

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	- 1 -
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	- 4 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ & ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	- 9 -
1.1 ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ – ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	- 9 -
1.2 ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	- 11 -
1.2.1 ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	- 11 -
1.2.2 ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	- 13 -
1.3 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	- 14 -
1.3.1 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	- 16 -
1.3.2 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ - ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	- 17 -
1.3.3 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	- 18 -
1.3.4 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	- 19 -
1.3.5 ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ	- 21 -
1.4 ΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	- 25 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΟ ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΚΑΙ Η ΒΙΟΜΑΖΑ ΩΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	- 32 -
2.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	- 32 -
2.2 ΣΥΣΤΑΣΗ - ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ	- 33 -
2.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ	- 35 -
2.5 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ – ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΚΑΥΣΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ	- 38 -
2.6 ΧΡΗΣΕΙΣ – ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ	- 40 -
2.6.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	- 40 -
2.6.2 ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.	- 41 -
2.6.3 ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ	- 41 -
2.6.4 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ	- 42 -
2.6.5 ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΣΕ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ	- 42 -
2.7 Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ	- 43 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΧΩΡΟΙ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ (ΧΥΤΑ)	- 48 -
3.1 ΟΡΙΣΜΟΙ	- 48 -
3.1.1 ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΑΝΤΑ Η ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ	- 48 -
3.1.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ	- 49 -
3.2 ΣΥΣΤΑΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΑΝΤΩΝ	- 49 -
3.3 ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ	- 51 -
3.4 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ	- 52 -
3.5 ΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΣΕ ΑΡΙΘΜΟΥΣ	- 53 -
3.6 ΦΟΡΕΙΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	- 54 -
3.7 ΧΩΡΟΙ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ (ΧΥΤΑ)	- 56 -
3.7.1 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΧΩΡΩΝ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ	- 56 -
3.7.2 ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΑ	- 59 -
3.7.3 ΒΙΟΑΕΡΙΟ	- 60 -
3.7.4 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΕΞΕΛΕΓΚΤΗ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ	- 61 -
3.7.5 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ	- 62 -

3.7.6	ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΔΙΑΘΕΣΗΣ	- 64 -
3.7.7	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ	- 65 -
3.7.8	ΈΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΔΙΑΘΕΣΗΣ	- 66 -
3.7.9	ΡΥΠΑΝΣΗ ΥΔΡΟΦΟΡΟΥ ΟΡΙΖΟΝΤΑ	- 66 -
3.7.10	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ	- 67 -
3.7.12	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ	- 68 -
3.8	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	- 70 -

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΩΝ ΧΥΤΑ ΚΑΙ ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ

4.1	Το ΚΟΣΤΟΣ ΤΗΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ	- 74 -
4.2	Το ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	- 77 -
4.3	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΧΥΤΑ	- 79 -
4.4	ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	- 88 -

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (ΣΗΘ)

5.1	ΟΡΙΣΜΟΙ	- 95 -
5.2	ΤΟΜΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΗΘ	- 95 -
5.3	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	- 98 -
5.4	ΤΡΟΠΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	- 99 -
5.5	Η ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ	- 100 -
5.6	ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	- 103 -
5.7	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΗΘ	- 104 -
5.8	ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΒΙΟΜΑΖΑ	- 106 -
5.8.1	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ	- 110 -
5.8.2	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	- 112 -
5.8.3	ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	- 114 -
5.8.4	ΤΑ ΑΙΤΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΣΗΘ ΜΕ ΒΙΟΜΑΖΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	- 115 -

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

7.1	ΣΟΥΗΔΙΑ	- 118 -
6.1.1	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	- 118 -
6.1.2	ΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΔΡΑΣΕΙΣ	- 120 -
6.2	ΓΕΡΜΑΝΙΑ	- 120 -
6.2.1	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	- 120 -
7.2.2	ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	- 123 -
6.3	ΔΑΝΙΑ	- 126 -
6.3.1	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	- 126 -
6.3.2	ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	- 129 -
6.4	ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ	- 129 -
6.4.1	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	- 129 -
6.4.2	ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	- 131 -
6.5	ΟΛΛΑΝΔΙΑ	- 132 -
6.5.1	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	- 132 -
6.6	ΓΑΛΛΙΑ	- 139 -
6.6.1	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	- 139 -
6.7	ΕΛΛΑΔΑ	- 140 -
6.7.1	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	- 140 -
6.7.2	Η ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	- 140 -
6.7.3	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ	- 141 -
6.7.4	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ	- 143 -

6.7.5 Η ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΙΚΗ ΣΤΗΡΙΞΗ	- 144 -
6.7.6 ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	- 145 -
6.8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	- 147 -

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ - 150 -

7.1 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ: ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΧΥΤΑ ΑΝΩ ΛΙΟΣΙΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ	- 150 -
7.1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	- 150 -
7.1.2 ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	- 150 -
7.1.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΑΔΑΣ	- 151 -
7.1.4 ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΈΡΓΟΥ	- 154 -
7.2 Η ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΚΑΙ Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΧΥΤΑ ΣΕ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ Η.Π.Α	- 157 -
7.2.1 ΓΕΝΙΚΑ	- 157 -
7.2.2 Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΓΕΡΜΑΝΙΑΣ	- 157 -
7.2.3 Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΒΕΛΓΙΟΥ – Ο ΧΥΤΑ ΤΟΥ LIEGE	- 159 -
7.2.4 Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΔΑΝΙΑΣ - Η ΜΟΝΑΔΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΤΟΥ LEMVIG	- 160 -
7.2.5 Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΣΟΥΗΔΙΑΣ – Η ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΗΣ ΒRÖMMA	- 161 -
7.2.6 Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΝΟΡΒΗΓΙΑΣ – Ο ΧΥΤΑ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ BERGEN	- 164 -
7.2.7 ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ – ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΗΘ ΜΕ ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΧΑΡΤΙΟΥ PURFLEET	- 168 -
7.2.8 Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ Η.Π.Α	- 172 -
7.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	- 174 -

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - 177 -

8.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	- 177 -
--	---------

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ - 185 -

8.1 ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	- 185 -
8.2 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	- 186 -
8.3 ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ	- 188 -

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - 191 -

I ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΗΘ	- 191 -
II ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ	- 192 -
III ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΝΟΡΒΗΓΙΑΣ – ΧΥΤΑ BERGEN	- 200 -

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τις τελευταίες δεκαετίες, οι παγκόσμιες συνθήκες έχουν οδηγήσει τον άνθρωπο στην αύξηση της κατανάλωσης, ξεκινώντας από τα βασικά καταναλωτικά αγαθά μέχρι κάθε μορφή ενέργειας, χωρίς να υπάρχει παράλληλα η σκέψη πως τίποτα από τα παραπάνω δεν είναι ανεξάντλητο. Το επακόλουθο της κατανάλωσης είναι η δημιουργία απορριμμάτων, η διαχείριση των οποίων αποτελεί σημαντικό θέμα και για το οποίο έχουν προταθεί πολλαπλές λύσεις. Η κατανάλωση ενέργειας και η δημιουργία απορριμμάτων συνθέτουν τη ρύπανση του περιβάλλοντος, ο περιορισμός της οποίας αποτελεί επιτακτική ανάγκη για να μπορέσουμε να ζούμε σε ένα βιώσιμο περιβάλλον.

Μια από τις πλέον διαδεδομένες μεθόδους επεξεργασίας και διαχείρισης των απορριμμάτων είναι και η Υγειονομική ταφή. Οι Χώροι Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ) αποτελούν μία τεχνολογία εύκολα αναπτύξιμη και με σχετικά χαμηλό κόστος. Ενώ τις προηγούμενες δεκαετίες είχε εκφραστεί η άποψη πως οι ΧΥΤΑ ρυπαίνουν το περιβάλλον και έχουν υψηλή επικινδυνότητα, κυρίως λόγω της έκλυσης μεγάλων ποσοτήτων μεθανίου, που αποτελεί ένα από τα βασικά αέρια του φαινομένου του θερμοκηπίου, τα τελευταία χρόνια το κλίμα έχει αντιστραφεί. Η Υγειονομική ταφή συνεχίζει να συγκεντρώνει τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω, ενώ παράλληλα οι τεχνολογίες δέσμευσης και αξιοποίησης του παραγόμενου βιοαερίου την έχουν καταστήσει ως μία ιδιαίτερα ελκυστική «λύση» για ορθολογικότερη διαχείριση των απορριμμάτων.

Παράλληλα, ο περιορισμός της χρήσης ορυκτών καυσίμων και γενικά μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, απασχολεί τη διεθνή επιστημονική κοινότητα τόσο λόγω των πεπερασμένων ποσοτήτων τους, όσο και εξαιτίας του ρόλου τους ως πηγές ρύπανσης. Έτσι, τα τελευταία 20 χρόνια υπάρχει μία, συνεχώς, αυξανόμενη ροπή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αλλά και προς τεχνολογίες που χρησιμοποιούν «καθαρότερα» ορυκτά καύσιμα, με στόχο τον περιορισμό των ποσοτήτων τους (εξοικονόμηση ενέργειας) και τη μείωση των εκλυόμενων, από αυτές, επιβλαβών ουσιών.

Μία τέτοια τεχνολογία, συχνά εφαρμόσιμη σε ολόκληρη την Ευρώπη, είναι η Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ). Μέσω της ταυτόχρονης παραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας από ένα λέβητα περιορίζεται σημαντικά η ποσότητα του καυσίμου, καλύπτονται οι ανάγκες σε θερμικά φορτία και παράλληλα εξοικονομείται ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο. Το αποτέλεσμα είναι θετικό τόσο από χρηματοοικονομική άποψη, εφόσον δεν αγοράζεται ηλεκτρισμός και περιορίζονται οι καταναλισκόμενες ποσότητες του καυσίμου, αλλά και από κοινωνική – περιβαλλοντική σκοπιά, διότι μειώνονται αισθητά τα εκλυόμενα οξείδια του αζώτου, θείου καθώς και τα σωματίδια. Ταυτόχρονα, η ΣΗΘ είναι μία ιδιαίτερα ευέλικτη τεχνολογία, εξαιτίας της δυνατότητας χρήσης πολλών διαφορετικών καυσίμων, από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο μέχρι τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η βιομάζα και το βιοαέριο. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να μεγιστοποιηθεί κατά περίπτωση το περιβαλλοντικό όφελος, ενώ παράλληλα η επένδυση να παραμένει οικονομικά αποδοτική και βιώσιμη.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι για την εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αλλά και της ΣΗΘ σε μεγάλη κλίμακα, είναι απαραίτητη η χρηματοδότηση, ώστε να δοθεί κίνητρο στον υποψήφιο επενδυτή να προχωρήσει στην επένδυση. Στην Ελλάδα, μέσω του Αναπτυξιακού Νόμου του 2004 προβλέπεται κρατική επιχορήγηση από 20 – 40% μονάδων ΣΗΘ, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αλλά και συνδυασμό αυτών.

Συνοψίζοντας, λοιπόν όλα τα παραπάνω και θέτοντας δύο βασικές αρχές: 1. ότι «τα σκουπίδια δεν είναι για πέταμα» και 2. ότι πρέπει να «κάνουμε περισσότερα με λιγότερα» (Doing more with less), όπως προστάζει και η Πράσινη Βίβλος του 2005, καταλήγουμε στο συμπέρασμα, οι ΧΥΤΑ αποτελούν μία τεχνολογία που έχει εξελίχθη προς το καλύτερο τα τελευταία χρόνια μέσω της αξιοποίησης του βιοαερίου και της χρήσης της ΣΗΘ και είναι άξια μελέτης.

Στην παρούσα εργασία θα εξεταστούν αρχικά γενικά στοιχεία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τη βιωσιμότητα αυτών. Στο κεφάλαιο 2 πραγματοποιείται αναλυτική παρουσίαση του βιοαερίου και της βιομάζας ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στο κεφάλαιο 3, ακολουθεί αναλυτική παρουσίαση της κατάστασης των απορριμμάτων στην Ελλάδα καθώς και του τρόπου σχεδιασμού και λειτουργίας ενός ΧΥΤΑ, των ωφελειών και των προβλημάτων που μπορεί να προκαλέσει η εγκατάσταση τους κ.α. Στο κεφάλαιο 4 επιδιώκεται, αρχικά, να γίνει μία ανασκόπηση του κόστους της αναερόβιας χώνευσης όπως προέκυψε από τη βιβλιογραφία και στη συνέχεια παρουσιάζονται στοιχεία από το Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ) για το κόστος της υγειονομικής ταφής στην Ελλάδα με βάση τη μορφολογία του εδάφους, την εγκατάσταση μονάδων αξιοποίησης του βιοαερίου και άλλους παράγοντες, τελικά προκύπτουν 9 πιθανά σενάρια.

Στο κεφάλαιο 5 αναλύεται η τεχνολογία της ΣΗΘ (συστήματα, πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα, θεσμικό πλαίσιο κ.α) δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στην χρήση της ΣΗΘ με καύσιμη ύλη το βιοαέριο ή τη βιομάζα και παρουσιάζοντας αναλυτικά τα υπέρ και τα κατά μία τέτοιας επένδυσης. Στο κεφάλαιο 6 παρουσιάζονται στοιχεία που αφορούν την περιβαλλοντική πολιτική και νομοθεσία, στον τομέα των στερεών αποβλήτων, χωρών όπως η Δανία, η Σουηδία, η Γαλλία κ.α αλλά και η αντίστοιχη πολιτική και νομοθεσία της Ελλάδας συγκρινόμενη με των άλλων χωρών.

Το κεφάλαιο 7 αποτελεί μία επισκόπηση της κατάστασης της υγειονομικής ταφής ανά τον κόσμο. Συγκεκριμένα, έχουν συλλεχθεί μελέτες περίπτωσης από χώρες τις Ευρώπης και τις Η.Π.Α μέσα από τις οποίες αντιλαμβανόμαστε την εξέλιξη των ΧΥΤΑ, όπως αυτή περιγράφηκε στα προηγούμενα κεφάλαια. Μεταξύ των μελετών περίπτωσης, συμπεριλαμβάνεται και ο ΧΥΤΑ των Άνω Λιοσίων και η ραγδαία εξέλιξη αυτού τα τελευταία έτη.

Οι μελέτες αφορούν τόσο ΧΥΤΑ στους οποίους αξιοποιείται το βιοαέριο για παραγωγή ηλεκτρισμού ή ηλεκτρισμού και θερμότητας μαζί, αλλά και μελέτες οι οποίες αναφέρονται στη χρήση ΣΗΘ με καύσιμο το βιοαέριο σε βιομηχανική μονάδα.

Τέλος, γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στην κατάσταση των ΧΥΤΑ στις Η.Π.Α, μία χώρα που εφαρμόζει όλες τις τεχνολογίες, που περιγράφηκαν παραπάνω, με μεγάλη επιτυχία ήδη από τα μέσα της δεκαετίας του '70. Τέλος, στο κεφάλαιο 8 υπογραμμίζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από όλη την παραπάνω ανάλυση αλλά και προτάσεις βελτίωσης της υφιστάμενη κατάστασης.

1 **ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ & ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Στο κεφάλαιο 1 επιδιώκεται να αναδειχθούν οι έννοιες της βιώσιμης ανάπτυξης και της εξοικονόμησης ενέργειας. Για το λόγο αυτό, πραγματοποιείται μία συστηματική καταγραφή των πηγών ενέργειας που χρησιμοποιούνται και χαρακτηρίζονται ως ανανεώσιμες ή μη. Μέσα από την παρουσίαση των σημαντικών περιβαλλοντικών προβλημάτων που απασχολούν την παγκόσμια επιστημονική κοινότητα τις τελευταίες δεκαετίες, αναδεικνύεται η ανάγκη για στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μια και αυτές πέραν των περιβαλλοντικών ωφελειών, μπορούν να αποτελέσουν πλέον και οικονομικά βιώσιμες λύσεις έναντι των ορυκτών καυσίμων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ & ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.1 Βιώσιμη Ανάπτυξη – Βιωσιμότητα της Ενέργειας

Με τον όρο ενέργεια εννοούμε την ικανότητα παραγωγής έργου. Σε πολλές περιπτώσεις η έννοια της **ενέργειας** (energy) συγγέεται με την έννοια της **ισχύος** (power), που είναι στην πραγματικότητα ο ρυθμός παραγωγής έργου. Η μονάδα μέτρησης της ενέργειας και της ισχύος στο S.I σύστημα είναι αντίστοιχα το Joule (J) και το Watt (W).

Σε ότι αφορά την έννοια της **βιωσιμότητας** (sustainability) έχουν προταθεί πολλοί ορισμοί, μερικοί από τους οποίους παραθέτονται παρακάτω:

«**Βιωσιμότητα** είναι μια προσπάθεια να παραχθεί το καλύτερο αποτέλεσμα για τον άνθρωπο και το φυσικό περιβάλλον, τόσο στο παρόν όσο και στο αόριστο μέλλον. Βασικό της στοιχείο είναι η ισορροπία μεταξύ παραγωγής και πρώτης ύλης (που χρειάστηκε για να επιτευχθεί η παραγωγή). Στόχος των βιώσιμων διαδικασιών είναι να επιτύχουν περισσότερη παραγωγή με μικρότερη σπατάλη πρώτης ύλης» [60].

«Η λέξη βιωσιμότητα αναφέρεται στην ικανότητα της κοινωνίας, του οικοσυστήματος ή κάθε άλλου ενεργού συστήματος να συνεχίζει να λειτουργεί απεριόριστα στο μέλλον χωρίς να υποχρεώνεται σε παρακμή από εξάντληση των βασικών πόρων» [3].

«Η βιώσιμη ανάπτυξη καλύπτει τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να διακυβεύει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να καλύπτουν τις δικές τους ανάγκες».

Απαραίτητη είναι η αξιολόγηση των μεθόδων που χρησιμοποιούνται με στόχο την επίτευξη της βιωσιμότητας. Ο σκοπός της αξιολόγησης της βιωσιμότητας είναι να παράσχει στους ιθύνοντες την ικανότητα αξιολόγησης τόσο των παγκόσμιων όσο και των τοπικών ενσωματωμένων φυσικό-κοινωνικών συστημάτων στις άμεσες και μακροπρόθεσμες προοπτικές προκειμένου να βοηθηθούν για να καθορίσουν ποιες ενέργειες πρέπει ή δεν πρέπει να ληφθούν σε μία προσπάθεια να αποκατασταθεί η κοινωνία βιώσιμη. Με τον όρο **βιωσιμότητα** της ενέργειας εννοούμε σήμερα, την αξιοποίηση πηγών ενέργειας που πληρούν τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- ⇒ Η χρήση τους δεν προκαλεί ρύπανση του περιβάλλοντος και γενικότερα δεν ενέχει σημαντικούς κινδύνους για το περιβάλλον.
- ⇒ Δεν εξαντλούνται σε μεγάλο βαθμό από τη συνεχή και παρατεταμένη χρήση.
- ⇒ Η χρήση τους δεν έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία προβλημάτων υγείας στο κοινωνικό σύνολο ή οποιουδήποτε τύπου κοινωνικών αδικιών.

Θα πρέπει σε αυτό το σημείο να υπογραμμιστεί το γεγονός, ότι είναι ελάχιστες οι πηγές ενέργειας που καταφέρνουν να εκπληρώσουν τις παραπάνω προϋποθέσεις, οι περισσότερες πηγές ενέργειας βρίσκονται πολύ μακριά από το βέλτιστο.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της βιωσιμότητας είναι τα εξής:

- ⇒ Βιωσιμότητα είναι μία κανονιστική ή αλλιώς ηθική αρχή. Έχει αναγκαία και επιθυμητά χαρακτηριστικά.
- ⇒ Απαιτείται τόσο περιβαλλοντική-οικολογική όσο και κοινωνική-πολιτική βιωσιμότητα για βιώσιμη κοινωνία.
- ⇒ Η βιωσιμότητα δεν επιτυγχάνεται άπαξ και για άλλους, αλλά απλώς προσεγγίζεται. Είναι μία διαδικασία όχι μία κατάσταση.

Στην παρακάτω ενότητα θα αναλυθούν οι σημαντικότεροι ενεργειακοί πόροι καθώς επίσης και η βιωσιμότητα τους. Μέχρι τις αρχές του 19^{ου} αιώνα, οι ενεργειακές απαιτήσεις των ανθρώπων ήταν σχετικά περιορισμένες, η ενέργεια ήταν απαραίτητη για θέρμανση και τροφή ή ακόμα και για τη λειτουργία απλών μηχανών.

Στη σημερινή κοινωνία, που οι ενεργειακές ανάγκες είναι ιδιαίτερα αυξημένες είναι επιτακτική ανάγκη η χρησιμοποίηση πραγματικά βιώσιμων πηγών ενέργειας. Σ' αυτή τη παράγραφο αναλύονται τα βασικά χαρακτηριστικά των κυριότερων ενεργειακών συστημάτων, διαχωρισμένα σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τις ανανεώσιμες και τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας [24].

1.2 Μη Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Ως μη ανανεώσιμες (non renewable energy sources), χαρακτηρίζονται αυτές οι πηγές ενέργειας που τα αποθέματα τους είναι πεπερασμένα, και άρα πρακτικά κάποια στιγμή θα εξαντληθούν. Τέτοιες πηγές ενέργειας, είναι τα ορυκτά καύσιμα και η πυρηνική ενέργεια τα οποία αναλύονται παρακάτω.

1.2.1 Ορυκτά Καύσιμα

Τα ορυκτά καύσιμα θεωρούνται ιδιαίτερα ελκυστικά ως πηγές ενέργειας για πολλούς λόγους, όπως για παράδειγμα:

1. Η αυξημένη ενεργειακή συγκέντρωση, που καθιστά εύκολη την αποθήκευση τους.
2. Η εύκολη διανομή κυρίως στην περίπτωση του πετρελαίου και του φυσικού αερίου λόγω της ρευστής μορφής τους.

Η χρήση των ορυκτών καυσίμων και ειδικότερα του πετρελαίου, αυξήθηκε ραγδαία τις πρώτες δυο δεκαετίες του 20^{ου} αιώνα, αντικαθιστώντας τα καυσόξυλα ως καύσιμη ύλη, και μέχρι το 1970 η κυριαρχία του πετρελαίου ήταν πλέον καθολική.

Την ίδια εποχή, το φυσικό αέριο συνέβαλλε επίσης σε μεγάλο βαθμό μαζί με την πυρηνική και την υδροηλεκτρική ενέργεια, στην παροχή μικρότερων αλλά σημαντικών ποσοτήτων ενέργειας. Σήμερα, τα τρία κυριότερα ορυκτά καύσιμα (άνθρακας, πετρέλαιο και φυσικό αέριο) καλύπτουν το 80% της παγκόσμιας ενεργειακής κατανάλωσης.

Η χημική σύνθεση των ορυκτών καυσίμων, απαρτίζεται κυρίως από άνθρακα και υδρογόνο, γι' αυτό το λόγω καλούνται και υδρογονάνθρακες. Η μαζική χρήση των τριών προαναφερόμενων πηγών ενέργειας οδήγησε μεν στην αφθονία των αγαθών, αλλά από την άλλη πλευρά υπήρχαν και αρκετές δυσμενείς και υψίστης σημασίας επιπτώσεις. Όπως για παράδειγμα, η ρύπανση της ατμόσφαιρας και γενικότερα του περιβάλλοντος, εκρήξεις κατά τη διάρκεια της εξόρυξης, ατυχήματα, καθώς και η κλιματική αλλαγή η οποία οφείλεται στην αυξημένη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται κατά την καύση τους.



Εικόνα 1: Γεώτρηση άντλησης πετρελαίου [41]

Η πλειονότητα των κοιτασμάτων ορυκτών καυσίμων, είναι συγκεντρωμένη σε συγκεκριμένες περιοχές του πλανήτη, Μέση Ανατολή και Βόρεια Αφρική σε ότι αφορά το πετρέλαιο, καθώς Ρωσία και Μέση Ανατολή σε ότι αφορά το φυσικό αέριο. Τέλος, αποθέματα άνθρακα υπάρχουν κυρίως σε χώρες, όπως η Αυστραλία, η Κίνα, η Νότια Αφρική και οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής [3].

Παρά την αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση των τελευταίων δεκαετιών, τα αποθέματα των ορυκτών καυσίμων είναι ακόμα αρκετά. Πιο συγκεκριμένα, έχει υπολογιστεί ότι με βάση τη σημερινή κατανάλωση, τα αποθέματα άνθρακα επαρκούν για ακόμα 200 περίπου έτη. Αντίστοιχα, η επάρκεια σε πετρέλαιο αγγίζει τα 40 έτη και για το φυσικό αέριο τα 60 έτη.

Όμως, τέτοιες προσεγγίσεις δε λαμβάνουν υπόψη το γεγονός, ότι μπορεί στο μέλλον να ανακαλυφθούν νέα κοιτάσματα και ουσιαστικά αφορούν την εξάντληση των ήδη εκμεταλλεύσιμων κοιτασμάτων [46].

1.2.2 Πυρηνική Ενέργεια

Η πυρηνική ενέργεια βασίζεται στην αξιοποίηση των ποσοτήτων ενέργειας, που απελευθερώνονται κατά την ατομική διάσπαση των πυρήνων του πλουτόνιου-239 και του ουρανίου-235. Θα πρέπει να επισημανθεί, πως πρακτικά η διάσπαση αυτή είναι ημιτελής. Τα πυρηνικά καύσιμα χαρακτηρίζονται από υψηλή συγκέντρωση και συγκεκριμένα μεγαλύτερη από αυτή των ορυκτών καυσίμων. Αναφορικά με τα αποθέματα πυρηνικών καυσίμων, δεν αναμένεται να εξαντληθούν άμεσα μια και έχουν εντοπιστεί νέα κοιτάσματα σε πολλές χώρες, που επαρκούν για πολλές ακόμα δεκαετίες.

Μετά το 2^ο Παγκόσμιο Πόλεμο, η πυρηνική ενέργεια έχει χρησιμοποιηθεί κατά κύριο λόγο στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής. Σήμερα, περίπου το 17% την ηλεκτροπαραγωγής παγκοσμίως χρησιμοποιεί πυρηνική ενέργεια. Ειδικότερα, υπάρχουν χώρες όπου τα πυρηνικά καύσιμα αποτελούν τη βασική πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, όπως για παράδειγμα η Γαλλία με ποσοστό 75% της ηλεκτρικής ενέργειας να προέρχεται από πυρηνική ενέργεια.

Οι πυρηνικές εγκαταστάσεις έχουν το βασικό πλεονέκτημα, ότι δεν παράγουν διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και άλλες επιβλαβείς ουσίες, όπως διοξείδιο του θείου (SO₂). Από την άλλη πλευρά, υπάρχει μεγάλη ανησυχία σχετικά με την απελευθέρωση ραδιενεργών ουσιών οι οποίες συσσωρεύονται στην ατμόσφαιρα και στους ωκεανούς και προέρχονται από σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, που χρησιμοποιούν πυρηνικά καύσιμα. Ακόμα, σημαντικό πρόβλημα αποτελεί η απόθεση των πυρηνικών αποβλήτων, που θεωρούνται ιδιαίτερα ραδιενεργά και επικίνδυνα για χιλιάδες χρόνια μετά την απόθεσή τους [51].

1.3 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Στην περίπτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (renewable energy sources), γίνεται φυσική αναπλήρωση των αποθεμάτων τους μέσω φυσικών διεργασιών και συνεπώς, οι ποσότητες τους δεν μπορεί να είναι πεπερασμένες. Στην πραγματικότητα, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι «ενεργειακές ροές», ενώ οι μη ανανεώσιμες είναι «αποθέματα ενέργειας».

Τα τελευταία χρόνια, υπάρχει μια έντονη στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και αυτό συμβαίνει όχι μόνο εξαιτίας των απεριόριστων αποθεμάτων τους, αλλά κυρίως λόγω των ελάχιστων εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Η πλειοψηφία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παρουσιάζεται συνοπτικά σε αυτή την ενότητα [57].

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) αποτελούν τις σημαντικότερες μορφές ενέργειας του πλανήτη μας (ιδιαίτερα η ηλιακή ενέργεια), βάσει των οποίων διαμορφώθηκε ο ίδιος ο πλανήτης μας σε πολύ μεγάλο βαθμό. Η εποχή των παγετώνων αποτελεί ένα σαφές παράδειγμα της σημαντικότητας της ηλιακής ενέργειας και των επιπτώσεων που αυτή είχε στους ζωντανούς οργανισμούς του πλανήτη μας.

Η ηλιακή ενέργεια, βάσει της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης, αποτελεί θεμελιώδη λίθο της τροφικής αλυσίδας του πλανήτη μας, με τα φυτά στο σύνολο τους να αποτελούν σημαντικότατο σταθμό παραγωγής ενέργειας στον πλανήτη μας, υπό την μορφή χημικής ενέργειας (τροφή).

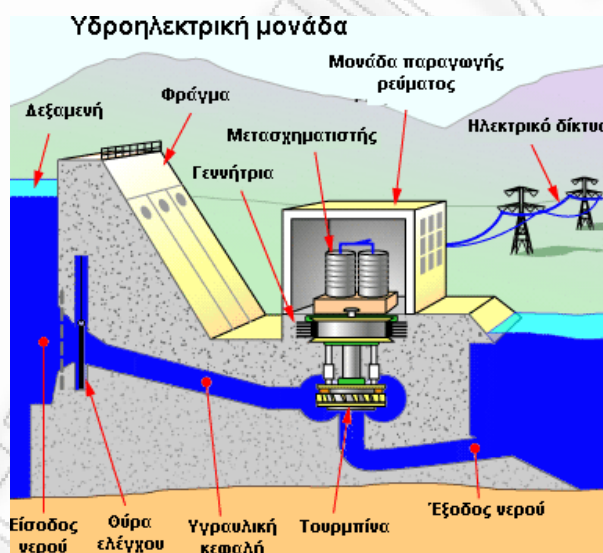
Από τα προαναφερθέντα γίνεται σαφής η σημαντικότητα των ΑΠΕ, και ιδιαίτερα αυτή της ηλιακής ενέργειας, σε ότι αφορά την διασφάλιση της βιωσιμότητας των ζωντανών οργανισμών στον πλανήτη μας. Η αξιοποίηση των ΑΠΕ ακολουθεί φθίνουσα πορεία αρχικά με την εφεύρεση των μηχανών εξωτερικής καύσης (ατμομηχανές - μέσα του 17^{ου} αιώνα), η οποία σηματοδοτεί και την απαρχή της βιομηχανικής επανάστασης.

Οι μηχανές εξωτερικής καύσης αρχικά έκαναν χρήση βιομάζας, όμως πολύ σύντομα έχουμε την εδραίωση της χρήσης στερεών υδρογονανθράκων (άνθρακας). Η χρήση των μηχανών εξωτερικής καύσης και κατά συνέπεια των στέρεων υδρογονανθράκων εντείνεται σταδιακά και, τελικά, εδραιώνονται για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα και στον τομέα των μεταφορών, με την εμφάνιση των ατμόπλοιων, τα οποία σταδιακά αρχίζουν να αντικαθιστούν τα ιστιοφόρα και την χρήση αιολικής ενέργειας.

Η σταδιακή επικράτηση των μηχανών εσωτερικής καύσης (19^ο αιώνα), οι οποίες κάνουν χρήση υδρογονανθράκων σε υγρή μορφή, εντείνεται ακόμα περισσότερο με την εφαρμογή τους σε κατηγορίες χερσαίων μέσων μεταφοράς (τέλη 19^{ου} αιώνα), η οποία αργότερα γενικεύθηκε και επεκτάθηκε στις μεταφορές συνολικά (ναυσιπλοΐα, αερομεταφορές). Η «εξάρτηση» της οικονομικής δραστηριότητας από τους υδρογονάνθρακες υγρής μορφής (πετρέλαιο) γίνεται σαφής εάν κάποιος αναλογισθεί ότι το 32,6% και το 51,5% της ημερήσιας παραγωγής πετρελαίου διατίθεται για την ικανοποίηση ενεργειακών αναγκών του βιομηχανικού κλάδου και του κλάδου των μεταφορών αντίστοιχα [18].

1.3.1 Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Η υδροηλεκτρική ενέργεια, προκύπτει από την αξιοποίηση της ισχύος του τρεχούμενου νερού. Ειδικότερα, η πρωταρχική πηγή υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι η ηλιακή ακτινοβολία, που θερμαίνει τους ωκεανούς, οδηγώντας στην εξάτμιση του νερού από αυτούς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, το σχηματισμό των νεφών και την επιστροφή του νερού στη γη υπό τη μορφή βροχής ή χιονιού. Η βροχή, ρέει από τα βουνά στα ποτάμια και η ροή αυτή μπορεί να αξιοποιηθεί με τη χρήση υδρόμυλων ή στροβίλων με σκοπό την παραγωγή ενέργειας. Σήμερα, το 2,3% της παγκόσμιας πρωτογενούς ενέργειας προέρχεται από την αξιοποίηση της υδροηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 2: Υδροηλεκτρική μονάδα [62]

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι ελάχιστες, όταν η εκμετάλλευση της υδροηλεκτρικής ενέργειας γίνεται σε μικρή κλίμακα. Αντίθετα, η δημιουργία μεγάλων φραγμάτων μπορεί να προκαλέσει την μετοίκηση χιλιάδων ανθρώπων που κατοικούν σε αυτές τις περιοχές (π.χ. πλημμύρες από τη δημιουργία φραγμάτων). Σε ότι αφορά το υδάτινο περιβάλλον, υπάρχει μείωση των θρεπτικών συστατικών των υδρόβιων οργανισμών και αύξηση των ασθενειών, που μεταφέρονται με το νερό [3, 57].

1.3.2 Ηλιακή Ενέργεια - Φωτοβολταϊκά Στοιχεία

Ο ήλιος αποτελεί μια από τις κυριότερες μορφές ενέργειας. Η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στην γη, θερμαίνει την επιφάνεια της και έτσι διατηρεί τη θερμοκρασία της γης σε επίπεδα, που επιτρέπουν την ανάπτυξη ζωής. Η ενέργεια που εμπεριέχεται εντός της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια του πλανήτη μας εκτιμάται περίπου στα 1000 W/m^2 . Κατά την διάρκεια ενός έτους αυτή ισοδυναμεί σε 19 τρισ. toe (tone of oil equivalent = ενέργεια ισοδύναμη σε αυτή που εμπεριέχεται εντός ενός τόνου πετρελαίου), με τις ενεργειακές ανάγκες σε παγκόσμιο επίπεδο να διαμορφώνονται περίπου στα 9 δισ. toe ετησίως, δηλαδή το 0,047% της ηλιακής ενέργειας θα ήταν αρκετή να καλύψει το σύνολο των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών [3].

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, μπορεί να γίνει με τη χρήση ηλιακών συλλεκτών για την θέρμανση κτιρίων και την παραγωγή ζεστού νερού. Ιδιαίτερα σε χώρες με αυξημένη ηλιοφάνεια, όπως η Ελλάδα και το Ισραήλ η χρήση των ηλιακών συλλεκτών είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη. Παρόλα αυτά, ακόμα και χώρες με λιγότερη ηλιοφάνεια, όπως η Γερμανία και η Αυστρία επενδύουν στη αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας με τη χρήση τέτοιων συλλεκτών. Η μέση ημερήσια ενέργεια που δίνεται από τον ήλιο στην Ελλάδα είναι 4.6 KWh/m^2 . Η επιφάνεια των εγκαταστημένων συλλεκτών στη χώρα μας ανέρχεται περίπου σε $2.000.000 \text{ m}^2$. Η τιμή αυτή αποτελεί περίπου το 50% της επιφάνειας συλλεκτών, εγκατεστημένων σε ολόκληρη την Ευρώπη. Οι συλλέκτες αυτοί, αφορούν κυρίως μικρά οικιακά συστήματα.



Εικόνα 3: Σύστημα φωτοβολταϊκών στοιχείων για κάλυψη του συνόλου των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια [61].

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για την άμεση παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, ο εξοπλισμός και η τεχνολογική υποδομή γίνεται πολυπλοκότερη γιατί απαιτείται πλέον η χρήση ηλιακών **φωτοβολταϊκών στοιχείων**. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία είναι κατασκευασμένα από στρώματα πυριτίου, που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει σε αυτά [49].

Τέτοιες διατάξεις τοποθετούνται κυρίως σε σκεπές ή και σε προσόψεις κτιρίων και μπορούν να καλύψουν ακόμα και το σύνολο των ηλεκτρικών αναγκών του εκάστοτε κτιρίου. Το κόστος της κατασκευής είναι ο σημαντικότερος ανασταλτικός παράγοντας, για μια τέτοια εγκατάσταση. Παρόλα αυτά, θα πρέπει να τονιστεί, ότι τα τελευταία χρόνια υπάρχει ραγδαία αύξηση στην ανάπτυξη φωτοβολταϊκών στοιχείων σε παγκόσμια κλίμακα [44].



Εικόνα 4: Συστήματα φωτοβολταϊκών συλλεκτών [65]

1.3.3 Αιολική Ενέργεια

Ο αέρας, έχει την ικανότητα να πνέει από της θερμότερες προς τις ψυχρότερες περιοχές, με αποτέλεσμα τη δημιουργία των ανέμων. Η αιολική ενέργεια παίζει καταλυτικό ρόλο στην μεταφορά υδάτινων μαζών υπό την μορφή νεφελωμάτων και σε συνδυασμό με το επίπεδο ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται η εκάστοτε γεωγραφική περιοχή, προσδιορίζεται σε σημαντικό βαθμό το οικοσύστημα αυτής.

Είναι ευρέως γνωστή η παραδοσιακή μορφή των ανεμόμυλων που χρησιμοποιούνται για άλεση σιτηρών και άντληση νερού, ακόμα οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες, που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αναπτύσσονται με ταχύτατους ρυθμούς τα τελευταία χρόνια. Συγκεκριμένα, η εγκατεστημένη δυναμικότητα για την παραγωγή ηλεκτρισμού από αιολική ενέργεια διπλασιάζεται κάθε 2,5 χρόνια από το 1991. Σε χώρες όπως η Δανία, το 15% της ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από την αξιοποίηση των ανέμων και πιο συγκεκριμένα από ανεμογεννήτριες που είναι εγκατεστημένες στην ξηρά. Εν τούτοις, γίνονται προσπάθειες για ανάπτυξη θαλάσσιων αιολικών πάρκων, με σκοπό μέχρι το 2020 το 30% της ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας να προέρχεται από την αιολική [44].



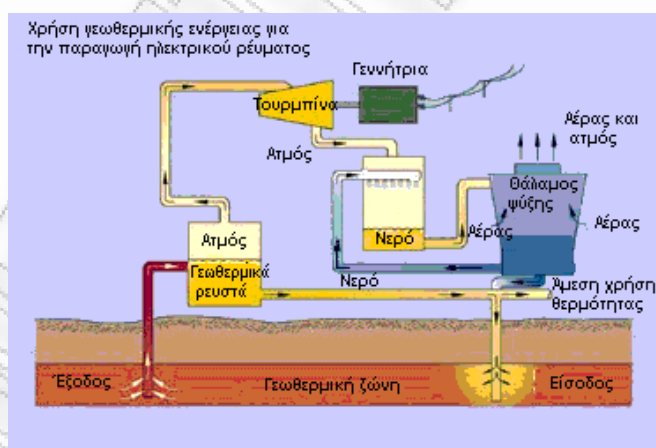
Εικόνα 5: Συστοιχία από ανεμογεννήτριες [62]

1.3.4 Γεωθερμική Ενέργεια

Η γεωθερμική ενέργεια είναι ακόμα μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας η οποία δεν προέρχεται από την ηλιακή ακτινοβολία. Όπως υποδηλώνει το όνομα, η πηγή της είναι η εσωτερική θερμότητα της γης, η οποία προέρχεται κυρίως από την αποσύνθεση μακρόβιων ραδιενεργών στοιχείων.

Οι πιο χρήσιμοι γεωθερμικοί πόροι προκύπτουν όταν υπόγειοι υδάτινοι όγκοι, οι λεγόμενοι υδροφόροι ορίζοντες μπορούν να συλλέξουν αυτή τη θερμότητα, ιδιαίτερα σε περιοχές όπου η ηφαιστειακή δραστηριότητα μεταφέρει αυτή τη θερμότητα κοντά στην επιφάνεια της γης. Το παραγόμενο ζεστό νερό, ή σε κάποιες περιπτώσεις ατμός, χρησιμοποιείται για ηλεκτροπαραγωγή όπου αυτό είναι δυνατό, για παράδειγμα στην Ιταλία, την Νέα Ζηλανδία ή τις Φιλιππίνες, και για απευθείας θέρμανση σε περισσότερες από 60 άλλες χώρες. Η γεωθερμική ενέργεια συνεισφέρει παγκοσμίως σε μικρό βαθμό στην παραγωγή ενέργειας, αλλά τοπικά η συμβολή της είναι ιδιαίτερα σημαντική.

Αν η γεωθερμική ενέργεια καταναλώνεται σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία με ρυθμό που δεν υπερβαίνει το ρυθμό με τον οποίο αναπληρώνεται από τα βαθιά στρώματα της γης, πρόκειται για ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή. Σε πολλές περιπτώσεις όμως, δεν είναι έτσι. Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής θερμότητας θα οδηγήσει την τοπική εξάντλησή της σε, ενδεχομένως, λίγα χρόνια ή δεκαετίες [51,52].



Εικόνα 6: Η χρήση της γεωθερμικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος [57]

1.3.5 Βιοενέργεια και Βιοκαύσιμα

Το ξύλο δημιουργείται με τη φωτοσύνθεση στα φύλλα των φυτών, και θεωρείται πρακτικά βιώσιμη μορφή ενέργειας εφόσον τα δάση που προορίζονται για υλοτομία φυτεύονται συνεχώς και εκ νέου με τους ίδιους ακριβώς ρυθμούς που υλοτομούνται.

Η παραγωγή βιοενέργειας από την καύση βιομάζας ή υποπροϊόντων αυτής (π.χ. βιοκαύσιμα) αποτελεί μια άλλη ΑΠΕ η οποία με τη σειρά της αποτελεί μια από τις πιο κύριες πηγές ενέργειας για τις χώρες του τρίτου κόσμου. Οι κυριότερες χρήσεις της βιοενέργειας είναι αυτές της παραγωγής θερμότητας (βιοθερμότητα - Bio Heating), ηλεκτρικής ενέργειας (βιοηλεκτρισμός - Bio-Electricity) και παραγωγής βιοκαύσιμων (Biofuel) για την λειτουργία μηχανών εσωτερικής καύσης, κυρίως για τον κλάδο των μεταφορών, και την παραγωγή κατασκευαστικών υλικών.

Με τον όρο βιομάζα εννοούμε το ζωντανό και μη ζωντανό βιολογικό υλικό το οποίο χρησιμοποιείται για την παραγωγή βιοενέργειας. Τα πιο συνήθη φυτά τα οποία καλλιεργούνται για την παραγωγή βιομάζας είναι τα ακόλουθα: κράμβη, ζαχαροκάλαμο, σόργο, καλάμι, κ.λπ. Τα ζωικά απόβλητα από κτηνοτροφικές μονάδες (υγρή βιομάζα), διάφορα φυτικά υπολείμματα (πριονίδια, μη εκμεταλλεύσιμη ξυλεία, κ.λπ.) από βιομηχανικές μονάδες παραγωγής, και βιολογικής προέλευσης απόβλητα (υγρή βιομάζα), επίσης χρησιμοποιούνται ως βιομάζα για την παραγωγή βιοενέργειας.

Η χρήση της βιομάζας για την παραγωγή βιοκαύσιμων παρουσιάζει ιδιαίτερο επενδυτικό και επιχειρηματικό ενδιαφέρον λόγω των υψηλών τιμών πετρελαίου, γεγονός που σε συνδυασμό με τις συνθήκες κρίσης σε ορισμένους κλάδους γεωργικής παραγωγής, μπορεί να αποτελέσει μια αποτελεσματική και επιτυχή διέξοδο από την κρίση, με την καλλιέργεια φυτών για παραγωγή βιοκαυσίμων. **Γενικά, τα βιοκαύσιμα (biofuels) εκτιμάται ότι παρέχουν περίπου το 11% της παγκόσμιας πρωτογενούς ενέργειας.**

Τα βιοκαύσιμα είναι υγρά καύσιμα μεταφορών τα οποία προέρχονται από φυτική βάση σε αντίθεση με το πετρέλαιο. Η βιοαιθανόλη* και το βιοντίζελ μπορούν να αναμειχθούν ή να αντικαταστήσουν απευθείας τη βενζίνη και το ντίζελ αντίστοιχα. Η χρήση των βιοκαυσίμων μειώνει τις τοξικές εκπομπές της ατμόσφαιρας, τη δημιουργία του φαινόμενου του θερμοκηπίου, την εξάρτηση από το εισαγόμενο πετρέλαιο ενώ ενισχύει σημαντικά την γεωργική και αγροτική οικονομία. Σε αντίθεση με τη βενζίνη και το ντίζελ, τα βιοκαύσιμα περιέχουν οξυγόνο [18,32,44].

Επομένως, προσθέτοντας βιοκαύσιμα στα προϊόντα του πετρελαίου δημιουργείται ένα καύσιμο που καίγεται περισσότερο ολοκληρωμένα βοηθώντας στη μείωση της μόλυνσης του περιβάλλοντος. Όταν καίγονται ορυκτά καύσιμα όπως το πετρέλαιο, εκλύεται διοξείδιο του άνθρακα το οποίο δεσμεύεται από τα φυτά εδώ και δισεκατομμύρια χρόνια. Αυτή η εκπομπή συμβάλει στη δημιουργία των αερίων του θερμοκηπίου το οποίο είναι υπεύθυνο για την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας.

Θα πρέπει να υπογραμμιστεί, ότι η συνολική επίδραση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που προκύπτουν από την ατελή καύση της βιομάζας στις αναπτυσσόμενες χώρες στην αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη είναι πολύ χαμηλότερη από τις εκπομπές από την καύση των ορυκτών καυσίμων στις ανεπτυγμένες χώρες. Εκτός, όμως από τα παραδοσιακά βιοκαύσιμα, σημαντικό μέρος της παγκόσμιας παροχής ενέργειας προέρχεται από εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας με τα επονομαζόμενα «μοντέρνα» βιοκαύσιμα.

*Το πρώτο καύσιμο που χρησιμοποιήθηκε ως υποκατάστατο της βενζίνης σε κινούμενα οχήματα είναι η βιοαιθανόλη. Η βιοαιθανόλη παράγεται κυρίως από την αλκοολική ζύμωση της ζάχαρης. Μπορεί επίσης να συντεθεί βιομηχανικά από την χημική αντίδραση του αιθυλενίου με ατμό. Η αιθανόλη ή αιθυλική αλκοόλη (C_2H_5OH) είναι ένα άχρωμο διαυγές υγρό. Είναι βιοαποικοδομήσιμη, χαμηλής τοξικότητας και προκαλεί πολύ μικρή περιβαλλοντική μόλυνση αν χυθεί στο περιβάλλον. Κατά την τέλεια καύση της παράγεται διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Η αιθανόλη είναι ένα καύσιμο υψηλού αριθμού οκτανίων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο αύξησης του αριθμού οκτανίου της βενζίνης.

Αυτές οι εγκαταστάσεις χαρακτηρίζονται από την καθαρή και μεγάλη απόδοση καύση άχυρων, υπολειμμάτων δασοπονίας ή κομματιών ξύλου από δέντρα που καλλιεργούνται σε ειδικές φυτείες. Η παραγόμενη θερμότητα είτε χρησιμοποιείται άμεσα είτε για την παραγωγή ηλεκτρισμού ή κάποιες φορές και για τα δύο.

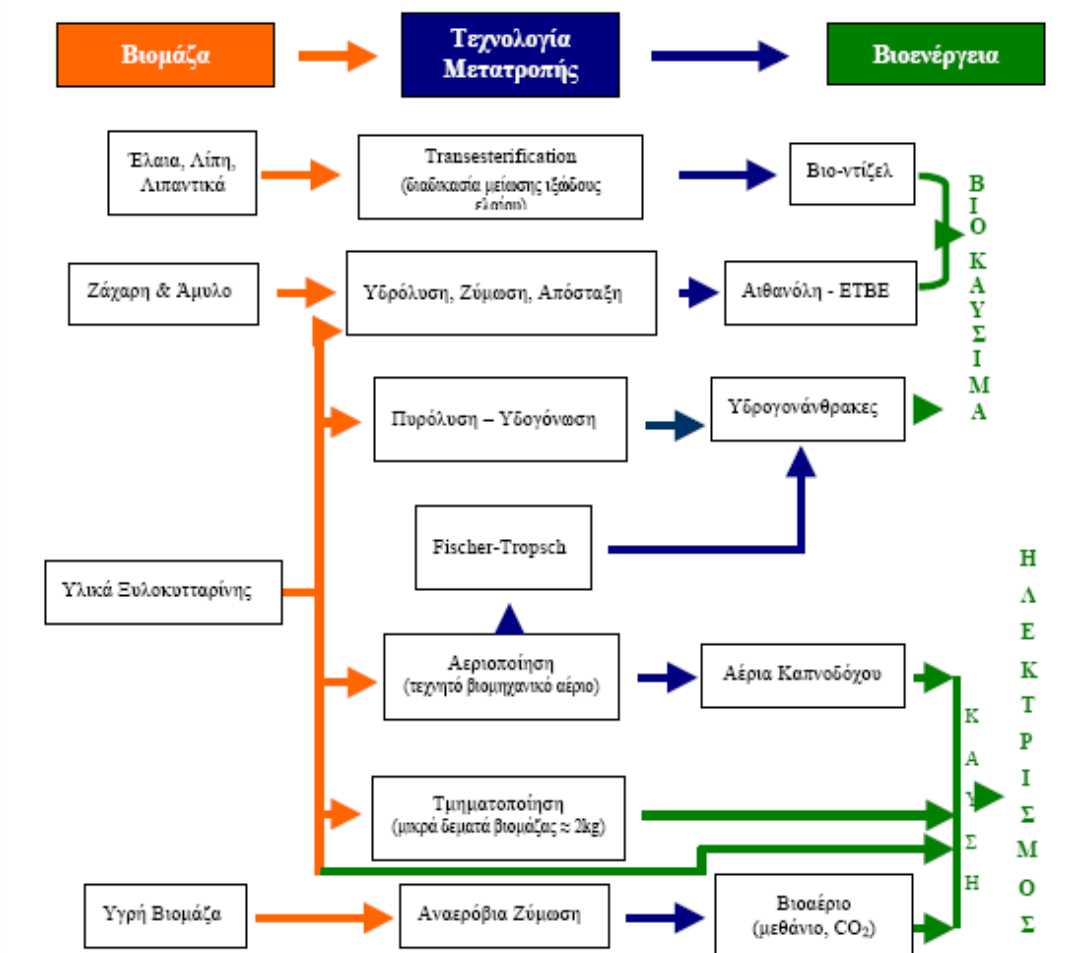
Τα αστικά απόβλητα, μεγάλο μέρος των οποίων έχουν βιολογική προέλευση, χρησιμοποιούνται επίσης ευρέως για την παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρικής ενέργειας. Παρόλα αυτά, υπάρχουν σημαντικές διαφωνίες σχετικά με το αν η ενέργεια από απόβλητα μπορεί να θεωρηθεί βιώσιμη. Οι εγκαταστάσεις μετατροπής αποβλήτων σε ενέργεια έχουν προκαλέσει την αντίδραση περιβαλλοντικών ομάδων, που στηρίζονται στο γεγονός ότι προκειμένου οι εγκαταστάσεις αυτές να είναι οικονομικά βιώσιμες, είναι απαραίτητο να τροφοδοτούνται με σταθερή ροή αποβλήτων για πολλά χρόνια, γεγονός που αποτρέπει καλύτερες λύσεις για το πρόβλημα όπως η επαναχρησιμοποίηση υλικών και η ανακύκλωση.

Επιπλέον, υπάρχουν ανησυχίες για την πιθανή εκπομπή διοξειδίων, που είναι καρκινογόνοι ουσίες, από την καύση των χλωριούχων ενώσεων που υπάρχουν στα αστικά απόβλητα. Στα επόμενα κεφάλαια θα εξεταστεί εκτενώς η χρήση του παραγόμενου από χωματερές βιοαερίου.



Εικόνα 7: Ο κύκλος της βιομάζας [43]

Η σημασία των βιοκαύσιμων σε ότι αφορά την ικανοποίηση των ενεργειακών αναγκών γίνεται εμφανής εάν αναλογισθούμε ότι περίπου το 51,5% της ημερήσιας παραγωγής πετρελαίου διατίθεται για τις ανάγκες του κλάδου των μεταφορών [38, 53].



Διάγραμμα 1: Βιοενέργεια από βιομάζα - Κυριότερες χρήσεις & τεχνολογίες εκμετάλλευσης [18]

Άλλες μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που έχουν ξεκινήσει να αξιοποιούνται τα τελευταία χρόνια και μπορούν μερικώς να αντικαταστήσουν τις συμβατικές μορφές ενέργειας (ορυκτά καύσιμα), με σκοπό την καλύτερη ενεργειακή απόδοση και παράλληλα την μείωση της ρύπανσης είναι η κυματική, η παλιρροϊκή και η υδροηλεκτρική [18].

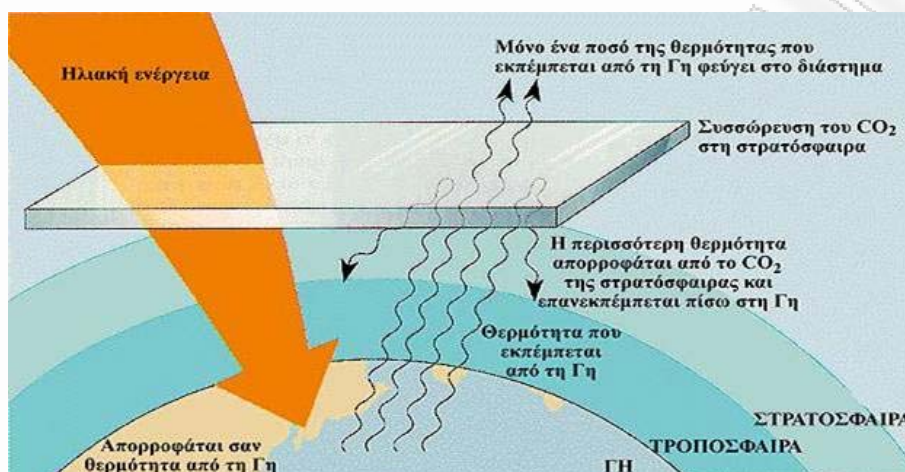
1.4 Τα Περιβαλλοντικά Προβλήματα και η Βιωσιμότητα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Στην παράγραφο αυτή θα επιχειρηθεί να γίνει μία συνοπτική παρουσίαση των σημαντικότερων (με γνώμονα τη βλαπτικότητα και τη κλίμακα εμφάνισης) περιβαλλοντικών προβλημάτων και των τρόπων με τον οποίο η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να συμβάλει στον αποτελεσματικό περιορισμό των προβλημάτων αυτών. Ένα από τα μεγαλύτερα περιβαλλοντικά προβλήματα που απασχολεί τους επιστήμονες τις τελευταίες δεκαετίες είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η διατήρηση της απαραίτητης θερμοκρασίας στη γη οφείλεται στη λειτουργία του πρωταρχικού φαινομένου του θερμοκηπίου, που είναι μία φυσική λειτουργία της ατμόσφαιρας. Το φαινόμενο για το οποίο μιλάμε εδώ είναι η διαταραχή του πρωταρχικού εξαιτίας της ανθρώπινης δραστηριότητας (βιομηχανία, μεταφορές). Θα περιοριστούμε σε μία επισκόπηση της διαταραχής του φαινομένου που προκαλείται από το αέριο διοξείδιο του άνθρακα CO₂ (προϊόν της καύσης του χημικού στοιχείου άνθρακα C), που υπάρχει σε όλα τα ορυκτά καύσιμα και βέβαια είναι βασικό στοιχείο των φυτών κυρίως αλλά και όλων των έμβιων οργανισμών. Στο μεγαλύτερο μέρος της παγκόσμιας ιστορίας η συγκέντρωση του CO₂ στη ατμόσφαιρα ήταν 270 ppm (ή 0,027%). Όμως, από την αρχή της βιομηχανικής επανάστασης μέχρι σήμερα ανέβηκε στα 330 ppm και ευελπιστούν, με πλήρη υλοποίηση του Κιότο, να το σταθεροποιήσουν στα 450 ppm. Τα απαισιόδοξα σενάρια προβλέπουν υπέρβαση του 550 ppm σε λίγες δεκαετίες. Τα ερωτήματα που τίθενται είναι πολλά όπως:

- ⇒ Πόσο γρήγορα θα εξελίχθη το φαινόμενο;
- ⇒ Πού θα σταθεροποιηθεί και πότε;
- ⇒ Ποια θα είναι η έκταση των συνεπειών του;
- ⇒ Ενδέχεται να ακολουθήσουν δευτερογενή φαινόμενα που θα δρουν πολλαπλασιαστικά – επιταχυντικά (π.χ. διακοπή των ωκεάνιων ρευμάτων, απορρόφηση ακόμη μεγαλύτερης ηλιακής θερμότητας από τις εκτάσεις ξηράς που θα αποκαλύπτουν οι πάγοι με το λιώσιμό τους κ.λπ.);

⇒ Ενδέχεται να ακολουθήσουν δευτερογενή φαινόμενα που θα δρουν επιβραδυντικά;



Εικόνα 8: Τρόπος λειτουργίας φαινομένου του θερμοκηπίου [41]

Άλλο ένα σημαντικό περιβαλλοντικά ζήτημα που αξίζει να σημειωθεί είναι η **εξάντληση του όζοντος στη στρατόσφαιρα** η οποία οφείλεται κυρίως στη χρήση χλωροφθορανθράκων (CFCs), οι οποίοι αντιδρούν με την ηλιακή ακτινοβολία με αποτέλεσμα την αναγέννηση του χλωρίου Cl το οποίο με τη σειρά του διασπά το όζον (O_3). Τέλος, αξίζει να γίνει αναφορά στο φαινόμενο της όξινης βροχής (acid rain) η οποία έχει πολλαπλές επιπτώσεις στους υδρόβιους οργανισμούς καθώς επίσης προκαλεί διάβρωση μνημείων και οικοδομικών υλικών.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση των επιβλαβών επιπτώσεων του φαινομένου του θερμοκηπίου, αλλά και άλλων περιβαλλοντικών προβλημάτων, προσφέροντας εναλλακτική λύση σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα μια και κατά τη χρήση τους δεν απελευθερώνονται οξείδια του θείου και του αζώτου και όζον στην ατμόσφαιρα όπως συμβαίνει κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων (μαζούτ, πετρέλαιο κ.λπ). Για το λόγο αυτό, η χρήση τους τα επόμενα χρόνια είναι επιτακτική εφόσον οι ενεργειακές ανάγκες όλο ένα και αυξάνονται με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητη η χρήση «νέων» πηγών. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνεται η βιωσιμότητα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας [24].

Σχετικά με την βιωσιμότητα των πηγών ενέργειας που εξετάστηκαν στις προηγούμενες παραγράφους, σίγουρα είναι πολύ σημαντικό το γεγονός, ότι είναι **ανεξάντλητες και λιγότερο ρυπογόνες** για το περιβάλλον σε αντιδιαστολή με τα συμβατικά καύσιμα. Βέβαια, τόσο η βιομάζα όσο και η γεωθερμική ενέργεια απαιτούν σωστή διαχείριση προκειμένου να χρησιμοποιηθούν με βιώσιμο τρόπο. Για όλες τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές, ο ρυθμός αξιοποίησης τους από τον άνθρωπο θα ήταν απίθανο να προσεγγίσει τον ρυθμό αναπλήρωσης τους από τη φύση, αν και η χρήση όλων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας υπόκειται σε διάφορους πρακτικούς περιορισμούς. Ακόμη, η χρήση των ανανεώσιμων πηγών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα έχει πολύ μικρότερο εξωτερικό κόστος σε σχέση με τις συμβατικές πηγές όπως ο λιγνίτης, γεγονός το οποίο επιβεβαιώνεται από τον πίνακα 1 [34].

