

ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ



Επιβλέπων : Σινιόρος Παναγιώτης
Καθηγητής ΤΕΙ Πειραιά

Σπουδαστές: Κοκκότης Παναγιώτης
Δουκόγιαννης Παναγιώτης

**Η εργασία αυτή εκπονήθηκε στο ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ,
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ από τους κάτωθι φοιτητές :**

ΚΟΚΚΟΤΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΜΕ Α.Μ. 26729

ΔΟΥΚΟΓΙΑΝΝΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΜΕ Α.Μ. 24737

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει σκοπό την μελέτη της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα και συγκεκριμένα από βιοαέριο προερχόμενο από την αναερόβια ζύμωση αστικών λυμάτων.

Αφού γίνει μια αναφορά στο τί είναι βιομάζα, στις κατηγορίες της βιομάζας, στους τρόπους επεξεργασίας της βιομάζας, στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της βιομάζας καθώς και το θεσμικό πλαίσιο για την προώθηση της βιομάζας, θα προχωρήσουμε στην παραγωγή βιοαερίου και την καύση του για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αφού αναφέρουμε συνοπτικά το πώς γίνεται η διαλογή αστικών απορριμμάτων.

Σε αυτό το σημείο θα μελετήσουμε το εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της ΗΛΕΚΤΩΡ Α.Ε. στην Φυλή, από την παραγωγή του βιοαερίου μέχρι και την διασύνδεση του εργοστασίου στο δίκτυο της ΔΕΗ.

Στην συνέχεια θα παραθέσουμε μια οικονομικοτεχνική μελέτη εργοστασίου ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο από την εταιρία ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΗΠΕΙΡΟΥ Α.Ε.

Abstract

This dissertation's subject is the production of electrical energy from biomass and specifically from landfill biogas.

There will be a report on what biomass actually is, categories of biomass, biomass conversion processes, environmental impact of biomass, the laws regarding the promotion of biomass, a brief report on municipal waste sorting and finally biogas production and its burning process in order to produce electrical energy.

In this point, we will study the Biogas - Waste Disposal Electrical Energy Plant constructed by ILEKTOR S.A. at Fyli, starting from the actual production of biogas until the interconnection of the plant to the main public electrical distributor.

Finally, a citation will be made to an economical – technical report on the Biogas - Waste Disposal Electrical Energy Plant constructed by ILEKTRIKI ENERGEIA IPEIROU S.A.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	2
Κατάλογος εικόνων και πινάκων.....	7
1. Εισαγωγή.....	9
1.1 Κατηγορίες βιομάζας [7, 8, 11].....	9
2. Τρόποι επεξεργασίας βιομάζας.....	11
2.1 Αεριοποίηση [22, 23, 24,29].....	11
2.2 Αναερόβια Χώνευση [6, 7, 11, 13, 22, 23, 24, 29, 30, 31]	13
2.2.1 Διεργασίες αναερόβιας χώνευσης	15
2.2.1.1 Υδρόλυση	15
2.2.1.2 Οξυγένεση	15
2.2.1.3 Ακετογένεση	15
2.2.1.4 Μεθανογένεση	16
2.2.2 Παράμετροι της Αναερόβιας Χώνευσης	16
2.2.2.1 Θερμοκρασία	16
2.2.2.2 pH.....	17
2.2.2.3 Πτητικά λιπαρά οξέα	17
2.2.2.4 Ιχνοστοιχεία, θρεπτικές ουσίες και τοξικές ενώσεις	18
2.2.3 Αναστολείς της αναερόβιας χώνευσης.....	18
2.2.4 Υποστρώματα για την αναερόβια χώνευση	19
2.3 Βιοαιθανόλη [7, 10, 22, 23, 24, 31].....	21
2.3.1 Χημικές διεργασίες βιοαιθανόλης.....	22
2.3.2 Παγκόσμια παραγωγή βιοαιθανόλης	23
2.3.3 Πλεονεκτήματα της βιοαιθανόλης	25
2.3.3 Μειονεκτήματα της βιοαιθανόλης.....	26
2.4 Βιοντίζελ [10, 11, 14, 17, 18, 19].....	26
2.4.1 Ιστορική αναδρομή	27
2.4.2 Πλεονεκτήματα του βιοντίζελ	30
2.5 Πυρόλυση Βιομάζας [17, 18, 31].....	31

3. Περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας. Πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα [3, 5, 15, 16, 17, 18].....	33
3.1 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	33
3.2 Οικονομικές επιπτώσεις.....	34
3.3 Κοινωνικές επιπτώσεις	35
3.4 Πλεονεκτήματα από την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας	35
3.5 Μειονεκτήματα από την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.....	36
4. Διαχείριση απορριμμάτων [1, 2, 4, 9]	37
4.1 Γενικά	37
4.2 Διαχείριση απορριμμάτων στην Ελλάδα.....	39
4.3 Διαχείριση απορριμμάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση.	40
5. Νομικό πλαίσιο διαχείρισης απορριμμάτων [1, 2, 4, 9, 15].....	41
5.1 Γενικά	41
5.2 Βασικές νομοθετικές διατάξεις.....	42
5.2.1. Βασική οδηγία	42
5.2.2 Άκρως επικίνδυνα απόβλητα.....	42
5.2.3 Διασυνοριακές μεταφορές επικινδύνων αποβλήτων	43
5.2.4. Συσκευασίες και απορρίμματα συσκευασιών.....	43
5.2.5 Καύση επικινδύνων αποβλήτων	43
5.2.6 Υγειονομική ταφή	43
5.3 Διεθνής δράση	44
5.4 Ο ρόλος του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου.....	45
6. Παραγωγή βιοαερίου από αστικά (δημοτικά) απόβλητα και ασφάλεια σε μονάδες βιοαερίου [2].....	46
6.1 Ασφάλεια σε μονάδες παραγωγής βιοαερίου.	47
6.1.1 Μεθάνιο.....	47
6.1.2 Λοιπά αέρια.....	48
6.2 Μέτρα πρόληψης ατυχημάτων.....	48
7. Σταθμός συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (βιοαέριο) [4, 12, 20, 32].....	50

7.1 Εισαγωγή.....	50
7.2 Τεχνική περιγραφή.....	52
7.2.1 Περιγραφή τμήματος ισχύος.....	54
7.2.1.1 Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος.....	54
7.2.1.2 Μετασχηματιστής.....	56
7.2.1.3 Τροφοδοσία καυσίμου	56
7.2.1.4 Αερισμός.....	56
7.2.2 Τροφοδοσία και ανίχνευση αερίου	57
7.2.3 Βοηθητικός εξοπλισμός.....	58
7.2.3.1 Πίνακας ελέγχου βοηθητικών συστημάτων	58
7.2.3.2 Κύκλωμα ψύξης.....	58
7.2.4 Μονάδα ψυγείου.....	58
7.2.5 Σύστημα ανάκτησης θερμότητας	59
7.2.5.1 Ανάκτησης θερμότητας από το κύκλωμα ψύξης των μηχανών.....	59
7.2.5.2 Ανάκτηση θερμότητας από τα καυσαέρια.....	60
7.2.6 Ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις μέσης τάσης	60
7.2.7 Περιγραφή μονάδας ΕΗΕ	61
7.2.7.1 Πίνακες προστασίας και ελέγχου.....	61
7.2.7.2 Άλλα συστήματα προστασίας και ελέγχου.....	62
7.3 Σύνδεση με το δίκτυο	62
7.4 Λειτουργία σταθμού	64
7.5 Καύσιμο	65
7.5.1 Συλλογή και απαγωγή του βιοαερίου	67
7.5.1.1 Συστήματα συλλογής και απαγωγής	67
7.5.1.2 Απαιτήσεις εφαρμογής συστημάτων συλλογής και απαγωγής βιοαερίου	69
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	71
8. ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΗΠΕΙΡΟΥ Α. Ε.....	71
8.1 Στόχοι Της Επιχείρησης.....	71

8.2 Περιγραφή Της Επιχείρησης.....	71
8.3 ΟΡΓΑΝΟΓΡΑΜΜΑ.....	72
8.4 Στρατηγικές συμμαχίες:.....	73
8.5 Ανάλυση Του Κλάδου	73
8.5.1 Παλαιότερα:.....	73
8.5.2 Σήμερα:	73
8.5.3 Στοιχεία αγοράς στόχου:.....	74
8.6 Βιοαέριο.....	74
8.6.1 Στοιχεία υπεροχής έναντι του ανταγωνισμού.....	74
8.7 Προϊόντα και υπηρεσίες	74
8.7.1 Έμμεσος Ανταγωνισμός	75
8.8 Ανάλυση SWOT.....	76
8.8.1 Συμπεράσματα SWOT	77
8.9 Στρατηγική Marketing.....	77
8.10 Διαδικασία ανάληψης διανομής από ΔΕΣΜΗΕ:.....	78
8.11 Προμηθευτές:.....	78
8.12 Σχέδιο λειτουργίας, ασφάλεια και εγκαταστάσεις.....	78
8.13 Χρηματοοικονομική Ανάλυση.....	79
8.13.1 Συνολικό κόστος επενδύσεων	79
8.13.2 Έσοδα	82
8.13.3 Όροι Δανείου, χρηματοδότηση και αποπληρωμή	83
8.13.4 Χρονοδιάγραμμα	84
8.13.5 Λειτουργικό Κόστος	84
8.13.6 Κατάσταση Ταμειακών Ροών κατασκευαστικής περιόδου, 2010, 2011, 2012.....	85
8.13.7 Καθαρή Παρούσα Αξία.....	86
9. Βιβλιογραφία	87

Κατάλογος εικόνων και πινάκων

Εικόνα 1 Θεωρητική διεργασία αναερόβιας χώνευσης.....	13
Εικόνα 2 Η διεργασία της αναερόβιας χώνευσης.....	13
Εικόνα 3 Εκτίμηση παγκόσμιας παραγωγής καύσιμης, βιομηχανικής και πόσιμης βιοαιθανόλης για την περίοδο 1975-2010, σε εκατομμύρια λίτρα.....	24
Εικόνα 4 Βασική τεχνολογία μετεστεροποίησης.....	29
Εικόνα 5 Διεργασία Πυρόλυσης.....	32
Εικόνα 6 Παράγοντες που επηρεάζουν την διαχείριση απορριμμάτων	38
Εικόνα 7 ΧΥΤΑ Α. Λιοσίων	50
Εικόνα 8 Container μονάδων γεννητριών	51
Εικόνα 9 Δοκιμαστικές αντλήσεις βιοαερίου και ανάλυση της ποιότητάς του.....	57
Εικόνα 10 Σύστημα SCADA	62
Εικόνα 11 Καλώδιο A2XSY triplex.....	63
Εικόνα 12 Καλώδιο A2YF(L)2Y	63
Εικόνα 13 Λεπτομέρεια σύνδεσης αγωγών με δίκτυο ΔΕΗ (αριστερά) και τοποθέτηση αγωγών διασύνδεσης με δίκτυο ΔΕΗ (δεξιά)	63
Εικόνα 14 Εγκαταστάσεις απαερίωσης.....	68
Εικόνα 15 Σύνδεση αγωγού βιοαερίου απο HDPE Φ500 (αριστερά) και κατασκευή δικτύου συλλογής βιοαερίου (δεξιά).....	68
Πίνακας 1 Θερμοκρασία διεργασίας αναερόβιας χώνευσης και υδραυλικός χρόνος παραμονής.....	17
Πίνακας 2 Μολυσματικοί παράγοντες και παθογόνοι οργανισμοί που δύναται να συναντηθούν σε ορισμένους τύπους πρώτων υλών.....	21
Πίνακας 3 Παγκόσμια παραγωγή βιοαιθανόλης το 2008	24
Πίνακας 4 Τυπική σύσταση διαφόρων ελαίων και λιπών.....	28
Πίνακας 5 *B100 (100% Βιοντίζελ), B20 (μίγμα αποτελούμενο από 20% Βιοντίζελ και 80% ντίζελ).....	30
Πίνακας 6 Απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα από διάφορες δασικές εκτάσεις. .	33
Πίνακας 7 Τεχνικά χαρακτηριστικά της μηχανής.....	54
Πίνακας 8 Εκπομπές θορύβου	55
Πίνακας 9 Εκπομπές αερίων ρύπων	55
Πίνακας 10 Κατανάλωση καυσίμου	55
Πίνακας 11 Σύσταση βιοαερίου	66

1. Εισαγωγή

Ως Βιομάζα θεωρείται κάθε οργανική ύλη που είναι διαθέσιμη σε ανανεώσιμη βάση, περιλαμβανομένων των ενεργειακών καλλιεργειών, των υποπροϊόντων ή καταλοίπων των δασικών προϊόντων, των παραπροϊόντων ή των υπολειμμάτων γεωργικών καλλιεργειών, των ζωικών αποβλήτων, του οργανικού κλάσματος των αστικών απορριμμάτων και των υδρόβιων φυτών

1.1 Κατηγορίες βιομάζας

Τη βιομάζα μπορούμε να τη κατατάξουμε σε διάφορες κατηγορίες όπως :

1. Δασικές φυτείες (ξυλώδης βιομάζα)
2. Αγροτο-βιομηχανικές φυτείες (ξυλώδης βιομάζα)
3. Δένδρα εκτός των δασών (ξυλώδης βιομάζα)
4. Αγροτικές φυτείες (Μη ξυλώδης βιομάζα)
5. Υπολείμματα αγροτικών φυτειών (Μη ξυλώδης βιομάζα)
6. Υπολείμματα βιομηχανικής επεξεργασίας αγροτικών προϊόντων (Μη ξυλώδης βιομάζα)
7. Απόβλητα ζώων και ανθρώπων

Η βιομάζα των ανωτέρω κατηγοριών βρίσκει πολλές χρήσεις είτε για παραγωγή τροφίμων είτε για παραγωγή ενέργειας είτε για άλλους σκοπούς. Η χρήση της βιομάζας για κάποιο σκοπό εξαρτάται από διάφορους κοινωνικούς και οικονομικούς παράγοντες που διαφέρουν από χώρα σε χώρα.

Τα ανανεώσιμα αποθέματα βιομάζας, ως προς πηγές από τις οποίες προέρχονται, διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- απόβλητα
 - φυτικής παραγωγής
 - ζωικής παραγωγής
 - επεξεργασίας αγροτικών προϊόντων (βιομηχανία τροφίμων & ζωοτροφών)
 - υπολείμματα καλλιεργειών
 - βιομηχανίας ξύλου
 - αστικά απόβλητα

- δασική βιομάζα
 - ξύλο
 - υπολείμματα δασικής ξυλείας (φλοιοί, κλαδιά, φύλλα και πριονίδια)
 - δένδρα, θάμνοι και υπολείμματα του δασικού κύκλου

- ενεργειακές καλλιέργειες
 - δασικές καλλιέργειες μικρού κύκλου
 - φυλλώδεις δασικές καλλιέργειες
 - μονοετείς μη-ξυλώδεις καλλιέργειες
 - δημητριακά
 - σακχαρώδεις καλλιέργειες (τεύτλα, ζαχαρόχορτο, ζαχαροκάλαμο)
 - κτηνοτροφικές καλλιέργειες (τριφύλλι, βοσκότοποι)
 - ελαιούχες καλλιέργειες (κράμβη, σόγια, ηλίανθος)
 - υδρόβια φυτά (άλγες, καλαμιώνες, υδρόβιος υάκινθος)

2. Τρόποι επεξεργασίας βιομάζας.

2.1 Αεριοποίηση

Η αεριοποίηση της βιομάζας είναι μια ενδόθερμη θερμική διεργασία κατά την οποία η στερεή βιομάζα μετατρέπεται σε καύσιμο αέριο. Το παραγόμενο αυτό αέριο αποτελεί μίγμα πολλών καυσίμων (και μη) αερίων: μονοξειδίο και διοξείδιο του άνθρακα (CO , CO_2), υδρογόνο (H_2), μεθάνιο (CH_4), υδρατμοί (H_2O), ίχνη υδρογονανθράκων (π.χ. C_2H_6 , C_2H_4) και άζωτο (N_2 , σε περίπτωση που για την διεργασία χρησιμοποιείται αέρας και όχι καθαρό οξυγόνο). Πέραν των παραπάνω ενώσεων στο αέριο προϊόν εμφανίζονται και διάφοροι επιμολυντές κυριότεροι εκ των οποίων είναι η σωματίδια πίσσας, τέφρα, αμμωνία, οξέα και σύνθετοι υδρογονάνθρακες.

Το καύσιμο προϊόν της διεργασίας αεριοποίησης ονομάζεται αέριο σύνθεσης (syngas). Σε περίπτωση που η διεργασία γίνει με τη χρήση αέρα (η πιο οικονομική και συνήθης επιλογή), το αέριο σύνθεσης έχει καθαρή θερμογόνο δύναμη περίπου $4,6 \text{ MJ/ m}^3$ (περίπου το 1/7 εκείνης του φυσικού αερίου). Όταν χρησιμοποιείται καθαρό οξυγόνο αντί για αέρα, η θερμογόνος δύναμη του αερίου μπορεί ακόμα και να τριπλασιασθεί. Και στις δυο περιπτώσεις, πάντως, η θερμογόνος δύναμη κάνει το αέριο σύνθεσης κατάλληλο για την παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρισμού, με κατάλληλη χρήση του σε καυστήρες και αεριοστροβίλους.

Από χημικής πλευράς, η διεργασία της αεριοποίησης της βιομάζας είναι αρκετά σύνθετη και περιλαμβάνει, κατά σειρά, τα ακόλουθα επιμέρους στάδια: αποσύνθεση της οργανικής βιομάζας σε μη συμπυκνώσιμο αέριο, υδρατμούς και πίσσα, θερμική διάσπαση των ατμών σε αέριο σύνθεσης και πίσσα, αεριοποίηση της πίσσας και μερική οξειδωση του αερίου σύνθεσης, των ατμών και της πίσσας. Η απαιτούμενη θερμότητα για την αεριοποίηση της βιομάζας παρέχεται από την καύση μέρους της αρχικής ποσότητας της βιομάζας.

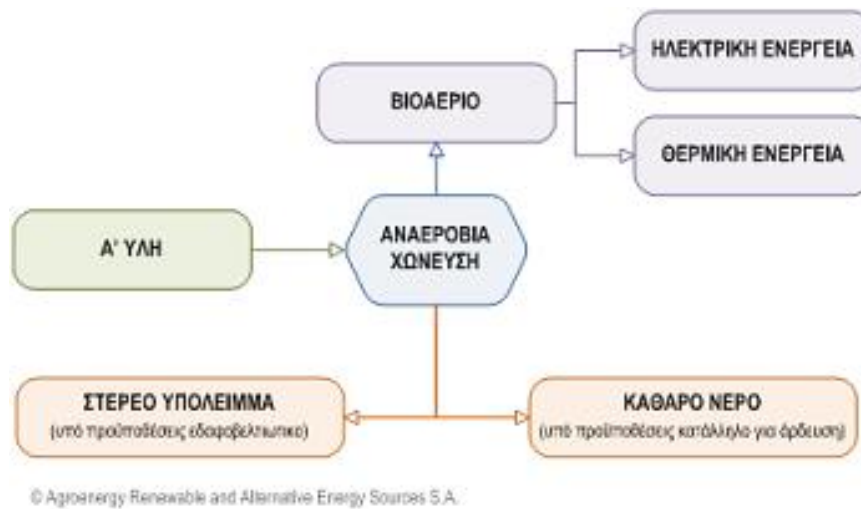
Καθοριστικό ρόλο στη διεργασία αεριοποίησης έχει και το είδος της φυτικής βιομάζας. Οι ιδιότητες της μπορεί να διαφέρουν σημαντικά αναλόγως την προέλευση της βιομάζας, με άμεση συνέπεια στην τεχνολογία της διεργασίας και την βιωσιμότητα της μονάδας. Οι παράμετροι της βιομάζας που εξετάζονται περισσότερο είναι η υγρασία του υλικού, η περιεκτικότητα της σε τέφρα, η στοιχειακή της ανάλυση, η θερμογόνος δύναμή της, η πυκνότητα και η κοκκομετρία της.

Αναφορικά με το είδος και τον σχεδιασμό του αντιδραστήρα αεριοποίησης, οι παραλλαγές και η κατηγοριοποίηση τους, ύστερα από πολλές δεκαετίες έρευνας στην τεχνολογία αεριοποίησης είναι πολλές. Έτσι, οι αντιδραστήρες αυτοί

διακρίνονται ανάλογα με το μέσο αεριοποίησης (αέρας, οξυγόνο ή ατμός), τον τρόπο παροχής της απαιτούμενης θερμότητας (αυτοθερμικοί ή αλλοθερμικοί αεριοποιητές), την πίεση λειτουργίας (ατμοσφαιρικοί ή υπό πίεση αντιδραστήρες) και τον σχεδιασμό τους (σταθερής ή ρευστοποιημένης κλίνης).

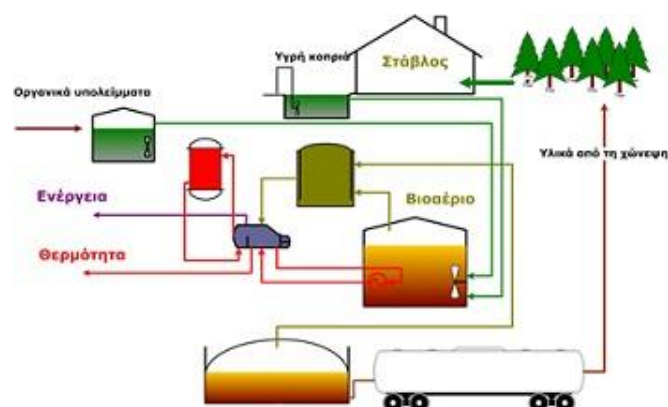
Πρέπει να τονισθεί ότι το αέριο σύνθεσης δεν χρησιμοποιείται απευθείας, καθώς εξέρχεται από τον αντιδραστήρα, στις μηχανές παραγωγής ενέργειας. Είναι απαιτούμενη η προεπεξεργασία του ώστε να μειωθούν οι ποσότητες των ακαθαρσιών που περιέχονται σε αυτό (πίσσα, αμμωνία, θείο, κ.λπ.) καθώς και η ψύξη του. Παράλληλα, εκτός του αερίου σύνθεσης, η διεργασία παράγει και κάποιες ποσότητες πίσσας (η ποσότητας της οποίας εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως π.χ. το είδος της βιομάζας). Εξαιτίας της υψηλής θερμογόνου δύναμης της, ως βέλτιστος τρόπος διαχείρισής της πίσσας θεωρείται η ενεργειακή εκμετάλλευση της εντός της μονάδας αεριοποίησης. Αναμφίβολα η αεριοποίηση της βιομάζας είναι μια τεχνολογία πιο πολύπλοκη και με λιγότερες εμπορικές εφαρμογές, σε σχέση με την συνήθη καύση της βιομάζας. Τα πλεονεκτήματα, όμως, που παρουσιάζει, με κυριότερο όλων την πολύ μεγάλη αύξηση της ενεργειακής απόδοσης της μονάδας, έχει οδηγήσει στον διαρκή πολλαπλασιασμό τέτοιου είδους μονάδων στην «αιχμή της τεχνολογίας», τα τελευταία χρόνια. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της εξέλιξης είναι ότι το 2008, η μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας μέσω αεριοποίησης βιομάζας στην Yamagata της Ιαπωνίας, βραβεύθηκε ως η καλύτερη μονάδα παραγωγή ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές παγκοσμίως, στα πλαίσια της φημισμένου συνεδρίου Power Gen Asia. Η συγκεκριμένη μονάδα έχει ισχύ 2 MWe και επεξεργάζεται 60 τόνους chips ξύλου ημερησίως.

2.2 Αναερόβια Χώνευση



Εικόνα 1
Θεωρητική διεργασία αναερόβιας χώνευσης

Η Αναερόβια Χώνευση είναι μια βιοχημική διεργασία κατά τη διάρκεια της οποίας σύνθετα οργανικά στοιχεία αποσυντίθεται απουσία οξυγόνου, από διάφορους τύπους αναερόβιων μικροοργανισμών. Η διεργασία της αναερόβιας χώνευσης είναι κοινή σε πολλά φυσικά περιβάλλοντα όπως τα ιζήματα θαλάσσιου ύδατος, το στομάχι των μηρυκαστικών ή τα έλη τύρφης. Σε μία εγκατάσταση βιοαερίου, το αποτέλεσμα της διεργασίας της αναερόβιας χώνευσης είναι το βιοαέριο και το κομπόστ. Όταν το υπόστρωμα για την αναερόβια χώνευση είναι ένα ομοιογενές μίγμα από δύο ή περισσότερους τύπους πρώτων υλών (π.χ. ζωικοί πολτοί και οργανικά απόβλητα από τις βιομηχανίες τροφίμων) τότε έχουμε την λεγόμενη «συγχώνευση» η οποία είναι κοινή με πολλές από τις εφαρμογές του βιοαερίου σήμερα.



Εικόνα 2
Η διεργασία της αναερόβιας χώνευσης

Η πλήρης βιολογική αποδόμηση της οργανικής ύλης προς βιοαέριο, σε συνθήκες απουσίας οξυγόνου (αναερόβιες συνθήκες), αποτελεί μία σύνθετη διεργασία που συνίσταται στην αλληλεπίδραση διαφορετικών ομάδων μικροοργανισμών. Κάθε μία από αυτές τις ομάδες, ευθύνεται για την πραγματοποίηση διαφορετικού μέρους της συνολικής διεργασίας. Έτσι, το υλικό που μπορεί να αποτελεί απόβλητο για μια ομάδα μικροοργανισμών μπορεί να αποτελέσει υπόστρωμα (τροφή των μικροοργανισμών) για κάποια άλλη ομάδα τους. Σε σύγκριση με την αερόβια χώνευση της οργανικής ύλης (αποδόμηση της οργανικής ύλης παρουσία αέρα-οξυγόνου), ο ρυθμός αύξησης των αναερόβιων βακτηρίων είναι σημαντικά μικρότερος από εκείνο των αερόβιων βακτηρίων. Κατά συνέπεια, το τελικό παραπροϊόν που προκύπτει από την αναερόβια χώνευση είναι μικρότερο ανά μονάδα βάρους της οργανικής ύλης σε σχέση με την αερόβια.

Για παράδειγμα, ενώ η αερόβια αποδόμηση 1 kg οργανικού υλικού (υποστρώματος) συνεπάγεται την παραγωγή 0,5 kg βιομάζας, η αντίστοιχη τιμή για την αναερόβια χώνευση είναι μόλις 0,1 kg. Το χαρακτηριστικό αυτό της αναερόβιας χώνευσης, δηλαδή η σημαντική μείωση του τελικού όγκου που επιτυγχάνεται, την καθιστά ιδιαίτερα ελκυστική ως μέθοδο επεξεργασίας οργανικών αποβλήτων. Κατά τη διάρκεια της αναερόβιας χώνευσης παράγεται πολύ λίγη θερμότητα. Η ενέργεια, που είναι χημικά δεσμευμένη μέσα στο υπόστρωμα, παραμένει κυρίως στο παραγόμενο βιοαέριο με τη μορφή μεθανίου.

Η διεργασία σχηματισμού του βιοαερίου είναι ένα αποτέλεσμα συνδυαστικών βημάτων, στα οποία το αρχικό υλικό συνεχώς διασπάται σε μικρότερα στοιχεία. Η διεργασία της αναερόβιας χώνευσης παρουσιάζει τέσσερα κύρια διακριτά στάδια: Την υδρόλυση, την οξεογένεση, την ακετογένεση (οξικοποίηση) και την μεθανογένεση. Διαφορετικά είδη μικροοργανισμών είναι υπεύθυνα για την ομαλή ολοκλήρωση κάθε ενός από τα παραπάνω στάδια. Τα στάδια της διεργασίας λαμβάνουν χώρα παράλληλα στη δεξαμενή χώνευσης. Η ταχύτητα της συνολικής διεργασίας αποδόμησης καθορίζεται από τα πιο αργά στάδια των διαφορετικών φάσεων.

