για να διατηρείται σε σταθερή θερμοκρασία περιβάλλεται από τριμερή σερπαντίνα στην οποία κυκλοφορεί νερό θερμότερο κατά 1 - 2°C από την θερμοκρασία του εσωτερικού του αντιδραστήρα.

Στην επιφάνεια των δακτυλίων αναπτύσσεται η βιομάζα που διενεργεί την διάσπαση.

Από την κορυφή του αντιδραστήρα εκλύεται το παραγόμενο βιοαέριο που οδηγείται στο αεριοφυλάκιο.

Εχει προβλεφθεί επίσης η δυνατότητα ανακύκλωσης του περιεχομένου του αντιδραστήρα με αντλία που απορροφά από τον πυθμένα και καταθλίβει στην κορυφή.

Ο αντιδραστήρας είναι εφοδιασμένος με θερμομέτρα και δειγματολήπτες, ώστε να είναι ευχερής ο ακριβής έλεγχος των συνθηκών λειτουργίας σε διάφορα σημεία του.

Η στάθμη μέσα στον αντιδραστήρα ρυθμίζεται με ανύψωση του σωλήνα εξαγωγής, ενώ κατάλληλη διάταξη αποτρέπει την δημιουργία σιφωνισμών.

6.3.5. Διαύγαση

Το εξερχόμενο επεξεργασμένο υγρό οδηγείται σε καθίζηση και από εκεί στην δεξαμενή αποθήκευσής του.

Το τυχόν διαχωριζόμενο ίζημα μπορεί είτε να ανακυκλωθεί στον αντιδραστήρα, είτε να επιστρέψει στην αρχική δεξαμενή.

6.3. ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΥΠΕΡΚΕΙΜΕΝΟΥ ΥΓΡΟΥ

6.3.1. Ρύθμιση του pH

Εάν το pH του υπερκειμένου είναι διαφορετικό από εκείνο που απαιτείται για την είσοδο στον αναερόβιο αντιδραστήρα, προβλέπεται διάταξη για την τελική ρύθμισή του.

Μία αντλία με πλωτή αναρρόφηση απορροφά το υπερκείμενο από την δεξαμενή αποθήκευσης και το στέλνει στο δοχείο ρύθμισης, που είναι εφοδιασμένο με τάρρακτρο.

Για την ανύψωση του pH προστίθεται, με ειδική δοσομετρική συσκευή κόνεων, υδράσβεστος, υπό τον έλεγχο pHμετρου.

Με την προσθήκη υδρασβέστου είναι δυνατόν να διαχωρισθεί μία ποσότητα ιζήματος. Για τον λόγο αυτό το υγρό οδηγείται σε δεξαμενή καθίζησης με κωνικό πυθμένα.

Από εκεί το τυχόν σχηματιζόμενο ίζημα απομακρύνεται με αντλία.

Το ίζημα αυτό μπορεί να διατεθεί κατά δύο τρόπους:

- α) Να οδηγηθεί στην δεξαμενή στην είσοδο της εγκατάστασης.
- β) Να οδηγηθεί στον βιολογικό αντιδραστήρα του ιζήματος, για την ρύθμιση του pH του.

Η επιλογή του τρόπου διάθεσης του ιζήματος θα γίνει με βάση τις εμπειρίες που θα συγκεντρωθούν κατά την λειτουργία.

Το υπερκείμενο υγρό προωθείται με τροφοδοτική αντλία προς τον βιολογικό αντιδραστήρα. Για να εξασφαλισθεί ότι δεν θα ξενερώσει η αναρρόφηση και δεν θα τροφοδοτηθεί με το υγρό και αέρας στον αναερόβιο αντιδραστήρα, προβλέπεται η εγκατάσταση φλοτεροδιακόπτη, που θα διακόπτει την αντλία, όταν η στάθμη στον διαχωριστή χαμηλώσει επικίνδυνα.

