



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

**«ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΙΑΥΣ: ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΚΑΙ ΛΥΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΕΥΑ ΧΑΝΙΩΝ»**



του Δημήτρη Βιριράκη ΠΜ-ΑΠΘ

Τριμελής επιτροπή

Επιβλέπων καθηγητής: κ. Γκέκας Βασίλειος

Μέλη καθηγητές: κ. Γ. Καρατζάς, κ. Κ. Συνολάκης

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2008

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Πρώτα από όλα θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον καθηγητή κύριο Βασίλη Γκέκα για τη συνεργασία και βοήθεια που μου πρόσφερε κατά τη διάρκεια του πειραματικού μέρους της μεταπτυχιακής διπλωματικής μελέτης μου , καθώς και την καθοδήγηση του κατά τη συγγραφή της τελευταίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές κ. Κώστα Συνολάκη και τον Πρόεδρο του Τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος κ. Γιώργο Καρατζά για την αποδοχή πρόσκλησης συμμετοχής τους στη διόρθωση και βαθμολόγηση της μεταπτυχιακής διπλωματικής μελέτης μου.

Δημήτρης Γ. Βιριράκης,

Χανιά

Δεκέμβριος 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 5

1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΕΚΤΑΣΗ.....	5
1.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
1.3 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΙΛΥΟΣ.....	6

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 8

2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ..	8
2.1.1 ΗΛΙΑΚΗ ΞΗΡΑΝΣΗ	8
2.1.2 ΘΕΡΜΙΚΗ ΞΗΡΑΝΣΗ	10
2.1.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΑΣΒΕΣΤΟΠΟΙΗΣΗ.....	13
2.1.4 Η ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ	20
2.1.5 Η ΕΔΑΦΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ.....	23
2.1.6 Η ΠΥΡΟΛΥΣΗ.....	37
2.1.7 Η ΑΝΑΜΙΞΗ ΜΕ ΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ.....	39

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 41

3.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΠΟΛΕΩΣ ΧΑΝΙΩΝ.....	41
3.1.1 ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	41
3.1.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	48
3.1.3 ΥΠΟΜΝΗΜΑ	50

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 52

ΣΕΝΑΡΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΙΛΥΟΣ ΤΟΥ Κ.Ε.Λ ΤΗΣ ΔΕΥΑΧ 52

4.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	52
4.1.1 ΑΣΒΕΣΤΟΠΟΙΗΣΗ.....	53
4.1.2 ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ	56
4.1.3 ΞΗΡΑΝΣΗ	58
4.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ.....	61
4.3 ΤΕΛΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΕΥΑ ΧΑΝΙΩΝ.....	54
4.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ.....	55

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 64

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εδώ και μεγάλο χρονικό διάστημα έχει δημιουργηθεί το ερώτημα αν η ιλύς των αστικών λυμάτων πρέπει να απορρίπτεται ή να αξιοποιείται. Η ιλύς αποτελεί ένα υλικό πλούσιο σε οργανική ουσία και με πολύ καλή λιπασματική αξία , η οποία μπορεί να συνεισφέρει στην βελτίωση των Ελληνικών καλλιεργήσιμων εδαφών.

Η κακή διαχείριση της λυματολάσπης είναι ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα με αποτέλεσμα οι αγρότες να είναι επιφυλακτικοί για τη χρήση της ιλύος. Οι εναλλακτικές μέθοδοι επεξεργασίας της ιλύος έρχονται να εξαλείψουν το πρόβλημα αυτό.

Στο Κεντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Χανίων αναζητήθηκε στην παρούσα εργασία η προσφορότερη μέθοδος επεξεργασίας και διαχείρισης της ιλύος , με βάση τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας του τις υπάρχουσες οικονομικές και τεχνικές δυνατότητες της ΔΕΥΑΧ και τη διαθέσιμη έκταση για την ανάπτυξη μιας εκ των διαδεδομένων μεθόδων. Βεβαίως ο σημαντικότερος παράγοντας είναι εκ των πραγμάτων, το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας της λύσης που θα επιλεγεί.

Με βάση τα παραπάνω, προτείνεται ως προσωρινή λύση και μέχρι την επιλογή οριστικής λύσης σε επίπεδο νομού η Περιφέρειας, η ασβεστοποίηση της ιλύος και διάθεση της μετά από σταθεροποίηση στον ΧΥΤΥ Κορακιάς Ακρωτηρίου ως υλικό επικάλυψης.

Η λύση αυτή πληροί τις προδιαγραφές της ελληνικής νομοθεσίας και έχει ελάχιστες περιβαλλοντικές οχλήσεις ,με αποδεκτό λογιστικό και κοινωνικό κόστος. Επι πλέον τεχνικά είναι άμεσα εφαρμόσιμη και δεν χρειάζεται μακρόχρονες διαδικασίες χωροθέτησης και αδειοδότησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΕΚΤΑΣΗ

Στην παρούσα εργασία συγκρίνονται και αξιολογούνται οι κατωτέρω μέθοδοι επεξεργασίας της κατεργασμένης βιολογικής ιλύος (λυματολάσπης) μετά την πάχυνση και τη σταθεροποίηση:

1. Η ηλιακή ξήρανση
2. Η ξήρανση τυμπάνου
3. Η ασβεστοποίηση
4. Η κομποστοποίηση
5. Η εδαφική διάθεση
6. Η πυρόλυση (καύση)
7. Η ανάμιξη με ιπτάμενη τέφρα

Στη συνέχεια προκρίνονται κάποιες από αυτές ως οι καταλληλότερες για το Νομό Χανίων και παρέχονται τεχνικοοικονομικά στοιχεία. Ο απώτερος στόχος είναι η συμβολή στην επίλυση ενός δυσχερούς προβλήματος που αντιμετωπίζει όχι μόνον η Κρήτη αλλά και ολόκληρη η χώρα μας, και φυσικά το να ξεφύγουμε από την ταφή και τα ΧΥΤΑ , στην πράξη ΧΑΔΑ, και στο τέλος να έχουμε ταφή μόνον υπολειμμάτων των ανωτέρω διεργασιών, ΧΥΤΑ.

Η παρούσα εργασία λοιπόν δεν είναι απλά και μόνο μια βιβλιογραφική σύνθεση αλλά περιέχει στοιχεία από την πολυετή πείρα του γράφοντος και τεχνικοοικονομικές θεωρήσεις.

1.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από τις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ) οι οποίες αυξήθηκαν στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια παράγεται σημαντική ποσότητα ενεργού ιλύος. Το μέγεθος και τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων που επεξεργάζονται σε μία ΕΕΛ είναι οι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν την ποιότητα και την ποσότητα της

παραγόμενης ιλύς από αυτή. Σε κάθε περίπτωση μίας ΕΕΛ πρόβλημα στη διάθεση της ιλύος δημιουργούν η παρουσία των οργανικών ουσιών και η παθογόνοι οργανισμοί. Τα προβλήματα που μπορούν να εμφανιστούν από την παρουσία τους είναι η πιθανή δημιουργία οσμών, προβλημάτων αστάθειας στο σώμα του ΧΥΤΑ , περιβαλλοντολογικών επιπτώσεων και επιπτώσεων στη δημόσια υγεία.

Η υπάρχουσα νομοθεσία τόσο σε εθνικό όσο και σε Ευρωπαϊκό επίπεδο που σχετίζεται με τη διαχείριση, τη διάθεση και την ανακύκλωση της ιλύος, αναφέρεται σε προδιαγραφές και σε όρια που επικεντρώνονται στην σταδιακή μείωση του οργανικού φορτίου στερεών αποβλήτων που διατίθενται σε ΧΥΤΑ.

Η επαναχρησιμοποίηση της ιλύος σε σχέση με τη διάθεση της σε ΧΥΤΑ προτιμάται εμφανέστερα μέσα από τις Εκθέσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η προτίμηση αυτή έχει ως αποτέλεσμα την αναγκαία υιοθέτηση εναλλακτικών τρόπων επαναχρησιμοποίησης ή και διάθεσης της ιλύος και εν κατακλείδι σταθεροποίησης της.

Οι θερμικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση του νερού στην ιλύς που παράγεται από τις ΕΕΛ μειώνουν το κόστος μεταφοράς αυτής κατά τη διάθεση της, καθώς επίσης οδηγούν σε σταθεροποιημένο και υγιεινοποιημένο τελικό προϊόν βιοστερεών (θέρμανση άνω των 50° C). Παρόλα αυτά, οι θερμικές μέθοδοι απαιτούν μεγάλα ποσά ενέργειας και η πολυπλοκότητα ανάλογα με τη μέθοδο αυξάνει το κόστος λειτουργίας.(3)

1.3 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΙΛΥΟΣ

Η διαχείριση της ιλύος που παράγεται από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων πριν τη διάθεσή της σε ΧΥΤΑ είναι υποχρεωτική πλέον σύμφωνα και με νομοθετικές ρυθμίσεις (1999/31/ΕΕ,2003/33/ΕΕ, Κ.Υ.Α.29407/3508/2002), έτσι ώστε να γίνεται δραστική μείωση του οργανικού κλάσματός της, οπότε και οι επιπτώσεις της στο περιβάλλον.

Τα όρια και οι προδιαγραφές που έχουν θεσπιστεί ως τώρα από τη νομοθεσία σχετικά με τη διαχείριση, απόρριψη και ανακύκλωση ιλύος (οδηγία 86/278/ΕΕ), εστιάζουν κυρίως στη γεωργική χρήση της σε εθνικό και Ευρωπαϊκό επίπεδο.

Συγκεκριμένα, η οδηγία 86/278/ΕΕ, θέτει χαμηλά όρια για αρκετά βαρέα μέταλλα περιεχόμενα στη λάσπη από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων και τυπικές τιμές αυτών των μετάλλων από μετρήσεις δειγμάτων που έγιναν σε 15 κράτη-μέλη. Πέρα όμως από τα βαρέα μέταλλα, η οδηγία αυτή δεν προβλέπει όρια σχετικά με παθογόνους μικροοργανισμούς που μπορεί να περιέχονται στη λάσπη και επίσης περιλαμβάνει μικρές απαιτήσεις για τις διεργασίες επεξεργασίας της λάσπης. Στην Ελλάδα η συγκεκριμένη οδηγία έχει ενσωματωθεί στη νομοθεσία με ελάχιστες διαφοροποιήσεις. Λόγω των ελλείψεών της τείνει να αντικατασταθεί από μια βελτιωμένη νομοθεσία, η οποία θα εστιάζει περισσότερο στην προστασία του εδάφους. Έτσι, στο τρίτο σχέδιο αναθεώρησης της Οδηγίας 86/278/ΕΕ τίθενται όρια και για το μικροβιακό φορτίο της λάσπης και ειδικότερα καθορίζονται δύο είδη υγειονοποιημένης ιλύος:

- α) Ιλύς μετά από προηγμένη επεξεργασία και
- β) Ιλύς μετά από συμβατική επεξεργασία

Κατά την προηγμένη επεξεργασία μπορεί να γίνει:

Θερμική ξήρανση για διαμόρφωση της θερμοκρασίας της ιλύος στους 800° C και μείωση της περιεχόμενης υγρασίας σε ποσοστό λιγότερο του 10%.

Θερμοφιλική αερόβια σταθεροποίηση στους 550° C σε αντιδραστήρες διακοπτόμενης λειτουργίας για 20 ώρες.

Θερμοφιλική αναερόβια σταθεροποίηση στους 530° C σε αντιδραστήρες διακοπτόμενης λειτουργίας για 20 ώρες.

Θερμική επεξεργασία της ιλύος στους 700° C για τουλάχιστον 30 λεπτά και εν συνεχεία μεσοφιλική χώνευση στους 350° C, με χρόνο παραμονής τουλάχιστον 12 μέρες.

Χημική επεξεργασία με ένυδρο ασβέστη για διατήρηση του pH>12 για την περίοδο τριών μηνών.

Χημική επεξεργασία με ξηρό ασβέστη για διατήρηση του pH>12 για περίοδο δύο ωρών στους 550° C.(3)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ

2.1.1 ΗΛΙΑΚΗ ΞΗΡΑΝΣΗ



Εικόνα 2.1.1α Ξηραμένη ιλύς



Εικόνα 2.1.1 β Θερμοκήπιο ξήρανσης

Η πιο οικονομική και φιλική προς περιβάλλον μέθοδος απομάκρυνσης νερού από την ιλύ είναι η ηλιακή ξήρανση. Η μέθοδος αυτή προτιμάται για εγκαταστάσεις που παρουσιάζουν μικρή δυναμικότητα, εποχικές διακυμάνσεις στην παραγωγή ιλύος και βρίσκονται σε περιοχές με μεγάλης διάρκειας ηλιοφάνεια.

Η ηλιακή ξήρανση αποτελεί μια απλή μέθοδο και βασίζεται στην επαφή του συνεχώς ανανεώσιμου αέρα και της ιλύος. Η ιλύς διαστρώνεται σε μια επιφάνεια από μπετόν και αναδεύεται μηχανικά, κάτω από ένα θερμοκήπιο. Η ιλύς θερμαίνεται μέχρι, εντός του θερμοκηπίου, να εξασφαλισθεί η θερμοκρασία εξάτμισης του νερού από την επιφάνεια της. Ο αέρας παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην απομάκρυνση του νερού διότι κατά την είσοδο του στο θερμοκήπιο αναθερμαίνεται, αποκτώντας μεγάλη δυναμικότητα προσρόφησης νερού και διευκολύνοντας τη μεταφορά του

νερού που εξατμίζεται. Σε περίπτωση που η ΕΕΛ διαθέτει διεργασία αναερόβιας χώνευσης από το παραγόμενο βιοαέριο, στα συστήματα ηλιακής ξήρανσης μπορεί να προστεθεί εξωτερική θερμότητα με στόχο την αύξηση της αποδοτικότητάς του ή μείωση του απαιτούμενου χώρου κατά την κατασκευή.

Τα θερμοκήπια αποτελούν κατασκευές από γαλβανισμένη ατσάλινη κατασκευή υποστήριξης και καλυπτόμενες είτε από πολυμερές είτε από γυαλί. Εσωτερικά, τα θερμοκήπια περιέχουν αισθητήρες καταγραφής των παραμέτρων παρακολούθησης (εσωτερικά και εξωτερικά) του θερμοκηπίου. Οι αισθητήρες αυτοί είναι υπεύθυνοι για τη ρύθμιση της ταχύτητας του αέρα στην επιφάνεια της ιλύος μέσω των ανεμιστήρων που είναι τοποθετημένη εντός του θερμοκηπίου.