2.2.1 Διεργασίες αναερόβιας χώνευσης

2.2.1.1 Υδρόλυση

Κατά το στάδιο της υδρόλυσης, που είναι και το πρώτο βήμα της διεργασίας, υδρολυτικά βακτηρίδια εκκρίνουν υδρολυτικά ένζυμα, μετατρέποντας τα βιοπολυμερή σε απλούστερες και διαλυτές ενώσεις. Με αυτόν τον τρόπο οργανικές μακρομοριακές ενώσεις, όπως οι πρωτεΐνες, οι υδατάνθρακες, τα νουκλεϊκά οξέα και τα λιπίδια, διασπώνται σε ενώσεις μικρότερης μοριακής αλυσίδας - στα oligομερή και μονομερή τους. Η διεργασία αυτή είναι εξωκυτταρική, δηλαδή λαμβάνει χώρα εξωτερικά του κυτταρικού τοιχώματος των μικροοργανισμών, στην κυρίως μάζα του υγρού. Ενώσεις όπως οι πρωτεΐνες, το άμυλο και κάποια απλά σάκχαρα υδρολύονται με μεγάλη ευκολία σε αναερόβιες συνθήκες. Αντίθετα, η λιγνοκυτταρίνη και η λιγνίνη, οι οποίες είναι βασικά φυτικά συστατικά, αποδομούνται υπό αναερόβιες συνθήκες αργά και ατελώς. Η υδρόλυση των υδρογονανθράκων ολοκληρώνεται εντός ολίγων ωρών. Αντίθετα εκείνη των πρωτεϊνών και των λιπιδίων ολοκληρώνεται εντός ολίγων ημερών.

2.2.1.2 Οξυγένεση

Κατά τη διάρκεια της οξυγένεσης, τα προϊόντα της υδρόλυσης μετατρέπονται από οξεογενή βακτηρίδια σε μεθανογενή υποστρώματα. Οι oligοσακχαρίτες και οι μονοσακχαρίτες, τα αμινοξέα και τα λιπαρά οξέα υποβιβάζονται σε οξικό οξύ (CH_3COOH) (50%), διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και υδρογόνο (H_2) (20%), καθώς επίσης και σε πτητικά λιπαρά οξέα (VFA's) και αλκοόλες (30%).

2.2.1.3 Ακετογένεση

Κατά τη διάρκεια της ακετογένεσης, τα προϊόντα από την οξυγένεση που δεν μπορούν να μετατραπούν άμεσα σε μεθάνιο από τα μεθανογενή βακτηρίδια μετατρέπονται σε μεθανογενή υποστρώματα. Τα πτητικά λιπαρά οξέα και οι αλκοόλες οξειδώνονται σε μεθανογενή υποστρώματα, όπως οξικό οξύ, υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα. Τα πτητικά λιπαρά οξέα με αλυσίδες άνθρακα με περισσότερους από δύο δεσμούς και οι αλκοόλες με αλυσίδες άνθρακα με περισσότερους από ένα δεσμό οξειδώνονται σε οξικό οξύ και υδρογόνο. Η παραγωγή του υδρογόνου αυξάνει την μερική πίεση του. Αυτό μπορεί να θεωρηθεί ως «υπόλειμμα» της ακετογένεσης και εμποδίζει το μεταβολισμό των ακετογενών βακτηριδίων. Κατά τη διάρκεια της μεθανογένεσης, το υδρογόνο μετατρέπεται σε μεθάνιο. Η ακετογένεση και η μεθανογένεση συνήθως λαμβάνουν χώρα παράλληλα, ως συμβίωση δύο ομάδων οργανισμών.

2.2.1.4 Μεθανογένεση

Αποτελεί το τελευταίο στάδιο της αναερόβιας χώνευσης και πραγματοποιείται από τα μεθανογενή βακτήρια. Το 70% του παραγομένου μεθανίου προέρχεται από οξικό άλας, ενώ το υπόλοιπο 30% παράγεται από τη μετατροπή του υδρογόνου και του CO₂. Η μεθανογένεση είναι ένα κρίσιμο βήμα σε ολόκληρη τη διεργασία της χώνευσης, δεδομένου ότι είναι η πιο αργή βιοχημική και επομένως ρυθμορυθμιστική αντίδραση της διεργασίας. Τα μεθανογενή βακτήρια παρουσιάζουν το βραδύτερο ρυθμό ανάπτυξης (περίπου το 20% του ρυθμού ανάπτυξης των οξυγενών βακτηρίων) από όλους του αναερόβιους μικροοργανισμούς στη διεργασία. Τα μεθανοβακτήρια παρουσιάζουν πολύ μεγάλη ευαισθησία και επηρεάζονται σοβαρά από τις συνθήκες λειτουργίας του βιοαντιδραστήρα. Η σύνθεση της πρώτης ύλης, ο ρυθμός τροφοδοσίας, η θερμοκρασία και το pH είναι παραδείγματα παραγόντων που επηρεάζουν τη μεθανογένεση. Η υπερφόρτωση του χωνευτήρα, οι αυξομειώσεις της θερμοκρασίας (μεσοφιλικά και θερμοφιλικά βακτήρια), η αυξημένη παρουσία διαλυμένου οξυγόνου (DO) οδηγούν στη μείωση ή ακόμη και τον τερματισμό της παραγωγής μεθανίου.

2.2.2 Παράμετροι της Αναερόβιας Χώνευσης

Η αποδοτικότητα της αναερόβιας χώνευσης εξαρτάται από μερικές κρίσιμες παραμέτρους, έτσι είναι σημαντικό να παρέχονται οι κατάλληλοι όροι για τους αναερόβιους μικροοργανισμούς. Η ανάπτυξη και η δραστηριότητά τους επηρεάζεται σημαντικά από τον αποκλεισμό του οξυγόνου, την θερμοκρασία, την τιμή του pH, τον ανεφοδιασμό με θρεπτικές ουσίες, την ένταση της ανάδευσης, καθώς και από την παρουσία και την ποσότητα ανασταλτικών παραγόντων (π.χ. αμμωνία).

2.2.2.1 Θερμοκρασία

Η διεργασία της αναερόβιας χώνευσης μπορεί να πραγματοποιηθεί σε διαφορετικές θερμοκρασίες, που χωρίζονται σε τρία θερμοκρασιακά εύρη: ψυχρόφιλη (κάτω από 25°C), μεσόφιλη (25-45°C), και θερμοφιλή (45-70°C). Υπάρχει μια άμεση συσχέτιση μεταξύ της θερμοκρασίας της διεργασίας και του υδραυλικού χρόνου παραμονής (HRT - Hydraulic Retention Time), όπως φαίνεται και στον πίνακα που ακολουθεί:

Θερμικό στάδιο	Θερμοκρασίες διεργασίας	Ελάχιστος χρόνος παραμονής
ψυχρόφιλη	< 20 °C	70 έως 80 ημέρες
μεσόφιλη	30 έως 42 °C	30 έως 40 ημέρες
θερμόφιλη	43 έως 55 °C	15 έως 20 ημέρες

Πίνακας 1

Θερμοκρασία διεργασίας αναερόβιας χώνευσης και υδραυλικός χρόνος παραμονής.

Η σταθερότητα της θερμοκρασίας έχει καθοριστική σημασία. Στην πράξη, η θερμοκρασία λειτουργίας επιλέγεται σε συνάρτηση με την χρησιμοποιούμενη πρώτη ύλη και η θερμοκρασία διεργασίας συνήθως παρέχεται από ειδικά συστήματα θέρμανσης, μέσα στον χωνευτήρα τα οποία αποτελούνται είτε από εναλλάκτες στο εσωτερικό του αντιδραστήρα είτε εναλλάκτες θερμότητας εξωτερικά του αντιδραστήρα.

2.2.2.2 pH

Η τιμή του pH είναι το μέτρο της οξύτητας/αλκαλικότητας του διαλύματος (αντίστοιχα με το μίγμα του υποστρώματος) και εκφράζεται σε μέρη ανά εκατομμύριο (ppm). Το pH του υποστρώματος επηρεάζει την αύξηση των μεθανογενών μικροοργανισμών, και μπορεί να έχει επιπτώσεις στο διαχωρισμό μερικών ενώσεων που έχουν σημασία για την διεργασία (αμμωνία, σουλφίδιο, οργανικά οξέα). Η εμπειρία δείχνει ότι ο σχηματισμός του μεθανίου πραγματοποιείται μέσα σε ένα σχετικά μικρό εύρος pH, περίπου από 5,5 έως 8,5, με ένα βέλτιστο εύρος 7-8 για τους περισσότερους μεθανογενείς οργανισμούς. Οι οξικογενείς οργανισμοί έχουν, σε πολλές περιπτώσεις, μια χαμηλότερη τιμή του βέλτιστου pH.

2.2.2.3 Πτητικά λιπαρά οξέα

Η ευστάθεια της διεργασίας επηρεάζεται από την συγκέντρωση των ενδιάμεσων προϊόντων όπως είναι τα πτητικά λιπαρά οξέα (VFA). Τα πτητικά λιπαρά οξέα είναι ενδιάμεσες ενώσεις (οξικά, προπιονικά, βουτυρικά, γαλακτικά άλατα), που παράγονται κατά τη διάρκεια της ακετογένεσης, με μια αλυσίδα άνθρακα από έξι ή λιγότερα άτομα. Στις περισσότερες περιπτώσεις, αστάθεια στη διεργασία θα οδηγήσει στη συσσώρευση VFA μέσα στον χωνευτήρα, και αυτό μπορεί να οδηγήσει σε πτώση της τιμής του pH. Η συσσώρευση VFA, εντούτοις, δεν εκφράζεται πάντοτε ως πτώση του pH, λόγω της ικανότητας ανάσχεσης μερικών τύπων βιομάζας. Π.χ. τα ζωικά περιττώματα έχουν ένα πλεόνασμα αλκαλικότητας, το οποίο σημαίνει ότι η συσσώρευση VFA πρέπει να υπερβεί ένα ορισμένο επίπεδο προτού να μπορέσει να

ανιχνευθεί λόγω της σημαντικής μείωσης της τιμής του pH. Σε ένα τέτοιο σημείο, η συγκέντρωση οξέων στο χωνευτήρα θα είναι τόσο υψηλή ώστε η διεργασία της αναερόβιας θα έχει ήδη εμποδιστεί σοβαρά.

2.2.2.4 Ιχνοστοιχεία, θρεπτικές ουσίες και τοξικές ενώσεις

Τα ιχνοστοιχεία όπως ο σίδηρος, το νικέλιο, το κοβάλτιο, το σελήνιο, το μολυβδαίνιο ή το βολφράμιο είναι εξίσου σημαντικά για την αύξηση και την επιβίωση των μικροοργανισμών της αναερόβιας χώνευσης όπως είναι ο άνθρακας, το άζωτο, ο φώσφορος και το θείο. Η βέλτιστη αναλογία των θρεπτικών στοιχείων άνθρακα, αζώτου, φωσφόρου, και θείου (C:N:P:S) είναι 600:15:5:1. Η ανεπαρκής παροχή θρεπτικών ουσιών και ιχνοστοιχείων, καθώς επίσης και η πάρα πολύ υψηλή χωνευτικότητα του υποστρώματος μπορούν να προκαλέσουν παρεμπόδιση και διαταραχές στη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης. Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει τη δραστηριότητα των αναερόβιων μικροοργανισμών είναι η παρουσία τοξικών ενώσεων. Αυτές μπορούν να μεταφερθούν στο σύστημα της αναερόβιας χώνευσης μαζί με την πρώτη ύλη, αλλά μπορούν επίσης να παραχθούν κατά τη διάρκεια της διεργασίας.

Είναι δύσκολη η εφαρμογή κατώτατων οριακών τιμών για τα τοξικά υλικά, αφενός μεν επειδή αυτά τα είδη των υλικών μπορούν συχνά να δεσμευθούν με χημικές διεργασίες και αφετέρου επειδή οι αναερόβιοι μικροοργανισμοί είναι σε θέση να προσαρμοστούν, εντός ορισμένων ορίων, στις περιβαλλοντικές συνθήκες, δια του παρόντος με την παρουσία τοξικών ενώσεων.

2.2.3 Αναστολείς της αναερόβιας χώνευσης

Ως αναστολείς της αναερόβιας χώνευσης θεωρούνται εκείνες οι ουσίες οι οποίες έχουν αρνητική επίδραση στους μικροοργανισμούς χωρίς να τους σκοτώνουν άμεσα. Η διεργασία μπορεί να ανασταλεί με διάφορους τρόπους από ενδογενή και εξωγενή αίτια. Η ενδογενής αναστολή προκύπτει από συνθήκες ή υλικά που σχηματίζονται κατά τη διάρκεια της χώνευσης ενώ η εξωγενής οφείλεται σε εξωτερικούς παράγοντες. Γενικότερα, τα δύο τελευταία στάδια της αναερόβιας χώνευσης είναι απόλυτα προσαρμοσμένα μεταξύ τους, με συνέπεια την αναστολή του ενός να διαδέχεται η αναστολή και του άλλου. Παράλληλα, λόγω του ότι η δράση τους αποτελεί τον αποφασιστικό παράγοντα που καθορίζει την ταχύτητα και την απόδοση ολόκληρης της διεργασίας. Η αμμωνία, τα οξέα, το οξυγόνο και διάφορες θειικές ενώσεις δρουν ανασταλτικά για την αναερόβια χώνευση, κάθε μια με διαφορετικό τρόπο.

2.2.4 Υποστρώματα για την αναερόβια χώνευση

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα ευρύ φάσμα τύπων βιομάζας ως υπόστρωμα (πρώτη ύλη) για την παραγωγή βιοαερίου από την αναερόβια χώνευση. Οι πιο κοινές κατηγορίες πρώτης ύλης που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή του βιοαερίου στην Ευρώπη παρατίθενται παρακάτω:

- Ζωικά περιττώματα και πολτοί
- Γεωργικά υπολείμματα και υποπροϊόντα
- Οργανικά απόβλητα που μπορούν να υποστούν χώνευση από τρόφιμα και αγροτοβιομηχανίες (φυτικής και ζωικής προέλευσης)
- Το οργανικό μέρος των αστικών αποβλήτων και από τις επιχειρήσεις εστίασης (φυτικής και ζωικής προέλευσης)
- Λυματολάσπη
- Ειδικές ενεργειακές καλλιέργειες (π.χ. αραβόσιτος, μίσχανθος, σόργο, τριφύλλι)

Η χρήση των ζωικών περιττωμάτων και υγρής κοπριάς ως πρώτη ύλη για την αναερόβια χώνευση έχει μερικά πλεονεκτήματα λόγω των ιδιοτήτων τους:

- Του φυσικού περιεχομένου τους σε αναερόβια βακτηρίδια
- Του υψηλού περιεχομένου τους σε νερό (4-8% ξηρά ουσία (DM) στην υγρή κοπριά), το οποίο ενεργεί ως διαλύτης για τα άλλα υποστρώματα και εξασφαλίζει την κατάλληλη ανάμιξη και ροή της βιομάζας.
- Του χαμηλού κόστους της πρώτης ύλης.
- Της υψηλής προσβασιμότητας, καθώς αποτελούν απόβλητα/υποπροϊόντα που συλλέγονται καθημερινά.

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, σε πολλές χώρες έχει εξεταστεί και εισαχθεί μια άλλη κατηγορία πρώτων υλών αναερόβιας χώνευσης οι αποκλειστικές ενεργειακές καλλιέργειες, οι οποίες καλλιεργούνται αποκλειστικά για την παραγωγή ενέργειας, άρα αντίστοιχα και βιοαερίου. Οι συγκεκριμένες καλλιέργειες μπορεί να είναι ποώδεις (χλόη, αραβόσιτος, ελαιοκράμβη κ.λπ.) αλλά και ξυλώδεις καλλιέργειες (ιτιά, λεύκα, βελανιδιά), αν και οι ξυλώδεις καλλιέργειες δεν αποτελούν την καλύτερη πρώτη ύλη για αναερόβια ζύμωση μιας και χρειάζονται ειδική προ-επεξεργασία για την απολιγνίτωσή τους πριν την χώνευση.

Τα διάφορα υποστρώματα της αναερόβιας χώνευσης μπορούν να ταξινομηθούν με διάφορα κριτήρια: π.χ. την προέλευσή τους, την ποσότητα ξηράς ουσίας, την απόδοση σε μεθάνιο κ.λπ. Υποστρώματα με περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία χαμηλότερη από 20% χρησιμοποιούνται για την λεγόμενη υγρή χώνευση (υγρή ζύμωση). Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν ζωικοί ιστοί και κοπριές καθώς επίσης και διάφορα υγρά οργανικά απόβλητα από βιομηχανίες τροφίμων. Όταν η περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία είναι υψηλή (π.χ. 35%), τότε μιλάμε για ξηρά χώνευση (ξηρά ζύμωση), που είναι χαρακτηριστική για την απλή ζύμωση μόνο ενεργειακών καλλιεργειών και

τις χορτονομές (ενσίρωμα). Η επιλογή του τύπου και της ποσότητας της πρώτης ύλης η οποία θα αποτελέσει το μίγμα του υποστρώματος της αναερόβιας χώνευσης εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία (DM) καθώς επίσης και από την περιεκτικότητα σε σάκχαρα, λιπίδια και πρωτεΐνες.

Η πιθανή παραγωγή μεθανίου αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια αξιολόγησης των διαφορετικών υποστρωμάτων της χώνευσης. Αξιοσημείωτο είναι ότι τα ζωικά περιττώματα έχουν μια σχετικά χαμηλή παραγωγή μεθανίου. Στην πράξη, τα ζωικά περιττώματα δεν χωνεύονται μόνα τους, αλλά αναμιγνύονται και με άλλα υποστρώματα, με υψηλή παραγωγή μεθανίου, προκειμένου να προωθηθεί η παραγωγή βιοαερίου. Τα πιο κοινά υποστρώματα που προστίθενται για συγχώνευση μαζί με τα περιττώματα και τους πολτούς είναι ελαιούχα υπολείμματα από τις βιομηχανίες τροφίμων, αλιείας και τροφών, αλκοολούχα απόβλητα από τις βιομηχανίες ζυθοποιίας και ζάχαρης ή ειδικές για ενεργειακή χρήση καλλιέργειες.

Μια πιθανή πρώτη ύλη που δύναται να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή βιοαερίου μπορεί να περιέχει χημικούς, βιολογικούς ή φυσικούς μολυσματικούς παράγοντες οι οποίοι εκτός από την ανάσχεση της διαδικασίας της ζύμωσης μπορούν να προκαλέσουν μια ανεπίστρεπτη μόλυνση στο παραγόμενο compost. Ο ποιοτικός έλεγχος όλων των τύπων πρώτης ύλης είναι ουσιαστικός προκειμένου να εξασφαλιστεί η ασφαλής διάθεση του compost ως λίπασμα. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται το πιθανό φορτίο των ακαθαρσιών, οι μολυσματικοί παράγοντες και οι παθογόνοι οργανισμοί που δύναται να συναντηθούν σε ορισμένους τύπους πρώτων υλών.

		Κίνδυνος			
		Ασφαλή	Υγειονομικοί κίνδυνοι	Περιέχει προβληματικά υλικά	Κίνδυνος για μολυσματικούς παράγοντες
Πρώτη Ύλη	Υλικό κοινοτικών υπολειμμάτων	Πρασινάδα, υπολείμματα κουράς του γρασιδιού		Βιολογικά απόβλητα, πρασινάδα στην άκρη των δρόμων	
	Υλικά βιομηχανικών υπολειμμάτων	Φυτικά απόβλητα, πολτοί, στέμφυλα, κ.λπ.	Ληγμένα τρόφιμα, τρόφιμα με φθορές κατά την μεταφορά		Υπόλειμμα από την παραγωγή φυτικού ελαίου
	Γεωργικά υπολείμματα	Ρευστή κοπριά, στερεή κοπριά			Cu και Zn
		Φύλλα τεύτλων, άχυρο			
	Ανανεώσιμες πρώτες ύλες	Ενσίρωμα καλαμποκιού, ενσίρωμα μηδικής			
	Απόβλητα σφαγείων		Περιεχόμενα στομαχιών-εντέρων, διαχωρισμένα λίπη, πηγμένο αίμα, πεπτικό σύστημα, κλπ.		Διαχωρισμένα λίπη
Διάφορα		Απόβλητα κουζίνας, οικιακά απόβλητα			

Πίνακας 2

Μολυσματικοί παράγοντες και παθογόνοι οργανισμοί που δύναται να συναντηθούν σε ορισμένους τύπους πρώτων υλών.

2.3 Βιοαιθανόλη

Η βιοαιθανόλη είναι η αιθανόλη που παράγεται από βιομάζα και χρησιμοποιείται κυρίως ως καύσιμο στα αυτοκίνητα, αλλά και στη βιομηχανία αλκοολούχων ποτών. Η βιοαιθανόλη παράγεται κυρίως από τη ζύμωση των σακχάρων που περιέχονται στα φυτά, με τη βοήθεια μικροοργανισμών, όπως ζύμες και βακτήρια. Τα σάκχαρα μπορεί να προέρχονται από σακχαρούχα φυτά όπως το ζαχαροκάλαμο και τα ζαχαρότευτλα, από αμυλούχα φυτά όπως ο αραβόσιτος και το

σιτάρι, ή από κυτταρινούχες ενεργειακές καλλιέργειες όπως η λεύκα, η ιτιά, ο μίσχανθος και το switchgrass. Επίσης, ως πρώτη ύλη χρησιμοποιούνται και κυτταρινούχα υπολείμματα, όπως είναι τα στερεά δημοτικά απόβλητα, τα γεωργικά και τα δασικά υπολείμματα.

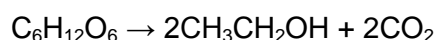
Η βιοαιθανόλη από σακχαρούχες και αμυλούχες πρώτες ύλες καλείται βιοαιθανόλη 1^{ης} γενιάς, της οποίας η τεχνολογία παραγωγής είναι ευρέως διαδεδομένη και εφαρμόζεται σε πολλές χώρες. Ωστόσο, αυτά τα φυτά χρησιμοποιούνται και για την παραγωγή τροφίμων, η οποία ανταγωνίζεται την παραγωγή της βιοαιθανόλης και περιορίζει την ανάπτυξή της, καθώς δημιουργούνται ηθικά ζητήματα. Η βιοαιθανόλη από κυτταρινούχες ύλες ονομάζεται βιοαιθανόλη 2^{ης} γενιάς και αποτελεί σημαντική ελπίδα για το μέλλον, διότι οι κυτταρινούχες πρώτες ύλες βρίσκονται σε μεγάλη αφθονία, κοστίζουν λιγότερο και δεν χρησιμοποιούνται για διατροφικούς σκοπούς. Αυτή τη στιγμή η βιοαιθανόλη 2ης γενιάς δεν παράγεται σε εμπορική κλίμακα, λόγω του περιοριστικού κόστους παραγωγής. Αναμένεται όμως σύντομα να εισέλθει στην αγορά, καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται με γοργούς ρυθμούς, και να δημιουργηθούν έτσι οι προϋποθέσεις σοβαρού ανταγωνισμού της βιοαιθανόλης με τα ορυκτά καύσιμα.

2.3.1 Χημικές διεργασίες βιοαιθανόλης

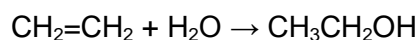
Η αιθανόλη (αιθυλική αλκοόλη ή αλκοόλη αιθυλική ή απλά οινόπνευμα) είναι μια χημική οργανική ένωση, αποτελούμενη από δύο άτομα άνθρακα, υδρογόνο και μια ομάδα υδροξυλίου (ομάδα OH). Ο χημικός τύπος είναι CH₃-CH₂-OH. Η αιθανόλη είναι η αλκοόλη των οινόπνευματων ποτών γι' αυτό ονομάζεται και οινόπνευμα. Ανήκει στην ομόλογη σειρά των κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών (C_vH_{2v+1}O).

Παράγεται:

- με αλκοολική ζύμωση



- από το πετρέλαιο (αιθυλένιο) παρουσία οξέος

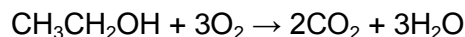


Φυσικές ιδιότητες:

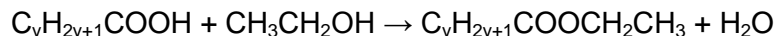
- Είναι υγρή, άχρωμη και ευδιάλυτη στο νερό. Έχει ευχάριστη γεύση και σχετικά ευχάριστη οσμή. Η αιθανόλη αναμιγνύεται με το νερό σε κάθε αναλογία και κατά την ανάμειξη παρατηρείται ελάττωση όγκου, ενώ εκλύεται θερμότητα.

Χημικές ιδιότητες:

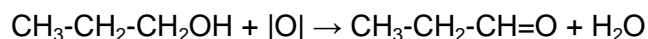
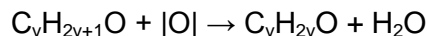
- Καύση



- Εστεροποίηση



- Οξειδωση

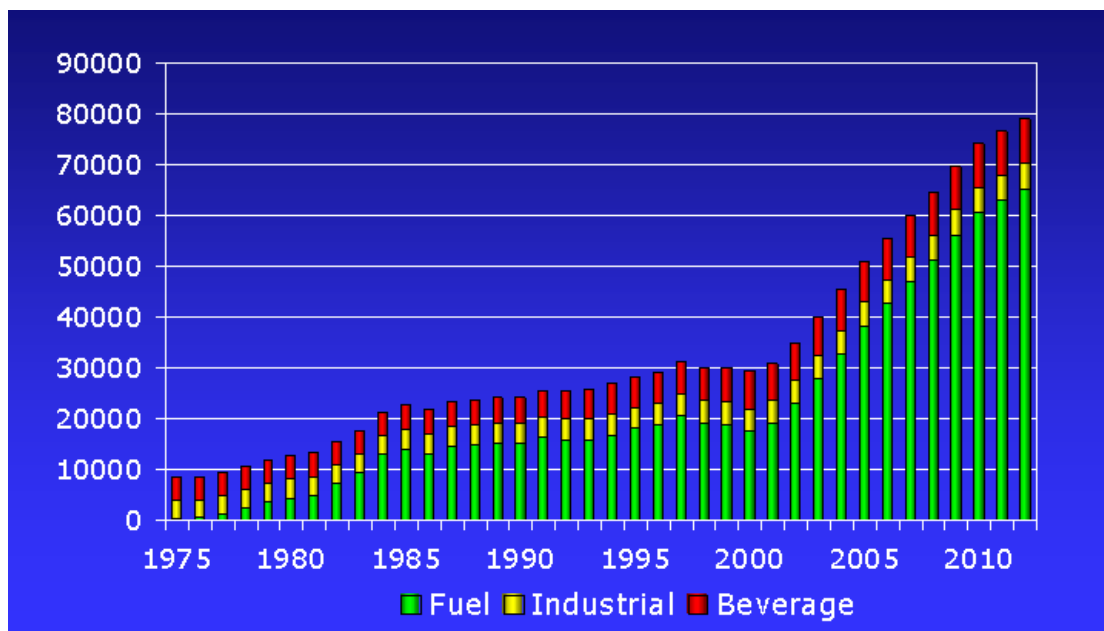


2.3.2 Παγκόσμια παραγωγή βιοαιθανόλης

Το 2008 η παραγωγή βιοαιθανόλης ανήλθε στα 65,6 δισεκατομμύρια λίτρα, με το 52% της παραγωγής να ανήκει στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής. Οι Η.Π.Α. χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη τον αραβόσιτο, δυνητικής απόδοσης 50 δισεκατ. λίτρων, στο οποίο μπορούν να προστεθούν γεωργικά υπολείμματα, ξύλο, στερεά δημοτικά απόβλητα και ενεργειακές καλλιέργειες, με μια δυνατότητα παγκόσμιας παραγωγής 300 δισεκατ. λίτρων, η οποία μπορεί να αντικαταστήσει τη χρήση ορυκτών καυσίμων περίπου κατά 30% (Centi and van Santen 2007). Η δεύτερη μεγαλύτερη παραγωγός βιοαιθανόλης ήταν η Βραζιλία, η οποία κατείχε το 37% της παγκόσμιας παραγωγής και χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη το ζαχαροκάλαμο. Στην ευρωπαϊκή ένωση, η αιθανόλη καταναλώνεται στην Ισπανία, τη Γαλλία, τη Γερμανία και τη Σουηδία. Η τελευταία μάλιστα, κατέχει τα πρωτεία χρήσης της βιοαιθανόλης ως καύσιμο στην Ευρώπη, με τη λειτουργία 1200 πρατηρίων βιοαιθανόλης και έναν στόλο 116.000 αυτοκινήτων κινούμενων με αιθανόλη.

