



Τ.Ε.Ι. Κρήτης
Τμήμα Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος



**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ ΚΑΙ
ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΩΣ ΚΑΥΣΙΜΟ**

ΔΗΜΟΣΘΕΝΗΣ ΛΑΖΑΡΕΤΟΣ

Επιβλέπων Καθηγητής
Εμμανουήλ Καραπιδάκης

Χανιά
Μάϊος 2009

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
ABSTRACT	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΦΑΣΗΣ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ	3
1.1 Εισαγωγή	3
1.2 Η μορφή και οι ιδιότητες της λυματολάσπης	3
1.3 Διαχωρισμός σωματιδίων και αερίων από τη λάσπη	4
1.4 Διαχωρισμός για τη συλλογή της λυματολάσπης	4
1.5 Επεξεργασία των περίσσιων υγρών της λάσπης	4
1.5.1 Βιολογική επεξεργασία για τον καθαρισμό του νερού	5
1.5.2 Προθέρμανση και μίξη της λυματολάσπης	5
1.5.3 Παραγωγή της υδατικής φάσης από τη λυματολάσπη	6
1.5.4 Προσθήκη οξέως στη λάσπη	6
1.5.5 Υδροθερμική επεξεργασία της κολλώδους φάσης της λάσπης	7
1.5.6 Τρόποι θέρμανσης - ψύξης του υγρού κλάσματος της λυματολάσπης	7
1.5.7 Τα στερεά ανθρακικά καύσιμα	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ	9
2.1 Εισαγωγή	9
2.2 Βιολογικές μέθοδοι	9
2.2.1 Η αερόβια χώνευση	9
2.2.1.2 Η θερμοφιλική αερόβια χώνευση	10
2.2.2 Η αναερόβια χώνευση	10
2.2.2.1 Η λειτουργία της αναερόβιας επεξεργασίας	11
2.2.2.2 Πλεονεκτήματα της χώνευσης της λάσπης	11

2.2.2.3	Πλεονεκτήματα της αναερόβιας χώνευσης	12
2.2.3	Η μικροβιακή διαδικασία κατά την αναερόβια χώνευση	12
2.2.4	Η θερμοφιλική αναερόβια χώνευση	12
2.2.5	Χώνευση μίας φάσης και χώνευση δύο φάσεων	12
2.2.6	Η διαδικασία της συμπύκνωσης	13
2.2.7	Ανασταλτικές ενώσεις	13
2.2.8	Δεξαμενή χώνευσης	13
2.2.9	Η θέρμανση κατά την αναερόβια χώνευση	14
2.2.10	Η ανάμιξη κατά την αναερόβια χώνευση	14
2.2.11	Παραγωγή ενέργειας και βιοαερίου μέσω της αναερόβιας χώνευσης	15
2.3	Χημικές μέθοδοι	16
2.3.1	Γενική περιγραφή	16
2.3.2	Προεπεξεργασία της λυματολάσπης	16
2.3.3	Αποτέφρωση	17
2.3.3.1	Η διαδικασία της αποτέφρωσης	17
2.3.3.2	Αποτέφρωση της λάσπης με την ενεργειακή Ανάκτηση	17
2.3.3.3	Τα πλεονεκτήματα της αποτέφρωσης	18
2.3.3.4	Μηχανική απομάκρυνση του νερού	18
2.3.3.5	Λεκάνες χώνευσης	18
2.3.3.6	Ανάκτηση θερμότητας από την αποτέφρωση	18
2.3.3.7	Διαχείριση των αερίων αποτέφρωσης	18
2.3.3.8	Ανάκτηση ενέργειας από την αποτέφρωση	19
2.3.3.9	Η θερμική διαδικασία της ξήρανσης	19
2.3.3.10	Παράγοντες που επηρεάζουν την αποτέφρωση	19
2.3.4	Θερμικές τεχνικές επεξεργασίας	20
2.3.4.1	Η διαδικασία της πυρόλυσης και της οξείδωσης	20
2.3.4.2	Τα πλεονεκτήματα της πυρόλυσης και της Οξείδωσης	20
2.3.4.3	Παραγωγή καυσίμου με τη διαδικασία της Πυρόλυσης	21
2.3.4.4	Ενεργειακή ανάκτηση από την οξείδωση	21
2.3.5	Η καύση της λυματολάσπης	21

2.3.5.1	Καθαρισμός των αερίων εξάτμισης	22
2.3.5.2	Διαχωρισμός σκόνης και προσροφητικού	22
2.3.6	Η αεριοποίηση της λυματολάσπης	22
2.3.7	Η υδροθερμική επεξεργασία	23
2.3.7.1	Η χρήση της υδροθερμικής επεξεργασίας	23
2.3.7.2	Ανάκτηση ενέργειας με την υδροθερμική Επεξεργασία	24
2.4	Φυσικές μέθοδοι	24
2.4.1	Η μηχανοθερμική επεξεργασία της λυματολάσπης	24
2.4.2	Η θερμοεπεξεργασία της λυματολάσπης	24
2.4.3	Κομποστοποίηση	24
2.5	Μέθοδοι διάθεσης ιλύος	25
2.5.1	Γενικά	25
2.5.2	Προστασία επιφανειακών και υπογείων υδάτων	25
2.5.3	Οχλήσεις- δυσοσμίες	25
2.5.4	Αποθήκευση ιλύος	25
2.5.5	Μεταφορά ιλύος	26
2.5.6	Διάθεση ιλύος	26

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ ΣΤΙΣ ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ Ε.Ε **28**

3.1	Εισαγωγή	28
3.2	Η μέθοδος EDZ	29
3.2.1	Γενική περιγραφή	29
3.2.2	Χρήση πηγών θερμότητας για τη θέρμανση δαπέδων	30
3.2.3	Εξαερισμός	30
3.2.4	Πλεονεκτήματα EDZ	30
3.2.5	Η ηλιακή ξήρανση της λυματολάσπης με την EDZ	30
3.2.6	Υπαίθριες λεκάνες ξήρανσης- Φυσικός εξαερισμός	31
3.2.7	Ρυθμιζόμενη οροφή εξαερισμού	31
3.2.8	Αξονικοί περιστρεφόμενοι ανεμιστήρες	31
3.2.9	Οροφές με σχισμές	32
3.2.10	Χρήση ηλιακής ενέργειας στην EDZ	32

3.2.11	Χρήση υποβοηθητικής θέρμανσης στην EDZ	33
3.2.12	Η ξήρανση κατά τη διαδικασία EDZ- Περιγραφή	34
3.2.13	Εξοικονόμηση ενέργειας με τη χρήση της μηχανής Wendewolf	35
3.2.14	Η ανάμιξη στη διαδικασία EDZ	35
3.2.15	Τύποι συστημάτων ανάμιξης	36
3.2.16	Ανάκτηση ανανεώσιμης ενέργειας με τη διαδικασία της EDZ	36
3.2.17	Λίπανση	36
	2.2.17.1 Η διαδικασία της λίπανσης κατά την EDZ	37
	2.2.17.2 Χρήση συστημάτων λίπανσης κατά την EDZ	37
3.2.18	Η διαλογή και η χρήση του λιπάσματος	38
3.2.19	Η αφυδάτωση της λυματολάσπης στην EDZ	38
3.2.20	Χρήση συστημάτων ξήρανσης με την EDZ	38
3.2.21	Τα χαρακτηριστικά της ξήρανσης κατά την EDZ	39
	2.2.21.1 Η πίεση κατά τη διαδικασία της ξήρανσης	39
	2.2.21.2 Ο θόρυβος κατά τη διαδικασία της ξήρανσης	39
	2.2.21.3 Οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων κατά τη διαδικασία της ξήρανσης	40
	2.2.21.4 Οι οσμές που εκλύονται κατά τη διαδικασία της ξήρανσης	40
3.2.22	Συστήματα διαχείρισης των αερίων εξάτμισης	40
3.3	Τα συστήματα Pebble Heaters	40
	3.3.1 Επεξεργασία της λάσπης με τα Pebble Heaters	40
	3.3.2 Pebble Heaters και τουρμπίνες αέρος- αρχή λειτουργίας	41
3.4	Η εφαρμογή της λάσπης στην καλλιέργεια	42
3.5	Το νομοθετικό πλαίσιο διαχείρισης και διάθεσης της λυματολάσπης στην Ε.Ε	43
	3.5.1 Γενικά	43
	3.5.2 Κατάλογος ευρωπαϊκών οδηγιών που αφορούν τις λάσπες	43
	3.5.3 Παρουσίαση της κατάστασης στην Ε.Ε	44
	3.5.4 Οι προδιαγραφές χρήσης ιλύος στην καλλιέργεια σύμφωνα με την οδηγία 86/278/ΕΕ	45
	3.5.5 Επιφάνειες που απαγορεύεται η χρήση ιλύος	46

3.5.6	Περιορισμοί στη χρήση ιλύος	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΟΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΗΣ		48
ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ		
4.1	Εισαγωγή	48
4.2	Η αξιοποίηση του βιοαερίου στις ελληνικές εγκαταστάσεις	48
4.2.1	Πεδίο εφαρμογής	48
4.2.2	Στόχος	49
4.2.3	Τεχνική περιγραφή -Παράμετροι σχεδιασμού	49
4.2.3.1	Συλλογή	49
4.2.3.2	Άντληση- Μεταφορά- Αποθήκευση	50
4.2.3.3	Προεπεξεργασίες	50
4.2.4	Η θερμική επεξεργασία στις ελληνικές εγκαταστάσεις	51
4.2.4.1	Καύση σε πυρό	51
4.2.4.2	Περιγραφή συστήματος θερμικής επεξεργασίας	51
4.2.5	Αξιοποίηση	51
4.2.6	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	51
4.2.7	Αναβάθμιση σε ποιότητα φυσικού αερίου	52
4.2.8	Οικονομική αξιολόγηση	52
4.3	Κέντρο επεξεργασίας λυμάτων Ψυττάλειας	53
4.3.1	Τα επιμέρους έργα του ΚΕΛΨ	53
4.3.2	Η επεξεργασία λυμάτων και ιλύος στο ΚΕΛΨ	53
4.3.3	Η λειτουργία της β' φάσης του ΚΕΛΨ	54
4.3.4	Η τριτοβάθμια επεξεργασία των υγρών αποβλήτων	55
4.3.4.1	Η θερμική ξήρανση στο ΚΕΛΨ	55
4.3.4.2	Κατασκευή μονάδας ξήρανσης ιλύος στο ΚΕΛΨ	56
4.3.5	Συστήματα των εγκαταστάσεων του ΚΕΛΨ	58
4.4	Εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων Θεσσαλονίκης	58
4.4.1	Παραγωγή βιοαερίου από την αναερόβια χώνευση	58
4.4.2	Τεχνικά δεδομένα βιοαερίου στα ΕΕΛΘ	59
4.4.3	Μελλοντικές δυνατότητες και έργα	60
4.4.4	Επέκταση γραμμής επεξεργασίας προ- αφυδατωμένης ιλύος	60

4.4.5	Μετά- επεξεργασία αφυδατωμένης ιλύος στα ΕΕΛΘ	61
4.5	Κέντρο επεξεργασίας λυμάτων Μεταμόρφωσης	63
4.5.1	Το ιστορικό της εγκατάστασης	63
4.5.2	Γενική περιγραφή εγκαταστάσεων ΚΕΛΜ	63
4.5.3	Τεχνικά χαρακτηριστικά	64
4.6	Χώρος διάθεσης απορριμμάτων Ταγαράδων Θεσσαλονίκης	64
4.6.1	Ιστορικό και περιγραφή εγκατάστασης ΧΔΑ	64
4.6.2	Σύστημα αξιοποίησης βιοαερίου	65
4.6.3	Αντιμετώπιση προβλημάτων συστήματος	65
4.6.4	Ενέργειες προς βελτίωση του συστήματος	66
4.7	Εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων Ηρακλείου	66
4.7.1	Περιγραφή εγκατάστασης	66
4.7.2	Συμμόρφωση με τα κριτήρια της οδηγίας 96/61	67
4.7.3	Σχεδιασμός βελτίωσης βιολογικής επεξεργασίας	67
4.7.4	Σταδιακή μετατροπή υφιστάμενων γραμμών βιολογικής επεξεργασίας	68
4.7.5	Εργασίες για τη μετατροπή των υφιστάμενων βιολογικών δεξαμενών	68
4.7.6	Επέκταση και μετεπεξεργασία γραμμής ιλύος	69
4.7.7	Λύσεις επεξεργασίας της ιλύος που εξετάστηκαν	70
4.8	Το νομοθετικό πλαίσιο διαχείρισης και διάθεσης της λυματολάσπης στην Ελλάδα	70
4.8.1	Κατάλογος οδηγιών στην Ελλάδα που αφορούν τις λάσπες	70
4.8.2	Ανασκόπηση ελληνικής νομοθεσίας	70

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ **72**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται έντονα στις κοινωνίες, ο προβληματισμός και η μεγάλη όχληση που δημιουργείται στους πολίτες, από την παρουσία ΧΥΤΑ και των χώρων αποθήκευσης των λυμάτων. Τα βιομηχανικά και τα αστικά απόβλητα, δεν θα πάνε ποτέ να υπάρχουν στις κοινωνίες και αν δεν επεξεργάζονται ή δεν διατίθενται σε κατάλληλους χώρους διαχείρισης αποβλήτων, θα είναι επιβλαβή για την υγεία των κατοίκων και των ζώων, καταστροφικά για τις καλλιέργειες και γενικά θα υποβαθμίζουν το βιοτικό επίπεδο.

Η λυματολάσπη είναι αναπόφευκτο απόβλητο που παράγεται από τις διεργασίες των εσωτερικών λυμάτων και των βιομηχανικών αποβλήτων αποχέτευσης μιας σύγχρονης εκπολιτισμένης κοινωνίας. Η λυματολάσπη είναι ένα ετερογενές μίγμα ανόργανων και οργανικών ενώσεων. Προέρχεται κυρίως από τα αστικά λύματα, ζωικά εκκρίματα, απόβλητα νοικοκυριών, απόβλητα που προέρχονται από πλύσεις, βιομηχανικά απόβλητα και λάσπες. Η διαχείριση και η επεξεργασία των αποβλήτων και της ιλύος που προέρχεται από τον καθαρισμό λυμάτων (λυματολάσπη), μειώνει ή εξαλείφει την παρουσία παθογόνων και επιβλαβών μικροοργανισμών, με αποτέλεσμα την προστασία του περιβάλλοντος και της υγείας των ανθρώπων, καθώς κι εκμηδενίζει την παρουσία δυσάρεστων οσμών που προέρχονται από τα απόβλητα.

Επίσης, με την εφαρμογή περαιτέρω επεξεργασιών της λυματολάσπης, καθίσταται δυνατή η παραγωγή θερμότητας, ηλεκτρισμού, και βιοαερίου. Το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πόρος ενέργειας και για το ίδιο το εργοστάσιο επεξεργασίας αποβλήτων. Γι' αυτό το λόγο, η αποξηραμένη και επεξεργασμένη λυματολάσπη είναι βιομάζα. Βιομάζα ονομάζεται οποιοσδήποτε νεκρός ή ζωντανός οργανισμός που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο ή για βιομηχανική παραγωγή. Τις περισσότερες φορές, η βιομάζα αναφέρεται σε εγκαταστάσεις που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια ή βιολογικά καύσιμα, αλλά επίσης και τις εγκαταστάσεις παραγωγής ινών ή παραγωγής χημικών ουσιών ή θερμότητας. Η βιομάζα μπορεί επίσης να περιλάβει τα βιοδιασπάσιμα απόβλητα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα.

Η παρούσα εργασία διαπραγματεύεται τη χρήση μίας μορφής βιομάζας και πιο συγκεκριμένα της αποξηραμένης και χωνευμένης λυματολάσπης που επεξεργάζεται, με σκοπό την παραγωγή καυσίμου (βιοαερίου). Πιο συγκεκριμένα, στην εργασία περιγράφονται όλες οι μέθοδοι και τα συστήματα επεξεργασίας και διαχείρισης της λυματολάσπης που συντελούν στην παραγωγή καυσίμου όπως: η θερμική ξήρανση, η ηλιακή ξήρανση, η πυρόλυση, η αεριοποίηση, η καύση, η αποτέφρωση και η αναερόβια και αεροβική επεξεργασία της ιλύος καθαρισμού λυμάτων. Ακόμα παρατίθενται τα νομοθετικά ζητήματα που αφορούν τη διάθεση της λάσπης καθώς και αναλύονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων των εγκαταστάσεων επεξεργασίας της λυματολάσπης, στην Ελλάδα αλλά και σε άλλες χώρες.

ABSTRACT

The last decades is noticed intensely in the societies, the reflection and the big harmful effect that is created in the citizens, from the landfill presence and the areas of sewage storage buildings. The industrial and urban waste will never stop to exist in the societies and if they are not utilized or are not exposed in suitable areas of waste management, they will be harmful for the health of residents and animals, devastatingly for the agriculture and in general will downgrade the standards of living.

Sewage sludge is an inevitable waste that is produced from the activities of internal sewages and the industrial waste of sewerage of a modern society. Sewage sludge is a heterogeneous mixture of inorganic and organic compounds. It mainly flows from the urban sewages, animal excreta, households wastes, waste that flows from washes, industrial waste and sludge. The management and the treatment of waste and sewage sludge, decreases or eliminates the presence of pathogenic and harmful micro-organisms, with the protection of environment and people's health as a result, while it annihilates the presence of unpleasant smells that emanates from the waste.

Also, with the application of further sewage sludge treatments, is rendered possible the production of heat, electricity, and biogas. The biogas can be used as a resource of energy for the factory of treatment of waste itself. For this reason, drained and processed sewage sludge is biomass. Biomass is called any dead or alive organism that can be used as fuel or for industrial production. Most of the times, the biomass is referred in installations that produce electric energy or biological fuels, but also in installations of production of fibres or chemical substances production or heat. The biomass can also include the biodegradable waste that can be used as fuels.

The present thesis deals with the use of form of biomass and more concretely with the drained and digested sewage sludge that is utilized, aiming to the production of fuel (biogas). More concretely, in this thesis are being described all the methods and the systems of treatment and management of sewage sludge that contributes in the production of fuel as: the thermic drying process, the solar drying process the pyrolysis, the gasification, the combustion, the incineration and the anaerobic and aerobic digestion of sewage sludge. Also there are mentioned the legislative matters that deal with the disposal of the sludge as there are analyzed the technical characteristics of the sewage sludge treatment systems installations, in Greece and in other countries also.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΠΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΦΑΣΗΣ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η λυματολάσπη προέρχεται από ακατέργαστα απόβλητα και περιλαμβάνει παθογόνους οργανισμούς που εγκυμονούν κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία. Σχεδόν κάθε τύπου μικροοργανισμός μπορεί να ανιχνευθεί στα λύματα, όπως βακτηρίδια, πρωτόζωα, μικρόβια, και μύκητες. Επειδή οι χώροι υγειονομικής ταφής κλείνουν και οι υψηλής τεχνολογίας αποτεφρωτήρες δεν είναι γνωστοί στις περισσότερες περιοχές, οι κοινωνίες θεωρούν ότι είναι δύσκολο και ακριβό να ξεφορτωθούν τη λυματολάσπη. Η κολλώδης φάση (υδατική φάση) της λυματολάσπης παράγεται από μία διαδικασία διαχείρισης τεράστιων ποσοτήτων λυματολάσπης. Το ολικό ποσοστό των στερεών αποβλήτων από τα συνολικά λύματα μίας κοινωνίας, είναι περίπου 0,05% ή και περισσότερο. Τα στερεά σωματίδια των λυμάτων τις περισσότερες φορές είναι φυτικής ή ζωικής υπόστασης, οργανικής ύλης, υδρογονάνθρακες και πρωτεΐνες. Μερικά ανόργανα συστατικά που περιέχονται στην άμμο και στο χώμα, καταλήγουν στα συστήματα ύδρευσης. Οι ιλύες διαφορετικής σύστασης αποβάλλονται κυρίως από τα ακόλουθα στάδια καθαρισμού των λυμάτων :

- εσχάρωση, εξάμμωση, λιποσυλλογή,
- πρωτοβάθμια καθίζηση,
- χημική και βιολογική επεξεργασία.

1.2 Η ΜΟΡΦΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ

Η λυματολάσπη δεν φέρεται ως νευτώνιο υγρό. Ένα σημαντικό πρόβλημα είναι η ενεργειακή απώλεια λόγω των τριβών, κατά τη μεταφορά της λυματολάσπης. Η λάσπη, με συγκέντρωση σε παχύρρευστα διαλύματα 10-15%, μπορεί να αντληθεί, σε περίπτωση που υπάρχουν μεγάλες απώλειες τριβής. Η φυσική κατάσταση της λάσπης εξαρτάται από την περιεκτικότητα της υγρασίας που υπάρχει στη λάσπη και στη φύση της λάσπης. Ενώ μειώνεται το ποσοστό της υγρασίας, η κατάσταση της λάσπης μεταβάλλεται από υγρή σε ημι-στερεή και έπειτα σε απόλυτα ξηρή. Με τη βοήθεια της βαρύτητας, η πύκνωση της λάσπης μπορεί να φτάσει το 3-5% του βάρους της συγκέντρωσης στερεών. Εντούτοις τα κενά μεταξύ των μορίων, είναι γεμάτα με νερό. Ενώ το περιεχόμενο της υγρασίας μειώνεται περισσότερο, τα στερεά συμπιέζονται και έρχονται πλησιέστερα το ένα με το άλλο. Οι πιέσεις συνεχίζουν να αυξάνονται στους πόρους, μειώνοντας σταδιακά τον όγκο της λάσπης. Σε αυτή τη φάση, η λάσπη θεωρείται σχεδόν στερεή με πολύ μικρές ποσότητες υγρασίας.

1.3 ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΚΑΙ ΑΕΡΙΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΛΑΣΠΗ

Η κολλώδης φάση (υδατική φάση) της λυματολάσπης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο σε μία γεννήτρια αερίων οξείδωσης και μπορεί να αφαιρεθεί χωρίς να ρυπαίνεται η ατμόσφαιρα. Μετά τον καθαρισμό και την μετακίνηση των ανεπιθύμητων αερίων (H_2O, H_2S, COS, CO), παράγεται ένα ζεστό ακατέργαστο αέριο που δεν μολώνει το περιβάλλον και αποτελείται από αέρια σύνθεσης, ή από αέρια μείωσης ή καύσιμα αέρια. Το διάλυμα μπορεί να καεί με πλήρη καύση σε ένα λέβητα κι έτσι παράγεται ως υποπροϊόν ατμός και θερμό νερό. Εναλλακτικά το διάλυμα της λάσπης μπορεί να αποτεφρωθεί ή να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο στους φούρνους. Η επιβλαβής λυματολάσπη μπορεί να απομακρυνθεί με αυτόν τον τρόπο χωρίς να επιβαρύνεται το περιβάλλον. Οι σκουριές και οι στάχτες διαχωρίζονται από τους ατμούς των αερίων και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ασφαλτόστρωση και για κατασκευές τοιμεντένιων κτιρίων. Ακόμα επιτυγχάνεται η τροφοδοσία μεγαλύτερης ποσότητας λυματολάσπης σε εξασθεωμένες, λέβητες ή αποτεφρωτήρες, απαιτώντας λιγότερη ενέργεια για κάθε μονάδα όγκου της επεξεργαζόμενης λυματολάσπης.

1.4 ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΛΛΟΓΗ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ

Τα απόβλητα που προέρχονται από τα αποχετευτικά συστήματα των δήμων, διαπερνούν διαμέσου ενός προστατευτικού πλακιδίου για την αφαίρεση των μεγάλων χαλικιών, του ξύλου, των μετάλλων και άλλων υλικών που θα μπορούσαν να φράξουν τα κανάλια ή να καταστρέψουν τις αντλίες. Τα τραχιά βάρσα ανόργανα μη καύσιμα υλικά, όπως η άσφαλτος, τα κάρβουνα και η άμμος, συγκεντρώνονται σε ένα θάλαμο αποθήκευσης χαλικιών. Τα απόβλητα έπειτα διαχωρίζονται. Η συλλογή της υδατικής φάσης της λυματολάσπης μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους διαχωρισμού όπως με τη βαρύτητα, το φιλτράρισμα, τη φυγοκέντριση ή ένα συνδυασμό των ανωτέρω. Ένας καλός τρόπος διαχωρισμού είναι η εισαγωγή του παραπετάσματος των υπερχειλίσεων, από τους εναλλάκτες θερμότητας, σε μία δεξαμενή ιζηματοπόθεσης όπως είναι τα συστήματα συνεχούς θέρμανσης για την αφαίρεση ρύπων. Ο χρόνος παραμονής στη δεξαμενή ιζηματοπόθεσης, είναι 1- 24 ώρες και είναι επαρκής για την παραγωγή υγρής μάζας της ακατέργαστης λυματολάσπης με περιεκτικότητα σε νερό 0,5-20%. Η δεξαμενή ιζηματοπόθεσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποτροπή των διακοπών λειτουργίας, κατά την έκθεση της λάσπης. Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μία ξέχωρη δεξαμενή κατακράτησης. Η κολλώδης φάση της δευτεροβάθμιας λυματολάσπης, εισάγεται μέσα στη δεξαμενή κατακράτησης και αναμιγνύεται με την ακατέργαστη λάσπη. Η δευτεροβάθμια λυματολάσπη έχει περιεκτικότητα σε στερεά ίση με 1-10% και εξάγεται από την υπερχειλίση των υγρών μέσω της δεξαμενής ιζηματοπόθεσης.

1.5 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΠΕΡΙΣΣΙΩΝ ΥΓΡΩΝ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ

Τα υπερχειλισμένα υγρά, επεξεργάζονται με σκοπό, την παραγωγή της δευτεροβάθμιας λάσπης, για τη μείωση των BOD και το περιεχόμενο των οργανικών σωματιδίων και για να καθαριστούν και να αφαλατωθούν τα απόβλητα νερά τα οποία διαχωρίζονται από την δευτεροβάθμια λυματολάσπη. Η επεξεργασία των υπερχειλισμένων υγρών, μπορεί να γίνει με τους παρακάτω τρόπους:

- Ρύθμιση του pH
- Μείωση των οργανικών συστατικών και των BOD στο 0,002% ή και λιγότερο
- Καθαρισμός
- Φιλτράρισμα ή φυγοκέντριση
- Αφαλάτωση
- Επεξεργασία με ενεργό άνθρακα
- Απολύμανση για τον έλεγχο των βακτηριδίων, όπως είναι η χλωρίωση

1.5.1 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Τα πολύ όξινα και τα βασικά λύματα, μπορούν να εξουδετερωθούν αφού ρυθμιστεί το pH τους σε τιμές από 6-9. Η αναερόβια και οι αερόβια διαδικασίες διαχείρισης, χρησιμοποιούνται για να μειώσουν τα βακτηρίδια που προέρχονται από τις αποθέσεις λυμάτων νερού με περιεκτικότητα οργανικής ύλης και προκαλούν ρύπανση. Μπορούν ακόμη να χρησιμοποιηθούν βιολογικές διαδικασίες που εμπεριέχουν μονάδες διαχείρισης της λάσπης, εξαεριζόμενες λεκάνες σταθεροποίησης και φίλτρα. Το νερό που διαχωρίζεται από τη λυματολάσπη, μπορεί να καθαριστεί. Το καθαρό νερό, χρησιμοποιείται κατ' επακολούθηση στη διαδικασία. Για παράδειγμα, το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ψυκτικό μέσο για την ψύξη των παραγόμενων αερίων που προέρχονται από τον εξαερωτήρα οξειδωσης, που βρίσκεται σε άμεση επαφή με μία δεξαμενή μείωσης της θερμοκρασίας ή μέσω της ανταλλαγής θερμότητας που γίνεται μέσα σε ένα λέβητα. Αφότου αφαιρεθούν τα διαλυμένα στερεά, παράγονται υποπροϊόντα ατμών. Το ζεστό νερό ή ο ατμός, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προθέρμανση των υγρών υπολειμμάτων της λυματολάσπης. Το θερμό νερό όταν διαχωρίζεται από το σύστημα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προπαρασκευή των υγρών υπολειμμάτων των στερεών καυσίμων που είναι εμπλουτισμένα με άνθρακα, π.χ τα κάρβουνα.

1.5.2 ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΜΙΞΗ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ

Η κολλώδης μορφή της λυματολάσπης, στη φάση που έχει 5-35% περιεχόμενο σε στερεά συστατικά, προθερμαίνεται και διαχωρίζεται ταυτόχρονα σε κενό αέρος, στους 55° C - 100° C για μισό λεπτό μέχρι και μία ώρα και στους 65-90°C για ένα έως και πέντε λεπτά. Στη φάση αυτή, η κολλώδης φάση της λυματολάσπης, διαπερνάει συνεχώς μέσα από οριζόντιους σωλήνες ατμών, όπου ανακατεύεται και διαχωρίζεται από περιστρεφόμενους αναμκτήρες, που είναι εγκατεστημένοι σε έναν ή δύο παράλληλους άξονες. Ο κάθε άξονας φέρει πάνω του 6-30 αναμκτήρες ή λεπίδες ή πτερύγια. Στο σύστημα των δύο παράλληλων αξόνων, οι αναμκτήρες περιστρέφονται με ταχύτητα 50-600 rpm εντός ενός θαλάμου διαμορφωμένου κατάλληλα, ανάλογα με το μέγεθος του αναμκτήρα, έτσι ώστε η απόσταση μεταξύ

των αναμικτήρων και του εσωτερικού τοιχώματος του θαλάμου να είναι 0,03 έως 0,06 ίντσες. Έτσι εξασφαλίζεται η βέλτιστη ανάμιξη και ο σωστός διαχωρισμός αλλά και καθαρισμός. Σε τούτο το σύστημα, η τιμή της ροής κυμαίνεται ανάμεσα στις 50-600 lbs/λεπτό. Το μέγεθος των μορίων είναι 1-1000 μm. Ύστερα από αυτή την επεξεργασία, παράγεται μία ομογενής κρούστα λάσπης, που περιέχει 5-35% στερεά ουσία και ιζώδες μικρότερο από 2000 cp (centipoise), σε θερμοκρασία ίση με 80° C.

1.5.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΦΑΣΗΣ ΑΠΟ ΤΗ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗ

Η υδατική φάση της λυματολάσπης συλλέγεται με την απομάκρυνση του νερού από τα αποθέματα που προέρχονται από έναν συμβατικό ιμάντα φίλτρου πίεσης. Η υδατική φάση της λυματολάσπης προθερμαίνεται και διαχειρίζεται υδροθερμικά και έτσι αυξάνεται το ποσοστό στερεάς ουσίας στη λάσπη. Κατά τη διάρκεια της προθέρμανσης, η υδατική φάση της λυματολάσπης αναμιγνύεται με βιολογικούς καταλύτες. Το ιζώδες της υδατικής φάσης μειώνεται και εμποδίζεται η θρόμβωση. Έτσι παράγεται η υδατική φάση της λυματολάσπης με ή χωρίς καύσιμα πλούσια σε άνθρακα και καίγεται με ένα αέριο ελεύθερου οξυγόνου, σε έναν εξαερωτήρα μερικής οξειδωσης. Ο εξαερωτήρας οξειδωσης, ο φούρνος, ο καυστήρας ή ο αποτεφρωτήρας, χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αερίων. Τα εκρέωντα αέρια καθαρίζονται και εξαγνίζονται, ενώ η μη μολυσμένη στάχτη(τέφρα) και οι σκουριές, διαχωρίζονται. Έτσι, με αυτή τη διαδικασία, η επιβλαβής λυματολάσπη μπορεί να απομακρυνθεί χωρίς να μολύνει το περιβάλλον. Επίσης με αυτή τη μέθοδο, μπορούν να παραχθούν υποπροϊόντα σύνθεσης αερίων και καύσιμα.