Η ανάδευση και ο αερισμός της ιλύος είναι απαραίτητος για την εξασφάλιση μιας ικανοποιητικής ταχύτητας ξήρανσης, μιας αποτελεσματικής ομογενοποίησης και αποφυγής σχηματισμού αναερόβιων ζωνών (ανάπτυξη δυσάρεστων οσμών). Η ανάδευση στα θερμοκήπια πραγματοποιείται με διάφορους τρόπους. Οι κυριότεροι από αυτούς είναι η χρήση ρομπότ, κινούμενων οχημάτων ή μηχανισμών στερεωμένων στα τοιχία του θερμοκηπίου. Οι τελευταίοι αυτοί μηχανισμοί κινούνται παράλληλα στο δάπεδο του θερμοκηπίου και ταυτόχρονα περιστρέφονται αναδεύοντας την ιλύς.

Επιπλέον, τα θερμοκήπια ελέγχονται από κεντρικό PLC σύστημα. Το σύστημα αυτό έχει την ιδιότητα να παρακολουθεί τις καταγεγραμμένες, από τους αισθητήρες, παραμέτρους εσωτερικά και εξωτερικά του θερμοκηπίου (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα του αέρα, ηλιακή ακτινοβολία κ.α.). Τέλος, επεξεργαστές χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των βέλτιστων συνθηκών διεργασίας, τον έλεγχο καθώς και την παρακολούθηση όλων των στοιχείων ελέγχου (π.χ. εξαερισμός σύστημα ανάδευσης κ.α.).

Είναι σημαντικό να αναφερθεί, πρώτον, ότι το ποσοστό απομάκρυνσης του νερού από την ιλύ με τη μέθοδο της ξήρανσης είναι τουλάχιστον 70% το οποίο μεταφράζεται σε μείωση του όγκου των προς διάθεση βιοστερεών κατ' ελάχιστο σε 1/3 του αρχικού. Δεύτερον, η ιλύς υγιεινοποιείται και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό εξαιτίας της ανάπτυξης θερμοκρασιών άνω των 50°C (μέθοδος είδη εφαρμοζόμενη στην Καλιφόρνια των Η.Π.Α). Τέλος, η υψηλή θερμογόνος δύναμη

των βιοστερεών, τα καθιστά κατάλληλα για την χρήση τους ως καύσιμα σε επακόλουθη θερμική επεξεργασία.

Παράλληλα με όλα αυτά δεν πρέπει να παραλειφθεί το κόστος της μεθόδου ξήρανσης. Με την προϋπόθεση ότι η ηλιακή ακτινοβολία χρησιμοποιείται ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας τόσο το κόστος επένδυσης της όσο και το κόστος λειτουργίας και συντήρησης της είναι χαμηλό. Η απλή λειτουργία, η πλήρως αυτοματοποίησή της καθώς και η εύκολη αναβάθμισή τους είναι μερικά από τα πλεονεκτήματα της ηλιακής ξήρανσης. Η πιθανότητα ανάπτυξης δύσοσμων αερίων στην Χώρα μας δε μπορεί να αποκλειστεί λόγω των υψηλών θερμοκρασιών. Όμως το πρόβλημα αυτό μπορεί να αποφευχθεί με την χρήση συστημάτων απόσμησης.

Επομένως συμπεραίνεται ότι η ηλιακή ξήρανση αποτελεί μια οικονομική αλλά και φιλική για το περιβάλλον μέθοδο σταθεροποίησης της ιλύος. Η αποδοτικότητα της μεθόδου αυτής αναμένεται υψηλή σε μια χώρα με ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες όπως η Χώρα μας.(3)

2.1.2 ΘΕΡΜΙΚΗ ΞΗΡΑΝΣΗ

Η θερμική ξήρανση αποτελεί μια σημαντική μέθοδο σταθεροποίησης της ιλύος διότι εξασφαλίζει μια ριζική λύση για τη μείωση του προβλήματος της λυματολάσπης. Η ξήρανση εξατμίζει το νερό που είναι δεσμευμένο χημικά ενδοκυτταρικά και δεν απομακρύνεται από τη μηχανική αφυδάτωση με αποτέλεσμα να προκύπτει ένα ξηρό προϊόν το οποίο μπορεί να μεταφερθεί και να αποθηκευτεί με αρκετά εύκολο τρόπο. Επιπλέον μειώνοντας τον όγκο εξασφαλίζεται η σταθεροποίηση του οργανικού φορτίου αποφεύγοντας και την αλλοίωση της βιομάζας. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τη μέθοδο της θερμικής ξήρανσης είναι το τύμπανο ξήρανσης, το σύστημα ξήρανσης ρευστοποιημένης κλίνης και τα ξηραντήρια μεταφορικής ταινίας.



Το μεγαλύτερο ποσοστό της ξηραμένης από θερμική επεξεργασία λάσπης χρησιμοποιείται ως γεωργικό λίπασμα. Παρόλα αυτά η ξηραμένη λάσπη μπορεί να αποτελέσει ένα εναλλακτικό καύσιμο, μειώνοντας τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα.

Τύμπανο ξήρανσης, Drum Drying System(DDS)

Η τεχνολογία αυτή βασίζεται στην χρήση τύμπανου τριών διελεύσεων που επιτυγχάνει την εξάτμιση του νερού σε μηχανικά αφυδατωμένη λάσπη. Το τύμπανο αποτελείται από τρεις ομοαξονικούς κυλίνδρους. Για τη καλή λειτουργία του τύμπανου, πρέπει να εξασφαλίζεται ότι η τροφοδοσία θα παραμένει περίπου σε 65% ξηρά στερεά (DS). Για να επιτευχθεί αυτό το ποσοστό η αφυδατωμένη λάσπη αναμειγνύεται με κάποια ποσότητα λάσπης που έχει ξηραθεί. Το τύμπανο περιστρέφεται αργά, μ' αποτέλεσμα ο θερμός αέρας παρασύρει τη λάσπη από το εσωτερικό στο μεσαίο και συνέχεια στο τρίτο κύλινδρο. Μετά από την διέλευση της λάσπης από το τύμπανο, το νερό των σχηματιζόμενων κόκκων (ξηρό ποσοστό ίσο ή μεγαλύτερο του 90%).

Σε επόμενο στάδιο, οι κόκκοι συμπαρασυρόμενοι από το κινούμενο αέρα κατευθύνονται στον προδιαχωριστήρα και τον πολυκυκλώνα. Ο προδιαχωριστήρας χρησιμοποιείται με σκοπό το διαχωρισμό των κόκκων από τον αέρα και με τη βοήθεια ενός συστήματος ψύξης οι κόκκοι απορρίπτονται ως τελικό προϊόν. Στη συνέχεια ο αέρας (θερμός και ψυχρός) συμπυκνώνεται και το μεγαλύτερο μέρος του αναδιοχετεύεται στον κλίβανο με σκοπό την επαναθέρμανσή του σε θερμοκρασία που απαιτεί το σύστημα ενώ η υπόλοιπη ποσότητα του αέρα οδηγείται σε σύστημα επεξεργασίας απαερίων. Για τη θερμική ξήρανση της λάσπης χρησιμοποιούνται ως πηγές ενέργειας το φυσικό αέριο, το βιοαέριο και το πετρέλαιο καθώς και περίσσεια θερμικής ενέργειας. Η πρώτη εγκατάσταση τύμπανου ξήρανσης λειτούργησε το 1974. Ανά τον κόσμο υπάρχουν 90 τέτοιες εγκαταστάσεις και η μεγαλύτερη από αυτές λειτουργεί στη Σιγκαπούρη.

Fluidized Bed Drying System (FDS) - Σύστημα ξήρανσης ρευστοποιημένης κλίνης

Η τεχνολογία αυτή βασίζεται στη κίνηση των κόκκων που επιτυγχάνεται με ρεύμα αέρα μέσα από την ακατέργαστη λάσπη. Ο αέρας, ο οποίος διοχετεύεται ομοιόμορφα σε όλο το πλάτος του ξηραντήρα, δημιουργεί μία ρευστοποιημένη κλίνη από ξηρούς κόκκους. Με αυτό τον τρόπο προκαλείται ελεύθερη κίνηση και ταυτόχρονη ανάμιξη των κόκκων. Η ρευστοποιημένη κλίνη χωρίζεται σε τρία τμήματα, στο διαμέρισμα κατανομής αέρος, στο μεσαίο διαμέρισμα (εναλλάκτης θερμότητας) και στο κέλυφος

ξηραντήρα. Το μεσαίο τμήμα περιλαμβάνει τον εναλλάκτη θερμότητας που βρίσκεται εμβαπτισμένος στη ρευστοποιημένη κλίνη.

Η ενέργεια που απαιτείται για την εξάτμιση του νερού της λάσπης μεταφέρεται από αυτόν με τη χρήση ατμού ή λαδιού. Επίσης, το κέλυφος ξηραντήρα λειτουργεί σε κλειστό σύστημα αδρανούς αερίου. Το ανακυκλωμένο αέριο με την έξοδο του μεταφέρει το εξατμισμένο νερό και το λεπτότερο υλικό. Οι κόκκοι ξηραμένοι και απαλλαγμένοι από τη σκόνη εξέρχονται διαμέσου μιας οπής από τη ρευστοποιημένη κλίνη και στη συνέχεια ψύχονται σε θερμοκρασία κάτω από 40°C. Η ψύξη πραγματοποιείται από μια δονούμενη μονάδα ψύξης με σκοπό τη διάθεση των κόκκων για περαιτέρω χρήση. Ανά τον κόσμο υπάρχουν 40 περίπου συστήματα ξήρανσης ρευστοποιημένης κλίνης με μεγαλύτερη μονάδα να λειτουργεί στην Ολλανδία (11 τόνους αφυδατωμένης λάσπης /ώρα).

Ξηραντήριο μεταφορικής ταινίας- Belt Drying System (BDS)

Η τεχνολογία αυτή αποτελεί μια καινούρια σχετικά μέθοδο θερμικής ξήρανσης. Το σύστημα αυτό αποτελείται από μια μεταφορική ταινία και βασίζεται στη ροή του αέρα ενδιάμεσα από τους κόκκους, οι οποίοι είναι κατανομημένοι ισομερώς επί της ταινίας. Πλεονέκτημα αυτού του συστήματος ξήρανσης έναντι των DDS και FDS συστημάτων αποτελεί η μη απαίτηση αδρανοποίησης μέσα στο ξηραντήρα, εξαιτίας της χαμηλής θερμοκρασίας και της απουσίας της σκόνης κατά τη λειτουργία του συστήματος. Οι πηγές ενέργειας οι οποίες χρησιμοποιούνται σε αυτό το σύστημα ξήρανσης είναι πρωτογενούς και δευτερογενούς προέλευσης μ' αποτέλεσμα να του προσδίδεται ένα επιπλέον πλεονέκτημα.

Επομένως, οι πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι άμεση θέρμανση με καυστήρα, έμμεση θέρμανση με καυστήρα και εναλλάκτη θερμότητας και έμμεση με εναλλάκτη θερμότητας.

Eco-Dry επεξεργασία ξήρανσης

Το σύστημα αυτό λειτουργεί χωρίς την χρήση πρωτογενούς ενέργειας, βασιζόμενο στην χρησιμοποίηση της ξηραμένης λάσπης ως καύσιμο σε κλίβανο τύπου κυκλώνα με σκοπό την εξασφάλιση της ενέργειας που απαιτείται από το σύστημα. Ουσιαστικά με τη συγκεκριμένη μέθοδο ως πηγή ενέργειας χρησιμοποιείται μόνο η καύση της λάσπης. Η τέφρα της λάσπης μετά από τη καύση διατίθεται σε ασφαλτόστρωση δρόμων ή για απόρριψη στο έδαφος (πληρώνοντας όλες τις αυστηρές προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας). (3)

2.1.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΑΣΒΕΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Γενικά

Η επεξεργασία της ασβεστοποίησης της ιλύς βασίζεται στη προσθήκη οξειδίου του ασβέστη(CaO) ή ασβέστη σε ένυδρη μορφή (Ca(OH)_2). Η επεξεργασία με ασβέστη ουσιαστικά προσδίδει στην ιλύ υψηλό pH το οποίο διασφαλίζει την αποφυγή ανάπτυξης μικροοργανισμών. Με την προσθήκη CaO στην ιλύ εκτός από το υψηλό pH παρατηρείται και αύξηση της θερμοκρασίας εξαιτίας της εξώθερμης αντίδρασης του οξειδίου του ασβέστη με το νερό. Σε αντίθεση με τη προσθήκη του Ca(OH)_2 , η οποία προκαλεί μόνο αύξηση του pH μειονεκτώντας έναντι της προσθήκης του CaO που έχει σύμμαχο τη θερμοκρασία καταστρέφοντας μεγάλο ποσοστό του μικροβιακού φορτίου. Επομένως με τη προσθήκη του Ca(OH)_2 πρέπει να διατηρείται το pH υψηλό για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Η παραγόμενη ιλύς καθίσταται υγιεινοποιημένη και απαλλαγμένη από οσμές μετά από υπαίθρια αποθήκευση 2 εβδομάδων, στη περίπτωση προσθήκης ασβέστη σε ένυδρη μορφή σύμφωνα από συμπεράσματα ερευνητικών προγραμμάτων που διεξάχθηκαν στην εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Θεσσαλονίκης που ακολουθεί αυτή τη μέθοδο ασβεστοποίησης.



Τα χημικά και φυσικά χαρακτηριστικά της ιλύος τροποποιούνται με την προσθήκη ασβέστη (CaO ή Ca(OH)_2) εξαιτίας χημικών αντιδράσεων που προκαλούνται. Οι αλλαγές που πραγματοποιούνται στα χαρακτηριστικά της ιλύος είναι οι εξής:

Αύξηση του pH του μίγματος (ιλύς και ασβέστης)

Το pH του μίγματος αυξάνεται επειδή το $\text{Ca}(\text{OH})_2$ είναι αλκαλικό προϊόν. Στην περίπτωση προσθήκης CaO η αύξηση του pH οφείλεται στην αντίδραση του CaO με το νερό δίνοντας ως τελικό προϊόν το $\text{Ca}(\text{OH})_2$.



Αύξηση της θερμοκρασίας του μίγματος

Όπως προαναφέρθηκε η αύξηση της θερμοκρασίας παρατηρείται μόνο με την προσθήκη CaO λόγω αντίδρασης του με το νερό. ($\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + 15 \text{ kcal}$)

Καταστροφή μικροβιακού φορτίου στις συνθήκες υψηλού pH και θερμοκρασίας – Προστασία από βιολογικούς κινδύνων (εντόμων κ.α.)