Χώρα	Δισεκατομμύρια Λίτρα
Η.Π.Α.	34
Βραζιλία	24,5
Ευρωπαϊκή Ένωση	2,8
Κίνα	1,9
Καναδάς	0,9
Άλλες χώρες	0,49
Ταϊλάνδη	0,34
Κολομβία	0,3
Ινδία	0,25
Αυστραλία	0,1
Σύνολο	65,6

Πίνακας 3
Παγκόσμια παραγωγή βιοαιθανόλης το 2008



Εικόνα 3
Εκτίμηση παγκόσμιας παραγωγής καύσιμης, βιομηχανικής και πόσιμης βιοαιθανόλης για την περίοδο 1975-2010, σε εκατομμύρια λίτρα.

2.3.3 Πλεονεκτήματα της βιοαιθανόλης

Η αιθανόλη ως καύσιμο έχει πολλά πλεονεκτήματα έναντι των συμβατικών καυσίμων, με κυριότερο ίσως την μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Πιο συγκεκριμένα, τα πλεονεκτήματα της είναι:

- Είναι μη ορυκτό καύσιμο του οποίου η παρασκευή και η καύση δεν αυξάνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.
- Είναι βιοαποικοδομήσιμη, μη τοξική και διαλυτή στο νερό, με αποτέλεσμα να μην προκαλεί αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον σε περίπτωση διαρροής.
- Η χρήση της μπορεί να μειώσει σημαντικά τις εκπομπές CO₂, αφού η παραγωγή της μέσω της ζύμωσης της βιομάζας, αποτελεί μέρος του κύκλου του άνθρακα
- Η υψηλή περιεκτικότητα της σε οξυγόνο, μειώνει τα επίπεδα του μονοξειδίου του άνθρακα και μάλιστα σε μεγαλύτερο ποσοστό από οποιοδήποτε άλλον οξυγονοποιητή. Εκτιμάται πως η μείωση είναι της τάξεως του 25 – 30 %. Στην Αγγλία εκτιμάται πως η μείωση των εκπομπών των οξειδίων του άνθρακα με τη χρήση βιοαιθανόλης σε ποσοστό 5 %, ισοδυναμεί με την απομάκρυνση από την κυκλοφορία 1000000 αυτοκινήτων.
- Με τη χρήση μειγμάτων αιθανόλης μειώνονται δραστικά οι εκπομπές υδρογονανθράκων, οι οποίοι αποτελούν μία από τις κύριες αιτίες για τη μείωση του στρώματος του όζοντος
- Τα υψηλής συγκέντρωσης αιθανόλης μείγματα μειώνουν τις εκπομπές μονοξειδίου του αζώτου σε ποσοστό μεγαλύτερο του 20%.
- Τα υψηλής συγκέντρωσης αιθανόλης μίγματα μπορούν να μειώσουν κατά 30 % τις εκπομπές των πτητικών οργανικών συστατικών (Volatile Organic Compounds - VOCs).
- Μειώνει επίσης σημαντικά τις εκπομπές του διοξειδίου του θείου αλλά και της σωματιδιακής ουσίας (Particulate matter), καθώς η περιεκτικότητά της σε S είναι χαμηλή έως μηδενική.
- Σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα των οποίων τα αποθέματα είναι πεπερασμένα, η αιθανόλη είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, αφού προέρχεται από τη βιομάζα
- Η μηχανή αποδίδει καλύτερα, γίνεται υψηλότερη συμπίεση και το σύστημα καύσης είναι καθαρότερο.
- Μειώνεται η εξάρτηση των κρατών από το πετρέλαιο.

- Δημιουργούνται νέες προοπτικές απασχόλησης στον γεωργικό τομέα, καθώς ανοίγει ο δρόμος για τις ενεργειακές καλλιέργειες όπως του ζαχαροκάλαμου, του σόργου κ.ά.
- Παράγεται εύκολα ακόμα και σε οικογενειακή κλίμακα και αποδίδει 34% περισσότερη ενέργεια από αυτή που απαιτείται για την παραγωγή της.

2.3.3 Μειονεκτήματα της βιοαιθανόλης

Αν και η χρήση της καύσιμης αιθανόλης συγκεντρώνει σημαντικά πλεονεκτήματα, υπάρχει και η αντίθετη άποψη που θεωρεί πως η χρήση της δεν θα λειτουργήσει θετικά. Πιο συγκεκριμένα :

- Διατυπώνεται η άποψη ότι είναι πιο σημαντικό να χρησιμοποιηθεί η βιομάζα ως τροφή για να αντιμετωπιστεί η παγκόσμια πείνα, παρά να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη για την παραγωγή αιθανόλης.
- Το κόστος παραγωγής της αιθανόλης είναι ακόμα υψηλότερο από της βενζίνης.
- Πιστεύεται πως η μείωση των εκπομπών δεν είναι σημαντική και ελάχιστα συνεισφέρει στη βελτίωση της κατάστασης του περιβάλλοντος.
- Οι παραγωγοί των υπόλοιπων καυσίμων εναντιώνονται στην παροχή ιδιαίτερων κινήτρων στην βιομηχανία της βιοαιθανόλης
- Απαιτείται κρατική στήριξη και ενίσχυση, ενημέρωση του κοινού και απεμπλοκή από την πολιτική.

2.4 Βιοντίζελ

Η ανάγκη για τη χρήση εναλλακτικών και ανανεώσιμων καυσίμων έναντι του πετρελαίου και των προϊόντων του έχει αρχίσει να παίζει έναν πολύ σημαντικό ρόλο στον ανεπτυγμένο κόσμο, τόσο για περιβαλλοντικούς όσο και για οικονομικούς και διαχειριστικούς λόγους. Η Ευρωπαϊκή Ένωση και ασφαλώς η Ελλάδα εξαρτώνται σημαντικά από μεγάλες εισαγωγές ορυκτών καυσίμων. Έτσι, σύμφωνα με το Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας, υπάρχει ανάγκη προώθησης όλων των εναλλακτικών καυσίμων στον τομέα των μεταφορών και όχι μόνο. Η Ευρωπαϊκή ένωση προτείνει ποσοστό συμμετοχής των βιοκαυσίμων στην αγορά καυσίμων μέχρι 20% έως το 2012.

Ένα υποσχόμενο βιοκαύσιμο, παραπλήσιο και άριστο υποκατάστατο του συμβατικού ντίζελ, είναι το βιοντίζελ, το οποίο προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (βιομάζα) όπως είναι τα φυτικά έλαια και τα ζωικά λίπη. Χρησιμοποιείται ευρύτατα σε όλη την Ευρώπη, ενώ στις ΗΠΑ η χρήση του είναι συνεχώς αυξανόμενη. Θεωρείται ως το πλέον διαδεδομένο βιοκαύσιμο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί

τόσο αυτούσιο όσο και σε διάφορες αναλογίες σε μίγματα με το συμβατικό ντίζελ. Στην Ευρώπη προγραμματίζεται η χρήση βιοκαυσίμων στα καύσιμα κίνησης σε ποσοστό τουλάχιστον 2 % από 1/1/2006 με στόχο την αύξησή τους σε ποσοστό 5.75 % μέχρι 31/12/2010 με βάση την οδηγία 2003/30/EC της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αυτό σημαίνει ότι το βιοντίζελ θα πρέπει να προστεθεί στο ντίζελ κίνησης τουλάχιστον στα ποσοστά αυτά, αφού είναι πρακτικά το μόνο χρησιμοποιούμενο βιοκαύσιμο που προσφέρεται για ανάμιξη με το συμβατικό ντίζελ.

2.4.1 Ιστορική αναδρομή

Εξετάζοντας το παρελθόν της παραγωγής του βιοντίζελ παρατηρούμε ότι αυτό δεν είναι ένα καινούργιο καύσιμο, αφού οι πρώτες ενέργειες έγιναν το 1981 στη Νότια Αφρική. Στην Ευρώπη, οι χώρες μεγαλύτερης παραγωγής είναι η Αυστρία και η Γερμανία. Στην Αυστρία, η παραγωγή του πρώτου βιοντίζελ πραγματοποιήθηκε σε μια πιλοτική μονάδα το 1985, ενώ το 1990 ξεκίνησε η εμπορευματοποίησή του. Το 1991 το πρώτο βιοντίζελ έγινε ευρέως αποδεκτό εξασφαλίζοντας υψηλή ποιότητα καυσίμου. Η πρώτη ύλη που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του βιοντίζελ ήταν κυρίως το έλαιο ελαιοκράμβης, που θεωρείται ιδανική πρώτη ύλη για το ευρωπαϊκό κλίμα. Επίσης χρησιμοποιήθηκε το ηλιέλαιο, κυρίως στη Γαλλία και την Ιταλία. Σε άλλες περιοχές χρησιμοποιήθηκε το φοινικέλαιο (Μαλαισία) και το σογιέλαιο (Αμερική).

Η μέθοδος παραγωγής βιοντίζελ που εφαρμόζεται παγκόσμια σε βιομηχανικό επίπεδο συνίσταται στην αντίδραση (μετεστεροποίηση) των τριγλυκεριδίων με κάποια αλκοόλη μικρού μοριακού βάρους. Τα τριγλυκερίδια είναι τριεστέρες της γλυκερόλης, δηλ. της 1,2,3-προπανοτριόλης, με λιπαρά οξέα (μονοκαρβοξυλικά οξέα μεγάλης ανθρακικής αλυσίδας) και αποτελούν το κύριο συστατικό (σε ποσοστό μέχρι και 98% κ.β.) των φυτικών ελαίων και ζωικών λιπών. Στον Πίνακα 1 δίνεται η σύσταση των τριγλυκεριδίων ορισμένων γνωστών φυτικών ελαίων και ζωικών λιπών.

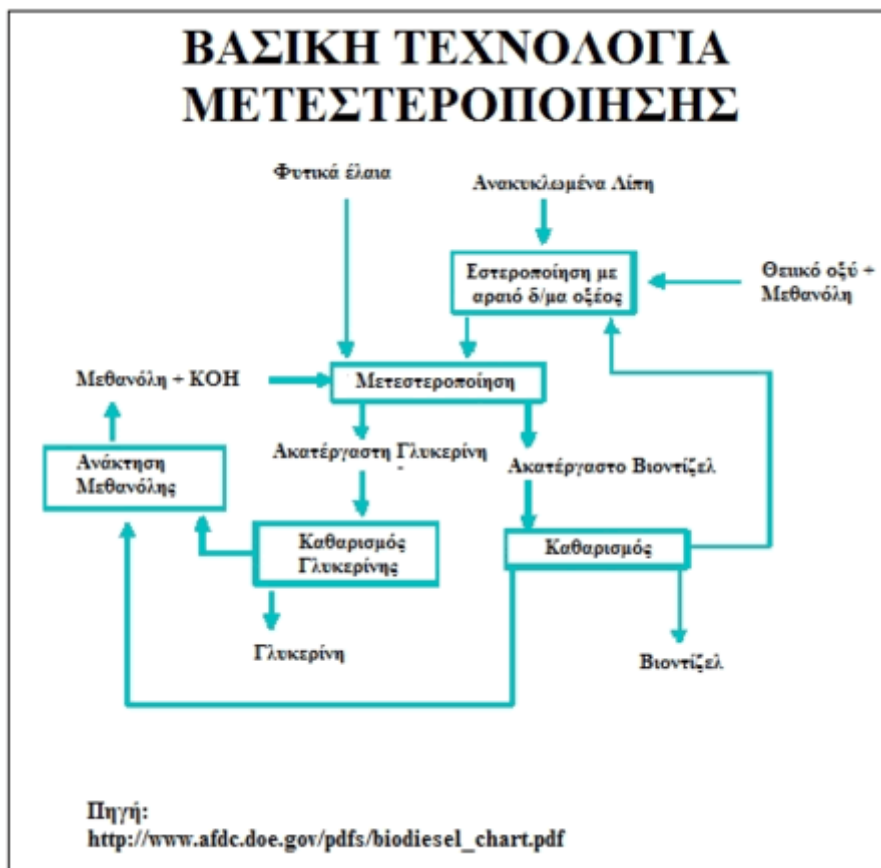
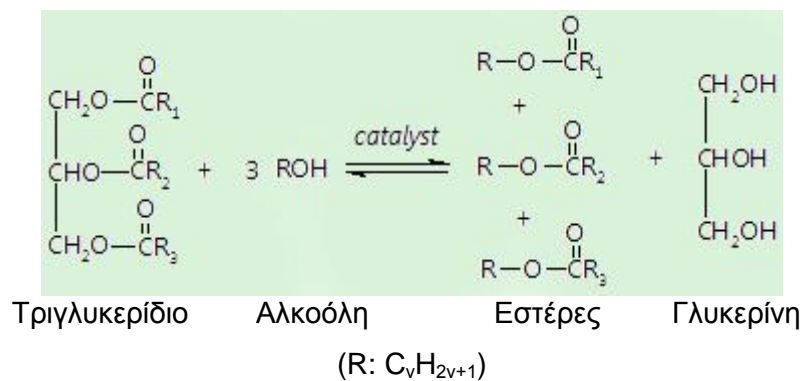
Ελαια και Λίπη	14:0	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	22:1
Σογιέλαιο	-	6-10	2-5	20-30	50-60	5-11	-	-
Καλαμποκέλαιο	1-2	8-12	2-5	19-49	34-62	ίχνη	-	-
Φυσικέλαιο	-	8-9	2-3	50-65	20-30	-	-	-
Ελαιόλαδο	-	9-10	2-3	73-84	10-12	ίχνη	-	-
Βαμβακέλαιο	0-2	20-25	1-2	23-35	40-50	ίχνη	-	-
Safflower(1)	-	5.9	1.5	8.8	83.8	-	-	-
Safflower(2)	-	4.8	1.4	74.1	19.7	-	-	-
Κραμβέλαιο(2)	-	4.3	1.3	59.9	21.1	13.2	-	-
Κραμβέλαιο(3)	-	3.0	0.8	13.1	14.1	9.7	7.4	50.7
Βούτυρο	7-10	24-26	10-13	28-31	1-2.5	2-.5	-	-
Λαρδί	1-2	28-30	12-18	40-50	7-13	0-1	-	-
Tallow	3-6	24-32	20-25	37-43	2-3	-	-	-
Linseed Oil	-	4-7	2-4	25-40	35-40	25-60	-	-
Κίτρινο Λίπος	2.43	23.24	12.96	44.32	6.97	0.67	-	-

Πίνακας 4

Τυπική σύσταση διαφόρων ελαίων και λιπών.

Ως αλκοόλη χρησιμοποιείται συνήθως η μεθανόλη λόγω του χαμηλού κόστους και των φυσικών και χημικών πλεονεκτημάτων που διαθέτει. Ειδικοί καταλύτες (βάσεις, οξέα και ένζυμα) βοηθούν την αντίδραση, η οποία πραγματοποιείται σε χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες. Κατά τη διάρκεια της αντίδρασης μετεστεροποίησης τα λιπαρά τμήματα του τριγλυκεριδίου αντικαθίστανται από το υδροξύλιο της αλκοόλης οπότε παράγονται αλκυλεστέρες λιπαρών οξέων και ως ενδιάμεσα διγλυκερίδια και μονογλυκερίδια, τα οποία με τη σειρά τους δίνουν νέους αλκυλεστέρες. Στο τέλος της αντίδρασης έχουν παραχθεί οι αλκυλεστέρες των λιπαρών οξέων (μεθυλεστέρες εφόσον ως αλκοόλη έχει χρησιμοποιηθεί η μεθανόλη), οι οποίοι αποτελούν το βιοντίζελ, και γλυκερίνη ως παραπροϊόν. Ακολουθεί κατάλληλος διαχωρισμός των προϊόντων και καθαρισμός του παραγόμενου βιοντίζελ.

Στο κάτωθι σχήμα φαίνεται συνοπτικά η αντίδραση μετεστεροποίησης τριγλυκεριδίου με αλκοόλη.



Εικόνα 4
 Βασική τεχνολογία μετεστεροποίησης

2.4.2 Πλεονεκτήματα του βιοντίζελ

Ως προϊόν ανανεώσιμων πηγών ενέργειας το βιοντίζελ είναι καθαρό, μη τοξικό και βιοαποικοδομήσιμο καύσιμο, δεν περιέχει αρωματικές ενώσεις και οι εκπομπές των ρυπαντών οξειδίων του θείου, μονοξειδίου του άνθρακα, άκαυστων υδρογονανθράκων και αιθάλης που προέρχονται από την καύση του στις μηχανές ντίζελ είναι πολύ χαμηλές. Η παρουσία του θείου στα καύσιμα ευθύνεται για τα οξείδια του θείου (SOx) στα καυσαέρια τα οποία αποτελούν έναν από τους κυριότερους ρύπους του ντίζελ. Στο βιοντίζελ η περιεκτικότητα σε θείο είναι πάρα πολύ μικρή, σχεδόν μηδενική. Επίσης, το βιοντίζελ περιέχει αρκετό οξυγόνο (περίπου 10% κ.β.) που καθιστά την καύση λιγότερο ατελή, με αποτέλεσμα η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε μονοξείδιο του άνθρακα (CO), σε άκαυστους υδρογονάνθρακες (H/C) και σε αιθάλη να είναι πολύ μικρότερη απ'ότι στο συμβατικό ντίζελ. Επιπλέον, η καύση του βιοντίζελ δεν αυξάνει το επίπεδο του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (το οποίο είναι υπεύθυνο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου), αφού η ποσότητα του CO₂ που απελευθερώνεται κατά τη διάρκεια της καύσης αφομοιώνεται στη συνέχεια από το φυτό κατά τη φωτοσύνθεση.

Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει το τυπικό προφίλ εκπομπών από την καύση του καθαρού βιοντίζελ (B100), αλλά και ενός από τα πλέον συνηθισμένα μίγματα του με συμβατικό ντίζελ το οποίο αποτελείται από 20% βιοντίζελ και 80% ντίζελ (B20), χρησιμοποιώντας ως αναφορά τις εκπομπές από την καύση του πετρελαϊκού ντίζελ.

Εκπομπές % για B100 και B20 σε σύγκριση με του συμβατικού ντίζελ		
Εκπομπή	B100*	B20*
Μονοξείδιο του άνθρακα	-48%	-12%
Άκαυστοι υδρογονάνθρακες	-67%	-20%
Σωματίδια	-47%	-12%
Οξείδια του αζώτου	+10%	+2%
Οξείδια του Θείου	-100%	-20%
Τοξικά αέρια	-60% έως -90%	-12% έως -20%

Πίνακας 5

***B100** (100% Βιοντίζελ), **B20** (μίγμα αποτελούμενο από 20% Βιοντίζελ και 80% ντίζελ)

Εκτός από το γεγονός ότι πλεονεκτεί ως ανανεώσιμο καύσιμο το βιοντίζελ εμφανίζει παρόμοιες φυσικοχημικές ιδιότητες με το συμβατικό ντίζελ, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις έχει και καλύτερα χαρακτηριστικά από αυτό, όπως μεγαλύτερο σημείο ανάφλεξης οπότε είναι ασφαλέστερο στη χρήση, μικρότερη ποσότητα θείου αλλά μεγαλύτερη λιπαντική ικανότητα λόγω του οξυγόνου που περιέχει και μεγαλύτερο

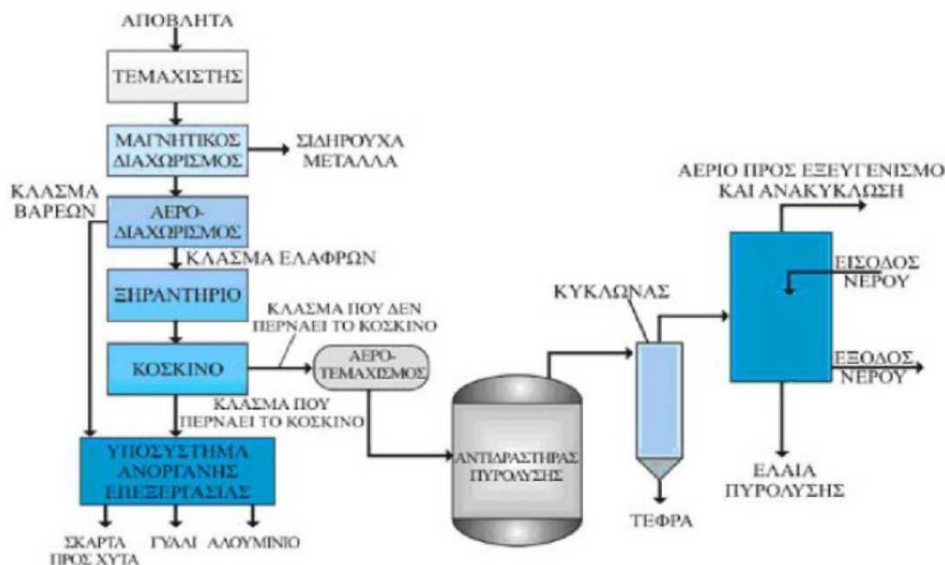
αριθμό κετανίου. Η μείωση του περιεχόμενου θείου που επιβάλλεται στα ορυκτά καύσιμα έχει αρνητική επίδραση στη λίπανση του κινητήρα γιατί μειώνονται οι λιπαντικές ενώσεις του θείου. Έτσι, τα διυλιστήρια κάνουν χρήση πανάκριβων και ταυτόχρονα μη βιοαποικοδομήσιμων πρόσθετων για την επαναφορά της λιπαντικότητας του καυσίμου. Η προσθήκη, όμως, του βιοντίζελ στο πετρελαϊκό ντίζελ, ακόμα και σε περιεκτικότητες μικρότερες από 1% κ.β., επαναφέρει τη λιπαντική ικανότητα του καυσίμου, οπότε με τη χρήση του βιοντίζελ παρατείνεται η ζωή του πετρελαιοκινητήρα και τα διυλιστήρια εξοικονομούν αρκετά χρήματα. Ο μεγαλύτερος αριθμός κετανίου που παρουσιάζει το βιοντίζελ έναντι του συμβατικού ντίζελ αντισταθμίζει το γεγονός ότι κατά την καύση του το βιοντίζελ απελευθερώνει ενέργεια μικρότερη από την ενέργεια που απελευθερώνει το συμβατικό ντίζελ. Έτσι η απόδοση ενός πετρελαιοκινητήρα που κινείται με καθαρό βιοντίζελ κυμαίνεται τουλάχιστον στα επίπεδα του συμβατικού ντίζελ. Επίσης, το βιοντίζελ είναι κατάλληλο για τους ήδη υπάρχοντες πετρελαιοκινητήρες, όπου δεν χρειάζεται να γίνει σχεδόν καμία μετατροπή ακόμα και αν χρησιμοποιηθεί αμιγές βιοντίζελ.

2.5 Πυρόλυση Βιομάζας

Η ταχεία πυρόλυση της βιομάζας (biomass fast pyrolysis) είναι μια διεργασία κατά την οποία η πρώτη ύλη θερμαίνεται ταχύτατα σε θερμοκρασίες 450-500 °C, σε συνθήκες έλλειψης αέρα (οπότε και οξυγόνου). Σε αυτές τις συνθήκες παράγονται, ατμοί οργανικών ενώσεων, μη συμπυκνώσιμα αέρια και ρευστή πίσσα. Οι ατμοί των οργανικών ενώσεων στη συνέχεια συμπυκνώνονται, παράγοντας το έλαιο πυρόλυσης (pyrolysis oil) ή βιοέλαιο (bio-oil). Στις συνήθεις περιπτώσεις, περίπου 50-75% κατά βάρος της τροφοδοτούμενης βιομάζας μετατρέπεται σε έλαιο πυρόλυσης.

Το τεράστιο πλεονέκτημα της διεργασίας είναι ότι μετατρέπει οποιαδήποτε προβληματική στη διαχείριση βιομάζα, διαφορετικής προέλευσης, σε ένα καθαρό και ομοιογενές υγρό καύσιμο. Το έλαιο πυρόλυσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας, καυσίμων ή χημικών προϊόντων. Η ενεργειακή πυκνότητα του ελαίου (δηλαδή η ενέργεια που αποδίδει ανά μονάδα όγκου του) είναι έως 5 φορές μεγαλύτερη από εκείνη της αρχικής βιομάζας, γεγονός που προσφέρει ουσιαστικά διαχειριστικά πλεονεκτήματα. Επιπρόσθετο πλεονέκτημα είναι η δυνατότητα χρήσης του ελαίου σε υψηλότερης απόδοσης στροβίλους παραγωγής ενέργειας. Τέλος, η δυνατότητα μεταφοράς του καυσίμου από το σημείο παραγωγής του σε διαφορετικό σημείο παραγωγής ενέργειας παρέχει μεγαλύτερη ευελιξία στο

σύστημα διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας, μειώνοντας αποφασιστικά τις απώλειες του δικτύου.



Εικόνα 5
Διεργασία Πυρόλυσης

Μεγάλη ποικιλία διαφορετικών ειδών βιομάζας μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διεργασία. Για την επιτυχημένη μετατροπή της βιομάζας είναι απαραίτητη η προεπεξεργασία της: τεμαχισμός της σε ομοιόμορφα μικρά κομμάτια (μικρότερα από 10 mm) και ξήρανση της ώστε η υγρασία της να είναι μικρότερη από 10%. Με ορθό ενεργειακό σχεδιασμό της μονάδας πυρόλυσης, η απαιτούμενη θερμότητα για την ξήρανση της βιομάζας μπορεί να προέλθει από την ίδια την μονάδα, μειώνοντας έτσι τα λειτουργικά της κόστη και ενισχύοντας το περιβαλλοντικό της αποτύπωμα.

Τα πλεονεκτήματα που συνοδεύουν την τεχνολογία ταχείας πυρόλυσης της βιομάζας έχουν οδηγήσει σε ραγδαία αύξηση των ερευνητικών προσπαθειών στο αντικείμενο. Ως επιστέγασμα των προσπαθειών αυτών, έρχεται η εμφάνιση των πρώτων μονάδων πυρόλυσης της βιομάζας σε εμπορική, πλέον, κλίμακα. Στην Αλμπέρτα του Καναδά, για παράδειγμα, βρίσκεται στη φάση του σχεδιασμού και της αδειοδότησης η μεγαλύτερη μονάδα παραγωγής ενέργειας από πυρόλυση βιομάζας. Η συγκεκριμένη μονάδα θα επεξεργάζεται 400 τόνους βιομάζας ημερησίως (κυρίως πριονίδι και chips ξύλου) ενώ αναμένεται ότι θα παράγει αρκετή ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να καλυφθούν πλήρως οι ετήσιες ανάγκες 3.800 κατοικιών.

3. Περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας. Πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα.

3.1 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Κατά τη χρήση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας παρουσιάζονται διάφορα προβλήματα, τα οποία είναι διαφορετικά ανάλογα με το είδος της βιομάζας. Παρουσιάζονται επίσης περιβαλλοντικά οφέλη σε σχέση με τη χρησιμοποίηση συμβατικών καυσίμων για παραγωγή ενέργειας.

Κατά τη δημιουργία της βιομάζας απορροφάται διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, με συνέπεια τη μείωση της συγκέντρωσής του και τη μείωση της επίτασης του φαινομένου του θερμοκηπίου.

<i>Είδος</i>	<i>Άνθρακας (TN / στρ. Ετησίως)</i>
Ορθολογικής εκμετάλλευσης δάση εύκρατων ζωνών	0,36
Φυσικές δασώδεις εκτάσεις εύκρατων ζωνών	
Αγρο-δασικά τροπικά συστήματα	0,12
Τροπικά δάση ορθολογικής διαχείρισης	0,10
Τροπικές φυτείες βιομηχανικής εκμετάλλευσης	0,70
Φυσικές τροπικές δασώδεις εκτάσεις	0,20

Πίνακας 6

Απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα από διάφορες δασικές εκτάσεις.

Η καύση της βιομάζας συνεπάγεται έκλυση CO₂. Θεωρείται όμως ότι η βιομάζα έχει

ουδέτερη επίδραση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθώς η έκλυση CO₂ αντισταθμίζεται με την απορρόφησή του κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης για τη δημιουργία ισόποσης βιομάζας. Λόγω του ότι η συγκέντρωση του θείου στη βιομάζα είναι μικρότερη απ' ό,τι στα ορυκτά καύσιμα, η έκλυση SO₂ κατά την καύση της είναι μικρότερη. Συνεπώς η καύση της βιομάζας έχει μικρότερη επίπτωση στο φαινόμενο της όξινης βροχής απ' ό,τι τα ορυκτά καύσιμα.