1.5.4 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΟΞΕΩΣ ΣΤΗ ΛΑΣΠΗ

Η ανόργανη ύλη που εμπεριέχεται στην ξηρή λυματολάσπη, έχει σημαντική συμβολή. Τα σωματίδια που υπάρχουν στην λυματολάσπη υπόκεινται διήθηση μέσα στο νερό, όπου η λυματολάσπη διαλύεται κατά τη περίοδο που βρίσκεται σε επαφή με αυτό. Η διάλυση ή η αιώρηση της λυματολάσπης μέσα στο νερό, συμβάλλουν στο γεγονός ότι τα μόρια της λάσπης είναι πλήρως περιορισμένα και εμποδίζεται έτσι η επαφή του ενός μορίου με το άλλο. Εντούτοις, όσο η ανόργανη ύλη της λυματολάσπης, διαλύεται μέσα στο νερό, τα μόρια δεσμεύονται μεταξύ τους μετά από την σταδιακή καταστροφή του προστατευτικού στρώματος που βρίσκεται ανάμεσα στα μόρια. Έχει υπολογιστεί, ότι κατά τη διάρκεια της ανάδευσης της υδατικής φάσης της λυματολάσπης με περιεχόμενο οξέως (EDTA) 0,05-1%, ενώ θερμαίνεται σε θερμοκρασία 55-100°C, το οξύ δεσμεύεται με τη διαλυμένη ανόργανη ύλη της λυματολάσπης κι έτσι προστατεύει την καταστροφή του προστατευτικού στρώματος νερού που περιβάλλει τα μόρια της λάσπης. Με την προσθήκη του οξέως, το ιζώδες περιορίζεται σε χαμηλά επίπεδα διότι η ανόργανη ύλη που βρίσκεται στην επιφάνεια της λάσπης, διαλύεται αργά στο νερό. Έτσι εμποδίζεται η θρόμβωση της λάσπης κατά τη διάρκεια της αποθήκευσής της. Το οξύ επίσης μειώνει τα υπολείμματα στις επιφάνειες των καυστήρων κατά την περίοδο της εξαέρωσης της λάσπης και τα ανθρακικά μίγματα.

Με την παρουσία του οξέως, δεν χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν πολυμελείς σταθεροποιητές και απορρυπαντικά. Η υδατική φάση της λάσπης έχει ρευστότητα

για μεγάλη χρονική περίοδο κατά τη διάρκεια της αποθήκευσής της. Η προθερμασμένη και διαχωρισμένη λάσπη, διαχειρίζεται υδροθερμικά σε δύο φάσεις. Η πρώτη φάση πραγματοποιείται μέσα σε έναν εναλλάκτη θερμότητας δύο σωλήνων ή σε έναν σπειρωειδή εναλλάκτη θερμότητας. Η υδατική φάση της λυματολάσπης που είναι εμπλουτισμένη με οξύ, θερμαίνεται σε θερμοκρασίες περίπου από 150- 230° C σε κενό αέρος και σε πίεση χαμηλότερη της πίεσης εξάτμισης του νερού για 1- 10 λεπτά.

1.5.5 ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΟΛΛΩΔΟΥΣ ΦΑΣΗΣ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ

Το προθερμασμένο και διαχωρισμένο υγρό τμήμα θερμαίνεται κατά την πρώτη φάση υδροθερμικά, με την άμεση επαφή του με αέρια αζώτου ή με ατμούς. Έπειτα επεξεργάζεται αυτόματα σε ένα διαχωριστή. Εν συνέχεια η υδατική φάση της λάσπης, επανεπεξεργάζεται υδροθερμικά, αλλά αυτή τη φορά σε θερμοκρασία 250-290° C, σε κενό αέρος για 30-90 λεπτά και σε πίεση εξάτμισης μικρότερη από του νερού. Έτσι παράγεται ένα ρευστό τμήμα της λυματολάσπης, που έχει ιξώδες μικρότερο από 700 cp στους 80° C . Στον αυτόματο διαχωριστή, η υδατική φάση της λυματολάσπης, μπορεί να θερμανθεί με άμεση ή έμμεση ανταλλαγή θερμότητας. Η υδροθερμική επεξεργασία της λάσπης, προκαλεί απανθράκωση και αφυδάτωση της λάσπης. Οι ίνες και η υδατική φάση της λάσπης, διαλύονται. Έχει ανακαλυφθεί, ότι η υψηλότερη τιμή θερμότητας (HHV) των ανθρακικών καυσίμων, αυξάνεται κατά 10-20% με τη χρήση της υδροθερμικής διαδικασίας των δύο φάσεων. Έτσι παράγεται λυματολάσπη με μέγεθος μορίων 5- 20 μm. Τα αέρια που αποβάλλονται από τους υδροθερμικούς αντιδραστήρες, όπως CO₂, H₂ O, H₂ S και COS, κατευθύνονται σε μία μονάδα ελέγχου οσμών ή σε μία περιοχή απολύμανσης. Έτσι, τα τοξικά αέρια απομακρύνονται χωρίς να μολύνεται το περιβάλλον.

1.5.6 ΤΡΟΠΟΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ- ΨΥΞΗΣ ΤΟΥ ΥΓΡΟΥ ΚΛΑΣΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ

Το νερό που θερμαίνεται σε θερμοκρασίες 300°F έως 500°F, μπορεί να αφαιρεθεί από τους αντιδραστήρες και να χρησιμοποιηθεί για την έμμεση ανταλλαγή θερμότητας με το υγρό κλάσμα της λυματολάσπης. Ένα μέρος των καυσαερίων που παράγονται από την μερική οξείδωση, παράγει θερμική ενέργεια στη φάση της προθέρμανσης καθώς και στην υδροθερμική διαδικασία. Μετά από τη δεύτερη υδροθερμική φάση, το περιεχόμενο της υδατικής φάσης της λάσπης σε στερεά ουσία, αυξάνεται κατά 30-58% και παράγει λάσπη με στερεά ανθρακικά καύσιμα. Η αύξηση του ποσοστού της στερεάς ουσίας που πραγματοποιείται κατά την υδροθερμική επεξεργασία, είναι περίπου 30 με 58%. Η ανάμιξη του υγρού κλάσματος της λυματολάσπης με βιολογικούς καταλύτες, συμβάλλει στη μείωση του ιξώδους της λάσπης. Οι ατμοί καθαρίζονται για να μην μολύνεται το περιβάλλον και διαχωρίζονται από τις σκουριές και τις αιωρούμενες σκόνες που προέρχονται από τις στάχτες. Η ψύξη του υγρού κλάσματος της λάσπης γίνεται σε θερμοκρασία 20-65° C και γίνεται παράλληλα και απομάκρυνση του υπερχειλισμένου νερού ή σε θερμοκρασία 25-80°C με παράλληλη προσθήκη σκόνης στερεών ανθρακικών καυσίμων ή σε θερμοκρασία 25-80°C και παράλληλα ανάμιξή της με το υγρό κλάσμα της λάσπης με στερεά

ανθρακικά καύσιμα που έχουν περιεκτικότητα σε στερεά 45 έως 60%. Με αυτόν τον τρόπο παράγεται μία κρούστα λυματολάσσης με στερεά ανθρακικά καύσιμα που έχει περιεκτικότητα σε στερεά 48 έως 58 % σε θερμοκρασία 25-60°C.

1.5.7 ΤΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΝΘΡΑΚΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

Τα ανθρακικά καύσιμα προέρχονται από πληθώρα ουσιών όπως άνθρακα, κάρβουνο, πετρέλαιο που παράγεται από τον άνθρακα, πίσσα, ξύλο και άσφαλτο. Όλα τα είδη άνθρακα μπορούν να χρησιμοποιηθούν όπως οι ανθρακίτες, η άσφαλτος και ο λιγνίτης. Αυτές οι μορφές του άνθρακα μπορούν να αποκτηθούν ως υποπροϊόντα από την διαδικασία μερικής οξείδωσης, ή από τα καμένα αέρια. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μέσα άλεσης για την παραγωγή στερεών ανθρακικών καυσίμων ή μιγμάτων τους στο κατάλληλο και επιθυμητό μέγεθος. Το περιεχόμενο σε υγρασία των στερεών ανθρακικών καυσίμων είναι 0-2% του ολικού τους βάρους και για να είναι καλύτερα σε απόδοση προτιμάται να έχουν 0-1%. Για να επιτευχθούν όμως τέτοια επίπεδα στις τιμές, μπορεί να απαιτείται προ- ξήρανση.

Η υψηλότερη τιμή της θέρμανσης του υγρού κλάσματος της λυματολάσσης (HHV) κυμαίνεται στα 6.000- 12000 BTU/Lb. Το οξύ (EDTA 0,05 - 1%) μπορεί να εισαχθεί στην επεξεργασμένη υδρθερμικά λάσπη, την στιγμή που αυξάνεται το περιεχόμενο σε στερεά ουσία. Η υδατική φάση της λυματολάσσης όταν αναμιγνύεται με ανθρακικά καύσιμα με στερεά ουσία 30-58% του ολικού όγκου, καίγεται μέσα σε ένα εξαερωτήρα οξείδωσης, ή φούρνο, ή λέβητα, ή αποτεφρωτήρα, με σκοπό την παραγωγή ατμού αερίων αποβλήτων. Ο ατμός αερίων αποβλήτων ξεπλένεται και καθαρίζεται. Τα μη ρυπογόνα αέρια και οι στάχτες απομακρύνονται με συμβατικά μέσα. Η κολλώδης φάση της λυματολάσσης, με ή χωρίς ανθρακικά καύσιμα, μαζί με αέρια ελεύθερου οξυγόνου, εισάγονται σε έναν καυστήρα κι έπειτα σε μία πυρίμαχη γεννήτρια ελεύθερης ροής αερίων. Ο καυστήρας τοποθετείται και συνδέεται, στο κάτω μέρος της γεννήτριας αερίων μη καταλυτικής σύνθεσης. Ο καυστήρας εκτείνεται κατά μήκος του κεντρικού διαμήκη άξονα της γεννήτριας αερίων και με τη συμβολή του, παράγεται ένα μίγμα καυσίμου και αέρια που περιέχουν ελεύθερο οξυγόνο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για την διαχείριση της λυματολάσπης, εφαρμόζονται μέθοδοι επεξεργασίας, τέτοιες ώστε η ιλύς που προέρχεται από τον καθαρισμό αποβλήτων, να μην είναι βλαβερή για το περιβάλλον ή τη δημόσια υγιεινή. Ο σκοπός της διαχείρισης της λυματολάσπης, μπορεί ακόμα να είναι η χρήση της αποξηραμένης λάσπης στην καλλιέργεια ή ακόμα και ως βιομάζα, με στόχο την παραγωγή του βιοαερίου. Οι μέθοδοι επεξεργασίας της λυματολάσπης διακρίνονται σε βιολογικές, χημικές, φυσικές και υδροθερμικές. Ανάλογα με τις απαιτήσεις και δυνατότητες της κάθε κοινότητας και δήμου που αφορούν την διαχείριση των αποβλήτων, διαμορφώνεται ο σχεδιασμός και η μέθοδος επεξεργασίας λυμάτων που θα εφαρμοστεί. Καμία μέθοδος δεν θεωρείται η τέλεια για κάθε μέγεθος και τύπο δήμου. Για να γίνει μια σωστή ανά τόπο επιλογή, παρέχεται ειδικό λογισμικό (WRATE) που βοηθά τους δήμους να αξιολογήσουν το ποια επεξεργασία λυμάτων είναι η πιο κατάλληλη γι' αυτούς.

2.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

Οι βιολογικές μέθοδοι επεξεργασίας της λυματολάσπης, διακρίνονται στην αερόβια και την αναερόβια χώνευση. Οι μέθοδοι αυτοί, βασίζονται σε μικροοργανισμούς όπως τα βακτηρίδια, με σκοπό την χώνευση των λυμάτων και την παραγωγή κόμποστ (compost). Υπάρχουν δύο τύποι βακτηρίων, τα οποία τρώνε τις νεκρές οργανικές ύλες: τα αερόβια βακτηρίδια, που προσλαμβάνουν οξυγόνο από την ατμόσφαιρα κατά τη διαδικασία κατανάλωσης και τα αναερόβια βακτήρια, που προσλαμβάνουν οξυγόνο από τις νεκρές οργανικές ύλες. Επομένως, οι σχετικές διαδικασίες ονομάζονται αερόβια και αναερόβια βιοδιάσπαση αντίστοιχα.

2.2.1 Η ΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ

Η αερόβια επεξεργασία βασίζεται σε αερόβιους μικροοργανισμούς (βακτηρίδια και συναφή που χρειάζονται οξυγόνο) για το «χώνεμα» των οργανικών σκουπιδιών και τη δημιουργία μιας «κομπόστας» (compost) που μπορεί να επιστρέψει στη γη. Τα μειονεκτήματά της είναι ότι χρειάζεται τροφοδοσία με νερό (υδρόλυση της λυματολάσπης), ότι απαλλασσόμαστε μόνο από τα χωνέψιμα (οργανικά) σκουπίδια και ότι εκλύεται διοξείδιο του άνθρακα και θερμότητα (που συμβάλλει δραματικά στην επιτάχυνση της κλιματικής αλλαγής). Η πιο σύγχρονη εκδοχή αυτής της

μεθόδου είναι η βιολογική ζήραση, που λαμβάνει χώρα εντός πλήρως κλειστών, αεριζόμενων βιοαντιδραστήρων.

Τα τελικά προϊόντα της αερόβιας διαδικασίας βιοδιάσπασης περιέχουν οξυγόνο. Αυτά είναι κυρίως το νερό H_2O , το διοξείδιο του άνθρακα CO_2 καθώς και τα ανθρακικά, νιτρικά, φωσφορικά και θειικά άλατα. Στην τέλεια αερόβια βιοδιάσπαση, τα αέρια που εκλύονται δεν μυρίζουν. Επειδή είναι πιθανό μια ποσότητα, έστω και μικρή, νεκρών οργανικών υλών να μην υποστεί τέλεια αερόβια βιοδιάσπαση, στις μονάδες επεξεργασίας λυμάτων που έχουν σχεδιαστεί με βάση την αρχή της αερόβιας βιοδιάσπασης παρατηρείται μια δυσάρεστη οσμή πάνω από την επιφάνεια του υγρού.

Αν τα απόβλητα περιέχουν χημικά (π.χ. ανόργανα απόβλητα), τα χημικά αυτά πρέπει να αφαιρούνται με κατάλληλες χημικές διαδικασίες, έτσι ώστε τα υπόλοιπα απόβλητα που θα περάσουν σε διαδικασίες βιοδιάσπασης να είναι παρόμοια με τα αστικά απόβλητα, όπως τα οικιακά απορρίμματα και οι ακαθαρσίες, που είναι κυρίως οργανικά. Υψηλές συγκεντρώσεις χημικών μπορούν να σκοτώσουν τα βακτήρια, παραλύοντας ή εξουδετερώνοντας τη διαδικασία της βιοδιάσπασης.

2.2.1.2 Η ΘΕΡΜΟΦΙΛΙΚΗ ΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ

Η θερμοφιλική αερόβια χώνευση είναι μία διαδικασία κατά την οποία η λάσπη σταθεροποιείται και παστεριώνεται. Η θερμοφιλική αερόβια χώνευση συμβαίνει όταν η λάσπη αερίζεται και αναμυγνύεται. Κατά την μικροβιακή μείωση της οργανικής ύλης αναπτύσσεται θερμότητα. Σύμφωνα με τον κώδικα του τμήματος ενέργειας, η ικανοποιητική σταθεροποίηση και η παστερίωση επιτυγχάνονται σε έναν μέσο χρόνο διατήρησης 7 ημερών, όπου η θερμοκρασία έχει συγκρατηθεί σε ελάχιστη τιμή $55^{\circ}C$ για τουλάχιστον 4 ώρες. Ένα πρόβλημα είναι ότι η θερμοφιλική αεροβική χώνευση είναι μία διαδικασία που απαιτεί μεγάλες ποσότητες ενέργειας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρώτο στάδιο, πριν την αναερόβια χώνευση των 2 φάσεων.

Η σταθεροποίηση με ασβέστη είναι μία διαδικασία κατά την οποία η λάσπη αναμιγνύεται με ασβέστη με σκοπό την αύξηση του pH πάνω από το 12. Το υψηλό pH και η υψηλή θερμοκρασία μειώνουν τους παθογόνους οργανισμούς και τις άσχημες οσμές. Ο κώδικας του τμήματος ενέργειας, απαιτεί το pH να είναι πάνω από 12 για 2 ώρες, για επαρκή επεξεργασία.

2.2.2 Η ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ

Η αναερόβια επεξεργασία είναι παρόμοια με την αερόβια, αλλά βασίζεται στην τάση κάποιων βακτηριδίων να χωνεύουν σκουπίδια εν απουσία οξυγόνου. Η αποσύνθεση είναι ταχύτερη της αερόβιας, αλλά στα μειονεκτήματά της προστίθεται η δυσοσμία και η έκλυση μεθανίου (που είναι πολύ χειρότερο για την κλιματική αλλαγή από το διοξείδιο του άνθρακα).

Η αναερόβια χώνευση είναι μια σειρά διαδικασιών κατά την οποία, οι μικροοργανισμοί αναλύονται με τη χρήση ενός βιοδιασπάσιμου υλικού εν τη απουσία του οξυγόνου. Χρησιμοποιείται ευρέως για να επεξεργαστεί τις λάσπες απόβλητου ύδατος και των οργανικών αποβλήτων επειδή παρέχει τη μείωση όγκου και μάζας του υλικού εισαγωγής. Ως τμήμα ενός ενσωματωμένου συστήματος διαχείρισης αποβλήτων, η αναερόβια χώνευση μειώνει την εκπομπή του αερίου από τους χώρους υγειονομικής ταφής στην ατμόσφαιρα.

Η αναερόβια χώνευση είναι μια ανανεωμένη πηγή ενέργειας επειδή παράγει ένα πλούσιο βιοαέριο σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα κατάλληλο για τη ενεργειακή παραγωγή που βοηθά να αντικαταστήσει το φυσικό αέριο. Επίσης, τα στερεά που αφήνονται ως υπόλειμμα μετά από την χώνευση, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως λίπασμα.

Η διαδικασία της χώνευσης αρχίζει με τη βακτηριακή υδρόλυση των υλικών εισαγωγής προκειμένου να αναλυθούν τα αδιάλυτα οργανικά πολυμερή σώματα όπως οι υδατάνθρακες και άλλα βακτηρίδια. Τα οξειδογενή βακτηρίδια μετατρέπουν έπειτα τα σάκχαρα και τα αμινοξέα σε διοξείδιο του άνθρακα. Τα οξειδογενή βακτηρίδια μετατρέπουν έπειτα αυτά τα προκύπτοντα οργανικά οξέα σε οξικό οξύ, μαζί με την προσθήκη αμμωνίας, υδρογόνου, και διοξειδίου του άνθρακα. Τα μεθανιογενή βακτηρίδια, είναι σε θέση τελικά να μετατρέψουν αυτά τα προϊόντα σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα.

2.2.2.1 Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Λειτουργεί με την μεταφορά της λάσπης σε μία κλειστή δεξαμενή όπου αναπτόσσονται βακτηρίδια τα οποία συμβάλλουν στην μείωση της οργανικής ύλης. Το τελικό προϊόν είναι ένα βιοαέριο και μία ομοιόμορφη μάζα λάσπης. Το βιοαέριο αυτό, μπορεί να μετατραπεί και σε ηλεκτρική ενέργεια, αλλά και σε θερμότητα. Δεν προκύπτουν σημαντικά προβλήματα που οφείλονται στην αναερόβια χώνευση παρά μόνο το πρόβλημα της διάθεσης της επεξεργασμένης λάσπης. Η διέξοδος είναι η χρήση της λάσπης σε αγροτικές καλλιέργειες ή αν δεν υπάρχουν χώροι για καλλιέργειες, τότε η λάσπη μπορεί και να αποτεφρωθεί.

2.2.2.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ

- Μείωση κατά 35% του όγκου της λάσπης μετά από την αφυδάτωσή της
- Σταθεροποίηση της λάσπης, σχεδόν άοσμη, με λίγα βακτηρίδια
- Παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας που είναι το βιοαέριο
- Μονάδα CHP
- Μετάβαση σε μια βιομηχανική υποδομή
- Ικανότητα: 100 Nm³/h βιοαερίου
- Αποθήκευση: 4m³, με 100 Nm³/day σε 250 bars
- Ποιότητα: το αέριο είναι συμβατό με τα καύσιμα βιοαερίων
- Ανακύκλωση της ξηρού και καθαρισμένου αποβλήτου
- Οργανική ανάκτηση

- Ενεργειακή ανάκτηση
- Εξάλειψη των υπολειμμάτων αποβλήτων
- Παρεμπόδιση ρύπανσης

Υπάρχουν τεχνολογίες οι οποίες χρησιμοποιούνται με σκοπό την άντληση ενέργειας από τα απόβλητα. Οι τεχνολογίες αυτές, έχουν μεγαλύτερη χρήση και δεν περιορίζονται μόνο στην διαχείριση της λυματολάσπης.

2.2.2.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ

- Έλεγχος οσμών
- Μείωση του μεγέθους των στερεών
- Μείωση του αριθμού των παθογόνων ουσιών
- Παραγωγή βιοαερίου ως υποπροϊόν

2.2.3 Η ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ

Η λάσπη εμπεριέχει κάποια οργανικά και ανόργανα συστατικά. Από το σύνολο των οργανικών συστατικών της λάσπης, μόνο κάποιο μέρος θα είναι δυνατό να διασπαστεί κατά τη διαδικασία αναερόβιας χώνευσης. Τα λιπίδια, οι πρωτεΐνες και κάποιες άλλες χημικές ενώσεις, χρησιμοποιούνται σαν υπόβαθρο για τη δημιουργία αναερόβιων βακτηριδίων.

Προκειμένου να υπάρξει μια επιτυχής αναερόβια χώνευση με γρήγορη μείωση της οργανικής ύλης, με σταθερή παραγωγή αερίου και ικανοποιητική μείωση του αριθμού παθογόνων, τα βακτηρίδια πρέπει να έχουν τους βέλτιστους όρους ανάπτυξης. Η καταλληλότερη θερμοκρασία για τη δημιουργία βακτηριδίων κατά την αναερόβια χώνευση, είναι για τα μεσόφιλα βακτηρίδια (30-37°C) και για τα θερμόφιλα (50-65°C).

2.2.4 Η ΘΕΡΜΟΦΙΛΙΚΗ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ

Η αναερόβια χώνευση στις θερμοφιλικές θερμοκρασίες είναι εφικτή, αλλά πολύ λίγες εγκαταστάσεις λειτουργούν με αυτές. Κατά τη θερμοφιλική διαδικασία μετατρέπονται τα πτητικά των στερεών σε καύσιμο και αυξάνεται το ποσοστό της χώνευσης, αλλά μειώνεται η σταθερότητα της διαδικασίας και απαιτείται περισσότερη θερμότητα. Η πιθανότητα να υπάρχουν προβλήματα με τη χρήση της σταθερής θερμοφιλικής χώνευσης είναι μεγαλύτερη γιατί εκλύονται άσχημες οσμές και για αυτό το λόγο χρησιμοποιείται πιο πολύ η χώνευση σε μεσοφιλικές θερμοκρασίες.

2.2.5 ΧΩΝΕΥΣΗ ΜΙΑΣ ΦΑΣΗΣ ΚΑΙ ΧΩΝΕΥΣΗ ΔΥΟ ΦΑΣΩΝ

Σε ένα σύστημα μετατροπής της χώνευσης, όλες οι φάσεις κατά την αναερόβια χώνευση λαμβάνουν χώρα στον ίδιο αντιδραστήρα ανεξάρτητα αν οι μικροβιακές απαιτήσεις για κάθε φάση δεν είναι ίδιες. Κατά τη χώνευση δύο φάσεων υπάρχει η

δυνατότητα βελτιστοποίησης της διαδικασίας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη σταθερότητα και την μεγαλύτερη παραγωγή καυσίμου που οφείλεται στα πτητικά που αποβάλλονται κατά την υποβάθμιση της στερεάς ύλης. Ωστόσο, η σχετικά μικρή αύξηση της απόδοσης, μπορεί να μην ικανοποιεί το αυξημένο κόστος της χώνευσης δύο φάσεων. Ένα ακόμη πλεονέκτημα της χώνευσης δύο φάσεων όταν η κύρια φάση είναι θερμοφιλική, είναι η παστερίωση της λάσπης. Το δεύτερο βήμα είναι η χρήση μεσοφιλικής διαδικασίας, με την οποία επιτυγχάνεται η απαλοιφή των οσμών.

2.2.6 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ

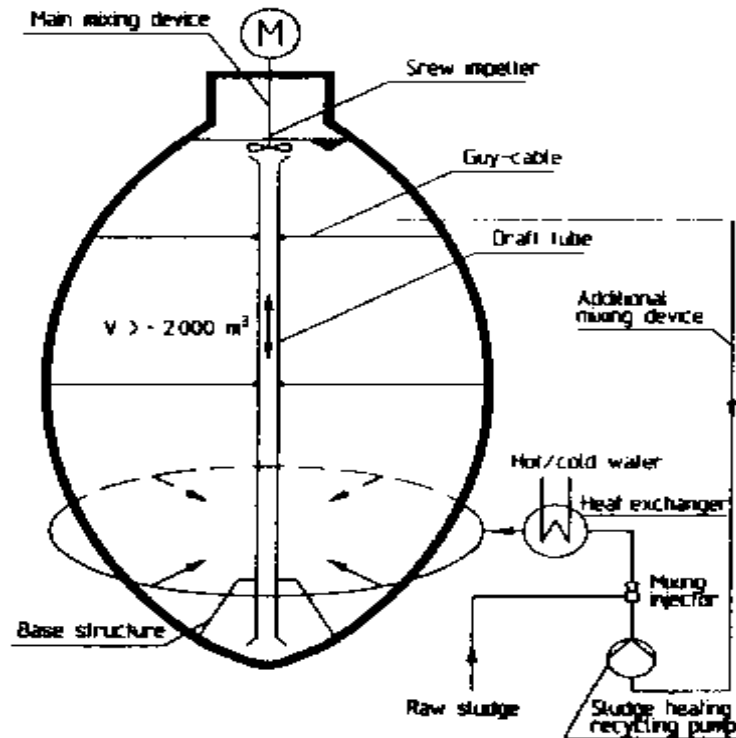
Πριν μεταφερθεί η ακατέργαστη λάσπη σε μία δεξαμενή χώνευσης, προηγείται μία διαδικασία συμπύκνωσης. Το επιθυμητό ποσοστιαίο πάχος της ξηράς ουσίας είναι 8% λαμβάνοντας υπόψη ότι αν η ξηρά ουσία είναι κάτω από 2,5%, η απόδοση της χώνευσης μειώνεται. Η μικρή συγκέντρωση στερεών, έχει ως αποτέλεσμα τα περιορισμένα χρονικά όρια διατήρησης και τη δυνατότητα ξεπλύματος των μεθανιογεννητικού πληθυσμού. Η πυκνότητα της λάσπης είναι σημαντική για τις ιδιότητες μίξης της, γιατί επηρεάζεται ο όγκος της λάσπης που απαιτεί θερμότητα σε θερμοκρασία χώνευσης.

2.2.7 ΑΝΑΣΤΑΛΤΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

Τα αναερόβια βακτηρίδια μπορούν να εμποδιστούν από διάφορες ενώσεις, και η μειωμένη αποδοτικότητα χώνευσης μπορεί να είναι αποτέλεσμα των ανασταλτικών ενώσεων που παρουσιάζονται στα λύματα. Οι ενδεχόμενες ανασταλτικές ενώσεις περιλαμβάνουν τα βαρέα μέταλλα, χλωριωμένες οργανικές ουσίες, φυτοφάρμακα και απορρυπαντικά. Λόγω του βιομηχανικού ελέγχου των αποβλήτων αποχέτευσης, είναι απίθανο αυτές οι ενώσεις να είναι παρούσες στα λύματα σε ανασταλτικές συγκεντρώσεις.

2.2.8 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΧΩΝΕΥΣΗΣ

Ο χωνευτήρας, είναι μία κλειστή δεξαμενή που έχει συστήματα ανάμιξης και θέρμανσης. Τα τελευταία χρόνια η πιο κοινή επιλογή σχεδιασμού, είναι οι προκατασκευασμένες δεξαμενές οι οποίες κατασκευάζονται από ατσάλινα πλαίσια με γυάλινη επένδυση και τοποθετείται ένα στρώμα εξωτερικής μόνωσης. Οι χωνευτήρες μπορούν να εξοπλιστούν με μία επιπρόσθετη οροφή με σκοπό τη συλλογή αερίων. Στη Γερμανία και στις ΗΠΑ χρησιμοποιούνται συνήθως χωνευτήρες σε σχήμα αυγού. Ο ωοειδής σχηματισμός είναι ο ιδανικός για την ανάμειξη όλου του όγκου της λάσπης και για τη μείωση της δημιουργίας αφρών στην δεξαμενή.



Σχήμα 2.1: Η δεξαμενή χώνευσης ωσειδούς σχηματισμού

2.2.9 Η ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ

Η αναερόβια χώνευση πραγματοποιείται κανονικά στις μεσοφιλικές θερμοκρασίες και ένα σύστημα θέρμανσης πρέπει να είναι ικανό να διατηρεί ολόκληρο τον όγκο λάσπης στους 35°C, ακόμη και στις χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη χειμερινή περίοδο. Η διατήρηση της θερμοκρασίας στους 35°C είναι σημαντική για την αποδοτική διαδικασία χώνευσης αλλά απαιτείται στην περίπτωση που η λάσπη προορίζεται για μεταφορά σε αγροτικές καλλιέργειες. Για τη μεσοφιλική αναερόβια χώνευση, η λάσπη για τη γεωργική χρήση πρέπει να διαχειριστεί για τουλάχιστον 12 ημέρες στους 35°C. Η θέρμανση των χωνευτήρων παράγεται κανονικά μέσω της καύσης του παραχθέντος βιοαερίου. Η θέρμανση παράγεται με την καύση του βιοαερίου σε έναν λέβητα ζεστού νερού και η μεταφορά της θερμότητας γίνεται μέσω των εναλλακτών θερμότητας. Ανάλογα με το πώς χρησιμοποιείται το βιοαέριο, μπορούν να υπάρξουν και άλλοι τρόποι ανάκτησης της θερμότητας για την χώνευση. Εάν το αέριο χρησιμοποιείται σε μηχανές διπλού-αερίου ή μηχανές αερίου για την ηλεκτρική παραγωγή, είναι δυνατό να ανακτηθεί η θερμότητα μηχανών για τη θέρμανση των χωνευτηρίων.

2.2.10 Η ΑΝΑΜΙΞΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ

Ο χωνευτήρας πρέπει να αναμιχθεί εντελώς για να εξασφαλίσει αποδοτική χώνευση. Αρχικά, η ανάμιξη φέρνει σε επαφή την ακατέργαστη εισρέουσα λάσπη με την ενεργό χωνευμένη λάσπη. Έτσι επιταχύνεται η χώνευση με αποτέλεσμα τα ήδη υπάρχοντα βακτηρίδια να έρχονται σε επαφή με ένα νέο υπόβαθρο. Δεύτερον η ανάμιξη δημιουργεί ομοιομορφία στη θερμοκρασία σε ολόκληρο το χώρο του

χωνευτηρίου. Τρίτον η ανάμιξη αποτρέπει την συσσώρευση άμμου και σκόνης στον πάτο του χωνευτηρίου και τη δημιουργία αφρού αποβλήτων στην κορυφή του. Χωρίς ένα ομοιόμορφο κλίμα μέσα στη δεξαμενή, θα υπάρχουν κάποιες ποσότητες λάσπης που δεν θα έχουν τη δυνατότητα να χωνευθούν κανονικά, με αποτέλεσμα η λάσπη που εξάγεται από τη δεξαμενή, να έχει χαμηλές τιμές χώνευσης.

