

Τ. Ε. Ι. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ: ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



"ΦΥΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΖΩΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΣΤΙΚΩΝ
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ"

του Σαΐνατούδη Παναγιώτη

Επόπτης Καθηγητής: κ. Κ. Πουπούλης

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΜΑΙΟΣ 1994

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

ΣΕΛ.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

1. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

4

1.2 ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

5

1.2.1. ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ

6

1.2.2. ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ (ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ Ή
ΧΗΜΙΚΟΣ)

6

1.2.3. ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ

7

1.2.4. ΑΠΟΔΟΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

7

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2. ΦΥΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

ΧΡΗΣΗ ΦΥΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

8

2.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

9

2.2. Η ΕΡΕΥΝΑ ΤΟΥ ΚΑΘΕ ΣΑΙΝΤΕΛ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΥΔΡΟΒΙΩΝ

ΦΥΤΩΝ ΣΤΟΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

10

	ΣΕΛ.
2.3. Α.ΟΜΑΔΑ: ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΟ ΠΑΡΤΕΡΙ ΧΑΛΙΚΙΩΝ (Υ.Π.Χ) ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΠΟΡΤΜΟΥΘ, ΑΓΓΛΙΑ	11
2.3.1. Β.ΟΜΑΔΑ: ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΚΑΜΠΧΙΑ ΣΤΟ ΟΚΛΑΝΤΣ ΠΑΡΚ	12
2.4. ΑΕΡΟΒΙΕΣ ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΛΙΜΝΕΣ	12
2.5. ΑΝΑΕΡΟΒΙΕΣ ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΛΙΜΝΕΣ	13
2.6. ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ	14
2.6.1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕ ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (F.W.W)	14
2.6.2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ (S.B.W)	16
2.7. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥΣ ΣΤΟΣ ΕΛΑΦΟΣ	17
2.8. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΦΥΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	19
2.9. ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΜΕ ΑΒΑΘΕΙΣ ΛΙΜΝΕΣ ΥΔΡΟΥΑΚΙΝΘΟΥ	20
2.9.1. ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΑΖΩΤΟΥ	20
2.9.2. ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΦΩΣΦΟΡΟΥ	20
2.9.3. ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΜΕΤΑΛΛΩΝ	21
2.9.4. ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΙΧΝΩΝ	21
2.10. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΤΙΚΗΣ ΟΞΥΓΟΝΩΣΗΣ	22
2.11. ΑΓΡΟΚΤΗΜΑ ΓΟΥΕΡΙΜΠΕΙ - ΤΟ ΑΠΟΧΕΤΕΥΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΜΕΛΒΟΥΡΝΗΣ ΚΑΙ Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΜΕ ΦΥΣΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ	23
2.11.1. ΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΑ ΑΠΟ ΤΟ ΕΛΑΦΟΣ	24
2.11.2. ΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΧΛΟΗ 2	25
2.11.3. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΜΕ ΛΙΜΝΕΣ	26

	ΣΕΛ.
2.11.4. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	
ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΕ ΠΑΡΤΕΡΙΑ ΚΑΛΑΜΙΩΝ ΚΑΘΕΤΗΣ ΡΟΗΣ ΣΤΗΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΚΑΜΠΧΙΑ ΣΤΟ ΟΚΛΑΝΤΣ ΠΑΡΚ ΤΗΣ ΑΓΓΛΙΑΣ.	
3.1. ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΚΑΜΠΧΙΑ	28
3.2. Η ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΗ ΜΕ ΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΤΗΣ	30
3.3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΦΥΣΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΟΥ ΟΚΛΑΝΤΣ ΠΑΡΚ	32
3.3.1. ΣΥΣΤΗΜΑ 1	33
3.3.2. ΣΥΣΤΗΜΑ 2	33
3.4. Η ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ ΣΕ ΠΑΡΤΕΡΙΑ ΚΑΛΑΜΙΩΝ	34
3.5. ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	35
3.5.1. ΑΡΧΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	36
3.5.2. ΣΥΣΤΗΜΑ 1	36
3.5.3. ΔΙΑΘΕΣΗ ΤΩΝ ΛΑΣΠΩΔΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	36
3.5.4. ΣΥΣΤΗΜΑ 2	36
3.5.5. ΔΙΑΘΕΣΗ ΛΑΣΠΗΣ	37
3.5.6. ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗΣ - ΤΡΙΤΟΓΕΝΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	37
3.5.7. ΚΛΙΝΕΣ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΣΤΑΔΙΟΥ	37
3.5.8. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΗΡΕΜΙΑΣ	38
3.5.9. ΜΙΚΡΟΙ ΚΑΤΑΡΡΑΚΤΕΣ ΑΠΟ ΛΑΞΕΥΜΕΝΕΣ ΠΕΤΡΕΣ (FLOW FORMS)	38
3.5.10 ΚΛΙΝΕΣ ΤΡΙΤΟΥ ΣΤΑΔΙΟΥ	39
3.5.11 ΤΕΛΙΚΗ ΛΙΜΝΗ	39

	ΣΕΛ.
3.6. ΠΙΝΑΚΕΣ ΦΟΡΤΙΩΝ	39
3.7. ΣΧΟΛΙΑ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ	40
3.8. ΑΠΟΔΟΣΗ	41
3.8.1. ΠΙΝΑΚΕΣ	42
3.9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ 1 ΚΑΙ 2	42
3.10. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΤΗΚΑΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ	44
3.10.1. ΑΡΧΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	44
3.10.2. ΟΣΜΕΣ	45
3.10.3. ΦΥΤΕΜΑ	45
3.10.4. ΦΥΤΑ	46
3.10.5. ΑΓΡΙΟΧΟΡΤΑ	46
3.10.6. ΘΥΕΛΛΕΣ	47
3.10.7. ΚΟΣΤΟΣ	47
3.11. ΟΙ ΡΟΛΟΙ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΥΔΡΟΒΙΩΝ ΦΥΤΩΝ	48
3.12. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	49
3.13. ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	50
3.14. ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΕ ΥΔΡΟΧΑΡΗ ΦΥΤΑ	51

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

4.1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΜΕ ΥΔΡΟΑΚΙΝΘΟΥΣ

	ΣΕΛ.
ΣΤΗ ΣΗΤΕΙΑ ΚΡΗΤΗΣ	52
4.2. ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ ΔΥΟ ΣΤΑΔΙΩΝ	53
(ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ 1)	
4.3. ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΕΣ ΑΒΑΘΕΙΣ ΛΙΜΝΕΣ	
(ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ 2)	54
4.4. ΑΠΟΔΥΜΑΝΣΗ ΤΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ	
(ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ 3)	57
4.5. ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΕ ΥΔΡΟΧΑΡΗ ΦΥΤΑ ΣΤΙΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ Ν.ΜΑΔΥΤΟΥ ΚΑΙ ΜΟΔΙ ΣΤΟ Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	
4.5.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	58
4.5.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	
5.1. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	60
5.2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΕ ΥΔΡΟΒΙΑ ΦΥΤΑ ΣΤΟ ΟΚΛΑΝΤΣ ΠΑΡΚ	62
5.3. ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗ ΛΥΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ	63
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	65

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους με έχουν βοηθήσει αυτά τα χρόνια για την υλοποίηση της εργασίας. Αν τους μετρήσω όλους ξεπερνάνε τους πενήντα, ποιόν να πρωτοευχαριστήσω!

Από αυτούς ξεχωρίζουν: η μητέρα μου, που με στήριξε ηθικά και οικονομικά να προχωρήσω την εργασία. Ο κ. Νίκος Νικολαΐδης, για τις γνώσεις του και όχι μόνο. Ο κ. Uwe Burka για τη συνεργασία του. Επίσης την οικογένεια Λέμον στο Λονδίνο για τη βοήθειά της και τον κ. Πουπούλη που βοήθησε στην υλοποίηση της εργασίας μου. Ακόμη υπάρχουν πολλοί, όπου ο καθένας βοήθησε με τον τρόπο του, με μεταφράσεις, δακτυλογραφήσεις, οικονομικά, ηθικά και για χίλια δυο καλά που δεν γράφονται.

Σ Υ Ν Τ Ο Μ Ο Γ Ρ Α Φ Ι Ε Σ

- A.G.S. Αμερικάνικη Γεωργική Σχολή
- Υ.Π.Κ. Υδροπονικό Παρτέρι Χαλικιών
- F.W.W. Σύστημα (καθαρισμού), με Ελεύθερη Επιφάνεια
- S.B.W. Σύστημα Υποεπιφανειακό
- BOD₅ Βιομηχανικά Απαιτούμενο Οξυγόνο
- N. Αζωτο
- P. Φώσφορος
- B.E. Βραδεία Εφαρμογή
- S.S. Αιωρούμενα Στερεά
- T.O.C. Ολικός οργανικός άνθρακας
- T.S.S. Ολικά αιωρούμενα στερεά
- C.O.D. Χημικό απαιτούμενο οξυγόνο
- PV Αριθμός υπερμαγγανικού
- W.R.C. Water Research Centre Κέντρο Ερευνών Νερού
- S.T.W. Severn Trent Water Τοπική Υπηρεσία Ελέγχου
ποιότητας υδάτων.
- N.R.A. National River Authority
εθνικές υπηρεσίες ελέγχου της ποιότητας των
υδάτων στην Αγγλία.
- U.S.EPA U.S. Environmental
Protection Agency - Αμερικάνικο Υπουργείο
Περιβάλλοντος

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Σεπτέμβρη του 1990 στην πρώτη Πανελλήνια συνάντηση για τη Βιολογική Μελισσοκομία, γνώρισα τη γεωπόνο κ. Μαρία Ζολώτα, η οποία είχε σπουδάσει στο Βιοδυναμικό Πανεπιστήμιο, Εμέρσον της Αγγλίας. Στη συζήτησή μας μου ανέφερε την επίσκεψή της στη Βιοδυναμική Κοινότητα Κάμπχιλ (Camphill). Στην Κοινότητα χρησιμοποιούν παρτέρια με υδροχαρή φυτά για τον καθαρισμό των λυμάτων.

Την άνοιξη του 1991 μίλησα με τον κ. Πουπούλη, όπου δέχτηκε ευχαρίστως να είναι ο επιβλέπων καθηγητής στην πτυχιακή μου εργασία με θέμα: "Φυσικά συστήματα καθαρισμού ζωικών και αστικών αποβλήτων".

Διάλεξα να δουλέψω αυτό το θέμα γιατί δεν στηρίζεται σε τεχνοκρατικές αντιλήψεις.

Τον Αύγουστο του 1991 επισκέφθηκα και εργάστηκα στην Βιοδυναμική Κοινότητα Κάμπχιλ στο Οκλαντς Παρκ (Oakland Park) στη πόλη Γκλόστερ (Gloucester-shire). Ο υπεύθυνος για το βιολογικό καθαρισμό ήταν ο κ. Ούβε Μπούρκα (Uwe Burka).

Τις ημέρες που ήμουν στην Κοινότητα εργάστηκα στη συντήρηση ενός βιολογικού καθαρισμού και στην κατασκευή

ενός καινούργιου. Αν και είχα κουραστεί αρκετά εκείνες τις ημέρες οι γνώσεις και η εμπειρία που απόχτησα ήταν σημαντικές.

Επιστρέφοντας στην Ελλάδα γνώρισα τον κ.Νίκο Νικολαΐδη, περιβαλλοντολόγο, πολιτικό μηχανικό. Ο κ.Νικολαΐδης είχε εντυπωσιαστεί από το υλικό που έφερα μαζί μου από την Αγγλία. Είχε προσπαθήσει να έρθει σ' επαφή με τον κ.Burka όταν έκανε το μεταπτυχιακό του στον Καναδά.

Η πρώτη μου δημόσια παρουσίαση γι' αυτό το θέμα πραγματοποιήθηκε στην Οικολογική Κίνηση Θεσσαλονίκης τον Οκτώβριο του ίδιου χρόνου. Σε αυτή την πρώτη εκδήλωση είχε εκφράσει το ενδιαφέρον της η Αμερικάνικη Γεωργική Σχολή (Α.Γ.Σ.).

Μαζί με τον κ.Νικολαΐδη κάναμε μια πρώτη παρουσίαση στον κ.Ντρέιπερ, διευθυντή της Α.Γ.Σ. με προοπτική να κατασκευαστεί ένας βιολογικός σταθμός μελλοντικά στη Σχολή.

Συστήθηκε μια ερευνητική ομάδα, με προοπτική να δημιουργηθεί ένα πρόγραμμα, που θα χρηματοδοτούταν από την ΕΟΚ. Δυστυχώς δεν μπορέσαμε να συνεργαστούμε και αφήσαμε το σχέδιο απραγματοποίητο.

Αργότερα επισκέφθηκε την Ελλάδα ο κ.Burka. Τον γνώρισαμε με την Α.Γ.Σ. όπου και ακολούθησε μια ομιλία. Η επίσκεψη του κ.Burka στην Ελλάδα πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια σχεδιασμού του προγράμματος πιλότου στην

Κοινότητα Ν.Μαδύτου, ενός βιολογικού καθαρισμού 3.500 κατοίκων.

Με το πέρασμα του χρόνου πραγματοποιήθηκαν πολλά πράγματα. Σαν κατακλείδα του ταξιδιού στην Αγγλία είναι η παράδοση της πτυχιακής μου εργασίας, μια που αυτός ήταν ο στόχος μου. Στην Α.Γ.Σ. πρόκειται να κατασκευασεί ένας βιολογικός καθαρισμός με καλάμια.

Ηδη έχει δημοσιευθεί το θέμα αυτό σε τέσσερα περιοδικά και εφημερίδες, ενδιαφέρθηκαν αρκετοί φορείς και μεμονομένα άτομα να κατασκευάσουν αυτό το σύστημα βιολογικού καθαρισμού στα σπίτια τους, ή απλά να μάθουν παραπάνω. Αυτή την εποχή εγκαθίσταται ένα μικρό σύστημα σ' ένα κτήμα στη Χαλκιδική.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

1. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στο κεφάλαιο ένα που ακολουθεί θα αναπτύξω σε συντομία τα συμβατικά συστήματα καθαρισμού αποβλήτων. Και αυτό γιατί, γι' αυτά τα συστήματα έχουν γραφεί αρκετά.

Τα συμβατικά συστήματα χρησιμοποιούν τις γνώσεις της τεχνολογίας για τον καθαρισμό των υγρών αποβλήτων.

Οι παράγοντες που παίρνονται υπόψη για την μελέτη και εγκατάσταση των συμβατικών συστημάτων είναι περιορισμένοι.

Οι πιο συνηθισμένες κατεργασίες, που εφαρμόζονται είναι:

- Σχάρισμα ή άλεση: για τα περιεχόμενα χοντρά υλικά
- Αμμοσυλλογή: για τα βαριά υλικά (άμμος, χαλίκια)
- Λιποσυλλογή - ξάφρισμα: για τα επιπλέοντα υλικά
λάδια, λίπη).
- Καθίζηση για την απομάκρυνση των καθιζανόντων από τα αιωρούμενα στερεά.

Η καθίζηση μπορεί να είναι απλή ή με χημική υποστήριξη (για συσσωμάτωση)

- Χημική κατακρήμνιση: για τη συσσωμάτωση των κολλοειδών ουσιών (ανόργανες και οργανικές).
- Βιολογική αποδόμηση: για τα λεπτά ή διαλυμένα οργανικά υλικά.
- Χημική επεξεργασία: για τα λεπτά ή διαλυμένα ανόργανα συστατικά (οξέα, άλατα κλπ).
- Διύλυση: για μηχανική κυρίως αφαίρεση των λεπτών υλικών.
- Απολύμανση: για καταστροφή των παθογόνων παραγόντων. Διευκρινίζεται ότι σε κάθε περίπτωση καθαρισμού των αποβλήτων δεν εφαρμόζονται ταυτόχρονα όλες οι παραπάνω κατεργασίες αλλά ο πιο κατάλληλος συνδυασμός, για την εξεταζόμενη περίπτωση, ανάλογα με το είδος των αποβλήτων και τον αποδέκτη, τις τοπικές συνθήκες και τα οικονομικό-τεχνικά μέσα.

1.2. ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

Από την πρακτική εφαρμογή των διαφόρων συνδυασμών των πιο πάνω μεθόδων επεξεργασίας, έχουν διαμορφωθεί, τρία βασικά στάδια καθαρισμού.

1.2.1. ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ

Περιλαμβάνει συνήθως σχάρισμα, αφαίρεση άμμου και κατά περίπτωση λιποσυλλογή και έχει σαν βασική επεξεργασία την καθίζηση με απαραίτητο συμπλήρωμα τη συνεχή απομάκρυνση και επεξεργασία (π.χ. με αναερόβια βιολογική χώνευση) της λάσπης που καθιζάνει. Αν χρειαστεί, μπορεί να γίνει συμπληρωματικά απολύμανση (με χλώριο). Ο μηχανικός καθαρισμός μπορεί να ελαττώσει το ρυπαντικό φορτίο (οργανικά, στερεά, μικρόβια) από 35-50% κατά μέσον όρο.

1.2.2. ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ (ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ Ή ΧΗΜΙΚΟΣ)

Αν οι συνθήκες του αποδέκτη απαιτούν ψηλότερο βαθμό καθαρισμού, μετά το μηχανικό καθαρισμό ακολουθεί δευτεροβάθμια επεξεργασία, για την απομάκρυνση κατά το δυνατό των πολύ λεπτών και διαλυμένων ουσιών. Η επεξεργασία αυτή γίνεται, είτε με βιολογική αποδόμηση των οργανικών ουσιών και στη συνέχεια απομάκρυνση των σχηματιζομένων αιωρημάτων με δεύτερη καθίζηση, είτε με χημική κατακρήμιση των κολοειδών ουσιών (κροκίδωση), πριν από την καθίζηση, για την υποβοήθηση της διαδικασίας.

Αν χρειάζεται μπορεί να γίνει συμπληρωματικά απολύμανση. Η ελάττωση του ρυπαντικού φορτίου, κατά το δευτεροβάθμιο καθαρισμό (σε συνδυασμό με τον

πρωτοβάθμιο), είναι κατά μέσον όρο 80-90% και θεωρείται κατά κανόνα ικανοποιητική, εκτός από ειδικές περιπτώσεις όπου εφαρμόζεται και τριτοβάθμιος καθαρισμός.

1.2.3. ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ

Εφαρμόζεται σε ειδικές περιπτώσεις και αποβλέπει κυρίως στην απομάκρυνση του αζώτου και φωσφόρου για την αντιμετώπιση των κινδύνων ευτροφισμού του τελικού αποδέκτη ή στην επαναχρησιμοποίηση της τελικής απορροής για δευτερεύουσες χρήσεις (βιομηχανία) ή ακόμα και για ύδρευση, ύστερα από πιο πέρα επεξεργασία. Η δαπάνη, για κάθε επόμενο στάδιο επεξεργασίας, περίπου διπλασιάζεται.

1.2.4. ΑΠΟΔΟΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Κατά τη βιβλιογραφία, ο πρωτοβάθμιος και δευτεροβάθμιος καθαρισμός, που αποτελούν τα συνηθισμένα στάδια επεξεργασίας έχουν ικανοποιητική απόδοση, αν μελετηθούν σωστά από ειδικό τεχνικό και παρακολουθείται συστηματικά η λειτουργία τους, από έμπειρο προσωπικό, με εργαστηριακά μέσα για το συνεχή έλεγχο της κανονικής απόδοσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΦΥΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

2. ΧΡΗΣΗ ΦΥΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Η έρευνα πάνω στα συστήματα αυτά άρχισε τη δεκαετία του 1970 στην Ευρώπη και Β.Αμερική. Στην Ευρώπη πρωτοποριακή ερευνητική δουλειά έγινε στο Ινστιτούτο Μαξ Πλανκ (Max Plank) στη Γερμανία. Στις ΗΠΑ οι ερευνητικές προσπάθειες έγιναν αρχικά από τη Ν.Α.Σ.Α. Ο αντικειμενικός σκοπός ήταν ο σχεδιασμός και λειτουργία συστημάτων καθαρισμού λυμάτων με πολύ υψηλή ποιότητα εκροών, έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μελλοντικούς διαστημικούς σταθμούς.

Αργότερα, η έρευνα επεκτάθηκε και σε άλλα ερευνητικά κέντρα (πανεπιστήμια κ.λ.π.) σε όλο τον κόσμο, όπου συνεχίζεται μέχρι σήμερα.

Η εφαρμογή των συστημάτων καθαρισμού με φυτά έδωσε πολύ καλά αποτελέσματα μέχρι στιγμής, τόσο σε οικιακά, μια και η πλειοψηφία των εφαρμογών αφορά οικισμούς μικρού μεγέθους, όσο και σε βιομηχανικά λύματα. Τα φυτά που χρησιμοποιούνται είναι υδρόβια μακρόφυτα, είτε επιπλέοντα, είτε αναδυόμενα είδη. Συνήθως επιλέγονται τρία βασικά είδη φυτών, τα οποία ευδοκιμούν σε φυσικούς

υδάτινους αποδέκτες της περιοχής όπου κατασκευάζεται το σύστημα καθαρισμού (λίμνες, έλη, ρέματα).

2.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Τα φυσικά συστήματα καθαρισμού αποτελούνται συνήθως από μερικές αβαθείς μικρές λεκάνες μέσα στις οποίες αναπτύσσονται τα φυτά. Τα επιπλέοντα είδη αναπτύσσονται σε νερά βάθους περίπου 0,5-1cm, ενώ τα αναδυόμενα αναπτύσσονται σε χαλίκι περίπου ίδιου βάθους. Οι μηχανισμοί απομάκρυνσης των ρυπαντών από το νερό είναι κυρίως δύο. Πρώτος είναι ο μεταβολισμός των βακτηρίων που ζουν πάνω στις ρίζες των φυτών. Πολλά από τα είδη των υδρόβιων φυτών που χρησιμοποιούνται έχουν την ικανότητα να κατεβάζουν αρκετό οξυγόνο στις ρίζες τους, το οποίο και χρησιμοποιείται από τους μικροοργανισμούς που ζουν πάνω σ' αυτές (όπως φαίνεται στην παρακάτω έρευνα του Kathe Seidel (1978)). Ο δεύτερος μηχανισμός είναι η φυσική απορρόφηση τόσο από μικροπόρους των ριζών όσο και από τα υλικά κατασκευής (κυρίως χαλίκι). Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για την απομάκρυνση του φωσφόρου από το νερό.

2.2. Η ΕΡΕΥΝΑ ΤΟΥ ΚΑΤHE SEIDEL ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΥΔΡΟΒΙΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΤΟΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Στις αρχές της δεκαετίας του 1960 ο Kathe Seidel αναγνώρισε συγκεκριμένες ιδιότητες των "helophytes" "*Phragmites Australis*", το οποίο είναι ένα γνωστό καλάμι και "*Scirpus Lacustris*", το οποίο είναι αληθινό βούρλο που παίζει ρόλο στο φυσικό καθαρισμό στη σταθεροποίηση των αποβλήτων. Δια μέσου εκτεταμένων ριζών, αυτά τα φυτά μπορούν, ποικιλοτρόπως, να μεταφέρουν οξυγόνο. Με αυτή τη διαδικασία "φιλοξενούν" μια ευρεία ποικιλία βακτηριδίων, και εκχύνουν ουσίες οι οποίες μπορούν να βοηθήσουν στην απορρύπανση. Αυτές οι λειτουργίες εκτελούνται όλες σε φυσικούς χειμάρους και τα "*Phragmites Australis*" εμφανίζονται καθώς φυτρώνουν σε αθονία γύρω από ρυπασμένες περιοχές σε πολλά κλίματα.

Η αρχική μελέτη του K. Σάιντελ αναφερόταν στην ανάπτυξη των φυτών αυτών σε πετρώματα μέσα σε σπιρωτά παρτέρια, τα οποία τροφοδοτούνται κάθετα με υγρά λύματα. Τα λύματα εφοδιάζουν τα φυτά με θρεπτικά στοιχεία για την ανάπτυξή τους.

Τα φυσικά συστήματα έχουν τη μορφή παρτεριών όπου φυτεύονται τα φυτά και λειτουργούν σαν φίλτρα. Τα φυτά "φιλοξενούν" αερόβια βακτηρίδια τα οποία αποδομούν τα λύματα. Αυτά τα φίλτρα, τα οποία δεν λειτουργούν σαν

παραδοσιακά βιολογικά φίλτρα, αυξανονται ενεργητικά από το σύνθετο ριζικό σύστημα των φυτών.

Πολλά συστήματα αξιοποιήθηκαν από ομάδες σε όλο τον κόσμο, συμπεριλαμβανομένου και ενός πρόσφατου ερευνητικού προγράμματος στην Αγγλία, το οποίο το παρακολουθεί το (WRC). Μερικά από αυτά τα συστήματα, ειδικά αυτά που απομακρύνθηκαν από την γενική ιδέα του Σάιντελ, όπου το φύτεμα γίνεται δια μέσου χαλικιών, έχουν ν' αντιμετωπίσουν προβλήματα όπως π.χ. να φράσσονται. Τα πιο σημαντικά στοιχεία του έργου δυο επιτυχημένων ομάδων περιγράφονται παρακάτω.

2.3. Α.ΟΜΑΔΑ: ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΟ ΠΑΡΤΕΡΙ ΧΑΛΙΚΙΩΝ (Υ.Π.Χ) ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΠΟΡΤΜΟΥΘ, ΑΓΓΛΙΑ

Τα Υ.Π.Χ. αναπτύχθηκαν τα τελευταία επτά χρόνια (1986) ως κανάλια γεμάτα χαλίκια, με κλίση, καλυμένα με αδιάβροχη μεμβράνη και φυτεμένα από "helophytes".

Το Πολυτεχνείο Πόρτμουθ ίδρυσε δύο πειραματικά προγράμματα μεγάλης κλίμακας: ένα στην Αγγλία και το άλλο στην Αίγυπτο, στην πόλη Abu Attwa. Ένα περιεκτικό πρόγραμμα παρακολούθησης κατέληξε στη δημιουργία μιας τράπεζας πληροφοριών, η οποία τώρα οδηγεί σε μια καλύτερη κατανόηση των χημικών και μικροβιολογικών διαδικασιών στα συστήματα.

Στα 100 μ. μήκους οριζόντιων καναλιών που κυλούν υγρά λύματα αναπτύσσονται διαφορετικά βακτηρίδια και στις ρίζες και στα χαλίκια.

Οι "ammonifiers" αναερόβιοι μειώνονται σε πληθυσμό και οι "nitrifiers" και οι "denitrifiers" αερόβιοι αυξάνονται σε πληθυσμούς κατά μήκος των καναλιών.

Ammonifiers: Αμμωνιοποιητές, ομάδα μικροοργανισμών σε αερόβιες ή αναερόβιες συνθήκες μετατρέπουν πρωτεϊνικές ουσίες σε αμμωνία.

Nitrifiers: νιτροποιητές αερόβιοι μικροοργανισμοί που μετατρέπουν την αμμωνία σε νιτρικά άλατα, κύριες ομάδες είναι οι: Nitrosomonas και Nitrobacter.

Denitrifiers: απονιτροποιητές, ομάδα μικροοργανισμών που σε ανοξικές συνθήκες (χαμηλό διαλυμένο οξυγόνο) μετατρέπουν τα νιτρικά άλατα σε αέριο άζωτο.

2.3.1. Β.ΟΜΑΔΑ: ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΚΑΜΠΧΙΛ ΣΤΟ ΟΚΛΑΝΤΣ ΠΑΡΚ

Για την κοινότητα Κάμπχιλ υπάρχει αναλυτικό κεφάλαιο παρακάτω.

2.4. ΑΕΡΟΒΙΕΣ ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΛΙΜΝΕΣ

Οι αερόβιες τεχνητές λίμνες σχετικά αβαθείς με βάθος που κυμαίνεται από 0,3 έως 0,6 m. Ο αερισμός

διενεργείται με φωτοσυνθετικά άλγη και με επιφανειακό επαναερισμό με την βοήθεια του ανέμου. Σε αυτές τις λίμνες συνήθως διενεργείται ανάμιξη με επανακυκλοφορία για να διασφαλίζεται ομοιομορφία στη συγκέντρωση διαλυτού (οξυγόνου) σε ολόκληρο το βάθος της λίμνης. Γενικά, οι αερόβιες λίμνες δεν προσαρμόζονται σε εύκρατα κλίματα και η χρήση τους στις ΗΠΑ και άλλες χώρες είναι περιορισμένη (Reed κ.α. 1987).

2.5. ΑΝΑΕΡΟΒΙΕΣ ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΛΙΜΝΕΣ

Στις αναερόβιες τεχνητές λίμνες τα απόβλητα εισέρχονται από τον πυθμένα της λίμνης, το βάθος τους κυμαίνεται από 2,5 έως 5 m. και η επιφάνεια τους είναι μικρή σε σχέση με τον συνολικό τους όγκο. Ο χρόνος κράτησης κυμαίνεται από 20 έως 50 ημέρες. Η βιολογική δραστηριότητα σε τέτοια συστήματα είναι συνήθως μικρή. Αναερόβιες λίμνες χρησιμοποιούνται για ισχυρά βιομηχανικά απόβλητα και για οικιακά λύματα με υψηλό οργανικό φορτίο. Η επιφάνεια των λιμνών καλύπτεται, είτε με φυσικό τρόπο με τα λίπη που περιέχονται στο απόβλητο, είτε τεχνητά με πλαστικά ή άλλα υλικά για να διατηρηθεί υψηλή θερμοκρασία, ιδιαίτερα σε ψυχρές περιοχές. Τέτοια συστήματα έχουν το βασικό μειονέκτημα, ότι κατά την αναερόβια ζύμωση παράγονται δύσοσμα αέρια όπως υδρόθειο, αμμωνία, μεθάνιο και άλλα. Επι πλέον οι

επεξεργασμένες εκροές, απαιτούν συνήθως συμπληρωματική επεξεργασία πριν από την διάθεση τους. Γενικά τέτοια συστήματα δεν είναι πολύ διαδεδομένα.

2.6. ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ

Οι τεχνητοί υγράτοποι αποτελούν μια σχετικά νέα τεχνολογία επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, που βασίζεται στη χρησιμοποίηση φυτών που αναφύονται όπως νερό κάλαμο, βούρλα και ψαθί. Σε τέτοια συστήματα, η εφαρμογή του αποβλήτου διενεργείται πάνω από την επιφάνεια του εδάφους ή κάτω από αυτήν (Reed κ.α. 84). Με βάση αυτή την αρχή, τα συστήματα των τεχνητών υγράτοπων διακρίνονται σε αυτά με ελεύθερη επιφάνεια νερού (FWW) και σε αυτά με βυθισμένη βάση ή υπό επιφανειακή ροή (SBW).

2.6.1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕ ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (FWW)

Γενικά:

Σε τέτοια συστήματα η επεξεργασία διενεργείται εκτός του νερού, στην επιφάνεια του εδάφους και στην επαφή του αποβλήτου με τη βιολογική φυτική ανάπτυξη, όπως τα

στελέχη, τα φύλλα και άλλα φυτικά μέρη (Reed et al. 87). Στο σχήμα (1) απεικονίζονται τα κύρια μέρη ενός τέτοιου συστήματος που λειτουργεί στο Λιστοβέλ (Listowel) του Οντάριο (Ontario) (Herskowitz 1985). Το ύψος του νερού ανυψώνεται στα 30 cm στο τέλος του φθινοπώρου κυρίως εξαιτίας του σχηματιζόμενου πάγου.

Στα συστήματα FWW κύρια πηγή οξυγόνου είναι η ελεύθερη επιφάνεια τους. Η απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών οφείλεται κυρίως στο μηχανισμό της καθήζησης. Η απομάκρυνση του αζώτου (N) οφείλεται κυρίως στις διεργασίες της νιτροποίησης - απονιτροποίησης και λιγότερο στην απορρόφηση του από τα φυτά.

Ακόμη όταν τα φυτά που χρησιμοποιούνται συγκομίζονται περιοδικά, η απομάκρυνση N οφειλόμενη στην αφαίρεσή του από τα φυτά, αντιπροσωπεύει μόνο 10-15% της συνολικής απομάκρυνσής του (Reed κ.α. 87).

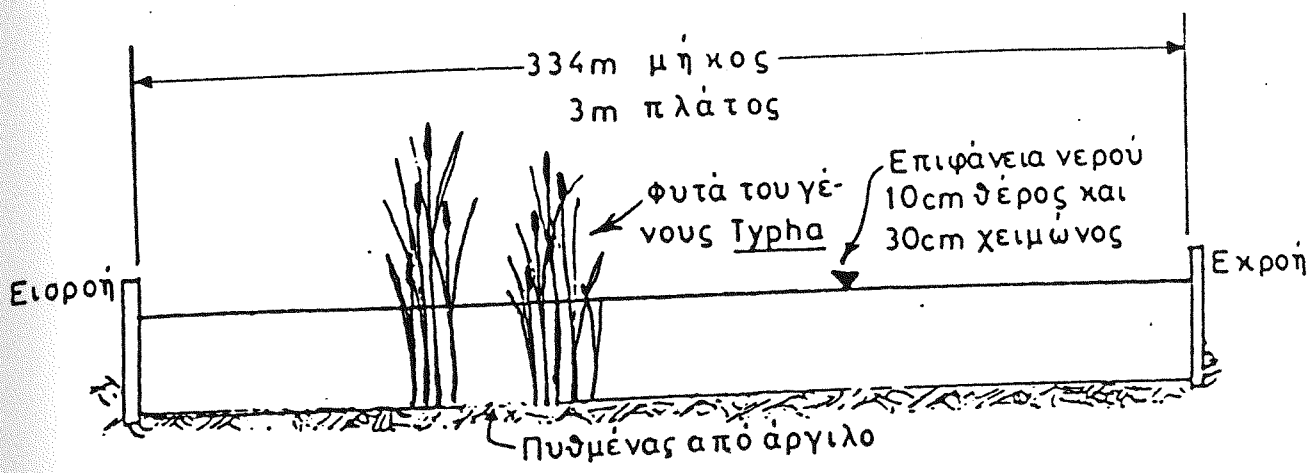
Τέλος η απομάκρυνση του φωσφόρου (P) σε τέτοια συστήματα, είναι περιορισμένη εξαιτίας της περιορισμένης επαφής του αποβλήτου με το έδαφος.

2.6.2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ (SBW)

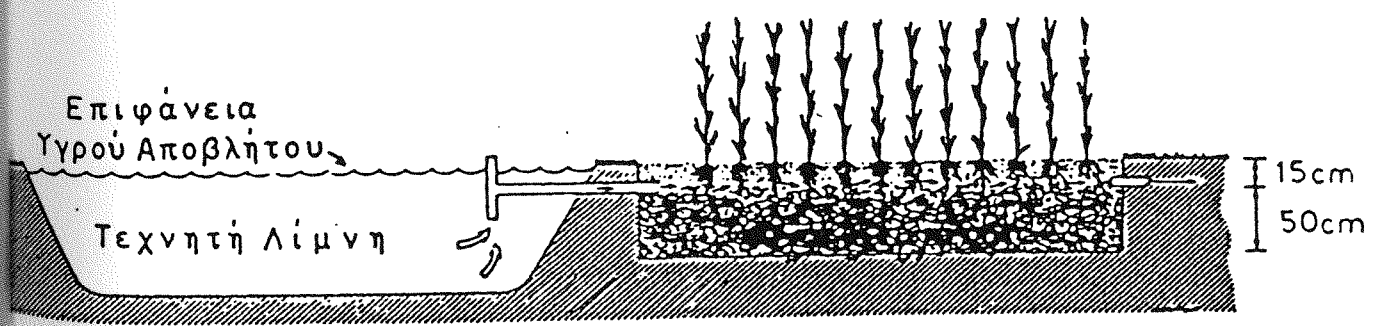
Γενικά:

Σε αυτά τα συστήματα η επιφάνεια του νερού διατηρείται ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους ή του χρησιμοποιούμενου μέσου (Σχ.2). Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων οφείλεται σε φυσικές και βιοχημικές αποκλίσεις του μέσου, καθώς επίσης στην επαφή του με το ριζικό σύστημα των φυτών (Reed κ.α. 87). Τα επίπεδα απομάκρυνσης είναι ισοδύναμα των συστημάτων FWW και παρουσιάζουν μειωμένα προβλήματα από δυσμενείς οσμές και την ύπαρξη κουνουπιών. Στην κατασκευή των υποστρωμάτων χρησιμοποιούνται κυρίως έδαφος, άμμος και διάφορα χονδρόκοκκα ή πλαστικά υλικά. Τα φυτά με δυναμικό για βαθύτερο ριζικό σύστημα είναι πιο αποδοτικά (Boon 1985 και Gersberg et al 1985).

Γενικά η απομάκρυνση BOD_5 και στερεών σε αιώρηση διενεργείται με διήθηση, καθίζηση και αποδόμηση με αερόβιους και αναερόβιους μικροοργανισμούς. Η απομάκρυνση του N, όπως και στα συστήματα FWW διενεργείται με τους μηχανισμούς νιτροποίησης και απονιτροποίησης. Η απομάκρυνση του P σε συστήματα SBW, εξαρτάται κυρίως από το μέσο που χρησιμοποιείται στο υπόστρωμά τους. Η απομάκρυνση μετάλλων ποικίλλει και οφείλεται κυρίως σε κατακρήμνιση και προσρόφηση. Τέλος, η απομάκρυνση των



Σχήμα 1 Σύστημα υγρότοπου FWW του Listowel του Ontario των ΗΠΑ (υδραυλικό φορτίο = 20,0 κ.μ./στρ.ημ. και χρόνος κράτησης, $t = 7$ ημ).



Σχήμα 2 Σύστημα υγρότοπου SBW, με υπόστρωμα από χονδρόκοκκα υλικά, που δέχεται την εκροή μιας τεχνητής λίμνης.

παθογόνων εξαρτάται κυρίως από τη δομή του υποστρώματος και την ταχύτητα ροής. (Waston et al 1987).

2.7. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥΣ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ.

Οι κύριοι τύποι συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με εφαρμογή τους στο έδαφος είναι: η βραδεία εφαρμογή (B.E), η ταχεία εφαρμογή και η επιφανειακή ροή (U.S. EPA, 1981).

Στο Σχ.3 αναφέρονται παραστατικά οι κύριες υδραυλικές διεργασίες που συμβαίνουν κατά την B.E. υγρών αποβλήτων στο έδαφος.