Η καταστροφή των μικροοργανισμών οφείλεται στο γεγονός ότι σε pH άνω του 12 η μεμβράνη τους καταστρέφεται. Επίσης σε τόσο υψηλό pH παρουσιάζεται και η ιλύς να γίνεται μη ελκυστική για κουνούπια, μύγες κ.α. έντομα. Το pH διατηρείται σε αυτό το επίπεδο για μεγάλο χρονικό διάστημα λόγω της χαμηλής διαλυτότητας του ασβέστη με αποτέλεσμα να παραμένει στην ιλύ και να διαλυτοποιείται σταδιακά. Επομένως, όσο παραμένει το περιβάλλον αυτό, η ανάπτυξη των μικροοργανισμών παρεμποδίζεται και η παρουσία των μακροοργανισμών αποφεύγεται.

Δέσμευση των βαρέων μετάλλων ως αδιάλυτων συστατικών

Επιπλέον, σε αλκαλικά περιβάλλον η κατακρήμνιση των βαρέων μετάλλων που βρίσκονται στην ιλύς υποβοηθείται ,καθώς επίσης η διαλυτότητα και η κινητικότητα τους περιορίζεται.

Μείωση του ποσοστού υγρασίας του μίγματος

Η μείωση της υγρασίας συνεπάγεται αύξηση των στερεών της ιλύος. Η αύξηση αυτή είναι ανάλογη με τη δόση του ασβέστη που προστίθεται εξαιτίας της παραγωγής ανθρακικού ασβεστίου CaCO_3 ως τελικό προϊόν της αντίδρασης $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

Απόσμιση της ιλύος

Η ποσότητα της οργανικής ύλης που περιέχει η ιλύς που προέρχεται από ΕΕΛ είναι σημαντική. Οργανικές ενώσεις του θείου, αμινών, γλυκολών και αρωματικών ενώσεων που συνήθως περιέχονται στην ιλύ των ΕΕΛ είναι μικρού μοριακού βάρους (τάξεως 35 g/mole) άρα και πτητικές, μ' αποτέλεσμα δημιουργία έντονων οσμών.

Με την επεξεργασία ασβεστοποίησης εξαλείφεται και αυτό το πρόβλημα μετατρέποντας τις πτητικές ενώσεις σε μη πτητικά ασβεστο-οργανικά άλατα, μ' αποτέλεσμα την απαλλαγή των οσμών από την ιλύ καθ' όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης της.

Άλλες αλλαγές στα χαρακτηριστικά της ιλύος

Με την ασβεστοποίηση παρατηρείται επίσης μείωση του όγκου της ιλύος, μείωση των οργανικών στερεών του μίγματος και βελτίωση των εδαφο-μηχανικών χαρακτηριστικών της.

Εξοπλισμός μονάδας ασβεστοποίησης

Ο εξοπλισμός που απαιτείται σε μια μονάδα ασβεστοποίησης είναι:

- Σιλό αποθήκευσης και σύστημα δοσομέτρησης του ασβέστη
- Σιλό και σύστημα δοσομέτρησης των πρόσθετων βελτιωτικών υλικών
- Ζυγιστικός ταινιόδρομος ιλύος για το προσδιορισμό του βάρους της τροφοδοτούμενης ιλύος και τον έλεγχο της δοσομέτρησης των λοιπών υλικών
- Αναμείκτης ιλύος και χημικών
- Κοχλίας ή αντλία για τη τροφοδοσία του αντιδραστήρα
- Αντιδραστήρας εμβολικής ροής
- Σύστημα απόσμησης (σε περίπτωση χρήσης CaO)
- Σύστημα ελέγχου και αυτοματισμού

Ο σχεδιασμός του συστήματος ανάμιξης ιλύος και ασβέστη επηρεάζει την απαιτούμενη δόση του ασβέστη και την ποιότητα του τελικού προϊόντος.

Πλεονεκτήματα της επεξεργασίας ασβεστοποίησης

Η μέθοδος αυτή επεξεργασίας της κατεργασμένης ιλύος αποτελεί μια απλή λύση για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που δημιουργεί η ιλύς. Η επεξεργασία αυτή δίνει ένα τελικό προϊόν το οποίο καθίσταται κατάλληλο για γεωργική χρήση ως εδαφοβελτιωτικό, ειδικά σε περιπτώσεις εδαφών με χαμηλό pH και χαμηλής περιεκτικότητας σε οργανικά στερεά. Η ποιότητα, βέβαια, εξαρτάται από την τεχνολογία που εφαρμόστηκε καθώς και από την προσθήκη χημικών ουσιών.

Η ασβεστοποίηση έναντι των άλλων μεθόδων πλεονεκτεί σε πολλά σημεία. Πρώτον, η λειτουργία του συστήματος είναι απλή, χωρίς την απαίτηση εξειδικευμένου προσωπικού. Δεύτερον, η μέθοδος αυτή είναι χαμηλής επικινδυνότητας καθώς και μικρών απαιτούμενων μέτρων ασφαλείας. Τρίτον, ο χρόνος για την υλοποίηση του έργου είναι μικρός και η αδειοδότηση ευχερής. Επίσης, οι απαιτήσεις σε χώρο είναι περιορισμένες και η λειτουργικότητα και δυναμικότητα μπορεί να μεταβληθεί ανάλογα με τις απαιτήσεις. Επιπλέον, η συντήρηση των εγκαταστάσεων και η αντικατάσταση μηχανημάτων αποτελούν εύκολες και μη χρονοβόρες διαδικασίες. Κατά τη λειτουργία του συστήματος δε παρατηρείται περιβαλλοντολογική όχληση. Τέλος, το συνολικό κόστος τόσο της επεξεργασίας όσο και το αρχικό κόστος επένδυσης δεν είναι υψηλό. Το λειτουργικό κόστος λόγω κατανάλωσης χημικών είναι συγκρίσιμο με το αρχικό κόστος επένδυσης καθώς υπάρχει ευχέρεια των απαιτούμενων υλικών στην Ελλάδα.

Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι ιδιαίτερα δελεαστική σε περιοχές, οι οποίες δεν έχουν ως κύρια δραστηριότητα τους τη γεωργία. Επομένως, σε τουριστικές περιοχές και νησιά η μέθοδος της ασβεστοποίησης πλεονεκτεί έναντι της κομποστοποίησης, η οποία απαιτεί προσθήκη κυτταρινούχων υλικών πολλαπλασιασμού καθώς επίσης και έναντι της θερμικής επεξεργασίας, εξαιτίας των υψηλών απαιτήσεων ενέργειας κατά τη ξήρανση της ιλύος (συνήθως υγρασία 85% στις περιοχές αυτές). Οι ενεργειακές αυτές απαιτήσεις δε καλύπτονται ακόμα και με τη εκμετάλλευση του βιοαερίου που αποτελεί προϊόν εγκαταστάσεων που διαθέτουν γραμμή αναερόβιας χώνευσης.

Χαρακτηριστικά ιλύος μετά από την προσθήκη ασβέστη

1. υφή αδρανούς εδαφικού υλικού

2. χαμηλή συγκέντρωση βαρέων μετάλλων (Pd, Cu, Ni, Cr, Hg, Cd, Zn) στην Ελλάδα (με εξαίρεση το Λεκανοπέδιο Αττικής)
3. περιεκτικότητα σε άζωτο και φώσφορο ίση με 4,4% και 0,6% αντίστοιχα του ολικού ξηρού βάρους της ιλύος (ικανοποιητική λιπασματική αξία)
4. η ξηρότητα της ιλύος μετά από την ασβεστοποίηση (50% ή 60%) εξαρτάται από την εφαρμοζόμενη τεχνολογία, την προσθήκη CaO ή Ca(OH)₂ και την χρήση ειδικών προσθέτων (σε μικρές αναλογίες).
5. βελτιωμένες μηχανικές ιδιότητες και συνεκτικότητα της ιλύος εξαιτίας των προσθέτων αυτών

Χρήσεις ασβεστοποιημένης ιλύος

1. Γεωργική Χρήση- Εδαφοβελτιωτικό σε όξινα εδάφη

Η μη αποδοχή της ιλύς από τους αγρότες οφείλεται στην χαμηλή της ποιότητα εξαιτίας της επεξεργασίας της με συμβατικούς μεθόδους. Η ασβεστοποιημένη ιλύς αποτελεί ένα τελικό προϊόν υγειονοποιημένο και παστεριωμένο με πολύ καλές εδαφοβελτιωτικές ιδιότητες και ιδιότητες που το καθιστά κατάλληλο για λίπασμα. Επομένως, η ασβεστοποιημένη ιλύς έρχεται να μετατρέψει την χαμηλή ποιότητα της ιλύος, ακατάλληλης για γεωργική χρήση, σε ένα προϊόν με πολύ καλές ιδιότητες για χρήση του, είτε σε αμιγώς γεωργικές εφαρμογές είτε για φυτοκάλυψη φτωχών εδαφικών εκτάσεων.

Συνεπώς, η ασβεστοποιημένη ιλύς μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιοχές της Ελλάδας εδαφών με χαμηλό pH. Με την περιοδική προσθήκη ασβεστοποιημένης ιλύος σε αυτές τις περιοχές, τα εδάφη δε θα χάσουν την καλλιεργητική τους ιδιότητα. Τέλος, η ιλύς μετά την προσθήκη ασβέστη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διόρθωση του χαμηλού pH σε περιοχές που χρειάζονται ανάπλαση, όπως παλαιά λατομεία και ορυχεία.

2. Υλικό επιχώσεων- κάλυψης ΧΥΤΑ

Η ασβεστοποιημένη ιλύς έχει βελτιωμένα εδαφοτεχνικά χαρακτηριστικά, ιδιαίτερα με την προσθήκη κατάλληλων ουσιών, που την καθιστούν κατάλληλη για χωματοουργικές εφαρμογές σχετικά χαμηλών όμως απαιτήσεων. Η ασβεστοποιημένη ιλύς διαθέτει ικανοποιητική διατμητική αντοχή και μπορεί να δημιουργήσει πρηνή απότομης κλίσης, να επιτρέψει την κυκλοφορία οχημάτων επ' αυτού κ.α.

Επιπλέον, η χρήση της ως εδαφικό υλικό ισοδύναμης υδροπερατότητας, όπως για την κατασκευή ολόσωμου χωμάτινου μικρού φράγματος ή αναχώματος συγκράτησης νερού είναι εφικτή λόγω της χαμηλής υδροπερατότητας της.

Τέλος, η χρήση της ως υλικό ημερήσιας επικάλυψης στους ΧΥΤΑ είναι επίσης κατάλληλη και ταυτόχρονα σημαντική εξαιτίας της ικανότητας της ασβεστοποιημένης ιλύος να ρυθμίζει το όξινο περιβάλλον που έχει προκληθεί από τις ζυμώσεις των απορριμμάτων (κυρίως στη φάση οξυγένεσης). Τα πλεονεκτήματα του προσδίδει η χρήση της ασβεστοποιημένης ιλύος σε ΧΥΤΑ είναι τα εξής:

1. Η αναερόβια σταθεροποίηση των απορριμμάτων πραγματοποιείται γρηγορότερα
2. Τα χαρακτηριστικά των στραγγισμάτων βελτιώνονται, όπως μείωση του BOD, των βαρέων μετάλλων κ.α.

3. Εναλλακτική καύσιμη ύλη

Η ιλύς μετά την προσθήκη ασβέστη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη ύλη όπως προαναφέρθηκε. Επομένως, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε θερμοηλεκτρικά εργοστάσια διότι μπορεί επίσης να επιταχύνει την συγκράτηση του SO₂ και CO₂ που παράγονται μετά την καύση.

Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε χαλυβουργία εξαιτίας της μεγάλης περιεκτικότητας της ασβεστοποιημένης ιλύος σε ασβέστη και άνθρακα. Τέλος, το

υλικό αυτό μπορεί να δώσει προϊόν υψηλής ποιότητας και χαμηλών εκπομπών καύσιμο αν συνδυαστεί με λιγνίτη ή άλλες μορφές άνθρακα.(3)

2.1.4 Η ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Μια από τις παλιότερες μεθόδους επεξεργασίας της ιλύος είναι η κομποστοποίηση. Η κομποστοποίηση είναι μια τεχνική η οποία βασίζεται σε μια ελεγχόμενη μίμηση και στην επιτάχυνση των διεργασιών βιολογικών αποικοδόμησης και χουμοποίησης της οργανικής ύλης που πραγματοποιούνται στη φύση. Η κομποστοποίηση πραγματοποιείται κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες υγρασίας, pH, θερμοκρασίας, αναλογίας θρεπτικών στοιχείων καθώς και παρουσία οξυγόνου.



Χαρακτηριστικά του compost

Το compost ως προϊόν της κομποστοποίησης :

1. αποτελεί καλό εδαφοβελτιωτικό και περιέχει (N, P, K) σε διάφορες συγκεντρώσεις ανάλογα με την ακατέργαστη ιλύς.
2. περιέχει σταθεροποιημένη οργανική ύλη (παρόμοιες ιδιότητες με το χούμο του εδάφους).

Χρησιμότητα του compost

1. Το προϊόν της κομποστοποίησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση των χαρακτηριστικών των εδαφών (γονιμότητα, διάβρωση κ.α.). Το compost βελτιώνει το πορώδες και τον αερισμό του εδάφους.

2. Η αποικοδόμηση της οργανικής ύλης ευνοείται με την επικράτηση υψηλών θερμοκρασιών και την εντατική καλλιέργεια του εδάφους. Επομένως, οι εδαφικές εκτάσεις σε πολλές περιοχές της Ελλάδας είναι εξαντλημένες από οργανική ύλη και το compost μπορεί να προσφέρει τη λύση.

3. Η διατήρηση της οργανικής ύλης στο έδαφος, πέρα από τη διατήρηση της παραγωγικότητας του, συνδέεται άμεσα με τις κλιματολογικές αλλαγές. Η οργανική ύλη, ουσιαστικά λειτουργεί σαν μια αποθήκη άνθρακα που σε διαφορετική περίπτωση θα αποθηκεύονταν με τη μορφή CO₂. Εκτιμάται ότι τα γεωγραφικά εδάφη μπορούν να απορροφήσουν ποσότητα ίση με 1,5-1,7% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανθρωπογενούς προέλευσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Συστήματα κομποστοποίησης

Οι τοπικές συνθήκες καθώς και οι περιορισμοί μπορούν να απαιτούν να χρησιμοποιηθούν και ανοιχτά συστήματα και κλειστά συστήματα κομποστοποίησης. Τα ανοιχτά συστήματα περιλαμβάνουν σειράδια (ανάδευση και αερισμός υλικού) και τους στατικούς αεριζόμενους σωρούς, όπου ο αερισμός πραγματοποιείται με την κατάλληλη παροχή αέρα. Τα κλειστά συστήματα περιλαμβάνουν διάφορους τύπους βιοαντιδραστήρων όσο αφορά την πολυπλοκότητα και την αποτελεσματικότητα του ελέγχου των συνθηκών της κομποστοποίησης και του κόστους. Τα συστήματα αυτά έχουν χρόνο παραμονής 15-30 μέρες αλλά στη συνέχεια απαιτείται και παραμονή της ύλης σε ανοιχτούς σωρούς 4-12 μέρες (φάση ωρίμανσης).