2.2.11 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ

Το σημαντικό μέρος του περιεχομένου ξηράς ουσίας της λάσπης αποτελείται από μη τοξικές οργανικές ενώσεις, γενικά δηλαδή είναι ένας συνδυασμός της αρχικής λάσπης και της δευτεροβάθμιας (μικροβιολογικής) λάσπης. Η λάσπη περιέχει επίσης τοξικά και ανόργανη ύλη σε μικρές ποσότητες. Υπάρχουν πολλές επιλογές διαχείρισης της λυματολάσπης για την παραγωγή ενέργειας (θερμότητα, ηλεκτρισμός, βιοαέριο). Το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας ή θερμότητας. Η αναερόβια χώνευση χρησιμοποιείται για να σταθεροποιήσει την λυματολάσπη και να μετατρέψει ένα μέρος των πτητικών ενώσεων σε βιοαέριο. Το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πόρος ενέργειας είτε για το ίδιο το εργοστάσιο επεξεργασίας αποβλήτων είτε και για άλλους σκοπούς. Αυτήν την περίοδο, η αναερόβια χώνευση της λυματολάσπης εφαρμόζεται κυρίως στα μεγάλα και μέσου μεγέθους εργοστάσια επεξεργασίας αποβλήτων. Εντούτοις, ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον παρατηρείται για την εφαρμογή της αναερόβιας επεξεργασίας και στις μικρές εγκαταστάσεις. Η μεγάλη πλειοψηφία των αναερόβιων διαδικασιών που εφαρμόζονται στην πράξη είναι μεσοφιλικές. Ο χρόνος διατήρησης της λάσπης σε ένα αναερόβιο χωνευτήρα ανέρχεται σε περίπου στις 20 ημέρες. Η παραγωγή βιοαερίων εξαρτάται έντονα από τον τύπο λάσπης και επίσης τους όρους λειτουργίας του χωνευτήρα. Η παραγωγή αερίου από ένα μίγμα αρχικής και δευτεροβάθμιας (βιολογικής) λάσπης ανέρχεται κατά προσέγγιση σε 1 μ³ βιοαέριο/kg των οργανικών βιοδιασπώμενων στερεών. Είναι επίσης εφικτό να επεξεργαστεί η λάσπη και θερμοφιλικά, σε μια θερμοκρασία περίπου 55 °C. Σε σύγκριση με τη μεσοφιλική χώνευση, η θερμοφιλική επεξεργασία έχει μερικά πλεονεκτήματα, όπως σχετικά υψηλότερη παραγωγή βιοαερίων, υψηλότερο βαθμό καταστροφής παθογόνων και μεγαλύτερη μείωση του ποσού οργανικών στερεών. Επίσης μπορεί να μειωθεί ο χρόνος διατήρησης της λάσπης στον αντιδραστήρα.

Με τις τυποποιημένες τεχνολογίες χώνευσης, μόνο περίπου το 20-30% της οργανικής ουσίας είναι μεταλλοποιημένο. Μια ουσιαστική αύξηση της παραγωγής βιοαερίων μπορεί να ληφθεί με την εφαρμογή ενός κατάλληλου φυσικού, χημικού, θερμικού, μηχανικού, ή βιολογικού τρόπου προεπεξεργασίας, όπως η υδροθερμική θέρμανση, η θέρμανση μικροκυμάτων, η υπερηχητική επεξεργασία, η χρήση του όζοντος, η χρήση των ενζύμων και η επεξεργασία (υδρόλυση) με υδροξείδιο του νατρίου.

Ένα μικροβιακό κύτταρο καυσίμου αποτελείται από ένα θάλαμο ανόδου και ένα θάλαμο καθόδου που χωρίζονται μεταξύ τους από μια μεμβράνη ανταλλαγής κατιόντων. Στον θάλαμο καθόδου, οι οργανικές ενώσεις, όπως οι υδατάνθρακες, που υπάρχουν στο απόβλητο νερό, οξειδώνονται από μικροοργανισμούς. Τα ηλεκτρόνια που παράγονται στην διαδικασία οξείδωσης μεταφέρονται στην άνοδο και μέσω ενός

ηλεκτρικού καλωδίου μεταφέρονται στον θάλαμο καθόδου. Στον θάλαμο καθόδου, το οξυγόνο μειώνεται. Τα πρωτόνια που παράγονται στην περιοχή ανόδου αντιδρούν με τα ιόντα υδροξειδίου που παράγονται στη διαδικασία μείωσης του οξυγόνου, στην περιοχή καθόδου. Συχνά οι περιοχές ανόδου και καθόδου, χωρίζονται μεταξύ τους από μια μεμβράνη ανταλλαγής κατιόντων. Η μεταφορά ηλεκτρονίων από τα βακτηρίδια στην άνοδο μπορεί να εμφανιστεί είτε άμεσα από τα βακτηρίδια που συνδέονται με την επιφάνεια ανόδων είτε έμμεσα με την χρήση των ηλεκτρονίων που λειτουργούν ως μεσολαβητικά διαλύματα αντίδρασης. Εκτός από τα μικροβιακά κύτταρα με 2 θαλάμους, υπάρχουν και τα κύτταρα ενός θαλάμου. Η τάση ενός κυττάρου βιολογικών καυσίμων είναι μεγάλη. Η ισχύς του αντιδραστήρα ανέρχεται σε 50-100 W/m³. Η απόδοση ενός καυσίμου μικροβιακού κυττάρου εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, όπως το pH, τη θερμοκρασία, τον τύπο υποστρώματος, τον τύπο βακτηριδίων, τον τύπο ηλεκτροδίων, την εσωτερική αντίσταση, την έρευνα κ.λπ.

2.3 ΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ

2.3.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η χημική επεξεργασία της ιλύος που προέρχεται από τα απόβλητα, χρησιμοποιείται για την μετατροπή του ανθρακούχου περιεχομένου της λυματολάσπης, σε καύσιμα αέρια. Οι μέθοδοι της χημικής επεξεργασίας της λυματολάσπης διακρίνονται στην αεριοποίηση, την αποτέφρωση, την πυρόλυση, την οξείδωση και την καύση. Πριν όμως από κάθε εφαρμογή χημικής μεθόδου, προηγείται η προ- επεξεργασία και η θερμοεπεξεργασία (ξήρανση) της λυματολάσπης.

2.3.2 ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ

Η λυματολάσπη πρέπει αρχικά να αφυδατωθεί και να αποξηρανθεί πριν από την αποτέφρωσή της. Μετά από αποθήκευση μεσαίας διάρκειας, η λάσπη μεταφέρεται σε έναν θερμαντήρα μέσω ενός συστήματος μεταφοράς. Η μονάδα διανέμει την λυματολάσπη κατά μήκος ολόκληρης της επιφάνειας του πάνω μέρους του θερμαντήρα, όπου μεταφέρεται σε μία περιοχή ροής αέρος. Αφού έχει προηγηθεί η διαδικασία μεσαίας ψύξεως από τη φάση της συμπίεσης των μικρών ποσοτήτων αέρος από την τουρμπίνα και η επαναφορά του αέρος της τουρμπίνας σε κατάσταση ηρεμίας, ο αέρας θερμαίνεται από την εναπομένουσα θερμότητα των εναλλακτών θερμότητας. Καθώς ο αέρας διαρρέει διαμέσου των ζωνών που καλύπτουν την λυματολάσπη, ψύχεται και εμπλουτίζεται με το νερό που στραγγίζεται από την λυματολάσπη. Ο αέρας που βρίσκεται μέσα στον θερμαντήρα, απορροφάται από έναν απορροφητήρα. Λόγω της υπό πίεσης λειτουργίας του θερμαντήρα, δεν εκλύονται ενοχλητικές οσμές. Ένας ρυθμιστής δύο περυγίων, ελέγχει την υγρασία που υπάρχει κατά τη διάρκεια της ξήρανσης. Η ροή του αέρα αναμιγνύεται με το προθερμασμένο απόθεμα αέρος. Αυτό το μίγμα θερμαίνεται έπειτα στους 130°C.

Ο εξατμισμένος αέρας κατευθύνεται μέσα σε έναν εναλλάκτη θερμότητας. Η θερμότητα διαγεύγει μέσω της ροής του αέρα και επαναφέρεται ξανά στο σύστημα,

μέσω των αποθεμάτων αέρος του εναλλάκτη. Αυτός ο τρόπος ανάκτησης της θερμότητας, μειώνει την απαίτηση θερμικής ενέργειας, σε πολύ μεγάλο βαθμό. Τα συμπυκνώματα που παράγονται από την ψύξη του αέρα, απομακρύνονται. Ο αέρας εξάτμισης ψύχεται επιπλέον από μία συσκευή πλυσίματος. Τα τελικά μικρά σωματίδια σκόνης, οι οσμές και τα υπόλοιπα περιεχόμενα, απομακρύνονται.

2.3.3 ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ

2.3.3.1 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗΣ

Η αποτέφρωση είναι παραδοσιακή μέθοδος. Ωστόσο η αποτέφρωση με σύγχρονα μέσα (στοιχειομετρική καύση) σημαίνει καύση σε κλειστό «εργοστάσιο», όπου υπάρχει σύστημα προδιαχωρισμού των ογκωδών μεταλλικών αντικειμένων και ορυκτών ή των φιαλιδίων υγραερίου (για να μην εκραγούν), εγκατάσταση εξουδετέρωσης των δηλητηριωδών αερίων και σύστημα φίλτρων για την κατακράτηση βαρέων μετάλλων. Ο παραγόμενος ατμός μπορεί να οδηγηθεί σε ένα στροβιλοκινητήρα και να παράγει ηλεκτρικό ρεύμα. Στη γη καταλήγει μόνο η στάχτη (τέφρα).

Η αποτέφρωση επιτυγχάνεται με την απομάκρυνση του νερού από τη λάσπη σε ποσοστό περίπου 25% στερεάς ουσίας με τη χρήση της φυγοκέντρισης ή με τη χρήση διαφόρων τύπων φίλτρων. Έπειτα οι κόκκοι της λάσπης μεταφέρονται σε μία δεξαμενή αποτέφρωσης ρευστών και αποτεφρώνονται σε θερμοκρασίες 850 C°. Η ενέργεια ανακτάται μέσω μιας πληθώρας εναλλακτών θερμότητας, που χρησιμοποιούνται για να μετατρέψουν τη θερμότητα αποτέφρωσης, σε άλλη θερμότητα που θα είναι κατάλληλη για τη διαδικασία. Ένα πρόβλημα που προκύπτει, είναι ότι τα αέρια που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα, είναι επικίνδυνα. Ο κύριος στόχος της αποτέφρωσης είναι η μείωση του όγκου της λάσπης που μπορεί να εκτεθεί, είτε ως υγρό είτε ως στερεό απόβλητο.

2.3.3.2 ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΚΤΗΣΗ

Στόχος της αποτέφρωσης της λυματολάσπης είναι η πλήρης οξειδωση σε υψηλές θερμοκρασίες, των οργανικών ενώσεων λάσπης και των τοξικών οργανικών ενώσεων. Η διαδικασία μπορεί είτε να εφαρμοστεί με τη μηχανική αφυδάτωση της λάσπης είτε με την ξήρανση της λάσπης. Τα πιθανά περιβαλλοντικά προβλήματα που σχετίζονται με την αποτέφρωση της λάσπης, είναι οι εκπομπές των ρύπων με την εξάτμιση των αερίων στην ατμόσφαιρα και με την ποιότητα των τεφρών. Εντούτοις, υπάρχει τεχνολογία για τη μείωση των εκπομπών αερίων. Επειδή, γενικά, κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αποτέφρωσης εκλύονται μεγάλες ποσότητες μολυσμένων αερίων εξάτμισης, οι δαπάνες ενός αποδοτικού και επαρκούς συστήματος επεξεργασίας αερίων είναι πολύ υψηλές. Αυτός είναι ο κύριος λόγος που η αποτέφρωση της λάσπης είναι ακριβή διαδικασία. Η ενέργεια που παράγεται στη διαδικασία αποτέφρωσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ξήρανση αφυδατωμένης κρούστας λάσπης πριν από τη διαδικασία αποτέφρωσης ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτήν την περίοδο, οι διαδικασίες αποτέφρωσης λάσπης στρέφονται όλο και περισσότερο στην

αποκατάσταση της ενέργειας από τη λάσπη υπό μορφή θερμότητας (ατμός) ή ηλεκτρικής ενέργειας. Το ποσό ενέργειας που μπορεί να ληφθεί, εξαρτάται από την περιεκτικότητα της λάσπης σε νερό, την απόδοση της αποτέφρωσης και από τις διαδικασίες ξήρανσης.

2.3.3.3 ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗΣ

Το κύριο πλεονέκτημα είναι η ολική καταστροφή της οργανικής ύλης ενώ η τέφρα είναι αδρανής και κατά 25% μικρότερη από τον αρχικό όγκο λάσπης. Αυτό είναι πολύ χρήσιμο για τις βιομηχανικές λάσπες που περιέχουν τοξικά και έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε συστατικά βιοδιάσπασης.

2.3.3.4 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Αρχικά, στη διαδικασία της αποτέφρωσης απαιτείται η απομάκρυνση του νερού από τη λάσπη με σκοπό τη μείωση της υγρασίας. Αυτό επιτρέπει την ευκολότερη καύση της λάσπης με λιγότερες ενεργειακές απαιτήσεις. Η διερχόμενη λάσπη συνήθως περιέχει 6% σε στερεή μορφή και 94% νερό. Για να γίνει η αποτέφρωση πρέπει να απομακρυνθεί το νερό από τη λάσπη τόσο, ώστε ο κόκκος λάσπης να έχει περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία 28%.

2.3.3.5 ΛΕΚΑΝΕΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ

Για την επίτευξη ενός υψηλού βαθμού αποδοτικότητας αποτέφρωσης και για την αποφυγή των ενοχλήσεων από τις οσμές, απαιτείται η χρήση της τεχνολογίας των λεκανών χώνευσης. Οι θερμοκρασίες των φούρνων κυμαίνονται από 800-900°C. Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες δεν γίνεται τέλεια καύση και παραμένουν οι άσχημες μυρωδιές, ενώ σε υψηλότερες θερμοκρασίες δημιουργούνται προβλήματα λόγω του ότι η τέφρα δεν είναι αρκετά ξηρή.

2.3.3.6 ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ

Τα αέρια που εκλύονται από την αποτέφρωση έχουν πολύ μεγάλη θερμοκρασία και ένα μέρος της θερμότητας αυτής μπορεί να ανακτηθεί τροφοδοτώντας μια μονάδα ανάκτησης θερμότητας των αποβλήτων.

2.3.3.7 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗΣ

Το σύστημα διαχείρισης αερίων χρησιμοποιείται για να γίνεται μοριακός έλεγχος, έλεγχος των όξινων αερίων και έλεγχος των μορίων των ουσιών με υψηλή αστάθεια όπως είναι το κάδμιο, ο υδράργυρος και μερικές οργανικές ενώσεις. Η τέφρα που έχει αφαιρεθεί, συνήθως απομακρύνεται και απομονώνεται σε ειδικούς χώρους και τα υγρά απόβλητα διαχειρίζονται και στραγγίζονται σε υπονόμους. Μετά τον καθαρισμό, το τελικό αέριο συνήθως προθερμαίνεται για να αποφευχθεί ο σχηματισμός στρωμάτων σκόνης στις καπνοδόχους.

2.3.3.8 ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ

Υπάρχει η δυνατότητα της ενεργειακής ανάκτησης υπό μορφή θερμότητας, η οποία μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί στα διάφορα στάδια της διαδικασίας. Η κύρια θερμότητα που ανακτάται προέρχεται από τα αέρια που εκλύονται από τη διαδικασία της αποτέφρωσης. Τα αέρια απομακρύνονται από τον αποτεφρωτήρα σε θερμοκρασία περίπου 850°C και με τη μεταβίβαση των αερίων μέσω ενός προθερμαστή αέρα καύσης, ο θερμός αέρας σε μια θερμοκρασία περίπου 600°C μπορεί να ωθηθεί πίσω στον αποτεφρωτήρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην απαιτείται καύσιμο για την διαδικασία της καύσης, και έτσι χρειάζονται μόνο μικρότεροι φούρνοι και μικρότερος όγκος των αερίων που είναι να διαχειριστούν. Η θερμότητα μπορεί να ανακτηθεί από τα αέρια καύσεων μέσα σε ένα λέβητα πριν τα αέρια καθαριστούν και απελευθερωθούν στην ατμόσφαιρα μέσω της εξάτμισης. Η ανακτημένη θερμότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση της κύριας λάσπης ή τη θέρμανση των αερίων που εξατμίζονται. Για εναλλακτική λύση εξοικονόμησης ενέργειας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και συσκευές καθαρισμού αερίων. Μετά από τον αερισμό, το νερό είναι σε θερμοκρασία περίπου 70°C και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ζεσταίνεται το νερό σε κάποιους χώρους σε μια εγκατάσταση.

2.3.3.9 Η ΘΕΡΜΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ

Η αποτέφρωση του εξαγόμενου καυσίμου λειτουργεί με την αφυδάτωση της λάσπης μέχρι το περιεχόμενο στερεάς ουσίας να είναι 25-32% με τη χρήση της φυγοκέντρισης ή φίλτρων πέσεων. Η κρούστα λάσπης έπειτα ξηραίνεται θερμικά και η στερεά ουσία του ολικού όγκου της λάσπης είναι 90-95%. Το αέριο χρησιμοποιείται σε ένα σταθμό ενέργειας καύσης άνθρακα όπου αναμιγνύεται με ένα μίγμα που περιέχει άνθρακα σε ποσοστό 99% και εξαγόμενο καύσιμο 1%. Ανάλογα με τον τύπο της λάσπης, η τιμή των θερμίδων του εξαγόμενου αερίου είναι όμοια με την τιμή του λιγνίτη. Το κύριο πρόβλημα σε αυτή τη διαδικασία είναι οι άσχημες οσμές που εκλύονται κατά τη διάρκεια της θερμική ξήρανσης.

Η θερμική διαδικασία ξήρανσης αποσκοπεί σε ένα τελικό προϊόν 90-95% ξηρής ουσίας. Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί και για την παραγωγή ενός προϊόντος με χαμηλότερο ποσοστό στερεών ουσιών όπως συμβαίνει για παράδειγμα στην αποτέφρωση. Ο λόγος για τον οποίο επιλέγεται το ποσοστό στερεάς ουσίας στο προϊόν να είναι 90-95% , είναι η μείωση των οσμών, η χαμηλή συγκέντρωση σκόνης και η απουσία των παθογόνων οργανισμών. Επίσης τα έξοδα μεταφοράς και αποθήκευσης μειώνονται λόγω της μείωσης του συνολικού όγκου.

2.3.3.10 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ

Η διακοπή της διάθεσης της λάσπης με τη θαλάσσια οδό, όπως απαιτείται από την αστική οδηγία επεξεργασίας υδατικών αποβλήτων (UWWTD), που συνδέεται με τους αυξανόμενους περιορισμούς για τη χρήση της λυματολάσπης στο έδαφος και την πιθανή μικρή διάρκεια ζωής των ΧΥΤΑ, έχει οδηγήσει σε μια αυξανόμενη εξάρτηση

κάποιων επιχειρήσεων νερού, από την αποτέφρωση της λάσπης ως λύση για τη διάθεση της λυματολάσπης.

Παρά το όφελος που προσδίδει η λάσπη στη γεωργία και τις νέες διαδικασίες ποιοτικού ελέγχου, οι παράγοντες που περιορίζουν τη γεωργική ανακύκλωση περιλαμβάνουν το ενδιαφέρον και την επιρροή των υπεραγορών στις τεχνικές καλλιέργειας.

Η προτεινόμενη οδηγία για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων θα προσκρούσει επίσης στη διάθεση της λυματολάσπης ιδιαίτερα με τα αυστηρά νέα πρότυπα σχετικά με την υγειονομική ταφή των βιοδιασπάσιμων αποβλήτων. Ακόμη και χωρίς μια τέτοια απαγορευτική οδηγία, η υγειονομική ταφή της λυματολάσπης δεν μπορεί να θεωρηθεί βιώσιμη. Η προτεινόμενη οδηγία για την αποτέφρωση των αποβλήτων, εν τω μεταξύ, θα καθορίσει την τεχνολογία αποτέφρωσης και αεριοποίησης της λυματολάσπης που θα εφαρμοστεί. Οι τέφρες των αποτεφρωτήρων ταξινομούνται ως βιομηχανικά απόβλητα και η υγειονομική τους ταφή πρέπει να έχει εγκριθεί με άδεια από τις περιοχές που περιλαμβάνουν αυτόν τον τύπο αποβλήτων.

2.3.4 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η πυρόλυση και η οξείδωση είναι η μέθοδο καταστροφής της λυματολάσπης μέσω θέρμανσης σε απουσία αέρα. Μοιάζει με εκείνη της παραγωγής κοκ άνθρακα. Το ότι τα απόβλητα δεν υποβάλλονται στις υψηλές θερμοκρασίες της αποτέφρωσης, οδηγεί στην έκλυση πολύ λιγότερων επιβλαβών αερίων. Μία εγκατάσταση πυρόλυσης χρειάζεται πολύ συνεπή συντήρηση και παράγει μία λυματολάσπη που ενδέχεται να περιέχει καρκινογόνες και τοξικές ουσίες.

2.3.4.1 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΠΥΡΟΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ

Η πυρόλυση είναι μια θερμική διαδικασία επεξεργασίας στην οποία η λάσπη θερμαίνεται υπό πίεση σε μια θερμοκρασία 350-500 °C σε κενό αέρος. Σε αυτήν την διαδικασία, η λάσπη μετατρέπεται σε προσροφητικό άνθρακα, σε τέφρα, σε πετρέλαια πυρόλυσης, σε υδρατμό και σε αέρια καύσης. Κάποιες ποσότητες στερεών ή αεριοδών προϊόντων της διαδικασίας πυρόλυσης, αποτεφρώνονται και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή θερμικής ενέργειας στη διαδικασία πυρόλυσης. Η οξείδωση συμβάλλει στην μετατροπή της ξηράς λάσπης σε τέφρα, και στην καύση των αερίων σε θερμοκρασίες περίπου 1000 °C, σε μια ατμόσφαιρα με μειωμένο ποσό οξυγόνου. Επίσης, οι θερμικές τεχνικές επεξεργασίας που υπάρχουν συνδυάζουν και την πυρόλυση και την οξείδωση. Έχει διεξαχθεί μεγάλη έρευνα για την πυρόλυση και την οξείδωση της βιομάζας. Εντούτοις, η έρευνα για την πυρόλυση και την οξείδωση της λυματολάσπης είναι πολύ περιορισμένη.

2.3.4.2 ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΥΡΟΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ

Η πυρόλυση και η οξείδωση της λυματολάσπης έχουν μερικά πλεονεκτήματα έναντι της αποτέφρωσης. Ένα πλεονέκτημα είναι ότι η μετατροπή των αερίων καύσεως σε ηλεκτρική ενέργεια, μπορεί να επιτευχθεί αποτελεσματικότερα. Επιπλέον, τα αέρια

που παράγονται ως βασικές χημικές ουσίες ή ως καύσιμα, μπορεί να είναι χρήσιμα. Λόγω της παρουσίας τοξικών οργανικών ρύπων στην λυματολάσπη, η διαδικασία επεξεργασίας των αερίων μπορεί να είναι περίπλοκη. Γενικά, η διαδικασία της πυρόλυσης και της οξειδωσης είναι υπό περίπλοκη από την αποτέφρωση. Υπάρχει όμως μια επιτυχής εφαρμογή της τεχνικής πυρόλυσης/οξειδωσης που εφαρμόζεται στην πράξη για να παράγει πετρέλαιο από την λυματολάσπη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο.

2.3.4.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΠΥΡΟΛΥΣΗΣ

Στη διαδικασία της πυρόλυσης, που αποτελείται από έναν μεγάλο αριθμό μονάδων λειτουργίας, οι ξηροί σβόλοι λάσπης θερμαίνονται σε κενό αέρος σε μια γεννήτρια αερίου σε θερμοκρασία περίπου 450°C. Οι οργανικές ενώσεις μετατρέπονται σε προσροφητικό άνθρακα, σε πετρέλαιο, και σε μη συμποκνωμένα αέρια. Αυτά τα αέρια έρχονται σε επαφή με τον προσροφητικό άνθρακα και μετατρέπονται σε υδρογονάνθρακες, οι οποίοι έπειτα συμποκνώνονται μέσα στα ελαιώδη. Ο προσροφητικός άνθρακας χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας για να παρέχει την ενέργεια του αντιδραστήρα αερίου ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως λίπασμα. Η ποιότητα των ελαιωδών μπορεί να ελεγχθεί με τη χρήση καταλυτών υπό την εφαρμογή των σωστών όρων της διαδικασίας. Η διαδικασία στερεοποίησης γίνεται σε υψηλές θερμοκρασίες, μέχρι 1000°C. Οι θερμοκρασίες αυτές είναι αρκετά υψηλές για να καταστρέψουν τις τοξικές οργανικές ουσίες.

2.3.4.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΞΕΙΔΩΣΗ

Ο απαραίτητος χρόνος διατήρησης για την οξειδωση της λυματολάσπης σε έναν αντιδραστήρα, είναι της τάξεως μερικών δευτερολέπτων μέχρι και 1 λεπτό. Αυτό σημαίνει ότι το μέγεθος των αντιδραστήρων που απαιτείται, είναι σχετικά μικρό. Η ενεργειακή ανάκτηση από την διαδικασία οξειδωσης μπορεί να επιτευχθεί με την ανταλλαγή θερμότητας μέσα στον αντιδραστήρα ή από την εξωτερική ροή του αντιδραστήρα. Σε σύγκριση με την αποτέφρωση της λάσπης, η οξειδωση έχει το πλεονέκτημα ότι η επεξεργασία των αερίων είναι πολύ απλή κι έτσι οι δαπάνες για την επεξεργασία είναι μικρές. Δεν είναι απαραίτητο να αφαιρεθεί το νερό από τη λάσπη πριν από τη διαδικασία οξειδωσης. Οι ανόργανες ουσίες στην διαχειριζόμενη λάσπη μπορούν εύκολα να αφαιρεθούν από την υδατική φάση.

2.3.5 Η ΚΑΥΣΗ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ

Οι μέθοδοι καύσεως των βιομηχανιών για την αποτέφρωση της λυματολάσπης, όπως η χρήση φούρνων και οι λεκάνες χώνευσης, δεν εφαρμόζονται για οικονομικούς λόγους. Η καταλληλότητα των μεγάλων φούρνων των εγκαταστάσεων αποτέφρωσης, είναι περιορισμένη, εφόσον έχουν μικρή θερμική απόδοση. Μία ενδιαφέρουσα εναλλακτική λύση, είναι η χρήση φούρνων καύσεως βιομάζας, οι οποίοι χρειάζονται πολύ μικρές τροποποιήσεις, για να είναι κατάλληλοι για την αποτέφρωση της κοκκοποιημένης ξηράς λυματολάσπης. Μπορούν επίσης να προστεθούν και άλλα συστήματα που θα υποστηρίξουν την επιτυχή λειτουργία των φούρνων καύσεως βιομάζας, όπως ένας διπλός θάλαμος και ένας φούρνος εισπίασης αέρος.

2.3.5.1 ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ

Η μείωση των νιτρικών οξειδίων επιτυγχάνεται με την σταδιακή καύση, την ανακύκλωση των αερίων και την μείωση των μη καταλυτικών ενώσεων. Η θερμοκρασία καύσης στους 950 °C, συντελεί στην καλή προετοιμασία για τη διαδικασία της αφαίρεσης των νιτρικών. Επίσης, πρέπει να εγκατασταθούν τεχνολογικά μέσα ελέγχου της θερμοκρασίας. Για αυτό το λόγο γίνεται χρήση εγκαταστάσεων καυσίμων υποστήριξης, κατά τη διάρκεια της εκκίνησης της λειτουργίας της εγκατάστασης και του τερματισμού λειτουργίας της. Για την αφαίρεση των όξινων και διαβρωτικών αερίων, όπως το θειϊκό οξύ και το υδροχλώριο, γίνεται χρήση καυσίμων που προέρχονται από την εξάτμιση. Ακολουθεί η διαδικασία ξήρανσης- απορρόφησης κατά την οποία γίνεται χρήση ενός αλκαλικού διαλύματος διασκόρπισης, όπως για παράδειγμα είναι το $\text{Ca}(\text{OH})_2$, το οποίο προστίθεται στον χώρο των αερίων εξάτμισης. Η καταστροφή των μη καμένων υδρογονανθράκων, διοξινών και των πτητικών βαρέων μετάλλων, επιτυγχάνεται με την προσρόφηση ενεργού άνθρακα. Τα είδη των μιγμάτων προσρόφησης, ποικίλουν στην αγορά.

Για να εξασφαλιστεί ο τέλειος καθαρισμός των αερίων, πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα αντιδρών υλικό. Με τη χρήση του επιτυγχάνεται η συλλογή μεγάλων ποσοτήτων προσροφητικού υλικού, του οποίου ένα μέρος ανακυκλώνεται μέσα στο σύστημα.

2.3.5.2 ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΣΚΟΝΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΡΟΦΗΤΙΚΟΥ

Ο διαχωρισμός της σκόνης που προέρχεται από την καύση, καθώς και του χρησιμοποιημένου προσροφητικού, επιτυγχάνεται με τη χρήση υλικών που δρουν ως φίλτρα, κατασκευασμένα από πυρίμαχο υλικό, που εγκαθίστανται σε χωμάτινη βάση επενδυμένη με γυαλί. Η διαδικασία πραγματοποιείται στους 350°C. Τα φίλτρα αυτά έχουν μεγάλη χημική αντίσταση και δρουν ως ανόργανο στρώμα επικάλυψης των ακατέργαστων αερίων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μεγάλη διάρκεια ζωής του φιλτραρίσματος της επιφάνειας, με χαμηλές απώλειες πίεσης, ακόμα και στην περίπτωση διαχωρισμού της πολύ μικρής σκόνης.

2.3.6 Η ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ

Η αεριοποίηση είναι μια χημική επεξεργασία που μετατρέπει όλο το ανθρακούχο περιεχόμενο της λυματολάσπης σε ένα ρεύμα αερίων, αποτελούμενο κυρίως από μονοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και μεθάνιο. Μολονότι έχει να αντιμετωπίσει τη διαφυγή οξειδίων του αζώτου στην ατμόσφαιρα, η μέθοδος αυτή παράγει καύσιμο αέριο που μπορεί (μέσω αντίστοιχου εργοστασίου στον χώρο των αποβλήτων) να μετατραπεί σε ενέργεια. Αυτός ο τρόπος επεξεργασίας πραγματοποιείται σε υψηλή θερμοκρασία: μεταξύ 900°C και 1.100°C (με αέρα), ή μεταξύ 1.000°C και 1.400°C (με οξυγόνο). Η αεριοποίηση μπορεί να εφαρμοστεί στο στερεό υπόλειμμα της πυρόλυσης. Η αεριοποίηση της ιλύος μετατρέπει τον άνθρακα που περιέχει αέρια υψηλής καθαρότητας, το οποία ουσιαστικά περιέχουν μονοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και μεθάνιο. Αυτό επιτυγχάνεται με τη μερική οξείδωση της ιλύος

παράγοντας θερμότητα, η οποία οδηγεί στην αποσύνθεση του υπολοίπου. Η ακριβής σύνθεση του βιοαερίου καθορίζεται από τη θερμοκρασία και την ποσότητα αέρα που διοχετεύεται στη διεργασία. Η επεξεργασία του παραγόμενου αερίου, προκαθαρίζεται μέσα σε ένα κυκλώνα και σε μία συνδεδεμένη πλυντηρίδα με ενσωματωμένο διαχωριστήρα σταγονιδίων. Έτσι επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός των μερών, η απορρόφηση των βλαβερών αερίων και ο διαχωρισμός των πολύ μικρών σωματιδίων σκόνης. Το νερό για την πλυντηρίδα προέρχεται από τη διαδικασία του τελικού καθαρισμού της μονάδας υγρών αποβλήτων και επιστρέφει πάλι εκεί. Το συνθετικό αέριο υπερθεμαίνεται ενδιάμεσα στον εναλλάκτη θερμότητας και τέλος λαμβάνει χώρα ο διαχωρισμός των βαρέων μετάλλων υδραργύρου και καδμίου στο φίλτρο ενεργού άνθρακα. Το συνθετικό αέριο αποθηκεύεται ενδιάμεσα, πριν την επακόλουθη αξιοποίηση. Μέσω του καυστήρα υπάρχει η δυνατότητα παραγωγής θερμότητας ή ηλεκτρικού ρεύματος μέσω μίας αεριομηχανής. Η αποβαλλόμενη θερμότητα της διαδικασίας από την ψύξη του συνθετικού αερίου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση των αναερόβιων χωνευτών για την αύξηση της απόδοσης ζήρασης. Όσον αφορά τα πλεονεκτήματα της μεθόδου, είναι η ελάχιστη ποσότητα στερεού υπολείμματος, το οποίο είναι αδρανές και διατίθεται χωρίς προβλήματα σε ένα συμβατικό ΧΥΤΑ.

2.3.7 Η ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Η υδροθερμική επεξεργασία (ή θερμική υδρόλυση) είναι μια διαδικασία κατά την οποία η λάσπη θερμαίνεται ως υδατική φάση σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται μεταξύ 120 και περίπου 400 °C. Η υδροθερμική διαδικασία επεξεργασίας στοχεύει στην αποσύνθεση της λάσπης και οδηγεί σε έναν σχηματισμό και μια συσσώρευση διαλυμένων προϊόντων. Αυτό καθιστά πιθανή την ανακύκλωση και την ανάκτηση χρήσιμων πόρων από τη λάσπη, όπως τα πτητικά λιπαρά οξέα, τις φωσφορούχες ενώσεις, τις οργανικές ενώσεις για την ενισχυμένη αναερόβια παραγωγή βιοαερίων και τα πηκτικά.