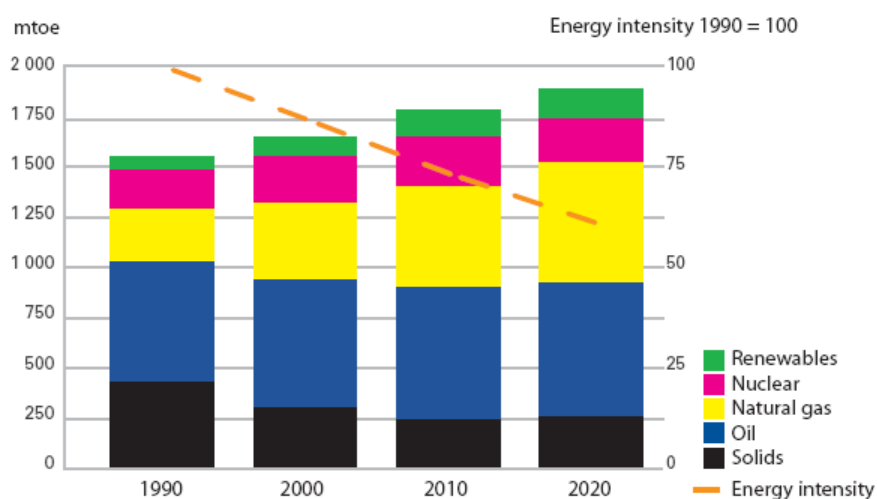
Πίνακας 1: Εξωτερικό κόστος ηλεκτροπαραγωγής [34].

Επιπτώσεις	Εκτιμώμενο κόστος (m€/kWh)			
	Λιγνίτης	Βιομάζα	ΜΥΗΕ	Αιολικά πάρκα
Επαγγελματικές ασθένειες	17,1	5,8	Αμελητέες	Αμελητέες
Επαγγελματικά ατυχήματα	0,12	0,016	0,26	Αμελητέες
Γεωργία	-	-	0,11	-
SO ₂	0,027	0,0013	-	-
No _x	0,35	0,011	-	Αμελητέες
Οικοσυστήματα	Ποσοτικοποιείται μόνο η επίπτωση	Αμελητέες	3,6	Αμελητέες
Δάση	-	-	0,055	-
Χρήση γης	-	-	-	0,14
Υλικά	0,27	0,0289	-	Αμελητέες
Μνημεία	0,019	-	-	-
Θόρυβος	Αμελητέες	Μη ποσοτικοποιημένο	0,097	1,12
Τοπίο	Αμελητέες	Μη ποσοτικοποιημένο	Αμελητέες	Αμελητέες

Επιπλέον, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η ανανεώσιμη ενέργεια είναι και βιώσιμη υπό την έννοια ότι οι επιπτώσεις της στο περιβάλλον είναι λιγότερο επιζήμιες από αυτές των ορυκτών και των πυρηνικών καυσίμων. Παρόλα αυτά, η ανάπτυξη και χρήση των ΑΠΕ προκαλεί, σε πολλές περιπτώσεις, σημαντικές περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Εκτός αυτού, προκύπτουν και αρκετοί πρακτικοί περιορισμοί.

Συγκεκριμένα, η μικρή τους συγκέντρωση σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα έχει ως αποτέλεσμα να χρειάζονται μεγάλες επιφάνειες γης με σκοπό τη συλλογή ενέργειας, που οδηγεί στην καταστροφή του φυσικού τοπίου. Ακόμα, όπως ήδη έχει αναφερθεί, το κόστος τέτοιων εγκαταστάσεων δεν είναι συγκρίσιμο με αυτό των συμβατικών καυσίμων.

Σίγουρα, στο μέλλον οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα μπορούσαν να γίνουν περισσότερο ανταγωνιστικές, εφόσον μειωθεί το κόστος τους ή από την άλλη πλευρά εάν αυξηθεί το κόστος των ορυκτών καυσίμων. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ενδέχεται να φαίνονται ελκυστικές από πολλές πλευρές, αλλά το ερώτημα σε τι βαθμό μπορούν να συμβάλουν στην κάλυψη των παγκόσμιων αναγκών σε ενέργεια παραμένει αναπάντητο. Η κατανάλωση ενέργειας μιας χώρας, έχει άμεση σχέση με την ποιότητα ζωής των κατοίκων της, για παράδειγμα, στις υποανάπτυκτες χώρες η κατανάλωση ισχύος που αντιστοιχεί σε κάθε κάτοικο είναι 0,5 kW, ενώ στις ανεπτυγμένες χώρες ανέρχεται στα 10 kW. Στο διάγραμμα 2 παρουσιάζεται η ενεργειακή κατανάλωση ανά καύσιμο καθώς και η ενεργειακή ένταση στην Ευρώπη για τα έτη 1990 – 2020 [30].



Διάγραμμα 2: Συνολική ενεργειακή κατανάλωση ανά καύσιμο και ενεργειακή ένταση στην Ευρώπη (1990-2020) [8].

Οι τομείς στους οποίους καταναλώνεται ενέργεια είναι κατά βάση τρεις: 1) ο βιομηχανικός τομέας, 2) ο οικιακός – εμπορικός τομέας και 3) οι μεταφορές. Σε καθένα από αυτούς τους τομείς, η ενέργεια χρησιμοποιείται με διαφορετικούς τρόπους και σε διαφορετικές μορφές. Τα τελευταία χρόνια, η έννοια της εξοικονόμησης ενέργειας και της στροφής σε ηπιότερες μορφές ενέργειας έχει γίνει επιτακτική ανάγκη. Οι προσεγγίσεις που έχουν προταθεί για σωστότερη και ορθολογιστική χρήση της ενέργειας θα μπορούσαν να χωριστούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

1. Αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
2. Αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας.
3. Χρήση καθαρών τεχνολογιών ορυκτών και πυρηνικών καυσίμων.

Με στόχο την ενίσχυση και ορθολογιστικότερη αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας η ευρωπαϊκή επιτροπή ανακοίνωσε το **πακέτο μέτρων για την ενέργεια και την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών**. Ποιο συγκεκριμένα, για το σύνολο των Κρατών-Μελών μέχρι το 2020, προβλέπεται:

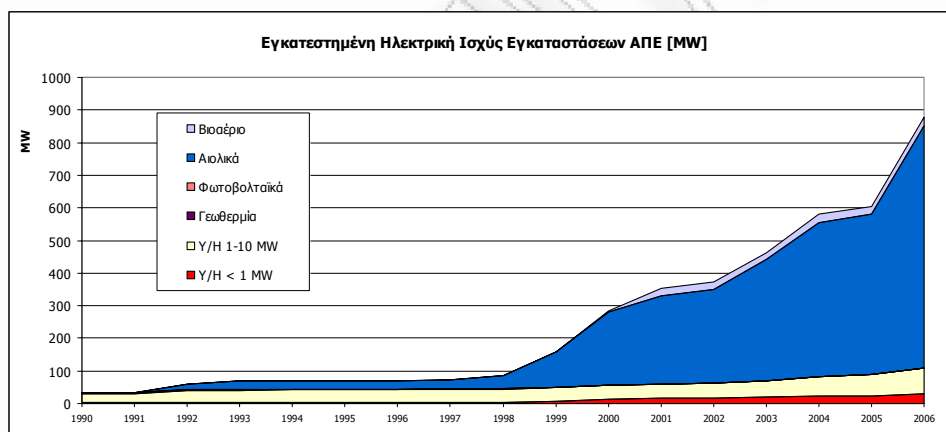
- ⇒ **20%** μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου (GHG) σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.
- ⇒ **20%** διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στην τελική κατανάλωση ενέργειας (ηλεκτρισμός, θερμότητα, μεταφορές).
- ⇒ **20%** εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας.
- ⇒ **10%** αύξηση του ποσοστού των βιοκαυσίμων.

Στις 23 Ιανουαρίου 2008 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε προτάσεις για δύο νέες Οδηγίες που αφορούν τα ακόλουθα:

- ⇒ Περιορισμός εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου την περίοδο 2013-2020.
- ⇒ Προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

Σχετικά με αυτές τις Οδηγίες, υπάρχουν επιμέρους προτάσεις για τις χώρες – μέλη. Για την Ελλάδα, ο στόχος είναι το 18% επί της τελικής κατανάλωσης της ενέργειας να προέρχεται από ΑΠΕ, μέχρι το 2020, με ενδιάμεσους ελέγχους υλοποίησης το 2014, το 2016 και το 2018. Ακόμη, εισάγεται ο θεσμός της εμπορίας πιστοποιητικών εγγύησης προέλευσης από ΑΠΕ, μεταξύ των χωρών – μελών.

Στην παρούσα εργασία θα εξεταστεί η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και πιο συγκεκριμένα του βιοαερίου που παράγεται από Χώρους Υγειονομικής Ταφής. Στο διάγραμμα 3 παρουσιάζεται η εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς από εγκαταστάσεις ΑΠΕ σε MW, το βιοαέριο εμφανίζεται στην γαλάζια περιοχή, ενώ τα αιολικά πάρκα φαίνεται να επικρατούν [36,38,40].



Διάγραμμα 3: Εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς εγκαταστάσεων ΑΠΕ σε MW [38].

2 ΤΟ ΒΙΟΑΕΡΙΟ & Η ΒΙΟΜΑΖΑ ΩΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στο κεφάλαιο 2 γίνεται εκτενής παρουσίαση της βιομάζας και του βιοαερίου ως ανανεώσιμες πηγές ενέργεια. Αναλύονται τα βασικά φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά τους, καθώς και οι τεχνικές επεξεργασίας τους έτσι ώστε να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά. Επίσης, η αξιοποίηση του βιοαερίου και οι πιθανές του χρήσεις, αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της παρουσίασης του κεφαλαίου. Τέλος, παραθέτονται στοιχεία για τα επίπεδα αξιοποίησης της βιοενέργειας τόσο στην Ελλάδα όσο και στις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΟ ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΚΑΙ Η ΒΙΟΜΑΖΑ ΩΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.1 Παραγωγή και Σύσταση Βιομάζας

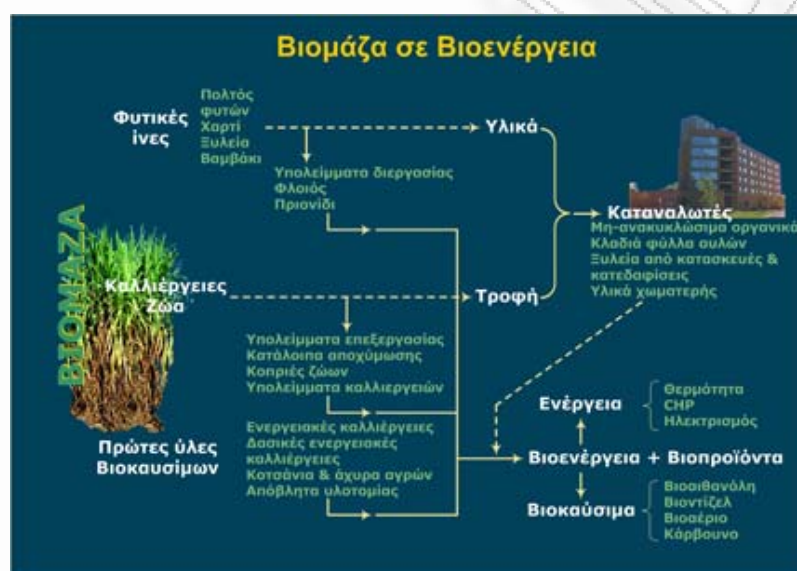
Βιομάζα είναι κάθε οργανική ύλη και αποτελεί το πιο υποσχόμενο απόθεμα της γης. Η βιομάζα παρέχει όχι μόνο τροφή αλλά επίσης ενέργεια, υλικά οικοδόμησης, χαρτί, υλικά υφαντουργίας, φάρμακα και χημικά. Ξύλα, υπολείμματα καλλιέργειας, υπολείμματα δασικών εκτάσεων, ενεργειακές καλλιέργειες και ζωικά απόβλητα αποτελούν παραδείγματα βιομάζας που δύναται να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ενέργειας. Η βιομάζα έχει χρησιμοποιηθεί για ενεργειακούς σκοπούς από τη στιγμή που ο άνθρωπος ανακάλυψε τη φωτιά. Στις μέρες μας, τα καύσιμα από τη βιομάζα βρίσκουν διάφορες εφαρμογές, από τη θέρμανση του σπιτιού, την κίνηση ενός αυτοκινήτου μέχρι την λειτουργία ενός υπολογιστή ή ακόμα και ενός εργοστασίου.

Η βιομάζα είναι ο φυσικός τρόπος για την αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας. Συγκεκριμένα τα φυτά απορροφούν ηλιακή ακτινοβολία και με μία διαδικασία τη φωτοσύνθεση τη μετατρέπουν σε ενέργεια. Αναλυτικότερα οι φυτικοί οργανισμοί με τη βοήθεια του ήλιου και των θρεπτικών συστατικών του εδάφους μετατρέπουν το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας και το νερό σε σάκχαρα (υδρογονάνθρακες) και οξυγόνο. Οι υδρογονάνθρακες αποτελούν την αποθηκευμένη ενέργεια του φυτού. Για παράδειγμα οι τροφές που είναι πλούσιες σε υδρογονάνθρακες (όπως τα ζυμαρικά) είναι πολύ καλές πηγές ενέργειας για το ανθρώπινο σώμα.

Η χημική σύσταση της βιομάζας ποικίλει ανάλογα με το είδος προέλευσης της. Τα περισσότερα φυτά περιέχουν περίπου 25% λιγνίτη και 75% υδρογονάνθρακες ή ζάχαρη. Η φάση των υδρογονανθράκων περιέχει πολλά μόρια σακχάρων συνδεδεμένων μεταξύ τους σε μεγάλες αλυσίδες ή πολυμερή.

Οι δύο μεγαλύτερες κατηγορίες ενώσεων που αποτελούν τους υδρογονάνθρακες είναι οι κυτταρινούχες και οι ημί-κυτταρινούχες. Η φάση της λιγνίνης αποτελείται από μη σακχαρούχα μόρια.

Η φύση χρησιμοποιεί τα διάφορα πολυμερή με βάση τις μεγάλες κυτταρινούχες ενώσεις για τη δημιουργία των φυτικών ινών, οι οποίες προσδίδουν στο φυτό τη δύναμη του. Η φάση της λιγνίνης δρα ως μία φυσική "κόλλα" η οποία συγκρατεί τις κυτταρινούχες φυτικές ίνες μαζί [42,49,57].



Εικόνα 9: Παραγωγή Βιοενέργειας από βιομάζα [43]

2.2 Σύσταση - Χρήση Βιοαερίου

Το **βιοαέριο**, που αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, παράγεται από την αναερόβια χώνευση κτηνοτροφικών κυρίως αποβλήτων (λύματα από χοιροστάσια, βουστάσια), βιομηχανικών αποβλήτων και λυμάτων καθώς και από **αστικά οργανικά απορρίμματα**. Αποτελείται τυπικά από 65% μεθάνιο και 35% διοξείδιο του άνθρακα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας και ως καύσιμο για μηχανές εσωτερικής καύσης.

Επίσης μπορεί χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο μεταφορών, μετά τη διαδικασία του καθαρισμού, και την αναβάθμιση του.

Τέλος, το βιοαέριο διοχετεύεται και στο δίκτυο του φυσικού αερίου, όπως επίσης να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή βιο-υδρογόνου (fuel cell). Ένα κυβικό μέτρο βιοαερίου υποκαθιστά 0,66l ντίζελ ή 0,75l πετρελαίου ή 0,85 κυβικά μέτρα κάρβουνου. Στον πίνακα 2 παρουσιάζεται η σύνθεση του βιοαερίου στα συστατικά του [1].

Πίνακας 2: Συστατικά βιοαερίου [25]

Συστατικά Βιοαερίου (% κ.ο)	
Μεθάνιο (CH ₄):	55-60%
Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂):	35-40%
Υδρόθειο (H ₂ S):	1-2%
Άζωτο (N ₂):	0-2%
Υδρογόνο (H ₂):	0-1%
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO):	ίχνη
Οξυγόνο (O ₂):	0-2%
Νερό (H ₂ O):	2 (20°C) - 7% (40°C)
Πυκνότητα (60% CH ₄ , 38% CO ₂ , 2% άλλα αέρια):	1,21 kg/ m ³
Θερμογόνος δύναμη:	20 - 25 MJ Nm ³

2.3 Παραγωγή Βιοαερίου

Τα οργανικά υλικά που ενταφιάζονται σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ) αποσυντίθενται σταδιακά απουσία οξυγόνου (αναερόβια ζύμωση). Η διαδικασία αυτή εκλύει διάφορα αέρια που αποκαλούνται συλλογικά βιοαέριο.

Το βιοαέριο αποτελείται κατά κύριο λόγο (>90%) από περίπου ίσα μέρη μονοξειδίου του άνθρακα και μεθανίου, ενώ σε μικρές ποσότητες περιλαμβάνει αμμωνία, διοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο, υδρόθειο, άζωτο και οξυγόνο. Η ανεξέλεγκτη παραγωγή βιοαερίου μπορεί να αποτελέσει κίνδυνο έκρηξης και πυρκαγιάς, ενώ το μεθάνιο συνεισφέρει σημαντικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Αντίθετα, αν συγκεντρωθεί με κατάλληλα συστήματα, το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας από τα σκουπίδια [16, 41].

2.4 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Χρήσης Βιοαερίου

Η χρήση του βιοαερίου συνεπάγεται αρκετά οφέλη, τόσο σε περιβαλλοντικό όσο και σε οικονομικό επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα:

⇒ **Προστασίας του περιβάλλοντος:** Βοηθάει να επιλυθούν τα προβλήματα διαχείρισης αποβλήτων και απορριμμάτων χρησιμοποιώντας αυτά ως πρώτη ύλη, επιτυγχάνοντας με αυτό τον τρόπο την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, χωρίς να εκλύονται κατά τη διαδικασία αέρια του θερμοκηπίου. Ακόμη, το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί, όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, ως καύσιμη ύλη για μηχανές εσωτερικής καύσης, π.χ. αυτοκίνητα, καυστήρες, με αποτέλεσμα τη μειωμένη εκπομπή βλαπτικών-ρυπογόνων αερίων. Συγκεκριμένα, από το Sweedish BioGas Association έχει υπολογιστεί ότι ένα λεωφορείο που κινείται με ντίζελ διανύει περίπου 60 χιλ. χιλιόμετρα σε ένα χρόνο, εκλύει 78.000 kg CO₂, σε αντίθεση με ένα λεωφορείο που κινείται με βιοαέριο, το οποίο εκλύει ίχνη CO₂. Οι μηχανές που χρησιμοποιούν ως καύσιμο το βιοαέριο έχουν περίπου 60% λιγότερες εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NO_x) και αιωρούμενων σωματιδίων (PM₁₀, PM_{2.5}).

⇒ **Οικονομικά οφέλη:** Σε οικονομικό επίπεδο βοηθάει στη μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από τρίτες χώρες, την αντίστοιχη εξοικονόμηση συναλλάγματος αλλά και σημαντικά κέρδη στις εκάστοτε εταιρείες. Η οικονομικότητα μιας τέτοιας μονάδος βασίζεται κατ' αρχάς στο γεγονός ότι η πρώτη ύλη (γεωργοκτηνοτροφικά απόβλητα, οργανικό μέρος των απορριμμάτων, κ.λπ) έχει συχνά μηδενική ή αρνητική αξία και κατά δεύτερο λόγο ότι τα προϊόντα της μονάδας έχουν αναμφισβήτητα εμπορική αξία.

Ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας εμπίπτει σε διατάξεις Νόμου για πώληση ηλεκτρικής ενέργειας, η δε πώληση του πλεονάσματος της θερμότητας μπορεί να αποδώσει επιπρόσθετα έσοδα. Επιπλέον, η παραγωγή στερεού οργανικού υπολείμματος μπορεί να θεωρηθεί πηγή εσόδων αν το υπόλειμμα αυτό με διαχωρισμό και εξάτμιση τροποποιηθεί κατάλληλα και πωληθεί σαν στερεό και υγρό λίπασμα [34].

Σύμφωνα με μελέτες του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) προκύπτει, ότι μια μέτρια μονάδα βιοαερίου με εισροή βιομάζας 70 - 100 τόνους ανά ημέρα, μπορεί να παράγει 2.800 - 4.600 m³ βιοαέριο την ημέρα. Αυτό αντιστοιχεί σε εγκατεστημένη ισχύ 3MW και παραγωγή θερμικής ενέργειας 6.500 MW_{th} το χρόνο και από την επεξεργασία της λάσπης προκύπτουν 100 τόνοι εδαφοβελτιωτικών. Τα κέρδη μόνο από την πώληση του ρεύματος στον διαχειριστή του συστήματος ηλεκτρισμού (ΔΕΣΜΗΕ)* ανά έτος υπολογίζονται σε 96.750 ευρώ, ενώ από κάθε 1 MW εγκατεστημένης ισχύος προκύπτουν 2-3 θέσεις εργασίας.

* Με βάση το **Νόμος 2773/99** έχει δημιουργηθεί η Ανώνυμη Εταιρεία Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας ή Διαχειριστής του Συστήματος ή ΔΕΣΜΗΕ, ο οποία διαχειρίζεται το Ελληνικό Σύστημα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας. Πολύ συχνά συγχέεται με τη ΔΕΗ Α.Ε. Ο ΔΕΣΜΗΕ είναι μια εταιρεία που έχει ένα διπλό ρόλο: **1.** Ο ένας ρόλος είναι αυτός που ασκούσε η ΔΕΗ σε σχέση με το Σύστημα Μεταφοράς, φροντίζει να υπάρχει ανά πάσα στιγμή ισορροπία παραγωγής και κατανάλωσης και η ηλεκτρική ενέργεια να παρέχεται κατά τρόπο αξιόπιστο, ασφαλή και ποιοτικά αποδεκτό. **2.** Ο ΔΕΣΜΗΕ έχει το ρόλο να εκκαθαρίζει την αγορά, να λειτουργεί ως «χρηματιστήριο» που υπολογίζει κάθε ημέρα ποιός οφείλει σε ποιόν. Ο ΔΕΣΜΗΕ δεν εμπορεύεται ηλεκτρική ενέργεια και οι βασικές συναλλακτικές σχέσεις είναι διμερείς μεταξύ παραγωγών/προμηθευτών και των πελατών τους. Η ΔΕΗ είναι μία μόνο από τις πολλές εταιρείες που θα λειτουργούν στο χώρο της ηλεκτρικής ενέργειας, είναι μια εισηγμένη εταιρεία, ο ΔΕΣΜΗΕ είναι το Χρηματιστήριο. Ο ΔΕΣΜΗΕ είναι ανώνυμη εταιρεία που ανήκει κατά 51% στο δημόσιο και κατά 49% στις εταιρείες παραγωγής που υπάρχουν στην Ελλάδα. Αυτό σημαίνει ότι η ΔΕΗ σήμερα κατέχει αυτό το 49% αλλά το ποσοστό της θα μειώνεται δίνοντας χώρο στους όποιους νέους παραγωγούς εμφανιστούν. Η Εταιρεία έχει σήμερα περί τα 160 άτομα και ετήσιο προϋπολογισμό περίπου 15 εκ. € [46].

Άλλα οφέλη είναι η μείωση των παθογόνων οργανισμών στη χωνεμένη κοπριά καθώς και η βελτιωμένη απόδοση της λίπανσης. Αυτό που συνήθως χαρακτηρίζεται ως **μειονέκτημα** του βιοαερίου είναι η μεγάλη διασπορά των μονάδων παραγωγής. Εξαιτίας του μεγάλου όγκου και των δυσκολιών συλλογής, μεταποίησης, μεταφοράς και αποθήκευσης της βιομάζας, η αξιοποίηση της γίνεται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στις μονάδες παραγωγής.

Η δέσμευση συνεπάγεται τη δημιουργία θέσεων εργασίας στην περιφέρεια και πιο συγκεκριμένα σε αγροτικές και κτηνοτροφικές περιοχές. Η **EUBIA*** (European Biomass Industry Association) εκτιμά ότι ο τομέας της βιοενέργειας θα συνεισφέρει στη δημιουργία 1,5 εκατ. νέων θέσεων εργασίας έως το 2020 και 5,7 εκ. θέσεων έως το 2050 [1, 7, 11, 16, 44].

* Η **EUBIA** ιδρύθηκε το 1996 ως διεθνής μη κερδοσκοπικός οργανισμός στις Βρυξέλλες, έχει ως κύριο στόχο την υποστήριξη της ευρωπαϊκής βιομηχανίας της βιομάζας σε όλα τα επίπεδα, την προώθηση της χρήσης της βιομάζας ως πηγή ενέργειας, την ανάπτυξη καινοτομιών και τάσσετε υπέρ της ενίσχυσης της διεθνούς συνεργασίας στο πλαίσιο του τομέα της βιοενέργειας.

2.5 Τεχνολογίες Μετατροπής της Βιομάζας – Παραγωγή και Καύση Βιοαερίου

Οι διάφορες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας σε ενεργειακά προϊόντα εντάσσονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

1. Θερμοχημικές
 - ⇒ Άμεση καύση
 - ⇒ Αεριοποίηση
 - ⇒ Πυρόλυση
2. Βιολογικές
 - ⇒ Ζύμωση
 - ⇒ Αναερόβια χώνευση
3. Φυσικοχημικές
 - ⇒ Εκχύλιση / Μετεστεροποίηση

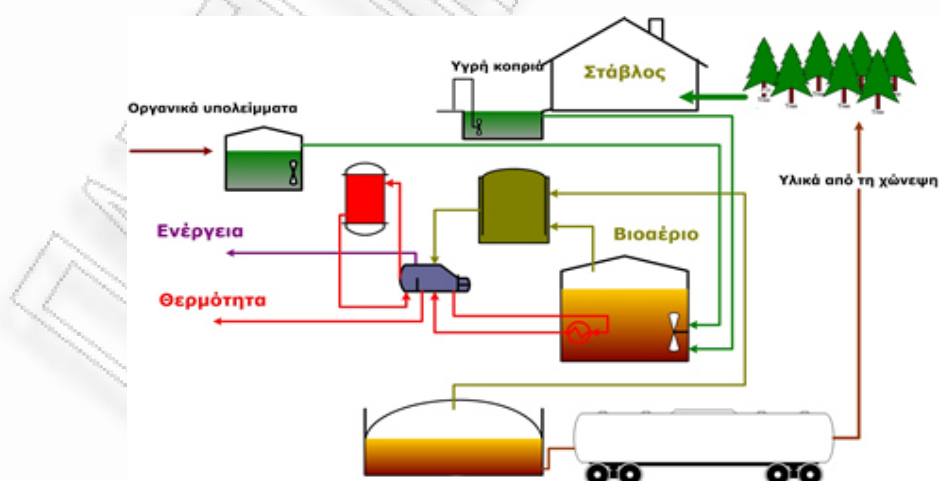
Οι κυριότερες από τις προαναφερόμενες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας θα παρουσιαστούν εκτενώς, σε επόμενο κεφάλαιο αναφορικά με τη μετατροπή της βιομάζας σε ηλεκτρική ενέργεια. Στην παράγραφο αυτή θα γίνει μία συνοπτική αναφορά στο στην τεχνολογία της άμεσης καύσης.

Οι θερμοχημικές τεχνολογίες μετατροπής περιλαμβάνουν την άμεση καύση, την αεριοποίηση και την πυρόλυση. Οι διεργασίες αυτές είναι προτιμητέες όταν η πρώτη ύλη συνίσταται από λιγνο-κυτταρινούχα υλικά με χαμηλή περιεκτικότητα σε νερό. Τα βασικότερα προϊόντα που λαμβάνονται είναι θερμότητα, ατμός, ηλεκτρισμός, ξυλάνθρακας, αέρια και υγρά καύσιμα (όπως μεθανόλη, υδρογονάνθρακες που προκύπτουν με καταλυτική σύνθεση από το αέριο κ.α.). Στην επόμενη παράγραφο παρουσιάζεται ενδεικτικά η διεργασία της καύσης του βιοαερίου.

Καύση Βιοαερίου

Κατά την καύση του βιοαερίου με περιεκτικότητα 60-70% σε μεθάνιο παράγεται μπλε φλόγα ενώ παράλληλα εκλύεται θερμογόνος δύναμη των 4.500-5.500 kcal/m³ ή (18,8-23 MJ/m³). Η θερμική δύναμη του είναι άμεσα συνδεδεμένη με το ποσοστό του, περιεχόμενου σε αυτό, μεθανίου. Η περιεκτικότητα σε μεθάνιο με τη σειρά της εξαρτάται από την φύση των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται κατά την χώνευση. Από τη στιγμή που η σύσταση του αερίου ποικίλει, οι καυστήρες που έχουν σχεδιαστεί για φυσικό αέριο, βουτάνιο ή LPG όταν χρησιμοποιούνται ως καυστήρες βιοαερίου έχουν πολύ μικρότερη απόδοση. Για αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται ειδικά σχεδιασμένοι καυστήρες βιοαερίου που έχουν θερμική απόδοση 55-65%.

Το βιοαέριο είναι πολύ σταθερό, μη-τοξικό, άχρωμο, άοσμο και άγευστο αέριο. Παρόλα αυτά, το μικρό ποσοστό υδρόθειου που περιέχει το μίγμα, ενδέχεται να του προσδώσει μια ελαφριά μυρωδιά σάπιου αυγού ιδίως κατά την καύση. Εξαιτίας του μεγάλου ποσοστού διοξειδίου του άνθρακα που περιέχει αποτρέπεται ο κίνδυνος έκρηξης, επομένως το βιοαέριο θεωρείται ένα πολύ ασφαλές καύσιμο για τις αγροτικές κατοικίες [19, 32, 41].



Εικόνα 10: Παράδειγμα βιοαερίου χρησιμοποιώντας ζωική κοπριά ως πρώτη ύλη [51].

Η καύση 1 m³ βιοαερίου θα παράγει 4.500-5.500 kcal*/m³ ή (18.8-23.0 MJ/m³) θερμικής ενέργειας. Όταν η καύση του γίνεται σε ειδικά σχεδιασμένους καυστήρες, οι οποίοι έχουν απόδοση περίπου 60%, θα μας δώσει 2.700-3.200 kcal/m³ ή (11,3-13,4 MJ/m³) ωφέλιμης ενέργειας [16].

2.6 Χρήσεις – Αξιοποίηση Βιοαερίου

2.6.1 Παραγωγή Θερμικής Ενέργειας

Η Παραγωγή Θερμότητας από Βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί κυρίως για την κάλυψη αναγκών βιομηχανιών, βιοτεχνιών, μικρών και μεγάλων επιχειρήσεων που απαιτούν θερμικά φορτία για την παραγωγική τους διαδικασία. Ακόμα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την θέρμανση κτιρίων και κατοικιών με τη δημιουργία ενός μικρού δικτύου τηλεθέρμανσης.

Για παράδειγμα η καύση απορριμμάτων πουλερικών σε πτηνοτροφικές μονάδες με κατάλληλες διαδικασίες θα μπορούσε όχι μόνο να καλύψει θερμαντικές τους ανάγκες αλλά και να μειώσει τους συνολικούς ρύπους του πτηνοτροφείου προς το περιβάλλον με χρόνο απόσβεσης περίπου 3 χρόνια [43].

*Ως 1 kcal έχει οριστεί η θερμότητα που απαιτείται για την αύξηση της θερμοκρασίας 1 kg νερού κατά 1 βαθμό Κελσίου. Συνεπώς αυτή η ωφέλιμη θερμότητα (π.χ. 3.000 kcal/m³ κατά μέσο όρο) επαρκεί για βράσει περίπου 100 kg νερού από τους 20 βαθμούς Κελσίου, ή να ανάψει μια λάμπα των 60-100 Watt για 4-5 ώρες.

2.6.2 Συμπαγωγή Ηλεκτρικής και Θερμικής Ενέργειας.

Με τον όρο Σύστημα Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) εννοούμε την ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας για την θέρμανση χώρων ή βιομηχανικών διεργασιών. Τα τελευταία χρόνια, η ανάπτυξη μονάδων Συμπαγωγής είναι ραγδαία, καθιστώντας έτσι τα συστήματα Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) μία ώριμη και ιδιαίτερα αποδοτική τεχνολογία. Παράλληλα, επεκτείνεται η χρήση τους στον τριτογενή τομέα, ειδικότερα σε ξενοδοχειακές επιχειρήσεις και νοσοκομειακές μονάδες, μεγάλα κτίρια του δημοσίου τομέα κ.λπ. Ως πηγή ενέργειας σε μονάδες ΣΗΘ μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε καύσιμο (ορυκτό ή βιομάζα). Η Ηλεκτρική Ενέργεια που παράγεται από βιομάζα μπορεί να καλύψει ίδιες ανάγκες του παραγωγού και το πλεόνασμα της ενέργειας (αν υπάρχει) να πωληθεί στο διαχειριστή του συστήματος ΔΕΣΜΗΕ. Αναλυτικότερα, η τεχνολογία ΣΗΘ θα αναλυθεί σε επόμενο κεφάλαιο [55].

2.6.3 Τηλεθέρμανση

Η τηλεθέρμανση (district heating) ή η τηλεψύξη είναι η εφαρμογή μεθόδων κεντρικής παραγωγής θερμότητας (ή ψύξης) και η διανομή της συνήθως με την μορφή ζεστού ή ψυχρού νερού) για θέρμανση ή ψύξη σε κατοικίες ή άλλες εφαρμογές με τη χρήση βιομάζας. Τα σημεία κατανάλωσης πρέπει να απέχουν του σημείου παραγωγής της θερμότητας/ ψύξης τουλάχιστον 100m.

Σύστημα τηλεθέρμανσης υλοποίησε είναι η πολύ γνωστή ελληνική βιομηχανία ΕΛΑΪΣ. Πρόκειται για την παροχή ζεστού νερού από το εργοστάσιο προς το σχολικό συγκρότημα, που στεγάζει 4 σχολεία, απέναντι από τις εγκαταστάσεις της, εξασφαλίζοντας τη δωρεάν θέρμανση όλο το 24ωρο σε 2.000 μαθητές [45, 50].

2.6.4 Παραγωγή Βιοαερίου από τους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Στερεών Απορριμμάτων

Κατά την ταφή των στερεών απορριμμάτων σε κατάλληλους χώρους λαμβάνεται μέριμνα κατασκευής εγκαταστάσεων συλλογής του παραγόμενου βιοαερίου όπως έχει αναφερθεί παραπάνω. Το βιοαέριο παράγεται από τη ζύμωση των οργανικών ουσιών των απορριμμάτων απουσία αέρα και η παραγωγή του διαρκεί αρκετά χρόνια. Για τη συλλογή του τοποθετούνται κατά διαστήματα σωληνώσεις, που οδηγούν το παραγόμενο βιοαέριο στους χώρους συγκέντρωσης και αποθήκευσής του.

Ανάλογα με το μέγεθος του χώρου υγειονομικής ταφής των απορριμμάτων η ποσότητα του παραγόμενου βιοαερίου μπορεί να είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη και μπορεί είτε απλώς να καεί είτε να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. Η συλλογή του βιοαερίου από χώρους υγειονομικής ταφής γίνεται σήμερα με κατάλληλες επεμβάσεις, ακόμα και όταν δεν έχει ληφθεί μέριμνα κατασκευής των κατάλληλων συστημάτων κατά τη δημιουργία του χώρου υγειονομικής ταφής. Για την παραγωγή βιοαερίου σε χώρους υγειονομικής ταφής θα ακολουθήσει εκτενής ανάλυση σε επόμενο κεφάλαιο [32].

2.6.5 Αναβάθμιση σε Ποιότητα Φυσικού Αερίου

Συνίσταται στην τροποποίηση - αναβάθμιση της σύστασης του αερίου, σε ποιότητα συμβατή με αυτήν του φυσικού αερίου, για την απρόσκοπτη εισαγωγή του στο σύστημα διανομής του τελευταίου. Προϋποθέτει την απομάκρυνση του CO₂.

Η αφαίρεση αυτή έχει σαν σκοπό κυρίως τη βελτίωση της ποιότητας του αερίου και την αύξηση της θερμογόνου αξίας του, έτσι ώστε να μην επηρεάζονται συσκευές που είναι ρυθμισμένες για καύση φυσικού αερίου. Η κατεργασίες διακρίνονται σε τρία στάδια: προ-επεξεργασία (συμπίεση, ψύξη, αφυδάτωση, αφαίρεση H₂S), απομάκρυνση CO₂, συμπίεση και εισαγωγή στο δίκτυο φυσικού αερίου.

Για την απομάκρυνση του CO₂ έχουν εφαρμοστεί τρεις μέθοδοι. Ως πλέον σύγχρονη θεωρείται ο διαχωρισμός με χρήση μεμβρανών, ενώ έχουν εφαρμοστεί σε πιλοτική κλίμακα με επιτυχία οι μέθοδοι φίλτρων ενεργού άνθρακα - απορρόφησης αιωρήματος υπό πίεση (Pressure swing adsorption) και έκπλυσης του αερίου με νερό (water adsorption) [30].

2.7 Η Χρήση του Βιοαερίου στην Ελλάδα και στην Ευρώπη

Σύμφωνα με στοιχεία του ΚΑΠΕ οι σημαντικότερες μονάδες βιοαερίου στην Ελλάδα παρουσιάζονται στον πίνακα 3. Στη χώρα μας οι μονάδες ενεργειακής αξιοποίησης βιοαερίου έχουν συνολική εγκατεστημένη ισχύ 28 MW. Οι πιο σημαντικές είναι στο ΧΥΤΑ Άνω Λιοσίων, που παράγουν 184.000 m³ βιοαερίου με εγκατεστημένη ισχύ 14 MW και στην Ψυτάλλεια με παραγωγή 60.000 m³ βιοαερίου την ημέρα και εγκατεστημένη ισχύ 7,37 MW. Τα υπόλοιπα 8 MW παράγονται από άλλες μικρότερες μονάδες, που όμως χρησιμοποιούν μόνο τα αστικά απορρίμματα ή τους βιολογικούς καθαρισμούς και όχι τα ζωικά απόβλητα, τα απορρίμματα των σφαγείων ή άλλες πηγές ενέργειας [44].

Πίνακας 3: Μονάδες βιοαερίου στην Ελλάδα (2007) [44]

Πρώτη ύλη	Τοποθεσία	Παραγωγή βιοαερίου m ³ /ημέρα	Ηλεκτρική Ισχύς MW
Αέριο χυματερός	Α Λόσια, Αττικής	184.000	14
Αέριο χυματερός	Ταγαράδες, Θεσσαλονίκη	1.200	0,24
Ιλύς Βιολογικού καθαρισμού	Ψυτάλλεια Αττικής	60.000	7,37
Ιλύς Βιολογικού καθαρισμού	Ηράκλειο Κρήτης	2.460	0,18
Ιλύς Βιολογικού καθαρισμού	Βόλος	2.800	0,23

Το μεγάλο ενδιαφέρον των επενδυτών για το βιοαέριο διαφαίνεται και στις αιτήσεις που έχουν υποβληθεί στη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ), όπου έχουν ήδη εγκριθεί δέκα αιτήσεις για άδειες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 48 MW, με καύση βιοαερίου από επεξεργασία αγροτοβιομηχανικών οργανικών αποβλήτων, αστικών λυμάτων και από Χώρους

Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) με την τεχνολογία της Αναερόβιας Χώνευσης.

Πιο συγκεκριμένα, έχει ήδη προταθεί εγκατάσταση εργοστασίου παραγωγής βιοαερίου (και μετέπειτα Ηλεκτρισμού) από ζωικά υπολείμματα στη Φιλλιπιάδα. Το εργοστάσιο θα παράγει, κατά προσέγγιση, ετησίως 823.000 τόνους βιοαερίου το οποίο θα χρησιμοποιείται σαν πρώτη ύλη σε εργοστάσιο ΣΗΘ με δύο συζευγμένες γεννήτριες. Οι γεννήτριες θα έχουν ισχύ 450 KW η κάθε μία.

Η παραγόμενη θερμότητα θα χρησιμοποιηθεί για τις ανάγκες του συγκροτήματος και η ηλεκτρική ενέργεια θα πωλείται στο διαχειριστή του συστήματος ΔΕΣΜΗΕ. Ένα άλλο παράδειγμα είναι η δημιουργία ενός εργοστασίου αποτέφρωσης απορριμμάτων στα Γιάννενα. Μια μελέτη σκοπιμότητας ενός τέτοιου εργοστασίου επεξεργασίας απορριμμάτων ικανότητας επεξεργασίας 150 έως 200 τόνων ανά ημέρα. Μία άλλη λύση που χρησιμοποιεί τα απορρίμματα, είναι η δημιουργία ενός εργοστασίου Συμπααραγωγής Ενέργειας το οποίο θα χρησιμοποιεί το παραγόμενο βιοαέριο για παραγωγή Ηλεκτρικής και Θερμικής ενέργειας - που θα διατίθεται στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων και στο Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο.

Η συνολική παραγωγή θα ανέρχεται σε 1,5 GWh το χρόνο, από τα οποία η 1GWh το χρόνο θα χρησιμοποιείται για τις ανάγκες του εργοστασίου. Το πλεόνασμα θα πωλείται στο διαχειριστή του συστήματος ΔΕΣΜΗΕ και το θερμικό φορτίο που παράγεται θα χρησιμοποιείται θέρμανση. Παράλληλα, η εκτίμηση για τις εκπομπές CO₂ είναι 4.000.000 τόνους αντί των 6.900.000 τόνων που θα παραγόταν από την απόρριψη σε χωματερές για τα επόμενα 25 χρόνια [21].

Σε ότι αφορά την ανάπτυξη τεχνολογιών βιοαερίου στην Ευρώπη το συνεχώς διογκούμενο πρόβλημα της διάθεσης των απορριμμάτων που κυριαρχεί τις δύο τελευταίες δεκαετίες αλλά και η αναζήτηση εναλλακτικών ενεργειακών πόρων καθώς επίσης και η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση του κόσμου, ανέδειξαν την παραγωγή βιοαερίου ως μια οικονομικά αποδεκτή και φιλική προς το περιβάλλον διαδικασία.

Σήμερα, η εφαρμογή των τεχνολογιών βιοαερίου επεκτείνεται από πολύ μικρές κτηνοτροφικές μονάδες μέχρι πολύ μεγάλα συγκροτήματα βιολογικής επεξεργασίας.

Στην Ευρώπη λειτουργούν περισσότερες από 700 μονάδες βιοαερίου οι οποίες επεξεργάζονται ζωικά απόβλητα ή εφαρμόζουν συνδυασμένη χώνευση διαφόρων αποβλήτων γεωργικής προέλευσης. Μεγαλύτερη ανάπτυξη παρατηρείται στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη και ειδικότερα στη Δανία και τη Γερμανία. Στις συγκεκριμένες χώρες βρίσκεται το 70% των μονάδων της Ευρώπης και αφορά κυρίως μικρές κτηνοτροφικές μονάδες.

Ακόμη στη Σουηδία, 20 μονάδες αναβάθμισης βιοαερίου τροφοδοτούν 35 δημόσιους σταθμούς διανομής, οι οποίοι με τη σειρά τους εφοδιάζουν 4.300 οχήματα (κυρίως λεωφορεία). Το κόστος παραγωγής του βιοαερίου στη Σουηδία είναι 0,17 - 0,50 ευρώ/m³ και η τιμή αγοράς του αναβαθμισμένου αερίου είναι 0,50 - 0,80 ευρώ/m³. Η έντονη ανάπτυξη μονάδων βιοαερίου στις χώρες αυτές οφείλεται στη μεγάλη συγκέντρωση ζωικού κεφαλαίου ανά μονάδα επιφανείας. Η ανάπτυξη της κτηνοτροφίας οδήγησε στην παραγωγή τεράστιων ποσοτήτων ζωικών αποβλήτων και τη δημιουργία δυσεπίλυτων προβλημάτων ως προς την επεξεργασία και τη διάθεση τους στο περιβάλλον. Στις παραπάνω περιπτώσεις η ανάπτυξη των τεχνολογιών βιοαερίου προσέφερε ποικίλα πλεονεκτήματα και περιβαλλοντικά οφέλη μερικά από τα οποία αναφέρονται παρακάτω:

- ⇒ Εξοικονόμηση χρημάτων για τους αγρότες.
- ⇒ Βελτιωμένη απόδοση της λίπανσης.
- ⇒ Μικρότερες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου.
- ⇒ Οικονομική και περιβαλλοντικά αποδεκτή ανακύκλωση αποβλήτων.
- ⇒ Μειωμένες οχλήσεις λόγω οσμών και παρουσίας εντόμων.
- ⇒ Δυνατότητες μείωσης παθογόνων οργανισμών.

Γενικότερα, θα πρέπει να υπογραμμιστεί, ότι μια εγκατάσταση παραγωγής βιοαερίου δεν παρέχει μόνο τη δυνατότητα αξιοποίησης του ενεργειακού δυναμικού του βιοαερίου, αλλά **συμμετέχει παράλληλα και στη συνολική επεξεργασία των αποβλήτων της γεωκτηνοτροφικής δραστηριότητας που τα παράγει. Με τον τρόπο αυτό, μειώνεται το ρυπαντικό τους φορτίο, και μάλιστα το πιο βεβαρημένου κλάσμα αυτού, σε ποσοστό πάνω από το 50% [47].**

3 ΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ & ΟΙ ΧΩΡΟΙ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ (ΧΥΤΑ)

Στο κεφάλαιο 3 γίνεται μία εισαγωγή των εννοιών που αφορούν τα στερεά απόβλητα ή απορρίμματα με ιδιαίτερη έμφαση στα οικιακά απορρίμματα και τη σύσταση αυτών. Ακόμη, παρουσιάζονται οι φορείς διαχείρισης των απορριμμάτων στην Ελλάδα όπως το Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ και οι ΟΤΑ. Το κεντρικό θέμα του κεφαλαίου είναι η ορθολογιστική διαχείριση των απορριμμάτων μέσω της απόθεσης τους σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ). Στο πλαίσιο αυτό, αναλύονται θέματα όπως η διαμόρφωση των ΧΥΤΑ, η παραγωγή και η διαχείριση του βιοαερίου, τα μέτρα πρόληψης για την αποφυγή τυχόν ρύπανσης καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της ανάπτυξης τέτοιων χώρων. Τέλος, γίνεται μία συνοπτική παρουσίαση της κατάστασης των αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα καθώς και των στόχων που έχουν τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση για τα επόμενα έτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΧΩΡΟΙ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ (ΧΥΤΑ)

3.1 Ορισμοί

3.1.1 Στερεά Απόβλητα ή Απορρίμματα

Με τον όρο στερεά απόβλητα ή απορρίμματα νοούνται ουσίες ή αντικείμενα που εμφανίζονται κυρίως σε στερεά φυσική κατάσταση, από τις οποίες ο κάτοχος του θέλει ή υποχρεούται να απαλλαγεί. Τα απορρίμματα γενικά θεωρούνται χρήσιμα υλικά που δεν είναι τοποθετημένα στην κανονική τους θέση.

Στα **Αστικά Στερεά Απόβλητα (ΑΣΑ)** περιλαμβάνονται τα οικιακά απόβλητα, καθώς και άλλα απόβλητα, τα οποία λόγω φύσης ή σύνθεσης, είναι παρόμοια με τα οικιακά. Εκτός των μεικτών αποβλήτων που συλλέγονται στους κοινούς πράσινους κάδους, στα αστικά απόβλητα περιλαμβάνονται οι μεγάλοι παραγωγοί αποβλήτων που προσομοιάζουν στα οικιακά, όπως αεροδρόμια κ.λπ. Στα αστικά απορρίμματα που διαχειρίζονται οι φορείς αποκομιδής περιλαμβάνονται:

- ⇒ Κατάλοιπα κάθε φύσης, όπως οικιακά απορρίμματα, φύλλα, σκουπίσματα, χαρτιά που τοποθετούνται μέσα στις πλαστικές σακούλες.
- ⇒ Απορρίμματα από εμπορικές εγκαταστάσεις και βιοτεχνίες, κτίρια γραφείων που τοποθετούνται επίσης σε σακούλες ή κάδους όπως τα οικιακά.
- ⇒ Κοπριές, αφυδατωμένες ιλύς, προϊόντα από καθαρισμούς δρόμων και δημοσίων χώρων, που συγκεντρώνονται σε μεγάλα δοχεία για την αποκομιδή τους.
- ⇒ Κατάλοιπα από χώρους εκθέσεων αγορές, εορτές, κ.λπ, που συγκεντρώνονται επίσης σε μεγάλα δοχεία για την αποκομιδή τους.
- ⇒ Απορρίμματα από σχολεία, στρατιωτικές εγκαταστάσεις, νοσοκομεία (πλην των μολυσματικών) που συγκεντρώνονται σε ειδικούς χώρους.
- ⇒ Ογκώδη αντικείμενα.

Δεν περιλαμβάνονται στα αστικά απόβλητα:

- ⇒ Αδρανή και κατάλοιπα δημοσίων έργων.
- ⇒ Βιομηχανικές στάχτες, σκουριές, μολυσματικά νοσοκομείων, υπολείμματα σφαγείων.
- ⇒ Πολύ ογκώδη αντικείμενα που απαιτούν ειδικό τρόπο μεταφοράς.

3.1.2 Διαχείριση Απορριμμάτων

Με τον όρο διαχείριση απορριμμάτων νοείται η συλλογή, μεταφορά, διαλογή και επεξεργασία των απορριμμάτων, καθώς επίσης και η αποθήκευση τους πάνω ή κάτω από το έδαφος. Επίσης, οι αναγκαίες εργασίες επεξεργασίας για την επαναχρησιμοποίηση ανάκτηση ή ανακύκλωση τους [25,33].

3.2 Σύσταση Αστικών Στερεών Αποβλήτων

Τα ΑΣΑ ποικίλουν ως προς τη σύσταση και την ποσότητα τους. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τις μεταβλητές αυτές, είναι το βιοτικό επίπεδο, τα καταναλωτικά πρότυπα, η κινητικότητα του αστικού πληθυσμού και οι εποχές του έτους. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα εμπορικής προέλευσης απορρίμματα είναι κυρίως υλικά συσκευασίας.

Οι ουσιαστικότερες μεταβολές στη σύνθεση των απορριμμάτων από τη δεκαετία του '80 έως σήμερα είναι η **μείωση των ζυμώσιμων υλικών** και η παράλληλη **αύξηση των πλαστικών** και του **χαρτιού**. Σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία, ο κύριος όγκος των αστικών αποβλήτων στην Αθήνα εξακολουθεί να αποτελείται από ζυμώσιμα υλικά (40%), αν και πλέον παρατηρούνται σε μικρότερο ποσοστό. Αντίθετα, έχει αυξηθεί από το ένα πέμπτο στο ένα τρίτο (29%) η παρουσία χαρτιού και χαρτονιού, ενώ διπλασιάστηκε το ποσοστό των πλαστικών (14%).

Στα ίδια επίπεδα περίπου εκτιμάται ότι περιέχεται στα απορρίμματά μας γυαλί (3%), μέταλλα (3%), αδρανή (3%), δέρμα-ξύλο-λάστιχο (2%), ενώ το υπόλοιπο 6% αποτελείται από διάφορα άλλα υλικά. Στο ακόλουθο πίνακα επιδιώκεται να γίνει μία ποσοστιαία, συγκριτική παρουσίαση των αστικών αποβλήτων στη Δυτική Ευρώπη, στις ΗΠΑ και τη Μέση Ανατολή.

Πίνακας 4: Μέση σύσταση επί % των αστικών στερεών αποβλήτων στο διεθνή χώρο [25].

	Δυτική Ευρώπη	ΗΠΑ	Μέση ανατολή
Οργανικά	21,3	22,6	60
Χαρτί	27,4	45,6	25,3
Υφάσματα	3,5	4,5	1,4
Γλασικά	3,1	2,6	5,8
Γυαλί	9,5	6,2	1
Μέταλλα	8,5	9,1	2,8
Σκόνη, αδρανή	19,8	7,6	2,3
Διάφορα	6,8	1,8	1,4

Θα ήταν σκόπιμο να σημειωθεί, πως για την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου επεξεργασίας των ΑΣΑ, είναι σημαντικό να γίνουν μελέτες για την ταυτοποίηση της σύστασης τους. Οποιαδήποτε τεχνική επεξεργασίας και να επιλεγθεί ενδέχεται να οδηγηθεί σε αστοχία αν δεν είναι γνωστή η ακριβής σύσταση των απορριμμάτων.

Ένα ακόμη σημαντικό θέμα που προκύπτει και θα πρέπει να υπογραμμιστεί, αφορά τις επικίνδυνες ουσίες που περιέχονται στα αστικά στερεά απόβλητα και καταλήγουν ορισμένες φορές στους κοινούς πράσινους κάδους αποκομιδής. Η έλλειψη περιβαλλοντικής συνείδησης καθώς και η ελλιπής ενημέρωση των πολιτών έχει ως αποτέλεσμα να οδηγούνται τελικώς προς ταφή μαζί με το ρεύμα των αστικών αποβλήτων **επικίνδυνα υλικά**, τα οποία θα πρέπει να συλλέγονται ξεχωριστά και να υπόκειται σε ξεχωριστή επεξεργασία. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που δύνανται να περιέχονται στα δημοτικά απόβλητα και οι οποίες ορισμένες φορές καταλήγουν στους χώρους διάθεσης, καθώς και τα προϊόντα που φέρουν αυτές [25, 28].

Πίνακας 5: Επικίνδυνες ουσίες που απορρίπτονται στα δημοτικά απόβλητα [28]

Είδος	Προϊόν
Υδράργυρος	Μπαταρίες
	Ηλεκτρικός Εξοπλισμός
	Θερμόμετρα, βαρόμετρα
	Λαμπήρες φθορίου
Μόλυβδος	Λυχνίες υδραργύρου
	Λαμπήρες φθορίου
	Γυαλί
	Χρώματα
Κάδμιο	Επαναφορτιζόμενες μπαταρίες
Χρώμιο	Δέρματα
Βρώμιο	Πυρανθεκτικά υλικά
	Γλαστικά & υφάσματα
	Ηλεκτρικός Εξοπλισμός

3.3 Οικιακά Απορρίμματα

Τα οικιακά απορρίμματα δεν αποτελούν από μόνα τους ένα μέσο διάδοσης μεταδοτικών ασθενειών. Η αναπόφευκτη όμως παρουσία μικροποσοτήτων μολυσμένης σκόνης και άλλων ρύπων, από τον καθαρισμό των δρόμων, μπορούν φέρουν παθογόνους οργανισμούς στα απορρίμματα, όταν τοποθετηθούν μαζί. Αυτό πρακτικά σημαίνει, ότι δεν μπορεί να αποκλειστεί η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών και απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά τις εργασίες αποκομιδής.



Εικόνα 11: Απόρριψη οικιακών απορριμμάτων.

Γενικά πρέπει να λαμβάνονται οι απαραίτητες προφυλάξεις και να οργανώνεται κατά υποδειγματικό τρόπο η συλλογή με τη συμμετοχή. Η βλαπτικότητα αναφέρεται στα ακόλουθα:

- ⇒ **Αντιαισθητική θέα**
- ⇒ **Η απόρριψη σκόνης και ελαφρών αντικειμένων** που εκτός από την ατμοσφαιρική ρύπανση συντελεί στη ρύπανση των οδών και των κοινόχρηστων χώρων.
- ⇒ **Η εκπομπή οσμών** λόγω της περιεκτικότητας τους σε οργανικές ουσίες η ζύμωση των οποίων οδηγεί στο σχηματισμό αερίων και υγρών όπως το υδρόθειο.
- ⇒ **Πυρκαγιές.** Η ελεύθερη εναπόθεση απορριμμάτων χωρίς την κάλυψη με χώμα προκαλεί αυτανάφλεξη των απορριμμάτων λόγω της υψηλής θερμοκρασίας της ζύμωσης και των κενών αέρα στη μάζα των απορριμμάτων. Οι πυρκαγιές δημιουργούν με δυσάρεστη οσμή και μεταφέρουν στάχτες σε μακρινές αποστάσεις.
- ⇒ **Η ρύπανση των υδάτων.** Η εναπόθεση οικιακών απορριμμάτων, αποτελεί ένα σοβαρό κίνδυνο για τη ρύπανση των επιφανειακών υδάτων και του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα.
- ⇒ **Ο πολλαπλασιασμός των τρωκτικών και των εντόμων.** Τα απορρίμματα από τις τροφές, εννοούν τον πολλαπλασιασμό των τρωκτικών και των εντόμων, που είναι υπεύθυνα για πολλές μεταδοτικές ασθένειες [20,48].

3.4 Ταξινόμηση Οικιακών Απορριμμάτων

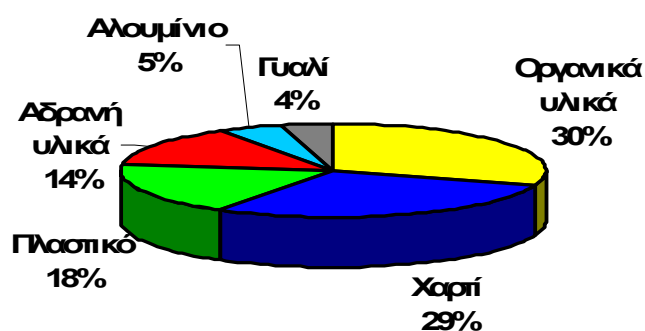
Τα οικιακά απορρίμματα είναι ουσιωδώς ετερογενή. Παρόλα αυτά, μπορούν να ομαδοποιηθούν σε ορισμένες κατηγορίες που παρουσιάζουν κάποια ομοιογένεια. Η ταξινόμηση που παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα είναι η συχνότερα αποδεκτή στις αναλύσεις που προτείνονται στη διεθνή βιβλιογραφία [1,16, 20, 25].

Πίνακας 6: Ταξινόμηση οικιακών απορριμμάτων [16]

Ταξινόμηση Οικιακών Απορριμμάτων
Λεπτά κατώτερα από 20 χιλιοστά
Χαρτιά και Χαρτόνια
Ράκη
Πλαστικά
Οστά
Εραύσματα καύσιμα
Μέταλλα
Γυαλιά
Εραύσματα μη καύσιμα
Άλες ζυμώσιμες

3.5 Τα Απορρίμματα σε Αριθμούς

Με βάση τον Εθνικό Σχεδιασμό Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (2003), στην Ελλάδα παράγονται περίπου 4,6 εκατομμύρια τόνοι αστικών αποβλήτων ετησίως. Στην περιφέρεια Αττικής παράγεται το 39% της ετήσιας ποσότητας, ενώ σημαντική ποσότητα (16%) παράγεται και στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας. Το 1997, η μέση παραγωγή ανερχόταν σε 0,97 kg/κάτοικο/ημέρα και το 2001 ανήλθε σε 1,14 Kg/κάτοικο/ημέρα. Η ποσότητα αυτή αυξάνεται συνεχώς τα τελευταία χρόνια, σύμφωνα και με τις εκτιμήσεις των αρμόδιων φορέων που λειτουργούν τους Χώρους Υγειονομικής Ταφής. Μόνο στην Αττική, εκτιμάται ότι σήμερα η παραγόμενη ποσότητα των αστικών αποβλήτων ξεπερνά τους 6.000 τόνους/ημέρα. Τέλος, η αναλογία των συστατικών ενός κιλού αστικών απορριμμάτων παρουσιάζεται στο διάγραμμα 4.



Διάγραμμα 4: Αναλογία συστατικών αστικών απορριμμάτων [20]

3.6 Φορείς Διαχείρισης Απορριμμάτων στην Ελλάδα

Οι φορείς διαχείρισης των στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα είναι οι ακόλουθοι:

⇒ Το Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ) έχει ως βασικό στόχο τη βελτίωση του αστικού περιβάλλοντος τόσο για τη ριζική αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της ηχορύπανσης στα μεγάλα αστικά κέντρα, όσο και την ολοκληρωμένη διαχείριση των αστικών απορριμμάτων αλλά και των βιομηχανικών τοξικών αποβλήτων με την υιοθέτηση της ανακύκλωσης των πρώτων υλών και της τελικής απόθεσης τους σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ).