Κατά την καύση της βιομάζας στα περισσότερα συστήματα επιτυγχάνονται χαμηλές αποδόσεις. Έτσι δημιουργούνται σημαντικές θερμικές απώλειες στο περιβάλλον και συνεπώς προκαλείται θερμική ρύπανση. Ταυτόχρονα εκλύονται σωματίδια, CO και πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες. Θετικό στοιχείο στην καύση της βιομάζας είναι το μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και το ότι δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Επίσης, η μηδαμινή ύπαρξη

του θείου στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO₂) που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή.

Όταν χρησιμοποιούνται βιομηχανικά απόβλητα για την παραγωγή ενέργειας με αναερόβια χώνευση μειώνεται το ρυπαντικό φορτίο των βιομηχανικών αποβλήτων. Το ίδιο συμβαίνει με τα κτηνοτροφικά απόβλητα. Η ιλύς που παραμένει μετά την χώνευσή τους έχει μικρότερο ρυπαντικό φορτίο από τα αρχικά απόβλητα, καθώς οι πολύπλοκες οργανικές ενώσεις έχουν αποδομηθεί κατά τη διάρκεια της αναερόβιας χώνευσης.

Ταυτόχρονα διαπιστώνεται σημαντική μείωση των δυσοσμίων. Το ίδιο συμβαίνει με την ιλύ των εγκαταστάσεων επεξεργασίας αστικών λυμάτων. Μετά τη χώνευσή της είναι σταθεροποιημένη, καθώς οι πολύπλοκες οργανικές ενώσεις έχουν διασπασθεί σε απλούστερες, και οι δυσοσμίες είναι λιγότερες.

Η δημιουργία ενεργειακών φυτειών και η παραγωγή βιοαιθανόλης προκαλεί υγρά απόβλητα δύσκολα επεξεργάσιμα και με υψηλό ρυπαντικό φορτίο. Η χρήση όμως της αιθανόλης σαν καύσιμο δημιουργεί λιγότερους αέριους ρύπους από ότι η βενζίνη. Η παραγωγή φυτικών ελαίων όταν γίνεται με έκθλιψη δημιουργεί υγρά απόβλητα. Αντίθετα η εστεροποίηση των τριγλυκεριδίων τους δεν δημιουργεί υγρά απόβλητα.

Συμπερασματικά η χρήση της βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς έχει θετικές αλλά και αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον παρόλα αυτά, είναι απαραίτητη για την σύσταση του ενεργειακού μίγματος της χώρας μας καθώς πρόκειται για μία φυσικής προέλευσης, ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και έχει σαφώς λιγότερο σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

3.2 Οικονομικές επιπτώσεις

Η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα βοηθά την αύξηση του εθνικού εισοδήματος, εφόσον ενθαρρύνει την εκμετάλλευση με αποδοτικό τρόπο των αχρησιμοποίητων ή των υπο-εκμεταλλεζόμενων αποθεμάτων, όπως τα απόβλητα και τα υπολείμματα που μέχρι σήμερα παρέμειναν αχρησιμοποίητα, οι εγκαταλελειμμένες γαίες, η ανεκμετάλλευτη εργασία κ.λπ.

Για τις μικροοικονομικές επιπτώσεις της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας δεν είναι εύκολο να διατυπωθούν γενικοί κανόνες, γιατί το οικονομικό περιβάλλον είναι διαφορετικό σε πολλές χώρες.

Πολλά στοιχεία που υπάρχουν είναι ατεκμηρίωτα, ενώ πειραματικές και αρκετές πιλοτικές εγκαταστάσεις λειτουργούν σε διάφορα μέρη του κόσμου, από τις οποίες αργότερα μπορούν να εξαχθούν πολλά συμπεράσματα.

3.3 Κοινωνικές επιπτώσεις

Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας έχει θετικές κοινωνικές επιπτώσεις. Έτσι η παραγωγή βιομάζας δημιουργεί απασχόληση στον αγροτικό τομέα, ιδιαίτερα σήμερα που η πράσινη επανάσταση, με την αύξηση της παραγωγικότητας στη γεωργία έχει αυξήσει την απασχόληση του αγροτικού πληθυσμού.

Η κατασκευή συστημάτων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας μπορεί να γίνει από μικρές τοπικές βιοτεχνίες όπως π.χ. η κατασκευή τζακιών, εστιών καύσης του ξύλου, καθώς και συστημάτων θέρμανσης με χρήση του πυρηνόξυλου. Με τον τρόπο αυτό τονώνεται η απασχόληση στις τοπικές κοινωνίες και στηρίζεται η τοπική παραγωγή μικρών μονάδων.

3.4 Πλεονεκτήματα από την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας είναι τα ακόλουθα:

- Η αποτροπή του φαινομένου του θερμοκηπίου, το οποίο οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) που παράγεται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Η βιομάζα δεν συνεισφέρει στην αύξηση της συγκέντρωσης του ρύπου αυτού στην ατμόσφαιρα γιατί, ενώ κατά την καύση της παράγεται CO₂, κατά την παραγωγή της και μέσω της φωτοσύνθεσης επαναδεδεσμεύονται σημαντικές ποσότητες αυτού του ρύπου.
- Η αποφυγή της επιβάρυνσης της ατμόσφαιρας με το διοξείδιο του θείου (SO₂) που παράγεται κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων και συντελεί στο φαινόμενο της όξινης βροχής. Η περιεκτικότητα της βιομάζας σε θείο είναι πρακτικά αμελητέα.
- Η μείωση της ενεργειακής εξάρτησης, που είναι αποτέλεσμα της εισαγωγής καυσίμων από τρίτες χώρες, με αντίστοιχη εξοικονόμηση συναλλάγματος.
- Η εξασφάλιση εργασίας και η συγκράτηση των αγροτικών πληθυσμών στις παραμεθόριες και τις άλλες γεωργικές περιοχές, συμβάλλει δηλαδή η βιομάζα στην περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας.

3.5 Μειονεκτήματα από την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας

Τα μειονεκτήματα που συνδέονται με τη χρησιμοποίηση της βιομάζας και αφορούν, ως επί το πλείστον, δυσκολίες στην εκμετάλλευσή της, είναι τα εξής:

- Ο μεγάλος όγκος της και η μεγάλη περιεκτικότητά της σε υγρασία, ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας.
- Η δυσκολία στη συλλογή, μεταποίηση, μεταφορά και αποθήκευσή της, έναντι των ορυκτών καυσίμων.
- Οι δαπανηρότερες εγκαταστάσεις και εξοπλισμός που απαιτούνται για την αξιοποίηση της βιομάζας, σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας.
- Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της.

Εξ αιτίας των παραπάνω μειονεκτημάτων και για την πλειοψηφία των εφαρμογών της, το κόστος της βιομάζας παραμένει, συγκριτικά προς το πετρέλαιο, υψηλό. Ήδη, όμως, υπάρχουν εφαρμογές στις οποίες η αξιοποίηση της βιομάζας παρουσιάζει οικονομικά οφέλη. Επιπλέον, το πρόβλημα αυτό βαθμιαία εξαλείφεται, αφ' ενός λόγω της ανόδου των τιμών του πετρελαίου, αφ' ετέρου και σημαντικότερο, λόγω της βελτίωσης και ανάπτυξης των τεχνολογιών αξιοποίησης της βιομάζας. Τέλος, πρέπει κάθε φορά να συνυπολογίζεται το περιβαλλοντικό όφελος, το οποίο, αν και συχνά δεν μπορεί να αποτιμηθεί με οικονομικά μεγέθη, εντούτοις είναι ουσιαστικής σημασίας για την ποιότητα της ζωής και το μέλλον της ανθρωπότητας.

4. Διαχείριση απορριμμάτων

4.1 Γενικά

Η διαχείριση απορριμμάτων έχει προαχθεί σήμερα στις πρώτες θέσεις της ατζέντας για το περιβάλλον, καθώς οι δραστηριότητες και το ενδιαφέρον πολιτών και κυβερνήσεων σε ολόκληρο τον κόσμο έχουν φτάσει σε επίπεδα άνευ προηγουμένου. Η διαχείριση απορριμμάτων, τόσο σε περιφερειακό όσο και σε τοπικό επίπεδο, περιλαμβάνει προβλήματα σχεδιασμού εντελώς διαφορετικά από αυτά του απώτερου αλλά και του σχετικά πρόσφατου παρελθόντος. Η αυξανόμενη συνειδητοποίηση για τα περιβαλλοντικά προβλήματα έχει αναγκάσει τις εθνικές κυβερνήσεις αλλά και τις τοπικές αρχές στην αναζήτηση νέων τεχνικών και οργανωτικών λύσεων για μελλοντικά συστήματα διαχείρισης απορριμμάτων.

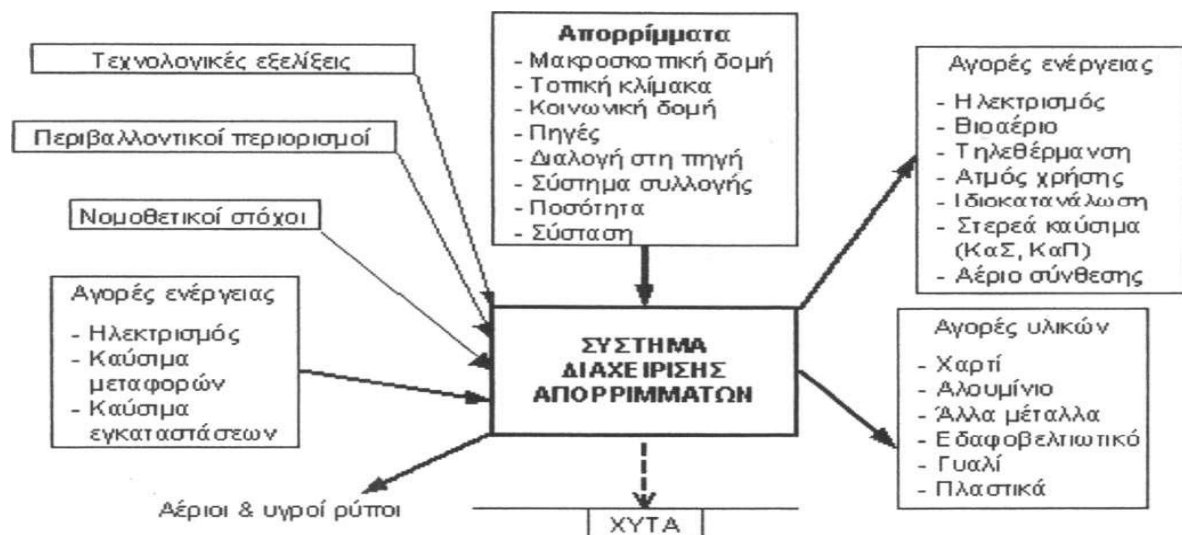
Τα παρόντα προβλήματα διαχείρισης απορριμμάτων έχουν οξυνθεί σε πολλές περιοχές, καθώς οι υπάρχοντες ΧΥΤΑ γεμίζουν με ταχείς ρυθμούς, ενώ οι Μονάδες Θερμικής Επεξεργασίας (ΜΘΕ) - όπου αυτές υφίστανται - είτε χρησιμοποιούνται στο όριο της δυναμικότητάς τους, είτε αντιμετωπίζουν προβλήματα τροφοδοσίας και αποδοχής. Οι πολιτικές και κοινωνικές αντιδράσεις έχουν καταστήσει σχεδόν αδύνατη την εξασφάλιση νέας δυναμικότητας (δηλαδή θέσεις που είναι ταυτοχρόνως προσεγγίσιμες και τεχνολογικά κατάλληλες για ΧΥΤΑ, όπως επίσης εγκρίσεις για ΜΘΕ). Επιπλέον, σε πολλές περιοχές παρατηρείται αύξηση των παραγόμενων ποσοτήτων απορριμμάτων παρά την εκτεταμένη προδιαλογή και ανακύκλωση υλικών. Στην Εικόνα 2 δείχνονται οι πιο σημαντικοί παράγοντες στο περιβάλλον ενός συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων.

Οι βιομηχανικές χώρες έχουν προχωρήσει κατά τα τελευταία χρόνια σε διάφορες νομοθετικές πρωτοβουλίες και διαδικασίες, οι οποίες αποσκοπούν στο να ενθαρρύνουν την ελάττωση της παραγωγής απορριμμάτων και την αύξηση της επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης των συστατικών τους. Είναι πάντως αξιοσημείωτο ότι οι περισσότερες προσπάθειες εστιάσθηκαν στα επικίνδυνα και τοξικά απόβλητα, ενώ τα μεγάλα ρεύματα απορριμμάτων (αστικά, βιομηχανικά, μπάζα, ιλείς) αντιμετωπίζονται με περίπου τον ίδιο τρόπο όπως και παλαιότερα.

Η ανάκτηση οικονομικής αξίας από τις ποσότητες των απορριμμάτων έχει αναχθεί σε παγκόσμια αναγκαιότητα. Η νομοθεσία πολλών κρατών επιβάλλει τη διατήρηση των οικονομικών, υλικών και φυσικών πόρων. Σε ένα τέτοιο πλαίσιο λαμβάνεται συχνά υπόψη μόνον η ανακύκλωση τη στιγμή που απαιτείται μία περισσότερο ολοκληρωμένη προσέγγιση για έναν αποδοτικό έλεγχο των ροών απορριμμάτων. Για την επανένταξη των ροών αυτών στην οικονομία προσφέρονται

σήμερα διάφορες μέθοδοι, με την τελικά επιλεγόμενη να πρέπει να συνεκτιμά την οικολογική αποδοτικότητα, οικονομικές πτυχές αλλά και την πολιτική αποδοχή.

Το παραπάνω πλαίσιο έχει φέρει στο προσκήνιο την αναγκαιότητα Συστημάτων Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Απορριμμάτων (ΣΟΔΑ). Η βασική αρχή πίσω από την παραπάνω έννοια είναι η εκτροπή (*diversion*) όσο το δυνατόν μεγαλύτερης ποσότητας απορριμμάτων από την τελική, αναπόφευκτη διάθεση στο έδαφος, σύμφωνα με μία ποικιλία οικονομικών, περιβαλλοντικών, τεχνολογικών, πολιτικών και κοινωνικών κριτηρίων. Για το σκοπό αυτό αναπτύσσεται μία ολόκληρη *ιεραρχία διαχείρισης*. Κάθε ΣΟΔΑ είναι εκ φύσεως σύνθετο καθώς εμπεριέχει διαφορετικά αλληλοσυνδεόμενα προβλήματα ενώ καλείται να ανταποκριθεί σε συχνά αντικρουόμενους αντικειμενικούς σκοπούς και στόχους. Ως εκ τούτου, η αξιολόγηση των διαφόρων εναλλακτικών λύσεων κατά το σχεδιασμό και τη διαχείρισή του καθίσταται ιδιαίτερα δύσκολη.



Εικόνα 6

Παράγοντες που επηρεάζουν την διαχείριση απορριμμάτων

Ως *σχεδιασμός* στο πεδίο της διαχείρισης απορριμμάτων αλλά και γενικότερα ορίζεται η διαδικασία μέσω της οποίας μετρούνται και αξιολογούνται οι σχετικές ανάγκες της κοινωνίας, ενώ αναπτύσσονται υλοποιήσιμες εναλλακτικές λύσεις προς παρουσίαση στους αποφασίζοντες. Σε αυτό το είδος σχεδιασμού έχουν μόνον εν μέρει κατανοηθεί μέχρι σήμερα οι περισσότεροι από τους εμπλεκόμενους τεχνικούς, περιβαλλοντικούς, οικονομικούς, κοινωνικούς και πολιτικούς παράγοντες. Επιπλέον, η φύση όλων των παραπάνω παραγόντων και αλληλοσυσχετίσεων είναι τόσο δυναμική, ώστε είναι ιδιαίτερα δύσκολη και χρονοβόρα η συγκέντρωση των σχετικών

δεδομένων. Παρά όμως τις δυσκολίες αυτές, έχουν προσδιορισθεί ορισμένες κατευθυντήριες γραμμές σχεδιασμού και μέθοδοι προσέγγισης του προβλήματος.

4.2 Διαχείριση απορριμμάτων στην Ελλάδα

Σε πανελλαδικό επίπεδο, η διάθεση των απορριμμάτων τείνει να εξελιχθεί σε μεγάλο κοινωνικό πρόβλημα, καθώς γίνεται με τη μέθοδο της (συχνά ανεξέλεγκτης) απόρριψης και κάποτε (σε ορισμένες περιπτώσεις μόνον υγειονομικής) ταφής. Το όλο θέμα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων έχει εκχωρηθεί από πολύ παλιά (σε μεγάλο ποσοστό εν' λευκώ) στους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ), εξαιτίας όχι κάποιας πολιτικής αποκέντρωσης αλλά εξαιτίας μίας τάσης απαλλαγής της πολιτικής εξουσίας από τις ευθύνες ενός τέτοιου έργου, το οποίο συνεπάγεται μόνο κόστος από πλευράς πολιτικής. Όσον αφορά στρατηγικές για βελτίωση της διαχείρισης απορριμμάτων, γενικές κατευθυντήριες γραμμές πλεύσης αποτελούν προγράμματα ευρείας κλίμακας για ανακύκλωση χαρτιού / αλουμινίου / γυαλιού / πλαστικών με διαλογή στην πηγή, σε συνδυασμό με πιλοτικές μονάδες μηχανικού διαχωρισμού (άλλοι συνώνυμοι δόκιμοι όροι είναι λιπασματοποίηση, κομποστοποίηση και βιοσταθεροποίηση) και καύσης.

Στο παρελθόν έχουν λειτουργήσει για σχετικά μικρά χρονικά διαστήματα μία μονάδα λιπασματοποίησης (κομποστοποίησης ή βιοσταθεροποίησης) στο Καλοχώρι Θεσσαλονίκης και μία μονάδα καύσης (Ζάκυνθος), επί του παρόντος λειτουργούν μονάδες μηχανικής διαλογής στην Αττική και την Καλαμάτα (με συνδιάθεση ιλύος από τη μονάδα βιολογικού καθαρισμού της πόλης), ενώ μεγάλη έμφαση έχει ορθά από καιρό δοθεί στον προσδιορισμό της ποιοτικής σύστασης των στερεών αστικών αποβλήτων. Αυτό πάντως που θεωρείται πρωτίστης σπουδαιότητας και άμεσα εφαρμόσιμο είναι η καταγραφή όλων των χώρων απόρριψης ανά την επικράτεια, η επιτόπου διεξαγωγή υδρογεωλογικών μελετών και η όσο το δυνατόν αριθμητική συρρίκνωσή τους σε ένα σύνολο από λιγότερους χώρους μεγαλύτερου μεγέθους και με καλύτερα ελεγχόμενη διάθεση, με ταυτόχρονη εξυγίανση των παλαιών χώρων. Η μέχρι σήμερα πρακτική της διαχείρισης απορριμμάτων δείχνει ότι μοναδικό μέλημα είναι η απομάκρυνσή τους από τις πόλεις. Σε πολλούς χώρους απόρριψης τα σκουπίδια (αυτ)αναφλέγονται και καίγονται κάθε τόσο επί τόπου (για αυτό το πράγμα η Ελλάδα έχει καταδικασθεί από το Ευρωπαϊκό Δικαστήριο μ.ά. και για το θέμα του φαραγγιού του Κουρουπητού έξω από τα Χανιά).

Η Ελλάδα είναι μία χώρα με έντονη τουριστική κίνηση και αυτή η παράμετρος εισάγει πρόσθετα προβλήματα σε θέματα διαχείρισης απορριμμάτων (τα οποία είναι ανύπαρκτα π.χ. σε χώρες της βορείου Ευρώπης), καθώς τόσο η ποσότητα όσο και η σύσταση των παραγομένων απορριμμάτων παρουσιάζει διακυμάνσεις, χωρικές και

εποχιακές. Ιδιαιτερότητα παρουσιάζει εδώ το θέμα των ελληνικών νησιών, όπου αφενός η ετήσια παραγωγή και σύσταση των απορριμμάτων παρουσιάζει μεγάλες εποχιακές διακυμάνσεις εξαιτίας του τουρισμού και αφετέρου τα εδάφη είναι ως επί το πλείστον ασβεστολιθικά δηλαδή περατά (άρα ακατάλληλα για Υγειονομική Ταφή). Εδώ, μονάδες καύσης και μηχανικής διαλογής αποτελούν ιδιαίτερα προσιτές λύσεις, με μία μονάδα καύσης να μην είναι απαραίτητο να κατασκευασθεί με πολυδάπανα συστήματα αντιρρύπανσης, κάτι που θα επιβάλλονταν από τη στιγμή που αυτή κατασκευάζονταν π.χ. στο λεκανοπέδιο της Αττικής. Αυτό οφείλεται στην πρακτικά ασήμαντη προκύπτουσα ατμοσφαιρική ρύπανση από τη στιγμή που οι ρύποι εκπέμπονται σε περιοχή με μηδαμινή πρωθύστερη ατμοσφαιρική επιβάρυνση αλλά και διασκορπίζονται εύκολα από τον άνεμο. Το θέμα των αποστάσεων από μονάδες απορρόφησης ενδεχόμενων ανακυκλωμένων υλικών καθιστά επιβεβλημένη την ύπαρξη επιτόπου π.χ. κάποιας πρέσας για μείωση του όγκου τους αλλά και τη διερεύνηση επιμέρους λύσεων που θα καλύψουν αυτό το πρόβλημα (π.χ. φορτηγά που φθάνουν φορτωμένα με κάποιο εμπόρευμα σε ένα νησί και το αδειάζουν, μπορούν να παραλαμβάνουν τα ανακυκλωμένα υλικά στο ταξίδι επιστροφής αντί να επιστρέφουν άδεια - περίπτωση Ζακύνθου από το 1993 και μετά). Αξίζει να σημειωθεί ότι σε ολόκληρη την Ευρώπη γίνεται πολύ δημοφιλής πλέον η έννοια του "οικολογικού τουρισμού" (πρωτοπόρος σε αυτό το πεδίο μπορεί να θεωρηθεί παγκοσμίως η Ελβετία).

4.3 Διαχείριση απορριμμάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Εδώ και είκοσι χρόνια η Ευρωπαϊκή Ένωση προσπαθεί να μειώσει την παραγωγή των απορριμμάτων και να βελτιώσει τις μεθόδους διαχείρισης. Ωστόσο το πρόβλημα είναι πολύπλοκο και η αντιμετώπισή του δύσκολη. Έτσι παρά τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα στον τομέα της ανακύκλωσης κάποιων υλικών, όπως το χαρτί και το γυαλί, η παραγωγή των απορριμμάτων εξακολουθεί να αυξάνει. Μέχρι το 2000 η ποσότητα των απορριμμάτων που παρήχθησαν στην Ευρώπη είχε αυξηθεί κατά 30% σε σχέση με το 1985, παρά το στόχο του 5ου Προγράμματος για το Περιβάλλον να σταθεροποιηθεί η παραγωγή των απορριμμάτων στα επίπεδα του 1985. Δυστυχώς έχουμε να διανύσουμε πολύ δρόμο ακόμη μέχρι να πετύχουμε αυτό το στόχο. Η Ευρωπαϊκή Ένωση υποστηρίζει και προωθεί την αειφόρο και φιλική προς το περιβάλλον διαχείριση απορριμμάτων, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η προστασία της υγείας και του περιβάλλοντος.

Η ευρωπαϊκή στρατηγική καθορίζεται από τέσσερις βασικές αρχές:

- ✓ **Πρόληψης:** πρέπει να μειωθεί η παραγωγή των απορριμμάτων λαμβάνοντας τα κατάλληλα μέτρα στην πηγή τους.
- ✓ **«Ο ρυπαίνων πληρώνει»:** το κόστος για την ορθή διαχείριση απορριμμάτων πρέπει να το αναλαμβάνει αυτός που τα παράγει.
- ✓ **Προφύλαξης:** όπου υπάρχει αμφιβολία πρέπει να θεωρούμε ότι είναι πιθανό να προκύψουν προβλήματα.
- ✓ **Εγγύτητας:** η αντιμετώπιση των αποβλήτων πρέπει να πραγματοποιείται όσο το δυνατόν πλησιέστερα προς την πηγή τους.

5. Νομικό πλαίσιο διαχείρισης απορριμμάτων

5.1 Γενικά

Στις πιο πυκνοκατοικημένες περιοχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), η εναπόθεση των απορριμμάτων σε χωματερές έχει φθάσει στα όριά της. Αν και εξακολουθεί να αποτελεί ενδεχόμενη λύση σε άλλες περιοχές όπου υπάρχουν ακόμη διαθέσιμες εκτάσεις, τα περιθώρια στενεύουν μακροπρόθεσμα λόγω του κινδύνου μόλυνσης των υδάτων και του εδάφους καθώς και των διαμαρτυριών του ντόπιου πληθυσμού. Η χρήση χωματερών θα εξαρτηθεί από την ύπαρξη χωροταξικώς κατάλληλων και σωστά σχεδιασμένων εκτάσεων και από την προεπεξεργασία ορισμένων απορριμμάτων πριν καταλήξουν σε αυτές.

Η καύση των απορριμμάτων (συμπεριλαμβανομένων και των καινοτόμων μεθόδων θερμικής επεξεργασίας) αποτελεί ενδεδειγμένη λύση σε πολλές περιπτώσεις, δεδομένου ότι παρουσιάζει το προτέρημα της ανάκτησης ενέργειας. Ωστόσο, απαιτούνται επενδύσεις για την αποφυγή των εκπομπών τοξικών ουσιών, καθώς και προσεκτικός σχεδιασμός και διαχείριση της εγκατάστασης και επιλογή των χώρων.

Η καλύτερη λύση για τη μείωση του όγκου των απορριμμάτων είναι η ελάττωση της χρήσης υλικών συσκευασίας και η ανακύκλωση. Η ανακύκλωση προσφέρει σημαντικές δυνατότητες μείωσης της ρύπανσης. Κάθε τόνος χαρτιού που παρασκευάζεται από χρησιμοποιημένο χαρτί αντί ξύλου καθιστά δυνατό τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας κατά 1/4 έως 3/5 και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης κατά 75%. Η ανακύκλωση του χαρτιού, του χαρτονιού και του γυαλιού έχει, ως εκ τούτου, πρωταρχική σημασία. Στα κράτη μέλη, η αναλογία ανακυκλωμένου χαρτιού και χαρτονιού κυμαίνεται μεταξύ 28% και 53% (μέσος όρος ΕΕ: 49,6%) και του γυαλιού μεταξύ 21% και 70%.

5.2 Βασικές νομοθετικές διατάξεις

5.2.1. Βασική οδηγία

Η οδηγία 75/442 ορίζει τις βασικές αρχές για τη συλλογή, τη διάθεση, την ανακύκλωση και την επεξεργασία των αποβλήτων.

5.2.2 Άκρως επικίνδυνα απόβλητα

Η οδηγία 78/319 συμπληρώνει την οδηγία 75/442 σχετικά με τη διάθεση των τοξικών και επικινδύνων αποβλήτων. Περιλαμβάνει κατάλογο τοξικών και επικινδύνων ουσιών που υποδιαιρούνται σε 27 ομάδες. Τα κράτη μέλη πρέπει να διασφαλίσουν ότι τα εν λόγω απόβλητα αποθηκεύονται και τυγχάνουν επεξεργασίας μόνο σε εγκεκριμένες εγκαταστάσεις. Το κόστος της διάθεσης των αποβλήτων το οποίο δεν καλύπτεται από την ανακύκλωση πρέπει να καταλογίζεται με βάση την αρχή "ο ρυπαίνων πληρώνει".