2.3.7.1 Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Υπάρχουν αρκετές τροποποιήσεις της υδροθερμικής επεξεργασίας. Μια τροποποίηση είναι η υδρόλυση σε θερμοκρασία 200-400 °C. Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από πειράματα εργαστηρίων έδειξαν ότι μπορούν να ληφθούν σημαντικές ποσότητες χημικής απαίτησης οξυγόνου και πτητικά λιπαρά οξέα. Για τη λάσπη με μία αρχική ποσότητα χημικής απαίτησης οξυγόνου περίπου 20 g/L, οι μέγιστες συγκεντρώσεις των πτητικών λιπαρών οξέων που λαμβάνονται σε θερμοκρασίες επεξεργασίας κάτω των 200 °C, είναι περίπου 4 g/L. Επίσης παρατηρήθηκε ότι η χρήση ενός οξειδωτικού, όπως το υπεροξείδιο του υδρογόνου, μπορεί να έχει θετική επίδραση στην παραγωγή πτητικών λιπαρών οξέων, ανάλογα με τη θερμοκρασία επεξεργασίας, το χρόνο επεξεργασίας, τον τύπο της λάσπης και την ποσότητα του οξειδωτικού.

2.3.7.2 ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΥΔΡΟΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Η δυνατότητα της υδροθερμικής επεξεργασίας για την αποκατάσταση της ενέργειας από την λυματολάσπη, εξαρτάται έντονα από την απόδοση της διαδικασίας. Τα πτητικά λιπαρά οξέα και άλλες διαλυμένες βιοδιασπάσιμες οργανικές ενώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ενέργεια ή οργανική πηγή άνθρακα στο στάδιο διάσπασης νιτρικών κατά τη διαδικασία επεξεργασίας απόβλητου ύδατος και στο στάδιο της αναερόβιας χώνευσης. Η θερμότητα, που είναι απαραίτητη για να αυξήσει τη θερμοκρασία της λάσπης, μπορεί εύκολα να ανακτηθεί και να επαναχρησιμοποιηθεί με την εφαρμογή των εναλλακτών θερμότητας.

2.4 ΦΥΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

Οι φυσικές μέθοδοι επεξεργασίας, εφαρμόζονται με σκοπό την παραγωγή χρήσιμων ανακυκλώσιμων υλικών και τον διαχωρισμό της βιομάζας.

2.4.1 Η ΜΗΧΑΝΟΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ

Ο αποστειρωτικός κλίβανος (γνωστός και ως μηχανοθερμική επεξεργασία - ΜΗΤ) χαρακτηρίζεται από τη διοχέτευση ατμού ή καυτού νερού στη λάσπη, που αποσυνθέτει την κυτταρίνη και αποστειρώνει τη λυματολάσπη. Στα πλεονεκτήματά του περιλαμβάνεται το ότι μας δίνει ανακυκλώσιμα υλικά αρκετά καθαρισμένα (όπως μέταλλα και γυαλί), τα πλαστικά μέρη βγαίνουν σαν μια ομογενοποιημένη μάζα, η κυτταρίνη γίνεται ένα χρήσιμο και καύσιμο γκρι συσσωμάτωμα και ένα μεγάλο μέρος του αρχικού ατμού μπορεί να αξιοποιηθεί.

2.4.2 Η ΘΕΡΜΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ

Η θερμοεπεξεργασία, συνδυάζει τα πλεονεκτήματα της χρήσης νερού και θερμότητας για την αποσύνθεση της λυματολάσπης. Κατά την επεξεργασία, διαχωρίζεται η βιομάζα σε ξηρό υλικό για θάψιμο ή καύση και σε μια αξιοποιήσιμη μάζα λεπτών τινών.

2.4.3 ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Η κομποστοποίηση αποτελεί ελκυστική λύση καθώς είναι μια φυσική επεξεργασία της ιλύος με το πλεονέκτημα ότι είναι μέθοδος πλήρως ευέλικτη, αρθρωτή και εύκολα επεκτάσιμη. Επίσης παράγει υγιεινοποιημένο compost, με ενδιαφέρουσες εφαρμογές στην γεωργία και σε άλλους συναφείς κλάδους. Ωστόσο, η κομποστοποίηση παρουσιάζει και σημαντικά προβλήματα, εφόσον απαιτεί υψηλές ποσότητες υποστρώματος κατάλληλης ποιότητας ώστε να διασφαλίζεται η υψηλή απόδοσή της. Επίσης για να αποφευχθεί η αισθητική όχληση (οσμές), πρέπει η πρώτη φάση να είναι σε κλειστό σύστημα composting με σύστημα απόσμησης.

2.5 ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ

2.5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η διάθεση της ιλύος στο έδαφος είναι μια μέθοδος ανακύκλωσης των συστατικών της ιλύος με γεωργική αξία. Όλα τα είδη της ιλύος (υγρή, ημι-στερεή, στερεή και ξηραμένη ιλύς) μπορεί να εφαρμοστούν στο έδαφος. Ωστόσο, η χρήση κάθε είδους εμπεριέχει πρακτικούς περιορισμούς στην αποθήκευση, μεταφορά και στη μέθοδο εφαρμογής.

2.5.2 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

Η ελεγχόμενη χρήση της ιλύος στη γεωργία στην πραγματικότητα συμβάλλει στην προστασία των επιφανειακών νερών. Η οργανική ύλη που περιέχεται στην ιλύ ενισχύει τη δημιουργία δεσμών μεταξύ των κόκκων του εδάφους και βελτιώνει την δομή του. Όσο καλύτερη είναι η δομή τόσο μεγαλύτερη είναι η αντοχή του εδάφους σε διάβρωση. Επιπλέον, η προσθήκη ιλύος αυξάνει την ικανότητα του εδάφους να κατακρατεί το νερό. Όσον αφορά την προστασία των υπογείων υδάτων, η κύρια πηγή ρύπανσης τους από τη χρήση ιλύος στην γεωργική γη, είναι τα νιτρικά.

2.5.3 ΟΧΛΗΣΕΙΣ- ΔΥΣΟΣΜΙΕΣ

Η βασική ενόχληση που μπορεί να προκληθεί κατά την διαχείριση και διάθεση στη γεωργία ιλύος αφορά τις δυσοσμίες. Αιτία των δυσοσμιών είναι η βιολογική δράση στη μάζα της ιλύος. Το πρόβλημα των οσμών είναι ιδιαίτερα σημαντικό κατά την αποθήκευση της ιλύος για μεγάλο χρονικό διάστημα σε περιόδους που δεν ενδείκνυται η εφαρμογή λιπασμάτων στη γεωργική γη. Ωστόσο, με την απαιτούμενη επεξεργασία για τη μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών, αδρανοποιείται το μεγαλύτερο ποσοστό των οργανικών, με αποτέλεσμα στη περίπτωση προηγμένης επεξεργασίας να είναι σχεδόν απίθανο να εμφανιστεί ανάπτυξη δυσοσμιών. Στη περίπτωση που η ιλύς, πριν την εφαρμογή της στο έδαφος έχει υποστεί απλή και συμβατική επεξεργασία, είναι πιθανό να προκληθούν δυσοσμίες.

2.5.4 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΙΛΥΟΣ

Η παραγωγή ιλύος από μία συγκεκριμένη εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων (ΕΕΛ), είναι σταθερή κατά την διάρκεια του χρόνου, ενώ η γεωργική εφαρμογή είναι εποχιακή. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να παρέχεται η δυνατότητα αποθήκευσης στην ΕΕΛ ή στο αγρόκτημα για μια διάρκεια της τάξης των 6 μηνών. Η αποθήκευση της ιλύος στον αγρό είναι δυνατή, ωστόσο θα πρέπει να γίνεται λίγο πριν την διασπορά της. Επίσης, η ιλύς θα πρέπει να είναι σε στερεά μορφή και καλά σταθεροποιημένη, ώστε να μειώνεται ο κίνδυνος από τις διηθήσεις. Η υγρή ιλύς πρέπει να αποθηκεύεται σε δεξαμενές από σκυρόδεμα ή σε λίμνες (lagoons) και η μεταφορά της μπορεί να γίνεται με άντληση. Η ημιστερεή ιλύς μπορεί να αποθηκεύεται σε δεξαμενές, ενώ για την διαχείρισή της είναι απαραίτητη η χρήση μεταφορικών διατάξεων, οχημάτων και τρακτέρ. Η στερεά ιλύς μπορεί να

αποθηκεύεται σε σωρούς, ενώ η ξηραμένη ιλύς δεν παρουσιάζει δυσκολίες, όσον αφορά την αποθήκευση και μεταφορά της.

2.5.5 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΙΛΥΟΣ

Η μεταφορά είναι το πιο δαπανηρό τμήμα αυτής της μεθόδου διάθεσης της ιλύος. Μπορεί να χρησιμοποιούνται βυτιοφόρα (για τη μεταφορά της υγρής ιλύος) ή ρυμουλκούμενα φορτηγά οχήματα για την μεταφορά των άλλων ειδών ιλύος. Οι πλατφόρμες πρέπει να είναι υδατοστεγείς με δυνατότητα κάλυψης της ιλύος. Σε περίπτωση ατυχήματος που θα έχει ως συνέπεια το διασκορπισμό της μεταφερόμενης ιλύος, αυτή θα πρέπει να απομακρύνεται αμέσως και να ειδοποιούνται παράλληλα οι αρμόδιες υπηρεσίες.

2.5.6 ΔΙΑΘΕΣΗ ΙΛΥΟΣ

Η ιλύς μπορεί να διατεθεί στον αγρό με βυτιοφόρα οχήματα με επιφανειακή διασπορά. Θα πρέπει ωστόσο, να λαμβάνονται όλα τα αναγκαία μέτρα για την αποφυγή έκλυσης aerosols και οσμών. Η ξηραμένη ιλύς μπορεί να διατίθεται με τον ίδιο εξοπλισμό που χρησιμοποιείται για τα ανόργανα λιπάσματα. Το είδος της καλλιέργειας, η έκταση που καταλαμβάνεται, η πρόσβαση στον αγρό και οι μετεωρολογικές συνθήκες επηρεάζουν την εφαρμογή στο έδαφος. Γενικά, η διάθεση της ιλύος μπορεί να γίνεται δύο φορές τον χρόνο: μετά την συγκομιδή ή πριν το όργωμα και την σπορά.

Σε συνεκτικά εδάφη καλό είναι η εφαρμογή της επεξεργασμένης ιλύος να πραγματοποιείται την περίοδο μεταξύ Απριλίου - Οκτωβρίου. Για καλά στραγγιζόμενα εδάφη η εφαρμογή μπορεί να πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε εποχή, εκτός αμέσως μετά από καταιγίδες.

Συνιστάται η αποφυγή διάθεσης ιλύος στο έδαφος σε απόσταση:

- μικρότερη των 200 m από υφιστάμενες κατοικίες και οικιστικές ζώνες, ποταμούς συνεχούς ροής και δίκτυα ύδρευσης,
- μικρότερη των 15 m από ρυάκια ή χείμαρρους ή άλλες ανοικτές υδατοσυλλογές περιορισμένης έκτασης
- μικρότερη των 1.000 m από θαλάσσιες ακτές.

Οι ποσότητες εφαρμογής της επεξεργασμένης ιλύος πρέπει να εκτιμώνται λαμβάνοντας υπόψη τη σύνθεση της ιλύος, εδαφολογικά χαρακτηριστικά, θρεπτικές ανάγκες των καλλιεργειών και συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στην ιλύ. Γενικά υπάρχουν τρεις τρόποι προσδιορισμού των ποσοτήτων εφαρμογής επεξεργασμένης ιλύος:

- 1ος τρόπος : Οι ποσότητες υπολογίζονται από τις ανάγκες της καλλιέργειας σε θρεπτικά συστατικά.. Οι ποσότητες που έχουν υπολογισθεί με αυτό τον τρόπο πρέπει να ελέγχονται για να διασφαλισθεί ότι οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων είναι χαμηλότερες από τις οριακές τιμές που ορίζει η νομοθεσία.

·2ος τρόπος : Οι δόσεις ιλύος προσδιορίζονται με βάση το ανώτατο επιτρεπόμενο φορτίο βαρέων μετάλλων. Σε αυτή τη περίπτωση, υπάρχει η πιθανότητα να μην προστίθεται αρκετή ιλύς για την ικανοποίηση των θρεπτικών αναγκών και θα πρέπει να χρησιμοποιούνται πρόσθετα χημικά λιπάσματα.

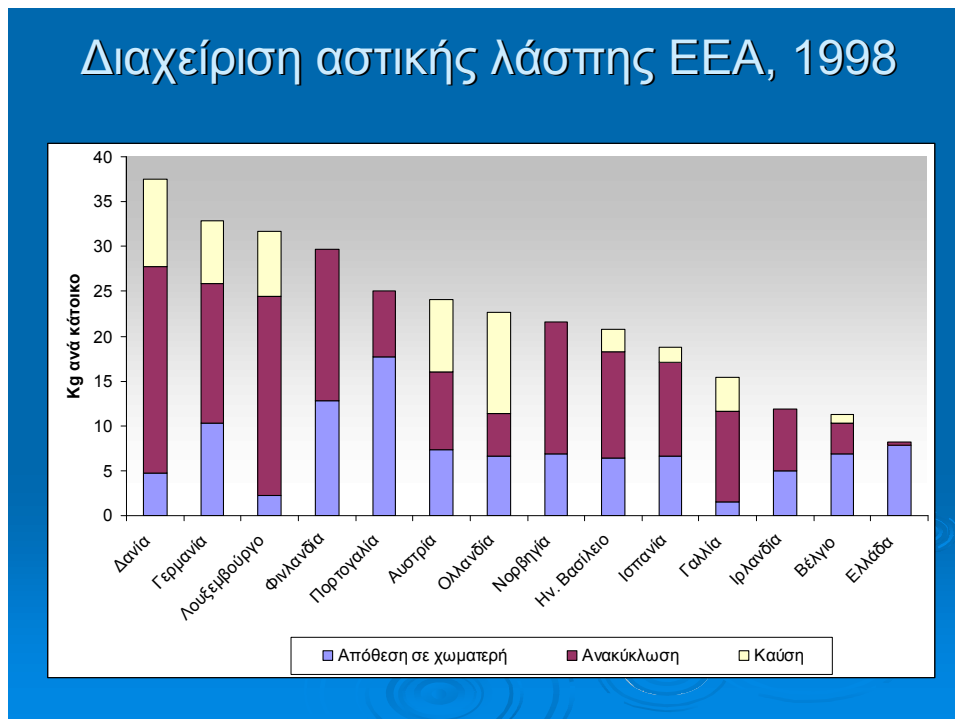
·3ος τρόπος : Οι ποσότητες της επεξεργασμένης ιλύος υπολογίζονται έτσι ώστε να επαρκούν για την ικανοποίηση των αναγκών σε φώσφορο και να μην υπερβαίνουν τις οριακές τιμές συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων. Πρόσθετη λίπανση σε άζωτο και κάλιο πραγματοποιείται για την ικανοποίηση των αναγκών των καλλιεργειών σε θρεπτικά συστατικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ ΣΤΙΣ ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ Ε.Ε

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ορισμένες χώρες της Ε.Ε, έχουν εξελίξει την τεχνογνωσία τους και τα συστήματά τους, για την επεξεργασία, την αποθήκευση, την διαχείριση και την ξήρανση της λυματολάσπης. Λόγω του μεγάλου κόστους κατασκευής τέτοιων συστημάτων, καθώς και της έλλειψης ειδικών χώρων αποθήκευσης, το ελληνικό κράτος δεν έχει επεκταθεί στην κατασκευή σύγχρονων εγκαταστάσεων επεξεργασίας της λυματολάσπης. Στο παρόν κεφάλαιο, αναφέρονται και αναλύονται μέθοδοι επεξεργασίας και ξήρανσης της ιλύος καθαρισμού λυμάτων, με σκοπό την παραγωγή ενέργειας και καυσίμου, που εφαρμόζονται σε ορισμένες χώρες της Ευρωπαϊκής ένωσης. Συγκεκριμένα, οι μέθοδοι που αναλύονται, είναι η μέθοδος EDZ, η επεξεργασία της λυματολάσπης με τα rebble heaters και η εφαρμογή της λυματολάσπης στην αγροτική καλλιέργεια.



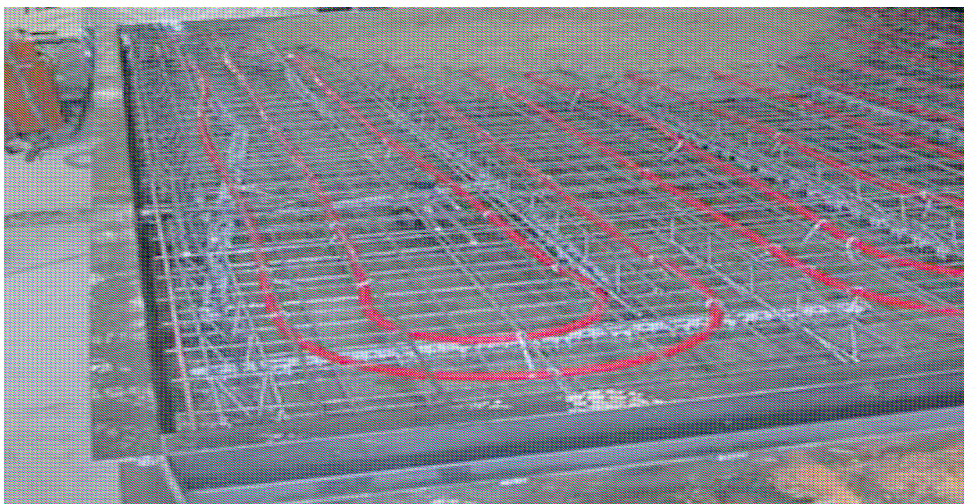
Σχήμα 3.1: Ραβδόγραμμα απεικόνισης ποσοτήτων διαχείρισης της λυματολάσπης σε χώρες της Ε.Ε

3.2 Η ΜΕΘΟΔΟΣ EDZ

3.2.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η μέθοδος EDZ, η οποία κάνει χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας, (σε ένα σπίτι εφοδιασμένο με δάπεδο θέρμανσης, όπου η θερμότητα προέρχεται από σταθμούς παροχής ενέργειας από τη θερμότητα των αποβλήτων), κάνει εφικτή την παραγωγή καυσίμου από τη λυματολάσπη. Το προϊόν που αποκομίζεται με τη χρήση EDZ είναι κόκκοι καυσίμου με 90% περιεχόμενο σε ξηρά ουσία και ποσότητα ενέργειας 9- 12 MJ/Kg.

Ο κόκκος καυσίμου λάσπης που προέρχεται από την μέθοδο EDZ, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτικό καύσιμο σε εργοστάσια παραγωγής τσιμέντου ή σε εργοστάσια παραγωγής που κάνουν χρήση του άνθρακα. Περίπου 2,5 τόνοι αποξηραμένης λυματολάσπης (90%), μπορούν να αντικαταστήσουν 1 τόνο άνθρακα. Εφόσον με την καύση της λυματολάσπης απελευθερώνεται CO₂, η εκμετάλλευσή της ως εναλλακτικό καύσιμο σημαίνει τη μείωση των εκπομπών CO₂. Για παράδειγμα, η λυματολάσπη που περιέχει στερεά ουσία 85%, είναι κολλώδης, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη η μεταφορά της κι επίσης επειδή έχει την τάση αποθήκευσης εσωτερικής ενέργειας, υπάρχει το ενδεχόμενο της αυτοανάφλεξης. Μόνο όταν το περιεχόμενο στερεάς ουσίας της λυματολάσπης είναι 90%, ο κόκκος που παράγεται θα είναι στεγνός, χωρίς υγρασία στον πυρήνα του και θα μπορεί εύκολα να αποθηκευτεί. Λόγω της περιορισμένης διαθεσιμότητας ηλιακής ακτινοβολίας σε κάποιες χώρες, δεν είναι δυνατόν να ξηραθεί η λυματολάσπη κατά 90% όλο το χρόνο μόνο με τη χρήση ηλιακής ενέργειας. Γι αυτό το λόγο η μέθοδος EDZ κάνει χρήση δαπέδων θερμότητας, την οποία την απορροφούν από την ηλιακή ακτινοβολία. Επιπλέον το δάπεδο τροφοδοτείται από μία θερμότητα που παράγεται από τα απόβλητα. Η θέρμανση των δαπέδων είναι μία σχετικά μικρού κόστους εγκατάσταση και μόνο με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η περιεκτικότητα 90% της ξηράς ουσίας της λάσπης.



Σχήμα 3.2: Η δαπέδια θέρμανση

3.2.2 ΧΡΗΣΗ ΠΗΓΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΔΑΠΕΔΩΝ

Σταθμός παραγωγής ενέργειας που κάνει χρήση :

- Καύσιμα λάσπης που παράγονται με τη χρήση καυστήρων
- Βιοαερίου γεωργικής παραγωγής
- Καύσιμα που παράγονται από την ξυλεία

Αντλίες θερμότητας που κάνουν χρήση:

- Της θερμότητας των αποβλήτων που παράγεται από τα βοηθολύματα
- Της θερμότητας που εκλύεται από τις καύσεις των βιομηχανιών

Η ξήρανση με τη χρήση ηλιακής ενέργειας είναι εφικτή ακόμα κι όταν δεν υπάρχει πηγή θερμότητας αποβλήτων.

3.2.3 ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ

Ο ελεγχόμενος εξαερισμός που υπόκειται στην υγρασία, συμβάλλει στην επιτάχυνση της ξήρανσης και στην αποφυγή της συμπύκνωσης του νερού.

Ο PLC (λογικός έλεγχος διαδικασίας), ελέγχει την κυκλοφορία του αέρα, την θερμότητα που εισάγεται, την ταχύτητα της διαδικασίας ξήρανσης και την τελική μορφή της ξηράς ουσίας που περιέχει το προϊόν.

3.2.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ EDZ

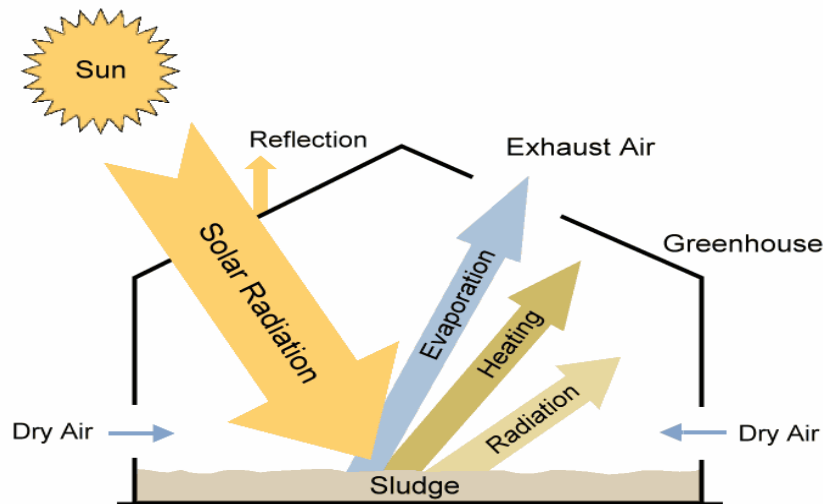
Τα ηλιακά σπίτια που είναι εφοδιασμένα με συστήματα δαπέδων θερμότητας, έχουν μεγάλη απόδοση ξήρανσης όλο το χρόνο. Από τα αποθέματα ηλιακής θερμότητας και της θερμότητας των αποβλήτων, η προ - ξηραμένη λυματολάσπη έχει ποσοστό ξηρότητας από 18% έως 90% . Περίπου 2,5- 3 κυβικά μέτρα ανά τετραγωνικό μέτρο το χρόνο, εξατμίζονται σε χαμηλή θερμοκρασία. Επίσης με την κυματική ταξινόμηση της λυματολάσπης, επιτυγχάνεται 19% μεγαλύτερη επιφάνεια ξήρανσης. Δεν συγκεντρώνεται καθόλου σκόνη, οι απαιτήσεις για συντήρηση είναι ελάχιστες και η φόρτωση των φορτηγών είναι πλήρως αυτόματη διαδικασία.

3.2.5 Η ΗΛΙΑΚΗ ΞΗΡΑΝΣΗ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ EDZ

Η διαδικασία ξήρανσης βασίζεται στο ότι τα μόρια νερού μεταβάλλονται από την υγρή στην αέρια φάση, δηλαδή ατμοποιούνται. Για την επίτευξη αυτού, απαιτείται ηλιακή ενέργεια. Η κινητήρια δύναμη της ξήρανσης είναι η διαφορά πιέσεων που δημιουργούνται μεταξύ των ατμών που προέρχονται από την θερμότητα που ασκείται μέσα στη λάσπη και τον ατμοσφαιρικό αέρα. Για να αποφευχθεί η ισορροπία πίεσης ατμού μέσα και έξω από τη λάσπη, ο αέρας πρέπει να απομονωθεί. Αυτό επιτυγχάνεται λόγω του ότι ο υδρατμός είναι ελαφρύτερος από τον ξηρό αέρα.

3.2.6 ΥΠΑΙΘΡΙΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ - ΦΥΣΙΚΟΣ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ

Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα αέρα που κατευθύνεται στην επιφάνεια της λάσπης, τόσο γρηγορότερη είναι και η ταχύτητα ξήρανσής της. Εντούτοις σε περιοχές με κανονικές βροχοπτώσεις, μία λεκάνη ξήρανσης λυματολάσπης (lagoon) δεν είναι τόσο ικανοποιητική. Για αυτόν τον λόγο στη Μέση Ευρώπη, οι απλές λεκάνες ξήρανσης και αποθήκευσης της λυματολάσπης δεν είναι πλέον σε λειτουργία. Η ηλιακή ξήρανση πλέον γίνεται σε θερμοκήπια, όπου εγκαθίστανται ελεγχόμενα συστήματα εξαερισμού.



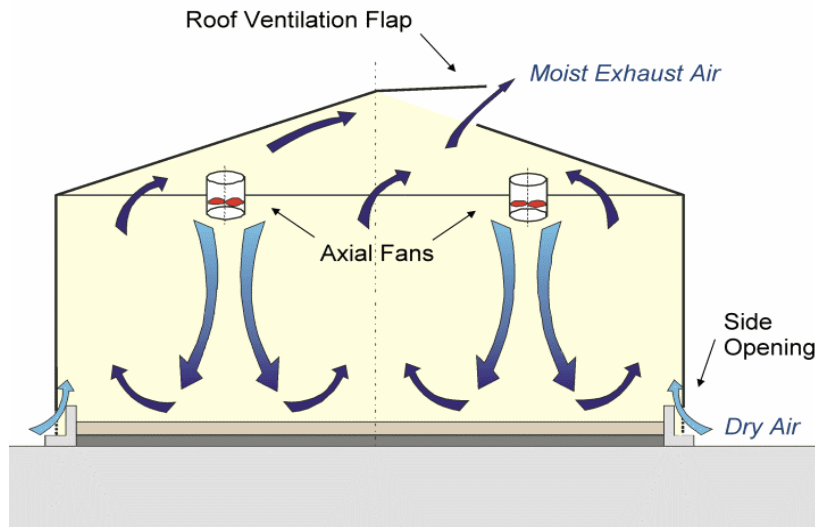
Σχήμα 3.3: Η ηλιακή ξήρανση της λυματολάσπης

3.2.7 ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΗ ΟΡΟΦΗ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ

Μία οροφή εξαερισμού τοποθετείται στο επάνω μέρος της αίθουσας του θερμοκηπίου και καλύπτει κατά μήκος όλη την επιφάνεια του χώρου. Οι οροφή αυτή είναι παρόμοια με τον τύπο των οροφών που χρησιμοποιούνται στα κοινά θερμοκήπια.

3.2.8 ΑΞΟΝΙΚΟΙ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΙ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ

Οι ανεμιστήρες τοποθετούνται μέσα στην αίθουσα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργείται αναταραχή αέρα, η οποία ασκείται σε ολόκληρη την επιφάνεια της λεκάνης ξήρανσης, ξηραίνοντας έτσι τα υγρά στρώματα λάσπης. Ο τεχνητός αέρας είναι σημαντικός για τη διαδικασία ξήρανσης δεδομένου ότι αποφεύγεται η κλιμάκωση και μεταβολή της θερμοκρασίας και της υγρασίας.



Σχήμα 3.4: Περιστροφόμενοι ανεμιστήρες και ρυθμιζόμενη οροφή θερμοκηπίου

3.2.9 ΟΡΟΦΕΣ ΜΕ ΣΧΙΣΜΕΣ

Οι οροφές με σχισμές τοποθετούνται στο άνω τοίχωμα του θερμοκηπίου και καλύπτουν το χώρο του θερμοκηπίου κι έχουν τη δυνατότητα να ανοίγουν και να κλείνουν. Όταν ανοίγουν, δημιουργείται ένας φυσικός σχεδιασμός, με τον οποίο επιτυγχάνεται η εισαγωγή φρέσκου και χωρίς υγρασία αέρα.



Σχήμα 3.5: Θερμοκήπιο με ρυθμιζόμενη οροφή εξαερισμού

3.2.10 ΧΡΗΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΔΖ

Η διάχυση της ηλιακής ενέργειας πραγματοποιείται μέσα σε μια αίθουσα (θερμοκήπιο) που περικλείεται από μία διαφανή στέγη διπλού φύλλου αλουμινίου ή ΡΕ γυαλιού. Τα φύλλα αλουμινίου είναι κατασκευασμένα από πολυανθρακική ρητίνη. Το κύριο μέρος της αίθουσας είναι το Wendewolf, ένα περιστροφικό τύμπανο που στηρίζεται σε δύο διαμήκεις συμπαγείς άξονες. Το Wendewolf

παρασύρει τη λάσπη που έχει μεταφερθεί στην αίθουσα ξήρασης, την ανακατεύει με σκοπό να αποτρέψει τον ενδεχόμενο σχηματισμό κρούστας λάσπης, και απομακρύνει την υγρή λάσπη προς τα έξω. Η διαδικασία ξήρασης ελέγχεται μέσω ενός αυτοματοποιημένου δικτύου ηλεκτρονικών υπολογιστών από την Siemens I & S που αποτελεί μια τεχνική αερισμού και παρέχει τις ιδανικότερες συνθήκες για τη βέλτιστη ξήραση της λάσπης. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί περίσσια θερμότητα των αποβλήτων στη διαδικασία ξήρασης, γεγονός που αποτελεί πλεονέκτημα ειδικότερα για τη χειμερινή περίοδο.

Η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία ελέγχονται και στο εσωτερικό της αίθουσας, αλλά και στο εξωτερικό της. Με τη χρήση ενός PLC (λογικός έλεγχος διαδικασίας) υπολογίζεται η διαφορά της απόλυτης θερμοκρασίας στο νερό, για κάθε αίθουσα χωριστά. Τα αντίστοιχα κατώτατα όρια μπορούν να αλλάξουν.

Οι αξονικοί περιστρεφόμενοι ανεμιστήρες τίθενται σε λειτουργία όταν η εσωτερική θερμοκρασία της αίθουσας, είναι πέντε βαθμούς υψηλότερη από τη θερμοκρασία του εξωτερικού χώρου. Οι οροφές με σχισμές ανοίγουν όταν υπολογίζεται ότι η τιμή της απόλυτης εσωτερικής υγρασίας φτάνει σε κατώτατο όριο 1,5 g/kg αέρα.

3.2.11 ΧΡΗΣΗ ΥΠΟΒΟΗΘΗΤΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ EDZ

Εκτός από την θερμική ενέργεια, που οφείλεται στην ηλιακή ακτινοβολία και αξιοποιείται για την ξήραση της λάσπης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν βοηθητικά συστήματα θέρμανσης όπως:

- Θέρμανση πατωμάτων
- Ανεμιστήρες ζεστού αέρα
- Υπέρυθρα θερμαντικά σώματα

Η θέρμανση των πατωμάτων, που πραγματοποιείται σε θερμοκρασία 30-35 °C, χρησιμοποιεί βοηθητική θερμότητα που παράγεται από τις μηχανές ώθησης αερίων. Για τη σωστή λειτουργία απαιτείται η κατασκευή τοιμεντένιου δαπέδου, στο οποίο ενσωματώνονται πλαστικοί σωλήνες. Οι ανεμιστήρες ζεστού αέρα, λειτουργούν στους 60 °C και τα υπέρυθρα θερμαντικά σώματα χρησιμοποιούν το υπόλειμμα αέρα.