Στην περίπτωση που το pH του υπερκειμένου υγρού δεν χρειάζεται ρύθμιση λειτουργεί παρακαμπτήριος αγωγός και απομονώνεται όλο το τμήμα αυτό της εγκατάστασης.

6.3.2. Προσθήκη θρεπτικών

Υπάρχει η δυνατότητα προσθήκης θρεπτικών από δοχείο εφοδιασμένο με τροφοδοτική αντλία.

6.3.3. Ρύθμιση της θερμοκρασίας

Το υπερκείμενο υγρό μετά την τελική ρύθμιση του pH, διέρχεται από ένα εναλλάκτη όπου θερμαίνεται στην θερμοκρασία των 37-40°C (για μεσόφιλη επεξεργασία), ή των 55°C αν η αποικοδόμηση θα γίνει θερμόφιλα. Η προεπιλεγμένη θερμοκρασία ρυθμίζεται με θερμοστατικές βαλβίδες.

Για την θέρμανση χρησιμοποιείται χωριστό κύκλωμα θερμού νερού, που προέρχεται από τον λέβητα του ελαιολαβείου.

6.4. ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΔΑΡΟΥΣ ΙΖΗΜΑΤΟΣ

6.4.1. Ρύθμιση pH

Το ίζημα αναρροφάται από την δεξαμενή διαχωρισμού - αποθήκευσης από τέσσερα σημεία (τις κορυφές των ανεστραμμένων πυραμίδων).

Εφ' όσον χρειάζεται ρύθμιση του pH, μπορεί να γίνει με προσθήκη γάλακτος ασβέστου, που παρασκευάζεται σε χωριστό δοχείο και προστίθεται με τροφοδοτική αντλία.

6.4.2. Προσθήκη θρεπτικών

Παράλληλα, μπορεί να γίνει με τροφοδοτική αντλία και προσθήκη θρεπτικών, που παρασκευάζονται ιδιαίτερος (το ίδιο σύστημα που χρησιμοποιείται και για το υπερκείμενο υγρό).

6.4.3. Ανάμιξη

Για την καλλίτερη ανάμιξη των θρεπτικών και της υδράσβεστου παρεμβάλλεται, στην γραμμή που οδηγεί στον αντιδραστήρα, κλειστός αναμίκτης με τάρακτρο.

6.4.4. Αναερόβιος αντιδραστήρας (οριζόντιος)

Το ίζημα, μετά την προσθήκη θρεπτικών και την ρύθμιση του pH (αν απαιτούνται), προθερμαίνεται σε εναλλάκτη με θερμό νερό στην θερμοκρασία λειτουργίας του αναερόβιου αντιδραστήρα (35°C για μεσόφιλο και 55°C για θερμόφιλο αντίδραση).

Ο βιολογικός αντιδραστήρας είναι ένας οριζόντιος κύλινδρος, που φέρει εγκάρσια διαφράγματα, ώστε να δημιουργείται μία δαιδαλόμορφη διαδρομή, που εξασφαλίζει εμβολοειδή ροή.

Για την αντιμετώπιση των θερμικών απωλειών ο αντιδραστήρας περιβάλλεται από σερπαντίνα, όπου κυκλοφορεί νερό θερμοκρασίας 1 - 2°C υψηλότερης από την θερμοκρασία της αντίδρασης.

Στα διαμερίσματα που δημιουργούν τα εγκάρσια διαφράγματα προβλέπεται η δυνατότητα να γίνεται έντονη ανάδευση με ανακυκλοφορία βιοαέριου με την βοήθεια αεροσυμπιεστή.

Υπάρχει επίσης η δυνατότητα ανακυκλοφορίας υγρού από την έξοδο προς την είσοδο του αντιδραστήρα.

Το δημιουργούμενο βιοαέριο εκλύεται από το επάνω μέρος και οδηγείται στο αεριοφυλάκιο.

6.4.5. Διαύγαση

Το επεξεργασμένο υγρό περνάει από δεξαμενή καθίζησης.