Γενικά Χαρακτηριστικά:

Συνήθως η επιφανειακή απορροή, που οφείλεται στην εφαρμογή του αποβλήτου, ελέγχεται αλλά η απορροή που οφείλεται σε φυσικά κατακρημνίσματα αφήνεται ελεύθερη. Με τυπικά υδραυλικά φορτία εφαρμογής 1-2 m/έτος το μέγιστο του εφαρμοζόμενου φορτίου, ικανοποιεί εξατμισοδιαπνευστικές ανάγκες, ιδιαίτερα σε ξηροθερμικά κλίματα. Η τεχνολογία εφαρμογής των υγρών αποβλήτων είναι



Σχήμα 3. Υδραυλικές διεργασίες κατά την βραδεία εφαρμογή υγρών αποβλήτων στο έδαφος (US EPA, 1981).

σχεδόν όμοια με εκείνη με την εφαρμογή του αρδευτικού νερού.

Μια ευρεία κλίμακα φυτών και δένδρων, από βοσκές μέχρι δασικά δένδρα και από φυτά μεγάλης καλλιέργειας μέχρι δενδρώδεις καλλιέργειες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Με τη διαδικασία της Β.Ε το υγρό απόβλητο εφαρμόζεται στην επιφάνεια του εδάφους με φυτική βλάστηση και η επεξεργασία του γίνεται, καθώς αυτό κινείται δια μέσου του συστήματος, έδαφος - ριζικό σύστημα. Τελικά, ένα ποσοστό του απόβλητου διηθείται στο έδαφος και το υπόλοιπο εξατμισοδιαπνέεται. Όλες σχεδόν οι συνήθεις επιφανειακές μέθοδοι άρδευσης, όπως αυλάκια, λεκάνες, κατάκλιση, καταιωνισμός και άλλες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά την βραδεία εφαρμογή ενός αποβλήτου στο έδαφος.

Με τη διαδικασία της Β.Ε. μπορεί να επιτευχθεί σημαντική μείωση των BOD_5 , TOC , αιωρούμενων στερεών, N, P , διαφόρων ανόργανων στοιχείων και άλλων συστατικών του αποβλήτου. Κατά την επεξεργασία των αποβλήτων με Β.Ε. χρησιμοποιούνται διάφορα φυτικά συστήματα. Αυτά μπορούν να καταταχθούν στις επόμενες τρεις κατηγορίες: γεωργικά συστήματα, χλωροτάπητες, δασικά συστήματα.

2.8. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΦΥΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τα φύκη βασικά ως υδρόβιοι οργανισμοί έχουν μεγάλες δυνατότητες προσαρμογής στα διάφορα υδάτινα οικοσυστήματα. Τα φύκη ως φωτοαυτότροφοι οργανισμοί για την ανάπτυξή τους εκτός από τον άνθρακα χρειάζονται και διάφορα άλλα ανόργανα στοιχεία, τα οποία προσλαμβάνουν άμεσα από το υδάτινο μέσο στο οποίο αναπτύσσονται. Επιπλέον τα φύκη διαθέτουν ιδιαίτερες ικανότητες πρόσληψης πολυσύνθετων κατιόντων (μεταλλικών ιόντων) που βρίσκονται σε διαλυτή μορφή στο νερό. Επίσης, μέσα από τη φωτοσύνθεση παράγουν οξυγόνο, το οποίο χρησιμεύει τόσο για την αναπνοή των υδρόβιων ζωικών οργανισμών όσο και για τη βιοχημική δραστηριότητα κατώτερων οργανισμών (βακτήρια-μύκητες).

Θεωρητικά, εξαιτίας αυτών των ιδιοτήτων, τα φύκη θα μπορούσαν κάλλιστα να χρησιμοποιηθούν στην πράξη για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων, είτε για τον εμπλουτισμό των λυμάτων με οξυγόνο, είτε ακόμα και για την απομάκρυνση συγκεκριμένων ρύπων από αυτά. Στην πράξη η χρησιμοποίηση των φυκών στην επεξεργασία υγρών αποβλήτων εφαρμόστηκε για πρώτη φορά μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο στο Τέξας και στην Καλιφόρνια της Αμερικής. Από τότε σε διάφορες χώρες είτε υπό μορφή πιλότου είτε σε μόνιμη βάση έχουν αναπτυχθεί διάφορα συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων τα οποία χρησιμοποιούν φύκη.

2.8. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΦΥΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τα φύκη βασικά ως υδρόβιοι οργανισμοί έχουν μεγάλες δυνατότητες προσαρμογής στα διάφορα υδάτινα οικοσυστήματα. Τα φύκη ως φωτοαυτότροφοι οργανισμοί για την ανάπτυξή τους εκτός από τον άνθρακα χρειάζονται και διάφορα άλλα ανόργανα στοιχεία, τα οποία προσλαμβάνουν άμεσα από το υδάτινο μέσο στο οποίο αναπτύσσονται. Επιπλέον τα φύκη διαθέτουν ιδιαίτερες ικανότητες πρόσληψης πολυσύνθετων κατιόντων (μεταλλικών ιόντων) που βρίσκονται σε διαλυτή μορφή στο νερό. Επίσης, μέσα από τη φωτοσύνθεση παράγουν οξυγόνο, το οποίο χρησιμεύει τόσο για την αναπνοή των υδρόβιων ζωικών οργανισμών όσο και για τη βιοχημική δραστηριότητα κατώτερων οργανισμών (βακτήρια-μύκητες).

Θεωρητικά, εξαιτίας αυτών των ιδιοτήτων, τα φύκη θα μπορούσαν κάλλιστα να χρησιμοποιηθούν στην πράξη για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων, είτε για τον εμπλουτισμό των λυμάτων με οξυγόνο, είτε ακόμα και για την απομάκρυνση συγκεκριμένων ρύπων από αυτά. Στην πράξη η χρησιμοποίηση των φυκών στην επεξεργασία υγρών αποβλήτων εφαρμόστηκε για πρώτη φορά μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο στο Τέξας και στην Καλιφόρνια της Αμερικής. Από τότε σε διάφορες χώρες είτε υπό μορφή πιλότου είτε σε μόνιμη βάση έχουν αναπτυχθεί διάφορα συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων τα οποία χρησιμοποιούν φύκη.

2.9 ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΜΕ ΑΒΑΘΕΙΣ ΛΙΜΝΕΣ ΥΔΡΟΥΑΚΙΝΘΟΥ

Μελέτες της ΝΑΣΑ έδειξαν ότι ο υδρουάκινθος αναπτυσσόμενος σε λύματα καθαρίζει: Αζωτο, φώσφορο, βαριά τοξικά μέταλλα (χρυσό, ασήμι, κοβάλτιο, στρόντιο, κάδμιο, νικέλιο, μόλυβδο, υδράργυρο), φαίνονται και άλλα οργανικά ίχνη που συχνά βρίσκονται στα λύματα των πόλεων. Επίσης μειώνει το BOD_5 .

2.9.1. ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΑΖΩΤΟΥ

Ο καθαρισμός του Αζώτου γίνεται με την ανάπτυξη του φυτού και αφαιρείται από τα λύματα με τη συγκομιδή αυτών. Στο σκοπό αυτό συντελούν και μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται στις ρίζες του φυτού μετατρέποντας τις αζωτούχες ενώσεις σε ενώσεις εύληπτες από τα φυτά χάρη στο φαινόμενο της νιτροποίησης και απονιτροποίησης.

2.9.2. ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΦΩΣΦΟΡΟΥ

Ο καθαρισμός του φωσφόρου γίνεται με την ανάπτυξη του φυτού και αφαίρεση από τα λύματα με τη συγκομιδή του.

Μια αβαθής λίμνη υδρουακίνθου μπορεί να καθαρίσει το 30-50% του φωσφόρου.

2.9.3. ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

Τα μέταλα είτε απορροφούνται από τις ρίζες των φυτών είτε κατακάθονται πάνω στην επιφάνειά τους. Η ποσότητα των μετάλων που θα απορροφήσει το φυτό δεν εξαρτάται από την ανάπτυξη του αλλά μόνο από το χρονικό διάστημα που βρέθηκε σε περιβάλλον με μέταλα. Η ικανότητα συγκράτησης μετάλων είναι πολύ καλή και σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα καθαρισμού μια και το φυτό αντέχει σε πολύ μεγάλες συγκεντρώσεις.

2.9.4. ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΙΧΝΩΝ

Τα οργανικά ίχνη (δηλ. οι οργανικές ενώσεις που δεν μπορούν να διασπασθούν με την προσθήκη οξυγόνου) δεσμεύονται από τις ρίζες των φυτών και κατά συνέπεια αφαιρούνται όταν γίνεται η αποκομοιδή τους. Στη διαδικασία συμβάλουν και τα αναπτυσσόμενα βακτήρια.

2.10. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΑΗΤΩΝ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΤΙΚΗΣ ΟΞΥΓΟΝΩΣΗΣ

Κινητήρια δύναμη του συστήματος είναι η ηλιακή ενέργεια η οποία μέσω της φωτοσύνθεσης μετατρέπεται σε χημική ενέργεια και θερμότητα. Οι φωτοαυτότροφοι οργανισμοί (μικροφύκη) παράγουν οξυγόνο το οποίο χρησιμοποιείται από τους ετερότροφους μικροοαποδομητές (βακτήρια και μύκητες) για τη βιολογική αποδόμηση των οργανικών ενώσεων. Ταυτόχρονα τα παραγόμενα προϊόντα, δηλαδή το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και τα ανόργανα θρεπτικά άλατα, χρησιμοποιούνται από τους φωτοαυτότροφους οργανισμούς (φύκη). Με αυτό τον τρόπο διατηρείται το σύστημα σε μια δυναμική ισορροπία και έναν εντατικό ρυθμό λειτουργίας. Η παραγόμενη βιομάζα των μικροφυκών ενμέρει αποδομείται ενώ το μεγαλύτερο μέρος της συλλέγεται και απομακρύνεται από το σύστημα. Η παραγόμενη βιομάζα θα μπορούσε μέσω μεθανοποίησης να αξιοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας η οποία απαιτείται για ορισμένες λειτουργικές ανάγκες του συστήματος.

Θεωρητικά το λειτουργικό μέρος φαίνεται αρκετά απλό. Στην πράξη όμως δημιουργούνται αρκετά σύνθετα προβλήματα, η αντιμετώπιση των οποίων απαιτεί ειδικές γνώσεις της βιολογίας και της υδροχημείας. Το μεγαλύτερο πρόβλημα στα μικτά αυτά συστήματα είναι η ανταγωνιστική σχέση

φωτοαυτότροφων και ετερότροφων οργανισμών, δηλαδή φυκών και βακτηρίων.

Τις πιο απλές κατασκευές αποτελούν φυσικές ή τεχνητές μικρές αβαθείς δεξαμενές (λιμνούλες), οι οποίες λειτουργούν ως ολοκληρωμένα φυσικά οικοσυστήματα. Το μέσο βάθος των εγκαταστάσεων αυτών δεν υπερβαίνει τα 1,5μ. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται περισσότερο σε αγροτικές και ημιαστικές περιοχές με μικρό οργανικό φορτίο λυμάτων. Ουσιαστικό ρόλο στα φυσικά συστήματα καθαρισμού λυμάτων παίζει η έκταση. Προκειμένου να πετύχουμε τιμή BOD_5 (Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο) εξερχόμενων λυμάτων κάτω από 25 mg/L απαιτείται επιφάνεια νερού 10 τ.μ. κατά άτομο. Ανάλογα με το βαθμό καθαρισμού των λυμάτων θα μπορούσε κανείς τελικό προϊόν, δηλαδή το νερό, να το επαναχρησιμοποιήσει είτε για άρδευση είτε για υδατοκαλλιέργειες ζωικής παραγωγής (εκτροφή ψαριών).

2.11. ΑΓΡΟΚΤΗΜΑ ΓΟΥΕΡΙΜΠΕΙ (Weribee Farm) ΤΟ ΑΠΟΧΕΤΕΥΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΜΕΛΒΟΥΡΝΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΜΕ ΦΥΣΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ

Η Μελβούρνη έχει πληθυσμό 2.700.000 (1991) και είναι χτισμένη στα παράλια ενός πολύ κλειστού και ρηχού κόλπου του Πόρτ Φιλλίπ Μπέι (Port Phillip Bay). Προφανώς αν τα

λύματα της πόλης διοχετεύονταν απευθείας στον κόλπο τότε αυτός θα καταστρεφόταν εντελώς, με τις γνωστές συνέπειες στο οικοσύστημα του και στους ανθρώπους. Γι αυτό διαχειρίζεται τα λύματα της με φυσικές διεργασίες με μια πρωτοποριακή οικολογική μέθοδο που λειτουργεί απ' το 1891 και συνεχώς βελτιώνεται.

Το 65% των λυμάτων (470 μεγαλίτρα την ημέρα) οδηγούνται μ' ένα αγωγό σε μια έκταση στο αγρόκτημα Γουερίμπεϊ (Weribee Farm) 35 km ΝΔ της πόλης, όπου προτού διοχετευτούν στον κόλπο καθαρίζονται με φυσικές διεργασίες. Διανέμονται σε όλη την έκταση του αγροκτήματος με ένα δίκτυο καναλιών και ο καθαρισμός τους γίνεται με τις ακόλουθες τρεις φυσικές διεργασίες:

- Με φιλτράρισμα απ' το έδαφος
- Με φιλτράρισμα από χλόη
- Με διαχείρισή τους με ένα σύστημα διαδοχικών λιμνών.

2.11.1. ΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΑ ΑΠΟ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Αυτή γίνεται κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών, όποτε δηλαδή υπάρχει μεγάλη εξάτμιση. Περιλαμβάνει την περιοδική έκχυση νερού με λύματα σε χώμα και βασίζεται στον καθαρισμό του καθώς περνάει μέσα από τη μάζα του χώματος.

Τα λύματα διανέμονται σ' αυτές τις αρδευόμενες περιοχές οι οποίες είναι κατάλληλα διαμορφωμένες μ' ένα σύστημα καναλιών. Το χώμα τους είναι καλής διαπερατότητας και η κλίση των εδαφών 0,1 ως 2%.

Τα αιωρούμενα στερεά απομακρύνονται με φιλτράρισμα. Το BOD₅ ικανοποιείται με βιολογική οξείδωση. Οι μηχανισμοί απομάκρυνσης του αζώτου είναι η απομάκρυνση απ' τα φυτά, η διαδικασία νιτροποίηση-απονιτροποίηση, εξάτμιση της αμμωνίας απ' τα λύματα και τα περιτώματα των ζώων που βοσκούν στις εκτάσεις αυτές. Η χημική καθίζηση και απορρόφηση στη μάζα του χώματος βοηθά στην απομάκρυνση του φωσφόρου.

Τα βαρέα μέταλλα απομακρύνονται με καθίζηση, ανταλλαγή κατιόντων και απορρόφηση στη μάζα του χώματος ή στην επιφανειακή οργανική μάζα.

2.11.2. ΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΧΛΟΗ

Η διαδικασία είναι παρόμοια με την προηγούμενη μόνο που το φιλτράρισμα εδώ γίνεται καθώς ρέουν τα λύματα μέσα από πυκνή χλόη με λεπτούς μίσχους. Το είδος του φυτού που χρησιμοποιείται είναι το *Lolium Multiflorum*. Ο καθαρισμός βασίζεται στην αρχική αναερόβια διαχείριση στο αρχικό σημείο της έκτασης και στο βιολογικό ενεργό

φιλμ που σχηματίζεται απ' τη βλάστηση. Χρειάζονται 36 και 48 ώρες στα λύματα για να διασχίσουν όλο το μήκος της έκτασης. Τα αιωρούμενα στερεά απομακρύνονται με κατακάθιση και φιλτράρισμα. Γίνεται κυρίως στην αρχή όπου γίνεται η διοχέτευση και επικρατούν αναερόβιες συνθήκες. Αυτές οι συνθήκες μπορεί να επεκταθούν ως τη μέση της έκτασης.

Το BOD_5 ικανοποιείται κατά την αναερόβια αφομοίωση. Μια μικρή απομάκρυνση του αζώτου γίνεται παίρνοντας τα φυτά και με την διάχυση της αμμωνίας απ' το διάλυμα.

Ο φώσφορος απομακρύνεται μερικά, με καθίζηση και αφομοίωση απ' τα φυτά. Τα βαρέα μέταλλα κατακρημνίζονται σαν θειούχα στις αναερόβιες περιοχές.

Αυτή η διαδικασία γίνεται στους χειμερινούς μήνες όπου δεν λειτουργεί σωστά η προηγούμενη μέθοδος.

2.11.3. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΜΕ ΛΙΜΝΕΣ

Σ' αυτή τη διαδικασία τα λύματα καθαρίζονται με παρατεταμένη διέλευσή τους από σειρές συνδεόμενων μεταξύ τους διαδοχικών τελμάτων.

Λόγω του υψηλού οργανικού φορτίου οι πρώτες λίμνες λειτουργούν αναερόβια. Καθώς προχωρεί η διαχείριση το οργανικό φορτίο ελαττώνεται στις επόμενες λίμνες. Αυτό ευνοεί την ανάπτυξη των αλγών η οποία βοηθά στον

καθαρισμό τροφοδοτώντας με οξυγόνο σαν προϊόν της φωτοσύνθεσης. Το διαλυμένο οξυγόνο χρησιμοποιείται για την σταθεροποίηση του αζώτου σε νιτρικό το οποίο με τις κατάλληλες συνθήκες μετατρέπεται σε αέριο αζώτου.

Λειτουργικά οι λίμνες χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- αναερόβιες
- ενδιάμεσες
- αερόβιες

2.11.4. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Οι αρδευόμενες με λύματα περιοχές βόσκονται από 22.000 βοειδή όλο το χρόνο και τα καλοκαίρια από 50.000 πρόβατα επιπλέον. Παρουσιάζουν συχνά την ασθένεια της ταινίας η οποία αντιμετωπίζεται με εμβόλια.

Το εργατικό δυναμικό της φάρμας είναι 328 άτομα. Η υγεία τους είναι εξίσου καλή όσο και στην υπόλοιπη χώρα χωρίς να λαμβάνονται ιδιαίτερα μέτρα προστασίας.

Ο κόλπος του Πορτ Φιλλίπ Μπάι (Port Phillip Bay) είναι δημοφιλής ψαρότοπος.

Περισσότερα από 200 διαφορετικά είδη πουλιών έχουν παρατηρηθεί στις ακτές και στις λίμνες της φάρμας, πολλά απ' αυτά είναι αρκετά σπανια και συμπεριλαμβάνουν μεταναστευτικά και ενδημικά.

Τα βαριά μέταλλα απομακρύνονται στις πηγές παραγωγής τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΕ ΠΑΡΤΕΡΙΑ ΚΑΛΑΜΙΩΝ
ΚΑΘΕΤΗΣ ΡΟΗΣ ΣΤΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΚΑΜΠΧΙΑ ΣΤΟ ΟΚΛΑΝΤ ΠΑΡΚ
ΤΗΣ ΑΓΓΛΙΑΣ

3.1. ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΚΑΜΠΧΙΑ

Η Κοινότητα Κάμπχιλ (Camphill) του Όκλαντς Πάρκ (Oklands Park) βρίσκεται κοντά στη Γκλόστερ (Gloucester Shire) της Αγγλίας. Ανήκει στην ομάδα κοινοτήτων Κάμπχιλ. (Camphill Village Trust).

Τα Κάμπχιλ ξεκίνησαν μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, σ' ένα χωριό της Σκωτίας. Σήμερα κοινότητες Κάμπχιλ μπορούμε να βρούμε σε πολλά μέρη του κόσμου: Βραζιλία, Γερμανία, Ισραήλ και σε όλη την Αγγλία. Κάθε χρόνο δημιουργούνται περίπου τρεις νέες κοινότητες σε όλο τον κόσμο.