Η ύλη είναι πολύ παχύρρευστη και υγρή για να επιτρέψει τον επαρκή αερισμό της, τόσο σε ανοιχτά όσο και σε κλειστά συστήματα κομποστοποίησης. Για να αποκτήσει δομή και επαρκές πορώδες απαιτείται ανάμειξη με διογκωτικό υλικό (τεμαχισμένα κλαδιά, ινώδη φυτικά απόβλητα, φλοιοί δέντρων κ.α. Τα ενδεικτικά κόστη κομποστοποίησης της ύλης στη Γερμανία κυμαίνονται από 100 έως 200 €/ τόνο ξ.ο. για τα ανοιχτά συστήματα και 150-300 €/ τόνο ξ.ο. για τα κλειστά. Φυσικά από χώρα σε χώρα τα κόστη είναι διαφορετικά .

Κίνδυνοι και ασφάλεια

Οι κυριότεροι κίνδυνοι αφορούν την περιεκτικότητα της ιλύος σε βαρέα μέταλλα, εμμένοντες οργανικούς ρύπους και παθογόνους μικροοργανισμούς. Επίσης υπάρχουν προβλήματα νιτρορύπανσης και δυσάρεστων οσμών. Τα βαρέα μέταλλα έχουν μεγάλο χρόνο παραμονής στο έδαφος, αφού δεν διασπώνται και δεν καταστρέφονται. Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι τα όρια της Οδηγίας 86/278/ΕΟΚ είναι ικανοποιητικά για την προστασία του εδάφους και της ανθρώπινης υγείας από τη βιοσυσσώρευση βαρέων μετάλλων.

Οι οργανικοί μικρορυπαντές, όπως οι διοξίνες (PCDD), οι φουράνες (PCCF), τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs) και οι βρωμιωμένοι επιβραδυντές φλόγας(BFR) αποτελούν τους προβληματισμούς για την ασφάλεια της εδαφικής εφαρμογής της ιλύος, στις μέρες μας. Κάποιες χώρες έχουν θεσπίσει νόμους για τα όρια κάποιων μικρορυπαντών, ενώ άλλες έχουν την πεποίθηση ότι δεν είναι αναγκαία η θέσπιση τέτοιων ορίων. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι δεν είναι γνωστό σε ποιες συγκεντρώσεις οι μικρορυπαντές δημιουργούν προβλήματα στους ανθρώπους και το περιβάλλον. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που υπάρχουν στην ιλύ μπορεί να δημιουργήσουν σημαντικά προβλήματα.

Η κομποστοποίηση δημιουργεί ένα ικανοποιητικά υγειονομοποιημένο προϊόν. Παρόλα αυτά πολλές χώρες απαιτούν την έκθεση της σε μια ελάχιστη θερμοκρασία(55-60°C) για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης για να εξασφαλιστεί η καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών.(3)

Επεξεργασία με γαιοσκώληκες

Η επεξεργασία της ιλύος με γαιοσκώληκες (vermicomposting) συνιστά διεθνώς μία πολλά υποσχόμενη εναλλακτική τεχνολογία, η οποία δοκιμάζεται σε πολλές χώρες, δεδομένου ότι με αυτό το τρόπο παράγονται οργανικά υλικά υψηλής ποιότητας και συγκριτικά μεγάλης προστιθέμενης αξίας (αύξηση της υδατοϊκανότητας και της απορρόφησης P και K, μείωση του λόγου C/N, ταχύτερη εξαφάνιση των οσμών, αδρανοποίηση παθογόνων μικροοργανισμών κλπ.). Χρησιμοποιείται μόνον αερόβια

ιλύς σε ανάμιξη· με διάφορα λιγνοκυπαρινούχα, γεωργικά ή μη, υπολείμματα, απόβλητα χαρτοποιίας κλπ., ενώ η αναερόβια ιλύς είναι τοξική για τους γαιοσκώληκες. Σε αυτά τα πλαίσια και με ελεγχόμενες συνθήκες, η τεχνική αυτή μπορεί να ανταγωνισθεί παραγωγικά τις κλασικές μεθόδους κομποστοποίησης της ιλύος, αν και συνήθως το κόστος είναι υψηλότερο.

2.1.5 Η ΕΔΑΦΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ

Η γεωργική χρησιμοποίηση της ιλύος των αστικών λυμάτων

Η ιλύς των αστικών λυμάτων θεωρείται διεθνώς ως ένα άζωτο-φωσφορικό [N, P] λίπασμα πλούσιο σε οργανική ουσία και βασικά συστατικά, η χρησιμοποίηση του οποίου προωθείται αρμοδίως και το οποίο διατίθεται σε χαμηλή τιμή. Υπό ελληνικές συνθήκες το υπ' όψη θέμα δεν έχει ακόμη δεόντως διευκρινισθεί.

Σε γενικές γραμμές, η χρησιμοποίηση της ιλύος στη γεωργία και στην αποκατάσταση υποβαθμισμένων εδαφικών εκτάσεων μπορεί να θεωρηθεί, αν γίνεται σωστά, ως εξαιρετική περιβαλλοντική εναλλακτική δυνατότητα, υπό την απαραίτητη προϋπόθεση ότι αυτή δεν συνεπάγεται οποιουσδήποτε κινδύνους για το περιβάλλον ή την υγεία των ανθρώπων και των ζώων.

Από παραγωγική άποψη ενδείκνυται και πάλι να τονισθεί ότι η ιλύς δεν πρέπει να θεωρείται ως απόβλητο, ούτε καν ως παραπροϊόν της επεξεργασίας αστικών αποβλήτων, αλλά τουναντίον ως δευτερογενές προϊόν του κάθε ΚΕΛ, το οποίο μπορεί σε όλες περιπτώσεις να αξιοποιηθεί.

Για όλες τις διαδικασίες γεωργικής χρησιμοποίησης της ιλύος των αστικών λυμάτων ενδείκνυται να ακολουθείται επιμελώς και με μεγάλη λεπτομέρεια, τόσο το ισχύον νομικό πλαίσιο και οι γενικές κατευθύνσεις της πολιτικής διαχείρισης των στερεών αποβλήτων ["Εθνικός Σχεδιασμός"], όσο και το Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης της Ρύπανσης Υδατικών Αποδεκτών.

Αναφορικά με την έκταση της χρησιμοποίησης της ιλύος στην ευρωπαϊκή γεωργία, εκτός της Χώρας μας, αναφέρεται ότι σε επτά κράτη μέλη της ΕΕ [Γαλλία, Ισπανία, Δανία, Ιρλανδία, Ηνωμένο Βασίλειο, (Ουγγαρία και περιφέρεια Βαλονίας στο Βέλγιο)] αξιοποιείται η εκεί παραγόμενη ιλύς αστικών λυμάτων στον γεωργικό τομέα σε ποσοστό τουλάχιστον 50%.

Τρία άλλα κράτη [Φινλανδία, Σουηδία, Σλοβενία] αξιοποιούν γεωργικά ποσοστό μικρότερο του 17% του υλικού αυτού, ενώ η Τσεχία, η Σλοβακία και η Φλάνδρα στο Βέλγιο, πιθανώς για διαφορετικούς σε κάθε περίπτωση λόγους, διοχετεύουν ελάχιστη ή μηδενική ποσότητα ιλύος στα γεωργικά τους εδάφη.

Σε γενικές γραμμές, ενδείκνυται να αναφερθεί ότι οι εθνικές νομοθεσίες αρκετών κρατών της ΕΕ είναι πολύ περισσότερο αυστηρές [Δανία, Φινλανδία, Σουηδία, Ολλανδία] ή απλώς αυστηρότερες Γερμανία, Αυστρία, Γαλλία, Βέλγιο, Πολωνία], σε σχέση με τα προβλεπόμενα, από την Οδηγία 86/278. Στα υπόλοιπα κράτη -μέλη η ισχύουσα εθνική νομοθεσία είναι παρόμοια με αυτήν της Οδηγίας 86/278, μεταξύ των οποίων συμπεριλαμβάνεται και η χώρα μας.

Ως μία περίπτωση χρηστής διαχείρισης της ιλύος μπορεί να αναφερθεί το παράδειγμα του ομόσπονδου κρατιδίου της Κάτω Σαξονίας [Niedersachsen] της Γερμανίας, στην οποία, παρά την αυστηρότατη νομοθεσία που ισχύει εκεί, έγινε κατορθωτή [με σταθερή παραγωγή] η δραστική μείωση των τιμών των συγκεντρώσεων των βαρέων μετάλλων στην ιλύς σε ποσοστό μέχρι 90%, σε σχέση με τις πολύ αυστηρές οριακές τιμές που προβλέπει ο γερμανικός ομοσπονδιακός νόμος. Για το λόγο αυτό και παρά τις εκεί ειδικές συνθήκες, ποσοστό ίσο με 70 % της ιλύος που παράγεται εκεί χρησιμοποιείται για γεωργικούς σκοπούς. Σε ομοσπονδιακό επίπεδο η ιλύς της Γερμανίας αξιοποιείται στη γεωργία και στην αποκατάσταση υποβαθμισμένων περιοχών σε ποσοστό 57 %.

Η γεωργική χρησιμοποίηση της ιλύος εξαρτάται βασικά από την ποιοτική κατάσταση στην οποία αυτή ευρίσκεται. Σε διεθνή κλίμακα αναφέρονται περιπτώσεις συγκεκριμένων ΚΕΛ η ιλύς των οποίων, φυσικά ως αποτέλεσμα επιτυχημένης διαχείρισης, εμφανίζεται να είναι αρμοδίως πιστοποιημένη ως άριστης ποιότητας, να παρουσιάζει σταθερή περιεκτικότητα σε θρεπτικά, πολύ μικρή επιβάρυνση σε επιβλαβείς ουσίες [Pb, Cd, Cr, Ni, Hg, οργανικές αλογονωμένες ενώσεις 80-90 % σταθερά κάτω από τις οριακές τιμές που έχουν τεθεί] και να χαρακτηρίζεται από

αμελητέα περιεκτικότητα σε σαλμονέλες, κοπρώδη βακτήρια και εντερόκοκκους. Σύμφωνα με τα ίδια στοιχεία, το σύνολο [100% της παραγωγής ιλύος της πόλης αυτής [Munsrer Γερμανίας, 28.000 τόνοι ΞΥ ετησίως] διατίθεται για γεωργικούς σκοπούς σε γειτονικές περιφέρειες. (1)

Γενικό πλαίσιο δράσης

Πρέπει βεβαίως να επαναληφθεί ότι, από σύγχρονη παραγωγική άποψη, η ιλύς δεν πρέπει να θεωρείται ως απόβλητο, ούτε ως παραπροϊόν, αλλά αντιθέτως ως δευτερογενές προϊόν κάθε ΚΕΛ.

. Προκειμένου να επιτευχθούν συνθήκες ορθολογικής αξιοποίησης της ιλύος στη γεωργία, ενδείκνυται να καταβάλλεται ιδιαίτερη προσοχή για τα εξής:

Η ιλύς πρέπει να εμπλουτίζει το έδαφος σε θρεπτικά συστατικά και χουμικές ουσίες.

Η ιλύς πρέπει να εφαρμόζεται ορθολογικά και η χρησιμοποίησή της να ρυθμίζεται κατά τέτοιον τρόπο ώστε να αποφεύγονται επιβλαβείς επιπτώσεις στα εδάφη, στη βλάστηση, στο ζωικό κεφάλαιο και στους ανθρώπους.

Πρέπει να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα, ώστε να προστατεύονται από τη ρύπανση τα εδάφη και οι υδροφορείς .

Η γεωργική χρησιμοποίηση της ιλύος πρέπει να μην επηρεάζει δυσμενώς την ποιότητα των εδαφών και των παραγομένων αγροτικών προϊόντων.

Οι ιλύς πρέπει, πριν από την εδαφική τους εφαρμογή, να έχουν υποστεί το κατάλληλο βαθμό μετ-επεξεργασίας για λόγους σταθεροποίησης.

Πρέπει να τηρούνται τα απαραίτητα χρονικά περιθώρια μεταξύ της εδαφικής εφαρμογής της ιλύος και της βόσκησης των λειμώνων ή της συγκομιδής της φυτικής μάζας κτηνοτροφικών καλλιεργειών.

Να γίνεται ο έλεγχος των ποιοτικών χαρακτήρων της ιλύς και των εδαφών, στα οποία αυτές εφαρμόζονται. Για τούτο πρέπει να προχωρεί η λεπτομερής και τακτική εκτέλεση αναλύσεων εδαφών και ιλύς, όπως τούτο προβλέπεται, ενώ η ενημέρωση

όλων των εμπλεκόμενων στη εφαρμογή της ύλης ατόμων με όλα τα σχετικά στοιχεία, πρέπει να είναι τακτική και λεπτομερής.

Πρέπει να τηρούνται πάντοτε, τόσο από τα ΚΕΛ, όσο και από τις αρμόδιες υπηρεσίες που παρέχουν τα προβλεπόμενα πιστοποιητικά εφαρμογής, πλήρη στοιχεία αναφορικά με τα σχετικά δεδομένα (ποσότητες ύλης που υπέστησαν εδαφική εφαρμογή, εκτάσεις και καλλιέργειες που εδέχθησαν ύλη, μεταφορείς, πρόσωπα και μέσα που χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή, ποιοτικά χαρακτηριστικά ύλης και εδαφών, σχετικοί περιβαλλοντικοί παράμετροι κλπ.). Τα στοιχεία αυτά, πρέπει να τηρούνται λεπτομερώς και να υποβάλλονται τακτικά στις αρμόδιες υπηρεσίες της ΕΕ όπως προβλέπεται.

Η εδαφική εφαρμογή ανεπεξέργαστων λυμάτων ή ύλης που προέρχεται από ΚΕΛ μη αστικής προέλευσης ή λυμάτων που έχουν μεγάλη επιβάρυνση σε επιβλαβείς παράγοντες πρέπει να απαγορεύεται.