Το υπερκείμενο μπορεί να οδηγηθεί με βαρύτητα είτε στην δεξαμενή επεξεργασμένων, είτε στην δεξαμενή του υπερκείμενου προς κατεργασία.

Το τυχόν συγκρατούμενο ίζημα ανακυκλώνεται με αντλία προς την είσοδο του βιοαντιδραστήρα, ή οδηγείται στην αρχική δεξαμενή.

6.5. ΚΥΚΛΩΜΑ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ

Το βιοαέριο που εκλύεται από τους δύο αντιδραστήρες, αφού περάσει από ροόμετρα, συγκεντρώνεται σε αεριοφυλάκιο, όπου γίνεται μέτρηση και ανάλυση και μετά καίγεται σε δαυλό.

6.6. ΚΥΚΛΩΜΑ ΘΕΡΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

Η θέρμανση των υγρών, πριν την είσοδό τους στον αντιδραστήρα, γίνεται με ζεστό νερό, προερχόμενο από το κύκλωμα του ζεστού νερού του ελαιολιβείου.

Για την αναπλήρωση των απωλειών θερμότητας των δύο αντιδραστήρων κυκλοφορεί στο περίβλημά τους νερό, θερμοκρασίας ίσης περίπου με την θερμοκρασία του περιεχομένου.

Επειδή είναι δυνατόν να βρεθεί διαφορετική βέλτιστη θερμοκρασία για κάθε σύστημα, ή ακόμη να λειτουργήσει το ένα από τα δύο στην θερμόφιλη περιοχή, το θερμό νερό που κυκλοφορεί στις σερπαντίνες των αντιδραστήρων, παράγεται από δύο χωριστούς εναλλάκτες.

Το κύκλωμα είναι ακόμη εφοδιασμένο με τα απαραίτητα όργανα ελέγχου των λειτουργικών συνθηκών.

7. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

7.1. ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

7.1.1. Δεξαμενή παραλαβής - ελέγχου - ρύθμισης του pH (T1)

Χωρητικότητα ίση με την μέγιστη παροχή 24 ωρών = 25m³
Επιλέγεται δοχείο 3.200* X 3.000 με κωνικό πυθμένα ύψους 1.500.

Για την ανατάραξη θα χρησιμοποιηθεί ειδικό στόμιο εκτόξευσης, τοποθετημένο σε βάθος 3 μ. από την επιφάνεια.

Η απαιτούμενη ταχύτητα εκτόξευσης για ανάμιξη δίνεται από τον τύπο

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot s \cdot \sin\theta}$$

όπου V = ταχύτητα σε m/sec.

g = η επιτάχυνση της βαρύτητας 9,81 m/sec.

s = ύψος στάθμης πάνω από το στόμιο = 3 m.

θ = η γωνία εκτόξευσης προς την οριζόντιο = 45°

$$V = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3 \cdot 0,71} = \sqrt{46,8} = 6,46 \text{ m/sec.}$$

Η πτώση πίεσης στο στόμιο δίνεται από τον τύπο

$$h = \frac{V^2}{2g} = 2,1 \text{ m.}$$

Η παροχή της αντλίας ορίζεται 25 m³/ώρα =
6,9 · 10⁻³ m³/sec.

Η διατομή του στομίου εκτόξευσης θα είναι

$$\frac{6,9 \cdot 10^{-3}}{6,46} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$$

Η αντίστοιχη διάμετρος είναι 3,5 · 10⁻² m ή 35 mm

Η αντλία ανάμιξης θα αναρροφά από τον πυθμένα.

Το δοχείο θα είναι σκεπασμένο και θα έχει στόμιο εισαγωγής του ασβέστη, με σχάρα.

Σαν υλικό κατασκευής μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε χάλυβας, είτε οπλισμένο σκυρόδεμα. Την τελική επιλογή την έχει ο ανάδοχος του έργου.