Η κοινότητα διακατέχεται από το Ανθρωποσοφικό πνεύμα του Ρούντολφ Στάινερ. Ο Ρούντολφ Στάινερ ήταν Αυστριακός Φιλόσοφος, ο οποίος ασχολήθηκε με τον εσωτερισμό, αισθανόταν τις αόρατες δυνάμεις που υπάρχουν γύρω μας, και που περιβάλουν κάθε οργανισμό.

Δέχεται τις επιρροές από τις κοσμικές ακτίνες και τα ουράνια σώματα.

Το 1924 μίλησε στους αγρότες για τη βιοδυναμική καλλιέργεια της γης. Από τότε ως σήμερα η Βιοδυναμική έχει εξελιχθεί σε μια από τις πιο δυνατές σχολές της οικολογικής γεωργίας όπου έχει δικούς της κανόνες, δικό της σήμα πιστοποίησης και δίκτυο μεταφοράς των προϊόντων τους.

Στις κοινότητες Καμπχιλ βιώνουν τη φιλοσοφία της Ανθρωποσοφίας και εφαρμόζουν τη Βιοδυναμική καλλιέργεια της γης. Ακόμη, ένα θέμα τους είναι οι άνθρωποι με ειδικές ανάγκες.

Σε κάθε σπίτι μένουν επτά άτομα με ειδικές ανάγκες, ο καθ' ένας έχει το δικό του δωμάτιο. Μαζί τους μένει και μια οικογένεια που τους φροντίζει. Όλες οι εργασίες στο σπίτι και στην κοινότητα γίνονται από κοινού.

Ακόμη, στην κοινότητα υπάρχουν αρκετά εργαστήρια όπως: κεραμικής, υφαντικής, ξυλογλυπτικής, ξύλινων παιχνιδιών, καλαθοποιίας, ζωγραφικής, έχουν τους δικούς τους φούρνους για το ψωμί κ.α.

Η κοινότητα προσπαθεί όσο αυτό είναι εφικτό, να είναι αυτάρκης σε πρώτες ύλες. Από τα πιο απλά πράγματα όπως τα καλάμια για την κατασκευή καλαθιών αλλά και πιο σύνθετα όπως τα οργανικά λιπάσματα, κ.α.

Η προσπάθεια για αυτάρκεια σε πρώτες ύλες, συμπεριλαμβάνεται στο γενικότερο πλαίσιο ισορροπίας που προσπαθούν να έχουν με τις εισροές και τις εκροές της

κοινότητας. Στοχεύουν στο να έχουν μικρές εισροές από πρώτες ύλες. Ένας άλλος στόχος τους είναι η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση των υλικών που χρησιμοποιούν.

Επίσης τα προϊόντα που παράγουν προσπαθούν να καταναλώσουν σε κοντινές περιοχές.

Η έκταση που καταλαμβάνει είναι 1.000 στρέμματα και ζουν περίπου 200 άτομα. Όλοι όσοι ζουν στην κοινότητα έχουν ευθύνη για τη λειτουργία της. Ακόμη και οι επισκέπτες (εκτός από λιγιστούς) έχουν ευθύνη για κάποια εργασία. Η γη όπου στεγάζεται η κοινότητα δεν μπορεί να πουληθεί.

Όλη η κοινότητα είναι χωρισμένη σε πέντε τομείς. Για κάθε τομέα υπάρχει και ένας υπεύθυνος. Ο υπεύθυνος για τα θέματα νερού, την περίοδο που βρισκόμουν στην κοινότητα 1991, ήταν ο κ. Uwe Burka.

Ο οποίος είναι ο εμπνευστής και ο σχεδιαστής των δυο φυσικών συστημάτων καθαρισμού υποβλήτων που έχει η κοινότητα.

3.2. Η ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΗ ΜΕ ΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΤΗΣ.

Όταν η Κοινότητα ήρθε αντιμέτωπη με την ανάγκη για ένα νέο σύστημα επεξεργασίας λυμάτων, που να συμμορφώνεται με τις φυσικές αρχές, ένα μέλος της ο Uwe Burka αποφάσισε, να αναλάβει την πρόκληση να σχεδιάσει

και να τοποθετήσει, ένα "φυσικό" παρά ένα μηχανικό σύστημα καθαρισμού αποβλήτων.

Είχε σπουδάσει στο Κολλέγιο Εμερσον στο Σάσσεξ (Sussex) Βιοδυναμική Γεωργία. Πειραματίστηκε με απόβλητα και ήταν ενήμερος για τη χρήση των υδρόβιων φυτών για το καθαρισμό τους.

Μια αναθεώρηση των τεχνικών εργασιών που έχουν δημοσιευθεί και παρατηρήσεις φυσικών συστημάτων με παρτέρια καλαμιών, τον οδήγησαν στο συμπέρασμα, ότι τα συστήματα κατακόρυφης ροής, που είναι βασισμένα στα αυθεντικά σχέδια του Σάιντελ (Seidel 1978), ήταν πιθανό να είναι τα καλύτερα συστήματα καθαρισμού αποβλήτων.

Η πρώτη εγκατάσταση στο Όκλαντς Παρκ έγινε το καλοκαίρι του 1987. Η δεύτερη τον Ιούλιο του 1989. Σημαντική προσοχή δίνεται από τις εταιρίες καθαρισμού λυμάτων, και από τα μαζικά μέσα ενημέρωσης στα δυο συστήματα επεξεργασίας λυμάτων. Αυτά τα συστήματα κάθετης ροής των λυμάτων, είναι αξιοσημείωτα για διάφορους λόγους:

- σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν και λειτουργούν από μια κοινότητα χωρίς ιδιαίτερες γνώσεις στην τεχνολογία των υγρών αποβλήτων.
- τα αποτελέσματά τους παρακολουθούνται από την εθνική επιτροπή για την ποιότητα των νερών.
(Severn Trent Water και το National River Authority)
- επιτυγχάνεται 98% αφαίρεση του BOD/ss. Και το νερό στην έξοδό του φτάνει τα όρια για κολύμβηση.

- τα συστήματα σχεδιάστηκαν προσεκτικά, χρησιμοποιώντας ποικιλία ειδών από ντόπια φυτά. Ακόμη κατασκευάζουν μικρούς καταράχτες με λαξευτές πέτρες, (Flow Forms), που έχουν την ιδιότητα να δίνουν κίνηση στο νερό ανάλογη με την κίνηση του νερού στα ποτάμια.

- ακόμη ομορφαίνουν τον περιβάλλοντα χώρο. Επίσης προσπαθούν να δίνουν κυκλικά σχήματα στις κατασκευές αποφεύγοντας τις γωνίες.

Με αποτέλεσμα η επεξεργασία των λυμάτων να μη θεωρείται μια δυσάρεστη διαδικασία.

3.3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΦΥΣΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΟΥ ΟΚΛΑΝΤΣ ΠΑΡΚ.

Τα συστήματα επεξεργάζονται οικιακά λύματα από πληθυσμούς 35 και 65 ατόμων (το τελευταίο έχει δυνατότητα για 100 περίπου άτομα).

Τα κύρια χαρακτηριστικά τους είναι:

- * Ένα τετραγωνικό μέτρο κατά προσέγγιση, για κάθε άτομο.
- * Ένα πλήρως νιτροποιημένο τελικό απόβλητο.
- * 98% απομάκρυνση του BOD_5 και SS.
- * Οι τελικές λίμνες εκροής αποβλήτων, πιάνουν τα όρια της Ε.Ο.Κ. για τα νερά κολύμβησης.

3.3.1. ΣΥΣΤΗΜΑ 1

Η πρώτη εγκατάσταση Σύστημα 1, (σχήμα 1) στο Οκλαντς Πάρκ έγινε το καλοκαίρι του 1987. Χτίστηκε, εξοπλίστηκε και διατηρήθηκε από τους χωρικούς (τα διανοητικώς μειονεκτικά μέλη του χωριού) κάτω από την επίβλεψη του σχεδιαστή. Αυτό τοποθετήθηκε στον κήπο του και δέχεται λύματα από τη σηπτική δεξαμενή που εξυπηρετεί τρία από τα σπίτια της κοινότητας και τα βασικά κτήρια του αγροκτήματος. Καταμετρήθηκαν ένας αριθμός προβλημάτων, τα οποία με τη μελέτη, άλλων συμβατικών και φυσικών συστημάτων, καθώς και με την καθημερινή παρατήρηση κατά τη διάρκεια λειτουργίας του, ξεπεράστηκαν. Αποτελεσματική επεξεργασία επιτεύχθηκε μέσα σε λίγες εβδομάδες. Το σύστημα παρακολουθείται από την τοπική υπηρεσία νερού (Severn Trent Water), από το 1988.

3.3.2. ΣΥΣΤΗΜΑ 2

Αρχικά τα απόβλητα συλλέγονταν μαζί με τα νερά της στέγης, από μερικά κτίρια μέσα σ' ένα βικτωριανό τούβλινο αγωγό, και περνούσαν σε μία σηπτική δεξαμενή. Η υπερχειλίση της δεξαμενής χύνονταν μέσα στο παρακείμενο ρυάκι.

Αργότερα αποφασίστηκε να διαχωριστούν τα λύματα από τις εκροές της στέγης. Τα λύματα τώρα περνούν στο

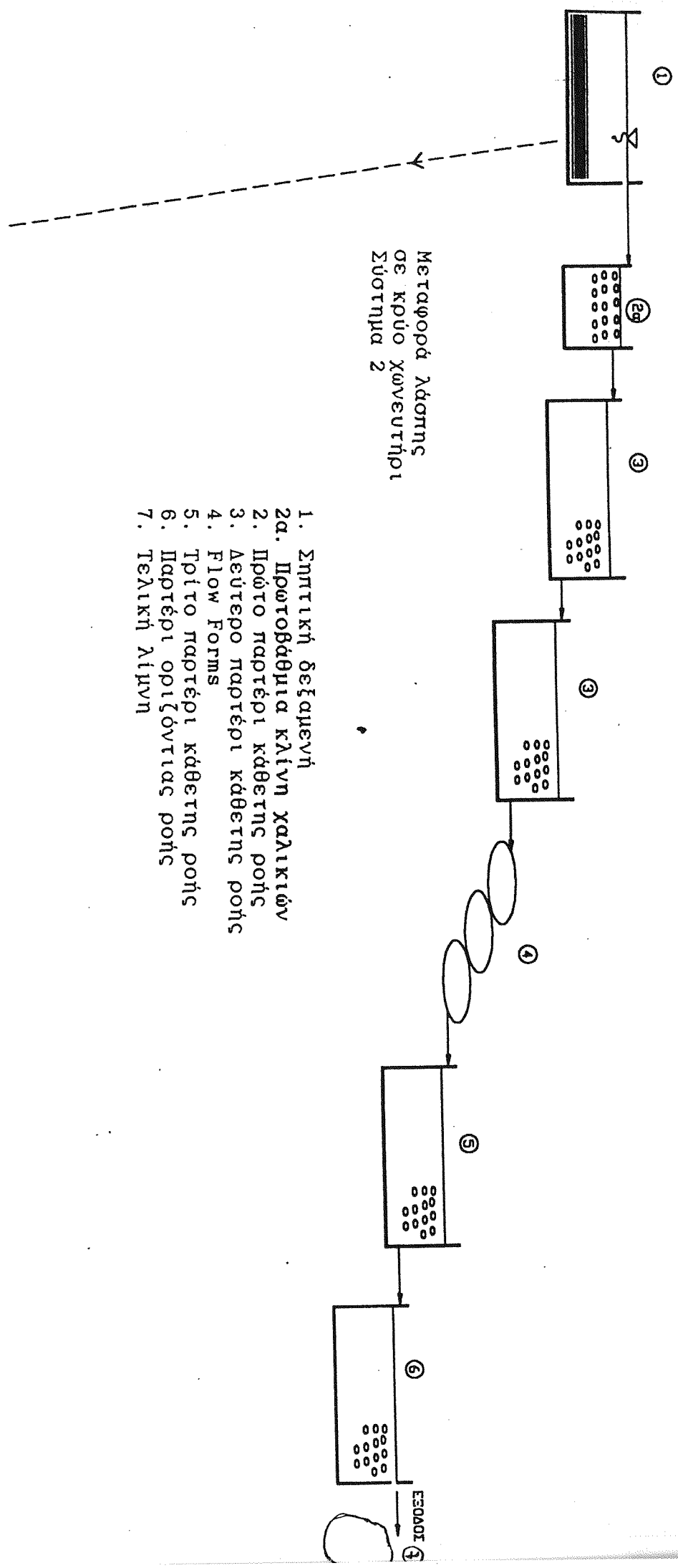
Σύστημα 2 (σχήμα 2). Οι εκροές της στέγης συνεχίζουν να χύνονται στο παρακείμενο ρυάκι, όπου ακανακατεύονται με τις επεξεργασμένες εκροές από το σύστημα 2.

Το σύστημα 2, παραδόθηκε σε λειτουργία τον Ιούλιο του 1989 και αποδίδει πολύ καλά, από τότε που έγιναν οι πρώτες μετρήσεις από τη Severn Trent Water τον Αύγουστο του 1989. Η δειγματοληψία συνεχίστηκε από τη Severn Trent Water και από τον Οκτώβριο του 1989 έγιναν από τις υπηρεσίες NRA και την WRC (Water Research Centre - Κέντρο Ερευνών Νερού).

3.4. Η ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ ΣΕ ΠΑΡΤΕΡΙΑ ΚΑΛΑΜΙΩΝ

Με βάση την εμπειρία από το Σύστημα 1 αποφασίστηκε να ενσωματωθεί και στο Σύστημα 2 πρωτοβάθμια καθίζηση με μικρό χρόνο παραμονής, για την ελαχιστοποίηση της ενόχλησης από οσμές. Η λάσπη από την δεξαμενή αυτή καθίζησης οδηγείται με τη βαρύτητα σε μια παλιά σηπτική δεξαμενή που λειτουργεί σαν κρύο χωνευτήριο. Με βάση την εμπειρία από τις ΗΠΑ και Μπάνκς και Νείβις όπως και τους Σέιντελ κατασκευάστηκε ξεχωριστό παρτέρι για την αφυδάτωση και κομποστοποίηση της λάσπης. Η λάσπη από τη σηπτική δεξαμενή του Συστήματος 1 αναμειγνύεται με τη λάσπη του Συστήματος 2 στο κρύο χωνευτήριο. Το μίγμα των λασπών τροφοδοτείται στην κλίνη λάσπης σε στρώσεις 10 cm, κάθε 2 εβδομάδες. Μετά από ένα χρόνο λειτουργίας,

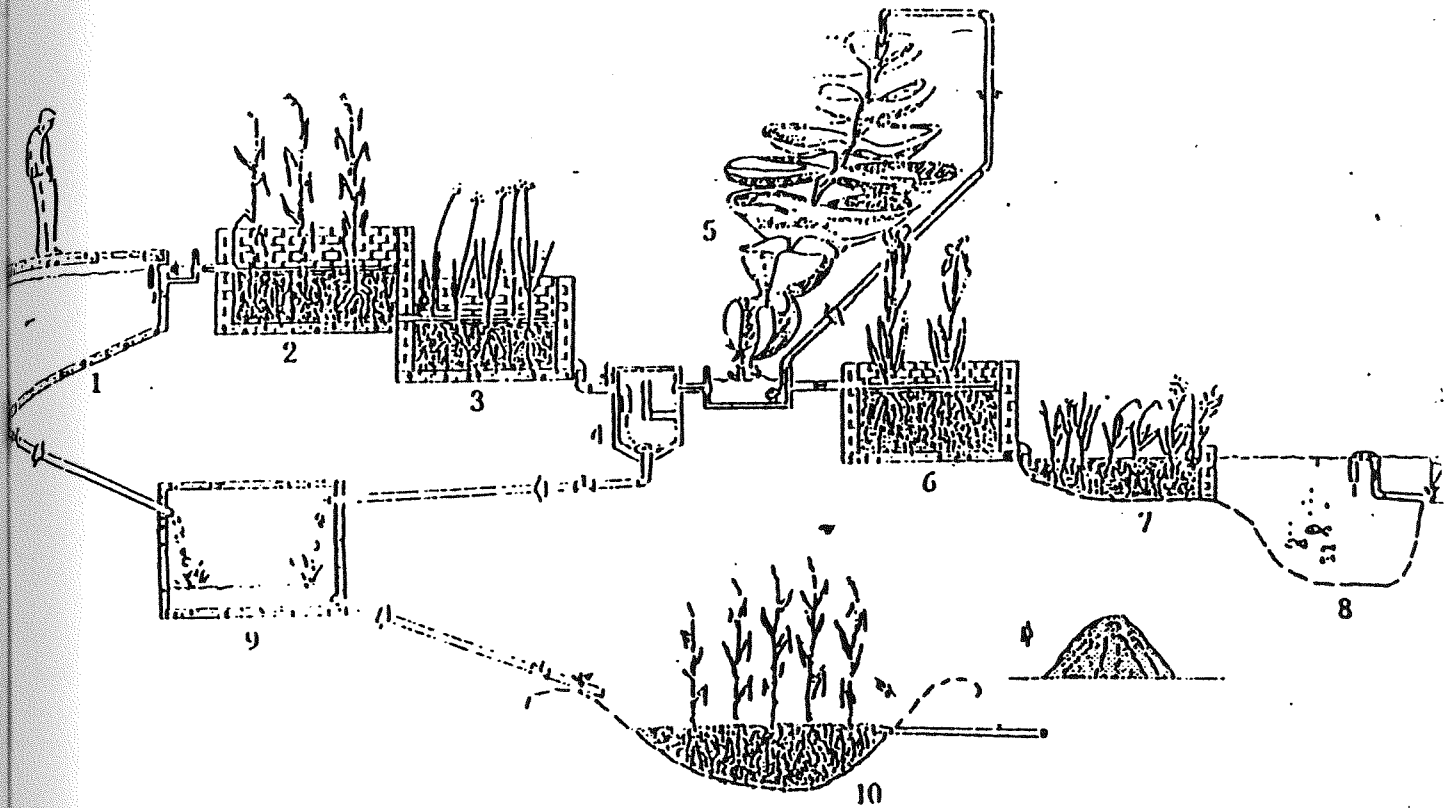
Σχήμα 1, Σύστημα 1



Μεταφορά λάσπης
σε κρύο κωνευτήριο
Σύστημα 2

1. Σηπτική δεξαμενή
- 2α. Πρωτοβάθμια κλίση χαλίκιων
2. Πρώτο παρτέρι κάθετης ροής
3. Δεύτερο παρτέρι κάθετης ροής
4. Flow Forms
5. Τρίτο παρτέρι κάθετης ροής
6. Παρτέρι οριζόντιας ροής
7. Τελική λίμνη

Σχήμα 2, Σύστημα 2



1. Δεξαμενή καθήζησης
2. Κλίνες πρώτου σταδίου, κάθετης ροής
3. Κλίνες δεύτερου σταδίου, κάθετης ροής
4. Δεξαμενή ηρεμίας
5. Μικροί καταράκτες από λαξευμένες πέτρες
(Flow Forms)
- 6 & 7 Κλίνες τρίτου σταδίου, κάθετης ή οριζόντιας ροής
8. Τελική σηπτική δεξαμενή
9. Παλιά σηπτική δεξαμενή
10. Παρτέρι λασποδών αποβλήτων

η συγκέντρωση των στερεών είναι περίπου 30 mm. Σε κάθε πέντε άτομα αντιστοιχεί ένα τετραγωνικό μέτρο.