Η ύλη πρέπει να εφαρμόζεται κατά προτίμηση σε περιοχές εγγύς του τόπου παραγωγής της προκειμένου να μειώνονται όσο το δυνατόν περισσότερο ενδεχόμενες διαρροές αζώτου στο περιβάλλον. Δεν πρέπει να ενθαρρύνεται η εφαρμογή της ύλης σε εδάφη που ευρίσκονται μακριά από κάθε ΚΕΛ όχι μόνο για τον προαναφερθέντα λόγο, αλλά και λόγω πιθανών ατυχημάτων κατά τη διάρκεια της μεταφοράς της.

Δεν πρέπει να ευνοείται η εφαρμογή ύλης σε ακατάλληλες περιοχές, δηλ. εκεί που υφίστανται περιοδικώς πλημμύρες ή σε εδάφη που καλύπτονται συχνό με νερό, ή έχουν παγώσει σε αρκετό βάθος ή έχουν καλυφθεί με χιόνι

Η ύλη δεν πρέπει να εφαρμόζεται σε εδάφη που ευρίσκονται κοντά σε ταμιευτήρες, επιφανειακών νερών, δηλ. σε ποτάμια, λίμνες, υδατοφράκτες κλπ., προκειμένου να περιορίζεται ο κίνδυνος της επιβάρυνσης της ποιότητας των νερών αυτών. Ομοίως η ύλη δεν πρέπει να εφαρμόζεται σε εδάφη που ευρίσκονται κοντά σε φρεάτια κλπ. ή επίσης σε ευαίσθητες περιοχές, για την αποφυγή του κινδύνου ρύπανσης των υπόγειων υδροφορέων. Σε αυτό το πλαίσιο συνιστάται να μην επιτρέπεται εφαρμογή ύλης σε εδάφη που ευρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των 50 μέτρων από επιφανειακούς ταμιευτήρες ή στόμια που οδηγούν σε υπόγειους υδροφορείς.

Όσο μεγαλύτερη είναι η κλίση ενός εδάφους, τόσο μεγαλύτερος παρουσιάζεται ο κίνδυνος της έκπλυσης του υλικού και της διαφυγής του προς τις κατώτερες περιοχές. Η ύλη ενδείκνυται να μην εφαρμόζεται σε εδάφη που έχουν κλίση περισσότερο από

8 % ή να εφαρμόζεται με μεγάλες επιφυλάξεις, οπωσδήποτε μετά την λήψη των απαραίτητων καλλιεργητικών μέτρων [αναβαθμίδες κλπ.]. Όσο αυξάνει η κλίση του εδάφους, να μειώνεται η ποσότητα της ιλύος που εφαρμόζεται στο έδαφος.

Η γεωργική εφαρμογή ιλύος καλόν είναι να αποφεύγεται σε εδάφη που ευρίσκονται σε προστατευόμενες περιοχές, σε εθνικούς δρυμούς, σε εδάφη που εντάσσονται στη Συνθήκη Ramsar, σε περιοχές αρχαιολογικής σημασίας, όπως επίσης σε περιοχές που γενικά ευρίσκονται εντός προστατευμένων περιοχών ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, μνημείων της φύσης, εθνικών πάρκων και συναφών περιφερειών κ.ο.κ

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να καταβάλλεται σε περιπτώσεις εφαρμογής ιλύος σε εδάφη που ευρίσκονται εντός αστικών περιοχών ή σε μέρη που είναι κοντά σε κατοικίες, σε παιδικά πάρκα κλπ. στα οποία αυτή μπορεί να αποφεύγεται εντελώς. Σε παρόμοιο ενδεχόμενο επιβάλλεται οπωσδήποτε η προηγούμενη συνεννόηση με τις αρμόδιες διοικητικές αρχές.

Η εδαφική εφαρμογή της ιλύος ενδείκνυται να προχωρεί με πολύ μεγάλη προσοχή η ακόμη και να αποφεύγεται σε γεωργικές περιοχές, στις οποίες το κοινό έχει πρόσβαση, όπως επίσης εκεί που συλλέγονται άγρια χόρτα, μανιτάρια, τρούφες κλπ. Σε κάθε περίπτωση η ιλύς πρέπει να είναι καλά σταθεροποιημένη, να έχει απολυμανθεί επαρκώς, μετά από συνεννόηση με τις αρμόδιες διοικητικές αρχές και να διατίθενται τα απαραίτητα πιστοποιητικά.

Ομοίως η εφαρμογή ιλύος πρέπει να αποφεύγεται σε προστατευόμενες περιοχές και σε εδάφη που εντάσσονται στις σημαντικές περιοχές για τα Πουλιά και στις Ζώνες Ειδικής Προστασίας, σύμφωνα με την Οδηγία 79/409/ΕΟΚ, στο πλαίσιο της δημιουργίας ειδικών περιοχών που προστατεύονται από το δίκτυο NATURA 2000 (το οποίο καταλαμβάνει το 18% της ευρωπαϊκής επικράτειας) .

Μεταξύ των παραγόντων, οι οποίοι επηρεάζουν τη γεωργική χρησιμοποίηση της ιλύος, συμπεριλαμβάνονται, εκτός από τις ανώτατες οριακές τιμές συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων, που έχουν αρμοδίως καθορισθεί , όπως επίσης και τις ανώτατες οριακές τιμές συγκέντρωσης των επιβλαβών οργανικών ενώσεων και των παθογόνων, που έχουν προταθεί , και οι φυσικοί , χαρακτήρες του εδάφους στη συγκεκριμένη περιοχή (τύπος εδάφους, δομή, κοκκομετρία, κλίση εδαφικής επιφάνειας κλπ.).

Βεβαίως, το αντικείμενο της γεωργικής αξιοποίησης της ιλύος, όπως και άλλων υλικών που απαντούν στην ελληνική επικράτεια και διαθέτουν αναμφισβήτητη

γεωργική αξία, είναι ιδιαίτερος σημαντικό και ενδείκνυται να αποτελέσει στο άμεσο μέλλον, αντικείμενο εντατικής ερευνητικής δραστηριότητας των υπεύθυνων ερευνητικών φορέων της χώρας.

Αναφορικά με την ορθολογική διαχείριση της ιλύος, έχει, υπό ελληνικές συνθήκες, διατυπωθεί επανειλημμένως έντονη ανησυχία αναφορικά με διάφορα θέματα που αναφέρονται στις επιπτώσεις αυτής στην τροφική αλυσίδα, στη δημόσια υγεία και στο περιβάλλον, όπως π.χ. από την Ένωση Ελλήνων Χημικών, σε σχέση με το εξειδικευμένο θέμα της διαχείρισης της ιλύος των αστικών λυμάτων του Κ Ψυτάλλειας (5).

Πίνακας 2.1. Ανώτατες επιτρεπόμενες και προβλεπόμενες τιμές για το άμεσο μέλλον συγκεντρώσεων βαρέων μετάλλων στο έδαφος στις περιπτώσεις γεωργικής χρησιμοποίησης ιλύος αστικών λυμάτων.

A	B	Γ	Δ		
Βαρέα Μέταλλα	Οδηγία 86/278/ΕΟΚ	ΚΥΑ 80568/4225/19 91 και 114218/1997	Πρόταση ΕΕ 3 rd Draft, 2000		
	mg/kg ΞΥ				
	pH: 6-7	pH:6-7	5≤pH< 6	6≤pH< 7	pH≥ 7
Cd	1-3	1-3	0,5	1	1,5
Cu	50-40	50-40	20	50	100
Ni	30-75	30-75	15	50	70
Pd	50-300	50-300	70	70	100
Zn	150-300	150-300	60	150	200
Hg	1-1,5	1-1,5	0,1	0,5	1
Cr	-		30	60	100

Πίνακας 2.2. Ανώτατες επιτρεπόμενες και προβλεπόμενες τιμές για το άμεσο μέλλον συγκεντρώσεων βαρέων μετάλλων στο έδαφος που χρησιμοποιείται για γεωργικούς σκοπούς.(1)

A	B	Γ	Δ
Βαρέα Μέταλλα	Οδηγία 86/278/ΕΟΚ	ΚΥΑ 80568/4225/1991 και 114218/1997	Πρόταση ΕΕ 3 rd Draft, 2000
	mg/kg ΞΥ		
Cd	20-40	20-40	10
Cu	1000-1750	1000-1750	1000
Ni	300-400	300-400	300
Pd	750-1200	750-1200	750
Zn	2500-4000	2500-4000	2500
Hg	16-25	16-25	10
Cr	-	Cr(III):500	1000
		Cr(IV):10	

Πίνακας 2. 3. Επιτρεπόμενες ποσότητες εφαρμογής ιλύος σε εδάφη διαφόρων χωρών (1)

Χώρα	Μέση ετήσια εφαρμοζόμενη ποσότητα ιλύος (τόνοι ΞΥ/ εκτάριο / έτος)	Χρονικό διάστημα ετησίων /εφ' άπαξ εφαρμογών ιλύος(έτη)	Μέγιστη/ εφ' άπαξ εφαρμοζόμενη ποσότητα ιλύος (τόνοι ΞΥ/ εκτάριο / έτος)
Βέλγιο	1-4	3	3-12
Δανία	10	10	100
Γερμανία	1,66	3	5
Φιλανδία	1	4	4
Γαλλία	3	10	30
Ιρλανδία	2	1	2
Ιταλία	2,5-5	3	7,5-1,5
Λουξεμβούργο	3	1	3
Ολλανδία	1-10	1	1-10
Νορβηγία	2	10	20
Αυστρία	2,5	2	5
Σουηδία	1	5	5
ΗΠΑ	10	100	

Ωφέλιμα χαρακτηριστικά της ιλύος

Μεταξύ των συστατικών της ιλύος, η οργανική ουσία και τα θρεπτικά στοιχεία είναι τα περισσότερο ωφέλιμα, έχοντας θετικές επιπτώσεις στην ποιότητα των εδαφών. Το θρεπτικό φορτίο που εκκρίνεται από κάθε άνθρωπο ποικίλλει ανάλογα με πολλούς παράγοντες και κυμαίνεται για το άζωτο μεταξύ και 15 g/ άτομο/ ημέρα και για το φωσφόρο μεταξύ 1 και 3 g/ άτομο/ ημέρα. Ένας τόνος ιλύος (ΞΥ) περιέχει κατά μέσον όρο 450 kg οργανικής ουσίας και 30-40 kg αζώτου [N], 20-30 kg φωσφόρου (P) 2,9 kg καλίου (K), 5,3 kg μαγνησίου (Mg) και 58 kg ασβεστίου (Ca), καθώς επίσης και αξιοσημείωτες ποσότητες θείου (S) και ιχνοστοιχείων, κοβαλτίου (Co), χαλκού (Cu), μολυβδαινίου (Mo), νικελίου (Ni) ψευδαργύρου (Zg), βορίου (B) και σεληνίου (Se). Σύμφωνα με ευρωπαϊκά δεδομένα, μόνο η παραπάνω περιεκτικότητα της ιλύος σε άζωτο και φωσφόρο, στοιχειοθετεί την οικονομική αξιολόγηση της ιλύος ως λιπασματικού υλικού, στο ποσόν των 30 Ευρώ ανά τόνο ΞΥ κ.μ.ο.

Σύμφωνα με άλλα δεδομένα, δίδεται η πληροφορία ότι, υπό ελληνικές συνθήκες, οι περιεκτικότητες της ιλύς σε θρεπτικά μπορούν να φθάσουν ακόμη μεγαλύτερες τιμές, ήτοι της τάξεως των 4,9-12,6 % σε άζωτο και 0,9-8,8 % σε φωσφόρο.

Η ιλύς συνιστά το σημαντικότερο αντιπρόσωπο μεταξύ 80 οργανικών λιπασματικών υλικών που προέρχονται από απόβλητα [organic waste fertilizers]. Ένα πολύ σημαντικό ποσοστό των αναγκών της γεωργικής παραγωγής σε φωσφόρο (34 %) και άζωτο (9 %) μπορεί να εξοικονομηθεί από τη χρησιμοποίηση της ιλύος. Η χρησιμοποίηση της ιλύος στη γεωργία μπορεί να συνεισφέρει σε σημαντικό βαθμό στη βελτίωση των φυσικών, χημικών και βιολογικών ιδιοτήτων των εδαφών. Ερευνητικά αποτελέσματα έχουν δείξει ότι η εδαφική εφαρμογή της ιλύος έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της περιεκτικότητας των εδαφών σε θρεπτικά στοιχεία, ιχνοστοιχεία και χουμικές ενώσεις, τη ρύθμιση του pH, τη βελτίωση διαφόρων φυσικών του ιδιοτήτων [υδατοχωρητικότητα, σταθερότητα, δομή, αερισμός κλπ.], καθώς επίσης και τη βελτίωση της βιολογικής δραστηριότητας των εδαφών, που προωθούν την αύξηση των ριζών και τη αύξηση των πληθυσμών της χλωρίδας και της πανίδας του εδάφους. (1)

Οργανική ουσία

Η οργανική ουσία προστιθέμενη σε κατάλληλες ποσότητες μπορεί να βελτιώσει ουσιαστικά τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους, συμβάλλοντας έτσι στην αντιμετώπιση φαινομένων διάβρωσης και ερημοποίησης των εδαφών και προωθώντας σημαντικά την καλύτερη διαχείριση του νερού και των θρεπτικών στοιχείων. Συγκεκριμένα, η παρουσία της οργανικής ουσίας ευνοεί τη συνένωση των εδαφικών τεμαχιδίων σε μεγαλύτερα συσσωματώματα, ενισχύοντας με τον τρόπο αυτό τη δομή του εδάφους και τη δημιουργία πόρων, μέσω των οποίων μπορεί να κινείται καλύτερα ο εδαφικός αέρας και το νερό. Έτσι μειώνεται η φαινόμενη πυκνότητα του εδάφους, αυξάνεται η ικανότητα συγκράτησης του νερού και η διηθητικότητα, ενώ σε πολλές περιπτώσεις μειώνεται η ευαισθησία του εδάφους στη διάβρωση. Μπορεί να θεωρηθεί ευχερώς ως λίπασμα, αλλά και ως εδαφοβελτιωτικό. Σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία [Ν. 1565/1985, άρθρο § 2 -ΦΕΚ 164/ Α /26.09.1985 και Ν. 2732/1999, άρθρο 6 -ΦΕΚ 154/Α /30.07. 1999], η ιλύς, αυτή κα εαυτή, όπως εξέρχεται από τα ΚΕΛ, δεν μπορεί να καταταχθεί απόλυτα, ούτε στα λιπάσματα, ούτε στα εδαφοβελτιωτικά, εφ' όσον δεν έχει υποστεί κατάλληλη επεξεργασία και δεν έχει εμπλουτισθεί με θρεπτικά συστατικά.