7.1.2. Δεξαμενή διαχωρισμού - αποθήκευσης ιζήματος (D 1)

Παραμονή 10 ημερών $25 \times 10 = 250 \text{ m}^3$
Αποθήκευση ιζήματος μέχρι την ολοκλήρωση της κατεργασίας.
Ολικό ίζημα $2.000 \times 0,3 = 600 \text{ m}^3$
Κατανάλωση ιζήματος τις πρώτες 100 ημέρες $= 200 \text{ m}^3$
Ελάχιστη χωρητικότητα για επεξεργασία του συνόλου των αποβλήτων $250 + 600 - 200 = 650 \text{ m}^3$

Η στέψη της δεξαμενής θα κατασκευαστεί με πρόβλεψη να εγκατασταθεί μελλοντικά παλινδρομικό επιφανειακό ξέστρο, αν χρειαστεί. Για τον λόγο αυτό προσδιορίζονται ειδικές κατασκευαστικές ανοχές στο σχέδιο της D1.

7.1.3. Δεξαμενή αποθήκης υπερκειμένου (D2)

Ολική ποσότητα $2.000 \times 0,7 = 1.400 \text{ m}^3$
Κατανάλωση τις πρώτες 100 ημέρες 500 m^3
Ελάχιστη χωρητικότητα δεξαμενής για επεξεργασία του συνόλου των αποβλήτων $1.400 - 500 = 900 \text{ m}^3$
Επιλέγονται 3 δεξαμενές των 300 m^3

7.1.4. Εφεδρική δεξαμενή - αποθήκευση επεξεργασμένου (D3)

Προτείνεται μία ακόμη δεξαμενή, για εφεδρεία - αποθήκευση επεξεργασμένων κ.λ.π. $= 300 \text{ m}^3$

Σημείωση

Οι υπολογισμοί χωρητικότητας των δεξαμενών από σκυρόδεμα έγιναν με βάση την ολική ποσότητα αποβλήτων του ελαιολιβεύου ($25 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$) και μία δυναμικότητα επεξεργασίας $5 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$.

Αν παρουσιαστεί αδυναμία στην απορρόφηση από την μονάδα της συνολικής ποσότητας, τα απόβλητα θα διοχετευθούν ανεπεξέργαστα στον τελικό αποδέκτη (ρέμα), όπως γίνεται σήμερα.

7.2. ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΔΟΧΕΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ

7.2.1. Δοχεία προσθήκης ασβέστη στο υπερκείμενο με τάρρακτρο (T2)

Παροχή υγρού 100 - 300 l/ώρα
Ελάχιστος χρόνος παραμονής 15 λεπτά (1/4 ώρες)
Ελάχιστος όγκος $300 \times 1/4 = 75$ λίτρα

Για πρακτικούς λόγους επιλέγεται Διάμετρος 400, Υψος 1000

7.2.2. Δεξαμενή καθίζησης υπερκείμενου μετά την ρύθμιση pH (T3)

Παροχή υγρού 100 - 300 l/ώρα
Ελάχιστος χρόνος παραμονής 4 ώρες
Χωρητικότητα $300 \cdot 4 = 1.200$ λίτρα με κωνικό πυθμένα.

Επιλέγεται Διάμετρος 1.200, Υψος κυλίνδρου 1.000, Υψος κώνου 600.

7.2.3. Δεξαμενή καθίζησης υπερκείμενου μετά τον αντιδραστήρα R1 (T4)

Επιλέγεται όμοια με την "2"

7.2.4. Δεξαμενή καθίζησης ιζήματος μετά τον αντιδραστήρα R2 (T5)

Παροχή ως 150 λίτρα/ώρα
Για ελάχιστο χρόνο παραμονής 4 ώρες απαιτείται δεξαμενή 600 λίτρων.

Διάμετρος 950, Κυλινδρικό ύψος 1.000, Υψος κώνου 500

7.2.5. Αεριοφυλάκιο (T6)

Με μέση παραγωγή 1 m^3 βιοαερίου/ m^3 αντιδραστήρα.
Με ωφέλιμο όγκο αντιδραστήρων 30 m^3 αναμένεται μία παραγωγή βιοαερίου 30 m^3 /ημέρα.
Όγκος αεριοφυλακίου για 24 ώρες = 30 m^3

Επιλέγεται αεριοφυλάκιο ολικής διαμέτρου 3.000 με ύψος κώνου 5.000.