Το Οκλαντς Παρκ εφαρμόζει τη βιοδυναμική καλλιέργεια της γης, η οποία είναι ένα αγροτικό σύστημα ζώων, φυτών και δασώδων εκτάσεων, ισορροπημένο και ολοκληρωμένο. Με αυτή τη πρακτική δεν υπάρχει η ανάγκη για χημικά λιπάσματα.

Μια αρχή της Βιοδυναμικής είναι ότι τ' ανθρώπινα απορρίματα δεν θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν στην άμεση παραγωγή των ανθρώπινων τροφίμων.

Γι' αυτό τα στερεά απόβλητα αφού κομποστοποιηθούν τα χρησιμοποιούν για καλλιέργειες όπου ο καρπός τους δεν θα καταναλωθεί από ανθρώπους. Π.χ. λουλούδια, βαμβάκι, δασικές εκτάσεις κλπ.

3:5. ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Οι σχεδιαστές παρατήρησαν με προσοχή τις δοκιμές που επιχειρήθηκαν στην Αγγλία, με κλίνες καλαμιών. Ακόμη έκαναν μια περιοδία σ' έναν μεγάλο αριθμό εγκαταστάσεων στη Β. Γερμανία, όπου η τεχνολογία των υδρόβιων φυτών χρησιμοποιείται εδώ και 20 χρόνια περίπου. Αυτές οι παρατηρήσεις οδήγησαν στην πεποίθηση ότι οι αρχές που υιοθετήθηκαν στα συστήματα του Οκλαντς Παρκ είναι κοντά στο βέλτιστο, για την απευθείας επεξεργασία των οικιακών λυμάτων. Αυτές περιγράφονται παρακάτω, σε

σχέση με τις παραμέτρους που έχουν χρησιμοποιηθεί για το καθ' ένα από τα δύο συστήματα.

3.5.1. ΑΡΧΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Τα δύο συστήματα του Οκλαντς Παρκ δέχονται κατακαθισμένα λύματα και οι λεπτομέρειές τους είναι οι ακόλουθες:

3.5.2. ΣΥΣΤΗΜΑ 1

* Υπάρχουσα σηπτική δεξαμενή

Χωρητικότητα: 12 κυβ.μετ.

Χρόνος παραμονής κατά προσέγγιση: 2-3 μέρες.

3.5.3. ΔΙΑΘΕΣΗ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ

* Δύο φορές το χρόνο μεταφορά της λάσπης στο Σύστημα 2 για επεξεργασία.

3.5.4. ΣΥΣΤΗΜΑ 2

* Νέα δεξαμενή καθίζησης

Χωρητικότητα: 5 κ.μ.

Κατά προσέγγιση, χρόνος παραμονής: 12 ώρες.

3.5.5. ΔΙΑΘΕΣΗ ΛΑΣΠΗΣ

Εβδομαδιαία εκκένωση λάσπης με βάνα στο κρύο χωνευτή (στην παλιά σηπτική δεξαμενή).

3.5.6. ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗΣ - ΤΡΙΤΟΓΕΝΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΛΙΝΕΣ ΠΡΩΤΟΥ ΣΤΑΔΙΟΥ:

- * Κάθετη ροή
- * Θραυστά υλικά, κατά προσέγγιση 40 εκατ. βάθος συνολικά, χοντρή άμμος, ισοπεδωμένη και σκεπασμένη με 5-10 εκατ. ψιλή άμμο.
- * φυτεμένη με καλαμιές
- * Υπάρχουν παράλληλες κλίνες που λειτουργούν εναλλάξ - 2 ημέρες λειτουργίας, 10 μέρες ανάπαυση. Πρόσφατα δοκιμάστηκε σχήμα λειτουργίας με 7 ημέρες λειτουργίας και 7 ημέρες ανάπαυση.

3.5.7. ΚΛΙΝΕΣ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΣΤΑΔΙΟΥ

- * κατακόρυφη ροή
- * Θραυστά υλικά, κατά προσέγγιση 40 εκατ. βάθος, ισοπεδωμένη και καλλιεργημένη με 5-10 εκατ. ψιλή άμμο.

* φυτεμένα με καλάμιές: *Scirpus lacustris* και *Iris pseudacorus*.

* παράλληλα παρτέρια που τα λειτουργούν σε μεταβαλλόμενο κύκλο. Κύκλος χειρισμού, όχι τόσο κρίσιμος όπως στις κλίνες πρώτου σταδίου, κατά προσέγγιση 4 ημέρες λειτουργίας και 8 ημέρες ανάπαυσης.

3.5.8. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΗΡΕΜΙΑΣ

Δεξαμενή μικρής χωρητικότητας, για την καθίζηση του χούμου (humus) που λειτουργεί σαν λεκάνη ανακυκλοφορίας.

3.5.9. ΜΙΚΡΟΙ ΚΑΤΑΡΑΧΤΕΣ ΑΠΟ ΛΑΞΕΥΜΕΝΕΣ ΠΕΤΡΕΣ (FLOW FORMS)

Διευκολύνουν τον αερισμό και μεταδίδουν τις φυσικές ρυθμικές κινήσεις του νερού, σε μια διαδικασία αναζωογόνησης.

Ακόμη, ομορφαίνουν το χώρο της εγκατάστασης.

3.5.10. ΚΛΙΝΕΣ ΤΡΙΤΟΥ ΣΤΑΔΙΟΥ

* κατακόρυφη ή οριζόντια ροή, υπάρχει δυνατότητα επιλογής. Στρώσεις βάθους 40-60 cm.

* φυτεμένα με *Scirpus lacustris*, *iris pseudocars*, *spargaum*, *acorus calamus*, *carexelata*.

3.5.11. ΤΕΛΙΚΗ ΛΙΜΝΗ

Ρηχός λάκος πλαισιωμένος από μια ποικιλία φυτών, και διάφορα είδη ψαριών: κυπρίνος, χρυσόψαρα κ.α.

3.6. ΠΙΝΑΚΕΣ ΦΟΡΤΙΩΝ

Παράμετρος	Σύστημα 1	Σύστημα 2
*Πρόσωπα που εξυπηρετούνται		
τωρινοί κάτοικοι/χωρητικότητα	35/45	65/100
*Κλίνες πρώτου σταδίου		
αριθμός παρτεριών	5	6
έκταση τ.μ.	20	48
κατά κεφαλήν φόρτιση(τ.μ./άτ.)	0,57/0,44	0,74/0,48
*Κλίνες δεύτερου σταδίου		
αριθμός παρτεριών	3	3
έκταση τ.μ.	12	15
κατά κεφαλήν φόρτιση(τ.μ./άτ.)	0,34/0,27	0,23/0,15

*Παρτέρια τρίτου σταδίου

έκταση τ.μ.	12	28
κατά κεφαλήν φόρτιση(τ.μ./άτ.)	0,34/0,27	0,43/0,28
*Συνολική έκταση	1,25/0,98	1,4/0,91
Παρτέρι λάσπης		
Πρόσωπα / τ.μ.	---	5

3.7. ΣΧΟΛΙΑ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ

1. Η τελευταία στρώση (άμμο), θεωρείται αποφασιστικής σημασίας , για την απόδοση των συστημάτων, κατακόρυφης ροής. Με τη στρώση αυτή επιτυγχάνεται αποτελεσματική κατανομή της ροής σε όλη την επιφάνεια του παρτεριού. Επίσης στο στρώμα αυτό φυτεύονται τα καλάμια και αναπτύσσονται οι ρίζες.
2. Ο ρόλος των χαμηλότερων στρώσεων είναι να διατηρηθούν αερόβιες συνθήκες, σ' όλο τον όγκο του παρτεριού. Το οξυγόνο, διεισδύει, μέσα από τους σωλήνες αποστράγγισης και τα συστήματα των ριζών.
3. Οι παρατηρήσεις προτείνουν ότι με προκαθιζημένα λύματα η λεπτή κρούστα στερεών που σχηματίζεται στο πάνω μέρος της στρώσης άμμου σταθεροποιείται, κατά τη διάρκεια των περιόδων ανάπαυσης και τελικά αποκτά ένα σταθερό πάχος.

Τα συστήματα ριζών επίσης κρατούν υπό έλεγχο στιβάδες μικροοργανισμών στο υλικό πλήρωσης με την εισαγωγή οξυγόνου.

4. Το κλειδί αυτών των συστημάτων είναι η διατήρηση των αερόβιων συνθηκών, οι οποίες επιτρέπουν στα φυτά να προσαρμοστούν στο τεχνητό περιβάλλον και να χρησιμοποιηθούν τα θρεπτικά συστατικά που υπάρχουν μέσα στα λύματα.

3.8. ΑΠΟΔΟΣΗ

Τα στάδια απ' όπου πάρθηκαν τα δείγματα στα οποία γίνεται αναφορά στους πίνακες και τα διαγράμματα είναι ως εξής:

Σύστημα 1

1. Μετά την σπητική σπητική δεξαμενή
2. Μετά τις κλίνες καλαμιών πρώτου σταδίου
3. Μετά τις κλίνες καλαμιών δεύτερου σταδίου
4. Εκροή μικρών καταρρακτών (Flow Form)
5. Μετά τις κλίνες της κίτρινης ίριδας (τρίτου σταδίου).
6. Τελικές λίμνες.



Σύστημα 1: Καθαρισμός αποβλήτων με υδροχαρή φυτά, για 35/45 άτομα. Κήπος του κ. Όουβε Μπούρκα (Uwe Burka) στην Κοινότητα Κάμπχιλ στο Όκλαντς Πάρκ.



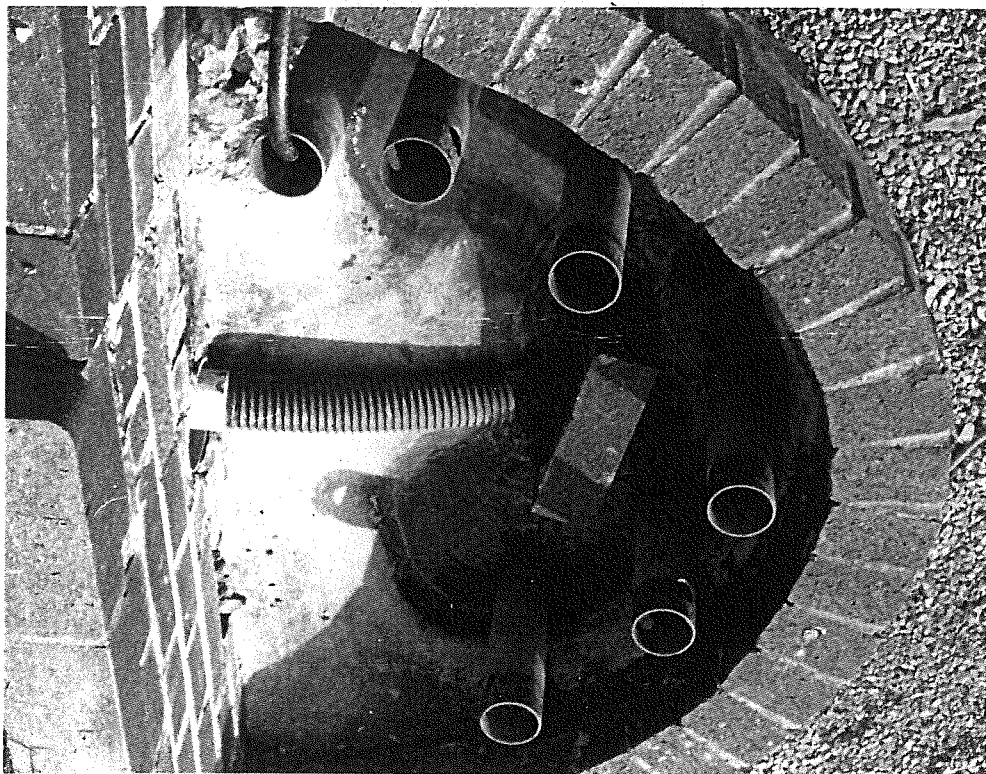
Σύστημα 2: Καθαρισμός αποβλήτων με υδροχαρή φυτά για 65/100 άτομα, στην Κοινότητα Κάμπχιλ στο Όκλαντς Πάρκ.



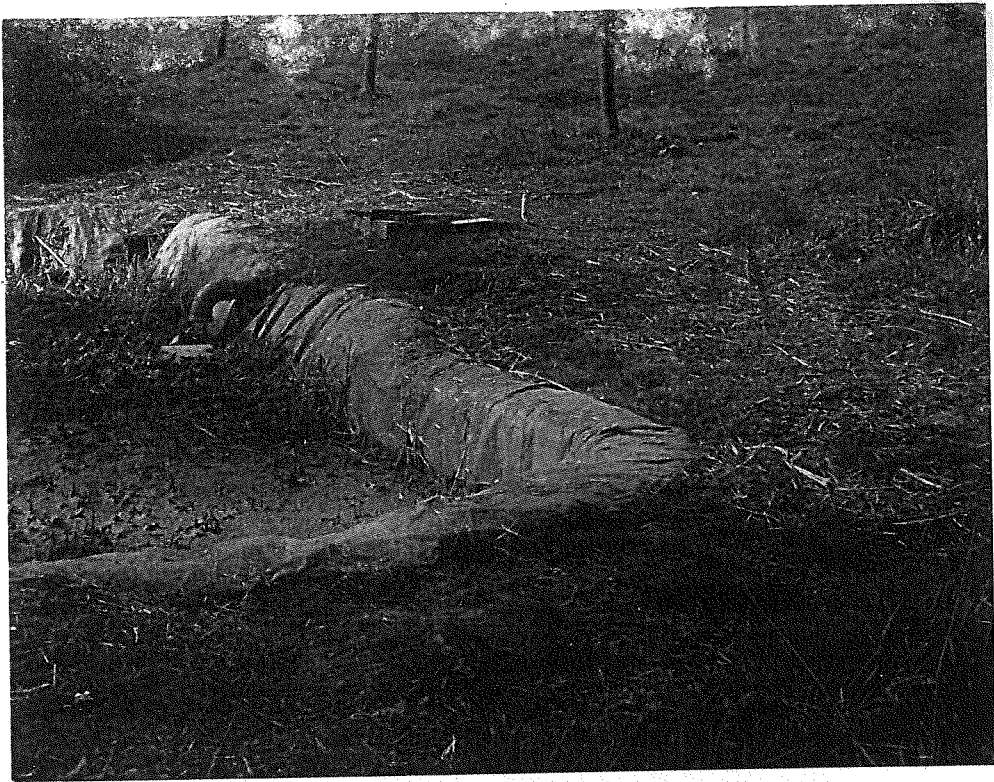
ΦΛΟΥΥ ΦΟΡΜ
(FLOW FORM)
Ο γλύπτης Τζον
Γουίλκες, ανέπτυξε
το Flow Form, το
οποίο είναι, ένα
μέσο σχεδιασμένο
έτσι ώστε να
δίνει ρυθμικές
κινήσεις στο νερό,
ανάλογες με αυτές
στα φυσικά ποτάμια.



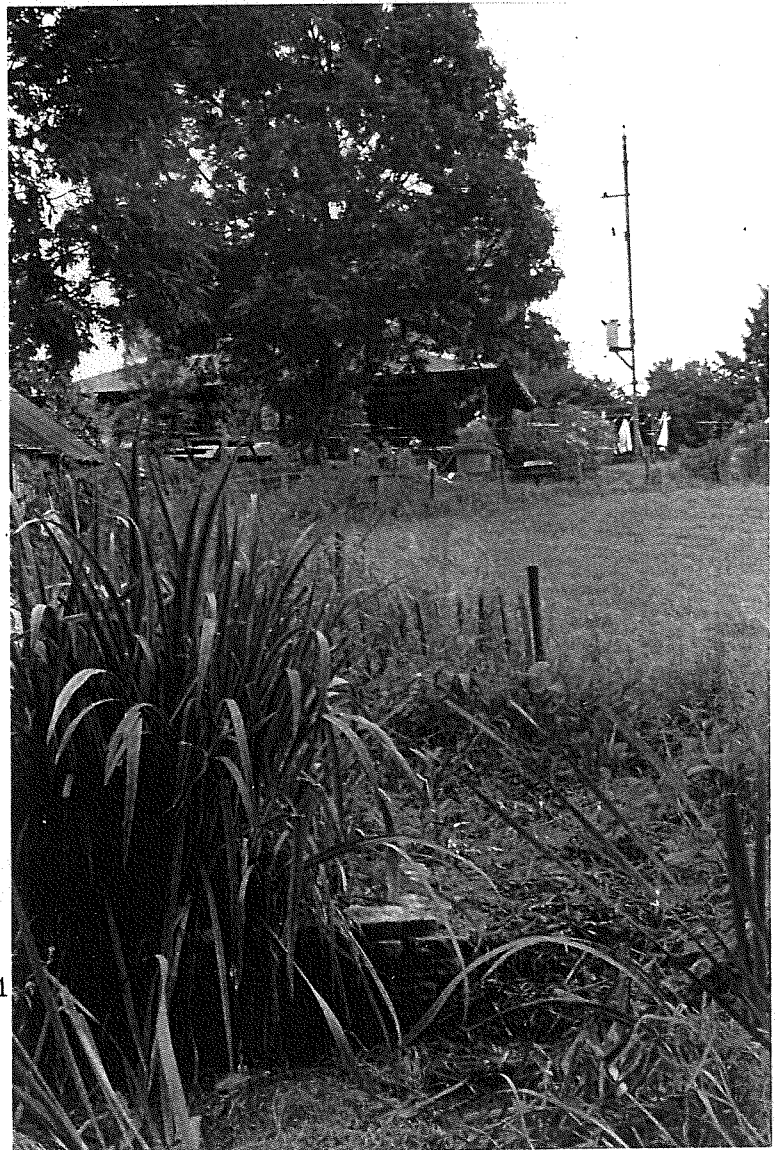
Σύστημα 2, σωλήνας αερισμού



Σύστημα 2, φρεάτιο μερισμού παροχής



Σύστημα 2, παρτέρι λάσπης



Εκροή Συστήματος 1



Υδροχαρή φυτά, σε φυσικούς αποδέκτες, που
χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό λυμάτων.
Η φωτογραφία τραβήχτηκε τον Οκτώβριο του 1993, στην
περιοχή Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης.

ΠΙΝΑΚΑΣ Νο1: ΜΕΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Σύστημα 1

Ιούνιος '88 έως Ιανουάριος '90

	1	2	3	4	5	6
B.O.D.	107.8	18.7	5.1	6.6	2.8	1.6
SS	93.1	17.7	11.5	6.7	5.9	3.6
C.O.D.	265.5	141.5	74.5	51.5	27.5	19.5
NH ₃ N	51.0	20.8	8.7	9.2	4.6	2.4
T.O.N.	1.2	22.7	31.4	30.2	35.0	31.9
Φωσφορικά	18.5	16.0	15.3	14.0	14.2	14.2
Χλωριούχα	54.5	54.5	52.5	53.0	52.5	49.5
pH	7.5	7.1	7.3	7.8	7.4	7.5

Οι μονάδες είναι σε mg/l

Σύστημα 2

Αύγουστος του '89 έως Ιανουάριο του '90

	1	2	3	4	5	6	7	8
B.O.D.	246.0	45.5	15.1	13.6	11.2	6.1	2.5	13.8
SS	213.3	38.5	17.7	8.0	8.2	9.2	4.0	27.4
C.O.D.	406.0	122.5	69.5	62.5	54.0	40.5	28.0	87.5
NH ₃ N	58.2	32.9	16.2	15.9	16.4	16.4	14.2	4.7
T.O.N.	0.4	11.8	26.4	19.4	18.6	13.4	14.1	8.9
Φωσφορικά	24.6	19.8	15.8	17.5	18.2	12.5	11.9	8.2
Χλωριούχα	28.5	49.5	48.0	49.0	45.0	50.0	48.0	47.0
pH	7.7	7.5	7.5	7.4	7.3	7.8	7.7	8.7

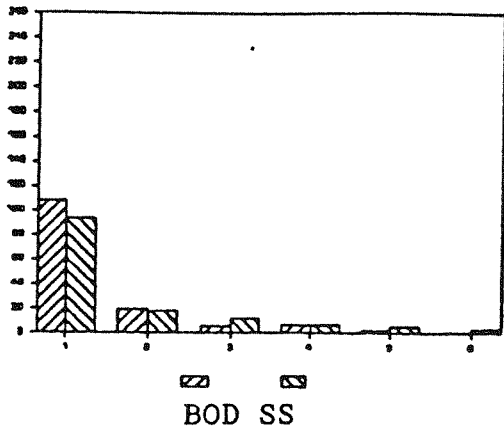
ΠΙΝΑΚΑΣ Νο2 ΒΑΚΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Ολική Κολοβακτηριοειδή	E. Coll	Κοπρανώδης στρεπτόκοκκος	10s TVC	
Αριθ. αποικ. /100ml	Αρ. απ. /100ml	Αρ. απ. /100ml	Αρ. απ/ml	
<u>Σύστημα 1</u>				
εκροή Συπτικής Δεξαμενής	$2,8 \times 10^5$	$1,24 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$	$2,9 \times 10^5$
Μετά από δύο παρτέρια	$2,2 \times 10^4$	$1,1 \times 10^3$	45	$2,4 \times 10^4$
Τελική Δίμνη	980	--	60	$6,2 \times 10^3$
<u>Σύστημα 2</u>				
εκροή Δεξαμενής καθίζησης	$2,31 \times 10^5$	5×10^5	$2,2 \times 10^4$	$2,52 \times 10^5$
Μετά από δύο παρτέρια	$2,4 \times 10^5$	--	3×10^5	$6,7 \times 10^4$
Δίμνο- δεξαμενή	680	--	25	$2,7 \times 10^3$
Οδηγίες της ΕΟΚ για τα νερά κολύμβησης				
Υποχρεωτική	10×10^3	2×10^3	--	--
Σύσταση	500	100	100	--

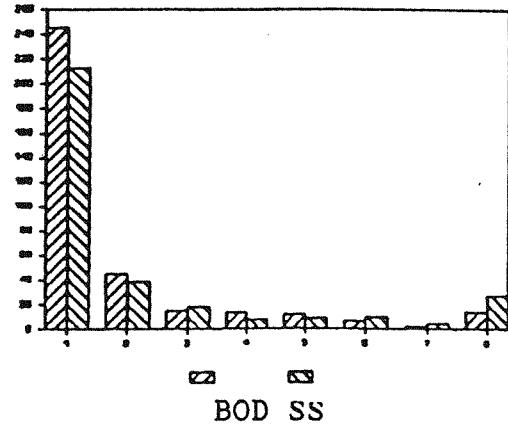
ΠΙΝΑΚΑΣ Νο3; ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ 1 ΚΑΙ 2

Τα δεδομένα είναι σε mg/l

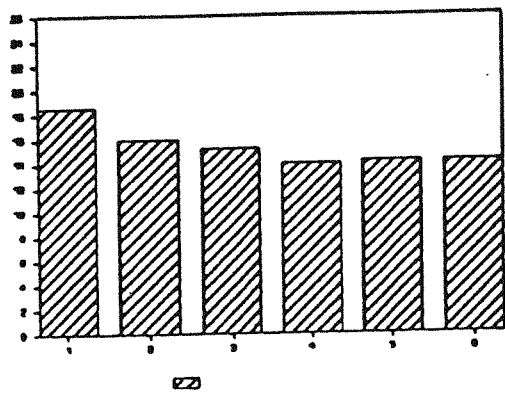
Σύστημα 1-BOD και SS



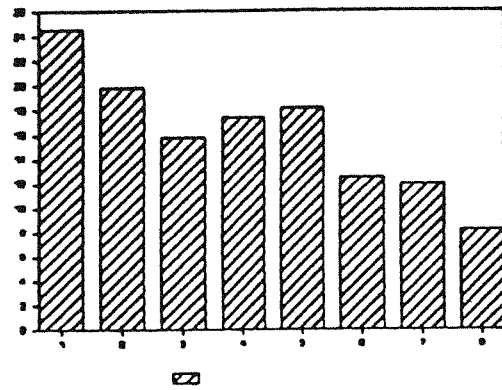
Σύστημα 2-BOD και SS



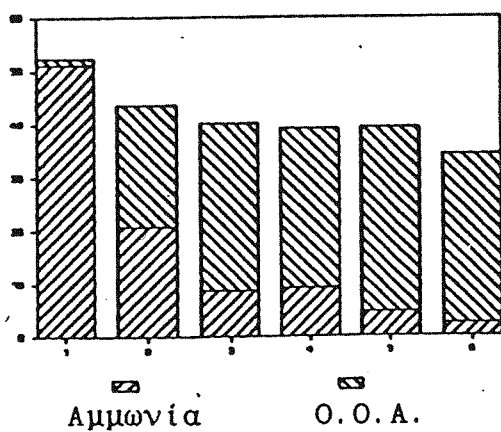
ορθοφωσφορικά



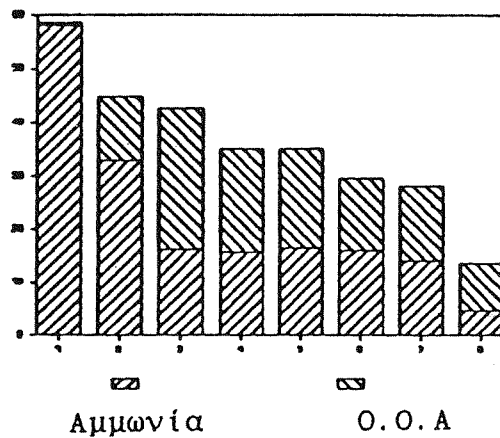
ορθοφωσφορικά



Αμμωνία και Ο.Ο.Α (TON)



Αμμωνία και Ο.Ο.Α (TON)



Σύστημα 2

1. Μετά την αρχική δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης
2. Μετά τις κλίνες καλαμιών πρώτου σταδίου
3. Μετά τις κλίνες δεύτερου σταδίου
4. Εκροή ενδιάμεσης (μεταξύ δεύτερου και τρίτου σταδίου) δεξαμενής.
5. Εκροή από τους μικρούς καταρράκτες
6. Μετά τις κλίνες κίτρινης ήριδας (τρίτου σταδίου)
7. Μετά τις τελικές κλίνες (πριν την λιμνούλα)
8. Εκροή από τις τελικές λίμνες.

3.8.1. ΠΙΝΑΚΕΣ

Τα διαγράμματα και οι πίνακες διευκρινίζουν την κατά μέσο όρο απόδοση των δύο συστημάτων και τα ακόλουθα χαρακτηριστικά είναι τα πιο σημαντικά.

3.9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ 1 ΚΑΙ 2.

I. Το BOD_5 στην αρχή του συστήματος 1 είναι χαμηλότερο από αυτό του συστήματος 2, λόγω της αναερόβιας δραστηριότητας μέσα στη σπητική δεξαμενή και της

ύπαρξης πρωτοβάθμιας κλίνης χαλικιών για τον περιορισμό των οσμών.

II. Βαθμός απομάκρυνσης 98% σε BOD και SS επιτυγχάνεται και με τα δυο συστήματα, που διατηρούνται κατά τη διάρκεια του χρόνου.

Στο σύστημα 2 παρουσιάζεται μια αύξηση στο BOD₅ και SS καθώς και στο pH στην τελική λίμνη.

Αυτή η αύξηση παρατηρείται λόγω της αρχικής ανάπτυξης φυκιών, τα οποία αναμένεται να μειωθούν καθώς τα φυτά και τα ψάρια εδραιώνονται.

III. Βαθμός μείωσης 90% σε BOD₅ και SS, κατά προσέγγιση επιτυγχάνεται στα δύο πρώτα στάδια, με λιγότερο από 1 τετρ.μετ. /άτομο.

IV. Ο βαθμός νιτροποίησης είναι, μεταξύ 90 και 96% και η απονιτροποίηση είναι κατά προσέγγιση 32% στο σύστημα 1 και 75% στο σύστημα 2.

Το σύστημα 2 παρουσιάζει μειώσεις φωσφόρου κατά 68% συγκρινόμενο με το 23% του συστήματος 1. Το σύστημα 2 έχει υιοθετήσει οριζόντια ροή στα στάδια μετά το δεύτερο στάδιο.

Αντίθετα στο σύστημα 1 υπάρχει κατακόρυφη ροή, εκτός από το τελευταίο στάδιο. Οι ενδείξεις είναι πως τα συστήματα οριζόντιας ροής είναι πιο αποτελεσματικά για να απομακρύνουν τα θρεπτικά συστατικά. Αλλά μόνο μετά την απομάκρυνση των οργανικών φορτίων, στα πρώτα στάδια.

V. Τα μέχρι σήμερα αποτελέσματα δείχνουν ελάχιστες διακυμάνσεις στην απόδοση ανάμεσα στους χειμερινούς και καλοκαιρινούς μήνες.

VI. Βασισμένες μόνο σε μια σειρά από μετρήσεις και οι δυο εκροές των συστημάτων ένα και δύο, πλησιάζουν τα όρια της Ε.Ο.Κ. για το νερό καλύμψης καθώς και τα όρια για E.Coli, Στρεπτόκοκκους Κοπράνων, Faecal Streptococci και Total Coliform.

3.10. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΤΗΚΑΝ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ.

3.10.1. ΑΡΧΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Η λειτουργία του συστήματος 1 ξεκίνησε με την παράκαμψη της σηπτικής δεξαμενής και το πέρασμα των λυμάτων κατ' ευθείαν στις κλίνες πρώτου σταδίου. Αυτό δημιούργησε προβλήματα χαμηλής διαπερατότητας και κακή αισθητική. Η αρχική λύση ήταν να εγκατασταθεί μια σχάρα αλλά και αυτό απορρίφθηκε για λειτουργικούς και αισθητικούς λόγους. Έτσι η σηπτική δεξαμενή ενσωματώθηκε πάλι στο σύστημα.

3.10.2. ΟΣΜΕΣ

Έχοντας επαναφέρει ξανά τη σπητική δεξαμενή στο σύστημα 1, ορισμένες οσμές ήταν έντονες, κοντά στο σύστημα διανομής του πρώτου παρτεριού.

Έτσι προστέθηκε μια κλίνη από χαλίκια, για αερισμό, που πράγματι περιόρισε σχεδόν τελείως τις οσμές.

Στο σύστημα 2 περιορίστηκε αυτό το πρόβλημα με το σχεδιασμό μιας δεξαμενής καθίζησης με μικρό χρόνο παραμονής. Ο σχεδιασμός με χρόνο παραμονής 13,5 ώρες για μια δυναμικότητα 100 ατόμων, αποδείχτηκε πολύ μεγάλος για τον υπάρχοντα πληθυσμό των 65 ατόμων, και οι αναερόβιες συνθήκες οδήγησαν στη δημιουργία οσμών. Έτσι η χωρητικότητα της δεξαμενής μειώθηκε, με την τοποθέτηση ενός σφραγισμένου πλαστικού δοχείου με καθαρό νερό και οι οσμές περιορίστηκαν αποτελεσματικά.

3.10.3. ΦΥΤΕΜΑ

Οι πρώτες φυτεύσεις σε βάθος 100 mm στη βάση της άμμου οδήγησε σε αποτυχία ανάπτυξης. Ακολούθησε υιοθέτηση ρηχότερου φυτέματος, εντός της άμμου, που οδήγησε σε γρηγορότερη εδραίωση των καλάμιών. Η πείρα έχει αποδείξει ότι όταν τα ριζώματα φυτεύονται τις

ημέρες πριν από την πανσέληνο έχουν καλύτερη αρχική ανάπτυξη.

Ακόμη το φύτεμα μπορεί να διεξαχθεί κατά τη διάρκεια όλου του χρόνου (οι ρίζες αυξάνονται και το χειμώνα). Η ταχύτητα ανάπτυξης είναι μεγαλύτερη αν η φύτευση γίνεται την άνοιξη. Η γρήγορη ανάπτυξη των ριζών στις κλίνες ενθαρρύνονται με την κατάκλυση από μια λεπτή στιβάδα από λάσπη από τη σπητική δεξαμενή. Αυτό βοηθάει να εξασφαλιστεί μια αρχική στιβάδα σφραγίσματος, που εξασφαλίζει την καλή κατανομή της ροής, και εισάγει θρεπτικά συστατικά και βακτήρια.

3.10.4. ΦΥΤΑ

Καλύτερα αποτελέσματα εγκατάστασης, έχουν εξασφαλιστεί με φυτά, που προέρχονται από τοπικά μολυσμένα νερά. Αυτά τα φυτά είναι ήδη εγκλιματισμένα και δέχονται μικρότερο "σοκ" κατά τη μεταφύτευση.

3.10.5. ΑΓΡΙΟΧΟΡΤΑ

Δεν αποτελούν πρόβλημα, με την αποδοχή της συνηθισμένης κηπουρικής. Το μέσο εμφύτευσης από χαλίκια, δεν ενθαρρύνει την μεγάλη ανάπτυξη αγριόχορτων (σε σύγκριση με τα συστήματα εδάφους). Έχει βρεθεί ότι

η αφαίρεση των λίγων αγριόχορτων, που γίνεται την άνοιξη, είναι αρκετή για όλο το χρόνο.

Θεωρείται επιτακτικό να μη χρησιμοποιηθούν χημικά ζιζανιοκτόνα, διότι όταν χρησιμοποιούνται έχουν αρνητικά αποτελέσματα στα υδρόβια φυτά και την ποιότητα του νερού, λόγω του ότι αφήνουν κατάλοιπα.

3.10.6. ΘΥΕΛΛΕΣ

Έχει εκφραστεί ανησυχία για τις δυνατές βροχές και τους δυνατούς ανέμους που γίνονται αιτία οι καλάμιές να λυγίζουν.

Εκεί φαίνεται ότι υπάρχει ένα φυσικό φαινόμενο που κάνει τις καλάμιές να μην λυγίζουν και σπάζουν. Σε μεγαλύτερα συστήματα, η ενσωμάτωση μιας προστατευτικής περιφραξής ύψους περίπου ενός μέτρου γύρω από την περιφέρεια του παρτεριού, μπορεί να βοηθήσει τα φυτά να επιβιώσουν, έχοντας καλή εμφάνιση.

3.10.7. ΚΟΣΤΟΣ

Τα συστήματα του Οκλαντ Παρκ, εμπνεύστηκαν και κατασκευάστηκαν από την κοινότητα με ελάχιστη εξωτερική εξειδικευμένη βοήθεια από τεχνίτες οικοδόμους. Οι δαπάνες των υλικών για το σύστημα 2 υπολογίστηκαν σε 8.000 λίρες (1989) ή 2.800.000 δρχ. σήμερα. Αν όλα τα

στοιχεία σχεδιασμού και κατασκευής είχαν κοστολογηθεί σε τιμές αγοράς, όλα μαζί προυπολογίζονται ανάμεσα στις 30-35.000 λίρες ή 10.400.000 - 12.000.000 δρχ. Αυτή η τιμή αντιπροσωπεύει ένα κατα κεφαλήν κόστος περίπου 325 λίρες ή 110.000 δρχ. Συγκρίνεται με τις υπάρχουσες κατά κεφαλήν δαπάνες των μηχανικών συστημάτων παρόμοιας δυναμικότητας που είναι περίπου 400 λίρες ή 138.000 δρχ.

3.11. ΟΙ ΡΟΛΟΙ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΥΔΡΟΒΙΩΝ ΦΥΤΩΝ

Τα υδρόβια φυτά πολλαπλασιάζονται μέσα στη φύση οπουδήποτε βρίσκονται ρυπασμένα νερά. Παρατηρήσεις των ρευμάτων στη Μεγάλη Βρετανία τα επιβεβαιώνουν αυτό. Σ' όλα τα ρεύματα που δέχονται λύματα, υπάρχουν καλάμια και άλλα υδρόβια φυτά.

Τα συστήματα του Οκλαντς Παρκ περιλαμβάνουν σκόπιμα μια ποικιλία φυτών, που παίζουν συμπληρωματικούς ρόλους. Η αρχική εργασία του Σάϊντελ (Seidel) και άλλων, απόδειξε τις μεγάλες ικανότητες μεταφοράς οξυγόνου του *Phragmites* και του *Scirpus lacustris* και την αντιβιοτική επίδραση των ριζικών συστημάτων των *Scirpus lacustris*, *pepermint* (μέντας) και *iris*.

Περισσότερη έρευνα είναι απαραίτητη για να βελτιώσουν την ικανότητα απορρόφησης θρεπτικών στα συστήματα.

Υπάρχει υπόνοια ότι η ενσωμάτωση και άλλων φυτικών ειδών, θα μπορούσε να βελτιώσει αυτή την ικανότητα.

3.12. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Οι λειτουργικές απαιτήσεις στο Οκλαντς Πάρκ αποδείχτηκε ότι είναι απλές και ευθείες:

- * Εναλλαγή λειτουργίας των παρτεριών - αρχικοί κύκλοι 2 ημερών - προσφάτως κύκλος 7 ημερών.
- * Εβδομαδιαία εκκένωση της λάσπης από τη δεξαμενή καθίζησης στο σύστημα 2.
- * Δεκαπενθήμερο άδειασμα της λάσπης, από τον κρύο χωνευτή στο παρτέρι λάσπης.
- * Ετήσιο κόψιμο των αγριόχοτρων από τα παρτέρια κάθε άνοιξη.
- * Ετήσιος θερισμός των καλαμιών και των βούρλων το χειμώνα και την άνοιξη.
- * Συντήρηση της ηλεκτρικής αντλίας που τροφοδοτεί τους μικρούς καταρράκτες (Flow Form)
- * Κάθε τρεις μήνες, απομάκρυνση της λάσπης, από την ενδιάμεση δεξαμενή καθίζησης, με τη βοήθεια βάνας.

* Μεταφορά του κομπόστ από το παρτέρι λάσπης κάθε 8-10 χρόνια.

* Δεν απαιτείται υψηλό επίπεδο εξειδίκευσης, στη μηχανική και ηλεκτρονική τεχνολογία. Υπάρχει όμως, ένα μεγάλο όφελος, από μια παρατηρητική και φιλική διαχείριση.

3.13. ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Όλα τα φυσικά συστήματα μπορούν να εφαρμοσθούν και για τον καθαρισμό υγρών αποβλήτων των κτηνοτροφικών μονάδων. Δυστυχώς δεν μπόρεσα να βρω βιβλιογραφία που ν' αναφέρει κάποιο συγκεκριμένο σύστημα για κτηνοτροφική μονάδα. Αυτό γίνεται γιατί τα περισσότερα προγράμματα γίνονται για αστικά λύματα.

Την εποχή που βρισκόμουν στην Αγγλία ο κ. Uwe Burka κατασκεύαζε ένα σύστημα για μια κτηνοτροφική μονάδα όπου εκτρέφονταν αγελάδες και χοιρινά. Το ρυπαντικό φορτίο ήταν 2.000 BOD⁵ και θα κατέβαινε στο 30. Σε περίπτωση όπου ο ιδιοκτήτης ήθελε να κατεβεί ακόμη πιο χαμηλά, μπορούσε να γίνει αν θα πρόσθετε ακόμη ένα παρτέρι καλαμιών.

3.14. ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΕ ΥΔΡΟΧΑΡΗ ΦΥΤΑ.

Προσωπικά είχα επισκεφθεί τρία μικρά συστήματα καθαρισμού υγρών αποβλήτων. Τα δύο του Οκλαντς Παρκ για 100 και 35 άτομα και ένα στο χωριό Γρεϊντς (Grange) για 100 άτομα.

Ο κ. Burka όμως μπορεί να σχεδιάσει για οικισμούς μέχρι 20.000 κατοίκων. Τον ρώτησα εάν μπορεί να γίνει κάτι για πόλεις όπως η Θεσσαλονίκη. Η απάντησή ήταν "ναι, μπορούν να γίνουν ανά 20.000 κατοίκους, μικρές μονάδες".

Βέβαια για τέτοια έργα συνεργάζεται με την πολυεθνική εταιρία κατασκευών βιολογικών σταθμών, Γουότσον Χόελεϊ (Watson Hawksley). Στο επόμενο κεφάλαιο θα αναφερθώ σ' ένα μεγάλο έργο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ

ΕΛΛΑΔΑ

4.1. ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΜΕ ΥΔΡΟΥΑΚΙΝΘΟΥΣ ΣΤΗΝ ΣΗΤΕΙΑ
ΚΡΗΤΗΣ

Το έργο αποσκοπεί να καλύψει τις ανάγκες 50.000 κατοίκων σε λύματα, ποσό που αντιστοιχεί σε ποσότητα λυμάτων 1000 m³ /ημέρα με ρυπαντικό φορτίο κατά μέγιστο 350 mg BOD₅/l ή τα 350 kg BOD₅/ημέρα.

Η διαδικασία καθαρισμού των λυμάτων περιλαμβάνει ειδικές τεχνικές όπως εξηγούνται πιο κάτω, οι οποίες αποδεδειγμένα έχουν μεγάλη απόδοση σε καθαρισμό με σύγχρονη σημαντικότερη μείωση του εγκατεστημένου πάγιου κεφαλαίου. Τη μελέτη συνέταξαν ο κ. Απόστολος Βλυσίδης χημικός μηχανικός, λέκτορας του ΕΜΠ και ο κ. Δημήτρης Παπαιωάνου δρ. χημικός μηχανικός, περιβαλλοντολόγος.

4.2. ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ ΔΥΟ ΣΤΑΔΙΩΝ

(ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ 1)

Τα λύματα από τα βυτιοφόρα απορρίπτονται στο φρεάτιο εισαγωγής V-1, όγκου 10 κ.μ., απ' όπου μέσου ενός πολτοποιητού εισάγονται στην πρώτη δεξαμενή αναερόβιας χώνευσης V-2. Η εισαγωγή γίνεται στον πυθμένα της δεξαμενής (βάθους 4 μέτρων) με ειδικό σύστημα διανομής σωληνώσεων, ώστε τα πολτοποιημένα στερεά που περιέχονται στα λύματα να καθιζάνουν ή να επιπλέουν. Η δεξαμενή V-2 είναι κλειστή, ώστε να δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες. Ο υδραυλικός χρόνος παραμονής είναι 8 ώρες, ο δε χρόνος παραμονής στερεών θα είναι 6 μήνες.

Η υπερχειλίση της δεξαμενής V-2 οδηγείται με φυσική ροή στη δεύτερη δεξαμενή αναερόβιας χώνευσης V-3, η οποία επίσης είναι κλειστή και επί πλέον από την οροφή της, με κατάλληλες διατάξεις, κρέμονται πλαστικά φύλλα που φτάνουν μέχρι και 0,5 μέτρα πάνω από τον πυθμένα της δεξαμενής. Τα πλαστικά αυτά φύλλα ενέχουν την θέση ενεργού πληρωτικού υλικού ώστε η δεύτερη δεξαμενή να λειτουργεί στο ένα αναερόβιο βιοφίλτρο. Ο υδραυλικός χρόνος παραμονής στη δεξαμενή αυτή θα ανέρχεται σε 18 ώρες, η δε παραγόμενη βιολογική λάσπη στη δεξαμενή θα παραμένει περίπου δύο χρόνια.

καταστρέφει κατά 65% περίπου με αναερόβια χώνευση. Επίσης μειώνεται σημαντικά και το διαλυτό ρυπαντικό φορτίο των λυμάτων (BOD_5 , COD, TOC) μέχρι και 50%. Τα αιωρούμενα στερεά χωνεύονται κύρια στην πρώτη δεξαμενή τα δε διαλυτά οργανικά χωνεύονται κύρια στη δεύτερη.

Προϊόν της αναερόβιας χώνευσης στις δυο δεξαμενές V-2/3 θα είναι το βιοαέριο ($CH_4=60\%$, $CO_2=40\%$), το οποίο θα ανέρχεται σε 50-60 κ.μ./ημέρα.

Το βιοαέριο αυτό θα συλλέγεται στην οροφή των δύο κλειστών δεξαμενών και με φυσική ροή θα οδηγείται στον πυρσό όπου θα καίγεται συνεχώς στην ατμόσφαιρα. Το βιοαέριο προτού καεί, περνά από ειδικό δοχείο φραγής (βλέπε διάγραμμα ροής 4:V-8), ώστε να αποφεύγεται η περίπτωση αναρρόφησης της φλόγας.

Η δεξαμενή V-2 υπολογίζεται ότι θα έχει 340 κ.μ. η δε δεξαμενή V-3 750 κ.μ.

4.3. ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΕΣ ΑΒΑΘΕΙΣ ΛΙΜΝΕΣ (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ 2).

Τα λύματα που υπερχειλίζουν από την δεξαμενή V-3 οδηγούνται σ' ένα σύστημα διαδοχικών αεριζόμενων αβαθών λιμνών (βάθος 2.5μ.). Σ' αυτές τις λίμνες επιτυγχάνεται ο περαιτέρω καθαρισμός των λυμάτων με τα εξής πλεονεκτήματα:

- α) Ελάχιστο κόστος λειτουργίας (επειδή χρησιμοποιείται ελάχιστος αέρας και εκμεταλλεύεται το ηλιακό φως).
- β) Απαιτεί ελάχιστη παρακολούθηση κατά τη λειτουργία του.
- γ) Φθάνει σε πολύ υψηλό επίπεδο καθαρισμού, ή τα 5-10 mg/l BOD₅.
- δ) Δεν εξάγεται λάσπη με αποτέλεσμα την εξαφάνιση των προβλημάτων που δημιουργεί η διάθεση της λάσπης στους συμβατικούς βιολογικούς καθαρισμούς (πάχυνση, μεταφορά, διάθεση, μόλυνση, κ.α.)

Οι αβαθείς αυτές λίμνες θα είναι δυο σταδίων.

Στο πρώτο στάδιο (V-4α), δεν θα υπάρχουν υδρόβια φυτά διότι για να μπορούν να επιβιώνουν αποτελεσματικά οι υάκινθοι πρέπει η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου να είναι πάνω από 2 mg/l κάτι που επιδιώκει να πετύχει το πρώτο στάδιο. Η δεξαμενή V-4α θα έχει επιφάνεια 800 τ.μ. Στο δεύτερο στάδιο που πραγματοποιείται στην δεξαμενή V-4β ο καθαρισμός των λυμάτων βασίζεται κύρια στην παρουσία των υάκινθων που είναι επιπλέοντα υδρόβια φυτά και έχουν την ικανότητα να τρέφονται με τα οργανικά και αγόργανα συστατικά των λυμάτων και έτσι να βελτιώνουν και να επιτυγχάνουν τον καθαρισμό τους στις αβαθείς λίμνες. Η δεξαμενή V-4Α προβλέπεται να έχει μια επιφάνεια 1.600 τ.μ.

Σε όλη την επιφάνεια του πυθμένα των δεξαμενών V-4 θα υπάρχει ενεργό εμβαπτιζόμενο πληρωτικό υλικό (πλαστικά φύλλα). Η τεχνική αυτή δημιουργεί εντός των αβαθών

λιμνών ένα είδος βιόφιλτρου με αποτέλεσμα την αύξηση της ενεργού επιφάνειας της αβαθούς λίμνης έως και 50 φορές, μειώνοντας έτσι την ανάγκη χρήσεως μεγάλων εκτάσεων γης για τις αβαθείς λίμνες και επομένως μειώνοντας ανάλογα και το εγκατεστημένο πάγιο κόστος.

Για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας κατά την διάρκεια της ημέρας τους χειμερινούς μήνες καθώς και για να μειωθούν οι απώλειες θερμότητας προς το περιβάλλον κατά τη διάρκεια της νύχτας, οι αβαθείς λίμνες θα μετατρέπονται σε θερμοκήπια κατά το χειμώνα. Με τον τρόπο αυτό οι ρυθμοί των βιοαντιδράσεων αυξάνουν από 50 έως 100% (διπλασιάζονται) για κάθε 20 βαθμούς Κελσίου αύξηση της θερμοκρασίας. Αυτό σημαίνει ταχύτερες βιοαντιδράσεις είναι καλύτερος καθαρισμός και περαιτέρω μείωση των αναγκών σε επιφάνεια γης.

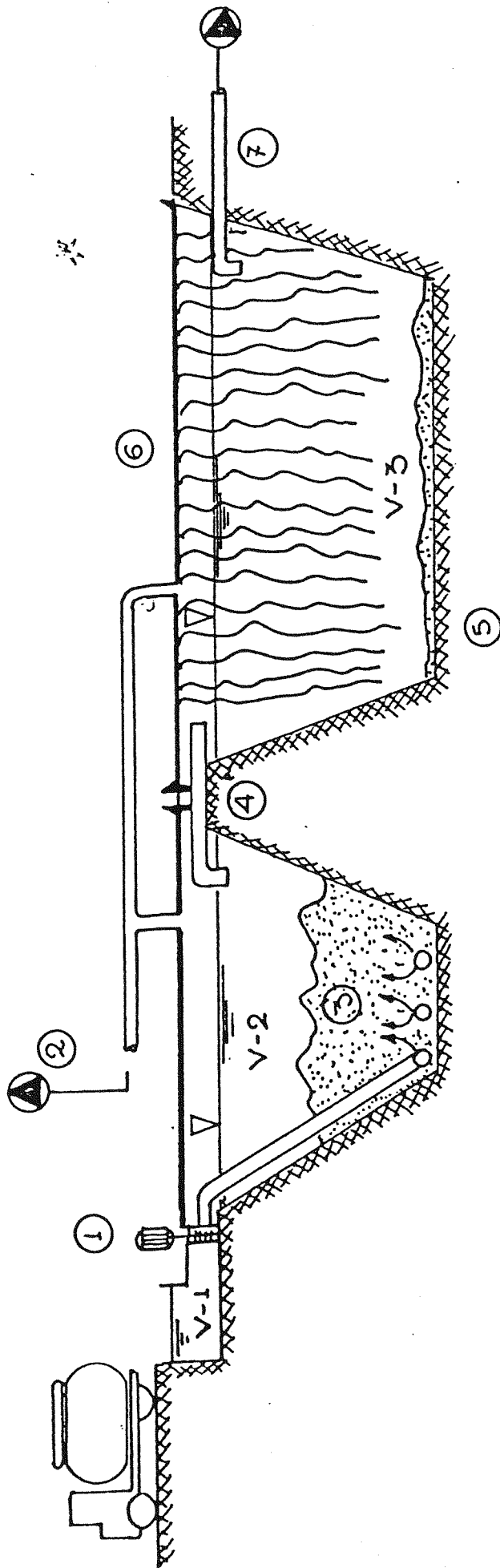
Για την αύξηση του διαλυμένου οξυγόνου κατά τις νυκτερινές ώρες που σταματά το φαινόμενο της φωτοσύνθεσης θα υπάρχει σύστημα αερισμού που θα αποτελείται από φουσητήρες αέρος και εμβαπτισμένες διάτρητες σωληνώσεις που θα μεταφέρουν τον αέρα άμεσα στις αβαθείς λίμνες.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ Ι

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

ΛΥΜΑΤΩΝ ΜΕ ΥΔΡΟΒΙΑ ΦΥΤΑ

ΣΤΑΔΙΟ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ



1. Πολτοποιητής

2. Βιοαέριο

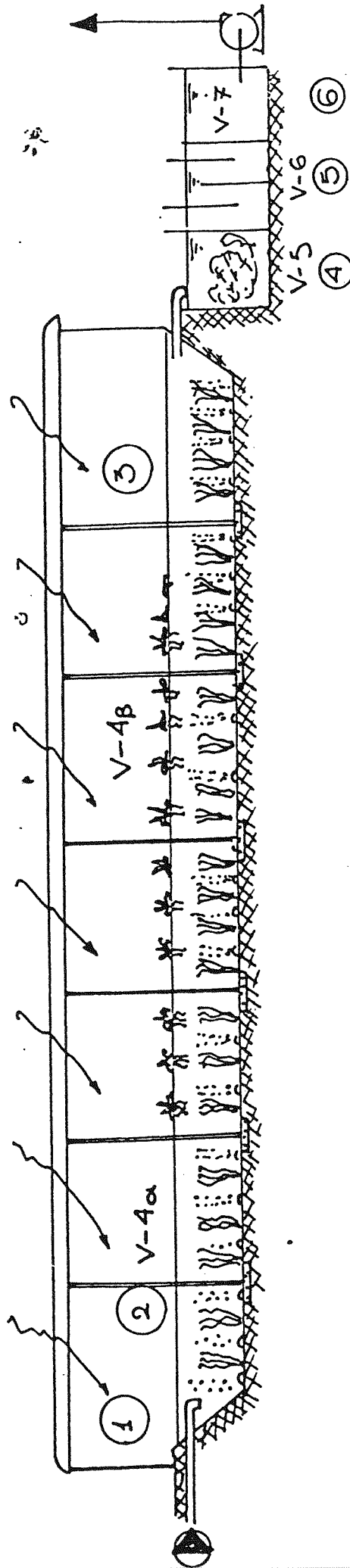
3. Αναερόβια χώνευση στερεών (πρώτο στάδιο)

4. Υπερχείλιση της V-2 στη V-3

5. Αναερόβια χώνευση διαλυμένων οργανικών (δεύτερο στάδιο)

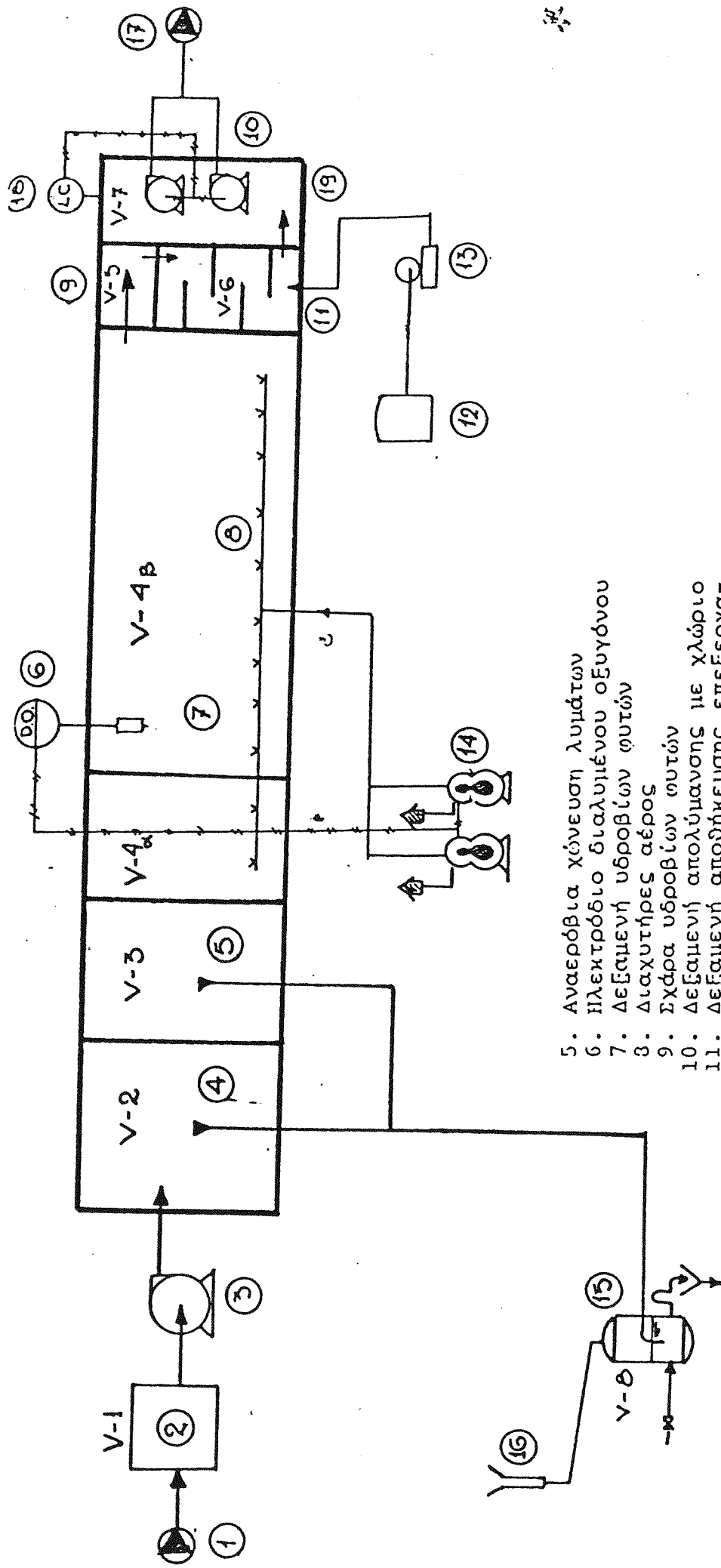
6. Σύστημα πληρωτικού υλικού

7. Υπερχείλιση της V-3 στη V-4α



1. Θερμοκήπιο
2. Πρώτη φάση αερόβιας επεξεργασίας σε αβαθείς λίμνες
3. Δεύτερη φάση επεξεργασίας σε λίμνη υακί νδων
4. Σχάρα συγκράτησης υδροβίων φυτών
5. Απολύμανση καθαρισμένων λυμάτων
6. Δεξαμενή συλλογής καθαρισμένων λυμάτων

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΙΙ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ
ΜΕ ΥΔΡΟΒΙΑ ΦΥΤΑ
ΛΕΡΟΒΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΕ ΛΙΜΝΗ
ΥΑΚΙ ΝΘΩΝ



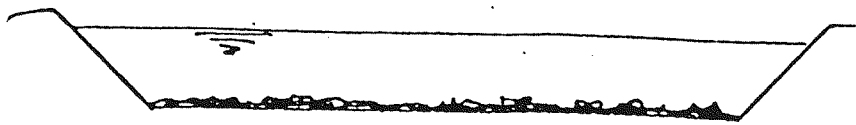
1. Εισαγωγή λιμμάτων
2. Φρέατο υποδοχής
3. Πολτοποιητής στερεών
4. Δεξαμενή αναερόβιας χώνευσης στερεών

5. Αναερόβια χώνευση λιμμάτων
6. Ηλεκτρόδιο διαλυμένου οξυγόνου
7. Δεξαμενή υδροβίων φυτών
8. Διαχυτήρες αέρος
9. Σχάρα υδροβίων φυτών
10. Δεξαμενή απολύμανσης με χλώριο
11. Δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων λιμμάτων
12. Δεξαμενή υποχλωριώδους νατρίου
13. Δοσομετρική αντλία
14. Φουσητήρες αέρος
15. Δοχείο φραγής
16. Πυρσός βιοαερίου
17. Εξαγωγή επεξεργασμένων λιμμάτων
18. Αυτοματισμός σιδήμιης
19. Αντλίες εξαγωγής λιμμάτων

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ IV
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ
ΜΕ ΥΔΡΟΒΙΑ ΦΥΤΑ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

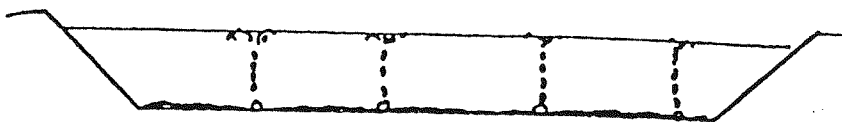
1. ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟ LAGOON

- μικρή αποτελεσματικότητα
- πολλά φύκια
- υψηλό BOD₅, SS, οσμές
- 60-120 κ.μ./τ. λύματος και ημέρα



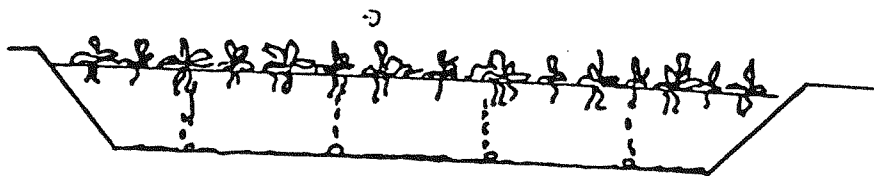
2. ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΟ LAGOON

- σταθερότητα και καλύτερη αποτελεσματικότητα
- 15-30 κ.μ./τ.μ. λύματος και ημέρα



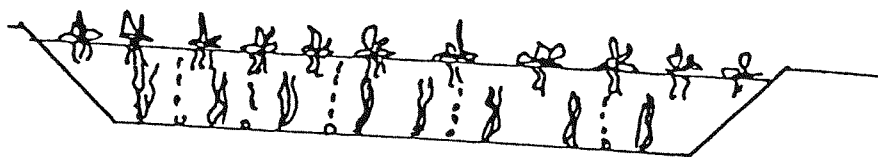
3. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΥΔΡΟΒΙΩΝ ΦΥΤΩΝ

- περιορίζει τα φύκια
- ελαττώνει ακόμα περισσότερο το BOD₅, SS
- περιορίζεται σε θερμά κλίματα
- 15-30 κ.μ./τ.μ. λύματος και ημέρα



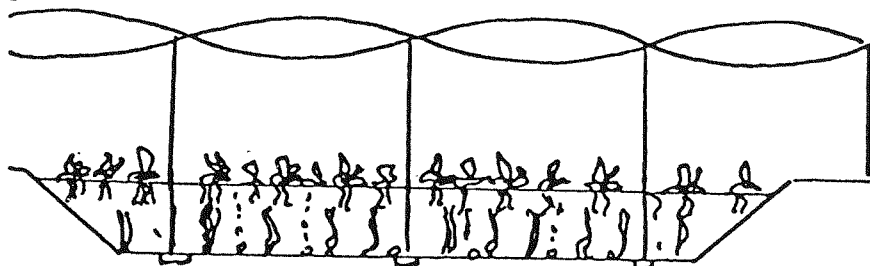
4. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΒΙΟΦΙΛΤΡΟΥ

- αυξάνει την αφομοίωση BOD₅, SS
- έχει σταθερότητα στην λειτουργία του
- απαιτούνται:
- 5-10 κ.μ./τ.μ. λύματος και ημέρα



5. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

- λειτουργία και στους χειμερινούς μήνες
- απαιτούνται:
- 1-2 κ.μ./τ.μ. λύματος και ημέρα
- καθαρότερο τελικό απορρυπτόμενο νερό



ΣΧΗΜΑ 1. Αποτελεσματικότητα καθαρισμού των λυμάτων στις αβαθείς λίμνες συναρτήσει του εξοπλισμού τους.

4.4. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΤΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ 3)

Η υπερχείλιση των δεξαμενών V-4 συλλέγεται στην δεξαμενή V-5, όγκου 2 κμ, όπου υπάρχει και ειδική σχάρα για να συγκρατεί τα περίσσια υδρόβια φυτά, απ' όπου απομακρύνονται χειροκίνητα μια φορά την ημέρα και διατίθενται είτε για ζωοτροφή είτε επιστρέφουν στην αερόβια χώνευση για παραγωγή βιοαερίου. Μετά την δεξαμενή V-5 με φυσική ροή τα λύματα οδηγούνται στη δεξαμενή V-6 όπου απολυμαίνονται με υποχλωριώδες νάτριο σε αναλογία $10\text{mg}/\text{l}$. Ο χρόνος παραμονής των καθαρισμένων λυμάτων στην δεξαμενή απολύμανσης πρέπει να είναι 0,5 ώρες και επομένως ο όγκος της δεξαμενής αυτής πρέπει να είναι 20 κ.μ. Μετά την απολύμανση τα καθαρισμένα και απολυμασμένα λύματα συγκεντρώνονται στην δεξαμενή V-7, με φυσική ροή, από όπου διατίθενται για πότισμα στη γύρω περιοχή. Η δεξαμενή συλλογής V-7 έχει επίσης 20 κμ όγκο.

4.5. ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΕ ΥΔΡΟΧΑΡΗ ΦΥΤΑ ΣΤΙΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ Ν.ΜΑΔΥΤΟΥ ΚΑΙ ΜΟΔΙ ΣΤΟ Ν.ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ

4.5.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Τη μελέτη και την επίβλεψη κατασκευής έχουν η Υδρομελετητική και η Γουότσον Χόξλεη (Watson Hawksley). Η μονάδα έχει σχεδιαστεί για ένα χρονικό ορίζοντα 20 ετών και για πληθυσμό 3.500 κατοίκων θα εγκατασταθεί σε μια έκταση 100 στρεμμάτων.

Ο Ν. Μαδύτου χτίστηκε το 1924 για να εγκατασταθούν οι πρόσφυγες από τη Μ.Ασία. Το Μόδι είναι μια μικρότερη αλλά παλαιότερη κοινότητα, και οι δυο βρίσκονται στα νότια της λίμνης Βόλβης. Οπου και θα χύνονται τα λύματα μετά από τον καθαρισμό τους.

Οι λίμνες Βόλβη και Αγ. Βασιλείου προστατεύονται με τη διεθνή συνθήκη Ραμσάρ (Ramsar). Οι λίμνες χαρακτηρίζονται ως βιότοποι διεθνούς σημασίας. Παρότι προστατεύονται από την διεθνή σύμβαση η λίμνη του Αγ. Βασιλείου χαρακτηρίζεται ως εύτροφη. Ενώ η λίμνη Βόλβη είναι σχετικά υγιής, καθώς υπάρχει μικρός μόνο αριθμός δραστηριοτήτων στην περιοχή απορροής.

4.5.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Η εγκατάσταση που θα κατασκευασθεί αποτελείται από :

1. Αντλιοστάσιο προώθησης της περιοχής ακαθάρτων του Ν. Μαδηίου προς την θέση κατασκευής της εγκατάστασης.
2. Πρωτογενή επεξεργασία με βοήθεια συστήματος εσχάρωσης.
3. Σύστημα μέτρησης της παροχής
4. Πρωτοβάθμια επεξεργασία είτε με την βοήθεια δεξαμενής, είτε με την βοήθεια ειδικών κλινών πρωτοβάθμιας επεξεργασίας.
5. Δευτεροβάθμια επεξεργασία δυο βαθμίδων με την βοήθεια κλινών δευτεροβάθμιας επεξεργασίας.
6. Τριτοβάθμια επεξεργασία με την βοήθεια λιμνών ωρίμανσης.
7. Αντλιοστάσιο προώθησης των επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση στην περιοχή που επελέγει για άρδευση σε έκταση που εκτείνεται σε συνέχεια της νότιας πλευράς της εγκαταστάσεως.

Η ιλύς που συγκεντρώνεται στην δεξαμενή θα οδηγείται στις κλίνες ιλύος. Το τελικό αποτέλεσμα για το BOD₅, όπου στην είσοδο είναι 300 θα φτάνει στις λίμνες το 15.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.

Στη χώρα μας μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του '80 η διαχείριση των υγρών αποβλήτων ολοκληρώνεται βασικά με την απομάκρυνσή τους χωρίς ιδιαίτερη επεξεργασία με αποχευτικά δίκτυα, βόθρους ή βυτιοφόρα οχήματα από τους χώρους παραγωγής (σπίτια, βιομηχανίες) στους διάφορους φυσικούς αποδέκτες. Η πλήρης ένταξη της χώρας μας στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα που είχε ως αποτέλεσμα την εναρμόνιση του νομικού πλαισίου με ορισμένες κοινοτικές διατάξεις περιβαλλοντικού περιεχομένου, καθώς και η ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης γύρω από ζητήματα ποιότητας της ζωής και προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος συνέβαλαν σημαντικά στην υιοθέτηση μιας διαφορετικής πολιτικής γύρω από το θέμα της διαχείρισης των υγρών αποβλήτων. Για την έκδοση π.χ. άδειας λειτουργίας οποιασδήποτε παραγωγικής μονάδας που παράγει υγρά απόβλητα απαιτούνται εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τα

τελευταία χρόνια να αναπτυχθεί ένας δυναμικός κλάδος της οικονομίας, ο οποίος, αξιοποιώντας τη νομοθετική αυτή ρύθμιση, προωθεί στην αγορά διάφορα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων, κυρίως ξένων οίκων, χωρίς όμως στις περισσότερες περιπτώσεις να διασφαλίζεται το ουσιαστικό μέρος του προβλήματος, δηλαδή ο αποτελεσματικός καθαρισμός των υγρών αποβλήτων.

Η μαγική λέξη για τον καθαρισμό των υγρών αποβλήτων στις μέρες μας είναι ο βιολογικός καθαρισμός. Από πολλούς πιστεύεται ότι με την εγκατάσταση και την αρχική λειτουργία μιας μονάδας βιολογικού καθαρισμού λύνεται για πάντα το πρόβλημα της ρύπανσης των ποταμών, των λιμνών και των ακτών. Είναι όμως πραγματικά έτσι τα πράγματα; Ποιές είναι οι δυνατότητες απορρύπανσης των υγρών αποβλήτων από τα συστήματα βιολογικού καθαρισμού;

Στην καλύτερη περίπτωση και ανάλογα με τις τεχνικές προδιαγραφές ο βιολογικός καθαρισμός μειώνει το οργανικό φορτίο δηλαδή το BOD_5 και απομακρύνει τα θρεπτικά (N και P). Τι γίνεται όμως με τα βαρέα μέταλλα, τους χλωριωμένους υδρογονάνθρακες και πολλές άλλες τοξικές ουσίες που περιέχουν τα υγρά απόβλητα; Μειώνεται με το βιολογικό καθαρισμό το ρυπαντικό φορτίο των ουσιών αυτών; Η απάντηση είναι ΟΧΙ. Σίγουρα όμως υπάρχουν συστήματα και μέθοδοι επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων που μπορούν να εξασφαλίσουν πλήρη καθαρισμό. Όμως το κόστος αυτών των συστημάτων και η

περίπλοκη τεχνολογία τους τα καθιστούν για χώρες όπως η Ελλάδα σχεδόν απλησίαστα.

5.2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΕ ΥΔΡΟΒΙΑ ΦΥΤΑ ΣΤΟ ΟΚΛΑΝΤΣ ΠΑΡΚ.

- Κάθε σύστημα έχει σχεδιαστεί για τις ειδικές ανάγκες των χρηστών του.
- Μια καλή ποιότητα αποβλήτων, καλύτερη από τα συμβατικά, μηχανικά συστήματα.
- Παραγωγή κόμποστ από τη λάσπη των αποβλήτων.
- Ελάχιστη χρήση γης, κατά προσέγγιση 1-2 τ.μ. για κάθε άτομο.
- Ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις, που μπορούν να καλυφθούν και από εναλλακτικές μορφές ενέργειας.
- Αναβαθμισμένο τοπίο το οποίο μπορεί να συνδυαστεί και να ομορφύνει το περιβάλλοντα χώρο.
- Εκπαιδευτικά πλεονεκτήματα.
- Απλή και χαμηλού κόστους συντήρηση που μπορεί να γίνει από έναν κηπουρό.

Ακόμη τα συστήματα του Όκλαντς Παρκ και γενικά στα φυσικά συστήματα, δημιουργείται ένα φυσικό περιβάλλον για πολλά άγρια πουλιά, για υδρόβια ζώα και ψάρια.

Τα συστήματα του Οκλαντ Παρκ είναι παραπάνω από περιβαλλοντικώς φιλικά, είναι ένας δεσμός μεταξύ του ανθρώπου και του περιβάλλοντος.

Τα φυσικά συστήματα δουλεύουν μαζί με τις αρχές ύδρευσης και όχι εναντίον τους.

Ακόμη μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αυξήσουν την απόδοση των ήδη υπάρχοντων συμβατικών συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων.

5.3. ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗ ΛΥΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ.

Αν συνεχίσουμε να βαδίζουμε με τις τεχνοκρατικές αντιλήψεις, δε μας μένει πολύ καιρός ακόμη, οδηγούμαστε σε αδιέξοδα. Η αντίληψη που επικρατεί στο δυτικό τρόπο σκέψης είναι να "λύνει" τα προβλήματα εξαφανίζοντας τα συμπτώματα, χωρίς να εξετάζει τις αιτίες των προβλημάτων.

Η βασική πηγή των προβλημάτων μας είναι ο τρόπος σκέψης μας. Ο τρόπος με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τη ζωή τα πράγματα, τη φύση.

Από τη "ρύπανση", του μυαλού μας, ξεκινάει η ρύπανση του περιβάλλοντος χώροι, ποτάμια, θάλασσες, καταστροφή δασών, καταστροφή όζοντος, εγκληματικότητα, κ.λ.π.

Αν δεν αλλάξουμε τον τρόπο σκέψης μας κανένα σύστημα καθαρισμού δεν θα λύσει το πρόβλημα της ρύπανσης. Τα

φυσικά συστήματα είναι ένα μέσο για να δουλέψουμε στο μυαλό μας, αλλά και στην πράξη τη συνεργασία μας με τη φύση και να γνωρίσουμε τις δυνατότητές της.

Αυτό είναι μόνο η αρχή για μια άλλη στάση ζωής που λέγεται "επιστροφή" στη "φύση".

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Εφημερίδα "ΤΑ ΝΕΑ" , 21 Νοεμβρίου 1990
"Υάκυνθοι εναντίον λυμάτων" του Τάκη Καμπύλη
2. ΕΛ.ΚΕ.ΠΑ Παράρτημα Λάρισας, εργασία
"ΧΡΗΣΗ ΥΔΡΟΒΙΩΝ ΦΥΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ ΥΓΡΩΝ
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ" Συντονιστής Τσιρίκογλου Θεόδωρος Λάρισα
1993.
3. Ενημερωτικό έντυπο του Πολυτεχνείου του Πόρτσμουθ
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING PORTSMOUTH
POLYTECHNIC υπόψη Dr. JOHN E BUTLER
Burnaby Building, Burnaby Road, Portsmouth,
Hants PO1 3QL UK. Τηλ.: (0705) 827681
4. Περιοδικό ΟΙΚΟΤΟΠΙΑ, Χρήση φυτών για τον καθαρισμό
υγρών αποβλήτων των Νίκο Νικολαΐδη και Παναγιώτη
Σαΐνατούδη, τεύχος 17 Μάρτιος 1992.
5. Ενημερωτικά έντυπα του "CAMP HILL WATER"
CAMP HILL WATER OAKLANDS PARK, NEWNHAM-ON-SEVERN,
Glos GL14 1EF Τηλ. και Φαξ (0594) 516063
6. Uwe Burka, Peter C. Lawrence, "A New Community
Approach to wastewater Treatment with Wigher Aquatic
Plants" Proc Artificial Wettlands Conference,
WRC/IAWPRC, Cambridge 1990.

7. Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Πανελλήνιο επιστημονικό συνέδριο "προστασία πειρβάλλοντος και γεωργική παραγωγή" . Θεσσαλονίκη 21-22-23 Μάρτη 1989 Β' τόμος σελ. 591-610
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΕ ΒΡΑΔΕΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥΣ ΣΤΟ ΕΛΑΦΟΣ" εισηγητής Α.Αγγελάκη.
8. ΤΕΙ Λάρισας, σχολή τεχνολόγων γεωπόνων, τμήμα γεωργικών μηχανημάτων και αρδεύσεων. Σεμινάριο με θέμα: Καθαρισμός λυμάτων με την χρήση του άγριου ζουμπουλίου (υδρουακύνθου). Του σπουδαστή: Ρούσσο Ηλιόδωρο - Αγγελο, Λάρισα 1992.
9. Reed, S.C., Middlebrooks, E.J., and Crifes, R.W. Natural Systems for Water Management and Treatment, McGraw Hill Book Co New York, NY, 1987
10. Reed, S.C., and Crites, R.W. Handbook of Land Treatment Systems for Industrial and Municipal Wastes, Noyes Publications, Park Ridge, N.J., 1984
11. Herskowitz, J. Town Of Listowel Artificial Marsh Project Final Report, Project No 128RR, Ontario Ministry of Environment, Toronto Ontario, L095.
12. Boon, A.G. Report of a Visit by Members and staff of WRC to Germany to Investigate the Root Zone Method for Treatment of Wastewaters, Water Research Centre, Stevenage, England, August 1985.
13. Gersberg, R.M., Elkins, B.V., Lyons, S.R., and Goldman, C.R. Role of aquatic plants in wastewater treatment by artificial wetlands, Water Res.,

- 20: 363-367, 1985.
14. Watson, J.T., Diodato, F.D., and Lauch, M. Design and Performace of the Artificial Wetlands wastewater Treatment Plant at Iselin, Pennsylvania, In: Aquatic Plants For Water Treatment and Resource Recovery, Magnolia Publishing, Inc., Orlando, FL, 1987.
 15. U.S. Environmental Protection Agency (E.P.A.) Land Treatment of Municipal Wastewater: Process Design Manual U.S. EPA - 625/1-81-013 Center For Envir, Res Infor. Cincinnati, Ohio 1981
 16. Οικολογικός κύκλος, Τεύχος 1 καλοκαίρι 1991 σελ. 26-33, περιοδική έκδοση του Environmental School, American Hellenic College IAS.
Άρθρο του κ. Κώστα Καρπαδάκη, Weribee Farm - Το αποχετευτικό σύστημα της Μεμβούρνης και η διαχείριση των λυμάτων της με φυσικές διεργασίες.
 17. Siedel, Happel, Grave (1978) Contributions to the Re-vitalisation of Wastes Proc. National Conference on Municipal and Industrial Sludge Utilisation and Disposal, State of New Jersey.
 18. Lawrence Banks, Scott Davis (1983). Desiccations and Treatment of Sewage Sludge and the mical slimes with the aid of Higher Plands.
Max - Planck Gesellschaft.

19. Γρηγ. Π. Μαρκαντωνάτος, Στοιχεία Υγιεινής Περιβάλλοντος και Υγειονομικής Μηχανικής Ρύπανσης του Περιβάλλοντος.

Υδρευση, αποχέτευση, απορρύματα, ατμόσφαιρα, θόρυβος, διάφορα.

Αθήνα 1984