

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΓΙΑ
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:
ΚΑΡΝΑΤΣΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
ΚΟΝΤΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

ΠΑΤΡΑ-2009

Θα ήθελα στο σημείο αυτό να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου, Κόντο Γεώργιο για την ευκαιρία που μου έδωσε να συνεργαστώ μαζί του αναθέτοντας μου αυτή τη πτυχιακή εργασία και για την πολύτιμη βοήθεια του, που χωρίς αυτή η εκπόνηση της εργασίας αυτής δεν θα ήταν εφικτή.

Στους γονείς μου και τα αδέρφια μου για τη ηθική και υλική υποστήριξη τους σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Καρνάτσος Δημήτριος

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ

Ο σκοπός της πτυχιακής μου εργασίας είναι να αναζητήσει τις μεθόδους και τις τεχνικές που σήμερα εφαρμόζονται για την παραγωγή ενέργειας (ηλεκτρισμού και θερμότητας) από τα απορρίμματα.

Σήμερα είναι φανερό ότι όλο και πιο επιτακτική θα εμφανίζεται στο μέλλον η ανάγκη για φθηνή ενέργεια και μεγαλύτερη προστασία στο περιβάλλον. Η βιωσιμότητα και η εξελισιμότητα των φυσικών οικοσυστημάτων της Γης απειλούνται από τα σύγχρονα συστήματα οικονομικής ανάπτυξης. Οι εναλλακτικές μέθοδοι διαχείρισης των απορριμμάτων αποτελούν τα σωστά μέτρα που οδηγούν στην <<αειφορία>> για την προστασία του περιβάλλοντος. Δεν είναι τυχαίο που η μια μετά την άλλη οι ευρωπαϊκές πόλεις στρέφονται στις εναλλακτικές μεθόδους διαχείρισης των σκουπιδιών τους. Δεν είναι τυχαίο που η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει μια ιεραρχική σειρά προτίμησης για τις επιλογές διαχείρισης των απορριμμάτων και ανάγκασε τα κράτη μέλη να προσαρμόσουν τη νομοθεσία τους προκειμένου να γίνουν πράξεις οι οδηγίες της.

Η πτυχιακή αυτή αναφέρεται σε θέμα που είναι βασισμένο στους άξονες της προστασίας του περιβάλλοντος και της φθηνής ενέργειας, έτσι αποτελεί μια πολυσυλλεκτική δουλειά διότι :

1. Θα παρουσιάσει μεθόδους και τεχνικές στην αξιοποίηση των απορριμμάτων στην κατεύθυνση της ανάκτησης ενέργειας (αφού τα απορρίμματα αποτελούν μια Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας)
2. Θα εξετάσει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των μεθόδων ανάκτησης ενέργειας.
3. Θα εξετάσει το νομοθετικό πλαίσιο που ισχύει στην Ελλάδα και στην Ε.Ε.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΣΚΟΠΟΣ.....	3
-------------	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°

1. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ-ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ-ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ	7
1.1 ΑΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ	8
1.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΥΞΗΣΗΣ ΟΓΚΟΥ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ	10
1.2.1. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	10
1.2.2. Οικονομικές επιπτώσεις	13
1.2.3. Τεχνολογικές επιπτώσεις	13
1.2.4. Κοινωνικές επιπτώσεις	14
1.3 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ.....	15
1.4 ΠΟΙΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝ ΟΙ ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ ΕΕ.....	19
1.5 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	23

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ-ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	27
2.1 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	29
2.1.1. Συστήματα Ατμοστρόβιλου	29
2.1.2 Συστήματα Αεριοστρόβιλου.....	32
2.1.3 Συστήματα με Παλινδρομική Μηχανή Εσωτερ. Καύσης.....	36
2.1.4 Συστήματα Συνδυασμένου Κύκλου	40
2.1.5. Συστήματα με κύκλο βάσης Rankine	42
2.1.6 Τυποποιημένες μονάδες συμπαραγωγής	43
2.1.7 Κυψέλες καυσίμου.....	46
2.1.8 Μηχανές Strirling.....	47
2.1.9 Πίνακας χαρακτηριστικών συστημάτων παραγωγής ενέργειας	49

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3°

3.ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ.....	50
3.1 Ανάκτηση ενέργειας από τα απορρίμματα με καύση.....	50
3.2 Ανάκτηση ενέργειας από τα απορρίμματα με πυρόλυση	52
3.3 Ανάκτηση ενέργειας από τα απορρίμματα με RDF	55
3.4 Ανάκτηση ενέργειας από τα απορρίμματα με αεριοποίηση.....	61
3.5 Ανάκτηση ενέργειας από τα απορρίμματα με ανάκτηση βιοαερίου από ΧΥΤΑ .	62
3.6 Ανάκτηση ενέργειας από τα απορρίμματα με καινοτόμες μεθόδους	69
3.6.1 Γενικά.....	69
3.6.2 Μέθοδος Siemens.....	71
3.6.3 Μέθοδος Thermoselect	72
3.6.4 Μέθοδος Noell	73
3.6.5 Μέθοδος Eddith.....	74
3.6.6 Μέθοδος Von Roll	75
3.6.7 Μέθοδος TPS.....	76
3.6.8 Μέθοδος NKK	77
3.6.9 Μέθοδος PKA	78
3.6.10 Μέθοδος PIT	79
3.6.11 Μέθοδος Nexus.....	80
3.6.12 Μέθοδος WGT	81

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°

4. Νομοθετικό πλαίσιο ανάκτησης ενέργειας από στερεά απόβλητα.....	82
--	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°

5.1 Στοιχεία κόστους μονάδων θερμικής επεξεργασίας	86
5.2 Στοιχεία ωφέλειας από την ανάκτηση ενέργειας.....	87

ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	92
----------------------	-----------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	93
1. Νομοθετικό πλαίσιο αξιοποίησης στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα.....	93
1.1 Εισαγωγή.....	93
1.2 Ιστορικό.....	93
1.3 Κενά θεσμικού πλαισίου.....	97
1.4 Νομοθεσία.....	98
2. Νομοθετικό πλαίσιο αξιοποίησης στερεών αποβλήτων στην ΕΕ.....	108
2.1.Πλαίσιο αξιοποίησης.....	112
2.2.Ευρωπαϊκή Στρατηγική σχετικά με την πρόληψη και την ανακύκλωση των αποβλήτων	113
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	117

1. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ-ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ - ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Η υπερσυγκέντρωση του πληθυσμού στις σύγχρονες πόλεις, σε συνδυασμό με την επικράτηση του καταναλωτικού τρόπου ζωής, έχει επηρεάσει σε τέτοιο βαθμό την ποσότητα και τη σύσταση των παραγομένων απορριμμάτων, ώστε η συλλογή και η διαχείριση τους να αποτελεί ένα από τα σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα των σύγχρονων κοινωνιών.

Γιατί αν η επάρκεια του δικτύου συλλογής επηρεάζει την ποιότητα ζωής στο άμεσο οικιστικό περιβάλλον, η εν γένει διαχείριση-αξιοποίηση τους, σχετίζεται με ευρύτερες περιβαλλοντικές ισορροπίες η διατάραξη των οποίων μπορεί να απειλήσει τις ίδιες τις πόλεις και τα οικοσυστήματα που τις περιβάλλουν.

Η επίλυση τέτοιας κλίμακας προβλημάτων απαιτεί τη συνδυασμένη χρήση τεχνικών και μεθόδων.

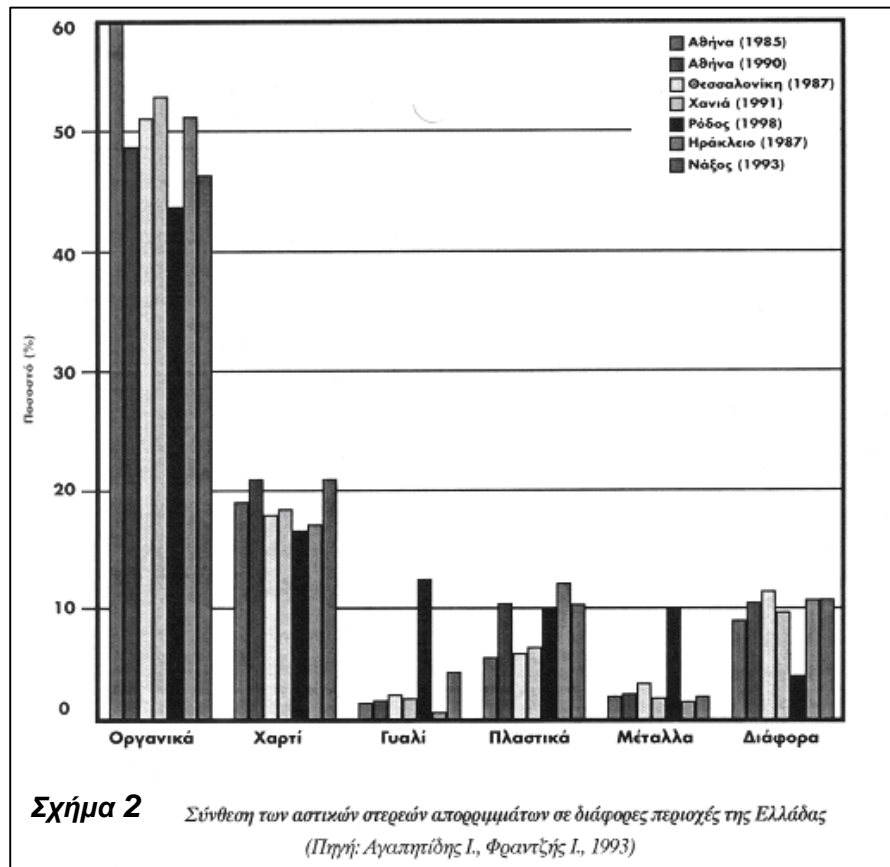
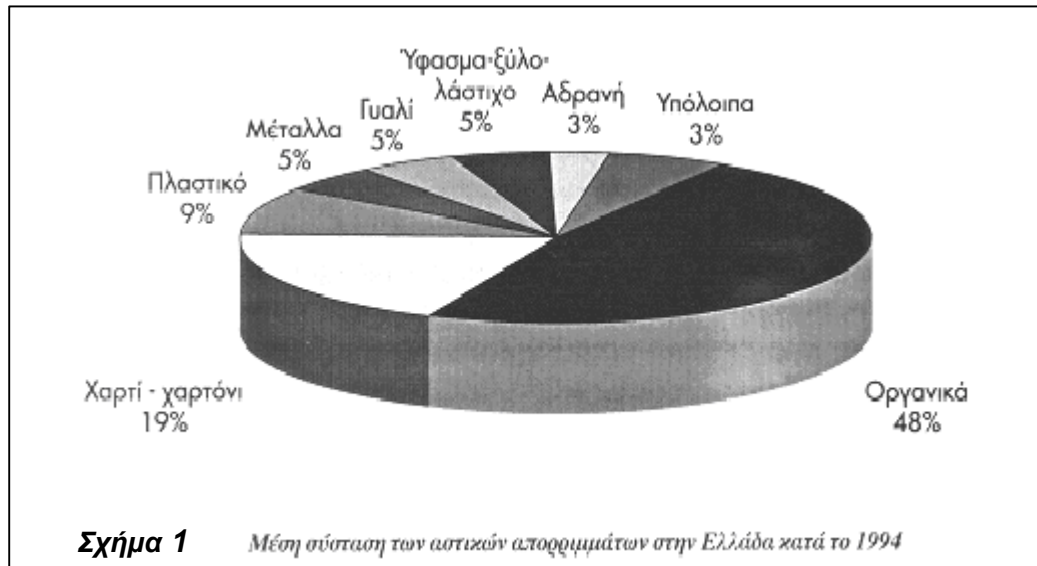
Όμως η προσπάθεια αντιμετώπισης εντοπίζεται σε δύο κύριους άξονες.

- Ο ένας αφορά την ανάπτυξη τεχνικών τελικής διάθεσης, οι οποίες θα είναι φιλικές προς το περιβάλλον, και
- ο άλλος τον περιορισμό των τελικά παραγόμενων απορριμμάτων κυρίως μέσω της ανακύκλωσης του μεγαλύτερου ποσοστού τους. Με τον δεύτερο τρόπο επιτυγχάνεται εξοικονόμηση πρώτων υλών και ενέργειας και ταυτόχρονα μειώνονται οι ανάγκες τελικής διάθεσης, και συνεπώς οι επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Είναι βέβαια φανερό ότι για να επιτευχθεί οποιαδήποτε λύση απαιτείται η ενεργός συμμετοχή όλων όσων συμμετέχουν στην παραγωγή των απορριμμάτων άμεσα ή έμμεσα .

1.1 ΑΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ

Στη χώρα μας παράγονται περίπου 3.500.000 τόνοι αστικών στερεών απορριμμάτων το χρόνο, δηλαδή ο καθένας μας πετάει ένα κιλό σκουπίδια την ημέρα. (Σχήματα 1, 2)



Τα πιο σοβαρά προβλήματα διαχείρισης-αξιοποίησης των αστικών στερεών απορριμμάτων είναι

- η ανομοιογένεια τους και
- οι τοπικές και εποχιακές διακυμάνσεις της σύνθεσης τους.

Η σύσταση των απορριμμάτων εξαρτάται, και κατά συνέπεια μεταβάλλεται, από τις καταναλωτικές συνήθειες και συμπεριφορές μας.

Οι διακυμάνσεις που παρατηρούνται στη σύσταση των απορριμμάτων δεν είναι τυχαίες. Οφείλονται

- στη διαφορετική σύσταση του πληθυσμού από περιοχή σε περιοχή,
- στο διαφορετικό τρόπο ζωής και
- στις διαφορετικές δραστηριότητες που αναπτύσσονται σε κάθε περιοχή, π.χ. τουρισμός.

Σε κάθε περιοχή όμως η ποσότητα των οργανικών απορριμμάτων ξεπερνά κατά πολύ τις άλλες κατηγορίες.

Η συλλογή των απορριμμάτων, που μαζί με την εν γένει διαχείριση τους αποτελούν θεσμοθετημένη αρμοδιότητα της τοπικής αυτοδιοίκησης, είναι ένας σημαντικός παράγοντας προσδιορισμός της ποιότητας ζωής στο άμεσο οικιστικό περιβάλλον αφού επηρεάζει τόσο τις συνθήκες υγιεινής διαβίωσης όσο και την αισθητική της πόλης.

1.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΥΞΗΣΗΣ ΟΓΚΟΥ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

1.2.1 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Οι χώροι διάθεσης απορριμμάτων είναι υπεύθυνοι για τις εκπομπές αερίων ρύπων (κυρίως μεθανίου) και διασταλλαζόντων, τα οποία περιέχουν υψηλό οργανικό φορτίο, βαρέα μέταλλα και άλατα (πίνακας 1).

Ρύπος	Φάση	Επίδραση	Βαθμός
CH ₄ , CO ₂	Αέρια	Φαινόμενο θερμοκηπίου	Μεγάλος
Άλας (χλωριούχο)	Υγρή	Οικο-τοξικολογική	Μέτριος
Συνολικό N, NH ₄	Υγρή	Ευτροφισμός	Πολύ μεγάλος
Οργανικά	Αέρια	Τοξική	Πολύ μεγάλος
Βαρέα μέταλλα (Cd, Ni, Cu, Zn, Pb, Hg)	Υγρή	Οικο-τοξικολογική	Μικρός

Πίνακας 1: Ρύποι των χώρων διάθεσης απορριμμάτων και επίδρασή τους.

Τα διασταλλάζοντα, στην περίπτωση διαρροής τους, είναι υπεύθυνα για την τοπική ρύπανση επιφανειακών και υπογείων υδάτων. Για το λόγο αυτό υφίστανται επεξεργασία, από την οποία όμως προκύπτουν χλωριούχα άλατα. Η επίδραση των οργανικών είναι τοξική για τους εργαζόμενους στο χώρο και τους κατοίκους των τοπικών κοινοτήτων, ενώ η επίδραση των βαρέων μετάλλων θεωρείται μικρής σημασίας λόγω της χαμηλής συγκέντρωσής τους και με την προϋπόθεση ότι παραμένουν στο χώρο διάθεσης.

Για την αδρανοποίηση των ρύπων απαιτείται προ-επεξεργασία των απορριμμάτων πριν την διάθεσή τους. Η προκύπτουσα αέρια φάση από τη βιοαποικοδόμηση των οργανικών συστατικών περιέχει μεθάνιο, το οποίο συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Οι νέες Οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ροτείνουν τη μη διάθεση των οργανικών. Η επεξεργασία της υγρής φάσης (βαρέα μέταλλα, οργανικές ουσίες, άλατα) πραγματοποιείται σε εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και η συμμετοχή στη ρύπανση των επιφανειακών υδάτων ανέρχεται στο 1%, ενώ η συμμετοχή των χλωριούχων αλάτων φτάνει το 2%.

Η θερμική επεξεργασία των απορριμμάτων συνεισφέρει ελάχιστα στη συνολική αέρια ρύπανση, σε σχέση με άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες (παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, βιομηχανία, εκπομπές κυκλοφορούντων οχημάτων). Παρόλα αυτά, κατά την καύση των απορριμμάτων παράγονται *ποιοτικοί* μικρό-ρυπαντές (διοξίνες και φουράνια), πτητικά μεγάλης διασποράς και βαρέα μέταλλα (**πίνακας 2**).

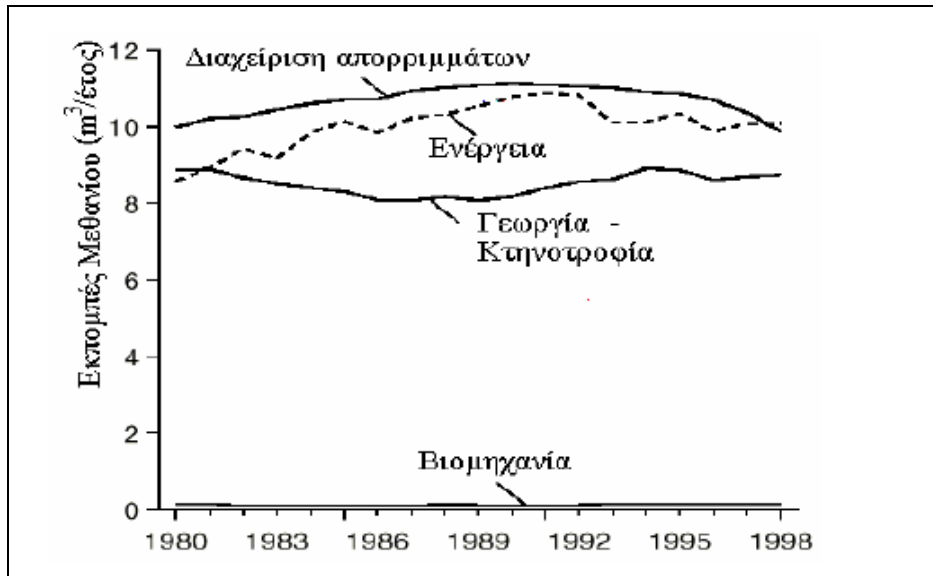
Ρύπος	Φάση	Επίδραση	Βαθμός
Οργανικά (διοξίνες, φουράνες)	Αέρια, στερεή*	Τοξική Οικο -τοξικολογική	Πολύ μεγάλος
Πτητικά βαρέα μέταλλα (Hg, Cd, Pb)	Αέρια, στερεή*	Οικο - τοξικολογική	Μεγάλος
HCl	Αέρια	Όξινη βροχή	Μεγάλος
Μέταλλα (As, Cd)	Αέρια, στερεή*	Τοξική	Μεγάλος
Άλας (χλωριούχο)	Υγρή**, στερεή*	Οικο - τοξικολογική	Μεγάλος

* υπτάμενη τέφρα και υπολείμματα συστήματος ελέγχου αέριας ρύπανσης.
** υλός βιολογικού που προκύπτει από τη μονάδα καθαρισμού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Ρύποι από τη θερμική επεξεργασία των απορριμμάτων

Τα βαρέα μέταλλα παραμένουν στην καμινάδα σε ελάχιστες ποσότητες (αδρανή), ενώ η μεγαλύτερη ποσότητα τους βρίσκεται στην ιπτάμενη τέφρα και στο υπόλειμμα των συστημάτων ελέγχου της αέριας ρύπανσης.

Τέλος, από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων προκύπτουν αρκετές ποσότητες αδρανοποιημένων αλάτων, τα οποία, σε αντιδιαστολή με τους χώρους υγειονομικής διάθεσης των απορριμμάτων, ρυπαίνουν μόνο τα επιφανειακά ύδατα.



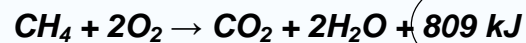
Σχήμα 3 : Εκπομπές CH₄ σε m³ / έτος

Η βιοαποικοδόμηση του συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου λόγω των αυξημένων εκπομπών μεθανίου που παράγονται από τη διαδικασία (**Σχήμα 3**).

Από την άλλη πλευρά παρουσιάζουν ελκυστική συμπεριφορά ως καύσιμο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, βιομηχανικής παραγωγής και οικιακής θέρμανση διότι έχει

- σχετικά μεγάλη ενεργειακή απόδοση,
- σχετικά καθαρή καύση του και
- σχετικά χαμηλή του τιμή

Καίγεται κατά την αντίδραση:



όπου και παρατηρούμε τεράστια ποσά θερμότητας.

1.2.2 Οικονομικές επιπτώσεις

Κύρια πηγή χρηματοδότησης των δραστηριοτήτων της διαχείρισης-αξιοποίησης απορριμμάτων αποτελούν τα έσοδα των τελών καθαριότητας.

Η αύξηση των τελών αποφασίζεται στις συνεδριάσεις των δημοτικών συμβουλίων, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η πραγματικά παραγόμενη ποσότητα απορριμμάτων αλλά και χωρίς να καθορίζεται μια ενιαία τιμολογιακή πολιτική, η οποία προφανώς θα προέκυπτε από τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης απορριμμάτων ως προς το κόστος. Επιπρόσθετα, σύνηθες φαινόμενο αποτελεί η χωροθέτηση εγκαταστάσεων χωρίς να λαμβάνονται υπόψη όλες οι συνιστώσες της διαχείρισης με αποτέλεσμα το κόστος (επένδυσης και λειτουργίας) που η λειτουργία τους συνεπάγεται να βρίσκεται μακριά από τη βέλτιστη εναλλακτική τιμολογιακή πολιτική (ανταποδοτικά τέλη, τέλος πύλης).

Η αδυναμία βέλτιστης λειτουργίας του συστήματος της διαχείρισης έχει ως αποτέλεσμα αρνητικές συνέπειες όχι μόνο για την τοπική οικονομία (ανεργία, ανακυκλώσιμα προς χωματερές ενεργειακή εξάρτηση) αλλά και μη εναρμόνιση με τις νομοθετικές περιβαλλοντικές κατευθύνσεις (ανεξέλεγκτη απόρριψη και καύση απορριμμάτων). Έτσι, χωρίς τη διαμόρφωση σχεδίων ολοκληρωμένης διαχείρισης απορριμμάτων, τα οποία θα προκύπτουν από βέλτιστα, ως προς το κόστος εναλλακτικά σενάρια, θα είναι αδύνατος ο καθορισμός των αντισταθμιστικών οφελών, αδύνατη η εύρεση των πηγών χρηματοδότησης και των επιδοτήσεων για την ανακύκλωση και την ανάκτηση ενέργειας καθώς και των κινήτρων δημιουργίας των εγκαταστάσεων διαχείρισης.

1.2.3 Τεχνολογικές επιπτώσεις

Η εσφαλμένη διαχείριση των απορριμμάτων έχει αρνητικές επιπτώσεις στον υπάρχοντα τεχνολογικό εξοπλισμό και στις εγκαταστάσεις διαχείρισης. Στην περίπτωση της αποκομιδής προβλήματα παρουσιάζονται στα απορριμματοφόρα αφού μετακινούνται σε μεγάλες αποστάσεις για τη διάθεση των απορριμμάτων με

αποτέλεσμα να αυξάνεται το κόστος μεταφοράς και συνεπώς το συνολικό κόστος διαχείρισης.

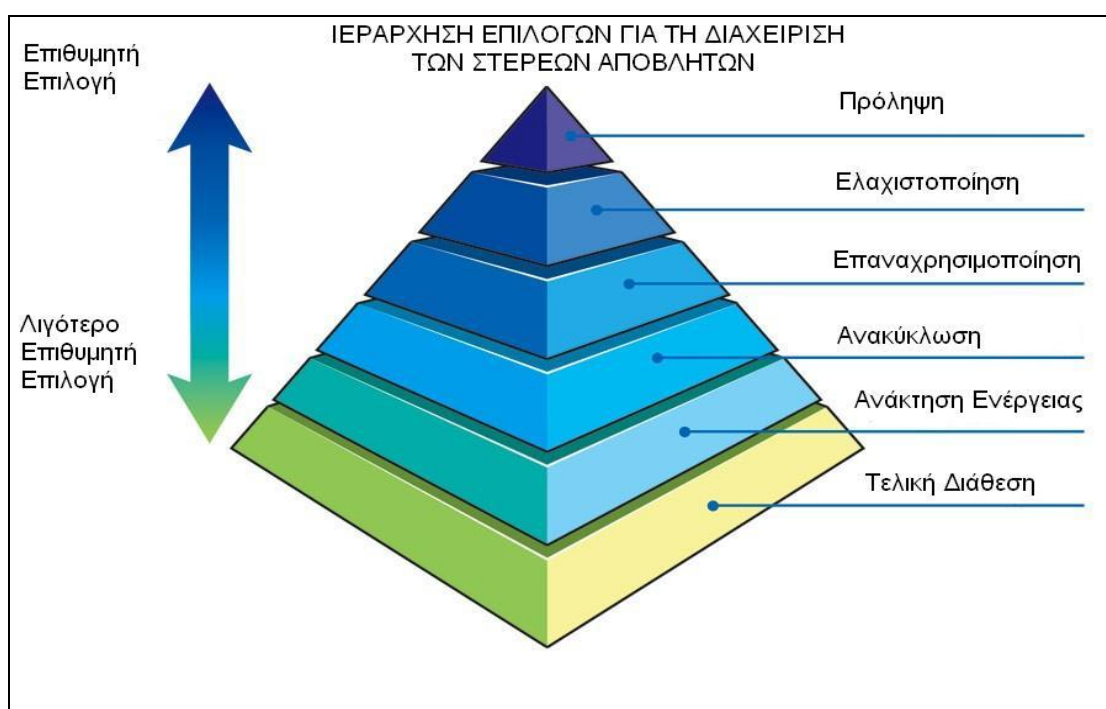
Οι υπάρχουσες εγκαταστάσεις μεταφόρτωσης, επεξεργασίας και τελικής διάθεσης που έχουν χωροθετηθεί χωρίς ολοκληρωμένη αξιολόγηση της λειτουργίας τους επηρεάζουν αρνητικά τη συνολική διαχείριση απορριμμάτων σε επίπεδο νομού ή περιφέρειας (π.χ. αδυναμία μονάδας ανάκτησης υλικών να διαθέσει τα προϊόντα της στην αγορά λόγω της χαμηλής ποιότητας των παραγόμενων υλικών, τρέχουσα δυναμικότητα σταθμού μεταφόρτωσης μικρότερη αυτής του σχεδιασμού) και απομακρύνουν το συνολικό σύστημα διαχείρισης από τη βέλτιστη εναλλακτική περιβαλλοντική, τεχνολογική και οικονομική λειτουργία.

1.2.4 Κοινωνικές επιπτώσεις

Στην περίπτωση μη ορθολογικής διαχείρισης απορριμμάτων, οι κάτοικοι των περιοχών όχι μόνο δεν λαμβάνουν αντισταθμιστικά οφέλη αλλά είναι ανύπαρκτη η ενημέρωση και η συμμετοχή τους στη λήψη απόφασης. Δημιουργούνται αντιδράσεις και δεν επιτυγχάνεται κοινωνική αποδοχή για τη λειτουργία της εγκατάστασης. Η σοβαρότερη κοινωνική επίπτωση αφορά στην παρεμπόδιση δημιουργίας περιβαλλοντικής συνείδησης ειδικότερα στις νεότερες γενιές. Αποτελέσματα των παραπάνω είναι: α) υποβάθμιση της ποιότητας ζωής, β) παρεμπόδιση της βιώσιμης ανάπτυξης, η οποία σημειωτέων στηρίζεται εξ ολοκλήρου στη συμμετοχή των πολιτών, γ) υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος σε χώρους με οικολογικό, πολιτιστικό και αισθητικό ενδιαφέρον και δ) σπατάλη υλών και ενέργειας.

1.3 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υιοθέτησε το Μάιο του 1990 [SEC (89) 934] στρατηγική για τη διαχείριση των απορριμμάτων και ιεράρχησε τις διαχειριστικές επιλογές με την παρακάτω σειρά (Σχήμα 4)



Σχήμα 4: Ιεράρχηση κατά τη διαχείριση στερεών αποβλήτων

- 1) Πρόληψη
- 2) Ελαχιστοποίηση
- 3) Επαναχρησιμοποίηση
- 4) Ανακύκλωση
- 5) Ανάκτηση ενέργειας
- 6) Ασφαλής εναπόθεση

Κάθε διαχειριστική επιλογή είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τις υπόλοιπες και πρέπει να εξετάζεται λαμβάνοντας υπόψη αυτή τη σχέση. Προτεραιότητα δίνεται στη

μείωση της παραγόμενης ποσότητας των απορριμμάτων με περιορισμό των ποσοτήτων φυσικών πόρων που μετατρέπονται σε προϊόντα και τελικά απορρίπτονται. Πρόκειται για μία προοπτική που έρχεται σε αντίθεση με τις συνήθειες αλλά και το πολιτιστικό πρότυπο της σημερινής κοινωνίας. Το χαρακτηριστικότερο παράδειγμα **ελαχιστοποίησης** αφορά τη συσκευασία, όπου αν εφαρμοστεί η αρχή, θα οδηγήσει σε σχεδιασμούς συσκευασίας με τη χρήση των ελάχιστων δυνατών υλικών και τελικά τη μείωση των απορριμμάτων.

Οι καταναλωτές δεν έχουν κίνητρα μείωσης των παραγόμενων σκουπιδιών. Αντίθετα, δεν ζημιώνονται να παράγουν περισσότερα απορρίμματα, καθώς οτιδήποτε εναποθέτουν συλλέγεται. Οι δημοτικοί φόροι δεν υπολογίζονται με βάση τις ποσότητες των απορριμμάτων που παράγουν οι κάτοικοι. Μια πολιτική που θα προωθή την ελαχιστοποίηση θα πρέπει να στηρίζεται στην ενημέρωση, στην εκπαίδευση, ίσως και στην τιμολόγηση. Πιστεύεται ότι με την εκπαίδευση οι πολίτες θα αλλάξουν συμπεριφορά, θα γίνουν περισσότερο ευαίσθητοι και θα περιορίσουν τις ποσότητες αυτών που καταναλώνουν. Σε ορισμένες χώρες δίνονται κίνητρα για ελαχιστοποίηση με την επιβολή χρέωσης ανάλογα με τον όγκο της συλλογής. Στην Ελλάδα η εφαρμογή ενός τέτοιου μέτρου θα συναντούσε δυσκολίες που θα οφείλονταν σε κοινωνικούς και οργανωτικούς λόγους.

Η **επαναχρησιμοποίηση** έχει σοβαρούς περιορισμούς ως επιλογή. Ακόμα και η παραδοσιακή επιστροφή των άδειων μπουκαλιών μπίρας μειώνεται σε έκταση ως πρακτική. Η επιδιόρθωση των καταναλωτικών προϊόντων τείνει και αυτή να γίνει ασύμφορη με την πτώση των τιμών των βιομηχανικών προϊόντων.

Η τρίτη κατά σειρά επιλογή είναι η **ανακύκλωση**, σημαντική για τρεις λόγους:

1) Η ανακύκλωση των απορριμμάτων για την ανάκτηση υλικών μειώνει την ανάγκη για πρώτες ύλες.

2) Η επανεπεξεργασία των υλικών μπορεί να αποφέρει σημαντικά ενεργειακά οφέλη σε σύγκριση με την παραγωγή της αντίστοιχης πρώτης ύλης.

3) Η ανακύκλωση μειώνει τις επιπτώσεις της ταφής τους, όπως φαίνεται στον παρακάτω **Πίνακα 3**.

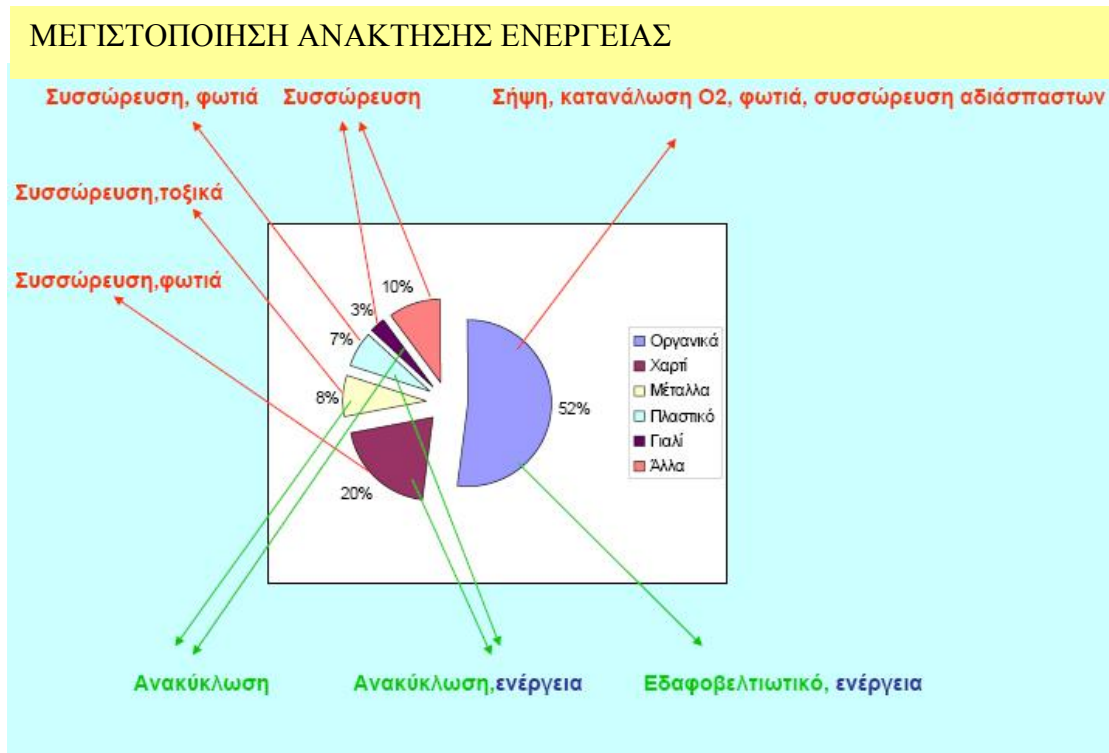
	Εξοικονόμηση ενέργειας	Εξοικονόμηση νερού	Μείωση αέριων εκπομπών	Μείωση υγρών αποβλήτων
Γυαλί	4-32%	50%	20%	-
Χαρτί	23-77%	58%	75%	35%
Σιδηρούχα μέταλλα	47-74%	40%	30%	70%
Αλουμίνιο	90-97%	-	96%	97%
Πλαστικό	97%	-	-	-

***Πίνακας 3:** Περιβαλλοντικά οφέλη από την ανακύκλωση διαφόρων υλικών σε σχέση με τη χρήση νέων πρώτων υλών*

Δεδομένου ότι βρισκόμαστε ακόμη σε συνθήκες όπου η παραγωγή απορριμμάτων αυξάνεται, γίνεται επιτακτική η ανάγκη οι σχεδιαστές των προϊόντων να μεριμνούν για το τι θα συμβεί μετά το τέλος της χρήσης τους και να τα σχεδιάζουν έτσι ώστε να διευκολύνουν την ανακύκλωσή τους. Δηλαδή, αν ένα προϊόν είναι φτιαγμένο με περισσότερα από ένα υλικά, θα πρέπει τα υλικά αυτά να είναι εύκολα αναγνωρίσιμα και διαχωρίσιμα. Στην περίπτωση αυτή προσδίδονται στο υπό κατασκευή προϊόν χαρακτηριστικά και ιδιότητες που δεν αφορούν μόνο τη χρήση του αλλά και την τελική του διάθεση και επομένως η ανακύκλωση ως διαχειριστική επιλογή γίνεται ακόμα πιο αποτελεσματική.

Η εφαρμογή των επιλογών της ελαχιστοποίησης, της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης μπορεί να επηρεάσει την ποσότητα των παραγόμενων

απορριμμάτων με τη μείωση αφενός και το διαχωρισμό τους σε χρήσιμα (επαναχρησιμοποιούμενα ή ανακυκλούμενα) και «άχρηστα» αφετέρου (**Σχήμα 5**). Σε κάθε περίπτωση υφίσταται πρόβλημα τελικής διάθεσης αυτών των «άχρηστων» υλικών, το οποίο αντιμετωπίζεται με τις δύο τελευταίες διαχειριστικές επιλογές.



Σχήμα 5: Μεγιστοποίηση ανάκτησης ενέργειας

Με την ανάκτηση ενέργειας επιχειρείται, μέσω της καύσης, η παραπέρα μείωση του όγκου των απορριμμάτων με ταυτόχρονη αξιοποίηση της εμπεριεχόμενης σε αυτά ενέργειας. Οι περιορισμοί της ως επιλογής έχουν σχέση με τα προβλήματα ρύπανσης από την καύση (**Σχήμα 6**).

Η ασφαλή εναπόθεση αφορά την τελική διάθεση είτε των προϊόντων καύσεως με ανάκτηση ενέργειας είτε της συνολικής ποσότητας των απορριμμάτων, όπως αυτή διαμορφώνεται ύστερα από την εφαρμογή των τριών πρώτων διαχειριστικών επιλογών. Οι περιορισμοί της προέρχονται από τον κίνδυνο ρύπανσης του τελικού αποδέκτη και έχουν οδηγήσει σε δυσκολίες εκτεταμένης εφαρμογής της.

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΟΜΑΔΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΜΕΓΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

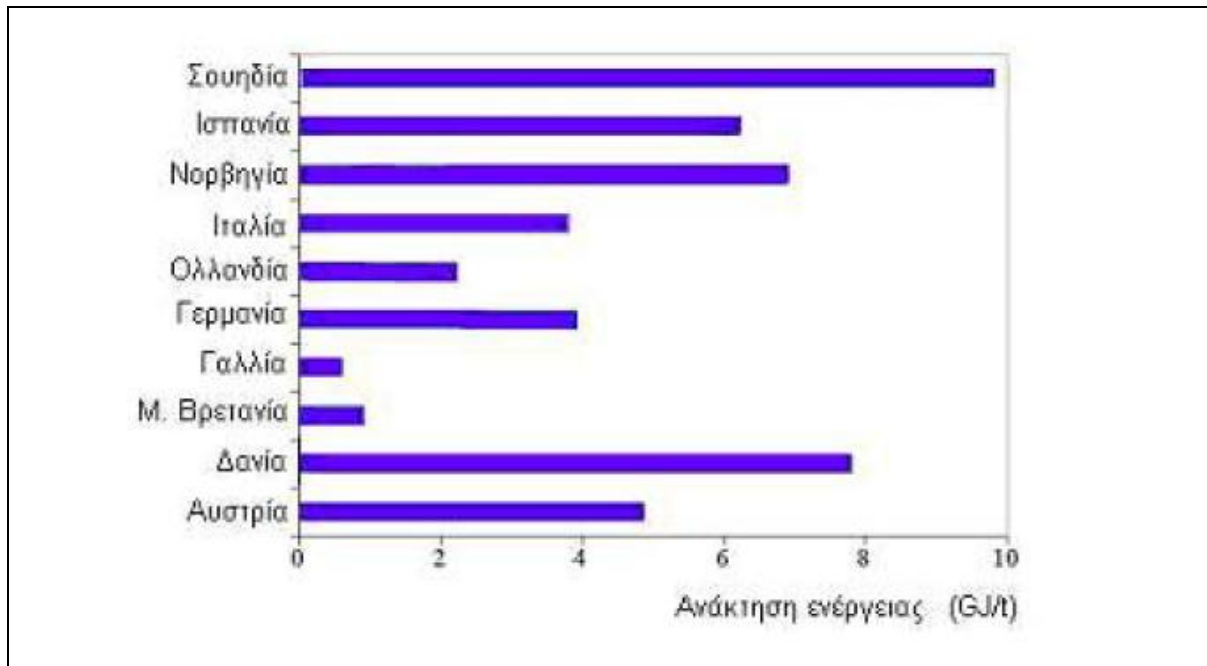


Σχήμα 6: Αξιοποίηση απορριμμάτων για ανάκτηση ενέργειας

Οι διαχειριστικές επιλογές που προαναφέρθηκαν είναι συμπληρωματικές μεταξύ τους και συνήθως συνυπάρχουν σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων. Το κρίσιμο σημείο στο σχεδιασμό ενός τέτοιου συστήματος είναι να βρίσκεται ο βέλτιστος περιβαλλοντικά και οικονομικά συνδυασμός των χρησιμοποιούμενων επιλογών για τις διάφορες κατηγορίες απορριμμάτων.