Πίεση βιοαερίου 20 cm στήλης νερού.

Στόμια εισόδου - εξόδου 50°

7.2.6. Δεξαμενή τροφοδοσίας θρεπτικών (T7)

Για να καλύπτει τις ανάγκες 24 ωρών τουλάχιστον επιλέγεται χωρητικότητα 100 λίτρων με τάρακτρο.

Διάμετρος 400, Ύψος 1.000 με επίπεδο πυθμένα.

7.2.7. Δεξαμενή τροφοδοσίας ασβέστη στο ζήτημα (T8)

Επιλέγεται 1 m³ με τάρακτρο

Διάμετρος 1.200, Ύψος 1.000 με επίπεδο πυθμένα.

7.2.8. Δοχείο ανάμιξης ζήτηματος μετά την προσθήκη ασβέστη και θρεπτικών, με τάρακτρο (T9)

Παροχή 40-150 λίτρα/ώρα. Χρόνος παραμονής 5 λεπτά
Χωρητικότητα περίπου 15 λίτρα, κλειστό, στην κατάθλιψη της αντλίας, Κύλινδρος 200* X 500.

7.3. ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ

7.3.1. Αντιδραστήρας υπερκλειμένου

Η διαστασιολόγηση έγινε με βάση τα ερευνητικά δεδομένα, που περιλαμβάνονται στην διδακτορική διατριβή του Δ. Νταλή, αλλά και με πρόβλεψη αυξημένης παροχής, ύστερα από αριστοποίηση των συνθηκών ή σε λειτουργία στην θερμόφιλη περιοχή.

Ο αντιδραστήρας θα είναι κυλινδρικός, κατακόρυφος, με εσωτερική διάμετρο 2.000 mm και κυλινδρικό ύψος 6 m.

Θα φέρει εσωτερικά πληρωτικό υλικό από πλαστικούς δακτυλίους από πολυαιθυλένιο (PAL), διαστάσεων 40 X 40 mm, με πάχος τοιχώματος 1 - 2 mm.

Ολικός όγκος αντιδραστήρα 16 m³

Υψος κλίνης 5 m

Χρόνος παραμονής ρυθμιζόμενος από 2-6 ημέρες Ο αντιδραστήρας περιβάλλεται από τριμερή σερπαντίντα μέσα από την οποία κυκλοφορεί ζεστό νερό για την διατήρηση της σταθερής θερμοκρασίας αντίδρασης.

Μετά την εγκατάστασή του θα μονωθεί με υαλοβάμβακα πάχους 10 cm με εξωτερική επένδυση φύλλου αλουμινίου.

7.3.2. Αντιδραστήρας ιζήματος

Με βάση τα στοιχεία που έχουν προκύψει από τις έρευνες του Δ. Γεωργακάκη, ο αντιδραστήρας θα έχει την ακόλουθη μορφή : Θα είναι οριζόντιος, κυλινδρικός, με διάμετρο κυλίνδρου 2.000 mm και μήκος 6 μέτρα

Κατά μήκος θα φέρει διαφράγματα κάθετα προς τον άξονα του κυλίνδρου, ώστε να δημιουργείται μαιανδρική διαδρομή και να μην γίνεται πλήρης μίξη του περιεχομένου.

Οφέλιμος όγκος του αντιδραστήρα για παραμονή 12 ημερών, με παροχή 1,2 m³/ημέρα :

$$V_{\text{οφ}} = 1,2 \cdot 12 = 14,4 \text{ m}^3$$

Ο ολικός όγκος είναι 19 m³. Συνεπώς, θα υπάρχει ελεύθερος όγκος 4,6 m³ πάνω από την επιφάνεια του υγρού.