Ως βασική αρχή έχει την σύζευξη της Οικονομίας με το Περιβάλλον και την ενσωμάτωση των αρχών, των αξιών, των ευαισθησιών και των προτεραιοτήτων της οικολογίας στη Βιώσιμη Ανάπτυξη. Το Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ έχει ως βασικό ρόλο στην διαχείριση των ΑΣΑ την δημιουργία του Εθνικού σχεδιασμού διαχείρισης ΑΣΑ βάζοντας και οριοθετώντας τις βασικές πολιτικές που θα πρέπει να εφαρμόζουν οι Περιφέρειες και οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης Α και Β βαθμού.

⇒ Οι Περιφέρειες είναι ο αρμόδιος φορέας που συντάσσει τα διαχειριστικά σχέδια για τις περιοχές που υπάγονται σε αυτόν, με βάση τον Εθνικό Σχεδιασμό. Ο σχεδιασμός πρέπει να καλύπτει μεγάλες περιοχές, καθώς επίσης πρέπει να θεωρεί τα στοιχεία κόστους συλλογής, μεταφοράς, επεξεργασίας και διάθεσης αναζητώντας την ισορροπία μεταξύ της οικονομίας κλίμακας των κεντρικών εγκαταστάσεων και των δαπανών μεταφοράς για τη συγκέντρωση των απαιτούμενων ποσοτήτων από μεγαλύτερες αποστάσεις. Ακόμα, πρέπει να εξετάζει εναλλακτικά σενάρια που τηρούν επιθυμητούς περιορισμούς, έτσι ώστε με τη σχετική ανάλυση ευαισθησίας να συμβάλλει στην εύρεση συναινετικών λύσεων.

- ⇒ **Η Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση** έχει ως προορισμό την οικονομική, κοινωνική και πολιτιστική ανάπτυξη της εκάστοτε περιφέρειας της, δηλαδή του Νομού. Οι Νομαρχιακές Αυτοδιοικήσεις δεν ασκούν εποπτεία στους οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης (πρώτης βαθμίδας) και δε θίγουν τις αρμοδιότητες τους. Τέλος, μεταξύ των δυο βαθμίδων αυτοδιοίκησης δεν υφίσταται ιεραρχική σχέση
- ⇒ **Οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ)** έχουν υποχρέωση να δραστηριοποιηθούν στη διαχείριση των αποβλήτων τους, υιοθετώντας ευέλικτες και αποτελεσματικές λύσεις. Βασική αρμοδιότητα και υποχρέωση της πρωτοβάθμιας Τοπικής Αυτοδιοίκησης είναι η διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων, με δραστηριότητες όπως: η συλλογή, η μεταφορά, η μεταφόρτωση, η προσωρινή αποθήκευση των απόβλητων, η αξιοποίηση και η διάθεση των αποβλήτων.
- ⇒ **Ο Σύνδεσμος Ο.Τ.Α** (τοπική Νομαρχιακή αυτοδιοίκηση) είναι ο αρμόδιος φορέας για το σχεδιασμό διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, σε επίπεδο Νομού, είναι δηλαδή ο Ενιαίος Σύνδεσμος που περιλαμβάνει τουλάχιστον τα 2/3 των Δήμων του. Επίσης μπορεί να προκύπτει από την συνένωση άλλων ενιαίων συνδέσμων περισσότερων νομών της περιοχής και έχει την διαχείριση των απορριμμάτων ως αποκλειστικό αντικείμενο (π.χ ο ΕΣΔΚΝΑ). Ο Σύνδεσμος Ο.Τ.Α. είναι νομικό πρόσωπο δημοσίου δικαίου των ΟΤΑ Α βαθμού ενώ η διαδημοτική επιχείρηση, νομικό πρόσωπο ιδιωτικού δικαίου μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα και διέπεται από τους κανόνες της ιδιωτικής οικονομίας.
- ⇒ **Η Διαδημοτική Επιχείρηση** μπορεί να συνδυάζει το αντικείμενο της διαχείρισης των απορριμμάτων και με άλλες κερδοφόρες δραστηριότητες, έτσι ώστε τελικά να μειώνονται τα ανταποδοτικά τέλη για την διαχείριση των απορριμμάτων. Οι φορείς αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ, Σύνδεσμοι κ.λπ.) είχαν τα τελευταία χρόνια αξιόλογη συμβουλή στη διαδικασία της ανακύκλωσης των στερεών αποβλήτων [37, 44, 47, 61, 62].

3.7 Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)

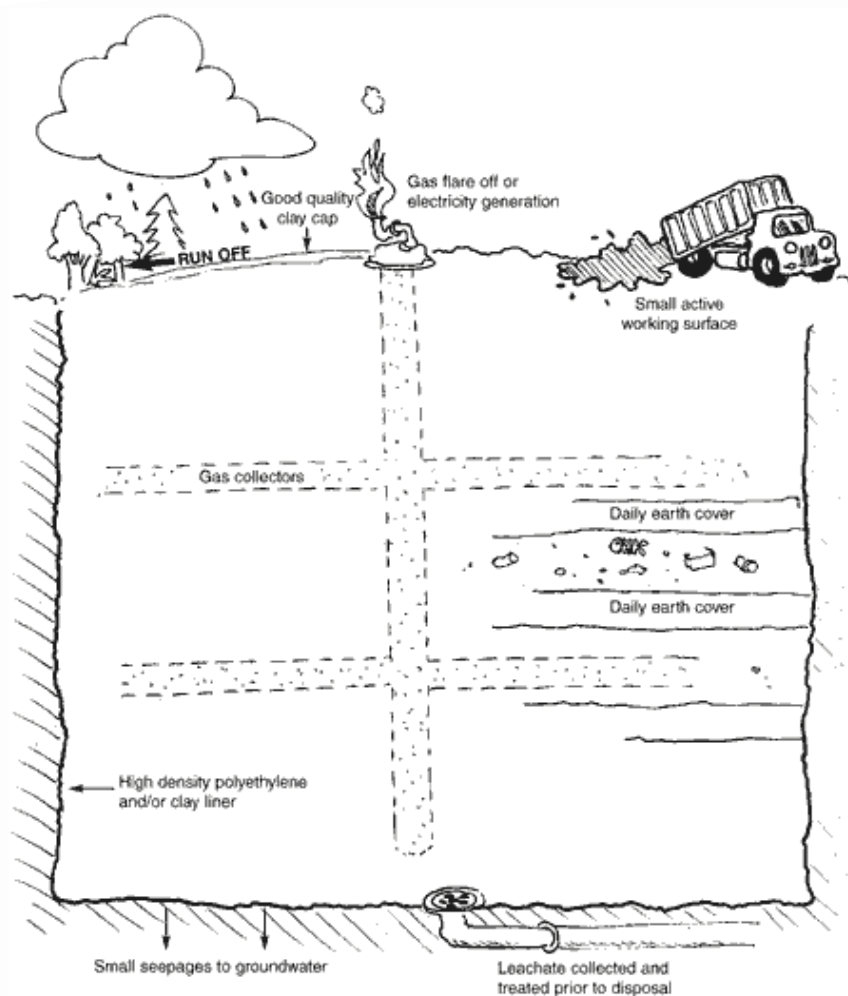
3.7.1 Διαμόρφωση Χώρων Υγειονομικής Ταφής

Οι Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) είναι χώροι ειδικά διαμορφωμένοι στους οποίους γίνεται η ταφή των απορριμμάτων των πόλεων. Τα απορρίμματα τοποθετούνται σε διαδοχικές στρώσεις. Κάθε στρώση καλύπτεται από άμμο ή χώμα και αναμένεται να διαλυθούν. Μετά τη διάλυση τους, δημιουργούνται υγρά στραγγίσματα και εκλύεται βιοαέριο το οποίο συλλέγεται με σωλήνες και επεξεργάζονται με ειδικούς τρόπους. Στο διάγραμμα 8 παρουσιάζεται ο τρόπος λειτουργίας ενός τυπικού ΧΥΤΑ.

Όπως είναι φανερό, η διαμόρφωση του χώρου των ΧΥΤΑ προβλέπεται να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε τοξικά, οργανικά και άλλα απόβλητα από το χώρο απόθεσης να μη διαφεύγουν στο γύρω περιβάλλον ή στον υδροφόρο ορίζοντα τυχόν κατοικημένων περιοχών που βρίσκονται σε μικρή απόσταση. Αυτό επιτυγχάνεται με τη στεγανοποίηση των απορριμμάτων με τσιμέντο, χώμα, πλαστικές μεμβράνες και άλλα υλικά. **Η απόθεση των απορριμμάτων μπορεί να διαρκέσει το πολύ 30 έτη.** Έπειτα από την παρέλευση αυτού του χρονικού διαστήματος προβλέπεται το κλείσιμο των χώρων απόθεσης, και στα έτη που ακολουθούν γίνονται τα κατάλληλα έργα επαναφοράς του περιβάλλοντος στην αρχική του μορφή, με το θάψιμο των σκουπιδιών και τη στεγανοποίηση του χώρου με μεμβράνες, ώστε να αποφευχθεί η μόλυνση της περιοχής. Τα έργα αυτά μπορεί να διαρκέσουν έως και 20 χρόνια.



Εικόνα 12: Χώροι υγειονομικής ταφής.



Διάγραμμα 5: Τρόπος λειτουργίας ΧΥΤΑ

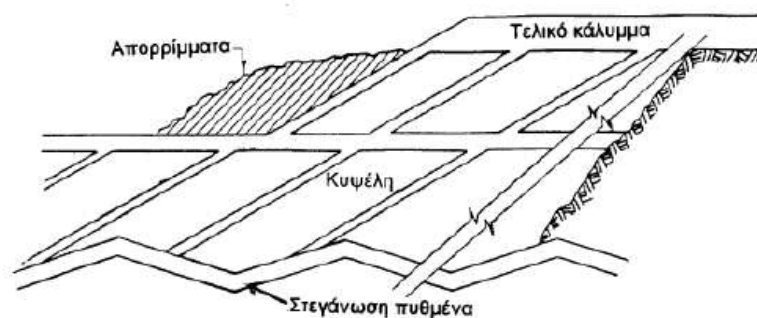
Αρχικά, πραγματοποιείται διαλογή και ένα μεγάλο ποσοστό από αυτά όπως γυαλί, χαρτί, μέταλλα, οδηγούνται για ανακύκλωση. Άλλα υλικά συμπίεζονται και χάνουν το μεγαλύτερο μέρος από τον όγκο τους και αφού ολοκληρώσουν την επεξεργασία τους γίνονται λιπάσματα. Το ίδιο γίνεται και με τα υγρά που στραγγίζουν από την συμπίεση των απορριμμάτων.

Τίποτα από τα υγρά απόβλητα δεν πηγαίνει στην γη, γιατί στους ΧΥΤΑ προβλέπεται ένα απόλυτα στεγανό σύστημα συγκέντρωσης του 100% των υγρών. Παρόλα αυτά, για να αποκλειστεί η παραμικρή πιθανότητα να καταλήξουν στην θάλασσα υγρά απόβλητα, από μια πιθανή βλάβη του συστήματος αποστράγγισης, **απαγορεύεται να εγκατασταθεί εργοστάσιο επεξεργασίας απορριμμάτων σε απόσταση μικρότερη των 5 χιλιομέτρων από την θάλασσα [25, 33].**

Ο σχεδιασμός, η τεχνολογία και οι τεχνικές διαχείρισης των ΧΥΤΑ έχουν βελτιωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια και η εξέλιξη συνεχίζεται. Για την επιλογή του χώρου, όπως αναλύεται διεξοδικά σε επόμενη παράγραφο, πρέπει να εξετάζονται τα υδρογεωλογικά στοιχεία της περιοχής, ώστε να μη δημιουργηθεί κίνδυνος ρύπανσης του υδροφόρου ορίζοντα.

Οι σύγχρονοι ΧΥΤΑ πρέπει να έχουν επικάλυψη στον πυθμένα τους από φυσικά ή τεχνητά υλικά για στεγανοποίηση, κατάλληλα συστήματα συλλογής και επεξεργασίας των στραγγισμάτων και σύστημα συλλογής του βιοαερίου. Κατά την υγειονομική ταφή τα απορρίμματα διαστρώνονται, συμπιέζονται, και στο τέλος της ημέρας σκεπάζονται με αδρανές υλικό (χώμα, μπάζα, κομπόστ κ.λπ). Έτσι μειώνεται στο ελάχιστο ο κίνδυνος από τη διασπορά των απορριμμάτων και οι δυσάρεστες οσμές.

Παρόλα αυτά, σήμερα στην Ελλάδα κάποιοι από αυτούς τους χώρους υγειονομικής ταφής έχουν γεμίσει και η εύρεση νέων δεν είναι εύκολη, καθώς υπάρχει έντονη αντίδραση από τους κατοίκους των γειτονικών περιοχών. Η δυσκολία χωροθέτησης νέων ΧΥΤΑ, προκειμένου να διασφαλιστεί η προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος, αυξάνουν δραματικά το κόστος διαχείρισης των απορριμμάτων και μπορεί να αναγκάσουν τους Δήμους σε αύξηση των δημοτικών τελών για την κάλυψη αυτού του κόστους.



Εικόνα 13: Συνήθης σχεδιασμός χώρου υγειονομικής ταφής [60]

3.7.2 Στραγγίσματα

Τα στραγγίσματα είναι υγρά που δημιουργούνται στον ΧΥΤΑ από την αποσύνθεση του οργανικού μέρους των απορριμμάτων και από τη διείσδυση στη μάζα τους των νερών της βροχής. Κατά την πορεία των υγρών μέσα από τη μάζα των απορριμμάτων διαλύονται και παρασύρονται διάφορες ουσίες και έτσι μπορούν να μολύνουν τα επιφανειακά και υπόγεια νερά. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται για πολλά χρόνια μετά το κλείσιμο του ΧΥΤΑ. Η αποδόμηση των στραγγισμάτων πραγματοποιείται σε τρία στάδια τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω:

- ⇒ **Στάδιο 1:** Τα αποδομήσιμα απορρίμματα υφίστανται αποδόμηση από αερόβιους μικροοργανισμούς, αυξάνεται η θερμοκρασία και έτσι οι αερόβιοι μικροοργανισμοί πολλαπλασιάζονται.
- ⇒ **Στάδιο 2:** Όταν πλέον το οξυγόνο έχει καταναλωθεί πλήρως, αρχίζει το δεύτερο στάδιο. Κατά το στάδιο αυτό, η αποδόμηση πραγματοποιείται από αναερόβιους οργανισμούς. Αυτοί, διασπούν τα οργανικά μόρια σε περισσότερο απλές ενώσεις όπως υδρογόνο, αμμωνία, νερό, οργανικά οξέα, διοξείδιο του άνθρακα κ.λπ.
- ⇒ **Στάδιο 3:** Επιτυγχάνεται η αποδόμηση των οργανικών οξέων και σχηματίζεται μεθάνιο και άλλα αέρια.

Τα κύρια συστατικά των στραγγισμάτων μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερις ομάδες:

1. Οργανικές ενώσεις που συνήθως μετρούνται ως BOD, COD, TOC^{*}, φαινόλες, κ.λπ.
2. Ca, Mg, Fe, χλωριόντα, θειικά, ανθρακικά, ενώσεις αζώτου και φωσφόρου.
3. Βαρέα μέταλλα όπως χρώμιο, νικέλιο, μόλυβδο, μαγγάνιο, κάδμιο, σίδηρος κ.λπ.
4. Κωλοβακτηρίδια, σαλμονέλες κ.λπ.

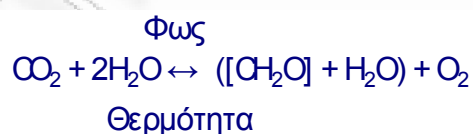
*BOD: Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο, COD: Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο, TOC: Ολικός Οργανικός Άνθρακας.

Κατά την κατασκευή ενός νέου ΧΥΤΑ πρέπει να εγκατασταθούν συστήματα συλλογής και επεξεργασίας των στραγγισμάτων, ώστε να προστατευτούν τα επιφανειακά και υπόγεια νερά [16,21, 25].

3.7.3 Βιοαέριο

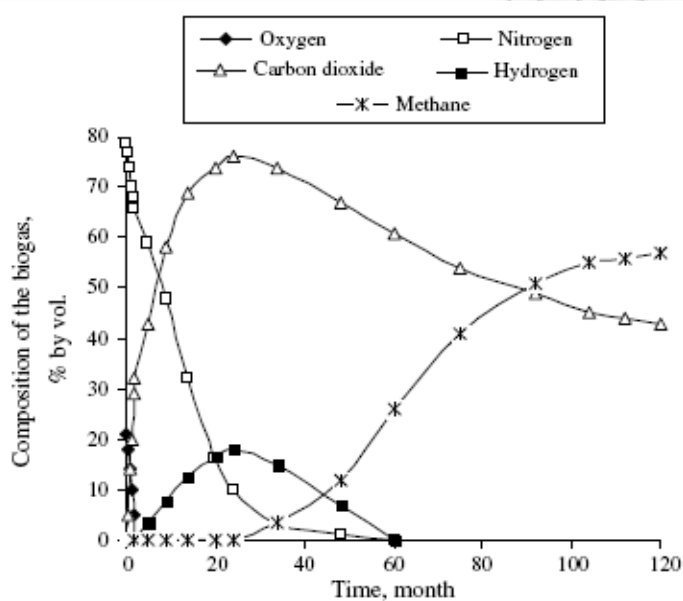
Οι βιοχημικές δράσεις που λαμβάνουν χώρα σε κάθε χώρο διάθεσης οδηγούν, εκτός από την παραγωγή των στραγγισμάτων, και στην παράλληλα παραγωγή βιοαερίου. Η παραγωγή βιοαερίου στους χώρους ταφής απορριμμάτων εξαρτάται άμεσα από τον τρόπο λειτουργίας του. Το παραγόμενο βιοαέριο χρειάζεται αρκετό χρόνο μέχρι να φτάσει να έχει μία σταθερή σύσταση. Όπως περιγράφηκε αναλυτικά και παραπάνω στα στάδια των στραγγισμάτων, τις πρώτες εβδομάδες 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 παράλληλα το άζωτο τείνει σε ένα πολύ χαμηλό επίπεδο (λιγότερο από 1%). Η αντίδραση που πραγματοποιείται παρουσιάζεται σχηματικά παρακάτω.



Τα βασικά αέρια του αναερόβιου σταδίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα και κυρίως το μεθάνιο. Η διαδικασία παραγωγής μεθανίου αυξάνεται όσο τα μεθανογενή βακτήρια αντικαθίστανται. Κατά τη σταθεροποίηση του χώρου του χώρου ταφής η περιεκτικότητα του βιοαερίου είναι περίπου 55-65% μεθάνιο και 34-45% διοξειδίου του άνθρακα, αν και τα ποσοστά ποικίλουν ανάλογα με τις συνθήκες ταφής. Σε ότι αφορά τη θερμογόνο δύναμη, του παραγόμενου βιοαερίου κυμαίνεται από 5.000 Kcal/m³ η κατώτερη θερμογόνος και 9.300 Kcal/m³ η ανώτερη.

Ο ρυθμός παραγωγής και σύνθεση 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 υδρογονοπαραγώνων, ενώ όταν η μεθανογένεση σταθεροποιηθεί το υδρογόνο περιορίζεται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις.



Διάγραμμα 6: Παραγωγή βιοαερίου σε χώρο ταφής απορριμμάτων [16]

3.7.4 Προβλήματα από την Ανεξέλεγκτη Χρήση Βιοαερίου

Σε κάθε χώρο διάθεσης απορριμμάτων είναι απαραίτητος ο έλεγχος για την αντιμετώπιση της αποφυγής της ανεξέλεγκτης διαφυγής βιοαερίου στον περιβάλλοντα χώρο. Οι πιο σημαντικοί λόγοι για την εφαρμογή του ελέγχου αυτού είναι οι ακόλουθοι:

1. Μερικά από τα συστατικά του βιοαερίου, όπως για παράδειγμα το υδρόθειο, πάνω από κάποια συγκέντρωση προκαλούν σοβαρά προβλήματα δυσοσμίας στις περιοχές που βρίσκονται πλησίον του χώρου διάθεσης.

2. Πιθανός κίνδυνος ασφυξίας λόγω εκτοπισμού του οξυγόνου από το βιοαέριο καθώς και παρενεργειών από την εισπνοή επικίνδυνων ουσιών.
3. Η παρουσία μεθανίου στον αέρα σε αναλογία 5-15% οδηγεί τη δημιουργία εκρηκτικού μίγματος, ενώ σε αναλογία μεγαλύτερη του 15% δημιουργείται κίνδυνος ανάφλεξης.
4. Η πιθανή συγκέντρωση μεθανίου σε κοιλώματα και παρακείμενους αγωγούς αποχέτευσης και ομβρίων εμπεριέχει τον κίνδυνο έκρηξης.
5. Υφίσταται κίνδυνος για τη χλωρίδα του περιβάλλοντος χώρου λόγω υπόγειας μεταφοράς του βιοαερίου προς τις ρίζες των φυτών.
6. Υφίσταται κίνδυνος κίνησης του διοξειδίου του άνθρακα προς τα κατώτερα στρώματα του χώρου, λόγω του γεγονότος ότι πρόκειται για αέριο πυκνότερο του αέρα και του μεθανίου.
7. Υφίσταται κίνδυνος ανεξέλεγκτης ρύπανσης λόγω διαρροών μέσω υπογείων ρηγμάτων, με τους συνεπαγόμενους κινδύνους για την πλησίον προς το χώρο διάθεσης περιοχή (φαινόμενο μετανάστευσης).

Για όλους τους παραπάνω λόγους απαιτείται συστηματική παρακολούθηση (monitoring) και έλεγχος (control) του παραγόμενου βιοαερίου. Το σύστημα αυτό είναι απαραίτητο να εφαρμόζεται συνεχώς και παρά το γεγονός ότι κατασκευάζεται δίκτυο συλλογής του βιοαερίου. Επίσης, πρέπει να εφαρμόζεται τόσο σε σημεία μέσα στην περιοχή του χώρου ταφής όσο και σε σημεία εκτός αυτής, κυρίως προς την κατεύθυνση που υφίσταται η ανθρωπογενής δραστηριότητα.

Άλλωστε, σύμφωνα με τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ο έλεγχος και η παρακολούθηση του παραγόμενου βιοαερίου πρέπει να περιλαμβάνει τη μέτρηση ανά τακτά χρονικά διαστήματα των εκπομπών αερίων όπως μεθάνιο, διοξείδιο του άνθρακα, οξυγόνο και υδρόθειο.

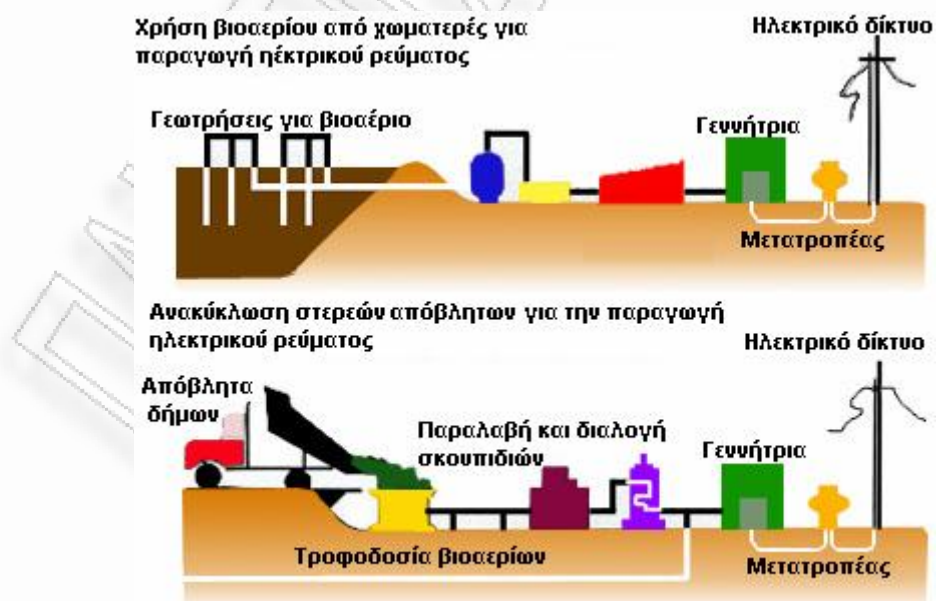
3.7.5 Εγκατάσταση Συλλογής και Διαχείρισης Βιοαερίου

Είναι προφανές, ότι η κατασκευή και λειτουργία εγκατάστασης για συλλογή του παραγόμενου βιοαερίου.

Με βάση τη διεθνή εμπειρία, υφίστανται διάφορα συστήματα απαερίωσης των χώρων διάθεσης απορριμμάτων. Ενδεικτικά, αναφέρονται τα ακόλουθα:

1. **Βιόφιλτρα:** Για την αποφυγή δημιουργίας εστιών αερίων, κατασκευάζονται ανοίγματα στο χώρο διάθεσης τα οποία καλύπτονται από βελτιωτικό εδάφους ή άλλα υλικά που επενεργούν ως φίλτρα απόσμησης.
2. **Φρεάτια απαέρωσης:** Τα φρεάτια αυτά είναι δύο ειδών, με σταθερή ή μη σταθερή έδραση στον πυθμένα του χώρου.
3. **Απαέρωση με οριζόντιους αγωγούς:** οι οριζόντιοι αγωγοί τοποθετούνται σε διαφορετικά ύψη μέσα στο χώρο διάθεσης, περιβάλλονται από χαλίκι και καταλήγουν στον κεντρικό σταθμό των αντλιών.
4. **Απαέρωση με κάθετους αγωγούς:** Το βιοαέριο αντλείται μέσω σωληνώσεων που είναι κάθετα τοποθετημένοι σε όλο το χώρο. Το σύστημα αυτό θεωρείται από τα πιο αποτελεσματικά.

Στις περιπτώσεις που το μεθάνιο του βιοαερίου παράγεται σε σημαντικές ποσότητες, το συλλεχθέν βιοαέριο εξουδετερώνονται με καύση σε ειδικούς καυστήρες [7,11,15, 19, 22].



Εικόνα 14: Χρήση βιοαερίου στους ΧΥΤΑ για παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας [45]

3.7.6 Επιλογή των Χώρων Διάθεσης

Η θέση ενός χώρου διάθεσης πρέπει να ελαχιστοποιεί την απόσταση από τα κέντρα συλλογής. Πράγματι, τα απορριμματοφόρα αυτοκίνητα είναι κατασκευασμένα περισσότερο για τη συλλογή και λιγότερο για τη μεταφορά. Παρόλα αυτά η εύρεση χώρων ελεγχόμενης διάθεσης, δυσχεραίνεται με την ανάπτυξη των πόλεων και δημιουργείται η ανάγκη κατασκευής σταθμών μεταφόρτωσης. Μέσα στους χώρους διάθεσης, πρέπει να προλαμβάνεται η εισροή νερών, με στόχο να μην αυξάνει η παραγωγή υγρών. Τα ρέματα μέσα σε χώρους διάθεσης, πρέπει να απομακρύνονται με εκτροπή ή μέσω σωλήνωσης. Στις Η.Π.Α θεωρείται μη αποδεκτή η τοποθέτηση ενός χώρου, σε έκταση που κατακλύζεται μία φορά στα 50 χρόνια και ανεπιθύμητη, η τοποθέτηση σε έκταση που κατακλύζεται μία φορά στα 100 χρόνια.

Η απόσταση του χώρου από τα τελευταία κτίσματα, δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 500 μέτρα, Λόγω των επιπτώσεων από το θόρυβο των μηχανών συμπίεσης, τη σκόνη και τα μεταφερόμενα με τον αέρα ελαφρά απορρίμματα κατά τη διάρκεια ισχυρών ανέμων. Επιθυμητή είναι η δημιουργία ενδιάμεσης ζώνης πρασίνου, μεταξύ ΧΥΤΑ και κατοικιών. Ο ΧΥΤΑ προστατεύεται έτσι, από παράνομες οικοδομές, απορρίψεις απορριμμάτων. Εάν υπάρχει πιο πέρα ζώνη πρασίνου, η σύνδεση και με αυτή αποτελεί άριστη λύση. Τα απορριμματοφόρα έχουν ανάγκη καλής οδού προσπέλασης, που να μην προκαλεί ουσιώδεις αλλαγές στο κυκλοφορικό φόρτο της περιοχής ιδιαίτερα τις ώρες της αιχμής. Απαραίτητα πρέπει να διατίθεται ηλεκτρικό ρεύμα, νερό, τηλέφωνο και ευκολίες αποχέτευσης. Σε ειδικές περιπτώσεις μπορούν να εγκατασταθούν φορητές γεννήτριες για την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος. Αν δε μεταφέρονται γαίες στο χώρο ή δεν υπάρχουν κοντά θα απαιτηθεί αρκετή έκταση για αποθήκευση μεγάλης ποσότητας υλικού κάλυψης.

Ευκολίες για λύματα, μπορεί να προβλεφτούν μέσω σηπτικών και απορροφητικών βόθρων. Τέλος, η διάρκεια πλήρωσης του χώρου θεωρείται ουσιώδης παράμετρος κατά την επιλογή ενός χώρου διάθεσης. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται για τον αποκλεισμό χώρων που πρόκειται να δημιουργηθούν σε βιολογικά σταθείς περιοχές, όπως, σεισμικές ζώνες, υγρές εκτάσεις, καρστικά εδάφη κ.λπ.

Επίσης, περιοχές που λόγω σύστασης του υπεδάφους, διαδίδουν γρήγορα και ευρύτατα τη ρύπανση που θα προέκυπτε από ένα ξαφνικό και ισχυρό συμβάν [32,57].

3.7.7 Οικονομικές Εκτιμήσεις

Η εκτίμηση του κόστους της πρότασης για ένα χώρο διάθεσης, πρέπει να περιλαμβάνει το κόστος της γης, το κόστος των ερευνητικών εργασιών, τις εργασίες προετοιμασίας του χώρου, τις δαπάνες της λειτουργίας του, της πλήρωσης του και της τελικής του αποκατάστασης για συγκεκριμένη χρήση. Πρέπει, συνεπώς, να προετοιμαστεί μία έκθεση οικονομικής σκοπιμότητας για το χώρο και να συγκριθεί με την αναμενόμενη ωφέλεια και τα έσοδα από τις επιβαρύνσεις, για τη διάθεση των απορριμμάτων. Οι κυριότερες περιοχές κόστους είναι οι ακόλουθες:

⇒ Δαπάνες επενδύσεων

1. Κόστος αγοράς χώρου
2. Εκτιμώμενη αξία χώρου εφόσον πληρωθεί.
3. Γεωλογική και Υδρολογική, Γεωγραφική μελέτη
4. Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων
5. Έργα πολιτικού μηχανικού
6. Μηχανικός εξοπλισμός
7. Φύτευση πρασίνου

⇒ Έξοδα εκμεταλλεύσεως

1. Συντήρηση και ανανέωση
2. Καύσιμα και λάδια
3. Γενικά έξοδα: μισθοί προσωπικού, ασφάλιστρα, ύδρευση, ηλεκτρικό ρεύμα κ.λπ.

⇒ Κόστος διάθεσης ενός τόνου διάθεσης απορριμμάτων

⇒ Οικονομικές εκτιμήσεις βασισμένες σε μοναδιαίο κόστος

⇒ Χρηματοδότηση

3.7.8 Έλεγχος και Παρακολούθηση των Χώρων Διάθεσης

Για την εξασφάλιση της προστασίας του περιβάλλοντος καθώς και για την εύρυθμη και ασφαλή λειτουργία του χώρου διάθεσης απαιτούνται μέτρα παρακολούθησης και ελέγχου όπως τα εξής:

1. Συστηματική εργαστηριακή ανάλυση των προς διάθεση απορριμμάτων.
2. Τήρηση των κανόνων υγειονομικής ταφής των απορριμμάτων.
3. Τήρηση αρχείων που αφορούν στη διάθεση των απορριμμάτων.
4. Συστηματικός έλεγχος της επάρκειας των μέτρων υδρολογικής απομόνωσης του χώρου.
5. Εγκατάσταση και λειτουργία συστήματος παρακολούθησης της ποιότητας των υπόγειων υδάτων.
6. Εγκατάσταση και λειτουργία συστημάτων μέτρησης εκπομπών αέριων ρύπων καθώς και ελέγχου υδάτων.
7. Εγκατάσταση και λειτουργία συστήματος ανίχνευσης διαρροών στραγγισμάτων.

3.7.9 Ρύπανση Υδροφόρου Ορίζοντα

Ένα από τα βασικά προβλήματα στους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων είναι η προστασία των υπόγειων υδάτων από πιθανές διαρροές και συνεπώς επιβάλλεται η παρακολούθηση της ποιότητας του. Η εκτίμηση της επέκτασης της ρύπανσης στο υδροφόρο στρώμα γίνεται είτε πειραματικά με βάση μετρήσεις των συγκεντρώσεων σε γεωτρήσεις της υπό εξέταση περιοχής, είτε μέσω μαθηματικής προσομοίωσης της μετακίνησης των ρύπων με βάση αριθμητικά μοντέλα. Βασική διαφορά μεταξύ των δύο μεθόδων είναι ότι οι μετρήσεις παρέχουν τη δυνατότητα εκτίμησης των συγκεντρώσεων των ρύπων μόνο στα σημεία του πεδίου επέκτασης της ρύπανσης, στα οποία έγιναν οι μετρήσεις και για τη χρονική στιγμή της μέτρησης, ενώ η εκτίμηση με μαθηματικά μοντέλα παρέχει τη δυνατότητα υπολογισμού των συγκεντρώσεων σε κάθε σημείο του πεδίου και για κάθε στιγμή.

Κατά συνέπεια με τα μαθηματικά μοντέλα είναι δυνατή τόσο η διερεύνηση της κατανομής των ρύπων κατά το παρελθόν και το παρόν, όσο και η πρόβλεψη αυτής στο μέλλον. Ο υπολογισμός της χωρικής κατανομής των συγκεντρώσεων ρύπων με τα μαθηματικά μοντέλα γίνεται με την προσομοίωση των διαφορετικών εξισώσεων της κίνησης του νερού στο έδαφος και στο υδροφόρο στρώμα.

3.7.10 Πλεονεκτήματα της Υγειονομικής Ταφής

- ⇒ Κατάλληλη για ένα ευρύ φάσμα απορριμμάτων.
- ⇒ Σχετικά χαμηλό κόστος. Ειδικότερα:
 1. Η Υγειονομική ταφή είναι η πιο οικονομική μέθοδος διάθεσης απορριμμάτων, όταν βρίσκεται εύκολα κατάλληλος χώρος.
 2. Απαιτείται μικρότερο κεφάλαιο επενδύσεων για έργα υποδομής και μηχανικό εξοπλισμό, συγκριτικά με άλλες μεθόδους όπως η λιπασματοποίηση και η καύση. Η συμμετοχή του εισαγόμενου μέρους του εξοπλισμού στο συνολικό κόστος διάθεσης ανά τόνο απορριμμάτων είναι πολύ χαμηλή.
 3. Έχει μεγάλη ευελιξία. Όταν οι ποσότητες των απορριμμάτων αυξάνουν, μπορεί η διάθεση τους να αντιμετωπιστεί με μικρή αύξηση του προσωπικού και του μηχανολογικού εξοπλισμού.
- ⇒ Παραγωγή βιοαερίου, το οποίο είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας για θέρμανση και παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Η αξιοποίηση του βιοαερίου μπορεί να προσφέρει και άλλες θετικές επιδράσεις όπως:
 1. Μείωση εκπομπών μεθανίου,
 2. Μείωση οσμών και ρύπανσης
 3. Μείωση πιθανότητας πυρκαγιάς και έκρηξης
- ⇒ Η ανάπλαση μετά το κλείσιμο του ΧΥΤΑ προσφέρει κατάλληλους χώρους για πάρκα, αθλητικές εγκαταστάσεις και άλλες χρήσεις.
- ⇒ Ένας καλοσχεδιασμένος ΧΥΤΑ δεν αλλοιώνει την ευρύτερη περιοχή.

- ⇒ Ο έλεγχος της ομαλής λειτουργίας του χώρου υγειονομικής ταφής από τις δημοτικές αρχές αλλά και από το κοινό γίνεται χωρίς καμία δυσκολία και είναι άμεσος.
- ⇒ Ένας σωστά οργανωμένος χώρος υγειονομικής ταφής συνεπάγεται μείωση:
 1. Της ανεξέλεγκτης ή ημιελεγχόμενης απόρριψης των απορριμμάτων σε ανεξέλεγκτους μικρούς ή μεγάλους σκουπιδότοπους.
 2. Της ανεξέλεγκτη καύση των απορριμμάτων, γεγονός το οποίο εγκυμονεί κινδύνους για τη ρύπανση των υδάτων από την τέφρα. Επίσης ρύπανση της ατμόσφαιρας από προϊόντα ατελούς καύσης

3.7.12 Μειονεκτήματα της Υγειονομικής Ταφής

- ⇒ Μετά το κλείσιμο του ΧΥΤΑ, η γη μπορεί να είναι ακατάλληλη για κάποιες χρήσεις, λόγω ρύπανσης.
- ⇒ Η ευκολία και η ευελιξία της Υγειονομικής Ταφής δεν δίνει κίνητρα στους παραγωγούς απορριμμάτων να εφαρμόσουν καινοτομικές λύσεις.
- ⇒ Ανεξαρτήτως σχεδιασμού, υπάρχει πάντα ένας μικρός κίνδυνος ρύπανσης από τη λειτουργία των ΧΥΤΑ. Στην περίπτωση αυτή, οι σημαντικότεροι παράμετροι περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι οι εξής:
 1. **Σκόνη**, λόγω κυρίως της κίνησης των απορριμματοφόρων στο εσωτερικό δίκτυο των ΧΥΤΑ.
 2. **Οσμές**. Συγκεκριμένα, έχει παρατηρηθεί ότι στα εκπεμπόμενα αέρια των ΧΥΤΑ εμπεριέχονται πάνω από 136 ίχνη από πτητικές ενώσεις (αρωματικοί και αλειφατικοί υδρογονάνθρακες, εστέρες, αιθέρες, αλκοόλες κ.λπ.).
 3. **Θόρυβος** κυρίως λόγω της διαδικασίας **συμπίεσης** των απορριμμάτων. Ειδικότερα, ο θόρυβος λόγω συμπίεσης μπορεί να ξεπεράσει τα 70 – 80 dB σε απόσταση 10 μέτρων. Βέβαια, θόρυβος μπορεί να προκύψει και από άλλες διαδικασίες που αναφέρονται αναλυτικά παρακάτω.

- 4. Πυρκαγιές.** Βέβαια, θα πρέπει να σημειωθεί ότι κανένας σωστά οργανωμένος ΧΥΤΑ δεν περικλείει κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς. Εν τούτοις, στην περίπτωση εκδήλωσης πυρκαγιάς, λόγω της καύσης, δημιουργούνται μεγάλα προβλήματα τόσο στους εργαζόμενους, όσο και στους περίοικους.
- 5. Κυκλοφορία των απορριμματοφόρων προς το χώρο διάθεσης.** Οι οδοί προσέλευσης πλησίον του χώρου διάθεσης πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη και να θεωρούνται μέρος των δραστηριοτήτων του χώρου διάθεσης. Για το λόγω αυτό, θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα κυκλοφορίας, ιδιαίτερα στην περίπτωση που υπάρχει διέλευση από σιδηροδρομικές γραμμές και να κατασκευάζονται θέσεις αναμονής. Ο κίνδυνος πυρκαγιάς αναλύεται παρακάτω.
- 6. Διασπορά των απορριμμάτων** που εκτός από την αντιαισθητική θέα, μπορεί να δημιουργήσουν πυρκαγιές και ατυχήματα στους παρακείμενους δρόμους.
- ⇒ Το βιοαέριο, παρόλο που θεωρείται σημαντική ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, αν δεν τεθεί υπό έλεγχο, μπορεί να είναι τελικά επικίνδυνο (έκρηξη, συνεισφορά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου). Τα προβλήματα από την ανεξέλεγκτη διαφυγή βιοαερίου θα αναλυθούν σε επόμενη παράγραφο
- ⇒ Έλλειψη χώρου από τον ολοένα αυξανόμενο όγκο σκουπιδιών.
- ⇒ **Κίνδυνος πυρκαγιάς** από τις ζυμώσεις των οργανικών υλικών που περιέχουν τα σκουπίδια μας.
1. Οι αερόβιες ζυμώσεις παράγουν θερμότητα που με τη σειρά της προκαλεί ανάφλεξη των εύφλεκτων υλικών.
 2. Οι αναερόβιες παράγουν μεθάνιο που μπορεί και αυτό να αναφλεγεί.
- ⇒ **Μόλυνση των υπογείων υδάτων** από τα αποστραγγίσματα των σκουπιδιών, όπως αυτή περιγράφηκε και σε προηγούμενη παράγραφο.
- ⇒ Υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος [1, 7, 11, 15, 19, 26, 27].

3.8 Υφιστάμενη Κατάσταση Αστικών Αποβλήτων

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις της **Οδηγίας 99/31/ΕΚ** όπως αυτή ενσωματώθηκε στο Εθνικό δίκαιο:

- ⇒ Μέχρι της **16^η Ιουλίου 2010** τα βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα που προορίζονται για χώρους υγειονομικής ταφής πρέπει να μειωθούν στο 75% της συνολικής (κατά βάρος) ποσότητας των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995 ή το τελευταίο προ του 1995 έτος για το οποίο υπάρχουν διαθέσιμα τυποποιημένα στοιχεία της Eurostat.
- ⇒ Μέχρι την **16^η Ιουλίου 2013** τα βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα που προορίζονται για χώρους υγειονομικής ταφής πρέπει να μειωθούν στο 50% της συνολικής (κατά βάρος) ποσότητας των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995.
- ⇒ Μέχρι την **16^η Ιουλίου του 2020** τα βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα που προορίζονται για χώρους υγειονομικής ταφής πρέπει να μειωθούν στο 35% της συνολικής (κατά βάρος) ποσότητας των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995.

Στη χώρα μας η κύρια μέθοδος διαχείρισης των δημοτικών απορριμμάτων ήταν η διάθεση σε ΧΥΤΑ καθώς και σε παράνομες χωματερές. Η ανεξέλεγκτη διάθεση των αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα έχει μεν περιοριστεί αλλά το πρόβλημα παραμένει.

Το 1996 είχαν καταγραφεί 1997 χωματερές. Σύμφωνα με την πλέον πρόσφατη καταγραφή του ΥΠΕΧΩΔΕ υπάρχουν 1.173 ανενεργοί Χώρους Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων (ΧΑΔΑ) και 1.453 ενεργοί, δηλαδή συνολικά 2.626 ΧΑΔΑ σε επίπεδο χώρας. Το κόστος αποκατάστασης έχει εκτιμηθεί στα 400 εκατομμύρια Ευρώ.

Η υφιστάμενη κατάσταση διαχείρισης στερεών αποβλήτων στη Χώρα μας αποτυπώνεται με τα ήδη κατασκευασμένα έργα διαχείρισης στερεών αποβλήτων (ΔΣΑ), τα υλοποιούμενα έργα (ΔΣΑ), τις χρηματοδοτήσεις των έργων και τελικά με τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό.

Συγκεκριμένα, έχουν κατασκευαστεί και λειτουργούν 45 ΧΥΤΑ προς εξυπηρέτηση 318 οργανισμών τοπικής αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ) σε όλη την Ελλάδα. Παράλληλα, βρίσκονται υπό υλοποίηση 56 νέοι ΧΥΤΑ και επεκτάσεις βρίσκονται σε φάση υλοποίησης με εγκεκριμένη χρηματοδότηση.

Τα έργα ΔΣΑ (ΧΥΤΑ, ΣΜΑ κ.λπ) που υπολείπονται για την κάλυψη του συνόλου της χώρας με οργανωμένους ΧΥΤΑ, αφορούν σε συγκεκριμένες περιοχές (νομοί Ιωαννίνων, Λακωνίας, Μεσσηνίας, Αργολίδος, Αρκαδίας και Ηλείας) και μικρούς ΧΥΤΑ νησιών. Τα έργα ΔΣΑ στους προαναφερόμενους Νομούς βρίσκονται σε φάση ωρίμανσης για ένταξη σε χρηματοδοτικά προγράμματα. Τα έργα των μικρών ΧΥΤΑ νησιών θα κατασκευασθούν κάνοντας χρήση ειδικών προδιαγραφών, για τον καθορισμό των οποίων έχει εκδοθεί η σχετική ΚΥΑ Η.Π. 4641/232/2006 (ΦΕΚ 168 Β, Τεχνικές προδιαγραφές μικρών ΧΥΤΑ). Τα έργα των μικρών ΧΥΤΑ νησιών έχουν ωριμότητα και έχουν δεσμευτεί πιστώσεις από το επιχειρησιακό πρόγραμμα περιβάλλον (ΕΠΠΕΡ) για την υλοποίησή τους.

Σήμερα λειτουργούν στη Χώρα μας τρεις (3) εγκαταστάσεις επεξεργασίας του βιοαποδομήσιμου κλάσματος των αστικών αποβλήτων (Άνω Λιόσια, Καλαμάτα, Χανιά). Η μέχρι τώρα λειτουργία των δύο μεγάλων εργοστασίων μηχανικού διαχωρισμού (Καλαμάτα, Άνω Λιόσια) αντιμετωπίζει προβλήματα με αποτέλεσμα τον μη ικανοποιητικό βαθμό λειτουργίας.

Οι διάφορες εγκαταστάσεις και έργα μπορούν να γίνουν μικρότερα και πιο εξειδικευμένα και να αποφεύγονται η μεγάλης κλίμακας εφαρμογές που είχαμε μέχρι σήμερα. Ειδικότερα, στην Αττική έχει εκπονηθεί πλήθος μελετών για την αντιμετώπιση του πολυσύνθετου προβλήματος διαχείρισης των αστικών αποβλήτων.

Σύμφωνα με τον Περιφερειακό Σχεδιασμό για τη 1^η Διαχειριστική ενότητα Αττικής προβλέπονται τα εξής εγκεκριμένα έργα:

- ⇒ ΧΥΤΑ σε Ανατολική Αττική δυναμικότητας 255.000 t/έτος 3 Μονάδες κομποστοποίησης στην Ανατολική Αττική δυναμικότητας 80.000 t/έτος.
- ⇒ 5 ΣΜΑ συνολικής δυναμικότητας 1.125.000 t/έτος.
- ⇒ Εργοστάσια μηχανικής ανακύκλωσης & Κομποστοποίησης στη Δυτική Αττική ένα δυναμικότητας 495.000 t/έτος στερεών αποβλήτων και 110.000 t/έτος επεξεργασμένης ιλύος και το άλλο 660.000 t/έτος στερεών αποβλήτων και 120.000 t/έτος.
- ⇒ Επέκταση ΧΥΤΑ Δυτικής Αττικής.
- ⇒ 18 Τοπικά συστήματα μεταφόρτωσης απορριμμάτων σε διάφορα σημεία της Αττικής συνολικής δυναμικότητας 330.000 t/έτος.
- ⇒ Αποκατάσταση των ανεξέλεγκτων χώρων διάθεσης.
- ⇒ Αποκατάσταση του λατομείου του Μουσαμά στο οποίο μέχρι πρόσφατα κατέληγαν τα απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις.

Με το προηγούμενο θεσμικό πλαίσιο είχαν εγκριθεί 12 Περιφερειακοί Σχεδιασμοί Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ). Αυτοί έπρεπε να αναθεωρηθούν ώστε να προσαρμοστούν στις απαιτήσεις της ισχύουσας σήμερα νομοθεσίας (ΚΥΑ 50910/2727/2003). Ήδη έχουν αναθεωρηθεί και εγκριθεί 8 ΠΕΣΔΑ, ενώ βρίσκονται στο στάδιο της τελικής έγκρισης άλλοι τρεις 3. Ακόμη, δύο 2 σχεδιασμοί βρίσκονται στο στάδιο της εκπόνησης. Υπολογίζεται ότι πολύ σύντομα θα έχουν εγκριθεί όλοι οι ΠΕΣΔΑ της χώρας [37, 39, 53].

4 **ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΩΝ ΧΥΤΑ & ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ** **ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ**

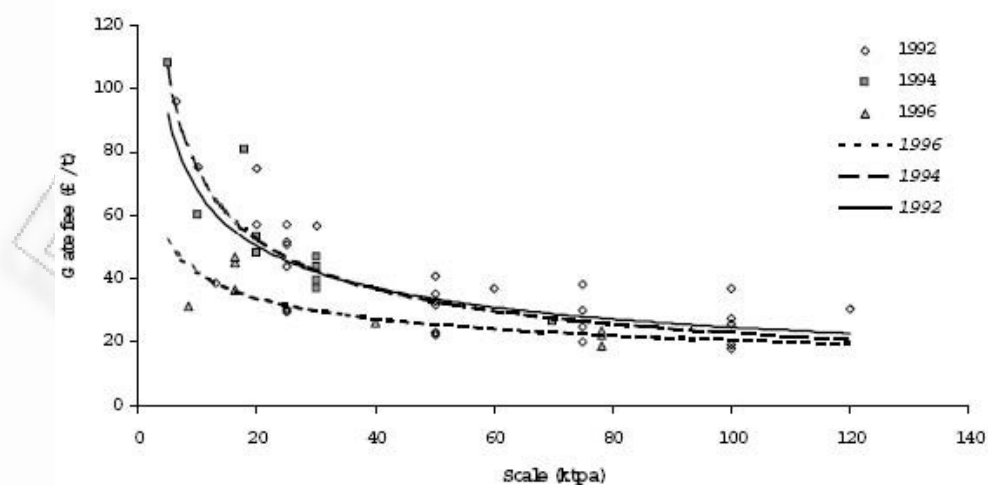
Το κεφάλαιο 4 επικεντρώνεται στο πολύ σημαντικό κομμάτι του κόστους κατασκευής ενός ΧΥΤΑ που συμπεριλαμβάνει μία μονάδα διαχείρισης του παραγόμενου βιοαερίου. Αρχικά, παρουσιάζονται στοιχεία που έχουν προκύψει από τη διεθνή βιβλιογραφία και αφορούν στοιχεία κόστους για την αναερόβια χώνευση, ενώ στη συνέχεια γίνεται αναλυτική παρουσίαση του κόστους ενός ΧΥΤΑ με διάκριση περιπτώσεων, με βάση τη μορφολογία του εδάφους, τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό, τον απαραίτητο εξοπλισμό, το κόστος των μονάδων βιοαερίου κ.α. Τα παραπάνω στοιχεία, προέκυψαν από την μελέτη του Υ.Π.Ε.Χ.Ω.Δ.Ε αναφορικά με τον «Σχεδιασμό και Προγραμματισμό έργων διαχείρισης απορριμμάτων σε επίπεδο χώρας». Τέλος, πραγματοποιείται συγκριτική αξιολόγηση των παραπάνω στοιχείων και σεναρίων, όπως αυτά προέκυψαν από τη μελέτη, έτσι ώστε να αναζητηθούν οι βέλτιστες οικονομικά περιπτώσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΩΝ ΧΥΤΑ ΚΑΙ ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ

4.1 Το Κόστος της Αναερόβιας Χώνευσης

Είναι αρκετά δύσκολο να εκτιμηθεί το κόστος της αναερόβιας χώνευσης καθώς υπάρχει μία ποικιλία τεχνολογιών και σημαντικές διαφορές ανάμεσα σε αυτές που συνεπάγονται διαφορετικές δομές κόστους στις διαφορετικές χώρες της Ευρώπης οι οποίες οφείλονται κυρίως στη φορολογία και τις επιδοτήσεις, καθώς και στις θεσμικές – περιβαλλοντικές απαιτήσεις, ενώ τέλος οι εταιρείες σπάνια δίνουν ακριβή στοιχεία κόστους, για λόγους εμπορικού απορρήτου.

Εν τούτοις, είναι εύκολα κατανοητό ότι τα **συστήματα αναερόβιας χώνευσης αποβλήτων είναι ευαίσθητα στις οικονομίες κλίμακας**. Το μοναδιαίο κόστος επεξεργασίας διαχωρισμένων στην πηγή αστικών αποβλήτων (περιλαμβάνεται και η απόσβεση του επενδυτικού κόστους) φαίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα.



Διάγραμμα 7: Κόστος αναερόβιας χώνευσης ΑΣΑ, σε λίνες Αγγλίας [53]

Τα κόστη όπως φαίνεται από το παραπάνω διάγραμμα κυμαίνονται από 30€/τόνο έως 160€/τόνο και είναι συνάρτηση του μεγέθους των εγκαταστάσεων, ενώ ταυτόχρονα παρουσιάζεται μία σαφής πτώση του κόστους με την ωρίμανση της τεχνολογία, κυρίως για τις μικρότερες μονάδες.

Η αβεβαιότητα για τα στοιχεία κόστους είναι ακόμα μεγαλύτερη για τις μονάδες αναερόβιας χώνευσης σύμμεικτων αποβλήτων, καθώς υπάρχουν στην περίπτωση αυτή υπάρχουν πολύ λιγότερες εγκαταστάσεις ενώ οι περισσότερες από αυτές είναι πολύ πρόσφατες και δεν διαθέτουν στοιχεία λειτουργικού κόστους. Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται ενδεικτικά στοιχεία κόστους από τέσσερις εγκαταστάσεις που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία, όπου φαίνεται ότι το κόστος λειτουργίας κυμαίνεται από 40€ έως 50€ ανά τόνο.

Πίνακας 7: Κόστος κατασκευής και λειτουργίας επιλεγμένων μονάδων αναερόβιας χώνευσης σύμμεικτων ή υπολειμματικών ΑΣΑ [53].

Μονάδα/ Έτος κατασκευής	Δυναμικότητα (Τόνοι/ έτος)	Κόστος επένδυσης (€)	Λειτουργικό κόστος (€)	Τέλη εισόδου (€)
Vaasa/ 1994	40.000	$6,2 \times 10^6$	39,1	39,1
Amiens/ 1998	72.000	$1,2 \times 10^6$	49	37,1
Ashford/ 1999	40.000	$11,8 \times 10^6$		44-52
Vargon/ 2000	230.000 σύμμεικτα & 92.000 οργανικά	$19,1 \times 10^6$		

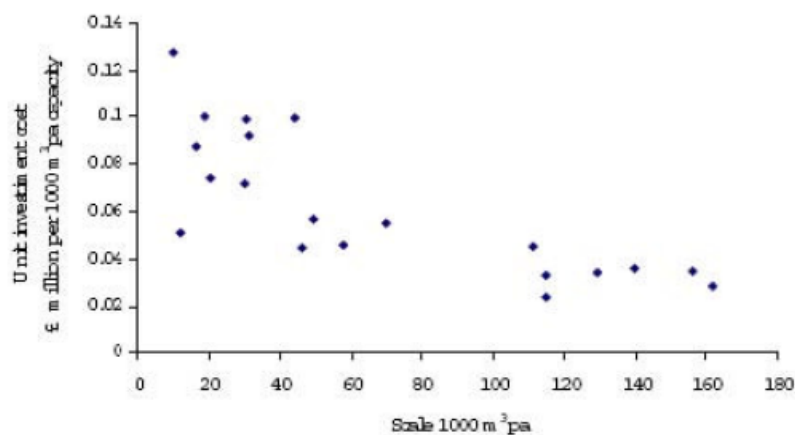
Σημαντικό στοιχείο στη διαμόρφωση του καθαρού κόστους λειτουργίας για την αναερόβια χώνευση αποτελεί η τιμή πώλησης της παραγόμενης ενέργειας, η οποία σε αντίθεση με άλλα προϊόντα της επεξεργασίας των αποβλήτων, όπως RDF και κομπόστ, έχει εξασφαλισμένη αγορά με θετική τιμή πώλησης.

Η παραγωγή βιοαερίου ποικίλει ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία, αλλά τυπικά κυμαίνεται από 70 έως 120 m³ ανά τόνο διαχωρισμένων στην πηγή οργανικών αποβλήτων. Το βιοαέριο αποτελείται από 55% μεθάνιο κατά μέσο όρο, οπότε το ενεργειακό του περιεχόμενο είναι περίπου 21MJ m⁻³.

Το ένα τρίτο της παραγόμενης ενέργειας απαιτείται για τις ανάγκες της ίδιας της διεργασίας, ενώ τα δύο τρίτα μπορούν να διατεθούν εμπορικά. Αν και η παραγωγή ενέργειας διαφέρει σημαντικά από μονάδα σε μονάδα ανάλογα με το σχεδιασμό και το είδος των αποβλήτων που δέχεται, οι τυπικές τιμές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κυμαίνεται από 50 έως 150 kWh t⁻¹ [9,51].

Πίνακας 8: Παραγωγή βιοαερίου και ενέργειας για επιλεγμένες μονάδες αναερόβιας χώνευσης [53].

Μονάδα/ Έτος κατασκευής	Δυναμικότητα (Τόνοι/ έτος)	Παραγωγή βιοαερίου (x 10 ⁶ m ³ y ⁻¹)	Πώληση ενέργειας
Vaasa/ 1994	40.000	1,95	2.000 MWh y ⁻¹ (ηλεκτρική) 5.700 MWh y ⁻¹ (θερμότητα)
Amiens/ 1998	72.000	7,9	40.530 MWh y ⁻¹ ατμός
Vargon/ 2000	92.000 οργανικά	8,8	14.000 MWh y ⁻¹ ηλεκτρική



Διάγραμμα 8: Μοναδιαίο κόστος κατασκευής των κεντρικών μονάδων αναερόβιας συνεπεξεργασίας στη Δανία (λίρες Αγγλίας) [53].

4.2 Το Κόστος Εγκατάστασης των Χώρων Υγειονομικής Ταφής στην Ελλάδα

Σύμφωνα με μελέτη που εκπονήθηκε για λογαριασμό του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων με τίτλο «**Σχεδιασμός – Προγραμματισμός έργων διαχείρισης απορριμμάτων σε επίπεδο χώρας**» επιδιώκεται να γίνει μία συστηματική προσέγγιση αναφορικά με τον υπολογισμό του κόστους κατασκευής και λειτουργίας ενός ΧΥΤΑ έχει ως εξής:

Αρχικά, εξετάζονται εναλλακτικές περιπτώσεις οι οποίες λαμβάνουν υπόψη τις βασικές παραμέτρους που επηρεάζουν τις δαπάνες κατασκευής του έργου. Πιο αναλυτικά, εξετάζονται οι περιπτώσεις διαφοροποιήσεων ως προς:

- ⇒ Το ανάγλυφο του χώρου (έδαφος: βραχώδες, ημιβραχώδες, γαιώδες).
- ⇒ Τις απαιτήσεις σε στεγανοποίηση (αργιλική επίστρωση, αργιλική επίστρωση και γεωμεμβράνη).
- ⇒ Οδοποιία (οδός μήκους: 500 m, 3.500 m, 5.000 m, με μέσο πλάτος 5 m).
- ⇒ Τα έργα υποδομής.
- ⇒ Τις απαιτούμενες κτιριακές εγκαταστάσεις.
- ⇒ Τον ηλεκτροφωτισμό.

- ⇒ Την αντιπλημμυρική προστασία (ανάλογα με την έκταση του χώρου και τα τεχνικά έργα που θα απαιτηθούν).
- ⇒ Τη διαχείριση στραγγισμάτων, γεωτρήσεις και παρακολούθηση (ανάλογα με τον αριθμό γεωτρήσεων και τον εξοπλισμό παρακολούθησης των παραμέτρων τους).
- ⇒ Διαχείριση βιοαερίου και παρακολούθηση (ανάλογα με την πύκνωση των σωληνώσεων, τον τρόπο διαχείρισής του, τον αριθμό των φρεατίων και τον εξοπλισμό παρακολούθησης των παραμέτρων του).
- ⇒ Τον πληθυσμό 20.000, 50.000 και 150.000 κατοίκων.

Οι τιμές είναι προσεγγιστικές, δεδομένου ότι στον υπολογισμό του κόστους συμπεριλαμβάνονται και άλλες παράμετροι ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της υπό εξέταση εξυπηρετούμενης περιοχής.