Άλλες οδηγίες καλύπτουν την επεξεργασία ουσιών που δεν περιλαμβάνονται στον κατάλογο της οδηγίας 78/319:

- Χρησιμοποιημένα έλαια: οδηγία 75/439 (τελευταία τροποποίηση από την οδηγία 91/692).
- Πολυχλωροδιφαινύλια και πολυχλωροτριφαινύλια: οδηγία 76/403 (91/192).
- Απόβλητα από τη βιομηχανία διοξειδίου του τιτανίου: οδηγία 78/176 (92/112).
- Χρησιμοποίηση της ιλύος καθαρισμού λυμάτων στη γεωργία: οδηγία 86/278 (91/692) που ορίζει κοινοτικά μέτρα για την προστασία του εδάφους και τον περιορισμό της ανεξέλεγκτης χρήσης ιλύος καθαρισμού λυμάτων.
- Πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προκαλείται από τις νέες εγκαταστάσεις καύσης αστικών απορριμμάτων: οδηγίες 89/369 και 89/429 αυτές οι δύο οδηγίες προβλέπουν την καύση του 25% των απορριμμάτων που παράγονται στο σύνολο της Κοινότητας ορίζουν προδιαγραφές εκπομπών για τα βαρέα μέταλλα, για το υδροχλωρικό οξύ, το υδροφθορικό οξύ, το διοξείδιο του θείου, καθώς και για τον κονιορτό, που ταξινομούνται ανάλογα με τις δυνατότητες των εγκαταστάσεων καύσης· αυστηρότερες προδιαγραφές επιβάλλονται στις μεγαλύτερες εγκαταστάσεις· οι υπάρχουσες εγκαταστάσεις πρέπει να ευθυγραμμιστούν με τις προδιαγραφές που ισχύουν για τις νέες εγκαταστάσεις σε δύο στάδια.
- Μπαταρίες και συσσωρευτές που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες (οδηγία 91/157)· η εν λόγω οδηγία εγκρίθηκε κατόπιν πρωτοβουλίας του ΕΚ· απαγορεύει την εμπορία ορισμένων μπαταριών και συσσωρευτών που

περιέχουν επικίνδυνες ουσίες· υποχρεώνει τα κράτη μέλη να λάβουν μέτρα για να διασφαλίσουν την κατάλληλη επισήμανση και την ξεχωριστή συλλογή των χρησιμοποιημένων μπαταριών και συσσωρευτών με στόχο την ανακύκλωση και την κατάλληλη διάθεσή τους.

5.2.3 Διασυνοριακές μεταφορές επικινδύνων αποβλήτων

Το πρόβλημα αυτό ρυθμίζεται από την οδηγία 84/631 (όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία 91/692), η οποία εκπονήθηκε μετά την τραγωδία της διοξίνης στο Σεβέζο, όπου μεταφέρθηκαν εντός της Κοινότητας βαρέλια που περιείχαν απόβλητα χωρίς να ληφθούν ούτε οι πλέον στοιχειώδεις προφυλάξεις ασφαλείας. Η οδηγία θέσπισε διαδικασίες παρακολούθησης και ελέγχου με στόχο την πρόληψη παρόμοιας αμέλειας στο μέλλον.

5.2.4. Συσκευασίες και απορρίμματα συσκευασιών

Η Οδηγία 94/62 δίνει προτεραιότητα στην πρόληψη των απορριμμάτων. Προσδίδει ανάλογη σημασία στην επαναχρησιμοποίηση και τις διάφορες μορφές ανάκτησης των αποβλήτων (είτε με λιπασματοποίηση είτε με καύση). Τα κράτη μέλη καλούνται να θέσουν ως στόχο την ανάκτηση, εντός πέντε ετών, του 50% τουλάχιστον και του 65% κατ' ανώτατο όριο των αποβλήτων (συμπεριλαμβανομένης της ΟΕ μέσω της καύσης των αποβλήτων) και την ανακύκλωση για επαναχρησιμοποίηση ελάχιστου ορίου 25% και μέγιστου ορίου 45% του συνολικού όγκου των αποβλήτων και τουλάχιστον του 15% κάθε υλικού συσκευασίας.

Διαφορετικές διατάξεις προβλέπονται από την Οδηγία για την Ελλάδα, την Ιρλανδία και την Πορτογαλία. Η Οδηγία αυτή μετουσιώθηκε σε εθνικό δίκαιο με τον Νόμο 2939/2001 για την εναλλακτική διαχείριση αποβλήτων συσκευασιών και άλλων προϊόντων.

5.2.5 Καύση επικινδύνων αποβλήτων

Η οδηγία 94/67 προβλέπει μέτρα για την πρόληψη ή τουλάχιστον τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων που έχει η καύση επικινδύνων αποβλήτων στο περιβάλλον και τη δημόσια υγεία. Θέτει προϋποθέσεις για τη λειτουργία των εγκαταστάσεων καύσης αποβλήτων καθώς και οριακές τιμές εκπομπών.

5.2.6 Υγειονομική ταφή

Η Επιτροπή υπέβαλε πρόταση οδηγίας για τους χώρους εναπόθεσης απορριμμάτων η οποία προβλέπει την ταξινόμηση των χώρων εναπόθεσης και τη θέσπιση εναρμονισμένων διαδικασιών έγκρισης, ελέγχου και παρακολούθησης με

στόχο την ευθυγράμμιση των διατάξεων των κρατών μελών σχετικά με την υγειονομική ταφή. Η Οδηγία 99/31/EK για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων τέθηκε σε ισχύ τον Ιούλιο του 1999 και αναμφισβήτητα αποτελεί για τη χώρα μας ένα σημαντικό εργαλείο για την προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος από την υγειονομική ταφή των αποβλήτων. Η σπουδαιότητα της Οδηγίας είναι τέτοια που αναμένεται, σε συνδυασμό με τον πρόσφατο νόμο για τις συσκευασίες, να επιφέρει ριζικές αλλαγές στο υφιστάμενο τρόπο διαχείρισης των αποβλήτων στην Ελλάδα και να δώσει νέες ευκαιρίες και δυνατότητες στην ελληνική αγορά. Η φιλοσοφία ασφάλειας και προστασίας του περιβάλλοντος από τη διάθεση των αποβλήτων που διαπνέει την εν λόγω Οδηγία, βασίζεται στις γνωστές αρχές διαχείρισης στερεών αποβλήτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης και περιλαμβάνει τις εξής αξιολογήσεις και βασικές απαιτήσεις:

- Οι διεργασίες βιοαποδόμησης και οι εκπομπές ρύπων στους ΧΥΤΑ δεν είναι απόλυτα ελεγχόμενες.
- Η λειτουργική ικανότητα του συστήματος πολλαπλών φραγμών μόνωσης του ΧΥΤΑ δεν διασφαλίζεται επ' αόριστον.
- Απαιτείται προεπεξεργασία των αποβλήτων, με στόχο αφενός τη μείωση του βιοαποδομήσιμου κλάσματος και αφετέρου την απομάκρυνση του ευδιάλυτου ρυπαντικού φορτίου.
- Απαιτούνται αυστηρά κριτήρια παραλαβής αποβλήτων σε ΧΥΤΑ, έτσι ώστε στη φάση της μετέπειτα φροντίδας να υπάρχουν όσο το δυνατόν λιγότερες απαιτήσεις και κατά συνέπεια μικρότερο κόστος.
- Απαιτούνται συστήματα πολλαπλών φραγμών και η λήψη κατάλληλων μέτρων για την ελεγχόμενη διαχείριση του βιοαερίου και των στραγγισμάτων.

5.3 Διεθνής δράση

Η Κοινότητα υπέγραψε το 1989 τη Σύμβαση της Βασιλείας για τη διασυνοριακές μεταφορές επικινδύνων αποβλήτων. Το Συμβούλιο ενέκρινε τον κανονισμό 259/93, που τροποποιήθηκε από τον κανονισμό 120/97, σχετικά με την παρακολούθηση και τον έλεγχο των μεταφορών αποβλήτων στο εσωτερικό της Κοινότητας καθώς και κατά την είσοδο και έξοδό τους, το περιεχόμενο του οποίου ανταποκρίνεται στη Σύμβαση της Βασιλείας. Κατόπιν πρωτοβουλίας της Κοινότητας, η τρίτη διάσκεψη των μερών της Σύμβασης της Βασιλείας συμφώνησε να τροποποιήσει τη Σύμβαση προκειμένου να απαγορευθούν οι εξαγωγές επικινδύνων αποβλήτων για τελική διάθεση, με άμεση ισχύ, και οι εξαγωγές επικινδύνων αποβλήτων από τις χώρες του ΟΟΣΑ προς ανακύκλωση, από την 1η Ιανουαρίου 1998. Η Κοινότητα αποφάσισε επίσης να συμπεριλάβει στη νέα Σύμβαση Λομέ διάταξη για την απαγόρευση όλων

των εξαγωγών αποβλήτων προς τις χώρες της Αφρικής, της Καραϊβικής και του Ειρηνικού- από την πλευρά τους, οι χώρες αυτές πρέπει να απαγορεύουν όλες τις εισαγωγές αποβλήτων, ανεξάρτητα από την προέλευσή τους.

5.4 Ο ρόλος του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου

Σε ψήφισμα του 1994 σχετικά με την ανάγκη περαιτέρω ανάπτυξης της κοινοτικής στρατηγικής για τη διαχείριση των αποβλήτων, το Κοινοβούλιο τάχθηκε υπέρ της ενίσχυσης της εν λόγω στρατηγικής και κάλεσε την Επιτροπή να αναπτύξει κατάλληλες προτάσεις δίνοντας μεγαλύτερη έμφαση στην πρόληψη των αποβλήτων, την εντατικοποίηση της ανακύκλωσης και την καθιέρωση κινήτρων στον τομέα της αγοράς και της φορολογίας.

Σε άλλο ψήφισμα του Νοεμβρίου 1996, το Κοινοβούλιο επέκρινε την πρόταση της Επιτροπής σχετικά με την κοινοτική πολιτική διαχείρισης των αποβλήτων ως μη περιέχουσα καμία νέα πρόταση και κάλεσε την Επιτροπή να θέσει σε εφαρμογή πραγματική στρατηγική διαχείρισης των αποβλήτων βασισμένη στην αρχή της βιώσιμης ανάπτυξης, διασφαλίζοντας ότι η χρήση των πόρων από τη σημερινή γενεά δε θα πρέπει να αποβαίνει εις βάρος της χρήσης των μελλοντικών γενεών. Ζητούσε επίσης να συνεχισθούν οι προσπάθειες για την εκπλήρωση των στόχων που ορίστηκαν στο πλαίσιο του πέμπτου προγράμματος δράσης σχετικά με το περιβάλλον για το 2000, συγκεκριμένα ποσοστό ανακύκλωσης 50% για το χαρτί, το γυαλί και τις πλαστικές ύλες και σταθεροποίηση του όγκου των αποβλήτων στο επίπεδο του 1985. Στις 16 Σεπτεμβρίου 1998, αποφαινόμενο σχετικά με την εφαρμογή των οδηγιών για τη διαχείριση των αποβλήτων κατά την περίοδο 1989-1994, το Κοινοβούλιο καταδίκασε την αμέλεια που επέδειξαν τα κράτη μέλη όσον αφορά την εφαρμογή της κοινοτικής νομοθεσίας.

Εξέφρασε ειδικότερα τη λύπη του για τη μη μεταφορά των οδηγιών σχετικά με τα τοξικά και επικίνδυνα απόβλητα στις εθνικές νομοθεσίες, τη διάθεση των χρησιμοποιημένων ελαίων και τη χρησιμοποίηση της ιλύος καθαρισμού λυμάτων στη γεωργία. Ζήτησε να θεσπιστεί κοινοτικός κανονισμός σχετικά με τον ορισμό των αποβλήτων στην Ευρώπη, τη συστηματική κίνηση διαδικασιών επί παράβαση κατά των κρατών μελών που δεν τηρούν τις οδηγίες και, χάριν διαφάνειας, την κωδικοποίηση του κοινοτικού δικαίου στον τομέα του περιβάλλοντος.

Στις 9 Φεβρουαρίου 1999, το Κοινοβούλιο ενέκρινε σε δεύτερη ανάγνωση τη σύσταση σχετικά με την υγειονομική ταφή των αποβλήτων, εγκρίνοντας την κοινή θέση του Συμβουλίου και καλώντας επείγοντως την Επιτροπή να υποβάλει οδηγία για τη λιπασματοποίηση προκειμένου να ενθαρρυνθεί αυτό το είδος βιομηχανίας και να εναρμονισθούν οι απαιτήσεις ποιότητας.

6. Παραγωγή βιοαερίου από αστικά (δημοτικά) απόβλητα και ασφάλεια σε μονάδες βιοαερίου.

Τα οικιακά απορρίμματα αποτελούν ένα ιδιαίτερος ανομοιογενές συνοθύλευμα υλικών. Η ποιοτική ανάλυση των οικιακών απορριμμάτων αποσκοπεί στο να προσδιορίσει βασικές ποσοστιαίες κατηγορίες υλικών σε αυτά, προκειμένου να προσδιορισθεί πληροφορία απαραίτητη για την κατάρτιση σχεδίων διαχείρισης, επεξεργασίας και αξιοποίησής τους (ανακύκλωση, ανάκτηση ενέργειας, κ.λπ.). Η πιο δόκιμη κατηγοριοποίηση των απορριμμάτων, όπως προκύπτει από σειρά δειγματοληψιών και αναλύσεων, περιλαμβάνει τις εξής ομάδες (κλάσματα) υλικών:

- **Ζυμώσιμα.** Περιλαμβάνονται τα υπολείμματα κουζίνας και κήπου.
- **Χαρτί.** Περιλαμβάνονται τα πάσης φύσεως χαρτιά και χαρτόνια που προέρχονται κυρίως από έντυπο υλικό και συσκευασίες προϊόντων.
- **Μέταλλα.** Περιλαμβάνεται το σύνολο των μεταλλικών υλικών που απαντώνται στα απορρίμματα. Είναι δόκιμος ένας διαχωρισμός σε σιδηρούχα και μη σιδηρούχα μέταλλα (κυρίως λόγω της μαγνητικής ιδιότητας των πρώτων), με τα τελευταία να έχουν ως κυριότερο αντιπρόσωπο το αλουμίνιο. Σε ορισμένες αναλύσεις έχουν εξετασθεί ως ξεχωριστή υποκατηγορία και οι μπαταρίες λόγω της σχετικά υψηλότερης επικινδυνότητάς τους.
- **Γυαλί.** Η διαχείριση αποβλήτου γυαλιού στη χώρα μας πάσχει κυρίως από την έλλειψη υαλουργιών, κυρίως σε περιοχές μακριά από την Αττική. Είναι δόκιμος ο διαχωρισμός σε λευκό, καφέ και πράσινο γυαλί, όσον αφορά την ανακύκλωση, καθώς η παραγωγή καφέ και λευκού γυαλιού απαιτεί υαλότριμμα μόνο του ίδιου χρώματος.
- **Πλαστικό.** Περιλαμβάνεται το σύνολο των πολυμερών απορριμμάτων. Η κατηγορία αυτή γίνεται διαρκώς μεγαλύτερη κατά τα τελευταία χρόνια και στη χώρα μας ως συνέπεια της αλλαγής των καταναλωτικών συνηθειών (στροφή σε συσκευασμένα προϊόντα, κ.λπ.). Χαρακτηριστικό της κατηγορίας αυτής είναι η έντονη ανομοιογένειά της, λόγω των πολλών χρησιμοποιούμενων πολυμερών (π.χ. PVC, PE, PP, PS, PET, ABS, κ.λπ.).
- **Δέρμα - Ξύλο - Λάστιχο - Ύφασμα.** Χαρακτηρίζονται ως λοιπά καύσιμα (ΔΞΛΥ).
- **Αδρανή.** Εδώ περιλαμβάνονται χημικά ανενεργά υλικά που καταλήγουν στα οικιακά απορρίμματα (π.χ. χώματα, πέτρες, κ.λπ.).
- **Λοιπά.** Στο κλάσμα αυτό καταλήγουν τα υλικά εκείνα που δε μπορούν να κατανεμηθούν σε καμία από τις άλλες κατηγορίες.

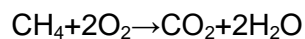
6.1 Ασφάλεια σε μονάδες παραγωγής βιοαερίου.

Σε μία μονάδα βιοαερίου παράγονται και διακινούνται αέρια τα οποία είναι επικίνδυνα ανάφλεξης αλλά και τοξικά. Τα βασικότερα είναι το μεθάνιο, το μονοξείδιο του άνθρακα, το υδρόθειο και η αμμωνία.

6.1.1 Μεθάνιο

Το κύριο προϊόν μίας μονάδας βιοαερίου είναι το μεθάνιο. Αυτό είναι άχρωμο, άγευστο και άοσμο. Σε μεγάλες συγκεντρώσεις, σε κλειστούς χώρους, όταν εκτοπίζεται το O₂ της ατμόσφαιρας γίνεται όπως κάθε αέριο, ασφυξιογόνο. Το γεγονός αυτό είναι εξαιρετικά σπάνιο διότι είναι ελαφρύτερο του αέρα. Επίσης, το μεθάνιο δεν προκαλεί ερεθισμούς ή καρκινογενέσεις.

Όταν το μεθάνιο καίγεται πλήρως παράγει μόνο υδρατμούς και διοξείδιο του άνθρακα.



Τα όρια αναφλεξιμότητας ή εκρηξιμότητας για το μεθάνιο είναι 5 - 15%. Εάν υπάρχει αέριο σε περιεκτικότητα κάτω του 5% δεν είναι δυνατή η καύση του, όπως και στην περίπτωση που η περιεκτικότητά του ξεπεράσει το 15%.

Επίσης, για να αναφλεγεί το μεθάνιο απαιτείται μια θερμοκρασία 600°C (θερμοκρασία ανάφλεξης). Κατά την καύση, η θεωρητική θερμοκρασία καύσης (θερμοκρασία καυσαερίων με 0 απώλειες) είναι 1950°C.

Αναλυτικότερα, το μεθάνιο ως ελαφρύτερο του αέρα συσσωρεύεται κάτω από υπόστεγα με τον κίνδυνο δημιουργίας εκρηκτικού μίγματος. Έτσι το μεθάνιο μπορεί να εκτοπίσει το σύνολο ή μέρος του ατμοσφαιρικού αέρα σε ένα περιορισμένο χώρο. Οι κίνδυνοι που ελλοχεύουν από αυτή το φαινόμενο διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό. Με αντικατάσταση του 10% του αέρα από μεθάνιο δημιουργείται ένα μίγμα αερίων ανεκτό στην αναπνοή αλλά με πιθανότητα έκρηξης. Αντίθετα, με αντικατάσταση του 90% του αέρα από μεθάνιο δημιουργείται ένα μίγμα αερίων μη ανεκτό στην αναπνοή (ασφυξία σε διάρκεια 5 λεπτών) αλλά χωρίς πιθανότητα έκρηξης ή ανάφλεξης.

Βάσει αυτού, λοιπόν, γυμνές εστίες θέρμανσης δεν θα πρέπει να υπάρχουν σε έναν χωνευτήρα και ο απαιτούμενος ηλεκτρολογικός εξοπλισμός θα πρέπει να είναι «αντικρηκτικού» τύπου. Επίσης, πρέπει να αποφεύγονται πηγές σπινθήρων, όπως εργαλεία σιδήρου ή χάλυβα, ηλεκτρικά μηχανήματα, ηλεκτρικοί διακόπτες, κινητά τηλέφωνα και διαδικασίες εμφάνισης φαινομένου στατικού ηλεκτρισμού.

6.1.2 Λοιπά αέρια

Το διοξείδιο του άνθρακα και το υδρόθειο είναι βαρύτερα από τον αέρα και τείνουν να εγκατασταθούν και να συσσωρεύονται σε περιοχές χαμηλού ύψους. Η αμμωνία (όπως και το μεθάνιο) είναι ελαφρύτερη από τον αέρα και συγκεντρώνεται κάτω από οροφές. Η αμμωνία είναι ερεθιστική έως και διαβρωτική. Το υδρόθειο είναι δηλητηριώδες (τοξικό) και παρουσιάζει τη χαρακτηριστική μυρωδιά του σάπιου αυγού.

Η συγκέντρωση του υδρόθειου στο βιοαέριο είναι μεταβλητή, αναλόγως της πρώτης ύλης, και δεν μπορεί να προβλεφθεί. Η έκθεση σε συγκεντρώσεις 1.000ppm είναι μοιραία. Προκαλεί ερεθισμό πνευμόνων και ματιών σε συγκεντρώσεις 10 με 20ppm. Επίσης, σε συγκεντρώσεις κοντά στα 150ppm προσβάλλει την αίσθηση της όσφρησης. Αποτέλεσμα αυτού είναι να μην γίνεται αντιληπτή (με τη γνωστή μυρωδιά του κλούβιου αυγού) η παρουσία του υδρόθειου στον αέρα μετά από μία μικρή χρονική περίοδο έκθεσης του ανθρώπου σε αυτό.

Επίσης, μονοξείδιο του άνθρακα μπορεί να περιέχεται στα καυσαέρια του συστήματος CHP. Συγκεκριμένα, σε περίπτωση έλλειψης οξυγόνου κατά την καύση του βιοαερίου παράγεται CO. Το CO είναι άγευστο, άχρωμο, άοσμο, με πυκνότητα λίγο μικρότερη του αέρα, εύφλεκτο και κυρίως τοξικό. Τα συμπτώματα ξεκινούν με πονοκέφαλο, ταχυκαρδία, ίλιγγο, ναυτία και μπορούν να οδηγήσουν σε λιποθυμία και θάνατο.

6.2 Μέτρα πρόληψης ατυχημάτων

Το βιοαέριο, λοιπόν, όπως αναφέρθηκε ανωτέρω, είναι ένα εύφλεκτο αέριο. Όλα τα στάδια και οι διεργασίες διαχείρισής του πρέπει να υλοποιούνται βάσει των κανόνων ασφαλείας που αφορούν στα εύφλεκτα αέρια.

Ως ελάχιστες απαιτήσεις παρατίθενται οι ακόλουθες:

- Ανάρτηση πινακίδων σε εμφανή και κατάλληλα σημεία, στις οποίες να αναγράφονται τα εξής: «Προσοχή εύφλεκτο αέριο» και «απαγορεύεται το κάπνισμα»,
- Οι πιθανές εστίες θερμότητας πρέπει να μην είναι εκτεθειμένες σε χώρους στους οποίους υπάρχει βιοαέριο.
- Φλογοπαγίδα πρέπει να παρέχεται στη γραμμή βιοαερίου μεταξύ της χώνευσης και του CHP ή όπου και όπως συνιστάται από τον κατασκευαστή της φλογοπαγίδας.

- Οι γραμμές (σωληνώσεις) βιοαερίου πρέπει να έχουν ειδικές, ευδιάκριτες σημάνσεις με σκοπό την αποφυγή ατυχημάτων διάρρηξής τους ή θέρμανσής τους.
- Η αποθήκευση του βιοαερίου πρέπει να γίνεται σε πίεση <math><0,1 \text{ bar}</math>
- Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή της μονάδας πρέπει να είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά στο υδρόθειο και στην αμμωνία.
- Χρησιμοποίηση αποκλειστικά αντιακρηκτικού εξοπλισμού σε όλα τα σημεία της μονάδας που διακινείται το βιοαέριο και σε εκείνα που γεινιάζουν με χώρους διακίνησης βιοαερίου.
- Για τη διασφάλιση αποτελεσματικής προστασίας από τις εκρήξεις, θα πρέπει να υπάρχουν αισθητήρες συγκέντρωσης βιοαερίου, οι οποίοι να είναι ρυθμισμένοι στα όρια αναφλεξιμότητας του αέριου μίγματος.
- Πρέπει επίσης να υπάρχει ένα έγγραφο που να αφορά σε κανόνες προστασίας από εκρήξεις.
- Η μεμβράνη αποθήκευσης βιοαερίου πρέπει να υποβάλλεται σε άμεσο έλεγχο διαρροών (πριν την εφαρμογή της). Συνήθως, η πίεση που εφαρμόζεται στις δοκιμές αυτού του τύπου πρέπει να είναι τουλάχιστον 1,5 φορά μεγαλύτερη από τη μέγιστη πίεση λειτουργίας της.
- Επίσης, η μεμβράνη αποθήκευσης του βιοαερίου πρέπει να είναι κατάλληλα αεροστεγής και ανθεκτική στην πίεση, σε χημικά μέσα, στην υπεριώδη ακτινοβολία και στις θερμοκρασιακές μεταβολές
- Προτείνεται, ακόμη, η διάρθρωση σχεδίου δράσης για την αντιμετώπιση έκτακτης ανάγκης, το οποίο να περιλαμβάνει βασικούς κανόνες συμπεριφοράς σε περίπτωση πυρκαγιάς.
- Τοποθέτηση συστήματος συναγερμού σε περίπτωση διαρροής βιοαερίου.
- Οι σωληνώσεις εξόδου βιοαερίου και οι σωληνώσεις εξόδου καυσαερίων πρέπει να εκτείνονται σε σημαντικό ύψος πάνω από το έδαφος, τα γεινιάζοντα κτίρια και τις οροφές τμημάτων της μονάδας.
- Ως επικίνδυνη περίοδος σε ότι αφορά την εκδήλωση πυρκαγιάς καθίσταται η περίοδος έναρξης λειτουργίας της εκάστοτε μονάδας. Ο λόγος είναι πως στην περίοδο αυτή αυξάνεται η συγκέντρωση του μεθανίου μέσα στον βιοαντιδραστήρα με αποτέλεσμα να λαμβάνει χώρα η δημιουργία εκρηκτικού μίγματος. Τρόποι διασφάλισης από τους σχετικούς κινδύνους και βάσει των συνήθων πρακτικών είναι οι εξής: Α. Το γέμισμα του βιοαντιδραστήρα στο 100% και Β. Η αδρανοποίηση της ατμόσφαιρας μέσα στον βιοαντιδραστήρα. Αμφότερες οι πρακτικές απαιτούν πλήθος παράλληλων διαδικασιών που έχουν ως στόχο τόσο την ασφάλεια της μονάδας όσο και την λειτουργικότητά της, από την άποψη της βέλτιστης αναερόβιας χώνευσης.

7. Σταθμός συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (βιοαέριο)

7.1 Εισαγωγή

Ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά έργα για την ήδη επιβαρημένη περιοχή της Αττικής έχει ολοκληρωθεί με την εμπορική λειτουργία του Σταθμού συμπαραγωγής από βιοαέριο το οποίο αντλείται από τον όγκο των απορριμμάτων που εναποτίθενται στον χώρο διάθεσης απορριμμάτων (ΧΔΑ) Άνω Λιοσίων.



Εικόνα 7
ΧΥΤΑ Α. Λιοσίων

Ο σταθμός συμπαραγωγής των Άνω Λιοσίων είναι από τους μεγαλύτερους με καύσιμο βιοαέριο παγκοσμίως (13,9MW) και αποτελείται από 11 μονάδες γεννήτριας, ισχύος 1,262 kW η κάθε μία, οι οποίες βασίζονται στο ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος DEUTZ TBG 620V16K. Οι μονάδες είναι πλήρως αυτόνομες, τοποθετημένες σε container και δεν απαιτούν παρά ελάχιστες συνδέσεις.

Υπάρχει σημαντική δυνατότητα επέκτασης του σταθμού και αύξησης της ηλεκτρικής του ισχύος, ενώ έχει ήδη ενσωματωθεί εξοπλισμός για την ανάκτηση μέρους της θερμικής ενέργειας (9,5MWth), από τα 16,5MWth που είναι διαθέσιμα συνολικά (καυσαέρια και νερό ψύξης μηχανών εσωτερικής καύσης).



Εικόνα 8
Container μονάδων γεννητριών

Η άντληση και συλλογή του βιοαερίου γίνεται μέσω συστήματος 243 κατακόρυφων φρεατίων και οριζοντίου δικτύου σωληνώσεων συνολικού μήκους 25.000 μέτρων περίπου. Τα 243 φρεάτια άντλησης ομαδοποιούνται σε 19 υποσταθμούς, για καλύτερο έλεγχο και ευκολότερη ρύθμιση (ροής και ποιότητας του βιοαερίου) κάθε φρεατίου ξεχωριστά. Το βιοαέριο που αντλείται σήμερα έχει μία μέση περιεκτικότητα σε καύσιμο (μεθάνιο) 52% περίπου και κάθε μονάδα γεννήτριας καταναλώνει περίπου 700m³/h βιοαέριο σε πλήρη ισχύ.

Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια πωλείται στην ΔΕΗ μέσω υπόγειας διπλής γραμμής διασύνδεσης 20 KV, μήκους 10km που καταλήγει στο ΚΥΤ Ασπροπύργου. Η θερμική ενέργεια είναι διαθέσιμη για εφαρμογές εντός ή πλησίον του ΧΔΑ. Το έργο αυτό συμβάλλει σημαντικά στην αναβάθμιση του επιβαρημένου περιβάλλοντος της Δυτ. Αττικής, αφού ελέγχει την ανεξέλεγκτη έκλυση βιοαερίου από τα απορρίμματα επιτυγχάνοντας έτσι την εξάλειψη των οσμών και την αποφυγή εκδήλωσης πυρκαγιών, μέσω της συλλογής και της καύσης του. Σύμφωνα δε και με τις αρμόδιες αρχές (ΥΠΕΧΩΔΕ, Περιφέρεια Αττικής, Νομαρχία Δυτ. Αττικής) υπάρχει πλήρης συμμόρφωση του έργου με τους εγκριθέντες περιβαλλοντικούς όρους και το συνολικό περιβαλλοντικό ισοζύγιο από το έργο είναι σαφώς θετικό. Τα κύρια συστατικά του βιοαερίου είναι το μεθάνιο και το διοξείδιο του άνθρακα (σε αναλογία 50 - 40 αντίστοιχα κατά μέσο όρο). Και τα δύο είναι άχρωμα και άοσμα και δρουν επιβαρυντικά στο περιβάλλον, αφού συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, με το μεθάνιο να είναι 31 φορές δραστηκότερο από το διοξείδιο του άνθρακα.

Κατά συνέπεια, η καύση του μεθανίου και η μετατροπή του σε διοξείδιο του άνθρακα (ακόμη και σε εγκαταστάσεις πυρσών, χωρίς περαιτέρω αξιοποίησή του) συντελεί στην μείωση της δραστηριότητας του βιοαερίου κατά 94%. Επιπρόσθετα, η αξιοποίησή του βιοαερίου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το έργο αυτό συμβάλλει στην περαιτέρω αποφυγή εκπομπής 110.000 τόνων διοξειδίου του άνθρακα ετησίως που θα προέρχονταν από την καύση λιγνίτη σε θερμοηλεκτρικούς σταθμούς και παράλληλα εξοικονομεί πρωτογενείς εθνικούς ενεργειακούς πόρους (λιγνίτη) σε ποσότητα που ανέρχεται σε περίπου 200.000 τόνους ετησίως. Παράλληλα, η ενεργός άντληση του βιοαερίου συμβάλλει στην ταχύτερη ολοκλήρωση των διαδικασιών αποσύνθεσης και σταθεροποίησης των απορριμμάτων εντός του Χώρου Διάθεσης. Η σπουδαιότητα αυτού του έργου για την τόσο ευαίσθητη περιοχή της Δυτ. Αττικής είναι προφανής, και καταδεικνύει την αποτελεσματικότητα που μπορεί να υπάρξει από την άψογη συνεργασία ιδιωτικών και δημοσίων φορέων.χ.2

7.2 Τεχνική περιγραφή

Ο σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας αποτελείται από 11 μονάδες, ηλεκτρικής ισχύος 1.262kWe και θερμικής ισχύος 873kWth έκαστη. Κάθε μονάδα τοποθετείται πάνω σε βάση από σκυρόδεμα και αποτελείται από 3 βασικά τμήματα: τον εξοπλισμό ισχύος, τον βοηθητικό εξοπλισμό και τα ψυγεία.

Κάθε μονάδα είναι τοποθετημένη σε τυποποιημένα εμπορευματοκιβώτια 12m (container), πλήρως αυτόνομη και περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα υποσυστήματα για την λειτουργία της (προσαγωγή αέρα καύσης και αερισμό, ψυγεία για την απαγωγή της θερμότητας από τα κυκλώματα ψύξης των μηχανών, ανεμιστήρα προσαγωγής καυσίμου, μετασχηματιστή και σύστημα ελέγχου). Ο σταθμός ακόμη περιλαμβάνει τρεις πυρσούς καύσης βιοαερίου για την τήρηση των περιβαλλοντικών όρων που έχουν τεθεί. Οι τρεις αυτοί πυρσοί είναι δυναμικότητας 4.500, 1.000 και 500m³/h και υπό κανονικές συνθήκες δεν θα βρίσκονται σε λειτουργία, παρά μόνο εάν δεν υπάρχει η δυνατότητα εξαγωγής ηλεκτρικής ενέργειας λόγω αστοχίας στον υποσταθμό της ΔΕΗ στον Ασπρόπυργο.

Για την εξασφάλιση της λειτουργίας των πυρσών σε περίπτωση διακοπής της παραγωγής από τον σταθμό, υπάρχει βοηθητική ντιζελογεννήτρια 250kVA, η οποία αναλαμβάνει την εκκίνηση και την λειτουργία των πυρσών, καθώς και την ηλεκτροδότηση των εγκαταστάσεων και του κέντρου ελέγχου του σταθμού. Σημαντικό είναι επίσης το γεγονός ότι με την γεννήτρια αυτή μπορεί να εκκινήσει μια από τις μονάδες γεννήτριας του σταθμού (black start), η οποία κατόπιν αναλαμβάνει την εκκίνηση όλων των υπολοίπων.

Ο σταθμός περιλαμβάνει ακόμη σύστημα επεξεργασίας του καυσίμου, κτίρια διοίκησης και ενδιαιτήσεων, αποθήκη, μηχανουργείο και κτίριο ΔΕΗ. Ο εξοπλισμός και τα κτίρια είναι εγκατεστημένα σε οικόπεδο εντός του ΧΔΑ επιφάνειας περίπου 2.500 m².

Εντός κάθε εμπορευματοκιβωτίου, τα οποία είναι κατάλληλα ηχομονωμένο, βρίσκονται, εκτός από την μηχανή, τα παρελκόμενά της και ο ακόλουθος εξοπλισμός:

- Γεννήτρια
- Μετασχηματιστής
- Ηλεκτρολογικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός προστασίας και ελέγχου
- Σύστημα εξαερισμού εξαναγκασμένης κυκλοφορίας
- Δεξαμενές ελαίου λίπανσης
- Φυσητήρας, σωληνώσεις και ασφαλιστικές διατάξεις για την τροφοδοσία του βιοαερίου στην μηχανή.

Επί της οροφής του είναι τοποθετημένος ο υπόλοιπος βοηθητικός εξοπλισμός, ο οποίος περιλαμβάνει:

- Σύστημα σίγασης εξάτμισης και καμινάδα εξαγωγής καυσαερίων με υψηλή ταχύτητα.
- Ψυγείο για την απαγωγή της θερμότητας που μεταφέρει το ψυκτικό υγρό του κυκλώματος ψύξης της μηχανής, το οποίο αποτελείται από δύο ξεχωριστά ψυγεία, χαμηλής (για την ψύξη του μίγματος μετά τον υπερσυμπιεστή) και υψηλής θερμοκρασίας (για την ψύξη της ίδιας της μηχανής) και συστοιχία οκτώ ανεμιστήρων.
- Πίνακα που περιέχει συστήματα ελέγχου στροφών κινητήρων για τον φυσητήρα βιοαερίου, τους ανεμιστήρες εξαερισμού και τους ανεμιστήρες του ψυγείου.
- Σωληνώσεις προσαγωγής και επιστροφής του ψυκτικού υγρού από την μηχανή στο ψυγείο και αντίστροφα και σωληνώσεις βιοαερίου με τα απαραίτητα ασφαλιστικά εξαρτήματα.
- Σύστημα ανάκτησης θερμότητας από την απορριπτόμενη θερμότητα του νερού ψύξης της μηχανής.

Η διάταξη του εξοπλισμού της οροφής είναι τέτοια που είναι δυνατή η αποσυναρμολόγησή του και η τοποθέτησή του σε δύο εμπορευματοκιβώτια θαλάσσιας μεταφοράς μήκους 6,1m (20ft) για να διευκολύνεται η μεταφορά του. Η εγκατεστημένη ισχύς του βοηθητικού εξοπλισμού κάθε μονάδας ανέρχεται σε 58kW.

Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται σε 400V / 50Hz και με την χρήση μετασχηματιστών ανύψωσης τάσης ανυψώνεται στα 20kV. Οι μονάδες δοκιμάζονται στο εργοστάσιο συναρμολόγησης ώστε να ελαχιστοποιηθούν κατά τις δοκιμές στον τόπο εγκατάστασης, τυχόν αστοχίες εξοπλισμού ή λανθασμένες συνδέσεις στο στάδιο της κατασκευής και επίσης να διευκολύνεται η επιτόπια συναρμολόγησή τους.

7.2.1 Περιγραφή τμήματος ισχύος

7.2.1.1 Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος

Η βάση του τμήματος ισχύος είναι το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος DEUTZ TBG 620 V16K, ηλεκτρικής ισχύος 1.255kW με βιοαέριο. Η έναυση του μίγματος γίνεται με σπινθηριστές (μπουζί) ενώ το μίγμα προ της εισόδου του στον κύλινδρο συμπιέζεται σε υπερσυμπιεστή δύο βαθμίδων.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της μηχανής έχουν ως εξής:

Αριθμός κυλίνδρων	16
Αριθμός βαλβίδων ανά κύλινδρο	4 (2 τροφοδοσίας, 2 εξαγωγής)
Διάταξη κυλίνδρων	V, 90°
Λόγος συμπίεσης	11,7:1
Χωρητικότητα κυλίνδρων	70,82 L
Ταχύτητα περιστροφής	1500rpm
Θερμοκρασία εισόδου νερού ψύξης	<78°C
Θερμοκρασία εξόδου νερού ψύξης	<92°C
Θερμοκρασία εισόδου νερού ψύξης εναλλάκτη χαμηλής θερμοκρασίας	<40°C
Πίεση τροφοδοσίας καυσίμου	50-100 mbar
Μέση κατανάλωση λιπαντικού	0,3 g/ Kwh σε πλήρη λειτουργία λιπαντικού

Πίνακας 7
Τεχνικά χαρακτηριστικά της μηχανής

ΕΚΠΟΜΠΕΣ:**Θορύβου**

Αερομεταφερόμενος θόρυβος σε απόσταση 1 m από την μηχανή	102- 106 db (A)
Εξάτμιση μηχανής χωρίς σιγαστήρα	116- 120 db (A)

Πίνακας 8
Εκπομπές θορύβου

Αέριων ρύπων :

(συμβατές με κανονισμούς TA - Luft)

Όριο NO _x	<500 mg/m _n ³ @ 5% O ₂
Όριο CO	<300 mg/m _n ³ @ 5% O ₂
Όριο Φορμαλδεΐδης	<60 mg/m _n ³ @ 5% O ₂

Πίνακας 9
Εκπομπές αερίων ρύπων

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ:

Κατανάλωση καυσίμου (σε πλήρες φορτίο)	700Nm ³ /h βιοαερίου(περιεκτικότητας σε μεθάνιο52%)
Ανοχές (κατά ISO 3046)	+5% στην τιμή κατανάλωσης

Πίνακας 10
Κατανάλωση καυσίμου

Το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος περιλαμβάνει ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου («TEM Evolution»), το οποίο ρυθμίζει τις παραμέτρους λειτουργίας της μηχανής στην βέλτιστη τιμή τους, ενώ μέσω ειδικών εντολών διακόπτει την λειτουργία σε περίπτωση βλάβης ή υπέρβασης κάποιων λειτουργικών παραμέτρων για την αποφυγή βλάβης.

Το σύστημα ελέγχου, εκτός από την επιτήρηση και έλεγχο της λειτουργίας του ζεύγους, παρέχει και τα ακόλουθα:

- Ένδειξη λειτουργικών παραμέτρων της μηχανής σε πραγματικό χρόνο.
- Προειδοποίηση των χειριστών μέσω κατάλληλων ενδείξεων συναγερμού.
- Παροχή διασυνδέσεων για την μεταφορά των σημάτων στο κεντρικό σύστημα ελέγχου της εγκατάστασης.
- Τήρηση ημερολογίου συναγερμών, μηνυμάτων ή άλλων συμβάντων.
- Τήρηση αρχείου ιστορικού λειτουργίας.
- Η μηχανή είναι συνδεδεμένη με γεννήτρια κατασκευής STAMFORD, τύπου CGI734G2.

7.2.1.2 Μετασχηματιστής

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται στα 400V και η τάση ανυψώνεται στα 20 kV μέσω μετασχηματιστή ελαίου κατασκευής ABB. Ο μετασχηματιστής ανύψωσης τάσης έχει ονομαστική ισχύ 1.500 / 1.750 kVA ONAN / ONAF, Dyn 11. Η ψύξη του γίνεται μέσω του κυκλώματος αερισμού του τμήματος ισχύος. Ο μετασχηματιστής είναι τοποθετημένος εγκάρσια εντός του container, πάνω σε βάση με ειδικούς αποσβεστήρες ταλαντώσεων.

7.2.1.3 Τροφοδοσία καυσίμου

Η τροφοδοσία καυσίμου γίνεται μέσω ανεμιστήρα θετικής μετατόπισης με σιγαστήρες, τόσο στην είσοδο όσο και στην έξοδό του. Ο ανεμιστήρας προστατεύεται από υπερπίεση μέσω συστήματος ανακυκλοφορίας του καυσίμου.

7.2.1.4 Αερισμός

Ο αέρας καύσης και ο αέρας που χρησιμοποιείται για την ψύξη του εξοπλισμού εντός του τμήματος ισχύος προσάγεται μέσω συστήματος εξαναγκασμένης κυκλοφορίας. Το σύστημα αερισμού επίσης εξασφαλίζει την διάλυση των συγκεντρώσεων βιοαερίου που σχηματίζονται μέσα στο container.

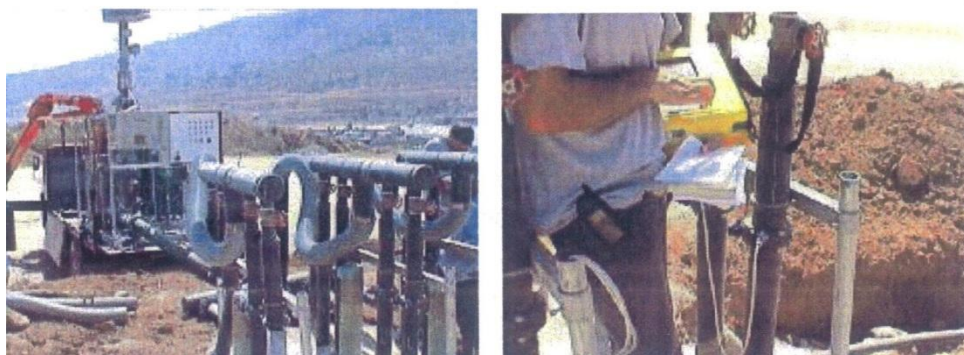
Ο ατμοσφαιρικός αέρας εισάγεται στο container μέσω χροανών εφοδιασμένων με εσχάρες και φίλτρα. Οι ανεμιστήρες ελέγχονται μέσω ηλεκτροκινητήρων που τροφοδοτούνται μέσω inverter μεταβλητής συχνότητας. Καθώς οι μηχανές DEUTZ

απαιτούν την εξασφάλιση παροχής αέρα καύσης σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 15°C, υπάρχει σύστημα θέρμανσης του προσαγόμενου αέρα το οποίο έχει τοποθετηθεί μετά την χοάνη εισόδου και χρησιμοποιεί θερμότητα από αυτήν που απορρίπτεται μέσω του κυκλώματος ψύξης των μηχανών.

7.2.2 Τροφοδοσία και ανίχνευση αερίου

Η παροχή αερίου σε κάθε ηλεκτρογεννήτρια εξασφαλίζεται μέσω διάταξης βαλβίδων που περιλαμβάνει τόσο ηλεκτροπνευματικές όσο και χειροκίνητες. Ανίχνευση τυχόν διαρροών αερίου γίνεται μέσω κατάλληλα τοποθετημένων ανιχνευτών αερίου οι οποίοι διακόπτουν την λειτουργία του σταθμού εφόσον η συγκέντρωση του αερίου που ανιχνεύεται ξεπεράσει συγκεκριμένα όρια. Προηγουμένως, οι ανιχνευτές έχουν διακόψει την λειτουργία κάθε μονάδας εφόσον η συγκέντρωση του αερίου ξεπεράσει κάποιο όριο συναγερμού, ενώ οι ανεμιστήρες προσαγωγής αέρα λειτουργούν σε πλήρη ταχύτητα προκειμένου να απομακρύνουν το βιοαέριο από το τμήμα ισχύος.

Επίσης η διακοπή της λειτουργίας όλου του σταθμού γίνεται αυτόματα και στην περίπτωση που η περιεκτικότητα του βιοαερίου σε μεθάνιο στον κεντρικό σωλήνα τροφοδοσίας γίνει μικρότερη του 30% για την αποφυγή σχηματισμού εκρηκτικού μίγματος. Ο κεντρικός ανιχνευτής αερίου είναι του ίδιου τύπου με αυτούς που βρίσκονται μέσα σε κάθε μονάδα. Η πυρανίχνευση γίνεται μέσα σε κάθε τμήμα ισχύος μέσω τριών ανιχνευτών υπεριοδών ακτινών. Οι δύο από αυτούς βρίσκονται πάνω από την μηχανή και καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος του τμήματος ισχύος. Ο τρίτος ανιχνευτής είναι τοποθετημένος πάνω από το τμήμα που περιέχει τον μετασχηματιστή και τις υπόλοιπες ηλεκτρολογικές διατάξεις. Οι ανιχνευτές λειτουργούν στα 24 V και έχουν γωνία ανίχνευσης 120°.



Εικόνα 9

Δοκιμαστικές αντλήσεις βιοαερίου και ανάλυση της ποιότητάς του.

Οι ανιχνευτές συνδέονται με το κεντρικό σύστημα πυρανίχνευσης που βρίσκεται στο κέντρο ελέγχου.

7.2.3 Βοηθητικός εξοπλισμός

Ο βοηθητικός εξοπλισμός είναι τοποθετημένος στην οροφή του container και περιλαμβάνει: τους σιγαστήρες εξάτμισης, τον πίνακα ελέγχου του βοηθητικού εξοπλισμού και τα κυκλώματα οδήγησης του νερού στα ψυγεία.

7.2.3.1 Πίνακας ελέγχου βοηθητικών συστημάτων

Ο εν λόγω πίνακας περιέχει τους ελεγκτές στροφών μεταβλητής συχνότητας για:

- τον ανεμιστήρα αναρρόφησης καυσίμου,
- το σύστημα αερισμού,
- τους ανεμιστήρες απαγωγής θερμότητας των ψυγείων,
- καθώς και διατάξεις ασφαλειοδιακοπών για τον εξοπλισμό που είναι τοποθετημένος πάνω στο πλαίσιο του βοηθητικού εξοπλισμού.

7.2.3.2 Κύκλωμα ψύξης

Το κύκλωμα ψύξης που βρίσκεται τοποθετημένο πάνω στο πλαίσιο του βοηθητικού εξοπλισμού αποτελείται από σωληνώσεις, θερμοστάτες, δοχεία διαστολής και τριάδες βάνες ελέγχου της θερμοκρασίας του νερού ψύξης που επιστρέφει στην μηχανή.

Τα ανωτέρω ισχύουν για κάθε ένα από τα δύο ανεξάρτητα κυκλώματα ψύξης, τόσο του νερού των χιτωνίων όσο και του νερού ψύξης χαμηλής ενθαλπίας του μίγματος αέρα - καυσίμου μετά τον υπερσυμπιεστή.

7.2.4 Μονάδα ψυγείου

Τα ψυγεία βρίσκονται και αυτά τοποθετημένα πάνω στην οροφή κάθε αυτόνομης μονάδας. Ουσιαστικά πρόκειται για εναλλάκτες νερού - αέρα, οι οποίοι αποτελούνται από δύο ανεξάρτητους πυρήνες. Ο πρώτος αφορά το κύκλωμα ψύξης των χιτωνίων της μηχανής και ο δεύτερος αφορά το κύκλωμα ψύξης του μίγματος αέρα - καυσίμου μετά τον υπερσυμπιεστή. Κάθε ανεξάρτητος πυρήνας είναι εφοδιασμένος με το δικό του δοχείο εξαέρωσης για να απομακρύνει τον αέρα που είναι παγιδευμένος εντός των σωληνώσεων.

Η απαγωγή της θερμότητας γίνεται μέσω 8 ανεμιστήρων, οι οποίοι ελέγχονται μέσω ρυθμιστή στροφών. Οι ανεμιστήρες προωθούν τον αέρα περιβάλλοντος κάθετα προς τις σωληνώσεις του νερού απάγοντας την θερμότητα. Η ταχύτητα των ανεμιστήρων εξαρτάται τόσο από το φορτίο της μηχανής όσο και από την εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος, για την οποία είναι σχεδιασμένο το σύστημα ψυγείων είναι 43°C.

Η συνολική θερμική ισχύς που απάγεται από το σύστημα ψυγείων κάθε μονάδας γεννήτριας είναι 900kW για το κύκλωμα ψύξης της μηχανής. Επίσης υπάρχει και η απορριπτόμενη θερμότητα από το νερό ψύξης του μίγματος αέρα - καυσίμου, το οποίο όμως είναι κύκλωμα χαμηλής ενθαλπίας και κατά συνέπεια ασύμφορο να αξιοποιηθεί.

7.2.5 Σύστημα ανάκτησης θερμότητας

7.2.5.1 Ανάκτησης θερμότητας από το κύκλωμα ψύξης των μηχανών

Ο σκοπός του συστήματος ανάκτησης θερμότητας από το κύκλωμα ψύξης των 10 από των 11 μηχανών είναι η παραγωγή ζεστού νερού, θερμοκρασίας 85°C, και η μεταφορά του έως το όριο του οικοπέδου του σταθμού. Ο εξοπλισμός είναι κατάλληλος για λειτουργία σε διάλυμα αιθυλικής γλυκόλης σε νερό, περιεκτικότητας 35% κ.ό. σε θερμοκρασία σχεδιασμού 95°C και πίεση σχεδιασμού 400 KPa. Το σύστημα ανάκτησης θερμότητας κάθε μονάδας γεννήτριας είναι τοποθετημένο πάνω σε ένα αυτόνομο πλαίσιο, και περιλαμβάνει:

- Ανοξειδωτο εναλλάκτη (AISI 316) θερμότητας νερού/νερού. Τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού του εν λόγω εναλλάκτη είναι τα ακόλουθα:
- Πρωτεύον κύκλωμα: 84,7 m³/h γλυκολούχου υδατοδιαλύματος (35%) από 92°C σε 81 °C, πτώση πίεσης 39,6KPa.
- Δευτερεύον κύκλωμα: 61,7 m³/h γλυκολούχου υδατοδιαλύματος (35%) από 70°C σε 85°C, πτώση πίεσης 24KPa.
- Συγκρότημα αντλίας.
- Δοχείο διαστολής μεμβράνης συνολικού όγκου 150l, μέγιστης πίεσης λειτουργίας 6bar.
- Τρίοδες βάνες, DN80, PN6 εξοπλισμένες με αισθητήριο θερμοκρασίας.

Οι σωληνώσεις που προσάγουν το υγρό του κυκλώματος ψύξης στον εναλλάκτη και αυτές που οδηγούν το παραγόμενο ζεστό νερό στα όρια του οικοπέδου είναι εξοπλισμένες με χειροκίνητες βάνες τύπου πεταλούδας κατασκευής, διαμέτρου DN100 και DN125, κλάσης PN16, με ανοξειδωτο δίσκο και άξονα και έδρα με επίστρωση EPDM. Επίσης για την προστασία του εναλλάκτη έχει τοποθετηθεί φίλτρο τύπου Υ, φλαντζωτό DN125, 150mm με ανοξειδωτο εσωτερικό, ενώ για την προστασία της αντλίας έχει τοποθετηθεί βαλβίδα αντεπιστροφής, διαμέτρου DN125.

Τα όργανα του συστήματος ανάκτησης θερμότητας από το νερό ψύξης περιλαμβάνουν μεταδότες θερμοκρασίας και πίεσης, μανόμετρα και θερμόμετρα. Το

νερό του δευτερεύοντος κυκλώματος από κάθε μηχανή οδηγείται σε κεντρικό αγωγό μεταβαλλόμενης διαμέτρου και πάχους:

Για τις μονάδες γεννήτριας	1 - 3	219,1 x 8,18mm
Για τις μονάδες γεννήτριας	4-7	273,1 x 9,27mm
Για τις μονάδες γεννήτριας	8-10	323,9 x 9,53mm

Όλοι οι αγωγοί είναι μονωμένοι, ούτως ώστε να μην υπάρχουν απώλειες μεγαλύτερες των 300kW με όλες τις μονάδες γεννήτριας να λειτουργούν σε πλήρες φορτίο. Το δευτερεύον κύκλωμα κάθε εναλλάκτη και ο κεντρικός αγωγός θα αποτελούν ένα κλειστό κύκλωμα νερού το οποίο θα διατηρείται υπό πίεση μέσω κατάλληλης διάταξης συμπλήρωσης τυχόν απωλειών ψυκτικού διαλύματος. Για τον λόγο αυτό θα υπάρχει επί τόπου ένα δοχείο χωρητικότητας 1.0001, το οποίο με κατάλληλες αντλίες θα συμπληρώνει τις απώλειες και θα διατηρεί το κύκλωμα υπό πίεση.

7.2.5.2 Ανάκτηση θερμότητας από τα καυσαέρια

Κάθε μονάδα γεννήτριας είναι ικανή να παρέχει 6.695Kg/h καυσαερίων σε θερμοκρασία 495°C τα οποία ψυχόμενα έως τους 120°C μπορούν να δώσουν 755kW θερμικής ενέργειας. Μέχρι στιγμής επειδή δεν υπάρχει κάποιος καταναλωτής θερμότητας πλησίον του σταθμού με γνωστές θερμικές απαιτήσεις (ποσότητα και συνθήκες - θερμό ή υπέρθερμο νερό ή ατμός) δεν έχει γίνει καμία πρόβλεψη για την εκμετάλλευση της θερμότητας αυτής, όμως το δυναμικό υπάρχει και είναι διαθέσιμο προς αξιοποίηση.

7.2.6 Ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις μέσης τάσης

Η ηλεκτρική διασύνδεση των 11 μονάδων ηλεκτρογεννητριών με το δίκτυο μεταφοράς γίνεται μέσω δύο μονάδων **Εξαγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΗΕ)**, οι οποίες αποτελούν ουσιαστικά τα κυκλώματα προστασίας του σταθμού από το δίκτυο μεταφοράς.

Οι αυτόνομες μονάδες ηλεκτρογεννητριών συνδέονται ανά πέντε και έξι αντίστοιχα σε μια μονάδα ΕΗΕ. Συγκεκριμένα οι μετασχηματιστές 400V / 20kV που βρίσκονται στο τμήμα ισχύος των αυτόνομων μονάδων συνδέονται με τρία μονόκλινα μονωμένα καλώδια 95mm² 20kV XLPE με τους αντίστοιχους ασφαλειοδιακόπτες των 20kV.

Οι ασφαλειοδιακόπτες με τον αντίστοιχο εξοπλισμό προστασίας είναι δύο και καθένας τους βρίσκεται σε ξεχωριστό διαμέρισμα μέσα σε κάθε μονάδα ΕΗΕ.