Θα περιβάλλεται από σερπαντίντα όπου θα κυκλοφορεί θερμό νερό για την εξίσωση των θερμικών απωλειών, και θα μονωθεί με υαλοβάμβακα, πάχους 10 cm. με εξωτερική προστασία φύλλων αλουμινίου.

Λόγω του πειραματικού χαρακτήρα της εγκατάστασης, θεωρήθηκε αναγκαίο οι δύο αντιδραστήρες να κατασκευαστούν από ανοξείδωτο χάλυβα τύπου 18/8 (SS 304).

Κατά την πειραματική λειτουργία, θα μελετηθεί η διαβρωτικότητα στο εσωτερικό των αντιδραστήρων, με την εμφάνιση διαφόρων υλικών, ώστε να επιλεγεί η οικονομικότερη λύση στις τυπικές μονάδες.

7.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ

7.4.1. Θέρμανση εισερχομένου στον αντιδραστήρα υπέρκειμένου

Χωρίς ανακυκλοφορία υλούς

$$\begin{aligned} \alpha 1 & 300 \text{ kg/h} \times (40 - 10^\circ\text{C}) = 9.000 \text{ Kcal/h} \text{ (μεσόφιλη)} \\ \alpha 2 & 300 \text{ kg/h} \times (55 - 10^\circ\text{C}) = 13.500 \text{ Kcal/h} \text{ (θερμόφιλη)} \end{aligned}$$

Ανακυκλοφορία υλούς 1 : 1

$$\begin{aligned} \alpha 1' & 300 \text{ kg/h} \times (40 - 25^\circ\text{C}) = 4.500 \text{ Kcal} \text{ (μεσόφιλη)} \\ \alpha 2' & 300 \text{ kg/h} \times (55 - 30^\circ\text{C}) = 7.500 \text{ Kcal} \text{ (θερμόφιλη)} \end{aligned}$$

$$\text{Ολική } \alpha 1 = 13.500 \qquad \alpha 2 = 21.000$$

7.4.2. Θέρμανση εισερχομένου στον αντιδραστήρα υξήματος

Χωρίς ανακυκλοφορία υλούς

$$\begin{aligned} \beta 1 & 80 \times (40 - 10^\circ\text{C}) = 2.400 \text{ (μεσόφιλη)} \\ \beta 2 & 100 \times (55 - 10^\circ\text{C}) = 4.500 \text{ (θερμόφιλη)} \end{aligned}$$

Με ανακυκλοφορία υλούς 1 : 1

$$\begin{aligned} \beta 1' & 80 \times (40 - 25^\circ\text{C}) = 1.200 \text{ Kcal} \text{ (μεσόφιλη)} \\ \beta 2' & 100 \times (55 - 30^\circ\text{C}) = 2.500 \text{ Kcal} \text{ (θερμόφιλη)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ολική } \beta 1 & = 3.600 \text{ Kcal} \text{ (μεσόφιλη)} \\ \beta 2' & = 7.000 \text{ Kcal} \text{ (θερμόφιλη)} \end{aligned}$$

7.4.3. Απώλειες δοχείων $F = 40 \text{ m}^2$ $K = 1$

$$\begin{aligned} \gamma 1 & = 40 (40 - 10) \cdot I = 1.200 \times 2 \text{ (για 2 δοχεία)} = 2.400 \text{ (Μεσόφιλη)} \\ \gamma 2 & = 40 (55 - 10) \cdot I = 2.000 \times 2 = 4.000 \text{ (Θερμόφιλη)} \end{aligned}$$

Σύνολο θερμικών αναγκών :

Για μεσόφιλη περιοχή :

$$\Sigma 1 = 13.500 + 3.600 + 2.400 = 19.500 + 20\% \sim 24.000 \text{ Kcal}$$

Για θερμόφιλη περιοχή :

$$\Sigma 2 = 21.000 + 7.000 + 4.000 = 32.000 + 20\% \sim 38.000 \text{ Kcal}$$

7.4.4. Επιφάνειες θερμάνσεως (για θερμόφιλη)