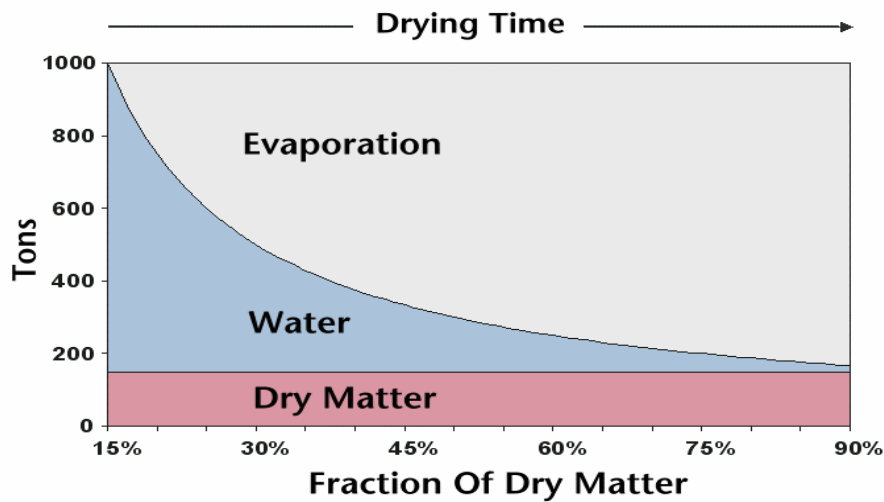
Οι αξονικοί περιστρεφόμενοι ανεμιστήρες, ωθούν τον θερμό αέρα προς την επιφάνεια της λάσπης με σκοπό την απομάκρυνση του υγρού στρώματος αέρα που βρίσκεται στην επιφάνεια της λάσπης. Η αίθουσα πρέπει να έχει τις πόρτες και τις στέγες κλειστές για να περιορίζεται η θερμική απώλεια. Οι στέγες ανοίγουν μόνο όταν η απόλυτη περιεκτικότητα σε νερό του εσωτερικού αέρα, βρίσκεται σε μια ορισμένη αναλογία με τον εξωτερικό αέρα. Καθώς ο θερμός και ο υγρός αέρας αυξάνονται, η ανταλλαγή αερίων μαζών γίνεται πιο γρήγορα και οι στέγες κλείνουν πάλι.

Οι στεγνωτήρες για την ξήραση της λυματολάσπης που εγκαθίστανται σε εγκαταστάσεις με έκταση από 500 μ² σε 4.700 μ², καλύπτουν τις απαιτήσεις περίπου 8.000 μέχρι και 100.000 κατοίκων. Ο ετήσιος όγκος που διαχειρίζεται σε αυτές τις εγκαταστάσεις, κυμαίνεται μεταξύ 500 και 7.000 t/έτος. Η μηχανή wendewolf μπορεί

να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις διαχείρισης της λάσπης σε αίθουσες με εμβαδόν μέχρι και 1440 τετραγωνικά μέτρα (12X120m). Εάν απαιτείται μεγαλύτερη επιφάνεια από 1440 τετραγωνικά μέτρα, τότε μπορεί να κατασκευαστεί μία άλλη αίθουσα ξήρανσης εξω από την ήδη υπάρχουσα. Δεν υπάρχει κανένας τεχνικός λόγος που να περιορίζει τον αριθμό των αιθουσών ξήρανσης. Σε όλα τα συστήματα στεγνωτήρων απαιτείται ο διαχωρισμός της ξηρής λάσπης από τους ατμούς, αφού αυτή έχει διαπεράσει από τον στεγνωτήρα. Αυτό επιτυγχάνεται με έναν στρόβιλο διαχωρισμού, που χρησιμοποιεί φυγοκεντρική δύναμη και μεταφέρει τη λάσπη στα τοιχώματα του διαχωριστή ενώ οι ατμοί ανυψώνονται προς το πάνω μέρος του διαχωριστή.

3.2.12 Η ΞΗΡΑΝΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ EDZ - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η λάσπη τοποθετείται στη μία άκρη της αίθουσας ξήρανσης. Κατόπιν η μηχανή WendeWolf περιστρέφεται και μεταφέρει τη λάσπη με την βοήθεια πλωτήρων που φέρει το κυλινδρικό τύμπανο της μηχανής (drum) μέχρι την άλλη άκρη της αίθουσας. Κάθε φορά που περιστρέφεται το WendeWolf, αερίζεται παράλληλα και η λάσπη. Η αρχική μυρωδιά της λυματολάσπης στις εγκαταστάσεις εξαφανίζεται γρήγορα. Η λάσπη ανακατεύεται και αερίζεται σε ολόκληρο το πλάτος του πατώματος. Τα βακτηρίδια συντελούν στην δημιουργία οσμών. Εφόσον η λάσπη δεν είναι κολλώδης και δεν έχει μεγάλες συγκεντρώσεις υγρασίας, δεν μυρίζει διότι δεν αναπτύσσονται βακτηρίδια. Η εξάτμιση ανά περιοχή γης σε μ^2 ποικίλλει ανάλογα με τις μετεωρολογικές συνθήκες. Η ταχύτητα της εξάτμισης εξαρτάται από το ποσό ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια της λάσπης και την ξηρότητα του περιβαλλοντικού αέρα. Ο χρόνος ξήρανσης είναι ανάλογος με το πάχος του στρώματος, το νερό που εξατμίζεται ανά τετραγωνικό μέτρο και τις κλιματολογικές συνθήκες. Το καλοκαίρι ο απαραίτητος χρόνος να ξηρανθεί ένα παχύ στρώμα 10 εκατοστών σε ένα ξηρό υπόλειμμα 90%, μπορεί να είναι λιγότερο από μια εβδομάδα. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα μπορεί να πάρει αρκετούς μήνες. Το καλοκαίρι το τελικό προϊόν έχει ξηρότητα περίπου 90%. Ακόμη και το χειμώνα που το νερό εξατμίζεται, η παραγωγή νερού ανά περιοχή το χειμώνα, είναι πολύ μικρότερη απ' ό,τι το καλοκαίρι. Το ποσοστό εξάτμισης επιβραδύνεται όταν και το ξηρό υπόλειμμα έχει ξηρότητα περίπου 70%. Μία εγκατάσταση στη Μέση Ευρώπη, απαιτεί περίπου $1.5 \mu^2$ ανά τόνο της ετήσιας παραγωγής λάσπης. Στα θερμότερα κλίματα η απαιτούμενη έκταση μειώνεται κάτω από το $1 \mu^2$ ανά τόνο.



Σχήμα 3.6: Διάγραμμα του ποσοστού ξήρανσης της λάσπης σε σχέση με το χρόνο ξήρανσης

3.2.13 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ WENDEWOLF

Οι θερμικές τεχνικές ξήρανσης καταναλώνουν ένα τεράστιο ποσό ενέργειας που παρέχεται σχεδόν αποκλειστικά από τα φυσικά καύσιμα (περισσότερες από 800 KWH ανά τόνο του αφυδατωμένου νερού). Οι ηλιακά θερμαινόμενες μονάδες αντίθετα, απαιτούν πολύ λιγότερη ενέργεια. Με τη χρήση της μηχανής Wendewolf, απαιτούνται μόνο 30 KWH της ηλεκτρικής ενέργειας για κάθε τόνο του νερού αφυδάτωσης.



Σχήμα 3.7: Το κυλινδρικό τύμπανο ανάμιξης της λάσπης: Wendewolf

3.2.14 Η ΑΝΑΜΙΞΗ ΣΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ EDZ

Η ανάμιξη εφαρμόζεται για την αποφυγή της κολλώδους μορφής της λάσπης, που έχει η λάσπη ενώ ξηραίνεται. Η αποξηραμένη λάσπη επανέρχεται στο αρχικό στάδιο της διαδικασίας και αναμιγνύεται με το διερχόμενο κομμάτι λάσπης για να αυξηθεί

το περιεχόμενο της ξηράς στερεής ουσίας στο 60-65% για μεγαλύτερη διευκόλυνση στη διαχείριση της λάσπης. Σε κάποιες περιπτώσεις το τελικό προϊόν έχει πυκνότητα χαμηλή, περίπου 260 kg/m^3 γεγονός που δημιουργεί προβλήματα λειτουργίας της εγκατάστασης και διαχείρισης. Για αυτό το λόγο είναι απαραίτητο να αυξηθεί η πυκνότητα το ελάχιστο σε 800 kg/m^3 . Αυτό επιτυγχάνεται συμπιέζοντας το υλικό και προσδίδοντάς του κυβικό σχήμα με σκοπό να παραχθεί ένα εύχρηστο τελικό προϊόν.

3.2.15 ΤΥΠΟΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑΜΙΞΗΣ

Γενικά χρησιμοποιούνται διαφορετικοί τύποι συστημάτων ανάμιξης όπως τα μηχανικά συστήματα ανάμιξης ή τα συστήματα ανάμιξης με αέριο. Οι σύγχρονες εγκαταστάσεις χρησιμοποιούν συστήματα ανακύκλωσης αερίου, όπου το αέριο της χώνευσης επανακυκλοφορεί για να διαχέεται μέσα στη λάσπη. Τα μηχανικά συστήματα ανάμιξης είναι πιο φθηνά, αλλά λόγω του μεγάλου κόστους της συντήρησής τους, δεν είναι πιο φθηνά από τα συστήματα ανάμιξης με αέριο, κατά τη χρήση τους.

3.2.16 ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ EDZ

Η παραγωγή του βιοαερίου προσδίδει την πιθανότητα ανάκτησης ενέργειας. Το βιοαέριο είναι ένα μίγμα μεθανίου (60-70%) και διοξειδίου του άνθρακα (30-40%). Υπάρχουν κι άλλα αέρια στο μίγμα αλλά σε πολύ μικρές ποσότητες όπως τα σουλφίδια υδρογόνου, το υδρογόνο και το άζωτο. Η ποσότητα σε θερμίδες του αερίου εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε μεθάνιο. Στην 70% περιεκτικότητα μεθανίου στο μίγμα, η τιμή θερμίδων είναι ίση με $23,380 \text{ kJ m}^{-3}$. Το αέριο μπορεί να μετατραπεί σε ενέργεια για τη διαχείριση της λάσπης από μόνο του και μπορεί να παραχθεί με αυτόν τον τρόπο μεγάλη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας στα δίκτυα ηλεκτρισμού. Το περισσευούμενο βιοαέριο που έχει χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση του χωνευτήρα, μπορεί να αξιοποιηθεί με διάφορους τρόπους:

- Συνδυασμός παραγωγής ηλεκτρικής και θερμική ενέργειας
- Εξαγωγή αερίου είτε ως ακατέργαστο αέριο είτε ως διαλυμένο
- Ξήρανση της λάσπης
- Βοηθητικό καύσιμο για την ξήρανση της λάσπης.

3.2.17 ΛΙΠΑΝΣΗ

Λειτουργεί με την ανάμιξη της λάσπης με ένα μέσο μεταφοράς ακατέργαστης μάζας, ώστε το μίγμα να οξυγονώνεται με σκοπό την επιτάχυνση της αερόβιας χημικής αποικοδόμησης. Το πρόβλημα είναι ότι απαιτείται μεγάλη ποσότητα ενέργειας για να οξυγονωθεί το λιπαντικό υλικό και το λιπαντικό πρέπει να διατεθεί σε μια κατάλληλη έκταση γης, γεγονός που δεν είναι ελκυστικό προς τους αγρότες, λόγω της χαμηλής αξίας του λιπάσματος.

3.2.17.1 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ EDZ

Το νερό απομακρύνεται από τη λάσπη περίπου κατά 35%. Αυτό επιτρέπει στη λάσπη να μεταφέρεται από μόνη της σε ένα σωρό, διευκολύνοντας έτσι τη διαδικασία της λίπανσης. Έπειτα αναμιγνύεται με ένα μέσο ξήρανσης του μίγματος. Τα μέσα ξήρανσης της λάσπης μπορεί να είναι πριονίδια, φύλλα, χαρτί και στερεά απόβλητα αν και οι πιο κοινές σε χρήση, είναι οι φέτες ξύλου. Η ανάμιξη γίνεται έτσι ώστε να υπάρχει αναλογία τριών κομματιών ξύλου προς ένα μέρος λάσπης, με σκοπό να επιτευχθεί το 55% ξήρανσης.

3.2.17.2 ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ EDZ

- ΣΤΗΛΕΣ ΑΕΡΟΣ

Η αναμιγμένη λάσπη συσσωρεύεται σε μακριές στήλες, 0,5 μ ύψος και 0,75 μ πλάτος, οι οποίες περιστρέφονται με σκοπό την οξυγόνωση ολόκληρης της μάζας του μίγματος.

- ΟΞΥΓΟΝΩΣΗ ΣΩΡΩΝ ΛΑΣΠΗΣ

Η οξυγόνωση επιτυγχάνεται επίσης με την ώθηση του αέρα στο μίγμα, μέσω κάποιων διατρητών σωλήνων που έχουν εγκατασταθεί στο κάτω μέρος. Για να μειωθούν οι οσμές, τοποθετείται ένα κάλυμμα πάνω από το σωρό της λάσπης.

- ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ

Η μίξη γίνεται σε αντιδραστήρες που διακρίνονται σε τρεις τύπους:

1)Κατακόρυφοι αντιδραστήρες ροής

Το μίγμα μεταφέρεται στην κορυφή του αντιδραστήρα κι εκεί αναταράσσεται και διαπερνάει τον αντιδραστήρα για να ξεκινήσει η οξυγόνωση. Σε κάποιες περιπτώσεις το μίγμα κυκλοφορεί και ανακυκλώνεται μέσα στον αντιδραστήρα παραπάνω από μία φορά.

2) Οριζόντιοι αντιδραστήρες ροής

Είναι ένα κυλινδρικό σύστημα πίεσης αέρος που τροφοδοτείται στο μίγμα, αναταράσσοντάς το με σταθερές περιστροφές του κυλίνδρου.

3) Κεκλιμένοι αντιδραστήρες:

Είναι σε σχήμα κουτιού, όπου μεταφέρεται το μίγμα και εφαρμόζεται πίεση αέρος και μηχανική αναταραχή του μίγματος.

3.2.18 Η ΔΙΑΛΟΓΗ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΣ

Το μέσο ξήρανσης της ακατέργαστης ύλης, αφαιρείται από το μίγμα και ξανά χρησιμοποιείται για αρκετές φορές. Αυτό μπορεί να εκτελεστεί με μέσα όπως οι φέτες ξύλου επειδή είναι πολύ μεγαλύτερες από το μίγμα. Τα περισσότερα λιπάσματα έχουν πολύ μικρή περιεκτικότητα σε θρεπτικές ουσίες, ειδικά τα λιπάσματα από τη χώνευση της λάσπης. Η κύρια χρήση τους είναι για την προστασία από τα απόβλητα, που επιτυγχάνεται με την παρουσία καλύμματος προστασίας ή χρησιμοποιείται ως οργανική βάση με τροποποιημένο λίπασμα.

Η λάσπη για την παραγωγή λιπάσματος, μπορεί να είναι ακατέργαστη λάσπη ή επεξεργασμένη λάσπη που έχει διαχειριστεί με αναερόβια χώνευση. Η χρήση της χωνευμένης λάσπης βοηθάει στην παραγωγή ενός πλήρως σταθεροποιημένου λιπάσματος.

Η θερμοκρασία πρέπει να κυμαίνεται ανάμεσα στους 40-60°C . Στις χαμηλότερες θερμοκρασίες επιβιώνουν οι παθογόνοι οργανισμοί, ενώ στις υψηλότερες, οι μικροοργανισμοί του λιπάσματος, που είναι σημαντικοί για την αποσύνθεση, μπορεί να καταστραφούν.

Η υγρασία πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 40-50%, όπου έτσι δημιουργούνται κενά αέρος σε ένα αερόβιο περιβάλλον. Σε μεγάλες τιμές της υγρασίας εξαφανίζονται οι αναερόβιες συνθήκες.

Οι τιμές που πρέπει παίρνει το pH, είναι από 6 έως 9.

Οι δυσοσμίες δεν εμφανίζονται σε ένα καλά αεριζόμενο σύστημα λίπανσης. Οι ενώσεις που προκαλούν οσμές μπορούν να μετατραπούν και να αφαιρεθούν.

Οι παθογόνοι οργανισμοί, μπορούν να αφαιρεθούν τελείως περίπου σε διάστημα 30 ημερών, αν και 100% αποστείρωση είναι δύσκολο να επιτευχθεί.

Η λίπανση είναι μία διαδικασία εντατικής ενέργειας κατά την οποία δεν παράγεται κάποιο προϊόν ή υποπροϊόν, κατάλληλο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

3.2.19 Η ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ ΣΤΗΝ EDZ

Η λάσπη αρχικά αφυδατώνεται από 6% σε στερεά ουσία σε περίπου 25% στερεά ουσία πριν τη θερμική ξήρανση. Η αφυδάτωση χρησιμοποιείται για να μειωθεί ο αρχικός όγκος της λάσπης για να διευκολυνθεί έτσι η διαδικασία της ξήρανσης κάνοντας τη λάσπη πιο εύκολη στη διαχείρισή της και μειώνοντας τα έξοδα μεταφοράς. Υπάρχουν 3 κατηγορίες μηχανισμών αφυδάτωσης: Οι φυγοκεντρικές, τα φίλτρα ώθησης με ιμάντες και τα φίλτρα ώθησης με μεμβράνες.

3.2.20 ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ ΜΕ ΤΗΝ EDZ

Υπάρχουν τρεις τύποι στεγνωτήρων που χρησιμοποιούνται για την ξήρανση της λυματολάσπης στη μέθοδο EDZ:

Οι οριζόντιοι στεγνωτήρες, όπου τα καυτά αέρια που προέρχονται από την καύση του πετρελαίου, του φυσικού αερίου ή της ξηράς λάσπης, αναμιγνύονται με την αφυδατωμένη κρούστα λάσπης στο στεγνωτήρα και μεταφέρουν τη λάσπη μέσα στον στεγνωτήρα όπου εξατμίζεται το νερό κατά τη μεταφορά του. Οι οριζόντιοι στεγνωτήρες χρησιμοποιούν τα αέρια ως μέσο θέρμανσης σε θερμοκρασίες μεταξύ 300 σε 600°C, ανάλογα με τον τύπο του στεγνωτήρα. Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία των στεγνωτήρων ή του υπόλοιπου εξοπλισμού των εγκαταστάσεων, τόσο καλύτερη είναι η ξήρανση της λυματολάσπης. Με μορφή σκόνης η λάσπη θα αναφλεχθεί σε περίπου 380-400°C. Υπάρχουν δύο προληπτικά μέτρα για την αποφυγή πυρκαγιάς που μπορούν να εφαρμοστούν: η λειτουργία του εξοπλισμού να γίνεται σε συγκεντρώσεις οξυγόνου κάτω από 9-12% ή σε θερμοκρασίες αρκετά κάτω από 100°C

Οι κεκλιμένοι στεγνωτήρες όπου η θερμότητα μεταφέρεται μέσα στο στεγνωτήρα και διαπερνάει μέσω ενός φράγματος του στεγνωτήρα. Το μέσο μεταφοράς θερμότητας μπορεί να είναι θερμό αέριο ή πετρέλαιο θέρμανσης. Υπάρχουν συστήματα ενός ή δύο στεγνωτήρων. Οι κεκλιμένοι στεγνωτήρες χρησιμοποιούν τον ατμό σε 135-215°C ή το πετρέλαιο θέρμανσης σε θερμοκρασίες 200-250°C.

Οι συνδυαστικοί στεγνωτήρες, αποτελούν ένα συνδυασμό των ανωτέρω συστημάτων που χρησιμοποιούν και τη μετάδοση θερμότητας και τη μεταφορά θερμότητας για να εξατμίσουν το νερό.

Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία των στεγνωτήρων ή του υπόλοιπου εξοπλισμού των εγκαταστάσεων, τόσο καλύτερη είναι και η ξήρανση της λυματολάσπης. Με μορφή σκόνης, η λάσπη αναφλέγεται περίπου στους 380-400°C. Υπάρχουν δύο προληπτικά μέτρα για την αποφυγή πυρκαγιάς που μπορούν να εφαρμοστούν: η λειτουργία του εξοπλισμού να γίνεται σε συγκεντρώσεις οξυγόνου κάτω από 9-12% ή σε θερμοκρασίες αρκετά κάτω από 100°C.

3.2.21 ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ EDZ

3.2.21.1 Η ΠΙΕΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ

Μία συνήθης πρακτική είναι να λειτουργούν όλα τα συστήματα κάτω από αρνητική πίεση κι αυτό συμβαίνει για να μην διαφεύγουν σκόνες και ατμοί στο περιβάλλον κατά τη διάρκεια της λειτουργίας.

3.2.21.2 Ο ΘΟΡΥΒΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ

Δεν υπάρχει το πρόβλημα του θορύβου κατά τη λειτουργία των εγκαταστάσεων θερμικής ξήρανσης, αν ο σχεδιασμός κατασκευής έχει γίνει σωστά. Η μόνη όχληση που μπορεί να δημιουργηθεί από θόρυβο, είναι κατά τη διάρκεια κατασκευής της εγκατάστασης.

3.2.21.3 ΟΙ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΒΑΡΕΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ

Τα βαρέα μέταλλα δεν καταστρέφονται κατά τη θερμική ξήρανση κι αυτό αποτελεί ανησυχία επειδή το αποξηραμένο προϊόν χρησιμοποιείται στην γεωργία. Ωστόσο οι συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων συνάδουν με τους όρους της Ευρωπαϊκή Ένωσης. Άλλες επικίνδυνες ουσίες που δεν επηρεάζονται κατά τη διαδικασία ξήρανσης είναι τα πλαστικά, τα διοξειδία και τα PCB.

3.2.21.4 ΟΙ ΟΣΜΕΣ ΠΟΥ ΕΚΛΥΟΝΤΑΙ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ

Οι οσμές πιθανότατα αποτελούν την μεγαλύτερη ανησυχία για τις τοπικές αυτοδιοικήσεις που είναι υπεύθυνες για τον έλεγχο των εγκαταστάσεων θερμικής ξήρανσης. Οι οσμές δεν αποτελούν πρόβλημα σε περίπτωση χρήσης συστημάτων διαχείρισης ημίκλειστης και κλειστής καμπύλης εφόσον οι οργανισμοί και τα καύσιμα που περιέχονται στον ατμό, περνάνε πρώτα μέσα από ένα λέβητα με σκοπό τη θερμική καταστροφή πριν εκλυθούν στην ατμόσφαιρα. Ένα προϊόν με μεγάλη περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία, εγγυάται ότι θα εκλυθούν ελάχιστες ή και καθόλου οσμές από την εγκατάσταση.

3.2.22 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ

- Συστήματα ανοιχτής καμπύλης, όπου το θερμό αέριο και ο ατμός απελευθερώνονται στον αέρα κατευθείαν διαμέσου του στεγνωτήρα.
- Συστήματα ημίκλειστης καμπύλης, όπου τα αέρια εξάτμισης περνούν μέσω του λέβητα για τη θερμική καταστροφή της μυρωδιάς που παράγεται από τις οργανικές ουσίες, πριν από την απελευθέρωσή τους στην ατμόσφαιρα.
- Συστήματα κλειστής καμπύλης όπου οι ατμοί συμπυκνώνονται έξω από σύστημα ανακύκλωσης των εξατμίσεων και έπειτα ο αέρας μεταφέρεται σε έναν λέβητα με σκοπό την θερμική καταστροφή των οργανικών ουσιών πριν από την εκπομπή.

3.3 ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ PEBBLE HEATERS

3.3.1 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ ΜΕ ΤΑ PEBBLE HEATERS

Στόχος είναι η ανάπτυξη και η δοκιμή μίας νέας μεθόδου, για τη θερμική χρήση της λυματολάσπης, με την οποία θα παράγεται ταυτόχρονα και ηλεκτρική, αλλά και θερμική ενέργεια. Η μέθοδος που γίνεται με τα pebble heaters (εναλλάκτες θερμότητας), επιτρέπει την διαχείριση της λάσπης, σε συνδυασμό και με άλλους τύπους αστικών αποβλήτων. Το κύριο μέρος της διαδικασίας είναι η τεχνολογική εφεύρεση των εναλλακτών θερμότητας, που συνδυάζεται με μία τουρμπίνα ώθησης μικρών ποσοτήτων αερίων, γεγονός που επιτρέπει την ανάκτηση της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της θερμότητας που προέρχεται από τις εκπομπές θερμών αερίων, χωρίς να χρειάζεται εγκατάσταση συστημάτων εξάτμισης νερού. Η θερμότητα που

παράγεται από την διαδικασία της αποτέφρωσης, μεταφέρεται στον περιβάλλοντα πιεσμένο αέρα μέσω των εναλλακτών θερμότητας. Υπό κανονικές συνθήκες και με τη χρήση μίας μικρής εγκατάστασης, γίνεται ανάκτηση της θερμικής ενέργειας κατά 98%, με ικανότητα ηλεκτρικής απόδοσης περίπου 30%. Διαμέσου των pebble heaters, η απωθούμενη θερμότητα μεταφέρεται στον ξηραντήρα.

Η λυματολάσπη πρέπει αρχικά να αφυδατωθεί και να αποξηρανθεί πριν από την αποτέφρωσή της. Μετά από αποθήκευση μεσαίας διάρκειας, η λάσπη μεταφέρεται σε έναν θερμαντήρα μέσω ενός συστήματος μεταφοράς. Η μονάδα διανέμει την λυματολάσπη κατά μήκος ολόκληρης της επιφάνειας του πάνω μέρους του θερμαντήρα, όπου μεταφέρεται σε μία περιοχή ροής αέρος. Αφού έχει προηγηθεί η διαδικασία μεσαίας ψύξεως από τη φάση της συμπίεσης των μικρών ποσοτήτων αέρος από την τουρμπίνα και η επαναφορά του αέρος της τουρμπίνας σε κατάσταση ηρεμίας, ο αέρας θερμαίνεται από την εναπομένουσα θερμότητα των pebble heaters. Καθώς ο αέρας διαρρέει διαμέσου των ζωνών που καλύπτουν την λυματολάσπη, ψύχεται και εμπλουτίζεται με το νερό που στραγγίζεται από την λυματολάσπη. Ο αέρας που βρίσκεται μέσα στον θερμαντήρα, απορροφάται από έναν απορροφητήρα. Λόγω τούτης της υπό πίεσης λειτουργίας του θερμαντήρα, δεν εκλύονται ενοχλητικές οσμές. Ένας ρυθμιστής δύο περυγίων, ελέγχει την υγρασία που υπάρχει κατά τη διάρκεια της ξήρανσης. Ο αέρας αναμιγνύεται με το προθερμασμένο απόθεμα αέρος. Αυτό το μίγμα θερμαίνεται έπειτα στους 130°C.

Ο εξατμισμένος αέρος κατευθύνεται μέσα στο pebble heater. Η θερμότητα διαγεύγει μέσω της ροής του αέρα και επαναφέρεται ξανά στο σύστημα, μέσω των αποθεμάτων αέρος του εναλλάκτη θερμότητας. Αυτός ο τρόπος ανάκτησης της θερμότητας, μειώνει την απαίτηση θερμικής ενέργειας, σε πολύ μεγάλο βαθμό. Τα συμπυκνώματα που παράγονται από την ψύξη του αέρα, απομακρύνονται. Ο αέρας εξάτμισης ψύχεται επιπλέον από μία συσκευή πλυσίματος. Τα τελικά μικρά σωματίδια σκόνης, οι οσμές και τα υπόλοιπα περιεχόμενα, απομακρύνονται.

3.3.2 PEBBLE HEATERS ΚΑΙ ΤΟΥΡΜΠΙΝΕΣ ΑΕΡΟΣ- ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Τα συστήματα Pebble heater (εναλλάκτες θερμότητας) λειτουργούν με την ανταλλαγή θερμότητας και θερμαίνονται με τα καυτά αέρια που αποβάλλονται από τη διαδικασία της αποτέφρωσης, ή ψύχονται με τον περιβάλλοντα αέρα. Από τη στιγμή που τα καυτά αέρια αποβάλλονται από τη διαδικασία της αποτέφρωσης, διαφεύγουν από την εγκατάσταση μέσω μίας καμινάδας, αφού έχουν διαπεράσει μέσα από ένα στάδιο καθαρισμού.

Κατά τη διάρκεια της θέρμανσης του πρώτου εναλλάκτη θερμότητας, ένας άλλος εναλλάκτης τροφοδοτείται με πιεσμένο αέρα περίπου με 4 bar πίεσης. Έπειτα ακολουθεί το στάδιο της συμπίεσης με την εφαρμογή της μέτριας ψύξης που προέρχεται από την εξαγωγή της θερμότητας. Μπορεί επίσης να επιτευχθεί ψύξη με την εκροή του νερού. Ενώ ο προ - πιεσμένος αέρας διαρρέει μέσα στον εναλλάκτη θερμότητας, θερμαίνεται στους 900°C και έπειτα μεταφέρεται στην τουρμπίνα. Χωρίς την πρόσθεση περαιτέρω καυσίμου, ο αέρας μέσα στην τουρμπίνα βρίσκεται σε

κατάσταση ηρεμίας και μειώνει την θερμοκρασία στους 600°C περίπου. Η τουρμπίνα συμβάλλει στην παραγωγή ενέργειας.

Για την επίτευξη μεγάλης θερμικής απόδοσης, η πίεση μετριάζεται ανάμεσα σε 3- 6 bar για να βρίσκονται τα αέρια σε κατάσταση ηρεμίας μέσα στις τουρμπίνες. Το μέγιστο επιτρεπτό όριο της θερμοκρασίας καύσης, είναι οι 1,000°C για να αποφευχθεί έτσι η αποδυνάμωση των εύτηκτων κλασμάτων της τέφρας και να προστατευτεί ο φούρνος από ενδεχόμενες βλάβες. Η κύρια διαφορά της λειτουργίας με αέρα σε σχέση με τη λειτουργία με απ' ευθείας καύση, βρίσκεται στην διαφορετικότητα των δυνάμεων που ασκούνται στους θαλάμους καύσης με αυτές των pebble heaters. Η ανομοιομορφία των θερμοδυναμικών ιδιοτήτων του θερμού αέρα σε σχέση με τις τουρμπίνες αέρος που περιέχουν νερό, οδηγεί σε διαφορετική απόδοση ενέργειας της τουρμπίνας ακόμα κι αν η ίδια η θερμοκρασία εισαγωγής, επιλεγεί και για τις 2 περιπτώσεις. Μπορεί επίσης να γίνει έγχυση νερού μέσω κάποιων ακροφυσίων στον πεπιεσμένο αέρα, με σκοπό την αύξηση της απόδοσης των τουρμπίνων. Με αυτό τον τρόπο η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να αυξηθεί κατά 25%. Η εξάτμιση του νερού μειώνει τη θερμοκρασία του πεπιεσμένου αέρα από τους 200°C στους 100°C. Αυτό το μίγμα θερμαίνεται όταν θερμαίνεται ο εναλλάκτης θερμότητας και έπειτα εισάγεται στην τουρμπίνα. Η απόδοση της τουρμπίνας αυξάνεται χωρίς κάποια αύξηση της απόδοσης του συμπιεστή. Αν και η ολική απόδοση της διαδικασίας μειώνεται, προσδίδεται μία γρήγορη και εύκολη διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και επιτυγχάνεται μεγαλύτερη οικονομική αποδοτικότητα σε περιόδους με μειωμένες απαιτήσεις θέρμανσης.

3.4 Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Η εφαρμογή της ακατέργαστης λάσπης στην καλλιέργεια είναι μια προοπτική αν κι εφόσον η λάσπη ενσωματώνεται αμέσως μέσα στο χώμα. Αυτός ο τρόπος ανακύκλωσης της λάσπης μπορεί να είναι προβληματικός λόγω των οσμών και του ενδεχόμενου κινδύνου για την υγεία λόγω των παθογόνων που βρίσκονται στην ακατέργαστη λάσπη. Η αποξηραμένη λάσπη έχει πολλές χρήσεις όπως στην γεωργία, στην κηπουρική, στη δασοκομία και στην αναζωογόνηση του εδάφους. Ακόμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο σε σταθμούς ενέργειας που λειτουργούν με καύση του άνθρακα.