Στους πίνακες εκτιμήθηκε ότι η έκταση που ΧΥΤΑ σε σχέση με τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό είναι αντίστοιχα:

1. για 150.000 κατοίκους, έκταση ΧΥΤΑ 180-200 στρέμματα
2. για 50.000 κατοίκους, έκταση ΧΥΤΑ 80-100 στρέμματα
3. για 20.000 κατοίκους, έκταση ΧΥΤΑ 25-30 στρέμματα

Επίσης, η αναθεώρηση έγινε έτσι ώστε να προσαρμοστούν οι εκτιμώμενες τιμές στις τρέχουσες τιμές της αγοράς. Ακόμη, παρουσιάζονται αναλυτικά τα κόστη κατασκευής καθώς και οι ανηγμένες τιμές κόστους, εκφρασμένες σε Euro/κάτοικο, ανά εξεταζόμενη περίπτωση. Τέλος, στο συνολικό κόστος προσθέτονται: Γενικά Έξοδα, Απρόβλεπτα, και Φ.Π.Α 18%. **Όλες οι τιμές στους πίνακες εκφράζονται σε Ευρώ [29].**

4.3 Εναλλακτικά σενάρια οικονομικής προσέγγισης κόστους κατασκευής ΧΥΤΑ

Πίνακας 9: Σενάρια κόστους ΧΥΤΑ για πληθυσμό 150.000 κατοίκων [29]

Σενάριο 1α

Σενάριο οικονομικής προσέγγισης μεγίστου κόστους σε σχέση με τις συνθήκες του εδάφους και τη θέση του ΧΥΤΑ κ.ά.	
Είδος εργασίας	Κόστος εργασιών
	150000 κάτοικοι
Χωματουργικά	
έδαφος βραχύδες	1173900
Στεγανώσεις Γεωμεμβράνη	1173900
Οδοποιία (μήκος οδού από 500 m έως 5 km με μέσο πλάτος 5 m) οδός μήκους 3500 m	352200
Αντιπλημμυρική προστασία (ανάλογα με την έκταση του χώρου και τα τεχνικά έργα που θα απαιτηθούν)	73400
Κπριακή υποδομή	176100
Ηλεκτροφωτισμός	35200
Διαχείριση στραγγισμάτων, Γεωτρήσεις και Παρακολούθηση (ανάλογα με τον αριθμό γεωτρήσεων και τον εξοπλισμό παρακολούθησης των παραμέτρων τους) με μονάδα επεξεργασίας	660300
Διαχείριση βιοαερίου και παρακολούθηση (ανάλογα με την πυκνωση των σωληνώσεων, τον τρόπο καύσης του, τον αριθμό των φρεατίων και τον εξοπλισμό παρακολούθησης των παραμέτρων του)	234800
Έργα υποδομής	88000
Σύνολο	3967800
Γενικά έξοδα	714200
Σύνολο	4682000
Απρόβλεπτα	702300
Σύνολο	5384300
Αναθεώρηση	74400
Σύνολο	5458700
ΦΠΑ (18%)	982566
Συνολικό κόστος	6441266
Τιμή κόστους (δρχ./ κάτοικο)	42,9

Σενάριο 1β

Σενάριο προσέγγισης μέσου οικονομικού κόστους	
Είδος εργασίας	Κόστος εργασιών
	150000 κάτακοι
Χηματοουργικά	
έδαφος ημιβραχύδες	733700
Στεγανώσεις	
Γεωμεμβράνη	1173900
Οδοποιία (μήκος οδού από 500 m έως 5 km με μέσο πλάτος 5 m)	
οδός μήκους 500 m	73400
Αντιπλημμυρική προστασία (ανάλογα με την έκταση του χώρου και τα τεχνικά έργα που θα απαιτηθούν)	58700
Κηριακή υποδομή	146700
Ηλεκτροφωτισμός	35200
Διαχείριση στραγγισμάτων, Γεωπήρεις και Παρακολούθηση (ανάλογα με τον αριθμό γεωπήσεων και τον εξοπλισμό παρακολούθησης των παραμέτρων τους)	
χωρίς μονάδα επεξεργασίας	234800
Διαχείριση βιοαερίου και παρακολούθηση (ανάλογα με την πυκνωση των σωληνώσεων, τον τρόπο καύσης του, τον αριθμό των φρεατίων και τον εξοπλισμό παρακολούθησης των παραμέτρων του)	176100
Έργα υποδομής	88000
Σύνολο	2720500
Γενικά έξοδα	489700
Σύνολο	3210200
Απρόβλεπτα	481500
Σύνολο	3691700
Αναθεώρηση	64700
Σύνολο	3756400
ΦΠΑ (18%)	676152
Συνολικό κόστος	4432552
Τιμή κόστους (Ευρώ/ κάτακο)	29,6

Σενάριο 1γ

Σενάριο οικονομικής προσέγγισης κόστους σε σχέση με τις συνθήκες του εδάφους και τη θέση του ΧΥΤΑ

Είδος εργασίας	Κόστος εργασιών
	150000 κάτοικοι
Χωματουργικά	
έδαφος γαιώδες	440200
Στεγανώσεις	
Γεωμεμβράνη	1173900
Οδοποιία (μήκος οδού από 500 m έως 5 km με μέσο πλάτος 5 m)	
οδός μήκους 500 m	73400
Αντιπλημμυρική προστασία (ανάλογα με την έκταση του χώρου και τα τεχνικά έργα που θα απαιτηθούν)	58700
Κτιριακή υποδομή	146700
Ηλεκτροφωτισμός	35200
Διαχείριση στραγγισμάτων, Γεωτρήσεις και Παρακολούθηση (ανάλογα με τον αριθμό γεωτρήσεων και τον εξοπλισμό παρακολούθησης των παραμέτρων τους)	
χωρίς μονάδα επεξεργασίας	234800
Διαχείριση βιοαερίου και παρακολούθηση (ανάλογα με την πυκνωση των σωληνώσεων, τον τρόπο καύσης του, τον αριθμό των φρεατίων και τον εξοπλισμό παρακολούθησης των παραμέτρων του)	
	176100
Έργα υποδομής	88000
Σύνολο	2427000
Γενικά έξοδα	436900
Σύνολο	2863900
Απρόβλεπτα	429600
Σύνολο	3293500
Αναθεώρηση	52100
Σύνολο	3345600
ΦΠΑ (18%)	602208
Συνολικό κόστος	3947808
Τιμή κόστους (Euro/ κάτοικο)	26,30

Πίνακας 10: Σενάρια κόστους ΧΥΤΑ για πληθυσμό 50.000 κατοίκων [29]

Σενάριο 2α

Σενάριο οικονομικής προσέγγισης μεγίστου κόστους σε σχέση με τις συνθήκες του εδάφους και τη θέση του ΧΥΤΑ κ.ά.	
Είδος εργασίας	Κόστος εργασιών 50000 κάτοικοι
Χωματουργικά έδαφος βραχώδες	733700
Στεγανώσεις Γεωμεμβράνη	440200
Οδοποιία (μήκος οδού από 500 m έως 5 km με μέσο πλάτος 5 m) οδός μήκους 3500 m	352200
Αντιπλημμυρική προστασία (ανάλογα με την έκταση του χώρου και τα τεχνικά έργα που θα απαιτηθούν)	38200
Κιριακή υποδομή	102700
Ηλεκτροφωτισμός	23500
Διαχείριση στραγγι αμάτων, Γεωτρήσεις και Παρακολούθηση (ανάλογα με τον αριθμό γεωτρήσεων και τον εξοπλισμό παρακολούθησης των παραμέτρων τους) με μονάδα επεξεργασίας	366800
Διαχείριση βιοαερίου και παρακολούθηση (ανάλογα με την πυκνωση των σωληνώσεων, τον τρόπο καύσης του, τον αριθμό των φρεατίων και τον εξοπλισμό παρακολούθησης των παραμέτρων του)	146700
Έργα υποδομής	44000
Σύνολο	2248000
Γενικά έξοδα	404600
Σύνολο	2652600
Απρόβλεπτα	397900
Σύνολο	3050500
Αναθεώρηση	60300
Σύνολο	3110800
ΦΠΑ (18%)	559944
Συνολικό κόστος	3670744
Τιμή κόστους (Εισα/ κάτοικο)	73,4

Σενάριο 2β

Σενάριο προσέγγισης μέσου οικονομικού κόστους	
Είδος εργασίας	Κόστος εργασιών 50000 κάτοικοι
Χωματουργικά έδαφος ημιβραχώδες	440200
Στεγανώσεις Γεωμεμβράνη	440200
Οδοποιία (μήκος οδού από 500 m έως 5 km με μέσο πλάτος 5 m) οδός μήκους 500 m	73400
Αντιπλημμυρική προστασία (ανάλογα με την έκταση του χώρου και τα τεχνικά έργα που θα απαιτηθούν)	29300
Κιριακή υποδομή	88000
Ηλεκτροφωτισμός	23500
Διαχείριση στραγγισμάτων, Γεωτρήσεις και Παρακολούθηση (ανάλογα με τον αριθμό γεωτρήσεων και τον εξοπλισμό παρακολούθησης των παραμέτρων τους) χωρίς μονάδα επεξεργασίας	117400
Διαχείριση βιοαερίου και παρακολούθηση (ανάλογα με την πυκνωση των σωληνώσεων, τον τρόπο καύσης του, τον αριθμό των φρεατίων και τον εξοπλισμό παρακολούθησης των παραμέτρων του)	117400
Έργα υποδομής	44000
Σύνολο	1373400
Γενικά έξοδα	247200
Σύνολο	1620600
Απρόβλεπτα	243100
Σύνολο	1863700
Αναθεώρηση	73100
Σύνολο	1936800
ΦΠΑ (18%)	348624
Συνολικό κόστος	2285424
Τιμή κόστους (€100/ κάτοικο)	45,7

Σενάριο 2γ

Σενάριο οικονομικής προσέγγισης κόστους σε σχέση με τις συνθήκες του εδάφους και τη θέση του ΧΥΤΑ	
Είδος εργασίας	Κόστος εργασιών 50000 κάτοικοι
Χηματοουργικά έδαφος γαιώδες	220100
Στεγανώσεις αργιλική επίστρωση	73400
Οδοποιία (μήκος οδού από 500 m έως 5 km με μέσο πλάτος 5 m) οδός μήκους 500 m	73400
Αντιπλημμυρική προστασία (ανάλογα με την έκταση του χώρου και τα τεχνικά έργα που θα απαιτηθούν)	29300
Κηριακή υποδομή	88000
Ηλεκτροφωτισμός	23500
Διαχείριση στραγγιμάτων, Γεωπήσεις και Παρακολούθηση (ανάλογα με τον αριθμό γεωπήσεων και τον εξοπλισμό παρακολούθησης των παραμέτρων τους) χωρίς μονάδα επεξεργασίας	117400
Διαχείριση βιοαερίου και παρακολούθηση (ανάλογα με την πυκνωση των σωληνώσεων, τον τρόπο καύσης του, τον αριθμό των φρεατίων και τον εξοπλισμό παρακολούθησης των παραμέτρων του)	117400
Έργα υποδομής	44000
Σύνολο	786500
Γενικά έξοδα	141600
Σύνολο	928100
Απρόβλεπτα	139200
Σύνολο	1067300
Αναθεώρηση	77300
Σύνολο	1144600
ΦΠΑ (18%)	206028
Συνολικό κόστος	1350628
Τιμή κόστους (Ευρώ/ κάτοικο)	27

Πίνακας 11: Σενάρια κόστους ΧΥΤΑ για πληθυσμό 20.000 κατοίκων [29]

Σενάριο 3α

Σενάριο οικονομικής προσέγγισης μεγίστου κόστους σε σχέση με τις συνθήκες του εδάφους και τη θέση του ΧΥΤΑ κ.ά.	
Είδος εργασίας	Κόστος εργασιών
	20000 κάτοικοι
Χωματουργικά έδαφος βραχύδες	234800
Στεγανώσεις Γεωμεμβράνη	293500
Οδοποιία (μήκος οδού από 500 m έως 5 km με μέσο πλάτος 5 m) οδός μήκους 3500 m	352200
Αντιπλημμυρική προστασία (ανάλογα με την έκταση του χώρου και τα τεχνικά έργα που θα απαιτηθούν)	14700
Κιριακή υποδομή	58700
Ηλεκτροφωτισμός	14700
Διαχείριση στραγγισμάτων, Γεωτρήσεις και Παρακολούθηση (ανάλογα με τον αριθμό γεωτρήσεων και τον εξοπλισμό παρακολούθησης των παραμέτρων τους) με μονάδα επεξεργασίας	117400
Διαχείριση βιοαερίου και παρακολούθηση (ανάλογα με την πύκνωση των σιωλινώσεων, τον τρόπο καύσης του, τον αριθμό των φρεατίων και τον εξοπλισμό παρακολούθησης των παραμέτρων του)	88000
Έργα υποδομής	29300
Σύνολο	1203300
Γενικά έξοδα	216600
Σύνολο	1419900
Απρόβλεπτα	213000
Σύνολο	1632900
Αναθεώρηση	69300
Σύνολο	1702200
ΦΠΑ (18%)	306396
Συνολικό κόστος	2008596
Τιμή κόστους (Ευρώ/ κάτοικο)	100,4

Σενάριο 3β

Σενάριο προσέγγισης μέσου οικονομικού κόστους	
Είδος εργασίας	Κόστος εργασιών 20000 κάτοικοι
Χωματουργικά έδαφος ημιβραχώδες	146700
Στεγανώσεις Γεωμεμβράνη	293500
Οδοποιία (μήκος οδού από 500 m έως 5 km με μέσο πλάτος 5 m) οδός μήκους 500 m	73400
Αντιπλημμυρική προστασία (ανάλογα με την έκταση του χώρου και τα τεχνικά έργα που θα απαιτηθούν)	14700
Κπριακή υποδομή	58700
Ηλεκτροφωτισμός	14700
Διαχείριση στραγγισμάτων, Γεωτρήσεις και Παρακολούθηση (ανάλογα με τον αριθμό γεωτρήσεων και τον εξοπλισμό παρακολούθησης των παραμέτρων τους) χωρίς μονάδα επεξεργασίας	58700
Διαχείριση βιοαερίου και παρακολούθηση (ανάλογα με την πυκνωση των σωληνώσεων, τον τρόπο καύσης του, τον αριθμό των φρεατίων και τον εξοπλισμό παρακολούθησης των παραμέτρων του)	73400
Έργα υποδομής	29300
Σύνολο	763100
Γενικά έξοδα	137400
Σύνολο	900500
Απρόβλεπτα	135100
Σύνολο	1035600
Αναθεώρηση	50400
Σύνολο	1086000
ΦΠΑ (18%)	195480
Συνολικό κόστος	1281480
Τιμή κόστους (Είσο/ κάτοικο)	64,1

Σενάριο 3γ

Σενάριο οικονομικής προσέγγισης κόστους σε σχέση με τις συνθήκες του εδάφους και τη θέση του ΧΥΤΑ	
Είδος εργασίας	Κόστος εργασιών
	20000 κάτοικοι
Χωματουργικά	
έδαφος γαιώδες	58700
Στεγανώσεις	
αργιλική επίστρωση	58700
Οδοποιία (μήκος οδού από 500 m έως 5 km με μέσο πλάτος 5 m)	
οδός μήκους 500 m	73400
Αντιπλημμυρική προστασία (ανάλογα με την έκταση του χώρου και τα τεχνικά έργα που θα απαιτηθούν)	14700
Κιριακή υποδομή	58700
Ηλεκτροφωτισμός	14700
Διαχείριση στραγγιμάτων, Γεωτρήσεις και Παρακολούθηση (ανάλογα με τον αριθμό γεωτρήσεων και τον εξοπλισμό παρακολούθησης των παραμέτρων τους)	
χωρίς μονάδα επεξεργασίας	58700
Διαχείριση βιοαερίου και παρακολούθηση (ανάλογα με την πύκνωση των σωληνώσεων, τον τρόπο καύσης του, τον αριθμό των φρεατίων και τον εξοπλισμό παρακολούθησης των παραμέτρων του)	
Έργα υποδομής	29300
Σύνολο	440300
Γενικά έξοδα	79300
Σύνολο	519600
Απρόβλεπτα	77900
Σύνολο	597500
Αναθεώρηση	18900
Σύνολο	616400
ΦΠΑ (18%)	110952
Συνολικό κόστος	727352
Τιμή κόστους (Ευρο/ κάτοικο)	36,4

4.4 Σχολιασμός των Αποτελεσμάτων

Παρατηρώντας του παραπάνω πίνακες, σχετικά με τις αυξομειώσεις του κόστους αξίζει να σημειωθούν τα εξής: **το υψηλότερο συνολικό κόστος** (6.441.266 €) εμφανίζεται στο σενάριο των 150.000 κατοίκων, με βραχάδες πέτρωμα και απαιτούμενο μήκος οδού 3.500 μέτρα (σενάριο 1α). Σημαντική αύξηση στο κόστος επιφέρει το είδος του πετρώματος, που με τη σειρά του αυξάνει σημαντικά το κόστος των χωματουργικών εργασιών καθώς και το κόστος των στεγανώσεων, που στις περιπτώσεις που το έδαφος είναι βραχάδες και ημιβραχάδες, επιβάλλεται η χρήση γεωμεμβρανών.

Αντίθετα, **το μικρότερο συνολικό κόστος** (727.352 €) σημειώνεται στο σενάριο των 20.000 κατοίκων, για γαιώδες έδαφος και με απαραίτητο μήκος οδού 500 μέτρα (σενάριο 3γ). Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, έτσι και εδώ το κόστος επηρεάζεται σημαντικά από το έδαφος που στην προκειμένη περίπτωση επειδή είναι γαιώδες δεν απαιτούνται υψηλές δαπάνες για χωματουργικές δραστηριότητες, αλλά ούτε και για στεγανώσεις, εφόσον οι αργιλικές επιστρώσεις απαιτούν πολύ μικρότερη δαπάνη από τις γεωμεμβράνες. Ακόμη, δευτερεύοντα αλλά σημαντικό ρόλο στις αυξομειώσεις του συνολικού κόστους, διαδραματίζουν και τα έργα οδοποιίας που ανάλογα με το μήκος της οδού μεταβάλλονται.

Αναφορικά με το κόστος ανά κάτοικο η εικόνα είναι τελείως διαφορετική. Πιο συγκεκριμένα, το μικρότερο κόστος ανά κάτοικο εμφανίζεται στο σενάριο των 150.000 κατοίκων, με γαιώδες έδαφος (σενάριο 1γ). Ενώ το μεγαλύτερο μοναδιαίο κόστος παρουσιάζεται στην περίπτωση των 20.000 κατοίκων, με βραχάδες έδαφος (σενάριο 3α). Η μεταβολή του μοναδιαίου κόστους εξαρτάται από τον πληθυσμό, συγκεκριμένα όσο υψηλότερος είναι ο πληθυσμός, το κόστος επιμερίζεται σε περισσότερες μονάδες. Για το λόγο αυτό, οι τιμές μοναδιαίου κόστους στην περίπτωση των σεναρίων 1α/1β/1γ (150.000 κάτοικοι) παρουσιάζουν χαμηλό μοναδιαίο κόστος (42,9 - 29,6 - 26,3 €).

Αντίθετα, στην περίπτωση των σεναρίων 3α/3β/3γ (20.000 κάτοικοι) όπου το κόστος επιμερίζεται σε πολύ λιγότερες μονάδες παρουσιάζονται υψηλές τιμές μοναδιαίου κόστους (100,4 – 64,1 – 36,4 €), μάλιστα η τιμή 100,4 € αποτελεί και το υψηλότερο μοναδιαίο κόστος όλων των περιπτώσεων.

Ο δεύτερος παράγοντας που επηρεάζει το κόστος ανά κάτοικο είναι η μορφολογία του εδάφους για όλα τα σενάρια το χαμηλότερο μοναδιαίο κόστος εμφανίζεται για τις περιπτώσεις που το έδαφος είναι γαιώδες. Ο λόγος είναι πως το γαιώδες έδαφος διατηρεί σε κάθε περίπτωση το κόστος σε χαμηλά επίπεδα σε όλες τις περιπτώσεις διότι δεν απαιτεί εκτεταμένα χωματουργικά έξοδα και έξοδα στεγανώσεων.

Επίσης, θα πρέπει να υπογραμμιστεί ότι το κόστος των χωματουργικών εργασιών μαζί με το κόστος των στεγανώσεων αποτελεί σημαντικότερο ποσοστό επί του συνολικού κόστους (προ Φ.Π.Α, απρόβλεπτα και γενικά έξοδα). Ενδεικτικά, στην περίπτωση υψηλότερου συνολικού κόστους το οι παραπάνω δύο εργασίες συνεισφέρουν κατά 59% στο συνολικό κόστος. Ενώ, στην περίπτωση του χαμηλότερου συνολικού κόστους η συνεισφορά φτάνει το 26%.

Μία ακόμα πηγή κόστους που πρέπει να αναλυθεί ο ρόλος της και αφορά ιδιαίτερα την παρούσα μελέτη είναι το κόστος εγκατάστασης μονάδων επεξεργασίας και αξιοποίησης του παραγόμενου βιοαερίου. Παρατηρούμε ότι η εγκατάσταση τέτοιων μονάδων είναι ιδιαίτερα συμφέρουσα σε μεγάλες μονάδες, δηλαδή μονάδες που δέχονται όγκο απορριμμάτων από υψηλό πληθυσμό (150.000 κατοίκους). Πιο συγκεκριμένα, το κόστος μίας τέτοιας εγκατάστασης αποτελεί περίπου μόνο το 5% (234.800 €) του κόστους της συνολικής εγκατάστασης του ΧΥΤΑ, στην περίπτωση 1α, με το υψηλότερο συνολικό κόστος. Συγκρίνοντας μάλιστα το ποσοστό αυτό με το αντίστοιχο ποσοστό των χωματουργικών εργασιών και των στεγανώσεων (59%) για την ίδια περίπτωση, γίνεται φανερό ότι η οικονομική επιβάρυνση της εγκατάστασης μονάδας βιοαερίου είναι αμελητέα για μονάδες μεγάλης δυναμικότητας.

Βέβαια, ακόμα και στην περίπτωση μονάδων περιορισμένης δυναμικότητας όπως στην περίπτωση 3γ, η συνεισφορά της κατασκευής της μονάδας στο συνολικό κόστος δε ξεπερνά το 16,6% (73.400 €). Για την περίπτωση της ενδιάμεσης δυναμικότητας (50.000 κατοίκους), τα αποτελέσματα είναι ικανοποιητικά, με καλύτερη τιμή στο σενάριο 2^α, όπου η συνεισφορά στο συνολικό κόστος αντιστοιχεί ποσοστό του 6,5%, ενώ και τα ποσοστά για ημιβραχώδες (2β) και γαιώδες (2γ) έδαφος βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα, 8% και 14,4% αντίστοιχα.

Τα παραπάνω ποσοστά επιτρέπουν στον επενδυτή να συμπεριλάβει στον ΧΥΤΑ τη μονάδα αξιοποίησης του παραγόμενου βιοαερίου. Επίσης, όπως είναι φανερό και από την ανάλυση που προηγήθηκε, σε ότι αφορά την μορφολογία του εδάφους το μικρότερο κόστος παρουσιάζεται ανά περίπτωση για βραχώδη έδαφη.

Τέλος, οι τιμές των κτιριακών υποδομών, του ηλεκτροφωτισμού, των έργων υποδομής και της αντιπλημμυρικής προστασίας παραμένουν σταθερές εντός των σεναρίων που δεν μεταβάλλεται ο αριθμός των εξυπηρετούμενων κατοίκων. Σε ότι αφορά τα γενικά έξοδα, αποτελούν σε κάθε περίπτωση το 13,3% του συνολικού κόστους (προ αναθεώρησης και ΦΠΑ) και σε ότι αφορά τα απρόβλεπτα αποτελούν περίπου το 13% του συνολικού κόστους (προ αναθεώρησης και ΦΠΑ).

Πίνακας 12: Οικονομική προσέγγιση κόστους συλλογής και τελικής διάθεσης δημοτικών στερεών αποβλήτων [29].

Κόστος κατασκευής ΧΥΤΑ	2.788.000 Euro
Απόσβεση (20 έτη)	139.400 Euro/έτος
Κόστος λειτουργίας ΧΥΤΑ	51.900 Euro
Κόστος αρχικής επένδυσης – αποκομιδής	662.100 Euro
απόσβεση (20 έτη)	33.100 Euro/έτος
Κόστος προσωπικού αποκομιδής	197.200 Euro
Λειτουργικό κόστος απορριμματοφόρων	98.900 Euro
Συνολικό κόστος διαχείρισης (34,71 Euro/τόνο)	520.600 Euro

Πίνακας 13: Κόστος επένδυσης για την κατασκευή ΧΥΤΑ σε διάφορες περιοχές στην Ελλάδα [29].

Κόστος σε Ευρο	Τόνοι/έτος	Περιοχή
5.062.400	34.000	Ηλεία
2.230.400	11.000	Ηλεία
2.318.400	12.800	Ηλεία
915.600	6.000	Πιερία
3.357.300	27.300	Πιερία
1.220.800	23.500	Πιερία
4.768.900	67.000	Γάτρα
1.954.500	11.140	Ζάκυνθος
915.600	18.000	Εύβοια
4.299.300	48.100	Ημαθίας
2.201.000	12.250	Ημαθίας
2.788.000	21.600	Ημαθίας
2.347.800	14.300	Ημαθίας
1.261.900	9.800	Ημαθίας
117.400	3.600	Χανιά
528.200	1.100	Χανιά
528.200	3.000	Χανιά
939.100	5.300	Χανιά
528.200	37.000	Χανιά
6.867.200	86.000	Λάρισα
8.554.700	62.780	Σέρρες
1.144.534	6.075	Βοιωτία
6.749.800	68.400	Ηράκλειο

Σε ότι αφορά την κατασκευή των ΧΥΤΑ, η καθυστέρηση υλοποίησης των έργων είναι σε ορισμένες περιπτώσεις πολύ μεγάλη (μέχρι και πάνω από 6 χρόνια). Σημαντικές διαφοροποιήσεις διαπιστώνονται στο κόστος κατασκευής των ΧΥΤΑ, ακόμα και για παρεμφερούς δυναμικότητας έργα, για αυτό το λόγο και το κόστος της παραπάνω ανάλυσης είναι ενδεικτικό. Η έλλειψη θέσπισης κριτηρίων για τους προϋπολογισμούς των έργων ΧΥΤΑ, θέτει ερωτήματα ως προς την ακρίβεια και την αξιοπιστία των προϋπολογισμών. Αντίστοιχες είναι και οι παρατηρήσεις για τον χρόνο και το κόστος προετοιμασίας των έργων. Τα στοιχεία κόστους που δίνουν οι ΧΥΤΑ δεν είναι συγκρίσιμα, ενώ δεν μπορούν να θεωρηθούν και αξιόπιστα. Η βασική αιτία είναι ότι δεν υπάρχει ενιαία αντίληψη για το τι κοστολογείται, ενώ είναι επίσης σίγουρο ότι δεν κοστολογούνται όλες οι απαραίτητες κατηγορίες [28].

Πίνακας 14: Οικονομικά στοιχεία για τη διάθεση με υγειονομική ταφή [29]

Πληθυσμός	Ημερήσια παραγωγή απορριμμάτων (τόνοι)	Κόστος έργων υποδομής (euro)	Αξία μηχανικού εξοπλισμού (euro)	Συνολικό κόστος επένδυσης (euro)	Κόστος λειτουργίας ανά τόνο χωρίς αποσβέσεις (euro)	Κόστος λειτουργίας ανά τόνο με αποσβέσεις (euro)
2.000	1,6	88.040	39.620	127.660	25,24	54,88
5.000	4	176.080	39.620	215.700	10,27	29,35
10.000	8	269.290	79.240	349.230	5,17	20,69
20.000	16	713.130	79.240	792.370	3,82	16,43
30.000	27	1.027.150	79.240	1.106.390	2,58	13,79
40.000	40	1.349.960	79.240	1.429.200	2,41	12,77
50.000	50	1.916.800	102.720	2.019.520	2,2	12,03
60.000	60	2.230.370	102.720	2.333.090	1,91	11,45
70.000	70	2.611.890	102.720	2.714.610	1,76	10,86
80.000	80	3.008.070	102.720	3.110.790	1,73	10,56
90.000	90	3.228.170	137.930	3.366.100	1,7	10,42
100.000	120	3.609.690	137.930	3.747.620	1,67	10,36
110.000	132	3.991.200	137.930	4.129.130	1,67	10,33
120.000	144	4.402.050	137.930	4.539.980	1,64	10,3
130.000	156	4.592.810	220.100	4.812.910	1,64	10,27
140.000	168	4.974.320	220.100	5.194.420	1,61	10,27
150.000	180	5.193.420	220.100	5.414.520	1,61	10,27

Με βάση τον παραπάνω πίνακα επισημαίνονται τα εξής:

- ⇒ το ύψος της απαιτούμενης δαπάνης για έργα υποδομής διαμορφώνεται ανάλογα με το εμβαδό του χώρου, το οποίο με τη σειρά του εξαρτάται άμεσα από την ποσότητα των αποβλήτων που θα διατίθενται στο ΧΥΤΑ και κατ' επέκταση από τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό.
- ⇒ Το κόστος λειτουργίας χωρίς τις αποσβέσεις των έργων υποδομής και του μηχανικού εξοπλισμού κυμαίνεται περίπου από 25 Euro ανά τόνο για πληθυσμό 2.000 κατοίκους μέχρι 1,6 Euro ανά τόνο για πληθυσμό 150.000 κατοίκους.

- ⇒ Το κόστος λειτουργίας μαζί με τις αποσβέσεις των έργων υποδομής και του μηχανικού εξοπλισμού κυμαίνεται περίπου από 55 Euro ανά τόνο για πληθυσμό 2.000 κατοίκους μέχρι 10 Euro ανά τόνο για πληθυσμό 150.000 κατοίκους.
- ⇒ Για πληθυσμιακά μεγέθη μικρότερα των 20.000 κατοίκων το κόστος λειτουργίας αυξάνεται κατακόρυφα

5 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (ΣΗΘ)

Στο κεφάλαιο 5 παρουσιάζεται η τεχνολογία της Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ), δηλαδή της ταυτόχρονης παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από τον ίδιο λέβητα, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στη χρήση της τεχνολογίας σε χώρους Υγειονομικής Ταφής για την χρησιμοποίηση του παραγόμενου από τη μονάδα βιοαερίου. Τέλος, παρουσιάζονται τα οφέλη (οικονομικά, περιβαλλοντικά, κοινωνικά) που μπορεί να έχει μία τέτοια εγκατάσταση, καθώς και οι ανασταλτικοί παράγοντες που έχουν οδηγήσει στην, μέχρι τώρα, περιορισμένη χρήση της τεχνολογίας ΣΗΘ με βιοαέριο ή βιομάζα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (ΣΗΘ)

5.1 Ορισμοί

- ⇒ Συστήματα στα οποία παράγεται ταυτόχρονα ηλεκτρική ενέργεια και θερμότητα για την θέρμανση χώρων ή βιομηχανικών διεργασιών καλούνται συστήματα Συμπαραγωγής (**Combined heat and energy –CHP- ή cogeneration schemes**).
- ⇒ Συστήματα Συμπαραγωγής, στα οποία η θερμική ενέργεια που παράγεται κεντρικά διανέμεται μέσω δικτύου αγωγών με σκοπό την θέρμανση χώρων, ονομάζονται συστήματα τηλεθέρμανσης (**district heating**) [55].

5.2 Τομείς Εφαρμογής και Τεχνολογίες ΣΗΘ

Οι κυριότεροι τομείς εφαρμογής των συστημάτων Συμπαραγωγής είναι οι ακόλουθοι:

1. **Σύστημα ηλεκτρισμού της χώρας** (θερμοηλεκτρικοί σταθμοί).
2. **Ο βιομηχανικός τομέας**: Ο τομέας αυτός καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος των εφαρμογών της ΣΗΘ στη χώρα μας. Εφαρμοζόμενες τεχνολογίες είναι κυρίως με αεριοστρόβιλο και ατμοστρόβιλο και συνήθως το θερμικό προϊόν είναι ατμός υψηλής πίεσης.
3. **Ο αγροτικός τομέας** (θερμοκήπια): Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια στα Θερμοκήπια διατίθεται στο Εθνικό Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας, ενώ με τα θερμικά φορτία γίνεται θέρμανση του χώρου του θερμοκηπίου και εμπλουτισμός του με διοξείδιο του άνθρακα για την ταχύτερη ανάπτυξη των καλλιεργούμενων φυτών.

4. Ο εμπορικός - κτιριακός τομέας (νοσοκομεία, ξενοδοχεία, αθλητικά συγκροτήματα, κτίρια γραφείων κ.λπ): Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι κυρίως μηχανές εσωτερικής καύσης, ενώ το θερμικό προϊόν είναι ζεστό νερό ή ατμός χαμηλής πίεσης. Επίσης, γίνεται χρήση συστημάτων απορρόφησης για τη μετατροπή των θερμικών φορτίων σε ψυκτικά (κλιματισμός).

Η κεντρική - βασική αρχή της Συμπαραγωγής είναι ότι, προκειμένου να μεγιστοποιηθούν τα πολλαπλά οφέλη που προσφέρει, ένα σύστημα ΣΗΘ πρέπει να βασίζεται στην κάλυψη της ζήτησης σε θερμότητας της εγκατάστασης στην οποία εφαρμόζεται. Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι τα συστήματα ΣΗΘ σχεδιάζονται και εγκαθίστανται πλέον για την κάλυψη και ψυκτικών φορτίων (ψύξη, κλιματισμός, κ.λπ), διευρύνοντας την έννοια της Συμπαραγωγής. Η ταυτόχρονη αυτή παραγωγή ηλεκτρικής, θερμικής και ψυκτικής ενέργειας από την ίδια ενεργειακή πηγή είναι γνωστή ως Τριπαραγωγή.

Στις συμβατικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής το 30-40% της χημικής ενέργειας του καυσίμου μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό, ενώ το υπόλοιπο 60-70% αποβάλλεται στο περιβάλλον ως θερμότητα. Το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας αυτής μπορεί να ανακτηθεί και να χρησιμοποιηθεί επωφελώς, είτε σε βιομηχανικές διεργασίες, είτε για την κάλυψη θερμικών φορτίων στον οικιακό ή τριτογενή τομέα, αυξάνοντας το βαθμό εκμετάλλευσης της ενέργειας του καυσίμου στο 85-90% ή και περισσότερο. Παράλληλα, για συγκεκριμένες (επιθυμητές) ποσότητες ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, η Συμπαραγωγή προσφέρει εξοικονόμηση καυσίμου μεταξύ 15 και 40%, συγκρινόμενη με την παροχή των ίδιων ποσοτήτων ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από συμβατικούς ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς και λέβητες. Συγκριτικά, η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα συμβατικό σύστημα, σε σχέση με ένα σύστημα ΣΗΘ παρουσιάζεται στην εικόνα 15.



Εικόνα 15: Συμβατικό ενεργειακό σύστημα σε σύγκριση με σύστημα Συμπαραγωγής [31]

Επιπλέον, τα συστήματα Συμπαραγωγής δίνουν τη δυνατότητα αποκέντρωσης (διασποράς) των ηλεκτροπαραγωγικών μονάδων, με τρόπο που να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των τοπικών καταναλώσεων, παρέχοντας υψηλή απόδοση, αποφεύγοντας τις απώλειες μεταφοράς και αυξάνοντας την ευελιξία του ηλεκτρικού συστήματος μιας περιοχής ή της χώρας.

Για τη ΣΗΘ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα ευρύ φάσμα τεχνολογιών. Όλα τα συστήματα ΣΗΘ περιλαμβάνουν πάντα μία ηλεκτρογεννήτρια και ένα σύστημα ανάκτησης της θερμότητας. Οι τεχνολογίες που σήμερα χρησιμοποιούνται ευρέως είναι:

- ⇒ Ατμοστρόβιλοι
- ⇒ Αεριοστρόβιλοι
- ⇒ Συστήματα Συνδυασμένου Κύκλου (αεριο- και ατμοστρόβιλοι)
- ⇒ Μηχανές Εσωτερικής Καύσης, Diesel και Otto

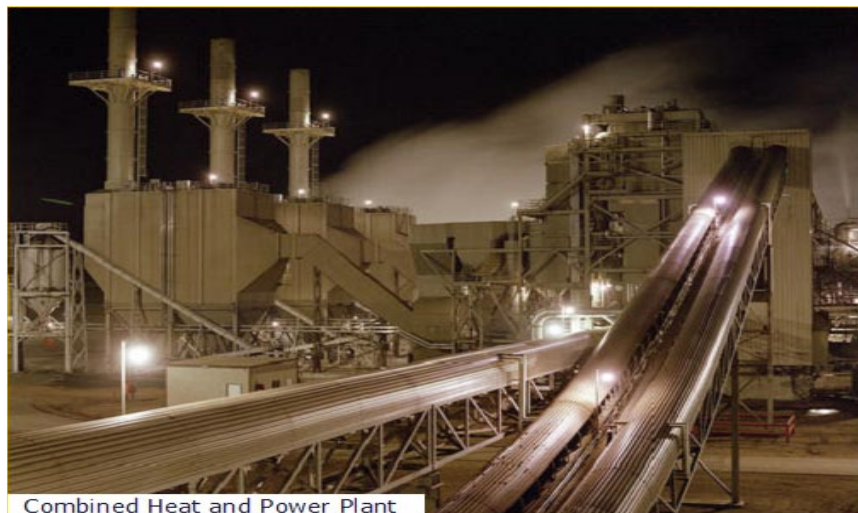
Οι τεχνολογίες αυτές είναι άμεσα διαθέσιμες, ώριμες και αξιόπιστες. Τρεις άλλες τεχνολογίες εμφανίστηκαν στην αγορά τα τελευταία χρόνια ή είναι πιθανό να διατεθούν σύντομα:

- ⇒ Μικροστρόβιλοι
- ⇒ Κυψέλες καυσίμου
- ⇒ Μηχανές Stirling

Τα συστήματα ΣΗΘ είναι διαφόρων μεγεθών και με εύρος ηλεκτρικής ισχύος, από λιγότερο από 5 kWe (μικρές μηχανές για μια μονοκατοικία) μέχρι 500 MWe (συστήματα τηλεθέρμανσης/τηλεψύξης ή βιομηχανικά συστήματα).

Τα συστήματα Συμπαραγωγής μπορούν να τροφοδοτηθούν, ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία, με διάφορα καύσιμα:

- ⇒ Ορυκτά καύσιμα, όπως φυσικό αέριο, ντίζελ και άνθρακας.
- ⇒ Ανανεώσιμες πηγές, όπως βιοαέριο, από οργανικά απορρίμματα ή από εγκαταστάσεις βιολογικών καθαρισμών βιομάζα, όπως αγροτικά και δασικά υπολείμματα ή από ενεργειακές καλλιέργειες. Η εφαρμογή αυτή παρουσιάζεται στην εικόνα 12.
- ⇒ Γεωθερμία
- ⇒ Υδρογόνο, κ.λπ [26, 31, 59].



Εικόνα 16: Μονάδα Συμπαραγωγής Θερμότητας και Ηλεκτρισμού [64]

5.3 Συστήματα Συμπαραγωγής

Τα συστήματα Συμπαραγωγής, μπορούν να χαρακτηριστούν ως: **1.** Συστήματα Βάσης (bottoming systems) **2.** Συστήματα Κορυφής (topping systems).

- ⇒ **Συστήματα βάσης:** Αρχικά γίνεται παραγωγή θερμικής ενέργειας υψηλής θερμοκρασίας στις διάφορες διεργασίες (φούρνοι, κλίβανοι κ.α) και εν συνεχεία, τα θερμά αέρια διοχετεύονται σε λέβητα ανάκτησης θερμότητας για παραγωγή ατμού που θα κινήσει ατμοστρόβιλογεννήτρια. Ακόμα, υπάρχει η δυνατότητα τα θερμά αέρια να διοχετευθούν σε αεριοστρόβιλο που κινεί την ηλεκτρογεννήτρια χωρίς την παρεμβολή λέβητα παραγωγής ατμού.
- ⇒ **Συστήματα κορυφής:** Γίνεται χρήση ρευστού υψηλής θερμοκρασίας για την παραγωγή ηλεκτρισμού ενώ η θερμότητα χαμηλής θερμοκρασίας που αποβάλλεται χρησιμοποιείται σε θερμικές διεργασίες, θέρμανση χώρων ή παραγωγή πρόσθετης ηλεκτρικής ενέργειας [31].

5.4 Τρόποι Λειτουργίας Συστημάτων Συμπαραγωγής

Ανάλογα με τον τρόπο ρύθμισης της παραγόμενης ηλεκτρικής και θερμικής ισχύος σε κάθε χρονική στιγμή, διαμορφώνονται και οι τρόποι λειτουργίας του συστήματος Συμπαραγωγής που είναι οι ακόλουθοι:

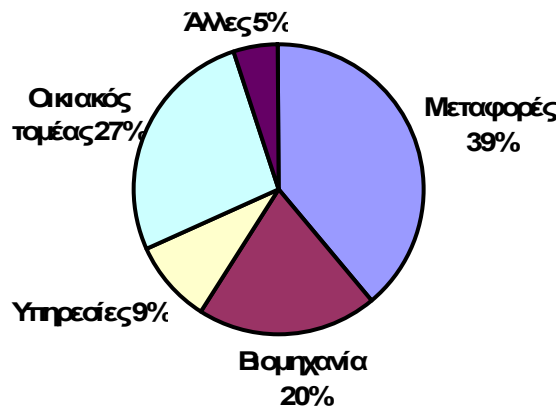
1. **Κάλυψη του θερμικού φορτίου:** Στην περίπτωση αυτή, η ωφέλιμη παραγωγή θερμότητας του συστήματος Συμπαραγωγής είναι ίση με το θερμικό. Εάν υπάρχει περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας, η πλεονάζουσα ενέργεια πωλείται στο δίκτυο. Σε αντίθετη περίπτωση το έλλειμμα ηλεκτρικής ενέργειας καλύπτεται από το δίκτυο.
2. **Κάλυψη του θερμικού φορτίου βάσης:** Απαιτείται διαστασιολόγηση του συστήματος Συμπαραγωγής έτσι ώστε να παρέχει την ελάχιστη απαιτούμενη θερμική ενέργεια. Σε περιόδους που υπάρχει αυξημένη ζήτηση θερμότητας τίθενται σε λειτουργία εφεδρικοί λέβητες ή καυστήρες.
3. **Κάλυψη του ηλεκτρικού φορτίου:** Σε κάθε χρονική στιγμή η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι ίση με το ηλεκτρικό φορτίο. Εάν παρουσιαστεί έλλειμμα θερμικής ενέργειας τίθεται σε λειτουργία εφεδρικός λέβητας. Σε αντίθετη περίπτωση, η πλεονάζουσα θερμότητα απορρίπτεται στο περιβάλλον μέσω συσκευών ψύξης ή μέσω των καυσαερίων.

4. **Κάλυψη του ηλεκτρικού φορτίου βάσης:** Απαιτείται διαστασιολόγηση της μονάδας ΣΗΘ έτσι ώστε να καλύπτεται η ελάχιστη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας της εγκατάστασης. Οι υπόλοιπες ανάγκες σε ηλεκτρισμό, καλύπτονται από το δίκτυο. Οι θερμικές ανάγκες της εγκατάστασης θα μπορούσαν να καλυφθούν μόνο ή με πρόσθετους λέβητες. Αν η παραγόμενη θερμική ενέργεια (με βάση το φορτίο βάσης) υπερβαίνει τις απαιτήσεις της εγκατάστασης, μπορεί η πλεονάζουσα θερμική ενέργεια να πουληθεί σε γειτονικούς πελάτες.
5. **Μικτή κάλυψη:** Γίνεται παρακολούθηση άλλοτε του θερμικού φορτίου και άλλοτε του ηλεκτρικού φορτίου. Η απόφαση εξαρτάται από παράγοντες, όπως η τιμή των καυσίμων, τα επίπεδα των φορτίων και το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας κατά τη συγκεκριμένη ημέρα και ώρα.

Γενικά, η κάλυψη του θερμικού φορτίου έχει ως αποτέλεσμα υψηλότερο βαθμό αξιοποίησης του καυσίμου και καλύτερη οικονομική απόδοση στη Συμπαραγωγή τόσο στο βιομηχανικό όσο και στον κτιριακό τομέα. Για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής του συστήματος ηλεκτρισμού της χώρας, η επιλογή του τρόπου λειτουργίας, εξαρτάται από ευρύτερες ανάγκες του δικτύου, τις διαθέσιμες μονάδες και τις υποχρεώσεις απέναντι στους καταναλωτές ηλεκτρισμού και θερμότητας. Παρόλα αυτά, θα πρέπει να υπογραμμιστεί, ότι κάθε εφαρμογή έχει τα δικά της ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και γι' αυτό το λόγο η εφαρμογή γενικευμένων κανόνων δεν αποτελεί την πλέον ενδεδειγμένη πρακτική [10].

5.5 Η Συμπαραγωγή στην Ελλάδα και στην Ευρώπη

Αρχικά, οι πρώτες μονάδες Συμπαραγωγής εγκαταστάθηκαν στην Ελλάδα τις αρχές της δεκαετίας του '70. Σήμερα, λειτουργούν μονάδες Συμπαραγωγής στο βιομηχανικό τομέα και πιο συγκεκριμένα σε βιομηχανίες όπως διυλιστήρια πετρελαίου, κλωστοϋφαντουργίες, βιομηχανίες χαρτιού και ζάχαρης κ.λπ. Ακόμα, κάποιες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ έχουν τροποποιηθεί έτσι ώστε να καλύψουν θερμικές ανάγκες αστικών περιοχών μέσω δικτύων τηλεθέρμανσης.



Διάγραμμα 9: Η καταναλισκόμενη ενέργεια ανά τομέα δραστηριότητας στην Ελλάδα [38].

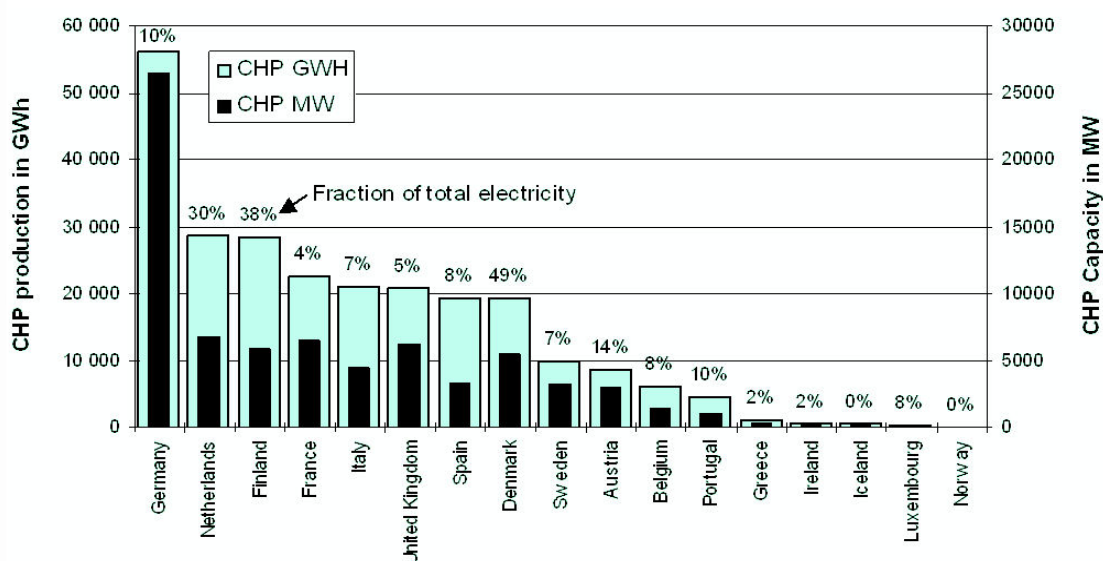
Τέτοια δίκτυα υπάρχουν σε πόλεις όπως η Πτολεμαΐδα, η Μεγαλόπολη και η Κοζάνη. Η συνολική εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς ανέρχεται περίπου στα 232 MW και αποτελεί προσεγγιστικά το 2,4% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύς της χώρας. Η ολική ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια (χωρίς τα δίκτυα τηλεθέρμανσης της ΔΕΗ) είναι περίπου 900 GWh. Στο διάγραμμα 2 παρουσιάζεται η καταναλισκόμενη ενέργεια ανά τομέα δραστηριότητας, στην Ελλάδα.

Πίνακας 15: Η Συμπαραγωγή στην Ελλάδα (2008) [35]

Κατηγορία Δραστηριότητας	Ηλεκτρική Ισχύς		Καθαρή Θερμική Ισχύς (MW th)
	ΣΗΘ (Mwe)	Μικτή (Mwe)	
Δημόσιοι Θερμικοί σταθμοί	37,8	1.130	316
Θερμικοί σταθμοί αυτοπαραγωγών	5,6	7,1	9,6
Δυλιστήρια	112,6	132,6	159,22
Βιομ. Τροφίμων, ποτών & καπνού	59,7	59,7	254,06
Υφαντουργία, ενδύματα & δέρματα	2,1	2,7	3,6
Μη σιδηρούχα μεταλλουργική	10	10	36,67
Βιομηχανία μη μεταλλικών ορυκτών	1,1	1,1	3,68
Νοσοκομεία	0,75	0,75	0,89
Εκπαίδευση	2,72	2,72	3,09
Σύνολο	232	1348	787

Η αγορά της Συμπαράγωγής μέχρι και σήμερα, παρόλα τα θετικά βήματα που έγιναν π.χ. Ν.2773/99, Ν.3468/06, επιδοτήσεις σε συστήματα ΣΗΘ, παραμένει δύσπιστη και σε κατάσταση αναμονής, γιατί έχει συναντήσει έναν αριθμό εμποδίων που θα εξεταστούν σε επόμενη παράγραφο. Μία αποτελεσματική πρόταση η οποία προτείνεται από αρκετές πλευρές τα τελευταία χρόνια είναι να γίνει υποχρεωτική η εγκατάσταση και λειτουργία συστημάτων ΣΗΘ για κάλυψη όλων των φορτίων (θερμικών/ψυκτικών) σε δημόσια και ιδιωτικά νοσοκομεία και κλινικές, ξενοδοχειακές μονάδες. Σε πολλές χώρες της Ευρώπης (Δανία, Ολλανδία, Φιλανδία, κ.α) η παραπάνω πρόταση αποτελεί υποχρεωτική εφαρμογή. Τέλος, στον πίνακα 4 απεικονίζεται σε αριθμούς η ανάπτυξη της Συμπαράγωγής στην Ελλάδα.

Στο ακόλουθο διάγραμμα παρουσιάζεται το ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από συστήματα Συμπαράγωγής στις χώρες της Ευρώπης (2003). Παρά τις προσπάθειες της EUROSTAT να επιτύχει μία κοινή βάση συλλογής στατιστικών στοιχείων που αφορούν την Συμπαράγωγή, τα ευρωπαϊκά κράτη συνεχίζουν να συλλέγουν το κάθε ένα ξεχωριστά τα δικά του στοιχεία, έτσι ώστε να μην μπορούν τελικά να είναι άμεσα συγκρίσιμα στο σύνολο τους. Παρόλα αυτά, το παρακάτω διάγραμμα δίνει μία εικόνα του ποσοστού ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από ΣΗΘ για τα ευρωπαϊκά κράτη (2003) [38, 35].



Διάγραμμα 10: Ποσοστά Ηλεκτρικής Ενέργειας από Συμπαράγωγή στα ευρωπαϊκά κράτη [58]

5.6 Οφέλη από τη Χρήση Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας

- 1. Μείωση της ρύπανσης:** Μέσω της Συμπαραγωγής μπορούμε να επιτύχουμε μείωση αέριων ρύπων σε σχέση με μια συμβατική μονάδα και πιο συγκεκριμένα, αισθητή μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που είναι το σημαντικότερο από τα αέρια του θερμοκηπίου. Αξίζει να σημειωθεί ότι η μείωση είναι μεγαλύτερη όταν χρησιμοποιείται ως καύσιμο το φυσικό αέριο. Γι' αυτό το λόγο, η Συμπαραγωγή μπορεί να θεωρηθεί μια ιδιαίτερα αποδοτική λύση για την μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και την επίτευξη των στόχων του πρωτοκόλλου του Κιότο.
- 2. Αύξηση της ανταγωνιστικότητας:** Με την αύξηση των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έχουμε παράλληλα και αύξηση της ανταγωνιστικότητας η οποία έχει ως φυσικό επακόλουθο την απελευθέρωση της αγοράς και τελικά την πτώση των τιμών.
- 3. Αύξηση της απασχόλησης:** Η εγκατάσταση μονάδων Συμπαραγωγής αποτελεί μια ιδιαίτερα σημαντική βιομηχανική επένδυση, γεγονός το οποίο συνεπάγεται την δημιουργία νέων θέσεων εργασίας (κατασκευές, τεχνικά έργα, υπηρεσίες κ.λπ) [1].
- 4. Αποκεντρωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας:** Η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας είναι μια ιδιαίτερα δαπανηρή διαδικασία για πολλούς λόγους όπως: δαπάνες ανέγερσης και συντήρησης τόσο των πυλώνων όσο και των εναέριων γραμμών. Η επένδυση γίνεται ακόμα αποδοτικότερη όταν η καύσιμη ύλη είναι το φυσικό αέριο.
- 5. Ενίσχυση της Εθνικής Οικονομίας:** Η εγκατάσταση συστημάτων Συμπαραγωγής έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της εξάρτησης της Ελλάδας από τα εισαγόμενα καύσιμα και την αύξηση της ανταγωνιστικότητας των επιχειρήσεων που καλύπτουν με πιο αποδοτικό τρόπο τις ενεργειακές τους ανάγκες [10, 14, 17].

5.7 Προβλήματα που είναι Συνδεδεμένα με τη Χρήση ΣΗΘ

Είναι προφανές, από όσα αναφέρθηκαν παραπάνω πως η εγκατάσταση μονάδας Συμπαραγωγής είναι μια ιδιαίτερα ελκυστική λύση, που μπορεί να ωφελήσει την επιχείρηση οικονομικά αλλά παράλληλα να μειώσει και τις εκπομπές επιβλαβών αερίων. Παρόλα αυτά, θα πρέπει να επισημανθούν κάποια σημεία που πιθανώς να αποτελέσουν ανασταλτικό παράγοντα για μια τέτοια επένδυση. Παρακάτω παρουσιάζονται, συνοπτικά, μερικά από αυτά:

1. Ένα σημαντικό πρόβλημα που ανακύπτει, βασίζεται στο γεγονός ότι είναι δυνατή μόνο η **βραχυπρόθεσμη γνώση των τιμών των καυσίμων**, των φόρων, των δαπανών συντήρησης καθώς και των εκπτώσεων, πράγμα το οποίο σημαίνει πως μια τέτοια επένδυση εμπεριέχει σημαντικό ποσοστό ρίσκου. Αντίθετα, η εκάστοτε επιχείρηση μπορεί να θεωρήσει ασφαλέστερη την επιλογή αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο (ΔΕΗ). Το στοιχείο αυτό βέβαια τείνει να εξαλειφθεί στο βαθμό που η απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, οδηγεί σε αύξηση της αβεβαιότητας για την εξέλιξη των τιμών του ηλεκτρισμού.
2. Ένας επιπρόσθετος, ανασταλτικός παράγοντας που σχετίζεται με την αύξηση του κόστους της επένδυσης, είναι ότι οποιαδήποτε αλλαγή στην παραγωγική διαδικασία είναι πολύ πιθανό να ανατρέψει πλήρως το υπάρχον, ενεργειακό ισοζύγιο. Αυτό σημαίνει πως απαιτούνται νέες εγκαταστάσεις με μεγάλο κόστος.
3. Για να είναι εξασφαλισμένη η ασφάλεια της τροφοδοσίας σε θερμότητα και ηλεκτρική ισχύ είναι απαραίτητη η εγκατάσταση συστήματος εφεδρείας. Όμως το σύστημα αυτό δεν θα χρησιμοποιείται τακτικά με αποτέλεσμα να μην εξοικονομεί ικανοποιητικά ποσά ενέργειας έτσι ώστε να αντισταθμιστεί το αρχικό κόστος της επένδυσης.
4. Η έλλειψη ανταγωνιστικής τιμολογιακής πολιτικής για ΣΗΘ στο βιομηχανικό τομέα, έτσι ώστε να υπάρχει ένα ισχυρό κίνητρο για την εγκατάσταση μιας τέτοιας μονάδας.
5. Είναι πιθανόν να προκύψουν προβλήματα θορύβου ή και ρύπανσης, γεγονός ιδιαίτερα αποθαρρυντικό σε μια εποχή που οι κανονισμοί που αφορούν την ρύπανση αλλά και τα επίπεδα θορύβου γίνονται όλο και πιο αυστηροί [10, 17].

6. Δεν υπήρξε, μέχρι πρόσφατα, το βασικό νομικό πλαίσιο*.

Ακολουθεί μία συνοπτική παρουσίαση της νομοθεσίας που αφορά τη ΣΗΘ και γενικά τις οικονομίες της ενέργειας:

* **To Green Paper του 2005** 'Energy Efficiency or Doing More with Less' τονίζει ιδιαίτερα τους στόχους της προσαπίας του περιβάλλοντος και της ενεργειακής ασφάλειας. Το Paper μεταξύ άλλων προβλέπει: **1.** Μέτρα για την προώθηση της έρευνας και ανάπτυξης με στόχο την ανάπτυξη ενεργειακά αποτελεσματικών τεχνολογιών, **2.** Εξασφάλιση κρατικής ενίσχυσης, **3.** Παροχή πληρέστερης ενημέρωσης στους καταναλωτές. Το πρόβλημα που το Green Paper τονίζει ιδιαίτερα είναι ότι οι τιμές της ενέργειας δεν περιλαμβάνουν το εξωτερικό κόστος που συνεπάγονται οι τρόποι κατανάλωσης ενέργειας που δεν είναι κοινωνικά αποτελεσματικοί. Το Green Paper του 2006. 'A European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy' τονίζει ιδιαίτερα την ανάγκη για κοινή ευρωπαϊκή αντίδραση στον ενεργειακό τομέα και κοινή γλώσσα απέναντι στους εξωτερικούς προμηθευτές.

ΟΔΗΓΙΑ 2003/30/ΕΚ του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 8^{ης} Μαΐου 2003 σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσεων καυσίμων για τις μεταφορές.

ΟΔΗΓΙΑ 2003/54/ΕΚ του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 26^{ης} Ιουνίου 2003 σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και την κατάργηση της οδηγίας 96/92/ΕΚ.

ΟΔΗΓΙΑ 2003/92/ΕΚ του συμβουλίου της 7^{ης} Οκτωβρίου 2003 για την τροποποίηση της οδηγίας 77/388/ΕΟΚ όσον αφορά τους κανόνες σχετικά με τον τόπο παράδοσης αερίου και ηλεκτρικής ενέργειας.

ΟΔΗΓΙΑ 2004/8/ΕΚ του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 11^{ης} Φεβρουαρίου 2004 για την προώθηση της Συμπαραγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης για χρήσιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά ενέργειας.

Τροποποίηση της οδηγίας 92/42/ΕΟΚ Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1228/2003 του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 26^{ης} Ιουνίου 2003 σχετικά με τους όρους πρόσβασης στο δίκτυο για τις διασυνοριακές ανταλλαγές ηλεκτρικής ενέργειας.

Νόμος 2244/1994: «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 168/1994).

Νόμος 2773/1999: «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας - Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 286/22.12.1999).

Νόμος 3175/2003: «Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 207/29.08.2003).

Υπουργική Απόφαση Τ2030/143/Α0019/2004: «Απλουστευμένες διαδικασίες εισαγωγής, εξαγωγής και διαμετακόμισης της ηλεκτρικής ενέργειας» (ΦΕΚ Β' 910/18.6.2004).

Νόμος 3426/2005: «Επιτάχυνση της διαδικασίας για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας» (ΦΕΚ Α' 309/22.12.2005).

Νόμος 3468/2006: «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 129/27.6.2006).

Υπουργική Απόφαση Δ6/Φ1/οικ.18359/2006: «Τύπος και περιεχόμενο συμβάσεων αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας στο Σύστημα και το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 12 παρ. 3 του ν. 3468/2006» (ΦΕΚ Β' 1442/2.10.2006).

Υπουργική Απόφαση (Υ.Α.) Δ6/Φ1/οικ.5707: «Κανονισμός Αδειών Παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και μέσω Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης» (ΦΕΚ Β' 448/3.4.2007).

Υπουργική Απόφαση Δ6/Φ1/οικ.1725: «Καθορισμός τύπου και περιεχομένου συμβάσεων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας...» (ΦΕΚ Β' 148/6.2.2007).

ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΣ ΝΟΜΟΣ 3299/2004: χορηγεί ελκυστικά κίνητρα για επενδύσεις άνω των 100 χιλ. €, σε όλους τους τομείς της οικονομίας, που υλοποιούνται στο σύνολο της ελληνικής επικράτειας από επιχειρήσεις ανεξάρτητα μεγέθους, δίνοντας έμφαση στις μικρομεσαίες επιχειρήσεις και στους ανερχόμενους κλάδους της οικονομίας. Σε συνέχεια της τροποποίησης του με τον 3522/2006, δημοσιεύτηκαν οι κανονιστικές αποφάσεις για την ενεργοποίηση των διατάξεων του και είναι δυνατή η υποβολή επενδυτικών αιτημάτων [39].

5.8 Συμπαραγωγή και Βιομάζα

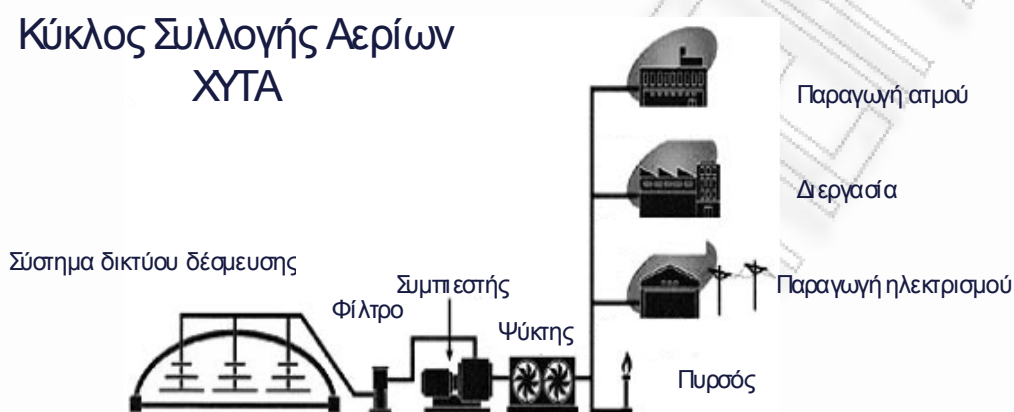
Μία σημαντική πηγή ενέργειας, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη ΣΗΘ είναι η βιομάζα, που μπορεί να προέλθει από:

- ⇒ Αστικά λύματα και απόβλητα,
- ⇒ Υπολείμματα γεωργικής και δασικής προέλευσης και
- ⇒ Ενεργειακές καλλιέργειες.

Η συγκέντρωση του πληθυσμού, τις τελευταίες δεκαετίες, στα μεγάλα αστικά κέντρα και η διάθεση των αστικών λυμάτων αλλά και των απορριμμάτων σε ολόκληρη σχεδόν τη χώρα, έγινε χωρίς προγραμματισμό και με ανεπαρκή υποδομή. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τη συνεχή μόλυνση, τόσο του αέριου όσο και του υδάτινου περιβάλλοντος. Τέτοιου είδους προβλήματα αντιμετωπίζονται στις σύγχρονες κοινωνίες πλέον, με τους Χώρους Υγειονομικής Ταφής των Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) και την παραγωγή ενέργειας από το βιοαέριο που εκλύουν. Το παραγόμενο βιοαέριο χρησιμοποιείται για παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας.

Στην περίπτωση αυτή, προτιμώνται τα συστήματα ΣΗΘ γιατί επιτυγχάνουν υψηλούς συνολικούς βαθμούς απόδοσης της τάξης του 70-80%. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι σχετικά απλή, όπου η βιομάζα χρησιμοποιείται για την παραγωγή ατμού και ο ατμός για παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας με ατμοστρόβιλο. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί διαφορετική τεχνολογία, όπου η βιομάζα αεριοποιείται και τα αέρια καύσεως παράγουν ηλεκτρική ενέργεια με ένα αεριοστρόβιλο. Στη Δανία χρησιμοποιείται επίσης η βιομάζα είτε μόνη της, είτε σε ανάμιξη με τον άνθρακα για Συμπαραγωγή. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται άχυρο, κτηνοτροφικά απόβλητα, βιομηχανικά απόβλητα και υπολείμματα ξύλου. Για να είναι οικονομικά βιώσιμη η Συμπαραγωγή από βιομάζα θα πρέπει να πωλείται όση ηλεκτρική ενέργεια δεν ιδιοκαταναλώνεται και παράλληλα να αξιοποιείται η συμπαραγόμενη θερμότητα, κάτι που δεν είναι πάντα εύκολο σε χώρες με ήπιο κλίμα όπως η Ελλάδα.

Ένα από βασικό πλεονέκτημα που προκύπτει από τη χρήση της βιομάζας για τη συνεχή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και πρέπει να υπογραμμιστεί είναι πως η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα **δεν εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες, όπως συμβαίνει με την ηλιακή, αιολική και υδροδυναμική ενέργεια.**



Διάγραμμα 11: Σύστημα Συμπαραγωγής σε Χώρο Υγειονομικής Ταφής [37]

Οι κυριότερες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας - βιοαερίου σε ηλεκτρική ενέργεια είναι η:

1. Άμεση καύση
2. Πυρόλυση
3. Αεριοποίηση
4. Αναερόβια χώνευση.

Η άμεση καύση αντιστοιχεί στην οξείδωση της βιομάζας με περίσσεια αέρα, η οποία παρέχει θερμά καυσαέρια που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ατμού στους τομείς εναλλαγής θερμότητας των λεβήτων. Η **άμεση καύση** αποτελεί μία καθιερωμένη και ώριμη τεχνολογία. Οι σύγχρονοι σταθμοί μεγάλης κλίμακας συνδυάζουν την αποτέφρωση των αστικών απορριμμάτων με μία καθαρά αυξανόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος, για παραγωγή μέχρι και 45 MW_e. Παραδείγματα τέτοιων μονάδων υπάρχουν σε μεγάλη κλίμακα στις Σκανδιναβικές χώρες και στις ΗΠΑ.

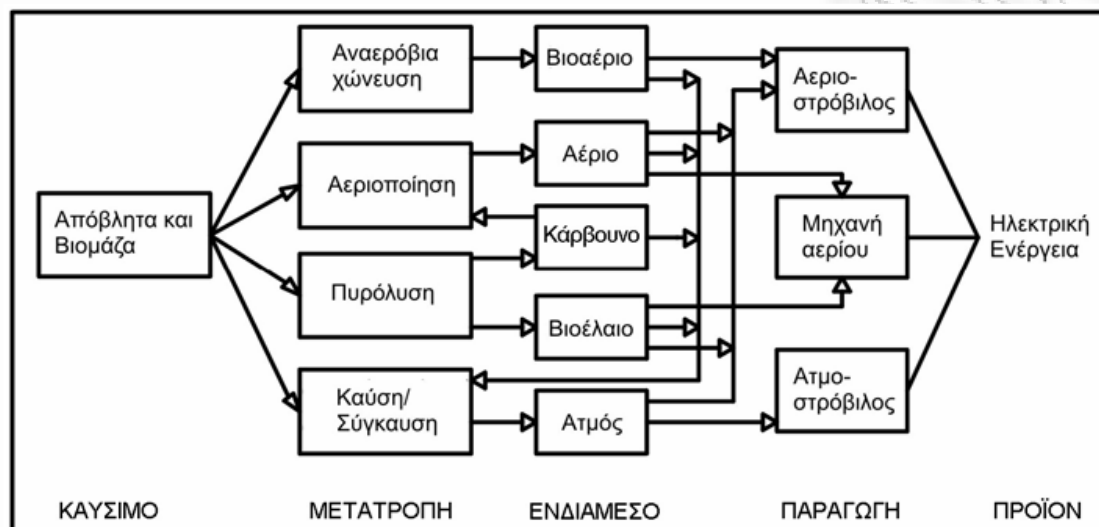
Η καύση της βιομάζας μπορεί να διακριθεί σε ένα φάσμα διαφορετικών τεχνολογιών που μπορούν να ταξινομηθούν σε καύση «σταθερής κλίνης» και «ρευστοποιημένης κλίνης».

Η **πυρόλυση** ορίζεται ως η θερμική καταστροφή των οργανικών υλικών παρουσία οξυγόνου. Μέσω της διαδικασίας της πυρόλυσης τα απόβλητα και η βιομάζα μετατρέπονται σε βιοέλαιο, το οποίο με τη σειρά του μπορεί να χρησιμοποιηθεί για σύγκausη, μία τεχνολογία με πολλά περιβαλλοντικά οφέλη που χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα, είτε να χρησιμοποιηθεί απευθείας ως καύσιμο σε ατμολέβητα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Στους κύκλους **αεριοποίησης** με βάση τον αέρα, η βιομάζα οξειδώνεται μερικώς με υποστοιχειομετρικές ποσότητες οξυγόνου, παρουσία ατμού, παρέχοντας ενέργεια για τη θερμική μετατροπή της υπόλοιπης βιομάζας σε αέρια και οργανικούς ατμούς. Για τη παραγωγή ηλεκτρισμού, τα καθαρισμένα αέρια της αεριοποίησης (αεριογόνο) τροφοδοτούνται απευθείας σε ένα λέβητα ή στο θάλαμο καύσης ενός βιομηχανικού ή τροποποιημένου αεροπορικού στροβίλου. Στους κύκλους έμμεσης αεριοποίησης χρησιμοποιείται εξωτερική πηγή θερμότητας, αντί για οξυγόνο, για να προσδώσει τη ενέργεια για την αεριοποίηση με ατμό υψηλής θερμοκρασίας του οργανικού μέρους της βιομάζας σε ατμό και αέρια.

Στην **αναερόβια χώνευση**, μετατρέπονται σε βιοαέριο συνήθως το 30-60% των εισαγόμενων στερεών. Τα συμπαράγόμενα είναι ένα αχώνευτο υπόλειμμα (λάσπη) και διάφορες υδατοδιαλυτές ουσίες. Η αναερόβια χώνευση της εξαιρετικά υγρής βιομάζας και των αποβλήτων είναι μία καθιερωμένη και εμπορικά δοκιμασμένη τεχνολογία. Το βιοαέριο, είτε αυτούσιο, είτε μετά από εμπλουτισμό με μεθάνιο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη παραγωγή θερμότητας και/ή ηλεκτρισμού μέσω μηχανών αερίου, ντίζελ ή διπλού καυσίμου σε ισχύ μέχρι 10 MW_e. Σήμερα, το 80% της παραγωγής βιοαερίου στις βιομηχανικές χώρες προέρχεται από εμπορικά εκμεταλλεύσιμους χώρους ταφής απορριμμάτων.

Η παραγωγή και χρήση αερίου καυσίμου που προκύπτει από αστικά απόβλητα μπορεί να αποτελέσει εναλλακτική λύση για ηλεκτροπαραγωγή. Παρακάτω παρουσιάζονται σχηματικά όλες οι τεχνολογίες ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα.



Εικόνα 17: Σύνοψη των μεθόδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα [32].

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αξιοποίησης της των αστικών απορριμμάτων και παράλληλα ένα σημαντικό έργο, από τα σπουδαιότερα παγκοσμίως, είναι ο σταθμός Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας από το βιοαέριο, που είναι εγκατεστημένο στο Χώρο Διάθεσης Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) στα Άνω Λιόσια, που εγκαινιάστηκε και τέθηκε σε λειτουργία το Σεπτέμβριο 2001. Το έργο αυτό, επιλύει το σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα στην περιοχή των Άνω Λιοσίων, ενώ εκμεταλλεύεται την έκλυση του βιοαερίου από τα απορρίμματα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, που επαρκεί για την ηλεκτροδότηση μιας πόλης 15.000 κατοίκων, αφού ο συγκεκριμένος σταθμός ΣΗΘ έχει ηλεκτρική ισχύ 14 MW_e και θερμική ισχύ 16,5 MW_{th}.

Τα απογεγραμμένα δασικά και γεωργικά υπολείμματα της χώρας ανέρχονται σε 10.000.000 τόνους το χρόνο περίπου. Εάν το 25% εξ αυτών μπορεί να αξιοποιηθεί σε συστήματα Συμπαραγωγής, τότε δημιουργείται ένα σημαντικό δυναμικό Συμπαραγωγής άνω των 400 MW_e.

Επειδή τα γεωργικά και δασικά υπολείμματα της χώρας είναι αποκεντρωμένα και διάσπαρτα σε όλη την χώρα, η εγκατάσταση μονάδων ΣΗΘ μικρής ισχύος, αποτελούν ιδανικές πηγές για αντιμετώπιση αναγκών τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης σε όλη τη χώρα, προωθώντας ένα τοπικό και περιφερειακό πλαίσιο ανάπτυξης.

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 250 kVA, η οποία αναλαμβάνει την εκκίνηση και την λειτουργία των πυρσών, καθώς και την ηλεκτροδότηση των εγκαταστάσεων και του κέντρου ελέγχου του σταθμού.

Θα πρέπει να υπογραμμιστεί, ότι η βιομάζα, από την ενεργειακή γεωργία ή των δασικών υπολειμμάτων, μπορεί να αξιοποιηθεί όχι μόνο σε αυτόνομους σταθμούς Συμπαραγωγής, αλλά και στους υφιστάμενους λιγνιτικούς σταθμούς της ΔΕΗ [32, 36].

5.8.1 Επιπτώσεις στην Ατμόσφαιρα

Η χρήση της βιομάζας για ηλεκτροπαραγωγή εμπεριέχει πολύπλοκα περιβαλλοντικά ζητήματα. Κατά τη χρήση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας παρουσιάζονται διάφορα προβλήματα, τα οποία είναι διαφορετικά ανάλογα με το είδος της βιομάζας.

Επίσης, παρουσιάζονται περιβαλλοντικά οφέλη σε σχέση με τη χρησιμοποίηση συμβατικών καυσίμων για παραγωγή ενέργειας. Το σημαντικότερο κομμάτι αναφορικά με τη χρήση της βιοσχύος είναι η μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας της μέσα από σύγχρονα συστήματα μετατροπής που μεγιστοποιούν την παραγόμενη ενέργεια και παράλληλα ελαχιστοποιούν τα υποπροϊόντα των διεργασιών μετατροπής.

Πιο συγκεκριμένα, οι επιπτώσεις (θετικές ή αρνητικές) από τη χρήση της βιοσχύος στην **ποιότητα του αέρα** είναι οι ακόλουθες:

- ⇒ Κατά τη δημιουργία της βιομάζας απορροφάται διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) από την ατμόσφαιρα, με συνέπεια τη μείωση της συγκέντρωσης του και τη **μείωση της επίτασης του φαινομένου του θερμοκηπίου**.
- ⇒ Η καύση της βιομάζας συνεπάγεται έκλυση CO_2 . Θεωρείται όμως ότι η βιομάζα έχει **ουδέτερη επίδραση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου**, καθώς η έκλυση CO_2 αντισταθμίζεται με την απορρόφηση του κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης για τη δημιουργία ισόποσης βιομάζας.
- ⇒ 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, μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες.
- ⇒ Όταν χρησιμοποιούνται **βιομηχανικά απόβλητα** για 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 χώνευση τους έχει μικρότερο ρυπαντικό φορτίο από τα αρχικά απόβλητα, καθώς οι πολύπλοκες οργανικές ενώσεις έχουν αποδομηθεί κατά τη διάρκεια της αναερόβιας χώνευσης.

- ⇒ **Μείωση εκπομπών διοξειδίου του θείου (SO₂):** Λόγω του ότι η συγκέντρωση θείου στη βιομάζα είναι μικρότερη από ότι στα ορυκτά καύσιμα, η έκλυση SO₂ κατά την καύση της είναι μικρότερη. Το SO₂ είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία του φαινομένου της όξινης βροχής. Συνεπώς, η καύση της βιομάζας έχει μικρότερη επίπτωση στο φαινόμενο της όξινης βροχής από ότι τα ορυκτά καύσιμα.
- ⇒ **Μείωση εκπομπών οξειδίων του αζώτου (NO_x):** Δοκιμή σύγκαισης βιομάζας σε αρκετούς σταθμούς άνθρακα παγκοσμίως έχουν επιδείξει ότι οι εκπομπές των NO_x μπορούν να σημειωθούν σε σχέση με τη λειτουργία μόνο με άνθρακα. Οι αυξημένες εκπομπές NO_x στην ατμόσφαιρα επηρεάζουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.
- ⇒ **Μείωση εκπομπών άνθρακα:** Η βιοσχύς θα μπορούσε να θεωρηθεί ως μία λύση ηλεκτροπαραγωγής που δεν διαταράσσει το ισοζύγιο του άνθρακα.
- ⇒ **Μείωση άλλων εκπομπών:** Το αέριο μεθάνιο που παράγεται στις χωματερές από την αποσύνθεση υλικού βιομάζας, αλλά και από την αποσύνθεση της ζωικής κοπριάς, είτε αυτή επιστρώνεται στο έδαφος, είτε αφήνεται ακάλυπτη σε στέρνες. Το μεθάνιο εκτονώνεται συνήθως κατ' ευθείας στον αέρα, αλλά μπορεί να συλλεχθεί και να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας σε μονάδες Συμπαραγωγής [43].

5.8.2 Οικονομικές Επιπτώσεις

Από τη χρήση της βιομάζας μπορεί να ωφεληθεί η ενεργειακή ασφάλεια των κρατών, εφόσον με τη διεύρυνση του φάσματος των πηγών τροφοδοσίας τους, οι χώρες οχυρώνονται, ενδυναμώνουν την οικονομία τους, και τελικά βελτιώνουν το εμπορικό τους ισοζύγιο. Ένα ακόμη σημαντικό όφελος, είναι η ανάπτυξη της αγροτικής οικονομίας, εφόσον η βιομάζα είναι ακριβή και οι εγκαταστάσεις μετατροπής της θα πρέπει να εδρεύουν σε κοντινή απόσταση από τις περιοχές διάθεσης της.

Η χρήση των υπολειμμάτων των καλλιεργειών ως καυσίμων για ηλεκτροπαραγωγή μπορεί να βελτιώσει τα οικονομικά της γεωργίας **μειώνοντας το κόστος απόρριψης και παρέχοντας εναλλακτικές πηγές εσόδων**. Οι ενεργειακές καλλιέργειες ανοίγουν μία νέα αγορά για τη γεωργία, που έχει το δυναμικό να αποτελέσει μια σταθερή πηγή εισοδήματος στην αγροτική οικονομία. 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

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. Πληθώρα στοιχείων 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. Όπως είναι αντιληπτό, η βιομάζα σαν μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας θα μπορούσε να επηρεάσει σε σημαντικό βαθμό την γενικότερη ενεργειακή πολιτική. Η ενεργειακή προώθηση της βιομάζας θα αποτελούσε ενδιαφέρουσα επενδυτική πρόταση για διάφορους δυνητικούς χρήστες Συμπααραγωγής.

Τα βιομηχανικά συγκροτήματα έχουν συνήθως ιδιαίτερα υψηλές απαιτήσεις σε θερμική και ηλεκτρική ενέργεια. Η δημιουργία μονάδων ΣΗΘ επικολημένων σε εργοστάσια που σχετίζονται με την επεξεργασία βιομάζας θα μπορούσε να ωφελήσει πολλαπλά. Μια βελτιστοποιημένη μέθοδος εφοδιαστικής (συλλογής - μεταφοράς - αποθήκευσης) μπορεί να εξασφαλίσει τις απαιτούμενες ποσότητες καύσιμης βιομάζας, ενώ η μετέπειτα οργανωμένη προώθηση της στη παραγωγή ενέργειας θα έδινε την δυνατότητα απεξάρτησης από τη ΔΕΗ και την σημαντικότερη οικονομία στην κατανάλωση ρεύματος. Με την εφαρμογή μάλιστα των τεχνολογιών ΣΗΘ, όχι μόνο η κατανάλωση θα ήταν μικρότερη, αλλά και ο τελικός ισολογισμός αγοράς-πώλησης ρεύματος στη ΔΕΗ μπορεί να βαίνει εις όφελος των επενδυτών, ενώ ταυτόχρονα η ΔΕΗ κάνει οικονομία σε σημαντικότερες ποσότητες παρεχόμενου ρεύματος.

Τα οφέλη που θα μπορούσαν να προέλθουν από την εκμετάλλευση της βιομάζας είναι πολλαπλά και μάλιστα στρατηγικής σημασίας. Τα βασικά αντικείμενα της ενεργειακής εκμετάλλευσης της βιομάζας που απασχόλησαν τα τελευταία χρόνια ήταν:

- ⇒ Μέθοδοι χημικής μετατροπής της βιομάζας σε καύσιμη ύλη.
- ⇒ Μέθοδοι πυρόλυσης και διάσπασης της βιομάζας.
- ⇒ Κατασκευή πρωτότυπων καυστήρων και θερμοεναλλακτών για καύση βιομάζας με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- ⇒ Εξέλιξη καυστήρων και στροβίλων για οικονομική εκμετάλλευση ενέργειας προερχόμενης από βιομάζα.
- ⇒ Επιλογές για υψηλής απόδοσης μετατροπή βιομάζας σε ενέργεια.
- ⇒ Εξελιγμένοι καυστήρες, φίλτρα και προστασία του περιβάλλοντος κατά την καύση δασικής και ζωικής βιομάζας.

5.8.3 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 μειώσει 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.

5.8.4 Τα Αίτια της Περιορισμένης Χρήσης ΣΗΘ με Βιομάζα στην Ελλάδα

Τα αίτια της περιορισμένης χρήσης ΣΗΘ με βιομάζα στην Ελλάδα συνοψίζονται στα ακόλουθα:

1. Οι φορείς της Τοπικής Αυτοδιοίκησης που είναι αποκεντρωμένοι, αγνοούν τις δυνατότητες και τα πλεονεκτήματα αξιοποίησης της βιομάζας, την οποία διαθέτουν ή μπορεί να παράγουν σε αφθονία.
2. Δεν υπήρξαν κίνητρα σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο.
3. Δεν υπήρξε η απαραίτητη και σε βάθος ενημέρωση, από πλευράς του Δημοσίου, όλων των ενδιαφερομένων. Δεν κατασκευάστηκαν επιδεικτικά έργα στη χώρα, τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για εκπαίδευση τεχνικών και ενημέρωση των ΟΤΑ, των στελεχών της Βιομηχανίας, των Γεωργικών Συνεταιρισμών, κ.λπ.
4. Δεν υπάρχει η αναγκαία κατάρτιση του τεχνικού προσωπικού σε θέματα Συμπαράγωγής με βιομάζα [22, 27, 30, 44].
5. Δεν υπήρξε, μέχρι πρόσφατα, το βασικό νομικό πλαίσιο*.

* **Υπουργική Απόφαση:** «Πίνακας Διατίμησης Δασικών Προϊόντων, διαχειριστικού έτους 2007» (ΦΕΚ Β90, 2007).

ΝΟΜΟΣ ΥΠ'ΑΡΙΘ. 3423: «Εισαγωγή στην Ελληνική Αγορά των Βιοκαυσίμων και των Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων» (ΦΕΚ Α304, 2006).

Υπουργική Απόφαση: «Οροι και διατυπώσεις που διέπουν την παραγωγή, διακίνηση, ανάμιξη και θέση σε ανάλωση του αυτούσιου βιοντίζελ», (ΦΕΚ Β4, 2006).

Υπουργική Απόφαση Αριθ. Δ1/Β/οικ. 8392: «Έγκριση κατανομής, για το έτος 2006, ποσότητας 91.000 χιλιόλιτρων αυτούσιου βιοντίζελ που υπόκεινται στο ειδικό φορολογικό καθεστώς των διατάξεων του άρθρου 78 παρ. 6 του ν. 2960/2001, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 15Α παρ. 5 του ν. 3054/2002, όπως ισχύει», (ΦΕΚ Β512, 2006).

Υπουργική Απόφαση 1726: «Διαδικασία προκαταρκτικής περιβαλλοντικής εκτίμησης και αξιολόγησης, έγκρισης περιβαλλοντικών όρων, καθώς και έγκρισης επέμβασης ή παραχώρησης δάσους ή δασικής έκτασης στα πλαίσιά της έκδοσης άδειας εγκατάστασης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας», (ΦΕΚ Β 552, 2003) [39, 55].

6. Δυσκολία στον προσδιορισμό των βασικών μεγεθών για οικονομικοτεχνικές αναλύσεις.
7. Έλλειψη ανταγωνιστικής τιμολογιακής πολιτικής. Το κόστος απόδοσης της βιομάζας μπορεί να είναι μέχρι και τριπλάσιο του κόστους του ηλεκτρισμού που παράγεται από ορυκτά καύσιμα. Για το λόγο αυτό οι επιχορηγήσεις μπορούν να καταστήσουν εφικτή την εφαρμογή μίας μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα.
8. Στη χρήση της βιομάζας για ηλεκτροπαραγωγή μεγάλη σημασία έχουν τα οικονομικά εμπόδια. Ένα μέρος του κόστους συνδέεται με τον κίνδυνο της αδοκίμαστης τροφοδοσίας με καύσιμο ή τεχνολογίας μετατροπής. Αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί με την εμπλοκή των μεγάλων, οικονομικά σταθερών εταιρειών ηλεκτρισμού, οι οποίες πάντως εστιάζουν στα τελικά κέρδη και είναι επιφυλακτικές με τις τεχνολογίες αβέβαιης βιωσιμότητας. Η κρατική βοήθεια αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην περίπτωση αυτή [22, 27, 43].

6

ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Στο κεφάλαιο 6 γίνεται εκτενής αναφορά στο νομοθετικό πλαίσιο διαφόρων χωρών της Ευρώπης σε σχέση με την προστασία του περιβάλλοντος και τη διαχείριση των απορριμμάτων, καθώς και παρουσίαση της ελληνικής νομοθεσίας στα ίδια θέματα. Τέλος, συγκρίνονται οι περιβαλλοντικές πολιτικές διαχείρισης, τα μέτρα και οι δράσεις της Ελλάδας με αυτές των άλλων χωρών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

7.1 Σουηδία

6.1.1 Γενικά Στοιχεία

Η Σουηδική περιβαλλοντική νομοθεσία αναθεωρήθηκε πλήρως τα τελευταία 7 έτη με την έκδοση του **Περιβαλλοντικού Κώδικα**, στον οποίο συγχωνεύτηκαν όλοι οι ισχύοντες νόμοι και κανονισμοί. Ο Περιβαλλοντικός Κώδικας έχει ως βασική αρχή τη βιώσιμη ανάπτυξη, με στόχο:

- ⇒ Την προστασία της δημόσιας υγείας, του περιβάλλοντος, καθώς και της φυσικής και πολιτιστικής κληρονομιάς.
- ⇒ Τη διατήρηση της βιοποικιλότητας.
- ⇒ Τη ορθολογική διαχείριση των πρώτων υλών και των φυσικών πόρων.
- ⇒ Την προώθηση της επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης υλικών από τα απόβλητα.

Στον περιβαλλοντικό κώδικα περιλαμβάνονται και άλλες βασικές αρχές, όπως η αρχή «**ο ρυπαίνων πληρώνει**», η προώθηση παραγωγής οικολογικών προϊόντων και η αρχή της πρόληψης της παραγωγής αποβλήτων. Ο κώδικας δεν περιλαμβάνει συγκεκριμένες προδιαγραφές, αφού αυτές καθορίζονται από επιμέρους διατάγματα.

Πιο συγκεκριμένα, ο Κώδικας αποτελείται από τα παρακάτω επτά μέρη:

1. Γενικές απαιτήσεις (στόχοι, πεδίο εφαρμογής, αρχές, περιβαλλοντικά πρότυπα ποιότητας, κριτήρια διαδικασιών λήψης αποφάσεων, κ.λπ).
2. Προστασία της φύσης (προστατευόμενες περιοχές, προστατευόμενα είδη χλωρίδας και πανίδας).

3. Απαιτήσεις συγκεκριμένων δραστηριοτήτων (δραστηριότητες που περικλείουν κίνδυνο, ρυπασμένοι χώροι, λατομεία, γενετική μηχανική, χημικά προϊόντα, ευθύνη παραγωγού αποβλήτων).
4. Μελέτη/εξέταση ειδικών θεμάτων και περιπτώσεων (αδειοδότηση, αναθεώρηση αποφάσεων, αρμοδιότητες τοπικής αυτοδιοίκησης, Ανώτερο Περιβαλλοντικό Δικαστήριο, κ.λπ).
5. Επιτήρηση (επιθεώρηση, έξοδα, αμοιβές, πρόσβαση).
6. Πρόστιμα (ποινές, στερήσεις, άλλες κυρώσεις).
7. Αποζημίωση (ασφάλεια).

Καινοτομίες του Κώδικα αποτελούν:

- ⇒ Η θέσπιση **Περιβαλλοντικών Προτύπων Ποιότητας**, (κατώτατα επιτρεπτά όρια ποιότητας του εδάφους, υδάτων και αέρα).
- ⇒ Η επιβολή κυρώσεων, σε περίπτωση πρόκλησης περιβαλλοντικής υποβάθμισης (άμεση επιβολή χρηματικού προστίμου).

Επιπρόσθετα, ένα άλλο καινοτόμο εργαλείο είναι τα **Κριτήρια Αξιολόγησης της Ποιότητας του Περιβάλλοντος**, τα οποία καθιστούν εφικτή τη σύνταξη αναφορών για το περιβάλλον, όπως απαιτείται από διεθνείς και άλλους οργανισμούς (Organisation for Economic Cooperation and Development-OECD, United Nations Environment Programme-UNEP, European Environmental Agency-EEA).

Τα κριτήρια αυτά αποτελούν ένα σύστημα ταξινόμησης που διευκολύνει την επεξεργασία των περιβαλλοντικών δεδομένων που προκύπτουν από μετρήσεις, ώστε να είναι εφικτός ο προσδιορισμός του βαθμού επίτευξης των στόχων που έχουν τεθεί, ο ρυθμός αποκατάστασης του περιβάλλοντος, κ.λπ.

6.1.2 Μέτρα και Δράσεις

Οι επενδύσεις που πραγματοποιούνται στη Σουηδία και αφορούν στη περιβαλλοντική διαχείριση, υλοποιούνται με διάφορες δράσεις όπως:

- ⇒ Σχεδιασμός προγραμμάτων προστασίας του περιβάλλοντος σε τοπικό επίπεδο.
- ⇒ Επιδότηση ιδιωτών για την προστασία του περιβάλλοντος, την εισαγωγή καθαρών τεχνολογιών και τη δημιουργία θέσεων εργασίας που έχουν ως αντικείμενο την προστασία του περιβάλλοντος (πράσινων θέσεων εργασίας).
- ⇒ Υιοθέτηση Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διαχείρισης από τις επιχειρήσεις και άλλους παραγωγικούς φορείς.
- ⇒ **Ενημέρωση – εκπαίδευση – ευαισθητοποίηση** σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης για το περιβάλλον, την ευθύνη του καταναλωτή, τις επιπτώσεις από την παραγωγή αποβλήτων, τις τεχνικές επεξεργασίας καθώς και τη νομοθεσία που διέπει τη διαχείριση των αποβλήτων, κ.λπ (Βραβείο Πράσινου Σχολείου).
- ⇒ Επιβολή φόρων που σχετίζονται με την ορθολογική διαχείριση των αποβλήτων (Πράσινοι φόροι).
- ⇒ Ενθάρρυνση της ανάπτυξης οικολογικής συνείδησης εκ μέρους των καταναλωτών (Πράσινη Καταναλωτική Πολιτική) [29, 40, 54].

6.2 Γερμανία

6.2.1 Γενικά Στοιχεία

Η Γερμανία υιοθέτησε **Εθνικό Πρόγραμμα Δράσης** για τον έλεγχο της παραγωγής των αποβλήτων από τη δεκαετία του 1970. Το 1972 τέθηκε σε ισχύ για πρώτη φορά νομοθετική πράξη για τη διάθεση των αποβλήτων, η οποία τροποποιήθηκε πολλές φορές, λαμβάνοντας υπόψη τις συνεχώς διαφοροποιούμενες ανάγκες και συνθήκες.

Το 1986 υιοθετήθηκε μία νέα νομοθετική πράξη για την πρόληψη και διαχείριση των αποβλήτων. Οι δράσεις της περιβαλλοντικής πολιτικής στηρίζονται στην αρχή της πρόληψης, καθώς και στην αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει». Πιο συγκεκριμένα, μέσω της περιβαλλοντικής νομοθεσίας προωθείται η πρόληψη και η ελαχιστοποίηση της παραγωγής των αποβλήτων. Επιπλέον, ο εκάστοτε υπεύθυνος πρόκλησης ρύπανσης επωμίζεται το κόστος αποκατάστασης του περιβάλλοντος.

Το περιβαλλοντικό νομοθετικό πλαίσιο της Γερμανίας καλύπτει όλα τα θέματα που άπτονται της παραγωγής και διαχείρισης των αποβλήτων. Παράλληλα, το νομοθετικό πλαίσιο επικαιροποιείται συνεχώς μέσω κανονιστικών ρυθμίσεων. **Τα όρια απόρριψης αποβλήτων σε χώρους διάθεσης είναι από τα πλέον αυστηρά σε ευρωπαϊκό επίπεδο.** Ιδιαίτερα για τα επικίνδυνα απόβλητα, σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι λόγω των πολύ αυστηρών ορίων απόρριψης και κατ' επέκταση του υψηλού κόστους επεξεργασίας και τελικής διάθεσης, μεγάλο ποσοστό της ποσότητας τους εξάγεται.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι εφαρμόζονται με επιτυχία διάφορα συστήματα διαχείρισης στερεών αποβλήτων όπως για παράδειγμα για τα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια, τα απόβλητα κατεδαφίσεων και οικοδομών, τις ηλεκτρικές στήλες - συσσωρευτές, τα αποσυρόμενα οχήματα, τα απόβλητα από ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές, κ.λπ. Ακόμη, έχουν αναπτυχθεί βάσεις δεδομένων για την καταχώρηση, επικαιροποίηση και επεξεργασία των στοιχείων αναφορικά με τις παραγόμενες ποσότητες αποβλήτων, τον αριθμό των χώρων τελικής διάθεσης, κ.λπ.

Για τη διαχείριση των αποβλήτων χρησιμοποιούνται επίσης σε ικανοποιητικό βαθμό και οικονομικά εργαλεία. Εφαρμόζεται σύστημα άμεσων και έμμεσων επιδοτήσεων με στόχο τη βελτίωση της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς του ιδιωτικού τομέα. Ιδιαίτερα οι μονάδες ολοκληρωμένης διαχείρισης και ασφαλούς τελικής διάθεσης αποβλήτων επιδοτούνται σε μεγάλο βαθμό. Η κυβέρνηση παρέχει επίσης οικονομική βοήθεια σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις με σκοπό τη μείωση της παραγωγής και του ρυπαντικού φορτίου των αποβλήτων τους.

Για παράδειγμα, είναι διαθέσιμα χαμηλότοκα δάνεια σε ποσοστό **μέχρι και 60%** του κόστους επένδυσης για υιοθέτηση καθαρών τεχνολογιών. Επιπλέον, η Γερμανική κυβέρνηση σε συνεργασία με το Σύνδεσμο των Βιομηχάνων παρέχει αφιλοκερδώς τεχνικές συμβουλές, σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις, με σκοπό τη μείωση της παραγωγής αποβλήτων.

Η Γερμανική περιβαλλοντική πολιτική ευνοεί τη σύναψη εθελοντικών συμφωνιών μεταξύ των βιομηχανιών και των ομοσπονδιακών κυβερνήσεων. Πιο συγκεκριμένα, υλοποιείται η Περιβαλλοντική Σύμβαση της Βαυαρίας, η οποία είναι μια εθελοντική συμφωνία που στοχεύει στην προστασία του περιβάλλοντος. Στα πλαίσια αυτά, τόσο οι βιομηχανικές μονάδες όσο και η τοπική κυβέρνηση έχουν θέσει συγκεκριμένους περιβαλλοντικούς στόχους και έχουν αναλάβει συγκεκριμένες υποχρεώσεις, πέρα από αυτές που επιβάλλονται νομοθετικά σε επίπεδο χώρας. Οι υποχρεώσεις αυτές των βιομηχανιών αναφορικά με τα απόβλητα περιλαμβάνουν την εφαρμογή ολοκληρωμένου σχεδίου περιβαλλοντικής διαχείρισης, τη διενέργεια περιβαλλοντικών επιθεωρήσεων, την υιοθέτηση συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης και ειδικότερα του **Eco-Management and Audit Scheme (EMAS)** κ.λπ.

Η κυβέρνηση της Γερμανίας παρέχει κίνητρα και διευκολύνσεις σε όλους όσους συμμετέχουν στην Περιβαλλοντική Σύμβαση της Βαυαρίας. Όπως:

- ⇒ Επιχορηγεί τις δράσεις αποκατάστασης και επανένταξης στο περιβάλλον ρυπασμένων χώρων (έχει δημιουργηθεί αποθεματικό ταμείο της τάξης των 50.000.000 Euro).
- ⇒ Παρέχει νομοθετικές διευκολύνσεις στις βιομηχανικές μονάδες που συμμετέχουν και εφαρμόζουν τη Σύμβαση.
- ⇒ Παρέχει διευκολύνσεις στις διαδικασίες ελέγχου και παρακολούθησης που πραγματοποιούνται από τις αρμόδιες αρχές, στις διαδικασίες αδειοδότησης και στις υποχρεώσεις για υποβολή εκθέσεων και αναφορών, στις βιομηχανίες που έχουν υιοθετήσει το σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης EMAS.

7.2.2 Δημοτικά στερεά απόβλητα

Οι κύριες αρχές της Γερμανικής περιβαλλοντικής πολιτικής όσον αφορά στα δημοτικά στερεά απόβλητα είναι:

- ⇒ Δημιουργία συστημάτων και δικτύων επιστροφής ανακτήσιμων υλικών συσκευασιών, κ.λπ. (take back systems).
- ⇒ Προώθηση της ανάκτησης υλικών και μείωση της ποσότητας που οδηγείται προς τελική διάθεση.
- ⇒ Ενσωμάτωση του κόστους για τη διαχείριση των δημοτικών αποβλήτων στην αρχική τιμή του προϊόντος.

Τα απόβλητα από τα υλικά συσκευασίας αποτελούν στη Γερμανία το 25% κατά βάρος και το 50% κατά όγκο των συνολικά παραγόμενων δημοτικών αποβλήτων. Μέσα στην προηγούμενη δεκαετία, η Γερμανική κυβέρνηση υιοθέτησε νομοθετική ρύθμιση για τη χρήση πλαστικών συσκευασιών χυμών. Σύμφωνα με τη ρύθμιση αυτή οι χυμοί επιτρέπεται να συσκευάζονται σε πλαστικές συσκευασίες, εφόσον οι παραγωγοί και οι διανομείς τους έχουν δημιουργήσει δίκτυο συλλογής των κενών συσκευασιών. Με παρόμοια ρύθμιση έχει δημιουργηθεί και σύστημα επιστροφής γυάλινων συσκευασιών. Επιπλέον, έχει υιοθετηθεί ρύθμιση που αφορά στην οικολογική σήμανση των συσκευασιών χυμών και η οποία έχει ως στόχο την ενθάρρυνση των καταναλωτών για αγορά προϊόντων φιλικών προς το περιβάλλον.

Γενικά, η νομοθεσία για τα υλικά συσκευασίας βασίζεται στην αρχή της υπευθυνότητας των παραγωγών και διανομέων, οι οποίοι υποχρεώνονται να εγκαταστήσουν συστήματα συλλογής, διαλογής, ανάκτησης και ανακύκλωσης των αποβλήτων από τις συσκευασίες. Τα υπολείμματα από τις διεργασίες ανάκτησης καθώς και υλικά συσκευασίας που για οποιοδήποτε λόγο δεν επιστρέφονται στους παραγωγούς – διανομείς υφίστανται τελική διάθεση με ευθύνη των Δημοτικών Αρχών.

Για τη χρηματοδότηση της συλλογής και της περαιτέρω επεξεργασίας των αποβλήτων, δημιουργήθηκε αποθεματικό μέσω προσαύξησης της τιμής κάθε συσκευασίας, η οποία καλύφθηκε από τους παραγωγούς των προς συσκευασία προϊόντων (ανάλογα με την ποσότητα των συσκευασιών που χρησιμοποιεί ο παραγωγός – διανομέας, καταβάλλει την αντίστοιχη προσαύξηση στο αποθεματικό ταμείο). Επιπλέον, οι ιδιωτικές πρωτοβουλίες που αφορούν σε θέματα ανακύκλωσης συσκευασιών επιχορηγούνται από την κυβέρνηση.

Οκτώ εκατομμύρια τόνοι δημοτικών αποβλήτων οδηγούνται προς ανάκτηση και ανακύκλωση σε ετήσια βάση (μέσω ιδιωτικού συστήματος συλλογής, επεξεργασίας και τελικής διάθεσης το οποίο λειτουργεί παράλληλα με το υφιστάμενο δημοτικό σύστημα). **Το σύστημα αυτό καλείται ‘Διαδικό Γερμανικό Σύστημα’ (Duales System Deutschland – DSD).** Στα πλαίσια του συστήματος αυτού, έχουν τεθεί ποσοτικοί στόχοι για τη συλλογή και επεξεργασία των διαφόρων υλικών, οι οποίοι είναι: γυαλί 75%, κασσίτερος 70%, αλουμίνιο 60%, χαρτί / χαρτόνι 70%, συνθετικά υλικά 60%, πλαστικό 60%, κ.λπ.

Το σύστημα περιλαμβάνει τη διαδικασία «πράσινης σήμανσης» σύμφωνα με την οποία κάθε υλικό συσκευασίας που προορίζεται για συλλογή και ανάκτηση μετά τη χρήση του φέρει τη σήμανση αυτή. Ο παραγωγός για να επιτύχει τη σήμανση των προϊόντων του χρειάζεται να πληρώσει 0,1 Euro για κάθε τεμάχιο υλικού συσκευασίας που χρησιμοποιεί, ποσό το οποίο διατίθεται από το φορέα χορήγησης της πράσινης σήμανσης για κάλυψη του κόστους συλλογής και περαιτέρω διαχείρισης των υλικών αυτών.

Οι καταναλωτές υποχρεούνται να διαχωρίζουν τα απορρίμματα τους και να τοποθετούν τα υλικά συσκευασίας σε ειδικούς κάδους συλλογής – προσωρινής αποθήκευσης, ανά είδος. Μέσα στην προηγούμενη δεκαετία, η νομοθετική ρύθμιση για τα υλικά συσκευασίας τροποποιήθηκε με σκοπό να γίνει περισσότερο αποτελεσματική η προσπάθεια για ελαχιστοποίηση των παραγόμενων ποσοτήτων υλικών συσκευασίας καθώς και για να προωθηθεί η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση των υλικών αυτών.

Επιπλέον, οι αρμόδιες Αρχές έχουν εισάγει την υποχρέωση προκαταβολής για τη χρήση οικολογικά επισφαλών τύπων συσκευασίας ποτών. Το μέτρο αυτό περιλαμβάνει την επιβολή τέλους στους παραγωγούς που συσκευάζουν τα προϊόντα τους σε γυάλινα/πλαστικά μπουκάλια και μεταλλικά κουτιά τα οποία δεν ανακυκλώνονται, το οποίο ανέρχεται σε 0,25 Euro ανά περιέκτη με χωρητικότητα μικρότερη των 1,5 λίτρων και σε 0,5 Euro για μεγαλύτερη χωρητικότητα.

Οι πολίτες έχουν πολύ σημαντικό ρόλο στη λειτουργία του DSD, καθώς αυτό λειτουργεί παράλληλα με το δημοτικό σύστημα συλλογής απορριμμάτων για τη λειτουργία του οποίου τα νοικοκυριά χρεώνονται με πάγιο δημοτικό τέλος. Αυτό σημαίνει πως η συμμετοχή των πολιτών στο πρόγραμμα της DSD προκύπτει από προσωπική πρωτοβουλία και ευαισθητοποίηση, καθώς δεν υπάρχει κίνητρο μείωσης του δημοτικού τέλους που καταβάλλουν στους Δήμους. Σημαντικό στοιχείο για την επιτυχή εφαρμογή του συστήματος DSD είναι τα προγράμματα ενημέρωσης του κοινού.

Βασικό μειονέκτημα του DSD είναι η μονοπωλιακή φύση του απέναντι στους παραγωγούς. Αυτό σημαίνει πως το κόστος συμμετοχής στο σύστημα DSD και χρήσης της 'Πράσινης Σήμανσης' είναι υψηλότερο από αυτό που θα επιβαλλόταν εάν κάποια άλλη εταιρεία είχε παρόμοια δραστηριότητα στο χώρο. Επίσης, οι πολίτες επωμίζονται διπλό κόστος αφού πληρώνουν και δημοτικά τέλη και επωμίζονται το κόστος της προσαύξησης των προϊόντων από τους παραγωγούς που συμμετέχουν στο σύστημα DSD.

Εκτιμάται ότι η λειτουργία του DSD επιβαρύνει κάθε πολίτη με ποσό της τάξης των 50DM (25,6 Ευρώ)/χρόνο, χωρίς να μπορούν παράλληλα να απαλλαγούν από το τέλος που καταβάλλουν στο δήμο για την λειτουργία του δημοτικού συστήματος διαχείρισης των αποβλήτων.

Ένα σημαντικό στοιχείο για το DSD είναι ότι απαιτεί την πλήρη συνεργασία και αξιοπιστία των εμπλεκόμενων. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από το ότι το σύστημα οδηγήθηκε στα πρόθυρα αποτυχίας όταν ορισμένοι από τους εμπλεκόμενους φορείς δεν συνεργάζονταν.

Πιο συγκεκριμένα, πολλοί χρήστες συσκευασιών δεν δήλωναν τις ακριβείς ποσότητες των υλικών που χρησιμοποιούσαν προκειμένου να πληρώνουν χαμηλότερο χρηματικό αντίτιμο συμμετοχής, ενώ οι υπεύθυνοι λειτουργίας του DSD, κατέβαλλαν προς τις εταιρείες που είχαν αναλάβει τη διαχείριση των υλικών, χρηματικά ποσά που αντιστοιχούσαν στις πραγματικά παραγόμενες ποσότητες υλικών. Επιπλέον, οι εταιρείες ανακύκλωσης που ιδρύθηκαν από τους παραγωγούς δεν ανακύκλωναν τα υλικά σύμφωνα με τις εγκεκριμένες τεχνικές προδιαγραφές, γεγονός που οδήγησε τους υπευθύνους του συστήματος DSD να χρηματοδοτήσουν τη μεταφορά ορισμένων υλικών (κυρίως πλαστικών) στο εξωτερικό (Ευρώπη, Κίνα, Πακιστάν) [29, 40, 54].

6.3 Δανία

6.3.1 Γενικά Στοιχεία

Το Εθνικό Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα της Δανίας ονομάζεται Waste 21. Το πρόγραμμα αυτό περιγράφει το σύστημα διαχείρισης των αποβλήτων στη χώρα, δίνει στοιχεία για την υφιστάμενη κατάσταση, για τις πρωτοβουλίες, τις εθελοντικές συμφωνίες, τα κίνητρα που εφαρμόζονται, κ.λπ. Βασική αρχή του προγράμματος είναι η ενεργή συμμετοχή των πολιτών και των επιχειρήσεων στα διάφορα συστήματα διαχείρισης των αποβλήτων. Το σύστημα της περιβαλλοντικής διαχείρισης της χώρας διέπεται από τις παρακάτω αρχές:

1. Ευθύνη των τοπικών Συμβουλίων: Η διαχείριση των οικιακών, εμπορικών και βιομηχανικών αποβλήτων είναι ευθύνη των τοπικών αρχών.
2. Προώθηση της διαλογής στην πηγή: Έχουν ήδη τεθεί σε ισχύ συστήματα διαλογής - συλλογής στην πηγή για ορισμένα ανακυκλώσιμα υλικά που χρησιμοποιούνται ευρέως τόσο από τους πολίτες μεμονωμένα όσο και από τις επιχειρήσεις.

3. Οργάνωση φορέων διαχείρισης: Οι τοπικές αρχές έχουν την ευχέρεια να συνεργάζονται μεταξύ τους, ή με κρατικές ή ιδιωτικές εταιρείες, με σκοπό τη δημιουργία φορέα που θα έχει την ευθύνη για την ορθολογική εφαρμογή διαχειριστικών συστημάτων.
4. Εφαρμογή δημοτικών διαχειριστικών σχεδίων: Η διαχείριση των οικιακών αποβλήτων διενεργείται άμεσα από τις Τοπικές Αρχές ή από ιδιωτικές εταιρείες που έχουν συνάψει σύμβαση με τις Αρχές, ενώ η διαχείριση των βιομηχανικών και εμπορικών αποβλήτων συνήθως ανατίθεται αποκλειστικά από τις Τοπικές Αρχές σε ιδιωτικές εταιρείες, μέσω σύναψης συμβάσεων. Σε πολλές περιπτώσεις, κατά τις οποίες η ανακύκλωση εφαρμόζεται από ιδιωτικές εταιρείες, παρατηρείται και άμεση παρέμβαση εκ μέρους των διαδημοτικών εταιρειών έτσι ώστε να διασφαλίζεται η σωστή λειτουργία του προγράμματος. Όσο αφορά στις μονάδες θερμικής επεξεργασίας καθώς και χώρους διάθεσης αποβλήτων, η λειτουργία τους αποτελεί συνήθως αρμοδιότητα των δημοτικών αρχών.
5. Έλεγχος της διασυνοριακής μεταφοράς: Την ευθύνη για έλεγχο της διασυνοριακής μεταφοράς έχει η Υπηρεσία Περιβάλλοντος της Δανίας σε συνεργασία με τα συμβούλια των δήμων και της περιφέρειας. Στην παρακολούθηση και τον έλεγχο των κανονισμών και των διασυνοριακών μεταφορών εμπλέκεται η αστυνομία και τα τοπικά συμβούλια. Τα περιφερειακά συμβούλια είναι υπεύθυνα για την επίβλεψη των εισαγωγών των αποβλήτων από τις διάφορες εταιρείες.

Με στόχο την εφαρμογή του προγράμματος Waste 21, απαιτείται η λήψη διαφόρων πρωτοβουλιών. Ορισμένα παραδείγματα των θεματικών πεδίων στα οποία είναι δυνατόν να αναπτυχθούν πρωτοβουλίες δίνονται παρακάτω:

⇒ Πρόληψη των αποβλήτων: Τίθεται στόχος έτσι ώστε η συνολικά παραγόμενη ποσότητα των αποβλήτων σε ετήσια βάση να παραμένει σταθερή.

Η συλλογή στοιχείων αναφορικά με τις παραγόμενες ποσότητες και την ποιότητα των αποβλήτων καθώς και η ύπαρξη σχετικών στατιστικών στοιχείων αποτελεί τη βάση για την ανάπτυξη στρατηγικών για την ορθολογική τους διαχείριση.

⇒ Τεχνολογική ανάπτυξη: Η βελτίωση των μεθόδων διαχείρισης των αποβλήτων απαιτεί την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών. Η ανάπτυξη τεχνογνωσίας αποτελεί προτεραιότητα για τη χώρα.

⇒ Επιβολή ειδικών τελών: Η επιβολή τελών διαχείρισης αποβλήτων αποτελεί κίνητρο για την προώθηση της ανακύκλωσης, επαναχρησιμοποίησης και ανάκτησης.

⇒ Αποτέφρωση αποβλήτων: Οι απαιτήσεις για μονάδες μεγάλης δυναμικότητας, οι ισχύουσες διατάξεις για ενεργειακή πολιτική καθώς και οι αυξημένες περιβαλλοντικές απαιτήσεις αποτελούν κίνητρο για τη συνεργασία μεταξύ των τοπικών, περιφερειακών και εθνικών Αρχών.

Αρμόδιοι φορείς για τα θέματα περιβαλλοντικής διαχείρισης είναι οι τοπικές αρχές, οι οποίες υποχρεούνται να ετοιμάζουν 4-ετή και 12-ετή σχέδια διαχείρισης των αποβλήτων. Οι τοπικές αρχές είναι επίσης υπεύθυνες για την τήρηση αρχείου με πληροφορίες σχετικές με τις παραγόμενες ποσότητες αποβλήτων, την ποιότητα τους καθώς και τις τεχνικές διαχείρισής τους.

6.3.2 Δημοτικά Στερεά Απόβλητα

Βασική προτεραιότητα αποτελεί η ανάκτηση ενέργειας και του οργανικού κλάσματος των οικιακών αποβλήτων, μέσω λειτουργίας μονάδων αναερόβιας χώνευσης – σταθεροποίησης και κομποστοποίησης, αντίστοιχα. Η προώθηση της αναερόβιας χώνευσης με παραγωγή βιοαερίου αποτελεί βασικό στόχο της εθελοντικής συμφωνίας μεταξύ του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας, του Εθνικού Οργανισμού Τοπικών Αυτοδιοικήσεων, της πόλης της Κοπεγχάγης και του Δήμου του Frederiksberg. Ο στόχος της περιβαλλοντικής πολιτικής είναι η δημιουργία κινήτρων ώστε τα απόβλητα να οδηγούνται για ανακύκλωση ή ανάκτηση ενέργειας [29, 40, 54].

6.4 Ηνωμένο Βασίλειο

6.4.1 Γενικά Στοιχεία

Το πρόγραμμα διαχείρισης των αποβλήτων στην Αγγλία, θέτει τις βάσεις και καθορίζει τα αναγκαία μέτρα με στόχο την ορθολογική διαχείριση των αποβλήτων σε εθνικό επίπεδο, (UK Environment Agency, 2001). Πιο αναλυτικά, περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- ⇒ Πρόγραμμα δράσης για την αποτελεσματική διαχείριση των αποβλήτων και χρήση των φυσικών πόρων, με προτεραιότητα την επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση των υλικών.
- ⇒ Πιλοτικό πρόγραμμα συμμετοχής του κοινού σε διάφορα δίκτυα συλλογής και ανακύκλωσης προϊόντων.
- ⇒ Προγράμματα μείωσης της παραγωγής των βιομηχανικών αποβλήτων.
- ⇒ Μέτρα για την προώθηση της αναγέννησης χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων.

⇒ Προγράμματα ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης του κοινού σε θέματα περιβαλλοντικής διαχείρισης.

Η παρακολούθηση της εφαρμογής της στρατηγικής αυτής πραγματοποιείται από ειδική επιτροπή η οποία έχει συγκροτηθεί ειδικά για το σκοπό αυτό. Τα διάφορα εργαλεία και πρωτοβουλίες που εφαρμόζονται για την επίτευξη των στόχων που έχει θέσει η Βρετανική Κυβέρνηση μέσω του προγράμματος διαχείρισης είναι τα εξής, (UK Environment Agency, 2001):

⇒ Μέσω του Προγράμματος δράσης για τα απόβλητα και τους φυσικούς πόρους, στο οποίο συμμετέχουν το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Τροφίμων και το Υπουργείο Βιομηχανίας και Εμπορίου αναπτύσσεται μια σειρά από δραστηριότητες που αφορούν στη διαχείριση των αποβλήτων. Οι δραστηριότητες αυτές έχουν ως στόχο:

1. Την προώθηση της ερευνητικής δραστηριότητας στον τομέα της περιβαλλοντικής επιστήμης και τεχνολογίας.
2. Την ανάπτυξη αγορών με στόχο την προώθηση ανακυκλώσιμων προϊόντων.
3. Το σχεδιασμό και ανάπτυξη βάσεων δεδομένων με στόχο τη διαχείριση πληροφοριών σχετικών με τις παραγόμενες ποσότητες αποβλήτων.
4. Την ανάπτυξη προγραμμάτων με στόχο την ενημέρωση, εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση του κοινού σε διάφορα περιβαλλοντικά θέματα.

⇒ Προωθούνται οι **εθελοντικές πρωτοβουλίες** με στόχο την ανάληψη της ευθύνης της παραγωγής των αποβλήτων από τους ίδιους τους παραγωγούς.

⇒ Προωθείται η **ανάπτυξη και εφαρμογή βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών** και η παραγωγή προϊόντων φιλικών προς το περιβάλλον.

⇒ Προωθείται η συνεργασία με την Υπηρεσία Περιβάλλοντος και άλλους φορείς με στόχο τη συλλογή στοιχείων αναφορικά με την παραγωγή και διάθεση των επικινδύνων αποβλήτων.

6.4.2 Δημοτικά Οικιακά Απόβλητα

Σύμφωνα με το Σχέδιο Διαχείρισης των οικιακών αποβλήτων, την ευθύνη για την εφαρμογή των δράσεων που αφορούν στη διαχείριση των αποβλήτων αυτών, έχουν οι Τοπικές Αρχές. Βασικός στόχος του Σχεδίου είναι η ελαχιστοποίηση της παραγόμενης ποσότητας οικιακών αποβλήτων, η προώθηση της αξιοποίησης του οργανικού υλικού καθώς και η ανάπτυξη συστημάτων ανάκτησης υλικών, (UK Environment Agency, 2001).

Για την ορθολογική διαχείριση των οικιακών αποβλήτων έχουν ληφθεί από τη Βρετανική κυβέρνηση μια σειρά από μέτρα που αποσκοπούν στην αύξηση του ποσοστού ανάκτησης, ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης υλικών και μείωσης αντίστοιχα του ποσοστού αποβλήτων που οδηγούνται σε χώρους τελικής διάθεσης. Ενδεικτικά αναφέρονται:

- ⇒ Επιβολή ειδικών τελών για την απόθεση οικιακών αποβλήτων σε χώρους τελικής διάθεσης.
- ⇒ Περιορισμός στον αριθμό αδειών που εκδίδονται για απόθεση αποβλήτων σε χώρους διάθεσης.
- ⇒ Μέρος του ποσού που συγκεντρώνεται από την καταβολή τελών για τη διάθεση αποβλήτων χρησιμοποιείται για τη χρηματοδότηση προγραμμάτων με σκοπό την ανάπτυξη νέων τεχνικών και τεχνολογιών διαχείρισης των οικιακών αποβλήτων.

Δεν έχει συσταθεί ενιαίος φορέας για τη διαχείριση των οικιακών αποβλήτων στην Αγγλία. Η διαχείριση ανήκει στις δραστηριότητες των Τοπικών Αρχών και υποβοηθείται από την κυβέρνηση με την προώθηση μέτρων και εργαλείων προκειμένου για την αύξηση του ποσοστού ανάκτησης, ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης [29, 40, 54].

6.5 Ολλανδία

6.5.1 Γενικά Στοιχεία

Νομοθετικά Εργαλεία

Στο άρθρο 21 του Ολλανδικού Συντάγματος αναφέρεται ότι «η κυβέρνηση φροντίζει για την ποιότητα διαβίωσης και την προστασία του περιβάλλοντος». Η περιβαλλοντική πολιτική της Ολλανδίας καθορίζεται από το Εθνικό Σχέδιο Περιβαλλοντικής Πολιτικής (**National Environmental Policy Plan – NEPP**). Σε αυτό προσδιορίζονται τα περιβαλλοντικά θέματα που πρέπει να εξετασθούν, οι στόχοι που πρέπει να υλοποιηθούν και παρέχεται το πλαίσιο για την ανάπτυξη της αντίστοιχης περιβαλλοντικής νομοθεσίας.

Λόγω της ύπαρξης επιμέρους νομοθετημάτων που αφορούσαν συγκεκριμένα θέματα περιβάλλοντος, εκδόθηκε η Αρχή Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (Environmental Management Act – EMA), με σκοπό την ενοποίηση, ομοιομορφία και ολοκλήρωση της περιβαλλοντικής νομοθεσίας. Σε αυτήν συγχωνεύτηκαν και διάφορες παλαιότερες νομοθετικές διατάξεις, όπως η Αρχή Περιβαλλοντικής Προστασίας του 1979, η Αρχή Απόβλητων Ουσιών κ.α., (VROM, 1995).