7.2.7 Περιγραφή μονάδας ΕΗΕ

Κάθε μονάδα ΕΗΕ αποτελείται από ένα container θαλάσσιων μεταφορών ειδικά τροποποιημένο για την εγκατάσταση του απαραίτητου εξοπλισμού. Οι διαστάσεις του είναι 6,4Χ2,4Χ2,9 m (Μ χ Π χ Υ). Κάθε μονάδα είναι θερμομονωμένη και εξοπλισμένη με κλιματιστικό ώστε η εσωτερική θερμοκρασία να διατηρείται στους 25°C για τον εγκατεστημένο ηλεκτρολογικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό

7.2.7.1 Πίνακες προστασίας και ελέγχου

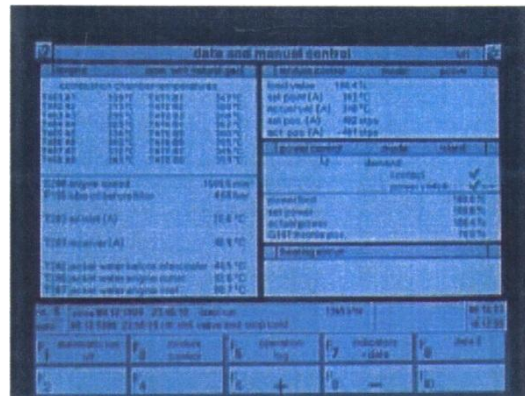
Οι πίνακες αυτοί περιέχουν τους Προγραμματιζόμενους Λογικούς Ελεγκτές (PLC) και άλλον εξοπλισμό ελέγχου που απαιτείται για το σύστημα ελέγχου του σταθμού και για τον εξοπλισμό προστασίας ΜΤ. Το σύστημα ελέγχου σταθμού είναι εξοπλισμένο με συσκευές και ελεγκτές για την επίτευξη των ακόλουθων χαρακτηριστικών:

- Παράλληλη λειτουργία πολλαπλών αυτόνομων μονάδων, με ταυτόχρονη μετάδοση δεδομένων εξαγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε A, V, W και VAr και ένδειξη κατάστασης ασφαλειοδιακόπτη για την παροχή εξωτερικών σημάτων στο σύστημα SCADA της ΔΕΗ.
- Ένδειξη αστοχίας σταθμού.
- Δυνατότητα απομακρυσμένης σύνδεσης με τον σταθμό (dial - in) για την ανάγνωση στοιχείων λειτουργίας των αυτόνομων μονάδων και έλεγχο τους.
- Υπολογιστικό πρόγραμμα επιτήρησης και ελέγχου.

Ο πίνακας ελέγχου του σταθμού είναι το κεντρικό σημείο ελέγχου της όλης εγκατάστασης και αποτελείται από ένα PLC και άλλον ηλεκτρονικό εξοπλισμό. Ο πίνακας αυτός επιτηρεί επίσης την λειτουργία κάθε αυτόνομης μονάδας και επίσης αποτελεί κεντρικό κόμβο ενός δικτύου σειριακής επικοινωνίας.

7.2.7.2 Άλλα συστήματα προστασίας και ελέγχου

- Σύστημα SCADA



Εικόνα 10
Σύστημα SCADA

Εντός της μίας μονάδας ΕΗΕ υπάρχει υπολογιστής με πρόγραμμα το οποίο επιτρέπει στους χειριστές να έχουν πρόσβαση συνεχούς ροής (on - line) στις λειτουργικές παραμέτρους του σταθμού και να τις τροποποιούν ενδεχομένως για την καλύτερη λειτουργία της εγκατάστασης. Το πρόγραμμα δίνει την δυνατότητα τόσο της επιτήρησης (monitoring) με συνεχή ροή δεδομένων, συναγερμών και προειδοποιητικών ενδείξεων, όσο και της επέμβασης στο σύστημα ελέγχου κάθε αυτόνομης μονάδας.

- Κεντρικό σύστημα πυρανίχνευσης

Μέσα σε κάθε μονάδα ΕΗΕ υπάρχει σύστημα ένδειξης πυρκαγιάς το οποίο λαμβάνει συναγερμούς από τους ανιχνευτές πυρκαγιάς υπεριωδών ακτινών που υπάρχουν μέσα τόσο στις αυτόνομες μονάδες, οι οποίες είναι συνδεδεμένες με την συγκεκριμένη μονάδα ΕΗΕ, όσο και εντός της συγκεκριμένης μονάδας ΕΗΕ. Ο τελευταίος είναι του ίδιου τύπου με αυτούς που είναι τοποθετημένοι εντός των ηλεκτρογεννητριών.

7.3 Σύνδεση με το δίκτυο

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τον σταθμό τροφοδοτείται στον Υ/Σ Ασπροπύργου (150 / 20kV) της ΔΕΗ στους ζυγούς των 20kV. Η διασύνδεση του σταθμού με τον Υ/Σ Ασπροπύργου γίνεται μέσω δύο όμοιων γραμμών μεταφοράς Μέσης Τάσης (ΜΤ) 20kV, δυναμικότητας μεταφοράς 9MW εκάστη. Το μήκος κάθε γραμμής διασύνδεσης από τον οικίσκο της ΔΕΗ στον σταθμό έως τον Υ/Σ Ασπροπύργου ανέρχεται σε 10km. Κάθε μία γραμμή διασύνδεσης αποτελείται από:

- Υπόγειο συνεστραμμένο καλώδιο MT 12 / 20 kV, A2XSY διατομής 3 ' 240 + 75 mm² (XLPE) κατά Τεχνική Περιγραφή ΔΕΗ - ΔΜΚΛΔ 182/94.



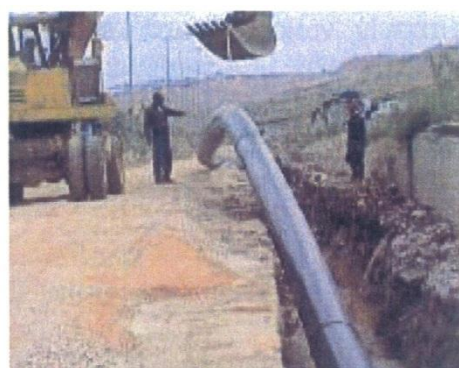
Εικόνα 11
Καλώδιο A2XSY triplex

- Τηλεφωνικό καλώδιο - πιλότο 50 ζευγών τύπου A2YF(L)2Y 50 ' 2 ' 0,8 κατά VDE 0816.



Εικόνα 12
Καλώδιο A2YF(L)2Y

- Κατάλληλα συστήματα μετρήσεων (εισερχόμενης - εξερχόμενης ενέργειας και ισχύος) στην αρχή και στο πέρας κάθε γραμμής.
- Συγκρότημα πινάκων (παροχή MT) στον οικίσκο της ΔΕΗ στον χώρο του σταθμού.
- Σύνδεση με το Κέντρο Κατανομής Φορτίου (ΚΚΦ) της ΔΕΗ.



Εικόνα 13
Λεπτομέρεια σύνδεσης αγωγών με δίκτυο ΔΕΗ (αριστερά) και τοποθέτηση αγωγών διασύνδεσης με δίκτυο ΔΕΗ (δεξιά)

Η τοποθέτηση των καλωδίων έγινε από την ΤΟΜΗ ΑΤΕ σύμφωνα με μελέτη και επίβλεψη της ΔΕΗ. Η γραμμή διασύνδεσης εκτείνεται κατά μήκος της Λεωφόρου ΝΑΤΟ και εισέρχεται στον Ασπρόπυργο έως ότου συναντήσει την Ν.Ε.Ο. Αθηνών - Κορίνθου, οπότε συνεχίζει κατά μήκος της έως τον Υ/Σ Ασπροπύργου.

7.4 Λειτουργία σταθμού

Η τοποθέτηση των φρεατίων αναρρόφησης είναι δυνατόν να γίνει τόσο σε ΧΔΑ των οποίων η λειτουργία έχει διακοπεί όσο και σε ΧΔΑ των οποίων η λειτουργία συνεχίζεται. Στην παρούσα περίπτωση η τοποθέτηση των φρεατίων έχει γίνει σε τμήμα του ΧΔΑ, η λειτουργία του οποίου έχει διακοπεί, ενώ ταυτόχρονα με την τοποθέτηση των φρεατίων γίνεται και αποκατάσταση της επιφάνειας του χώρου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αξιόπιστη λειτουργία του δικτύου συλλογής βιοαερίου, καθώς δεν αναμένονται επεμβάσεις από τρίτους για άλλες εργασίες κατά τις οποίες είναι δυνατόν να προκληθούν ζημιές στο δίκτυο.

Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η ελαχιστοποίηση των πιθανοτήτων αστοχίας τμήματος του δικτύου που μπορεί να προκαλέσει μείωση της διαθέσιμης ποσότητας βιοαερίου στον σταθμό, καθώς και η ανεξέλεγκτη διαφυγή βιοαερίου στην ατμόσφαιρα, που θα είχε ως αποτέλεσμα την μείωση της ανακατωμένης ποσότητας καυσίμου. Τέλος, εξασφαλίζεται ο μέγιστος δυνατός έλεγχος του δικτύου μέσω κατάλληλων διατάξεων δειγματοληψίας και μέτρησης παροχής και πίεσης.

Η εκτιμώμενη ετήσια παραγωγή του σταθμού αναμένεται να φτάνει τις 130GWh ετησίως σε ηλεκτρισμό και τις 137,7GWh σε θερμότητα, εφόσον χρησιμοποιηθεί σύστημα ανάκτησης και της θερμότητας των καυσαερίων. Όπως αναφέρθηκε, το τελευταίο θα είναι δυνατόν να εγκατασταθεί και εκ των υστέρων εφόσον υπάρξει δυνατότητα χρήσης της θερμικής ενέργειας από καταναλωτές στην περιοχή. Η ηλεκτρική ενέργεια θα πωλείται στον Διαχειριστή του Συστήματος ο οποίος θα υποκαταστήσει την ΔΕΗ που έχει υπογράψει την σχετική σύμβαση αγοράς. Σε γενικές γραμμές μπορεί να επιτευχθεί διαθεσιμότητα παρόμοιων σταθμών άνω του 95%, συμπεριλαμβανομένων και των διαστημάτων τακτικής συντήρησης του εξοπλισμού.

Το υπόλοιπο 5% οφείλεται κυρίως σε εξωγενείς παράγοντες και κυρίως σε προβλήματα των ηλεκτρικών δικτύων μέσω των οποίων γίνεται η τροφοδοσία της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Οι χειριστές του σταθμού ανέρχονται σε 6 άτομα, ενώ η λειτουργία του σταθμού είναι πλήρως αυτοματοποιημένη και ελέγχεται μέσω κατάλληλων συνδέσεων από απόσταση για την διάγνωση σφαλμάτων και αστοχιών του εξοπλισμού.

7.5 Καύσιμο

Στη μάζα των απορριμμάτων μέσα σε ένα χώρο διάθεσης συμβαίνουν πλήθος φυσικών και χημικών φαινομένων τα οποία αφορούν στην αποσύνθεση των απορριμμάτων και την μετατροπή τους σε σταθερές χημικές ενώσεις. Μεταξύ άλλων, παρατηρείται και το φαινόμενο της μεθανογένεσης, δηλ. της δημιουργίας και εκπομπής βιοαερίου. Η διαδικασία παραγωγής καθώς και η σύσταση του βιοαερίου εξαρτάται από πολλές παραμέτρους όπως: ποσότητα και σύσταση των στερεών αποβλήτων, ρυθμός αποδόμησης των οργανικών ενώσεων, πυκνότητα των στερεών αποβλήτων, κλιματολογικές συνθήκες, είδος επικαλύψεων των αποβλήτων, υγρασία, pH και θερμοκρασία του χώρου, λειτουργικά χαρακτηριστικά του χώρου, αρχική συμπίεση των αποβλήτων, βάθος στρώσεων, συνολικό βάθος του χώρου διάθεσης, μέση θερμοκρασία αέρος κ.λπ. Αποτέλεσμα του γεγονότος αυτού είναι να καθίσταται δύσκολη η πρόβλεψη του ρυθμού παραγωγής του, της ποσότητας (όγκου) του καθώς και της σύστασής του. Το μόνο στοιχείο που είναι δεδομένο είναι ότι η ποσότητα και ο ρυθμός παραγωγής του βιοαερίου αυξάνονται όσο προχωράει η ενηλικίωση του χώρου διάθεσης και κορυφώνονται κατά την περίοδο λήξης της απόθεσης των απορριμμάτων (20 έτη, ανάλογα με τον προβλεπόμενο χρόνο ζωής του χώρου διάθεσης). Η δε παραγωγή του βιοαερίου συνεχίζεται, με μειωμένο ρυθμό για μεγάλο χρονικό διάστημα μετά την ολοκλήρωση του χρόνου ζωής του χώρου απόθεσης. Με βάση την εμπειρία και τα βιβλιογραφικά δεδομένα, η παραγωγή βιοαερίου κυμαίνεται μεταξύ 160-240 m³/ton απορριμμάτων, σε μια χρονική περίοδο 10-15 ετών. Το παραγόμενο βιοαέριο χρειάζεται αρκετό καιρό μέχρι να φτάσει να έχει μια σταθερή σύσταση. Τις πρώτες εβδομάδες και μήνες μετά την ταφή των απορριμμάτων, ο χώρος διάθεσης λειτουργεί κάτω από αερόβιες συνθήκες και παράγεται κυρίως διοξείδιο του άνθρακα. Το αέριο που προκύπτει από το αερόβιο αυτό στάδιο περιέχει επίσης οξυγόνο και άζωτο. Όταν ο χώρος περάσει στην αναερόβια φάση αποδόμησης των απορριμμάτων, η ποσότητα του οξυγόνου πλησιάζει σχεδόν το μηδέν ενώ το άζωτο τείνει σε πολύ χαμηλό επίπεδο (λιγότερο από 1%). Τα βασικά αέρια, που είναι τα τελικά προϊόντα του αναερόβιου σταδίου, είναι διοξείδιο του άνθρακα και κυρίως μεθάνιο. Η διαδικασία παραγωγής του μεθανίου αυξάνεται όσο τα μεθανογενή βακτήρια αντικαθίστανται.

Το μεθάνιο δεν είναι τοξικό αλλά παράγεται σε μεγάλες ποσότητες και δημιουργεί ασφυκτικές συνθήκες για φυτά και ζώα. Το υδρόθειο και οι μερκαπτάνες σχηματίζονται σε μικρές ποσότητες αλλά είναι υπεύθυνα για την δυσοσμία που αναπτύσσεται.

Συστατικό	Περιεκτικότητα (% κ.ο., επί ξηρού)
Μεθάνιο	45-60
Διοξείδιο του άνθρακα	40-60
Άζωτο	2-5
Οξυγόνο	0.1-1.0
Σουλφίδια, μερκαπτάνες, κλπ	0.0-1.0
Αμμωνία	0.1-1.0
Υδρογόνο	0.0-0.2
Μονοξείδιο του άνθρακα	0.0-0.2
Ιχνοστοιχεία	0.01 -0.6

Πίνακας 11
Σύσταση βιοαερίου

Κατά τη σταθεροποίηση του χώρου ταφής, το βιοαέριο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο (σε ποσοστό από 55-65%) και διοξείδιο του άνθρακα (σε ποσοστό από 35 - 45%). Τα ποσοστά και η παρουσία άλλων συστατικών εξαρτάται άμεσα από το είδος των προς διάθεση αποβλήτων και τις συνθήκες ταφής. Η δε θερμογόνος δύναμη του παραγόμενου βιοαερίου κυμαίνεται από 5000Kcal/m³ (κατώτερη) έως 9300Kcal/m³ (ανώτερη). Ο ρυθμός παραγωγής και η σύσταση του βιοαερίου εκτιμάται ότι σταθεροποιούνται με την πάροδο 2-3 ετών από την έναρξη λειτουργίας του χώρου. Στο μεταβατικό στάδιο, κατά το οποίο η δράση στο χώρο από αερόβια γίνεται αναερόβια, υπάρχει αυξημένη παρουσία υδρογονοπαραγωγών, ενώ όταν η μεθανογένεση σταθεροποιείται, το υδρογόνο περιορίζεται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις.

7.5.1 Συλλογή και απαγωγή του βιοαερίου

7.5.1.1 Συστήματα συλλογής και απαγωγής

Για τη συλλογή και απαγωγή του βιοαερίου χρησιμοποιούνται ανά περίπτωση τα εξής συστήματα:

- Παθητικός εξαερισμός μέσω επιφάνειας
- Σύστημα απαγωγής με οριζόντιους αγωγούς
- Άντληση βιοαερίου με κατακόρυφα φρεάτια

Το βιοαέριο εξέρχεται από το εσωτερικό του ΧΥΤΑ μέσα από τμήματα (παράθυρα) της επιφανειακής κάλυψης τα οποία έχουν διαστρωθεί με οργανικό εδαφικό υλικό (βιοφίλτρα). Πρέπει να σημειωθεί, ότι το εδαφικό υλικό κάλυψης πρέπει να είναι πλούσιο σε βακτήρια, έτσι ώστε να μπορούν να αναπτυχθούν οι κατάλληλες βιοχημικές δράσεις αποδόμησης των οργανικών ενώσεων (εκτιμώμενος ρυθμός αποδόμησης: 50 m³ CH₄/m² επιφάνειας /έτος) και επιπλέον, να πραγματοποιείται δέσμευση αερίων. Στην περίπτωση ύπαρξης περιμετρικών τάφρων εξαέρωσης πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στην στεγανοποίηση της απόληξης της τάφρου έτσι ώστε να μην επιτρέπει την είσοδο όμβριων υδάτων στο χώρο διάθεσης.

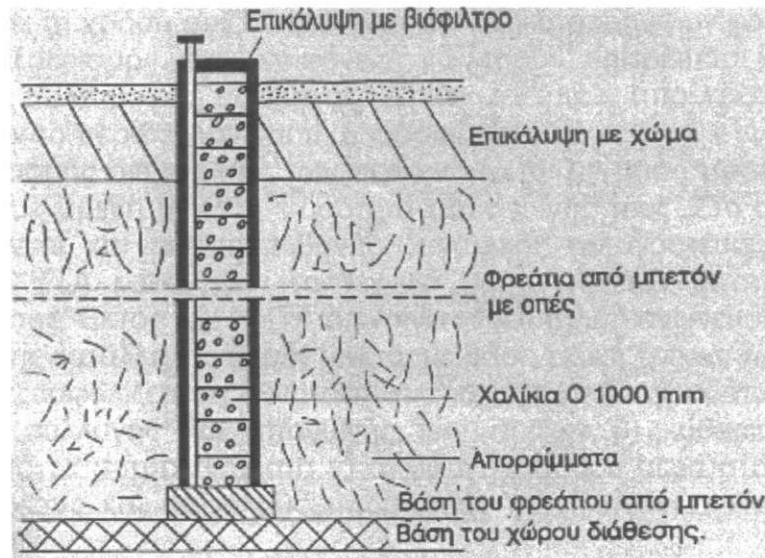
- Άντληση βιοαερίου με κατακόρυφα φρεάτια.

Τα κατακόρυφα φρεάτια συλλογής αερίων τοποθετούνται εντός του σώματος του ΧΥΤΑ, σε βάθος ίσο προς το 80-90% του συνολικού ύψους των αποβλήτων που έχουν αποθεθεί και απέχουν από τη μόνωση του πυθμένα τουλάχιστον 2m. Οι κάθετοι αγωγοί τοποθετούνται εντός «φίλτρου» από αμμοχαλικώδες υλικό (μέγεθος κόκκων > 32mm. ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου <10%) και η διάμετρος τους πρέπει να είναι >200mm. Οι αποστάσεις μεταξύ των κατακόρυφων αγωγών δεν πρέπει να είναι σε καμία περίπτωση μεγαλύτερη των πενήντα (50) μέτρων. Επίσης, η ακτίνα επιρροής κάθε αγωγού να είναι μικρότερη ή ίση των εικοσιπέντε (25) μέτρων.

- Απαγωγή με οριζόντιους αγωγούς.

Η τοποθέτηση των οριζόντιων αγωγών συλλογής γίνεται σε οριζόντιες τάφρους υψηλής διαπερατότητας (μέγεθος κόκκων αμμοχάλικου >32 mm, ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου <10 % κ.β.) και πλάτους τουλάχιστον 0,5 m. Οι οριζόντιες τάφροι συλλογής των αερίων τοποθετούνται κάτω από τη μόνωση του ΧΥΤΑ και σε απόσταση μεταξύ τους περίπου 60 m. Η κλίση των αγωγών στα σημεία εξόδου πρέπει να είναι >7%. Στα σημεία αυτά εγκαθίσταται μονάδα συλλογής συμπυκνωμάτων (αφύγρανσης). Η διάμετρος των αγωγών συλλογής πρέπει να είναι

> 250mm. Τα φρεάτια συνδέονται μεταξύ τους με οριζόντιο δίκτυο σωληνώσεων από HDPE, που καταλήγει στον σταθμό ηλεκτροπαραγωγής. Το βάθος των φρεατίων ποικίλλει ανάλογα με το βάθος του όγκου των απορριμμάτων, το οποίο κυμαίνεται από 40 - 50m. Το οριζόντιο δίκτυο φέρει κατάλληλες διατάξεις για την απομάκρυνση του κύριου όγκου των συμπυκνωμάτων από το βιοαέριο και την επανεισαγωγή τους στον ΧΔΑ.



Εικόνα 14

Εγκαταστάσεις απαερίωσης

Οι σωληνώσεις που ξεκινούν από τα φρεάτια αυτά καταλήγουν ανά ομάδες σε συλλέκτες μέσω των οποίων το βιοαέριο οδηγείται στο πρωτεύον δίκτυο αγωγών και εν συνεχεία στο σταθμό. Κατά την διάνοιξη των φρεατίων του βιοαερίου έχει γίνει καταγραφή του εξαγόμενου από τον ΧΔΑ υλικού, ούτως ώστε να υπάρχει αυτή την στιγμή μια πολύ καλή γνώση της κατανομής και της διαστρωμάτωσης των διαφόρων υλικών εντός του ΧΔΑ η οποία μπορεί να αποδειχθεί χρήσιμη κατά την φάση της λειτουργίας του σταθμού και την απόκτηση περαιτέρω εμπειρίας στο συγκεκριμένο ζήτημα.



Εικόνα 15

Σύνδεση αγωγού βιοαερίου από HDPE Φ500 (αριστερά) και κατασκευή δικτύου συλλογής βιοαερίου (δεξιά)

7.5.1.2 Απαιτήσεις εφαρμογής συστημάτων συλλογής και απαγωγής βιοαερίου

Η κατασκευή και λειτουργία του συστήματος συλλογής και απαγωγής των αερίων πρέπει να γίνεται με τρόπο που να εξασφαλίζει πλήρη ασφάλεια στο προσωπικό και στη λειτουργία του ΧΥΤΑ.

Πριν την έναρξη λειτουργίας του συστήματος συλλογής, απαγωγής και γενικότερα διαχείρισης των αερίων, συντάσσεται πρόγραμμα παρακολούθησης και ελέγχου του συστήματος. Η εγκατάσταση της γενικής διαχείρισης των αερίων πρέπει να είναι έτοιμη για λειτουργία το αργότερο έξι μήνες μετά την έναρξη λειτουργίας του ΧΥΤΑ.

Η ενδεικνυόμενη τεχνική συλλογής και απαγωγής των αερίων περιλαμβάνει τη χρήση οριζόντιων αγωγών και κατακόρυφων φρεατίων. Ο παθητικός εξαερισμός μέσω επιφάνειας «φίλτρου», επιτρέπεται μόνο όταν παράγονται πολύ μικρές ποσότητες αερίων τα οποία αποδεδειγμένα δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία.

Ο σχεδιασμός διαχείρισης των αερίων γίνεται με βάση υπολογισμούς για την αναμενόμενη μέγιστη ποσότητα παραγωγής τους. Στο σχεδιασμό περιλαμβάνεται και μελέτη πιθανής δυναμικής μετανάστευσης αερίων εκτός του ΧΥΤΑ καθώς και τα τεχνικά μέτρα για την αποτροπή της μετανάστευσης. Εκτός του ΧΥΤΑ διανοίγεται γεώτρηση ανίχνευσης αερίων. Η επιλογή της κατάλληλης θέσης γίνεται με βάση ειδική έρευνα του χώρου. Πρέπει να εξασφαλίζεται η δυνατότητα: α) απομάκρυνσης υδάτων από τα συστήματα συλλογής και απαγωγής των αερίων β) καθαρισμού των αγωγών από τα συμπυκνώματα γ) αποφυγή εισόδου αέρα στο σύστημα και δ) ευχερούς και ασφαλούς πρόσβασης για διενέργεια ελέγχων και δειγματοληψιών

Το υλικό των αγωγών πρέπει να είναι από ανθεκτικό στις αναμενόμενες φυσικές, χημικές και βιολογικές καταπονήσεις - επιβαρύνσεις. Η διάταξη των συστημάτων συλλογής και απαγωγής των αερίων γίνεται με τρόπο ώστε: α) να μην παρεμποδίζεται η ενεργητική απαγωγή των αερίων και β) να μην επιδρούν αρνητικά στα συστήματα μόνωσης του ΧΥΤΑ. Ο συνδυασμός οριζόντιων και κάθετων συστημάτων συλλογής των αερίων είναι επιθυμητός.

Σε όλες τις φάσεις λειτουργίας του ΧΥΤΑ η πίεση που εφαρμόζεται κατά την άντληση των αερίων πρέπει να είναι χαμηλή (υποπίεση). Η ταχύτητα των αερίων εντός των αγωγών να είναι μικρότερη των 10 m/sec Οι αγωγοί πρέπει να έχουν μεταξύ τους όσο το δυνατόν λιγότερα σημεία σύνδεσης και οι συνδέσεις των αγωγών πρέπει να είναι ελαστικές. Στις περιπτώσεις που κατά την απαγωγή διαπιστώνεται υπέρβαση ορίων απαιτείται η άμεση διακοπή της άντλησης.

Σημείωση:

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους εργαζόμενους (τεχνικούς και διοικητικούς) της ΗΛΕΚΤΩΡ Α.Ε. στη Φυλή για τις πολύτιμες συμβουλές τους και την ξενάγηση μας στις εγκαταστάσεις του ΧΥΤΑ Α. Λιοσίων και της ΒΕΑΛ. Στη σύνταξη του παρόντος κεφαλαίου βοήθησαν με τις γνώσεις τους συνάδελφοι από το ΤΕΙ Χαλκίδας και εργαζόμενοι στην Ψυττάλεια.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (APPENDIX)

Στο παρών παράρτημα, παραθέτουμε μία πλήρη οικονομικοτεχνική μελέτη της εταιρίας «Ηλεκτρική Ενέργεια Ηπείρου Α.Ε.» στην οποία μπορούμε να δούμε ότι μια τέτοια επένδυση είναι συμφέρουσα ως προς τον επιχειρηματία (ή το Κράτος, αν πρόκειται για δημόσιο έργο) αλλά και ως προς το περιβάλλον.

8. ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΗΠΕΙΡΟΥ Α. Ε.

Επιχείρηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο, το οποίο εκλύεται από την αποσύνθεση των στερεών αποβλήτων

Τοποθεσία επιχείρησης: ΧΥΤΑ κοινότητας Ελληνικού, Δήμου Κατσανοχωρίων, Νομός Ιωαννίνων.