Η χρήση της λυματολάσπης στην αγροτική καλλιέργεια θεωρείται η καλύτερη εφαρμόσιμη περιβαλλοντική επιλογή. Η διαχείριση της λάσπης πρέπει να ακολουθεί τις οδηγίες του κώδικα της διαχείρισης της λυματολάσπης για γεωργική χρήση. Επιπλέον, η λάσπη πρέπει να διαχειριστεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις του λιπάσματος των συγκομιδών που αναπτύσσονται στο έδαφος για να αποτραπεί την καταστροφή των θρεπτικών ουσιών και ειδικότερα του αζώτου.

Η λάσπη μπορεί να εμφανιστεί ως υγρή λάσπη, κρούστες λάσπης (ποσοστό σε στερεά ουσία 25%), ή ξηρούς σβόλους λάσπης (ξηρά στερεά 95%). Οι θρεπτικές ουσίες χάνονται στη διαδικασία της εξάτμισης του νερού και της ξήρανσης. Ακόμα κι αν οι

θρεπτικές ουσίες χάνονται και η ενέργεια χρησιμοποιείται κατά τη διαδικασία ξήρανσης, οι ξηροί σβόλοι έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

Είναι εύκολο να διαχειριστούν από τους αγρότες που μπορούν να χρησιμοποιήσουν ένα τυποποιημένο εξοπλισμό εξάπλωσης του λιπάσματος.

Μπορούν να αποθηκευτούν εύκολα από τον αγρότη

Έχουν μια μη-δυσάρεστη εμφάνιση και για αυτό το λόγο οι σβόλοι λάσπης είναι ελκυστικότεροι για τους αγρότες από άλλα προϊόντα λάσπης.

Μια έρευνα που αφορούσε την προθυμία των αγροτών για ποια μορφή λάσπης προτιμούν να χρησιμοποιούν, έδειξε ότι οι περισσότεροι (56%) ήταν πρόθυμοι να χρησιμοποιήσουν τους σβόλους λάσπης απ' ότι την υγρή λάσπη (40%) ή τις κρούστες λάσπης (28%).

3.5 ΤΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ ΣΤΗΝ Ε.Ε

3.5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η πρόταση Οδηγίας για την ταφή των αποβλήτων (COM 97/105) και η Υ.Α. 114218 «κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών διαχείρισης στερών αποβλήτων» απαιτεί την λήψη μέτρων για τον έλεγχο της συγκέντρωσης - μετανάστευσης και την επεξεργασία των αερίων ταφής, ενώ συνιστούν την λήψη μέτρων για την ενεργειακή αξιοποίηση τους.

Η ανάλυση της υπάρχουσας νομοθεσίας σχετικά με τη διαχείριση, απόρριψη και ανακύκλωση ιλύος που γίνεται σε αυτή την ενότητα, δείχνει ότι οι προδιαγραφές και τα όρια εστιάζουν κυρίως στη χρήση ιλύος στη γεωργία, τόσο σε εθνικό όσο και σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Για την ώρα, άλλες χρήσεις ή τρόποι διάθεσης της ιλύος, εμπίπτουν σε πιο γενικές διατάξεις που σχετίζονται με την διαχείριση αποβλήτων.

3.5.2 ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΟΔΗΓΙΩΝ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΙΣ ΛΑΣΠΕΣ

- 86/278/ΕΕ: για την προστασία του περιβάλλοντος και ιδίως του εδάφους κατά τη χρησιμοποίηση της ιλύος καθαρισμού λυμάτων στη γεωργία
- 91/271/ΕΕ: για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων
- 91/676/ΕΕ: για την προστασία των νερών από τη ρύπανση των νιτρικών από γεωργικές χρήσεις
- 1999/31/ΕΕ: περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων
- 2003/33/ΕΕ: για τον καθορισμό κριτηρίων και διαδικασιών αποδοχής των αποβλήτων στους χώρους υγειονομικής ταφής σύμφωνα με το άρθρο 16 και το παράρτημα II της οδηγίας 1999/31/ΕΕ
- 2000/76/ΕΕ: για την αποτέφρωση των αποβλήτων

3.5.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗΝ Ε.Ε

Παρόλο που αρκετές Οδηγίες έχουν επίδραση στη διαχείριση ιλύος (όπως η 1999/31/ΕΕC περί υγειονομικής ταφής), αυτές που θεωρούνται σημαντικότερες είναι οι 86/278 και οι 91/271. Πιο συγκεκριμένα, οι απαιτήσεις που τίθενται από την 86/278 είναι κρίσιμες για την επεξεργασία των ιλύων που παράγονται στις χώρες-μέλη.

Η Οδηγία 86/278 προβλέπει οριακές τιμές συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στο έδαφος, στην ιλύ και για τις ποσότητες βαρέων μετάλλων που μπορούν να υπεισέρχονται στο έδαφος σε ετήσια βάση.

Η χρησιμοποίηση ιλύος απαγορεύεται όταν η συγκέντρωση ενός ή περισσότερων βαρέων μετάλλων στο έδαφος υπερβαίνει τις οριακές τιμές του Παρατήματος ΙΑ της Οδηγίας. Τα κράτη μέλη οφείλουν σε μία τέτοια περίπτωση να λαμβάνουν κατάλληλα μέτρα ώστε να μη σημειώνεται υπέρβαση των εν λόγω οριακών τιμών εξαιτίας της χρησιμοποίησης ιλύος. Προτού χρησιμοποιηθεί στη γεωργία, η ιλύς πρέπει να υποβάλλεται σε επεξεργασία. Τα κράτη μέλη έχουν όμως τη δυνατότητα να εγκρίνουν τη χρησιμοποίηση μη επεξεργασμένης ιλύος, εάν η ιλύς αυτή εγχέεται ή παραχώνεται στο έδαφος.

Σύμφωνα με έκθεση της ΕΕ, οι εθνικές νομοθεσίες αρκετών μελών είναι πιο αυστηρές από τις απαιτήσεις της 86/278. Έτσι, τα όρια συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στην ιλύ είναι χαμηλότερα από τα όρια της Οδηγίας σε πέντε χώρες (Βέλγιο, Δανία, Φιλανδία, Ολλανδία και Σουηδία). Παρόλα αυτά, έξι μέλη (Ελλάδα, Ιρλανδία, Ιταλία, Λουξεμβούργο, Πορτογαλία και Ισπανία) έχουν υιοθετήσει τα ίδια όρια συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων με το Παράρτημα ΙΒ της Οδηγίας 86/278/ΕΕ. Επισημαίνεται ότι, σε Γαλλία, Ιταλία και Λουξεμβούργο, η νομοθεσία περιλαμβάνει και όρια για παθογόνους οργανισμούς. Επίσης σε αρκετές χώρες (Αυστρία, Βέλγιο, Δανία, Γαλλία, Γερμανία και Σουηδία) υπάρχουν όρια για τις οργανικές ενώσεις. Και για τις δύο αυτές περιπτώσεις, η 86/278 δεν περιλαμβάνει όρια.

Όσον αφορά τα νέα μέλη, η νομοθεσία σε Εσθονία, Λιθουανία και Πολωνία είναι συγκρίσιμη ή και αυστηρότερη από την 86/278. Στα υπόλοιπα νέα μέλη, η χρήση και διάθεση ιλύος εμπίπτει σε γενικότερους κανονισμούς σχετικά με τα απόβλητα και την προστασία του περιβάλλοντος. Από την ανασκόπηση της νομοθεσίας στις ευρωπαϊκές χώρες, προκύπτει ότι μικρή αναφορά γίνεται για χρήση ιλύος, διαφορετική από αυτή της γεωργίας. Παρόλα αυτά, η χρήση ιλύος σε δασικό έδαφος αναφέρεται στη νομοθεσία του Βελγίου, Δανίας, Γαλλίας και Λουξεμβούργου. Εξάλλου σε ορισμένες εθνικές νομοθεσίες απαγορεύεται η χρήση ιλύος στη δασοπονία (Γερμανία, Ολλανδία), σε φυσικά δάση (Γερμανία) και σε περιοχές πρασίνου (Γερμανία, Ολλανδία). Στις εθνικές νομοθεσίες μερικών ευρωπαϊκών χωρών (Αυστρία, Γαλλία, Γερμανία, Ιρλανδία, Ολλανδία και Σουηδία) τίθενται περιορισμοί όσον αφορά την διάθεση της ιλύος από εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ).

3.5.4 ΟΙ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΙΛΥΟΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΟΔΗΓΙΑ 86/278/ΕΕ

Πίνακας 3.1: Βαρέα μέταλλα στην ιλύ

Βαρέα μέταλλα στην ιλύ	(mg/kg DS)
Cd	20-40
Cr- Cr (III)	500
Cr (IV)	10
Cu	1000-1750
Hg	16-25
Ni	300-400
Pb	750-1200
Zn	2500-4000

Πίνακας 3.2: Βαρέα μέταλλα στο έδαφος

Βαρέα μέταλλα στο έδαφος	(mg/kg DS)
Cu	50-140
Hg	1-1.5
Ni	30-75
Pb	50-300
Zn	150-300
Cd	1-3

Η προσθήκη βαρέων μετάλλων από τη λάσπη στο χώμα επιτρέπεται νομικά. Τα μέγιστα ποσοστά εφαρμογής εξετάζονται με βάση 10 έτη. Κατά τη διάρκεια μιας περιόδου 10 ετών, μια μέση προσθήκη στο χώμα δεν πρέπει να υπερβεί τις τιμές που δίνονται στον πίνακα 3.3:

Πίνακας 3.3: Βαρέα μέταλλα που μπορούν να εισαχθούν στα καλλιεργημένα εδάφη με βάση ένα μέσο όρο 10 ετών

Βαρέα μέταλλα	(kg/ha/to)
Cr	15
Ni	3
Pb	15
Zn	30
Hg	0,1
Cd	0,15
Cu	7,5

3.5.5 ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΠΟΥ ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΙΛΥΟΣ

- Σε χορτολιβαδικές εκτάσεις που χρησιμοποιούνται ως βοσκότοποι ή σε καλλιέργειες ζωοτροφών προτού παρέλθει ορισμένη προθεσμία και που δεν μπορεί να είναι μικρότερη από 3 εβδομάδες
- Σε καλλιέργειες οπωροκηπευτικών κατά την περίοδο της βλάστησης (εξαιρούνται καλλιέργειες οπωροφόρων δέντρων).
- Σε εδάφη προοριζόμενα για καλλιέργειες οπωροκηπευτικών που βρίσκονται σε άμεση επαφή με το έδαφος και που συνήθως καταναλώνονται ωμά, επί δέκα μήνες πριν αρχίσει η συγκομιδή και κατά τη συγκομιδή.

3.5.6 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΙΛΥΟΣ

Για τη διάθεση της ιλύος στην γεωργία θα πρέπει να εξασφαλίζονται τα παρακάτω:

- περιορισμένη εισαγωγή βαρέων μετάλλων στην αγροτική γη
- χαμηλή συγκέντρωση συνθετικών οργανικών ενώσεων στην ιλύ
- ελάχιστη έως μηδενική έκθεση σε παθογενείς μικροοργανισμούς
- προστασία των υπογείων και επιφανειακών υδάτων από την διασπορά της ιλύος στην επιφάνεια
- η μη δημιουργία ενοχλητικών συνθηκών (πχ. από δυσσομίες)

Επισημαίνεται ότι, σύμφωνα με το τρίτο σχέδιο αναθεώρησης της Οδηγίας 86/278/ΕΕ οι οριακές τιμές που καθορίζονται για τις παραπάνω παραμέτρους είναι σημαντικά μικρότερες από τις ισχύουσες. Ωστόσο οι συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στην ιλύ από αστικές περιοχές είναι γενικά μικρότερες και από τις προβλεπόμενες στο σχέδιο Αναθεώρησης της Οδηγίας

Στην Αναθεώρηση της Οδηγίας 86/278/ΕΕ τίθενται περιορισμοί ως προς το μικροβιακό φορτίο της ιλύος και ειδικότερα καθορίζονται δύο κατηγορίες υγειονοποιημένης ιλύος:

Μετά από προηγμένη επεξεργασία:

- Σαλμονέλλα: 0/50 grDS
- Ελάχιστη μείωση Escherichia Coli 6 log₁₀

Μετά από συμβατική επεξεργασία:

- Ελάχιστη μείωση Escherichia Coli 2 log₁₀

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

- Θερμική ξήρανση εφόσον η θερμοκρασία της ιλύος είναι μεγαλύτερη από 80°C, η περιεκτικότητα σε νερό λιγότερο από 10% και η δράση του ύδατος (AW) πάνω από 0,90 την πρώτη ώρα της επεξεργασίας.

- Θερμοφιλική αερόβια σταθεροποίηση στους 55OC για 20 ώρες σε αντιδραστήρες διακοπτόμενης λειτουργίας.
- Θερμοφιλική αναερόβια σταθεροποίηση στους 53OC για 20 ώρες σε αντιδραστήρες διακοπτόμενης λειτουργίας.
- Θερμική επεξεργασία της ιλύος για τουλάχιστον 30 min στους 70^o C, και στη συνέχεια μεσοφιλική χώνευση στους 35OC, με χρόνο παραμονής τουλάχιστον 12 ημέρες
- Χημική επεξεργασία με ασβέστη, ώστε να διατηρείται το pH>12 για περίοδο τριών μηνών.
Χημική επεξεργασία με ασβέστη, ώστε να διατηρείται το pH>12 για περίοδο δύο ωρών σε θερμοκρασία 55OC.

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

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΟΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με δεδομένη την πρόσφατη ανάπτυξη σύγχρονων μονάδων αναερόβιας αποδόμησης οργανικών ουσιών (αποβλήτων), η εμπειρία εφαρμογής συστημάτων ανάκτησης και αξιοποίησης βιοαερίου στην Ελλάδα κρίνεται σχετικά περιορισμένη. Ως τα τέλη του 1997, έχουν χορηγηθεί 7 άδειες εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με αξιοποίηση βιοαερίου από το αρμόδιο Υπουργείο Ανάπτυξης. Στο παρόν κεφάλαιο εξετάζονται οι εγκαταστάσεις και τα συστήματα επεξεργασίας και διαχείρισης της λυματολάσπης του ελλαδικού χώρου. Οι σημαντικότερες μονάδες βιοαερίου στην Ελλάδα είναι οι ακόλουθες:

πίνακας 4.1: Οι σημαντικότερες μονάδες βιοαερίου στην Ελλάδα

Πρώτη ύλη	Τοποθεσία	παραγωγή βιοαερίου m ³ /ημέρα	Ηλεκτρική ισχύς MW
Αέριο χωματερής	Α. Λιόσια ,Αττικής	184.000	14
Αέριο χωματερής	Ταγαράδες, Θεσσαλονίκη	1.200	0,24
Ιλύς Βιολογικού καθαρισμού	Ψυτάλλεια Αττικής	60.000	7,37
Ιλύς Βιολογικού καθαρισμού	Ηράκλειο Κρήτης	2.460	0,18
Ιλύς Βιολογικού καθαρισμού	Βόλος	2.800	0,23

4.2 Η ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΣΤΙΣ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

4.2.1 ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Αναφέρεται στην διαχείριση του μίγματος των αερίων που παράγονται από την αναερόβια αποδόμηση των οργανικών ουσιών που εμπεριέχονται στα απόβλητα - ιλύ. Αποτελεί τεχνική αντιμετώπισης ανεπιθύμητων επιπτώσεων και εφαρμόζεται σε :

- Αντιδραστήρες αναερόβιας επεξεργασίας (χώνευσης) ιλύος
- Χώρους Υγειονομικής Ταφής

4.2.2 ΣΤΟΧΟΣ

Το βιοαέριο (μίγμα οργανικών και ανόργανων αερίων) αποτελεί βασική περιβαλλοντική εκροή των συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων που εμπεριέχουν στάδια αναερόβιας ζύμωσης (χώνευσης) οργανικών ουσιών. Η έκλυσή του έχει σημαντικό δυναμικό ανεπιθύμητων επιπτώσεων (ατμοσφαιρική ρύπανση, οσμές, κίνδυνος εκρήξεων, συμβολή στο φαινόμενο θερμοκηπίου). Οι ΧΥΤΑ και γενικότερα οι αναερόβιοι αντιδραστήρες αποτελούν μια από της σημαντικότερες πηγές παραγωγής CH_4 . Η τυπική σύσταση του αερίου των χωνευτών ιλύος είναι 65% CH_4 και 35% CO_2 , με μικρές προσμίξεις ανώτερων υδρογονανθράκων, CO , H_2S , PH_3 , οργανοθειϊκών και οργανοφωσφορικών ενώσεων. Στους ΧΥΤΑ, η σύσταση των αερίων εξαρτάται από το στάδιο της αποδόμησης των αποβλήτων, φθάνει δε έως και 60% CH_4 - 40% CO_2 κατά το στάδιο της μεθανογένεσης. Στην γενική περίπτωση εξαρτάται και από την καλή στεγάνωση του χώρου, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η μη είσοδος ατμοσφαιρικού αέρα στο δίκτυο συλλογής.

Στόχους της διαχείρισης αποτελούν :

- Η ασφαλής απαγωγή των αερίων από τον χώρο παραγωγής τους, χωρίς να έρχονται σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα, για την μείωση του κινδύνου εκρήξεων, με δεδομένο ότι το μεθάνιο δημιουργεί εκρηκτικό μίγμα σε αναλογία 5 - 15% με ατμοσφαιρικό αέρα (οξυγόνο 18 -21%)

- Ο περιορισμός των εκπομπών αερίων που συνεργούν στην δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου. Τα δυο κύρια συστατικά του βιοαερίου (μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα)

- Η αξιοποίηση της θερμογόνου δύναμης των αερίων, που αποτελούν μια ανανεώσιμη - ήπια πηγή ενέργειας. Τούτο συνεπάγεται περαιτέρω μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, εφόσον συμβάλλει στην εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων. Αναφέρεται ενδεικτικά ότι ένας τόνος αποδομήσιμων αποβλήτων σε ΧΥΤΑ μετασχηματίζεται σε περίοδο 40 ετών κατά 55% σε αέριες ενώσεις, παράγοντας 150 έως 250 m^3 αερίων, με μέση θερμογόνο δύναμη $19\text{MJ}/\text{m}^3$

Η πλήρης ενεργειακή αξιοποίηση των αερίων αυτών οδηγεί σε εξοικονόμηση 70 - 110 kg ισοδύναμου ορυκτού καύσιμου (equivalent oil), ή στην αποφυγή εκπομπής 650 έως 1000 tn CO_2 στην ατμόσφαιρα, όπως επίσης και των λοιπών αέριων ρύπων που συναρτώνται με την καύση ορυκτών καυσίμων.

4.2.3 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ - ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

4.2.3.1 ΣΥΛΛΟΓΗ

Η συλλογή εξαρτάται από την πηγή (ΧΥΤΑ, Χωνευτής Ιλύος), την μορφολογία του βιο-αντιδραστήρα, το ύψος του σώματος ταφής, στάθμης υγρών κ.λ.π. Στην γενική περίπτωση, εκτεταμένο δίκτυο συλλογής απαιτείται για τους ΧΥΤΑ, που προσαρμόζεται στις φάσεις ανάπτυξης της εκμετάλλευσης. Το σύστημα είναι δυνατόν να βασίζεται σε οριζόντια ή κατακόρυφα στοιχεία (πηγάδια) ή και συνδυασμό τους.

Η διαστασιολόγηση του (πλήθος και διάμετροι πηγαδιών) ακολουθεί την προβλεπόμενη παραγωγή του βιοαερίου. Άλλες κρίσιμες παραμέτρους αποτελούν η χημική και μηχανική ανθεκτικότητα των σωληνώσεων στο σύνολο της ωφέλιμης ζωής τους (στην γενική περίπτωση 20 - 50 έτη), η διαστασιολόγηση των οπών, η προστασία έναντι της φραγής, η δυνατότητα ρύθμισης ενιαίας πίεσης λειτουργίας, θέσης μεμονωμένων τμημάτων εκτός λειτουργίας κ.λπ. Η απομάκρυνση συμποκνωμάτων κρίνεται απαραίτητη, στην περίπτωση που η θερμοκρασία του αερίου είναι υψηλότερη της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και τούτο είναι κορεσμένο σε οργανικούς ατμούς και υδρατμούς. Καθώς το αέριο ψύχεται κατά την εξαγωγή του από το σώμα ταφής, οι ατμοί υγροποιούνται, με αποτέλεσμα την μείωση της ικανότητας συλλογής και μεταφοράς του δικτύου

4.2.3.2 ΑΝΤΛΗΣΗ - ΜΕΤΑΦΟΡΑ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Οι αντλίες είναι συνήθως φυγοκεντρικού τύπου και λειτουργούν με κινητήρες ντίζελ ή ηλεκτρικούς, αντiekρηκτικού τύπου. Περιλαμβάνουν κατάλληλο εξοπλισμό ελέγχου και παρακολούθησης των αερίων. Συνοδεύονται από φλογοπαγίδες, καθώς υπάρχει κίνδυνος ανάφλεξης λόγω της μίξης με αέρα κατά την άντληση. Οι σωληνώσεις μεταφοράς κατασκευάζονται από ανθεκτικό και εύκαμπτο υλικό, συνήθως HDPE.

Η αποθήκευση των αερίων, όπου χρειάζεται, γίνεται σε αεριοφυλάκια (στους ΧΥΤΑ ο ίδιος ο χώρος ταφής αποτελεί, συνήθως, και την αποθήκη). Χρησιμοποιούνται αεριοφυλάκια τύπου “καμπάνας”, που εξασφαλίζουν σταθερή πίεση και διακόπτουν την παροχή αυτόματα, όταν η πίεση είναι μικρή, χωρίς σύνθετους αυτοματισμούς.

4.2.3.3 ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΕΣ

Πριν από την καύση, απαιτείται ο καθαρισμός του αερίου από ανεπιθύμητες ενώσεις. Κατ' ελάχιστον απαιτείται :

- απομάκρυνση υδρατμών , για την προστασία του εξοπλισμού έναντι διάβρωσης και την βελτίωση της θερμικής αξίας του βιοαερίου. Το σύστημα αποτελείται συνήθως από θάλαμο εκτόνωσης - διαστολής, για την υγροποίηση των υδρατμών και από κυκλωνικούς διαχωριστήρες ή παγίδες (demisters). Είναι δυνατόν να συνοδεύεται από φίλτρο συγκράτησης σωματιδίων.
- αφαίρεση υδρόθειου (H_2S), που παράγεται από την αναερόβια διάσπαση ενώσεων του θείου. Χρησιμοποιείται συνήθως κυλινδρικό φίλτρο με ρινίσματα σιδήρου (Fe). Οι πιο πάνω διεργασίες είναι δυνατόν να συνοδεύονται και από απομάκρυνση επικίνδυνων ουσιών, ανάλογα με την τελική χρήση - αξιοποίηση του αερίου.

Για την αφαίρεση τις αμμωνίας (NH_4) και των CFC's χρησιμοποιούνται φίλτρα ενεργού άνθρακα. Η απομάκρυνση τους κρίνεται απαραίτητη κυρίως όταν δεν γίνεται επιτόπια καύση του βιοαερίου.

4.2.4 Η ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΙΣ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

4.2.4.1 ΚΑΥΣΗ ΣΕ ΠΥΡΣΟ

Εφαρμόζεται σε περίπτωση μικρής παραγωγής, όπου δεν τεκμηριώνεται οικονομοτεχνικά η παραπέρα αξιοποίηση του, ή προκειμένου για βραχύ- και μεσοπρόθεσμες περίσσειες παραγωγής, σε σχέση με την δυναμικότητα του εξοπλισμού αξιοποίησης. Απαιτείται, ως εξοπλισμός ασφαλείας σε όλες τις εγκαταστάσεις και χρησιμοποιείται, εφεδρικά, κατά τις περιόδους αστοχίας της μονάδας αξιοποίησης. Ανάλογα με την σύνθεση του βιοαερίου και την αποτελεσματικότητα των προ-επεξεργασιών, προκύπτουν στα καυσαέρια διάφοροι ρύποι σε μικρές ποσότητες.

4.2.4.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

- Μετρητής συνεχούς μέτρησης της θερμοκρασίας των καυσαερίων, που πρέπει να υπερβαίνει τους 835°C μετά από 0,3'' από την διέλευση από την ζώνη της φλόγας (συνιστώμενο σημείο μέτρησης).
- Αυτόματο σύστημα εκκίνησης (διασφαλίζει την συνεχή λειτουργία)
- Συναγερμός και αυτόματη απομόνωση σε περίπτωση αστοχίας
- Απομόνωση από την γραμμή τροφοδοσίας, κλείσιμο παροχής βιοαερίου, ενεργοποίηση προσωπικού.
- Αυτόματη ρύθμιση αέρα καύσης- ρύθμιση παροχής αέρα καύσης και θερμοκρασίας φλόγας
- Προσβάσιμες θυρίδες ελέγχου- έλεγχος (monitoring) συνθηκών καύσης, δυνατότητα δειγματοληψίας καυσαερίων
- Θύρες οπτικού ελέγχου
- Οπτική επιθεώρηση θερμικών αισθητήρων φλόγας
- Θερμική ασπίδα (προστασία περιοχής επιρροής από ακτινοβολία).

4.2.5 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ

Απευθείας θερμική αξιοποίηση στην βιομηχανία, σε θερμοκήπια, σε αναερόβιους χωνευτές. Η απευθείας αξιοποίηση του βιοαερίου για θέρμανση προσφέρει υψηλή αποδοτικότητα. Η εφαρμοσιμότητα εξαρτάται από την σταθερότητα της ζήτησης και την απόσταση μεταφοράς των αερίων ως τις συσκευές καύσης.

4.2.6 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Επιτυγχάνεται από ηλεκτρογεννήτριες με την βοήθεια ειδικά τροποποιημένων μηχανών εσωτερικής καύσης. Για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος απαιτείται παροχή αφυδατωμένου αερίου, με ικανή πίεση (τουλάχιστον 50mbar). Οι μηχανές πρέπει να ρυθμίζονται σε σχέση με την σύνθεσή του αερίου, κυρίως ως προς την περιεκτικότητα σε μεθάνιο. Χρησιμοποιούνται συνήθως μηχανές φτωχού καυσίμου, με καθαρή ενεργειακή απόδοση 32 - 33% περίπου για την βόρεια Ευρώπη (ο βαθμός απόδοσης είναι φυσιολογικά μικρότερος στις μεσογειακές, θερμότερες συνθήκες).

Η ποιότητα των καυσαερίων εξαρτάται από τον τύπο του εξοπλισμού καύσης (κινητήρα) κυμαίνεται δε σε γενικές γραμμές ως ακολούθως :

- Ντίζελ (mg/m^3)
- Σπινθήρα - ανάφλεξης (Otto) (mg/m^3)
- Τουρμπίνας αερίων (mg/m^3)
- Σωματίδια (COH , CNO_x , HCl , SO_2)
- Διοξίνες (mg/m^3)
- Φουράνια (mg/m^3)

Για τον συνεχή έλεγχο του συστήματος, απαραίτητοι θεωρούνται αυτοματισμοί, που περιλαμβάνουν αναλυτές αερίων (κυρίως CH_4 και O_2), μετρητές πίεσης για την ενεργοποίηση του πυρσού σε περιπτώσεις πτώσης της, συστήματα monitoring καυσαερίων, πυρασφάλειας κ.λπ..

Η θερμότητα των καυσαερίων μπορεί να αξιοποιηθεί για την κάλυψη θερμικών απαιτήσεων άλλων τμημάτων της εγκατάστασης, έως και σε θερμοκρασία $50 - 90^\circ\text{C}$, με την βοήθεια θερμικών εναλλακτών (συστήματα επεξεργασίας στραγγισμάτων, αναερόβιοι χωνευτές, κλίνες ξήρανσης κ.λπ.).

Η συνδυασμένη παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας απαιτεί εξοπλισμό αεριοστροβίλων - εναλλακτών, προωθημένης τεχνολογίας (και υψηλού κόστους). Σε περίπτωση αποτελεσματικής χρήσης της θερμικής συνιστώσας (π.χ. σε θερμοκήπια, χωνευτές), η συνολική καθαρή απόδοση μπορεί να φτάσει και το 85%.

4.2.7 ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΣΕ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Συνίσταται στην τροποποίηση - αναβάθμιση της σύστασης του αερίου, σε ποιότητα συμβατή με αυτήν του φυσικού αερίου, για την απρόσκοπτη εισαγωγή του στο σύστημα διανομής του τελευταίου. Προϋποθέτει την απομάκρυνση του CO_2 . Η αφαίρεση αυτή έχει σαν σκοπό κυρίως τη βελτίωση της ποιότητας του αερίου και την αύξηση της θερμογόνου αξίας του, έτσι ώστε να μην επηρεάζονται συσκευές που είναι ρυθμισμένες για καύση φυσικού αερίου.

Οι κατεργασίες διακρίνονται σε τρία στάδια: προ-επεξεργασία (συμπίεση, ψύξη, αφυδάτωση, αφαίρεση H_2S , απομάκρυνση CO_2 , συμπίεση και εισαγωγή στο δίκτυο φυσικού αερίου. Για την απομάκρυνση του CO_2 έχουν εφαρμοστεί τρεις μέθοδοι. Ως πλέον σύγχρονη θεωρείται ο διαχωρισμός με χρήση μεμβρανών, ενώ έχουν εφαρμοστεί σε πιλοτική κλίμακα με επιτυχία οι μέθοδοι φίλτρων ενεργού άνθρακα - απορρόφησης αιωρήματος υπό πίεση (Pressure swing adsorption) και έκπλυσης του αερίου με νερό (water adsorption).

4.2.8 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Το κόστος προμήθειας και εγκατάστασης μίας πλήρους μονάδας αξιοποίησης βιοαερίου δυναμικότητας 250 KWe (αντλίες, προεπεξεργασίες, πυρσός, Η/Ζ, αυτοματισμοί), εκτιμάται στις 180 εκ. δρχ. σε τιμές 1998 αποδίδοντας μοναδιαίο

κόστος 0,72 εκ. δρχ./Kwe. Εξ αυτών, το 40% περίπου αναφέρεται στο Η/Ζ. Διαπιστώνεται όμως σημαντική απόκριση στην οικονομία κλίμακας των επενδύσεων, όπως προκύπτει από τα ακόλουθα στοιχεία των εγκεκριμένων έργων.

4.3 ΚΕΝΤΡΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΨΥΤΤΑΛΕΙΑΣ



Το έργο άρχισε να κατασκευάζεται το 1983, όταν αποφασίστηκε η μεταφορά και η επεξεργασία των λυμάτων της Αττικής στη νήσο Ψυττάλεια. Πρόκειται για ένα από τα μεγαλύτερα Κέντρα Επεξεργασίας Λυμάτων στην Ευρώπη, συνολικού κόστους 70 δισ. δρχ., το οποίο συμβάλει αποφασιστικά στην εξυγίανση του Σαρωνικού και στην αναβίωση της χλωρίδας και της πανίδας του.

4.3.1 ΤΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΕΡΓΑ ΤΟΥ ΚΕΛΨ

Το έργο της Ψυττάλειας αποτελείται από τα εξής επιμέρους έργα:

- Συμπληρωματικός Κεντρικός Αποχετευτικός αγωγός (ΣΚΑΑ)
- Μηχανική επεξεργασία των λυμάτων στον Ακροκέραμο
- Δίδυμος υποθαλάσσιος αγωγός (ανεστραμμένος σίφωνας) από τον Ακροκέραμο στη νήσο Ψυττάλεια
- Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων στη Ψυττάλεια
- Σύστημα αγωγών εκβολής

Η κατασκευή της Α' φάσης ολοκληρώθηκε το 1993 και από το Νοέμβριο του 1994 το ΚΕΛΨ βρίσκεται σε κανονική λειτουργία. Τα λύματα της Αθήνας (περίπου 720.000 κ.μ. ημερησίως) αφού υποστούν την αναγκαία προεπεξεργασία (εσχάρωση - εξάμμωση) στον Ακροκέραμο, οδηγούνται μέσω του συστήματος ανεστραμμένων σιφώνων στη νήσο Ψυττάλεια. Προς αποφυγή περιβαλλοντικών οχλήσεων, οι εγκαταστάσεις προεπεξεργασίας είναι καλυμμένες, και ο περιεχόμενος αέρας υφίσταται συνεχή καθαρισμό, μέσω συστήματος μονάδων απόσμησης.