Αρμόδιοι Φορείς

Η περιβαλλοντική διαχείριση γίνεται από το Υπουργείο Οικισμού, Χωροταξίας και Περιβάλλοντος (Ministry of Housing, Planning and Environment – Volkshuisvesting, Ruimtelijke, Ordening, Milieubeheer en Rijkshuisvesting – VROM) και κατά τομέα από τα συναρμόδια Υπουργεία:

- ⇒ Οικονομίας, που είναι υπεύθυνο για την ενεργειακή και βιομηχανική πολιτική και την ενσωμάτωση της περιβαλλοντικής πολιτικής στην οικονομική πολιτική.
- ⇒ Γεωργίας, Διαχείρισης της Φύσης και Αλιείας, που είναι υπεύθυνο για τη γενική πολιτική καθώς και τη νομοθεσία διατήρησης και προστασίας της φύσης.
- ⇒ Μεταφορών, Δημοσίων Έργων και Διαχείρισης Ύδατος, που είναι υπεύθυνο για τις συγκοινωνίες, μεταφορές και τα ύδατα (παραγωγή πόσιμου νερού), ποτάμια, κανάλια, θάλασσα, λίμνες κλπ.
- ⇒ Εξωτερικών, που είναι υπεύθυνο για το συντονισμό διεθνών θεμάτων της Ολλανδικής περιβαλλοντικής πολιτικής και ελέγχει 10% των κυβερνητικών περιβαλλοντικών πόρων.

Για την ολοκληρωμένη ενσωμάτωση της περιβαλλοντικής πολιτικής σε όλες τις κυβερνητικές πράξεις, πρόσθετα με τα παραπάνω Υπουργεία, όλα τα κυβερνητικά όργανα και φορείς είναι επιφορτισμένα με περιβαλλοντικές υπευθυνότητες. Η ενσωμάτωση επιτυγχάνεται μέσω σύστασης κυβερνητικών Επιτροπών. Ενδεικτικά αναφέρονται:

1. Η Κοινοβουλευτική Επιτροπή Οικισμού, Χωροταξίας και Περιβάλλοντος τροποποιεί και αναθεωρεί το Εθνικό Σχέδιο Περιβαλλοντικής Πολιτικής και στην οποία είναι υπόλογο το Υπουργείο Κατοικίας, Χωροταξίας και Περιβάλλοντος.
2. Οι διατομεακοί σύνδεσμοι του Υπουργείου Οικισμού, Χωροταξίας και Περιβάλλοντος είναι υπεύθυνοι για τη βελτίωση της εσωτερικής επικοινωνίας.
3. Η Διυπουργική Συμβουλευτική Επιτροπή των συναρμόδιων υπουργείων και του Πρωθυπουργικού Γραφείου που ετοιμάζει τις αποφάσεις πολιτικής του Εθνικού Σχεδίου Περιβαλλοντικής Πολιτικής.
4. Η Εθνική Επιτροπή Περιβάλλοντος παρέχει τεχνικές συμβουλές και γνωμοδοτεί στο Υπουργικό Συμβούλιο (αποτελείται από υπαλλήλους υψηλών θέσεων όλων των συναρμόδιων υπουργείων).
5. Το Συμβούλιο Περιβαλλοντικής Διαχείρισης και το Κοινωνικο-Οικονομικό Συμβούλιο έχουν συμβουλευτικές υπευθυνότητες στην περιβαλλοντική πολιτική.

6. Η Επιτροπή Περιβαλλοντικής Εξέτασης που είναι υπεύθυνη για τη διεξαγωγή ενός περιβαλλοντικού ελέγχου όλων των τομεακών πολιτικών και κυβερνητικών πράξεων «έλεγχος εφαρμογής και επιβολής της περιβαλλοντικής πολιτικής και νομοθεσίας».

Περιβαλλοντική Διαχείριση – Στόχοι

Η μεγαλύτερη πρόοδος αναφορικά με τη διαχείριση των αποβλήτων, παρατηρείται στον τομέα της επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης, αφού το 55% όλων των αποβλήτων στην Ολλανδία ανακυκλώνεται. Η Ολλανδική περιβαλλοντική πολιτική καθορίζει ποσοτικούς στόχους για τα «ρεύματα αποβλήτων προτεραιότητας» που αναλογούν για το 70% όλων των αποβλήτων και είναι:

- ⇒ Αποσυρόμενα οχήματα
- ⇒ Συσκευασίες
- ⇒ Πλαστικά
- ⇒ Απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις

Επιπρόσθετα, για πολλά ρεύματα αποβλήτων υφίσταται η αρχή της ευθύνης του παραγωγού, που τους καθιστά υπεύθυνους για τη συλλογή, ανακύκλωση και ασφαλή διάθεση των αποβλήτων που παράγουν. Επίσης εφαρμόζεται η ανάλυση κύκλου ζωής προϊόντος κατά το σχεδιασμό και την παραγωγή του και παρέχονται πληροφορίες στους καταναλωτές μέσω της σήμανσης των προϊόντων.

Το Πολυετές Σχέδιο Διάθεσης Επικινδύνων Αποβλήτων θέτει τους στόχους της διαχείρισης αυτών των αποβλήτων και παρέχει το πλαίσιο για την αδειοδότηση των αντίστοιχων εγκαταστάσεων. Οι στόχοι περιλαμβάνουν την πρόληψη της ρύπανσης, αύξηση της ανακύκλωσης υλικών, βελτιωμένη επεξεργασία, επίτευξη αυτάρκειας ως προς τη διαχείριση των αποβλήτων εντός χώρας (εξάλειψη της ανάγκης για εξαγωγή αποβλήτων προς διάθεση σε άλλες χώρες: 36% των αποβλήτων προς αποτέφρωση εξήχθησαν σε άλλες χώρες).

Οι περιβαλλοντικοί στόχοι αναφορικά με τα είδη των επικινδύνων αποβλήτων εστιάζουν σε «ουσίες προτεραιότητας», όπως τα βαρέα μέταλλα, οι διοξίνες, οι αρωματικοί πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες και τα λεπτόκοκκα σωματίδια που θα πρέπει να μειωθούν περαιτέρω. Παραδείγματα διαχείρισης των επικινδύνων αποβλήτων είναι:

1. Τα επίπεδα καδμίου και υδραργύρου μειώνονται με σημαντικούς ρυθμούς, ενώ έχουν σταθεροποιηθεί τα επίπεδα χαλκού, χρωμίου, νικελίου και ψευδαργύρου
2. Τα επίπεδα των αρωματικών πολυκυκλικών υδρογονανθράκων, των διοξινών και των λεπτόκοκκων σωματιδίων μειώνονται, κυρίως εξαιτίας των μέτρων που έλαβαν οι τομείς βιομηχανίας, ενέργειας και αποτέφρωσης αποβλήτων.

Η Ολλανδική κυβέρνηση συνέταξε λίστα με τους ρυπασμένους χώρους σύμφωνα με την οποία 110.000 χώροι χρήζουν περαιτέρω εξέτασης. Τα στοιχεία συγκεντρώθηκαν από καταγραφή που έχει διενεργηθεί από κάθε περιφέρεια. Συνολικά έχουν αποκατασταθεί γύρω στους 1.000 χώρους με κόστος 900 εκ. Euro. Η αποκατάσταση όλων των χώρων εκτιμάται ότι θα διαρκέσει 50 έτη.

Αδειοδότηση

Η διαδικασία αδειοδότησης, μέχρι πρότινος, εφαρμοζόταν από τις περιφερειακές και Τοπικές Αρχές, αλλά λόγω της αναποτελεσματικότητας που παρατηρήθηκε, το Υπουργείο Οικισμού, Χωροταξίας και Περιβάλλοντος ανέλαβε την ορθή εφαρμογή και επίβλεψη της διαδικασίας αυτής. Επίσης, θεσπίστηκε η χορήγηση μιας μόνο άδειας που να καλύπτει όλες τις λειτουργίες των εγκαταστάσεων.

Οικονομικά Εργαλεία

Όσον αφορά στα οικονομικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται στην Ολλανδία για τη χάραξη και ενίσχυση της περιβαλλοντικής πολιτικής είναι:

- ⇒ Επιδοτήσεις για περιβαλλοντικές επενδύσεις, σε θέματα άμεσης προτεραιότητας, όπως η διαχείριση των PCBs και η εξοικονόμηση ενέργειας.
- ⇒ Επιβολή τελών για την απόρριψη αποβλήτων και την επιβάρυνση των φυσικών αποδεκτών, τα οποία αποδείχθηκαν πολύ επιτυχές μέτρο, αφού οδήγησαν στη μείωση της ποσότητας των απορριπτόμενων αποβλήτων και χρηματοδότησε τα μισά τουλάχιστον κεφάλαια των κυβερνητικών επενδύσεων σε θέματα περιβάλλοντος (π.χ. τα χρηματικά ποσά από το τέλος ρύπανσης επιφανειακών υδάτων χρηματοδότησαν την επέκταση του αποχετευτικού συστήματος).
- ⇒ Επιβολή «πράσινων φόρων» σε προϊόντα και υπηρεσίες, οι οποίοι εφαρμόζονται περισσότερο ως μέτρο βελτίωσης της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς και λιγότερο για την συγκέντρωση κεφαλαίων για περιβαλλοντικές επενδύσεις. Η επιβολή των φόρων αυτών γίνεται με μεγάλη προσοχή και στοχεύει έμμεσα στην εξάλειψη μη ορθολογικών πρακτικών (π.χ. μειωμένοι φόροι σε αυτοκίνητα με καταλύτες σε συνδυασμό με αυξημένους φόρους στην βενζίνη με μόλυβδο, με στόχο τη χρήση καταλυτικών οχημάτων, φόροι για την τελική διάθεση των αποβλήτων, με στόχο την εξάλειψη του φαινομένου της ανεξέλεγκτης απόρριψης, κ.λπ).
- ⇒ Καθορισμός οικονομικής ευθύνης και παροχή κινήτρων. Στην περίπτωση αυτή, τα δικαστήρια επιβάλλουν πρόστιμα σε όσους προκαλούν ρύπανση του περιβάλλοντος, ενώ οι ασφαλιστικές εταιρείες προσφέρουν κάλυψη και για υποβάθμιση του περιβάλλοντος (είτε σταδιακή ή από ατύχημα). Επιπρόσθετα δημιουργήθηκαν προνομιακοί όροι για τη βιομηχανία, επιτρέποντας γρηγορότερη απόσβεση για συγκεκριμένες επενδύσεις. Ακόμη, ορισμένες επενδύσεις περιβαλλοντικού χαρακτήρα επιδέχονται φοροαπαλλαγή. Τέλος η Ολλανδική κυβέρνηση σχεδιάζει φορολογικές ελαφρύνσεις για όσους προβαίνουν σε περιβαλλοντικά φιλικές δραστηριότητες.

Οι περιβαλλοντικές επενδύσεις γίνονται από δημόσιους φορείς σε ποσοστό 64%, από ιδιωτικές επιχειρήσεις σε ποσοστό 26%, ενώ οι καταναλωτές πληρώνουν περιβαλλοντικά τέλη για το νερό και την αποχέτευση. Τα περιβαλλοντικά έσοδα από τέλη και «πράσινους φόρους» καλύπτουν το 80% των δημοσίων επενδύσεων. Οι περιβαλλοντικές επενδύσεις αφορούν:

- ⇒ Ρύπανση νερού: 37%
- ⇒ Διαχείριση αποβλήτων: 23%
- ⇒ Ατμοσφαιρική ρύπανση: 17%

Περιβαλλοντική Παρακολούθηση

Ο μηχανισμός ελέγχου της εφαρμογής της περιβαλλοντικής νομοθεσίας λειτουργεί τόσο σε εθνικό επίπεδο, από την Επιθεώρηση Περιβάλλοντος, όσο και σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο από την Εθνική Συντονιστική Επιτροπή Επιβολής Περιβαλλοντικής Νομοθεσίας. Δίδεται ιδιαίτερη σημασία στο προσωπικό διενέργειας των περιβαλλοντικών ελέγχων (συμπληρωματική εκπαίδευση, αύξηση του αριθμού των ατόμων που διενεργούν τους ελέγχους κλπ).

Στην Ολλανδία χρησιμοποιούνται δυο συστήματα περιβαλλοντικών επιθεωρήσεων:

- ⇒ Η περιβαλλοντική παρακολούθηση, κατά την οποία συλλέγονται δεδομένα που αφορούν στις συγκεντρώσεις ρύπων στα απόβλητα.
- ⇒ Η παρακολούθηση της απόδοσης, που μετρά την αποτελεσματικότητα της περιβαλλοντικής πολιτικής και επιπλέον εξετάζει και αναφέρει τις οικονομικές συνιστώσες της πολιτικής αυτής. Στα πλαίσια αυτά εκδίδεται ετησίως το «Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα», το οποίο είναι μια αναφορά που περιλαμβάνει εκτίμηση του εκάστοτε ισχύοντος Εθνικού Σχεδίου Περιβαλλοντικής Πολιτικής και πρόβλεψη για την επόμενη τριετία. Η παραπάνω αναφορά συνοδεύει τον προϋπολογισμό του Υπουργείου και χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της περιβαλλοντικής πολιτικής.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η περιβαλλοντική πολιτική διαμορφώνεται κυρίως σε εθνικό επίπεδο, ενώ την ευθύνη για την εφαρμογή της σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο έχουν οι αντίστοιχες Τοπικές αρχές. Οι περιφέρειες συντάσσουν σε ετήσια βάση από κοινού ένα Διαπεριφερειακό Πρόγραμμα που υπαγορεύει συγκεκριμένες δράσεις.

Επί του παρόντος υφίστανται 75 τέτοιες δράσεις, την απόδοση των οποίων εκτιμά ειδική Οργανωτική Επιτροπή που αντιπροσωπεύει τα συναρμόδια υπουργεία, με σκοπό να διασφαλίζει τη συμβατότητα των δράσεων με το Εθνικό Σχέδιο Περιβαλλοντικής Πολιτικής. Η κατανομή των ευθυνών και αρμοδιοτήτων για θέματα περιβάλλοντος έχει ως εξής:

- ⇒ Περιφερειακό επίπεδο, όπου οι Περιφέρειες έχουν την ευθύνη για την εφαρμογή της περιβαλλοντικής νομοθεσίας και πολιτικής στην επικράτειά τους, για την επίβλεψη των τοπικών αρχών και των Συμβουλίων Νερού, κλπ. Επίσης, έχουν δημιουργηθεί ειδικές ομάδες συνεργασίας και διαλόγου για την περιφερειακή ενσωμάτωση των οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών θεμάτων πολιτικής στις οποίες συμμετέχουν οι περιφερειακές και τοπικές αρχές, οι τοπικές επιχειρήσεις και οι περιβαλλοντικές οργανώσεις.
- ⇒ Τοπικό επίπεδο, όπου οι αρχές τοπικής αυτοδιοίκησης δεν υποχρεούνται να συντάξουν ειδικά περιβαλλοντικά σχέδια (ο περιβαλλοντικός σχεδιασμός καθορίζεται σε επίπεδο χώρας), αλλά παρέχεται σε αυτές χρηματοδότηση από την κυβέρνηση για υλοποίηση των προβλεπομένων από τον εθνικό σχεδιασμό. Επίσης, οι τοπικές αρχές είναι υπεύθυνες για την αδειοδότηση μικρών βιομηχανικών μονάδων, εξυγίανση του εδάφους και παροχή υπηρεσιών αποχέτευσης, συλλογής απορριμμάτων και ανακύκλωσης (οι μικρότερες τοπικές αρχές συνεργάζονται για την παροχή περιβαλλοντικών υπηρεσιών από κοινού σε ευρύτερο γεωγραφικό επίπεδο).
- ⇒ Συμβούλια Νερού, που είναι φορείς για τη διαχείριση των νερών κυρίως για την προστασία των περιοχών από πλημμύρες και την προστασία των υδάτων από ρύπανση [29, 40, 54].

6.6 Γαλλία

6.6.1 Γενικά Στοιχεία

Η Γαλλική νομοθεσία η οποία αναφέρεται στη διαχείριση των αποβλήτων στοχεύει στην εξάλειψη των φαινομένων ρύπανσης τα οποία οφείλονταν κατά κύριο λόγο στην ανεξέλεγκτη απόρριψη των αποβλήτων. Η νομοθεσία θέτει αυστηρούς κανόνες και στόχους και καθορίζει τα μέτρα για την ορθολογική διαχείριση και τελική διάθεση των στερεών αποβλήτων.

Οι βασικές παράμετροι στις οποίες στηρίζεται η Γαλλική περιβαλλοντική πολιτική και οι οποίες αφορούν στη διαχείριση των αποβλήτων είναι:

1. Εφαρμογή της αρχής της πρόληψης, με παράλληλη διερεύνηση της δυνατότητας μείωσης του κόστους για την ανάπτυξη των αντίστοιχων δράσεων.
2. Εφαρμογή της αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει».
3. Αυστηρός έλεγχος της τήρησης των προβλεπομένων νομοθετικών διατάξεων.
4. Αποκέντρωση των αρμοδιοτήτων αναφορικά με τη περιβαλλοντική διαχείριση, παρέχοντας τη δυνατότητα ανάληψης πρωτοβουλιών και δράσεων σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο.
5. Άμεση και αποτελεσματική αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Στα πλαίσια αυτά, και προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι που έχουν τεθεί, η Γαλλική κυβέρνηση, εκτός της υιοθέτησης της απαιτούμενης νομοθεσίας, προωθεί και συμμετέχει ενεργά σε προγράμματα ανάπτυξης και εφαρμογής πρακτικών και τεχνικών για τη μείωση της παραγωγής και την ορθολογική διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Επιπλέον, στηρίζει την επίτευξη εθελοντικών συμφωνιών, προς την κατεύθυνση αυτή καθώς και την ιδιωτική πρωτοβουλία μέσω επιδοτήσεων και φοροελαφρύνσεων. Ιδιαίτερα το σύστημα που εφαρμόζεται για τα υλικά συσκευασίας θεωρείται ιδιαίτερα επιτυχημένο παράδειγμα ιδιωτικής πρωτοβουλίας και εθελοντικής συμφωνίας μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων [29, 40, 54].

6.7 Ελλάδα

6.7.1 Γενικά Στοιχεία

Η Ελλάδα, ως χώρα – μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, διαμορφώνει το περιβαλλοντικό νομοθετικό της πλαίσιο με βάση το αντίστοιχο Κοινοτικό. Για την εφαρμογή των προτεραιοτήτων που τίθενται από αυτό (πρόληψη και μείωση αποβλήτων, ανάκτηση υλικών κ.λπ.), αναπτύσσει συγκεκριμένες δράσεις και οργανωτικά σχήματα και παρέχει κίνητρα προς τους παραγωγούς και διαχειριστές των αποβλήτων.

6.7.2 Η Βιοενέργεια στην Ελλάδα

Βιοενέργεια στην Ελλάδα έχει αναπτυχθεί περισσότερο τα τελευταία χρόνια και σε πολλές περιπτώσεις σποραδικά. Υπάρχουν μια σειρά από όργανα όπως οργανισμοί έρευνας και ανάπτυξης καθώς και Πανεπιστήμια που ασχολούνται με ένα ευρύ φάσμα έρευνας και δραστηριοτήτων στον τομέα. Μεταξύ αυτών είναι ανεπαρκής και μερικές φορές λείπουν.

Παρόλα αυτά, η ροή πληροφοριών μεταξύ των πανεπιστημίων, επιχειρήσεων και της βιομηχανίας, είναι περιορισμένη και τις περισσότερες φορές κατακερματισμένη και μη συντονισμένη. Ο ανταγωνισμός είναι εμφανής λόγω της σπανιότητας των πηγών χρηματοδότησης.

Τα κύρια αρμόδια υπουργεία για τη βιοενέργεια είναι το Υπουργείο Ανάπτυξης και το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης. Θέματα που αφορούν τα απόβλητα και τη διαχείριση τους κυρίως συντονίζονται από το Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ).

Η κατανομή των αρμοδιοτήτων των συνεργαζόμενων φορέων και καθιστά τη διαδικασία και τον χειρισμό των πληροφοριών αργό και σε κάποιες φορές δύσκολο. Η ροή πληροφοριών προς την κοινωνία είναι ανεπαρκής, με αποτέλεσμα το κοινωνικό σύνολο να σχηματίζει μία συγκεχυμένη εικόνα για τη φύση και τις διαφορετικές μορφές της βιοενέργειας.

6.7.3 Ενεργειακή Πολιτική

Η βιοενέργεια περιλαμβάνεται στο ευρύτερο πλαίσιο των μέτρων στήριξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ελλάδα (2005), οι πιο σημαντικές περιγράφονται παρακάτω:

1. Νόμος 2244/94, σχετικά με τις αναθεωρήσεις που αφορούν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, καθώς και την εφαρμογή της Υπουργική Απόφαση 8295/95, η οποία διαθέτει ένα σημαντικό μηχανισμό ρύθμισης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανεξάρτητους παραγωγούς, με διάκριση μεταξύ των ανεξάρτητων παραγωγών, η πώληση του συνόλου των παραγωγής της ΔΕΗ και να αυτοπαραγωγούς, οι οποίες καλύπτουν κυρίως τις δικές τους ανάγκες σε ενέργεια και να πωλούν το πλεόνασμα ενέργειας προς την ΔΕΗ. Ο νόμος αυτός παρέμεινε σε ισχύ μέχρι το τέλος του 2000, όταν αντικαθίσταται από το νόμο 2773/99 ο οποίος εξακολουθεί να λειτουργεί ως σημείο αναφοράς.

2. Νόμος 2773/99 σχετικά με την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα. Τα βασικά χαρακτηριστικά του νόμου είναι τα ακόλουθα:

- ⇒ Η προτεραιότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για την κάλυψη των ζήτησης της ηλεκτρικής ενέργειας.
- ⇒ ένα 10ετές συμβόλαιο με παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ σε τιμή που θα είναι το 90% των υφιστάμενων δασμών μέσης τάσης, σε ανώτατο όριο, για την ενέργεια που παράγεται.

3. Η οδηγία (2001/77/EK) για την ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ που εγκρίθηκε από την Ελληνική Κυβέρνηση τον Ιούνιο του 2005, ως **Νόμος 3468/06**. Συγκεκριμένα, η οδηγία αναφέρει ότι η Ελλάδα θα πρέπει να πλήρη ένα ενδεικτικό στόχο ης τάξης του 20,1% ως μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη Μικτή Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας. Βάσει των εκτιμήσεων του Υπουργείου Ανάπτυξης (2007) η μικτή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το 2010 θα φτάσει τα 68 δισεκατομμύρια kWh, πράγμα που σημαίνει ότι η ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πρέπει να είναι της τάξεως των 14 δισ. kWh.

Το μερίδιο της βιομάζας εκτιμάται ότι ανέρχεται σε 0,81 δισ kWh (1,19% από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας 20,1%). Μια πρόσφατη μελέτη (INASO, 2007) αναφέρει ότι προκειμένου να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι, οι νέες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα πρέπει να φτάσουν περίπου τα 50MWe. Η ίδια έκθεση προβλέπει ότι δεν αναμένεται αύξηση της αξιοποίησης βιοαερίου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σύντομα (οι κυριότερα από αυτά λειτουργούν ήδη), ώστε η πρόσθετη δυναμικότητα θα πρέπει να προέρχεται από στερεά βιομάζα που προέρχεται από μορφές υπολείμματος ή από ενεργειακές καλλιέργειες.

- 4. Η οδηγία 2001/80/EK** για τον περιορισμό των εκπομπών στην ατμόσφαιρα ορισμένων ρύπων.
- 5. Η οδηγία IPPC (1996/61/EK)** που αφορά τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές υιοθετήθηκε μέσα από το νόμο 3010/02.
- 6. Η οδηγία για τα βιοκαύσιμα - 2003/30/EK**, έχει υιοθετηθεί από την Ελληνική Κυβέρνηση από το 2005 με βάση το νόμο 3423/2005.

6.7.4 Περιβαλλοντικές Πολιτικές

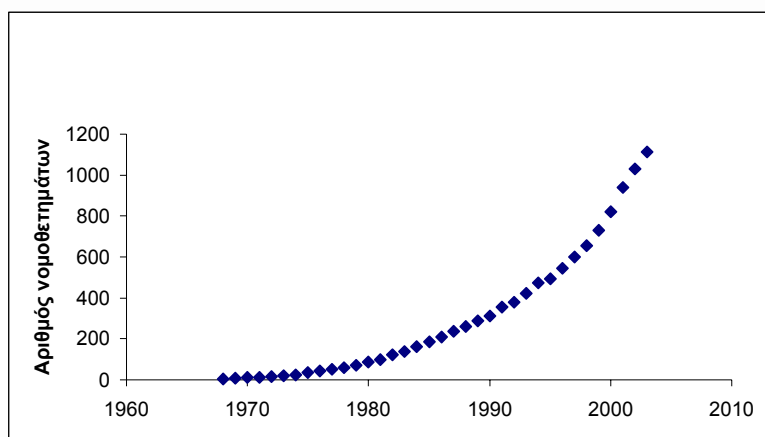
1. Η οδηγία 2003/87/ΕΚ σχετικά με τη θέσπιση συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου (κυρίως CO₂) εντός της Κοινότητας που εγκρίθηκε από την Ελληνική Κυβέρνηση με την Κοινή Υπουργική Απόφαση 54409/2632/2004 (ΦΕΚ 1931Β') αρμόδια αρχή για την εφαρμογή του συστήματος ορίζεται το ΥΠΕΧΩΔΕ και συγκεκριμένα το Γραφείο Εμπορίας

Δικαιωμάτων Εκπομπών (Γ.Ε.Δ.Ε.), ενώ για την πραγματοποίηση του συντονιστικού ρόλου του ΥΠΕΧΩΔΕ και την εναρμόνιση των πολιτικών που ασκούνται από τα συναρμόδια Υπουργεία, λειτουργεί Διυπουργική Επιτροπή με τη συμμετοχή ΥΠΕΧΩΔΕ, Υπ. Ανάπτυξης και Υπ. Οικονομίας και Οικονομικών, της οποίας η συγκρότηση πραγματοποιήθηκε με την Υπουργική απόφαση 27706/2006 (ΦΕΚ 953Β').

2. Η οδηγία για την Υγειονομική Ταφή - 1999/31/ΕΚ εγκρίθηκε με την Κοινή Υπουργική Απόφαση 29407/3508/2002. Η οδηγία στοχεύει στην πρόληψη ή τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων της ταφής αποβλήτων στο περιβάλλον, και ειδικότερα στα επιφανειακά ύδατα, στα υπόγεια ύδατα, στο έδαφος, στον αέρα και στην υγεία του ανθρώπου. Παρουσιάζει λεπτομερώς τις διάφορες κατηγορίες αποβλήτων (αστικά απόβλητα, επικίνδυνα, μη επικίνδυνα, αδρανή) και ισχύει για όλους τους χώρους ταφής, οι οποίοι ορίζονται ως χώροι διάθεσης αποβλήτων, με εναπόθεση των αποβλήτων επί ή εντός του εδάφους. Οι χώροι ταφής ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες:

- ⇒ Χώροι ταφής επικίνδυνων αποβλήτων
- ⇒ Χώροι ταφής μη επικίνδυνων αποβλήτων
- ⇒ Χώροι ταφής αδρανών αποβλήτων

3. Η οδηγία 2000/76/ΕΚ για την αποτέφρωση των αποβλήτων, που εγκρίθηκε με την Υπουργική Απόφαση 922/77.



Διάγραμμα 12: Η αύξηση των Κοινοτικών περιβαλλοντικών νομοθετημάτων [40]

6.7.5 Η Χρηματοδοτική Στήριξη

Ο νόμος 1892/90 σε συνδυασμό με την τροπολογία 2234/94, αποτελούν τον «Αναπτυξιακό Νόμο» που παρέχει επιδοτήσεις (40-60%) για επενδύσεις από τον ιδιωτικό τομέα, συμπεριλαμβανομένων της βιοενέργειας και των βιοκαυσίμων. Ο Αναπτυξιακός νόμος 2601/98, που αντικαθιστά τον 1892/90, παραμένει το κύριο μέσο χρηματοδότησης των εφαρμογών των ΑΠΕ. Ο νόμος προβλέπει το ένα συνδυασμό διαφορετικών επιδοτήσεων: για τις επενδύσεις κεφαλαίου, επιδοτήσεις μέχρι 40%, επιδότηση επιτοκίου μέχρι 40% και η επιδότηση για χρηματοδοτικής μίσθωσης μέχρι και 40% και έκπτωση φόρου έως και 100% και επιδότηση επιτοκίου έως και 40% για το 3^ο Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης (200-2006) αποτελούσε ένα ισχυρό μέσο για την ανάπτυξη, την κοινωνική συνοχής και τον εκσυγχρονισμό της Ελλάδας. Βασικοί στόχοι είναι η συνέχιση και η ενίσχυση της υποστήριξης των πολιτικών για την πραγματική σύγκλιση της Ελλάδας με τα μεγάλα κράτη μέλη της ΕΕ, καθώς και η περιφερειακή ανάπτυξη και η κοινωνική συνοχή.

Έμφαση δόθηκε στις επενδύσεις για έργα υποδομής, οι οποίες είναι απαραίτητες για την ορθολογική χρήση και διαχείριση των περιβαλλοντικών πόρων.

Επιπλέον, η παρακολούθηση των περιβαλλοντικών υποχρεώσεων, για τις οποίες η χώρα έχει δεσμευτεί, αποτελούν μία ακόμα σημαντική προτεραιότητα σε πολιτικό επίπεδο στο πλαίσιο των αξόνων αειφόρου δράσης.

Τέλος, στο πλαίσιο της εθνικής στρατηγικής για την προώθηση των βιοκαυσίμων, κάθε επένδυση στον τομέα της βιοενέργειας και των βιοκαυσίμων επιδοτείται από το νόμο 3299/2004 για την προώθηση των επενδύσεων. Οι επιδοτήσεις κυμαίνονται από 40% έως 55% ανάλογα με την περιοχή και το είδος της επιχείρησης. **Ο νέος Αναπτυξιακός Νόμος 3299/2004**, όπως έχει τροποποιηθεί με το Ν.3522/2006, παρέχει ελκυστικά κίνητρα, αφορά πλέον και μικρές επιχειρηματικές προτάσεις (από 150.000 €), καλύπτει μεγάλη γκάμα αντικειμένων και επενδυτικών δαπανών, προβλέπει σύντομη διεκπεραίωση των αιτήσεων και έχει σημαντικές βελτιώσεις όσον αφορά την εκταμίευση δαπανών.

Οι ενισχύσεις του νόμου διακρίνονται εναλλακτικά σε καταβολή επιχορήγησης ή φορολογική απαλλαγή των μελλοντικών εσόδων της επιχείρησης ή επιχορήγηση του κόστους των νέων θέσεων εργασίας. Για τις μικρές νεοϊδρυόμενες επιχειρήσεις και ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή, η επιχορήγηση μπορεί να φθάσει το 55% του κόστους της επένδυσης, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, και η φορολογική απαλλαγή ποσοστό 100% για τα πρώτα χρόνια λειτουργίας της επιχείρησης (ο νέος Αναπτυξιακός αφορά κυρίως επιχορήγηση προτάσεων της περιφέρειας). Το ελάχιστο ποσοστό συμμετοχής του επιχειρηματία ανέρχεται σε 25% του κόστους.

6.7.6 Δημοτικά Οικιακά Απόβλητα

Το κράτος δίδει τη δυνατότητα στην Τοπική Αυτοδιοίκηση να συντάξει σχεδιασμούς για τη διαχείριση των αποβλήτων αυτών τόσο σε τοπικό όσο και περιφερειακό επίπεδο και να εντάξει τις αντίστοιχες δράσεις για την υλοποίησή τους (κατασκευή και λειτουργία εγκαταστάσεων) σε διάφορα χρηματοδοτικά σχήματα.

Έχει απαγορευθεί η τελική διάθεση των στερεών αποβλήτων σε χώρους ανεξέλεγκτης ή ημι-ελεγχόμενης απόθεσης. Επιτρέπεται η διάθεσή των αποβλήτων αυτών μόνο σε εγκεκριμένους χώρους υγειονομικής ταφής ενώ παράλληλα προωθούνται δράσεις, όπως περιγράφεται και στη συνέχεια, για τη μείωση των ποσοτήτων τόσο των μικτών αποβλήτων όσο και των οργανικών υλικών που περιέχονται σε αυτά, που οδηγούνται προς τελική διάθεση.

Στις περιπτώσεις που ο ΧΥΤΑ εξυπηρετεί τις ανάγκες περισσότερων από ενός Δήμων, οι εξυπηρετούμενοι Δήμοι υποχρεούνται στην καταβολή ειδικού χρηματικού τέλους (ανάλογα με την ποσότητα των στερεών αποβλήτων που οδηγείται στο ΧΥΤΑ) στον φορέα τοπικής αυτοδιοίκησης που έχει την ευθύνη για τη λειτουργία του χώρου. Σε αρκετές περιοχές εφαρμόζονται προγράμματα διαλογής υλικών στην πηγή (συλλογή σε κάδους), την ευθύνη των οποίων έχει η Τοπική Αυτοδιοίκηση. Τα προγράμματα αυτά επιδοτούνται από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. Επίσης, τα αρμόδια Υπουργεία έχουν προγραμματίσει τη χρηματοδότηση, κατά προτεραιότητα, έργων τα οποία αφορούν στην ίδρυση και λειτουργία εγκαταστάσεων ανάκτησης και ανακύκλωσης υλικών (η χρηματοδότηση καλύπτει σημαντικό τμήμα της συνολικής επένδυσης).

Στην Αθήνα λειτουργεί, υπό την ευθύνη του Ενιαίου Συνδέσμου Δήμων και Κοινοτήτων Νομού Αττικής (Ε.Σ.Δ.Κ.Ν.Α). και την εποπτεία του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ μονάδα μηχανικής διαλογής μικτών δημοτικών αποβλήτων, ενώ κατασκευάζεται και δεύτερη μονάδα. Επίσης, προβλέπεται η άμεση έναρξη των εργασιών για την κατασκευή αντίστοιχης μονάδας μηχανικής διαλογής στη Θεσσαλονίκη, υπό την ευθύνη του Συνδέσμου Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης Μείζονος Θεσσαλονίκης και την εποπτεία του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ.

Οι μονάδες αυτές υποστηρίζονται και από εγκαταστάσεις βιολογικής επεξεργασίας (κομποστοποίησης) οι οποίες τροφοδοτούνται με το ανακτήσιμο οργανικό υλικό, ίλη από μονάδες βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων και υπολείμματα κήπων και οδηγούν στην παραγωγή αξιοποιήσιμου οργανικού προϊόντος. Μία ακόμη μονάδα προβλέπεται να κατασκευασθεί στην Κρήτη.

Τέλος, σε διάφορες περιοχές της χώρας λειτουργούν εγκαταστάσεις κομποστοποίησης μικρής κλίμακας οι οποίες τροφοδοτούνται με υπολείμματα κήπων και καλλιεργειών καθώς και με ίλη από μονάδες βιολογικού καθαρισμού της κάθε περιοχής. Σημαντικό στοιχείο του πλαισίου διαχείρισης των δημοτικών αποβλήτων είναι τα προγράμματα χρηματοδότησης από την κυβέρνηση τα οποία ενθαρρύνουν πρωτοβουλίες για ίδρυση και λειτουργία εγκαταστάσεων ανάκτησης και ανακύκλωσης υλικών και προάγουν την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει». Επίσης σημαντική είναι η συνεισφορά της Τοπικής Αυτοδιοίκησης μέσω των Συνδέσμων που έχουν συσταθεί από τους Δήμους και Κοινότητες (Ε.Σ.Δ.Κ.Ν.Α. και Σύνδεσμος Ο.Τ.Α. Μείζονος Θεσσαλονίκης) [2, 12, 23, 39, 40].

6.8 Συμπεράσματα

Από όλα τα παραπάνω και συγκρίνοντας την περιβαλλοντική πολιτική της Ελλάδας με τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες αξίζει να υπογραμμιστούν τα ακόλουθα:

- ⇒ Όλες οι ευρωπαϊκές χώρες θα πρέπει να εναρμονιστούν με τις οδηγίες της ευρωπαϊκής ένωσης και να οργανώσουν ένα Εθνικό Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης.
- ⇒ Η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» αποτελεί βασική αρχή για την εφαρμογή της περιβαλλοντικής πολιτικής σε κάθε χώρα.
- ⇒ Η θέσπιση περιβαλλοντικών προτύπων όπως το ISO 14001:2004 και EMAS θέτουν τα κατώτερα επιτρεπτά όρια ποιότητας.
- ⇒ Η νομοθεσία, σε κάθε περίπτωση, θέτει τους βασικούς κανόνες μέσα στους οποίους πρέπει να κινηθεί η πολιτεία και να οργανώσει το σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης, εν τούτοις θα πρέπει να υπογραμμιστεί η σημαντικότητα των αποκεντρωμένων δράσεων της τοπικής αυτοδιοίκησης.
- ⇒ Οι λεγόμενες πράσινες θέσεις εργασίας αποτελούν ουσιαστικό κίνητρο και θα μπορούσαν να εφαρμοστούν και στην Ελλάδα όπως συμβαίνει και σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες.

- ⇒ Το αρχικό κεφάλαιο που απαιτείται για επενδύσεις στον τομέα της «καθαρής ενέργειας» είναι σε πολλές περιπτώσεις απαγορευτικό για τους ιδιώτες επενδυτές, το γεγονός αυτό καθιστά επιτακτική ανάγκη την αύξηση των επιδοτήσεων και κρατικών χρηματοδοτήσεων, έτσι ώστε να αυξηθούν τα κίνητρα και η δραστηριότητα στον τομέα αυτό.
- ⇒ Στη ίδια κατεύθυνση θα πρέπει να προσανατολιστεί και η φορολογική πολιτική όπου μπορεί να αποτελέσει ένα επιπρόσθετο κίνητρο για τους υποψήφιους επενδυτές.
- ⇒ Η πολιτεία θα πρέπει να εντείνει τις δράσεις ενημέρωσης και εκπαίδευσης (εκστρατείες ενημέρωσης, σεμινάρια κ.λπ) που αφορούν γενικά το περιβάλλον καθώς και μέσω των προγραμμάτων νεανικής επιχειρηματικότητας να προτρέψει τους νέους επιχειρηματίες να απασχοληθούν στον τομέα της ενέργειας και του περιβάλλοντος.
- ⇒ Η ενσωμάτωση του κόστους για τη διαχείριση των δημοτικών αποβλήτων θα πρέπει να ενσωματωθεί στην αρχική τιμή του προϊόντος, έτσι ώστε να εφαρμοστεί και η βασική αρχή του «ο ρυπαίνων πληρώνει». Πιο συγκεκριμένα ο στόχος είναι η δημιουργία αποθεματικού μέσω της προσαύξησης της τιμής του προϊόντος - συσκευασίας, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για την επεξεργασία των απορριμμάτων.
- ⇒ Επιβολή τελών για την απόρριψη αποβλήτων και την επιβάρυνση των φυσικών αποδεκτών, τα οποία αποδείχθηκαν πολύ επιτυχές μέτρο σε άλλες χώρες όπως η Ολλανδία, αφού οδήγησαν στη μείωση της ποσότητας των απορριπτόμενων απορριμμάτων.
- ⇒ Στην κεντρική φιλοσοφία των περιβαλλοντικών προγραμμάτων, κάθε τύπου, θα πρέπει να είναι σαφές ότι η προστασία του περιβάλλοντος δεν έρχεται σε αντίθεση με την οικονομία, αλλά ότι, αντίθετα, τα αυστηρά περιβαλλοντικά πρότυπα δημιουργούν κίνητρα που αυξάνουν την ανταγωνιστικότητα της οικονομίας και την επιχειρηματικότητα. Η διατήρηση της καλής ποιότητας του περιβάλλοντος είναι από τη άλλη πλευρά ουσιαστική για την διατήρηση ενός καλού βιοτικού επιπέδου και ποιότητας ζωής. Η κοινωνία, η βιομηχανία και η διοίκηση πρέπει συνεπώς να συνεργασθούν ώστε να επιτευχθεί η αποσύνδεση των πιέσεων στο περιβάλλον από την οικονομική μεγέθυνση.



ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ

Στο κεφάλαιο 7 παρουσιάζονται μελέτες περιπτώσεων που συλλέχθηκαν από τη διεθνή και ελληνικά βιβλιογραφία. Αρχικά, γίνεται αναφορά στο έργο της μονάδας ΣΗΘ με βιοαέριο που λειτουργεί τα τελευταία έτη, στον ΧΥΤΑ των Άνω Λιοσίων και στις επεκτάσεις που έχουν προκύψει τα τελευταία δύο έτη. Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά στην πολιτική σε σχέση με τη βιοενέργεια που ακολουθούν μεγάλες, ανεπτυγμένες χώρες όπως η Γερμανία και η Σουηδία και οι Η.Π.Α καθώς και παρουσιάσεις μελετών περίπτωσης σε χώρες της Ευρώπης όπως το Ηνωμένο Βασίλειο, η Νορβηγία, η Δανία κ.α. Τέλος, επιδιώκεται να γίνει μία σύγκριση των παραπάνω περιπτώσεων, στο διεθνή χώρο, σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα και τις δυνατότητες βελτίωσης της κατάστασης αυτής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

7.1 Μελέτη Περίπτωσης: Συμπαράγωγή Ηλεκτρικής και Θερμικής Ενέργειας στο ΧΥΤΑ Άνω Λιοσίων με τη Χρήση Βιοαερίου

7.1.1 Γενικά Χαρακτηριστικά

Στα πλαίσια του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ενέργειας του Β΄ Κ.Π.Σ. (1994-1999) έχει πραγματοποιηθεί στο ΧΥΤΑ Άνω Λιοσίων μία σημαντική επένδυση Συμπαράγωγής Ηλεκτρικής και Θερμικής ενέργειας με αξιοποίηση του παραγόμενου από τα σκουπίδια βιοαερίου. Ο σταθμός είναι από τους μεγαλύτερους παγκοσμίως σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το βιοαέριο, αφού έχει εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ 13,9 MWe ενώ η πρόσφατη επέκτασή του κατά 9,7 MW ανέβασε τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ σε 23,5 MW. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τον σταθμό τροφοδοτεί τον υποσταθμό της ΔΕΗ στον Ασπρόπυργο. Η εκτιμώμενη παραγωγή ενέργειας του σταθμού υπολογίζεται στις 130 GWhε ετησίως. Η λειτουργία του σταθμού είναι πλήρως αυτοματοποιημένη και ελέγχεται από 6 χειριστές.

7.1.2 Κόστος Επένδυσης

Το κόστος της αρχικής επένδυσης του έργου ανήλθε σε 19,4 εκατομμύρια Ευρώ από τα οποία το 45% προήλθε από την επιδότηση. Η δοκιμαστική λειτουργία του σταθμού ξεκίνησε το Μάρτιο του 2001.

Η επένδυση για την κατασκευή της επέκτασης ανήλθε σε 14.892.000€ και η διασύνδεση με το Δίκτυο κόστισε 669.345€, δηλαδή ο συνολικός προϋπολογισμός του έργου ανήλθε σε 15.561.345€.

Η επιχορήγηση από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα» ανήλθε σε 5.956.800€ για την επένδυση του σταθμού συμπαραγωγής και 301.205€ για τη διασύνδεση, δηλαδή συνολικά 6.258.005€. Το ποσοστό χρηματοδότησης ανήλθε σε 40,2%, ενώ το υπόλοιπο καλύφθηκε από ιδιωτικά κεφάλαια. Το συνολικό κόστος της επένδυσης, μαζί με την αρχική εγκατάσταση, ανήλθε σε 35,5 εκατ. Ευρώ, η οποία επίσης χρηματοδοτήθηκε από προγράμματα του Υπουργείου Ανάπτυξης κατά 45%.

7.1.3 Περιγραφή Μονάδας

Ο σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας αποτελείται συνολικά από 11 μονάδες, ηλεκτρικής ισχύος 1.262 kWe και θερμικής ισχύος 873 kWth έκαστη. Τα καυσαέρια από την καύση του βιοαερίου είναι ικανά να παράγουν σημαντικές ποσότητες ωφέλιμης θερμότητας.

Κάθε γεννήτρια παρέχει 6.798 Kg/h καυσαερίων που έχουν θερμοκρασία περίπου 495°C. Η θερμότητα των καυσαερίων είναι ικανή να προσφέρει 1.650 kW θερμικής ενέργειας. Στο έργο έχει ήδη ενσωματωθεί ο εξοπλισμός για την ανάκτηση μέρους της θερμικής ενέργειας που υπολογίζεται στα 9,5 MWth από τα καυσαέρια και νερό ψύξης των μηχανών εσωτερικής καύσης.

Ο σταθμός περιλαμβάνει επίσης τρεις πυρσούς καύσης βιοαερίου δυναμικότητας 4.500, 1.000 και 500 m³/h οι οποίοι τίθενται σε λειτουργία όταν για οποιοδήποτε λόγο διακοπεί η δυνατότητα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας στον υποσταθμό της ΔΕΗ. Ο όλος εξοπλισμός και τα κτίρια είναι εγκατεστημένα σε οικόπεδο εντός του ΧΥΤΑ επιφάνειας περίπου 2.500 m².

Για την εξασφάλιση της λειτουργίας των πυρσών σε περίπτωση διακοπής της παραγωγής από τον σταθμό, υπάρχει βοηθητική ντιζελογεννήτρια 250 kVA, η οποία αναλαμβάνει την εκκίνηση και την λειτουργία των πυρσών, καθώς και την ηλεκτροδότηση των εγκαταστάσεων και του κέντρου ελέγχου του σταθμού. 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.

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.

Ο βοηθητικός εξοπλισμός περιλαμβάνει ακόμη:

- ⇒ 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 αποσυναρμολόγηση 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.

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 700 m³/h βιοαέριο σε πλήρη ισχύ.



Εικόνα 18: Μονάδα βιοαερίου XYTA Λιοσίων [59]

Η εκτιμώμενη παραγωγή βιοαερίου ανέρχεται κατά μέσο όρο στα 184.000 m³ βιοαερίου ημερησίως. Το 2002 η συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας του σταθμού προσέγγισε τις 90 GWh, ενώ έως το Νοέμβριο του 2004 η συνολική παραγωγή ενέργειας άγγιξε τις 314 GWh. Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί σε ένα συντελεστή φόρτισης της τάξεως του 75%, το οποίο αποτελεί ένα ποσοστό που συνιστά μια εξαιρετική επίδοση για σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και οδηγεί σε εξαιρετικά οικονομικά αποτελέσματα.

7.1.4 Σημαντικότητα Έργου

Η ηλεκτρική ενέργεια που θα παράγεται από την εγκατάσταση πωλείται στο ΔΕΣΜΗΕ Α.Ε. (Διαχειριστής Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας), ενώ παράγεται και θερμική ενέργεια από την απορριπτόμενη θερμότητα των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών με τη μορφή ζεστού νερού. Το παραγόμενο ζεστό νερό χρησιμοποιείται στην παρακείμενη εγκατάσταση επεξεργασίας, μέσω εξάτμισης, των υγρών αποβλήτων που προκύπτουν από τη λειτουργία του ΧΥΤΑ, δυναμικότητας 200 – 400m³/d, η οποία ανήκει στον ΕΣΔΚΝΑ. Κατά τον τρόπο αυτό τα δύο έργα – ο ενεργειακός σταθμός και η μονάδα επεξεργασίας στραγγισμάτων αποτελούν ένα ενιαίο σύστημα που αντιμετωπίζει τις δύο βασικές πηγές ρύπανσης από τη λειτουργία του ΧΥΤΑ που ταλαιπωρούν την περιοχή, λειτουργώντας με τρόπο που όχι μόνο δεν καταναλώνει ενέργεια αλλά αντίθετα αποδίδει ενέργεια στην κοινωνία.

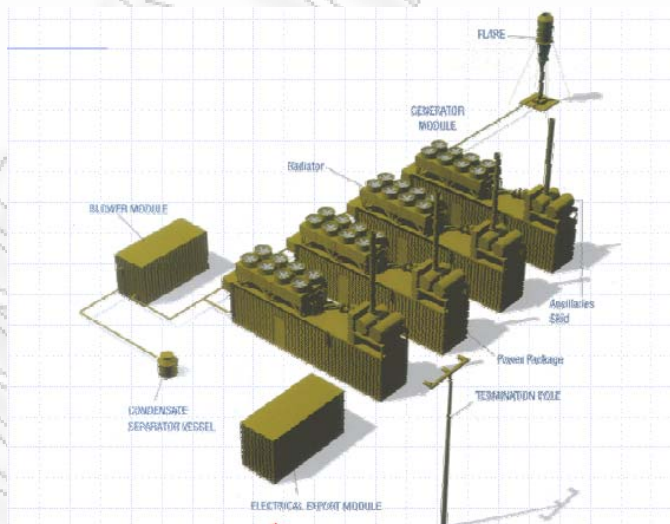


Εικόνα 19: Σύστημα ανάκτησης θερμότητας [59]

Ο σταθμός Συμπαγωγής τροφοδοτεί με θερμική ενέργεια καθημερινά την λειτουργία αυτού του σύνθετου περιβαλλοντικού έργου, η οποία ισοδυναμεί με 2.500 τόνους πετρελαίου κίνησης ετησίως ή 400 λίτρα πετρελαίου κίνησης ωριαίως, οδηγώντας στην μείωση των λειτουργικών δαπανών της εγκατάστασης του ΕΣΔΚΝΑ έως και 1.750.000 ετησίως.

Ο ΕΣΔΚΝΑ ακόμη επωφελείται από τη διαχείριση του βιοαερίου, καθώς μόνο από την κατασκευή του δικτύου διαχείρισης του βιοαερίου εξοικονομήθηκαν πόροι της τάξης των 4 εκατ. €, ενώ σε ετήσια βάση εξοικονομούνται περί τα 100.000€ για τη λειτουργία και τη συντήρηση του.

Ο Δήμος Άνω Λιοσίων, ο οποίος είχε και την πρωτοβουλία για την υλοποίηση του έργου απολαμβάνει μέσω της Δημοτικής Επιχείρησης, ποσό της τάξης του 1 εκατ. € στην σημερινή ολοκληρωμένη μορφή του έργου, ενώ ταυτόχρονα διασφαλίζει για τους δημότες του από την ανεξέλεγκτη διαφυγή των αέριων ρύπων και ειδικότερα του μεθανίου που προκύπτει από την διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης των απορριμμάτων εντός του ΧΥΤΑ.



Εικόνα 20: Σταθμός Συμπαγωγής [30]

Συμπερασματικά, ο σταθμός Συμπαράγωγής στο Χ.Δ.Α. Α. Λιοσίων, εγκατεστημένης ισχύος 13,8 MW λειτουργεί από το 2001 με μέση διαθεσιμότητα > 85%. Οι εκπομπές των αερίων ρυπαντών είναι χαμηλότερες και από τα όρια που τέθηκαν από το ΥΠΕΧΩΔΕ (Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων). Σημαντικό μέρος της απορριπτόμενης θερμότητας (6MWth) του σταθμού ηλεκτροπαραγωγής αξιοποιείται στο έργο διαχείρισης των στραγγισμάτων του Χ.Δ.Α. (μέσω ξήρανσης). Μέσα στα επόμενα έτη αναμένεται σχεδιασμός υλοποίησης παρόμοιου έργου στην Κέρκυρα (1,3 MWe) [17, 30, 59].

Πίνακας 16: Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδων Λιοσίων [59]

Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδων ηλεκτροπαραγωγής		
Τύπος κινητήρα		TBG 620 V16 K
Ισχύς κινητήρα	kW	1.294
Ταχύτητα περιστροφής	rpm	1.500
Θερμοκρασία καυσαερίων	°C	482
Παροχή καυσαερίων	kg/h	6.798
Γεννήτρια		
Απόδοση γεννήτριας	%	97,5
Ηλεκτρική ισχύς ¹	kW	1.262
Θερμική ενέργεια	kW	873
Κατανάλωση βιοαερίου	καυσίμου ±5 % m _n ³ /h	700
Ειδική κατανάλωση καυσίμου	±5 % kWh / kWh	2,53
Ηλεκτρική απόδοση	%	38,5
Θερμική απόδοση	%	48,7
Συνολική απόδοση	%	87,2
Εκπομπές καυσαερίων ²		
NO _x	g/m _n ³ at 5% O ₂	< 0.50
CO	g/m _n ³ at 5% O ₂	< 0.3
Φορμαλδεΰδη	g/m _n ³ at 5% O ₂	< 0.06

7.2 Η Αξιοποίηση του Βιοαερίου και η κατάσταση των ΧΥΤΑ σε Ευρώπη και Η.Π.Α

7.2.1 Γενικά

Το 2005, το ευρωπαϊκό βιοαέριο προερχόταν: 1) Κατά 64% από οικιακά απόβλητα 2) 19% από τα αστικά και βιομηχανικά λύματα 3) 17% από άλλες πηγές: απόβλητα εκτροφής. Η ευρωπαϊκή παραγωγή βιοαερίου ανήλθε σε 5 εκατ. τόνων ισοδυνάμου πετρελαίου (1,8 στο Ηνωμένο – Βασίλειο, ουσιαστικά με προέλευση από τις χωματερές, 1,6 στη Γερμανία, 0,2 στη Γαλλία). Στις επόμενες παραγράφους θα γίνει μία αναλυτικότερη παρουσίαση των μονάδων εκμετάλλευσης του βιοαερίου για την παραγωγή ενέργειας τόσο στην Ευρώπη όσο και στις Η.Π.Α.

7.2.2 Η Περίπτωση της Γερμανίας

Τα τελευταία χρόνια στη Δυτική Ευρώπη, το συνεχώς διογκούμενο πρόβλημα της αναζήτησης εναλλακτικών ενεργειακών πόρων καθώς επίσης και η αναζήτηση πρόσθετων και εξασφαλισμένων πόρων για τους αγρότες, ανέδειξαν την παραγωγή βιοαερίου από αγροτικές καλλιέργειες, με τεράστιους ρυθμούς ανάπτυξης, ως μια οικονομικά αποδεκτή και φιλική προς το περιβάλλον διαδικασία. Η μεγαλύτερη ανάπτυξη παρατηρείται στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη και ειδικότερα στην πρωτοπόρο στον κλάδο Γερμανία, ακολουθούμενη από Αυστρία και Δανία. **Στις συγκεκριμένες χώρες βρίσκεται το μεγαλύτερο ποσοστό (περίπου 70%) των μονάδων παραγωγής βιοαερίου από αγροτικές καλλιέργειες της Ευρώπης.**

Στη Γερμανία την χρονική περίοδο 2000 έως το 2006 οι μονάδες παραγωγής βιοαερίου από αγροτικές καλλιέργειες, τριπλασιάστηκαν και ανέρχονται σε 3.500 μονάδες περίπου, από το 2004 έως το 2006 καταγράφεται μια αύξηση της τάξεως του 75% και η παραγωγή ενέργειας την ίδια χρονική περίοδο, δεκαπλασιάστηκε και ανέρχεται σε 1100 MW, αύξηση 345% για την περίοδο 2004 - 2006. Οι παράγοντες και τα κίνητρα που οδήγησαν και συνεχίζουν να οδηγούν την παραγωγή βιοαερίου από αγροτικές καλλιέργειες σε μοντέλο επιτυχίας - το οποίο αρχίζει να εφαρμόζεται και σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες (Ιταλία, Ουγγαρία, Ισπανία, Ολλανδία, κ.α.) είναι:

1. Τιμή Βιοενέργειας με εξασφάλιση συμβολαίου για τα επόμενα 20 χρόνια: Το κίνητρο στην εφαρμογή της νομοθεσίας για της Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, όπου από το 2004 στην Γερμανία (αναθεώρηση νομοθεσίας), εφαρμόζεται μία τιμολόγηση με επιπρόσθετους όρους ενίσχυσης της βασικής τιμής για την βιοενέργεια, όπου δίνεται επιπρόσθετο πριμ εφόσον η ενέργεια παράγεται με τη χρήση αγροτικών καλλιεργειών, εφαρμόζεται καινοτόμος τεχνολογία και αξιοποιείται η παραγόμενη θερμότητα.

2. Τεχνολογία: Η άμεση εφαρμογή καινοτόμου τεχνολογίας στην πράξη με προσιτές τιμές που να επιτρέπουν μια βιώσιμη λειτουργία των μονάδων παραγωγής. (Ο μέσος όρος ισχύος ανά μονάδα είναι τα 220 kW).

3. Αγρότες / Καλλιέργειες: Η χρήση ήδη υπαρκτών υποδομών στους αγρότες. Συνεχής ανάπτυξη της τεχνολογίας σε σχέση με τις καλλιέργειες για αύξηση της οικονομικής και οικολογικής απόδοσης για των αγρότη. Η χρήση ήδη υπαρκτών υποδομών ήταν και είναι το μεγαλύτερο κίνητρο για τους αγρότες και το ποιο οικονομικό [51].

7.2.3 Η Περίπτωση του Βελγίου – Ο ΧΥΤΑ του Liege

Η παραγωγή βιοαερίου από οργανικά δημοτικά απόβλητα στο Liege του Βελγίου αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αξιοποίησης του βιοαερίου. Η μονάδα δέχεται απόβλητα από 750.000 κατοίκους, από 50 περίπου δήμους της ευρύτερης περιοχής. Ο σχεδιασμός έγινε με στόχο την επεξεργασία 220.000 τόνων ετησίως των βιολογικών αποβλήτων που ξεχωρίζονται από την πηγή και περιλαμβάνουν απόβλητα φρούτων, λαχανικών, κηπευτικών και χαρτιού όπως τα χάρτινα προϊόντα μιας χρήσης και το μη ανακυκλώσιμο χαρτί.

Η εγκατεστημένη ισχύς είναι 13860 kW και η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται στις 50GWh/yr. Η χρηματοδότηση του έργου για το τμήμα της αποτέφρωσης έφτασε το 55%, ενώ για το χώρο ταφής και τις εγκαταστάσεις αξιοποίησης του βιοαερίου έφτασε το 85%. Αυτές οι επιχορηγήσεις δόθηκαν από τις περιφερειακές αρχές. Η μονάδα συμμορφώνεται με όλες τις περιβαλλοντικές Οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με την αποτέφρωση. Επίσης οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για επίπεδα των διοξινών και φουρανίου είναι εντός των επιτρεπόμενων ορίων που έχει θέσει ο διεθνής Οργανισμός Υγείας.

Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια πωλείται στο δίκτυο (Société Publique Liegeoise de Production d'Electricité), επίσης η τεχνολογία της μονάδας εφαρμόστηκε και σε άλλες μονάδες διαχείρισης στερεών αποβλήτων του ίδιου ή παρόμοιου μεγέθους. Η επένδυση μετά από μια 10ετία λειτουργίας έχει αποβεί βιώσιμη οικονομικά και για το λόγο αυτό τα τελευταία χρόνια έχει γίνει επέκταση της μονάδας έτσι ώστε να είναι σε θέση να δέχεται και να επεξεργάζεται περίπου 350.000 τόνους αποβλήτων ετησίως [53].



Εικόνα 21: Τυπικά συστήματα αναερόβιας χώνευσης [53]

7.2.4 Η Περίπτωση της Δανίας - Η Μονάδα Παραγωγής Βιοαερίου του Lemng

Η Δανία όπως αναφέρθηκε και παραπάνω είναι μία από τις χώρες της Ευρώπης που έχουν δώσει ιδιαίτερη έμφαση στην ανάπτυξη τεχνολογιών για την αξιοποίηση της ενέργειας από απορρίμματα, ιδιαίτερα τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Το ενδιαφέρον έχει επικεντρωθεί κυρίως στην ανάπτυξη μονάδων που αξιοποιούν το βιοαέριο που παράγεται από αγροτικές δραστηριότητες.

Πιο συγκεκριμένα, η μονάδα παραγωγής βιοαερίου του Lemng είναι μιας μεγάλης κλίμακας μονάδα παραγωγής βιοαερίου με συνολικό όγκο χωνευτηρίου 7.600m^3 . Η μονάδα σχεδιάστηκε τόσο για την παραγωγή βιοαερίου από τα αστικά απορρίμματα αλλά και για την αποκατάσταση του προβλήματος αποθήκευσης του πλεονάσματος των ζωικών λιπασμάτων. Η μονάδα είναι σχεδιασμένη για την χώνευση 400 τόνων κοπριάς την ημέρα και 40 τόνων βιομηχανικών αποβλήτων την ημέρα. Το παραγόμενο βιοαέριο ανέρχεται στα 4,2 εκατομμύρια m^3 ανά έτος.