1.4 ΠΟΙΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝ ΟΙ ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ Ε.Ε.

Σε ολόκληρο τον κόσμο και ειδικότερα στην Ευρώπη το μοντέλο της διαχείρισης είναι σύνθετο και πολύ-επίπεδο. Ήδη από τα τέλη του 2000 υπάρχουν 304 μονάδες αποτέφρωσης (καύσης) σε 18 χώρες της Ευρώπης από τις οποίες οι 269 βρίσκονταν εντός κρατών-μελών. Σχεδόν σε όλες γίνεται ανάκτηση ενέργειας από τα απορρίμματα (**Σχήμα 7**).



Σχήμα 7: Ανάκτηση ενέργειας (GJ / tn) στην ΕΕ, από τη θερμική επεξεργασία των απορριμμάτων

Αυτές οι μονάδες ποικίλλουν σε μέγεθος και κατά μέσο όρο έχουν, η καθεμία, τη δυνατότητα επεξεργασίας 177.000 τόνων απορριμμάτων ετησίως. Η συνολική δυνατότητα θερμικής επεξεργασίας στην Ευρώπη είναι 50,2 εκατ. τόνων οικιακών αποβλήτων (ετησίως). Από το 1993 έως σήμερα τα περισσότερα κράτη της Ευρώπης, όσα είχαν σύνθετες μεθόδους διαχείρισης απορριμμάτων (εκτός δηλαδή από απλούς ΧΥΤΑ ή ΧΥΤΥ, δηλαδή Χώρους Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων από την επεξεργασία των απορριμμάτων) αντικαθιστούν (σε ποσοστό που αγγίζει το 30%) τις μονάδες καύσης παλαιού τύπου, λόγω υψηλών εκπομπών ρύπων, με σύγχρονες μονάδες που δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον, ενώ σημαντικά είναι τα ποσά που καταβάλλονται ετησίως για επενδύσεις σε αντιρρυπαντική τεχνολογία στις συγκεκριμένες μονάδες. Συγκεκριμένα, τα μοντέλα διαχείρισης ανά χώρα στην Ευρώπη είναι τα εξής:

Δανία: Είναι η πρωταθλήτρια της Ευρώπης στην ανακύκλωση και ανάκτηση υλικών από απορρίμματα. Μόλις το 10% των απορριμμάτων της καταλήγει σε χωματερές, το 55% πηγαίνει για θερμική επεξεργασία το 30% ανακυκλώνεται και ένα μικρό ποσοστό (0,50%) γίνεται κομπόστ.

Ολλανδία: Στους ΧΥΤΥ (Χώροι Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων) της χώρας καταλήγει ένα ποσοστό απορριμμάτων που δεν φτάνει ούτε το 20% των παραγόμενων ποσοτήτων. Περισσότερο από το 40% πηγαίνει για θερμική επεξεργασία (σε 11 σύγχρονες μονάδες στις οποίες καταλήγουν 488.000 τόνοι ετησίως). Να σημειωθεί ότι στην Ολλανδία υπάρχει η μεγαλύτερη μονάδα θερμικής επεξεργασίας απορριμμάτων, η AVR, που έχει τη δυνατότητα επεξεργασίας 1,5 εκατ. τόνων ετησίως και την παραγωγή 500 GWh.

Ελβετία: Στους ΧΥΤΥ καταλήγει περίπου το 15% των παραγομένων σκουπιδιών και το 45% πηγαίνει για θερμική επεξεργασία, ένα 30% ανακυκλώνεται και ένα ποσοστό που αγγίζει το 10% γίνεται κομπόστ.

Αυστρία: Το εργοστάσιο καύσης στο κέντρο της Βιέννης έχει κάνει πολλές φορές το γύρο του κόσμου και έχει φιγουράρει στα πρωτοσέλιδα πολλών εφημερίδων. Και δικαίως! Περίπου το 30% των απορριμμάτων της χώρας καταλήγει σε ΧΥΤΥ και το 20% πηγαίνει για θερμική επεξεργασία, το 20% γίνεται κομπόστ ενώ το 30% ανακυκλώνεται.

Γερμανία: Το 32% των απορριμμάτων καταλήγει σε ΧΥΤΥ, το 30% ανακυκλώνεται, 20% υφίσταται θερμική επεξεργασία και περίπου ένα 15% γίνεται κομπόστ.

Σουηδία: Με υψηλή επίδοση στην ανακύκλωση, το 32% των παραγόμενων απορριμμάτων καταλήγει σε χωματερές, το 40% πηγαίνει για θερμική επεξεργασία, ένα 20% περίπου ανακυκλώνεται και μία μικρή ποσότητα (0,5%) γίνεται κομπόστ.

Γαλλία: Ο μισός σχεδόν όγκος των απορριμμάτων καταλήγει σε χωματερές (50%), το 30% υφίσταται θερμική επεξεργασία, ένα 10% ανακυκλώνεται και επίσης ένα 10% γίνεται κομπόστ. Είναι η πρωταθλήτρια της Ευρώπης στην ανάκτηση υλικών από απορρίμματα.

Νορβηγία: Το 60% των απορριμμάτων καταλήγει σε ΧΥΤΑ, ένα ποσοστό της τάξης του 10% ανακυκλώνεται, το 20% πηγαίνει για θερμική επεξεργασία (περίπου 83.000 τόνοι καταλήγουν σε πέντε μονάδες) και επίσης ένα 20% γίνεται κομπόστ.

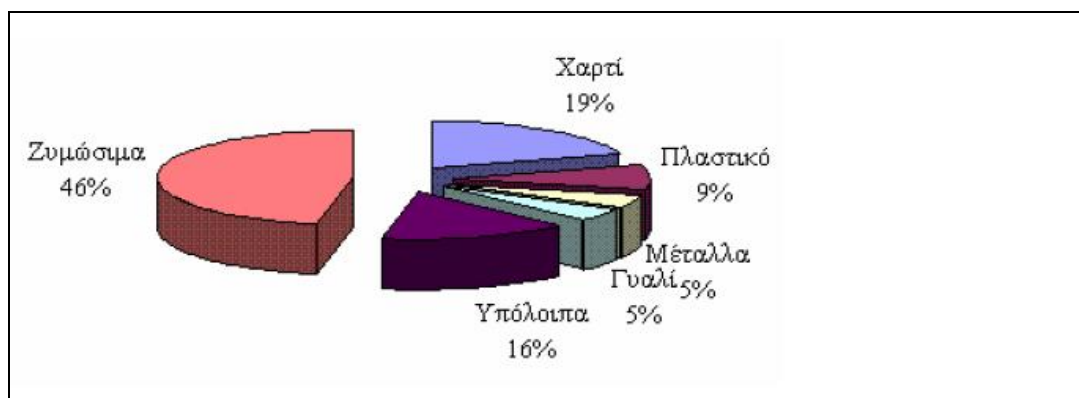
Ισπανία: Η μεγάλη μάζα καταλήγει σε ΧΥΤΑ (περίπου το 70%), ένα 17% γίνεται κομπόστ, ένα μικρό ποσοστό της τάξης του 0,2% ανακυκλώνεται και ελάχιστες ποσότητες (0.7%) πηγαίνουν για θερμική επεξεργασία.

Ιταλία: Το 80% καταλήγει σε χωματερές, το 0,7% για θερμική επεξεργασία και οι υπόλοιπες ποσότητες πηγαίνουν για κομπόστ και ανακύκλωση.

Αγγλία: Η μεγάλη μάζα των απορριμμάτων καταλήγει σε ΧΥΤΑ (ποσοστό που αγγίζει το 80%) και μόλις το 10% ανακυκλώνεται ενώ το κομπόστ είναι ανύπαρκτο σχεδόν και η θερμική επεξεργασία αποβλήτων φτάνει μετά βίας το 8%. Να σημειωθεί ότι μόλις τώρα έχει αρχίσει και εκεί η συζήτηση για θερμική επεξεργασία των αποβλήτων ενώ η κυβέρνηση αποφάσισε την επιβολή ειδικού φόρου στους δήμους που φέρνουν στις χωματερές ποσότητες περισσότερες από το πλαφόν που τους ανήκει.

1.5 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η ποιοτική σύσταση των δημοτικών στερεών αποβλήτων όπως έχει προδιαγραφεί από τον Εθνικό Σχεδιασμό δίνεται στο **Σχήμα 8**.



Σχήμα 8: Ποιοτική σύσταση στερεών αποβλήτων σύμφωνα με τον Εθνικό Σχεδιασμό Διαχείρισης Απορριμμάτων

Η ανακύκλωση για το χαρτί, το πλαστικό, τα μέταλλα και το γυαλί, ανέρχεται στο 21%. Όσον αφορά τα ζυμώσιμα, η ανακύκλωση τους (λιπασματοποίηση) είναι μόλις 1,7% παρά το γεγονός ότι καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο ποσοστό της ποιοτικής σύστασης των απορριμμάτων.

Από το σύνολο των αστικών απορριμμάτων που παράγονται στην Ελλάδα ανακυκλώνεται το 8,7% αυτών. Τα υλικά που ανακυκλώνονται περιλαμβάνουν το χαρτί, τα μέταλλα, το πλαστικό και το γυαλί, τα οποία αντιπροσωπεύουν το 38% των συνολικά παραγόμενων οικιακών αποβλήτων καθώς και τα οργανικά συστατικά των αποβλήτων που ανέρχονται στο 46%

Στην Ελλάδα ιδιαίτερη βαρύτητα έχει δοθεί στους χώρους τελικής διάθεσης αποβλήτων, οι οποίοι αποτελούν τη βάση της διαχείρισης απορριμμάτων αφού πάντα θα υπάρχουν υπολείμματα των μονάδων επεξεργασίας που θα πρέπει να δέχονται. Η χωροθέτηση των χώρων αυτών απαιτεί την κοινωνική αποδοχή των κατοίκων που ζουν στις γύρω περιοχές και συχνά «ταλανίζεται» από αντιδράσεις που χαρακτηρίζονται ως σύνδρομο NIMBY.

Ελάχιστα ποσά ενέργειας ανακτώνται το τελευταίο διάστημα σε δύο μονάδες ηλεκτροπαραγωγής [χώρος ημι-ελεγχόμενης διάθεσης Ταγαράδων, Δημόσια Επιχείρηση Ύδρευση Αποχέτευσης (ΔΕΥΑ) Ηρακλείου], ενώ υπάρχουν ακόμα τέσσερα σχέδια με εγκεκριμένη χρηματοδότηση. Επίσης, προτείνεται η ανάπτυξη κατάλληλης πολιτικής εκμετάλλευσης του βιοαερίου από τους χώρους υγειονομικής ταφής των απορριμμάτων.

Τέλος, όσον αφορά σε ειδικές κατηγορίες επικίνδυνων αποβλήτων όπως είναι τα νοσοκομειακά, η αδρανοποίηση τους πραγματοποιείται μέσω αποτέφρωσης τους κλιβάνους και στην πυρολυτική μονάδα των Άνω Λιοσίων. Ο τρόπος χαρακτηρίστηκε προβληματικός για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον.

Τροχοπέδη για την εφαρμογή των μεθόδων θερμικής επεξεργασίας στην Ελλάδα αποτελούν: α) η έλλειψη ανάλογων εμπειριών, β) η ανυπαρξία τοπικών κατασκευαστικών διαφόρων αντίστοιχων μονάδων, γ) η έλλειψη της απαραίτητης τεχνολογίας, δ) η ελλιπής σχετική ενημέρωση του κοινού από τους τοπικούς φορείς της διαχείρισης (Δήμοι, Κοινότητες, Οργανισμού Τοπικής Αυτοδιοίκησης), ε) οι μεμονωμένες και ανεπιτυχείς προσπάθειες του παρελθόντος και στ) η ανυπαρξία της χρήσης εργαλείων αξιολόγησης για τη σκοπιμότητα δημιουργίας και συνύπαρξης των μονάδων αυτών με τις άλλες εγκαταστάσεις της ολοκληρωμένης διαχείρισης απορριμμάτων (μεταφόρτωσης, επεξεργασίας και τελικής διάθεσης) νομαρχιακού ή περιφερειακού επιπέδου. Παρακάτω παρατίθενται οι κυριότερες μέθοδοι διαχείρισης απορριμμάτων.

- – *Υγειονομική ταφή*
- – *Λιπασματοποίηση*
- – *Πυρόλυση*
- – *Υδρολύση*
- – *Καύση των απορριμμάτων*
- – *Ολική καύση*
- – *Ανακύκλωση*
- – *Αξιοποίηση των απορριμμάτων για ενεργειακούς σκοπούς.*

Οποιαδήποτε από τις παραπάνω μεθόδους χρησιμοποιήσουμε έστω και σε μονοκατοικίες ακόμα και στα βιομηχανικά απορρίμματα είναι θέμα πολιτείας. Παρόλο που η αξιοποίηση των απορριμμάτων για ενεργειακούς σκοπούς είναι γνωστή στο Αμβούργο από το 1894 ήταν πάλι δύσκολο στη χώρα μας να γίνει κατανοητό "ότι τα σκουπίδια δεν είναι για πέταμα" αλλά αυτά είναι ενέργεια αξιοποιήσιμη για ενεργειακούς σκοπούς. Χρειάστηκε αρκετή δουλειά στον τύπο και στα συνέδρια για να γίνει κατανοητό ότι ειδικά για τη χώρα μας με τον τουρισμό και το θερμό κλίμα δεν προσφέρεται η υγειονομική ταφή. Η ταφή των απορριμμάτων αποτελεί μια παλιά μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο για την προστασία της υγείας του όταν ακόμη δεν υπήρχε η έννοια προστασίας του περιβάλλοντος. Είναι γνωστή ή ρύπανση στους σκουπιδότοπους ή την υγιεινή ταφή με τα ζώα, πτηνά και τα βακτήρια που μερικά είναι παθογόνα προκαλούν ασθένειες στους ανθρώπους και μολύνουν τον υδροφόρο ορίζοντα. Τα σκουπίδια όμως δεν περιμένουν και πρέπει να αποσύρονται από τον κατοικήσιμο χώρο. Από τις παραπάνω μεθόδους η ανακύκλωση των απορριμμάτων προσφέρεται καλύτερα που σημαίνει επιλογή την καύσιμη ύλη για ενεργειακούς σκοπούς, τα μέταλλα για τη μεταλλουργία το γυαλί για την υαλουργία.

Απορρίμματα έχουμε κάθε μέρα και χιλιάδες τόνους το χρόνο, θέρμανση έχουμε περίπου τέσσερις μήνες το χρόνο και υπολογίζονται από 0,80 έως και 2 χλγ απορρίμματα ανάλογα με την εποχή. Η θερμογόνο δύναμη κυμαίνεται από 1.200 έως 2.000 χλθ και πρέπει να τονίσουμε ότι κατά τα τελευταία 20 έτη παρουσιάζεται μια συνεχής αύξηση της θερμογόνου δύναμης γύρω στο 2% ετησίως αυτό οφείλεται περισσότερο στη χρήση πλαστικών. Οι πλαστικές σακούλες κτλ έχουν θερμογόνο δύναμη 7.000-8.000 χλθ/χλγ τα πλαστικά όμως δεν πρέπει να παίρνονται ως καύσιμη ύλη για περιβαλλοντικούς λόγους.

Σύμφωνα με διάφορες έρευνες που έχουν γίνει έχουμε αναλογία :

- Χαρτί 3.500 χιλιοθερμίδες / χλγ
- Πλαστικό 8.000 χιλιοθερμίδες / χλγ
- Υφάσματα 4.500 χιλιοθερμίδες / χλγ
- Οργανικά κατάλοιπα 1.500 χιλιοθερμίδες / χλγ
- Ελαστικά 6.000 χιλιοθερμίδες / χλγ

Η χωροθέτηση Χώρων Διάθεσης Απορριμμάτων (ΧΔΑ) στην Ελλάδα αποτελεί μία δύσκολη διαδικασία λόγω μιας αυξημένης κοινωνικής αντίδρασης του συνόλου που πιθανά θα γειτνιάσει με τέτοιους χώρους. Οι πηγές της αντίδρασης αυτής είναι καταρχήν η υποβαθμισμένη και συχνά επικίνδυνη φύση των αποβλήτων.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ- ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τις τελευταίες δεκαετίες, παρατηρείται μια τεράστια διόγκωση των στερεών αποβλήτων, με αποτέλεσμα η διαχείριση τους να αποτελεί ένα μείζον πρόβλημα όχι μόνο για τις τοπικές κοινωνίες, αλλά και να απασχολεί με ιδιαίτερη βαρύτητα τις εθνικές αρχές.

Η ανησυχία σχετικά με τη σύντομη και μακροπρόθεσμη διαχείριση των περιοχών εναπόθεσης απορριμμάτων, ιδιαίτερα η καθιέρωση νέων περιοχών, καθώς και το κόστος της διάθεσης αποβλήτων, έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη των τεχνολογιών που μετατρέπουν τα απόβλητα σε ενέργεια ή χρήσιμα υποπροϊόντα.

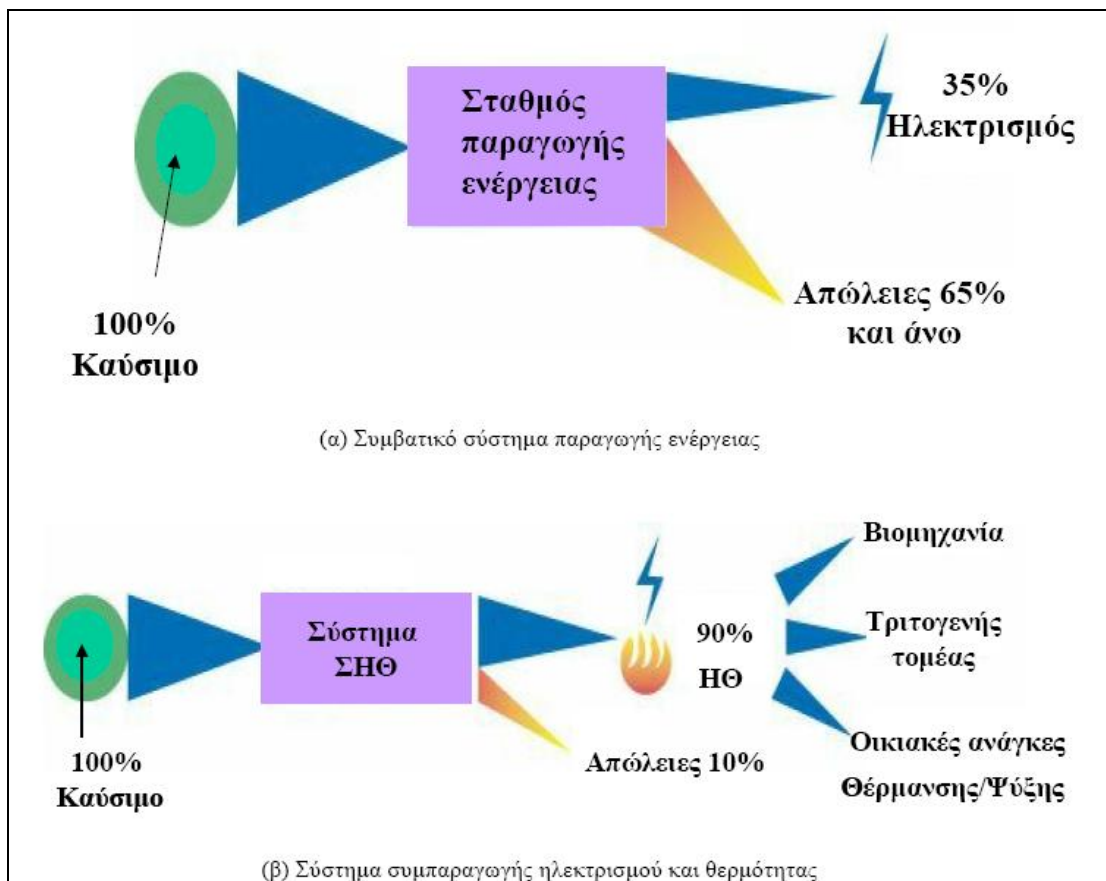
Η αναερόβια αποσύνθεση των οργανικών απορριμμάτων που συγκεντρώνονται στις χωματερές, οδηγεί στην παραγωγή του βιοαερίου το οποίο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα, μαζί με υδρατμούς και μικρές ποσότητες οργανικών ενώσεων.

Η σημαντική ποσότητα του μεθανίου στο βιοαέριο το καθιστά κατάλληλο να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.

Μια άλλη μέθοδος επεξεργασίας απορριμμάτων είναι η καύση σε ειδικές κλειστές εγκαταστάσεις. Στερεά κατάλοιπα της καύσης είναι τέφρα και σκουριά που έχουν μικρό όγκο σε σχέση με τα αρχικά απορρίμματα, και είναι αποστειρωμένα. Η καύση επιτυγχάνει μείωση του όγκου των απορριμμάτων κατά 90% περίπου και του βάρους τους κατά 70%. Κατά την καύση παράγεται ενέργεια με τη μορφή θερμότητας η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί.

Επιπλέον, ένας συμβατικός τρόπος κάλυψης των ηλεκτρικών και θερμικών φορτίων ενός καταναλωτή ή μιας ομάδας καταναλωτών είναι η αγορά ηλεκτρισμού από το εθνικό δίκτυο και η καύση κάποιου καύσιμου (σε λέβητα, κλίβανο, κ.λ.π.) για την παραγωγή θερμότητας.

Έτσι η ολική κατανάλωση καυσίμων μειώνεται σημαντικά εάν εφαρμοσθεί η Παραγωγή (Σχήμα 9)



Σχήμα 9

Η μείωση της κατανάλωσης καυσίμου, που επιτυγχάνεται με τη παραγωγή, συντελεί, εν γένει, σε μείωση και των εκπεμπόμενων ρύπων.

2.1 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ)

Τα περισσότερα συστήματα παραγωγής μπορούν να χαρακτηρισθούν είτε

- ως συστήματα “κορυφής” (topping systems) είτε
- ως συστήματα “βάσης” (bottoming systems).

Στα συστήματα “κορυφής”, ρευστό υψηλής θερμοκρασίας χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού, ενώ η αποβαλλόμενη θερμότητα χαμηλής θερμοκρασίας χρησιμοποιείται σε θερμικές διεργασίες, θέρμανση χώρων ή ακόμη και για την παραγωγή πρόσθετης ηλεκτρικής ενέργειας.

Στα συστήματα “βάσης” παράγεται πρώτα θερμική ενέργεια υψηλής θερμοκρασίας (όπως π.χ., σε φούρνους χαλυβουργείων, υαλουργείων, εργοστασίων τσιμέντου κ.λ.π.) και κατόπιν τα θερμά αέρια διοχετεύονται συνήθως σε λέβητα ανακομιδής θερμότητας, όπου παράγεται ατμός που κινεί αμμοστροβιλογεννήτρια. Είναι επίσης δυνατό τα θερμά αέρια να διοχετευθούν σε αεριοστρόβιλο, που κινεί την ηλεκτρογεννήτρια, χωρίς την παρεμβολή λέβητα.

2.1.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥ

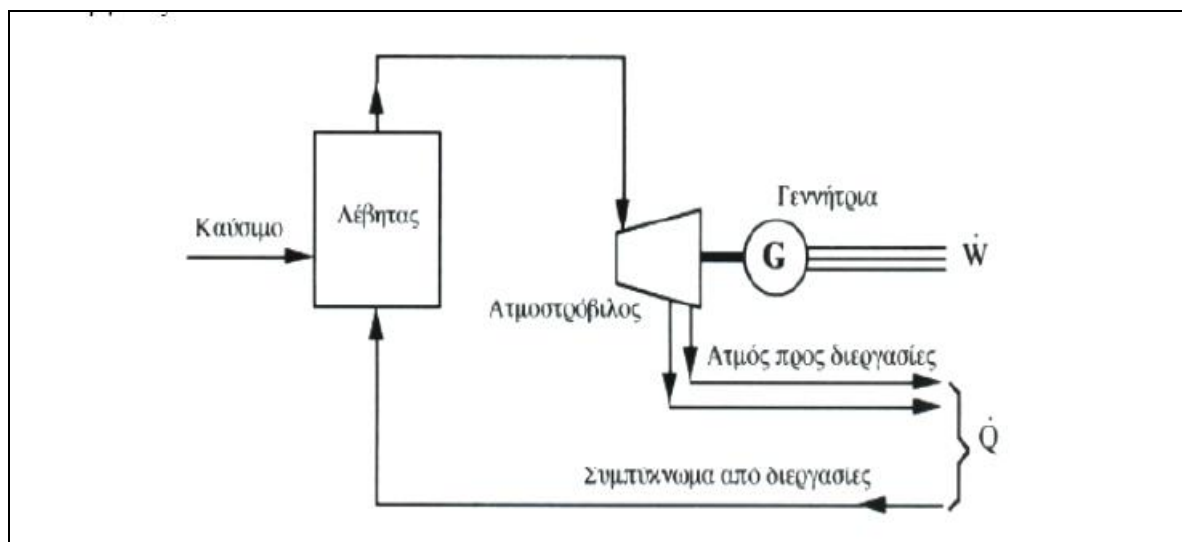
Είναι τα πιο διαδεδομένα συστήματα παραγωγής, κατάλληλα για ισχύεις 500 kW-100 MW ή και μεγαλύτερες. Μπορούν να χρησιμοποιήσουν οποιοδήποτε καύσιμο. Ακόμη και στερεά απόβλητα καίγονται σε ειδικούς λέβητες εφοδιασμένους με συστήματα κατακράτησης ή και εξουδετέρωσης ρύπων και τοξικών ουσιών, που δημιουργούνται κατά την καύση. Ο βαθμός απόδοσης φθάνει το 60-85%. Για σύγκριση, υπενθυμίζεται ότι ο βαθμός απόδοσης ενός συμβατικού ατμοηλεκτρικού σταθμού βρίσκεται στην περιοχή του 35%.

Τα συστήματα αμμοστρόβιλου έχουν υψηλή αξιοπιστία, που φθάνει το 95%, υψηλή διαθεσιμότητα (90-95%) και μεγάλη διάρκεια ζωής (25-35 έτη). Όμως, ο χρόνος εγκατάστασης είναι σχετικά μεγάλος: 12-18 μήνες για μικρές μονάδες και

μέχρι τρία έτη για μεγαλύτερα συστήματα. Οι τρεις βασικές διατάξεις συστημάτων της κατηγορίας αυτής περιγράφονται πιο αναλυτικά στη συνέχεια.

Β α. Συστήματα παραγωγής με ατμοστρόβιλο αντίθλιψης

Ατμός υψηλής πίεσης (20-100 bar) και θερμοκρασίας (480-540 °C) παράγεται σε λέβητα με κατανάλωση καυσίμου και χρησιμοποιείται για την κίνηση ατμοστρόβιλου, στον άξονα του οποίου είναι συνδεδεμένη ηλεκτρογεννήτρια (**Σχήμα 10**). Ο ατμός βγαίνει από τον στρόβιλο σε πίεση και θερμοκρασία κατάλληλη για τις θερμικές διεργασίες. Ο όρος “**αντίθλιψη**” οφείλεται στο ότι η πίεση αυτή είναι μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής (3-20 bar). Απομάστευση δηλ. εξαγωγή μέρους του ατμού από ενδιάμεσες βαθμίδες του στροβίλου στις επιθυμητές πιέσεις, είναι επίσης δυνατή.



Σχήμα 10: Σύστημα ΣΗΘ με ατμοστρόβιλο αντίθλιψης

Σε σύγκριση με το σύστημα απομάστευσης που περιγράφεται στην επόμενη παράγραφο, το σύστημα αντίθλιψης έχει τα εξής **πλεονεκτήματα**:

- ≈ απλή μορφή
- ≈ μικρότερο κόστος
- ≈ μειωμένη ή και καθόλου ανάγκη ψυκτικού νερού,
- ≈ υψηλότερο βαθμό απόδοσης (περίπου 85%), κυρίως διότι δεν αποβάλλει θερμότητα στο περιβάλλον μέσω ψυγείου.

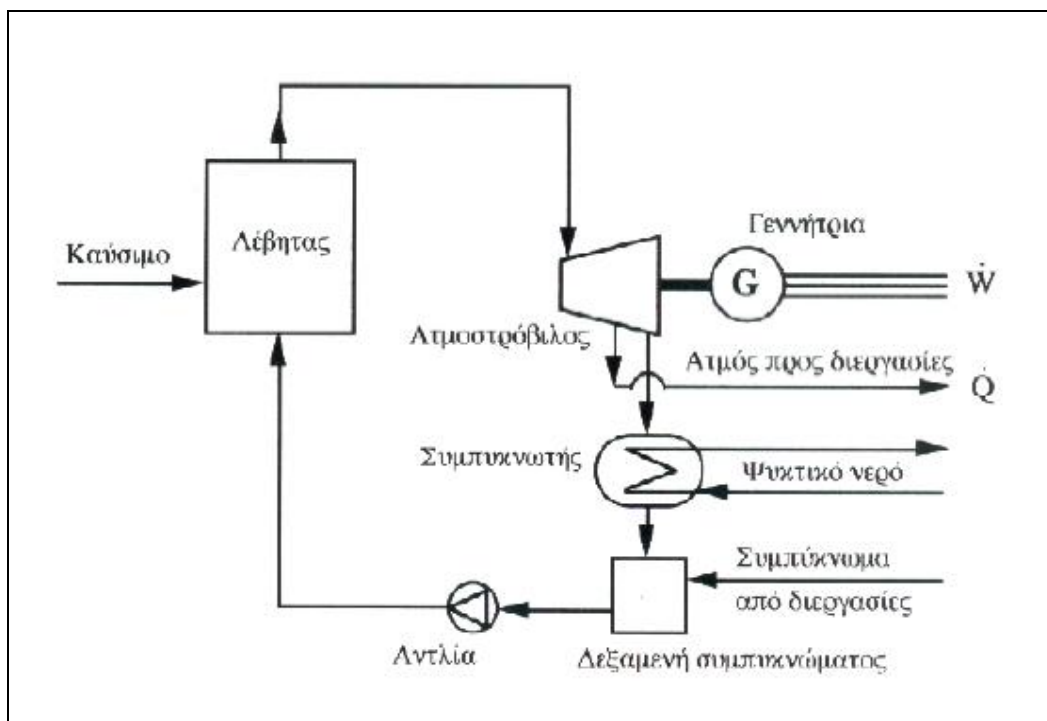
Σημαντικό **μειονέκτημα** του, όμως, είναι ότι η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι στενά συνδεδεμένη με την απαιτούμενη θερμότητα. Έτσι,

α) είναι αδύνατη η ανεξάρτητη λειτουργία του ατμοηλεκτρικού σταθμού από το δίκτυο θέρμανσης, και

β) είναι αναγκαία η αμφίδρομη σύνδεση με το εθνικό δίκτυο ηλεκτρισμού για την κάλυψη πρόσθετων αναγκών ή για την διοχέτευση της πιθανής περίσσειας ηλεκτρικής ενέργειας.

Β β. Συστήματα παραγωγής με ατμοστρόβιλο απομάστευσης

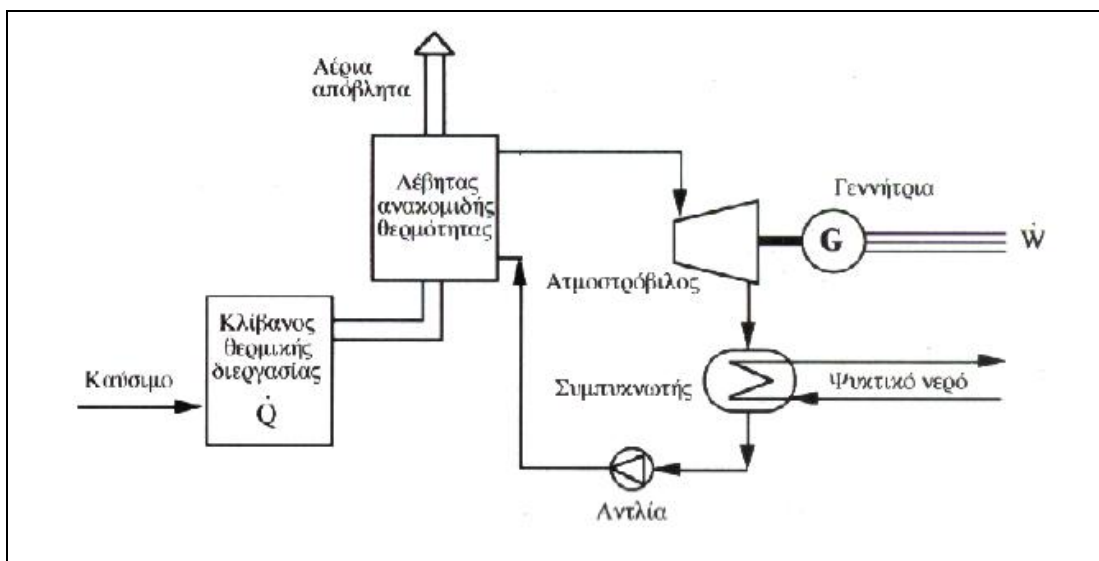
Μέρος του ατμού απομαστεύεται από μία ή περισσότερες ενδιάμεσες βαθμίδες του στροβίλου στις επιθυμητές πιέσεις, ενώ ο υπόλοιπος εκτονώνεται μέχρι την πίεση του συμπυκνωτή (λέγεται και ψυγείο ατμού) που είναι 0,05-0,10 bar (**Σχήμα 11**). Τα συστήματα απομάστευσης είναι ακριβότερα και έχουν μικρότερο βαθμό απόδοσης (περίπου 80%) από τα συστήματα αντίθλιψης. Όμως έχουν τη δυνατότητα ανεξάρτητης (μέσα σε ορισμένα όρια) ρύθμισης της ηλεκτρικής και θερμικής ισχύος. Αυτό επιτυγχάνεται με ρύθμιση της ολικής παροχής ατμού και επομένως της παροχής ατμού προς τον συμπυκνωτή.



Σχήμα 11: Σύστημα συμπαραγωγής με ατμοστρόβιλο απομάστευσης

Β γ. Συστήματα παραγωγής με ατμοστρόβιλο σε κύκλο βάσης.

Αρκετές βιομηχανίες (π.χ. χαλυβουργεία, υαλουργεία, κεραμουργεία, εργοστάσια τσιμέντου, εργοστάσια αλουμινίου, διυλιστήρια πετρελαίου, κ.λ.π.) έχουν αέρια απόβλητα υψηλής θερμοκρασίας. Μετά τη θερμική διεργασία, τα αέρια αυτά μπορούν να περάσουν μέσα από λέβητα ανακομιδής θερμότητας, όπου παράγεται ατμός που κινεί μια ατμοστροβιλογεννήτρια. Έτσι, η μονάδα παραγωγής θερμότητας μετατρέπεται σε σύστημα παραγωγής με κύκλο βάσης ατμού (**Σχήμα 12**).



Σχήμα 12: Σύστημα συμπαραγωγής με κύκλο βάσης ατμού

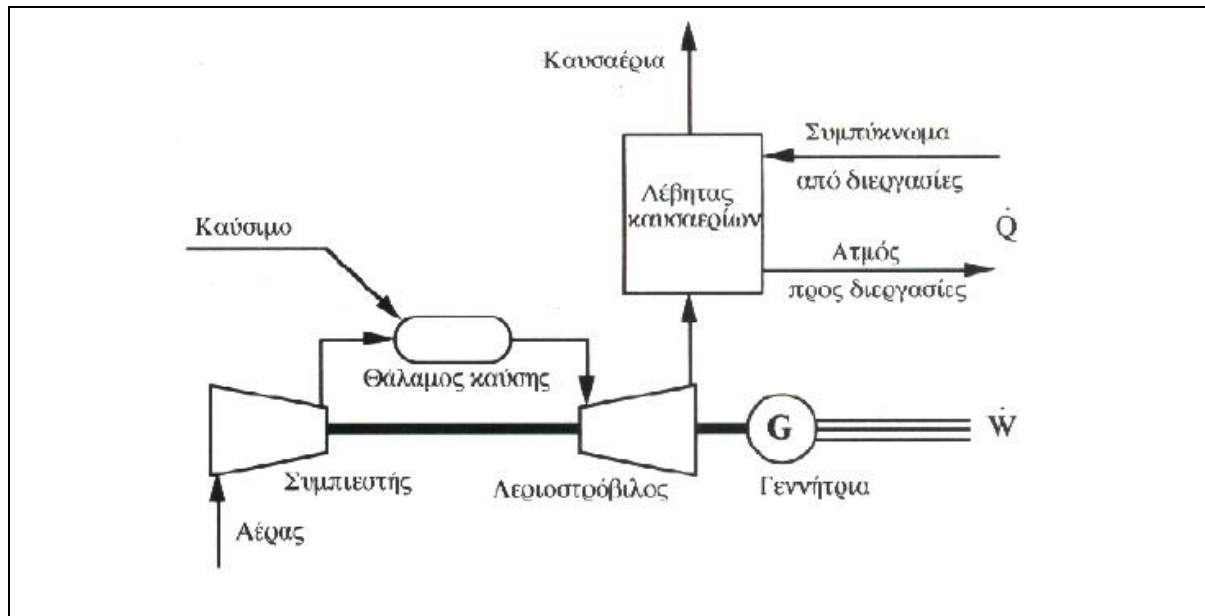
2.1.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥ

Υπάρχουν δύο βασικές διατάξεις: ανοικτού κύκλου και κλειστού κύκλου:

- 1. Συστήματα αεριοστροβίλου ανοικτού κύκλου:** Οι περισσότερες ατμοστροβιλικές μονάδες είναι ανοικτού τύπου: αέρας αναρροφάται από την ατμόσφαιρα, συμπιέζεται και οδηγείται στον θάλαμο καύσης. Τα καυσαέρια αποτονώνονται στον αεριοστροβίλο (που κινεί τη γεννήτρια), από τον οποίο βγαίνουν με θερμοκρασία 300 °C. Η σημαντική ισχύς που απαιτείται για την κίνηση του συμπιεστή και η υψηλή θερμοκρασία εξόδου των καυσαερίων

είναι οι κύριες αιτίες του μικρού βαθμού απόδοσης ενός τέτοιου συστήματος ηλεκτροπαραγωγής (25-35% και σε σύγχρονες προηγμένες μονάδες 40%).

Η υψηλή θερμοκρασία των καυσαερίων κάνει τις μονάδες αυτές ιδανικές για παραγωγή που αυξάνει τον βαθμό απόδοσης στο 60-80% (**Σχήμα 13**).