4.3.2 Η ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΛΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΙΛΥΟΣ ΣΤΟ ΚΕΛΨ

Στην Ψυττάλεια τα λύματα υποβάλλονται σε κυρίως επεξεργασία, δηλαδή σε πρωτοβάθμια καθίζηση. Στη συνέχεια, μέσω των αγωγών διάθεσης οδηγούνται σε

ικανοποιητικό βάθος και διαχέονται στον αποδέκτη, το Σαρωνικό Κόλπο, επιτυγχάνοντας υψηλή αραίωση τόσο κατά το καλοκαίρι, όσο και κατά το χειμώνα. Μέσω της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας τα αιωρούμενα στερεά των λυμάτων μειώνονται κατά 60% περίπου και το οργανικό φορτίο (BOD) κατά 35% περίπου και φθάνουν σε μέσες συγκεντρώσεις 160 mg/l και 250 mg/l αντίστοιχα, στα επεξεργασμένα λύματα. Ειδικότερα τα χαρακτηριστικά (συγκεντρώσεις σε mg/l) των εισερχομένων λυμάτων είναι): αιωρούμενα στερεά 446, πτητικά αιωρούμενα στερεά 338, BOD 418 και COD 948, ενώ τα αντίστοιχα μεγέθη στην εκροή είναι: αιωρούμενα στερεά 159, πτητικά αιωρούμενα στερεά 126, BOD 250 και COD 529. Η θερμοκρασία των λυμάτων κυμαίνεται μεταξύ 17ο και 26ο C και χαρακτηρίζονται από μέση τιμή pH ίση προς 7,4.

Η ιλύς, η οποία προκύπτει από τον καθαρισμό των λυμάτων, υφίσταται μια σειρά διαδικασιών προς αδρανοποίηση και ελάττωση του όγκου της (προπάχυνση, αναερόβια χώνευση, αφυδάτωση) και τελικά διατίθεται προς υγειονομική ταφή. Κατά την αναερόβια χώνευση (που χαρακτηρίζεται από μέση απόδοση διάσπασης οργανικού φορτίου ίση προς 42%) παράγεται βιοαέριο, σε μέση ποσότητα περίπου 50.000 κ.μ./ημέρα, ενώ η παραγόμενη ποσότητα αφυδατωμένης ιλύος είναι περίπου 280 t/ημέρα.

Από τις αρχές του 2001 λειτουργεί στην Ψυττάλεια μια σύγχρονη μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από την καύση του βιοαερίου που παράγεται στο ΚΕΛΨ. Η μονάδα, προϋπολογισμού 3,8 δισ. δρχ. - η οποία χρηματοδοτήθηκε κατά 50% από την Ευρωπαϊκή Ένωση - έχει δυναμικότητα 7,4 MW και παράγει ικανές ποσότητες ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας για να καλυφθούν οι ανάγκες του ΚΕΛΨ στην παρούσα φάση της λειτουργίας του, ενώ η πλεονάζουσα ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας πωλείται στη ΔΕΗ. Με τον τρόπο αυτό θα εξασφαλιστεί ενεργειακή αυτονομία και μείωση του κόστους λειτουργίας του ΚΕΛΨ, ενώ θα αξιοποιείται πλήρως η παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου. Ακόμη, η θερμική ενέργεια από την ψύξη των μηχανών βιοαερίου θα χρησιμοποιείται για τη θέρμανση των χωνευτών ιλύος και μελλοντικά για την ξήρανση της αφυδατωμένης ιλύος.

4.3.3 Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ Β' ΦΑΣΗΣ ΤΟΥ ΚΕΛΨ

Οι εργασίες για την κατασκευή της Β' φάσης των έργων στο Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας έχουν αρχίσει από τον Φεβρουάριο του 1999 και περιλαμβάνουν εκτεταμένες εκσκαφές για την προετοιμασία του χώρου, όπου θα κατασκευαστούν μεταξύ άλλων οι δεξαμενές αερισμού και τελικής καθίζησης, καθώς και οι νέες δεξαμενές χώνευσης. Οι εργασίες εκτελούνται υπό την επίβλεψη του ΥΠΕΧΩΔΕ, το οποίο έχει και την ευθύνη της οριστικής μελέτης της εγκατάστασης, έτσι ώστε αυτή να ανταποκρίνεται προς τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Κοινότητας.

Με την ολοκλήρωση των έργων της Β' φάσης (κατασκευή εγκαταστάσεων βιολογικού καθαρισμού των λυμάτων και επεξεργασίας της προκύπτουσας ιλύος), η μείωση του ρυπαντικού φορτίου των λυμάτων θα υπερβαίνει το 90%. Στα πλαίσια της εκπλήρωσης των όρων σχετικής Κοινοτικής Οδηγίας, έχει σχεδιαστεί η ελάττωση του οργανικού φορτίου (BOD) σε 25 mg/l και των αιωρούμενων στερεών σε 35 mg/l

στην εκροή των επεξεργασμένων λυμάτων, καθώς επίσης και η μείωση του ολικού αζώτου κατά 80-90%.

Ο βιολογικός καθαρισμός των λυμάτων στη Β' φάση θα πραγματοποιείται σε δεξαμενές αερισμού, οι οποίες θα ακολουθούνται από δεξαμενές τελικής καθίζησης. Κατά τη λειτουργία θα επιτυγχάνεται σε σημαντικό βαθμό και η απομάκρυνση του οργανικού αζώτου, μέσω διεργασιών νιτροποίησης - απονιτροποίησης, προς αποτροπή του ευτροφισμού του αποδέκτη. Η δευτεροβάθμια ιλύς θα υφίσταται μηχανική πάχυνση, χώνευση (μαζί με την πρωτοβάθμια ιλύ) και αφυδάτωση, με αντίστοιχες αυξήσεις στις παραγόμενες ποσότητες βιοαερίου και αφυδατωμένης ιλύος.

Τα έργα της Β' φάσης, προϋπολογιζόμενης δαπάνης περίπου 34 δισ. δρχ. έχουν προταθεί προς ένταξη στα χρηματοδοτούμενα έργα του Ταμείου Συνοχής. Με την ολοκλήρωση και της Β' φάσης των έργων στο ΚΕΛΨ, ο Σαρωνικός θα δέχεται επεξεργασμένα λύματα με πολύ μικρό ποσοστό επιβάρυνσης, σε ρυπαντικό φορτίο και θρεπτικά στοιχεία που συμβάλλουν στο ανεπιθύμητο φαινόμενο του ευτροφισμού. Επομένως, αναμένεται ότι η βελτίωση του θαλασσιού περιβάλλοντος του Σαρωνικού Κόλπου θα συνεχιστεί με ταχύτερο ρυθμό, έτσι ώστε σχετικά σύντομα να αποκατασταθεί η ισορροπία των οικοσυστημάτων που διαβιούν σε όλη την έκταση του Σαρωνικού Κόλπου.

4.3.4 Η ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Στις εγκαταστάσεις του Κέντρου Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας (Κ.Ε.Λ.Ψ.) τα υγρά απόβλητα που λεκανοπεδίου υφίστανται τριτοβάθμια επεξεργασία. Τα προϊόντα αυτής της επεξεργασίας είναι α) νερό ποιότητας τέτοιας ώστε να μη δημιουργούνται προβλήματα στο οικοσύστημα του Σαρωνικού κόλπου στον οποίο διοχετεύεται και β) χωνευμένη και αφυδατωμένη ιλύς, περιεκτικότητας σε στερεά περίπου 28%. Η ημερήσια παραγωγή ιλύος κυμαίνεται αναλόγως των εισροών και μπορεί να φθάσει σε 750 τόνους/ημέρα. Προκειμένου να καταστεί δυνατή η χρήση της ιλύος είτε για την παραγωγή ενέργειας (με καύση της σε τσιμεντοβιομηχανίες ή σε μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος) είτε ως εδαφοβελτιωτικό, προκρίθηκε η λύση της θερμικής ξήρανσης.

Το παραγόμενο προϊόν θα είναι ξηρή ιλύς σε κόκκους, πολύ μικρότερου όγκου από την αφυδατωμένη, πλήρως υγειονοποιημένη. Στην μονάδα θερμικής ξήρανσης που κατασκευάζεται θα ξηραίνεται το σύνολο της αφυδατωμένης ιλύος που παράγεται στο Κ.Ε.Λ. Ψυττάλειας και παρέχεται η δυνατότητα ξήρανσης και ιλύος που θα μεταφέρεται από γειτονικά Κ.Ε.Λ.

4.3.4.1 Η ΘΕΡΜΙΚΗ ΞΗΡΑΝΣΗ ΣΤΟ ΚΕΛΨ

Υπάρχουν διάφοροι τύποι θερμικής ξήρανσης. Στην περίπτωση της Ψυττάλειας επιλέχθηκε ως καταλληλότερη η ξήρανση με περιστρεφόμενα τύμπανα(drums). Σύμφωνα με την ως άνω μέθοδο, η θερμική ξήρανση επιτυγχάνεται με τη διοχέτευση της ιλύος σε αργά περιστρεφόμενο κυλινδρικό τύμπανο, στο οποίο εισρέει ρεύμα

πολύ θερμού αέρα, ο οποίος ανακυκλοφορείται από την έξοδο προς την είσοδο του τυμπάνου. Η θερμοκρασία στην είσοδο του τυμπάνου είναι 400-550ο C και στην έξοδο περίπου 100ο C. Με την θερμότητα του αέρα το περιεχόμενο νερό εξατμίζεται και η υλός ξηραίνεται.

Η ξηραμένη υλός και η παραγόμενη σκόνη διαχωρίζονται από του υδρατμούς με φίλτρα (κυκλώνες). Στη συνέχεια, η ξηραμένη υλός ψύχεται και κοσκινίζεται. Ένα ποσοστό (σκόνη και κόκκοι υλός μικρού μεγέθους) ανακυκλοφορείται προς την είσοδο, ενώ το υπόλοιπο οδηγείται προς τα σιλό αποθήκευσης. Ο εξερχόμενος από τους κυκλώνες αέρας περιέχει τους υδρατμούς που δημιουργήθηκαν κατά την εξάτμιση του νερού και διέρχεται από συμπυκνωτές για την απομάκρυνσή τους. Στη συνέχεια το μεγαλύτερο μέρος του ανακυκλοφορείται προς την είσοδο του ξηραντή, όπου θερμαίνεται πριν την είσοδό του στο τύμπανο.

Η θέρμανση του αέρα μπορεί να γίνει με δύο τρόπους: α) με παροχή της απαιτούμενης θερμότητας μόνο από την καύση φυσικού αερίου ή βιοαερίου, οπότε χαρακτηρίζεται ως λειτουργία με άμεση θέρμανση ή β) με παροχή θερμότητας κατά το μεγαλύτερο μέρος από τα καυσαέρια του αεριοστροβίλου (μονάδα συμπαραγωγής) που προτίθεται να εγκαταστήσει η ΕΥΔΑΠ στο νησί (λειτουργία με έμμεση θέρμανση), και κάλυψη του υπολοίπου μέρους της απαιτούμενης θερμότητας πάλι από την καύση φυσικού αερίου ή βιοαερίου. Η θερμότητα από τη μονάδα συμπαραγωγής παρέχεται στο σύστημα μέσω ειδικού εναλλάκτη.

Το υπόλοιπο μέρος του αέρα απορρίπτεται στην ατμόσφαιρα αφού πρώτα διέλθει από τις μονάδες θερμικής οξείδωσης (RTO), ώστε η ποιότητα των εξερχομένων από την εγκατάσταση απαερίων να είναι σύμφωνη με τους περιβαλλοντικούς όρους. Την προς κατασκευή μονάδα συμπληρώνουν διάφορες απαραίτητες για την λειτουργία της εγκατάστασης (συστήματα μεταφοράς και αποθήκευσης υλός, συστήματα ελέγχου και ασφάλειας, συστήματα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, συστήματα τροφοδοσίας κ.λ.π.). Το σύνολο της μονάδας ξήρανσης συνιστά ένα πολύπλοκο σύστημα, του οποίου η κατασκευή απαιτεί υψηλό επίπεδο τεχνογνωσίας, ενώ τα χαρακτηριστικά του θα πρέπει να εξασφαλίζουν:

- Δυνατότητα αξιοπίστης και συνεχούς λειτουργίας με την απαιτούμενη δυναμικότητα για την επεξεργασία τόσο της παραγόμενης στο Κ.Ε.Λ. Ψυτάλλειας όσο και σε άλλα Κ.Ε.Λ. υλός
 - Ασφάλεια λειτουργίας και ελαχιστοποίηση του κινδύνου ατυχήματος
- Τήρηση των περιβαλλοντικών όρων για την αποφυγή της ρύπανσης του περιβάλλοντος και παραγωγή προϊόντος με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά.

4.3.4.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΙΛΥΟΣ ΣΤΟ Κ.Ε.Λ.Ψ

Η κατασκευή της μονάδας ξήρανσης αποτελεί ένα πρωτόγνωρο έργο για τα ελληνικά δεδομένα. Πρόκειται για ένα δύσκολο και απαιτητικό τεχνικά έργο. Το εντυπωσιακό στην συγκεκριμένη κατασκευή είναι ότι ξεκίνησε να κατασκευάζεται ουσιαστικά από μέσα προς τα έξω. Δηλαδή πρώτα τοποθετήθηκαν τα επιμέρους μηχανήματα όπως

για παράδειγμα τα περιστρεφόμενα τώμπανα, τα οποία ήρθαν από το εξωτερικό και συγκεκριμένα από την Αυστρία (wendewolf) και μετά να τοποθετηθεί η μεταλλική κατασκευή, τα πανέλα και τα υπόλοιπα τμήματα του έργου. Σήμερα στο εργοτάξιο δουλεύουν γύρω στα 50 έργα αλλά συνολικά μαζί με τους τεχνίτες που εργάζονται και στα μηχανουργία για τα επιμέρους στοιχεία του έργου ανέρχονται στα 200 άτομα. Σημειώνεται ότι τα επιμέρους τμήματα της μεταλλικής κατασκευής έχουν κατασκευαστεί εξ' ολοκλήρου στην Ελλάδα και συναρμολογούνται στο εργοτάξιο.

Από τις 4 γραμμές επεξεργασίας της λυματολάσσης σήμερα οι γραμμές Α και Β έχουν προχωρήσει στο 80% περίπου της κατασκευής. Στη συνέχεια θα αρχίσει η 4μηνη δοκιμαστική λειτουργία και θα ακολουθήσει 15μηνη λειτουργία από τον εργολάβο προκειμένου να παράγονται οι συμβατικές αποδόσεις ξηραμένου προϊόντος δηλαδή 78% ξηρότητα. Σημειώνεται ότι το τελικό προϊόν θα είναι υπό την μορφή κόκκων (5 χιλιοστά). Με την ξήρανση εκτός από τα πλεονεκτήματα στη διάθεση και μεταφορά που προκύπτουν από τη μείωση του βάρους της προς διάθεση ύλης, επιτυγχάνεται και η πλήρης υγειονομοποίησή της χωρίς απώλεια των οργανικών και θρεπτικών συστατικών της. Έτσι το ξηραμένο προϊόν είναι εύχρηστο και ελκυστικό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν πρώτη ύλη καύσιμο σε τοιμεντοβιομηχανίες και θερμοηλεκτρικούς σταθμούς καθώς και για λίπασμα για γεωργική χρήση. Η αερόβια μηχανική και βιολογική επεξεργασία με ανάκτηση κομπόστ, σε συνδυασμό με ενεργειακή αξιοποίηση (ενδεχομένως και με συμβατική καύση) του RDF (καύσιμο υλικό) που μπορεί να παράγεται από κλάσματα χαρτιού και πλαστικών που δεν ανακυκλώνονται, αποτελεί μία από τις φθηνότερες, διαχειριστικά καταλληλότερες και περιβαλλοντικά προτιμότερες μεθόδους. Το κόστος της (με ανάκτηση των ανακυκλώσιμων υλικών) υπολογίζεται στα 50 ευρώ ανά τόνο απορριμμάτων. Επιπλέον η αερόβια μηχανική και βιολογική επεξεργασία είναι μια τεχνολογία συμβατή με τους στόχους του Πρωτοκόλλου του Κιότο, ενώ το βιοδιασπάσιμο κλάσμα του RDF θεωρείται βιομάζα και απαλλάσσεται των περιορισμών των εκπομπών διξειδίων.

Η βιολογική ξήρανση, η οποία δοκιμάζεται ήδη σε κράτη της ΕΕ, απαιτεί προσοχή σε δύο κυρίως σημεία. Πρώτον, στο ότι δεν έχει νόημα η εφαρμογή της μεθόδου αν προηγουμένως δεν τεκμηριωθούν και δεν γίνουν αποδεκτοί οι όροι και προϋποθέσεις διαχείρισης του παραχθισομένου προϊόντος και, δεύτερον, στο ότι από τα διαθέσιμα ενδεικτικά στοιχεία του κόστους προκύπτει πως αυτό είναι σημαντικό και αρκετά υψηλότερο από τη μέθοδο της αερόβιας μηχανικής επεξεργασίας. Υπολογίζεται πως το κόστος της μεθόδου φθάνει τα 110-140 ευρώ ανά τόνο απορριμμάτων και τα 200-240 ευρώ όταν συνδυαστεί με αεριοποίηση.

Η στοιχειομετρική καύση παραμένει επί δεκαετίες σταθερή στις χώρες της ΕΕ, με βάση το ποσοστό των διαχειριζομένων πρωτογενών ΑΣΑ (περί το 20%). Παραμένει επίσης ιδιαίτερα ακριβή μέθοδος, ενώ παράγει σημαντικές ποσότητες ρύπων στους θαλάμους καύσης, που στη συνέχεια πρέπει να κατακρατούνται με εξελιγμένα συστήματα αντιρροπαντικής προστασίας και να οδηγούνται σε Χώρο Υγειονομικής Ταφής Επικίνδυνων Αποβλήτων (ΧΥΤΕΑ) - χώροι που όμως δεν υπάρχουν στη χώρα μας. Το κόστος υπολογίζεται σε 100-150 ευρώ για κάθε τόνο απορριμμάτων.

Αρνητικό στοιχείο της μεθόδου είναι και το γεγονός πως η καύση δεν μπορεί να συνδυαστεί με υφιστάμενα δίκτυα τηλεθέρμανσης (συμπαραγωγής), αλλά και το γεγονός πως λόγω των επικίνδυνων ρύπων που διαφεύγουν στην ατμόσφαιρα συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η πυρόλυση και η αεριοποίηση δεν συνιστούν δόκιμες μεθόδους επεξεργασίας των ΑΣΑ, καθώς όπου έχουν εφαρμοστεί δεν έχουν αποδείξει ως σήμερα τη βιωσιμότητά τους. Σε αντίθεση με την επεξεργασία των επικίνδυνων αποβλήτων και ιλύων (προϊόντα βιολογικού καθαρισμού αποβλήτων), όπου κατέχουν αξιόλογο μερίδιο, η πυρόλυση και η αεριοποίηση δεν είναι οι κατάλληλες μέθοδοι για τα στερεά απορρίμματα.

4.3.5 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΟΥ ΚΕΛΨ

Τα συστήματα που απαρτίζουν τις εγκαταστάσεις του ΚΕΛΨ είναι τα εξής:

- Δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης
- Έξι ορθογωνικές δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης, διαστάσεων (σε m) 100 x 20 x 3, συνολικού όγκου 36.000 κ.μ.Τ
- Τρεις κλειστές κυλινδρικές δεξαμενές προπάχυνσης ιλύος, διαμέτρου 25μ., βάθους 5 μ. περίπου, συνολικού ωφέλιμου όγκου 7.380 κ.μ.
- Τέσσερις κλειστές κυλινδρικές δεξαμενές χώνευσης ιλύος, διαμέτρου 30 μ., συνολικού όγκου 40.000 κ.μ.
- Τέσσερις κυλινδρικές δεξαμενές μεταπάχυνσης - αποθήκευσης ιλύος, διαμέτρου 25 μ., βάθους 6 μ.

4.4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



4.4.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ

Στις εγκαταστάσεις της Ε.Ε.Λ.Θ. παράγεται βιοαέριο, από την αναερόβια χώνευση πρωτογενούς λάσπης, σε δυο (υψηλού ρυθμού παραγωγής) χώνευτές μεσοφιλικής περιοχής, 35° C, συνολικής χωρητικότητας 15.000 m³. Δεδομένου ότι τα σημερινά δεδομένα στις Ε.Ε.Λ.Θ. είναι 165.000 m³ υγρά απόβλητα/ημέρα ή 38.000 kg TSS/day παραγόμενη πρωτογενής λάσπη, παράγονται περίπου 6.000 nm³ βιοαέριο/ημέρα. Η κατώτερη θερμογόνος δύναμη είναι Hu=6,48 KWh/nm³ (χαμηλότερη αυτή του

φυσικού αερίου που είναι 10 KWh/nm³, και υψηλότερη από το βιοαέριο που παράγεται από χώρους υγειονομικής ταφής. (που είναι 5,25 KWh/nm³).

Πίνακας 4.2: τα τεχνικά στοιχεία και οι αντίστοιχες τιμές θερμογόνου δύναμης του βιοαερίου

Τεχνικά στοιχεία	Τιμές
Ισχύς καυσίμου	3.393 KW (βιοαέριο) και 3.434 KW (φυσικό αέριο) η κάθε μηχανή
Απαιτούμενη παροχή βιοαερίου	520 nm ³ /h ανά μηχανή
Μηχανική Ισχύς	94 KW (βιοαέριο) και 1.400 KW (φυσικό αέριο)
Ηλεκτρική Ισχύς	1.262 KW (βαθμός ηλ. απόδ. 38,54%)
Θερμ. ισχύς ανακτ. από ψύξη κυλίνδρου	873 KW
Θερμική ισχύς καυσαερίων (σε 490° C)	720 KW
Συνολική θερμική ισχύς που μπορεί να ανακτηθεί	873+720=1.593 KW

4.4.2 ΤΕΧΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΗΧΑΝΩΝ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΣΤΑ ΕΕΛΘ

Ο συνολικός Βαθμός Απόδοσης μηχανής που επιτυγχάνεται είναι 87,19%.

Η χρήση της CHP τεχνολογίας μειώνει σημαντικά την εκπομπή CO₂. Η εκπομπή του NO_x στα καυσαέρια είναι 500 mg/Nm³. Το επίπεδο του θορύβου φτάνει στα 115 db περίπου (στην εξάτμιση) και 85 db (για την εισαγωγή του αέρα). Το ολοκληρωμένο σύστημα των μηχανών (μηχανή Otto εσωτερικής καύσης και σύγχρονη γεννήτρια τάσης 400 V, ονομαστικής ισχύος 1565 KVA, καλύπτεται από κατάλληλες καλύπτρες θορύβου. Σύμφωνα με τα δεδομένα του κατασκευαστή, η βέλτιστη απόδοση των μηχανών επιτυγχάνεται με το συνδυασμό βιοαερίου και φυσικού αερίου σε αναλογία 50/50 για κάθε τύπο καυσίμου εξαιτίας του βέλτιστου αριθμού μεθανίου (132) του βιοαερίου και της υψηλότερης θερμογόνου δύναμης του φυσικού αερίου. Επίσης, το κύκλωμα ενδιάμεσης ψύξης (ενιαία ή διπλή) επιτρέπει τη μέγιστη ισχύ ακόμη και με τη χρήση αερίων με χαμηλό αριθμό μεθανίου. Το υπόλοιπο ποσοστό της ισχύος του καυσίμου ουσιαστικά αποτελεί απώλειες ακτινοβολίας (κινητήρα και γεννήτριας), μετάδοση ισχύος (κινητήρα-γεννήτριας), και ένα μέρος ψύξης καυσαερίων και επίσης ψύξης καυσίμου-βιοαερίου, intercooler (χαμηλής ενθαλπίας μη ανακτήσιμα νερά). Η μηχανή δύναται να λειτουργήσει υπό υψηλή παρουσία H₂S στο βιοαέριο χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα (το σχετικό όριο ανοχής σε παρουσία H₂S στο βιοαέριο είναι περίπου 0,2% H₂S ή 2000 ppm). Τέλος, οι μηχανές δουλεύουν και σε επί μέρους φορτία μέχρι και 50% (μπορούμε να λειτουργήσουμε μία μηχανή με πλήρες φορτίο, ή δύο μηχανές με το 50% του φορτίου τους). Η θερμική ισχύς των καυσαερίων που δεν είναι εκμεταλλεύσιμη, διαχέεται στην ατμόσφαιρα, για την ώρα. Η εκπομπή αερίων είναι πλήρως ελεγχόμενη ανάλογα με την θερμοκρασία του χώρου καύσης.

4.4.3 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΕΡΓΑ

Η μελλοντική σχεδιαζόμενη δυναμικότητα της Ε.Ε.Λ.Θ, (Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων Θεσσαλονίκης) θα είναι 300.000 m³/ημέρα. Συνεπώς η παραγόμενη λάσπη για χώνευση θα φτάνει περίπου τα 90000 kg TSS περιεκτικότητας 72% σε TVSS (55000 kg TSS πρωτογενής λάσπης με 70% συγκέντρωση σε TVSS και 35000 kg TSS βιολάσπης με 74% συγκέντρωση σε TVSS).

Ολόκληρη η ποσότητα αυτής της λάσπης πρόκειται να χωνευθεί αναερόβια. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, χρειάζεται ακόμη ένας ή δύο χωνευτές. Ο κύριος στόχος, είναι είναι η μέγιστη δυνατή παραγωγή βιοαερίου και η ολοκληρωτική αλλά και βέλτιστη εκμετάλλευσή του.

Σύντομα θα αντιμετωπιστούν σοβαρά προβλήματα όσον αφορά τη διάθεση της αφυδατωμένης ιλύος (συγκέντρωσης 25% σε ξηρό περιεχόμενο) όχι μόνο εξαιτίας της έλλειψης χώρων υγειονομικής ταφής αλλά και εξαιτίας των όλο και αυστηρότερων οδηγιών που θεσπίζονται από την Ε.Ε. που σχετίζονται με το παραπάνω θέμα. Για το λόγο αυτό, θα υπάρξει η ανάγκη για την επεξεργασία της αφυδατωμένης ιλύος ώστε να μειωθεί ο παραγόμενος όγκος και η ποσότητα αλλά και να βελτιωθεί η ποιότητά της.

4.4.4 ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΡΟ- ΑΦΥΔΑΤΩΜΕΝΗΣ ΙΛΥΟΣ

Υπάρχει ένα έργο που σχεδιάστηκε από την εταιρία "SKANSKA Econet oy" (Φινλανδία), σε εφαρμογή της ευρεσιτεχνίας της (διαδικασία WABIO), όσο αναφορά την επέκταση και κατά συνέπεια την ολοκλήρωση της γραμμής χώνευσης λάσπης. Τα βασικά κριτήρια αυτού του έργου είναι:

- 1) Να προσαρμόσει τους παλιούς βιοαντιδραστήρες ώστε να χωνεύουν μια ποσότητα της πρωτογενής λάσπης περίπου 22000 kg TSS/d με SRT περισσότερο από 20 d.
- 2) Να διαστασιολογήσει τους βιοαντιδραστήρες της διαδικασίας WABIO ώστε να χωνεύουν το πλεόνασμα της ποσότητας της πρωτοβάθμιας λάσπης, δηλ 33.000 kg TSS/d και το σύνολο της ποσότητας της βιολάσπης δηλ 35.000 TSS/d με SRT 20 ημέρες το ελάχιστο. Με δεδομένο αυτά, θα χρειαστούν δύο νέοι WABIO βιοαντιδραστήρες 5.500 m³ ο καθένας.
- 3) Να προσαρμοστεί όλος ο καινούργιος εξοπλισμός στην υπάρχουσα εγκατάσταση.

Η διαδικασία εγγυάται μια παραγωγή βιοαερίου της τάξης του 0,45 m³/kg VSS, και προϋποθέτει ελάχιστο περιεχόμενο 70% VSS στην λάσπη. Υπάρχει επίσης η πιθανότητα της αποδοχής εμπλουτισμένης σε λίπη βιολάσπης από διάφορες εγκαταστάσεις των γειτονικών βιομηχανιών. Το μόνο προαπαιτούμενο που τίθεται από την WABIO διαδικασία, είναι το περιεχόμενο σε βιολάσπη, της ανάμεικτης λάσπης για χώνευση, να είναι τουλάχιστον 50%. Το βιοαέριο που παράγεται από τη χώνευση των 22.000 TSS/d πρωτογενούς λάσπης στους παλιούς χωνευτές θα φτάσει περίπου στα 6940 Nm³/ημέρα. Για αυτό η συνολική παραγωγή βιοαερίου θα είναι περίπου 28.800 Nm³/d /ημέρα, και η καθαρή εκμεταλλεύσιμη ποσότητα θα είναι περίπου 27.000 Nm³/ ημέρα. Άρα, τρεις από τις προαναφερθείσες μηχανές μπορούν

να είναι σε λειτουργία για 17,82 h/ημέρα, η κάθε μία σε πλήρες φορτίο, ή 24 h/ημέρα, η κάθε μία στο 75% του φορτίου τους περίπου.

Η μέγιστη ημερήσια ηλεκτρική ενέργεια από τις τρεις μηχανές βιοαερίου θα φτάσει τις 67.710 KWh, η οποία, συγκρινόμενη με τις μελλοντικές απαιτήσεις της Ε.Ε.Λ.Θ, θα καλύπτει το 85% αυτών. Το αναμενόμενο κέρδος θα φτάσει τα 146.250 ευρώ/μήνα (1.755.000 ευρώ/χρόνο). Όσον αφορά στη μέγιστη θερμική ισχύ από τις 3 μηχανές βιοαερίου, αυτή θα φτάσει τα 4.770 KW για 17,82 h/d δηλ. 85.000 KWh/d, ή 91.000 KWh/d σε σύνολο από τις 3 μηχανές σε λειτουργία με 75% φορτίο για 24 h/d. Λαμβανομένων υπόψη και των απαιτήσεων θέρμανσης για τη λειτουργία των δύο παλιών χωνευτών -28.800 KWh/d -η καθαρή εκμεταλλεύσιμη θερμική ενέργεια θα είναι περίπου 62.000 KWh/d.

Το εκτιμώμενο κόστος της συνολικής επένδυσης (συμπεριλαμβανομένου του βασικού και αναλυτικού σχεδίου της διαχείρισης του έργου και επίβλεψης των μηχανο-ηλεκτρολογικών, αυτοματισμών, οργάνων μέτρησης και έργα πολιτικού μηχανικού, δηλ εγκατάσταση εξοπλισμού) φτάνει περίπου στα 4.800.000 ευρώ. Η αναγκαιότητα για τις δύο επιπλέον ίδιες μηχανές βιοαερίου επαυξάνει τον προϋπολογισμό του έργου κατά 1.700.000 ευρώ (προμήθεια, εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία).