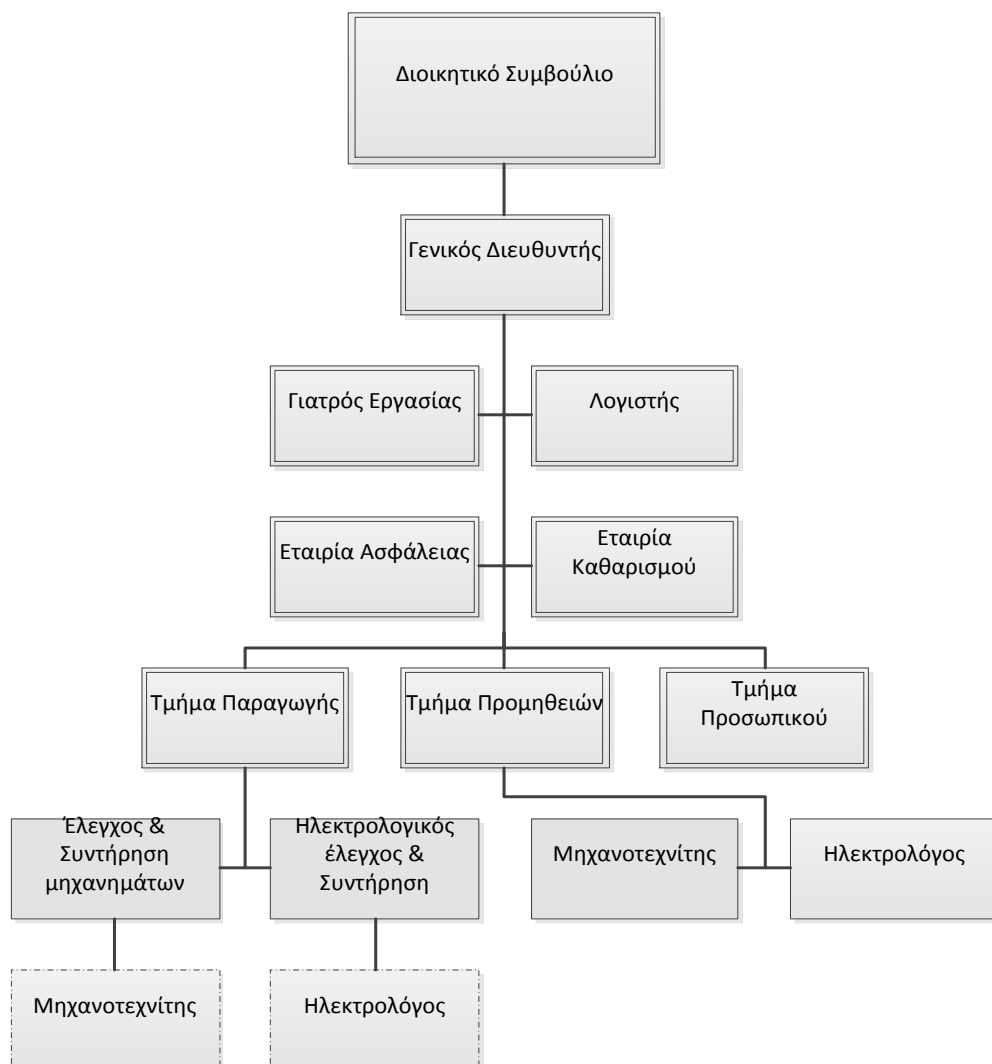
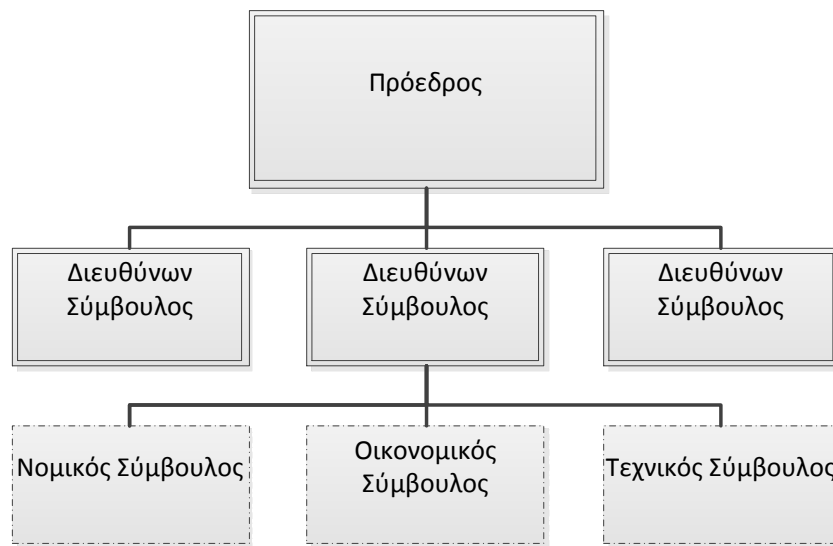
8.1 Στόχοι Της Επιχείρησης

- Η δημιουργία μιας μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο με εγκατεστημένη ισχύ 500 KW.
- Η προστασία της δημόσιας υγείας από τα εκλυόμενα βλαβερά αέρια κατά την αποσύνθεση των απορριμμάτων.
- Η λειτουργία του εργοστασίου όσο θα λειτουργεί και το ΧΥΤΑ, δηλαδή 20 περίπου έτη.
- Η κατάλληλη διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας του βιοαερίου ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη αποδοτικότητα της παραγωγής.
- Μακροπρόθεσμα υπάρχει πιθανότητα μεταπώλησης της τεχνολογίας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε παρόμοια με τη δική μας επιχείρηση.

8.2 Περιγραφή Της Επιχείρησης

- Επωνυμία επιχείρησης: ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΗΠΕΙΡΟΥ Α.Ε.
- Νομική μορφή: Ανώνυμη Εταιρεία (τέσσερις μέτοχοι)
- Τοποθεσία: ΧΥΤΑ Κοινότητας Ελληνικού, Δήμος Κατσανοχωρίων, Νομός Ιωαννίνων

8.3 ΟΡΓΑΝΟΓΡΑΜΜΑ



8.4 Στρατηγικές συμμαχίες:

- ΔΕΗ (υποχρεωμένη από το ν.3468/2006 να αγοράζει την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από την επιχείρηση)
- ΔΕΣΜΗΕ (υπεύθυνος διανομής ηλεκτρικής ενέργειας βάσει του ν.3468/2006)
- Περιφέρεια Ηπείρου
- Φορέας του ΧΥΤΑ
- Δήμοι συνεργαζόμενοι με τον ΧΥΤΑ

8.5 Ανάλυση Του Κλάδου

8.5.1 Παλαιότερα:

- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (ΗΕ) από συμβατικές πηγές ενέργειας αποκλειστικά από τη ΔΕΗ
- Διανομή ΗΕ αποκλειστικά από ΔΕΗ

8.5.2 Σήμερα:

- Παραγωγή ΗΕ και από ιδιώτες
- Παραγωγή ΗΕ και με εκμετάλλευση ΑΠΕ
- Διανομή ΗΕ από τον ΔΕΣΜΗΕ
- Αδυναμία κάλυψης αναγκών του ελληνικού ενεργειακού συστήματος από ΔΕΗ (εισαγωγές από εξωτερικό)

Αξίζει να αναφερθεί ότι:

- Από 19/2/2001 εισήλθαν στην αγορά ΗΕ και ιδιώτες παραγωγοί
- Από 1/7/2007 όλοι οι καταναλωτές μπορούν να επιλέγουν οι ίδιοι τον προμηθευτή ΗΕ
- Μελλοντικά αναμένεται αύξηση της παραγωγής ΗΕ από ΑΠΕ, άρα και από βιοαέριο, καθώς και αύξηση του αριθμού των επιχειρήσεων στον κλάδο.
- Η ανάπτυξη του κλάδου οφείλεται σε:
- Ισχύουσα νομοθεσία Ε.Ε. και Ελλάδας για την προώθηση της παραγωγής ΗΕ από ΑΠΕ
- Προνομιακές χρηματοδοτήσεις της Ε.Ε. σε έργα παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ
- Επιτακτική ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος

8.5.3 Στοιχεία αγοράς στόχου:

- Αύξηση ζήτησης ΗΕ στην Ελλάδα κατά 50% την τελευταία δεκαετία
- Πρόβλεψη για υπερβάλλουσα ζήτηση ΗΕ σε σχέση με εγκατεστημένη ισχύ τα επόμενα 3-4 χρόνια
- Αναμενόμενη αύξηση επενδυτικού ενδιαφέροντος για ανάπτυξη καινούργιων ιδιωτικών σταθμών παραγωγής ΗΕ

Συμπέρασμα:

Θετικές προοπτικές για δημιουργία νέων ιδιωτικών επιχειρήσεων παραγωγής ΗΕ από βιοαέριο

8.6 Βιοαέριο

8.6.1 Στοιχεία υπεροχής έναντι του ανταγωνισμού

- Μεγάλη περιεκτικότητα σε μεθάνιο (47%-54%)
- Πρώτη ύλη με μηδενική αξία (απορρίμματα)
- Παραγωγή προϊόντων με εμπορική αξία
- Μείωση όγκου σκουπιδιών
- Μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα

8.7 Προϊόντα και υπηρεσίες

- Ηλεκτρική ενέργεια
- Θερμική ενέργεια
- Καύσιμο μεταφορών
- Διοχέτευση στο δίκτυο του φυσικού αερίου

8.7.1 Έμμεσος Ανταγωνισμός

- Σχετιζόμενος με παραγωγή ΗΕ από βιοαέριο

Τοποθεσία	Ιδιοκτήτης	Εγκ/νη ισχύς (MW)
ΧΥΤΑ Άνω Λιοσίων, Αττική	ΗΛΕΚΤΩΡ	24
ΧΥΤΑ Ταγαράδων, Θεσ/νική	ΗΛΕΚΤΩΡ	5
Ηράκλειο, Κρήτη	ΔΕΥΑ Ηρακλείου	0,193
Ψυτάλλεια, Αττική	ΔΕΥΑ Χανίων	7,4
Χανιά, Κρήτη	ΕΥΔΑΠ	0,166
Σύνολο		36,759

- Σχετιζόμενος με παραγωγή ΗΕ από ΑΠΕ

ΑΠΕ	Συνολική Ισχύς (MW)
Αιολική Ενέργεια	445
Υδραυλική Ενέργεια	3076,32
Ηλιακή Ενέργεια (φωτοβολταϊκά)	332

- Επιχειρήσεις Παραγωγής ΗΕ
 - ΗΛΕΚΤΩΡ ΕΔΡΑΣΗ
 - ΓΕΚ-ΤΕΡΝΑ
 - ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΔΟΜΙΚΗ
 - INTRAKAT

8.8 Ανάλυση SWOT

ΔΥΝΑΤΑ ΣΗΜΕΙΑ (STRENGTHS)	ΑΔΥΝΑΤΑ ΣΗΜΕΙΑ (WEAKNESSES)
1. Συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος	1. Μικρή ποσότητα παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας
2. Μέγιστη αποδοτικότητα της παραγωγής	
3. Σύγχρονος εξοπλισμός και ικανό προσωπικό	
4. Σίγουρη πελατειακή βάση για ορισμένο χρονικό διάστημα	

ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ (OPPORTUNITIES)	ΑΠΕΙΛΕΣ (THREATS)
1. Αποφάσεις Ε.Ε. για προστασία του περιβάλλοντος	1. Παραχώρηση παραπάνω των απαιτούμενων αδειών παραγωγής ΗΕ από ΑΠΕ
2. Ισχύον νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα	2. Είσοδος πολλών επιχειρήσεων στον κλάδο
3. Εξασφαλισμένη από το νόμο βιωσιμότητα για 20 έτη	3. Άμεσες ομάδες ενδιαφερομένων (Αντίδραση κατοίκων των γύρω περιοχών)
4. Αναπόφευκτη εξάντληση συμβατικών πηγών ενέργειας	4. Αργή ανάπτυξη της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα
δ. Αξιόλογο δυναμικό βιομάζας στον Ελλαδικό χώρο	
6. Συνεχής αύξηση της ζήτησης ΗΕ	

8.8.1 Συμπεράσματα SWOT

ΑΔΥΝΑΤΑ ΣΗΜΕΙΑ	ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ
1.Μικρή ποσότητα παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας	Λόγω του δεδομένου όγκου απορριμμάτων δεν μπορεί να αντιμετωπισθεί από την επιχείρηση
ΑΠΕΙΛΕΣ	
1.Παραχώρηση παραπάνω των απαιτούμενων αδειών παραγωγής ΗΕ από ΑΠΕ	Προς το παρόν δεν αφορά την επιχείρηση
2.Είσοδος πολλών επιχειρήσεων στον κλάδο	Μεγιστοποίηση απόδοσης παραγωγής
3.Άμεσες ομάδες ενδιαφερομένων (stakeholders)	Ενημέρωση πολιτών για ΧΥΤΑ και την επεξεργασία βιοαερίου
4.Αργή ανάπτυξη της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα	Δεν μπορεί να επηρεασθεί

8.9 Στρατηγική Marketing

- Καθορισμός τιμής από το άρθρο 12 του νόμου 3468/2006
- Υποχρεωτική αγορά ενέργειας από ΔΕΗ σύμφωνα με το άρθρο 13 του νόμου 3468/2006

Ενέργεια που παράγεται από:	Τιμή:
Αιολική ενέργεια	73 €/MWh
Αιολική ενέργεια που παράγεται από αιολικά πάρκα στη θάλασσα	73 €/MWh
Υδροηλεκτρικοί σταθμοί με εγκ/νη ισχύ έως 15 MWe	73 €/MWh
Φωτοβολταϊκές μονάδες με εγκ/νη ισχύ <100kWpeak	450 €/MWh
Φωτοβολταϊκές μονάδες με εγκ/νη ισχύ >100kWpeak	400 €/MWh
Μονάδες αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας εκτός φωτοβολταϊκών με εγκ/νη ισχύ μέχρι 5 MWe	250 €/MWh
Μονάδες αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας εκτός φωτοβολταϊκών με εγκ/νη ισχύ > 5 MWe	230 €/MWh
Γεωθερμική ενέργεια, βιομάζα, αέρια από χώρους υγειονομικής ταφής και εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού, βιοαέρια	73 €/MWh
Λοιπές ΑΠΕ	73 €/MWh

8.10 Διαδικασία ανάληψης διανομής από ΔΕΣΜΗΕ:

1. Προσκόμιση μελέτης δημιουργίας εργοστασίου σε ΔΕΣΜΗΕ
2. Συμπλήρωση και κατάθεση αίτησης για σύνδεση επιχείρησης με ΔΕΣΜΗΕ
3. Δήλωση ποσότητας της παραγόμενης ΗΕ
4. Δήλωση υποσταθμού της ΔΕΗ για σύνδεση

8.11 Προμηθευτές:

Deutz Packeting Haase , ISOBOX, Μπετόν Κρόνος, Δημουλάς, Sierras, Sneider, Πετσετάκης, Γενική Εμπορίου και Βιομηχανίας, Gyrndfos Ελλάς, Rockwool, ΣΙΔΕΝΟΡ, CIM

8.12 Σχέδιο λειτουργίας, ασφάλεια και εγκαταστάσεις

Σχέδιο Λειτουργίας

- Το βιοαέριο συλλέγεται και μεταφέρεται μέσω σωληνώσεων στο εργοστάσιο.
- Στη συνέχεια εισέρχεται σε έναν ψύκτη έτσι ώστε να διατηρείται στη θερμοκρασία των 12°C.
- Τέλος, αφού το βιοαέριο περάσει από ένα δοχείο συμπυκνωμάτων καταλήγει στην γεννήτρια όπου και μετατρέπεται σε ενέργεια

Ασφάλεια

- Σε περίπτωση βλάβης ενεργοποιείται ο πυρσός καύσης βιοαερίου
- Σε κάποιο στάδιο της διαδικασίας παραγωγής τοποθετείται ένα όργανο μετρήσεως που ελέγχει την κατάσταση του αερίου.

Εγκαταστάσεις

Τέσσερα containers που μετακινούνται:

- Ηλεκτρολογικά, control room, γραφείο
- Αποθήκη
- Συνεργείο
- Γεννήτρια

8.13 Χρηματοοικονομική Ανάλυση**8.13.1 Συνολικό κόστος επενδύσεων**

Κόστος (έξοδα) ιδρύσεως-οργανώσεως	2010	2011	2012
(ΠΡΟΠΑΡΑΓΩΓΙΚΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ)			
Κόστος προεπενδυτικών μελετών			
Μελέτη εγκατάστασης εργοστασίου	3000	-	-
Περιβαλλοντική μελέτη	2000		
Λοιπές γραφειοκρατικές διαδικασίες			
Δαπάνες εκτελέσεως του έργου			
Μισθοί, επιδόματα, κοινωνική ασφάλιση προσωπικού σε προ-παραγωγική περίοδο	27000		
Έξοδα ενάρξεως			
Μισθοί, επιδόματα, κοινωνική ασφάλιση μηχανολόγου/ηλεκτρολόγου μηχανικού, ηλεκτρολόγου, μηχανοτεχνίτη	84000	88200	92610
Τεχνικός σύμβουλος	14400	15120	15867
Νομικός σύμβουλος	14400	15120	15867
Οικονομικός σύμβουλος	14400	15120	15867
Λογιστής	9924	10420	10941
Εταιρία Security	2000	2100	2205
Γιατρός εργασίας	9600	10080	10584

Εταιρία καθαρισμού	7200	7560	7938
Δόση δανείου	6300	16300	15512,5
ΟΤΕ	1920	1984,2	2051,6
Πυροπροστασία	2000	2100	2205
Υδρευση-αποχέτευση	1000	1045,6	1093,4
Κατανάλωση πρώτων υλών	2400	2400	2400
Πάγιες επενδύσεις			
Διαμόρφωση οικοπέδου- περιβάλλοντος χώρου			
Έργα χωματουργικού	10000	-	-
Κτήρια-έργα πολιτικού μηχανικού			
Βάση από σκληρό μπετό για container	10000		
Περίφραξη εγκαταστάσεως			
3 απλά containers που μετακινούνται (20m2)	12000	-	-
Κόστη σχεδιάσεως επενδυτικού προγράμματος	500	-	-
Ασφάλιστρα	2600	2600	2600
Απόκτηση τεχνολογίας			
1 container γεννήτριας	400000	-	-

Μηχανολογικός εξοπλισμός			
Σωλήνας σύνδεσης κυψέλης με εργοστάσιο	13000	-	-
Ψύκτης			
Φίλτρο			
Δοχείο συμπυκνωμάτων για συλλογή υγρών			
1 όργανο μετρήσεως για μηχανές-βιοαέριο			
Σωληνώσεις σύνδεσης εξοπλισμού με γεννήτρια			
Σωλήνας σύνδεσης εργοστασίου με υποσταθμό της ΔΕΗ	5000	-	-
Λοιπές καλωδιώσεις-εγκατάσταση αυτών	107500	-	-
Πυλώνες φωτισμού			
Ανταλλακτικά, εργαλεία	10000	-	-
Κόστη συντήρησης			
Αλλαγή λαδιών	4800	4800	4800
Αλλαγή μπουζιών	6000	6000	6000
Λοιπές διαδικασίες συντήρησης	2000	2000	2000
Κόστος αποσβέσεων			
Αποσβέσεις γεννήτριας	24000	24000	24000

Αποσβέσεις μηχανολογικού εξοπλισμού	8130	8130	8130
Αποσβέσεις εγκαταστάσεων	1320	1320	1320
Κεφάλαιο κινήσεως	-	-	-
Φόροι			
Έξοδα φορολογικού εισοδήματος	7026,4	8115,8	6073,6
Απρόβλεπτα γεγονότα			
Φυσικά απρόβλεπτα	5000	5500	6050
Μηχανολογικά απρόβλεπτα			

8.13.2 Έσοδα

	2010	2011	2012
Έσοδα πωλήσεων	251499,6	274363,2	274363,2
Λειτουργικά κόστη	223394	241900	250068,7
Έσοδα προ φόρων (μικτά)	28105,6	32463,2	24294,5
Φόρος	7026,4	8115,8	6073,6
Έσοδα μετά φόρων (καθαρά)	21079,2	24347,4	18220,9

Εγκατεστημένη ισχύς:500kW → 500kWh για 1 ώρα

Υπολογίζουμε:500kWh*0,87=435kWh,

0,87:συντελεστής απόδοσης

Για 1 μέρα:435kWh *24=10440kWh

Για 1 μήνα:10440kWh*30=313200kWh

Για 1 χρόνο:313200kWh*12=3758400kWh

Η κάθε kWh αγοράζεται από ΔΕΗ με 0,073€ μέσω σύμβασης, σε μετρητά.

8.13.3 Όροι Δανείου, χρηματοδότηση και αποπληρωμήΧρηματοδότηση:

Επιχορήγηση	360.000
Δάνειο	90.000
Ίδια Κεφάλαια	150.000

Ποσό Δανείου	90.000€
Ετήσιο Επιτόκιο	7%
Περίοδος Δανείου	10 έτη
Περίοδος Χάρητος	1 έτος
Συχνότητα Αποπληρωμής	Εξαμηνιαία
Τρόπος Αποπληρωμής	Χρεολυτικό
Εξασφαλίσεις	Υποθήκη προσωπικών ακινήτων αξίας 108.000€

Αποπληρωμή δανείου:

Έτος	Ποσό Δανείου	Πληρωτέο Ποσό	Ανεξόφλητο Υπόλοιπο
0	90.000		
1		6.300	90.000
2		16.300	73.700
3		15.512,5	74.487,5
4		16.941,1	73.058,9
5		18.476,48	71.523,82
6		20.605	69.395
7		23.649	66.351
8		28.418	61.582
9		37.092	52908
10		59.208	0

8.13.4 Χρονοδιάγραμμα

Φάση	Διαδικασία	Διάρκεια	Κόστος
1	Σύσταση εταιρίας-γραφειοκρατικά	3 μήνες	5000 €
2	Οικοδομικά-ηλεκτρολογικά έργα	1 μήνας	127500 €
3	Εγκατάσταση container	2 μέρες	19500 €
4	Τοποθέτηση σωληνώσεων-μηχανολογικού εξοπλισμού	2 εβδομάδες	72000 €
5	Σύνδεση με αγωγό της ΔΕΗ	15 μέρες	5000 €
6	Λειτουργία μονάδας		180000 €

8.13.5 Λειτουργικό Κόστος

	2010	2011	2012
Κόστος ανθρώπινου δυναμικού	155.924 €	163.720 €	171,906€
Γενικά έξοδα	7.400 €	7.900 €	8.450 €
Κόστη συντήρησης	12.800 €	12.800 €	12.800 €
Έξοδα υπηρεσιών ΟΤΕ	1.920 €	1.948,2 €	2.051,6 €
Ύδρευση και αποχέτευση	1.000 €	1.045 €	1.093,4 €
Πυροπροστασία	2.000 €	2.100 €	2.205 €
Ασφάλιστρα	2.600 €	2.600 €	2.600 €
Αποσβέσεις	33.450 €	33.450 €	33.450 €
Αποπληρωμή δανείου	6.300 €	16.300 €	15.512,5 €
ΣΥΝΟΛΟ	223.394 €	241.900 €	250.068,8 €

8.13.6 Κατάσταση Ταμειακών Ροών κατασκευαστικής περιόδου, 2010, 2011, 2012

- Κατάσταση Ταμειακών Ροών κατασκευαστικής περιόδου

Εισπράξεις (εισροές)		Πληρωμές (εκροές)	
Επιδότηση	360.000	Κόστος προεπενδυτικών μελετών	5.000
		Δαπάνες εκτελέσεως έργου	27.000
Ποσό Δανείου	90.000	Διαμόρφωση οικοπέδου και περιβάλλοντος χώρου	10.000
		Κτήρια και έργα πολιτικού μηχανικού	22.500
Ιδια Κεφάλαια	150.000	Απόκτηση τεχνολογίας	400.000
		Μηχανολογικός εξοπλισμός	135.500
Ταμειακές Ροές = Εισπράξεις - Πληρωμές = 600.000 - 600.000 = 0			

- Κατάσταση Ταμειακών Ροών 2010

Εισπράξεις (εισροές)		Πληρωμές (εκροές)	
Έσοδα από πώληση ενέργειας	251.500	Λειτουργικά Έξοδα	183.644
		Φόροι	7.026,4
Υπολειμματική Αξία	0	Δόση Δανείου	6.300
		Αποσβέσεις	33.450
Ταμειακές Ροές = Εισπράξεις - Πληρωμές = 251.500 - 196.970,4 = 54.529,6€			

- **Κατάσταση Ταμειακών Ροών 2011**

Εισπράξεις (εισροές)		Πληρωμές (εκροές)	
Έσοδα από πώληση ενέργειας	274.363,2	Λειτουργικά Έξοδα	192.150
		Φόροι	8.115,8
Υπολειμματική Αξία	54.529,6	Δόση Δανείου	16.300
		Αποσβέσεις	33.450
Ταμειακές Ροές = Εισπράξεις - Πληρωμές = 328.892,8 - 216.565,8 = 112.327€			

- **Κατάσταση Ταμειακών Ροών 2012**

Εισπράξεις (εισροές)		Πληρωμές (εκροές)	
Έσοδα από πώληση ενέργειας	274.363,2	Λειτουργικά Έξοδα	201.106,3
		Φόροι	6.073,6
Υπολειμματική Αξία	112.327	Δόση Δανείου	15.512,5
		Αποσβέσεις	33.450
Ταμειακές Ροές = Εισπράξεις - Πληρωμές = 386.690,2 - 222.692,4 = 163.997,8€			

8.13.7 Καθαρή Παρούσα Αξία

Έτος	Ταμειακές Ροές	Συντελεστής προεξόφλησης	Προεξοφλημένες Ταμειακές Ροές
Κατασκευαστική Περίοδος	0	1	0
2010	54.529,6	0,926	50.494,409
2011	112.327	0,857	96.264,239
2012	163.997,8	0,794	130.214,25
		ΠΑ=	276.972,88

Άρα ΚΠΑ = 276.972,88 - 486.000 = -209.027,11 < 0

9. Βιβλιογραφία

1. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Θεσσαλονίκης (2000) : Μελέτη Κατάρτισης Νομαρχιακού Πλαισίου Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων του Νομού Θεσσαλονίκης που εκπονήθηκε από την Ανατολική Αναπτυξιακή Εταιρία Ανατολικής Θεσσαλονίκης, Β' Φάση, Συνοπτική Παρουσίας.
2. Προστασία του περιβάλλοντος από τις βιομηχανικές δραστηριότητες - Πρόληψη βιομηχανικών ατυχημάτων μεγάλης έκτασης - Διαχείριση στερεών αποβλήτων - Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε).
3. Στέλιος Ψωμάς (Περιβαλλοντολόγος) : Έκθεση του ελληνικού γραφείου της GREENPEACE Νοέμβριος του 2005.
4. Στοιχεία για τον ΧΥΤΑ Α. Λιοσίων από τον ΕΣΔΚΝΑ.
5. «Τα πλεονεκτήματα της βιομάζας και η αποστολή της ΕΛΛΕΒΙΟΜ» Άρθρο του Αντ. Ε. Γεράσιμου, μηχανολόγου – ηλεκτρολόγου μηχανικού ΕΜΠ – MSc προέδρου ΕΛΛΕΒΙΟΜ, Περιοδικό Ναυτεμπορική GREEN TANK, σελ 66-71, Σεπτέμβριος 2010
6. Κοδοσάκης Ε. Δημήτρης, *Διαχείριση φυσικών πόρων και ενέργεια*, σελ. 233-240, εκδ. Α.Σταμούλη, Αθήνα, 1994
7. Βάμβουκα Δέσποινα, *Βιομάζα: Βιοενέργεια και Περιβάλλον*, εκδ. Τζιόλα, 2008
8. Ασημακοπούλου Λιώκη-Λειβάδα, *Αιολική και άλλες ανανεώσιμες μορφές ενέργειας*, εκδ. Συμμετρία
9. Τσώνης Στυλιανός, *Επεξεργασία λυμάτων*, εκδ. Παπασωτηρίου, 2004
10. Μπαλαράς, Κ.Α. (1991). *Μεθανόλη και συνθετική βενζίνη σαν εναλλακτικά καύσιμα*, Δελτίο ΠΣΔΜΗ, Πανελλήνιος Σύλλογος Διπλωματούχων Μηχανολόγων Ηλεκτρολόγων
11. Σούτερ Χ, (1995). *Η Βιομάζα και η ενεργειακή της αξιοποίηση. Παραγωγή – δυναμικό*. Μηνιαία τεχνική επιθεώρηση, Νο 41, Ιούνιος.
12. Χουδάλη, Π. , Αλεξάνδρου, Β. , Μπούκης, Ι. , (1995) *Αξιοποίηση της βιομάζας σε συστήματα συμπαραγωγής*, Μηνιαία τεχνική επιθεώρηση, Νο44, Σεπτέμβριος
13. Υπουργείο Βιομηχανίας, ενέργειας και τεχνολογίας, ΥΒΕΤ (1989). *Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ελλάδα*, Αθήνα.
14. Γελεγένης Ι.Ι. , Αξαόπουλος Π.Ι. , *Πηγές ενέργειας συμβατικές και ανανεώσιμες* (2005)
15. www.eea.eu.inf
16. <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=292&language=el-GR>
17. http://library.tee.gr/digital/m2483/m2483_mourtsiadis1.pdf
18. http://library.tee.gr/digital/m2483/m2483_sioulas.pdf
19. <http://www.cres.gr/services/istos.chtm?prnbr=24773&locale=el>
20. <http://hachp.gr/modules/content/index.php?id=15>
21. www.biomassenergy.gr
22. www.biofuels.gr

23. www.agroenergy.gr

24. <http://www.eia.gov/oiaf/analysispaper/biomass/index.html>

25. <http://agiabarbarapatras.blogspot.gr/2010/06/i.html>

26. <http://www.amcoelectric.gr/Article/12/>

27. http://imarinakis.webs.com/biomass_energy.htm

28. http://www.nexans.gr/eservice/Greece-el_GR/navigate_183212/AL_XLPE_PVC_12_20KV_.html#top