Σχήμα 13: Σύστημα συμπαραγωγής με αεριοστρόβιλο ανοικτού κύκλου

Υπάρχουν δύο τρόποι βάση του τρόπου εκμετάλλευσης της θερμότητας των καυσαερίων:

1. Άμεση, σε θερμικές διεργασίες (θέρμανση, ξήρανση, κ.λ.π.)
2. Διοχέτευση των καυσαερίων σε λέβητα ανακομιδής θερμότητας (λέγεται και λέβητας καυσαερίων). Εκεί παράγεται ατμός υψηλών χαρακτηριστικών, που είναι κατάλληλος όχι μόνον για θερμικές διεργασίες αλλά και για την κίνηση ατμοστρόβιλου (συνδεδεμένου με γεννήτρια ή άλλο μηχάνημα). Στη δεύτερη περίπτωση πρόκειται για σύστημα συνδυασμένου κύκλου, που περιγράφεται εκτενέστερα σε επόμενη ενότητα.

Και στους δύο τρόπους είναι δυνατή η αύξηση του θερμικού περιεχομένου (δηλ. της θερμοκρασίας) των καυσαερίων, και επομένως της αποδιδόμενης θερμότητας, όταν απαιτείται. Αυτό επιτυγχάνεται χάρη στην υψηλή περιεκτικότητα οξυγόνου των

καυσαερίων. Καυστήρες τοποθετημένοι μετά τον αεριοστρόβιλο χρησιμοποιούν τα καυσαέρια για την καύση πρόσθετου καυσίμου.

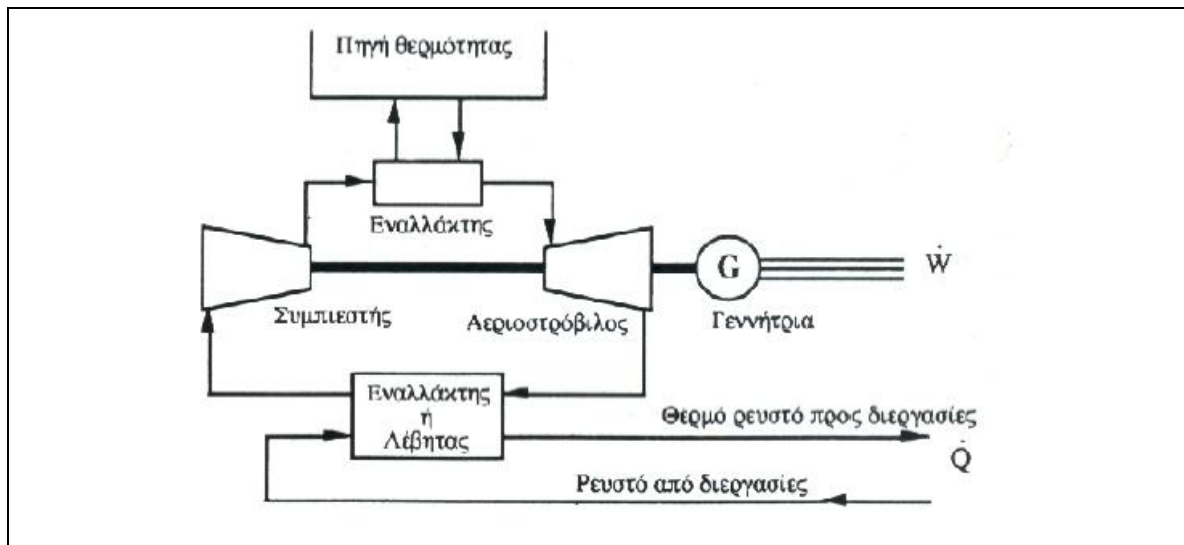
Τα συστήματα παραγωγής με αεριοστρόβιλο ανοικτού κύκλου έχουν ισχύ 100 KW -100 MW. Λειτουργούν συνήθως με φυσικό αέριο ή ελαφρά αποστάγματα πετρελαίου (π.χ. καύσιμο Diesel), ενώ ευοίωνες παρουσιάζονται οι προοπτικές για χρήση γαιανθράκων σε εξαεριωμένη μορφή. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν καύσιμα αέρια, που παράγονται π.χ., κατά την καταλυτική σχάση υδρογονανθράκων σε διυλιστήρια πετρελαίου.

Γενικά, πάντως, χρειάζεται προσοχή, επειδή τα πτερύγια του αεριοστροβίλου είναι εκτεθειμένα στα προϊόντα της καύσης, τα προϊόντα αυτά πρέπει να μην έχουν συστατικά που προκαλούν διάβρωση (νάτριο, κάλιο, ασβέστιο, βανάδιο, θείο, κ.λ.π.) και τα στερεά σωματίδια πρέπει να είναι αρκετά μικρού μεγέθους ώστε να μην προκαλούν φθορά κατά την πρόσκρουση τους στα πτερύγια. Εάν το καυσαέριο περιέχει τέτοια συστατικά, πρέπει να καθαρισθεί με ειδικές διατάξεις, πριν οδηγηθεί στον αεριοστρόβιλο. Είναι επίσης ενδεχόμενο, το καύσιμο να χρειασθεί καθαρισμό, πριν από την εισαγωγή του στο θάλαμο καύσης.

Ο χρόνος εγκατάστασης των συστημάτων παραγωγής αεριοστροβίλων είναι 9-14 μήνες για ισχύεις μέχρι 7MW και φθάνει τα δύο έτη για μεγαλύτερες μονάδες. Η αξιοπιστία και η μέση ετήσια διαθεσιμότητα συστημάτων αεριοστροβίλου, που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο, είναι συγκρίσιμες με εκείνες των συστημάτων ατμοστροβίλου. Οι μονάδες που λειτουργούν με υγρό καύσιμο απαιτούν πιο συχνές συντηρήσεις, με συνέπεια τη χαμηλότερη διαθεσιμότητα. Η χρήσιμη διάρκεια ζωής είναι 15-20 έτη και μπορεί να μειωθεί σημαντικά από καύσιμο κακής ποιότητας ή ανεπαρκή συντήρηση.

2. Συστήματα αεριοστροβίλου κλειστού κύκλου.

Στα συστήματα κλειστού κύκλου, το εργαζόμενο ρευστό (συνήθως ήλιο ή αέρας) κυκλοφορεί σε κλειστό κύκλωμα. Θερμαίνεται μέχρι την κατάλληλη θερμοκρασία σε εναλλάκτη θερμότητας, πριν από την είσοδο στον αεριοστρόβιλο, και ψύχεται μετά την έξοδο του από αυτόν καθώς το ρευστό δεν συμμετέχει στην καύση, διατηρείται καθαρό και έτσι αποφεύγεται η μηχανική και η χημική διάβρωση του αεριοστροβίλου από τα προϊόντα της καύσης **(Σχήμα 14)**.



Σχήμα 14: Σύστημα συμπαραγωγής με αεριοστρόβιλο κλειστού κύκλου

Η εξωτερική καύση επιτρέπει τη χρήση οποιονδήποτε καυσίμου στα συστήματα αυτά: άνθρακα, απόβλητα βιομηχανιών ή πόλεων, βιομάζα, υγρά ή αέρια καύσιμα παραγόμενα από βιομάζα, κ.λ.π. Πυρηνική ή ηλιακή ενέργεια μπορούν επίσης να αποτελέσουν την πηγή θερμότητας.

Στην Ευρώπη και στην Ιαπωνία λειτουργούν συστήματα αυτού του τύπου με ισχύεις από 2-50 MW, ο αριθμός τους όμως είναι περιορισμένος. Μετά την απόκτηση αρκετής εμπειρίας, η αξιοπιστία των συστημάτων κλειστού κύκλου προβλέπεται ότι θα είναι τουλάχιστον ίση με εκείνη των συστημάτων ανοικτού κύκλου, ενώ η διαθεσιμότητα θα είναι υψηλότερη χάρη στις μικρότερες απαιτήσεις συντήρησης, που οφείλονται στην καθαρότητα του εργαζόμενου ρευστού.

2.1.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

Διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- ² α. Μονάδες μικρής κλίμακας με αεριομηχανή (15-1000 KW) ή κινητήρα Diesel 75-1000 KW),
- ² β. Συστήματα μέσης ισχύος (1000-6000 KW) με αεριομηχανή ή κινητήρα Diesel,
- ² γ. Συστήματα μεγάλης ισχύος (άνω των 6000 KW) με κινητήρα Diesel.

Αεριομηχανές (Gas engines) ονομάζονται οι παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης που λειτουργούν με αέριο καύσιμο, π.χ., φυσικό αέριο, βιοαέριο, κ.λ.π.

Εμπορικά είναι διαθέσιμοι οι ακόλουθοι τύποι αεριομηχανών.

1. **Βενζινοκινητήρες αυτοκινήτων που έχουν μετατραπεί σε αεριομηχανές.** Είναι συνήθως μικρές μηχανές (15-30 KW), ελαφρές, με μεγάλη συγκέντρωση ισχύος. Η μετατροπή πολύ λίγο επηρεάζει τον βαθμό απόδοσης, ενώ μειώνει την ισχύ κατά 18% περίπου. Χάρη στη μαζική παραγωγή οι τιμές τους είναι χαμηλές αλλά η διάρκεια ζωής τους είναι σχετικά μικρή (1000-3000 ώρες).
2. **Κινητήρες Diesel αυτοκινήτων που έχουν μετατραπεί σε αεριομηχανές.** Έχουν ισχύ μέχρι 200 KW. Η μετατροπή επιτυγχάνεται με τροποποιήσεις των εμβόλων, των κεφαλών και του μηχανισμού των βαλβίδων, που επιβάλλονται από το ότι η έναυση δεν γίνεται πλέον με απλή συμπίεση αλλά με σπινθηριστή. Η μετατροπή συνήθως δεν προκαλεί μείωση της ισχύος, καθώς υπάρχει περιθώριο μείωσης της περισσειας αέρα.
3. **Σταθερές μηχανές που έχουν μετατραπεί σε αεριομηχανές ή που έχουν από την αρχή σχεδιασθεί ως αεριομηχανές.** Οι μηχανές αυτές είναι βαριές και στιβαρές. Κατασκευάζονται για εφαρμογές στη βιομηχανία και στα πλοία. Η ισχύς τους φθάνει 3000 KW. Η ανθεκτική κατασκευή τους μειώνει τις απαιτήσεις συντηρήσεων αλλά αυξάνει το κόστος αγοράς τους. Είναι μηχανές κατάλληλες για συνεχή λειτουργία σε υψηλό φορτίο.

4. **Σταθερές μηχανές διπλού καυσίμου.** Είναι κινητήρες Diesel ισχύος μέχρι 6000 KW. Το καύσιμο αποτελείται κατά 90% από φυσικό αέριο, η έναυση του οποίου γίνεται όχι με σπινθηριστή αλλά με έγχυση υγρού καυσίμου Diesel (που αποτελεί το υπόλοιπο 10% της προσφερόμενης ενέργειας). Έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να λειτουργούν είτε με φυσικό αέριο είτε με καύσιμο Diesel, το οποίο βέβαια αυξάνει το κόστος αγοράς και συντήρησης. Οι κινητήρες Diesel διακρίνονται σε ταχύστροφους, μεσόστροφους και βραδύστροφους.

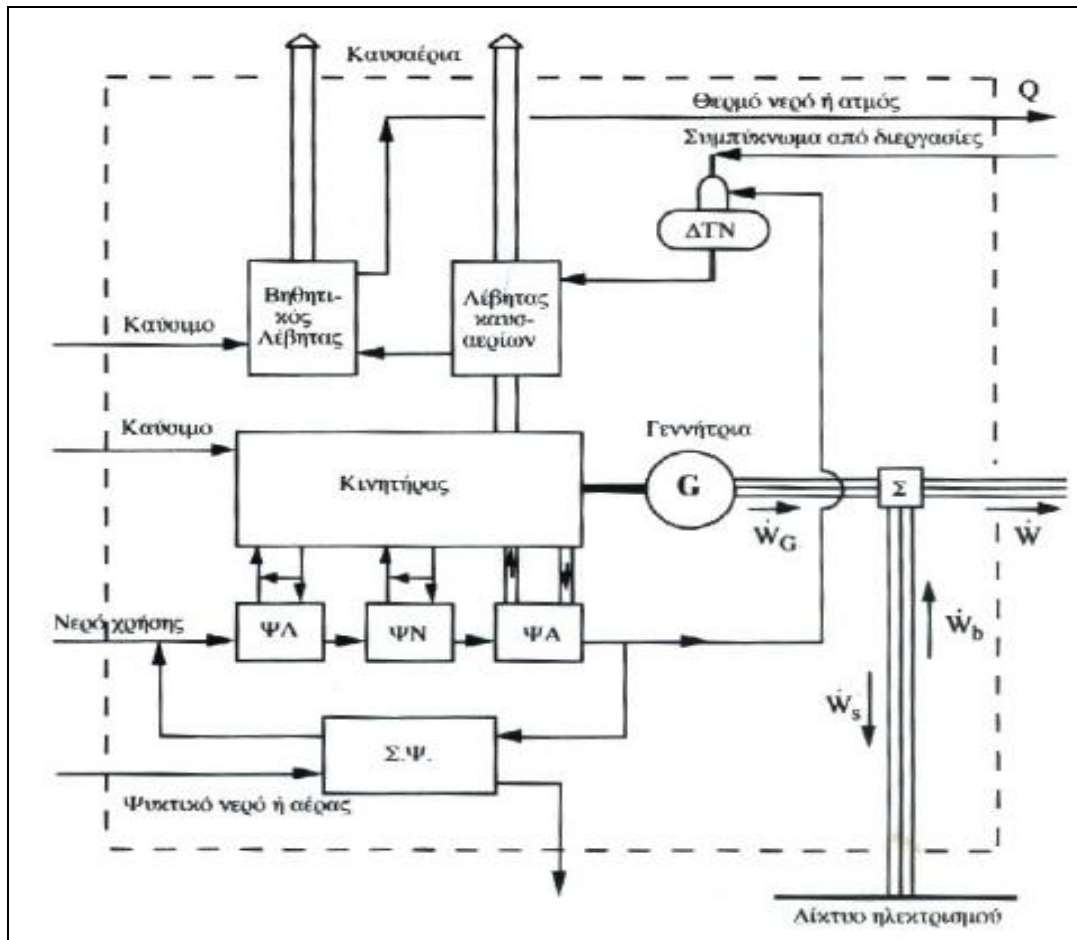
Ο Πίνακας 4 δίνει τα όρια ταχύτητας περιστροφής και ισχύος για τον κάθε τύπο, χωρίς τα όρια αυτά να είναι απόλυτα αυστηρά.

Τύπος	Ταχύτητα (RPM)	Ισχύς (kW)	Εφαρμογές
Ταχύστροφος	1200 – 3600	75 – 1.500	Αυτοκίνητα-Πλοία
Μεσόστροφος	500 – 1200	500 – 15.000	Πλοία-Σιδηρόδρομος
Βραδύστροφος	100 – 180	2000 – 40.000	Πλοία-Βιομηχανία

Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά κινητήρων Diesel

Κατάλληλα καύσιμα είναι όλα τα αποστάγματα πετρελαίου (τα βαρύτερα για τους μεγαλύτερους κινητήρες). Οι μεγάλοι βραδύστροφοι κινητήρες μπορούν να καύσουν ακόμη και κατάλοιπα από την απόσταξη του πετρελαίου (residuals).

Όπως και στην περίπτωση των αεριοστροβίλων, τα καυσαέρια των κινητήρων βρίσκουν είτε άμεση είτε έμμεση χρήση. Η θερμοκρασία των καυσαερίων είναι 300-400 °C, δηλ. αισθητά χαμηλότερη από εκείνη του αεριοστροβίλου, γι' αυτό και κάνει πιο συχνή την ανάγκη για συμπληρωματική θερμότητα. Αυτή αποκτάται είτε με τοποθέτηση καυστήρα και προσαγωγή αέρα για καύση συμπληρωματικού καυσίμου στον λέβητα καυσαερίων (ή στον κλίβανο της θερμικής διεργασίας), είτε με εγκατάσταση βοηθητικού λέβητα. Οι μεγάλοι κινητήρες προσφέρουν τη δυνατότητα συνδυασμένοι κύκλου.



Σχήμα 15: Σύστημα συμπαραγωγής με παλινδρομική μηχανή εσωτερικής καύσης

Το **Σχήμα 15** απεικονίζει ένα γενικό διάγραμμα ροής τέτοιου συστήματος, χωρίς να αποτελεί τη μόνη δυνατή διάταξη. Ο κινητήρας κινεί τη γεννήτρια. Τέσσερις εναλλάκτες ανακτούν θερμότητα από ρευστά που έχουν σχέση λειτουργία της μηχανής: ψυγείο λαδιού, ψυγείο νερού (του κλειστού κυκλώματος του κινητήρα), ψυγείο αέρα υπερπλήρωσης και εναλλάκτης ανακομιδής θερμότητας από τα καυσαέρια του κινητήρα (ή λέβητας καυσαερίων). Με τη θερμότητα αυτή θερμαίνεται το νερό που προορίζεται για διάφορες χρήσεις. Σε συστήματα μέσης και μεγάλης ισχύος, η θερμότητα επαρκεί και για την παραγωγή ατμού. Οι μικροί κινητήρες δεν έχουν ψυγείο λαδιού. Εξάλλου, όταν ο κινητήρας δεν είναι εφοδιασμένος με στροβιλοπληρωτή (σε μονάδες προς το κάτω όριο της περιοχής ισχύος), δεν υπάρχει ψυγείο αέρα υπερπλήρωσης.

Η συγκέντρωση ισχύος του κινητήρα αυξάνει με υπερπλήρωση του θαλάμου καύσης. Ο στροβιλοπληρωτής (λέγεται και ζεύγος υπερπλήρωσης) αποτελείται από

αεριοστρόβιλο, που κινείται με τα καυσαέρια του κινητήρα και κινεί φυγοκεντρικό αεροσυμπιεστή. Εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας εξόδου από τον στροβιλοπληρωτή (120-140 °C), ο αέρας έχει χαμηλή πυκνότητα. Για να αυξηθεί ο βαθμός πληρότητας των κυλίνδρων, ο αέρας ψύχεται σε ειδικό ψυγείο, προσφέροντας θερμότητα στο νερό χρήσης.

Διακρίνονται δύο περιπτώσεις από πλευράς θερμοκρασίας εξόδου του αέρα από το ψυγείο: χαμηλή θερμοκρασία (περίπου 45 °C), ή υψηλή θερμοκρασίας (περίπου 90 °C). Η χαμηλή θερμοκρασία συντελεί σε υψηλότερο βαθμό πληρότητας και επομένως υψηλότερη συγκέντρωση ισχύος. Όμως η ανακτώμενη θερμότητα βρίσκει περιορισμένη χρήση, διότι το νερό στην έξοδο του ψυγείου έχει χαμηλή θερμοκρασία (30-35 °C). Η λύση αυτή μπορεί να επιλεγεί όταν υπάρχει ανάγκη προθέρμανσης νερού, που έρχεται στο σύστημα με θερμοκρασία 20-25 °C. Εάν το νερό έρχεται στο σύστημα με θερμοκρασία 60-70 °C, όπως συμβαίνει, π.χ. στα δίκτυα κεντρικής θέρμανσης, τότε η λύση της υψηλής θερμοκρασίας είναι προτιμότερη από πλευράς εκμεταλλεύσεως της ενέργειας του καυσίμου, καθώς αυξάνει τον ολικό βαθμό απόδοσης του συστήματος κατά 3-5%. Η θερμοκρασιακή στάθμη επηρεάζει τη σχετική ως προς τη ροή του νερού τοποθέτηση των τριών ψυγείων (λαδιού, νερού και αέρα).

Με ανάκτηση θερμότητας από τα τρία ψυγεία, το νερό θερμαίνεται μέχρι τους 75-80 °C. Κατόπιν έρχεται στον εναλλάκτη ανακομιδής θερμότητας των καυσαερίων, όπου θερμαίνεται μέχρι τους 80-90 °C ή ατμοποιείται. Μονάδες μεσαίου μεγέθους παράγουν κορεσμένο ατμό 180-200 °C, ενώ μεγάλες μονάδες μπορούν να δώσουν υπέρθερμο ατμό με πίεση 15-20 bar και θερμοκρασία 250-350 °C.

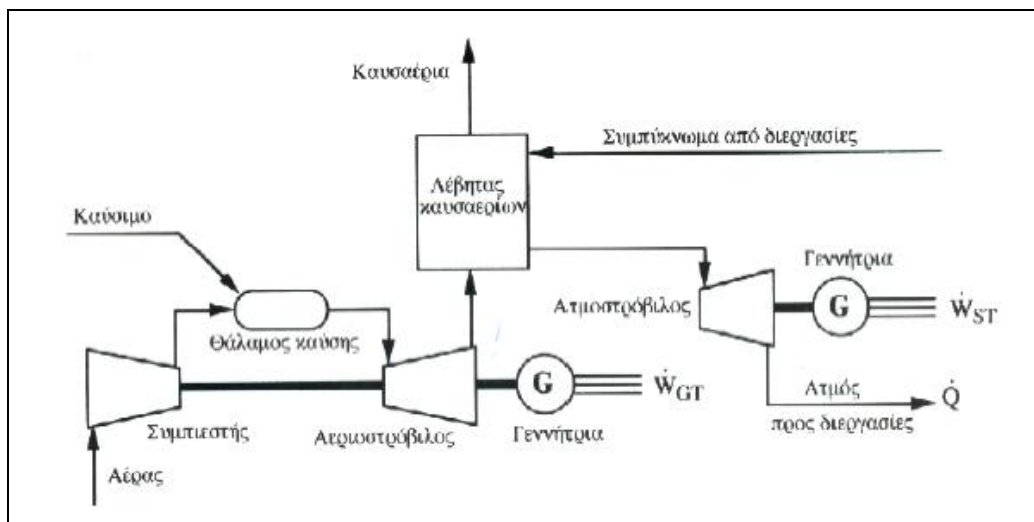
Η ελάχιστη επιτρεπτή θερμοκρασία των καυσαερίων στην έξοδο του εναλλάκτη εξαρτάται από την περιεκτικότητα του καυσίμου σε θείο. Για καύσιμο Diesel, το όριο είναι 160-170 °C, ενώ για φυσικό αέριο είναι 90-100 °C.

Ο βαθμός απόδοσης μικρών και μεσαίων κινητήρων είναι 35-45%, ενώ σε σύγχρονους μεγάλους κινητήρες φθάνει το 50%. Ο βαθμός απόδοσης ενός συστήματος παραγωγής με εμβολοφόρο κινητήρα εσωτερικής καύσης βρίσκεται στην περιοχή του 80%. Επιπλέον, η διάρκεια ζωής είναι 15-20 έτη και εξαρτάται από το μέγεθος της μονάδας, την ποιότητα του καυσίμου και την ποιότητα της συντήρησης. Οι παλινδρομικοί κινητήρες απαιτούν τακτικότερη συντήρηση απ' ό,τι τα

προηγούμενα συστήματα με αποτέλεσμα μικρότερη μέση ετήσια διαθεσιμότητα: 80-90%.

2.1.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟΥ ΚΥΚΛΟΥ

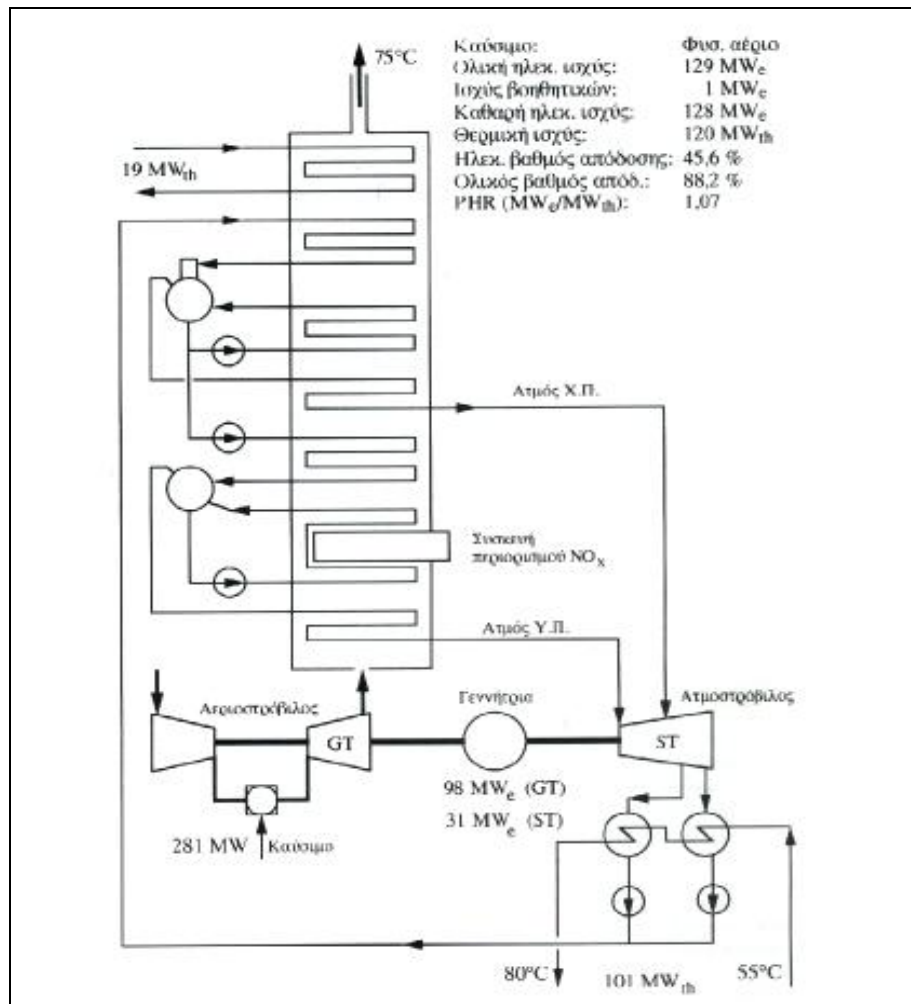
Ο όρος “συνδυασμένος κύκλος” αναφέρεται σε συστήματα με δύο θερμοδυναμικούς κύκλους, οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους με κάποιο εργαζόμενο ρευστό και λειτουργούν σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Ο κύκλος υψηλής θερμοκρασίας (κορυφής) αποβάλλει θερμότητα που ανακτάται και χρησιμοποιείται από τον κύκλο χαμηλής θερμοκρασίας (βάσης) για την παραγωγή πρόσθετης ηλεκτρικής ή μηχανικής ενέργειας αυξάνοντας έτσι τον βαθμό απόδοσης.



Σχήμα 16: Σύστημα συμπαραγωγής συνδυασμένου κύκλου με ατμοστρόβιλο αντίθλιψης

Τα πιο διαδεδομένα συστήματα συνδυασμένου κύκλου είναι εκείνα με συνδυασμό ανεμοστρόβιλου-ατμοστρόβιλου (κύκλοι Joule-Rankine). Το **Σχήμα 16** δείχνει τα βασικά στοιχεία ενός τέτοιου συστήματος, ενώ το **Σχήμα 17** απεικονίζει λεπτομερέστερα το διάγραμμα ροής δύο πιέσεων ατμού και δίνει τα κύρια λειτουργικά χαρακτηριστικά του. Η παραγωγή ατμού σε δύο ή και τρεις διαφορετικές πιέσεις κάνει την εγκατάσταση πιο περίπλοκη, αλλά αυξάνει τον βαθμό απόδοσης. Χρησιμοποιείται στις μεγάλες μονάδες. Η υψηλή περιεκτικότητα οξυγόνου στα καυσαέρια του αεριοστρόβιλου (περίπου 17%) επιτρέπει την καύση συμπληρωματικού καυσίμου στον λέβητα καυσαερίων, εάν κριθεί αναγκαία για την

αύξηση ισχύος του συστήματος. Η συμπληρωματική καύση αυξάνει τον βαθμό απόδοσης του συστήματος κατά τη λειτουργία σε μερικό φορτία, αλλά κάνει την εγκατάσταση και ιδιαίτερα τις διατάξεις ρύθμισης και ελέγχου πιο περίπλοκες.



Σχήμα 17: Διάγραμμα ροής σύγχρονου συστήματος συνδυασμένου κύκλου με ατμοστροβίλο απομάστευσης

Η ισχύς των συστημάτων συνδυασμένου κύκλου κυμαίνεται συνήθως στην περιοχή 20-400 MW, ενώ κατασκευάζονται επίσης και μικρότερες μονάδες με ισχύ 4-11 MW. Η συγκέντρωση ισχύος (ισχύς ανά μονάδα όγκου) των συστημάτων απλού κύκλου αεριοστροβίλου (Joule) ή ατμοστροβίλου (Rankine). Ως προς τα καύσιμα ισχύει ότι αναφέρθηκε για τα συστήματα αεριοστροβίλου.

Ο χρόνος εγκατάστασης είναι 2-3 έτη. Είναι δυνατή η ολοκλήρωση της εγκατάστασης σε δύο πεδία: Εγκαθίσταται πρώτα η μονάδα αεριοστροβίλου, που

μπορεί να είναι έτοιμη για λειτουργία σε 12-18 μήνες. Ενώ αυτή λειτουργεί, συμπληρώνεται το σύστημα με τη μονάδα του ατμοστροβίλου.

Η αξιοπιστία των συστημάτων συνδυασμένου κύκλου 80-85%, η μέση ετήσια διαθεσιμότητα 77-85% και ο οικονομικός χρόνος ζωής 15-25 έτη.

Είναι επίσης δυνατός ο συνδυασμός κύκλου Diesel με κύκλο Rankine. Η διάταξη μοιάζει με εκείνη του Σχήματος 8, όπου η μονάδα συμπιεστή - θαλάμου καύσης - αεριοστροβίλου αντικαθίσταται από τον κινητήρα Diesel και τους εναλλάκτες θερμότητας που τον συνοδεύουν.

2.1.5 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕ ΚΥΚΛΟ ΒΑΣΗΣ RANKINE

Στον κύκλο βάσης όπως είδαμε παραπάνω, εργαζόμενο μέσο είναι το νερό που εξατμίζεται με ανάκτηση θερμότητας από αέρια υψηλής θερμοκρασίας (600 °C ή και υψηλότερης). Η παραγωγή ηλεκτρικής ή μηχανικής ενέργειας με ανάκτηση θερμότητας χαμηλής θερμοκρασίας (80-300 °C) είναι δυνατή εάν χρησιμοποιηθούν οργανικά ρευστά, π.χ., τολουένη, που έχουν θερμοκρασία βρασμού αρκετά χαμηλότερη εκείνης του νερού. Έτσι, πηγές θερμότητας μπορούν να είναι η ηλιακή ενέργεια, βιομηχανικά απόβλητα, γεωθερμική ενέργεια, καυσαέρια ή θερμότητα ψύξης μηχανών, κ.λ.π.

Η ισχύς των συστημάτων αυτών κυμαίνεται στην περιοχή 2 KW-10MW. Ο βαθμός απόδοσης είναι μικρός, 10-30% αλλά σημασία έχει το γεγονός ότι ένα τέτοιο σύστημα παράγει πρόσθετη ισχύ χωρίς να ξοδεύει καύσιμο. Από κατασκευαστικής πλευράς, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή των υλικών, ώστε να μην παθαίνουν διάβρωση από το οργανικό ρευστό (π.χ. χρήση ανοξειδωτού χάλυβα), και στη στεγανότητα των στοιχείων του συστήματος ώστε να μη διαφεύγει το οργανικό ρευστό στην ατμόσφαιρα.

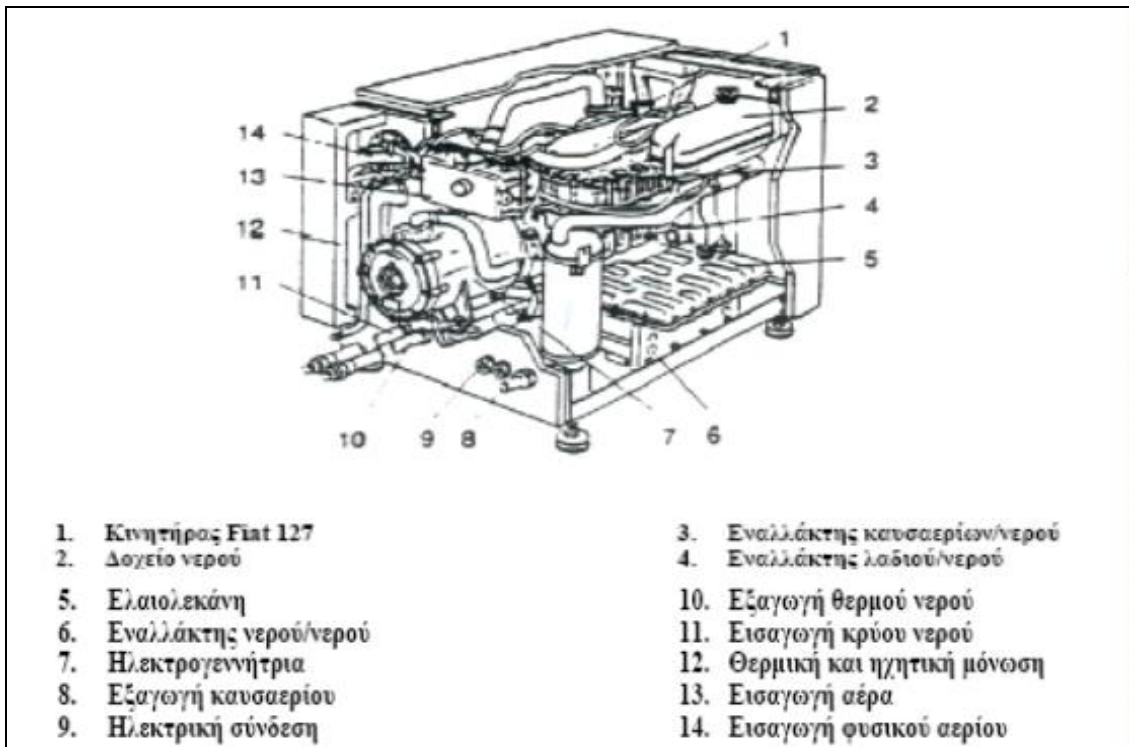
Ο χρόνος εγκατάστασης μικρών συστημάτων (μέχρι 50 KW), και ιδιαίτερα εκείνων που είναι κατάλληλα για χρήση στον εμπορικό-κτιριακό τομέα είναι 4-8 μήνες, ενώ για μεγαλύτερες μονάδες 1-2 έτη. Καθώς η τεχνολογία αυτή είναι σχετικά νέα, δεν υπάρχουν αρκετές πληροφορίες για την αξιοπιστία των συστημάτων. Εκτιμάται ότι η μέση ετήσια διαθεσιμότητα τους είναι 80-90%. Η αναμενόμενη διάρκεια ζωής τους είναι περίπου 20 έτη.

2.1.6 ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (“ΠΑΚΕΤΑ”)

Μεγάλη ώθηση στη διάδοση της παραγωγής αναμένεται ότι θα δώσει η μαζική παραγωγή τυποποιημένων μονάδων σε μορφή πακέτου με ηλεκτρική ισχύ 10-1000 KW, που έχουν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

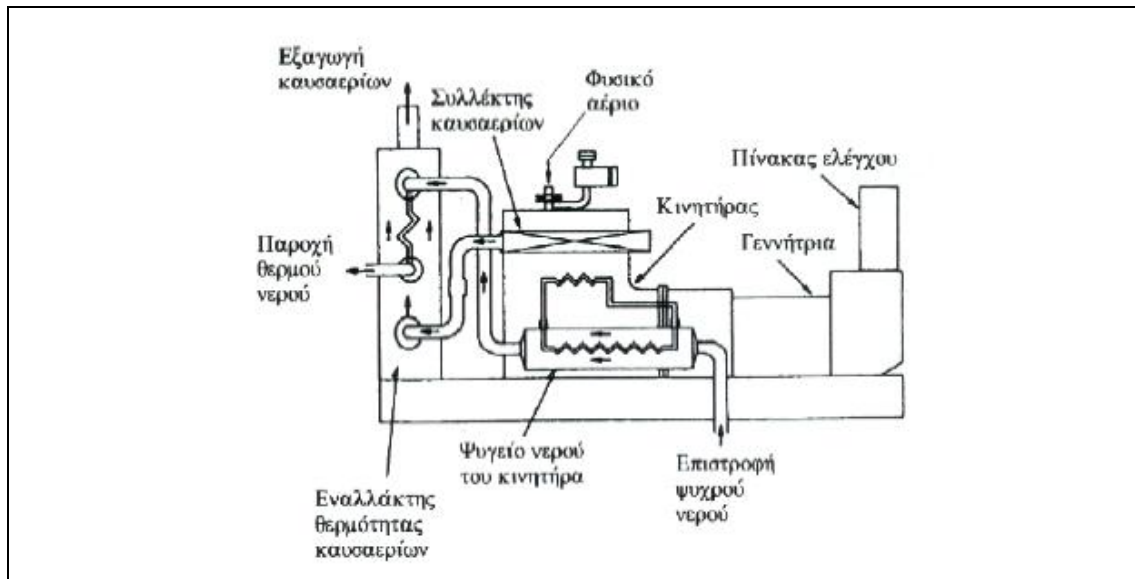
- Χαμηλό κόστος.
- Μικρό όγκο,
- Εύκολη εγκατάσταση (το μόνο που χρειάζεται είναι η σύνδεση τους με τα υδραυλικά και ηλεκτρικά δίκτυα),
- Αυτοματοποιημένη λειτουργία χωρίς τη συνεχή παρακολούθηση από εξειδικευμένο προσωπικό.

Οι μονάδες αυτές συνήθως έχουν κινητήρα Diesel. Σε ισχύεις μικρότερες των 100 KW είναι δυνατή η χρήση αεριοστροβίλου. Μπορούν να λειτουργούν με υγρό ή αέριο καύσιμο. Το φυσικό αέριο είναι ιδιαίτερα κατάλληλο καύσιμο για τις μονάδες αυτές χάρη στη καθαρότητα, την έλλειψη ανάγκης αποθήκευσης και τη χαμηλή τιμή του. Το **Σχήμα 18** δείχνει μια μονάδα μικρής ισχύος, ενώ μεγαλύτερες μονάδες έχουν τη μορφή που απεικονίζει το **Σχήμα 19**.



Σχήμα 18: Τυποποιημένη μονάδα συμπαραγωγής Fiat TOTEM 15Kw

Τα πακέτα παραγωγής με κινητήρα Diesel είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για τις εφαρμογές του εμπορικού- κτιριακού τομέα. Είναι γνωστά επίσης με ο όνομα συστήματα παραγωγής μικρής κλίμακας «small-scale cogeneration systems». Το 27-35% της ενέργειας του καυσίμου μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό και το 50-55% σε θερμότητα.



Σχήμα 19: Σχηματική απεικόνιση τυποποιημένης μονάδας συμπαραγωγής με παλινδρομική μηχανή εσωτερικής καύσης (Jennekens 1989)

Καθώς η διάδοση των μονάδων αυτών έχει αρχίσει σχετικά πρόσφατα, δεν υπάρχουν πολλά δημοσιευμένα στοιχεία γύρω από την αξιοπιστία και τη διαθεσιμότητα τους.

Σχετική μελέτη με αντικείμενο 46 μονάδες εγκατεστημένες στην Καλιφόρνια έδειξε έναν μέσο όρο διαθεσιμότητας 79% με τυπική απόκλιση 22,9%. Η διαθεσιμότητα των μονάδων με επιμελημένη κατασκευή και συντήρηση φθάνει το 90%. Σημαντική συμβολή στο σημείο αυτό έχει ο αυτόματος έλεγχος της λειτουργίας των μονάδων. Μικροεπεξεργαστές, εγκατεστημένοι στον χώρο όπου βρίσκεται η μονάδα, παρακολουθούν τις τιμές κρίσιμων παραμέτρων και μεταβιβάζουν τις σχετικές πληροφορίες, μέσω αποκλειστικής τηλεφωνικής γραμμής, σε κεντρικό ηλεκτρονικό υπολογιστή. Όταν η ένδειξη των τιμών ορισμένων παραμέτρων δείχνει επερχόμενη βλάβη, ειδοποιείται η ομάδα συντήρησης, που επεμβαίνει πριν ακόμα η βλάβη εκδηλωθεί. Ένα τέτοιο δίκτυο παρακολούθησης συστημάτων παραγωγής μικρής κλίμακας έχει εγκατασταθεί των μονάδων αυτών παρατηρείται επίσης στην Ολλανδία και Γερμανία.

2.1.7 ΚΥΨΕΛΕΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Η κυψέλη καυσίμου (fuel cell) είναι μία ηλεκτροχημική συσκευή, που μετατρέπει τη χημική ενέργεια του καυσίμου σε ηλεκτρισμό χωρίς τη μεσολάβηση της καύσης.

Στη βασική της μορφή λειτουργεί ως εξής: υδρογόνο και οξυγόνο αντιδρούν με την παρουσία ηλεκτρολύτη και παράγουν νερό, ενώ ταυτόχρονα αναπτύσσεται ένα ηλεκτροχημικό δυναμικό που προκαλεί ροή ηλεκτρικού ρεύματος στο εξωτερικό κύκλωμα (φορτίο). Καθώς η αντίδραση είναι εξώθερμη, παράγεται θερμότητα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ωφέλιμα.

Το απαιτούμενο υδρογόνο παράγεται από ορυκτά καύσιμα και συνήθως μεθάνιο (CH_4), που αποτελεί το κύριο συστατικό του φυσικού αερίου. Ορισμένοι τύποι κυψελών μπορούν να λειτουργήσουν επίσης και διοξείδιο του άνθρακα ή υδρογονάνθρακες.

Πρόκειται για τεχνολογία που βρίσκεται στο στάδιο της έρευνας και ανάπτυξης. Δεν είναι πλατιά γνωστή και διαδεδομένη αλλά έχει πολύ καλές προοπτικές εφαρμογών στη παραγωγή.

Από τους διάφορους τύπους κυψελών καυσίμου μόνον οι κυψέλες φωσφορικού οξέως έχουν αναπτυχθεί σε βαθμό που είναι ήδη κατάλληλες για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και είναι σήμερα εμπορικά διαθέσιμες. Επιδεικτικές μονάδες ισχύος 25 KW-11 MW έχουν κατασκευασθεί σε διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες, στις Η.Π.Α. και στην Ιαπωνία. Η θερμοκρασία λειτουργίας τους (περίπου 200 °C) περιορίζει τη θερμοκρασία της ανακτώμενης θερμότητας. Υπάρχουν σήμερα τυποποιημένες μονάδες παραγωγής με θερμότητα που είναι διαθέσιμη σε θερμοκρασία 80-90 °C.

Οι κυψέλες καυσίμου είναι κατάλληλες για παραγωγή στον βιομηχανικό και εμπορικό-κτιριακό τομέα (ιδιαίτερα σε συνδυασμό με το φυσικό αέριο). Κύρια **πλεονεκτήματα** τους είναι τα ακόλουθα:

- αρθρωτή (modular) δομή, που διευκολύνει την κατασκευή μονάδων με την επιθυμητή ισχύ,
- διατήρηση υψηλού ηλεκτρικού βαθμού απόδοσης ακόμη και σε μερικό φορτίο (δηλ. φορτίο μικρότερο του ονομαστικού),
- ευκολία αυτοματισμού,

- χαμηλές εκπομπές ρύπων,
- χαμηλή στάθμη θορύβου.

Χάρη στον υψηλό βαθμό απόδοσης και τα καθαρά καύσιμα που χρησιμοποιούνται, οι εκπομπές CO₂ και SO₂ είναι κατά 10-100 φορές χαμηλότερες από εκείνες άλλων συστημάτων. Ειδικότερα, επειδή οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται είναι σημαντικά μικρότερες από εκείνες της καύσης, οι εκπομπές NO_x είναι μικρότερες κατά μία τάξη μεγέθους από τις εκπομπές των συστημάτων που στηρίζονται στην καύση. Οι χαμηλές εκπομπές ρύπων και η χαμηλή στάθμη θορύβου κάνουν τις κυψέλες καυσίμου πιο κατάλληλες από άλλα συστήματα για εγκατάσταση και λειτουργία σε κατοικημένες περιοχές και σε κτίρια όπως ξενοδοχεία, νοσοκομεία, κ.λ.π.

Μειονεκτήματα, που εμποδίζουν προς το παρόν την πλατιά διάδοση τους, είναι

- το υψηλό κόστος κατασκευής και
- η σχετικά μικρή διάρκεια ζωής.

Οι προσπάθειες για αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών συνεχίζονται με προγράμματα έρευνας και ανάπτυξης καθώς και με κατασκευή επιδεικτικών μονάδων.

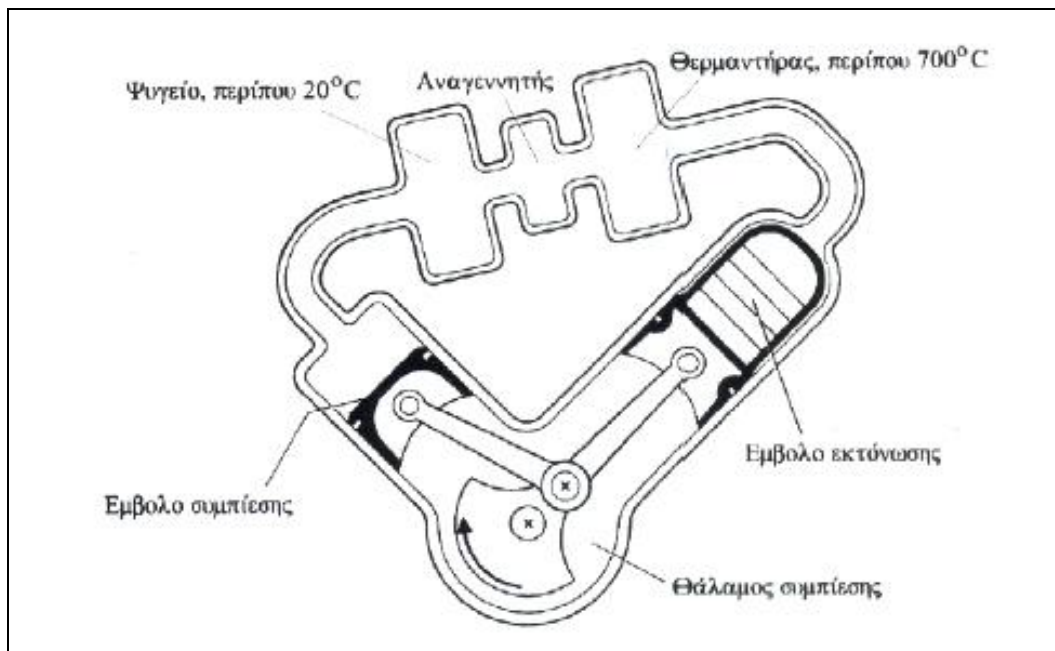
2.1.8 ΜΗΧΑΝΕΣ STIRLING

Η παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας είναι επίσης δυνατή με μηχανές Stirling. Η τεχνική αυτή δεν έχει ακόμη αναπτυχθεί και διαδοθεί αρκετά, αλλά το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη της έχει αυξηθεί τελευταία, χάρη στα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει σε σύγκριση με συστήματα κινητήρων Diesel, αεριοστροβίλων ή ατμοστροβίλων: δυνατότητα υψηλότερου βαθμού απόδοσης, μεγαλύτερη ευελιξία καυσίμου, καλή συμπεριφορά σε μερικό φορτίο, χαμηλές εκπομπές ρύπων, χαμηλή στάθμη θορύβου και κραδασμών.

Αρχικά, η έρευνα και ανάπτυξη είχε ως αντικείμενο κινητήρες ισχύος 3-100 KW, κατάλληλους για αυτοκίνητα. Η προσπάθεια στράφηκε κατόπιν και προς κινητήρες

ισχύος μέχρι 1-1,5 MW με αναμενόμενη διάρκεια ζωής της τάξεως των 20 ετών. Καθώς τα συστήματα βρίσκονται στο στάδιο της ανάπτυξης, δεν υπάρχουν συγκεντρωμένα στοιχεία για τη διαθεσιμότητα και την αξιοπιστία τους, αναμένεται όμως ότι θα είναι συγκρίσιμη με εκείνη των κινητήρων Diesel. Χάρη στην εξωτερική καύση και στον κλειστό κύκλο λειτουργίας, τα κινούμενα μέρη του κινητήρα δεν εκτίθενται στα προϊόντα της καύσης με αποτέλεσμα οι φθορές να είναι περιορισμένες. Όμως, απαιτούνται στεγανωτικές διατάξεις για την αποφυγή διαρροών λιπαντικού λαδιού προς το εσωτερικό του κυλίνδρου. Η κατασκευή αποτελεσματικών διατάξεων με ικανοποιητική διάρκεια ζωής είναι ένα από τα προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπισθούν.

Η εξωτερική καύση στις μηχανές Stirling επιτρέπει η χρήση διαφόρων καυσίμων: υγρά ή αέρια καύσιμα, αέρια ή υγρά προερχόμενα από άνθρακα, καύσιμα προερχόμενα από βιομάζα, ακόμα και απορρίμματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Επιπλέον, είναι δυνατή η αλλαγή καυσίμου χωρίς διακοπή της λειτουργίας ή μετατροπή των ρυθμίσεων του κινητήρα. Χάρη στην ευελιξία τους, οι μηχανές Stirling μπορούν επίσης να αποτελέσουν στοιχεία ηλιακών ή πυρηνικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής ή παραγωγής.



Σχήμα 20: Απλοποιημένη απεικόνιση κινητήρα Stirling

Το **Σχήμα 20** αποτελεί μια απλοποιημένη απεικόνιση κινητήρα Stirling. Αέριο (π.χ. υδρογόνο, ήλιο κ.λ.π.) συμπιέζεται και εκτονώνεται σε διάταξη κυλίνδρου- δύο εμβόλων με αποτέλεσμα την περιστροφή του στροφαλοφόρου άξονα. Το αέριο

θερμαίνεται σε εναλλάκτη θερμότητας χωρίς να συμμετέχει στην καύση (κινητήρας εξωτερικής καύσης).

2.1.9 ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ)

Σύστημα	Ηλεκ. Ισχύς MW	Μέση Ετήσια Διαθεσιμότητα %	Ηλεκτρικός Βαθμός Απόδοσης %		Ολικός Βαθμός Απόδοσης %	Λόγος Ηλεκτρισμού / Θερμότητας (-)
			Πλήρες φορτίο%	Φορτίο 50%		
Ατμοστροβίλου	0,5- 100	90-95	14-30	12-25	60-85	0,1 - 0,3
Αεριοστροβίλου Ανοιχτού Κύκλου	0,1- 100	90-95	20-35	15-29	60-80	0,5 -0,8
Αεριοστροβίλου Κλειστού Κύκλου	0,5- 100	90-95	30-35	30-35	60-80	0,5 -0,8
Συνδυασμένου κύκλου αεριο / ατμοστροβίλου	4-100	77-85	35-45	25-35	70-88	0,6 -1,1
Κινητήρα Diesel	0,07- 40	80-90	35-45	32-40	60-80	1,2 - 2,4
Πακέτο με Παλινδρομικό κινητήρα	0,015-2	80-85	27-35	25-32	60-80	0,5 - 0,7
Κυψέλες καυσίμου	0,04-50	90-92	37-45	37-45	85-90	0,8 – 1,0
Μηχανές Stirling	0,003-1,5	85-90 (αναμενόμενη)	35-50	34-49	60-80	1,2 – 1,7

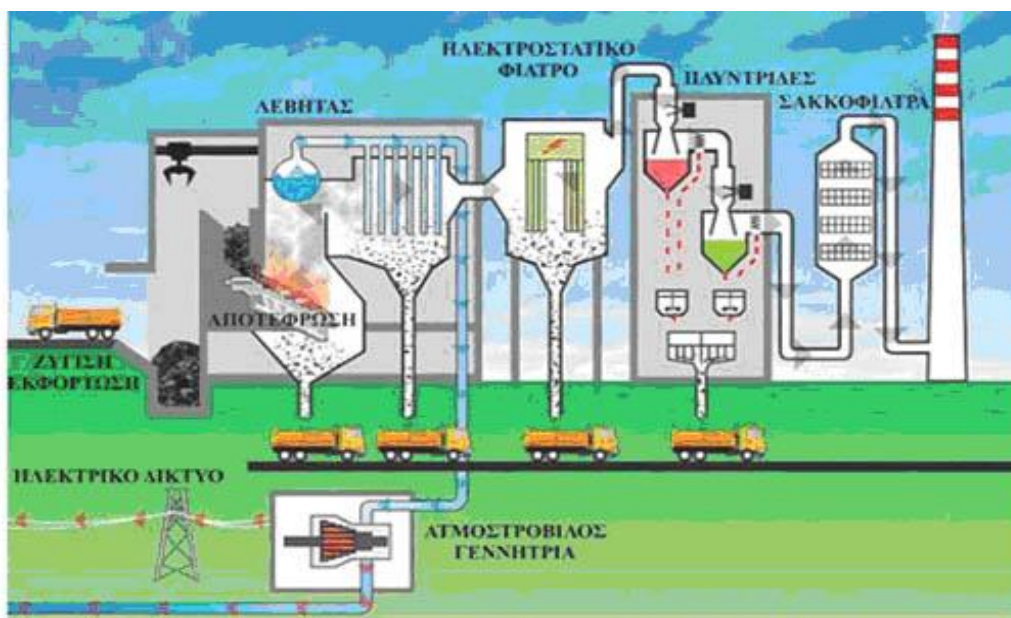
Πίνακας 5 : Κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά συστημάτων παραγωγής

***Τα συστήματα πιο πάνω με **bold** γραμματοσειρά μπορούν να κάψουν τα στερεά απορρίμματα και να παράγουν ενέργεια.

3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ

3.1 ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΜΕ ΚΑΥΣΗ

Μια μέθοδος επεξεργασίας /διάθεσης απορριμμάτων είναι η καύση σε ειδικές κλειστές εγκαταστάσεις (Σχήμα 21) όπου τα προγράμματα μετατρέπονται στα αρχικά τους συστατικά, νερό, διοξείδιο του άνθρακα και άνθρακα. Καθώς όμως όλα τα υλικά δεν καίγονται όπως το μέταλλο και το γυαλί, μετά την καύση μένει υπόλειμμα το οποίο στέλνεται σε ΧΥΤΑ. Η καύση αποτελεί μέθοδο ελαχιστοποίησης των απορριμμάτων για εναπόθεση και όχι μέθοδο τελικής εναπόθεσης τους. Η καύση επιτυγχάνει μείωση του όγκου των απορριμμάτων κατά 90% περίπου και του βάρους του κατά 70%. Κατά την καύση παράγεται ενέργεια με τη μορφή θερμότητας η οποία μπορεί να αξιοποιείται.



Σχήμα 21 : Τυπική μονάδα αποτέφρωσης

Η καύση αποτέλεσε αρκετά διαδεδομένη μέθοδο διαχείρισης των απορριμμάτων στη δεκαετία του 1960 και το 1970, αλλά ανησυχίες για τα εκλυόμενα αέρια από τις εγκαταστάσεις της περιόρισαν την εξάπλωση της. Η κοινοτική νομοθεσία προωθεί την καύση των απορριμμάτων με ανάκτηση ενέργειας αλλά έχει εισαγάγει μια σειρά αυστηρών περιβαλλοντικών απαιτήσεων για τις εγκαταστάσεις καύσης, ιδιαίτερα ως προς την επεξεργασία των επαγόμενων αερίων (89/369/EEC και 89/429/EEC), γεγονός που αυξάνει το κόστος της μεθόδου. Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της καύσης συνοπτικά παρουσιάζονται κάτωθι:

Πλεονεκτήματα

- Παράγεται ενέργεια και δεν εκλύεται μεθάνιο.
- Ελαττώνεται ο όγκος των απορριμμάτων προς τελική απόθεση μέχρι και 90%.
- Μπορεί να παράγεται 5 φορές περισσότερη ενέργεια ανά τόνο απορριμμάτων σε σχέση με την εκμετάλλευση βιοαερίου από ΧΥΤΑ
- Μετατρέπονται τα οργανικά σε βιολογικώς αδρανείς μορφές
- Είναι ο ενδεδειγμένος τρόπος επεξεργασίας για πολλά τοξικά, εύφλεκτα, πτητικά και μολυσματικά απόβλητα
- Είναι εφικτή η ανάκτηση κάποιων υλικών (π.χ. μετάλλων) από το στερεό υπόλειμμα της καύσης

Μειονεκτήματα

- Το κόστος είναι πολύ υψηλότερο από την υγειονομική ταφή (3-4 φορές υψηλότερο σύμφωνα με στοιχεία του Ενιαίου Συνδέσμου Δήμων και Κοινοτήτων του Νομού Αττικής- ΕΣΔΚΝΑ).
- Εκπομπή αερίων ρύπων, κάποιιοι από τους οποίους είναι πολύ τοξικοί (διοξίνες).
- Το υψηλό κόστος κατασκευής απαιτεί μακροπρόθεσμα συμβόλαια. Έτσι η καύση γίνεται δεσμευτική για τις κοινότητες που θα την υιοθετήσουν και περιορίζει τις μελλοντικές επιλογές.
- Σε κάποιες εγκαταστάσεις καύσης παράγονται υγρά απόβλητα, τα οποία χρειάζονται επεξεργασία πριν περάσουν στο σύστημα αποχέτευσης.

- Χρειάζεται ειδικός χώρος ταφής για τα στερεά υπολείμματα της καύσης.

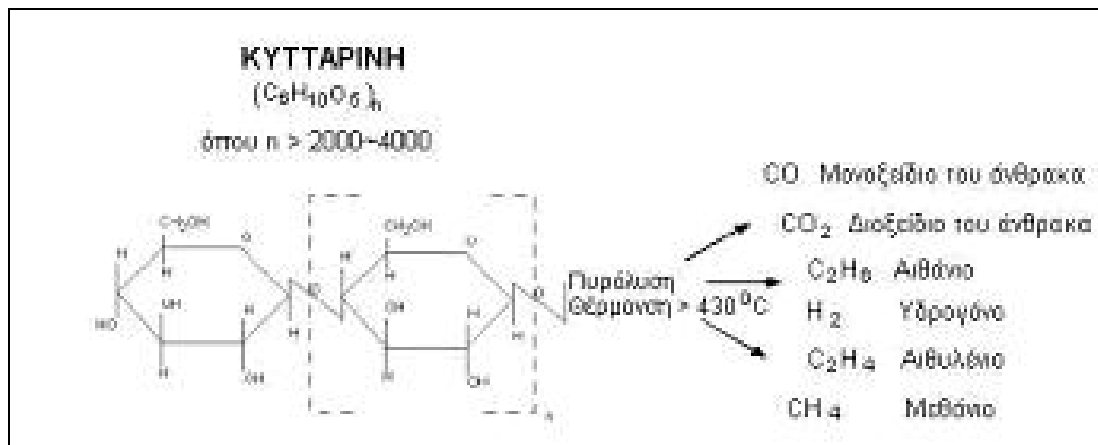
Η Ευρωπαϊκή Ένωση τη θεωρεί καλύτερη μέθοδο από την υγειονομική ταφή. Αξίζει να αναφερθεί το παράδειγμα του Δήμου Γκρήνουιτς νοτιοανατολικά του Λονδίνου. Εκεί, σε μία περιοχή με τριάντα πέντε χιλιάδες σπίτια έχουν 24 ώρες το εικοσιτετράωρο ζεστό νερό, θέρμανση και ρεύμα, τα οποία παράγονται σε μονάδα καύσης σκουπιδιών. Το εργοστάσιο βρίσκεται στον Δήμο του Γκρήνουιτς, ο οποίος σε συνεργασία με άλλους δύο γειτονικούς δήμους αποφάσισαν το 1992 να επενδύσουν 136 εκατ. ευρώ για να φτιάξουν τη μονάδα. Τα σκουπίδια μέσω της καύσης παράγουν ηλεκτρική, αλλά και θερμική ενέργεια. Μέσω σωλήνων ενός ειδικά διαμορφωμένου δικτύου μεταφέρεται στις κατοικίες ατμός, ο οποίος ζεσταίνει τα σπίτια (λειτουργώντας ως καλοριφέρ) και παρέχει ζεστό νερό.

3.2 ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΜΕ ΠΥΡΟΛΥΣΗ Πηγή : [5],[13]

Με στόχο τη βελτίωση της θερμικής επεξεργασίας, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τις περιβαλλοντικές της επιδόσεις, οι ερευνητές οδηγήθηκαν στη θερμική διάσπαση των οργανικών χωρίς ή με ελάχιστη παρουσία οξυγόνου. Η θερμική αυτή επεξεργασία ονομάζεται πυρόλυση. Στην πυρόλυση των απορριμμάτων κύριο λόγο έχουν τα οργανικά υλικά. Επηρεάζεται σημαντικά από την υγρασία. Κατά την πυρόλυση των απορριμμάτων παράγονται κοκ, καύσιμη ύλη, αέριο και νερό. Το αέριο δεν περιέχει σωματίδια και οργανικά οξέα και μπορεί να χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη.

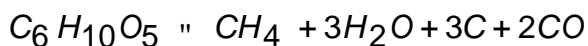
Η πυρόλυση είναι μία επεξεργασία που προκαλεί χημική αποσύνθεση των οργανικών ουσιών μέσω της θέρμανσης τους με απουσία οξυγόνου. Πρακτικά δεν είναι δυνατό να επιτευχθεί περιβάλλον πλήρους απουσίας οξυγόνου. Στην πραγματικότητα τα πυρολυτικά συστήματα λειτουργούν με ποσότητα οξυγόνου μικρότερη από τη στοιχειομετρική και επομένως η οξειδωση είναι αναπόφευκτη. Στην περίπτωση που τα απόβλητα περιέχουν πτητικές ή ημιπτητικές ουσίες θα προκληθεί και εξαερίωση αυτών.

Η πυρόλυση μετατρέπει τις οργανικές ουσίες σε αέρια συστατικά, μικρή ποσότητα υγρών και σε ένα στερεό υπόλειμμα άνθρακα και στάχτης.



Σχήμα 22 : Διάσπαση κυτταρίνης σε αέρια προϊόντα με τη μέθοδο της πυρόλυσης.

Η πυρόλυση των οργανικών ουσιών παράγει καύσιμα αέρια, όπως μονοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο, μεθάνιο και άλλους υδρογονάνθρακες. Αν τα παραγόμενα αέρια ψυχθούν, υγροποιούνται δίνοντας πίσσα και υγρά λύματα. Το υψηλό ποσοστό (~60%) των οργανικών (χαρτί, απορρίμματα κουζίνας, δέρμα, ύφασμα, ξύλο, ελαστικά επίσηςτρα) και της υγρασίας (~30%) καθιστούν τη μέθοδο εφαρμόσιμη σύμφωνα με την ενδόθερμη αντίδραση:



Τα απορρίμματα όταν εισέλθουν στον αντιδραστήρα θερμαίνονται και ξηραίνονται στους 100 °C, οπότε και απομακρύνεται το νερό με τη μορφή ατμού. Καθώς η θερμοκρασία αυξάνεται αρχίζει η πυρόλυση. Οι υδρογονάνθρακες ελευθερώνονται και το στερεό υπόλειμμα που απομένει είναι το κοκ. Τα εκλυόμενα αέρια διασπώνται σε χαμηλομοριακούς υδρογονάνθρακες. Ως αντιδραστήρες για την πυρόλυση των απορριμμάτων ή RDF (Refuse Derived Fuel) χρησιμοποιούνται οι λέβητες τήξης, οι κλασικοί κλίβανοι, οι περιστροφικοί ή μη περιστροφικοί κλίβανοι και οι αντιδραστήρες ρευστοποίησης κλίνης (Σκορδίλης, 1997).

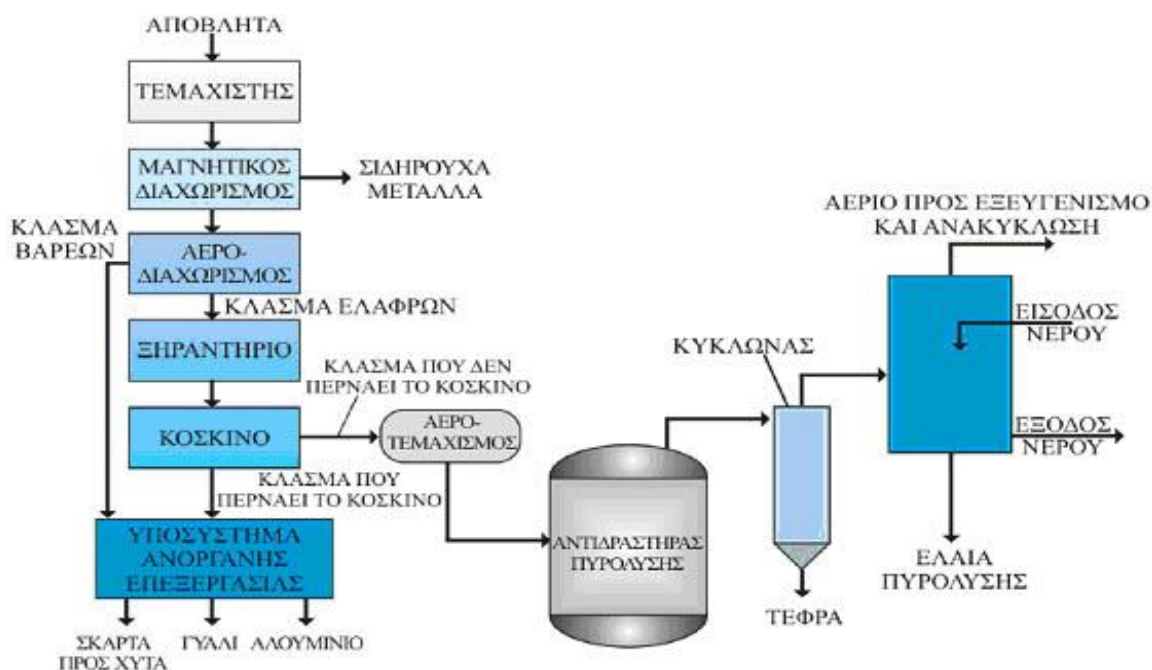
Τα **πλεονεκτήματα** της πυρόλυσης έναντι της καύσης ως προς το περιβάλλον είναι ο μικρός όγκος των εκλυόμενων αερίων και η μειωμένη συγκέντρωση επιβλαβών ουσιών στα υπολείμματα. Η πυρόλυση διαφοροποιείται από την καύση αποβλήτων σε δύο παράγοντες:

1. Τη θερμοκρασία λειτουργίας, όπου στην πυρόλυση είναι χαμηλότερη.
2. Την απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου, όπου για την πυρόλυση είναι κατά πολύ μικρότερη απ' ό τι για την καύση.

Η πυρόλυση διακρίνεται στις ακόλουθες επτά φάσεις:

1. Ξήρανση (100-200 °C).
2. Οξειδωση και αποθείωση στους 200 °C, όπου και πραγματοποιείται διάσπαση του υδρόθειου και του διοξειδίου του άνθρακα.
3. Διάσπαση των συνδέσμων των αλειφατικών ενώσεων (μεθάνιο) στους 340 °C.
4. Διάσπαση των δεσμών του άνθρακα με οξυγόνο και άζωτο αντίστοιχα στους 400 °C.
5. Μετατροπή πισσασφαλούχων σε καύσιμη ύλη και πίσσα (400-600 °C).
6. Διάσπαση πισσασφαλούχων (600 °C).
7. Δημιουργία αρωματικών ενώσεων και αφυδρογόνωση βουταδιενίου (πάνω από 600 °C).

Στο **Σχήμα 23** παρουσιάζεται η διαδικασία της πυρόλυσης. Κατά την εκκίνηση, η αέρια φάση αποτελείται από CO₂, αέρα και υψηλή ποσότητα CO. Ανάλογα με την θερμοκρασία και την πίεση στον αντιδραστήρα, όπως επίσης και ανάλογα με την προσαγόμενη ποσότητα αέρα, παράγονται αέρια προϊόντα διαφορετικής σύστασης. Μία πρόσφατη παραλλαγή της μεθόδου αποτελεί η λεγόμενη εξαναγκασμένη πυρόλυση στους 500 °C υπό ατμοσφαιρική πίεση, από την οποία παράγονται 75% κ.β. υγρά προϊόντα



Σχήμα 23 : Διεργασία Πυρόλυσης (Πηγή ΙΤΑ,Εκτίμηση των Γενικευμένων Επιπτώσεων και Κόστους Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων»)

3.3 ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΜΕ RDF

Πηγή : [4],[11]

Η ανάκτηση χρήσιμων υλικών από τα απορρίμματα έχει μεγάλη εξέλιξη τα τελευταία χρόνια σ' όλο τον κόσμο. Επιτυγχάνεται είτε με διαλογή στη πηγή είτε με μηχανική επεξεργασία. Σήμερα λειτουργούν και στην Ευρώπη πολλές μονάδες μηχανικής διαλογής. Ένα από τα βασικά προϊόντα ανάκτησης είναι και το RDF (Refused derived fuel). Για την ανάπτυξη ενός συστήματος παραγωγής RDF απαιτούνται τα εξής:

- Ανάλυση της σύνθεσης των απορριμμάτων και της αγοράς για την ενεργειακή αξιοποίηση του RDF.
- Ανάλυση της δυνατότητας συλλογής και μεταφοράς
- Επιλογή μεθοδολογίας παραγωγής
- Λεπτομερή χαρακτηρισμό των ομάδων (χαρτί, πλαστικό κ.λ.π.)
- Προσδιορισμό μηχανήματος για κάθε διαδικασία (π.χ. τεμαχισμός)
- Ανάπτυξη πλήρους διαδικασίας με τα λεπτομερή στοιχεία (π.χ. μέγεθος τεμαχίων, κλπ.)

Κατηγορίες RDF

Η American Society of testing and materials (ASTM) έχει κατηγοριοποιήσει το καύσιμο υλικό από τα απορρίμματα.

Η κατηγοριοποίηση αυτή στηρίζεται στην επεξεργασία της καύσιμης ύλης.

- Όλα τα απορρίμματα χωρίς επεξεργασία
- Τεμαχισμένα απορρίμματα
- Τεμαχισμένα απορρίμματα μετά την απομάκρυνση των σιδηρούχων μετάλλων, του γυαλιού και άλλων ανόργανων υλικών
- Σε μορφή σκόνης 95% μέγεθος 2mm
- Σε μπρικέτες ή pellets
- Επεξεργασία των οικιακών απορριμμάτων σε υγρό καύσιμο
- Επεξεργασία των οικιακών απορριμμάτων σε αέρια καύσιμη ύλη

Για την αποθήκευση και μεταφορά του RDF απαιτείται η συμπίεση του. Με την συμπίεση επιτυγχάνεται μείωση του όγκου για αποθήκευση λόγω της αύξησης του ειδικού βάρους, καλύτερη δυνατότητα τροφοδοσίας, μείωση των κενών στους αποθηκευτικούς χώρους και τέλος αύξηση της ενεργειακής πυκνότητας. Συνήθως το RDF αποτελείται από 65 - 85% (ανά βάρος) από χαρτί και χαρτόνι, 10 - 13% από πλαστικό και 4 - 13% από διάφορα αδρανή υλικά. Βέβαια η ποιότητα του εξαρτάται από την περιεκτικότητα του χαρτιού και πλαστικού στα απορρίμματα. Η θερμογόνο τιμή είναι διπλάσια των οικιακών απορριμμάτων και κυμαίνεται από 12MJ/Kg – 20MJ/Kg.

Στον **Πίνακα 6** παρουσιάζονται τα χημικά και φυσικά χαρακτηριστικά του της πειραματικής μονάδας των Αθηνών (πηγή ΕΜΠ: Εργαστήριο Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας).

Παράμετρος	Τιμή	S %	0,25
Τέφρα % (ξηρού)	11,75	K (PPm)	3.700
N ολικό %	1,67	Na (PPm)	6.400
N _h (PPm)	50	Ca (PPm)	17.600
C (Οργανικός %)	44,10	Fe (PPm)	1.500
P (PPm)	2100	Mg (PPm)	3.100
CL (PPm)	1400	G r (PPm)	55
F (PPm)	60	Ni (PPm)	40
PH	5,9	Mη (PPm)	100
Αγωγιμότητα (μs)	1030	Cη (PPm)	60
Αλατότητα CaCO ₃	480	Zη (PPm)	240
Πτητικά% (ξηρού)	88,25	Pb (PPm)	15
Θερμογόνος τιμή ανώτερη Kcal / Kg	4.950		

Πίνακας 6 : Χημικά και φυσικά χαρακτηριστικά RDF της μονάδας μηχανικής ανακύκλωσης του ΕΣΔΚΝΑ

Στον **πίνακα 7** παρουσιάζονται τα φυσικά χαρακτηριστικά του RDF χύμα και Pellets.

Φυσικά χαρακτηριστικά	Χύμα	RDF	Σκληρά Pellets
Πυκνότητα Kg/m ³	75,5	485,7	630,0
Υγρασία Βάρος-%	22,0	18	3,0
Στάχτη Βάρος-%	12,4	13	18,3
Διάμετρος mm	-	20	20
Μήκος mm	-	35	Επιθυμητή

Πίνακας 7 : Φυσικά χαρακτηριστικά RDF χύμα και Pellets

Παραγωγή RDF

Μετά την πρώτη επεξεργασία των απορριμμάτων υπάρχει δυνατότητα να παραχθεί RDF χύμα, σε σφαιρίδια (pellets) και πλίνθους (Brikettes) (Σχήμα 24).



Σχήμα 24 : RDF ΠΑΡΑΓΩΓΗ, ΠΗΓΗ Waste Solutions Technology Ltd

Το χύμα RDF μπορεί να διατεθεί είτε με την υπάρχουσα υγρασία του είτε αφού προηγουμένως ξηραθεί. Και στις δυο περιπτώσεις προηγείται ο τεμαχισμός του. Για την παραγωγή του RDF με την μορφή των Pellets το επεξεργασμένο RDF ξηραίνεται, ακολούθως συμπιέζεται σε ειδικές πρέσες και τελικά ψύχεται έως ότου φθάσει στην θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Για την παραγωγή των πλίνθων συμπιέζεται σε ειδικές πρέσες και ακολούθως ξηραίνεται.

Παραγωγή Πλίνθων (Brigetts)

Οι πλίνθοι (Brigetts) έχουν το σχήμα κυλίνδρου ή κύβου. Οι πρέσες για την παραγωγή πλίνθων λειτουργούν με την αρχή του εμβόλου, με στροφαλοφόρο

κίνηση. Το RDF από το δοσομετρικό σύστημα μέσω του στροφάλου πιέζεται σε ένα κώνο. Η αποκτώμενη πίεση του στροφάλου δημιουργείται από ένα πνευματικό ή υδραυλικό ρυθμιζόμενο σύστημα πίεσης. Αυτό το σύστημα λειτουργεί με θερμοστάτη. Η συμπίεση είναι περίπου 1200 Kg/cm. Η ταχύτητα εξόδου των πλίνθων από το μηχάνημα ρυθμίζει αυτόματα και την ταχύτητα εισόδου του υλικού.

Αποθήκευση του RDF

Η αποθήκευση του RDF έχει μεγάλη σημασία. Για τον λόγο αυτό έγιναν ερευνητικά προγράμματα για να εξετασθούν οι δυνατότητες αποθήκευσης του. Οι βασικοί παράγοντες που εξετάστηκαν είναι η θερμοκρασία και η παραγωγή CO₂, σε αποθήκευση RDF χύμα, RDF σε μπάλες και RDF σε pellets. Το χύμα RDF αποθηκεύθηκε σε δοχεία όγκου 27m³ και διαστάσεων 3m X 3m X 2,5m. Για την μείωση του όγκου έγιναν συσκευασίες πακέτων του χύμα RDF. Η αποθήκευση του RDF πρέπει να είναι σύντομη. Το χύμα RDF μπορεί να αποθηκεύεται σε σωρούς οι οποίοι καλό είναι να καλύπτονται με πριονίδι. Το χύμα RDF σε μπάλες δεν πρέπει να αποθηκεύεται πάνω από 2 μήνες.

Χρήση και αξιολόγηση του RDF

Η ευρεία χρήση του RDF εξαρτάται από τις εξής περιπτώσεις

- Αρκετά υψηλή και ομοιόμορφη θερμογόνο τιμή.
- Χαμηλή περιεκτικότητα σε νερό.
- Χαμηλή περιεκτικότητα σε αδρανή υλικά, άρα χαμηλή περιεκτικότητα σε στάχτη.
- Όσο το δυνατόν χαμηλή περιεκτικότητα σε βλαβερές ουσίες.
- Ομογενοποιημένη σύνθεση, μεγέθη τεμαχίων και κατανομή τεμαχίων
- Ικανότητα αποθήκευσής του για αρκετούς μήνες χωρίς βιολογική αποδόμηση και αλλαγή της δομής του.
- Καλή ικανότητα μεταφοράς.
- Δυνατότητα καύσης του σε υπάρχοντα συστήματα καύσης.

Η καύση του RDF μπορεί να γίνει είτε στις εσχάρες είτε σε περιστροφικούς κλιβάνους. Στις τυπικές μονάδες καύσης ανήκει και η ρευστοποιημένη κλίνη. Κατά την καύση του RDF στις εσχάρες τα μικρά τεμάχια αιωρούνται και καίγονται πάνω

από τις εσχάρες, σε αντίθεση με τα μεγάλα τεμάχια τα οποία καίγονται έξω από τις εσχάρες.

Τα αέρια ψύχονται και καθαρίζονται από το σύστημα καθαρισμού των αερίων. Η λειτουργία αυτών των μονάδων είναι όμοια με την καύση των ξύλων ή του χαρτιού. Η περίσσεια αέρα για το RDF κυμαίνεται από 50 - 60% ή 6,0 - 8% O₂ επί των ξηρών αερίων. Η θερμοκρασία καύσης εξαρτάται τόσο από τη σύνθεση του RDF όσο και την περίσσεια αέρα. Η κατανομή του αέρα παίζει πολύ μεγάλη σημασία στην περίσσεια του αέρα καθώς και στον έλεγχο των αερίων.

Ο πρωτογενής αέρας είναι περίπου το 60 - 70%, ενώ ο δευτερογενής το 30 - 40%. Η εκλυόμενη θερμότητα στις εσχάρες κυμαίνεται από 8 - 9 GJ/m²-h και του φλογοθαλάμου 450 - 500 MJ/m³-h. Η χρήση περίσσειας αέρα και η καλή κατανομή του βοηθά στην ελαχιστοποίηση των οργανικών ουσιών στα απαέρια. Μια άλλη εναλλακτική λύση για την καύση του RDF είναι η ρευστοποιημένη κλίνη.

Η ποιότητα της καύσιμης ύλης εξαρτάται από τη σύνθεση των απορριμμάτων, την τεχνολογία επεξεργασίας (διαλογής από τα απορρίμματα) και τον τρόπο συμπίεσης της. Συνήθως η καύσιμη ύλη χρησιμοποιείται με την εξής μορφή: Pellets, Πλίνθοι, χύμα και κύβοι. Τις ιδιότητες της καύσιμης ύλης τις χωρίζουμε σε χημικές και φυσικές. Με τις χημικές ιδιότητες αξιολογούμε την περιεκτικότητα τους σε ενέργεια και βλαβερές ουσίες. Οι μηχανικές – φυσικές ιδιότητες περιλαμβάνουν το μέγεθος, την μορφή, το ειδικό βάρος, την σκληρότητα, την αντοχή, την δυνατότητα αποθήκευσης κ.α. Από τις πλέον σπουδαίες παραμέτρους είναι η υγρασία. Στα απορρίμματα υπάρχει η δυνατότητα να εμφανισθεί ως απόλυτη περιεκτικότητα σε νερό, ως υδροσκοπική υγρασία κλπ. Λέγοντας απόλυτη περιεκτικότητα στο νερό εννοούμε την συνολική συσσωρευμένη υγρασία στην καύσιμη ύλη. Αυτή μπορεί να είναι, το νερό το οποίο εξατμίζεται όταν η καύσιμη ύλη είναι εκτεθειμένη στον αέρα, η υγρασία η οποία απομακρύνεται κατά την ξήρανση. Άλλη σπουδαία παράμετρος είναι η πυκνότητα. Η πυκνότητα επηρεάζει τον χρόνο ξήρανσης καθώς και τη συμπεριφορά του υλικού κατά την αποθήκευση. Όσο περισσότερη συμπύκνωση έχει τόσο λιγότερη δυνατότητα λήψης υγρασίας από το περιβάλλον υπάρχει και καταναλωτικά ψηλότερη ενέργεια. Το μέγεθος και η μορφή της καύσιμης ύλης προσδιορίζει την δυνατότητα υποδοχής, δοσομέτρησης και γενικά της χρήσης της. Η πυκνότητα και το ειδικό βάρος έχουν μεγάλη σημασία για τον σχεδιασμό των χώρων υποδοχής και μεταφοράς του υλικού. Η αντοχή του RDF αποτελεί δείκτη αντίστασης της καύσιμης

ύλης έναντι μηχανικών εντάσεων. Η αξιολόγηση της καύσιμης ύλης γίνεται σύμφωνα με τους στόχους και την χρήση της.

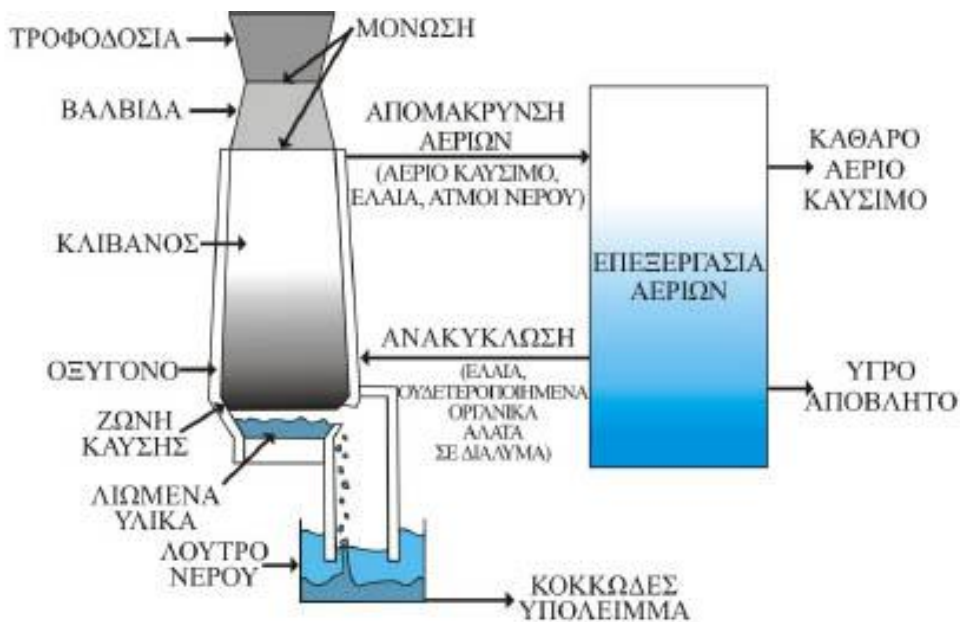
Βασικοί παράμετροι είναι:

- Ικανότητα αποθήκευσης και μεταφοράς.
- Δυνατότητα χρήσης της καύσιμης ύλης σε διάφορες εστίες καύσης.
- Σταθερή ποιότητα.
- Καλή θερμική χρήση.
- Ελάχιστη περιεκτικότητα σε βλαβερές ουσίες.

3.4 ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΜΕ ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ Πηγή : [8]

Με τον όρο αεριοποίηση χαρακτηρίζεται η διαδικασία κατά την οποία κάθε στερεή ή υγρή ουσία οργανικής προέλευσης, με προσθήκη ατμού και αέρα, μετατρέπεται σε αέριο. Η διεργασία πραγματοποιείται σε ειδικούς αντιδραστήρες οι οποίοι καλούνται αεριογόνα. Η τροφοδοσία του αεριογόνου μπορεί να αποτελείται από οτιδήποτε υλικό οργανικής βάσης όπως άνθρακας, απορρίμματα, πετρελαϊκό κώκ, βιομάζα, πίσσες, αλλά και βαριά κλάσματα πετρελαίου. Το παραγόμενο αέριο σύνθεσης, γνωστό διεθνώς ως synthesis gas, αποτελείται κυρίως από υδρογόνο (H_2) και μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και χρησιμοποιείται ως καύσιμο για παραγωγή ισχύος αλλά και ως πρώτη ύλη στη χημική βιομηχανία. Ο συνδυασμός ενός αεριογόνου, μίας μονάδας επεξεργασίας αερίων και ενός συστήματος παραγωγής ενέργειας συνδυασμένου κύκλου αποτελεί τη βάση για τα Ολοκληρωμένα Συστήματα Αεριοποίησης Συνδυασμένου Κύκλου (Integrated Gasification Combined Cycle, IGCC). Τα προτερήματα των συστημάτων αυτών προσδιορίζονται στην ευελιξία της τροφοδοσίας και της παραγωγής αλλά και στην πολύ φιλική περιβαλλοντική συμπεριφορά τους. Η όλη διεργασία αποτελεί την ενσωμάτωση τριών ώριμων τεχνολογιών: αεριοποίηση, επεξεργασία ρευστών, παραγωγή ισχύος σε συνδυασμένο κύκλο. Η λειτουργική διασύνδεση των τεχνολογιών αυτών αποτελεί τα

Ολοκληρωμένα Συστήματα Αεριοποίησης Συνδυασμένου Κύκλου, όπως παρουσιάζεται στο **Σχήμα 25**.



Σχήμα 25 : ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ (Πηγή Γιδάρκος Ε (2006), *Επικίνδυνα Απόβλητα Διαχείριση-Επεξεργασία- Διάθεση, Εκδόσεις Ζυγός*)

3.5 ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΜΕ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΑΠΟ ΧΥΤΑ Πηγή : [5],[7]

Στη μάζα των απορριμμάτων μέσα σε ένα χώρο διάθεσης συμβαίνουν πλήθος φυσικών και χημικών φαινομένων τα οποία αφορούν στην αποσύνθεση των απορριμμάτων και την μετατροπή τους σε σταθερές χημικές ενώσεις. Μεταξύ άλλων, παρατηρείται και το φαινόμενο της μεθανογένεσης, δηλ. της δημιουργίας και εκπομπής βιοαερίου. Η διαδικασία παραγωγής καθώς και η σύσταση του βιοαερίου εξαρτάται από πολλές παραμέτρους όπως: ποσότητα και σύσταση των στερεών αποβλήτων, ρυθμός αποδόμησης των οργανικών ενώσεων, πυκνότητα των στερεών αποβλήτων, κλιματολογικές συνθήκες, είδος επικαλύψεων των αποβλήτων, υγρασία, pH και θερμοκρασία του χώρου, λειτουργικά χαρακτηριστικά του χώρου, αρχική συμπίεση των αποβλήτων, βάθος στρώσεων, συνολικό βάθος του χώρου διάθεσης, μέση θερμοκρασία αέρος κ.λπ. Αποτέλεσμα του γεγονότος αυτού είναι να καθίσταται δύσκολη η πρόβλεψη του ρυθμού παραγωγής του, της ποσότητας (όγκου) του καθώς και της σύστασής του. Το μόνο στοιχείο που είναι δεδομένο είναι ότι η

ποσότητα και ο ρυθμός παραγωγής του βιοαερίου αυξάνονται όσο προχωράει η ενηλικίωση του χώρου διάθεσης και κορυφώνονται κατά την περίοδο λήξης της απόθεσης των απορριμμάτων (20 έτη, ανάλογα με τον προβλεπόμενο χρόνο ζωής του χώρου διάθεσης). Η δε παραγωγή του βιοαερίου συνεχίζεται, με μειωμένο ρυθμό για μεγάλο χρονικό διάστημα μετά την ολοκλήρωση του χρόνου ζωής του χώρου απόθεσης. Με βάση την εμπειρία και τα βιβλιογραφικά δεδομένα, η παραγωγή βιοαερίου κυμαίνεται μεταξύ 160-240 m³/ton απορριμμάτων.

Το παραγόμενο βιοαέριο χρειάζεται αρκετό καιρό μέχρι να φτάσει να έχει μια σταθερή σύσταση. Τις πρώτες εβδομάδες και μήνες μετά την ταφή των απορριμμάτων, ο χώρος διάθεσης λειτουργεί κάτω από αερόβιες συνθήκες και παράγεται κυρίως διοξείδιο του άνθρακα. Το αέριο που προκύπτει από το αερόβιο αυτό στάδιο περιέχει επίσης οξυγόνο και άζωτο. Όταν ο χώρος περάσει στην αναερόβια φάση αποδόμησης των απορριμμάτων, η ποσότητα του οξυγόνου πλησιάζει σχεδόν το μηδέν ενώ το άζωτο τείνει σε πολύ χαμηλό επίπεδο (λιγότερο από 1%). Τα βασικά αέρια, που είναι τα τελικά προϊόντα του αναερόβιου σταδίου, είναι διοξείδιο του άνθρακα και κυρίως μεθάνιο. Η διαδικασία παραγωγής του μεθανίου αυξάνεται όσο τα μεθανογενή βακτήρια αντικαθίστανται.

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

Συστατικό	Περιεκτικότητα (% κ.ο. , επί ξηρού)
Μεθάνιο	45 – 60
Διοξείδιο του άνθρακα	40 – 60
Άζωτο	2 – 5
Οξυγόνο	0,1 – 1,0
Σουλφίδια, μερκαπτάνες, κλπ	0,0 – 1,0
Αμμωνία	0,1 – 1,0
Υδρογόνο	0,0 – 0,2
Μονοξείδιο του άνθρακα	0,0 – 0,2
Ιχνοστοιχεία	0,01 – 0,6
Χαρακτηριστικά	Τιμή
Θερμοκρασία (°C)	37,7 – 48,9
Ειδικό βάρος	1,02 – 1,06
Υγρασία	Κορεσμένο
Μέγιστη θερμογόνος δύναμη	4,14 – 5,17

Πίνακας 8 : Σύθεση και βασικά χαρακτηριστικά βιοαερίου

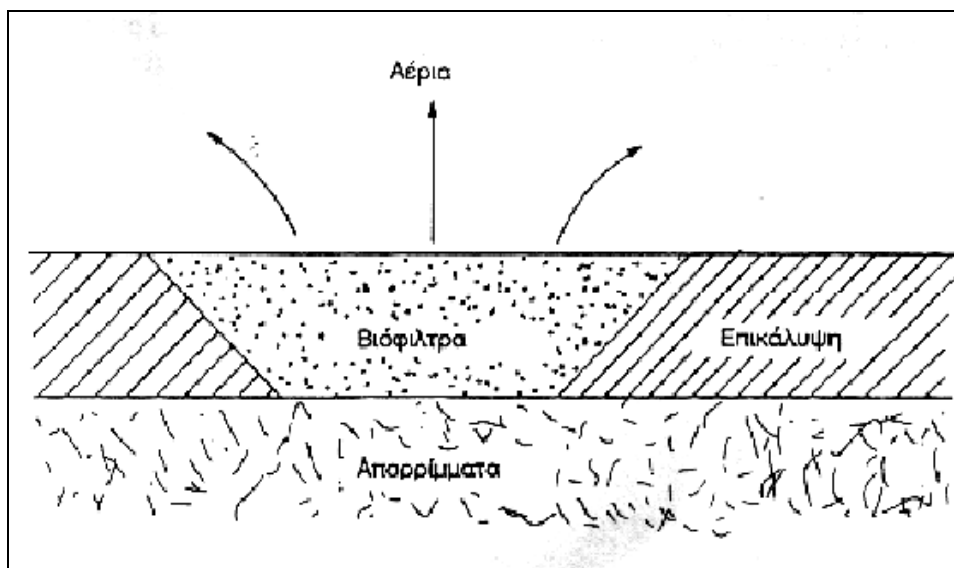
Κατά τη σταθεροποίηση του χώρου ταφής, το βιοαέριο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο (σε ποσοστό από 55-65%) και διοξείδιο του άνθρακα (σε ποσοστό από 35-45%) (**Πίνακας 8**). Τα ποσοστά και η παρουσία άλλων συστατικών εξαρτάται άμεσα από το είδος των προς διάθεση αποβλήτων και τις συνθήκες ταφής. Η δεθερμογόνος δύναμη του παραγόμενου βιοαερίου κυμαίνεται από 5000 Kcal /m³ (κατώτερη) έως 9300 Kcal /m³ (ανώτερη). Ο ρυθμός παραγωγής και η σύσταση του βιοαερίου εκτιμάται ότι σταθεροποιούνται με την πάροδο 2-3 ετών από την έναρξη λειτουργίας του χώρου. Στο μεταβατικό στάδιο, κατά το οποίο η δράση στο χώρο από αερόβια γίνεται αναερόβια, υπάρχει αυξημένη παρουσία υδρογονοπαραγωγών, ενώ όταν η μεθανογένεση σταθεροποιείται, το υδρογόνο περιορίζεται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις.

Συστήματα συλλογής και απαγωγής βιοαερίου

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

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

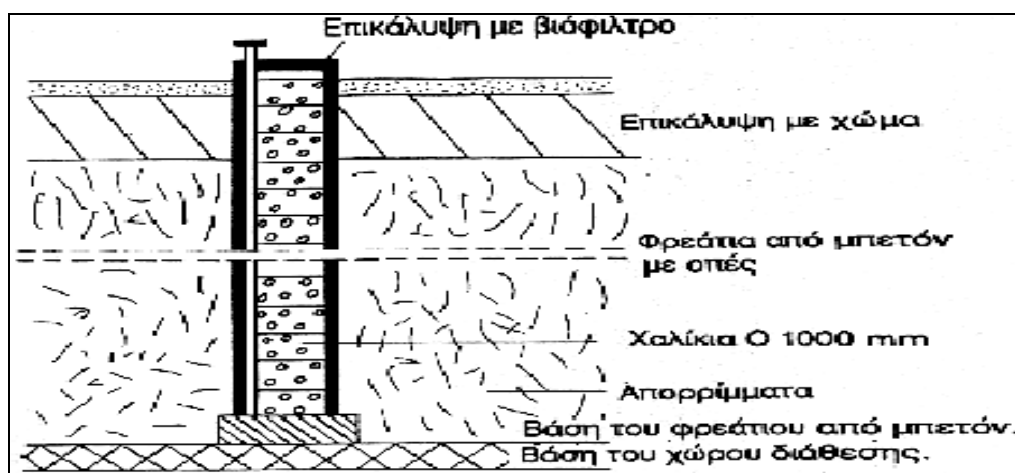
Το βιοαέριο εξέρχεται από το εσωτερικό του ΧΥΤΑ μέσα από τμήματα (παράθυρα) της επιφανειακής κάλυψης τα οποία έχουν διαστρωθεί με οργανικό εδαφικό υλικό (βιόφιλτρα) (**Σχήμα 26**). Πρέπει να σημειωθεί, ότι το εδαφικό υλικό κάλυψης πρέπει να είναι πλούσιο σε βακτήρια, έτσι ώστε να μπορούν να αναπτυχθούν οι κατάλληλες βιοχημικές δράσεις αποδόμησης των οργανικών ενώσεων (εκτιμώμενος ρυθμός αποδόμησης: 50 m³ CH₄ /m² επιφάνειας /έτος) και επιπλέον, να πραγματοποιείται δέσμευση αερίων. Στην περίπτωση ύπαρξης περιμετρικών τάφρων εξαέρωσης πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στην στεγανοποίηση της απόληξης της τάφρου έτσι ώστε να μην επιτρέπει την είσοδο όμβριων υδάτων στο χώρο διάθεσης.



Σχήμα 26 : Εξαερίωση με βιόφιλτρα (Πηγή Σκορδίλης Αδαμάντιος “Τεχνολογίες διάθεσης απορριμμάτων” – 1997 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7)

Αντληση βιοαερίου με κατακόρυφα φρεάτια

Τα κατακόρυφα φρεάτια συλλογής αερίων τοποθετούνται εντός του σώματος του ΧΥΤΑ, σε βάθος ίσο προς το 80-90% του συνολικού ύψους των αποβλήτων που έχουν αποθεθεί και απέχουν από τη μόνωση του πυθμένα τουλάχιστον 2m (**Σχήμα 27**). Οι κάθετοι αγωγοί τοποθετούνται εντός «φίλτρου» από αμμοχαλικώδες υλικό (μέγεθος κόκκων > 32 mm, ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου <10%) και η διάμετρος τους πρέπει να είναι >200 mm. Οι αποστάσεις μεταξύ των κατακόρυφων αγωγών δεν πρέπει να είναι σε καμία περίπτωση μεγαλύτερη των 50m. Επίσης, η ακτίνα επιρροής κάθε αγωγού να είναι μικρότερη ή ίση των 25m.



Σχήμα 27 : Εγκαταστάσεις απαερίωσης (Πηγή Σκορδίλης Αδαμάντιος “Τεχνολογίες διάθεσης απορριμμάτων” – 1997 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7)

Απαγωγή με οριζόντιους αγωγούς

Η τοποθέτηση των οριζόντιων αγωγών συλλογής γίνεται σε οριζόντιες τάφρους υψηλής διαπερατότητας (μέγεθος κόκκων αμμοχάλικου >32mm, ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου <10 % κ.β.) και πλάτους τουλάχιστον 0,5m. Οι οριζόντιες τάφροι συλλογής των αερίων τοποθετούνται κάτω από τη μόνωση του ΧΥΤΑ και σε απόσταση μεταξύ τους περίπου 60m. Η κλίση των αγωγών στα σημεία εξόδου πρέπει να είναι >7%. Στα σημεία αυτά εγκαθίσταται μονάδα συλλογής συμπυκνωμάτων (αφύγρανσης). Η διάμετρος των αγωγών συλλογής πρέπει να είναι > 250mm. Τα φρεάτια συνδέονται μεταξύ τους με οριζόντιο δίκτυο σωληνώσεων από HDPE, που καταλήγει στον σταθμό ηλεκτροπαραγωγής.

Το βάθος των φρεατίων ποικίλλει ανάλογα με το βάθος του όγκου των απορριμμάτων, το οποίο κυμαίνεται από 40 – 50m. Το οριζόντιο δίκτυο φέρει κατάλληλες διατάξεις για την απομάκρυνση του κύριου όγκου των συμπυκνωμάτων από το βιοαέριο και την επανεισαγωγή τους στον ΧΔΑ.

Οι σωληνώσεις που ξεκινούν από τα φρεάτια αυτά καταλήγουν ανά ομάδες σε συλλέκτες μέσω των οποίων το βιοαέριο οδηγείται στο πρωτεύον δίκτυο αγωγών και εν συνεχεία στο σταθμό.

Κατά την διάνοιξη των φρεατίων του βιοαερίου έχει γίνει καταγραφή του εξαγόμενου από τον ΧΔΑ υλικού, ούτως ώστε να υπάρχει αυτή την στιγμή μια πολύ καλή γνώση της κατανομής και της διαστρωμάτωσης των διαφόρων υλικών εντός του ΧΔΑ η οποία μπορεί να αποδειχθεί χρήσιμη κατά την φάση της λειτουργίας του σταθμού και την απόκτηση περαιτέρω εμπειρίας στο συγκεκριμένο ζήτημα.

Απαιτήσεις εφαρμογής συστημάτων συλλογής και απαγωγής βιοαερίου

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

Πριν την έναρξη λειτουργίας του συστήματος συλλογής, απαγωγής και διαχείρισης των αερίων, συντάσσεται πρόγραμμα παρακολούθησης και ελέγχου του συστήματος.

Η εγκατάσταση της γενικής διαχείρισης των αερίων πρέπει να είναι έτοιμη για λειτουργία το αργότερο έξι μήνες μετά την έναρξη λειτουργίας του ΧΥΤΑ.

Η τεχνική συλλογής και απαγωγής των αερίων περιλαμβάνει τη χρήση οριζόντιων αγωγών και κατακόρυφων φρεατίων. Ο παθητικός εξαερισμός μέσω επιφάνειας

«φίλτρου», επιτρέπεται μόνο όταν παράγονται πολύ μικρές ποσότητες αερίων τα οποία αποδεδειγμένα δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία.

Ο σχεδιασμός διαχείρισης των αερίων γίνεται με βάση υπολογισμούς για την αναμενόμενη μέγιστη ποσότητα παραγωγής τους. Στο σχεδιασμό περιλαμβάνεται και μελέτη πιθανής έκλυσης αερίων εκτός του ΧΥΤΑ καθώς και τα τεχνικά μέτρα για την αποτροπή της μετανάστευσης. Εκτός του ΧΥΤΑ διανοίγεται γεώτρηση ανίχνευσης αερίων. Η επιλογή της κατάλληλης θέσης γίνεται με βάση ειδική έρευνα του χώρου.

Πρέπει να εξασφαλίζεται η δυνατότητα: α) απομάκρυνσης υδάτων από τα συστήματα συλλογής και απαγωγής των αερίων β) καθαρισμού των αγωγών από τα συμπυκνώματα γ) αποφυγή εισόδου αέρα στο σύστημα και δ) ευχερούς και ασφαλούς πρόσβασης για διενέργεια ελέγχων και δειγματοληψιών.

Το υλικό των αγωγών πρέπει να είναι από ανθεκτικό στις αναμενόμενες φυσικές, χημικές και βιολογικές καταπονήσεις – επιβαρύνσεις. Η διάταξη των συστημάτων συλλογής και απαγωγής των αερίων γίνεται με τρόπο ώστε να μην παρεμποδίζεται η ενεργητική απαγωγή των αερίων και να μην επιδρούν αρνητικά στα συστήματα μόνωσης του ΧΥΤΑ. Ο συνδυασμός οριζόντιων και κάθετων συστημάτων συλλογής των αερίων είναι επιθυμητός. Σε όλες τις φάσεις λειτουργίας του ΧΥΤΑ η πίεση που εφαρμόζεται κατά την άντληση των αερίων πρέπει να είναι χαμηλή (υποπίεση). Η ταχύτητα των αερίων εντός των αγωγών να είναι μικρότερη των 10 m /sec. Οι αγωγοί πρέπει να έχουν μεταξύ τους όσο το δυνατόν λιγότερα σημεία σύνδεσης και οι συνδέσεις των αγωγών πρέπει να είναι ελαστικές. Στις περιπτώσεις που κατά την απαγωγή διαπιστώνεται υπέρβαση ορίων απαιτείται η άμεση διακοπή της άντλησης.

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΘΟΔΩΝ

ΜΕΘΟΔΟΣ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
ΚΑΥΣΗ	<ul style="list-style-type: none"> • Δεν εκλύεται CH₄. • Μείωση όγκου απορριμμάτων ως 90%. • 5πλάσια ανάκτηση ενέργειας σε σχέση με το βιοαέριο. • Μετατροπή οργανικών σε βιολογικά αδρανή προϊόντα. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ειδικός χώρος στερεών υπολειμμάτων. • Υψηλό κόστος κατασκευής. • Εκπομπή διοξινών.
ΠΥΡΟΛΥΣΗ	<ul style="list-style-type: none"> • Μικρός όγκος εκλυόμενων αερίων. • Μειωμένη συγκέντρωση επιβλαβών ουσιών. • Χαμηλή θερμοκρασία λειτουργίας. 	<ul style="list-style-type: none"> • Εξαέρωση πτητικών ουσιών. • Έκλυση CO και CO₂.
RDF	<ul style="list-style-type: none"> • Αυξημένη ενεργειακή πυκνότητα. • Υψηλή θερμογόνος τιμή. • Χαμηλή περιεκτικότητα σε αδρανή υλικά. • Χαμηλή περιεκτικότητα σε βλαβερές ουσίες. 	<ul style="list-style-type: none"> • Περιορισμένος χρόνος αποθήκευσης σε μορφή μπάλας. • Υψηλό κόστος επένδυσης. • Υπολείμματα για υγειονομική ταφή της τάξης 35–40% .
ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΑΠΟ ΧΥΤΑ	<ul style="list-style-type: none"> • Υψηλή θερμογόνος δύναμη. • Σταθερός ρυθμός παραγωγικότητας ανά έτος. • Υψηλή αντοχή σε χρόνο, οξέα, θερμοκρασία και πίεση 	<ul style="list-style-type: none"> • Περιορισμένη χρονική περίοδος παραγωγής ως 15 έτη. • Πολύ εύφλεκτο. • Υψηλή περιεκτικότητα CH₄ και CO₂.

3.6 ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΜΕ ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ

Πηγή : [7]

3.6.1 Γενικά

Οι καινοτόμες μέθοδοι ΘΕ συνδυάζουν την καύση, την πυρόλυση και την εξαερίωση και οι μονάδες εφαρμογής τους αποτελούνται από τυποποιημένες κατασκευές συμβατικών μονάδων. Οι σπουδαιότεροι λόγοι της γρήγορης εξάπλωσης των νέων μεθόδων είναι τα προκύπτοντα, λόγω εφαρμογής τους, οικολογικά (ελάχιστες εκπομπές αέριων ρύπων και μικρές ποσότητες τηγμένης σκωρίας μέσω διαχωρισμού πλύσης), ενεργειακά (εξοικονόμηση και ενεργειακή απεξάρτηση) και οικονομικά (φθηνότερη κατασκευή) οφέλη (**Πίνακας 9**). Για παράδειγμα, στην περίπτωση των μεθόδων Noell και Thermoselect (βλ. παρακάτω), όχι μόνο οι ποσότητες των ρύπων είναι ελάχιστες αφού η εξαερίωση λαμβάνει χώρα με καθαρό οξυγόνο, αλλά επίσης παράγεται ηλεκτρική ενέργεια με την αξιοποίηση του αερίου

Πρωτογενή μέτρα	Τακτική	Παραδείγματα
Οργανωτικά	Παραγωγική διαδικασία φτώχη σε ρύπους ή και υποκατάσταση προϊόντος, Χωριστή συλλογή κλασμάτων πλουσίων σε ρύπους	Πλαστικά απαλλαγμένα από Cd, μπαταρίες χωρίς Hg, Μπαταρίες, λαμπτήρες φθορισμού, φάρμακα, μεταχειρισμένα λάδια, βερνίκια
Προετοιμασία απορριμμάτων	Ομογενοποίηση, λειοτεμαχισμός, Διαχωρισμός των φτωχών σε ρύπους κλασμάτων	Μύλος, τύμπανο , RDF
Δευτερογενή μέτρα	Τακτική	Παραδείγματα
Διαμόρφωση λέβητα & φλογοθαλάμου	Οδήγηση του αέρα προσαγωγής, Διαμόρφωση του λέβητα	Οδήγηση της ροής, καύση σε ρευστοποιημένο στρώμα, Ακροφύσια δευτερογενούς αέρα, μεταβολή κατανομής πρωτογενούς αέρα,, Διαχωρισμός τέφρας σε λέβητα τύπου κυκλώνιου
Καθαρισμός καυσαερίων	Αποκονίωση, Χημικός καθαρισμός καυσαερίων (απομάκρυνση HCl, HF, SO ₂), Απομάκρυνση NO _x	Κυκλώνιο, υφασμάτινα (σακό) φίλτρα, ηλεκτροστατικοί καταιονιστήρες, Ξηρές, ημίυγρες και υγρές διεργασίες. Διεργασία επιλεκτικής καταλυτικής ελάττωσης, και μη
Επεξεργασία υπολειμμάτων	Σκωρίες, Ιπτάμενες τέφρες, Προϊόντα από το χημικό καθαρισμό των καυσαερίων	Διαχωρισμός μετάλλων και ακαύστων, ενίοτε πλύση και εναπόθεση, ενίοτε αδρανοποίηση, Στερεοποίηση (μετά από πλύση και εναπόθεση), Αδρανοποίηση και Υγρές διεργασίες : επεξεργασία υγρών αποβλήτων,

Πίνακας 9 : Μέτρα ελάττωσης ρύπων.

ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΑ ΣΤΑΔΙΑ

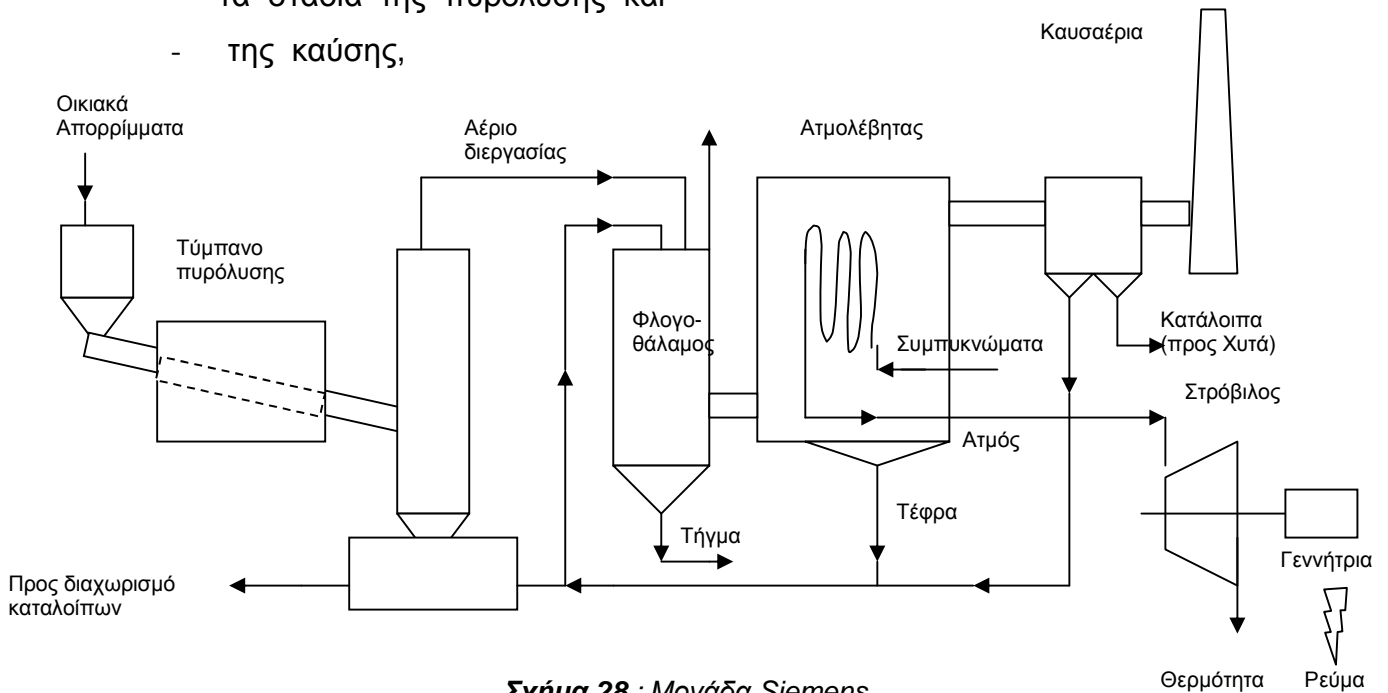
- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| • Μέθοδος Siemens | (Πυρόλυση και καύση) |
| • Μέθοδος Thermostelect | (Πυρόλυση και αεριοποίηση) |
| • Μέθοδος Noell | (Πυρόλυση και αεριοποίηση) |
| • Μέθοδος Eddith | (Καύση-θερμόλυση) |
| • Μέθοδος Von Roll | (Πυρόλυση και καύση) |
| • Μέθοδος TPS | (Αεριοποίηση) |
| • Μέθοδος NKK | (Αεριοποίηση) |
| • Μέθοδος PKA | (Πυρόλυση και αεριοποίηση) |
| • Μέθοδος PIT | (Πυρόλυση) |
| • Μέθοδος Nexus | (Πυρόλυση και καύση) |
| • Μέθοδος WGT | (Αεριοποίηση) |

Πίνακας 9α : Σύγχρονες καινοτόμες μέθοδοι και χρησιμοποιούμενα στάδια επεξεργασίας.

3.6.2 Η Μέθοδος Siemens

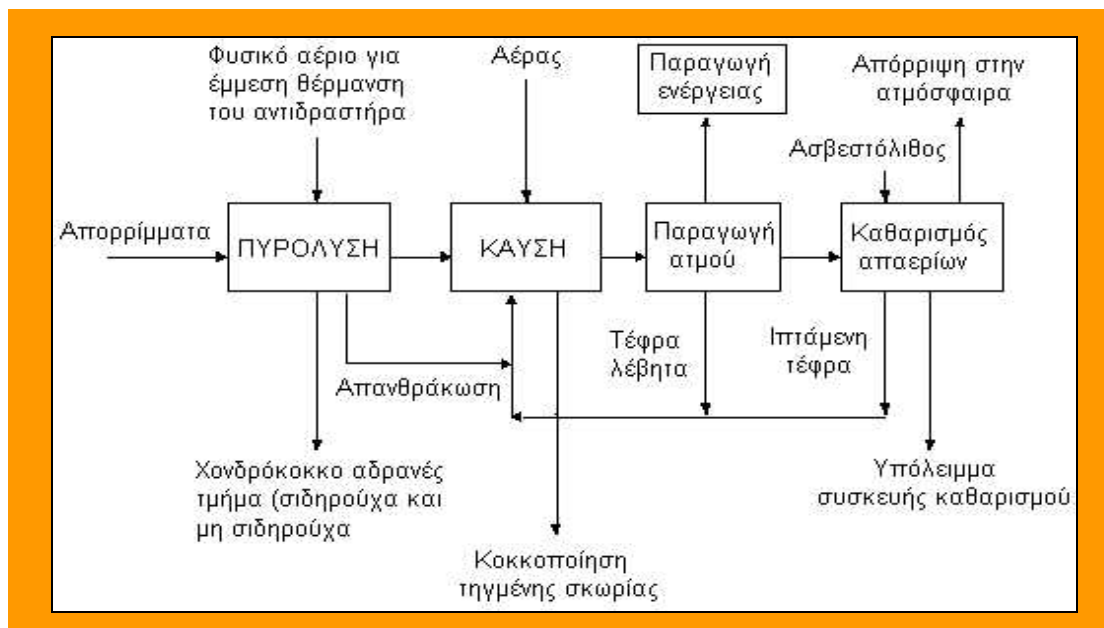
Η μέθοδος **Siemens** (Σχήμα 28) αποτελείται από

- τα στάδια της πυρόλυσης και
- της καύσης,



Σχήμα 28 : Μονάδα Siemens.

Η μέθοδος απαιτεί προεπεξεργασία των απορριμμάτων με περιστροφικό κόπτη και είναι κατάλληλη για την επεξεργασία των αστικών απορριμμάτων, των αστικών λυμάτων και της ιλύος, όπως φαίνεται και από το διάγραμμα ροής (Σχήμα 29).

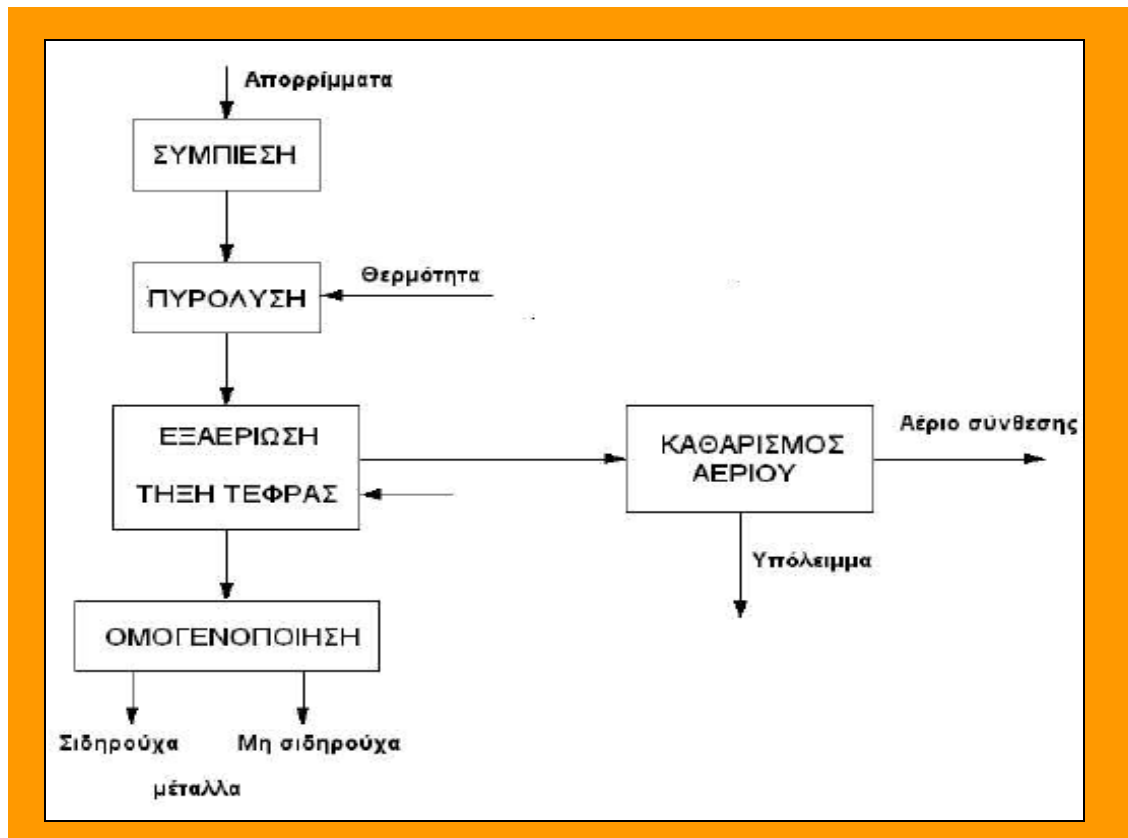


Σχήμα 29 : Διάγραμμα ροής της μεθόδου Siemens.

3.6.3. Η Μέθοδος Thermoselect

Η μέθοδος Thermoselect (Σχήμα 30) πρωτοεφαρμόστηκε το 1989 και είναι μια ήπια διαδικασία που συνδυάζει

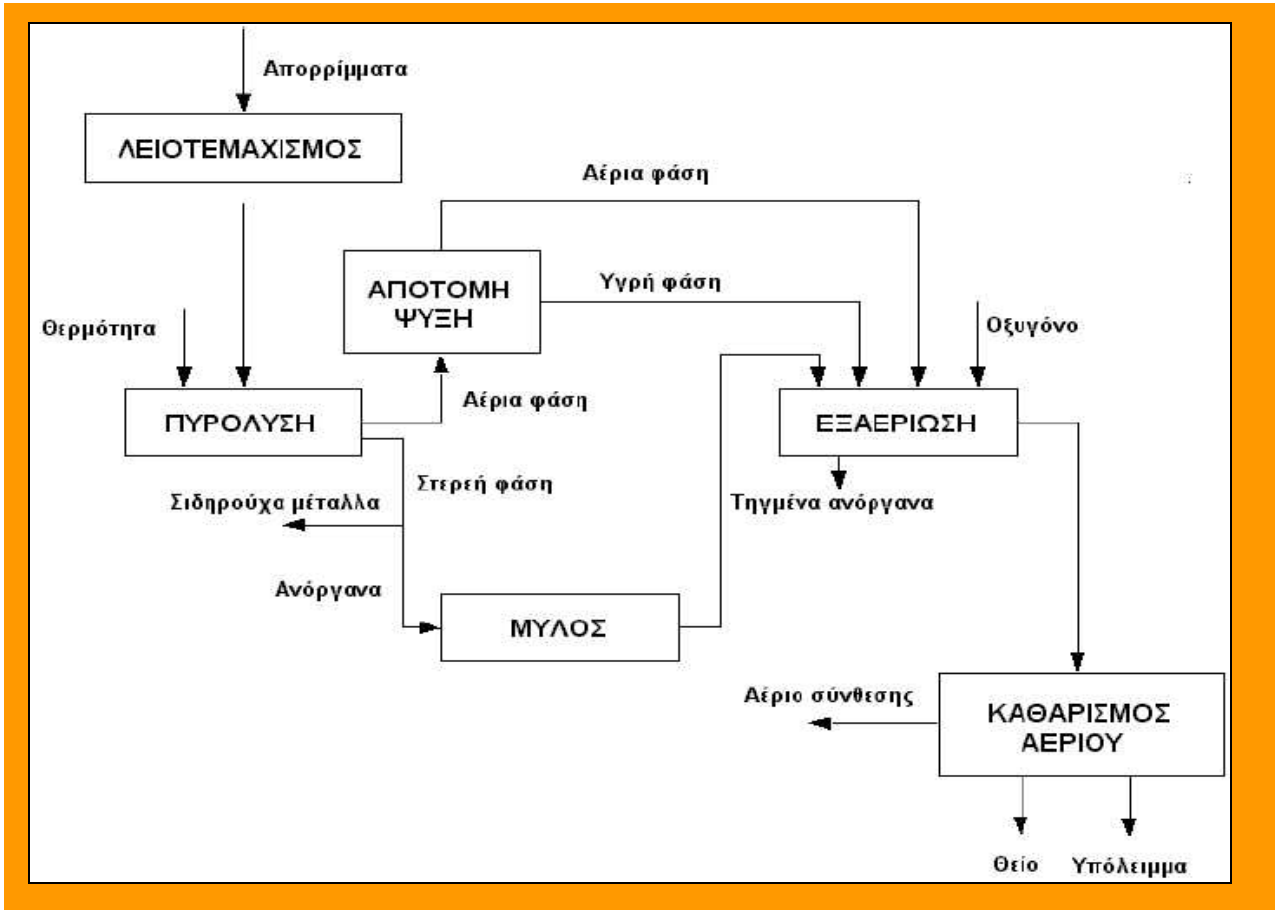
- πυρόλυση με
- εξαερίωση (με προσαγωγή οξυγόνου υψηλής θερμοκρασίας)



Σχήμα 30 : Διάγραμμα ροής της μεθόδου Thermoselect.

3.6.4. Η Μέθοδος Noel

Η μέθοδος NOELL (Σχήμα 31) συνδυάζει την πυρόλυση με την εξαερίωση.



Σχήμα 31 : Διάγραμμα ροής της μεθόδου Noell.

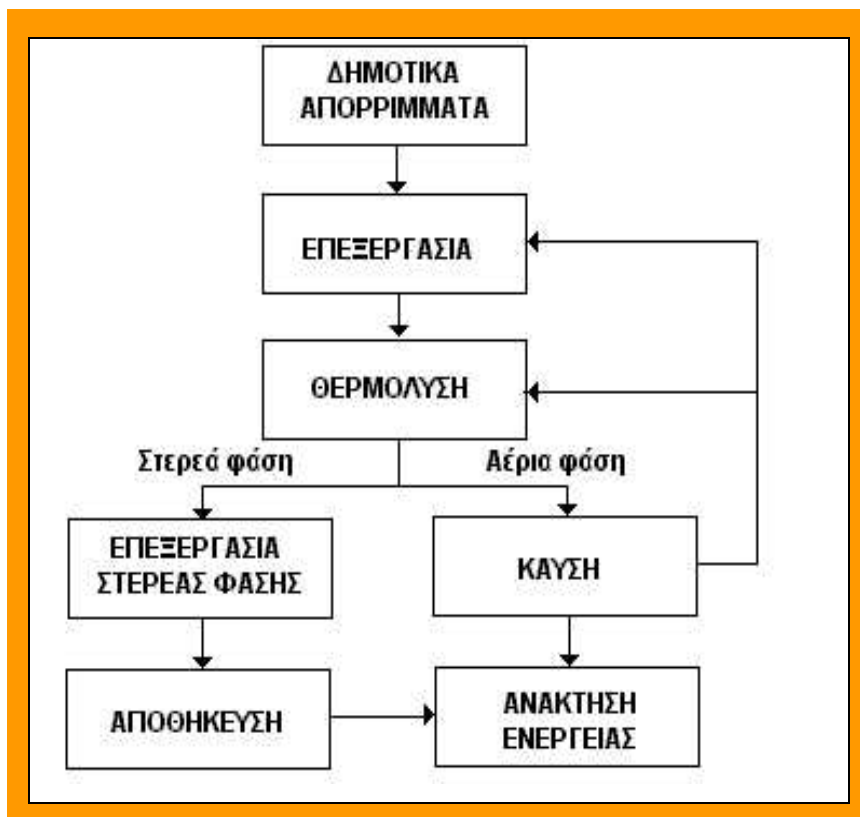
3.6.5. Η Μέθοδος Eddith

Η μέθοδος EDDITH (Σχήμα 32) στηρίζεται στη θερμόλυση (των δημοτικών απορριμμάτων)

και γίνεται η μετατροπή των απορριμμάτων σε ομοιογενές στερεό καύσιμο, που εύκολα αποθηκεύεται και προκαλεί ελάχιστη περιβαλλοντική επιβάρυνση. Με τη μέθοδο αυτή, σε αντίθεση με τις κοινές διεργασίες καύσης, πραγματοποιείται αδρανοποίηση των επιβλαβών ουσιών των απορριμμάτων, γεγονός που την καθιστά οικονομικότερη όσον αφορά τις απαιτήσεις αντιρρύπανσης.

Η μέθοδος αποτελείται από τα παρακάτω τρία βασικά στάδια:

- (α) Επεξεργασία απορριμμάτων.
- (β) Θερμόλυση.
- (γ) Επεξεργασία και αποθήκευση στερεού καυσίμου.



Σχήμα 32 : Διάγραμμα ροής της μεθόδου EDDITH.

3.6.6. Η Μέθοδος Von Roll

Η εταιρία Von Roll έχει αναπτύξει διάφορες μεθόδους επεξεργασίας για μια μεγάλη ποικιλία αποβλήτων (Σχήμα 33).



Σχήμα 33 : Εγκαταστάσεις ανάκτησης ενέργειας από την εταιρία Von Roll στο Ohio

.....Ακολουθως παρουσιάζονται δύο από αυτές.

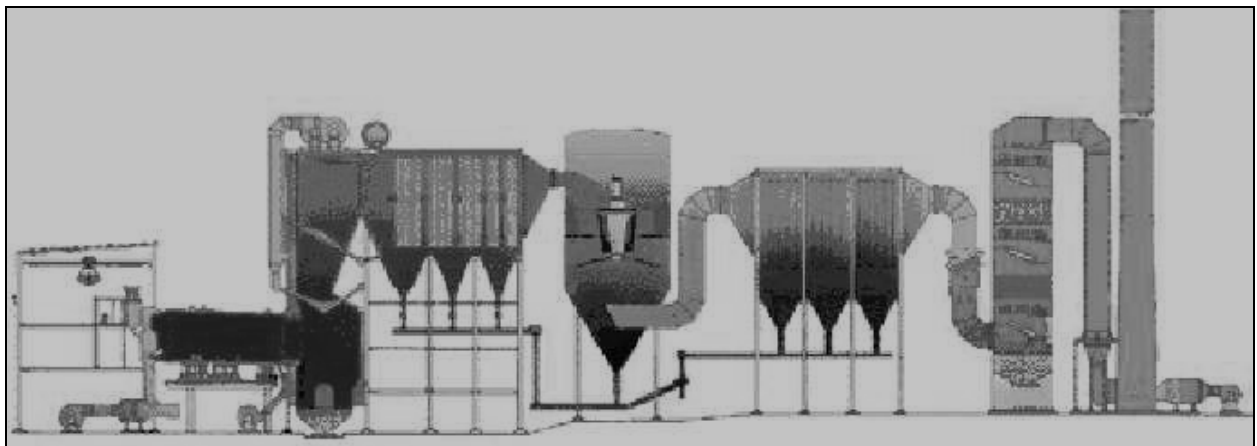
(A) Διεργασία RCP

Η διεργασία RCP (Recycled Clean Products) συνδυάζει καύση με πυρόλυση

(B) Εγκατάσταση WTI

Η λειτουργία της εγκατάστασης WTI (Σχήμα 34) στηρίζεται

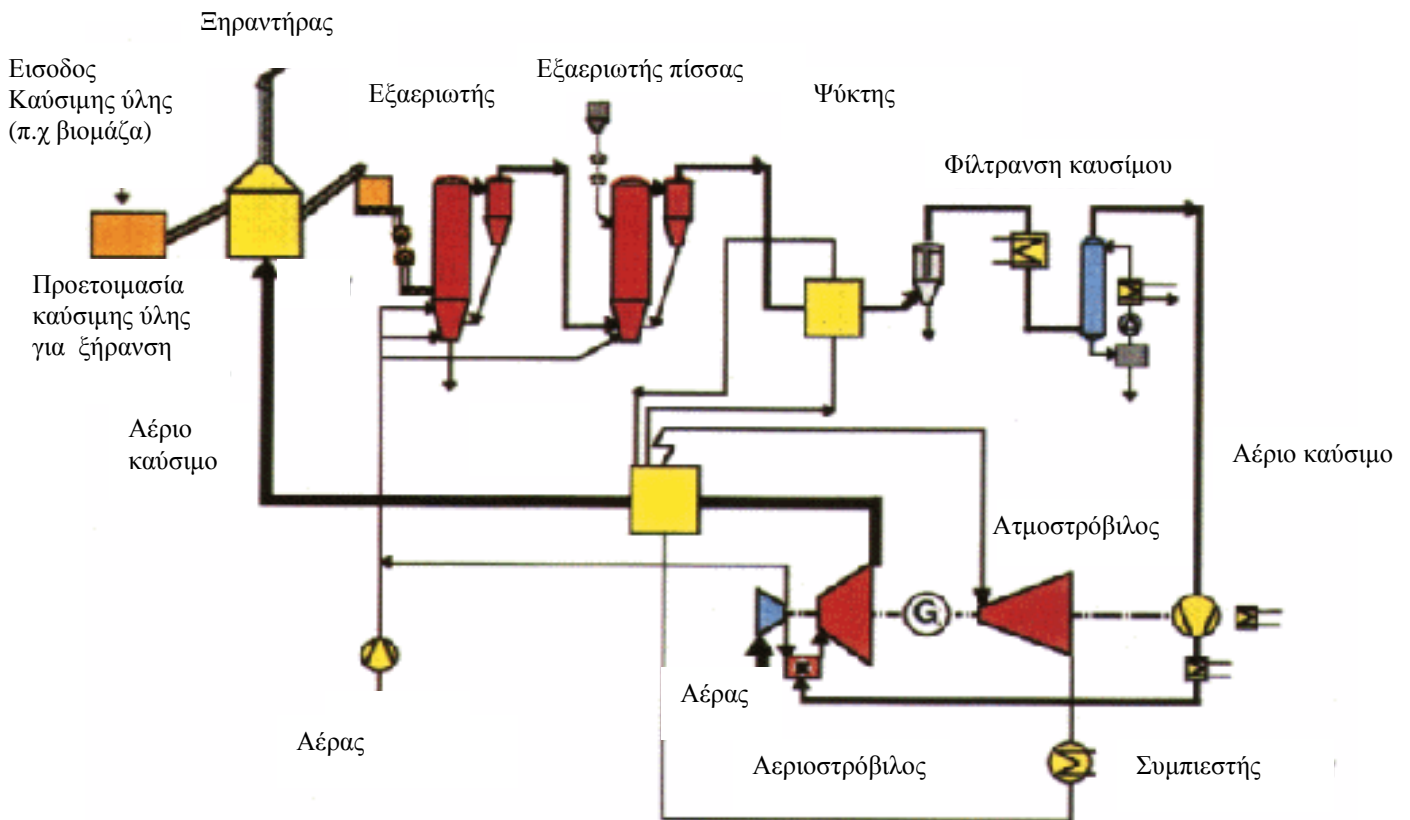
- στην καύση (με περιστρεφόμενο κυλινδρικό κλίβανο)



Σχήμα 34 : Εγκατάσταση Von Roll WTI.

3.6.7. Η ΜΕΘΟΔΟΣ TPS

Η μέθοδος TPS (Terminska Processor) αναπτύχθηκε από την εταιρία Arbre Energy LTD και επεξεργάζεται ΚαΣ (RDF) ή βιομάζα για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, σε μικρές έως μεσαίες ηλεκτροπαραγωγικές εγκαταστάσεις (Σχήμα 35).



G Γεννήτρια

Πηγή : Arable biomass renewable energy (ARBRE)
<http://www.biomatnet.org/secure/Ec/S472.htm>

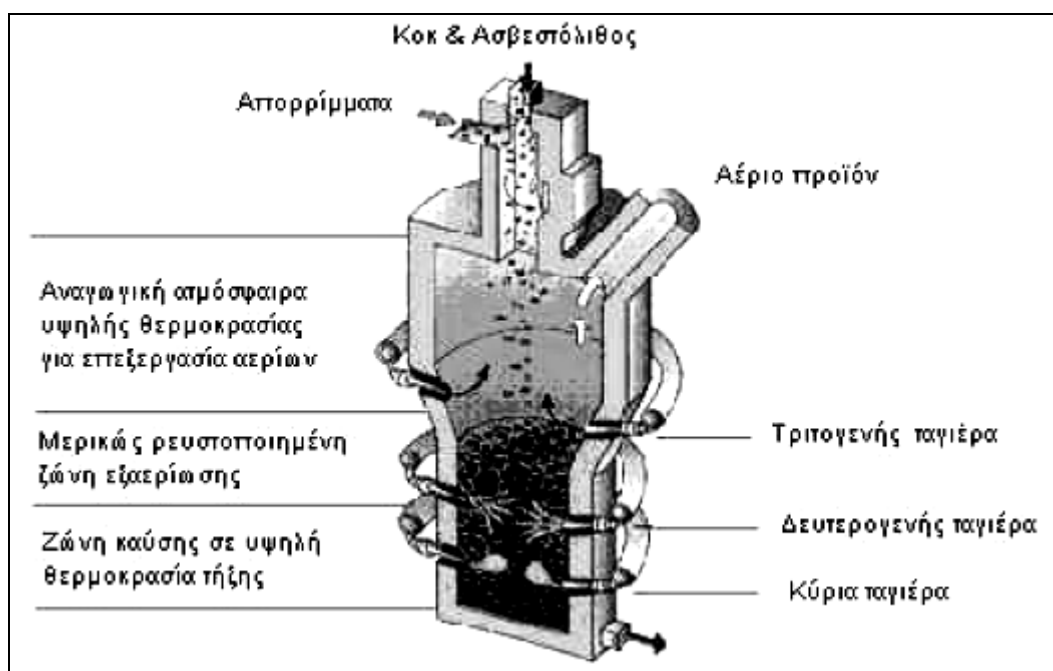
Σχήμα 35 : Η διαδικασία απαερίωσης TPS.

3.6.8. ΜΕΘΟΔΟΣ ΝΚΚ

Η εγκατάσταση που λειτουργεί στηριζόμενη στη μέθοδο ΝΚΚ (Σχήμα 36), αποτελείται από την μονάδα εξαερίωσης και την μονάδα τήξης

Τα υλικά που μπορεί να επεξεργάζεται η εγκατάσταση είναι οικιακά απορρίμματα και άλλα υλικά (π.χ κεραμικά και γυαλί)

Το αποτέλεσμα της πλήρους τήξης είναι μια ανακυκλώσιμη τηγμένη λάσπη χωρίς μεταλλικά στοιχεία.

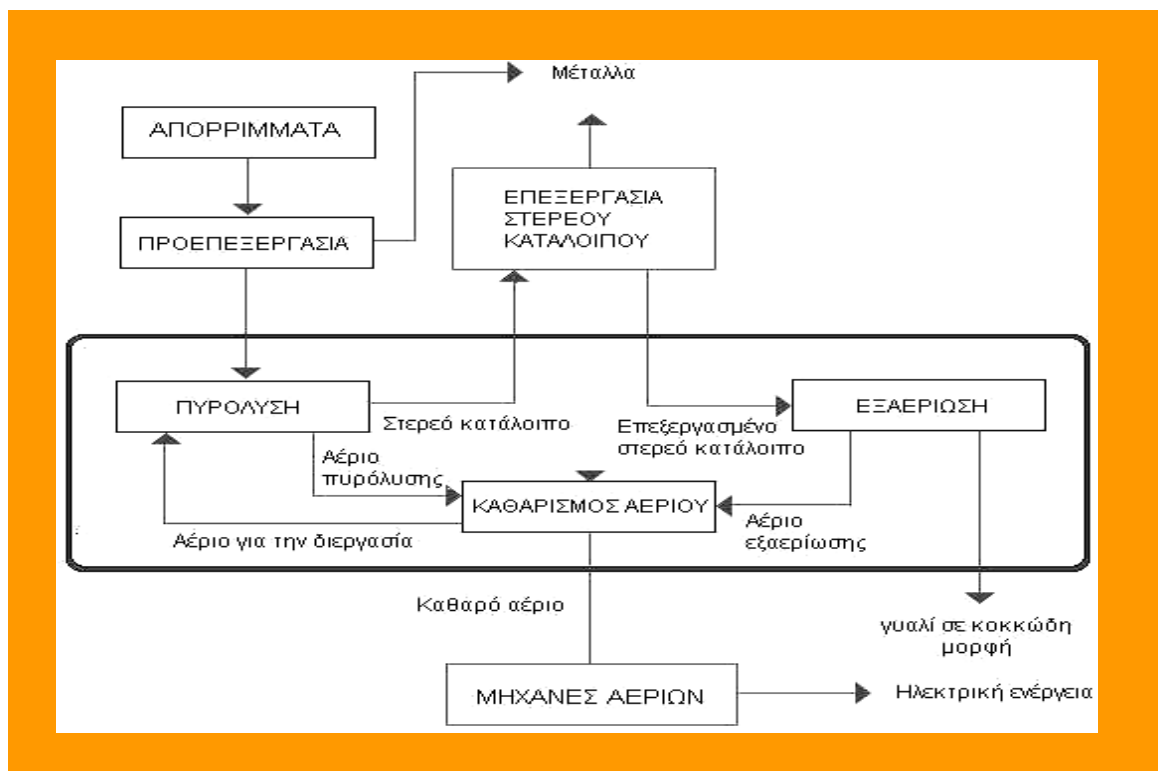


Σχήμα 36 : Σχηματική παράσταση της μεθόδου ΝΚΚ.

3.6.9. ΜΕΘΟΔΟΣ ΡΚΑ

Τα υλικά που μπορεί να επεξεργάζεται η εγκατάσταση της τεχνολογίας ΡΚΑ (Pyrolyse Kraft Anlagen) (Σχήμα 37) με χρήση πυρόλυσης και εξαερίωσης είναι :

- Χρησιμοποιημένα λάστιχα.
- Απόβλητα τεμαχισμού αυτοκινήτων.
- Υλικά συσκευασίας.
- Επικίνδυνα απόβλητα.
- Οικιακά απόβλητα.
- Απόβλητα βιολογικού καθαρισμού.



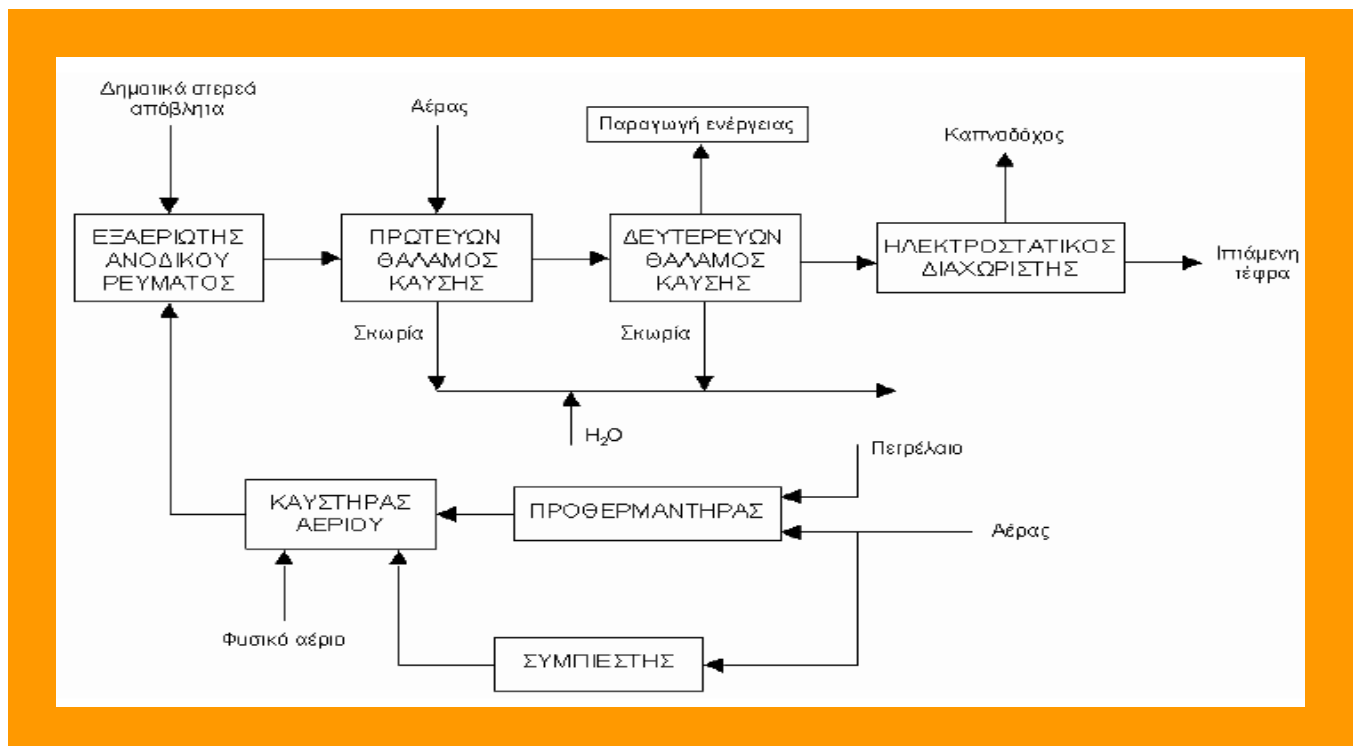
Σχήμα 37 : Διάγραμμα ροής της μεθόδου ΡΚΑ.

3.6.10. ΜΕΘΟΔΟΣ PIT

Η μέθοδος PIT (Σχήμα 38) χρησιμοποιεί την πυρόλυση (με θέρμανση υδρογονανθράκων απουσία οξυγόνου σε χαμηλές θερμοκρασίες (450-750 °C)).

Η πυρόλυση έχει ως αποτέλεσμα τη παραγωγή ενός αερίου και ενός υπολείμματος πλούσιου σε άνθρακα που στη συνέχεια μετατρέπεται σε καύσιμο αέριο με εξαερίωση.

Η μέθοδος αναπτύχθηκε αρχικά με σκοπό την ανάκτηση ενέργειας από χρησιμοποιημένα ελαστικά και ξύλο. Σήμερα χρησιμοποιείται και για την επεξεργασία των δημοτικών και βιομηχανικών ΣΑ.



Σχήμα 38 : Διάγραμμα ροής της μεθόδου PIT

3.6.11. ΜΕΘΟΔΟΣ Nexus

Η μέθοδος **Nexus** (Σχήμα 38α) χρησιμοποιεί την πυρόλυση

Τα οργανικά απορρίμματα μετατρέπονται σε ανθρακούχο υπόλειμμα πυρόλυσης, αέρια καύσης και υγρούς υδρογονάνθρακες.

Αρχικά, προεπεξεργάζονται για να ομοιογενοποιηθούν και στη συνέχεια εισέρχονται στο θάλαμο θερμόλυσης όπου θερμαίνονται στους 100 °C σε συνθήκες υποπίεσης.

Ακολουθεί η ζώνη ξήρανσης και πυρόλυσης (650 °C, 700 mbar) και τέλος η ψύξη του στερεού υπολείμματος.



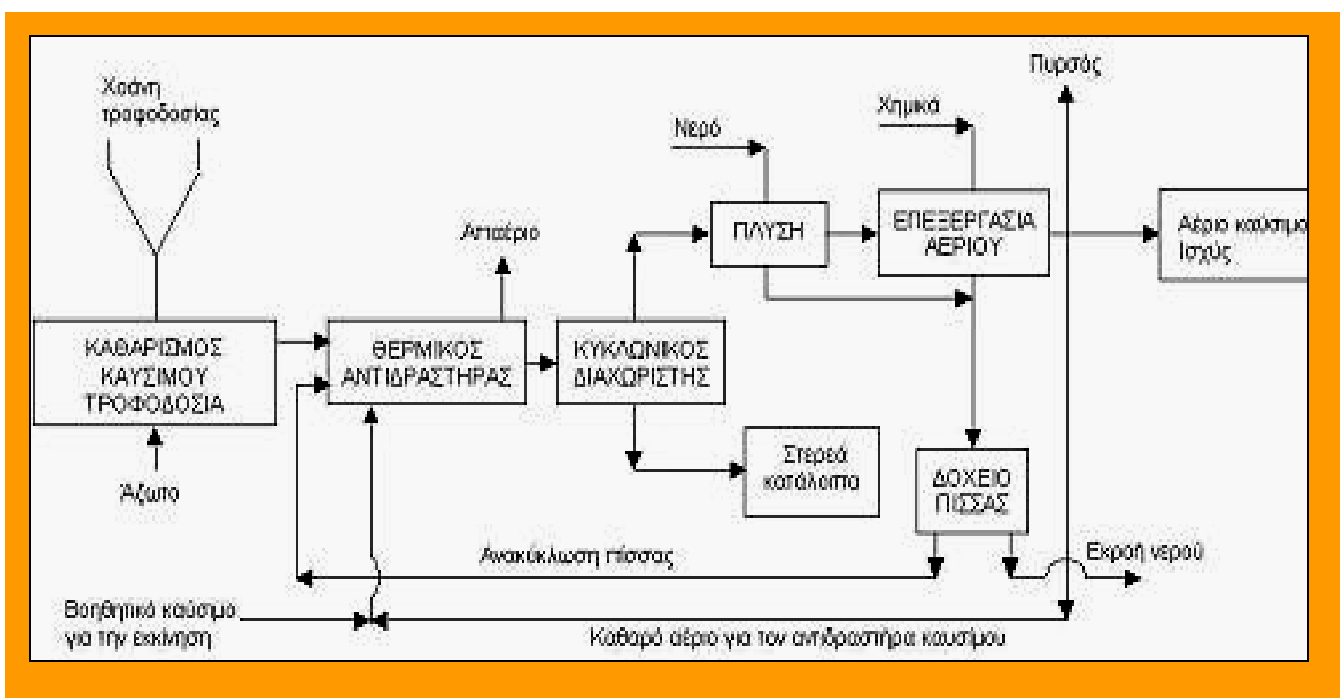
Σχήμα 38α: Η μέθοδος **Nexus**

3.6.12. Μέθοδος WGT

Η μέθοδος **WGT** (Σχήμα 39) χρησιμοποιεί την εξαερίωση

Κατά την επεξεργασία με τη μέθοδο WGT τα απόβλητα παραμένουν σε υψηλές θερμοκρασίες απουσία οξυγόνου.

Η εφαρμογή υψηλών θερμοκρασιών έχει ως αποτέλεσμα την εξαερίωση των συστατικών που είναι πλούσια σε άνθρακα και την παραγωγή αερίου που διασπάται σε υδρογονάνθρακες μικρότερου μοριακού βάρους και υδρογόνο



Σχήμα 39 : Διάγραμμα ροής της μεθόδου WGT (Waste Gas Technology)

4. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

ΠΡΑΞΗ

Οδηγία **2000/76/ΕΚ** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου της 4ης Δεκεμβρίου 2000 σχετικά με την αποτέφρωση των αποβλήτων.

ΣΥΝΟΨΗ

Η αποτέφρωση επικίνδυνων και μη επικίνδυνων αποβλήτων μπορεί να προκαλέσει εκπομπές ουσιών που ρυπαίνουν τον αέρα, το νερό και το έδαφος και οι οποίες έχουν επιβλαβείς επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου.

Κατά την υποβολή της πρότασης της παρούσας οδηγίας, το κοινοτικό καθεστώς σε θέματα αποτέφρωσης αποβλήτων καλυπτόταν από τις οδηγίες **89/369/ΕΟΚ** και **89/429/ΕΟΚ** (υφιστάμενες εγκαταστάσεις και νέες εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αστικών απορριμμάτων) και **94/67/ΕΚ** (αποτέφρωση επικίνδυνων αποβλήτων).

Η οδηγία αυτή αποβλέπει στην κάλυψη των κενών της εν λόγω νομοθεσίας. Εκτός από την αποτέφρωση των μη επικίνδυνων αστικών απορριμμάτων, το πεδίο εφαρμογής της εκτείνεται στην αποτέφρωση των μη επικίνδυνων μη αστικών αποβλήτων (όπως οι λυματολάσπες, τα ελαστικά αυτοκινήτων και τα νοσοκομειακά απόβλητα) και των επικίνδυνων αποβλήτων που δεν υπάγονται στην οδηγία 94/67/ΕΚ (όπως τα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια και οι διαλύτες). Ταυτόχρονα, αποβλέπει στην ενσωμάτωση στην υφιστάμενη νομοθεσία της τεχνικής προόδου σε θέματα ελέγχου των εκπομπών κατά την αποτέφρωση, καθώς και στην τήρηση των διεθνών δεσμεύσεων που ανέλαβε η Κοινότητα σε θέματα μείωσης της ρύπανσης, ιδίως δε των δεσμεύσεων που αφορούν τον καθορισμό οριακών τιμών για τις εκπομπές διοξινών, υδραργύρου και αιωρούμενων σωματιδίων (σκόνης) που δημιουργούνται από την αποτέφρωση αποβλήτων (πρωτόκολλα που υπεγράφησαν το 1998 στο πλαίσιο της Σύμβασης της Οικονομικής Επιτροπής των Ηνωμένων Εθνών για τη διασυνοριακή ατμοσφαιρική ρύπανση σε μεγάλες αποστάσεις). Η οδηγία στηρίζεται σε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση: στις ενημερωμένες οριακές

τιμές για τις ατμοσφαιρικές εκπομπές προστίθενται οι οριακές τιμές σχετικά με τις απορρίψεις σε υδατικά συστήματα.

Αντίθετα με τις ανωτέρω οδηγίες **89/369/ΕΟΚ** και **89/429/ΕΟΚ**, η παρούσα οδηγία αφορά όχι μόνο τις προοριζόμενες για την αποτέφρωση αποβλήτων εγκαταστάσεις («ειδικευμένες εγκαταστάσεις αποτέφρωσης»), αλλά και τις εγκαταστάσεις «συνδυασμένης αποτέφρωσης» (εγκαταστάσεις των οποίων βασικός σκοπός είναι η παραγωγή ενέργειας ή υλικών προϊόντων και οι οποίες χρησιμοποιούν ως κύριο ή βοηθητικό καύσιμο τα απόβλητα, αφού αυτά υποβληθούν σε θερμική επεξεργασία για την τελική διάθεσή τους). Από το πεδίο εφαρμογής της οδηγίας εξαιρούνται οι πειραματικές εγκαταστάσεις που στοχεύουν στη βελτίωση της διαδικασίας αποτέφρωσης και επεξεργάζονται λιγότερους από 50 τόνους απορριμμάτων ετησίως, καθώς και οι εγκαταστάσεις που επεξεργάζονται μόνο:

- φυτικά γεωργικά και δασικά απόβλητα που προέρχονται από τη μεταποίηση τροφίμων και την παραγωγή χαρτιού,
- απόβλητα ξύλου,
- απόβλητα φελλού,
- ραδιενεργά απόβλητα,
- σφάγια ζώων,
- απόβλητα που προέρχονται από την εκμετάλλευση πετρελαίου και αερίων και αποτεφρώνονται σε υπεράκτιες εγκαταστάσεις.

Όλες οι εγκαταστάσεις αποτέφρωσης ή συνδυασμένης αποτέφρωσης πρέπει να είναι εφοδιασμένες με σχετική άδεια. Στην άδεια αυτή, η οποία χορηγείται από αρμόδια αρχή, διευκρινίζονται τα είδη και οι ποσότητες των επικίνδυνων και μη επικίνδυνων αποβλήτων που υποβάλλονται σε επεξεργασία, η δυναμικότητα αποτέφρωσης ή συνδυασμένης αποτέφρωσης των εγκαταστάσεων και οι διαδικασίες δειγματοληψίας και μέτρησης που θα χρησιμοποιηθούν.

Πριν από την παραλαβή των αποβλήτων, οι φορείς εκμετάλλευσης των εγκαταστάσεων αποτέφρωσης και συνδυασμένης αποτέφρωσης αποβλήτων πρέπει να έχουν υπόψη τις διοικητικές πληροφορίες σχετικά με τη διαδικασία παραγωγής, τη φυσική και χημική σύσταση των επικίνδυνων αποβλήτων, καθώς και τους συναφείς με τα απόβλητα κινδύνους.

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η πλήρης ολοκλήρωση της καύσης των αποβλήτων, η οδηγία προβλέπει, για όλες τις εγκαταστάσεις, υποχρέωση διατήρησης των αερίων καύσεως που προκύπτουν από την αποτέφρωση ή τη συνδυασμένη αποτέφρωση, σε ελάχιστη θερμοκρασία 850°C τουλάχιστον για 2 δευτερόλεπτα. Στην περίπτωση επικίνδυνων αποβλήτων με περιεκτικότητα σε αλογονούχες οργανικές ενώσεις άνω του 1%, εκφρασμένη σε χλώριο, η θερμοκρασία πρέπει να φέρεται στους 1.100 °C τουλάχιστον για 2 δευτερόλεπτα.

Η θερμότητα που παράγεται κατά τη διαδικασία αποτέφρωσης πρέπει να ανακτάται στον μέγιστο δυνατό βαθμό.

Οι οριακές τιμές ατμοσφαιρικών εκπομπών για τις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αφορούν τα βαρέα μέταλλα, τις διοξίνες και τα φουράνια, το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), τα αιωρούμενα σωματίδια (σκόνη), τον ολικό οργανικό άνθρακα (ΟΟΑ), το υδροχλώριο (HCl), το υδροφθόριο (HF), το διοξείδιο του θείου (SO₂), το μονοξείδιο του αζώτου (NO) και το διοξείδιο του αζώτου (NO₂).

Καθορίζονται επίσης ειδικές διατάξεις σχετικά με τις τσιμεντοκάμινους, άλλους βιομηχανικούς τομείς και εγκαταστάσεις συνδυασμένης αποτέφρωσης αποβλήτων.

Όλα τα απορριφθέντα λύματα που προέρχονται από τον καθαρισμό των αερίων καύσεως, πρέπει να αποτελούν το αντικείμενο αδείας. Η άδεια πρέπει να εξασφαλίζει την τήρηση των οριακών τιμών εκπομπών. Τα όμβρια ύδατα ή τα νερά που προέρχονται από πυροσβεστικές δραστηριότητες πρέπει να συλλέγονται και να αναλύονται προτού απορριφθούν.

Τα κατάλοιπα της διαδικασίας αποτέφρωσης πρέπει να περιορίζονται στο ελάχιστο και να ανακυκλώνονται στο μέτρο του δυνατού. Κατά τη μεταφορά των ξηρών καταλοίπων πρέπει να λαμβάνονται προφυλάξεις για την αποφυγή της διασποράς τους στο περιβάλλον. Πρέπει να πραγματοποιούνται αναλύσεις για τον προσδιορισμό των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων των καταλοίπων, καθώς και του ρυπογόνου δυναμικού τους.

Η οδηγία προβλέπει την υποχρεωτική εγκατάσταση συστημάτων μέτρησης για την παρακολούθηση των σχετικών παραμέτρων και ορίων εκπομπών. Οι εκπομπές στην ατμόσφαιρα και στα ύδατα υπολογίζονται περιοδικά.

Οι αιτήσεις χορήγησης αδείας για νέες εγκαταστάσεις θα τεθούν στη διάθεση του κοινού, ούτως ώστε το τελευταίο να προβεί σε σχόλια προτού η αρμόδια αρχή λάβει την εκάστοτε απόφαση.

Οι εγκαταστάσεις με ονομαστική δυναμικότητα μεγαλύτερη ή ίση των δύο τόνων ανά ώρα πρέπει να θέτουν στη διάθεση της αρμόδιας αρχής και του κοινού ετήσια έκθεση σχετικά με τη λειτουργία και παρακολούθησή τους. Ο κατάλογος των εγκαταστάσεων δυναμικότητας κάτω των δύο τόνων καταρτίζεται και δημοσιοποιείται από την αρμόδια αρχή.

Έχει αποδειχτεί από την πρακτική ότι η περιβαλλοντικά ασφαλής αποτέφρωση μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην ανάκτηση ενεργειακών πόρων από τα απόβλητα, στις περιπτώσεις που αποτελεί μέρος περιβαλλοντικά βελτιστοποιημένης στρατηγικής. Το περιβαλλοντικό όφελος εξαρτάται από την ποσότητα της ενέργειας που πράγματι εξάγεται από τα αποτεφρωμένα απόβλητα. Στο πλαίσιο της νέας στρατηγικής για τα απόβλητα, η Επιτροπή αποφάσισε να βελτιώσει περαιτέρω την απόδοση της ανάκτησης ενέργειας από τα απόβλητα καθορίζοντας φιλόδοξα στοιχεία συγκριτικής αξιολόγησης για τις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αστικών αποβλήτων. Αυτό θα επιτευχθεί μέσω της αναθεώρησης της οδηγίας IPPC. Η νέα μέθοδος συγκριτικής αξιολόγησης της ενεργειακής απόδοσης θα καθορίζει το κατά πόσο μια εγκατάσταση αποτέφρωσης μπορεί να χαρακτηριστεί ως εγκατάσταση ανάκτησης ή ως εγκατάσταση διάθεσης. Ο χαρακτηρισμός ως εγκατάσταση ανάκτησης παρέχει καλύτερη πρόσβαση στην αγορά και οι ποσότητες των ανακτώμενων αποβλήτων μπορούν να συνυπολογιστούν στο πλαίσιο των υποχρεωτικών στόχων ανάκτησης που καθορίζονται στις οδηγίες της Ε.Ε. (π.χ. για τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού).

5. ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

5.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Το κόστος επεξεργασίας αποτελείται από το κόστος επένδυσης, το κόστος λειτουργίας και το κόστος συντήρησης της εγκατάστασης.

Το κόστος επεξεργασίας επηρεάζεται από στοιχεία όπως:

- (α) Το εύρος της δυναμικότητας της εγκατάστασης.
- (β) Οικονομικές παραμέτρους.
- (γ) Το βαθμό απόδοσης της μεθόδου.
- (δ) Τις μεθόδους των συστημάτων ελέγχου της υγρής και της αέριας ρύπανσης.
- (ε) Την απόσβεση-ανάκτηση αρχικού κεφαλαίου που εξαρτάται από
 1. τη διάρκεια ζωής και
 2. το επιτόκιο προεξόφλησης.

Το κόστος επένδυσης αποτελείται από το κόστος :

1. των θαλάμων καύσης,
2. του συστήματος μεταφοράς και αποθήκευσης της τέφρας,
3. του αεροστροβίλου,
4. του συστήματος ελέγχου αέριας ρύπανσης και
5. του λοιπού εγκατεστημένου εξοπλισμού.

Στον ακόλουθο πίνακα βλέπουμε το κόστος επεξεργασίας ανά τόνο απορριμμάτων.

Το κόστος επεξεργασίας

(για κάθε τεχνολογία επεξεργασίας)

- Για εγκαταστάσεις ανάκτησης ενέργειας με καύση: **120-240€/ τόνο Σ.Α.**
- Για εγκαταστάσεις ανάκτησης ενέργειας με πυρόλυση: **160-280€/ τόνο Σ.Α.**
- Για εγκαταστάσεις ανάκτησης ενέργειας με RDF : **60-140 €/ τόνο Σ.Α.**
- Για εγκαταστάσεις ανάκτησης ενέργειας με αεριοποίηση: **140-200 €/τόνο Σ.Α.**

5.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΩΦΕΛΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τα Αστικά Στερεά Απόβλητα (ΑΣΑ) αποτελούν ένα αναγκαίο «παραπροϊόν» της κοινωνίας μας. Ο μέσος Έλληνας σήμερα, παράγει 1,4 κιλά ΑΣΑ /ημέρα , με αυξητική τάση, έναντι 0,95 κιλά που παρήγαγε μόλις πριν μία περίπου δεκαετία, δηλαδή

η συνολική ποσότητα ανά ημέρα είναι:

$$1,4 \text{ kg ΑΣΑ/ ημέρα} \times 10.000.0000 \text{ κατ} / 1000 \text{ kg/ton} = \underline{14.000} \text{ τόνους ΑΣΑ/ ημέρα} \quad \text{!!!!} \\ (1)$$

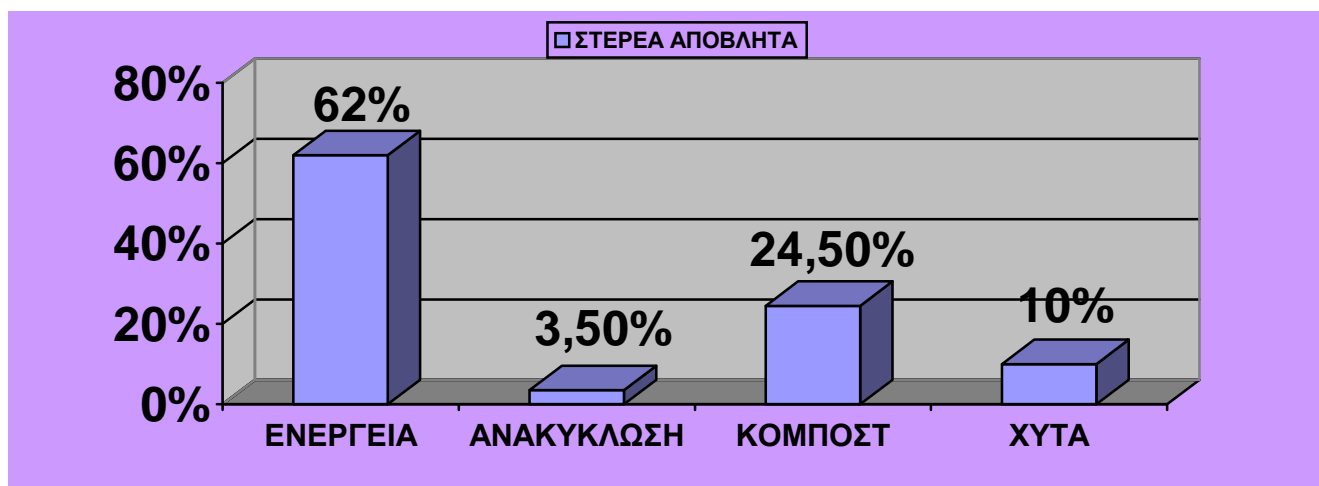
η συνολική ποσότητα ανά έτος είναι:

$$1,4 \text{ kg ΑΣΑ /ημέρα} \times 360\eta\mu \times 10.000.0000 \text{ κατ} / 1000 \text{ kg/ton} = \underline{5.040.000} \text{ τόνους ΑΣΑ/} \\ \text{έτος} \quad \text{!!!!} \quad (2)$$

Κατά αναλογία τα ΑΣΑ είναι:

<u>Η αναλογία των ΑΣΑ %</u>	<u>Η αναλογία των ΑΣΑ σε τόνους</u>
<ul style="list-style-type: none"> • 45% χαρτί • 17% πλαστικό • 1,7% σιδηρούχα • 1,5% γυαλί • 0,3% αλουμίνιο • 34,5% διάφορα 	<ul style="list-style-type: none"> • 2.268.000 τόνους χαρτί • 856.800 τόνους πλαστικό • 85.680 τόνους σιδηρούχα • 75.600 τόνους γυαλί • 15.120 τόνους αλουμίνιο • 1.738.800 τόνους διάφορα <hr/> <p style="text-align: right;">+</p> <p style="text-align: center;">5.040.000 τόνους</p>

(Πηγή: από το πρόγραμμα αναλύσεων του ΕΣΔΚΝΑ)



Ποσοστιαία αξιοποίηση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων

Όπου:

α) Κατά ποσοστό **62%** κατά βάρος, τα ΑΣΑ αποτελούνται από υλικά που μπορούν να διατεθούν σε εγκαταστάσεις Α.Σ.Ε. (Απόβλητα Σε Ενέργεια).

β) Ένα σημαντικό κλάσμα **3,5%**, (σιδηρούχα, γυαλί, αλουμίνιο), είναι άμεσα ανακυκλώσιμο.

γ) Ακόμα το **24,5%**, μπορεί να «κομποστοποιηθεί», χρησιμοποιούμενο στην γεωργία ή για ανάπτυξη ανενεργών λατομείων, ορυχείων, λιγνιτωρυχείων, κ.λπ.

δ) Ένα μικρό μέρος, της τάξης **10%**, απομένει για διάθεση σε ειδικούς χώρους Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ), στο οποίο περιλαμβάνεται και η τέφρα από τις εγκαταστάσεις Α.Σ.Ε.

Από τα ανωτέρω μόνο το **62%** της ποσότητας των Αποβλήτων μπορεί να αξιοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας άρα :

η συνολική αξιοποιήσιμη ποσότητα ανά ημέρα είναι:

$$(1) \hat{=} \underline{14.000} \text{ τόνους ΑΣΑ/ ημέρα} \times 62 \% = \underline{8.680} \text{ τόνους ΑΣΑ / ημέρα} \quad !!!!$$

(3)

η συνολική αξιοποιήσιμη ποσότητα ανά έτος είναι:

$$(2) \hat{=} \underline{5.040.000} \text{ τόνους ΑΣΑ/ έτος} \times 62 \% = \underline{3.124.800} \text{ τόνους ΑΣΑ / έτος} \quad !!!!$$

(4)

Ποσοτικά στοιχεία	
Ικανότητα παραγωγής ηλεκτρισμού από τις εγκαταστάσεις Α.Σ.Ε	650 Kwh ανά τόνο ΑΣΑ
Ικανότητα παραγωγής θερμικής ενέργειας από τις εγκαταστάσεις Α.Σ.Ε	2000 Kwh ανά τόνο ΑΣΑ
Ελάττωση της ανάγκης εξόρυξης λιγνίτη	κατά 0,5 τόνο / καιγόμενο τόνο ΑΣΑ

Υπολογισμός ωφέλειας από την αξιοποίηση των ΑΣΑ για παραγωγή ενέργειας

A. Για την Αττική

Στην Αττική παράγεται περίπου το 50% της ετήσιας παραγωγής ΑΣΑ που είναι :

$$3.124.800 \times 50\% = \underline{\underline{1.562.400 \text{ τόνους /έτος ΑΣΑ}}}$$

Η ηλεκτρική ενέργεια που είναι δυνατό να ανακτηθεί είναι:

$$1.562.400 \text{ τόνους/ έτος ΑΣΑ} \times 650 \text{ Kwh/τόνο ΑΣΑ} = \underline{\underline{1.015.560 \text{ Mwh ηλ. ενέργειας/ έτος (5)}}}$$

Η θερμική ενέργεια που είναι δυνατό να ανακτηθεί είναι:

$$1.562.400 \text{ τόνους/ έτος ΑΣΑ} \times 2000 \text{ Kwh/τόνο ΑΣΑ} = \underline{\underline{3.124.800 \text{ Mwh θερμικής ενέργειας/ έτος (6)}}}$$

B. Για όλη την Ελλάδα

Η ηλεκτρική ενέργεια που είναι δυνατό να ανακτηθεί είναι:

$$3.124.800 \text{ τόνους/ έτος ΑΣΑ} \times 650 \text{ Kwh/τόνο ΑΣΑ} = \underline{\underline{2.031.120 \text{ Mwh ηλ. ενέργειας/ έτος (7)}}}$$

Η θερμική ενέργεια που είναι δυνατό να ανακτηθεί είναι:

$$3.124.800 \text{ τόνους/ έτος ΑΣΑ} \times 2000 \text{ Kwh/τόνο ΑΣΑ} = \underline{\underline{6.249.600 \text{ Mwh θερμικής ενέργειας/ έτος (8)}}}$$

Επειδή τα νούμερα είναι μεγάλα για να κατανοήσουμε την ωφέλεια θα κάνω μια εφαρμογή στη θέρμανση των κατοικιών, π.χ.

Με μέσο όρο 20.000 Kcal / h για ανάγκες ενός 4-αριού, (100 m²), απαιτούνται για 10-ωρη λειτουργία :

$$\text{ανά ημέρα : } 20.000 \text{ Kcal/h} \times 10 \text{ h} = 200.000 \text{ Kcal / ημέρα}$$

$$\text{ανά έτος : } 200.000 \text{ Kcal / ημέρα} \times 360 \text{ ημέρες} = 72.000.000 \text{ Kcal / έτος}$$

τα μετατρέπω σε Kwh / έτος και έχω :

$$= 72.000.000 \text{ Kcal / έτος} \times 0,000001163 \text{ Mwh / Kcal} = \underline{\underline{83,736 \text{ Mwh / έτος (9)}}}$$

(αφού 1Kwh = 860 Kcal και 1Kcal = 0,001163 Kwh =0,000001163 Mwh)

Άρα η θερμική ενέργεια των ΑΣΑ μπορεί να καλύψει :

6.249.600 Mwh θερμικής ενέργειας/ έτος = 74.634 οικίες!!! ~ 300.000 κατοίκους!!!

83,736 Mwh / έτος

Η θερμική ενέργεια, μπορεί με τηλεθέρμανση να διατεθεί δωρεάν ή με μικρή τιμή για τη θέρμανση χιλιάδων οικιών.

Ωφέλεια συναλλάγματος,

Η μέση θερμογόνο δύναμη των ΑΣΑ είναι :15.000 Kcal / ton,

Η μέση θερμογόνο δύναμη του πετρελαίου είναι : 25.000 Kcal / ton για παραγωγή ενέργειας

Άρα ο ένας τόνος ΑΣΑ αντιστοιχεί με $15000 / 25000 = 0,66667$ τόνους πετρελαίου.

Συνεπώς η ποσότητα του πετρελαίου που θα χρειαζόμουν για 3.124.800 τόνους ΑΣΑ / έτος θα ήταν :

$3.124.800$ τόνους ΑΣΑ / έτος x $0,66667$ = 1874880 τόνων πετρελαίου

$\eta = 1874880$ τόνων πετρελαίου x $7 =$

13.124.160 βαρέλια

αφού (1τονος πετρελαίου ~ 7 βαρέλια)

Το συναλλαγματικό όφελος (για τιμή 70,00 \$ / βαρέλι) θα είναι :

70 \$ / βαρέλι x $13.124.160$ βαρέλια = **918.691.200 \$/έτος (!)**

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Στην προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας και διατήρησης των φυσικών πόρων, η κοινωνία μας πρέπει να προωθήσει, σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο βαθμό, διαδικασίες ανακύκλωσης ή αξιοποίησης της καύσης των απορριμμάτων ως μέθοδο παραγωγής ενέργειας. Στόχος πρέπει να είναι η αποφυγή της σπατάλης και η εκμετάλλευση των φυσικών πόρων σε όλο τον κύκλο χρήσης τους.

Κάθε χώρα έχει αναπτύξει τις δικές της κρατικές πρωτοβουλίες για να προωθήσει τις ιδέες ελαχιστοποίησης των απορριμμάτων, επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης καθώς και εξοικονόμησης ενέργειας οι οποίες εξαρτώνται από τις υπάρχουσες υποδομές μεταφορών, τις πυκνότητες των πληθυσμών, την διαθεσιμότητα της γης, τις απαιτήσεις ενέργειας και τους περιβαλλοντολογικούς κανονισμούς. Επομένως ο βαθμός στον οποίο κάθε επιλογή διαχείρισης χρησιμοποιείται σε μια χώρα, μπορεί να διαφέρει σημαντικά.

Παρά την έμφαση που δίνεται στην ελαχιστοποίηση και την ανακύκλωση των απορριμμάτων, αναγνωρίζεται ότι η κοινωνία θα συνεχίσει να παράγει απορρίμματα που απαιτούν είτε αποτέφρωση είτε υγειονομική ταφή στο προβλεπόμενο μέλλον. Σαν αποτέλεσμα, χρήση της αποτέφρωσης με εξοικονόμηση ενέργειας, αναμένεται να αυξηθεί σε πολλές χώρες την επόμενη δεκαετία, ειδικά ως αποτέλεσμα κανονισμών που περιορίζουν το οργανικό περιεχόμενο των απορριμμάτων προς υγειονομική ταφή.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

1.1 Εισαγωγή

Στην ενότητα αυτή καταγράφεται ένα σύντομο ιστορικό του θεσμικού πλαισίου που διέπει τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα και επισημαίνονται τα κενά του σε σχέση και με όσα προβλέπει η Ευρωπαϊκή πολιτική για τη βιώσιμη διαχείριση των απορριμμάτων. Επισημαίνεται πως το ισχύον θεσμικό πλαίσιο αναλύεται εκτενώς στις σχετικές ενότητες της ιστοσελίδας όπου εξετάζονται ξεχωριστά οι διαφορετικές κατηγορίες αποβλήτων.

1.2 Ιστορικό

Η πρώτη διάταξη για τη διαχείριση των αποβλήτων στην Ελλάδα, ήταν η **ΥΑ ΕΙβ/301/64** «περί συλλογής, αποκομιδής και διάθεσης απορριμμάτων», η οποία και καθόριζε τις τεχνικές προδιαγραφές για τη διαχείριση των απορριμμάτων και πιο συγκεκριμένα για τη συλλογή αλλά και τη διάθεση αυτών, Σύμφωνα με το άρθρο 7 «Επιτρέπονται κατόπιν αποφάσεως του Νομάρχου εκδιδομένης μετά σύμφωνη γνώμη του Υγειονομικού Κέντρου τη αιτήσει του Δήμου ή της Κοινότητας, αι κάτωθι παρεκκλίσεις των δια της παρούσης καθοριζομένων όρων», δινόταν ουσιαστικά ή δυνατότητα για παρέκκλιση από τα άρθρα της ρύθμισης με απλή απόφαση νομάρχη.

Λίγα χρόνια αργότερα ψηφίζονται οι Νομοθετικές **ρυθμίσεις Ν.Δ. 703/1970, Ν. 25/1975, Ν. 429/1976, Ν. 1080/1980** οι οποίες καθορίζουν τον υπολογισμό των δημοτικών τελών καθαριότητας (αποκομιδή απορριμμάτων) με βάση τα τ.μ. του νοικοκυριού. Με βάση τις προαναφερθείσες ρυθμίσεις καθορίζονται σε ετήσια βάση τα δημοτικά τέλη που καλούνται να πληρώσουν οι πολίτες. Η σύνδεση των τελών διαχείρισης απορριμμάτων με

το μέγεθος του οικοπέδου και όχι με την παραγωγή αυτών, έχει ως αποτέλεσμα ο πολίτης είτε να μη γνωρίζει είτε δεν να μην έχει κίνητρο

να μειώσει τα παραγόμενα απορρίμματα. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η εφαρμογή ενός συστήματος κοστολόγησης με βάση τη συμπεριφορά του πολίτη ή της επιχείρησης και όχι την αντικειμενική αξία του ακινήτου και το συνολικό εμβαδόν του.

Το **1985** ψηφίζεται ο Νόμος **1650** «για την προστασία του Περιβάλλοντος», ο οποίος και θέτει το γενικό πλαίσιο αλλά και τους στόχους και τα μέσα για την προστασία του Περιβάλλοντος. Σύμφωνα με το άρθρο 12 ορίζονταν αρμόδιοι φορείς για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, οι ΟΤΑ η οποίοι όμως είχαν τη δυνατότητα να μην διαχειρίζονται απόβλητα που λόγω της σύστασής τους δεν μπορούν να διατεθούν μαζί με τα οικιακά απορρίμματα. Σε αυτή την περίπτωση αρμόδιος για τη διαχείριση με βάση το Νόμο, είναι τα φυσικά ή νομικά πρόσωπα από τις δραστηριότητες των οποίων παράγονται τα συγκεκριμένα απόβλητα.

Η πρώτη προσπάθεια προσαρμογής της Ελληνικής Νομοθεσίας για τη διαχείριση των απορριμμάτων με την αντίστοιχη Κοινοτική έγινε με την **ΚΥΑ 49541/1424/86** «Στερεά απόβλητα σε συμμόρφωση με την Οδηγία **75/442/ΕΟΚ**». Με την ΚΥΑ αυτή, διατυπώνονται οι βασικές αρχές που πρέπει να διέπουν τη διαχείριση των απορριμμάτων, ώστε να μην τίθεται σε κίνδυνο, άμεσα ή έμμεσα η Δημόσια Υγεία και να μην δημιουργούνται βλάβες στο περιβάλλον, ενώ περιγράφεται για πρώτη φορά η αναγκαιότητα σύνταξης Σχεδίων Διαχείρισης, καθώς και οι διαδικασίες που πρέπει να τηρούνται. Επιπροσθέτως: (α) δίνεται ο ορισμός των βασικών εννοιών και ορίζονται οι φορείς διαχείρισης των απορριμμάτων, (β) καθορίζονται οι φάσεις του σχεδιασμού διαχείρισης, (γ) ρυθμίζεται το θέμα των αδειών για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, που χορηγούνται σε φυσικά ή νομικά πρόσωπα, πέρα των ΟΤΑ. Προβλέπεται επίσης, η άσκηση ελέγχου στις εγκαταστάσεις, βιομηχανίες και επιχειρήσεις που διαχειρίζονται στερεά απόβλητα, (δ) καθορίζονται οι υπόχρεοι καταβολής δαπάνης διαχείρισης και αναφέρονται οι κατά περίπτωση κυρώσεις για τη μη συμμόρφωση των υπόχρεων προς τις

οδηγίες των αρμόδιων υπηρεσιών, που μπορεί να είναι ποινικές, διοικητικές ή και χρηματικά πρόστιμα.

Το **1994** συγκροτείται με το **N. 2242/1994 (άρθρο 4)** «Ειδικό Σώμα Ελεγκτών για την Προστασία του Περιβάλλοντος», που τελούσε υπό την «εποπτεία» του Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, καθώς και του οικείου Νομάρχη και του Περιφερειάρχη. Ανάμεσα στις αρμοδιότητές του ήταν «η προστασία του περιβάλλοντος από τις καταστροφές του δασικού πλούτου, τις καταπατήσεις των δημόσιων εκτάσεων, τις παράνομες καταμήσεις γης, τις αυθαίρετες κατασκευές, τις παράνομες επεμβάσεις στα ρέματα, στον αιγιαλό και στη ζώνη παραλίας και σε κάθε άλλη παράνομη δραστηριότητα, που μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον». Επίσης, ασκούσε τον έλεγχο για την τήρηση των περιβαλλοντικών όρων σε περιπτώσεις κατασκευής έργων ή εκτέλεσης δραστηριοτήτων που θέτουν σε κίνδυνο το περιβάλλον. Επρόκειτο, όπως αποδείχθηκε, για μια ελάχιστα ευέλικτη υπηρεσιακή μονάδα, που την έφερναν συχνά σε αντιπαράθεση με τις υπηρεσίες της Τοπικής Αυτοδιοίκησης. Με το άρθρο 9 του **N. 2947/2001**, καταργήθηκε το Ειδικό Σώμα Ελεγκτών για την Προστασία του Περιβάλλοντος και προβλέφθηκε η αντικατάστασή του από μια νέα οργανωτική μονάδα. Η «Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Περιβάλλοντος» (Ε.Υ.Ε.Π.) υπάγεται απευθείας στον Υπουργό ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. και διαθέτει αρμοδιότητες με περιεχόμενο κυρίως ελεγκτικό και γνωμοδοτικό.

Το **1996** εκδίδεται η **KYA 69728/824** (καταργήθηκε) στην οποία εκτός από τις γενικές κατευθύνσεις και την κατάρτιση πλαισίου τεχνικών προδιαγραφών, δίδεται ιδιαίτερη σημασία στη σύνταξη Σχεδίων Διαχείρισης των αποβλήτων και ορίζονται οι αρμόδιοι φορείς τόσο για τον σχεδιασμό, όσο και για την εφαρμογή τους. Σε επίπεδο Νομού, η αρμοδιότητα ανήκει στη Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση και σε Περίπτωση αδυναμίας της, στην οικεία Περιφέρεια. Δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην εξυγίανση των χώρων διάθεσης, μετά το τέλος της λειτουργίας τους και στην αποκατάσταση ανεξέλεγκτων χώρων διάθεσης. Τέλος, προσαρτώνται σ' αυτήν ως παραρτήματα οι Ευρωπαϊκοί κατάλογοι αποβλήτων (ΕΚΑ), όπως καταγράφονται στην Απόφαση **94/3/ΕΚ**. Το ίδιο έτος εκδίδεται η εγκύκλιος **9/96/30-01-1996** του ΥΠΕΧΩΔΕ, με την οποία

καθορίζεται πιο αναλυτικά το περιεχόμενο του φακέλου προέγκρισης χωροθέτησης των εγκαταστάσεων διάθεσης απορριμμάτων.

Ένα χρόνο αργότερα με την έκδοση της **ΚΥΑ 1139π4/97** (καταργήθηκε) για τον Εθνικό Σχεδιασμό Διαχείρισης των Στερεών Αποβλήτων και της **ΚΥΑ 114218/97** για την Κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων ολοκληρώνεται και εξειδικεύεται το νομοθετικό πλαίσιο για την διαχείριση των στερεών αποβλήτων.

Λίγα χρόνια αργότερα ο **Νόμος 2939/2001** διαμορφώνει το θεσμικό πλαίσιο για την εναλλακτική διαχείριση συσκευασιών και άλλων προϊόντων. Με τον νόμο αυτόν, ενσωματώνεται η **Οδηγία 94/62/ΕΟΚ** στο Εθνικό Δίκαιο, και καθορίζεται το πλαίσιο για την υλοποίηση προγραμμάτων ανακύκλωσης/ επαναχρησιμοποίησης/ αξιοποίησης συσκευασιών και άλλων προϊόντων (μπαταρίες, ηλεκτρονικά, ελαστικά κ.α.), με τη θέσπιση συγκεκριμένων ποσοτικών στόχους και χρονικών ορίων για την προσέγγισή τους. Ειδικά, τα σχετικά προεδρικά διατάγματα καθορίζουν τους επιμέρους όρους για το κάθε ρεύμα αποβλήτου. Ως σήμερα έχουν εκδοθεί τα **Π.Δ. 82/2004, 109/2004, 115/2004, 116/2004, 117/2004 και 15/2006** για τα ορυκτέλαια, τα ελαστικά, τις ηλεκτρικές στήλες και τους συσσωρευτές, τα οχήματα στο τέλος κύκλου ζωής τους και τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού αντίστοιχα. Μέχρι την έναρξη λειτουργίας του Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π. οι αρμοδιότητες που ανατίθενται σε αυτόν με το **Νόμο 2939**, ασκούνται από τη Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. Για το σκοπό αυτό έχει συσταθεί το Γραφείο εναλλακτικής διαχείρισης Συσκευασιών/ άλλων προϊόντων, το οποίο υπάγεται στη Διεύθυνση Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού και στο οποίο έχει ανατεθεί η εποπτεία και ο έλεγχος εφαρμογής του Νόμου.

Το **2003** δημοσιεύεται η **ΚΥΑ 37591/2031/2003** για τη διαχείριση των αποβλήτων από υγειονομικές μονάδες. Με βάση την παραπάνω ΚΥΑ, υποχρεούνται οι Υγειονομικές Μονάδες να εκπονήσουν Εσωτερικό Κανονισμό Διαχείρισης Επικινδύνων Ιατρικών Αποβλήτων ενώ απαιτείται και η παράλληλη ενεργοποίηση και συμμετοχή των Επιτροπών Υγιεινής και Ασφάλειας των ΥΜ.. Την ίδια χρονιά δημοσιεύεται η **ΚΥΑ 50910/2727/2003** «Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και

Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης» για την πλήρη συμμόρφωση με τις διατάξεις της **Οδηγίας 91/156/ΕΟΚ**. Στην προαναφερθείσα ΚΥΑ καθορίζονται οι στόχοι και οι αρχές της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, καθώς και οι προδιαγραφές του εθνικού (ΕΣΔΑ) αλλά και των περιφερειακών σχεδίων (ΠΕΣΔΑ) για την ολοκληρωμένη διαχείριση των αποβλήτων. Επιπλέον καθορίζονται οι υπόχρεοι φορείς για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων (ΦοΣΔΑ) καθώς και μέτρα για την αποκατάσταση και αξιοποίηση των χώρων διάθεσης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι με την προαναφερθείσα ΚΥΑ.

Οι πιο **πρόσφατες** νομοθετικές ρυθμίσεις αφορούν στη δημοσίευση της **ΚΥΑ 13588/725/2006** «Μέτρα όροι και περιορισμοί για την διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων», την έγκριση του Εθνικού Σχεδιασμού Διαχείρισης Επικίνδυνων Αποβλήτων (**Υ.Α. 8668/2007**) και τη δημοσίευση του **Ν. 3536/2007** ο οποίος καθορίζει τη νομική μορφή των Φορέων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΦοΔΣΑ) και προβλέπει τη δημοσίευση κοινής υπουργικής απόφασης, η οποία θα εξειδικεύει οργανωτικά τους ζητήματα και ζητήματα τιμολογιακής πολιτικής. Θα πρέπει να σημειωθεί τέλος και ο **Ν.3688/08**, στο άρθρο 15 του οποίου συμπληρώνονται ορισμένες διατάξεις του **Ν.33536/07** για τους ΦοΔΣΑ

1.3 Κενά Θεσμικού Πλαισίου

Για την ολοκλήρωση του θεσμικού πλαισίου που διέπει τη διαχείριση των απορριμμάτων στην Ελλάδα απαιτούνται ορισμένες συμπληρωματικές δράσεις όπως ενδεικτικά:

- Τροποποίηση της **ΚΥΑ 114218/ ΦΕΚ 1016/Β/17-11-1997** και κατάρτιση σύγχρονων τεχνικών προδιαγραφών για τη διαχείριση των απορριμμάτων
- Διαμόρφωση πλαισίου προδιαγραφών για τα ανακυκλώσιμα υλικά
- Ύθεσπιση τιμολογιακής πολιτικής με ορθολογικά κριτήρια παραγωγής απορριμμάτων
- Ύθεσπιση κριτηρίων αποδοχής απόβλητων για την υγειονομική ταφή των απορριμμάτων
- Ενσωμάτωση Οδηγιών της Ε.Ε. όπως :

Οδηγία **2006/21/ΕΚ** Σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων της εξορυκτικής βιομηχανίας και την τροποποίηση της οδηγίας **2004/35/ΕΚ**

Οδηγία **2006/66/ΕΚ** Σχετικά με τις ηλεκτρικές στήλες και τους συσσωρευτές και τα απόβλητα ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών και με την κατάργηση της οδηγίας **91/157/ΕΟΚ**

Οδηγία **2005/32/ΕΚ** Για θέσπιση πλαισίου για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού όσον αφορά τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια και για τροποποίηση της οδηγίας **92/42/ΕΟΚ** και των οδηγιών **96/57/ΕΚ** και **2000/55/ΕΚ**

1.4 Νομοθεσία

Εδώ βρίσκεται το σύνολο της Ελληνικής νομοθεσίας, που διέπει τη διαχείριση των αποβλήτων. Για πρακτικούς λόγους τα νομοθετήματα έχουν ταξινομηθεί χρονολογικά σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- Θεσμικό πλαίσιο (Εθνικός Σχεδιασμός, πλαίσιο διαχείρισης, τεχνικές προδιαγραφές κ.α.)
- Εναλλακτική διαχείριση ειδικών ρευμάτων αποβλήτων (Συσκευασίες, Ελαστικά, ΑΗΗΕ κ.α.)
- Γενικά (λοιπά νομοθετήματα ΦοΔΣΑ, κ.α.)

Επιλέγοντας τον τίτλο του κάθε νομοθετήματος μεταφερόμαστε στο αντίστοιχο ΦΕΚ (Τα ΦΕΚ βρίσκονται στην Ιστοσελίδα του **Ελληνικού Ινστιτούτου Υγιεινής και ασφάλειας** <http://www.elinyae.gr>). Σε ορισμένες περιπτώσεις μεταφερόμαστε εναλλακτικά σε περιληπτικό κείμενο με τα άρθρα του κάθε νομοθετήματος.

ΕΤΟΣ	ΕΙΔΟΣ	Τίτλος Νομοθετήματος	ΦΕΚ
		ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	
2008	Εγκύκλιος	Άδειες διαχείρισης υγρών επικίνδυνων αποβλήτων σε περιπτώσεις διάθεσής τους, μετά από επεξεργασία, εντός ή επί του εδάφους	
2008	Εγκύκλιος	Διευκρίνιση θεμάτων εφαρμογής της νομοθεσίας, σχετικά με τη διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων	
2008	Εγκύκλιος	ΕΓΚΥΚΛΙΟΣ για άρθρο 7 ΚΥΑ 13588 (28-1-08)	
2007	Εγκύκλιος	Εγκύκλιος για την εκπόνηση μελέτης αποκατάστασης ΧΑΔΑ επικινδυνότητας <35	
2007	Υ.Α. 8668/2007	Έγκριση Εθνικού Σχεδιασμού Διαχείρισης Επικίνδυνων Αποβλήτων (ΕΣΔΕΑ)	ΦΕΚ 187/Β' /2.3.2007
2007		2η Εγκύκλιος, Σύνταξη Διαχειριστικών Σχεδίων Αποβλήτων από τις Βιομηχανίες	
2006		Κανονισμός 1013/2006 Για τη συντομία μεταφορά των αποβλήτων	
2006	ΚΥΑ Αριθμ. Η.Π 24944/1159	Έγκριση Γενικών Τεχνικών Προδιαγραφών για την διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων	ΦΕΚ 791/Β' /30.6.2006
2006	ΚΥΑ 4641/232/2006	«Καθορισμός τεχνικών προδιαγραφών μικρών χώρων υγειονομικής ταφής αποβλήτων σε νησιά και απομονωμένους οικισμούς, κατ' εφαρμογή του άρθρου 3 (παρ.4) σε συνδυασμό με το άρθρο 20 (παράρτημα Ι) της υπ' αριθμ. 29407/3508/2002 ΚΥΑ	ΦΕΚ Β 168/13-02-06
2006	ΚΥΑ 13588/725/2006	«Μέτρα όροι και περιορισμοί για την διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 91/689/ΕΟΚ	ΦΕΚ Β 383/28.3.06
2005	Εγκύκλιος Οικ.135977/14 -12-2005	Πρότυπες Οριστικές Μελέτες Έργων Αποκατάστασης Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων (ΧΑΔΑ)	
2005	ΚΥΑ 22912/1117	«Μέτρα και όροι για την πρόληψη και τον περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος από την αποτέφρωση των αποβλήτων»	ΦΕΚ 759B/06-06-05
2005	Εγκύκλιος 131529/7-4-2005	Παροχή οδηγιών για την έγκριση περιβαλλοντικών όρων έργων και δραστηριοτήτων που παράγουν ή διαχειρίζονται ζωικά υποπροϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο	
2005	Εγκύκλιος	Σύνταξη Διαχειριστικών Σχεδίων Αποβλήτων από τις Βιομηχανίες	
2004	Εγκύκλιος 123067/10-2-2004	Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων: Συλλογή-Μεταφορά-Αποθήκευση Αποβλήτων και Αποκατάσταση Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων	

2004	ΕΓΚΥΚΛΙΟΣ οικ.103731/12 78/5-5-04	Εφαρμογή Νομοθεσίας για τη Διαχείριση των μη Επικίνδυνων Στερεών Αποβλήτων	
2004		ΕΓΚΥΚΛΙΟΣ οικ.109974/3106/22-10-04 (Ορθή επανάληψη 4-11-04), σχετικά με τις Πρότυπες Προδιαγραφές Τεχνικής Μελέτης Περιβαλλοντικής Αποκατάστασης ΧΑΔΑ	
2003	ΚΥΑ Η.Π. 50910/2727	«Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων / Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης»	ΦΕΚ 1909B/22-12-03
2003		Απόφαση 2003/33/ΕΚ για τον καθορισμό κριτηρίων και διαδικασιών αποδοχής των αποβλήτων στους χώρους υγειονομικής	
2003	ΚΥΑ 37591/2031/20 03	«Μέτρα και όροι για τη διαχείριση ιατρικών αποβλήτων από υγειονομικές μονάδες»	ΦΕΚ Β1419/ 1.10.03
2003	Υ.Α. 26469/1501/Ε 103/2003	Τροποποίηση της Κ.Υ.Α. 14312/1302/00 με θέμα «συμπλήρωση και εξειδίκευση της Κ.Υ.Α. 113944/97 «εθνικός σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων (Γενικές κατευθύνσεις της πολιτικής διαχείρισης των στερεών αποβλήτων)» (723/Β)»	ΦΕΚ 864 Β/2003
2003-4		Εγκύκλιοι για τη διαχείριση των ζωικών αποβλήτων (ΥΠΕΧΩΔΕ, Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης)	
2003	Υ.Α. 239267/2003	Σύσταση Γραφείου Διαχείρισης Ζωικών αποβλήτων	ΦΕΚ 950/Β' /9.7.2003
2003	ΚΥΑ 18083/1098 Ε.103/ 2003	«Σχέδια διάθεσης /απολύμανσης συσκευών που περιέχουν PCB – Γενικές κατευθύνσεις για τη συλλογή και μετέπειτα διάθεση συσκευών και αποβλήτων με PCB, σύμφωνα με το άρθρο 7 της κοινής υπουργικής απόφασης 7589/731/2000 (Β' 514)»	ΦΕΚ Β 606/15.5.03
2002	ΥΑ 29407/3508 16.12.2002	Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων	ΦΕΚ 1572B/2002
2002	Υ.Α. 3418/07/2002	Μέτρα και όροι για τις λιμενικές εγκαταστάσεις παραλαβής αποβλήτων που παράγονται στα πλοία και καταλοίπων φορτίου	ΦΕΚ 712 Β/2002
2000	Υ.Α. 19817/1702/20 00	Τροποποίηση της Κ.Υ.Α. 73537/14398/95 «διαχείριση των ηλεκτρικών στηλών και των συσσωρευτών που περιέχουν ορισμένες επικίνδυνες ουσίες» (781/Β). Πρόγραμμα δράσης για τη διαχείριση των ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών	ΦΕΚ 963/Β' /1.8.2000
2000	ΚΥΑ 7589/731/2000	«Καθορισμός μέτρων και όρων για τη διαχείριση των πολυχλωροδιφαινυλίων και των πολυχλωροτριφαινυλίων (PCB/PCT)»	ΦΕΚ Β 514/11.4.00

2000	ΚΥΑ 14312/1302/20 00	Συμπλήρωση και εξειδίκευση της υπ' αριθ. 113944/1944/1997 Κοινής Υπουργικής Απόφασης με θέμα «Εθνικός σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων (Γενικές κατευθύνσεις της πολιτικής διαχείρισης στερεών αποβλήτων)»	ΦΕΚ 723B/2000
2000	N.2824/2000	Κύρωση της Κοινής Σύμβασης για την ασφάλεια της διαχείρισης αναλωθέντων καυσίμων και την ασφάλεια της διαχείρισης ραδιενεργών αποβλήτων	ΦΕΚ 90/A`/16.3.2000
1999	Υ.Α. 2487/455/1999	Μέτρα και όροι για την πρόληψη και τον περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος από την αποτέφρωση επικίνδυνων αποβλήτων	ΦΕΚ 196/B`/8.3.1999
1997	ΥΑ 362016/28.11. 97	Τροποποίηση – Συμπλήρωση της απόφασης αριθμ. 346712/6.10.97 περί «διαδικασίες για τη βιολογική αποσύνθεση και λιπασματοποίηση των αποσυρόμενων γεωργικών προϊόντων (Υπουργείο Γεωργίας)	
1997	ΥΑ 346712/6.10.9 7	Διαδικασίες για την βιολογική αποσύνθεση και λιπασματοποίηση των αποσυρόμενων γεωργικών προϊόντων (Υπουργείο Γεωργίας)	
1997	ΚΥΑ 114218	Κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων	ΦΕΚ 1016B/1997
1997	ΚΥΑ 113944/97	Εθνικός σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων (Γενικές Κατευθύνσεις της Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων)	ΦΕΚ 1016B/1997
1997	ΚΥΑ 19396/1546	Μέτρα και όροι για τη διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων	ΦΕΚ 604 B
1997	Π.Δ 22/1997	Επιτήρηση και έλεγχος αποστολών των ραδιενεργών αποβλήτων μεταξύ της Ελλάδας και των λοιπών κρατών - μελών της Κοινότητας, καθώς και προς και από την Κοινότητα	ΦΕΚ 20/A`/26.2.1997
1996	ΚΥΑ 69728/824	Μέτρα και όροι για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων	ΦΕΚ 358/1996
1996	ΚΥΑ 98012/2001	Χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια	ΦΕΚ 40 B
1995	ΚΥΑ 73537/148	«Διαχείριση ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών που περιέχουν ορισμένες επικίνδυνες ουσίες»	ΦΕΛ 781
1994	Νόμος 2203/94	Κύρωση της Σύμβασης για την πρόσβαση σε πληροφορίες, τη συμμετοχή του κοινού στη λήψη αποφάσεων και την πρόσβαση στη δικαιοσύνη για περιβαλλοντικά θέματα	ΦΕΚ 58 A
1993	ΚΥΑ 82805/2224/93	Καθορισμός μέτρων και όρων για την πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προέρχεται από εγκαταστάσεις καύσης αστικών αποβλήτων	ΦΕΚ 699B/93
1991	ΚΥΑ 80568/4225	Μέθοδοι, όροι και περιορισμοί για τη χρησιμοποίηση στη γεωργία της ιλύος που προέρχεται από επεξεργασία οικιακών και αστικών λυμάτων	ΦΕΚ 641B/1991

1988	Υ.Α. 19744/454/198 8	Επιτήρηση και έλεγχος των Διασυνοριακών Μεταφορών επικίνδυνων αποβλήτων	ΦΕΚ 166/Β`/24.3.1988
1986	ΚΥΑ 49541/1424/86	Στερεά απόβλητα σε συμμόρφωση με την Οδηγία 75/442 του Συμβουλίου	ΦΕΚ 444Β/1986
1985	ΚΥΑ 71560/3053	Διάθεση των χρησιμοποιούμενων ορυκτελαίων	ΦΕΚ 665 Β
1985	Κ.Υ.Α.72751/3 054	Τοξικά και επικίνδυνα απόβλητα και εξάλειψη πολυχλωροδιαφαινυλίων και πολυχλωροτριφαινυλίων	ΦΕΚ 665 Β
1983	Π.Δ. 329/1983	Ταξινόμηση, συσκευασία και επισήμανση των επικίνδυνων ουσιών σε συμμόρφωση με τις Οδηγίες του Συμβουλίου των Ε.Κ. 67/548/ΕΟΚ, 69/81/ΕΟΚ, 70/189/ΕΟΚ, 71/141/ΕΟΚ, 23/146/ΕΟΚ, 75/409/ΕΟΚ, 79/831/ΕΟΚ και της Επιτροπής των Ε.Κ. 76/907/ΕΟΚ, 79/370/ΕΟΚ	ΦΕΚ 118/Α`/1983
1982	Υ.Α. 181051/1090/8 2	Όροι και προϋποθέσεις αναγνώρισης πλοίων, φορτηγίδων ή πλωτών γενικά ναυπηγημάτων που χρησιμοποιούνται ως ευκολίες υποδοχής στερεών απορριμμάτων πλοίων	ΦΕΚ 266Β/1982
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ			
2008	Π.Δ.	ΠΔ 170/2008 «Οργανισμός υπηρεσιών και προσωπικού του Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.)	(ΦΕΚ 228 Α/ 7.11.08)
2008	Π.Δ.	ΠΔ 99/2008 «Συγκρότηση και λειτουργία του Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.) και Κανονισμός Οικονομικής Διαχείρισης και Προμηθειών του Οργανισμού»	(ΦΕΚ 154 Α /31.7.08)
2007	Υ.Α. 74362/5340/05 /2007	Προσαρμογή της Ελληνικής νομοθεσίας προς τις διατάξεις της οδηγίας 2005/64/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 26 Οκτωβρίου 2005 σχετικά με την έγκριση τύπου οχημάτων με κινητήρα όσον αφορά την δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης	ΦΕΚ 544/Β`/18.4.2007
2007	Υ.Α. 9268/469/2007	Τροποποίηση των ποσοτικών στόχων για την ανάκτηση και ανακύκλωση των αποβλήτων των συσκευασιών σύμφωνα με το άρθρο 10 του ν. 2939/01 (179/Α), καθώς και άλλων διατάξεων του νόμου	ΦΕΚ 286/Β`/2.3.2007
2006	Υ.Α. οικ. 150237/2006	Έγκριση του Συστήματος Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσσωρευτών Μολύβδου - Οξέος Κρήτης "ΣΕΔΙΣ - ΚΕΠΕ"	ΦΕΚ 1398/Β`/14.9.2006

2006	Π.Δ. 15/2006	Τροποποίηση του προεδρικού διατάγματος 117/04 (82/Α), σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2003/108 «για την τροποποίηση της οδηγίας 2002/96 σχετικά με τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ)» του Συμβουλίου της 8ης Δεκεμβρίου	ΦΕΚ 12 Α/2006
2005	Εγκύκλιος 122648/9.3.05	«Διευκρινήσεις σχετικά με την Μελέτη Οργάνωσης για την άδεια συλλογής και μεταφοράς αποβλήτων συσκευασιών, χρησιμοποιημένων ελαστικών οχημάτων, αποβλήτων λιπαντικών ελαίων, οχημάτων στο τέλος κύκλου ζωής τους	
2004	ΚΥΑ οικ. 104826/2004	«Καθορισμός ύψους ανταποδοτικών τελών από ατομικά ή συλλογικά συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης συσκευασιών / άλλων προϊόντων (όπως αυτά ορίζονται στο άρθρο 2, παρ. 4, του Ν. 2939/2001) σε εφαρμογή των άρθρων 7 (παρ. Β1, εδ. α3 και παρ. Β2, εδ. α5) και τ	ΦΕΚ Β 849/9.6.04
2004	ΚΥΑ 112145/2004	"Ξεχωριστή αναγραφή της χρηματικής εισφοράς επί των τιμολογίων πώλησης σε όλα τα στάδια πώλησης των ελαστικών των οχημάτων, των ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών, του ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, των οχημάτων, των λιπαντικών ελαίων, εκτός των τιμολογίων που απευθύνονται στους τελικούς αγοραστές χρήστες - επιτηδευματίες"	(ΦΕΚ 1916 Β/24.12.2004)
2004	ΠΔ 117/2004	«Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού	ΦΕΚ Α 82/5.3.04
2004	ΠΔ 116/2004	«Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των οχημάτων στο τέλος του κύκλου ζωής τους, των χρησιμοποιημένων ανταλλακτικών τους και των απενεργοποιημένων καταλυτικών μετατροπένων	ΦΕΚ Α 81/5.3.04
2004	ΠΔ 115/2004	«Αντικατάσταση της 73537/148/1995 κοινής υπουργικής απόφασης «Διαχείριση ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών που περιέχουν ορισμένες επικίνδυνες ουσίες»(Β' 781) και 19817/2000 κοινής υπουργικής απόφασης «Τροποποίηση της 73537/1995 κοινής υπουργικής απόφασης	ΦΕΚ Α 80/5.3.04
2004	ΠΔ 109/2004	«Μέτρα και όροι για την εναλλακτική διαχείριση των μεταχειρισμένων ελαστικών των οχημάτων. Πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείρισή τους»	ΦΕΚ Α 75/5.3.04

2004	ΠΔ 82/2004	Καθορισμός μέτρων και όρων για τη διαχείριση των χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων	ΦΕΚ Α 64/2.3.04
2002	ΥΑ 24.1.2002	Διαδικασία και προϋποθέσεις χαρακτηρισμού ως στερεών αποβλήτων των εγκαταλειμμένων οχημάτων	ΦΕΚ 57B/2002
2001	Ν. 2939/2001	Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων – Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και άλλων προϊόντων	ΦΕΚ 179A/2001
ΓΕΝΙΚΑ			
2008	εγκύκλιος	Θέματα ΦοΔΣΑ	
2008	Ν.3688/08	Πολιτιστικό κέντρο ελληνικής αστυνομίας και άλλες διατάξεις (άρθρο 16 εξειδικεύει οργανωτικά ζητήματα των ΦοΔΣΑ)	ΦΕΚ 163A/5/8/2008
2008	Υ 325/14.03.08	Σύσταση Διυπουργικής Επιτροπής για τη διαχείριση των απορριμμάτων	ΦΕΚ 465 Β/17-3-08
2007	Υ.Α. Α1/οικ 11383/840/2007	Χορήγηση αδειών κυκλοφορίας φορτηγών ιδιωτικής χρήσης σε κατόχους άδειας συλλογής – μεταφοράς επικίνδυνων ιατρικών αποβλήτων.	ΦΕΚ 309/B`/7.3.2007
2007	Ν. 3536/2007	«Ειδικές ρυθμίσεις θεμάτων μεταναστευτικής πολιτικής και λοιπών ζητημάτων αρμοδιότητας Υπουργείου Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης.» (Άρθρο 30 Στερεά Απόβλητα)	ΦΕΚ 42/A/23.2.2007
2006	Ν. 3463/06	Νέος Δημοτικός & Κοινοτικός Κώδικας	ΦΕΚ Α 114/8.6.2006
2006	Υ.Α. Η.Π. 1764/653/2006	Πρόσβαση του κοινού στις δημόσιες αρχές για παροχή πληροφοριών σχετικά με το περιβάλλον, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2003/4/ΕΚ «για την πρόσβαση του κοινού σε περιβαλλοντικές πληροφορίες και για την κατάργηση της οδηγίας 90/313/ΕΟΚ»	ΦΕΚ 327/B`/17.3.2006
2006	Π.Δ. 211	Συμπληρωματικά μέτρα εκτέλεσης του Κανονισμού 1774/2002/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 3ης Οκτωβρίου 2002 για τον καθορισμό υγειονομικών κανόνων σχετικά με τα ζωικά υποπροϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο	ΦΕΚ 211/A/5.10.2006
2005	Ν. 3422/2005	Κύρωση της Σύμβασης για την πρόσβαση σε πληροφορίες, τη συμμετοχή του κοινού στη λήψη αποφάσεων και την πρόσβαση στη δικαιοσύνη για περιβαλλοντικά θέματα	303/A`/13.12.2005
2005	ΚΥΑ οικ.145799/2005	«Συμπλήρωση της υπ' αριθμ. Η.Π. 15393/2332/2002 (ΦΕΚ	ΦΕΚ Β 1002/18.07.05

		1022/Β/5.8.2002) κοινής υπουργικής απόφασης, Κατάταξη δημόσιων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, σύμφωνα με το άρθρο 3 του ν. 1650/1986 (Α' 160) όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 1	
2005	Υ.Α. Δ10/Β/Φ.68/οι κ.9725/2842	Τροποποίηση της Δ.10/Φ.68/οικ.4437/1.3.2001 κοινής απόφασης των Υπουργών Ανάπτυξης ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. και Γεωργίας "Προδιαγραφές και χρονοδιάγραμμα ειδικής μελέτης αποκατάστασης"	ΦΕΚ 713 Β
2003	ΚΥΑ 37111/2021/20 03	«Καθορισμός τρόπου ενημέρωσης και συμμετοχής του κοινού κατά τη διαδικασία έγκρισης περιβαλλοντικών όρων των έργων και δραστηριοτήτων σύμφωνα με την παράγραφο 2 του άρθρου 5 του Ν.1650/1986 όπως αντικαταστάθηκε με τις παραγράφους 2 και 3 του άρθρου 3 του	ΦΕΚ Β 1391/29.9.03
2003	ΚΥΑ 11014/703/Φ1 04/2003	«Διαδικασία Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης(ΠΠΕΑ) και Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ) σύμφωνα με το άρθρο 4 του Ν.1650/1986 (Α' 160) όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 2 του Ν.3010/2002 «Εναρμόνιση του Ν. 1650/86 με τις Οδηγίες	ΦΕΚ Β 332/20.3.03
2003	Εγκ. οικ 117266/2003	Εφαρμογή των διατάξεων του άρθρου 12 παρ 3 της Κ.Υ.Α. Η.Π. 11014/703/Φ104/03 (ΦΕΚ 332/Β/2003) όσον αφορά την υποχρέωση ενημέρωσης των αρμοδίων αρχών για τις απορρίψεις ρύπανσης (εκπομπών και αποβλήτων) από τις δραστηριότητες του παραρτήματος ΙΙ	
2002	ΚΥΑ 25535/3281/02	«Έγκριση περιβαλλοντικών όρων από το Γενικό Γραμματέα της Περιφέρειας των έργων και δραστηριοτήτων που κατατάσσονται στην υποκατηγορία 2 της Α' κατηγορίας σύμφωνα με την υπ'αρ. ΗΠ 15393/2332/2002 ΚΥΑ «Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων σε κατηγορίες κ.	ΦΕΚ Β 1463/20.11.02
2002	ΚΥΑ 15393/2332/20 02	«Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες σύμφωνα με το άρθρο 3 του Ν. 1650/1986 όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 1 του Ν.3010/2002 «Εναρμόνιση του Ν.1650/86 με τις οδηγίες 97/11/ΕΕ και 96/61/ΕΕ κ.ά (Α' 91)»	ΦΕΚ Β 1022/5.8.02
2002	Ν. 3010/2002	«Εναρμόνιση του Ν. 1650/86 με τις Οδηγίες 97/11/Ε.Ε. και 96/61 Ε.Ε., διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες	ΦΕΚ Α 91/25.4.02

		διατάξεις»	
2002	ΠΔ 23/2002	Δημοτική Αστυνομία: πρόσληψη, προσόντα, δικαιώματα κλπ	ΦΕΚ 19 Β/2002
2001	Ν 2947/2001	Ολυμπιακή Φιλοξενία, Ολυμπιακά Έργα κλπ διατάξεις	ΦΕΚ 228Α
2001	ΥΑ Δ10/2001/Β-244	Προδιαγραφές και χρονοδιάγραμμα ειδικής μελέτης αποκατάστασης λατομείων αδρανών υλικών	ΦΕΚ 224 Β
2000	Υ.Α. 15420/3278/2000	Διαδικασία αποκατάστασης περιβάλλοντος ανενεργών λατομείων νομού Αττικής	783/Β\`/23.6.2000
1998	Υ.Α. 9690/Γ-601/1998	Ανάκληση της 135/Γ-5/31-12-97 απόφασης, με την οποία τροποποιήθηκε η 7381/Γ-112/97 απόφαση με θέμα «Ανάθεση, έγκριση και προκήρυξη διενέργειας της έρευνας των Στερεών Βιομηχανικών Αποβλήτων	ΦΕΚ 828 Β/1998
1998	Υ.Α. 6112/Γ-1049/1998	Ανάθεση έγκριση και προκήρυξη διενέργειας έρευνας Στερεών Βιομηχανικών Αποβλήτων	ΦΕΚ 457 Β/1998
1998	Υ.Α. 135/Γ-5/1998	Τροποποίηση της απόφασης 7381/Γ-112/21-4-97 με θέμα «Ανάθεση, έγκριση και προκήρυξη διενέργειας της έρευνας των Στερεών Βιομηχανικών αποβλήτων»	ΦΕΚ 50Β\`/1998
1995	Υ.Α. Υ1β/2000/1995	Υγειονομική Διάταξη «Περί όρων ιδρύσεως και λειτουργίας πτηνοκτηνοτροφικών εγκαταστάσεων»	ΦΕΚ 343/Β\`/4.5.1995
1995	Υ.Α. 77921/1440/1995	Ελεύθερη πρόσβαση του κοινού στις δημόσιες αρχές για πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον	795/Β\`/14.9.1995
1995	Π.Δ. 410/1995	Δημοτικός και Κοινοτικός Κώδικας	ΦΕΚ 231Α/1995
1994	Ν. 2242/1994	Πολεοδόμηση περιοχών δεύτερης κατοικίας σε Ζ.Ο.Ε. Κλπ	ΦΕΚ 162 Α
1991	ΥΑ 71961/3670/1991	Καθορισμός των όρων και της διαδικασίας ανακοίνωσης των σχεδίων των Προεδρικών Διαταγμάτων που προβλέπονται στις παραγράφους 1 και 2 του άρθρου 21 του Ν.1650/86	ΦΕΚ 541/Β/91
1991	Π.Δ. 517/91	Για τις ιδιωτικές κλινικές	ΦΕΚ 202Α/1991
1991	Π.Δ. 444/91	Συμπλήρωση και τροποποίηση του Π.Δ. 1381/81 (Α334) ως προς το ασβέστιο, το μαγνήσιο, το νάτριο και το θείο που περιέχονται στα λιπάσματα	ΦΕΚ 164Α/1991
1991	Υ.Α. 8243/1113/1991	Καθορισμός μέτρων και μεθόδων για την πρόληψη και μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος από εκπομπές αμιάντου	ΦΕΚ 138Β/1991
1990	ΚΥΑ 75308/5512/1990	Καθορισμός τρόπου ενημέρωσης πολιτών και φορέων για το περιεχόμενο Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων	ΦΕΚ 691Β/1990

1990	ΚΥΑ 69269/5387/19 90	Κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, περιεχόμενο Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και συναφείς διατάξεις	ΦΕΚ 678B/1990
1990	ΚΥΑ 31784/954/90	Για τους τύπους συσκευασίας υγρών τροφίμων	ΦΕΚ 251B/1990
1988	ΚΥΑ 59388/3363/88	Τρόπος, όργανα και διαδικασία επιβολής και εισπράξης των διοικητικών προστίμων του άρθρου 30 του Ν.1650/1986	ΦΕΚ 638 Β/31-8-88
1986	Ν. 1650/1986	Για την προστασία του περιβάλλοντος	ΦΕΚ 160Α/1986
1982	Π.Δ. 434/1982	Συγκρότηση και αρμοδιότητες ειδικής υπηρεσίας των ΟΤΑ	ΦΕΚ 78Α/1982
1980	Ν. 1080/1980	Περί τροποποιήσεως και συμπληρώσεως διατάξεων τινών της περί των προσόδων των ΟΤΑ Νομοθεσίας και άλλων τινών συναφών διατάξεων	ΦΕΚ 246Α/1980
1977	Ν. 743/1977	Περί προστασίας του θαλασσίου Περιβάλλοντος και ρυθμίσεως συναφών θεμάτων	ΦΕΚ 319Α/1977
1976	Ν. 429/1976	Περί τροποποιήσεως διατάξεως τινών του Ν. 25/1975.	ΦΕΚ 235Α/1976
1975	Ν. 25/1975	Περί υπολογισμού και τρόπου εισπράξεως δημοτικών και κοινοτικών τελών καθαριότητας και φωτισμού και ρυθμίσεως συναφών θεμάτων.	ΦΕΚ 74Α/1975
1964	ΚΥΑ ΕΙβ/301/64	Περί συλλογής, αποκομιδής και διαθέσεως απορριμμάτων.	ΦΕΚ 63B/1964

2. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ Ε.Ε.

Η Κοινοτική πολιτική για την προστασία του περιβάλλοντος ξεκίνησε ουσιαστικά με τη Σύνοδο κορυφής των Παρισίων το 1974. Ακολούθησαν τα “προγράμματα δράσης” της Κοινότητας και ήδη από το 1975 προβλέπονται στον κοινοτικό προϋπολογισμό κονδύλια για την προστασία του περιβάλλοντος. Το **1981** οι ως τότε διάσπαρτες περιβαλλοντικές υπηρεσίες συγχωνεύονται στη Γενική Διεύθυνση XI (περιβάλλον, πυρηνική ασφάλεια προστασία πολιτών) και υπό το πρίσμα των εξελίξεων υιοθετείται η Ενιαία Ευρωπαϊκή Πράξη (1η Ιουλίου 1987) ως ανεξάρτητη πολιτική για το περιβάλλον. Την ίδια χρονιά υιοθετείται το 4ο Πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον, με βασικό στόχο την αποτελεσματική εφαρμογή της κοινοτικής νομοθεσίας για το περιβάλλον από τα κράτη μέλη. Το **1991** η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ξεκίνησε το πρόγραμμα για τη διαχείριση των αποβλήτων προτεραιότητας στα οποία περιλαμβάνονταν:

- Απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό
- Απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις
- Οχήματα στο τέλος κύκλου ζωής τους
- Συσσωρευτές
- Ελαστικά
- Συσκευασίες και απορρίμματα συσκευασιών
- Χρησιμοποιημένα Ορυκτέλαια
- Νοσοκομειακά απόβλητα
- PCB's

Ακολούθησε το 5ο Πρόγραμμα Δράσεως για το Περιβάλλον “προς μια αειφόρο ανάπτυξη” το οποίο θέσπισε τις αρχές μιας πιο ενεργητικής Ευρωπαϊκής στρατηγικής για την περίοδο **1992-2000** και σηματοδότησε την αρχή μίας οριζόντιας κοινοτικής δράσεως, λαμβάνοντας υπόψη όλους τους παράγοντες ρύπανσης (βιομηχανία, ενέργεια, τουρισμός, μεταφορές, γεωργία). Πλέον τρέχει το 6ο Πρόγραμμα Δράσης για το Περιβάλλον το οποίο προσδιορίζει γενικούς στόχους και καθορίζει κατάλογο περιβαλλοντικών προτεραιοτήτων μέχρι και το έτος **2010**.

Τα βασικότερα σημεία της περιβαλλοντικής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι τα εξής:

- Η πρόληψη είναι προτιμότερη από τη λήψη διορθωτικών μέτρων
- Τα περιβαλλοντικά προβλήματα πρέπει να αντιμετωπίζονται στην πηγή τους
- Ο ρυπαίνων πρέπει να πληρώνει το κόστος των μέτρων που θα ληφθούν για την προστασία του περιβάλλοντος
- Η περιβαλλοντική πολιτική πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και να αποτελεί τμήμα των άλλων πολιτικών της Ευρωπαϊκής Κοινότητας

Ολόκληρη η περιβαλλοντική πολιτική της Ε.Ε. βασίζεται στην αρχή "ο ρυπαίνων πληρώνει". Οι πληρωμές μπορεί να πραγματοποιηθούν με τη μορφή επενδύσεων για να επιτευχθεί συμμόρφωση προς αυστηρότερα πρότυπα ή με τη μορφή φόρου επιβαλλόμενου στις επιχειρήσεις ή στους καταναλωτές που χρησιμοποιούν μη οικολογικά προϊόντα (π.χ. ορισμένους τύπους συσκευασιών).

Όταν οι κίνδυνοι που απειλούν το περιβάλλον είναι περισσότερο δυνητικοί παρά αποδεδειγμένα υπαρκτοί, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εφαρμόζει αυτό που είναι γνωστό ως "αρχή της προφύλαξης", δηλαδή προτείνει μέτρα προστασίας, αν ο κίνδυνος φαίνεται πραγματικός, ακόμα και αν δεν υπάρχει απόλυτη επιστημονική βεβαιότητα. Ειδικότερα για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, αυτή με βάση τις κοινοτικές Οδηγίες θα πρέπει να βασίζεται στις εξής αρχές:

1) Αρχή της πρόληψης ή και μείωσης των παραγόμενων αποβλήτων

Βασικό ζήτημα στην πρόληψη παραγωγής απορριμμάτων αποτελεί η εκτίμηση των επιπτώσεων από το στάδιο της εξαγωγής παρθένων πρώτων υλών, της επεξεργασίας, μεταποίησης, μεταφοράς και χρήσης. Μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν – σε αρκετά παγιωμένη μορφή – μέθοδοι αναλύσεων κύκλου ζωής για τα κάθε είδους προϊόντα, κατασκευές κ.λπ. Ήδη όμως έχουν ληφθεί αποφάσεις που υλοποιούνται είτε μέσω χρηματοδοτικών προγραμμάτων (π.χ. LIFE), είτε μέσω θεσμοθέτησης τεχνικών προτύπων, στο πλαίσιο της

Ευρωπαϊκής Επιτροπής Τυποποίησης (CEN). Σε ειδικές περιπτώσεις η πρόληψη μπορεί να γίνεται μέσω περιορισμών ή απαγορεύσεων στη χρήση συγκεκριμένων ουσιών (π.χ. βαρέων μετάλλων), ώστε να προλαμβάνεται σε μεταγενέστερο στάδιο η δημιουργία επικίνδυνων αποβλήτων. Άλλοι τρόποι συνεισφοράς στην πρόληψη, είναι τα προγράμματα οικολογικών ελέγχων, με παράλληλη θέσπιση κινήτρων ή και αντικινήτρων σε οικονομικούς φορείς του Δημόσιου ή του ιδιωτικού τομέα (οικολογικό σήμα) και η ενθάρρυνση των καταναλωτών να αγοράσουν προϊόντα που ρυπαίνουν λιγότερο.

2) Αρχή επαναχρησιμοποίησης των υλικών

Με βάση και την ευθύνη του παραγωγού, ο κατασκευαστής οφείλει να εξασφαλίζει τα μέσα, όχι μόνο για να περιορίσει τη δημιουργία αποβλήτων, (με συνετή χρήση των φυσικών πόρων, ανανεώσιμων πρώτων υλών ή μη επικίνδυνων υλικών) αλλά και για τη δημιουργία προϊόντων ώστε να διευκολύνεται επαναχρησιμοποίησή και ανάκτησή τους.

3) Αρχή ανακύκλωσης και αξιοποίησης των υλικών

Η ανάκτηση από τα απορρίμματα αποτελεί τον πυρήνα κάθε αειφόρου πολιτικής διαχείρισής τους. Αυτό σημαίνει ότι σε περιπτώσεις όπου η δημιουργία τους δεν μπορεί να αποφεύγεται, θα πρέπει να επαναχρησιμοποιούνται ή να υποβάλλονται σε διαδικασίες ανάκτησης υλικών. Βασική διαδικασία για την ανάκτηση των υλικών, είναι ο διαχωρισμός τους στην πηγή. Αυτό απαιτεί τη συμμετοχή των καταναλωτών και των τελικών χρηστών στην αλυσίδα διαχείρισης και τους καθιστά περισσότερο ευαίσθητους ως προς την ανάγκη μείωσης της παραγωγής αποβλήτων. Σημαντική επίσης προϋπόθεση αποτελεί για την οικονομική βιωσιμότητα συστημάτων ανακύκλωσης και η δημιουργία αγορών για τα προϊόντα που θα προκύψουν.

4) Αρχή ανάκτησης ενέργειας

Στις περιπτώσεις που δεν είναι δυνατή η ανάκτηση υλικών λόγω τεχνικών περιορισμών, θα πρέπει να οδηγούνται τα απόβλητα με σημαντικό θερμικό περιεχόμενο σε μονάδες καύσης με στόχο την ανάκτηση ενέργειας, ώστε να διατεθεί τελικώς μόνο το κλάσμα που δεν δύναται να αξιοποιηθεί.

5) Αρχή της ασφαλούς διάθεσης

Η απόρριψη στερεών αποβλήτων σε χώρους διάθεσης έχει βαρύτατες επιπτώσεις στο περιβάλλον και θα πρέπει να επιλέγεται ως έσχατη λύση. Χρησιμοποιείται εκτενώς μιας και είναι η οικονομικότερη λύση, αλλά οι πρόσφατες νομοθετικές διατάξεις έχουν ως μεσοπρόθεσμο στόχο να καταλήγουν σε χώρους διάθεσης μόνο τα μη ανακτήσιμα και αδρανή απόβλητα.

Το Δεκέμβριο του **2005** ανακοινώθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή η νέα θεματική στρατηγική για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Στόχος της στρατηγικής είναι να μειωθούν οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αποβλήτων καθ' όλο τον κύκλο ζωής τους, από την παραγωγή μέχρι την τελική διάθεσή τους, μέσω της ανακύκλωσης. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει να αντιμετωπίζεται κάθε είδος αποβλήτων όχι μόνο ως πηγή ρύπανσης που επιβάλλεται να μειωθεί, αλλά και ως ενδεχόμενος πόρος που προσφέρεται για εκμετάλλευση. Η νέα στρατηγική προβλέπει την απλοποίηση της κείμενης νομοθεσίας αποσκοπώντας στην συγχώνευση της οδηγίας για τα επικίνδυνα απόβλητα και της οδηγίας για τα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια αλλά και στην εξάλειψη των αλληλοεπικαλύψεων μεταξύ της οδηγίας πλαισίου για τα απόβλητα και της οδηγίας για την ολοκληρωμένη πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης. Επιπροσθέτως προβλέπει την ενθάρρυνση του τομέα της ανακύκλωσης με στόχο την επανένταξη, με ελάχιστο περιβαλλοντικό αντίκτυπο, των αποβλήτων στον οικονομικό κύκλο με τη μορφή προϊόντων ποιότητας. Η νέα στρατηγική προβλέπει και άλλα μέτρα, όπως η ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με τη φορολογία της οριστικής εναπόθεσης των αποβλήτων σε εθνικό επίπεδο καθώς και, μακροπρόθεσμα, τη λήψη μέτρων βάσει της φύσης των υλικών και ενδεχομένως μέτρων συμπλήρωσης των

μηχανισμών της αγοράς, σε περίπτωση που δεν επαρκέσουν για την εξασφάλιση της ανάπτυξης της ανακύκλωσης.

2.1 ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ

Η νέα Οδηγία πλαίσιο αντικαθιστά την **Οδηγία 2006/12/ΕΚ** (και καταργεί τις Οδηγίες για τη διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων και των λιπαντικών (**75/439/ΕΚ**, **91/689/ΕΚ**) με στόχο να αποσαφηνίσει έννοιες όπως απόβλητο, διάθεση, αξιοποίηση, να ενισχύσει και να προωθήσει την πρόληψη της παραγωγής των απορριμμάτων, να εισάγει την έννοια της ανάλυσης κύκλου ζωής στη λήψη αποφάσεων για την διαχείρισή τους και να προωθήσει την ανάκτηση υλικών και ενέργειας. Επιπροσθέτως καθορίζει πότε θεωρείται αποδοτική η ανάκτηση ενέργειας από τα απορρίμματα μέσω της αποτέφρωσης .

Η νέα Οδηγία προβλέπει την δημοσίευση κατευθύνσεων για τα κριτήρια ταξινόμησης ενός αποβλήτου ως προϊόντος ή όχι, καθώς και τη θέσπιση ποσοτικών στόχων πρόληψης της παραγωγής των απορριμμάτων από τα κράτη μέλη. Θέτει συγκεκριμένους ποσοτικούς στόχους για την αξιοποίηση των αποβλήτων από κατασκευές και κατεδαφίσεις (70% ως το 2020), ελάχιστο ποσοτικό στόχο ανακύκλωσης των οικιακών αποβλήτων (50% ως το 2020) και προϋποθέτει την ξεχωριστή συλλογή τουλάχιστον του χαρτιού, μετάλλου, πλαστικού και γυαλιού μέχρι το 2015. Αναφορικά με τη διαχείριση των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων, προτείνει την ξεχωριστή συλλογή τους και τη διερεύνηση του πλαισίου διαχείρισής τους από την Επιτροπή.

Έχουν ακόμη εκδοθεί Κοινοτικές Οδηγίες που αναφέρονται στη διαχείριση συγκεκριμένων ρευμάτων αποβλήτων των οποίων η διάθεση από κοινού με τα οικιακά απορρίμματα θα δημιουργούσε σημαντικά προβλήματα. Τα κυριότερα νομοθετήματα είναι

1. **Οδηγία 75/439/ΕΟΚ** περί διαθέσεως των χρησιμοποιηθέντων ορυκτελαίων (καταργείται από τη νέα Οδηγία Πλαίσιο)
2. **Οδηγία 2006/66/ΕΚ** για τις ηλεκτρικές στήλες και τους συσσωρευτές που περιέχουν ορισμένες επικίνδυνες ουσίες,
3. **Οδηγία 94/62/ΕΚ** για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας,

4. **Οδηγία 96/59/ΕΚ** για τη διάθεση των πολυχλωροδιφαινυλίων και των πολυχλωροτριφαινυλίων (PCB/PCT),
5. **Οδηγία 2000/53/ΕΚ** για τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους,
6. **Οδηγία 2002/95/ΕΚ** σχετικά με τον περιορισμό της χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών σε είδη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού,
7. **Οδηγία 2002/96/ΕΚ** σχετικά με τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ).
8. **Οδηγία 91/689/ΕΟΚ**, για τα επικίνδυνα απόβλητα (καταργείται από τη νέα Οδηγία πλαίσιο)
10. **Κανονισμός 1774/2002/ΕΚ**, για την διαχείριση ζωικών υποπροϊόντων και αποβλήτων

2.2 Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Στις **21 Δεκεμβρίου του 2005**, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε μια νέα στρατηγική για την πρόληψη της παραγωγής των αποβλήτων και την ανακύκλωση. Η μακροπρόθεσμη αυτή στρατηγική αποβλέπει στη μετατροπή της Ευρώπης σε μια κοινωνία ανακύκλωσης, κοινωνία που θα επιδιώκει να αποφεύγει τη δημιουργία αποβλήτων και θα χρησιμοποιεί τα απόβλητα ως πόρο. Η στρατηγική θα στηριχτεί στις γνώσεις που θα προκύψουν από τη θεματική στρατηγική για τους πόρους.

Ως πρώτο βήμα, η Επιτροπή προτείνει την αναθεώρηση της Οδηγίας - Πλαίσιο του 1975 για τα απόβλητα (κωδικοποιήθηκε μέσω της Οδηγίας 2006/12), έτσι ώστε να καθοριστούν πρότυπα ανακύκλωσης και να συμπεριληφθεί η υποχρέωση των κρατών-μελών να καταρτίσουν εθνικά προγράμματα πρόληψης της δημιουργίας αποβλήτων. Με την αναθεώρηση αυτή, θα συγχωνευθεί, θα απλοποιηθεί και θα αποσαφηνιστεί η νομοθεσία, ώστε να γίνει πιο αποτελεσματική η εφαρμογή της. Επισημαίνεται πως οι στρατηγικές για τα απόβλητα και τους πόρους είναι δύο από τις επτά «θεματικές» στρατηγικές που προβλέπονται με βάση το 6ο Πρόγραμμα δράσης για το Περιβάλλον (2002-2012)

ΚΕΦΑΛΑΙΑ ΚΑΙ ΟΔΗΓΙΕΣ	
Αποτέφρωση επικίνδυνων αποβλήτων	Οδηγία 94/67/EK
Αποτέφρωση αποβλήτων	Οδηγία 2000/76/EK
Υγειονομική ταφή αποβλήτων	Οδηγία 1999/31/EK
Υγειονομική ταφή αποβλήτων	Απόφαση 2003/33/EK
Συσκευασίες και απορρίμματα συσκευασιών Οδηγία 94/62/EK	
Συσκευασίες και απορρίμματα συσκευασιών	Οδηγία 2004/12/EK
Συσκευασίες και απορρίμματα συσκευασιών	Οδηγία 2005/20/EK
Συσκευασίες και απορρίμματα συσκευασιών	Απόφαση 97/129/EK
Συσκευασίες και απορρίμματα συσκευασιών	Απόφαση 97/138/EK
Συσκευασίες και απορρίμματα συσκευασιών	Απόφαση 1999/177/EK
Συσκευασίες και απορρίμματα συσκευασιών	Απόφαση 2001/171/EK
Συσκευασίες και απορρίμματα συσκευασιών	Απόφαση 2001/524/EK
Συσκευασίες και απορρίμματα συσκευασιών	Απόφαση 2006/340/EK
Απόβλητα Εξορύξεων	Οδηγία 2006/21/EK
Συσκευασίες υγρών τροφίμων. Οδηγία 85/339/ΕΟΚ Τοξικά και επικίνδυνα απόβλητα	Οδηγία 78/319/ΕΟΚ
Επικίνδυνα απόβλητα. Οδηγία 91/689/ΕΟΚ Επικίνδυνα απόβλητα	Απόφαση 96/302/EK
Κατάρτιση καταλόγου επικινδύνων αποβλήτων. Απόφαση 94/904/EK	
Ταξινόμηση, συσκευασία και επισήμανση επικινδύνων ουσιών. Οδηγία 67/548/ΕΟΚ	
Διασυνοριακή Μεταφορά Επικίνδυνων Αποβλήτων. Οδηγία 84/631/ΕΟΚ	
Διασυνοριακή Μεταφορά Επικίνδυνων Αποβλήτων. Οδηγία 86/279/ΕΟΚ	
Διασυνοριακή Μεταφορά Επικίνδυνων Αποβλήτων. Απόφαση 90/170/ΕΟΚ	
Διασυνοριακή Μεταφορά Επικίνδυνων Αποβλήτων και Απόθεσή τους – Σύμβαση της Βασιλείας	Απόφαση 93/98/ΕΟΚ
Διασυνοριακή μεταφορά επικινδύνων αποβλήτων. Απόφαση 97/640/EK	
Διασυνοριακή μεταφορά αποβλήτων. Κανονισμός 259/93	
Διασυνοριακή μεταφορά αποβλήτων. Απόφαση 94/575/EK	
Διασυνοριακή μεταφορά αποβλήτων. Απόφαση 94/721/EK	
Διασυνοριακή μεταφορά αποβλήτων. Απόφαση 94/774/EK	
Διασυνοριακή μεταφορά αποβλήτων Απόφαση 96/660/EK	
Διασυνοριακή μεταφορά αποβλήτων Κανονισμός 97/120	
Διασυνοριακή μεταφορά αποβλήτων Κανονισμός 2408/98	

Διασυνοριακή μεταφορά αποβλήτων Απόφαση 99/816/EK	
Διασυνοριακή μεταφορά αποβλήτων Κανονισμός 1420/1999	
Διασυνοριακή μεταφορά αποβλήτων Κανονισμός 1547/1999	
Διασυνοριακή μεταφορά αποβλήτων Κανονισμός 2557/2001	
Διασυνοριακή μεταφορά αποβλήτων Κανονισμός 1013/2006	Διασυνοριακή μεταφορά αποβλήτων Κανονισμός 1379/2007
Διασυνοριακή μεταφορά αποβλήτων Κανονισμός 1418/2007	
Απόβλητα πλοίων Οδηγία 2000/59 Ολοκληρωμένος έλεγχος και πρόληψη της ρύπανσης	Οδηγία 96/61/EK
Ευρωπαϊκό Μητρώο Ρύπων	Κανονισμός 166/2006
Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους	Οδηγία 2000/53/EK
Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους Απόφαση 2002/151/EK	
Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους Απόφαση 2002/525/EK	
Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους Απόφαση 2003/138/EK	
Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους Απόφαση 2005/63/EK	
Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους Απόφαση 2005/293/EK	
Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους Απόφαση 2005/437/EK	
Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους Απόφαση 2005/438/EK	
Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους Απόφαση 2005/673/EK	
Χρήση ιλύος στη γεωργία Οδηγία 86/278/ΕΟΚ Ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές	Οδηγία 91/157/ΕΟΚ
Ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές Οδηγία 93/86/ΕΟΚ	
Ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές Οδηγία 98/101/EK	
Ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές Οδηγία 2006/66/EK Ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός	Οδηγία 2002/95/EK
Ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός Οδηγία 2002/96/EK	
Ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός Οδηγία 2003/108/EK	
Ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός Απόφαση 2005/369/EK	
Ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός Απόφαση 2005/618/EK	
Ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός Απόφαση 2005/717/EK	

Ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός	Απόφαση 2005/747/EK
Ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός	Απόφαση 2006/310/EK
PCBs/PCTs Οδηγία 76/403/EOK PCBs/PCTs Οδηγία 96/59/EK	
PCBs/PCTs Απόφαση 2001/68/EK PCBs/PCTs Οδηγία 85/467/EOK	
Χρησιμοποιημένα Ορυκτέλαια Οδηγία 75/439/EOK	
Χρησιμοποιημένα Ορυκτέλαια Οδηγία 87/101 EOK	
Απόβλητα βιομηχανίας εξορύξεων Οδηγία 2006/21/EK	
Ερωτηματολόγια Απόφαση 94/741/EK	
Ερωτηματολόγια Απόφαση 97/622/EK	
Ερωτηματολόγια	Απόφαση 98/184/EK
Ερωτηματολόγια Απόφαση 2000/738/EK	
Ερωτηματολόγια Απόφαση 2001/753/EK	
Ερωτηματολόγια	Απόφαση 2004/249/EK
Εκθέσεις για το Περιβάλλον Οδηγία 91/692/EOK	

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βλαστός Θ. καθηγ. ΕΜΠ Δίκτυα Υποδομής και Περιβαλλοντικός σχεδιασμός, ΕΑΠ, Πάτρα 1999.
2. Σιακαβέλλας Νικόλαος, σημειώσεις “Συστήματα Μετατροπής Ενέργειας” - Τμήμα Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχανικών Πανεπιστήμιο Πατρών, κεφάλαιο 4°.
3. Αγαπητίδης Ι. Φρατζής Ι. Local government strategy for sustainable waste management in Greece ΕΕΤΑ, Αθήνα 1993.
4. Σκορδίλης Α, Η θερμική επεξεργασία απορριμμάτων και RDF Εκδόσεις Κόσμος Αθήνα 1993.
5. Σκορδίλης Αδαμάντιος “Τεχνολογίες διάθεσης απορριμμάτων” – 1997.
6. Φραγκόπουλος Χρ. καθηγητής ΕΜΠ , Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και θερμότητας ΕΛΚΕΠΑ, Νοέμβριος 1994.
7. Νικόλαος Μουσιόπουλος, Αβραάμ Καραγιαννίδης Σημειώσεις στο μάθημα “Διαχείριση Απορριμμάτων” Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών 2002.
8. Γιδάράκος , Επικίνδυνα Απόβλητα Διαχείριση Επεξεργασία-Διάθεση, Εκδόσεις Ζυγός 2006.
9. Παναγιωτακόπουλος Δημήτρης “Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων” 2002.
10. www.thermoselect.com ,“THERMOSELECT S.A.”
11. www.wstinc.com , “Waste Solutions Technology International Ltd (R.D.F.)
12. www.energia.gr
13. www.eedsa.gr