4.4.5 ΜΕΤΑ- ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΦΥΔΑΤΩΜΕΝΗΣ ΙΛΥΟΣ ΣΤΗΝ ΕΕΛΘ

Η κυρίαρχη άποψη για την αντιμετώπιση της ποσότητας της αφυδατωμένης λάσπης είναι η ξήρανση αυτής (μετά αφυδάτωση επεξεργασία). Η Ε.Υ.Α.Θ. ερευνώντας για την καλύτερη λύση αρχικά ήρθε σε επαφή με την ιταλική εταιρία "Sernaggioto Technologies SpA" ώστε να εκπονηθεί μια σχετική μελέτη αυτού του έργου. Σύμφωνα με αυτή την αρχική μελέτη, θα χρειαστεί μια εγκατάσταση ξήρανσης με μονάδα ικανότητας αφαίρεσης υγρασίας 600 kg/h. Ο υπολογιζόμενος προϋπολογισμός του όλου συστήματος ξήρανσης θα φτάσει περίπου στα 4,2 εκατομμύρια ευρώ. Το κόστος διοίκησης ανά χρόνο συνδέεται κύρια με το μοναδιαίο κόστος του φυσικού αερίου το οποίο εξαρτάται από την κατηγοριοποίηση των πελατών. Τα δεδομένα σχεδίασης και το ισοζύγιο της μονάδας ξήρανσης παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.3: Δεδομένα σχεδίασης και ισοζύγιο μάζας της μονάδας ξήρανσης της λάσπης

Περιεχόμενο ξηρών στερεών λάσπης στην είσοδο	%	26
Περιεχόμενο ξηρών στερεών λάσπης στην έξοδο	%	90
Ποσότητα λάσπης προς ξήρανση	t/d	104
Πυκνότη. καθαρής λάσπης προς ξήρανση	t/m ³	1,2
Παροχή Υγρής λάσπης προς ξήρανση	m ³ /d	170
Υγρασία της ξηραμένης λάσπης	%	10
Ειδικό βάρος της ξηραμένης λάσπης	kg/m ³	720
Ποσότητα του νερού προς εξάτμιση	T/d	145,07
Καύσιμο	Φυσικό αέριο	
Θερμική αξία καυσίμου	Kcal/nm ³	8.500
Χρόνος λειτουργίας ξηραντήρα	h/d	24
Ποσότητα το νερού που θα εξατμισθεί	kg/h	6.044
Ποσότη. λάσπης που πρέπει να ξηραθεί	kg/h	8.500
Ξηρά στερεά που τροφοδ. στον ξηραντ.	kg/h	2.210
Ποσότη. παραγόμε. ξηραμένης λάσπης	kg/h	2.456
Όγκος παραγόμε. ξηραμένης λάσπης	m ³ /d	81,85
Θερμαντική απόδοση ξηραντήρα	Kcal/kg H ₂ O Εξατμιζ.	800
Συνολική απαίτηση σε θερμότητα	Kcal/h	4.835.556
Συνολική ανακτώμ. ποσότη. θερμότητας από τα καυσαέρια & την ψύξη του νερού.	Kcal/h	2.651.666
Συν. απαιτ. καυσίμου με ανάκτ. θερμότη.	Nm ³ /d	6.166
Συνολική απαίτηση νερού	m ³ /d	155

4.5 ΚΕΝΤΡΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗΣ



4.5.1 ΤΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Η εγκατάσταση λειτουργεί από το 1958, ολοκληρώθηκε τον Μάιο του 1986. Η κατασκευή διήρκεσε 4 χρόνια και δαπανήθηκαν περίπου 1,5 δις δραχμές . Το έργο έχει σχεδιαστεί για την επεξεργασία του συνόλου των βοθρολυμάτων της Αττικής και τμήματος των λυμάτων των βορείων προαστίων της Αττικής. Η ονομαστική δυναμικότητα της εγκατάστασης είναι 24,000 κυβικά μέτρα βοθρολύματα ανά ημέρα και 20,000 κυβικά μέτρα αστικά λύματα ανά ημέρα. Το συνολικό οργανικό φορτίο των λυμάτων ανέρχεται σε 30,000 κιλά BOD /ημέρα και αντιστοιχεί σε ισοδύναμο πληθυσμό 250,000 κατοίκων. Πλέον στην εγκατάσταση γίνεται επεξεργασία περίπου 8,000 κ.μ. βοθρολυμάτων ανά ημέρα, και περίπου 13,000 κ.μ. ανά ημέρα συνολικού οργανικού φορτίου 15,000 κιλών BOD /ημέρα. Όταν οι εγκαταστάσεις άρχισαν να λειτουργούν δέχονταν 1,200 βυτιοφόρα ημερησίως . Τώρα, με την επέκταση του δικτύου ακαθάρτων της ΕΥΔΑΠ μειώθηκαν οι εισροές βοθρολυμάτων και οι εγκατάσταση δέχεται 300 περίπου βυτιοφόρα την ημέρα με βοθρολύματα που έχουν υψηλό οργανικό φορτίο. Στις εγκαταστάσεις του ΚΕΛΜ λειτουργεί Α' και Β' φάση επεξεργασίας λυμάτων, γίνεται δηλαδή πλήρης επεξεργασία των λυμάτων σε ποσοστό 90-95%. Ακολούθως στο παραγόμενο νερό προστίθεται χλώριο για λόγους απολύμανσης και μέσω ενός ρέματος οδηγείται στον Κηφισό για να διαχυθεί τελικά στο Σαρωνικό.

4.5.2 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΕΛΜ

- Προεπεξεργασία λυμάτων
- Πρωτοβάθμια καθίζηση βοθρολυμάτων (διαχωριστές υγρών-στερεών)
- Πρωτοβάθμια καθίζηση λυμάτων
- Βιολογική επεξεργασία (μέθοδος ενεργού ιλύος)
- Δευτεροβάθμια καθίζηση(συλλογή ενεργού ιλύος)
- Χλωρίωση
- Επεξεργασία ιλύος (αναερόβια χώνευση)
- Αφυδατωμένη ιλύς

4.5.3 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- Δύο δεξαμενές εξάμμωσης (πλάτος 4μ., μήκος 30μ., οριζόντια επιφάνεια 120τ.μ., ύψος καναλιού 4μ., όγκος 385 κ.μ.)
- Ένας βιολογικός αντιδραστήρας (μήκος 90μ., πλάτος 54μ., βάθος 4.32μ.).
- Δύο δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης (διάμετρος 42μ., επιφάνεια 1.385τ.μ., ύψος 3μ., κλίση 5%, μήκος υπερχειλίσης 117μ.)
- Μία δεξαμενή χλωρίωσης (μήκος 60μ., πλάτος 3,40μ., βάθος 2μ., χρόνος παραμονής 20 λεπτά)
- Δύο δεξαμενές πρωτοβάθμιας χώνευσης (επιφάνεια 562τ.μ., διάμετρος 26,80μ., παραγωγή μεθανίου 560 τ.μ./λεπτό, βάθος 15μ., αριθμός στομιών μεθανίου 20)
- Μία δεξαμενή δευτεροβάθμιας χώνευσης (διάμετρος 17,90μ., επιφάνεια 250τ.μ., βάθος 9μ.)
- Ένα αεριόμετρο (αποθήκευση 1,000κ.μ., διάμετρος 14,31μ., διαδρομή 5,90μ.)
- Δύο δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης (μήκος 54μ., πλάτος 10μ., συνολική επιφάνεια 1,080τ.μ., ύψος λύματος 2,60μ., όγκος 3,024 κ.μ., μέση παροχή 833 κ.μ./λεπτό, χρόνος παραμονής 3 ώρες και 40 λεπτά).

4.6 ΧΩΡΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΤΑΓΑΡΑΔΩΝ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



4.6.1 ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΧΔΑ

Ο χώρος λειτουργεί από το 1981, με φορέα τον Σύνδεσμο ΟΤΑ Μείζονος Θεσσαλονίκης και δέχεται τα απορρίμματα του ευρύτερου Π.Σ. Θεσσαλονίκης, καθώς και άλλων περιφερειακών Ο.Τ.Α. (800.000 κάτοικοι περίπου). Παρά το ότι δεν διαθέτει πλήρεις υποδομές (απόρροια της απουσίας ουσιαστικού νομοθετικού πλαισίου την εποχή κατασκευής του), αποτελεί ένα χώρο όπου τεχνολογίες όπως η ενεργειακή αξιοποίηση του βιοαερίου βρήκαν πρωτότυπη εφαρμογή στην Ελλάδα.

Η μονάδα έχει εγκατεστημένη ισχύ 240 KVA και είναι σχεδιασμένη για την αξιοποίηση του 20% του θεωρητικά εκλυόμενου αερίου (2 - 5m³/t απορριμμάτων και έτος από την συνολικά εκτιμώμενη ποσότητα των 10 - 25,5 m³/t/έτος).

4.6.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ

Το υπάρχον σύστημα αξιοποίησης βιοαερίου αποτελείται από:

- Δίκτυο συλλογής, μεταφοράς και άντλησης βιοαερίου. Το δίκτυο συλλογής αποτελείται από 16 φρεάτια από διάτρητους πλαστικούς σωλήνες (τύπου Helidur), εντός κατακόρυφων, διάτρητων φρεατίων από οπλισμένο σκυρόδεμα, με λιθοσύντριμμα.
- Πυρσό καύσης
- Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (H/Z), σε προκατασκευασμένο οικίσκο κινητής βάσης
- Ηλεκτρικούς πίνακες - σύστημα αερισμού - σύστημα αυτόματης ρύθμισης της πίεσης λειτουργίας (PLC)
- Αναλυτές περιεκτικότητας οξυγόνου και μεθανίου, σύστημα πυρασφάλειας

Η απαγωγή του αερίου γίνεται με αντλία περιστρεφόμενων λοβών (σε πίεση - 30 mbar). Το συλλεγόμενο αέριο διέρχεται από συσκευή διαχωρισμού H₂S (ρινίσματα Fe) και κυκλωνικό διαχωριστή νερού. Κατόπιν οδηγείται στο H/Z, σε κατάλληλη πίεση, μέσω αντλίας που καλύπτει την πτώση πίεσης. Το σύστημα αυτόματης ρύθμισης της πίεσης εξασφαλίζει την αυτόματη εξισορρόπηση της πίεσης του αερίου που προορίζεται για αξιοποίηση, οδηγώντας την περίσσεια στον πυρσό. Ο πυρσός έχει ονομαστική παροχή 750m³/hr, ενώ η θερμοκρασία καύσης είναι 850 °C. Διαθέτει σύστημα έναυσης με ομοαξονικό ηλεκτρόδιο υψηλής τάσης, βαλβίδα αντεπιστροφής της φλόγας, φωτοκύτταρο UV αντιαεκρηκτικής διαμόρφωσης για το συνεχή έλεγχο της καύσης και ειδικό αισθητήριο θερμοκρασίας καυσαερίων. Η μηχανή εσωτερικής καύσης είναι τροποποιημένη ντιζελομηχανή με ονομαστική αξονική ισχύ εξόδου 274 KW στις 1500 rpm, και παρεχόμενη ισχύ 260 KW, είναι δε εφοδιασμένη με εξωτερικό σύστημα ψύξης (εναλλάκτης αέρα - ύδατος). Η ειδική κατανάλωση καυσίμου υπολογίζεται σε 164 m³/hr. Η ηλεκτρογεννήτρια (240 KWe) συνδέεται με φλάντζες τύπου σφονδύλου, έχει απόδοση 94,7%. Η ζεύξη επιτυγχάνεται με εύκαμπτη σύζευξη, με επαρκή στάθμιση σφονδύλου. Η γεννήτρια έχει εγκατεστημένο κοντρόλ και μετασχηματιστές στο τερματικό της, για την διοχέτευση του παραγόμενου ρεύματος στο δίκτυο μέσης τάσης της ΔΕΗ.

4.6.3 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η μονάδα μελετήθηκε και κατασκευάστηκε στο διάστημα 1994 - 1998, ενώ χρειάστηκε κατά την πορεία να αντιμετωπιστούν ποικίλα προβλήματα (αδειοδοτήσεις συνεννοήσεις με ΔΕΗ κ.λπ.) λόγω του πιλοτικού της χαρακτήρα και της τότε έλλειψης κανονιστικού πλαισίου. Βάση σχεδιασμού της εγκατάστασης αποτέλεσαν τα 850 m³/hr βιοαερίου, που εκλύοντο κατά το 1994 από τα 16 πηγάδια (φρεάτια). Σήμερα αντιμετωπίζεται πρόβλημα στην άντληση των ποσοτήτων αυτών, που αποδίδεται από τους υπεύθυνους τόσο στην κατάκλιση των κελυφών ταφής με νερό (ο χώρος στερείται στραγγιστικού δικτύου), όσο και στην μείωση των πρωτογενώς παραγόμενων ποσοτήτων (το πεδίο εξαγωγής του αερίου αποτελείται από αποθέσεις 10ετίας). Οι αντλούμενες ποσότητες είναι συνήθως μικρότερες από το κατώφλι εισαγωγής τους στο ζεύγος, έτσι ώστε να οδηγούνται αποκλειστικά στον πυρσό, αναμένεται όμως να αυξηθούν από νέες γεωτρήσεις σε «τελειωμένες»

επιφάνειες, που προγραμματίζονται στα έργα αποκατάστασης τελικών επιφανειών ταφής σε τμήμα του ΧΔΑ.

4.6.4 ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΠΡΟΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η ως τώρα εμπειρία από την κατασκευή και λειτουργία του συστήματος, οδηγεί στις ακόλουθες, υπό διερεύνηση, προτάσεις βελτίωσης του :

- αυτόματος, αποκεντρωμένος έλεγχος της πίεσης άντλησης του αερίου, ανά φρεάτιο
- αεριοφυλάκιο για την ενδιάμεση αποθήκευση ποσοτήτων βιοαερίου, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται, έστω και διακεκομμένα, το κατώφλι παροχής και η λειτουργία του ζεύγους.

4.7 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ



4.7.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Επεξεργάζεται τα λύματα και βοθρολύματα του δήμου Ηρακλείου. Λειτουργεί από το τέλος του 1997, εξυπηρετώντας 164.000 κατοίκους περίπου. Στην εγκατάσταση λειτουργεί (από τον Φεβρουάριο του 1998) μονάδα αξιοποίησης βιοαερίου, με στόχο την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για την κάλυψη μέρους των ίδιων αναγκών της εγκατάστασης, και την θέρμανση των μεσόφιλων χωνευτών ιλύος (35°C). Το βιοαέριο συλλέγεται αρχικά σε αεριοφυλάκιο τύπου καμπάνας, ψύχεται και οδηγείται είτε προς το Η/Ζ, είτε για την θέρμανση των χωνευτών. Η τυχόν περίσσεια καίγεται σε πυρσό.

Η ηλεκτρομηχανή του ζεύγους είναι εξακύλινδρη (CATERPILLAR 3406 SI-TA) με υπερτροφοδότη και εξωτερικό ψυγείο λαδιού. Διαθέτει μέγιστη αξονική ισχύ 209 KW στις 1500 rpm. Είναι συνδεδεμένη με ηλεκτρογεννήτρια 250 KVA. Η εξαγωγή των καυσαερίων συνδέεται με εναλλάκτες κελύφους (3 εν σειρά) για την ανάκτηση θερμότητας από τα καυσαέρια, για την κάλυψη θερμικών αναγκών της εγκατάστασης. Στο πρώτο οκτάμηνο της λειτουργίας, το ζεύγος λειτούργησε 1610 ώρες και παρήγαγε συνολικά 210.000 KWh. Το ποσό αυτό αντιστοιχεί στο 30% περίπου των συνολικών αναγκών σε ρεύμα της Ε.Ε.Λ.

4.7.2 ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ ΜΕ ΤΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ 96/61

- Μετατροπή CH₄ σε CO₂ (δραστικότητα 25:1)
- Υποκατάσταση συμβατικών καυσίμων
- Ανάκτηση ενέργειας
- Δεν υπάρχει δυνατότητα ανακύκλωσης για τα αέρια
- Πρόσφατα ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες τεχνολογίες
- Μείωση επικινδύνων ουσιών, οσμών, κατακράτηση H₂S, NH₃
- Για ΧΥΤΑ εξαρτάται από την υπάρχουσα υποδομή και κυρίως αν ο χώρος είναι στεγανός (δεν επιτρέπει την πλευρική εισαγωγή αέρα - O₂)
- 1 με 2 έτη από την λήψη της απόφασης
- Παραγωγή ενέργειας, μικρές απαιτήσεις σε πρώτες ύλες
- Πρόληψη εκπομπής αερίων που συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου
- Έλεγχος εκρηκτικού μείγματος αερίου μονάδα βιολογικής επεξεργασίας.

4.7.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η νέα γραμμή βιολογικής επεξεργασίας θα είναι δυναμικότητας περίπου 30.000 m³/day και θα περιλαμβάνει συνοπτικά τις κάτωθι επιμέρους μονάδες:

- Ανοξική δεξαμενή για την απονιτροποίηση του ανακυκλοφορούμενου νιτροποιημένου υγρού, ωφέλιμου όγκου περί τα 4.900 m³, εξοπλισμένη με κατάλληλο σύστημα υποβρύχιας ανάδευσης. Η δεξαμενή απονιτροποίησης θα είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα ενδεικτικών διαστάσεων 40m x 34m x 3,65m (βάθος).
- Δεξαμενή αερισμού για τη βιοαποδόμηση των λυμάτων, ενεργού όγκου περί τα 10.000m³, ο πυθμένας της οποίας διαστρώνεται με διαχυτήρες λεπτής φουσαλίδας. Η δεξαμενή θα είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα ενδεικτικών διαστάσεων 69m x 40m x 3,65m (βάθος). Εντός της δεξαμενής αυτής θα βρίσκονται εμβυθισμένες και οι αντλίες ανακυκλοφορίας ανάμικτου υγρού, οι οποίες θα αντλούν από τη δεξαμενή αερισμού και θα καταθλίβουν στην είσοδο της ανοξικής δεξαμενής.
- Δεξαμενές βύθισης των μεμβρανών: Στις δεξαμενές αυτές θα
- πραγματοποιείται ο διαχωρισμός του ανάμικτου υγρού, ενώ κι εδώ θα υπάρχει αερισμός μέσω υποβρύχιας διάχυσης για την αποφυγή έμφραξης των μεμβρανών. Ενδεικτικά, προβλέπεται η εγκατάσταση έξι (6) τέτοιων δεξαμενών ενδεικτικών διαστάσεων: 15m x 3m x 3,65m. Οι δεξαμενές αυτές μπορούν να βρίσκονται παράπλευρα των δεξαμενών αερισμού. Από τις δεξαμενές αυτές (από το εσωτερικό των μεμβρανών) θα εξέρχεται καθαρό, τριτοβάθμια επεξεργασμένο υγρό, το οποίο μπορεί να οδηγηθεί προς απολύμανση και στη συνέχεια προς άρδευση. Από τις ίδιες δεξαμενές θα αντλείται και το συμπυκνωμένο ανάμικτο υγρό, το οποίο θα ανακυκλοφορεί στην ανοξική δεξαμενή. Για την απαγωγή της περίσσειας λύου, στον πυθμένα κάθε δεξαμενής βύθισης μεμβρανών θα βρίσκεται αγωγός αποστράγγισης, κατάλληλα απομονωμένος μέσω δικλίδας. Όταν απαιτείται η απομάκρυνση λύου από το σύστημα η δικλίδα αυτή θα ανοίγει και θα αφαιρείται βαρυντικά

το περιεχόμενό της με περιεκτικότητα στερεών περί τα 10 ως 12 kg/m³ και οδηγείται προς δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης πριν την τροφοδοσία της μονάδας επεξεργασίας της λάσπης(πάχυνση/αφυδάτωση). Αναμένεται παραγωγή περίσσειας ιλύος περί τα 5.300 kg/day. Η περίσσεια ιλύος αναμένεται να έχει περιεκτικότητα στερεών περί τα 10 ως 12 kg/m³. Συνεπώς για την προσωρινή αποθήκευσή της θα πρέπει να κατασκευαστεί δεξαμενή ωφέλιμου όγκου περί τα 500m³.

4.7.4 ΣΤΑΔΙΑΚΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Με την προαναφερθείσα κατασκευή της νέας γραμμής βιολογικής επεξεργασίας, επιτυγχάνεται η επέκταση και αναβάθμιση ταυτόχρονα της μονάδας με παραγωγή σταθερά ανώτερης ποιότητας 30.000m³/day επεξεργασμένων υγρών. Δεδομένου ότι η δυναμικότητα της υφιστάμενης εγκατάστασης είναι περί τα 30.000 m³/day και προκειμένου να παράγεται σταθερά και συνολικά από την εγκατάσταση ανώτερης ποιότητας εκροή, προβλέπεται η σταδιακή μετατροπή των υφιστάμενων βιολογικών δεξαμενών σε βιοαντιδραστήρες M.B.R. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται όχι μόνο η αναβάθμιση των υφιστάμενων δεξαμενών αλλά και η περαιτέρω αύξηση της δυναμικότητάς τους αφού στον ίδιο όγκο επιτρέπεται η μεγαλύτερη συγκέντρωση ενεργής βιομάζας, γεγονός που αυξάνει τη δυναμικότητα της επεξεργασίας. Έτσι με τον τρόπο αυτό η τελικά αναβαθμισμένη εγκατάσταση θα είναι μία μονάδα υπερδιπλάσιας δυναμικότητας που θα παράγει σταθερά ένα ανώτερης ποιότητας προϊόν, κατάλληλο για άρδευση. Η μετατροπή των υφιστάμενων μονάδων μπορεί να πραγματοποιηθεί σταδιακά και σε κάθε περίπτωση ανάλογα με τις ανάγκες της Δ.Ε.Υ.Α.Η. Έτσι, είναι δυνατόν να κατασκευαστεί αρχικώς η νέα γραμμή δυναμικότητας 30.000 m³/day και στη συνέχεια να μετατραπεί η πρώτη υφιστάμενη γραμμή, ενώ λειτουργεί τόσο η νέα γραμμή M.B.R. όσο και η δεύτερη υφιστάμενη γραμμή.

4.7.5 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

Για τη μετατροπή των υφιστάμενων βιολογικών δεξαμενών σε βιοαντιδραστήρες M.B.R. απαιτούνται οι κάτωθι επιμέρους εργασίες:

- Εκκένωση υφιστάμενων δεξαμενών και καθαρισμός τους.
- Αποξήλωση του υφιστάμενου συστήματος αερισμού (επιφανειακοί αεριστήρες) και των γεφυρών στήριξής τους.
- Προμήθεια νέου συστήματος αερισμού (διαχυτήρων και φουσητήρων) και παρελκόμενων εξαρτημάτων δικτύου αέρα.
- Διάστρωση διαχυτήρων στις αερόβιες ζώνες των υφιστάμενων δεξαμενών και σύνδεση του δικτύου αέρα.
- Εγκατάσταση φουσητήρων (ενδεχομένως εντός του υφιστάμενου κτιρίου λάσπης, εφόσον υπάρχει διαθέσιμος χώρος) και σύνδεσή τους με τους πρωτεύοντες αγωγούς μεταφοράς αέρα στις δεξαμενές.

- Εναλλακτικά μπορεί να διατηρηθεί το υπάρχον σύστημα αερισμού (επιφανειακοί αεριστήρες) και να ενισχυθεί με την προσθήκη άλλων δύο ίδιων αεριστήρων τύπου βούρτσας σε κάθε δεξαμενή.

Σε κάθε περίπτωση, η διαδικασία μετατροπών του συστήματος αερισμού θα απαιτήσει τη λειτουργία της εγκατάστασης με μία υφιστάμενη γραμμή επεξεργασίας και τη νέα κατασκευασμένη γραμμή M.B.R. για όσο διάστημα πραγματοποιούνται οι μετατροπές του συστήματος αερισμού στην άλλη υφιστάμενη γραμμή.

- Εκκένωση και καθαρισμός των υφιστάμενων δεξαμενών δευτεροβάθμιας καθίζησης. Πιο συγκεκριμένα, θα καθαρίζεται εκείνη η δεξαμενή τελικής καθίζησης που αντιστοιχεί στη γραμμή βιολογικής επεξεργασίας που μετατρέπεται σε M.B.R. Οι δεξαμενές αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε ως δεξαμενές βύθισης μεμβρανών για κάθε γραμμή επεξεργασίας είτε ως δεξαμενές ενδιάμεσης αποθήκευσης της περίσσειας ιλύος από τους βιοαντιδραστήρες M.B.R.
- Προμήθεια συστημάτων μεμβρανών και εγκατάστασή τους στο χώρο δίπλα από τις υφιστάμενες δεξαμενές τελικής καθίζησης (όπως φαίνεται στο σχέδιο γενικής διάταξης των νέων έργων).
- Εναλλακτικά εξετάζεται η μετατροπή της υφιστάμενης μονάδας ενεργού ιλύος σε τριτοβάθμια επεξεργασία με μεμβράνες υπερδιήθησης ή μικροδιήθησης

4.7.6 ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΚΑΙ ΜΕΤΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΓΡΑΜΜΗΣ ΙΛΥΟΣ

Οι υφιστάμενες μονάδες αφυδάτωσης είναι ταινιοφιλτρόπρεσσες. Το πρόγραμμα της ΔΕΥΑΗ περιλαμβάνει μια νέα γραμμή λάσπης με τοποθέτηση φυγοκεντρητών (decanteurs), τα οποία έχουν βελτιωθεί πολύ τα τελευταία χρόνια και λειτουργούν με πολύ καλές αποδόσεις, ελάχιστο προσωπικό και σχετικά μικρές ανάγκες συντήρησης και επισκευών. Η σωστή διαχείριση της βιολογικής ιλύος που παράγεται από την εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων του Ηρακλείου αποτελεί κρίσιμο πρόβλημα που πρέπει να επιλυθεί, καθώς η παραγωγή της αυξάνεται συνεχώς και με γρήγορους ρυθμούς. Το πρόβλημα εντείνεται καθώς οι νομοθετικές απαιτήσεις ως προς την υγειονομοποίηση και σταθεροποίηση της ιλύος γίνονται συνεχώς αυστηρότερες ενώ ταυτόχρονα η σχετική νομοθεσία για τους ΧΥΤΑ επιβάλλει τη μείωση του οργανικού φορτίου που δέχονται.

Το πρόβλημα διάθεσης της ιλύος στους ΧΥΤΑ γίνεται καθημερινά δυσκολότερο, αφενός μεν από τις οδηγίες και περιορισμούς της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αφετέρου δε από την άρνηση ή την απροθυμία των φορέων διαχείρισης ΧΥΤΑ να παραλαμβάνουν αφυδατωμένη λάσπη.

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω παραμέτρους και προκειμένου να επιλέξει η ΔΕΥΑΗ τη βέλτιστη τεχνολογία για τη μετεπεξεργασία και τελική διάθεση της αφυδατωμένης ιλύος της σύγκρινε τις ακόλουθες εναλλακτικές λύσεις:

- Κομποστοποίηση
- Αοβεστοποίηση
- Ηλιακή ξήρανση

· Θερμική ξήρανση με ή χωρίς ακόλουθη θερμική αξιοποίηση Η σύγκριση των προτεινόμενων εναλλακτικών λύσεων έγινε βάσει των ακόλουθων κριτηρίων: α) Απαιτούμενη επιφάνεια, β) Λειτουργικό κόστος, γ) Κόστος επένδυσης, δ) Μείωση όγκου τελικού προϊόντος, ε) Απλότητα λειτουργίας, στ) Χρήση τελικού προϊόντος και κοινωνική αποδοχή.

4.7.7 ΛΥΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΙΛΥΟΣ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΣΤΗΚΑΝ

Οι λύσεις που εξετάστηκαν για την επεξεργασία της λυματολάσπης είναι η θερμική ξήρανση και η πυρολυτική αεριοποίηση, που δίνει άριστο αποτέλεσμα με χαμηλό σχετικά λειτουργικό κόστος, απαιτεί ελάχιστο χώρο, αλλά είναι λύση πολύ εξελιγμένη, ιδιαίτερα μάλιστα η πυρόλυση είναι πολλά υποσχόμενη τεχνολογία, αλλά με κάποια ερωτηματικά (αδοκίμαστη σε ικανό βάθος χρόνου). Η ηλιακή ξήρανση, που δίνει πολύ καλό αποτέλεσμα με χαμηλό σχετικά λειτουργικό κόστος, απαιτεί μεγάλο χώρο, είναι λύση σχετικά απλή, αλλά με κάποια ερωτηματικά όσον αφορά την απαιτούμενη απόσπηση μεγάλων ποσοτήτων αέρα. Η κομποστοποίηση, που είναι η πιο οικολογική από όλες, με μικρό σχετικά κόστος, αλλά με ερωτηματικά στην εξασφάλιση των διογκωτικών και στην αποδοχή και διάθεση του τελικού προϊόντος. Η ασβεστοποίηση, που είναι ελκυστική σε αρχικό κόστος, με ερωτηματικά σχετικά με την αντιμετώπιση των οχλήσεων από την παραγόμενη αμμωνία και τη μικρή σχετικά μείωση του βάρους του τελικού προϊόντος.

4.8 ΤΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

4.8.1 ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΟΔΗΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΙΣ ΛΑΣΠΕΣ

- Κ.Υ.Α. 80568/4225/1991: για τη χρήση της ιλύος αποβλήτων στη γεωργία (ΦΕΚ 6641/91,07.08.91)
- Ν. 1650/86: για την προστασία του περιβάλλοντος
- Κ.Υ.Α. 82805/2224/93: για την αποφυγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης από την αποτέφρωση αποβλήτων (ΦΕΚ 699/93)
- Κ.Υ.Α. 114218/97: Κατάρτιση πλαισίου Προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων (ΦΕΚ 1016/97)
- Κ.Υ.Α. 29407/3508/2002: Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων (ΦΕΚ 1572/02)
- Κ.Υ.Α. 50910/2727/2003: Μέτρα και όροι για την διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης. (ΦΕΚ 1909/03)

4.8.2 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ

Στη ΚΥΑ 114218/1997 καθορίζονται Τεχνικές Προδιαγραφές Διαχείρισης των ιλύων από εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Ειδικότερα προδιαγράφονται τα παρακάτω:

1. Πάχυνση ιλύος
2. Βιολογική χώνευση

3. Βελτίωση ιλύος
4. Αφυδάτωση και ξήρανση ιλύος
5. Καύση λάσπης
6. Συν-κομποστοποίηση ιλύος

Όσον αφορά στη διάθεση της ιλύος από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων προδιαγράφεται μόνο η διάθεση της ιλύος στη γεωργία, παραπέμποντας πρακτικά στην ΚΥΑ 80568/4225/1991.

Με την ΚΥΑ 50910/2727/2003 εντάσσεται στη ελληνική νομοθεσία ο Ευρωπαϊκός Κώδικας Αποβλήτων (ΕΚΑ), σύμφωνα με τον οποίο τα «απόβλητα από τον καθαρισμό λυμάτων» και «λάσπη σηπτικής δεξαμενής» εντάσσονται στο κεφάλαιο 20: Δημοτικά απόβλητα.

Κύριος στόχος του Εθνικού Σχεδιασμού για τις ιλύες από ΕΕΛ είναι η επίτευξη υψηλού ποσοστού αξιοποίησης με αντιστοιχη μείωση του ποσοστού τελικής διάθεσης. Οι δράσεις μέσω των οποίων μπορεί να γίνει η αξιοποίηση της ιλύος είναι:

- απευθείας χρήση σε αγροτικές εφαρμογές, σύμφωνα με τους περιορισμούς της ΚΥΑ 80568/4225/91 επανένταξη στο φυσικό περιβάλλον «τραυματισμένων» φυσικών ανάγλυφων, υπό την προϋπόθεση ότι η ιλύς θα είναι σταθεροποιημένη ή θα έχει υποστεί συνεπεξεργασία με άλλα μη επικίνδυνα βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα, όπως το οργανικό κλάσμα των αστικών αποβλήτων.
- ξήρανση της ιλύος και χρήση αυτής ως καυσίμου ύλης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] <http://www.edz-bau.de>, "EDZ drying process"
- [2] <http://www.ist-anlagenbau.de/>, "Solar drying technology"
- [3] <http://www.aquamedia.at/templates/index.cfm/id/20001>, "CO₂- neutral fuel from sewage sludge"
- [4] http://www.pennnet.com/display_article/323998/20/ARTCL/none/none/1/Sludge-to-Energy-Options-with-Decentralised-Sewage-Reutilisation-Needs/, "Sludge to energy options with decentralized sewage reutilization needs"
- [5] <http://www.patentstorm.us/patents/5264009/fulltext.html>, "U.S patent-processing of sewage sludge for use as a fuel"
- [6] <http://ec.europa.eu/environment/waste/sludge/index.htm>, "sewage sludge"
- [7] http://www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web_sites/978/energy_from_waste/page3.htm, "Energy Systems Research Units"
- [8] <http://oldweb.northampton.ac.uk/aps/env/Wasteresource/1999/Mar99/99mar41.htm>, "Incineration- sludge disposal- the future of high- tech sludge incineration "
- [9] <http://en.wikipedia.org/wiki/Biomass>, "Biomass"
- [10] http://www.roediger-bioenergie.de/page/en/page_ID/283?active_language=en, "Roedinger bioenergie- solar sewage sludge drying plant"
- [11] <http://www.ecotec.gr/article.php?ID=167>, "Πολύτιμα σκουπίδια"
- [12] <http://www.ecotec.gr/article.php?ID=135>, "Λυματολάσπη τέλος"
- [13] http://library.tee.gr/digital/m2045/m2045_kabouridis.pdf, "Συμπαράγωγή θερμικής- ηλεκτρικής ενέργειας στην εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων Θεσσαλονίκης"
- [14] <http://natura.minenv.gr>, "Προληπτικές ενέργειες, τεχνικές και διαδικασίες για την επεξεργασία λυμάτων ΕΕΛ στο έδαφος"
- [15] <http://www.ecocity.gr/main.php?cat=63&art=696>, "Πώς θα βγούμε από το λαβύρινθο των σκουπιδιών"
- [16] <http://www.hydromedia.gr/content.asp?contentid=151>, "Forum βιολογικών καθαρισμών : "Επέκταση της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων του Ηρακλείου"
- [17] <http://www.eydap.gr>, "ΕΥΔΑΠ- Επεξεργασία λυμάτων"
- [18] <http://pubs.acs.org/cgi-bin/sample.cgi/enfuem/2008/22/i01/html/ef700267m.html>, "Energy and fuels"