Σχεδιάστηκε βάσει της παραδοσιακής τεχνολογίας, αλλά κάποια πρωτότυπα χαρακτηριστικά έχουν επίσης συμπεριληφθεί όπως π.χ. ένα από τους τρεις εναλλάκτες θερμότητας υγρού λιπάσματος σχεδιάζεται για να επιτρέψει σε οποιοδήποτε περισκλήρυνση να αφαιρεθεί κατά τη διάρκεια της διαδικασίας. Μία μεμβράνη εγκαθίσταται στο χαμηλότερο των τριών δεξαμενών χώνευσης, που εξασφαλίζει ότι το υγρό λίπασμα παραμένει στη θερμοκρασία 55°C τουλάχιστον 24 ώρες. Το γεγονός αυτό παρέχει έναν ιδιαίτερα υψηλό βαθμό εξυγίανσης.

Ακόμη, οι χωνευτήρες θερμαίνονται από έναν λέβητα, προκειμένου να επιτραπεί όσο το δυνατόν περισσότερο στο παραγόμενο αέριο να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια και θερμότητα στο σταθμό Συμπαγωγής Ηλεκτρικού και Θερμότητας που βρίσκεται εγκατεστημένος σε μικρή απόσταση. Το βιοαέριο μεταφέρεται στο σταθμό ΣΗΘ μέσω σωληνώσεων χαμηλής πίεσης. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται το συγκριτικά αυξημένο λειτουργικό κόστος και κόστος συντήρησης το οποίο συνδέεται πολύς συχνά με τη μετάδοση του βιοαερίου σε υψηλές θερμοκρασίες [13].

7.2.5 Η Περίπτωση της Σουηδίας – Η Μονάδα Επεξεργασίας Αποβλήτων της Bromma

Στο σταθμό επεξεργασίας αποβλήτων της Bromma στη Στοκχόλμη, παράγονται ετησίως περίπου 10.000 τόνοι λάσπης επεξεργασίας λυμάτων (μη υγρό υλικό). Από τη δεκαετία του 1970, η λάσπη επεξεργάζεται μέσω της αναερόβιας χώνευσης για την παραγωγή βιοαερίου. Σε μια τέτοια μονάδα η λάσπη επεξεργάζεται βιολογικά κάτω από αναερόβιες συνθήκες. Το προϊόν είναι το βιοαέριο και ένα στέρεο οργανικό υποπροϊόν. Το 1996 και 1997 μια πιλοτική μονάδα αναβάθμισης του βιοαερίου εγκαταστάθηκε και το 2001 χτίστηκε μια πλήρης μονάδα αναβάθμισης.

Η μονάδα αναβάθμισης ξεχωρίζει το μεθάνιο από το διοξείδιο του άνθρακα, το νερό και άλλα συστατικά για την παραγωγή ενός καυσίμου της ποιότητας του φυσικού αερίου. 1,5 εκατομμύρια m³ αερίου παράγονται ετησίως τα οποία αντιστοιχούν σε 1,5 εκατομμύρια m³ πετρελαίου. Από το 2004 υπάρχουν τέσσερις σταθμοί καυσίμων στη Στοκχόλμη οι οποίοι παρέχουν αέριο ως καύσιμο. Ο βιοαέριο είναι ένα από τα λιγότερο επιβλαβή προς το περιβάλλον καύσιμα που διατίθενται στο εμπόριο σήμερα.

Οι χωνευτήρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επεξεργασία της δημοτικής ίλης, του λιπάσματος από τα αγροκτήματα, και των αποβλήτων των βιομηχανιών τροφίμων. Μετά από τη χώνευση, η εξυγίανση πραγματοποιείται σε θερμοκρασία 700° C. Πριν από τη χρήση ως λίπασμα το υπόλειμμα θα παραμείνει για 15-30 ημέρες και νύχτες σε θερμοκρασία περίπου 370° C.

Όταν το αγροτικό λίπασμα και τα απόβλητα βιομηχανίας τροφίμων χρησιμοποιούνται, το ποσοστό ρύπων, όπως τα βαριά μέταλλα, μπορεί να ελεγχθεί. Το υπόλειμμα μπορεί να μεταφερθεί πίσω στους αγρότες και να χρησιμοποιηθεί τη ως λίπασμα και βελτιωτικό χώματος. Τα ίδια φορτηγά οχήματα που μεταφέρουν το λίπασμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν μπορούν αν χρησιμοποιηθούν και στην περίπτωση αυτή. Το τελικό προϊόν είναι καλύτερο από το συνηθισμένο λίπασμα επειδή το άζωτο είναι ευκολότερα διαθέσιμο για τις εγκαταστάσεις.

Τα προβλήματα που αφορούν οσμές είναι λιγότερα σε αυτή την περίπτωση σε σχέση με τη χρήση του συμβατικού λιπάσματος. Εάν το προϊόν αποτελείται από περισσότερο από 10 - 20% νερό λυμάτων, το ποσό ρύπων θα αυξηθεί όταν το υπόλειμμα δεν είναι σωστά διατηρημένο για να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί σε καλλιεργήσιμο έδαφος.

Οικονομικά, το αέριο που παράγεται στην Bromma είναι ελάχιστα φτηνότερο από τη βενζίνη και το πετρέλαιο. Βέβαια, τα αυτοκίνητα πρέπει να έχουν έναν πρόσθετο εξοπλισμό καύσης αερίου που κοστίζει περίπου 2.500-5.000€. Εάν το λίπασμα ή τα βιομηχανικά οργανικά απόβλητα χρησιμοποιούνται, αποτελεί γεγονός κρίσιμης οικονομικής σπουδαιότητας, διότι τα ίδια φορτηγά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μεταφορά και των δύο. Ακόμα, όμως και σε αυτή την περίπτωση το αέριο είναι κάπως ακριβότερο από τη βενζίνη. Εντούτοις, το εμπορικό συμφέρον εξαρτάται από το ενεργειακό φορολογικό σύστημα της εκάστοτε χώρας

Ένας από τους εθνικούς περιβαλλοντικούς στόχους της Σουηδία είναι το 75% του φωσφόρου στην ίλη και στα οργανικά απόβλητα να προσφερθεί στην αγορά ως εμπορικό προϊόν έως το έτος 2010-2012. Η αναερόβια χώνευση της ιλύος ήταν σε λειτουργία για δεκαετίες. Γενικά, το παραγόμενο αέριο χρησιμοποιήθηκε για τη θέρμανση των εγκαταστάσεων, και επίσης ως καύσιμο για τις τοπικές μηχανές, παράγοντας την ηλεκτρική ενέργεια για οι ίδιες τις εγκαταστάσεις. Οι εγκαταστάσεις που προσαρμόζονται σε ένα ευρύτερο φάσμα, για να λειτουργήσουν με καύσιμο από απόβλητα έχουν αναπτυχθεί στη Σουηδική πραγματικότητα κατά τη διάρκεια της δεκαετίας το '90. Οι πιο πρόσφατες και πιο σύγχρονες εγκαταστάσεις είναι στο Kristianstad, Linköping και Bromma, εκ των οποίων το Kristianstad και Linköping χρησιμοποιούν κυρίως λίπασμα και απόβλητα από βιομηχανίες τροφίμων. Το αέριο χρησιμοποιείται για θέρμανση, ηλεκτροπαραγωγή (Henriksdal) και σε συμπιεσμένη μορφή ως καύσιμο μεταφορών.

Συμπερασματικά:

⇒ Οι εκπομπές και η χρήση των φυσικών πόρων μειώνονται, αλλά λόγω του περιορισμένου αριθμού των αυτοκινήτων που κινούνται με αέριο τα αποτελέσματα είναι αρκετά περιορισμένα.

- ⇒ Το βιοαέριο που παράγεται στην περιοχή Bromma είναι ελάχιστα φτηνότερο από τη βενζίνη, αλλά το αέριο που παράγεται το λίπασμα ή τα οργανικά απόβλητα είναι λίγο ακριβότερο. Τελικά, το κόστος είναι λογικό έναντι άλλων καυσίμων που προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- ⇒ Ο εξοπλισμός αερίου στα αυτοκίνητα κόστισε περίπου 2.500-5.000€ το οποίο μπορεί να χαρακτηριστεί ανασταλτικός παράγοντας για τον υποψήφιο αγοραστή που θέλει να αγοράσει το καλύτερο δυνατό προϊόν με τη μικρότερη δυνατή τιμή. Τα συμβατικά οχήματα υπερτερούν στον τομέα αυτό.
- ⇒ Η ασφάλεια των εγκαταστάσεων επεξεργασίας του βιοαερίου είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από αυτή των εγκαταστάσεων πετρελαίου.

Η χρήση των βιολογικών καυσίμων είναι μια βιώσιμη εναλλακτική λύση απέναντι στα ορυκτά καύσιμα. Για την αναβάθμιση της ποιότητας του αέρα στην περιοχή, ο Δήμος Linköping, Σουηδία, εγκαινίασε τη χρήση βιοαερίου το οποίο παράγεται από οργανικά απόβλητα ως καύσιμο για αστική χρήση. Το 1998, ο αριθμός των οχημάτων που χρησιμοποιούσαν βιοαέριο ως καύσιμο στο Linköping έφτανε τα 57 αστικά λεωφορεία και τα 14 αυτοκίνητα, συμπεριλαμβανομένων και 4 ταξί. Σήμερα στη Σουηδία κινούνται με βιοαέριο περίπου 15.000 οχήματα και οι τελευταίες προβλέψεις δείχνουν ότι μέχρι το 2012 τα οχήματα που κινούνται με βιοαέριο θα φτάσουν τα 70.000 και σταθμοί καυσίμων τους 500. Οι σταθμοί καυσίμων πωλούν είτε βιοαιθανόλη ή βιο diesel, ή όπου παρέχεται η δυνατότητα εδραίωσης της παραγωγής βιοαιθανόλης ή βιολογικού diesel. Άλλες χώρες που υπήρξαν πρωτοπόρες στη χρησιμοποίηση του βιοαερίου ως καυσίμου είναι η Νέα Ζηλανδία και η Ελβετία.

Ο κύκλος παραγωγής του βιοαερίου αντιπροσωπεύει ένα ενσωματωμένο σύστημα της παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας, της χρησιμοποίησης των πόρων, της επεξεργασίας οργανικών αποβλήτων και της ανακύκλωσης και της ανακατανομής, που έχει ως αποτέλεσμα γεωργικά και περιβαλλοντικά οφέλη, μερικά από τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω:

- ⇒ Παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- ⇒ Φθηνή και περιβαλλοντικά αποδεκτή ανακύκλωση οργανικών αποβλήτων

- ⇒ Μείωση των εκπεμπόμενων αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου
- ⇒ Μείωση παθογόνων μικροοργανισμών μέσω της εξυγίανσης
- ⇒ Βελτίωση της αποδοτικότητας των λιπασμάτων
- ⇒ Μικρότερη όχληση από οσμές και έντομα
- ⇒ Οικονομικά πλεονεκτήματα για τους αγρότες [6]

7.2.6 Η Περίπτωση της Νορβηγίας – Ο ΧΥΤΑ της Πόλης Bergen

Το Πλαίσιο του Προγράμματος

Το έργο αυτό, που ξεκίνησε στα μέσα της δεκαετίας του '90, και περιλαμβάνει μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που τροφοδοτούνται με φυσικό αέριο από ΧΥΤΑ έξω από την πόλη του Bergen, στη δυτική ακτή της Νορβηγίας. Η ηλεκτρική απόδοση της μονάδας παραγωγής ενέργειας είναι 37%, με ένα καθαρό παραγόμενο ηλεκτρισμό 1,3 MW. Η χρήση ενός ειδικού κινητήρα μέσης ταχύτητας, αναμένεται να παρατείνει τη διάρκεια ζωής της μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και μείωση το τρέχον λειτουργικό κόστος ανά kWh που παράγεται, σε σύγκριση με άλλες μονάδες. Ο κινητήρα καύσης παρέχει το συνδυασμό υψηλής ισχύος, υψηλής απόδοσης και παράλληλα τη μείωση των εκπεμπόμενων στη ατμόσφαιρα καυσαερίων.

Το παραγόμενο (βιοαέριο) προέρχεται περίπου δέκα χώρους υγειονομικής ταφής της Νορβηγία, και αυτός ο αριθμός συνεχώς αυξάνεται. Δεδομένου ότι η άμεση χρήση του βιοαερίου από τη βιομηχανία και τον οικιακό τομέα είναι περιορισμένη στη Νορβηγία, το παραγόμενο βιοαέριο χρησιμοποιείται κατά βάση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η χρήση του βιοαερίου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έχει επίσης το σημαντικό πλεονέκτημα της αποφυγής της εκτεταμένης ανάφλεξης.

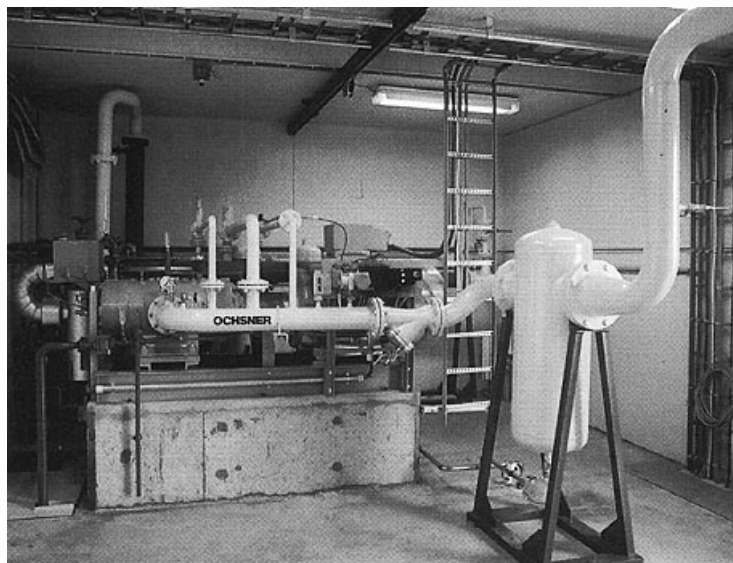
Εν τούτοις, μέχρι πρόσφατα ηλεκτρική ενέργεια παραγόταν μόνο σε δύο από τους χώρους υγειονομικής ταφής αποβλήτων στη Νορβηγία. Ακόμα, και προκειμένου να συμβάλει στην περιβαλλοντικές βελτιώσεις, η Bergen Lysverket (η τοπική εταιρεία κοινής ωφέλειας στο Μπέργκεν) αποφάσισε να προσφέρει μια ανταγωνιστική τιμή για τις επιχειρήσεις, η οποία ισοδυναμεί με US \$ 0,03/kWh, για την ηλεκτρική ενέργεια από μονάδα παραγωγής που χρησιμοποιούν ως καύσιμο το βιοαέριο από ΧΥΤΑ εκτός της πόλης του Bergen.

Με στόχο την αύξηση της αποδοτικότητας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από βιοαέριο του ΧΥΤΑ της περιοχής Raadalen, αποφασίστηκε να γίνει μία νέα επένδυση σε μία ακόμη πιο εξελιγμένη μονάδα με κινητήρα αερίου, από την Bergen Ulstein AS.

Το Έργο

Η μονάδα της Raadalen χρησιμοποιεί για τη λειτουργία της βιοαέριο από το χώρο υγειονομικής ταφής που βρίσκεται στα περίχωρα της πόλη του Μπέργκεν, η οποία και είναι η δεύτερη μεγαλύτερη πόλη στη Νορβηγία. Η εκπόνηση του έργου ξεκίνησε το 1995 σε συνεργασία με την τοπικές αρχές του Μπέργκεν, που ανέλαβαν τη δημιουργία του δικτύου συλλογής του παραγόμενου βιοαερίου. Η εταιρεία Ulstein Bergen AS διαμόρφωσε και λειτουργεί σήμερα το συγκεκριμένο σταθμό.

Το βιοαέριο αντλείται από το χώρο υγειονομικής ταφής και παρέχονται στο σταθμό ηλεκτροπαραγωγής υπό πίεση 50 mbar μέσω κεντρόφυγων φυσητήρων, στη συνέχεια το βιοαέριο συμπιέζεται στα 3,8 bar. Μετά τη συμπίεση, το βιοαέριο ψύχεται περίπου στους 2 ° C σε δύο φάσεις, ώστε να ξηρανθεί. Μετά από αυτό, ακολουθεί η θέρμανση του βιοαερίου για την περαιτέρω μείωση της σχετικής υγρασία. Η πίεση του αερίου στον κινητήρα, μετά από τη διήθηση και την ξήρανση, είναι περίπου 3,5 bar.



Εικόνα 22: Ο συμπιεστής αερίου [5]

Ο κινητήρας είναι ανάφλεξης αερίου, ειδικά σχεδιασμένος για τη χρήση βιοαερίου. Το σύστημα βασίζεται σε ένα ντιζελοκινητήρα. Το σύστημα είναι σχεδιασμένο με υψηλό βαθμό αξιοπιστία έτσι ώστε να μπορεί να λειτουργεί με πολλές καθυστερήσεις μεταξύ των επισκευών, γεγονός που καθιστά κατάλληλα για παραγωγή υψηλών φορτίων ηλεκτρικής ενέργειας κάτω ποικίλες συνθήκες.

Ο κινητήρας καύσης είναι έχει την ικανότητα να προσφέρει το συνδυασμό υψηλής ισχύος, υψηλής απόδοσης και ταυτόχρονα μειωμένες εκπομπές καυσαερίων. Αυτές οι αντιφατικές ιδιότητες έχουν επιτευχθεί μέσω της ελεγχόμενης καύση ενός ομοιογενούς μείγματος αερίου και αέρα σε ένα θάλαμο καύσης που επικρατεί τυρβώδης ροή.

Η πίεση τροφοδοσίας του αερίου μπορεί να μεταβάλλεται με στόχο να διατηρήσει την τροφοδότηση της ενέργειας στον κινητήρα σταθερή. Άλλες βασικές λειτουργίες του κινητήρα περιλαμβάνουν:

- ⇒ Το αέριο χαμηλής πίεσης τροφοδοτεί το σύστημα προωθώντας την ανάμειξη αέρα και αερίου. Το σύστημα μπορεί να συντονιστεί με ακρίβεια για κάθε κύλινδρο.
- ⇒ Ένα σύστημα με προ-θάλαμο καύσης.

Επίδοση

Η καθαρή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη μονάδα είναι 1,3 MW. Η παραγόμενη θερμότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το σύστημα εξάτμισης του κινητήρα, για την ψύξη του συστήματος νερού καθώς και την ψύξη των χώρων. Μέρος της θερμότητας που παράγεται από τον κινητήρα (60%) εξαγοράζεται από τις τοπικές αρχές για χρήση στη γεωπονική σχολή της περιοχής, ενώ το υπόλοιπο 40% είναι διαθέσιμο για άλλους σκοπούς.

Οικονομικά στοιχεία

Οι τοπικές αρχές είναι υποχρεωμένες από τη νομοθεσία για επενδύσεις στους τομείς του βιοαερίου και των συστημάτων ανάφλεξης. Το συνολικό κόστος για τις πρόσθετες επενδύσεις σε κτίρια, παραγωγή ενέργειας και βοηθητικές εγκαταστάσεις, χωρίς ΦΠΑ, ήταν περίπου 1,46 εκατ. Δολάρια. Τα λειτουργικά έξοδα, με βάση την εξαγόμενη ενέργεια και συμπεριλαμβανομένων και των αναλωσίμων, ανήλθαν σε περίπου 0.01\$/kWh. Το σύνολο των καταναλώσεων, του εξοπλισμού, των φορτίων, των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, των οικονομικών αποτελεσμάτων καθώς και ανάλυση ευαισθησίας που έγινε με το πρόγραμμα RETScreen παρουσιάζονται αναλυτικά στο παράρτημα.

Το εργοστάσιο παραγωγής λειτουργεί και βρίσκεται στην ιδιοκτησία της κατασκευάστριας εταιρείας του κινητήρα, Ulstein Bergen AS. Η εξαγόμενη ενέργεια πωλείται στο Bergen Lysverker, που είναι η τοπική κοινωφελής εταιρεία, σε σταθερή τιμή ίση περίπου με 0.03\$/kWh, με δεκαετή σύμβαση που εξασφαλίζει τη σταθερότητα της τιμής [5, 59].

Πίνακας 17: Μετρούμενα μεγέθη μονάδας [5]

Μετρούμενα Μεγέθη	
Ετήσια παραγωγή ηλεκτρισμού	10,4 GWh
Ετήσια κατανάλωση βιοαερίου	5,44 εκ. Nm ³
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας	28 GWh
Ηλεκτρική απόδοση	37%

7.2.7 Ηνωμένο Βασίλειο – Το Σύστημα ΣΗΘ με Βιοαέριο της Μονάδας Χαρτιού Purfleet

Σκοπός του Προγράμματος

Η Purfleet Board Mills paper mill κατασκευάζει χαρτί πολλαπλών χρήσεων από ανακυκλωμένα χαρτί που προέρχεται από απορρίμματα. Η διαδικασία αυτή απαιτεί μεταξύ 8,4 έως 8,8 MWe της ηλεκτρικής ενέργειας και η παραγωγική διαδικασία λειτουργεί 24 ώρες/ημέρα, επτά ημέρα/εβδομάδα όλο το χρόνο. Περίπου 140.000 τόνοι χαρτιού παράγεται ετησίως. Αρχικά, ο χώρος του εργοστασίου αποτελείται από μία μονάδα Συμπαγωγής (ΣΗΘ) που περιλαμβάνει ένα υψηλής πίεσης λέβητα με ικανότητα παραγωγής 90.000 kg/ώρα ατμού σε 4,2 MP (600 psig), καθώς και ένα απλό αμοστρόβιλο των 10 MWe.

Μια αλλαγή στη παραγωγική διαδικασία μείωσε την ποσότητα του ατμού που απαιτείται για κάθε διεργασία. Ως αποτέλεσμα, το παραγόμενο προϊόν από το λέβητα μειώθηκε σε 63.500 kg/ώρα και η πίεση αυξήθηκε σε 653 kPa (80psig). Αυτό σημαίνει ότι, μέχρι να σημειωθεί αυτή η αλλαγή, ο εγκατεστημένος αμοστρόβιλος λειτουργούσε περίπου στο 55% του σχεδιασμού και απέδιδε μόνο 3,7 MWe αντί για 7,64 MWe που κανονικά απαιτούνται. Εξαιτίας αυτού, μεγάλες ποσότητες ενέργειας έπρεπε να εισάγονται από το δίκτυο, για να καλύπτεται η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι, κατασκευάστηκε μία νέα μονάδα ΣΗΘ με στόχο τη μείωση του ενεργειακού κόστους.

Οι Βασικές Αρχές του Προγράμματος

Η εταιρεία αποφάσισε να υιοθετήσει ένα σύστημα που ενσωματώνει ένα νέο αμοστρόβιλο σχεδιασμένο για τις νέες τιμές του ατμού σε συνδυασμό με ένα αεριοστρόβιλο να δώσει ένα σύστημα ΣΗΘ συνδυασμένου κύκλου σύστημα με μεγάλη παραγωγή κλάσματος θερμότητας.

Ο λέβητας είχε αποδειχθεί ότι μπορεί να λειτουργήσει ικανοποιητικά χρησιμοποιώντας αέριο από χώρους υγειονομικής ταφής (βιοαέριο) και η εταιρεία επιθυμούσε να διατηρήσει το λέβητα στο νέο σύστημα, τροποποιώντας το όπου απαιτείται. Η το βιοαέριο επιλέχθηκε επίσης ως το βασικό καύσιμο για τον αεριοστρόβιλο. Η Purfleet Board Mills απευθύνθηκε στη Διεύθυνση Ενεργειακής Απόδοσης (EET) για βοήθεια στο πλαίσιο του νέου συστήματος Ενεργειακής Απόδοσης επειδή το έργο αυτό ήταν η πρώτη προσπάθεια χρησιμοποίησης του βιοαερίου, σε σύστημα αεριοστροβίλου - ΣΗΘ, ως κύριο καύσιμο και ταυτόχρονα προσφέρει πολλαπλά οφέλη σε επίπεδο ενεργειακής απόδοσης.

Η Παρούσα Κατάσταση

Η νέα μονάδα βασίζεται σε έναν αεριοστρόβιλο δύο αξόνων (Ruston TB5000), σε ένα ατμοστρόβιλο ο λέβητας, τροποποιήθηκε με στόχο να επιτρέπει στην υψηλή θερμοκρασία να εξέρχεται από τον αεριοστρόβιλο ώστε να χρησιμοποιηθεί ως προθερμασμένος αέρα καύσης. Ο αεριοστρόβιλος λειτουργεί είτε με βιοαέριο, είτε με φυσικό αέριο, ενώ ο κύριος λέβητα λειτουργεί με μαζούτ.

Η ονομαστική απόδοση των δύο στροβίλων είναι:

⇒ 3,7 MWe για τον αεριοστρόβιλο

⇒ 7,6 MWe για τον ατμοστρόβιλο.

Κατά μέσο όρο, η ισχύς εξόδου πληροί το 80% περίπου των απαιτήσεων. Οποιαδήποτε ανισορροπία μεταξύ προσφοράς και ζήτηση ενέργειας καλύπτεται είτε με εισαγωγή από το δίκτυο, είτε με εξαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανάλογα με την εκάστοτε περίπτωση. Το σύστημα αυτό εισαγωγής και εξαγωγής ενέργειας λειτουργεί ικανοποιητικά και δε δημιουργεί προβλήματα. Η συνολική διαθεσιμότητα του συνήθως μεγαλύτερη του 96% και το αποτελεσματικότητα του συστήματος ΣΗΘ σε φορτίο αιχμής είναι περίπου 77% μικτή (83% καθαρό ποσοστό).

Ο αεριοστρόβιλος έχει λειτουργήσει για εκτεταμένες περιόδους και με φυσικό αέριο και με βιοαέριο και η παραγόμενη ενέργεια ήταν και στις δύο περιπτώσεις η επιθυμητά αναμενόμενη. Συνήθως, δημιουργείται ένα έλλειμμα στην παραγωγή ενέργειας περίπου 1,4 MWe το οποίο όμως αντισταθμίζεται με την εισαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο.

Τα Οικονομικά της Μονάδας

Η ενεργειακή κατανάλωση του νέου συστήματος που μετρήθηκε για ένα ολόκληρο έτος. Κατά τη διάρκεια αυτού η μονάδα λειτούργησε για 8.100 ώρες, δηλαδή 300 ώρες λιγότερο από το κανονικό, γιατί της εγκατάστασης και λειτουργίας του νέου ΣΗΘ εντός του εργοστασίου. Τα στοιχεία κατανάλωσης τροποποιήθηκαν αναλόγως, με βάση το τυπικό έτος λειτουργίας που είναι 8.400 ώρες.

Ο ακόλουθος πίνακας συνοψίζει την ενεργειακή κατανάλωση του νέου συνδυασμένου κύκλου ΣΗΘ με την αντίστοιχη κατανάλωση του παλαιού συστήματος ΣΗΘ για την ίδια περίοδο και με ένα σύστημα που βασίζεται σε shell boilers με αγορά .

Πίνακας 18: Συγκριτικά στοιχεία των τριών πιθανών περιπτώσεων [5]

	Landfill gas(TJ)	Natural gas(TJ)	Heavy fuel(TJ)	Gas oil(TJ)	Electricity(MWh)	
					bought	sold
Unit price (GBP)	1.27/GJ	1.57/GJ	1.65/GJ	3.23/GJ	*	0.0247/kWh
Combined cycle CHP						
Boiler	257	210	780	-		
Gas turbine	204	244	-	6.4	12,376	765
Electricity					12,376	765
Total	462	454	780	6.4	12,376	765
Steam cycle CHP						
Boiler	462	454	661	-		
Electricity					48,867	-
Total	462	454	661	-	48,867	-
Shell boilers						
Boiler	462	454	463	-		
Electricity					73,108	-
Total	462	454	463	-	73,108	-

*Total costs: GBP 3.90 for combined cycle CHP
 GBP 3.44 for steam cycle CHP
 GBP 3.39 for shell boilers

Το κόστος της ενέργειας για τα τρία συστήματα είναι:

- ⇒ Συνδυασμένου κύκλου CHP: 3.071.400 λίρες Αγγλίας.
- ⇒ Ατμοστρόβιλος κύκλο CHP: 4.074.400 λίρες Αγγλίας.
- ⇒ Shell Boilers: 4.548.000 λίρες Αγγλίας.

Λαμβάνοντας υπόψη το κόστος συντήρησης, η εξοικονόμηση κόστους είναι 971.000 λίρες Αγγλίας έναντι του συστήματος ΣΗΘ με ατμοστρόβιλο και 1.444.600 λίρες Αγγλίας έναντι του συστήματος Shell boiler.

Το συνολικό κόστος κεφαλαίου τροποποιήσεις του συστήματος στο νέο συνδυασμένο σύστημα ήταν 2.704.000 λίρες Αγγλίας δίνοντας με 2,8 έτη του κόστους. Αν το σύστημα ΣΗΘ χρησιμοποιηθεί για την αντικατάσταση του shell boiler, το κόστος κεφαλαίου θα είναι υψηλότερο και συγκεκριμένα της τάξης των 4.700.000 αγγλικών λιρών. Στην περίπτωση αυτή, η περίοδος επανέσπραξης θα είναι περίπου στα 3,3 χρόνια. Το σύνολο των καταναλώσεων, του εξοπλισμού, των φορτίων, των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, των οικονομικών αποτελεσμάτων καθώς και ανάλυση ευαισθησίας που έγινε με το πρόγραμμα RETScreen παρουσιάζονται αναλυτικά στο παράρτημα [4, 64].

7.2.8 Η Περίπτωση των Η.Π.Α

Ο Berenyi E. αναφέρει ότι από το 1999, υπήρξαν 327 ενεργειακές εγκαταστάσεις αξιοποίησης του βιοαερίου που παράγεται από απορρίμματα στις ΗΠΑ. Έχει υπολογιστεί ότι περίπου τα τρία τέταρτα (71%) ή 231 από αυτές της μονάδες εγκαταστάσεις ηλεκτρική ενέργεια. Περίπου το ένα πέμπτο (21%) πωλεί το αέριο του σε έναν άμεσο χρήστη, περίπου 4% των εγκαταστάσεων παράγει αέριο σωληνώσεων, και περίπου 3% χρησιμοποιεί το βιοαέριο για να παράγει συνθετικά καύσιμα ή για άλλες χρήσεις.

Σε ότι αφορά τη χρησιμοποίηση του παραγόμενου από χώρους υγειονομικής ταφής αερίου σε κάθε πολιτεία των Η.Π.Α ισχύουν τα ακόλουθα: Η Καλιφόρνια έχει το μεγαλύτερο αριθμό εγκαταστάσεων βιοαερίου, με 65 εγκαταστάσεις, λόγω της νομοθεσίας και των τοπικών απαιτήσεων που αφορούν την αποτελεσματική συλλογή και έλεγχο του αερίου. Άλλες πολιτείες με το σημαντικό αριθμό εγκαταστάσεων περιλαμβάνουν το Ιλλινόις (43), το Μίτσιγκαν (22), τη Νέα Υόρκη (20) και την Πενσυλβάνια (19).

Σε ότι αφορά τα χαρακτηριστικά των μονάδων που υπάρχουν ανά πολιτεία αξίζει να υπογραμμιστούν τα ακόλουθα. Ο συνολικός ενεργός τομέας των χώρων υγειονομικής ταφής συνεισφέρει στη συλλογή αερίου είναι περίπου 21.000 εκτάρια, ενώ λίγο περισσότερο από το μισό αυτής της περιοχής αναφέρεται στην αποκατάσταση μεθανίου (12.000 εκτάρια).

Οι πολιτείες της Καλιφόρνιας, του Ιλλινόις, του Μίτσιγκαν, της Νέας Υόρκης και της Πενσυλβάνιας αντιπροσωπεύουν περίπου 50% του συνόλου της συνολικής περιοχής σχετικά με την αποκατάσταση μεθανίου. Ακόμη, η Καλιφόρνια, η Νέα Υόρκη, το Ιλλινόις, το Τέξας και το Μίτσιγκαν κατέχουν περίπου το 60% του συνόλου των απορριμμάτων που εισέρχονται στους χώρους υγειονομικής ταφής ώστε τελικά να παραχθεί το βιοαέριο. Το μέσο βάθος των ΧΥΤΑ για τη συλλογή του βιοαερίου κυμαίνεται από 14-53 μέτρα. Το εθνικό μέσο βάθος ανέρχεται στα 28 μέτρα.

Επίσης θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μεγαλύτερη ποσότητα αστικών στερεών απορριμμάτων παρατηρείται στην Καλιφόρνια, με περίπου 35 εκατομμύριο τόνους ανά έτος. Άλλοι σημαντικοί ΧΥΤΑ είναι αυτοί της Πενσυλβανία, του Τέξας, του Ιλλινόις, του Μίτσιγκαν, και του Οχάιο.

Το συνολικό συλλεγόμενο αέριο ανέρχεται περίπου στα 7 δισεκατομμύρια Nm^3 ετησίως, ενώ το επεξεργασμένο αέριο (δηλ. αποκλείοντας την καύση) είναι 5 δισεκατομμύρια Nm^3 ετησίως και αντιπροσωπεύει περίπου 70% του συλλεχθέντος βιοαερίου. Οι πολιτείες της Καλιφόρνια, του Ιλλινόις, του Μίτσιγκαν, της Πενσυλβανία και της Νέας Υόρκης αντιπροσωπεύουν περίπου το 60% του συνολικού αερίου που υποβάλλεται σε επεξεργασία για να παράγει ενέργεια (θερμότητα, ηλεκτρική ενέργεια ή καύσιμο). Η θερμοαντική αξία του μη επεξεργασμένου αερίου κυμαίνεται από 464 έως 591 KJ/Nm^3 (μέσος όρος: 540 kJ Nm^{-3}).

Αμερικανική Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος (USEPA), έχει θέσει σε λειτουργία ένα πρόγραμμα που αφορά την παράγωγη μεθανίου στους χώρους υγειονομικής ταφής με στόχο την ενθάρρυνση των ιδιοκτητών των ΧΥΤΑ να αυξήσουν τα έργα και τις υποδομές για την αξιοποίηση του βιοαερίου όπου αυτό είναι εφικτό. Η USEPA εκτιμά ότι πάνω από 700 ΧΥΤΑ στις Ηνωμένες Πολιτείες θα μπορούσαν να εγκαταστήσουν οικονομικά βιώσιμα συστήματα ενεργειακής ανάκτησης βιοαερίου, παρόλα αυτά μόνο 380 εγκαταστάσεις ενεργειακής ανάκτησης ήταν σε ισχύ μέχρι το 2005. Τα τελευταία χρόνια, 295 από αυτές τις μονάδες παράγουν ηλεκτρική ενέργεια ενώ το υπόλοιπο παραγόμενο βιοαέριο χρησιμοποιείται για θέρμανση και για μείωση του όγκου των στραγγιγμάτων.

Μέσω του προαναφερόμενου προγράμματος, η USEPA συνεργάζεται με τους δημοτικούς ιδιοκτήτες και διαχειριστές των ΧΥΤΑ, τις πολιτικές αρχές, τη βιομηχανία και άλλες υπηρεσίες με στόχο να ξεπεραστούν τα οικονομικά εμπόδια που έχουν σχέση με την παραγωγή και χρησιμοποίηση του βιοαερίου από τους ΧΥΤΑ.

Το βιοαέριο που επεξεργάζεται ανέρχεται περίπου στα 5 δισεκατομμύρια Nm³ και από αυτό παράγονται περίπου 912.000 KW, ισοδύναμα με 8 δισεκατομμύρια kWh/έτος. Στην πιο πρόσφατη έρευνα της USEPA το ποσό ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από την αξιοποίηση του βιοαερίου των ΧΥΤΑ υπολογίστηκε σε 1.07GW [1, 15].

7.3 Συμπεράσματα

Σε ότι αφορά τις χώρες που παρουσιάστηκαν παραπάνω, είναι φανερό ότι η αξιοποίηση του παραγόμενου, από χώρους υγειονομικής ταφής, βιοαερίου στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες αλλά και στις Η.Π.Α έχει αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό. Χώρες όπως το η Σουηδία, η Νορβηγία και η Δανία διαθέτουν τεχνολογία που τους επιτρέπει την εκτεταμένη και συστηματική χρήση συστημάτων αξιοποίησης. Αξίζει να σημειωθεί, ότι στις παραπάνω περιπτώσεις συμπεριλαμβάνονται μονάδες ΧΥΤΑ στις οποίες έχουν ενσωματωθεί μονάδες αξιοποίησης βιοαερίου για την παραγωγή μόνο ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και ΧΥΤΑ όπου το βιοαέριο αξιοποιείται μέσω συστήματος ΣΗΘ αξιοποιώντας εκτός από την ηλεκτρική ενέργεια και την παραγόμενη θερμότητα (είτε για ίδια χρήση, είτε διατίθεται προς πώληση). Εκτός αυτού, εξετάζεται και η περίπτωση της χρήσης του βιοαερίου ως καύσιμη ύλη για σύστημα ΣΗΘ σε βιομηχανία χαρτιού και επισημαίνονται τα πολλαπλά οικονομικά οφέλη που μπορεί να έχει ο ιδιώτης επενδυτής από ένα σύστημα ΣΗΘ συνδυασμένου κύκλου. **Σε όλες τις περιπτώσεις οι επενδύσεις που έγιναν ήταν βιώσιμες τόσο οικονομικά όσο και περιβαλλοντικά.**

Εκτός από της μονάδες αξιοποίησης του βιοαερίου το βιοαέριο χρησιμοποιείται και ως καύσιμη ύλη στις μεταφορές, όπως στην περίπτωση της Σουηδίας και μάλιστα σε βαριά οχήματα όπως λεωφορεία που μέχρι τώρα χρησιμοποιούσαν πετρέλαιο και βέβαια με πολύ μεγαλύτερη κατανάλωση από ένα συμβατικό επιβατικό αυτοκίνητο. Από την άλλη πλευρά του Ατλαντικού, στις Η.Π.Α η τεχνολογία αξιοποίησης του βιοαερίου των ΧΥΤΑ, με τη χρήση συστημάτων ΣΗΘ εφαρμόζεται να τελευταία 20 έτη με μεγάλη επιτυχία στις περισσότερες πολιτείες.

Στα βήματα των παραπάνω χωρών, η Ελλάδα κάνει σημαντικές προσπάθειες την τελευταία δεκαετία να αξιοποιήσει τη βιοενέργεια και έτσι να επωφεληθεί τόσο περιβαλλοντικά όσο και οικονομικά. Σήμερα, λειτουργούν μονάδες αξιοποίησης του βιοαερίου των ΧΥΤΑ, όπως στην περίπτωση των Λιοσίων και του ΧΥΤΑ των Ταγαράδων Θεσσαλονίκης αλλά και άλλων χώρων ταφής σε όλη τη χώρα. Το έργο του ΧΥΤΑ των Άνω Λιοσίων συνεχώς επεκτείνεται με στόχο την αποκόμιση ακόμη μεγαλύτερων περιβαλλοντικών και οικονομικών ωφελειών. Όπως αναλύθηκε και παραπάνω το έργο είναι υψηλής σημαντικότητας και αποτελεί πρότυπο για ανάπτυξη αντίστοιχων συστημάτων και σε άλλες περιοχές. Η οικονομική βιωσιμότητα του έργου προσεγγίζει τη βιωσιμότητα αντίστοιχων έργων σε άλλες χώρες.

Εκτός αυτού, το βιοαέριο χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη σε συστήματα ΣΗΘ βιομηχανικών μονάδων σε όλη την Ελλάδα, προσφέροντας μία νέα, φιλική στο περιβάλλον λύση προς τη κατεύθυνση της χρήσης «καθαρότερων καυσίμων». Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να επισημανθεί ότι οι τεχνολογίες αυτές είναι σε αρχικό ακόμη επίπεδο εφαρμογή και η αγορά της τεχνολογίας και του εξοπλισμού απαιτεί μεγάλο κεφάλαιο, για το λόγο αυτό η πολιτεία θα πρέπει να στηρίζει οικονομικά τέτοιες προσπάθειες και παράλληλα να ενισχύσει τη διαρκεί ενημέρωση των υποψήφιων επενδυτών αλλά και όλων των πολιτών.

Πρέπει να επισημανθεί, ότι τα οικονομικά μεγέθη δεν είναι απόλυτα συγκρίσιμα μεταξύ τους διότι αναφέρονται πολλές φορές σε διαφορετικό νόμισμα αλλά και πέραν αυτού δεν πραγματοποιήθηκαν την ίδια περίοδο. Πολλά από αυτά έχουν περατωθεί μέσα στην προηγούμενη δεκαετία. Εν τούτοις μπορούν να μας δώσουν μία γενική εικόνα της κατάστασης των ΧΥΤΑ και της αξιοποίησης του βιοαερίου.

8

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ & ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο 8 παρουσιάζονται τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την ανάλυση που προηγήθηκε και αφορούν: 1. τις δυνατότητες βελτίωσης των τεχνολογιών που αφορούν την επεξεργασία των απορριμμάτων, 2. το κόστος των ΧΥΤΑ και των μονάδων παραγωγής και επεξεργασίας του βιοαερίου, 3. τη νομοθεσία και τα απαιτούμενα κίνητρα που πρέπει να προσφέρει η πολιτεία για να καταστήσει τις τεχνολογίες «καθαρής ενέργειας» ανταγωνιστικές και βιώσιμες κ.α.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

8.1 Βασικές Προτάσεις και Συμπεράσματα

Είναι ευρέως γνωστό, ότι η κατασκευή των ΧΥΤΑ συναντά αντιδράσεις από τις τοπικές κοινωνίες και παρόλο που τα ποσοστά των στατιστικών ερευνών δείχνουν πώς οι πολίτες είναι υπέρ της κατασκευής τέτοιων χώρων, τα δεδομένα αλλάζουν όταν ένας χώρος υγειονομικής ταφής θα πρέπει να εγκατασταθεί σε περιοχή πλησίον της κατοικίας τους. Το γεγονός αυτό μας βοηθάει να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι ένας από τους λόγους που στις περισσότερες περιοχές της χώρας, «σκοντάφτει» η κατασκευή ΧΥΤΑ είναι χωρίς αμφιβολία και οι αντιδράσεις των τοπικών κοινωνιών.

Εν τούτοις, εάν ακολουθήσουμε μία ολοκληρωμένη και συνεπή πολιτική θα μπορούσαμε να επιτύχουμε, τις αμέσως επόμενες δεκαετίες, σημαντική βελτίωση της διαχείρισης των απορριμμάτων. Ήδη, αρκετές χώρες, όπως Γερμανία, Ολλανδία, Αυστρία, Βέλγιο, Μεγάλη Βρετανία κ.α, έχουν κάνει σημαντικά βήματα προς αυτή την κατεύθυνση και έχουν πετύχει μεγάλα ποσοστά μείωσης και εναλλακτικής διαχείρισης των απορριμμάτων τους.

Έτσι, λαμβάνοντας υπόψη τη διεθνή εμπειρία, τις τάσεις που διαμορφώνονται και παράλληλα αξιολογώντας και συνεκτιμώντας όλες τις υπάρχουσες τεχνολογίες διαχείρισης απορριμμάτων, μπορούν να προταθούν μία σειρά από λύσεις, που εκτιμάται ότι θα μας οδηγήσουν μεσοπρόθεσμα στη λύση του προβλήματος της διαχείρισης των απορριμμάτων με το μικρότερο δυνατό κόστος, προσαρμόζοντας τις βέλτιστες διεθνείς περιβαλλοντικές πρακτικές στα ελληνικά δεδομένα και ανάγκες.

Μερικές από αυτές τις προτάσεις είναι οι ακόλουθες:

1. Τα τέλη τελικής διάθεσης, που πληρώνουν οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ) για τη χρήση των ΧΥΤΑ-ΧΥΤΥ (Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων - Χώρων Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων) θα πρέπει άμεσα να συνδεθούν με τις ποσότητες που θάβει κάθε ΟΤΑ, ώστε να ισχύσει η αρχή «Ο Ρυπαίνων Πληρώνει» και ταυτόχρονα να υπάρχουν και οικονομικά κίνητρα στους ΟΤΑ για να καταστούν υπεύθυνοι και ενεργοί στη μείωση των απορριμμάτων.

Είναι απαραίτητη επίσης η ανάληψη νομοθετικών πρωτοβουλιών από την πολιτεία για τη μείωση της αχρειαστής συσκευασίας σε διάφορα καταναλωτικά αγαθά, η επανεξέταση του συνολικού παραγωγικού μοντέλου προϊόντων, καθώς και η υιοθέτηση από τους πολίτες καταναλωτικών συνηθειών φιλικών προς το περιβάλλον.

2. Προγράμματα για την τόνωση της ανακύκλωσης των βιολογικών πόρων/οργανικών αποβλήτων. Δημιουργία διαδημοτικών Κέντρων Ανακύκλωσης σε όλη την Ελλάδα. Τα Κέντρα Ανακύκλωσης μπορούν να αποτελέσουν βασικό άξονα για την εναλλακτική διαχείριση των αστικών αποβλήτων. Αποτελούν ένα χώρο προσωρινής αποθήκευσης και ταξινόμησης όλων των υλικών μέχρι τη μεταφορά τους για τελική διαχείριση ή ανακύκλωση.
3. Βελτίωση των σημερινών διαθέσιμων τεχνολογιών διαχείρισης της βιομάζας και του βιοαερίου. Βελτιστοποίηση της υπάρχουσας εναλλακτικής διαχείρισης και επέκτασή της και σε άλλα υλικά. Αρκετά από τα σημερινά συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης (π.χ. για συσκευασίες, ηλεκτρικές συσκευές - ΑΗΗΕ, ελαστικά) χρήζουν σημαντικών αλλαγών ώστε να βελτιστοποιηθούν τα αποτελέσματα ανάκτησης ανακύκλωσης και να επιτευχθούν οι στόχοι της Ε.Ε.

Επίσης, σήμερα υπάρχουν και άλλες σημαντικές κατηγορίες υλικών (όπως τα επικίνδυνα οικιακά, αχρησιμοποίητα ή ληγμένα φάρμακα, ο ρουχισμός και τα υποδήματα, τα έπιπλα ή άλλα ογκώδη προϊόντα) για τις οποίες δεν υπάρχουν αντίστοιχα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης και θα πρέπει να δημιουργηθούν με ευθύνη της πολιτείας, ώστε να μπορούν να συνεργαστούν με αυτά οι ΟΤΑ και να πετύχουν περαιτέρω μείωση των προς διάθεση υλικών με παράλληλη περιβαλλοντική διαχείριση.

4. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο σχεδιασμός, η τεχνολογία και οι τεχνικές διαχείρισης των ΧΥΤΑ έχουν βελτιωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια ενώ η εξέλιξη συνεχίζεται και ανακεφαλαιώνοντας όσα ειπώθηκαν στο κεφάλαιο 4 για τους ΧΥΤΑ μπορούμε να θεωρήσουμε τους ΧΥΤΑ μία σύγχρονη βιώσιμη λύση διαχείρισης απορριμμάτων, που προάγει την αειφόρο ανάπτυξη και διαθέτει μία σειρά από αδιαπραγμάτευτα πλεονεκτήματα έναντι των υπολοίπων μεθόδων διαχείρισης απορριμμάτων τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω:

- ⇒ Κατάλληλη για ένα ευρύ φάσμα απορριμμάτων
- ⇒ Σχετικά χαμηλό κόστος.
- ⇒ Υπάρχουν κατάλληλοι χώροι σε πολλές περιοχές.
- ⇒ Παραγωγή βιοαερίου, το οποίο είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας για θέρμανση και παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.
- ⇒ Η ανάπλαση μετά το κλείσιμο του ΧΥΤΑ προσφέρει κατάλληλους χώρους για πάρκα, αθλητικές εγκαταστάσεις και άλλες χρήσεις.
- ⇒ Ένας καλοσχεδιασμένος ΧΥΤΑ δεν αλλοιώνει την ευρύτερη περιοχή.

5. Αποφυγή της θερμικής επεξεργασίας - Με τα σημερινά δεδομένα οι τεχνολογίες θερμικής επεξεργασίας (καύση, πυρόλυση, αεριοποίηση) ως μέθοδοι τελικής διάθεσης των απορριμμάτων είναι ασύμφωρες για τη χώρα μας και θα πρέπει να μην επιλεγούν για τους εξής κυρίως λόγους:

- ⇒ Λόγω του πολύ υψηλού επενδυτικού και λειτουργικού κόστους.
 - ⇒ Λόγω περιβαλλοντικών προβλημάτων (εκπομπές επικίνδυνων αερίων και παραγωγή τοξικής στάχτης).
 - ⇒ Λόγω κοινωνικών και χρονικών δυσκολιών (αντιδράσεις τοπικών κοινοτήτων και πολύχρονη κατασκευή).
 - ⇒ Λόγω δέσμευσης των ΟΤΑ για σταθερή παροχή απορριμμάτων προς καύση για μερικές δεκαετίες και άρα ενδεχόμενη ακύρωση κάθε προσπάθειας για περαιτέρω αύξηση της ανακύκλωσης στο μέλλον.
6. Απαιτείται έρευνα και ανάπτυξη (R & D) και για τα μικρής κλίμακας συστήματα διαχείρισης.
 7. Η εύρεση και την εφαρμογή νέων τεχνολογιών μετεπεξεργασία.
 8. Εξεύρεση λύσεων για την εξάλειψη ή την αποφυγή της κακής οσμής που υπάρχει στις περιοχές που βρίσκονται κοντά σε μονάδες παραγωγής βιοαερίου.
 9. Προγράμματα για την ενεργό εφαρμογή και τη διάδοση των τεχνολογιών βιοαερίου και η μεταφορά γνώσεων από άλλες χώρες του κόσμου, όπου έχουν εφαρμοστεί αντίστοιχα συστήματα με επιτυχία. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω χώρες όπως η Σουηδία, Γερμανία, Δανία, Η.Π.Α εκτός από την τεχνογνωσία διαθέτουν και εμπειρία λόγω της εφαρμογής τεχνολογιών διαχείρισης της βιομάζας και του βιοαερίου εδώ και πολλά έτη.
 10. Μια συνολική πολιτική για την τόνωση της **πράσινης ηλεκτρικής ενέργειας** από ανανεώσιμες πηγές καθώς και για την ενθάρρυνση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε εγκαταστάσεις συνδυασμένης παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού μέσω των συστημάτων Συμπααραγωγής.

Τέτοια συστήματα έχουν εφαρμοστεί με επιτυχία τα τελευταία 15 έτη σε Ευρώπη και Η.Π.Α και έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερα αποδοτικά και σε ότι αφορά τη χρήση της ενέργειας, αλλά έχουν και αξιοσημείωτη οικονομική απόδοση, γεγονός το οποίο αποτελεί σημαντικό κίνητρο για τον εκάστοτε ιδιώτη επενδυτή. Μερικά από τα βασικά πλεονεκτήματα της ΣΗΘ είναι:

- ⇒ Μείωση της ρύπανσης
- ⇒ Αύξηση της ανταγωνιστικότητας
- ⇒ Αύξηση της απασχόλησης
- ⇒ Αποκεντρωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- ⇒ Ενίσχυση της Εθνικής Οικονομίας

Για να μπορέσει να εφαρμοστεί όμως η ΣΗΘ σε μεγάλη κλίμακα θα πρέπει, όπως επισημάνθηκε και στο αντίστοιχο κεφάλαιο να υπάρξουν κίνητρα σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο καθώς και δράσεις ενημέρωσης, από πλευράς του Δημοσίου, όλων των ενδιαφερομένων αλλά και κατάρτιση του τεχνικού προσωπικού σε θέματα Συμπααραγωγής με βιομάζα.

11. Προώθηση της ευρύτερης χρήσης των δικτύων αστικής θέρμανσης, ψύξης ή ανάκτηση θερμότητας για τις μεταποιητικές βιομηχανίες, τη μετατροπή θερμότητας σε ψύξη, κυρίως σε περιοχές με θερμό κλίμα.
12. Μία λύση για το πρόβλημα των απορριμμάτων, η οποία συζητείται τα τελευταία έτη, είναι να αντιμετωπίζεται όσο πιο νωρίς γίνεται και όσο πιο κοντά στην πηγή ή στην αιτία που το δημιουργεί. **Για αυτό η μείωση των απορριμμάτων** σε όλα τα στάδια της παραγωγής τους αποτελεί τη βασική επιλογή πολιτικής που πρέπει να ακολουθούμε. Με την έννοια «Μείωση των απορριμμάτων» εννοούμε μια σειρά τεχνικών επιλογών και νομοθετικών-οικονομικών ρυθμίσεων, καθώς και ένα πλαίσιο κοινωνικής συμπεριφοράς και ενεργής συμμετοχής των πολιτών, με στόχο τη δραστική ελάττωση του όγκου και του βάρους των απορριμμάτων, που καταλήγουν στους χώρους τελικής διάθεσης, σε όσο το δυνατόν πιο αρχικό στάδιο παραγωγής τους.

13. Η λύση της επαναχρησιμοποίησης. Η επαναχρησιμοποίηση δεν αφορά μόνο τις συσκευασίες αναψυκτικών, νερού και μύρας, αλλά επεκτείνεται και σε πολλά άλλα τυποποιημένα προϊόντα. Η επαναχρησιμοποίηση προϋποθέτει την ανάληψη πρωτοβουλιών από την πολιτεία, την τοπική αυτοδιοίκηση και τον ιδιωτικό τομέα για τη δημιουργία υποδομών και επιχειρηματικότητας σχετικά με τη διαχείριση και επαναχρησιμοποίηση ηλεκτρικών συσκευών, παλαιών επίπλων, ρουχισμού και άλλων προϊόντων, που σήμερα καταλήγουν στα απορρίμματα. Οι δράσεις επαναχρησιμοποίησης σε συνδυασμό και με νέες δράσεις εναλλακτικής διαχείρισης υλικών μπορούν παράλληλα να συμβάλουν στη δημιουργία πολλών νέων θέσεων εργασίας, στα πλαίσια μιας νέας «πράσινης» οικονομίας.
14. Τα τελευταία χρόνια που η κατάσταση έχει φτάσει σε κρίσιμο σημείο, η μείωση των απορριμμάτων, με την έννοια της **αποφυγής δημιουργίας** τους, αποτελεί την καλύτερη λύση για τη διαχείριση των απορριμμάτων, καθώς δεν έχει καμία περιβαλλοντική επίπτωση.

Η αποφυγή δημιουργίας απορριμμάτων, σημαίνει να μην παράγονται από την αρχή απορρίμματα (κυρίως υλικά συσκευασίας), και δεν πρέπει να συγχέεται με την ανακύκλωση ή την αξιοποίηση υλικών που έχουν στόχο να μειωθεί η ποσότητα των ήδη παραγομένων απορριμμάτων. Η μείωση των απορριμμάτων μέσω της αποφυγής παραγωγής τους έχει δυο πλευρές, την ποιοτική και την ποσοτική:

- ⇒ Η **Ποιοτική Αποφυγή Παραγωγής Απορριμμάτων** σημαίνει τη μείωση ή την κατάργηση της χρήσης, κυρίως επικίνδυνων και τοξικών ουσιών, όπως ο υδράργυρος, ο μόλυβδος, το κάδμιο, ο αμίαντος, οι χλωροφθοράνθρακες κ.λπ. Επίσης σημαίνει και απαγόρευση ορισμένων μη φιλικών προς το περιβάλλον υλικών συσκευασίας (π.χ. πλαστικών, PVC, χλωριωμένων υλικών).

⇒ Η **Ποσοτική Αποφυγή Παραγωγής Απορριμμάτων** σημαίνει μέτρα για την παραγωγή λιγότερων ποσοτήτων απορριμμάτων. Για παράδειγμα μείωση του όγκου ή του βάρους συσκευασιών, αποφυγή περιττών συσκευασιών, παραγωγή προϊόντων μεγάλης διάρκειας ζωής και πολλών χρήσεων κ.λπ

15. Το θέμα της διαχείρισης και ανάπτυξης των ανθρώπινων πόρων είναι επίσης σημαντικότερο αλλά μόλις τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να συνειδητοποιείται. Κανένα πρακτικό βήμα δεν μπορεί να γίνει και πολύ περισσότερο να διασφαλιστεί, αν τα επόμενα χρόνια δεν εμφανιστεί μία νέα γενιά τεχνικών που θα στελεχώσει επαρκώς τους φορείς διαχείρισης. **Η δημιουργία τέτοιων στελεχών απαιτεί την ανάπτυξη συστημάτων εκπαίδευσης και κατάρτισης καθώς και την εισαγωγή διαδικασίας πιστοποίησης των προσόντων που αποκτούνται.**

16. Επένδυση στην ευαισθητοποίηση και ενημέρωση. Για να επιτευχθούν τα παραπάνω απαιτείται συστηματική ευαισθητοποίηση, ενημέρωση και ενεργοποίηση των πολιτών και για το λόγο αυτό θα πρέπει να οργανώνονται από τους ΟΤΑ και την πολιτεία, σε συστηματική ετήσια βάση, ολοκληρωμένα προγράμματα ευαισθητοποίησης-ενημέρωσης και εκπαίδευσης των πολιτών, στα οποία να εμπεριέχονται πολυδιάστατες δράσεις (όπως προβολή με πολλούς τρόπους σε ΜΜΕ, εκδηλώσεις, διαφημιστικά μηνύματα, έντυπο υλικό) αλλά κυρίως περιβαλλοντική ενημέρωση στα σχολεία και πόρτα-πόρτα ενημέρωση των δημοτών. Αυτά τα προγράμματα ενημέρωσης θα πρέπει να επανέρχονται, όσες φορές χρειάζεται, σε περιοχές και ΟΤΑ που υλοποιήθηκαν στο παρελθόν, για να ενημερώνονται οι νέοι κάτοικοι και να ενθαρρύνουν τους παλαιότερους, ώστε να μην χαλαρώνουν τις προσπάθειες τους. **Κάθε πόρος που επενδύεται στην ενημέρωση αποφέρει πολλαπλά κέρδη στο μέλλον από τη σωστή συμπεριφορά των πολιτών.**

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Όλες οι βιβλιογραφικές αναφορές που χρησιμοποιήθηκαν κατά την εκπόνηση της παρούσα Διπλωματικής Εργασίας. Οι πηγές αυτές, προέρχονται από επιστημονικά συγγράμματα, περιοδικά, επιστημονικά άρθρα, άρθρα εφημερίδων και ιστοσελίδες. Διαχωρίζονται σε ξενόγλωσσες, ελληνικές και ιστοσελίδες.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

8.1 Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

1. Zhu Baoning, Gikas Petros, Zhang Ruihong, Lord James, Jenkins Bryan, Li Xiujin, «Characteristics and biogas production potential of municipal solid wastes pretreated with a rotary drum reactor», *Bioresource Technology*, Vol. 100, pages 1122 – 1129, 2009, www.elsevier.com.
2. Boukis Ioannis, Vassilakos Nikos, Kontopoulos Georgios, Karellas Sotirios, «Policy plan for the use of biomass and biofuels in Greece Part I: Available biomass and methodology», *Renewable and Sustainable Energy Policy*, Vol. 13, pages 971 – 985, 2009, www.elsevier.com.
3. Boyle G., Everett B., Ramage J., «Energy Systems and Sustainability», 2003, Oxford University Press.
4. Caddet Energy efficiency IEA, «Paper mill uses combined cycle CHP with landfill gas», www.retscreen.net
5. Caddet Renewable Energy IEA, «Landfill Gas Fuelled Power Plant Using a Lean-Burn Engine», www.retscreen.net
6. Case study: «The Bromma Biogas Plant Stockholm», www.cardiff.ac.uk
7. Demirbas Ayhan, «Biofuels sources, biofuel policy, biofuel economy and global biofuel projections», *Energy Conversion and Management*, Vol 49, pages 2016 – 2116, 2008, www.elsevier.com.
8. «Doing More with Less», Green Paper on Energy Efficiency, 2005, European Communities.
9. «EDUCOGEN: The European educational tool on Cogeneration», 2nd edition, 2001.
10. Environmental Protection Agency (EPA), «Full Cost Accounting for Municipal Solid Waste Management: A Handbook», 1997.