E1

$\theta = 85^\circ$
 70°
 55°
 10°
 $Q_1 = 0,6 \text{ m}^3/\text{h}$

$\Delta t = \frac{30}{60} \sim 45$ $K = 350$ $Q = 1,4 \text{ m}^3/\text{h}$

$F = \frac{21.000}{350 \cdot 45} = 1,35 \text{ m}^2$

E2

85°
 70°
 55°
 10°
 $Q_1 = 0,2 \text{ m}^3/\text{h}$

$\Delta t = \frac{30}{60} \sim 45$ $K = 350$ $Q = 0,46 \text{ m}^3/\text{h}$

$F = \frac{7.000}{300 \cdot 45} = 0,45 \text{ m}^2$

E3

56
 54
 85°
 75°
 $Q_1 = 1 \text{ m}^3/\text{h}$

$\Delta t = \frac{29}{19} \sim 24$ $K = 350$ $Q = 0,2 \text{ m}^3/\text{h}$

$F = \frac{2.000}{350 \cdot 24} = 0,24 \text{ m}^2$

E4 Ομόιο με E3 = 0,25 m²

7.4.5. Κυκλοφορία νερού

α) Κυκλοφορητής λέβητος $1,4 + 0,46 + 0,2 + 0,2 = 2,26 \text{ m}^3/\text{h}$
 Κύκλωμα 2" $\Delta P \sim 10 \text{ m}$

β) Κυκλοφορητής κλειστών κυκλωμάτων
 $2.000 \text{ Kcal} : 2^\circ \sim 1,0 \text{ m}^3/\text{h}$

Για την παροχή του θερμού νερού μπορεί να χρησιμοποιηθεί η εγκατάσταση που υπάρχει στο ελαιατριβείο.

8. ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΔΟΧΕΙΑ

T 2	Προσθήκη ασβέστη - με τάρακτρο	0,12	m ³
T 3	Καθίζηση	1,5	"
T 4	"	1,5	"
T 5	"	0,8	"
T 6	Αεριοφυλάκιο με κώδωνα	30	"
T 7	Δεξαμενή τροφοδοσίας θρεπτικών	0,12	"
T 8	Δεξαμενή τροφοδοσίας ασβέστη	1,0	"
T 9	Δοχείο προσθήκης θρεπτικών	0,015	"

ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

T 1	Παραλαβής-ελέγχου-ρύθμισης	25	m ³
D 1	Προκατεργασία - Καθίζηση - Αποθήκες	630	"
D 2	3 Δεξαμενές 300 m ³ (τροφοδοσίας)	900	"
D 3	1 Δεξαμενή 300 m ³ (επεξεργασμένων)	300	"

ΑΝΤΛΙΕΣ

P 1	Φυγόκεντρος ανοιχτής φτερωτής	25	m ³ /h
P 2	ως Αντλίες τροφοδοσίας		
P 9	ρυθμιζόμενη παροχής	0-0.5	"
P10 &	Αντλίες τροφοδοσίας		
P11	ρυθμιζόμενη παροχής	0-0,05	"
P12	Αεροσυμπιεστής βιοαερίου	10	"
P13	Κυκλοφορητής θερμού νερού	2,5	"
P14	" " " "	2,5	"

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ

R 1	Επεξεργασία υπερκειμένου	19	m ³
R 2	Επεξεργασία ιζήματος	19	"

ΔΙΑΦΟΡΑ

E 1	Θερμαντήρας αντιδραστήρα R 1	1,75	m ²
E 2	Θερμαντήρας αγτιδραστήρα R 2	0,50	"
E 3	Θερμαντήρας κλειστού κυκλώματος R 1	0,25	"
E 4	Θερμαντήρας κλειστού κυκλώματος R 2	0,25	"
Δ 1	Δοσομετρικής υδρασβέστου	0-10	kg/h
F11	Πυρός καύσεως βιοαερίου	2	m ³ /h

9. ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Επειδή στην Κρήτη επικρατούν ήπιες κλιματολογικές συνθήκες, δεν κρίθηκε αναγκαίο να καλυφθεί όλο το συγκρότημα από στέγαστρο.

Αλλωστε, δεν προβλέπεται συνεχώς παρουσία προσωπικού στην μονάδα.

Το γεγονός όμως ότι ο εξοπλισμός θα βρίσκεται στο ύπαιθρο επιβάλλει την καλή εκτέλεση όλων των μονώσεων γραμμών και δοχείων, όπου απαιτείται, ώστε να μην διαβρέχεται η μόνωση σε περίπτωση βροχής.

Η προτεινόμενη διάταξη του εξοπλισμού φαίνεται στα συνημμένα προσχέδια διάταξης.

10. ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ
ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ
ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

<u>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</u>		<u>ΚΟΣΤΟΣ (ΔΡΧ)</u>
<u>ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΔΟΧΕΙΑ</u>		
T 2	Προσθήκη ασβέστη	20.000
T 3	Καθίζηση	80.000
T 4	"	80.000
T 5	"	50.000
T 6	Αεριοφυλάκιο με κώδωνα	2.600.000
T 7	Δεξαμενή τροφοδοσίας θρεπτικών	50.000
T 8	Δεξαμενή τροφοδοσίας ασβέστη	70.000
T 9	Δοχεία προσθήκης θρεπτικών	20.000
T10	Δεξαμενή πετρελαίου ντήζελ	170.000
T11 ως T13	Πλαστικά Δοχεία	30.000
T14 ως T16	Υγροπαγίδες	30.000
		----- 3.200.000
<u>ΑΝΤΛΙΕΣ</u>		
P 1	Φυγόκεντρος ανοιχτής φτερωτής	180.000
P 2 ως P 9	Αντλίες τροφοδοσίας ρυθμιζόμενης παροχής	2.200.000
P10 ως P11	Αντλίες τροφοδοσίας ρυθμιζόμενης παροχής	500.000
P12	Αεροσυμπιεστής βιοσερίου	200.000
P13	Κυκλοφορητής θερμού νερού	80.000
P14	" " "	80.000
P15	" " "	80.000
		----- 3.320.000
<u>ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ</u>		
R 1	Επεξεργασία υπερκειμένου	3.300.000
R 2	Επεξεργασία ιζήματος	2.800.000
		----- 6.100.000

		<u>ΔΙΑΦΟΡΑ</u>		
E 1	Θερμαντήρας αντιδραστήρα R 1	1,50	m ²	30.000
E 2	Θερμαντήρας αντιδραστήρα R 2	0,50	"	20.000
E 3	Θερμαντήρας κλειστού κυκλώματος R 1	0,20	"	15.000
E 4	Θερμαντήρας κλειστού κυκλώματος R 2	0,20	"	15.000
Δ 1	Δοσομετρική υδρασβέστου	0-10	kg/h	180.000
F11	Πυρός καύσεως βιοαερίου	2	m ³ /h	250.000
M1 ως M4	Τάρακτρα			200.000
	Όργανα ρυθμίσεως και ελέγχου			2.000.000
	Σωληνώσεις και εξαρτήματα			1.000.000
				4.160.000
	Μεταφορά - εγκατάσταση - μονώσεις - βαφή			2.700.000
	Ηλεκτρολογικά			2.800.000
				5.500.000
	Σύνολο Η/Μ έργων			22.280.000

ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

T1	Δεξαμενή παραλαβής-μετρήσεων	25	m ³	380.000
D1	Δεξαμενή διαχωρισμού	650	"	2.500.000
D2&D3	Δεξαμενές αποθήκευσης	1200	"	3.750.000
	Πλάκα έδρασης εξοπλισμού	170	m ²	600.000
	Διάφορα			500.000
				7.730.000
	Συνολικό κόστος			30.010.000
	Απρόβλεπτα 10%			2.990.000
	Προϋπολογισμός έργου			33.000.000

30-8-88