Επιβλαβή χαρακτηριστικά της ιλύος, προβληματισμοί και περιορισμοί

Μεταξύ των βασικότερων παραμέτρων που επηρεάζουν τη σκοπιμότητα της αξιοποίησης της ιλύος για γεωργικούς και συναφείς σκοπούς, περιλαμβάνεται και η αναγκαιότητα της μείωσης των επιβλαβών και των μη ευχερώς αποδομήσιμων ουσιών στην πηγή τους. Τούτο αναφέρεται στην προσπάθεια αποφυγής της απόρριψης διαφόρων επικίνδυνων υλικών, με μεγάλη επιβάρυνση σε επιβλαβείς ουσίες αστικής προέλευσης, βαρέα μέταλλα, επιβλαβείς οργανικές ενώσεις [π.χ. λάδια αυτοκινήτων, εργαστηριακά, οδοντιατρικά, βιοτεχνικά και πάσης φύσης βιομηχανικά απόβλητα κλπ.], παθογόνα [υγρά μη αστικής φύσης νοσοκομειακά

απόβλητα κλπ.], αλλά και άλλα βιολογικά ή μη υλικά [ραδιενεργά ισότοπα από νοσοκομεία, γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί από απόβλητα βιοτεχνολογικών εργαστηρίων κλπ.] στο αποχετευτικό σύστημα.

Όλα τα παραπάνω υλικά ενδείκνυται να υποστούν την ενδεικνυόμενη διαχείριση που προβλέπεται από την κείμενη νομοθεσία για τα επικίνδυνα και τα ιατρικά απόβλητα, αποκλειόμενης απολύτως κάθε γεωργικής χρησιμοποίησης των.

Σύμφωνα με ευρωπαϊκά δεδομένα, η ιλύς των αστικών λυμάτων περιέχει κατά μέσον όρο περισσότερες από 100.000 χημικές ενώσεις. Για το λόγο τούτο ενδείκνυται η λήψη των απαραίτητων μέτρων προκειμένου η γεωργική αξιοποίηση της ιλύος να μην είναι επιβλαβής για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον, αν βεβαίως αυτή δεν χρησιμοποιείται ορθολογικά. Βασικά ιλύες συνιστούν πολύπλοκα μίγματα διαφόρων ουσιών ανόργανης ή οργανικής φύσης, παθογόνων και άλλων βιολογικών παραγόντων όπως π.χ ενδοτοξινών, οι συγκεντρώσεις και ο συνδυασμός των οποίων μπορεί να επιφέρουν, υπό ορισμένες συνθήκες, σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις [ρύπανση- μόλυνση] στο έδαφος, στα φυτά, στην ποιότητα των υδροφορέων και στην υγεία ανθρώπων και ζώων. Η σύσταση των διαφόρων ιλύων διαφέρει συνήθως ανάλογα με την εκάστοτε προέλευση των λυμάτων και την περιεκτικότητα αυτών σε σημειακές πηγές ρύπων και συναφών παραγόντων, όπως επίσης και ανάλογα με το είδος και αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας, στην οποία υποβάλλονται τα λύματα.

Βασική σημασία για την επωφελή προς το περιβάλλον αξιοποίηση της ιλύος των αστικών λυμάτων αποτελεί η χωριστή διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων, όπως προβλέπεται από το σχετικό νομικό πλαίσιο. Σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται να καταλήγουν στο σύστημα αποχέτευσης υλικά που εντάσσονται στα ρεύματα επικινδύνων αποβλήτων, τα οποία έχουν αρμοδίως χαρακτηριστεί ως «βόμβα για τη δημόσια υγεία». Σύμφωνα με επίσημα στοιχεία, στη Χώρα μας παράγονται μεγάλες ποσότητες επικίνδυνων αποβλήτων, (330.000 τόνοι) ενώ διπλάσιες ποσότητες αυτών είναι αποθηκευμένες.

Ιδιαίτερα για τις ελληνικές συνθήκες, οι πληροφορίες σχετικά με το σύνολο των συγκεντρώσεων των επιβλαβών ουσιών στην ιλύς είναι πολύ περιορισμένες, καθ' όσον μέχρι σήμερα δεν έχουν παρουσιασθεί ολοκληρωμένα αποτελέσματα συγκροτημένων και αντιπροσωπευτικών προγραμμάτων, εκτός από μεμονωμένα δεδομένα, τα οποία αναφέρονται περισσότερο στα βαρέα μέταλλα .

Ελάχιστες πληροφορίες είναι διαθέσιμες αναφορικά με τις επιπτώσεις της ιλύος

στην υγεία ανθρώπων και ζώων, όπως επίσης σχετικά με τις ενδεχόμενες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των διαφόρων ανόργανων και οργανικών ρύπων, παθογόνων και άλλων βιολογικών παραγόντων οι οποίοι περιέχονται στην ιλύς.

Σε διεθνή κλίμακα έχουν σε πολλές περιπτώσεις διατυπωθεί σοβαρές επιφυλάξεις αναφορικά με τη σκοπιμότητα της γεωργικής χρησιμοποίησης μη σταθεροποιημένων ιλύων, λόγω των κινδύνων για την υγεία ανθρώπων και ζώων που προέρχονται από αυτήν.

Μετά την εδαφική εφαρμογή της ιλύος των αστικών λυμάτων, οι επιβλαβείς ουσίες που περιέχονται σ' αυτήν, μπορούν, με την πάροδο του χρόνου, να εκπλυθούν, επιβαρύνοντας έτσι τα εδάφη και τους υδροφορείς. Επιπροσθέτως, η κακή διαχείριση της ιλύος, μπορεί, υπό προϋποθέσεις, να οδηγήσει στην εκπλυση πολύ μεγάλων ποσοτήτων θρεπτικών ουσιών και να επιβαρύνει έτσι το περιβάλλον (η περίσσεια θρεπτικών αποτελεί επίσης ρύπανση).

Η επιλογή για τη γεωργική χρησιμοποίηση της ιλύος πρέπει να είναι πάντοτε αποτέλεσμα συνεκτίμησης των θετικών και των αρνητικών χαρακτήρων της. Βεβαίως, ο προβληματισμός αυτός εν είναι καινούργιος, δεδομένου ότι εκτός από τη γεωργική χρησιμοποίηση της ιλύος, αρκετές άλλες δραστηριότητες, αγροτικές ή μη, όπως η προσθήκη κόπρου στα εδάφη, διάφορες ατμοσφαιρικές επικαθίσεις, η εφαρμογή φυτοπροστατευτικών ουσιών και χημικών λιπασμάτων, μπορούν να προκαλέσουν φαινόμενα ρύπανσης εδαφών [π.χ από βαρέα μέταλλα και PCBs], πολλές φορές μάλιστα εντονότερα.

Σε γενικές γραμμές, για την αξιολόγηση της ιλύος πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη τα πλεονεκτήματα αυτής και το οικονομικό όφελος που προέρχεται από τη χρήση της. Εκτός τούτου επιβάλλεται όμως να συνεκτιμηθεί και η ρύπανση, που μπορεί αυτή να προκαλέσει, οπότε τα προληπτικά μέτρα, που μπορεί να λαμβάνονται για την αποτροπή αυτού του ενδεχομένου πρέπει να αξιολογηθούν με ιδιαίτερη έμφαση. Σε αυτό το πλαίσιο δεν πρέπει βεβαίως να λησμονηθεί και η συνεκτίμηση και των άλλων δυνητικών πηγών ρύπανσης του εδάφους, που, εκτός της ιλύος, καταλήγουν στο έδαφος, είτε αμέσως [π.χ. χημικά λιπάσματα, ζιζανιοκτόνα, φυτοφάρμακα κλπ.], είτε εμμέσως [π.χ. σιτηρέσια ζώων, μέσω της κόπρου ζώων που βόσκουν].

(1)

Η διατιθέμενη συνολική επιφάνεια διάθεσης

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τους παραπάνω παράγοντες, διακρίνονται μέθοδοι που περιλαμβάνουν εκσκαφή καναλιών και διάθεση της λάσπης με επανεπίχωση (monofills with wide ΟΓ narrow trenches), διάθεση της λάσπης χωρίς εκσκαφή, επιφανειακά, με χρήση χώματος ως υλικού σταθεροποίησης και εφαρμογή ενδιάμεσων και τελικού στρώματος επικάλυψής της (area fill mound και area fill layer), διάθεση χωρίς εκσκαφή, αλλά με κατάλληλη διαμόρφωση του χώρου με ειδικά κανάλια (diked containment), καθώς επίσης και απευθείας διάθεση της λάσπης υπέργεια (surface impoundments) ή υπόγεια (lagoons).

Συστήματα επιφανειακής απόθεσης με ταυτόχρονη αποθήκευση της λάσπης σε σωλήνες από κατάλληλα διαμορφωμένο υλικό (Geo-Textile . Tubes).

Η μέθοδοι περιλαμβάνει αποθήκευση της λάσπης σε σωλήνες από κατάλληλο γεω-ύφασμα (geotextile), οι οποίοι είναι πολύ ανθεκτικοί, αδιαπέρατοι στα σωματίδια λάσπης αλλά διαπερατοί από το νερό. Συνεπώς, η περίσσεια του νερού διαφεύγει του σωλήνα μέσω των πόρων, με αποτέλεσμα την αποτελεσματική αφυδάτωση της λάσπης και τη μείωση του συνολικού της όγκου. Περαιτέρω συμύκνωση επιτυγχάνεται μέσω της διαδικασίας απομάκρυνσης των ατμών νερού από τους πόρους του γεωφύσματος, οπότε και η λάσπη είναι έτοιμη προς διάθεση.

2.1.6 Η ΠΥΡΟΛΥΣΗ

Η πυρόλυση σε συνδυασμό με τη θερμική ξήρανση μπορεί να μετατρέψει την βιολογική ιλύ σε καύσιμο αέριο υψηλής θερμιδικής αξίας, καθιστώντας δυνατή την ολική διαχείριση της βιολογικής ιλύος με προσιτό κόστος. Η ξήρανση γίνεται στο ειδικά εξελεγμένο θερμικό ξηραντήριο επαφής σειριακής διάταξης. Στη συνέχεια πραγματοποιείται η πυρόλυση της ξηραμένης ιλύος και μετατρέπεται σε πυρολιτικό αέριο και τέφρα. Το πυρολιτικό αέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για τη ξήρανση. Η τέφρα μπορεί να καταλήξει σε ΧΥΤΑ.

1^ο Στάδιο-Θερμική ξήρανση

Η ιλύς που εισέρχεται στο ξηραντήριο έχει ποσοστό ξηράς ουσίας πάνω από 60% κβ. Επομένως, απαιτούνται πιο πολύπλοκες εγκαταστάσεις ξήρανσης. Το ξηραντήριο αυτό αποτελείται από μόντουλα ξήρανσης επαφής σε σειριακή επάλληλη κάθετη διάταξη, που αποτελούνται από κοχλιομεταφορέα και το κλειστό κέλυφος του. Η ξήρανση πραγματοποιείται με την χρήση ενός θερμαντικού ελαίου, που η διέλευση του γίνεται με κατεύθυνση από τον κοχλία προς την ιλύς. Τα πλεονεκτήματα αυτής της τεχνολογίας είναι τα εξής:

1. το τελικό προϊόν μετά από τη ξήρανση αποτελείται πάνω από 90% στερεά. Αυτό το ποσοστό επιτυγχάνεται χωρίς την απαίτηση επανάμιξης εξαιτίας της ταχείας μετάδοσης θερμότητας από το έλαιο στην ιλύς αποτρέποντας την συσσωμάτωση.
2. η έναρξη ή η παύση της λειτουργίας της μονάδας δεν απαιτεί άδειασμα ή καθαρισμό της
3. το τελικό προϊόν είναι υγειονοποιημένο
4. το τελικό προϊόν είναι κατάλληλο για βιομάζα και άλλα τέτοιου είδους υλικά

Η μονάδα ξήρανσης περιλαμβάνει την τροφοδοσία της ιλύος, το λέβητα θερμαντικού ελαίου ως θερμικό μέσο, το ξηραντήριο, τον καθαρισμό εξαχνωμάτων, τη μεταφορά ξηραμένου προϊόντος και μετέπειτα επεξεργασία. Η μονάδα έχει ειδική διάταξη για

να δημιουργείται κενό αέρος. Ο λέβητας που θερμάνει το έλαιο είναι οριζόντιου τύπου και δίπλα στο ξηραντήριο. Η θερμοκρασία είναι ρυθμιζόμενη σε τρία σημεία ως το 2950 C. Ο καυστήρας της μονάδας μπορεί να λειτουργεί με πετρέλαιο, βιοαέριο ή φυσικό αέριο κ.α. Τα στερεά σωματίδια απομακρύνονται με τη βοήθεια της πλυντηρίδας εξαχνώματος και ένα ανεμιστήρα που είναι συνδεδεμένος με αυτή. Ουσιαστικά τα στερεά σωματίδια οδηγούνται με τους υδρατμούς στην πλυντηρίδα και στη συνέχεια με τη δημιουργία πίεσης από τον ανεμιστήρα το εξάχνωμα συμπυκνώνεται και ψύχεται. Ο αέρας εξαγωγής είτε οδηγείται στον καυστήρα ως αέρας καύσης είτε διοχετεύεται σε βιολογικό φίλτρο. Με αυτό το τρόπο αποφεύγονται οι δυσάρεστες οσμές.(3)

2^ο Στάδιο-Πυρόλυση

Μετά από τη ξήρανση της ιλύος ακολουθεί η πυρόλυση από ενδιάμεσο προ-σιλό μέσω αεροφράκτη. Με την πυρόλυση παράγεται πυρολιτικό αέριο και κωκ. Το ποσοστό αερίου που εξάγεται οφείλεται στο ποσοστό οργανικής μάζας της ιλύος. Η μονάδα πυρόλυσης αποτελείται από:

1. πυρολυτικό αντιδραστήρα τύπου τυμπάνου,
2. κυκλώνιο μετα-αεροποίησης
3. πλυντηρίδα με ενσωματωμένο διαχωριστήρα σταγονιδίων
4. εναλλάκτη ψύξης τέφρας και το φίλτρο ενεργού άνθρακα
5. φίλτρο ενεργού άνθρακα

Η πυρόλυση πραγματοποιείται με σε κενό αέρα με έμμεση θέρμανση της ιλύος σε θερμοκρασία έως 550°C. Το πυρολυτικό αέριο οξειδώνεται με υπό στοιχειομετρική ρυθμιζόμενη προσθήκη αέρα. Λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας στους 1100o C για να πραγματοποιηθεί η παραπάνω οξείδωση, διασπώνται τα έλαια και οι πίσσες μακράς αλυσίδας. Οι υδρατμοί που περιέχει το πυρολιτικό αέριο αντιδρούν με το κωκ και παράγουν H₂ και CO. Η παραγόμενη τέφρα ψύχεται στον εναλλάκτη ψύξης από

το νερό της πλυντηρίδας και εξέρχεται από τη μονάδα πυρόλυσης. Το αέριο καθαρίζεται από ρύπους και σκόνη στο κυκλώνα και με διέλευση καθαρίζεται από υδράργυρο και κάδμιο. Το παραγόμενο αέριο χρησιμοποιείται είτε ως καύσιμη ύλη για την εγκατάσταση της μονάδας ξήρανσης είτε χρησιμοποιείται σε αεριομηχανές για Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού- Θερμότητας.

Η εφαρμογή της τεχνολογίας αυτής μπορεί να γίνει σε βιολογικό καθαρισμό μετά από την μηχανική αφυδάτωση της ιλύος (15 % ξηρά ουσία). Επίσης είναι πολύ σημαντικό το γεγονός ότι δεν απαιτείται σταθεροποίηση της ιλύος. Η συντήρηση και ο έλεγχος της μονάδας ξήρανσης και πυρόλυσης έχουν ελάχιστες απαιτήσεις λόγω της απλής κατασκευής τους.(3)

2.1.7 Η ΑΝΑΜΙΞΗ ΜΕ ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ

Σταθεροποίηση με προσθήκη ιπτάμενης τέφρας

Η ιπτάμενη τέφρα παράγεται σε μεγάλες ποσότητες ως παραπροϊόν από τους θερμικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η ελληνική ιπτάμενη τέφρα περιέχει περίπου 30% ασβέστιο, είναι λεπτά καταμερισμένη και συνεπώς μπορεί να αναμιχθεί εύκολα με άλλα υλικά και να διατεθεί σε υψηλό βαθμό. Η ιπτάμενη τέφρα μπορεί να αναμιχθεί με την ιλύ για να επιτευχθεί καλύτερα η σταθεροποίησή της. Η μέθοδος αυτή έχει βασικό πλεονέκτημα ότι αξιοποιούνται ουσιαστικά δύο στερεά απόβλητα. Έχει αποτελέσει αντικείμενο ενός πιλοτικού σχεδίου στην περιοχή της Δ. Μακεδονίας, στην Κοζάνη, μέσω του οποίου θα κριθεί και η καταλληλότητά της ως μέθοδος σταθεροποίησης ιλύος αλλά και συμμόρφωσής της με τις νομοθετικές απαιτήσεις. Σύμφωνα με αυτό το σχέδιο γίνονται αναλύσεις φυσικοχημικές, μικροβιολογικές και αναλύσεις φυτοτοξικότητας σε δείγματα σωρών λάσπης με διαφορετικές περιεκτικότητας σε ιπτάμενη τέφρα και άλλων υλικών. Αν θεωρηθεί κατάλληλη μέθοδος, θα ωφεληθούν αρκετά πολλοί φορείς. Οι ΔΕΥΑ θα απαλλαγούν από ένα σημαντικό πρόβλημα, η ΔΕΗ θα διαθέσει μέρος της παραγόμενης τέφρας, οι αγρότες θα μπορέσουν να χρησιμοποιήσουν την ιλύ ως εδαφοβελτιωτικό και γενικότερα θα εφαρμοσθεί και σε άλλες περιοχές με παρόμοιο πρόβλημα.(3)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΠΟΛΕΩΣ ΧΑΝΙΩΝ

Η εγκατάσταση που βρίσκεται σε λειτουργία από το 1995 προβλέπει την επεξεργασία αστικών λυμάτων που αντιστοιχούν σε 105.500 κατοίκους, βιομηχανικά απόβλητα που αντιστοιχούν σε 5.000 ισοδύναμους κατοίκους και βοθρολύματα που αντιστοιχούν σε 7.000 ισοδύναμους κατοίκους, δηλαδή συνολικά θα εξυπηρετεί 117.500 ισοδύναμους κατοίκους και 26.000 m³/d. Η μέγιστη ημερήσια παροχή το καλοκαίρι του 2007 έφθασε τα 22194 m³/d.

Η επεξεργασία των λυμάτων γίνεται με την μέθοδο της ενεργοποιημένης λάσπης και η επεξεργασία της λάσπης με την μέθοδο της αναερόβιας χώνευσης με παράλληλη αξιοποίηση του παραγόμενου βιοαερίου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η εγκατάσταση έχει σχεδιαστεί για την απομάκρυνση του BOD₅ κατά 96% και των αιωρούμενων στερεών κατά 95% .

3.1.1 ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

1. Αντλιοστάσιο Εισόδου Εγκατάστασης

Τα λύματα αφού περάσουν μέσω δύο εσχάρων χονδρόκοκκων ανυψώνονται μέσω τεσσάρων αντλιών Αρχιμήδη (η μία είναι εφεδρική) κατά 5.60 μέτρα και από εκεί συνεχίζουν μέχρι την έξοδο με φυσική ροή. Η παροχή κάθε αντλίας είναι 830 m³/h.



2. Εγκατάσταση Υποδοχής Βοθρολυμάτων

Η δεξαμενή βοθρολυμάτων αποτελείται από 2 θαλάμους συνολικού όγκο 420 m³.



Πριν τις δεξαμενές έχει εγκατασταθεί συγκρότημα προεπεξεργασίας των βοθρολυμάτων (εσχαρισμός, εξάμμωση).

Αυτό δέχεται μέσω τριών στεγανών υποδοχών τα βοθρολύματα των κατοίκων που δεν είναι συνδεδεμένοι με το δίκτυο αποχέτευσης της πόλεως καθώς και τα βοθρολύματα όλου του υπόλοιπου Νομού, τα οποία στη συνέχεια οδηγούνται προς τις δεξαμενές βοθρολυμάτων.

3. Εσχάρωση

Η εσχάρωση γίνεται με τρεις αυτόματες εσχάρες (η μία είναι εφεδρική) με διάκενο μεταξύ ράβδων 6mm. Η ενεργοποίηση του περιστρεφόμενου μηχανισμού απομάκρυνσης εσχαρωμάτων γίνεται με αισθητήρια διαφοράς πίεσεως αέρα οπότε τα εσχαρώματα αφού συμπιεστούν μεταφέρονται σε κάδο συλλογής μέσω μεταφορικής ταινίας.



4. Εξάμμωση - Αφαίρεση Λιπών

Λειτουργούν δύο δεξαμενές εξάμμωσης, αφαίρεσης λιπών. Ο συνολικός όγκος της κάθε δεξαμενής είναι 118m³ από τα οποία τα 75m³ είναι περιοχή εξάμμωσης και τα 43m³ ο όγκος της περιοχής αφαίρεσης λιπών.



Στα λύματα διοχετεύεται αέρας μέσω 11 κεραμικών διαχυτήρων. Με προβλεπόμενο χρόνο παραμονής των λυμάτων στην περιοχή εξάμμωσης μεγαλύτερο από 7min επιτυγχάνεται η αφαίρεση του 90% του αριθμού των σωματιδίων που έχουν διάμετρο μεταξύ 0,16 και 0,20 mm.. Τα επιπλέοντα υλικά απομακρύνονται μέσω ειδικού μηχανισμού και συγκεντρώνονται σε φρεάτιο συλλογής. Επίσης λειτουργεί ειδική διάταξη έκπλυσης οργανικών και απομάκρυνσης της υγρασίας από την άμμο.

5. Πρωτοβάθμια Καθίζηση

Υπάρχουν δύο δεξαμενές, διαμέτρου 22 μέτρων η καθεμία. Τα λύματα εισέρχονται στο κέντρο της δεξαμενής και εξέρχονται ακτινικά μέσω υπερχειλιστών. Η κάθε δεξαμενή είναι εφοδιασμένη με περιστρεφόμενη γέφυρα και φέρει ξέστρο στον πυθμένα για να παρασύρει την λάσπη στο κεντρικό φρεάτιο. Η απόδοση της πρωτοβάθμια καθίζηση είναι απομάκρυνση BOD5 κατά 33% και αιωρούμενων στερεών κατά 60%.



6. Δεξαμενή Επιλογής

Στην δεξαμενή που έχει όγκο 485 m³ αναμιγνύονται υπό ανοξικές συνθήκες τα πρωτοβάθμια λύματα με την ανακυκλοφορία από τις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης. Η δεξαμενή έχει κατασκευαστεί για να εμποδίσει την ανάπτυξη ανεπιθύμητων νηματοειδών βακτηριδίων στα επόμενα στάδια της εγκατάστασης.



7. Δεξαμενές Αερισμού

Τα λύματα από την δεξαμενή επιλογής οδηγούνται μέσω μεριστών ροής στις τέσσερις δεξαμενές αερισμού που κάθε μία έχει διαστάσεις 60 μέτρα μήκος 8,4 μέτρα πλάτος και 4.50 μέτρα ωφέλιμο βάθος. Σε κάθε δεξαμενή υπάρχει ανοξική και αερόβια ζώνη. Τα λύματα οξυγονώνονται μέσω διαχυτήρων μεμβράνης λεπτής φυσαλίδας που βρίσκονται στον πυθμένα των δεξαμενών. Παράλληλα με την αφαίρεση του οργανικού φορτίου γίνεται και νιτρικοποίηση. Για την απομάκρυνση του αζώτου



γένεται μερική απονιτροποίηση στην ανοξική ζώνη μέσω ανακυκλοφορίας των νιτροποιημένων εκροών. Ο συνολικός όγκος των δεξαμενών είναι 9072 m^3 .

8. Δεξαμενές Δευτεροβάθμιας Καθίζησης

Υπάρχουν τρεις δεξαμενές διαμέτρου 33 μέτρων και όγκου 2.130 m^3 η μία. Η ροή εισόδου των λυμάτων έχει την ίδια μορφή με την πρωτοβάθμια ενώ για την εκροή οι δύο (παλαιότερες δεξαμενές) φέρουν περιμετρικούς επιφανειακούς υπερχειλιστές και η νεώτερη υποεπιφανειακούς ακτινικούς σωλήνες υπερχείλισης. Η πλεονάζουσα ίλυς αντλείται προς την μηχανική πάχυνση και η ίλυς ανακυκλοφορίας αντλείται προς την δεξαμενή επιλογής.



9. Δεξαμενή Χλωρίωσης

Η απολύμανση των λυμάτων επιτυγχάνεται μέσω τροφοδοσίας διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου με 15% ενεργό χλώριο. Η δεξαμενή χλωρίωσης έχει διαστάσεις 24 μέτρα μήκος, 10 μέτρα πλάτος και 2.5 μέτρα βάθος δίνοντας ωφέλιμο όγκο 600 m^3 . Ο χρόνος επαφής είναι 30 min με σχεδιαζόμενη συγκέντρωση.



Κοπρανώδη κολοβακτηριδίων μετά την απολύμανση της τάξεως 176/100 ml.

Στο τέλος την δεξαμενής χλωρίου γίνεται και αποχλωρίωση των λυμάτων.

Ο υποθαλάσσιος αγωγός διάθεσης από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας διαμέτρου 710 mm έχει μήκος 110 m και καταλήγει σε βάθος 16m.

10. Μηχανική Πάχυνση της Λάσπης

Η δευτεροβάθμια λάσπη υφίσταται πάχυνση με δύο φυγόκεντρους δυναμικότητας κάθε μίας 25 m³/h και 175 kg/h και ακολούθως οδηγείται στην προπάχυνση, ενώ υπάρχει δυνατότητα από ευθείας παραχέτευσης και στους χωνευτές ή στην μεταπάχυνση.



11. Προπάχυνση

Πρωτοβάθμια & Δευτεροβάθμια λάσπη τροφοδοτείται στο κέντρο δύο δεξαμενών διαμέτρου 8.50 μέτρα έκαστη. Η ιλύς κινούμενη ακτινικά προς την περιφέρεια της δεξαμενής καθιζάνει υποβοηθούμενη από μια περιστρεφόμενη γέφυρα που φέρει καθέτους ράβδους υπό μορφή κτένας. Ο κάθε προπαχυντής έχει όγκο 200m³. Από τον πυθμένα των δεξαμενών η λάσπη τροφοδοτείται προς τους χωνευτές.



12. Αναερόβιοι Χωνευτές

Η παχυμένη ιλύς με δύο περιστροφικές ογκομετρικές αντλίες (Mohno) μέγιστης παροχής 22m³/h και μανομετρικού 40m αντλείται προς τους δύο χωνευτές συνολικού όγκου 3100m³ αφού θερμανθεί μέσω δύο εναλλακτών σε θερμοκρασία 35°C (Μεσοφιλική ζώνη). Με την αναερόβια χώνευση επιτυγχάνεται η σταθεροποίηση της λάσπης με την αποσύνθεση των οργανικών ενώσεων απουσία αέρος. Παράλληλα το παραγόμενο αέριο (βιοαέριο) που περιέχει μεθάνιο σε ποσοστό περίπου 70% αφού υποστεί αποθείωση μεταφέρεται στο αεριοφυλάκιο μεταβλητού διαμέτρου 12.80m και όγκου 650m³. Το βιοαέριο χρησιμοποιείται για την θέρμανση των χωνευτών και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που επαναχρησιμοποιείται για τις ανάγκες του έργου.



13. Μεταπάχυνση

Η σταθεροποιημένη ιλύς οδηγείται από τους χωνευτές σε δύο κυκλικές δεξαμενές διαμέτρου 11m οι οποίες λειτουργούν όπως οι δεξαμενές προπάχυνσης. Η λάσπη παχύνεται και στη συνέχεια οδηγείται προς αφυδάτωση. Η κάθε δεξαμενή έχει όγκο 300 m³.



14. Αφυδάτωση

Λάσπη από την μεταπάχυνση τροφοδοτείται προς την αφυδάτωση. Η αφυδάτωση επιτυγχάνεται με δύο ταινιοφιλτρόπρεσες με πλάτος μάντα 2m και μέγιστο ωριαίο φορτίο 848 kgss/h μετά από κροκίδωση της λάσπης με πολυηλεκτρολύτη. Η συγκέντρωση στερεών της αφυδατωμένης λάσπης είναι περίπου 20%.



15. Επιπλέον Κτιριακές Εγκαταστάσεις

Το έργο περιλαμβάνει ακόμα κτίριο Διοίκησης εργαστήριο ελέγχου ποιότητας νερών και λυμάτων, Φυλάκιο Εισόδου Συνεργείο Επισκευών, κτίριο Βιομηχανικού νερού και άλλα μικρότερα κτίρια.



16. Συγκρότημα Απόσμησης

Η μονάδα απόσμησης έχει δυναμικότητα 45.000 m³/h με σκοπό την μείωση των οσμών που παράγονται από το έργο σε ποσοστό 99%. Η απόσμηση γίνεται με πλυντηρίδα τριών σταδίων με την χρήση χημικών. Η αμμωνία και το υδρόθειο απομακρύνονται από τον



αέρα με την χρήση υδατικών διαλυμάτων θειικού οξέος, καυστικού νατρίου και υπεροξειδίου του υδρογόνου. Η απόσμιση εξυπηρετεί τα έργα εισόδου, τα φρεάτια και τις δεξαμενές λάσπης και την μονάδα αφυδάτωσης.

17. Αυτοματισμός της Εγκατάστασης

Το Σύστημα Εποπτικού Ελέγχου και Συλλογής Πληροφοριών (SCADA) με πρόσθετα όργανα on-line μετρήσεων παρακολουθεί σε πραγματικό χρόνο, υποστηρίζει και βελτιώνει την λειτουργία της εγκατάστασης. Μέσω του συστήματος αυτού γίνεται ο τηλε-έλεγχος και τηλεχειρισμός όλου του Η/Μ εξοπλισμού της εγκατάστασης.



18. Προστασία από τη Θάλασσα και Δενδροφύτευση

Έχουν κατασκευαστεί έργα προστασίας του χώρου από θαλάσσια κύματα.

Ο χώρος της εγκατάστασης και ο δρόμος πρόσβασης έχουν φυτευτεί με δέντρα, θάμνους και λουλούδια. Προβλέπονται συμπληρωματικές φυτεύσεις.

19. Λειτουργία της Εγκατάστασης

Από τον Ιούνιο του 1995 λειτουργεί όλη η γραμμή λυμάτων και η αφυδάτωση ενώ η αναερόβια χώνευση της λάσπης τέθηκε σε λειτουργία τον Αύγουστο του 1998. Οι εγκαταστάσεις της απόσμισης τέθηκαν σε λειτουργία τον Μάρτιο του 2001 ενώ τα έργα επέκτασης του έργου τέθηκαν σε λειτουργία τον Ιανουάριο του 2001. (8)

3.1.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Το 2007 η ημερήσια παροχή λυμάτων έφθασε το καλοκαίρι στα 22194 m³/d, ενώ κατά μέσο όρο η Εγκατάσταση επεξεργάστηκε 18329 m³/ ημέρα.

Η ποιότητα της εκροής της εγκατάστασης τηρεί πλήρως τους περιβαλλοντικούς όρους, με μέσα ποσοστά απομάκρυνσης για το οργανικό φορτίο (BOD₅) 98%, για τα στερεά 96% και για την αμμωνία 99%.

Μετά την απολύμανση η μικροβιολογική ποιότητα της εκροής αντιστοιχεί σε επίπεδα πόσιμων επιφανειακών νερών (<100 αποικίες κολοβακτηριδίων/100 ml νερού).

Για την παρακολούθηση του επηρεασμού του θαλάσσιου περιβάλλοντος και την λειτουργία της εγκατάστασης, η Δ.Ε.Υ.Α.Χ. συνεργάζεται με το Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας Κρήτης (ΙΘΑΒΙΚ).

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων είναι εξαιρετικά θετικά για την λειτουργία του Βιολογικού Καθαρισμού.

Το 2007 η εγκατάσταση παρήγαγε περίπου 1000 τόνους λάσπης (σε ξηρή ουσία) που μετά από ασβεστοποίηση διατίθενται στον ΧΥΤΑ Κορακιάς. (8)

3.1.3 ΥΠΟΜΝΗΜΑ



1. ΦΥΛΑΚΙΟ ΕΙΣΟΔΟΥ
2. ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΦΥΛΑΚΑ
3. ΔΙΟΙΚΗΤΗΡΙΟ - ΧΗΜΙΚΟ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
4. ΑΙΘΟΥΣΑ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΚΟΧΛΙΩΝ ΑΡΧΙΜΗΔΗ
5. ΑΙΘΟΥΣΑ ΕΣΧΑΡΩΝ
6. ΚΤΙΡΙΟ ΠΛΥΣΗΣ ΑΜΜΟΥ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΕΣΧΑΡΩΜΑΤΩΝ
7. ΚΤΙΡΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΣΙΟΥ
8. ΚΤΙΡΙΟ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΩΝ
9. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΒΟΘΡΟΥΜΑΤΩΝ
10. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΜΜΟΣΥΛΛΟΓΗΣ ΛΙΠΟΣΥΛΛΟΓΗΣ
11. ΜΕΡΙΣΤΗΣ ΡΟΗΣ ΠΡΟΣ Α ΚΑΘΙΖΗΣΗ
12. ΔΕΞΑΜΕΝΗ Α ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ
13. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ Α' ΒΑΘΜΙΑΣ ΛΑΣΠΗΣ
14. ΠΡΟΜΕΡΙΣΤΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ
15. ΜΕΡΙΣΤΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ
16. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΕΡΙΣΜΟΥ
17. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΠΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΟΥ ΜΕΙΓΜΑΤΟΣ
18. ΜΕΡΙΣΤΗΣ ΡΟΗΣ Β ΚΑΘΙΖΗΣΗ
19. ΔΕΞΑΜΕΝΗ Β ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ
20. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΠΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΟΥ ΜΕΙΓΜΑΤΟΣ
21. ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ (VERTURI)
22. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ
23. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΝΑΡΡΥΘΜΙΣΗΣ ΦΡΕΑΤΙΟ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟΥ
24. ΚΤΙΡΙΟ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ

25. ΚΤΙΡΙΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ
26. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΡΟΠΑΧΥΝΣΗΣ
27. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΠΡΟΠΑΧΥΝΣΗΣ
28. ΧΩΝΕΥΤΗΣ ΙΛΥΟΣ
29. ΚΤΙΡΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
30. ΑΕΡΟΦΥΛΑΚΙΟ
31. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΠΟΘΕΙΩΣΗΣ
32. ΔΑΥΛΟΣ ΚΑΥΣΗΣ
33. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΜΕΤΑΠΑΧΥΝΣΗΣ
34. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΜΕΤΑΠΑΧΥΝΣΗΣ
35. ΚΤΙΡΙΟ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ
36. ΚΤΙΡΙΟ ΣΥΝΕΡΓΕΙΟΥ ΟΧΗΜΑΤΩΝ – ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ
37. ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΠΑΧΥΝΣΗΣ
38. ΚΤΙΡΙΟ ΑΠΟΣΜΗΣΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΕΝΑΡΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΙΛΥΟΣ ΤΟΥ Κ.Ε.Λ ΤΗΣ ΔΕΥΑΧ

4.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Κοινό σημείο και των τριών μεθόδων είναι η μετά την εφαρμογή της κάθε μιας μεθόδου, προσωρινή εναπόθεση στον ΧΥΤΑ της Κορακιάς, αποβλέποντας σε μελλοντική διάθεση στη Γεωργία, ενδεχόμενη αποκάτασταση τοπίων στο Ακρωτήριο και στη Βιομηχανία.

Στοιχεία κόστους έχουν ληφθεί από εξειδικευμένες διεθνώς εταιρείες όπως:

Ασβεστοποίηση	PURATEK, PUMPAK SODIMATE
Κομποστοποίηση	FUCHS GmbH, VEGA KG
Ξήρανση	HANS HUBER AG, ANDRIZ, SERNAGIOTTO

4.1.1 ΑΣΒΕΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Αμέσως μετά την αφυδάτωση της ιλύος στις ταινιοφιλτρόπρεσσες ακολουθεί η επεξεργασία με άσβεστο (CaO). Ακολουθείται ο τρόπος συνεχούς τροφοδοσίας εμβολοειδούς ροής (plug flow).

Δυναμικότητα

Με βάση ότι η συγκέντρωση των στερεών στην αφυδατωμένη ιλύ είναι 18% κι η μέγιστη ποσότητά τους 6200 kgDSS/day ο μέγιστος όγκος αφυδατωμένης ιλύος για μια ημέρα λειτουργίας θα είναι 33m³/day και για 6 ώρες λειτουργίας την ημέρα θα είναι ο ωριαίος όγκος 5,5 m³/h. Το ειδικό βάρος της ιλύος είναι το 1040 kg/m³.

Κατόπιν εργαστηριακών δοκιμών προτείνεται σαν ποιοτικά καλύτερη η αναλογία 1 m³ αφυδατωμένης ιλύος με 150 kg CaO

Απαιτούμενα μηχανήματα

1. Σιλό τροφοδοσίας ασβέστου
2. Διάταξη μεταφοράς και δοσομέτρησης ασβέστου
3. Δεξαμενή αποθήκευσης ιλύος

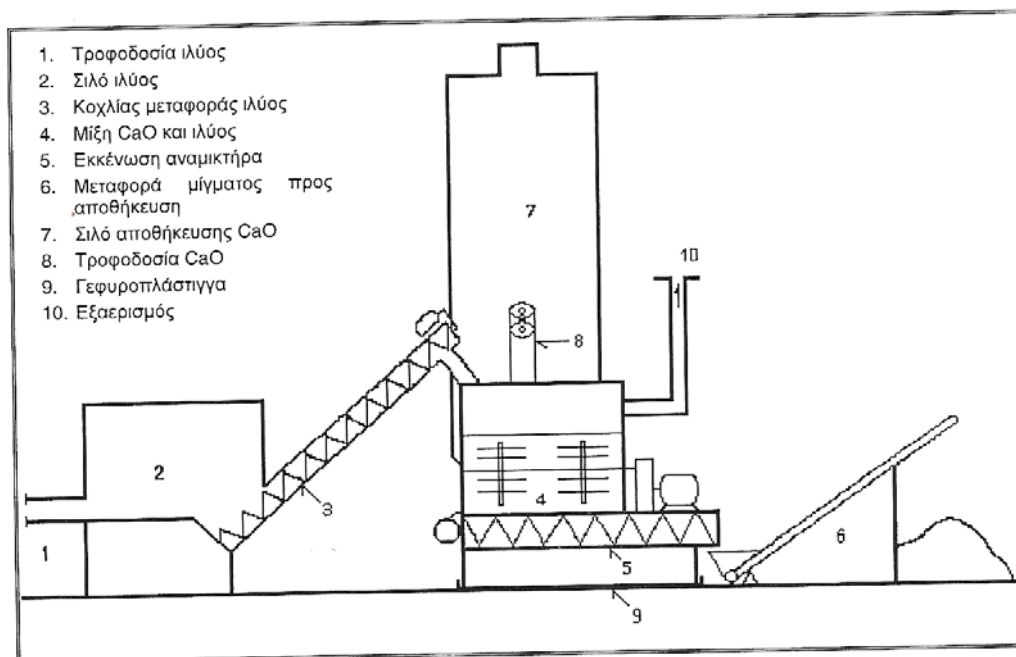
4. Δεξαμενή μεταφοράς αφυδατωμένης ιλύος στον αναμείκτη
5. Διάταξη ανάμιξης ιλύος και ασβέστου
6. Διάταξη μεταφοράς μείγματος στον χώρο αποθήκευσης

Απαιτούμενοι χώροι

Επειδή ο χώρος αφυδάτωσης είναι μικρός (22x22 μέτρα) και προβλέπεται μελλοντικά κι η εγκατάσταση τρίτης ταινιοφιλτρόπρεσσας, απαιτείται έκταση της τάξης των 300-500 τετραγωνικών μέτρων εκτός του γηπέδου της ΕΕΛ.

Απαιτείται δε και η διαμόρφωση χώρου αποθήκευσης του μείγματος ιλύος και ασβέστου.

Διάγραμμα Ροής



Στοιχεία κόστους

Η δαπάνη για τον εξοπλισμό με βάση τη δυναμικότητα που προαναφέραμε, δηλαδή που σημαίνει 5000 τόνους αποξηραμένης ιλύος το έτος, είναι περίπου 1.000.000 Ευρώ. Έχουμε στοιχεία κόστους λειτουργίας για το έτος 2005.

Το ετήσιο κόστος της επένδυσης εξοπλισμού είναι 200.000 Ευρώ. Το αντίστοιχο κόστος απόκτησης γης 200.000 Ευρώ, ενώ το μεγαλύτερο κόστος λειτουργίας είναι το κόστος του CaO: 1.650.000 Ευρώ. Συμπληρώνουμε με κόστος ηλεκτρικής ενέργειας και συντήρησης 40.000 και 50.000 Ευρώ αντίστοιχα οπότε το συνολικό κόστος λειτουργίας προκύπτει για την ασβεστοποίηση 2.140.000 Ευρώ.

4.1.2 ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Δυναμικότητα

Η Κομποστοποίηση της ιλύος σε σειράδια απαιτεί την προσθήκη πράσινων υπολειμμάτων τα οποία επιτρέπουν την ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα και της υγρασίας και επίσης απαιτεί καλή ανάμιξη-αναστροφή του μίγματος. Στην περίπτωση μας της ΕΕΛ Χανίων οι προτεινόμενες αναλογίες κατά βάρος είναι:

Πράσινα (κλαδιά, άχυρα πριονίδια)	40-50%
Ιλύς με στερεά >15%	20-30%
Υλικά από το κοσκίνισμα του compost	25-32%

Σε πρώτη φάση της λειτουργίας με βάση τα δεδομένα της ΕΕΛ θα εισέρχονται προς κομποστοποίηση οι ακόλουθες ποσότητες σε μάζα και όγκο

Πράσινα (κλαδιά, άχυρα πριονίδια)	65tn	300 m ³
Ιλύς με στερεά >15%	35tn	35 m ³

Υλικά από το κοσκίνισμα του compost	40tn	70 m ³
-------------------------------------	------	-------------------

Με βάση τα παραπάνω και λαμβάνοντας υπόψη ότι η ζύμωση διαρκεί ένα μήνα περίπου η δυναμικότητα σε όγκο είναι της τάξεως των 10.000 m³, άρα απαιτούνται 20 στρέμματα για τη φάση της ζύμωσης. Το παραγόμενο κόμποστ είναι της τάξης των 20.000- 30.000 τόνων ετησίως.

Απαιτούμενα έργα

1. Υποδοχής και αποθήκευσης της ιλύος και των πράσινων υπολειμμάτων
2. Τεμαχισμού των πράσινων υπολειμμάτων
3. Αναστροφής και εφύγρανσης
4. Θερμικής ωρίμανσης ή ζύμωσης
5. Σταθεροποίησης του τελικού προϊόντος

Απαιτούμενοι χώροι