11. Holm-Nielsen J.B., b, T. Seadib Al and Oleskowicz-Popiel P., «The future of anaerobic digestion and biogas utilization», *Biorecourse Technology*, in press, 2009, www.elsevier.com.
12. Panoutsou Calliope, «Bioenergy in Greece: Policies, diffusion framework and stakeholder interactions», *Energy Policy*, Vol 36, pages 3674 – 3685, 2008, www.elsevier.com.
13. Renewable energy year handbook, Denmark, erg.ucd.ie/public/pdfiles/res/case_studies/bm_02.pdf
14. Lansinga Stephanie, Vvquezb Joaquvn, Martynezc Helen, Boterod Raïl, Martine Jay, «Quantifying electricity generation and waste transformations in a low-cost, plug-flow anaerobic digestion system», *Ecological Engineering*, Vol. 34, pages 332 – 348, 2008, www.elsevier.com.
15. Tammemagi Hans, «The waste crisis: landfills, incinerators, and the search for a sustainable future», Oxford University Press, New York 1999.
16. Themelis Nickolas J., Priscilla A. Ulloa, «Methane generation in landfills», *Renewable Energy*, Vol. 32, pages 1243 – 1257, 2007, www.elsevier.com.

8.2 Ελληνική Βιβλιογραφία

17. Αγερίδης Γιώργος, «Η Συμπαράγωγή στην Ελλάδα σημερινή κατάσταση & προοπτικές», ΥΠΙΑΝ – Forum Ενέργειας ΑΠΕ/ΣΗΘ, Θεσσαλονίκη 2008.
18. «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας», Κλαδική Μελέτη ICAP, Αθήνα 2007.
19. Βεργανέλακης Κωνσταντίνος «Δυνατότητες Περιβαλλοντικής και Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιοαερίου από Αστικά Στερεά Απορρίμματα», Τα βιοκαύσιμα και ο αναπτυξιακός τους ρόλος για τη βιομηχανία και τον αγροτικό τομέα, ΤΕΕ Κεντρικής Μακεδονίας, 2005.
20. Βουδρισλής Ν., «Το Πρόβλημα των Απορριμμάτων και οι Λύσεις του», Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, 1998.
21. Γιαννόπουλος Δ., Βουδριάς Ε., Αϊβαζίδης Α., «Αναερόβια Επεξεργασία Αστικών Στερεών Αποβλήτων: Εξέλιξη και Προοπτικές» Heleco '05, ΤΕΕ, Αθήνα 2005.

22. Γούλα Μαρία, «Τεχνολογίες αξιοποίησης Βιοαερίου», Περιφερειακός πόλος Καινοτομίας Δυτικής Μακεδονίας – συνΕνεργεία, 2008.
23. Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Τεύχος Πρώτο, Αριθμ. Φύλλου 261, Νόμος Υπ' αριθμ. 3299, «Κίνητρα Ιδιωτικών Επενδύτων για την Οικονομική Ανάπτυξη και την Περιφερειακή Σύγκλιση», Δεκέμβριος 2004.
24. Καρβούνης Σ., Γεωργακέλλος Δ., «Διαχείριση του Περιβάλλοντος», εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 2003.
25. Κόλλιας Π., «Απορρίμματα: Αστικά – Βιομηχανικά», χ.ε 2η έκδοση, Αθήνα 2004.
26. Λαζαρίδη Κ., Κανακόπουλος Δ., Κομίλης Δ., Κουλουμπής Π., Λώλος Γ., Σκουλαξινού Σ., Φιλιπούσης Α., 2003. Τεχνολογίες Βιοεπεξεργασίας Στερεών Αποβλήτων, ΜΟΕ Οργανικών, ΕΕΔΣΑ. Φραγκόπουλος, Α. Χ., Καρυδογιάννης, Π. Η., Καραλής, Κ. Γ., «Συμπααραγωγή Θερμότητας και Ηλεκτρισμού», σελ. 1-50, Ελληνικό Κέντρο Παραγωγικότητας, 1994.
27. Λέκκας Θ., Γιαννόπουλος Γ., Ραζής Ι., «Συγκριτική Παρουσίαση Μεθόδων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων», Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 1997.
28. Μαυρόπουλος Α., Στοϊλόπουλος Β., Κολοκοτρώνη Κ., Φαγογένη Ε., «Οι χώροι υγειονομικής ταφής στην Ελλάδα: υφιστάμενη κατάσταση και εμπειρίες», Εργασία για λογαριασμό της Μόνιμης Ομάδας Εργασίας (ΜοΕ) για την Υγειονομική Ταφή και την Εδαφική Διάθεση της Ελληνικής Εταιρείας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΕΕΔΣΑ), 2002.
29. Μελέτη Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ, «Σχεδιασμός – Προγραμματισμός έργων διαχείρισης απορριμμάτων σε επίπεδο χώρας», 2001.
30. Μπούκης Ι., «Δυνατότητες ενεργειακής αξιοποίησης βιοαερίου & δευτερογενών καυσίμων από ΑΣΑ μετά Μηχανική-Βιολογική Επεξεργασία», 10ο Εθνικό Συνέδριο «ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ» Αθήνα 2005.
31. «Οδηγός Εφαρμογής για τη Συμπααραγωγή», ΚΑΠΕ, 2004.
32. «Οδηγός Τεχνολογιών Ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ», Πρόγραμμα Leonardo Da Vinci, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2001.
33. Παναγιωτακόπουλος Δ., «Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων», Ζυγός 2007.

34. «Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Βιομάζας», οδηγός ΚΑΠΕ/ Υπουργείου Ανάπτυξης, 2002.
35. Πλανάκης Οδυσσέας - Νίκος «Εξοικονόμηση Ενέργειας Αξιοποιώντας Απορρίμματα και Βιομάζα σε Σύστημα Συμπαράγωγής», 2000, www.cres.gr
36. Σταμέλος Κυρ., Αρχιτεκτονιδου Βασ., «Εξέταση των τεχνολογιών πρόληψης και περιορισμού της ρύπανσης δραστηριοτήτων του κλάδου διαχείρισης αποβλήτων (Οδηγία 96/61/EC, Παράρτημα I, εδάφιο 5.) - υποβολή προτάσεων για εφαρμογή των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών», 2005.
37. «Τεχνολογίες Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων» Πανελλήνιος Σύλλογος Χημικών Μηχανικών, «Η Διαχείριση των Απορριμμάτων στην Ελλάδα», σελ. 17-23, Αθήνα 2004.
38. Τίγκας Κώστας, «Ανάλυση της δυνατότητας διείσδυσης των ΑΠΕ της Εξοικονόμησης Ενέργειας και της ΣΗΘ στην Ελλάδα, ενόψει της Νέας Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Πολιτικής», Ημερίδα ΚΑΠΕ - Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα Σήμερα, Αθήνα 2008.
39. «Το Νομοθετικό πλαίσιο διαχείρισης των ΑΣΑ στην Ελλάδα», www.eedsa.gr
40. Χατζημίρος Κίμων, Τσαντίλης Δήμος, «Η Ευρωπαϊκή Περιβαλλοντική Πολιτική», 2008, www.itia.ntua.gr.

8.3 Ιστοσελίδες

41. www.allaboutenergy.gr/Paragogi324.html
42. www.biofuels.gr/biogas_bacteria_1.html
43. www.biomassmagazine.com
44. www.cogeneurope.eu
45. www.cres.gr/kape/news/deltia/forma_biogas.htm
46. www.cres.gr/services/istos.chtm?prnbr=25347&locale=el
47. www.depa.gr
48. www.desmie.gr
49. www.ecocrete.gr
50. www.eedsa.gr/library/.../Docs/.../REPORT_EEDSA_ΤΕΛΙΚΟ.pdf

51. www.energypoint.gr/alles_texnologies/energeia_apo_ta_aporrimmata.html.
52. www.energyquest.ca.gov
53. www.energytraining4europe.org
54. www.epa.gov
55. www.esdkna.gr/pages/xyta2.htm
56. www.europa.eu/legislation_summaries/environment/waste_management/121208_el.htm
57. www.geothermia.gr/index.php
58. www.hachp.gr
59. www.helector.gr/article.php?id=62
60. www.landfill-gas.com
61. www.photovoltaiic.eu.com/page11.html
62. www.qualitynet.gr/displayITM1.asp?ITMID=61105
63. www.rae.gr
64. www.retscreen.net
65. www.solar-systems.gr/photovoltaic_panels/index.htm
66. <http://www.wm.com/wm/environmental/protection.asp>
67. www.ypan.gr
68. www.ypexode.gr

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

I Συστήματα ΣΗΘ

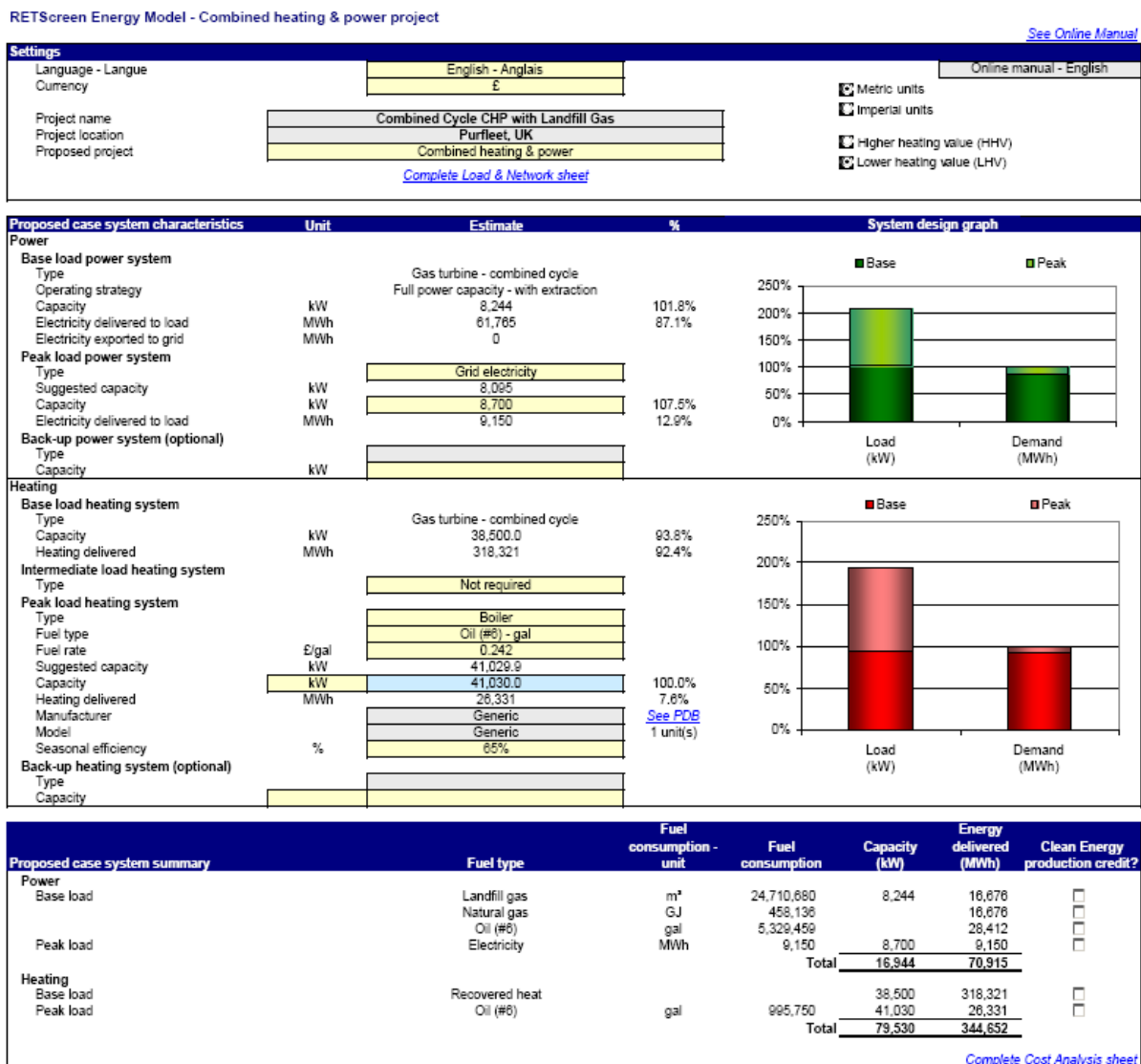
Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα αναλυτικά στοιχεία για την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας για την κατηγορία ΣΗΘ στην Ελλάδα όπως αυτά παρουσιάστηκαν από τον Ελληνικό Σύνδεσμο Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας το έτος 2004.

Πίνακας 19: Στοιχεία παραγωγής ενέργειας από ΣΗΘ στην Ελλάδα [55].

Κατηγορία τεχνολογίας	ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΗΘ							Μικτή (MWe)	Μακ ηλεκτρική ισχύς (MWe)	Μακ θερμική ισχύς (MWh)
	Μικτή (ΣΗΘ)	Μικτή ΣΗΘ	Αποδιδόμενη Θερμότητα ΣΗΘ (T ₁)	Καύσιμο για Θερμότητα ΣΗΘ και μικτή ηλεκτρική ενέργεια (T ₂)	Πλήθος μονάδων ΣΗΘ	Αυτοπαραγωγός	Καθαρή (MWh)			
Συνδυασμένος κύκλος	342,73	288,33	1746,6	4128,68	2	ΝΑΙ (2/2)	66,5	55,2	61,1	
ΜΕΚ	3,25	36,44	28,4	404,64	6	ΝΑΙ (3/6)	11,96		16,2	
Αεριοστρόβιλος με ανάκτηση	27,91	324,48	266,38	4678,04	5	ΝΑΙ (5/5)	53,94	45,15	87,06	
Ατμοστρόβιλος αντίθλιψης	133,26		3597,77	4643,27	15	ΝΑΙ (14/ 15)	79,84	79,84	351,73	
Ατμοστρόβιλος συμπίκνωσης	4919,83	124,3	1250,55		4	ΌΧΙ	1120	27,78	260	
Σύνολο								207,97	776,09	

II Μελέτη Περίπτωσης: Ηνωμένο Βασίλειο

Στις ακόλουθες εικόνες παρουσιάζεται το σύνολο των φύλλων του υπολογιστικού εργαλείου έργων καθαρής ενέργειας RETScreen, με βάση το οποίο έγινε η ανάλυση του έργου ΣΗΘ στο εργοστάσιο Purfleet [59].



Εικόνα 23: Σύνοψη μελέτης περίπτωσης/συνολική κατανάλωση βιοαερίου & φυσικού αερίου.

RETScreen Load & Network Design - Combined heating & power project

Heating project		Unit	
Site conditions			
Nearest location for weather data	Estimate	London	Notes/Range
Heating design temperature	°C	-2.0	See Weather Calculator -4.0 to 15 °C
Annual heating degree-days below 18°C	°C-d	2,900	Consult Monthly Loads
Equivalent full load hours	h	8,400	
Monthly inputs			
Month	°C-d	Month	°C-d
January	457	May	214
February	395	June	107
March	369	July	41
April	307	August	41
September	125	October	291
November	540	November	540
December	390	December	390
See Weather Calculator			
Base case heating system			
Single building - multi zone - process heating		Building zones	
Heated floor area per building zone	m ²	3	
Fuel type		1	2
Seasonal efficiency	%	90%	90%
Heating load calculation		48.9	48.2
Peak process heating load	million Btu/h	140.0	
Process heating load characteristics		Standard	
Equivalent full load hours - process heating	h	8,400	8,400
Total heating demand	MWh	344.852	115,458
Total peak heating load	kW	41,029.9	13,745.0
Fuel consumption - unit			
Fuel consumption - annual			
Fuel rate - unit			
Fuel rate	£	2,063,470	586,740
Proposed case energy efficiency measures			
End-use energy efficiency measures	%	0%	0%
Net peak heating load	kW	41,029.9	13,745.0
Net heating demand	MWh	344.852	13,745.0

RETScreen Load & Network Design - Combined heating & power project

Base case power system		Unit	
Grid type			
Central-grid			
Base case load characteristics			
Month	Power gross average load kW	Power net average load kW	Heating average load kW
January	8,346	8,346	30,316
February	8,346	8,346	30,316
March	8,346	8,346	30,316
April	8,346	8,346	30,316
May	8,346	8,346	30,316
June	8,346	8,346	30,316
July	8,346	8,346	30,316
August	8,346	8,346	30,316
September	8,346	8,346	30,316
October	8,346	8,346	30,316
November	8,346	8,346	30,316
December	8,346	8,346	30,316
System peak electricity load over max monthly average		0.0%	41,030
Peak load - annual		8,346	
Electricity demand	MWh	73,103	
Electricity rate - base case	€/MWh	0.034	
Total electricity cost	£	2,478,301	
Proposed case load characteristics			
Month	Power net average load kW	Heating net average load kW	
January	8,095	30,316	
February	8,095	30,316	
March	8,095	30,316	
April	8,095	30,316	
May	8,095	30,316	
June	8,095	30,316	
July	8,095	30,316	
August	8,095	30,316	
September	8,095	30,316	
October	8,095	30,316	
November	8,095	30,316	
December	8,095	30,316	
Peak load - annual		8,095	41,030
Proposed case energy efficiency measures			
End-use energy efficiency measures	%	3%	
Net peak electricity load	kW	8,095	
Net electricity demand	MWh	70,815	
Proposed case load and demand			
System peak load	kW	8,095	41,030
System energy demand	MWh	70,815	344,852

Εικόνα 24: Φορτίο και Δίκτυο.

Proposed case power system									
System selection		Base load system							
Base load power system		Gas turbine - combined cycle							
Type	h								95.9%
Availability	8,400								
Fuel selection method		Multiple fuels - percentage							
	Fuel type	Fuel mix	Fuel consumption	Fuel consumption	Fuel rate - unit	Fuel rate	Fuel cost		
Fuel type #1	Landfill gas	27%	m ³	24,710,680	£/m ³	0.023	£	366,177	
Fuel type #2	Natural gas - GJ	27%	GJ	458,136	£/GJ	1.570	£	719,274	Complete Tools sheet
Fuel type #3	Oil (#6) - gal	46%	gal	5,329,459	£/gal	0.242	£	1,287,871	
		100%			£/MWh	5.46	£	2,573,321	
Gas turbines - combined cycle									
Power capacity (GT)	kW	3,700	45.7%	See product database					
Minimum capacity	%	50%							
Manufacturer	Rushton								
Model	TB5000								
Heat rate	kJ/kWh	25,000	1 unit(s)						
Heat recovery efficiency	%	50%							
Fuel required	GJ/h	202.0							
Heating capacity	kW	10,597.2	26.8%						
Duct firing		Yes							
Duct firing heating capacity	kW	30,416.7							
Heating capacity after duct firing	kW	41,413.9							
Steam turbine									
Operating pressure	psig	600							
Saturation temperature	°C	253							
Superheated temperature	°C	330							
Steam flow	kg/h	59,311							
Enthalpy	kJ/kg	3,041							
Entropy	kJ/kg-K	6.48							
Extraction port		Yes							
Maximum extraction	%	56%							
Extraction	kg/h	33,325							
Extraction pressure	psig	80.0							
Temperature	°C	162							
Mixture quality		0.95	Steam is wet						
Enthalpy	kJ/kg	2,649							
Theoretical steam rate (TSR)	kg/MWh	9.17							
Back pressure		20.0							
Temperature	°C	126							
Mixture quality		0.89	Steam is wet						
Enthalpy	kJ/kg	2,478							
Theoretical steam rate (TSR)	kg/MWh	6.40							
Steam turbine (ST) efficiency	%	49%							
Actual steam rate (ASR)	kg/MWh	16.24							
Summary									
Power capacity (ST) - with extraction	kW	3,653	45.1%						
Total power capacity (GTCC) - with extraction	kW	7,353	90.8%						
Power capacity (ST) - without extraction	kW	4,544	56.1%						
Total power capacity (GTCC) - without extraction	kW	8,244	101.8%						
Electricity delivered to load	MWh	61,765	87.1%						
Electricity exported to grid	MWh	0							
Return temperature	°C	90							
Heating capacity - without extraction	kW	38,500.0	93.8%						
Heating capacity - with extraction	kW	37,595.3	92.4%						
Operating strategy - base load power system									
Fuel rate - base case heating system	£/MWh	5.99							
Electricity rate - base case	£/MWh	33.90							
Fuel rate - proposed case power system	£/MWh	5.46							
Electricity export rate	£/MWh	24.70							
Electricity rate - proposed case	£/MWh	39.00							
	Electricity delivered to load	Electricity exported to grid	Remaining electricity required	Heat recovered	Remaining heat required	Power system fuel	Operating profit (loss)	Efficiency	
Operating strategy	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	£	%	
Full power capacity - without extraction	68,000	1,245	2,914	323,400	21,251	471,333	1,684,026	83.3%	
Full power capacity - with extraction	61,765	0	9,150	318,321	26,331	471,333	1,379,653	80.6%	
Power load following - without extraction	68,000	0	2,914	317,584	27,067	462,857	1,664,725	83.3%	
Power load following - with extraction	61,765	0	9,150	318,321	26,331	471,333	1,379,653	80.6%	
Select operating strategy	Full power capacity - with extraction								

Εικόνα 25: Απαιτούμενος μηχανολογικός εξοπλισμός.

RETScreen Cost Analysis - Combined heating & power project

Settings - Combined Cycle CHP with Landfill Gas - Purfleet, UK			
<input checked="" type="checkbox"/> Pre-feasibility analysis	<input checked="" type="checkbox"/> Cost reference	Cost reference	None
<input checked="" type="checkbox"/> Feasibility analysis	<input checked="" type="checkbox"/> Second currency		

Initial costs (credits)	Unit	Quantity	Unit cost	Amount	Relative costs
Feasibility study					
				£	-
				£	-
Sub-total:				£	0.0%
Development					
				£	-
				£	-
Sub-total:				£	0.0%
Engineering					
				£	-
				£	-
Sub-total:				£	0.0%
Power system					
Base load - Gas turbine - combined cycle	kW	8,244	£ 553	£ 4,559,647	
Peak load - Grid electricity	kW	8,700	£ -	£ -	
Road construction				£ -	
Transmission line				£ -	
Substation	project			£ -	
Energy efficiency measures	project			£ -	
				£ -	
				£ -	
Sub-total:				£ 4,559,647	100.0%
Heating system					
Base load - Gas turbine - combined cycle		131.4		£ -	
Peak load - Boiler		140.0		£ -	
Energy efficiency measures	project			£ -	
				£ -	
				£ -	
Sub-total:				£ -	0.0%
Balance of system & miscellaneous					
				£ -	
Contingencies	%		£ 4,559,647	£ -	
Interest during construction		0 month(s)	£ 4,559,647	£ -	
				£ -	
Sub-total:				£ -	0.0%
Total initial costs				£ 4,559,647	100.0%

Annual costs (credits)	Unit	Quantity	Unit cost	Amount	Relative costs
O&M					
Parts & labour	project			£ -	
O&M	cost	1	£ 32,000	£ 32,000	
Contingencies	%		£ 32,000	£ -	
Sub-total:				£ 32,000	1.0%
Fuel					
Landfill gas	m ³	24,710,880	£ 0.023	£ 566,177	
Oil (#8)	gal	6,325,210	£ 0.242	£ 1,528,496	
Natural gas	GJ	458,136	£ 1.570	£ 719,274	
Electricity	MWh	9,150	£ 39.000	£ 356,880	
				£ -	
Sub-total:				£ 3,170,806	99.0%
Total annual costs				£ 3,202,806	100.0%

Periodic costs (credits)	Unit	Year	Unit cost	Amount
				£ -
				£ -
				£ -
End of project life				£ -

[Go to GHG Analysis sheet](#)

Εικόνα 26: Ανάλυση κόστους.

RETScreen Greenhouse Gas (GHG) Emission Reduction Analysis - Combined heating & power project

Settings - Combined Cycle CHP with Landfill Gas - Purfleet, UK

- GHG Analysis
 Potential CDM project
 Simplified analysis
 Standard analysis
 Custom analysis

Base case electricity system (Baseline)

Country - region	Fuel type	GHG emission factor (excl. T&D) tCO ₂ /MWh	T&D losses %	GHG emission factor tCO ₂ /MWh
United Kingdom	Coal	0.996	5.0%	0.943

Baseline changes during project life

Base case system GHG summary (Baseline)

Fuel type	Fuel mix %	Fuel consumption MWh	GHG emission factor tCO ₂ /MWh	GHG emission tCO ₂
Natural gas	27.6%	126,111	0.197	24,904
Oil (#6)	28.2%	128,611	0.283	36,352
User-defined fuel	28.1%	128,333	0.181	23,272
Electricity	16.0%	73,108	0.943	68,952
Total	100.0%	456,164	0.338	153,480
Landfill gas emitted		Landfill gas potential GJ	GHG emission factor tCO ₂ /MWh	
		0	1.360	0
				Total
				153,480

Proposed case system GHG summary (Combined heating & power project)

Fuel type	Fuel mix %	Fuel consumption MWh	GHG emission factor tCO ₂ /MWh	GHG emission tCO ₂
Landfill gas	24.4%	127,260	0.003	335
Oil (#6)	49.4%	257,322	0.283	72,731
Natural gas	24.4%	127,260	0.197	25,131
Electricity	1.8%	9,150	0.943	8,630
Total	100.0%	520,993	0.205	106,827
Landfill gas flared		Landfill gas potential GJ	GHG emission factor tCO ₂ /MWh	
		0	0.003	0
				Total
				106,827

GHG emission reduction summary

Combined heating & power project	Base case GHG emission tCO ₂	Proposed case GHG emission tCO ₂	Gross annual GHG emission reduction tCO ₂	GHG credits transaction fee %	Net annual GHG emission reduction tCO ₂
	153,480	106,827	46,653	0%	46,653
Net annual GHG emission reduction	46,653	tCO ₂	is equivalent to	9,485	Cars & light trucks not used

[Complete Financial Summary sheet](#)

Εικόνα 27: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

RETScreen Financial Summary - Combined heating & power project

Annual fuel cost summary - Combined Cycle CHP with Landfill Gas - Purfleet, UK					Yearly cash flows			
	Peak load kW	Energy demand MWh	End-use energy rate £/MWh	Fuel cost £	Year #	Pre-tax £	After-tax £	Cumulative £
Base case system					0	(1,367,894)	(1,367,894)	(1,367,894)
Power	8,346	73,108	33.90	2,478,361	1	1,064,527	1,064,527	(303,367)
Heating	41,030	344,652	5.99	2,063,470	2	1,091,843	1,091,843	788,476
Fuel cost - base case				4,541,831	3	1,119,706	1,119,706	1,908,182
Proposed case system					4	1,148,125	1,148,125	3,056,307
Power	16,944	70,915	41.32	2,930,181	5	1,177,113	1,177,113	4,233,421
Heating	79,530	344,652	0.70	240,624	6	1,206,681	1,206,681	5,440,102
Fuel cost - proposed case				3,170,806	7	1,236,840	1,236,840	6,676,942
Financial parameters					8	1,267,603	1,267,603	7,944,545
General					9	1,298,980	1,298,980	9,243,526
Fuel cost escalation rate	%	2.0%			10	1,330,986	1,330,986	10,574,512
Inflation rate	%	2.0%			11	1,363,631	1,363,631	11,938,142
Discount rate	%	10.0%			12	1,396,929	1,396,929	13,335,072
Project life	yr	25			13	1,430,893	1,430,893	14,765,965
Finance					14	1,465,537	1,465,537	16,231,502
Incentives and grants	£	-			15	1,500,873	1,500,873	17,732,375
Debt ratio	%	70.0%			16	1,536,916	1,536,916	19,269,291
Debt	£	3,191,753			17	1,573,680	1,573,680	20,842,971
Equity	£	1,367,894			18	1,611,179	1,611,179	22,454,150
Debt interest rate	%	7.00%			19	1,649,428	1,649,428	24,103,579
Debt term	yr	20			20	1,688,443	1,688,443	25,792,021
Debt payments	£/yr	301,279			21	2,029,516	2,029,516	27,821,537
Income tax analysis					22	2,070,106	2,070,106	29,891,643
					23	2,111,808	2,111,808	32,003,151
					24	2,153,738	2,153,738	34,156,890
					25	2,196,813	2,196,813	36,353,703
Annual Income					Project costs and savings/income summary			
Customer premium income (rebate)					Initial costs			
					Feasibility study			
					Development			
					Engineering			
					Power system			
					Heating system			
					Balance of system & misc.			
					Total initial costs			
Electricity export income					Annual costs and debt payments			
					O&M			
					Fuel cost - proposed case			
					Debt payments - 20 yrs			
					Total annual costs			
Clean Energy (CE) production income					Periodic costs (credits)			
					Annual savings and income			
					Fuel cost - base case			
					Total annual savings and income			
GHG reduction income					Financial viability			
Net GHG reduction					Pre-tax IRR - equity			
Net GHG reduction - 25 yrs					Pre-tax IRR - assets			
					After-tax IRR - equity			
					After-tax IRR - assets			
					Simple payback			
					Equity payback			
					Net Present Value (NPV)			
					Annual life cycle savings			
					Benefit-Cost (B-C) ratio			
					Debt service coverage			
					GHG reduction cost			

Εικόνα 28: Σύνοψη οικονομικών στοιχείων.

RETScreen Sensitivity and Risk Analysis - Combined heating & power project

Sensitivity analysis for After-tax IRR - equity

Perform analysis on **After-tax IRR - equity**

Sensitivity range **20%**

Threshold **12 %**

		Initial costs					£
Fuel cost - base case		3,647,717	4,103,682	4,559,647	5,015,611	5,471,576	
£		-20%	-10%	0%	10%	20%	
3,633,485	-20%	22.0%	17.9%	14.6%	11.9%	9.7%	
4,087,648	-10%	83.1%	54.1%	46.9%	41.0%	36.2%	
4,541,831	0%	105.2%	91.4%	80.4%	71.4%	63.9%	
4,996,014	10%	147.4%	128.9%	114.1%	102.0%	91.9%	
5,450,197	20%	189.7%	166.4%	147.9%	132.7%	120.0%	

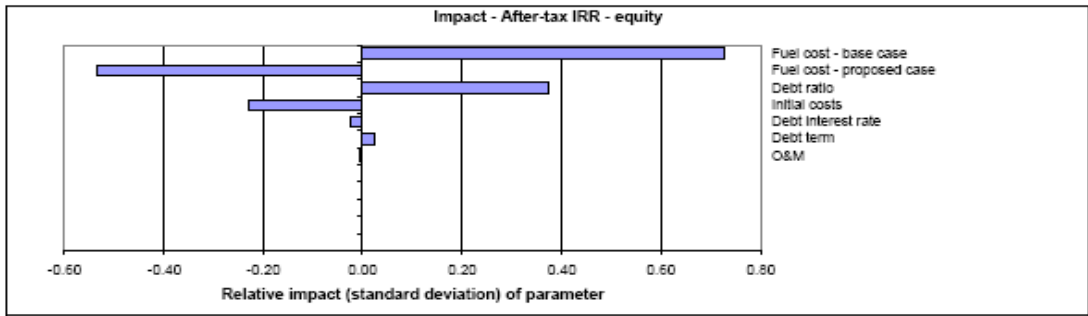
		Initial costs					£
Fuel cost - proposed case		3,647,717	4,103,682	4,559,647	5,015,611	5,471,576	
£		-20%	-10%	0%	10%	20%	
2,536,645	-20%	184.2%	143.8%	127.5%	114.1%	103.0%	
2,853,725	-10%	134.7%	117.6%	103.9%	92.7%	83.4%	
3,170,806	0%	105.2%	91.4%	80.4%	71.4%	63.9%	
3,487,886	10%	75.8%	65.3%	57.0%	50.1%	44.5%	
3,804,967	20%	46.6%	39.5%	33.8%	29.3%	25.5%	

		Initial costs					£
Debt interest rate		3,647,717	4,103,682	4,559,647	5,015,611	5,471,576	
%		-20%	-10%	0%	10%	20%	
5.60%	-20%	107.5%	93.7%	82.6%	73.6%	66.1%	
6.30%	-10%	106.4%	92.6%	81.5%	72.5%	65.0%	
7.00%	0%	105.2%	91.4%	80.4%	71.4%	63.9%	
7.70%	10%	104.0%	90.2%	79.2%	70.2%	62.7%	
8.40%	20%	102.8%	89.0%	78.0%	69.0%	61.5%	

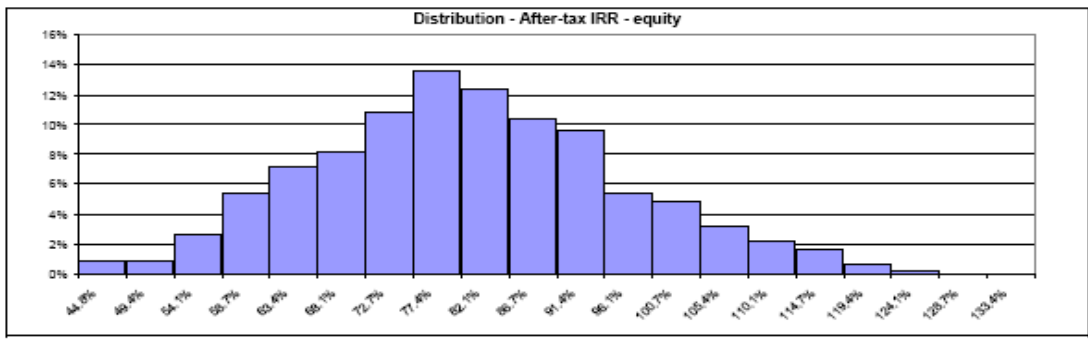
Risk analysis for After-tax IRR - equity

Perform analysis on **After-tax IRR - equity**

Parameter	Unit	Value	Range (+/-)	Minimum	Maximum
Initial costs	£	4,559,647	10%	4,103,682	5,015,611
O&M	£	32,000	10%	28,800	35,200
Fuel cost - proposed case	£	3,170,806	10%	2,853,725	3,487,886
Fuel cost - base case	£	4,541,831	10%	4,087,648	4,996,014
Debt ratio	%	70%	10%	63%	77%
Debt interest rate	%	7.00%	10%	6.30%	7.70%
Debt term	yr	20	10%	18	22



Median	%	80.2%
Level of risk	%	20%
Minimum within level of confidence	%	61.5%
Maximum within level of confidence	%	100.9%



Minimum	Median	Maximum
10.0%	Level of confidence = 80%	10.0%

Εικόνα 29: Ανάλυση ευαισθησίας.

RETScreen Tools - Combined heating & power project

Settings - Combined Cycle CHP with Landfill Gas - Purfleet, UK

- | | | |
|---|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> User-defined fuel | <input checked="" type="checkbox"/> Heating value & fuel rate | <input type="checkbox"/> Water & steam |
| <input type="checkbox"/> User-defined fuel - solid | <input type="checkbox"/> Unit conversion | <input type="checkbox"/> GHG equivalence |
| <input checked="" type="checkbox"/> User-defined fuel - gas | <input type="checkbox"/> Heat rate | <input type="checkbox"/> Custom 1 |
| <input type="checkbox"/> Landfill gas | <input type="checkbox"/> Electricity rate - time of use | <input type="checkbox"/> Custom 2 |
| <input type="checkbox"/> As fired fuel | <input type="checkbox"/> Electricity rate - monthly | <input type="checkbox"/> Custom 3 |

User-defined fuel

Fuel type	User-defined fuel	
	Landfill gas	
	<input checked="" type="checkbox"/> Energy units	
	<input checked="" type="checkbox"/> Heating value units	
Lower heating value (LHV)	MJ/m ³	18.04
Unit conversion	kg/m ³	1.270
Fuel consumption - unit		m ³
Fuel rate - unit		£/m ³
CO2 emission factor	kg/GJ	50.0
CH4 emission factor	kg/GJ	0.0030
N2O emission factor	kg/GJ	0.0010

User-defined fuel - gas

Fuel type	User-defined fuel - gas			
	Landfill gas			
Temperature	°C	15		
	<input checked="" type="checkbox"/> % Volume			
	<input type="checkbox"/> % Weight			
Proximate analysis				
Methane	% Volume	50.0%	% Weight	26.7%
Ethane	% Volume	0.0%	% Weight	0.0%
Propane	% Volume	0.0%	% Weight	0.0%
Carbon monoxide	% Volume	0.0%	% Weight	0.0%
Carbon dioxide	% Volume	50.0%	% Weight	73.3%
Hydrogen sulphide	% Volume	0.0%	% Weight	0.0%
Hydrogen	% Volume	0.0%	% Weight	0.0%
Nitrogen	% Volume	0.0%	% Weight	0.0%
Oxygen	% Volume	0.0%	% Weight	0.0%
	Total	100.0%		
Lower heating value (LHV)	MJ/m ³	18.04	MJ/t	14,208
Fuel consumption - unit		m ³		
Density	kg/m ³	1.270		
Fuel rate - unit		£/m ³		
CO2 emission factor	kg/GJ		84.8	84.78
CH4 emission factor	kg/GJ		0.0032	
N2O emission factor	kg/GJ		0.0006	

[Return to Equipment Selection sheet](#)

Heating value & fuel rate

Fuel type	Natural gas - m ³	
Heating value	MJ/kg	47.86
	Btu/lb	20,674.38
Fuel rate	£/m ³	0.24
	£/kWh	0.026
	£/MWh	26.60
	£/GJ	7.11
	£/mmBtu	7.50

Εικόνα 30: Εργαλεία RETScreen.

III Μελέτη Περίπτωσης Νορβηγίας – XYTA Bergen

Σε αντιστοιχία με την προηγούμενη μελέτη περίπτωσης, χρησιμοποιώντας το εργαλείο RETScreen παρουσιάζεται παρακάτω η ανάλυση της μελέτης σε υπολογιστικά φύλλα για την εφαρμογή ενός συστήματος ΣΗΘ με στόχο την αξιοποίηση του παραγόμενου βιοαερίου από τον XYTA [59].

RETScreen Energy Model - Power project

[See Online Manual](#)

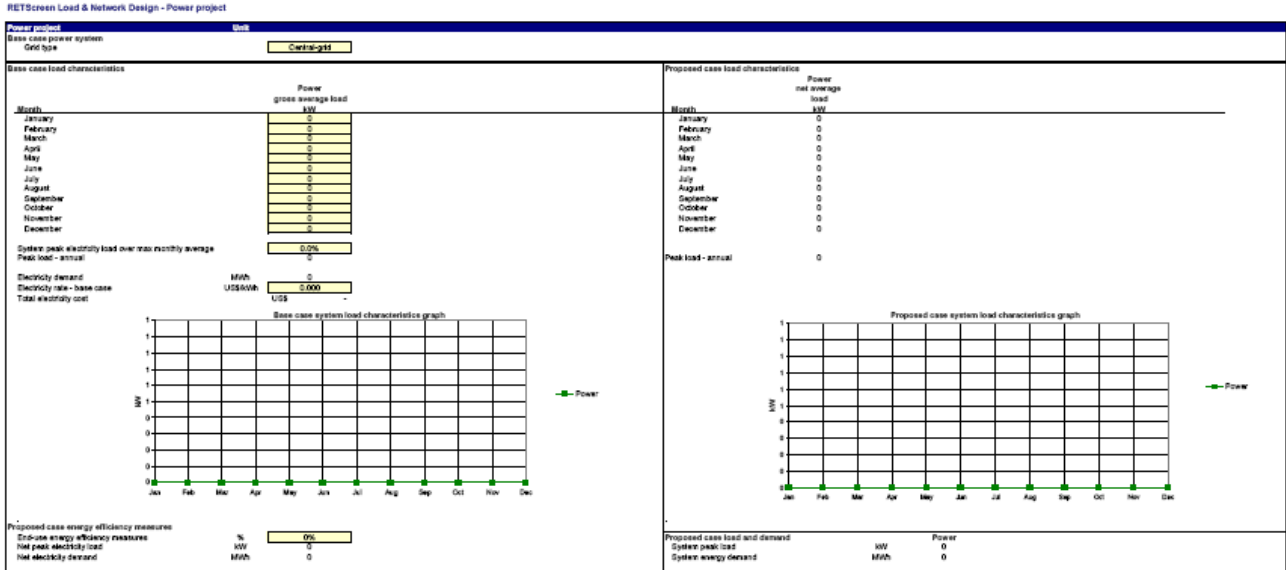
Settings			
Language - Langue	English - Anglais		Online manual - English
Currency	User-defined	US\$	<input checked="" type="checkbox"/> Metric units
Project name	Landfill power plant		<input type="checkbox"/> Imperial units
Project location	Bergen, Norway		<input checked="" type="checkbox"/> Higher heating value (HHV)
Proposed project	Power only		<input checked="" type="checkbox"/> Lower heating value (LHV)
Complete Load & Network sheet			

Proposed case system characteristics	Unit	Estimate	%	System design graph
Power				
Base load power system				
Type		Reciprocating engine		
Operating strategy		Full power capacity output		
Capacity	kW	1,300	0.0%	
Electricity delivered to load	MWh	0	0.0%	
Electricity exported to grid	MWh	10,400		
Peak load power system				
Type		Grid electricity		
Suggested capacity	kW	0		
Capacity	kW	0	0.0%	
Electricity delivered to load	MWh	0	0.0%	
Back-up power system (optional)				
Type				
Capacity	kW			

Proposed case system summary		Fuel type	Fuel consumption - unit	Fuel consumption	Capacity (kW)	Energy delivered (MWh)	Clean Energy production credit?
Power							
Base load		Landfill gas	m ³	5,436,893	1,300	0	<input type="checkbox"/>
Peak load		Electricity	MWh	0	0	0	<input type="checkbox"/>
Electricity exported to grid						10,400	<input type="checkbox"/>
				Total	1,300	10,400	

[Complete Cost Analysis sheet](#)

Εικόνα 31: Σύνοψη ενεργειακού μοντέλου για τον XYTA.



Εικόνα 32: Φορτίο και Δίκτυο.

RETScreen Equipment Selection - Power project Show alternative units

Proposed case power system

System selection: **Base load system**

Base load power system: **Reciprocating engine**

Type: **h**, Availability: **8,000** (91.3%)

Fuel selection method: **Single fuel**

Fuel type: **Landfill gas** [Complete Tools sheet](#)

Fuel rate: **0.000** US\$/m³

Reciprocating engine: **1,300** kW (See product database)

Power capacity: **1,300** kW
Minimum capacity: **0%**
Electricity delivered to load: **0** MWh
Electricity exported to grid: **10,400** MWh
Manufacturer: **Generic**
Model: **Generic** (1 unit(s))
Heat rate: **0,692** kJ/kWh
Heat recovery efficiency: **70%**
Fuel requirec: **12.6** GJ/h
Heating capacity: **1,540.0** kW

Operating strategy - base load power system

Electricity rate - base case	US\$/MWh	0.00
Fuel rate - proposed case power system	US\$/MWh	0.00
Electricity export rate	US\$/MWh	30.00
Electricity rate - proposed case	US\$/MWh	30.00

Operating strategy	Electricity delivered to load MWh	Electricity exported to grid MWh	Remaining electricity required MWh	Power system fuel MWh	Operating profit (loss) US\$	Efficiency %
Full power capacity output	0	10,400	0	28,000	312,000	37.1%
Power load following	0	0	0	0	0	-

Select operating strategy: **Full power capacity output**

Εικόνα 33: Μηχανολογικός εξοπλισμός.

RETScreen Cost Analysis - Power project

Settings - Landfill power plant - Bergen, Norway					
<input checked="" type="checkbox"/> Pre-feasibility analysis	<input checked="" type="checkbox"/> Cost reference	Cost reference <input type="text" value="None"/>			
<input checked="" type="checkbox"/> Feasibility analysis	<input checked="" type="checkbox"/> Second currency				
Initial costs (credits)	Unit	Quantity	Unit cost	Amount	Relative costs
Feasibility study					
				US\$ -	
Sub-total:				US\$ -	0.0%
Development					
				US\$ -	
Sub-total:				US\$ -	0.0%
Engineering					
				US\$ -	
Sub-total:				US\$ -	0.0%
Power system					
Base load - Reciprocating engine	kW	1,300	US\$ 1,000	US\$ 1,300,000	
Road construction				US\$ -	
Transmission line				US\$ -	
Substation	project			US\$ -	
Energy efficiency measures	project			US\$ -	
				US\$ -	
Sub-total:				US\$ 1,300,000	96.9%
Balance of system & miscellaneous					
Balance of system & miscellaneous	cost	1	US\$ 180,000	US\$ 180,000	
Contingencies	%		US\$ 1,480,000	US\$ -	
Interest during construction	10.00%	6 month(s)	US\$ 1,480,000	US\$ 38,500	
Sub-total:				US\$ 198,500	13.1%
Total initial costs				US\$ 1,496,500	100.0%
Annual costs (credits)	Unit	Quantity	Unit cost	Amount	Relative costs
O&M					
Parts & labour	project			US\$ -	
O&M (\$10/MWh)	cost	10,400	US\$ 10	US\$ 104,000	
Contingencies	%		US\$ 104,000	US\$ -	
Sub-total:				US\$ 104,000	100.0%
Fuel					
Landfill gas	m ³	5,438,893	US\$ -	US\$ -	
Sub-total:				US\$ -	0.0%
Total annual costs				US\$ 104,000	100.0%
Periodic costs (credits)	Unit	Year	Unit cost	Amount	
				US\$ -	
				US\$ -	
				US\$ -	
End of project life				US\$ -	

[Go to GHG Analysis sheet](#)

Εικόνα 34: Ανάλυση κόστους.

RETScreen Greenhouse Gas (GHG) Emission Reduction Analysis - Power project

Settings - Landfill power plant - Bergen, Norway

- GHG Analysis
 Potential CDM project
 Simplified analysis
 Standard analysis
 Custom analysis

Base case electricity system (Baseline)

Country - region	Fuel type	GHG emission factor (excl. T&D) tCO ₂ /MWh	T&D losses %	GHG emission factor tCO ₂ /MWh
Norway	All types	0.004	5.0%	0.004

Baseline changes during project life

Base case system GHG summary (Baseline)

Fuel type	Fuel mix %	Fuel consumption MWh	GHG emission factor tCO ₂ /MWh	GHG emission tCO ₂
Electricity	100.0%	10,400	0.004	44
Total	100.0%	10,400	0.004	44
		Landfill gas potential GJ	GHG emission factor tCO ₂ /MWh	
Landfill gas flared		11,724	0.003	9
Landfill gas emitted		105,512	1.398	40,975
				Total 41,028

Proposed case system GHG summary (Power project)

Fuel type	Fuel mix %	Fuel consumption MWh	GHG emission factor tCO ₂ /MWh	GHG emission tCO ₂
Landfill gas	100.0%	28,000	0.003	74
Total	100.0%	28,000	0.003	74
		Landfill gas potential GJ	GHG emission factor tCO ₂ /MWh	
Landfill gas flared		16,436	0.003	12
Electricity exported to grid	MWh	10,400	T&D losses 1.0%	104
				Total 86

GHG emission reduction summary

	Base case GHG emission tCO ₂	Proposed case GHG emission tCO ₂	Gross annual GHG emission reduction tCO ₂	GHG credits transaction fee %	Net annual GHG emission reduction tCO ₂
Power project	41,028	86	40,942	0%	40,942
Net annual GHG emission reduction	40,942	tCO ₂	is equivalent to 8,324	Cars & light trucks not used	

[Complete Financial Summary sheet](#)

Εικόνα 35: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

RETScreen Financial Summary - Power project

Annual fuel cost summary - Landfill power plant - Bergen, Norway					Yearly cash flows			
	Peak load kW	Energy demand MWh	End-use energy rate US\$/MWh	Fuel cost US\$	Year #	Pre-tax US\$	After-tax US\$	Cumulative US\$
Base case system					0	(448,950)	(448,950)	(448,950)
Power	0	0	0.00	0	1	271,815	271,815	(177,135)
					2	280,234	280,234	103,098
					3	288,821	288,821	391,920
					4	297,581	297,581	689,500
					5	306,515	306,515	996,016
					6	315,629	315,629	1,311,644
					7	324,924	324,924	1,636,568
					8	334,406	334,406	1,970,974
					9	344,077	344,077	2,315,050
					10	353,941	353,941	2,668,992
Proposed case system								
Power	1,300	10,400	0.00	0				
Fuel cost - base case				0				
Fuel cost - proposed case				0				

Financial parameters				Project costs and savings/income summary			
General				Initial costs			
Fuel cost escalation rate	%	2.0%		Feasibility study	0.0%	US\$	-
Inflation rate	%	2.0%		Development	0.0%	US\$	-
Discount rate	%	10.0%		Engineering	0.0%	US\$	-
Project life	yr	10		Power system	86.9%	US\$	1,300,000
Finance				Balance of system & misc.			
Incentives and grants	US\$				13.1%	US\$	196,500
Debt ratio	%	70.0%		Total initial costs	100.0%	US\$	1,496,500
Debt	US\$	1,047,550		Annual costs and debt payments			
Equity	US\$	448,950		O&M	US\$	104,000	
Debt interest rate	%	7.00%		Fuel cost - proposed case	US\$	-	
Debt term	yr	10		Debt payments - 10 yrs	US\$	149,148	
Debt payments	US\$/yr	149,148		Total annual costs	US\$	253,148	
Income tax analysis <input type="checkbox"/>				Periodic costs (credits)			
				Annual savings and income			
				Fuel cost - base case			
				US\$			
				Electricity export income			
				US\$			
				312,000			
				GHG reduction income - 10 yrs			
				US\$			
				204,708			
				Total annual savings and income			
				US\$			
				516,708			
Annual income				Financial viability			
Customer premium income (rebate) <input type="checkbox"/>				Pre-tax IRR - equity			
				%			
				63.0%			
				Pre-tax IRR - assets			
				%			
				15.3%			
				After-tax IRR - equity			
				%			
				63.0%			
				After-tax IRR - assets			
				%			
				15.3%			
				Simple payback			
				yr			
				3.6			
				Equity payback			
				yr			
				1.6			
				Net Present Value (NPV)			
				US\$			
				1,423,607			
				Annual life cycle savings			
				US\$/yr			
				231,666			
				Benefit-Cost (B-C) ratio			
				-			
				4.17			
				Debt service coverage			
				-			
				2.82			
				GHG reduction cost			
				US\$/tCO2			
				(6)			
Electricity export income				Cumulative cash flows graph			
Electricity exported to grid	MWh	10,400					
Electricity export rate	US\$/MWh	30.00					
Electricity export income	US\$	312,000					
Electricity export escalation rate	%	2.0%					
Clean Energy (CE) production income <input type="checkbox"/>							
GHG reduction income <input checked="" type="checkbox"/>							
Net GHG reduction	tCO2/yr	40,942					
Net GHG reduction - 10 yrs	tCO2	409,418					
GHG reduction credit rate	US\$/tCO2	5.00					
GHG reduction income	US\$	204,708					
GHG reduction credit duration	yr	10					
Net GHG reduction - 10 yrs	tCO2	409,418					
GHG reduction credit escalation rate	%	2.0%					

Εικόνα 36: Σύνοψη οικονομικών.

RETScreen Sensitivity and Risk Analysis - Power project

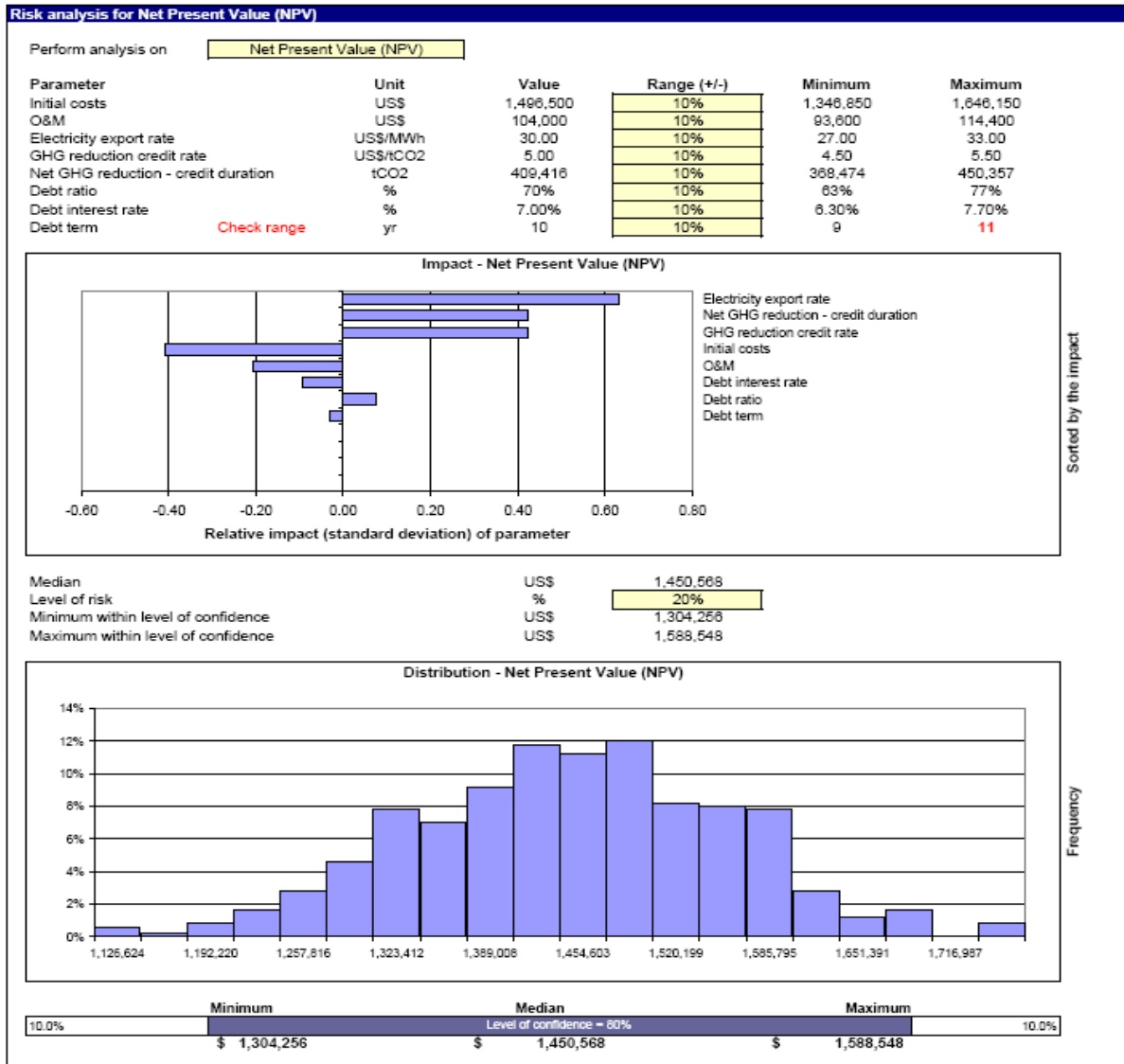
Sensitivity analysis for After-tax IRR - assets

Perform analysis on **After-tax IRR - assets**
 Sensitivity range **40%**
 Threshold **12** %

		Initial costs				US\$
Net GHG reduction - credit duration		897,900	1,197,200	1,496,500	1,795,800	2,095,100
tCO2	-40%	-40%	-20%	0%	20%	40%
245,849	-40%	27.0%	15.4%	7.3%	1.0%	-4.3%
327,533	-20%	32.3%	19.9%	11.4%	5.0%	-0.3%
409,416	0%	37.5%	24.1%	15.3%	8.7%	3.3%
491,299	20%	42.5%	28.2%	18.9%	12.1%	6.6%
573,182	40%	47.4%	32.2%	22.4%	15.2%	9.6%

		Initial costs				US\$
Electricity export rate		897,900	1,197,200	1,496,500	1,795,800	2,095,100
US\$/MWh	-40%	-40%	-20%	0%	20%	40%
18.00	-40%	21.2%	10.3%	2.5%	-3.8%	-9.3%
24.00	-20%	29.6%	17.5%	9.3%	3.0%	-2.3%
30.00	0%	37.5%	24.1%	15.3%	8.7%	3.3%
36.00	20%	45.1%	30.3%	20.8%	13.7%	8.2%
42.00	40%	52.5%	36.3%	25.9%	18.4%	12.6%

		Initial costs				US\$
Debt interest rate		897,900	1,197,200	1,496,500	1,795,800	2,095,100
%	-40%	-40%	-20%	0%	20%	40%
4.20%	-40%	38.8%	25.5%	16.8%	10.4%	5.2%
5.60%	-20%	38.1%	24.9%	16.1%	9.5%	4.3%
7.00%	0%	37.5%	24.1%	15.3%	8.7%	3.3%
8.40%	20%	36.8%	23.4%	14.5%	7.8%	2.3%
9.80%	40%	36.1%	22.6%	13.6%	6.8%	1.2%



Εικόνα 37: Ανάλυση ευαισθησίας.

RETScreen Tools - Power project

Settings - Landfill power plant - Bergen, Norway

<input type="checkbox"/> User-defined fuel	<input type="checkbox"/> Heating value & fuel rate	<input type="checkbox"/> Water & steam
<input type="checkbox"/> User-defined fuel - solid	<input checked="" type="checkbox"/> Unit conversion	<input checked="" type="checkbox"/> GHG equivalence
<input type="checkbox"/> User-defined fuel - gas	<input checked="" type="checkbox"/> Heat rate	<input type="checkbox"/> Custom 1
<input checked="" type="checkbox"/> Landfill gas	<input type="checkbox"/> Electricity rate - time of use	<input type="checkbox"/> Custom 2
<input type="checkbox"/> As fired fuel	<input type="checkbox"/> Electricity rate - monthly	<input type="checkbox"/> Custom 3

Landfill gas

Landfill						
Year landfill opened	yr	1970				
Final year landfill used	yr	2003				
Waste disposal benchmark years	yr	1970	1975	1980	1993	2003
Waste disposal rate	t	40,000	40,000	40,000	40,000	0
Total waste in landfill (34 yrs)	t	1,026,000				
Landfill gas (LFG)						
Lag time before LFG generation	yr	1				
Methane generation constant (k)		0.05				
Methane by volume of LFG	%	51.4%				
Methane generation from waste (Lo)	m ³ /t	170				
Inerts in waste adjustment factor	%	10%				
LFG generation - theoretical	m ³ /t	331				
LFG collection efficiency	%	75%				
LFG generation - potential	m ³ /t	248				
Heating value of LFG	MJ/m ³	18.54				
LFG - CH4 emission factor	kg/GJ	18.4928				
Energy project						
LFG fuel consumption start year	yr	1993				
Project life	yr	10				
Units		Volume				
Fuel required - average	m ³ /h	620.6				
LFG fuel potential	m ³ /h	620.6				
Remaining fuel required	GJ/h	0.0				
Fuel required - annual	m ³ /yr	5,438,893				
LFG fuel potential - annual	m ³ /yr	6,323,391				
GHG analysis						
LFG system - base case		Flared				
Percent of LFG flared - base case	%	10.0%				
LFG flared - base case	m ³ /yr	632,339				
LFG flared - proposed case	m ³ /yr	886,497				
CO2 emission factor	kg/GJ					
CH4 emission factor	kg/GJ					
As fired fuel	kg/GJ					

Landfill gas generation rate graph

[Return to Equipment Selection sheet](#)

Unit conversion	Unit	Quantity	Unit	Quantity
Distance	mi	0.0000	m	0.0000
Area	m ²	0.0000	ft ²	0.0000
Volume	m ³	0.0000	ft ³	0.0000
Weight	kg	0.0000	t	0.0000
Pressure	bar	0.0000	kPa	0.0000
Temperature	°C	0.0000	°F	32.0000
Power (load)	GJ/h	12.6000	kW	3,500.0000
Energy (demand)	GWh	28.0000	GJ	100,800.0000
Heating value	MJ/kg	0.0000	Btu/lb	0.0000
Emission factor	kg/GJ	0.0000	kg/kWh	0.0000
Load	W/m ²	0.0000	Btu/ft ²	0.0000

Heat rate	Method 1		Method 2		Method 3	
Power capacity	kW	1300	kW	105	kW	105
Fuel required	kW	3,600	kW	350	kW	350
Heating capacity	kW	0	kW	172	kW	172
Heat rate	kJ/kWh	9,692	kJ/kWh	12,000	kJ/kWh	12,000
Heat recovery efficiency	%	0.0%	%	70.2%	%	70.0%
Efficiency	%	37.1%	%	79.1%	%	79.0%

GHG equivalence

Net annual GHG emission reduction	40,942	tCO2	is equivalent to	34,800	Acres of forest absorbing carbon
-----------------------------------	--------	------	------------------	--------	----------------------------------

Εικόνα 38: Εργαλεία RETScreen.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΔΑΛΙΑΣ