



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΧΑΝΙΩΝ'

ΣΤΕΡΓΙΟΣ ΒΑΚΑΛΗΣ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΓΚΕΚΑΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΓΙΔΑΡΑΚΟΣ

ΔΑΝΑΗ ΒΕΝΙΕΡΗ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Βασικός στόχος της εργασίας είναι η προσαρμογή των σύγχρονων μεθόδων θερμικής επεξεργασίας στα δεδομένα των Χανίων. Οι μέθοδοι επεξεργασίας των απαερίων αποτελούν μεγάλο κομμάτι της έρευνάς μας, συγκρίνοντας τις συμβατικές μεθόδους με πιο σύγχρονες όπως το Σουηδικό και το Δανέζικο μοντέλο. Ιδιαίτερο βάρος έπεσε και στο κατά πόσο αυτό το εγχείρημα είναι οικονομικά βιώσιμο.

Αρχικά γίνεται μία εκτενής καταγραφή των χαρακτηριστικών του φυσικού περιβάλλοντος του Νομού Χανίων. Σε αυτά περιλαμβάνονται στοιχεία για τη χλωρίδα, την πανίδα καθώς και κλιματολογικά χαρακτηριστικά του νομού. Κατόπιν έγινε μία προσπάθεια όσο το δυνατόν πιο σφαιρικής και ολοκληρωμένης περιγραφής της υφιστάμενης κατάστασης τόσο για την παραγωγή απορριμμάτων όσο και για τη μόλυνση στην περιοχή. Συνεχίζοντας, η εργασία επικεντρώνεται στα αστικά απόβλητα. Αφιερώνεται ένα κεφάλαιο στη σύστασή τους καθώς και σε πιο λεπτομερή ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των αστικών απορριμμάτων (ΑΣΑ). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον δείξαμε και για τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που έχουν τα ΑΣΑ στο Νομό Χανίων.

Χρησιμοποιώντας τα παραπάνω ως έναυσμα, αναπτύσσονται οι πιο διαδεδομένες μορφές διαχείρισης των ΑΣΑ ρίχνοντας ιδιαίτερο βάρος στην θερμική επεξεργασία. Παρατίθενται σε ένα κεφάλαιο οι κυριότεροι νόμοι, ευρωπαϊκοί και η ελληνικοί, που δίνουν τα πλαίσια για τη διαχείριση των ΑΣΑ και για τη θερμική επεξεργασία των αποβλήτων. Στη συνέχεια γίνεται αναλυτική περιγραφή των μεθόδων θερμικής διεργασίας με την καύση (αποτέφρωση) να είναι αυτή που μας απασχολεί περισσότερο αφού είναι η πιο διαδεδομένη μορφή θερμικής διεργασίας, ενώ είναι και αυτή που θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια.

Η σύγχρονη καύση ΑΣΑ είναι συνυφασμένη με την ανάκτηση ενέργειας, τόσο με τη μορφή ηλεκτρισμού όσο και με τη μορφή θερμού. Η ανάκτηση της ενέργειας και η εμπορική της εκμετάλλευση, είναι αυτή που κυρίως θα κρίνει την οικονομική βιωσιμότητα του έργου. Για αυτό το λόγο προσπαθούμε να κάνουμε μία εκτίμηση όσο το δυνατόν πιο κοντά στην πραγματικότητα και στηριζόμενοι σε όσο πιο δυνατό ενημερωμένα δεδομένα για την πιθανή ή μη πιθανή κερδοφορία του έργου.

Στις εγκαταστάσεις θερμικής επεξεργασίας ΑΣΑ, μεγάλο μέρος του κόστους κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης οφείλεται στις μεθόδους επεξεργασίας των απαερίων. Η επεξεργασία των απαερίων είναι μία απαραίτητη διαδικασία, ώστε οι εκπομπές ρύπων από τη θερμική επεξεργασία των ΑΣΑ να είναι εντός των επιτρεπτών ορίων από τη νομοθεσία. Σε αυτή την εργασία παριγράφονται οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι επεξεργασίας των απαερίων καθώς και το κόστος που μπορεί να έχουν ανάλογα με το μέγεθος και το είδος της εγκατάστασης. Τελειώνοντας με τις συμβατικές μεθόδους επεξεργασίας των απαερίων, αφιερώνουμε από ένα κεφάλαιο στο Σουηδικό και στο Δανέζικο μοντέλο που είναι πρωτοπόρα όσο αναφορά την οικονομική τους βιωσιμότητα και την αποτελεσματικότητά τους.

Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία που παρατίθενται στην εργασία και με τη χρήση του προγράμματος Super Pro Designer γίνεται εξομοίωση εγκατάστασης ενός εργοστασίου καύσης ΑΣΑ. Τα δεδομένα εισόδου του προγράμματος όσο αναφορά τη σύσταση και τη ποσότητα των ΑΣΑ είναι όσο πιο ενημερωμένα και ρεαλιστικά γίνεται, και υπολογίστηκαν σε συνεργασία με αρμόδιους τοπικούς φορείς. Μετά το σχεδιασμό της εγκατάστασης, χρησιμοποιήσαμε το Super Pro Designer για την εκπόνηση της οικονομικής μελέτης του έργου.

Τέλος αναφέρονται τα συμπεράσματα που βγήκαν από την εργασία αυτή και γίνονται κάποιες προτάσεις.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1.Εισαγωγή**
- 2.Υφιστάμενη Κατάσταση Φυσικού Περιβάλλοντος**
 - 2.1 Όρια έργου –Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά**
 - 2.1.1 Μετεωρολογικά και Κλιματολογικά Στοιχεία**
 - 2.2Υπάρχουσες Κοινωνικές & Οικονομικές συνθήκες στο νομό ΧΑΝΙΩΝ**
 - 2.3 Υγεία και Ρύπανση Περιβάλλοντος στο Νομό Χανίων**
- 3.Σύσταση απορριμμάτων**
- 4.Περιβαλλοντική Νομοθεσία**
 - 4.1 Ευρωπαϊκά νομοθεσία**
 - 4.2 Ελληνική νομοθεσία**
- 5.Διαχείριση ΑΣΑ – Καυση-Αποτέφρωση**
 - 5.1 Διαχείριση αποβλήτων**
 - 5.2 Καυση αποβλήτων**
 - 5.3 Αεριοι ρύποι και επεξεργασία**
 - 5.4 Μέθοδοι επεξεργασίας απαερίων**
- 6.Απόδοση Ανακτώμενης Ενέργειας (Efficiency)**
 - 6.1 Περιγραφή κατάστασης στο Νομό Χανίων**
 - 6.2 Πλεονεκτήματα και επιπτώσεις της συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού**
- 7.SYSAV**
 - 7.1 Κύκλος Rankine**
- 8.Το Δανέζικο πρότυπο**
 - 8.1 Topsoe**
- 9.Διάταξη Super Pro**
 - 9.1 Οικονομική μελέτη Super Pro**
- 10.Συμπεράσματα-προτάσεις**

1.Εισαγωγή

Η ολοένα αυξανόμενη παραγωγή απορριμμάτων, οι ενεργειακές ανάγκες και η έντονη αστικοποίηση σε συνδυασμό με το ολοένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη προστασία του περιβάλλοντος είναι οι βασικοί παράγοντες που οδήγησαν στην εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Σκοπός: Η παρακάτω εργασία πραγματοποιείται την θερμική επεξεργασία (αποτέφρωση) των αστικών απορριμμάτων στο Νομό Χανίων καθώς και την επεξεργασία των απαερίων με τις μεθόδους SYSAV και Haldor Topsoe. Κατόπιν γίνεται μια εκτίμηση των οικονομικών μεγεθών καθώς και μια προσπάθεια εύρεσης της βέλτιστης λύσης για την περίπτωση.

Η αλματώδης αύξηση των πληθυσμιακών μεγεθών, ιδίως το θέρος λόγω τουρισμού κάνει αναγκαία τη εύρεση λύσεων που θα ελαττώσουν την ποσότητα των απορριμμάτων καθώς και την αξιοποίηση τους για ενεργειακό όφελος. Με τη μέθοδο της καύσης και την αρωγή της ανακύκλωσης, και της κομποστοποίησης μπορούμε να επιτύχουμε ελάττωση του τελικής ποσότητας Α.Σ.Α σε μεγάλο ποσοστό.



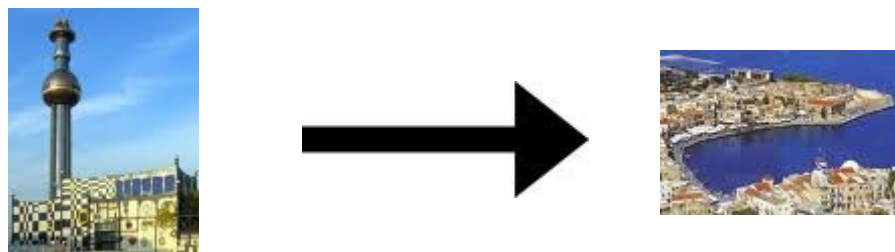
Στόχοι και σημασία του έργου:

Ως αποτέλεσμα των παραπάνω, πολύ μικρότερες ποσότητες απορριμμάτων θα καταλήγουν σε Χ.Υ.Τ.Α., ενώ ταυτόχρονα μπορούμε να έχουμε πολλαπλά ενεργειακά οφέλη λόγω της παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος και ατμού για σύστημα τηλεθέρμανσης- τηλεψύξης. Παράλληλα με τη χρήση κατάλληλων διατάξεων, μπορούμε να προβούμε σε επεξεργασία των απαερίων της διαδικασίας της καύσης των Α.Σ.Α. με σκοπό την λιγότερη δυνατή ρύπανση.

Καυση: Ίσως η επιλογή της καύσης των απορριμμάτων να μην είναι διαδεδομένη στην Ελλάδα και να είναι αμφιλεγόμενη μέθοδος διαχείρισης των απορριμμάτων όμως έχουν υπεισέλθει διάφοροι παράγοντες που την καθιστούν πλέον μια αξιόλογη λύση που δεν πρέπει να παίρνουμε αψήφιστα.

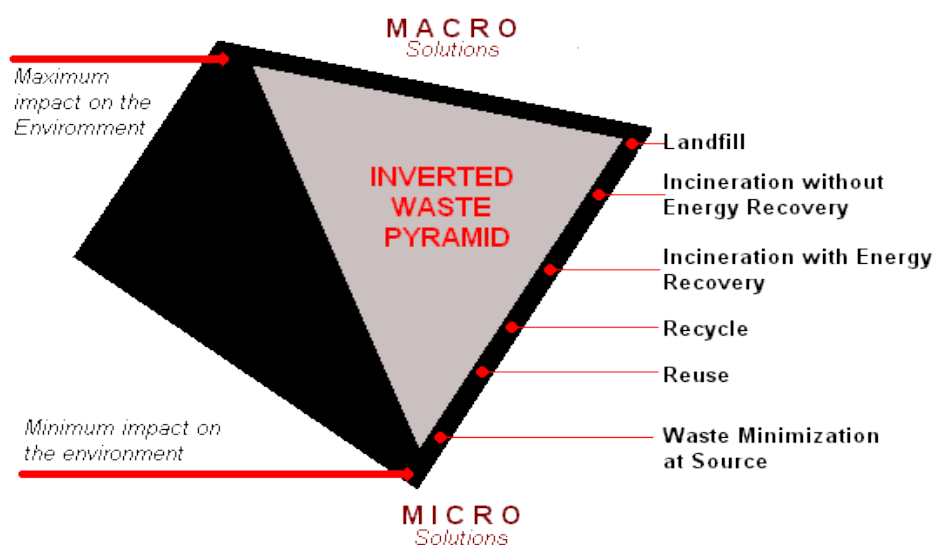
- Το πρόβλημα του "χώρου": Η πληθυσμιακή συσσώρευση στα αστικά κέντρα κάνει την εξεύρεση χώρων για υγειονομική ταφή ολοένα και πιο δύσκολο εγχείρημα.
- Το ενεργειακό πρόβλημα: Τα τελευταία χρόνια η καύση των απορριμμάτων είναι συνυφασμένη με την ανάκτηση ενέργειας είτε σε μορφή ηλεκτρικής ενέργειας είτε με τη μορφή ατμού.
- Επεξεργασία των απαερίων: Πλέον οι σύγχρονες εγκαταστάσεις προβαίνουν σε εξαιρετικό καθαρισμό των απαερίων, εκμηδενίζοντας έτσι σχεδόν, το βασικό μειονέκτημα που είχαν στο παρελθόν αυτές οι εγκαταστάσεις που ήταν η μόλυνση του περιβάλλοντος με ενώσεις που είναι από επικίνδυνες έως τοξικές.

Σημείωση: Υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που ενισχύουν την καύση οι οποίοι θα αναλυθούν εκτενώς στη συνέχεια.



Χανιά: Η επιλογή του Νομού Χανίων για τη συγκεκριμένη εργασία είναι λογικό σε πρώτη ανάγνωση να εγείρει ερωτήματα, καθώς είναι από τις πρωτοπόρες περιοχές στην επεξεργασία των αστικών απορριμμάτων.

Αυτός ακριβώς όμως είναι ο λόγος που έγινε η επιλογή του συγκεκριμένου τόπου. Η καύση όπως και όλες οι υπόλοιπες μέθοδοι επεξεργασίας απορριμμάτων δεν μπορεί να αποτελέσει από μόνη της μαγική συνταγή, αλλά μπορεί να λειτουργήσει συνεπικουρικά σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης των απορριμμάτων. Άλλωστε υπάρχουν άλλες μέθοδοι διαχείρισης που έχουν προτεραιότητα στην υλοποίησή τους, αφού ο απώτερος σκοπός είναι η εξοικονόμηση ενέργειας και η αειφορεία.



Έτσι κατά ιεραρχική σειρά έχουμε την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση, την κομποστοποίηση και κατόπιν την καύση (τέλος έχουμε φυσικά και τα Χ.Υ.Τ.Α.). Οπότε μπορούμε εύκολα να συμπεράνουμε ότι δεν υπάρχει πιο ιδανικό μέρος στην Ελλάδα για να δοκιμαστεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων από τα Χανιά.

Μέθοδοι επεξεργασίας απαερίων:

α) SYSAV



β)Haldor Topsoe

Οι λόγοι επιλογής των δύο αυτών μεθόδων επεξεργασίας είναι πολύ συγκεκριμένοι.

- Είναι δύο τελείως διαφορετικές μέθοδοι που έχουν όμως και οι δύο εξαιρετικά αποτελέσματα.
- Είναι διαδεδομένες μέθοδοι που έχουν χρησιμοποιηθεί στην πράξη.
- Εκπροσωπούν τα δύο μοντέλα διαχείρισης απορριμμάτων που έχουν χαμηλό κόστος τόσο για την καύση/ τόνο όσο και για την επεξεργασία των ατμαερίων. Συγκεκριμένα το Σουηδικό και το Δανέζικο μοντέλο.

Πιο αναλυτικά η κάθε μέθοδος παρουσιάζεται στη συνέχεια της εργασίας με ταυτόχρονη προσπάθεια να εναρμονίσουμε την κάθε μέθοδο για τα δεδομένα των Χανίων.

2.Υφιστάμενη Κατάσταση Φυσικού Περιβάλλοντος

2.1 Όρια έργου –Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά

Το έργο θα εξυπηρετεί την ευρύτερη περιοχή του Δήμου Χανίων. Τα όρια της προς βορράν είναι η θάλασσα και προς νότο οι οικισμοί.

2.1.1 Μετεωρολογικά και Κλιματολογικά Στοιχεία

Μικροκλίμα

Το κλίμα της περιοχής και ολόκληρου του βορείου τμήματος του Νομού Χανίων ανήκει στο Μεσογειακό τύπο ,με θερμό και ξηρό καλοκαίρι και βροχερό και ήπιο χειμώνα .Οι επικρατούντες άνεμοι είναι οι βόρειοι –βορειοδυτικοί ,ενώ οι νότιοι –νοτιοδυτικοί και ανατολικοί δεν είναι συνηθείς. Κατά το χειμώνα συχνά πνέουν ισχυροί βόρειοι άνεμοι ενώ το καλοκαίρι και φθινόπωρο τα μελτέμια.

Ο χειμώνας αρχίζει τέλος Νοεμβρίου και διαρκεί μέχρι το Μάρτιο ,με ψυχρότερο μήνα τον Ιανουάριο. Οι βροχοπτώσεις είναι συνήθως μικρής έντασης και μεγάλης διάρκειας .Τα χιόνια αρχίζουν να πέφτουν στα Λευκά Όρη περί τα μέσα Νοεμβρίου και συνήθως μέχρι ο τέλος Δεκεμβρίου έχουν καλύψει τις πλαγιές τους και διατηρούνται μέχρι το Μάιο.

Η άνοιξη είναι μικρής διάρκειας ,αρχίζει τον Απρίλιο και διαρκεί μέχρι τα μέσα Μαΐου και συνήθως είναι ξηρή με μικρού ύψους βροχοπτώσεις. Ακολουθεί το καλοκαίρι το οποίο διαρκεί μέχρι το τέλος Σεπτεμβρίου που είναι ξηρό με θερμότερο μήνα τον Ιούλιο. Τέλος το φθινόπωρο είναι μικρής διάρκειας (Οκτώβριος-Νοέμβριος) και είναι θερμό και υγρό με ραγδαίες βροχοπτώσεις κατά τον Οκτώβριο ,αλλά μερικές φορές και τον Σεπτέμβριο.

Μετεωρολογικοί σταθμοί

Τα μετεωρολογικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται αφορούν τα μετεωρολογικά παρατηρητήρια του Ταυρωνίτη και του Αγροκηπίου Χανίων των ετών 1971-1990.

Θερμοκρασία Αέρα –Ηλιοφάνεια

Οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες αέρα και η μέση μηνιαία ηλιοφάνεια των ετών 1971-1990 δίνονται

στους παρακάτω πίνακες:

Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία		Μέση Μηνιαία Ηλιοφάνεια σε ώρες		
Μήνες	Αγροκήπιο Χανίων	Ταυρωνίτης	Αγροκήπιο Χανίων	Ταυρωνίτης
Ιανουάριος	12,5	11,5	109	93
Φεβρουάριος	11,07	11,85	112	104
Μάρτιος	12,6	13,05	173	169
Απριλίου	16	15,85	216	208
Μάιος	19,9	19,7	290	283
Ιούνιος	24,15	23,8	332	321
Ιούλιος	25,9	25,65	350	343
Αύγουστος	25,05	25,2	329	328
Σεπτέμβρης	22,7	22,8	269	264
Οκτώβρης	19,05	19,4	188	181
Νοέμβριος	15	15,9	133	133
Δεκέμβριος	12,15	13,15	118	105
Μέσες Ετήσιες Τιμές	18	18,15	209	2532

Μέσες κατά εποχή τιμές θερμοκρασίας

Εποχές	Αγροκήπιο Χανίων	Ταυρωνίτης
Χειμώνας	11,9	12,17

Άνοιξη	16,17	16,2
Καλοκαίρι	25,03	24,88
Φθινόπωρο	18,92	19,37

Από τους πίνακες κατά σειρά οι ψυχρότεροι μήνες είναι ο Φεβρουάριος, ο Δεκέμβριος και ο Ιανουάριος ενώ θερμότεροι ο Ιούλιος ,ο Αύγουστος και ο Ιούνιος

Η θερμοκρασία κυμαίνεται σε ευνοϊκά επίπεδα για την ανάπτυξη των καλλιεργειών και ης φυσικής βλάστησης. Η μεγαλύτερη ηλιοφάνεια παρατηρείται στο Αγροκήπιο Χανίων.

Βροχοπτώσεις

Η βροχόπτωση έχει τη μεγαλύτερη διακύμανση από περιοχή σε περιοχή ,αλλά και τη μεγαλύτερη σημασία αφού μαζί με τη θερμοκρασία είναι καθοριστικής σημασίας για την ανάπτυξη των καλλιεργειών ,στον εμπλουτισμό των υδροφορέων και γενικά στην ισορροπία των φυσικών συστημάτων και του φυσικού περιβάλλοντος.

Παρακάτω έχουμε τους πίνακες για τις μέσες Μηνιαίες Τιμές Βροχοπτώσεων .

	Μέση βροχόπτωση		Ημέρες βροχής	
Μήνες	Αγροκήπιο Χανίων	Ταυρωνίτης	Αγροκήπιο Χανίων	Ταυρωνίτης
Ιανουάριος	139,5	127,95	15,2	12,6
Φεβρουάριος	125,1	117	14,15	12
Μάρτιος	90,5	77,65	10,6	8,55
Απριλίου	42,34	32,8	6,4	4,75
Μάιος	10,79	7,22	2,6	1,85
Ιούνιος	3,52	5,37	0,55	0,55
Ιούλιος	1,05	45	0,4	0,1
Αύγουστος	4,35	2,57	0,6	0,3

Σεπτέμβρης	27,98	19,61	1,45	1,5
Οκτώβρης	83,9	72,1	6,85	5,65
Νοέμβριος	96,25	105,9	10,05	8,75
Δεκέμβριος	95,2	97,8	13,25	10,65
Μέσες Ετήσιες Τιμές	7209,93	666,42	82,1	67,25

Εποχιακή Κατανομή Βροχοπτώσεων				
	Μέση Βροχόπτωση		Ποσοστό %	
Εποχές	Αγροκήπιο Χανίων	Ταυρωνίτης	Αγροκήπιο Χανίων	Ταυρωνίτης
Χειμώνας	359,8	342,75	49,9	51,43
Ανοιξη	144,08	117,67	19,98	17,66
Καλοκαίρι	8,92	8,39	1,25	1,26
Φθινόπωρο	208,13	197,61	28,28	29,65
Σύνολο	720,93	666,42	100	100

Από τους πίνακες οι βροχοπτώσεις που πέφτουν στις ζώνες των δυο σταθμών είναι σχεδόν ίδιες με λίγα χιλιοστά περισσότερα (55) σε αυτό του αγροκηπίου. Επίσης οι βροχερότεροι μήνες είναι ο Ιανουάριος ,ο Φεβρουάριος ,ο Νοέμβριος και ο Δεκέμβριος .Το 50% περίπου των βροχοπτώσεων πέφτουν το Χειμώνα και περίπου 28-30% το Φθινόπωρο. Και τέλος ξηρή είναι η περίοδος Μαΐου έως και Σεπτεμβρίου με επέκταση τους μήνες Απρίλιο και Οκτώβριο.

Σχετική Υγρασία –Εξάτμιση

Σχετική υγρασία είναι ο μέσος όρος των μέσων ημερήσιων σχετικών υγρασιών όπως καταγράφονται με αυτόνομο υδρογράφο του αντίστοιχου μήνα.

Στη συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας με τις μέσες μηνιαίες τιμές της σχετικής υγρασίας.

Μέση σχετική υγρασία % κατά μήνα			Εξάτμιση από εξατμισόμετρο
Μήνες	Αγροκήπιο Χανίων	Ταυρωνίτης	
Ιανουάριος	69,05	71,5	28
Φεβρουάριος	68	70,15	38
Μάρτιος	68	70,25	66
Απριλίου	62,85	68,8	106
Μάιος	58,35	66,75	155
Ιούνιος	54,45	62,05	226
Ιούλιος	54,35	60,45	236
Αύγουστος	57,8	61,85	209
Σεπτέμβρης	62,6	63,9	156
Οκτώβρης	67,1	67	86
Νοέμβριος	69,5	68,2	40
Δεκέμβριος	69,3	70,05	27
Μέσες Ετήσιες Τιμές	0,64	0,67	

Παγετοί –Χιόνι-Χαλάζι

Ολικοί παγετοί δεν εμφανίζονται ποτέ στην περιοχή. Οι λευκοί ή μερικοί παγετοί αποτελούν πολύ σπάνιο φαινόμενο και δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος για την περιοχή από αυτούς.

Το χιόνι αποτελεί σπάνιο φαινόμενο και συνήθως εμφανίζεται στα υπερκείμενα της περιοχής υψώματα. Ο μέσος ετήσιος αριθμός ημερών χαλάζης φθάνει τις 7,4 ημέρες. Το μέγεθος αυτής είναι συνήθως μικρό και οι ζημιές μπορούν να θεωρηθούν ασήμαντες.

Άνεμοι

Τα στοιχεία που έχουμε βρίσκονται στους πίνακες που ακολουθούν:

Μέση Μηνιαία Συχνότητα Διεύθυνσης Ανέμου κατά την Αρδευτική Περίοδο Μαΐου-Σεπτεμβρίου

Διεύθυνση	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ποσοστό %
Β	18,8	26,1	25,4	25,6	28	24,78
ΒΑ	4	3	2,8	3	4,6	3,448
Α	15,1	9,4	5,4	5,4	11,2	9,3
ΝΑ	1,5	0,9	0,7	1,5	2,6	1,44
ΝΑ	1,2	0,4	0,2	1,2	1,4	0,88
ΝΔ	9,6	6,2	6	8	7,1	7,38
Διεύθυνση	15,8	18,1	15,5	12,1	8,9	14,08
ΒΔ	14,5	1,7	21,6	16,2	12,5	16,3
Νηνεμία	19,5	19,2	22,4	27	23,7	22,36
Σύνολο	100	100	100	100	100	100

Μέση Μηνιαία Συχνότητα ισχύος ανέμου κατά την αρδευτική περίοδο Μαΐου-Σεπτεμβρίου

Ισχύς	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ποσοστό %
Νηνεμία	19,55	19,5	22,4	27	23,7	22,23
1.. Beaufort	18,5	22,1	24,2	21	18,2	20,78

2.. Beaufort	22,8	18,7	19,4	17,1	19,9	19,56
3.. Beaufort	21,2	18,1	17,8	20,6	20,4	19,6
4.. Beaufort	11,5	13,2	11,8	9,8	12,1	11,67
5.. Beaufort	5,5	6,8	3,9	4	5	5,03
6.. Beaufort	1	1,8	1,3	0,5	0,4	1
7.. Beaufort	-	0,1	-	-	0,1	0,03
8.. Beaufort	0,1	-	-	-	-	-
Σύνολο	100	100	100	100	100	100

Από τον πίνακα το ποσοστό των ανέμων που κυμαίνεται από 78,1% έως 85,7 % των ανέμων που πνέουν κατά την αρδευτική περίοδο ,έχει ισχύ μικρότερη ή ίση από 3 Beaufort.

Βροχομετρικός συντελεστής –Κατάταξη κλίματος κατά Lang&Gracanin

Με βάση τα μέσα μηνιαία ύψη βροχής και τις μέσες μηνιαίες αέρα το κλίμα της περιοχής κατατάσσεται στην ημίξηρη κλιματική ζώνη .Με βάση την κλίμακα Gracanin οι μήνες Μάιος έως και Σεπτέμβριος είναι υπέρξηροι και ο Απρίλιος ξηρός. Έτσι κατά τους μήνες είναι επιβεβλημένη η εφαρμογή των αρδεύσεων για τη κάλυψη των αναγκών των καλλιεργειών σε νερό.

						Κατάταξη κλίματος κατά Gracanin
Μέσο Μηνιαίο ύψος βροχής (χλ)		Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία αέρα C				
						Ταυρωνίτης & Αγροκήπιο
Μήνες	Αγροκήπι ο Χανίων	Ταυρωνίτη ς	Ταυρωνίτη ς	Αγροκήπι ο Χανίων	Αγροκήπι ο Χανίων	Ταυρωνίτη ς

Ιανουάριος	139,5	127,95	11,5	12,5	11,16	11,12	υγρό
Φεβρουάριος	125,1	117	11,85	11,07	11,3	9,87	υγρό
Μάρτιος	90,95	77,65	13,05	12,6	7,21	5,95	υφυγρό
Απριλίου	42,34	32,8	15,85	16	2,64	2,06	ξηρό
Μάιος	10,79	7,22	19,7	19,9	0,54	0,36	υπερξηρο
Ιούνιος	3,52	5,37	23,8	24,15	0,14	0,22	υπερξηρο
Ιούλιος	1,05	0,45	25,65	25,9	0,04	0,01	υπερξηρο
Αύγουστος	4,35	2,57	25,2	25,05	0,17	0,1	υπερξηρο
Σεπτέμβρης	27,98	19,61	22,8	22,7	1,23	0,86	υπερξηρο
Οκτώβρης	83,9	72,1	19,4	19,05	4,4	3,71	υποξηρο
Νοέμβριος	96,25	105,9	15,9	15	6,41	6,66	υφυγρό
Δεκέμβριος	95,2	97,8	13,15	12,15	7,83	7,43	υφυγρό

Γεωλογικά και Τεκτονικά Χαρακτηριστικά της Ευρύτερης Περιοχής Ε.Β.Κ.Λ

Γεωγραφική θέση και γεωμορφολογικές συνθήκες της Ζώνης της Ε.Β.Κ.Λ

Η ζώνη της προβλεπόμενης θέσης για την εγκατάσταση ανήκει στη κοινότητα

Η περιοχή

Γενικά για τη γεωλογική δομή της Κρήτης

Η γεωλογική δομή της Κρήτης χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερη πολυπλοκότητα γεγονός που οφείλεται στα αλληπάλγηλα τεκτονικά γεγονότα που έχουν δράσει κατά τη διάρκεια των γεωλογικών χρόνων .Η γεωλογική δομή χαρακτηρίζεται από τη συσσώρευση μιας σειράς τεκτονικών καλυμμάτων

1Τα κατώτερα καλύμματα στα οποία ανήκουν η ανθρακική ενότητα των Πλακωδών Ασβεστολίθων,η ανθρακική ενότητα του Τρυπαλίου και το τεκτονικό κάλυμμα των Φυλλιτών-Χαλαζιτών.

2. Τα ανώτερα καλύμματα τα οποία αποτελούνται από αμεταμόρφωτα ανθρακικά καλύμματα στη

βάση τους και προ-Ολικάινικά μεταμορφωμένα στην κορυφή. Τα αμεταμόρφωτα ανθρακικά καλύμματα αποτελούν το τεκτονικό κάλυμμα Γαβρόβρου-Τρίπολης και το τεκτονικό κάλυμμα της Πίνδου. Τα κατώτερα καλύμματα χωρίζονται από τα ανώτερα μέσω ενός κύριου εφελκυστικού ρήγματος απόσπασης

3. Τέλος πάνω από τα ανώτερα και από τα κατώτερα καλύμματα έχουν μεταορογενετικά τοποθετηθεί με στρωματογραφική ασυμφωνία τα νεότερα ιζήματα Νεογενούς και Τεταρτογενούς ηλικίας (κροκαλολατυποπαγή, μάργες, ψαμμίτες, κ.α)

Γενικές υδρολογικές συνθήκες –Υδατικοί πόροι περιοχής

Στη διαμόρφωση των υδρογεωλογικών συνθηκών στη Δυτική Κρήτη συμβάλει το ορεινό συγκρότημα των Λευκών Ορέων, ο οποίο δομείται από τους πλακώδεις ασβεστόλιθους του υποβάθρου.

Θαλάσσιο Περιβάλλον

Η περιοχή μελέτης έχει όρια προς βορράν το κόλπο των Χανίων με τα επόμενα χαρακτηριστικά:

(α) Παλίρροιακά στοιχεία

Σύμφωνα με τα στοιχεία του παλίρροιομέτρου Σούδας:

1. Το μέγιστο εύρος της παλίρροιας είναι :0,25μ
2. Το μέσο εύρος της παλίρροιας είναι :0,06μ
3. Το ελάχιστο εύρος της παλίρροιας είναι:0,01μ
4. Η επάλλαξη είναι :0,80μ

(β) Μορφολογία πυθμένα

Η μέση κλίση του πυθμένα του Κόλπου των Χανίων είναι πολύ μικρή .Μακροσκοπικά ο πυθμένας παρουσιάζεται επιφανειακά αμμώδης και από την εμπειρία και γνώση της περιοχής ,κάτω από το αμμώδες επιφανειακό στρώμα υπόκειται ψαμμιτικό υπόβαθρο.

Οικολογικά Δεδομένα της Περιοχής

Οικοσυστήματα

Το φυσικό περιβάλλον της περιοχής συνιστάται από λοφώδεις υποπεριοχές .

Η περιοχή , σαν αποτέλεσμα των μακροχρόνιων ανθρωπογενών επιδράσεων ,είναι ένα μωσαϊκό, αποτελούμενο από αμμόδεις παραλίες, ζώνες οικιστικής ανάπτυξης, καλλιεργούμενες εκτάσεις και υγρότοπους .

Το μωσαϊκό συμπληρώνουν ανεμοφράκτες ,δενδροστοιχίες και διάσπαρτα δένδρα ,υπολλείματα φυσικής βλάστησης με ποώδη και θαμνώδη είδη ,εκεί που το μικροανάγλυφο δεν επιτρέπει την καλλιέργεια και τέλος φυτά μιας δευτερευενούς διαδοχής σε παλιούς εγκαταλειμμένους αγρούς .

Ο άνθρωπος με την πάροδο του χρόνου πραγματοποίησε ολοκληρωτική μετατροπή των φυσικών οικοσυστημάτων σε εντατικά καλλιεργούμενες εκτάσεις .Οι εκτάσεις αυτές είναι αροτριάες και αρδευόμενες και αποτελούνται από ελαιώνες ,δενδρώνες με εσπεριδοειδή ,ακτινίδια και λοιπά σπρωφόρα, αμπελώνες ,καλλιέργειες λαχανικών, κηπευτικών ,οσπρίων, σιτηρών και κτηνοτροφικών φυτών.Στο βόρειο τμήμα υπάρχουν εκτάσεις με καλλωπιστικά και δενδρώδη είδη.

Χλωρίδα

Η περιοχή από χλωριστική ,οικολογική ,φυσιογνωμική και ιστορική άποψη ανήκει στην Ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης ,στην υποζώνη Oleo-Ceratonion και στον αυξητικό χώρο του Oleo-Ceratonietum.Στις νότιες περιοχές έχουμε χαρακτηριστικά του αυξητικού χώρου του Oleo Lentiscentum.

Στην παραλιακή ζώνη της περιοχής απαντώνται φυτά που η ανάπτυξή τους εξαρτάται από την θαλασσινή αλμύρα και υγρασία. Στις αμμόδεις ακτές βρίσκουμε το αλμυρίκι (Tamarix) ,τον κρίνο της θάλασσας(Pancratium Martimum),τη Malcolmia Flexuosa ,το Hypericum aegypticum κ.λ.π. Ανάντυ της παραλιακής ζώνης απαντώνται δενδροστοιχίες από Ευκάλυπτους (Eucalyptus),Λεύκες(Populus) ,Πικροδάφνες(Nerium Oleander), όπως επίσης και ανεμοφράκτες από τα παραπάνω δένδρα και επί πλέον από κυπαρίσσια(Cypressus semperviens) και καλαμιές (Arundo donax) .Στις καλλιεργούμενες εκτάσεις συναντώνται διάσπαρτα δένδρα ,όπως χαρουπιές (Ceratonia siligua),Μογρί,ew (Morus),Συκιάς(Ficus carica) και διάφορα είδη του γένους Αγριοαχλαδιές(Pyrus) και Prunus(Αγριοκερασιές ,Αγριομυγδαλιές).Σε ακαλλιέργητες εκτάσεις απαντώνται θαμνώδη και ποώδη είδη επικρατέστερα των οποίων είναι ο Σχίνος (Pistacia Lentiscus), οΒάτος (Rubus),το Σπάρτο (Spartium junceum), η Κουμαριά (Arbutus unedo),το

Ρείκι(*Erica arborea*), η Λυγαριά (*Vitex agnus-castus*), το Πορνί(Quercus coccifera), ενώσεις φρυγάνων (*Garique*), όπως η αστοιβίδα(*Poterium spinosum*), η Γαλατσίδα(*Euphorbia*), το Γαϊδουράγκαθο(*Carduus*), ο Ασπάλαθος(*Calycotome villosa*), η Λαδανιά (*Cistus*) διάφορα χειλανθή (*Labiatae*) όπως τα *Phlomis fruticosa*, *Salvia*. Απαντώνται τέλος μεγάλη ποικιλία αγρωστωδών και πλήθος άλλα πολυετή και μονοετή φυτά.

Πανίδα

Στις καλλιεργούμενες εκτάσεις η χρήση φυτοφαρμάκων και η λαθροκυνηγοί συμβάλουν στη δραματική μείωση των πληθυσμών της πανίδας. Σε αυτές απαντάται ο Αγροπόντικας (*Apodemus sylvaticus*), η Νυκτερίδα (*Myotis oxygnathus*), αλλά και Λαγοί, Κουνάβια, Νυφίτσες, Ασβοί και Σκατζόχοιροι, που κατεβαίνουν από γύρω λόφους.

Τα συνηθέστερα είδη πτηνών που απαντώνται είναι οι Σπουργίτες(*Passer domesticus*), οι Καρδερίνες(*Carduelis carduelis*), οι Κουρούνες (*Corvus corone*), οι Σπίνοι (*Fringilla coelebs*), οι Κοκκινολαίμιδες(*Turdus merula*) και τα Κοτσίφια (*Turdus merula*)

Από τα μεταναστευτικά πτηνά τα κυριότερα είναι τα Χελιδόνι (*Hirundo rustica*) οι Μπεκάτσες(*Scolopax rusticola*), τα Τρυγόνια (*Streptopelia turtur*) κτλ. Μεγάλη σημασία για τα μεταναστευτικά πτηνά παίζουν οι υγρότοποι της περιοχής, γιατί εκεί βρίσκουν τροφή και καταφύγιο το Νεροχελιδόνο(*Glareola pratincola*), ο Λευκοτσικνιάς(*Actitis alba*) και πολλά άλλα.

Τέλος στην περιοχή απαντώνται πληθυσμοί μελισσών που κατέρχονται από τους μελισσόκηπους των γειτονικών λόφων για να αναζητήσουν τροφή στους ανθισμένους δενδρώνες των εσπεριδοειδών, συμβάλλοντας στην επιβίωση των ειδών.

2.2 Υπάρχουσες Κοινωνικές & Οικονομικές συνθήκες στο νομό ΧΑΝΙΩΝ

Οι κοινωνικές και οικονομικές αλλαγές που συντελούνται τα τελευταία χρόνια στην χώρα μας, αλλά και στον ευρύτερο περίγυρο μας, Ευρωπαϊκή Ένωση, μεταβάλλουν σημαντικά το κοινωνικό και οικονομικό τοπίο. Σε αυτό, λοιπόν, το συνεχώς διαμορφούμενο περιβάλλον η ανάδειξη των υπάρχοντων οικονομικών και κοινωνικών συνθηκών θα πρέπει να αποτελέσει την βάση για μία νέα αναπτυξιακή πρόταση που θα έχει σαν στόχο την πλήρη αξιοποίηση του υπάρχοντος στο νομό μας

ανθρώπινου δυναμικού και υποδομών καθώς και δημιουργία προϋποθέσεων για την προσέλκυση και άλλου ανθρώπινου δυναμικού αλλά και επενδύσεων για την δημιουργία νέων υποδομών και συνεπώς νέου αναπτυξιακού περιβάλλοντος. Παράμετροι που επιδρούν και προσδιορίζουν την κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη είναι οι δείκτες 1ον ανεργίας, 2ον συνθηκών διαβίωσης, 3ον δείκτες και είδος παραγωγικότητας κ.α, ο τρόπος ζωής και τα πρότυπα συμπεριφοράς καθώς και οι δημογραφικές τάσεις που ίσως μέχρι ένα βαθμό καθορίζουν όλα τα υπόλοιπα . Ο προσδιορισμός της προοπτικής του πληθυσμού μιας περιοχής καθώς και μίας χώρας αποτελεί σήμερα βασικό στοιχείο για την χάραξη κοινωνικοοικονομικής πολιτικής και οποιοδήποτε προγράμματος ανάπτυξης. Επομένως ένας προγραμματισμός που θα αφορά την κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη θα πρέπει να γίνει λαμβάνοντας υπ' όψιν την σύνθεση και την πορεία του πληθυσμού της περιοχής. Η σημερινή πραγματικότητα στο νομό Χανίων ταυτίζεται με αυτή Ελληνικού πληθυσμού στο σύνολο του , κατατάσσει την χώρα μας σε μία προβληματική οικονομία.

Ο ΝΟΜΟΣ ΧΑΝΙΩΝ, έχει έκταση 2.375,8 Km² και αποτελεί ένα από τους 4 νομούς της Κρήτης , ο πληθυσμός του είναι 148163 και το έδαφος του σε ποσοστό 48,9% είναι ορεινό, ενώ οι ημιορεινές και πεδινές περιοχές αντιστοιχούν σε ποσοστά 28,55% και 22,52% αντίστοιχα. Το οδικό δίκτυο του νομού αποτελείται από ένα άξονα στο βόρειο τμήμα του ο οποίος διατρέχει το νομό από ανατολικά προς δυτικά και τον ενώνει με το υπόλοιπο νησί. Στον άξονα αυτό καταλήγουν κάθετοι άξονες που ενώνουν τις νότιες περιοχές του νομού. Η προσπελασιμότητα του νομού με τις άλλες μεγάλες πόλεις του νησιού θεωρείται καλή.

Η ηλικιακή κατανομή του πληθυσμού σύμφωνα με την απογραφή του 2001 είναι 14% ηλικίας 15 -24 ετών, 24,2% ηλικίας 25 -39 ετών, 19% ηλικίας 40 -54 ετών, 9,6% 55 -64 ετών, 12,8% 65-79 ετών και 3,4% άνω των 80 ετών. Από αυτούς ο οικονομικά ενεργός πληθυσμός αμφοτέρων των φύλων είναι 64060, οι απασχολούμενοι είναι 57306, οι άνεργοι 6754 και από αυτούς νέοι είναι 2939. Οικονομικός μη ενεργός είναι 69857. Οι τομείς απασχόλησης κατά κλάδο το 1ο 3μηνο του 2009 18,5% στην γεωργία, δασοκομία, αλιεία, 17,4% χονδρικό και λιανικό εμπόριο, επισκευή μηχανών και αυτοκινήτων, 11,3% κατασκευές, 9,15% δραστηριότητες υπηρεσιών παροχής καταλύματος και εστίασης, 8,5% μεταποίηση, 7,4% εκπαίδευση, 6,4% δημοσία διοίκηση και άμυνα, 4,8% επαγγελματικές, επιστημονικές και τεχνικές δραστηριότητες.

Ο Ελληνικός πληθυσμός παρουσιάζει **δημογραφική γήρανση** που προβλέπεται να πάρει ακόμα μεγαλύτερες διαστάσεις τα προσεχή χρόνια. Το ποσοστό του πληθυσμού με ηλικία άνω των 65 ετών αυξήθηκε από 13,3% που ήταν το 1983 σε 16,4% το 1997, ενώ προβλέπεται ότι θα φτάσει το 19,3% το 2021. Η αναλογία παιδιών ηλικίας 0-14 ετών, από 21,6% που ήταν το 1983 μειώθηκε σε

16% το 1997 (Πηγή ΕΣΥΕ, *Ίδιοι υπολογισμοί, 2000*). Αν και δεν πρόκειται για καθησυχαστική διαπίστωση αξίζει να σημειωθεί ότι ανάλογη τάση παρουσιάζουν και τα υπόλοιπα Ευρωπαϊκά κράτη, όπου παρατηρείται μία συνεχιζόμενη αύξηση του πληθυσμού για τις ηλικίες άνω των 65 ετών.

ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ

Τις τελευταίες δεκαετίες οι περιβαλλοντικές παράμετροι κάθε περιοχής αποτελούν κρίσιμους παράγοντες σε ό,τι αφορά το επίπεδο υγείας του πληθυσμού καθώς και της ποιότητας ζωής του ευρύτερου κοινωνικού συνόλου. Αυτό συμβαίνει διότι πολλές από τις ασθένειες που παρουσιάζονται στις σύγχρονες κοινωνίες είναι άμεσα συνυφασμένες με την ποιότητα του φυσικού περιβάλλοντος. Δεδομένου όλων των παραγόντων επιβάρυνσης του περιβάλλοντος, η μέτρηση των επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης στη συγκεκριμένη περιοχή – και όχι μόνο – είναι απαραίτητη. Για κάθε ρύπο ορίζεται μία **οριακή τιμή** για την προστασία της ανθρώπινης υγείας, με το αντίστοιχο έτος έναρξης ισχύος της (2005 ή 2010). Παράλληλα δίνεται και ένα **περιθώριο ανοχής**, το οποίο αθροίζεται στην οριακή τιμή, δίνοντας έτσι την τιμή στόχο, η οποία ισχύει ενδεικτικά στο μεσοδιάστημα μέχρι να τεθεί νομικά σε ισχύ της οριακής τιμής. Το περιθώριο ανοχής κάθε χρόνο μειώνεται, έτσι ώστε στην ημερομηνία ισχύος του νέου ορίου να μηδενιστεί.

Σύμφωνα με τα όρια αυτά θα πρέπει να γίνει συντονισμένη προσπάθεια από τους αρμόδιους φορείς της περιοχής προκειμένου να σημειωθεί περαιτέρω βελτίωση των επιπέδων των τιμών κάτι το οποίο θα ωφελήσει τόσο το ευρύ κοινωνικό σύνολο αλλά κυρίως εκείνους των οποίων η υγεία είναι ήδη επιβαρυνμένη με κάποια ασθένεια.

2.3 Υγεία και Ρύπανση Περιβάλλοντος στο Νομό Χανίων

Θέλοντας να δώσουμε μια σφαιρική εικόνα για την υφιστάμενη κατάσταση στα Χανιά παρακάτω παρουσιάζεται σχεδόν αυτούσια μια σύντομη μελέτη της Κυρίας Ε. Κατσίβελα

Τόσο η σωματική και ψυχική υγεία των ανθρώπων όσο και η διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος έχει άμεση σχέση με την χημική ρύπανση, τη μικροβιακή μόλυνση και την αισθητική υποβάθμιση του οικοσυστήματος.

Όσον αφορά τις υπάρχουσες πηγές ρύπανσης στο νομό Χανίων μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής: 1). Αέρια Ρύπανση, 2). Υγρά Απόβλητα, 3). Ρύπανση & Ποιότητα πόσιμου και θαλάσσιου

νερού, 4). Στερεά Απόβλητα και 5). Στρατιωτικές Δραστηριότητες.

Η Αέρια Ρύπανση περιλαμβάνει α) την ρύπανση από την ΔΕΗ, β) την ρύπανση από την κυκλοφορία των αυτοκινήτων, γ) την ρύπανση από το αεροδρόμιο και δ) την ρύπανση από το Πεδίο Βολής. Στοιχεία υπάρχουν μόνο όσον αφορά τις αέριες εκπομπές της ΔΕΗ, οι οποίες κυμαίνονται στα επιτρεπτά όρια βάσει των ορίων και των μεθόδων μέτρησης των Περιβαλλοντικών Όρων, που της έχουν οριστεί από το ΥΠΕΧΩΔΕ. Σχετικά με την ρύπανση από την κυκλοφορία των αυτοκινήτων, από το αεροδρόμιο και από το Πεδίο Βολής δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα.

Τα Υγρά Απόβλητα περιλαμβάνουν α) τα αστικά υγρά απόβλητα και βοθρολύματα που επεξεργάζονται σε μονάδες επεξεργασίας αστικών αποβλήτων, β) τα αστικά υγρά απόβλητα από περιοχές και τουριστικές δραστηριότητες χωρίς βιολογικούς καθαρισμούς, γ) τα απόβλητα των ελαιουργείων και δ) τα απόβλητα από βιομηχανικές δραστηριότητες.

Σχετικά με τα αστικά υγρά απόβλητα λειτουργεί στη παρούσα φάση στο Νομό Χανίων μόνο ο βιολογικός καθαρισμός του Δήμου Χανίων, ο οποίος περιλαμβάνει συμβατικό αερισμό με αναερόβια χώνευση. Σήμερα η ποσότητα που διέρχεται ημερησίως ανέρχεται σε 13.000 m³ (προβλεπόμενη ποσότητα το 2015 26.000 m³/ημέρα). Η σύνθεση των λυμάτων είναι 95% αστικά λύματα και 5% βοθρολύματα. Στο εγγύς μέλλον θα μπουν σε λειτουργία οι μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων στο Γεράνι, στις Καλύβες, στην Γεωργιούπολη και στην Κίσσαμο, οι οποίες θα επεξεργάζονται τα αστικά υγρά απόβλητα και μέρος των βοθρολυμάτων του βόρειου άξονα. Για την καλύτερη λειτουργία των βιολογικών καθαρισμών θα πρέπει να πραγματοποιηθεί στο μέλλον η ολοκλήρωση του δικτύου αποχέτευσης όλων τα των δήμων του Νομού, γιατί τα υπάρχοντα δίκτυα σήμερα καλύπτουν μόνο ένα μικρό ποσοστό του ισοδύναμου πληθυσμού. Όσον αφορά τα αστικά υγρά απόβλητα από τις στρατιωτικές δραστηριότητες λειτουργεί μία μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων στην αμερικάνικη βάση, η οποία δεν έχει αδειοδοτηθεί από την νομαρχία και διοχετεύει τα επεξεργασμένα απόβλητα στον θαλάσσιο χώρο του κόλπου της Σούδας. Επίσης λειτουργεί μία δεύτερη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων στο Μαράθι για τα πλοία της αμερικάνικης βάσης. Τα υγρά απόβλητα περιοχών και τουριστικών μονάδων που δεν διαθέτουν βιολογικούς καθαρισμούς ρυπαίνουν κυρίως τους υδάτινους αποδέκτες (επιφανειακά θαλάσσια και γλυκά νερά καθώς και υπόγεια νερά) λόγω της ανεξέλεγκτης διάθεσης τους σε αυτούς. Μία άλλη πηγή ρύπανσης των επιφανειακών θαλάσσιων και γλυκών νερών αποτελεί η διάθεση σε αυτά των ανεπεξέργαστων αποβλήτων των ελαιουργείων που λειτουργούν χωρίς άδεια περιβαλλοντικών όρων και εξατμισοδεξαμενές.

Αυτή η πηγή ρύπανσης δεν συναντάται στα νεώτερου τύπου ελαιουργεία που διαθέτουν άδεια λειτουργίας από την Νομαρχία και τηρούν τους περιβαλλοντικούς όρους που τους έχουν οριστεί. Τα βιομηχανικά υγρά απόβλητα συνίστανται κυρίως από τα υγρά απόβλητα από τη ΔΕΗ (Ξυλοκαμάρα) και τα απόβλητα Βυρσοδεψείων (Ταμπακαριά). Όσον αφορά τα υγρά απόβλητα της ΔΕΗ σύμφωνα με την ετήσια έκθεση του 2002 και βάσει των ορίων και των μεθόδων μέτρησης των Περιβαλλοντικών Όρων, που της έχουν οριστεί από το ΥΠΕΧΩΔΕ, δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια. Αντίθετα τα τοξικά υγρά απόβλητα των υπαρχόντων βυρσοδεψείων διοχετεύονται στη θάλασσα και αποτελούν μία σημαντική πηγή ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Σχετικά με την ρύπανση που προκαλούν στο θαλάσσιο περιβάλλον δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα. Μία πρόσθετη πηγή ρύπανσης των υπόγειων και επιφανειακών νερών αποτελούν οι γεωργικές δραστηριότητες λόγω της υπέρμετρης και εν μέρει λαθεμένης χρησιμοποίησης φυτοφαρμάκων, εντομοκτόνων και λιπασμάτων. Δυστυχώς και σε αυτή την περίπτωση δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα σχετικά με την επιβάρυνση των υδάτων από την χρήση φυτοφαρμάκων, εντομοκτόνων και λιπασμάτων.

Τα Στερεά Απόβλητα περιλαμβάνουν:

- α) τα αστικά απορρίμματα,
- β) τα επικίνδυνα,
- γ) τα ογκώδη και
- δ) τα νοσοκομειακά / ιατρικά απορρίμματα.

Τα αστικά απορρίμματα επεξεργάζονται στο εργοστάσιο μηχανικής διαλογής και κομποστοποίησης στην Κορακιά Ακρωτηρίου, το οποίο μπήκε σε λειτουργία τον Νοέμβριο του 2004. Η μονάδα κομποστοποίησης έχει δυναμικότητα επεξεργασίας 70.000 τόνων μεικτών οικιακών και 10.500 πράσινων απορριμμάτων ετησίως. Το 65% ανακυκλώνεται ενώ μόλις το 35% διατίθεται ως υπόλειμμα της επεξεργασίας στο Χώρο Υγειονομικής Ταφής. Σχετικά με τα στερεά απορρίμματα σημαντική πηγή ρύπανσης και υποβάθμισης του φυσικού περιβάλλοντος αποτελούν τα επικίνδυνα (ελαστικά, λάδια και ορυκτέλαια, μπαταρίες κ.α.) και ογκώδη (απορρίμματα ηλεκτρικού / ηλεκτρονικού εξοπλισμού οικιακής προέλευσης, αποσυρόμενα οχήματα) απορρίμματα. Μια άλλη σημαντική πηγή μικροβιακής μόλυνσης και χημικής ρύπανσης αποτελεί η μη περιβαλλοντικά σωστή επεξεργασία (απολύμανση των μολυσματικών και ειδική συλλογή των επικίνδυνων) και διάθεση νοσοκομειακών και ιατρικών απορριμμάτων (όπως π.χ. καλλιέργειες και δείγματα ασθενών με μεταδοτικές ασθένειες, υλικά που περιέχουν αίμα, μολυσμένα αιχμηρά αντικείμενα

μίας χρήσεως, ληγμένα ή χρησιμοποιημένα φάρμακα ή χημικά, οργανικοί διαλύτες, ραδιενεργά υλικά κ.α.).

Οι Στρατιωτικές Δραστηριότητες περιλαμβάνουν α) τον Ναύσταθμο στη Σούδα, β) το Πεδίο Βολής στο Ακρωτήριο, γ) την 115 Πτέρυγα Μάχης της Πολεμικής Αεροπορίας και δ) την Αμερικάνικη Βάση.

Από προαναφερθείσες στρατιωτικές δραστηριότητες δημιουργείται: 1) Ρύπανση από τα πλοία (καυσαέρια από την μετακίνηση, στερεά και υγρά απόβλητα, ρύπανση του θαλάσσιου περιβάλλοντος από διαρροές από το πετρέλαιο κίνησης), 2) Ρύπανση από πυραύλους, 3) Ρύπανση από τα καυσαέρια των αεροπλάνων και 4) Ρύπανση από την διακίνηση επικίνδυνων υγρών αποβλήτων και στερεών. Σχετικά με την ρύπανση από τις στρατιωτικές δραστηριότητες δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα.

Όπως διαφαίνεται και από τα προαναφερθέντα στοιχεία, λόγω της έλλειψης διαθέσιμων δεδομένων στις περισσότερες περιπτώσεις σχετικά με την προξενούμενη ρύπανση από διάφορες πηγές γίνεται επιτακτική η ανάγκη δημιουργίας ενός δικτύου ελέγχου και παρακολούθησης της ρύπανσης του φυσικού περιβάλλοντος του Νομού Χανίων.

Συμπεράσματα

Τα παραπάνω στοιχεία που παραθέσαμε σε συνδυασμό με την παραπάνω μελέτη δείχνουν το πόσο προσεκτικά βήματα πρέπει να γίνουν τηρώντας του κανονισμούς, του νόμους και τα όρια εκπομπής ώστε να υπάρχει η μικρότερη δυνατή περαιτέρω επιβάρυνση του περιβάλλοντος του Νομού Χανίων, η οποία έχει επέλθει λόγω της ανοχής σε καταστάσεις που είναι αν μη τι αλλω επιζήμιες για το περιβάλλον. Οπότε ένα τόσο σημαντικό έργο όπως ένα εργοστάσιο καύσης πρέπει να σχεδιαστεί προσεκτικά, με την επεξεργασία των απαερίων να παίζει βασικό ρόλο ώστε να εξασφαλιστεί η ελάχιστη δυνατή περιβαλλοντική επιβάρυνση.

3.ΣΥΣΤΑΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Τα απορρίμματα που πρόκειται να συλλεχθούν, να μεταφερθούν και να διατεθούν είναι:

- Τα κατάλοιπα κάθε φύσης που περιλαμβάνουν κυρίως οικιακά απορρίμματα, στάχτες, κατάλοιπα γυαλιών, φύλλα, σκουπίσματα, χαρτιά και άλλα που τοποθετούνται μέσα σε πλαστικές ή χάρτινες σακούλες ή δοχεία.
 - Απορρίμματα από βιομηχανικές και εμπορικές εγκαταστάσεις, γραφεία, κτίρια διοίκησης, αυλές και κήπους, τοποθετημένα σε δοχεία ή σάκους στις ίδιες συνθήκες με τα οικιακά.
 - Κοπριές, αφυδατωμένες ιλύς, προϊόντα από τους καθαρισμούς των δημόσιων οδών, των δημόσιων πάρκων, των νεκροταφείων και βοηθητικών κτιρίων, συγκεντρωμένων σε μεγάλα δοχεία για την αποκομιδή τους.
 - Τα προϊόντα καθαρισμού και τα κατάλοιπα, χώρων εκθέσεων, αγορών, χώρων δημόσιων εορτών, θέσεων συγκέντρωσης ζώων, συγκεντρωμένων και τοποθετούμενων σε μεγάλα κοντέινερ για την εκκένωσή τους.
 - Τα απορρίμματα από σχολεία, στρατιωτικές εγκαταστάσεις, νοσοκομεία, φυλακές και όλα τα δημόσια κτίρια, συγκεντρωμένα σε δοχεία συλλογής σε κατάλληλους χώρους και
 - Ογκώδη αντικείμενα εγκαταλελειμμένα σε δημόσιους χώρους ή τοποθετημένα σε καθορισμένες θέσεις, καθώς και τα πτώματα μικρών ζώων.
- Στον ορισμό των οικιακών απορριμμάτων δεν περιλαμβάνονται:
- Τα αδρανή και τα κατάλοιπα των δημοσίων έργων και ιδιαίτερα
 - Οι βιομηχανικές στάχτες και σκουριές, τα ανατομικά και μολυσματικά απορρίμματα των νοσοκομείων και κλινικών και τα απορρίμματα σφαγείων και
 - Ογκώδη απορρίμματα πολύ μεγάλου βάρους ή διαστάσεων ή τέτοιας φύσης, που δεν μπορούν να φορτωθούν σε συνήθη μεταφορικά μέσα.

Σύνθεση Οικιακών Απορριμμάτων

Η σύνθεση των απορριμμάτων αποτελεί μια από τις πλέον βασικές παραμέτρους για το σχεδιασμό της διάθεσής τους και επηρεάζεται από πολυάριθμους παράγοντες όπως:

- Ο χαρακτήρας του πολεοδομικού συγκροτήματος: πολεοδομική ζώνη, βιομηχανική κλπ.
 - Το κλίμα και η εποχή. Το καλοκαίρι περιέχονται πολλά φρούτα και φρέσκα λαχανικά και το χειμώνα στάχτες.
 - Ο τύπος της κατοικίας, η στάθμη ζωής, τα υλικά συσκευασίας.
- Οι δειγματοληψίες σχεδιάζονται με στατιστικά παραδεκτές μεθόδους και στηρίζονται σε στατιστικά στοιχεία σχετικά με την απασχόληση, τη μόρφωση και γενικά το βιοτικό επίπεδο των κατοίκων της περιοχής. Ένα αντιπροσωπευτικό γενικό δείγμα πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον το 1% της συνολικής ποσότητας των απορριμμάτων. Οι στατιστικές περιοχές πρέπει να είναι όσο το δυνατό ομοιογενείς. Οι αναλύσεις των απορριμμάτων χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:
- Στις ομάδες διαλογής των υλικών,
 - Στις φυσικές και χημικές παραμέτρους και
 - Στο μέγεθός τους.

Σύμφωνα με την πρώτη κατηγορία τα απορρίμματα χωρίζονται σε:

1. Χαρτί – χαρτόνι
2. Μέταλλα
3. Γυαλί
4. Πλαστικά
5. Ύφασμα, ξύλο, δέρμα, λάστιχο
6. Αδρανή
7. Ζυμώσιμα
8. Υπόλοιπα

Στην κατηγορία των φυσικών και χημικών παραμέτρων ανήκει ο προσδιορισμός της υγρασίας, του ξηρού στερεού, των πτητικών, της τέφρας, του άνθρακα, οργανικού και ανόργανου, του ολικού αζώτου, του αμμωνιακού αζώτου, του ολικού άνθρακα, του υδρογόνου και της θερμογόνου δύναμης. Επίσης, προσδιορίζεται η αναλογία C/N, ο φώσφορος, το θείο, το χλώριο, το φθόριο, το κάλιο, το νάτριο, το χρώμιο, το νικέλιο, ο χαλκός, το κάδμιο, ο ψευδάργυρος, ο μόλυβδος, το ολικό υπόλειμμα καύσης και τα ολικά καύσιμα.

Σύμφωνα με το μέγεθος τους, τα απορρίμματα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Κατηγορία I: απορρίμματα μεγέθους 0-40mm,
 - Κατηγορία II: απορρίμματα μεγέθους 40-120mm και
 - Κατηγορία III: απορρίμματα μεγαλύτερα από 120mm.
- Ζυμώσιμα. Περιλαμβάνονται τα υπολείμματα κουζίνας και κήπου.
 - Χαρτί. Περιλαμβάνονται τα πάσης φύσεως χαρτιά και χαρτόνια που προέρχονται κυρίως από έντυπο υλικό και συσκευασίες προϊόντων.
 - Μέταλλα. Περιλαμβάνεται το σύνολο των μεταλλικών υλικών που απαντώνται στα απορρίμματα. Είναι δόκιμος ένας διαχωρισμός σε σιδηρούχα και μη σιδηρούχα μέταλλα (κυρίως λόγω της μαγνητικής ιδιότητας των πρώτων), με τα τελευταία να έχουν ως κυριότερο αντιπρόσωπο το αλουμίνιο. Σε ορισμένες αναλύσεις έχουν εξετασθεί ως ξεχωριστή υποκατηγορία και οι μπαταρίες λόγω της σχετικά υψηλότερης επικινδυνότητάς τους.
 - Γυαλί. Η διαχείριση αποβλήτου γυαλιού στη χώρα μας πάσχει κυρίως από την έλλειψη υαλουργιών, κυρίως σε περιοχές μακριά από την Αττική. Είναι δόκιμος ο διαχωρισμός σε λευκό, καφέ και πράσινο γυαλί, όσον αφορά την ανακύκλωση, καθώς η παραγωγή καφέ και λευκού γυαλιού απαιτεί υαλότριμμα μόνο του ίδιου χρώματος.
 - Πλαστικό. Περιλαμβάνεται το σύνολο των πολυμερών απορριμμάτων. Η κατηγορία αυτή γίνεται διαρκώς μεγαλύτερη κατά τα τελευταία χρόνια και στη χώρα μας ως συνέπεια της αλλαγής των καταναλωτικών συνηθειών (στροφή σε συσκευασμένα προϊόντα, κ.λπ.). Χαρακτηριστικό της κατηγορίας αυτής είναι η έντονη ανομοιογένειά της, λόγω των πολλών χρησιμοποιούμενων πολυμερών (π.χ. PVC, PE, PP, PS, PET, ABS, κ.λπ.).
 - Δέρμα-Ξύλο-Λάστιχο-Υφασμα. Χαρακτηρίζονται ως λοιπά καύσιμα (ΔΞΛΥ).
 - Αδρανή. Εδώ περιλαμβάνονται χημικά ανενεργά υλικά που καταλήγουν στα οικιακά απορρίμματα (π.χ. χώματα, πέτρες, κ.λπ.).
 - Λοιπά. Στο κλάσμα αυτό καταλήγουν τα υλικά εκείνα που δε μπορούν να κατανεμηθούν σε

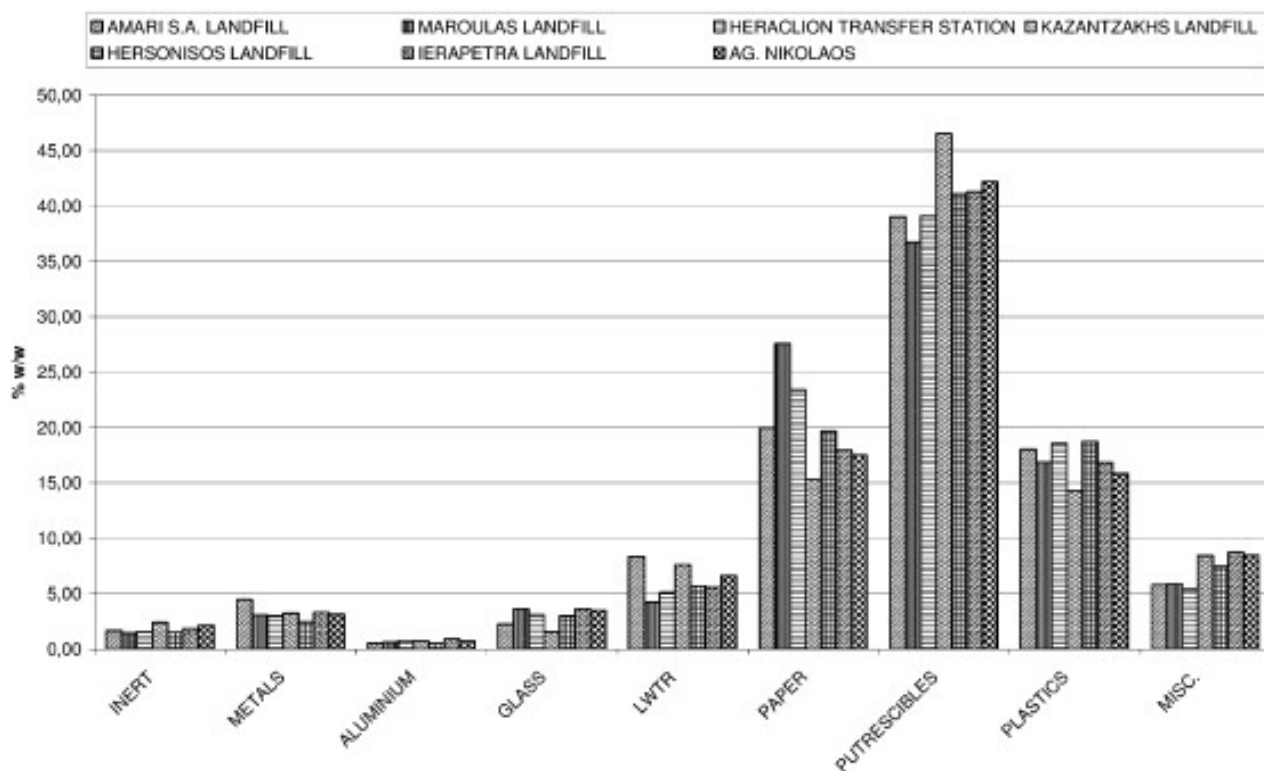
Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τη σύσταση των απορριμμάτων σε κάποιες πόλεις τις Ελλάδας, ανάμεσα σε αυτές και τα Χανιά:

	Αθήνα	Θεσ/νίκη	Ρόδος	Χανιά	Κως	Καλαμάτα	Νάξος
Ζυμώσιμα	56	52	41	55	37	47	48
Χαρτί	20	18	15	19	25	25	22
ΔεΞυΛ	4	8	4	4	5	6	5
Μέταλλα	3	5	10	4	5	3,5	3
Πλαστικά	7	7	12	8	11	7,5	9
Γυαλί	2,5	4	16	4	12	3	6
Αδρανή+ Λοιπά	7,5	6	2	6	5	8	7

Από τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι βασικά χαρακτηριστικά της σύνθεσης των ελληνικών οικιακών απορριμμάτων είναι το υψηλό ποσοστό σε ζυμώσιμα υλικά και πλαστικά.

Περαιτέρω έρευνα έδειξε ότι στην Κρήτη λόγω του τουρισμού ,έχουμε μια διαφορά τόσο στη σύσταση ,όσο και στη ποσότητα των απορριμμάτων με πιο οφθαλμοφανή την αύξηση των οργανικών (ζυμώσιμων) στα αστικά οικιακά απορρίμματα.Παρακάτω ακολουθούν διαγράμματα που δείχνουν χαρακτηριστικά αυτά τα δεδομένα.[Municipal solid waste composition determination supporting the integrated solid waste management system in the island of Crete,E. Gidaracos *, G. Havas, P. Ntzamilis]

Στον πρώτο πίνακα φαίνεται η εποχιακή διακύμανση της σύστασης των ΑΣΑ για διάφορες χωματερές της Κρήτης.



Ακόμα υπάρχει εποχιακή απόκλιση στην ποσότητα των απορριμμάτων ,όπως φαίνεται στον δεύτερο πίνακα:

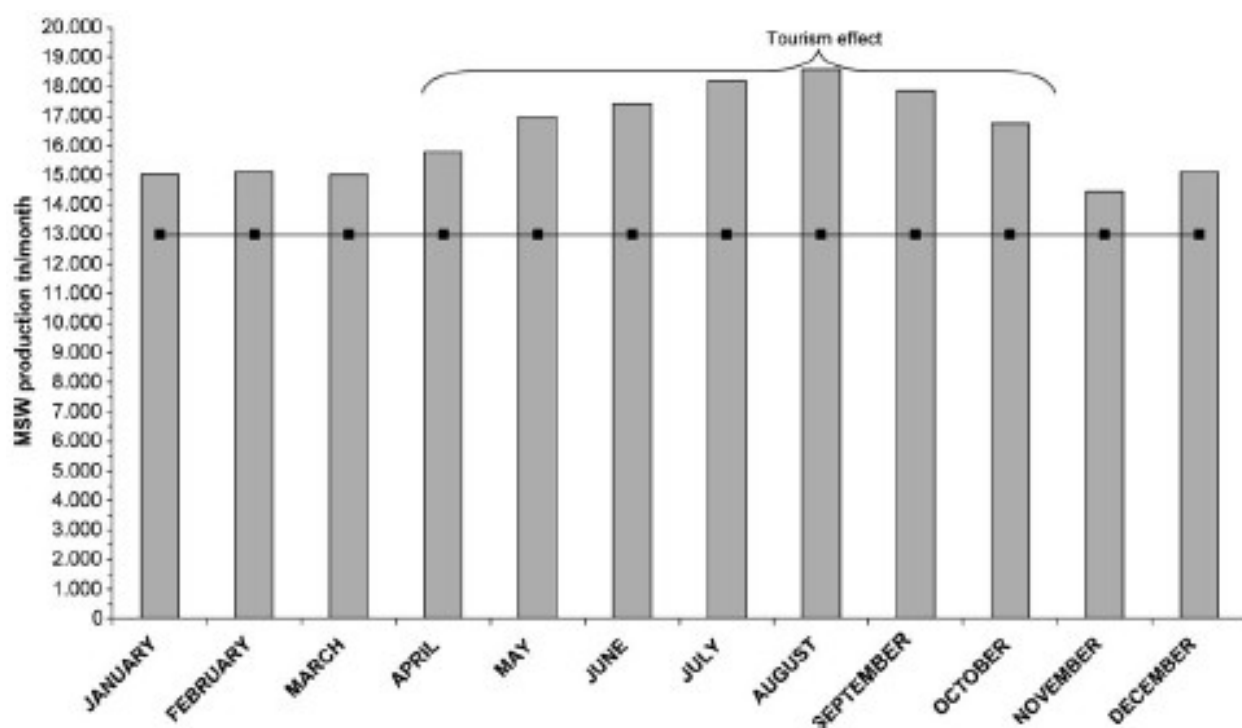


Fig. 3. Monthly variation of MSW production (tourism effect), wet weight.

Μερικές τυπικές αναλύσεις για τα οικιακά απορρίμματα στη Δυτική Ευρώπη, τις ΗΠΑ και τη Μέση Ανατολή παρουσιάζονται παρακάτω:

	Δυτική Ευρώπη	ΗΠΑ	Μέση Ανατολή
Οργανικά	21,3	22,6	60,0
Χαρτί	27,4	45,6	25,3
Υφάσματα	3,5	4,5	1,4
Πλαστικά	3,1	2,6	5,8
Γυαλί	9,5	6,2	1,0
Μέταλλα	8,5	9,1	2,8
Σκόνη, Αδρανή	19,8	7,6	2,3
Διάφορα	6,8	1,8	1,4

Εδώ αντίστοιχα έχουμε τις μέσες ετήσιες τιμές αφού πάλι αντίστοιχα θα πρέπει να υπάρχει μια εποχική διακύμανση .

Στοιχειακή ανάλυση και ενεργειακό περιεχόμενο των οικιακών απορριμμάτων

Γενικά, τα απορρίμματα από την πλευρά της δυνατότητας καύσης τους μπορούν να

καταταγούν σε δύο κατηγορίες: αυτά που μπορούν να καούν όπως τα ζυμώσιμα υλικά, πλαστικό, χαρτί, ξύλο, ελαστικά, δέρμα, υφάσματα, κ.α., και αυτά που δεν καίγονται όπως το γυαλί, τα μέταλλα, τα αδρανή, κ.α.

Η περιεκτικότητα των απορριμμάτων σε υγρασία και τέφρα, καθώς και σε καύσιμη ύλη, εξαρτώνται από τη σύσταση των απορριμμάτων, το είδος δηλαδή των διαφόρων υλικών που περιέχονται σε αυτά. Η στοιχειακή ανάλυση των οικιακών απορριμμάτων παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

ΥΛΙΚΑ	C	H	O	N	Cl	S	H ₂ O	Τέφρα
Εφημεριδες	36,62	4,66	31,76	0,11	0,11	0,19	25	1,55
Βιβλία Περιοδικά	32,93	4,64	32,85	0,11	0,13	0,21	16	13,13
Υπ.Χαρτιά	32,41	4,51	29,91	0,31	0,61	0,19	23	9,06
Πλαστικά	56,43	7,79	8,05	0,85	3	0,29	15	8,59
Δέρμα Λαστιχα	43,09	5,37	11,57	1,34	4,97	1,17	10	22,49
Ξύλο	41,2	5,03	34,55	0,24	0,09	0,07	16	2,82
Υφάσματα	37,23	5,02	27,11	3,11	0,27	0,28	25	1,98
Υπολ.Κήπων	23,29	2,93	17,54	0,89	0,13	0,15	45	10,07
Υπολ. Κουζίνας	17,93	2,55	12,85	1,13	0,38	0,06	60	5,1
Μέταλλα	4,31	0,6	3,94	0,05	0,07	0,01	5	85,97
Γυαλί	0,5	0,07	0,35	0,03	0,01	0	2	97,04

Η συμμετοχή του χαρτιού - χαρτονιού σε βαρέα μέταλλα είναι σχετικά χαμηλή . Οι τοξικές ουσίες προέρχονται από τα πρόσθετα , τα βοηθητικά υλικά και τα πιγμέντα . Τα πρόσθετα υλικά είναι ορυκτά (καολίνες - πηλός , κλπ .) ή συνθετικά (διοξείδιο του τιτανίου , υδροξείδιο του αλουμινίου , κλπ). Επίσης χαμηλή είναι και η τιμή του υδραργύρου ο οποίος προέρχεται από τα βοηθητικά υλικά . Το χαρτί – χαρτόνι αποτελεί την κύρια πηγή για το φθόριο και το θείο . Υπολογίζεται ότι το 50% του φθορίου και το 24% του θείου προέρχεται από την ομάδα αυτή των υλικών .

Τα πλαστικά αποτελούν τη βασική πηγή για το χλώριο, το κάδμιο, θείο, μόλυβδο, φθόριο και υδράργυρο, τα οποία βρίσκονται στους σταθεροποιητές και τα πιγμέντα . Το κάδμιο, όταν χρησιμοποιείται ως μέθοδος διάθεσης των απορριμμάτων η υγειονομική ταφή, δεν υπάρχει μεγάλο πρόβλημα στα στραγγίσματα, σε αντίθεση με την καύση όπου π .χ. τα πιγμέντα διασπώνται σε θερμοκρασία 600 °C.

Στην κατηγορία των ζυμώσιμων (λαχανικά, φρούτα, τροφές) υπάρχουν κυρίως τα βαρέα μέταλλα Cu, Pb, Zn, Cd, Hg.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί όταν αναμιγνύονται τα οικιακά, τα κλαδιά και τα φύλλα που προέρχονται από κήπους. Οι μεγαλύτερες ποσότητες Zn (25 %), F (30 %), και S (19 %) βρίσκονται στα απορρίμματα αυτής της κατηγορίας. Ο βαθμός εκπομπής των επικίνδυνων ουσιών εξαρτάται από τις συνθήκες καύσης και την κινητικότητα των αερίων. Οι συνθήκες αυτές μπορούν να προσδιορισθούν εκτός από την σύνθεση των απορριμμάτων, από τη θερμοκρασία και τη λειτουργία της μονάδας.

Σε σύγκριση των επικίνδυνων ουσιών που περιέχουν τα απορρίμματα στην Ελλάδα με τα απορρίμματα άλλων χωρών, στα Ελληνικά απορρίμματα παρουσιάζονται χαμηλές τιμές του Pb, Zn και Cu σε αντίθεση με τις υψηλές τιμές στο Cd.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η περιεκτικότητα σε μέταλλα των διαφόρων συστατικών:

Υλικό	Cd	Cu	Fe	Hg	Mn	Na	Pb	Zn
Χαρτί	2	100	2000	0,1	75	1550	125	375
Πλαστικά	14	525	3875	0,4	100	1475	800	975
Ζυμώσιμα	4	575	7025	2	300	3575	900	750
Σκόνες	3	27	12050	0,3	625	2500	550	1125

Η καύση και γενικότερα η ενεργειακή αξιοποίηση των απορριμμάτων, συνδέεται με το ποσό της θερμότητας που μπορεί να εκλυθεί κατά την καύση τους. Το ποσό της θερμότητας που εκλύεται κατά την καύση της μονάδας μάζας ενός υλικού εκφράζεται ως η θερμογόνο δύναμη του υλικού αυτού. Ανάλογα με τη φυσική κατάσταση των υδρατμών που παράγονται κατά την καύση, η θερμογόνο δύναμη αναφέρεται ως ανώτερη (οι υδρατμοί συμπυκνώνονται σε υγρό) και σε κατώτερη (οι υδρατμοί παραμένουν στην αέρια φάση).

Η θερμογόνο δύναμη ενός υλικού εξαρτάται από την περιεκτικότητά του στα βασικά καύσιμα στοιχεία , που είναι ο άνθρακας και το υδρογόνο και σε μικρότερο ποσοστό το θείο .

Σημαντικές παραμέτρους για τη δυνατότητα καύσης ενός υλικού , αποτελούν η περιεκτικότητά του σε υγρασία και τέφρα. Η υγρασία (στην ουσία το νερό) που περιέχεται στα απορρίμματα αποτελεί εμπόδιο για την εύκολη καύση τους επειδή απαιτεί σημαντικό ποσό ενέργειας για να απομακρυνθεί ώστε να μπορέσουν τα απορρίμματα να καούν και να αποδώσουν το θερμικό φορτίο που περιέχουν . Από την άλλη , η τέφρα αποτελείται από ανόργανα συστατικά που περιέχονται στα απορρίμματα (μέταλλα, γυαλί, και άλλα αδρανή όπως χώμα) τα οποία δε μπορούν να καούν , και επιπρόσθετα θα πρέπει να απομακρυνθούν από το χώρο στον οποίο γίνεται η καύση των απορριμμάτων .

Η θερμογόνο δύναμη των απορριμμάτων μπορεί να υπολογισθεί χρησιμοποιώντας την εξίσωση :

$$A\Theta\Delta = 80,8C + 344\left(H - \frac{O}{8}\right) + 25S$$

όπου ΑΘΔ. η ανώτερη θερμογόνο δύναμη (kcal/kg)

C η περιεκτικότητα (%) σε άνθρακα,

H η περιεκτικότητα (%) σε υδρογόνο,

O η περιεκτικότητα (%) σε οξυγόνο και

S η περιεκτικότητα (%) σε θείο.

Η κατώτερη θερμογόνο δύναμη υπολογίζεται αφαιρώντας από την ανώτερη θερμογόνο

δύναμη τη λανθάνουσα θερμότητα συμπύκνωσης των υδρατμών :

$$KQD = AQD - 580(H + W)$$

όπου ΚΘΔ η κατώτερη θερμογόνος δύναμη (kcal/kg)

H η περιεκτικότητα (%) σε υδρογόνο και

W η περιεκτικότητα (%) σε υγρασία.

Η θερμογόνος δύναμη των απορριμμάτων, μπορεί επομένως να εκτιμηθεί με βάση τη μέση σύσταση των απορριμμάτων και τη μέση θερμογόνο δύναμη της κάθε κατηγορίας.

Ο παρακάτω πίνακας δίνει στοιχεία σχετικά με το ενεργειακό περιεχόμενο των απορριμμάτων της Ελλάδας.

Υλικά	Περιεκτικότητα, % κ .β .	Κατώτερη Κ.Θ.Δ. kcal/kg	Ενέργεια στα 100 kg, kcal	Συμμετοχή στην ενέργεια, %
Χαρτί	20	3,96	79300	32,3
Πλαστικά	30/12/99	7700	65450	26,7
Ζυμώσιμα	49	1100	53900	22
Γυαλί	4,5	33	748	-
Μέταλλα	4,5	165	742	-
Δερμα, Ξύλο , Ύφασμα	3	4400	13200	5,4
Αδρανή	5	30	150	-
Υπόλοιπα	5,5	5770	31735	12,9

4.ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

4.1 ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Η προστασία του περιβάλλοντος έχει καθοριστική σημασία για την ποιότητα ζωής των σημερινών και των μελλοντικών γενεών. Εντούτοις, σημαντική πρόκληση αποτελεί ο συνδυασμός της προστασίας του περιβάλλοντος με τη συνεχιζόμενη οικονομική μεγέθυνση, κατά μακροπρόθεσμα αειφόρο τρόπο. Η περιβαλλοντική πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης βασίζεται στην πεποίθηση ότι η ύπαρξη υψηλών περιβαλλοντικών προτύπων τονώνει την καινοτομία και τις εμπορικές ευκαιρίες.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει γενικά αναλάβει να διασφαλίσει ότι:

- οι νόμοι όχι μόνο θεσπίζονται αλλά και εφαρμόζονται στην πράξη,
 - στις πολιτικές της ΕΕ (π.χ. γεωργία, ανάπτυξη, ενέργεια, αλιεία, βιομηχανία, εσωτερική αγορά, μεταφορές) συνεκτιμάται ο αντίκτυπος που αυτές θα έχουν στο περιβάλλον,
 - οι επιχειρήσεις και οι καταναλωτές συμμετέχουν ενεργά στην εξεύρεση λύσεων για τα οικολογικά προβλήματα,
 - οι πολίτες έχουν στη διάθεσή τους τις απαραίτητες πληροφορίες ώστε να κάνουν φιλικές προς το περιβάλλον επιλογές,
 - αυξάνεται η ευαισθητοποίηση σχετικά με τη σημασία που έχει η ορθολογική χρησιμοποίηση των γαιών για την προστασία των φυσικών ενδιαιτημάτων και τοπίων και για την ελαχιστοποίηση της αστικής ρύπανσης.
- Η Κοινότητα δίνει προτεραιότητα στους ακόλουθους τομείς δράσης:
- η αειφόρος διαχείριση των φυσικών πόρων: εδάφη, ύδατα, φυσικές και παράκτιες ζώνες,
 - η ολοκληρωμένη καταπολέμηση της ρύπανσης και προληπτική δράση όσον αφορά τα απόβλητα,
 - η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας που προέρχεται από μη ανανεώσιμες πηγές,
 - η βελτίωση της διαχείρισης της κινητικότητας, με την ανάπτυξη αποτελεσματικών και καθαρών τρόπων μεταφοράς,
 - η επεξεργασία ενός συνεκτικού συνόλου μέτρων για τη βελτίωση της ποιότητας του αστικού περιβάλλοντος,
 - η βελτίωση της υγείας και της ασφάλειας, ιδίως σε θέματα διαχείρισης των βιομηχανικών κινδύνων, της πυρηνικής ασφάλειας και της ακτινοπροστασίας.

Η Περιβαλλοντική Στρατηγική της Κοινότητας στηρίζεται στην αρχή "ο ρυπαίνων πληρώνει". Ο ρυπαίνων μπορεί να κληθεί να πληρώσει είτε κάνοντας τις απαραίτητες επενδύσεις ώστε να συμμορφωθεί με αυστηρότερα πρότυπα, είτε καθιερώνοντας ένα σύστημα ανάκτησης, ανακύκλωσης ή διάθεσης των προϊόντων μετά τη χρήση τους. Η πληρωμή μπορεί επίσης να έχει τη μορφή φόρου επιβαλλόμενου στις επιχειρήσεις ή στους καταναλωτές που χρησιμοποιούν μη οικολογικά προϊόντα (π.χ. ορισμένους τύπους συσκευασιών).

Ακρογωνιαίος λίθος της δράσης της ΕΕ στον τομέα του περιβάλλοντος είναι το *έκτο πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον*, το οποίο φέρει τον τίτλο "Περιβάλλον 2010: Το μέλλον μας, η επιλογή μας". Το συγκεκριμένο πρόγραμμα καλύπτει την περίοδο από την 1η Ιανουαρίου 2001 έως τις 31 Δεκεμβρίου του 2010 και έχει τις εξής προτεραιότητες:

- αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος και της θέρμανσης του πλανήτη,
- προστασία των φυσικών ενδιαιτημάτων και της άγριας πανίδας και χλωρίδας,
- αντιμετώπιση των προβλημάτων που συνδέονται με το περιβάλλον και την υγεία,
- διατήρηση των φυσικών πόρων και διαχείριση των αποβλήτων.

Το πρόγραμμα "Περιβάλλον 2010: Το μέλλον μας, η επιλογή μας" βασίζεται σε πέντε παλαιότερα προγράμματα δράσης και σε 30 χρόνια καθιέρωσης προτύπων. Η ΕΕ διαθέτει ένα ολοκληρωμένο σύστημα περιβαλλοντικών ελέγχων για την αντιμετώπιση πάσης φύσεως ζητημάτων – π.χ. θόρυβος, απόβλητα συσκευασιών, κίνδυνοι που απειλούν τη διατήρηση των φυσικών ενδιαιτημάτων, καυσαέρια αυτοκινήτων, χημικά προϊόντα, βιομηχανικά ατυχήματα. Το υψηλό επίπεδο προστασίας που εξασφαλίζουν αυτοί οι έλεγχοι είναι σε γενικές γραμμές το ίδιο σε όλη την ΕΕ, αλλά η πολιτική είναι αρκετά ευέλικτη ώστε να συνεκτιμά τις κατά τόπους συνθήκες, προσαρμόζεται δε συνεχώς στα πλέον πρόσφατα δεδομένα.

Όσον αφορά τις κλιματικές αλλαγές ο επιδιωκόμενος στόχος είναι η μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου σε επίπεδο που δεν θα προκαλεί τεχνητές μεταβολές του κλίματος στη γη.

Ο βραχυπρόθεσμος στόχος που επιδιώκει η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι να επιτευχθούν οι αντικειμενικοί στόχοι του πρωτοκόλλου του Κιότο, με άλλα λόγια δηλαδή από σήμερα μέχρι το χρονικό ορίζοντα του 2008 - 2012 να μειωθούν κατά 8% οι εκπομπές αερίων τύπου θερμοκηπίου σε συνάρτηση με τα επίπεδα του 1990. Περισσότερο μακροπρόθεσμα, από σήμερα μέχρι το έτος 2020, θα πρέπει οι εκπομπές αυτές να μειωθούν κατά ποσοστό 20 έως 40%, με την εφαρμογή μιας αποτελεσματικής διεθνούς συμφωνίας.

Σε σχέση με τη διαχείριση των φυσικών πόρων και των αποβλήτων, ο επιδιωκόμενος στόχος είναι να καταβληθεί μέριμνα, ούτως ώστε η κατανάλωση των ανανεώσιμων και των μη ανανεώσιμων πόρων να μην υπερβαίνει τα όρια που είναι σε θέση να αντέξει το περιβάλλον, διαχωρίζοντας την οικονομική ανάπτυξη από τη χρήση των πόρων, αλλά και βελτιώνοντας την αποδοτικότητα των πόρων αυτών και μειώνοντας την παραγωγή αποβλήτων. Σε ό,τι αφορά τα απόβλητα, επιδιώκεται ο ειδικός στόχος της μείωσης της τελικής τους ποσότητας κατά ποσοστό 20% μέχρι το χρονικό ορίζοντα του 2010 και κατά ποσοστό 50% από σήμερα μέχρι το έτος 2050.

Οι εφαρμοστέες δράσεις είναι οι εξής:

- η επεξεργασία της στρατηγικής για τη βιώσιμη διαχείριση των πόρων, με καθορισμό των συγκεκριμένων προτεραιοτήτων και τη μείωση της κατανάλωσης
- η φορολόγηση της χρήσης των πόρων
- η κατάργηση των επιδοτήσεων που προωθούν την υπέρμετρη εκμετάλλευση των πόρων
- η ενσωμάτωση της βασικής αρχής της αποτελεσματικής χρήσης των πόρων στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης πολιτικής των προϊόντων, των συστημάτων απονομής του οικολογικού σήματος, των συστημάτων περιβαλλοντικής αξιολόγησης και ούτω κατ' εξής
- η επεξεργασία της στρατηγικής για την ανακύκλωση των αποβλήτων
- η βελτίωση των υφιστάμενων συστημάτων διαχείρισης των αποβλήτων και η πραγματοποίηση επενδύσεων για την ποσοτική και ποιοτική πρόληψη της δημιουργίας τους
- η ενσωμάτωση της προληπτικής πολιτικής αποφυγής των αποβλήτων στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης πολιτικής προϊόντων και στην κοινοτική στρατηγική που αφορά τις χημικές ουσίες.

Το πρόγραμμα "Περιβάλλον 2010: Το μέλλον μας, η επιλογή μας" εμπνέεται από το *πέμπτο πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον*, το οποίο κάλυψε τη χρονική περίοδο 1992-2000.

Στόχος του προγράμματος δράσεως για το περιβάλλον με τίτλο "Προς μια βιώσιμη ανάπτυξη" είναι ο μετασχηματισμός του αναπτυξιακού μοντέλου της Κοινότητας, ούτως ώστε να προαχθεί η βιώσιμη ανάπτυξη. Το πρόγραμμα εξακολουθεί να αντιμετωπίζει τα περιβαλλοντικά προβλήματα (όπως η κλιματική μεταβολή, η ρύπανση των υδάτων, η

διαχείριση των αποβλήτων) αλλά αποβλέπει επίσης στη διαμόρφωση νέων σχέσεων μεταξύ των συντελεστών που παρεμβαίνουν στον τομέα του περιβάλλοντος.

Το πρόγραμμα εδραιώνει την υιοθέτηση μιας νέας προσέγγισης της κοινοτικής περιβαλλοντικής πολιτικής, με βάση τις ακόλουθες αρχές:

- θέσπιση μιας συνολικής και ενεργητικής προσέγγισης που απευθύνεται στους συντελεστές και στις δραστηριότητες που επηρεάζουν τους φυσικούς πόρους ή θίγουν το περιβάλλον,
- βούληση ανατροπής των τάσεων και πρακτικών που ζημιώνουν το περιβάλλον, τόσο της τρέχουσας όσο και των μελλοντικών γενεών,
- προώθηση της αλλαγής συμπεριφορών στην κοινωνία με την συστράτευση όλων των εμπλεκόμενων συντελεστών (δημοσίων αρχών, πολιτών, καταναλωτών, επιχειρήσεων ...),
- καθιέρωση της κατανομής ευθυνών,
- χρήση νέων περιβαλλοντικών μέσων.

Για κάθε έναν από τους τομείς που διαλαμβάνει το πρόγραμμα, το τελευταίο ορίζει τους μακροπρόθεσμους σκοπούς, προσδιορίζει τους στόχους για το έτος 2000 και προβλέπει ένα σύνολο διατάξεων για την επίτευξη των καθοριζόμενων στόχων. Οι τελευταίοι δεν έχουν νομική αξία αλλά αποτελούν σημείο αναφοράς για την εδραίωση μιας βιώσιμης ανάπτυξης.

Ένα ακόμα πολύ σημαντικό κοινοτικό μέτρο, το οποίο αποσκοπεί να προσδιορίσει τη δομή του μελλοντικού κοινοτικού συστήματος περιβαλλοντικής ευθύνης και να θέσει σε εφαρμογή την αρχή "ο ρυπαίνων πληρώνει", είναι η *Λευκή Βίβλος* της 9ης Φεβρουαρίου 2000 για την περιβαλλοντική ευθύνη.

Η περιβαλλοντική ευθύνη αποσκοπεί στην καθιέρωση της καταβολής ενός χρηματικού ποσού από το πρόσωπο το οποίο έχει προκαλέσει ζημιές στο περιβάλλον προς αποκατάσταση των ζημιών που έχουν προκληθεί.

Για να εφαρμοστεί η αρχή της περιβαλλοντικής ευθύνης, πρέπει:

- Να μπορούν να εντοπιστούν οι ρυπαίνοντες,
 - Να μπορούν τα ποσοτικοποιηθούν οι ζημιές,
 - Να αποδειχθεί η σχέση μεταξύ ρυπαίνοντα και ζημιών.
- Εξάλλου, η αρχή της περιβαλλοντικής ευθύνης δεν μπορεί να εφαρμοστεί όταν πρόκειται για γενικευμένη και διάχυτη ρύπανση (μεταβολές του κλίματος).
00000

Οι ρυπαίνοντες οφείλουν να επωμιστούν τις ζημιές που προκάλεσαν ρυπαίνοντας. Η εφαρμογή της εν λόγω μεθόδου θα παροτρύνει τα διάφορα μέρη να λάβουν περισσότερα μέτρα πρόληψης και θα μειώσει την ρύπανση.

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά τα στερεά απορρίμματα και τη διαχείρισή τους, η Κοινοτική στρατηγική καθορίζεται με μια σειρά Οδηγιών, οι πιο βασικές από τις οποίες είναι :

- Η Οδηγία 75/442/ΕΟΚ, για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων,
 - Η Οδηγία 2000/76/ΕΚ, για την αποτέφρωση των αποβλήτων και
 - Η Οδηγία 1999/31/ΕΚ, για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων,
- και φαίνονται αναλυτικά παρακάτω.

Οδηγία 75/442/ΕΟΚ περί της διαχείρισης στερεών απόβλητων

Τα μέτρα εφαρμόζονται σε κάθε ουσία ή αντικείμενο των οποίων ο κάτοχος απαλλάσσεται ή έχει την υποχρέωση να απαλλαγεί δυνάμει των εθνικών διατάξεων των

κρατών μελών.

Τα κράτη μέλη οφείλουν να απαγορεύουν την εγκατάλειψη, την απόρριψη και την ανεξέλεγκτη διάθεση των αποβλήτων-οφείλουν να προάγουν την πρόληψη της δημιουργίας, την ανακύκλωση και τη μεταποίηση των αποβλήτων, προκειμένου αυτά να επαναχρησιμοποιηθούν. Ενημερώνουν την Επιτροπή για κάθε σχέδιο κανονιστικών διατάξεων στις οποίες μπορεί να υπεισέλθει η χρήση προϊόντων, πηγή τεχνικών δυσκολιών και υπερβολικού κόστους διαθέσεως και που μπορεί να ενθαρρύνει την μείωση ποσοτήτων ορισμένων αποβλήτων, την επεξεργασία αποβλήτων με σκοπό την ανακύκλωση ή επαναχρησιμοποίηση, την εκμετάλλευση ποσοτήτων ενεργείας από ορισμένα απόβλητα, τη χρήση φυσικών πόρων που μπορούν να αντικατασταθούν από υλικά ανακτήσεως.

Τα μέτρα προβλέπουν συνεργασία μεταξύ των κρατών μελών για τη δημιουργία ολοκληρωμένου και καταλλήλου δικτύου εγκαταστάσεων διαθέσεως των αποβλήτων (λαμβανομένων υπόψη των καλύτερων διαθέσιμων τεχνολογιών) που θα επιτρέψει στην Κοινότητα να καταστεί αυτάρκης όσον αφορά στη διάθεση των αποβλήτων της, και στα κράτη μέλη να τείνουν το καθένα χωριστά προς τον στόχο αυτόν. Το δίκτυο αυτό πρέπει να επιτρέπει τη διάθεση των αποβλήτων σε μία από τις πλησιέστερες εγκαταστάσεις που εγγυώνται υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος.

Τα κράτη μέλη πρέπει να εξασφαλίσουν ότι κάθε κάτοχος αποβλήτων τα διαθέτει σε ιδιωτικό ή δημόσιο φορέα αποκομιδής ή σε επιχείρηση τελικής διάθεσης, ή εξασφαλίζει ο ίδιος την τελική διάθεση, τηρουμένων των διατάξεων των μέτρων.

Οι επιχειρήσεις ή οι εγκαταστάσεις που εξασφαλίζουν την επεξεργασία, αποθήκευση ή απόθεση στερεών αποβλήτων για λογαριασμό τρίτων, οφείλουν να λάβουν άδεια από την αρμόδια αρχή όσον αφορά ιδίως στον τύπο και στην ποσότητα των προς επεξεργασία αποβλήτων, στις γενικές τεχνικές προδιαγραφές, στις ληπτέες προφυλάξεις. Οι αρμόδιες αρχές μπορούν, σε περιοδική βάση, να ελέγχουν την τήρηση των εν λόγω προϋποθέσεων χορηγήσεως αδειάς. Η ίδια εποπτεία της αρμοδίας αρχής ασκείται στις επιχειρήσεις μεταφοράς, αποκομιδής, αποθηκεύσεως, αποθέσεως ή επεξεργασίας των ιδίων στερεών αποβλήτων, καθώς και σε εκείνες που ασκούν τις εν λόγω δραστηριότητες για λογαριασμό τρίτων.

Η οδηγία προσθέτει την υποχρέωση κατοχής αδειάς για τα κέντρα αξιοποίησης και για τις επιχειρήσεις που διαθέτουν οι ίδιες τα δικά τους απόβλητα. Η δαπάνη για τη διάθεση των αποβλήτων βαρύνει τον κάτοχο ο οποίος παραδίδει στερεά απόβλητα σε φορέα αποκομιδής ή σε επιχείρηση και/ή τους προηγούμενους κατόχους ή τον παραγωγό του προϊόντος που παράγει απόβλητα σύμφωνα με την αρχή του "Ο ρυπαίνων πληρώνει".

Οι αρμόδιες αρχές που ορίζουν τα κράτη μέλη για την εφαρμογή των μέτρων συντάσσουν ένα ή περισσότερα σχέδια διαχείρισης των αποβλήτων όπου αναφέρονται οι τύποι, οι ποσότητες και η προέλευση των αποβλήτων προς αξιοποίηση ή προς διάθεση, οι γενικές τεχνικές προδιαγραφές, όλες οι ειδικές διατάξεις που αφορούν ειδικά απόβλητα, οι κατάλληλοι χώροι και εγκαταστάσεις για τη διάθεση.

Οδηγία 2000/76/ΕΚ περί της αποτέφρωσης των αποβλήτων

Η Οδηγία 2000/76/ΕΚ, που αφορά στην αποτέφρωση των αποβλήτων εξεδόθη από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο, αφού ελήφθησαν υπόψη κυρίως τα ακόλουθα:

· Το πέμπτο πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον «Στόχος η αειφορία» — πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Κοινότητας σχετικά με την πολιτική και τη δράση για το περιβάλλον και τη βιώσιμη ανάπτυξη.

- Το πρωτόκολλο για τους έμμονους οργανικούς ρύπους, το οποίο έχει υπογράψει η Κοινότητα στο πλαίσιο της Σύμβασης της Οικονομικής Επιτροπής για την Ευρώπη των Ηνωμένων Εθνών (ΟΕΕ-ΟΗΕ) για τη διαμεθοριακή ατμοσφαιρική ρύπανση σε μεγάλη απόσταση
- Την κοινοτική στρατηγική για τη διαχείριση των αποβλήτων, η οποία αποδίδει κατ' αρχάς προτεραιότητα στην πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων, στη συνέχεια, στην επαναχρησιμοποίηση και την ανάκτηση, τέλος δε στην ασφαλή διάθεση των αποβλήτων.
- Την ανακοίνωση της Επιτροπής με τίτλο «Ενέργεια για το μέλλον: ανανεώσιμες πηγές ενέργειας· Λευκή Βίβλος για κοινοτική στρατηγική και πρόγραμμα δράσης», η οποία λαμβάνει ιδίως υπόψη τη χρήση της βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς.
- Την Οδηγία 96/61/ΕΚ του Συμβουλίου, η οποία ορίζει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης, κατά την οποία εξετάζονται σφαιρικά όλες οι συνιστώσες των περιβαλλοντικών επιδόσεων των εγκαταστάσεων.
- Την ανάγκη ύπαρξης ενός ενιαίου κειμένου για την αποτέφρωση των αποβλήτων, το οποίο θα βελτιώσει τη νομική σαφήνεια και τη δυνατότητα εφαρμογής.
- Το άρθρο 4 της οδηγίας 75/442/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 15ης Ιουλίου 1975, περί των στερεών αποβλήτων, σύμφωνα με το οποίο τα κράτη μέλη πρέπει να λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα για να εξασφαλίζουν ότι η αξιοποίηση ή η διάθεση των αποβλήτων πραγματοποιείται χωρίς να τίθεται σε κίνδυνο η υγεία του ανθρώπου και χωρίς να βλάπτεται το περιβάλλον.

Ο σκοπός της παρούσας οδηγίας είναι η πρόληψη ή ο περιορισμός, όσο είναι εφικτός, των αρνητικών επιδράσεων της αποτέφρωσης και της συναποτέφρωσης αποβλήτων στο περιβάλλον, ειδικότερα δε, της ρύπανσης δια των εκπομπών στον ατμοσφαιρικό αέρα, το έδαφος και τα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα, καθώς και των συνακόλουθων κινδύνων για την υγεία του ανθρώπου. Ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται με την επιβολή αυστηρών συνθηκών λειτουργίας και τεχνικών απαιτήσεων και τη θέσπιση οριακών τιμών εκπομπών για τις μονάδες αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης αποβλήτων εντός της Κοινότητας, καθώς επίσης με την τήρηση των απαιτήσεων της οδηγίας 75/442/ΕΟΚ. Η παρούσα Οδηγία καλύπτει τις μονάδες αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης.

Στο άρθρο 3 δίνονται οι απαιτούμενοι ορισμοί των παρακάτω εννοιών :

- Απόβλητα,
- Επικίνδυνα απόβλητα,
- Μεικτά αστικά απόβλητα,
- Μονάδα αποτέφρωσης,
- Μονάδα συναποτέφρωσης,
- Υφιστάμενη μονάδα αποτέφρωσης ή συναποτέφρωσης,
- Ονομαστική δυναμικότητα,
- Εκπομπές,
- Οριακές τιμές εκπομπών,
- Διοξίνες και φουράνια,
- Φορέας εκμετάλλευσης,
- Άδεια και
- Υπολείμματα.

Επίσης, στην Οδηγία καθορίζονται:

- Οι απαιτούμενες λεπτομέρειες για τη διαδικασία υποβολής αίτησης και την χορήγηση αδείας, για την κατασκευή μονάδας αποτέφρωσης απορριμμάτων (άρθρο 4).
- Οι απαραίτητες προφυλάξεις κατά την παράδοση και την παραλαβή των αποβλήτων, για την πρόληψη ή τον περιορισμό των αρνητικών επιδράσεων στο περιβάλλον. (άρθρο 5),
- Οι συνθήκες λειτουργίας. Οι μονάδες αποτέφρωσης λειτουργούν κατά τρόπο που διασφαλίζει βαθμό αποτέφρωσης τέτοιοι ώστε οι ατμοσφαιρικές εκπομπές τους να μην προκαλούν σημαντική ατμοσφαιρική ρύπανση στην επιφάνεια του εδάφους. (άρθρο 6),

- Οι οριακές τιμές ατμοσφαιρικών ρύπων. Τα καυσαέρια των μονάδων δεν πρέπει να υπερβαίνουν τις τιμές που καθορίζονται στο παράρτημα V (άρθρο 7),
- Η διαδικασία απόρριψης των υδάτων που προέρχονται από τον καθαρισμό των καυσαερίων, οι οριακές τιμές των οποίων δίνονται στο παράρτημα IV (άρθρο 8),
- Η διαχείριση των υπολειμμάτων (άρθρο 9),
- Η διαδικασία ελέγχου και παρακολούθησης της εγκατάστασης (άρθρο 10),
- Οι μετρήσεις ατμοσφαιρικών ρύπων που απαιτούνται. Οι τεχνικές που ακολουθούνται για την πραγματοποίησή τους δίνονται στο παράρτημα III (άρθρο 11),
- Οι τρόποι πρόσβασης στην πληροφόρηση και συμμετοχή του κοινού (άρθρο 12),
- Η αντιμετώπιση ασυνήθων συνθηκών λειτουργίας (άρθρο 13),
- Οι περιπτώσεις επανεξέτασης (άρθρο 14),
- Η διαδικασία υποβολής εκθέσεων (άρθρο 15),
- Οι τρόποι μελλοντικής αναπροσαρμογής της Οδηγίας (άρθρο 16),
- Η σύσταση κανονιστικής επιτροπής (άρθρο 17),
- Οι παλαιότερες οδηγίες που καταργούνται (άρθρο 18),
- Οι κυρώσεις (άρθρο 19),
- Οι μεταβατικές διατάξεις (άρθρο 20),
- Ο τρόπος υλοποίησης της Οδηγίας (άρθρο 21),
- Η έναρξη ισχύος (άρθρο 22) και
- Οι αποδέκτες της Οδηγίας (άρθρο 23).

Οδηγία 1999/31/ΕΚ περί της υγειονομικής ταφής των αποβλήτων

Η Οδηγία 1999/31/ΕΚ, που αφορά στην υγειονομική ταφή των αποβλήτων εξεδόθη από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο, αφού ελήφθησαν υπόψη όλες οι παλαιότερες Οδηγίες και τα σχετικά ψηφίσματα, καθώς και οι ανάγκες που οδήγησαν στη θέσπισή της και καθορίζονται αναλυτικά στο πλήρες κείμενο (βλέπε Παράρτημα). Ο στόχος της παρούσας οδηγίας είναι, ο καθορισμός μέτρων, διαδικασιών και κατευθύνσεων για την κατά το δυνατόν πρόληψη ή μείωση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ειδικότερα δε της ρύπανσης των επιφανειακών και των υπογείων υδάτων, του εδάφους και της ατμόσφαιρας και των επιπτώσεων σε όλο το περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένου του φαινομένου του θερμοκηπίου, καθώς και οποιουδήποτε κινδύνου προκύπτει για την υγεία του ανθρώπου από την υγειονομική ταφή των αποβλήτων καθ' όλο τον κύκλο ζωής του χώρου υγειονομικής ταφής. Στο άρθρο 2 της Οδηγίας δίνονται οι απαιτούμενοι ορισμοί των εξής εννοιών:

- Απόβλητα,
- Αστικά απόβλητα,
- Επικίνδυνα απόβλητα,
- Μη επικίνδυνα απόβλητα,
- Αδρανή απόβλητα,
- Υπόγεια εναποθήκευση,
- Χώρος υγειονομικής ταφής,
- Επεξεργασία,
- Στραγγίσματα,
- Αέρια χώρου ταφής,
- Έκλουσμα,
- Φορέας εκμετάλλευσης,
- Βιοαποδομήσιμα απόβλητα,
- Κάτοχος,
- Αιτών,
- Αρμόδια 73 .αρχή,
- Υγρά απόβλητα και
- Απομονωμένος οικισμός.

Επίσης, στην παρούσα Οδηγία καθορίζονται:

- Το πεδίο εφαρμογής της (άρθρο 3),
- Οι Κατηγορίες χώρων ταφής (άρθρο 4),
- Τα απόβλητα που δεν πρέπει να γίνονται δεκτά σε χώρους υγειονομικής ταφής (άρθρο 5),
- Τα απόβλητα που είναι αποδεκτά ανάλογα με την κατηγορία του χώρου υγειονομικής ταφής (άρθρο 6),
- Τα απαιτούμενα στοιχεία που καταρτίζουν την αίτηση άδειας για την δημιουργία χώρου υγειονομικής ταφής αποβλήτων (άρθρο 7),
- Οι προϋποθέσεις που πρέπει να πληρούνται για τη χορήγηση της σχετικής άδειας(άρθρο 8),
- Το περιεχόμενο της άδειας λειτουργίας του χώρου ταφής(άρθρο 9),
- Οι δαπάνες που πρέπει να καλύπτει η τιμή που χρεώνει ο φορέας εκμετάλλευσης για την διάθεση των αποβλήτων (άρθρο 10),
- Οι διαδικασίες που πρέπει να ακολουθούνται κατά την παράδοση των αποβλήτων πριν αυτά γίνουν αποδεκτά. Τα κριτήρια αποδοχής καθορίζονται στο παράρτημα II της Οδηγίας (άρθρο 11),
- Οι διαδικασίες ελέγχου και παρακολούθησης κατά την περίοδο λειτουργίας του χώρου (άρθρο 12),
- Η διαδικασία παύσης της λειτουργίας και μετέπειτα φροντίδας (άρθρο 13),
- Τα μέτρα που διέπουν τους υφιστάμενους χώρους υγειονομικής ταφής (άρθρο 14),
- Η υποχρέωση των κρατών μελών να υποβάλλουν στην Επιτροπή έκθεση σχετικά με την εφαρμογή της παρούσας Οδηγίας (άρθρο 15),
- Η συγκρότηση τεχνικής επιτροπής, η οποία είναι υπεύθυνη για την προσαρμογή των παραρτημάτων της οδηγίας στην επιστημονική και τεχνική πρόοδο καθώς και για την τυποποίηση των μεθόδων ελέγχου, δειγματοληψίας και αναλύσεων (άρθρο 16),
- Η διαδικασία της ανωτέρω επιτροπής (άρθρο 17),
- Η διαδικασία ενσωμάτωσης της Οδηγίας στην εθνική νομοθεσία των κρατών μελών, η οποία συμπληρώνεται με το ερωτηματολόγιο σχετικά με τις εκθέσεις των κρατών μελών περί της εφαρμογής της Οδηγίας, της Απόφασης της Επιτροπής της 17^{ης} Νοεμβρίου 2000 (2000/738/ΕΚ).
- Η έναρξη ισχύος και
- Οι αποδέκτες της Οδηγίας.

4.2 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Κάθε κράτος μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι υποχρεωμένο να ενσωματώνουν στην εθνική τους νομοθεσία, τις Οδηγίες που εκδίδει το Ευρωπαϊκό συμβούλιο. Έτσι, και η Ελληνική νομοθεσία που αφορά στο περιβάλλον και την προστασία του, έχει συμμορφωθεί με τα μέτρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι Ελληνικοί νόμοι που αφορούν στη διαχείριση, την επεξεργασία και τη διάθεση των στερεών αποβλήτων, είναι οι εξής:

- ΚΥΑ 49541/1424/86 (ΦΕΚ 444/Β/1986), που αφορά στην διαχείριση των στερεών αποβλήτων σε συμμόρφωση με την Οδηγία 75/442/ΕΟΚ,
- ΚΥΑ 82805/2224 (ΦΕΚ 699/Β/1993), που καθορίζει τα μέτρα και τους όρους για τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προέρχεται από εγκαταστάσεις καύσης αστικών αποβλήτων,
- ΚΥΑ 69728/824/96 (ΦΕΚ 358/Β/1996), που αφορά στα μέτρα για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων,
- ΚΥΑ 114218/97 (ΦΕΚ 1016/Β/1997), περί της κατάρτισης πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων και
- ΚΥΑ 113944/97 (ΦΕΚ 1016/Β/1997), όπου καθορίζεται ο εθνικός σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων.

ΚΥΑ 49541/1424/86 (ΦΕΚ 444/Β/1986)

Η Υπουργική αυτή Απόφαση αφορά στα στερεά απόβλητα και είναι η συμμόρφωση με την οδηγία 75/442/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 15ης Ιουλίου 1975. Σ' αυτό το νόμο καθορίζονται:

- Οι τρόποι ώστε να διασφαλισθεί ότι δεν τίθεται σε κίνδυνο, άμεσα ή έμμεσα η δημόσια υγεία και δεν δημιουργούνται βλάβες στο περιβάλλον,
- Οι υπόχρεοι φορείς διαχείρισης στερεών αποβλήτων (μαζί με τις υποχρεώσεις και τα δικαιώματά τους),
- Ο σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων, που αποσκοπεί στη μελέτη και τον καθορισμό των μεθόδων διαχείρισης που πρέπει να εφαρμοσθούν,
- Η εκπόνηση και εφαρμογή του σχεδιασμού διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Ο εθνικός σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων περιλαμβάνει την κατάρτιση προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων που πραγματοποιούνται και εξειδικεύονται στα πλαίσια του περιφερειακού σχεδιασμού,
- Ο τρόπος χορήγησης άδειας για διαχείριση στερεών αποβλήτων,
- Η έκδοση πλαισίου τεχνικών προδιαγραφών για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων και τέλος
- Οι ποινικές και διοικητικές κυρώσεις που αφορούν όσους δεν τηρούν τις ισχύουσες διατάξεις.

ΚΥΑ 82805/2224 (ΦΕΚ 699/Β/1993)

Αφορά τον καθορισμό μέτρων και όρων για την πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προέρχεται από εγκαταστάσεις καύσης αστικών αποβλήτων και την εναρμόνιση με τις διατάξεις της υπ' αριθμόν 89/369/ΕΟΚ οδηγίας του Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 8ης Ιουνίου 1989. Σ' αυτό το νόμο καθορίζονται:

- Ότι οι εγκαταστάσεις καύσης αστικών αποβλήτων στις οποίες αναφέρεται η απόφαση είναι αυτές που η άδεια λειτουργίας τους χορηγήθηκε μετά την 1η Δεκεμβρίου 1990,
- Οι οριακές τιμές εκπομπών,
- Τα μέτρα και οι διαδικασίες τήρησης των οριακών τιμών εκπομπών,
- Οι απαιτούμενες μετρήσεις εκπομπών,
- Η αντιμετώπιση σε περιπτώσεις υπέρβασης των οριακών τιμών ή βλάβες,
- Ποιες είναι οι περιπτώσεις που μπορούν να υπάρξουν παρεκκλίσεις από τις διατάξεις του νόμου,
- Η διαδικασία ελέγχου των εγκαταστάσεων και τέλος
- Οι κυρώσεις στους παραβάτες των διατάξεων αυτής της απόφασης.

ΚΥΑ 69728/824/96 (ΦΕΚ 358/Β/1996)

Αφορά τα μέτρα και τους όρους για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, την εναρμόνιση με τις διατάξεις της οδηγίας 91/156/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 18ης Μαρτίου 1991 των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων και την αντικατάσταση της υπ' αριθμόν 49541/1424/1986 Κοινής Υπουργικής Απόφασης (ΚΥΑ). Σ' αυτό το νόμο καθορίζονται:

- Το πεδίο εφαρμογής της απόφασης,
- Τα μέτρα διαχείρισης που προβλέπονται ώστε να διασφαλίζεται ότι δεν τίθεται σε κίνδυνο, άμεσα ή έμμεσα, η υγεία του ανθρώπου και το περιβάλλον,
- Οι υποχρεώσεις και τα δικαιώματα των υπόχρεων φορέων διαχείρισης στερεών αποβλήτων,
- Οι γενικές κατευθύνσεις της πολιτικής διαχείρισης των αποβλήτων,
- Το πλαίσιο των τεχνικών προδιαγραφών και των γενικών προγραμμάτων διαχείρισης,
- Ο σχεδιασμός της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων,
- Τα μέτρα και οι προϋποθέσεις για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων,

- Ο τρόπος εξυγίανσης και αποκατάστασης του χώρου μετά τον τερματισμό της λειτουργίας του,
- Ο τρόπος αποκατάστασης των ανεξέλεγκτων χώρων διάθεσης ή αξιοποίησης,
- Οι υποχρεώσεις του κατόχου,
- Ποιοι είναι και πώς πρέπει να γίνονται οι έλεγχοι
- Ποιοι είναι υποχρεωμένοι να καταβάλουν δαπάνη διαχείρισης και τέλος
- Οι κυρώσεις για τους παραβάτες των διατάξεων αυτής της απόφασης

ΚΥΑ 114218/97 & ΚΥΑ 113944/97 (ΦΕΚ 1016/Β/1997)

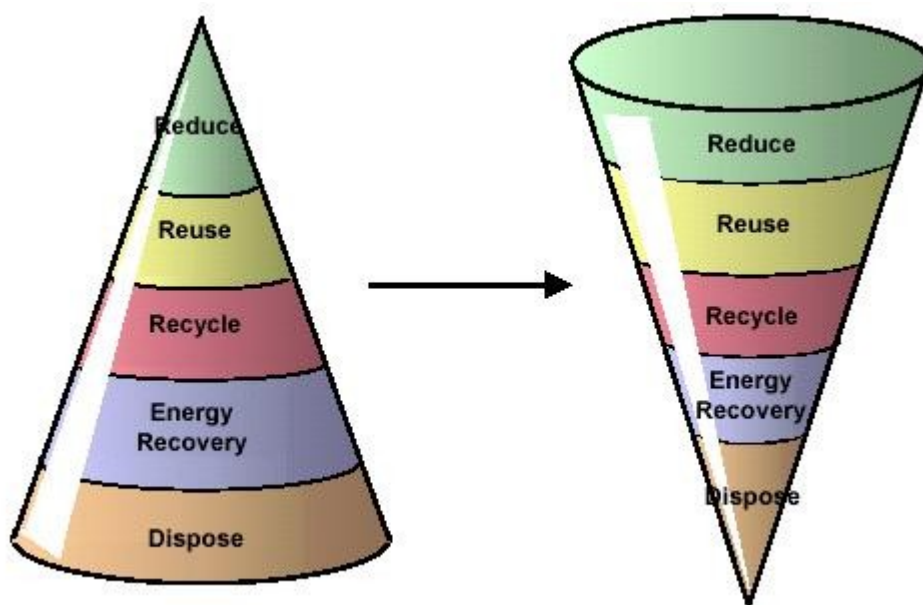
Αφορά την κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων και τον εθνικό σχεδιασμό διαχείρισης στερεών αποβλήτων προς εφαρμογή 2 της υπ' αριθμόν 69728/824/1996 ΚΥΑ. Σ' αυτό το νόμο καθορίζονται:

- Πεδίο εφαρμογής της παρούσας απόφασης,
 - Το πλαίσιο των τεχνικών προδιαγραφών διαχείρισης στερεών αποβλήτων (Π Ι) και
 - Το γενικό πρόγραμμα διαχείρισης στερεών αποβλήτων (Π ΙΙ)
- Ο πίνακας Ι (Π Ι) περιέχει:
- Τις τεχνικές προδιαγραφές συλλογής-προσωρινής αποθήκευσης-μεταφοράς στερεών αποβλήτων,
 - Τις τεχνικές προδιαγραφές μεταφόρτωσης,
 - Τους όρους και τα κριτήρια καταλληλότητας επιλογής θέσεων εγκατάστασης,
 - Τις τεχνικές προδιαγραφές για τα συστήματα διαλογής στην πηγή,
 - Τις τεχνικές προδιαγραφές για ΧΥΤΑ,
 - Τις τεχνικές προδιαγραφές κατασκευής και λειτουργίας εγκαταστάσεων μηχανικής διαλογής και κομποστοποίησης,
 - Τις τεχνικές προδιαγραφές διαχείρισης ιλύων από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων.

5.ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΑΣΑ- ΚΑΥΣΗ – ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ

5.1 Διαχείριση αποβλήτων

Τις τελευταίες δεκαετίες, η συγκέντρωση του πληθυσμού σε μεγάλα αστικά κέντρα και η παράλληλη εκβιομηχάνιση, είχαν σαν συνέπεια την αύξηση των παραγόμενων απορριμμάτων και την ανάγκη οργάνωσης της διαδικασίας απόρριψής τους. Έτσι σταδιακά άρχισαν με την παρέμβαση της πολιτείας να διατυπώνονται και να εφαρμόζονται κάποιοι κανόνες διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, ενώ ιδιαίτερα σε ότι αφορά τα απόβλητα της παραγωγικής διαδικασίας, επιδιώκεται όλο και περισσότερο η ανακύκλωσή τους. Η παρέμβαση αυτή της πολιτείας ξεκίνησε στα μέσα της δεκαετίας του '60. Κύριο γνώρισμα της περιόδου αυτής είναι η έλλειψη σαφούς επίδρασης της κρατικής και δημοτικής παρέμβασης στην υπάρχουσα κατάσταση της διαχείρισης των αποβλήτων, που θα οδηγούσε στον επανακαθορισμό τους σε μια προσπάθεια βελτίωσης της κατάστασης. Μόλις στα τέλη της δεκαετίας του '60 η κοινωνία άρχισε να ενδιαφέρεται σοβαρά και να παίρνει υπόψη της τα αποτελέσματα της παρέμβασής της στον τομέα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, προσπαθώντας να βελτιστοποιήσει τη δράση της. Βασικά αίτια της αλλαγής αυτής είναι η αυξανόμενη ποσότητα των αποβλήτων, η αλλαγή της φυσικής τους σύνθεσης, με κύριο γνώρισμα την αύξηση του χαρτιού και του πλαστικού και η ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης σε θέματα που αφορούν το περιβάλλον. Όλα αυτά τα στοιχεία οδήγησαν σε μια ριζική ανατροπή της, ήδη διαταραγμένης από την προηγούμενη περίοδο, οικολογικής ισορροπίας, που εκφράζεται κύρια από την δυσκολία του φυσικού περιβάλλοντος να ανταποκριθεί ικανοποιητικά στο ρόλο του σαν τροφοδότη υλικών (προοπτική εξαντλησιμότητας πολλών πρώτων υλών και ενεργειακών πόρων), και αποδέκτη αποβλήτων (αδυναμία αφομοίωσης των τεράστιων ποσοτήτων απορριμμάτων, αυξανόμενο ποσοστό τοξικών και μη αποικοδομήσιμων υλικών).



Οι βασικές αρχές πάνω στις οποίες στηρίζεται ο σχεδιασμός της διαχείρισης των απορριμμάτων στη σύγχρονη κοινωνία είναι:

- Μείωση απορριμμάτων στην πηγή τους,
- Ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των απορριμμάτων,
- Ανάκτηση ενέργειας από ακατέργαστα υλικά,
- Διαχείριση απορριμμάτων και
- Διάθεση των υπολειμμάτων από την χρήση και άλλων αναπόφευκτων απορριμμάτων.

Ακολουθώντας την παραπάνω ιεραρχία η πρώτη προτεραιότητα είναι να μειωθεί η παραγωγή απορριμμάτων στην πηγή τους και να υλοποιηθεί κατάλληλος διαχωρισμός και τακτικές ανακύκλωσης. Τα αναπόφευκτα απορρίμματα συσκευάζονται, συλλέγονται και μεταφέρονται είτε σε προσωρινές εγκαταστάσεις αποθήκευσης, είτε κατευθείαν στους χώρους ανάκτησης, διαχείρισης και διάθεσης. Η διαχείριση των απορριμμάτων εξυπηρετεί 2 σκοπούς: (α) την ανάκτηση υλικών από το ενεργειακό περιεχόμενο των απορριμμάτων και (β) την μετατροπή των απορριμμάτων σε μια μορφή που επιτρέπει την τελική διάθεσή τους με ασφαλή και σωστό τρόπο. Ακόμα και στο σημείο της τελικής διάθεσης ο αντικειμενικός σκοπός είναι η εξάλειψη της όποιας πιθανότητας μόλυνσης του περιβάλλοντος.

Υπάρχουν 2 τρόποι να αντιμετωπιστούν οι μεγάλες ποσότητες στερεών απορριμμάτων που παράγουμε: (1) η διαχείριση απορριμμάτων και (2) η παρεμπόδιση της μόλυνσης. Η διαχείριση απορριμμάτων είναι μια μέθοδος που ενθαρρύνει την παραγωγή απορριμμάτων από χρήση στην πηγή και κατόπιν προσπαθεί να διαχειριστεί τα απορρίμματα με τρόπους που θα μειώσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, κυρίως θάβοντας ή καίγοντάς τα.

Η παρεμπόδιση της μόλυνσης είναι μια μέθοδος που:

- (1) αντιμετωπίζει τα στερεά απορρίμματα ως πηγές και
- (2) θεωρεί ότι πρέπει να ανακυκλώνουμε, να επαναχρησιμοποιούμε ή να μην χρησιμοποιούμε από την αρχή αυτά τα προϊόντα.

Η προσέγγιση της παρεμπόδισης έχει την παρακάτω ιεραρχία:

- Μείωση των απορριμμάτων και της μόλυνσης εμποδίζοντας τη δημιουργία της
- Επαναχρησιμοποίηση όσο περισσότερων πραγμάτων γίνεται
- Ανακύκλωση και κομποστοποίηση όσο περισσότερων απορριμμάτων γίνεται
- Αποτέφρωση ή επεξεργασία απορριμμάτων που δεν μπορούν να ανακυκλωθούν ή να κομποστοποιηθούν

· Θάψιμο των υπολοίπων σε υψηλού τεχνικού επιπέδου ΧΥΤΑ

Η μείωση των απορριμμάτων και η παρεμπόδιση της μόλυνσης εξοικονομεί περισσότερη ενέργεια από ότι η ανακύκλωση και μειώνουν τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο. Τρόποι που μειώνονται τα απορρίμματα είναι οι ακόλουθοι:

- Χρησιμοποίηση λιγότερων υλικών ανά προϊόν
- Επανασχεδιασμός βιομηχανικών διεργασιών ώστε να χρησιμοποιούνται λιγότερες πηγές και να παράγονται λιγότερα απορρίμματα
- Κατασκευή προϊόντων που διαρκούν περισσότερο, είναι εύκολο να επισκευαστούν και να ανακυκλωθούν. Πολλές ευρωπαϊκές αυτοκινητοβιομηχανίες σχεδιάζουν αυτοκίνητα και προσπαθούν να χρησιμοποιούν ανακυκλώσιμα ανταλλακτικά.

Το 1991 η Γερμανία θέσπισε τον πιο σκληρό νόμο που αφορά τις συσκευασίες με σκοπό να μειώσει τα απορρίμματα που καταλήγουν σε ΧΥΤΑ ή αποτεφρώνονται. Ο σκοπός ήταν μέχρι το 1995 να ανακυκλώνεται ή να επαναχρησιμοποιείται το 65% των συσκευασιών, περιλαμβανομένων 90% μετάλλων και 80% χαρτιού και πλαστικού.

Η επαναχρησιμοποίηση αυξάνει τις προμήθειες των πηγών και μειώνει την ενέργεια που χρησιμοποιείται και τη μόλυνση περισσότερο από την ανακύκλωση.

Επαναχρησιμοποίηση

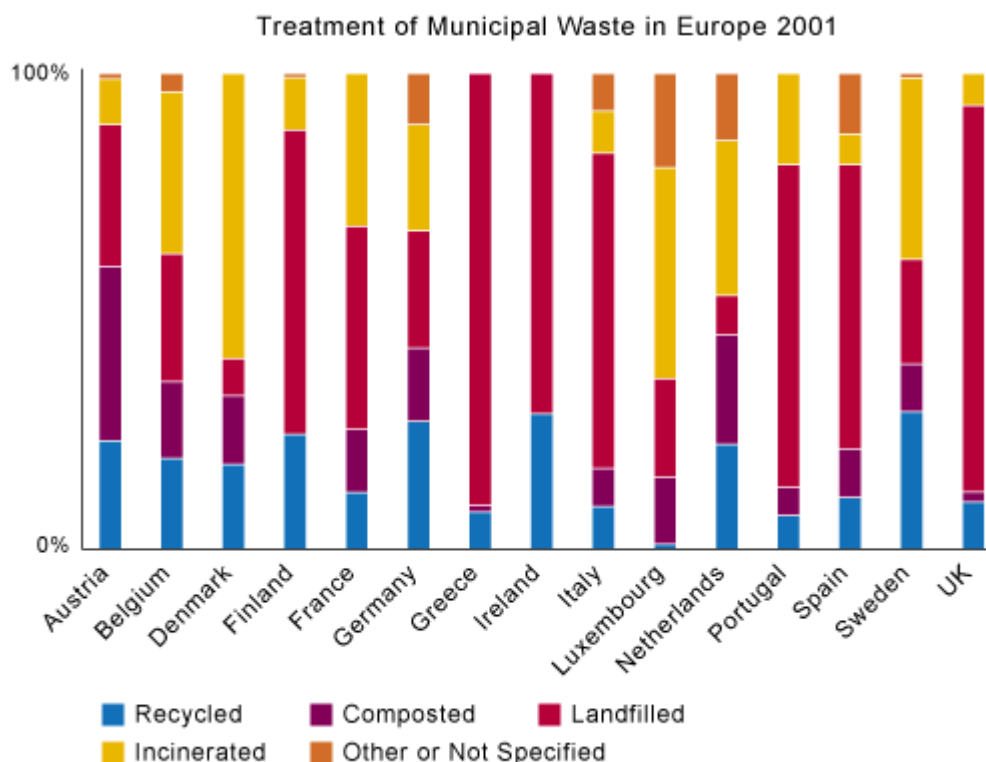
Παράδειγμα επαναχρησιμοποίησης είναι το μπουκάλι αναψυκτικών που ξαναγεμίζεται, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί 50 φορές ή και παραπάνω. Η συλλογή και το γέμισμα γίνεται σε τοπικές εγκαταστάσεις και έτσι μειώνεται το ενεργειακό κόστος και το κόστος μεταφοράς και επίσης δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας. Μελέτες που έχουν γίνει από εταιρείες αναψυκτικών του Καναδά, δείχνουν ότι τα μπουκάλια των αναψυκτικών του 0,5 lt κοστίζουν 1/3 λιγότερο σε μπουκάλια που ξαναγεμίζονται. Η Δανία ήταν η πρωτοπόρος χώρα που απαγόρευσε τα κουτιά που δεν μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν. Το Εκουαδόρ για να ενισχύσει τη χρήση μπουκαλιών που ξαναγεμίζονται έχει επιβάλει χρηματική επιβάρυνση που είναι 50% υψηλότερη από το κόστος του ποτού. Στη Φινλανδία το 95% των μπουκαλιών των αναψυκτικών, μπυρών και κρασιών γεμίζονται ξανά, ενώ στη Γερμανία το ποσοστό αυτό είναι 73%.

Εκτός της επαναχρησιμοποίησης υπάρχουν και τα ακόλουθα στάδια διαχείρισης των απορριμμάτων:

- Προσωρινή αποθήκευση,
- Συλλογή,
- Μεταφορά απορριμμάτων στην εγκατάσταση διαχείρισης
- Υποδοχή, αποδοχή και αποθήκευση
- Επεξεργασία απορριμμάτων ώστε να μετατραπούν σε κατάλληλη μορφή για ασφαλή διάθεση
- Μεταφορά επεξεργασμένων απορριμμάτων στον τελικό χώρο διάθεσης

Το καθένα από τα παραπάνω στάδια έχει τα δικά του τεχνικά χαρακτηριστικά αλλά και το δικό του επίπεδο κοινωνικής οργάνωσης.

Παρακάτω είναι ένα χαρακτηριστικό διάγραμμα που δείχνει τους τρόπους διαχείρισης των αστικών απορριμμάτων στην ΕΕ.



Ανακύκλωση-Κομποστοποίηση

Ανακύκλωση είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια εναλλακτική διεργασία για να απαλλαγούμε από χρησιμοποιημένα υλικά. Αντί να τοποθετούμε τα υλικά αυτά σε χώρους υγειονομικής ταφής, τα επεξεργαζόμαστε και τα μετατρέπουμε σε νέα αντικείμενα. Μέσω της ανακύκλωσης είναι δυνατό να μειωθεί η ποσότητα των αποβλήτων που καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής και βοηθά επίσης στην μείωση των τιμών για τα είδη που παράγονται από ανακυκλωμένα απορρίμματα. Οι τρόποι ανακύκλωσης έχουν επεκταθεί και βελτιωθεί ώστε σήμερα να έχει καταστεί δυνατό να ανακυκλωθούν τα πάντα, από χαρτί και πλαστικά μέχρι μπαταρίες, και να μετατρέπονται σε κάτι χρήσιμο και πάλι.

Τα οφέλη της ανακύκλωσης για τον πλανήτη είναι τεράστια. Τα άχρηστα στοιχεία που θα μπορούσαν απλά να στοιβάζονται σε χώρους υγειονομικής ταφής, κάνοντας χρόνια για να διασπαστούν, μετατρέπονται με απλό τρόπο σε χρήσιμα προϊόντα. Από τη δημιουργία του, κάθε ανακυκλώσιμο υλικό ξεκινά μια μακρά ζωή και μπορεί να λάβει πολλές μορφές. Παράλληλα, εξοικονομείται πολύτιμος χώρος που θα καταλάμβαναν αλλιώς χωματερές καθώς και ενέργεια από την επαναχρησιμοποίηση υλικών. Επίσης ευεργετικές είναι και οι επιδράσεις της ανακύκλωσης στην οικονομία, αφού το κόστος της είναι μηδαμινό και συνοδεύεται από τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.

Η διαδικασία ανακύκλωσης απορριμμάτων μπορεί να παράγει πολλά διαφορετικά νέα στοιχεία. Για παράδειγμα, ένα παλιό καπάκι μπουκαλιού ενδέχεται να μη γίνει το ίδιο προϊόν και πάλι. Αντίθετα, μπορεί να καταλήξει σαν μέρος ενός παιδικού παιχνιδιού ή ακόμα και ενός αυτοκινήτου. Όπως είναι κατανοητό, η ανακύκλωση προχωρά ένα βήμα πέρα από τις παραδοσιακές χρήσεις κάποιων προϊόντων και εξερευνά νέους τρόπους για να γίνουν τα ανακυκλωμένα αντικείμενα πιο χρήσιμα.



Σήμερα, η ανακύκλωση αποτελεί βασικό στοιχείο της διαχείρισης των απορριμμάτων. Οι

περισσότερες πόλεις έχουν πλέον κάποιου είδους κέντρο ανακύκλωσης. Οι κάτοικοι μπορούν ελεύθερα να αφήνουν τα ανακυκλώσιμα υλικά τους σε ειδικούς κάδους για συλλογή. Στις περισσότερες περιοχές αυτό γίνεται δωρεάν. Το μόνο πράγμα που πρέπει ο καθένας να κάνει είναι να ξεχωρίσει τα διάφορα ανακυκλώσιμα απορρίμματα και να φροντίσει να τα τοποθετήσει στον κατάλληλο κάδο ανακύκλωσης για το κάθε υλικό.

Η ανακύκλωση δεν είναι μια νέα έννοια, αλλά η ένταξή της στη σύγχρονη κοινωνία πήρε κάποιο χρόνο. Στο παρελθόν οι άνθρωποι απλώς πετούσαν τα απορρίμματά τους χωρίς δεύτερη σκέψη. Τώρα οι περισσότεροι άνθρωποι ανακυκλώνουν με τον ένα ή άλλο τρόπο. Μερικοί ίσως δεν συνειδητοποιούν ότι χρησιμοποιούν αρκετά ανακυκλωμένα προϊόντα.

Κομποστοποίηση είναι η βιολογική, αερόβια, θερμοφιλή και ελεγχόμενη διεργασία μερικής αποσύνθεσης των οργανικών αποβλήτων που οδηγεί στην παραγωγή κομπόστ, δηλ. ενός οργανικού εδαφοβελτιωτικού που προσομοιάζει στο χούμους του εδάφους και προωθεί την ανάπτυξη των φυτών.

Η κομποστοποίηση είναι μια φαινομενικά απλή διεργασία, αν και η εντύπωση της απλότητας αυτή είναι μάλλον απατηλή, καθώς οδηγεί συχνά σε ακριβά λάθη αν αγνοηθούν οι βασικές αρχές και παράμετροι της διεργασίας. Η διεθνής εμπειρία έχει δείξει ότι η αποτυχία ακόμη και ακριβών συστημάτων κομποστοποίησης οφείλεται συνήθως στην παράβλεψη βασικών λειτουργικών, τροφικών, και περιβαλλοντικών παραγόντων.



Μια πληθώρα οργανικών αποβλήτων μπορούν με την κατάλληλη επεξεργασία να μετατραπούν σε ένα πλούσιο φυτόχωμα, το κομπόστ, το οποίο μπορεί να βρει πολλές εφαρμογές στη γεωργία, στα

πάρκα, και στην ανάπτυξη και αναδάσωση προβληματικών εκτάσεων (εγκαταλειμμένα λατομεία., πρηνή δρόμων κλπ). Η κομποστοποίηση μιμείται και επιταχύνει τις διεργασίες αποδόμησης των οργανικών που συμβαίνουν αυθόρμητα στη φύση.

Οι μικροοργανισμοί που υπάρχουν φυσιολογικά στα οργανικά απόβλητα, χρησιμοποιούν τα οργανικά συστατικά των αποβλήτων ως τροφή για την ανάπτυξή τους. Η διαδικασία αυτή είναι αερόβια (δηλ. χρειάζεται την παρουσία οξυγόνου) και εξώθερμη (δηλ. απελευθερώνει θερμότητα). Καθώς οι μικροοργανισμοί «τρώνε» τα απόβλητα, αναπτύσσονται και πολλαπλασιάζονται, το pH αλλάζει, η θερμοκρασία του σωρού των αποβλήτων αυξάνει, και τα απόβλητα μετασχηματίζονται σε πιο πολύπλοκες και σταθερές οργανικές ενώσεις, που μοιάζουν με το φυσικό χούμους των εδαφών. Κατά την ενεργή φάση της κομποστοποίησης η θερμοκρασία, αν δεν ελεγχθεί, μπορεί να ξεπεράσει τους 70 °C, να αδρανοποιήσει ή και να σκοτώσει τους μικροοργανισμούς, και να γίνει απαγορευτική για την ομαλή και γρήγορη ολοκλήρωση της διεργασίας. Η βέλτιστη θερμοκρασία κομποστοποίησης είναι γύρω στους 55 °C.

5.2 ΚΑΥΣΗ – ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ

Εισαγωγή

Επειδή τα αστικά απορρίμματα αυταναφλέγονται, η αποτέφρωση τους αποτελεί μια παλιά τακτική στην Ευρώπη. Ακόμα και στο πρόσφατο παρελθόν που εφαρμόζονται νέες τεχνολογίες ανακτησης μεθανίου και γενικότερα διαχείρισης των αποβλήτων βλέπουμε ότι περιπτώσεις αυτανάφλεξης των ΑΣΑ συμβαίνουν ακόμα όπως στη χωματερή των Ταγαράδων στη Θεσσαλονίκη ή ακόμα και στη χωματερή των Λιοσίων στην Αθήνα που συνέβη πολύ πιο πρόσφατα (20/08/2010). Οι πρώτοι αποτεφρωτήρες αποβλήτων χτίστηκαν περίπου το 1876 στη Μεγάλη Βρετανία ώστε να μειωθεί ο όγκος των αποβλήτων και να αποφευχθούν τα επιβλαβή αποτελέσματα από το αποδομημένο οργανικό υλικό. Σήμερα η αποτέφρωση έχει προχωρήσει αρκετά αλλά στην ιεραρχία που καθορίζεται από την ευρωπαϊκή στατηγική για τα απόβλητα, κατατάσσεται ακόμα και με την ενεργειακή ανάκτηση χαμηλότερα από την μείωση και την ανακύκλωση υλικών όπως έχουμε αναφέρει και προηγουμένως. Γίνεται έτσι φανερό ότι η αποτέφρωση είναι μόνο ένα κομμάτι των επιλογών για τη διάθεση και την ανάκτηση των αποβλήτων.

Σχεδόν σε κάθε χώρα που υπάρχουν αποτεφρωτήρες, ανακτάται ένα ποσό ενέργειας.

Είναι πλέον η μέθοδος Waste to energy, την οποία και αναλύσουμε λίγο παρακάτω αφού μας ενδιαφέρει άμεσα.\

Παρακάτω βλέπουμε ένα πίνακα με τις εγκαταστάσεις καύσης απορριμμάτων στις χώρες της ΕΕ.

Country	Total number of MSW-incinerators	Capacity Mt/yr	Total number of HW-incinerators	Capacity Mt/yr	Total number of dedicated sewage sludge incinerators	Capacity Mt/yr (dry solids)
Austria	5	0.5	2	0.1	1	
Belgium	17	2.4	3	0.3	1	0.02
Denmark	32	2.7	2	0.1	5	0.3
Finland	1	0.07	1	0.1		
France	210 ¹	11.748	20 ³	1.0		
Germany	59	13.4	31 ²	1.23	23	0.63
Greece	0		0			
Ireland	0		11			
Italy	32	1.71	6	0.1		
Luxembourg	1	0.15	0			
Portugal	3	1.2	0			
Spain	9	1.13	1	0.03		
Sweden	30	2.5	1	0.1		
Netherlands	11	5.3	1	0.1	2	0.19
United Kingdom	17	2.97	3	0.12	11	0.42
Norway	11	0.65				
Switzerland	29	3.29	11	2	14	0.1
Totals	467	49.7	93	5.28	57	1.66
1 On 6 Jan 2003 123 MSW incinerators were operating with combined capacity of 2000t/h						
2 Figure includes installations used in the chemical industry						
3 Dedicated commercial sites only (i.e. not including in-house plants)						

Ορισμός Καύσης

Καύση είναι η διαδικασία κατά την οποία επιτυγχάνεται οξείδωση των απορριμμάτων σε υψηλή θερμοκρασία παρουσία οξυγόνου. Κατά τη διαδικασία αυτή τα απορρίμματα αποσυντίθενται θερμικά με παρουσία περίσσειας αέρα. Ουσιαστικά αποτελεί μια παλαιά και διαδεδομένη διεργασία, η οποία περιλαμβάνει την ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών (850 έως 1500) , με παρουσία φλόγας , για την οξείδωση των επιμέρους στοιχείων αυτών , δηλαδή την ένωσή τους με το οξυγόνο . Στόχος της εν λόγω διαδικασίας είναι η εξάτμιση , η αποσύνθεση και η καταστροφή των οργανικών στοιχείων των απορριμμάτων , παρουσία οξυγόνου καθώς και η ταυτόχρονη μείωση του τελικού προς διάθεση όγκου. Με τη διαδικασία της αποτέφρωσης άλλωστε τα απορρίμματα χάνουν το 90% του όγκου τους και το 70% της μάζας τους. Τα ποσοστά αυτά ενδέχεται να έχουν μία μικρή απόκλιση ανάλογα με τη σύσταση των απορριμμάτων.

Τη διαδικασία της θερμικής επεξεργασίας των απορριμμάτων επηρεάζουν οι ακόλουθοι παράμετροι :

- η ομοιογένεια,
- το μέγεθος των κόκκων ή τεμαχίων καθώς και η κατανομή τους,
- η ειδική επιφάνειά τους,
- η θερμική τους αγωγιμότητα,
- η θερμοκρασία ανάφλεξης,
- η δυνατότητα αποθήκευσης,
- το ειδικό βάρος,
- η θερμογόνος δύναμη της καύσιμης ύλης,
- η ποσοτική σύνθεση της καύσιμης ύλης , τέφρα και νερό,
- η περιεκτικότητα σε πτητικά,
- η περιεκτικότητα σε επικίνδυνες ουσίες και
- το σημείο τήξης της τέφρας

Η ειδική επιφάνεια και η αγωγιμότητα επηρεάζουν την ταχύτητα της θερμικής διαδικασίας. Η επίδραση αυτών των παραμέτρων είναι δύσκολο να προσδιορισθεί, λόγω της ανομοιογένειας του υλικού.

Η θερμοκρασία ανάφλεξης επηρεάζει την ικανότητα αντίδρασης και αυξάνεται από την περιεκτικότητα σε πτητικά. Η θερμοκρασία ανάφλεξης υπολογίζεται στους 400 °C. Η πυκνότητα των απορριμμάτων εξαρτάται από την υγρασία τους και κυμαίνεται στην περιοχή 150 - 350 kg/m³.

Η περιεκτικότητα σε τέφρα των οικιακών απορριμμάτων κυμαίνεται στην περιοχή 26 - 33 % κ.β. Η υγρασία των απορριμμάτων είναι 25 - 50 % κ.β.

Η καύση ακολουθεί τέσσερις φάσεις :

- Τη φάση ξήρανσης με εξάτμιση νερού
- Τη φάση αξιοποίησης των οργανικών ουσιών
- Τη φάση αεριοποίησης και καύσης του ανθρακικού καταλοίπου
- Τη φάση της αποτέφρωσης, όπου οξειδώνονται πλήρως τα αέρια που προήλθαν από τις προηγούμενες φάσεις.

Ωστόσο πριν από την καύση πρέπει να προηγηθούν ορισμένες προεπεξεργασίες όπως :

- Ομογενοποίηση των απορριμμάτων. Η διαδικασία αυτή είναι απαραίτητη και πραγματοποιείται μέσα στο φούρνο, μέσω κινητών προωθούμενων εσχάρων ή μέσω θραύσης των απορριμμάτων .

- Ενδεχομένη διαλογή. Αφαίρεση του σιδήρου μέσω μαγνητών, καθώς και άλλων αξιόλογων υλικών .

- Λιπασματοποίηση. Μπορεί να γίνει συνδυασμός μιας εγκατάστασης λιπασματοποίησης και ενός αποτεφρωτήρα.

Η καύση μπορεί να ακολουθηθεί από μεταγενέστερες επεξεργασίες όπως :

- Η εξουδετέρωση μέσω καύσης, ορισμένων πτητικών οργανικών ουσιών πριν την έξοδο τους στην ατμόσφαιρα. Αυτή γίνεται σε ένα δεύτερο θάλαμο στο επάνω μέρος του φούρνου εξοπλισμένου με καυστήρα , μετά από έγχυση αέρα,
- Η ψύξη με νερό των πυρακτωμένων σταχτών που βγαίνουν από το φούρνο, που απαιτεί ακολούθως καθαρισμό του χρησιμοποιηθέντος νερού (καθίζηση),
- Η αποκονίωση και ο καθαρισμός των αερίων της καύσης,
- Η ανάκτηση της θερμότητας, για την παραγωγή θερμού νερού ή ατμού.

Η ξήρανση των απορριμμάτων επιτυγχάνεται με την έκθεσή τους σε θερμοκρασία 100 °C περίπου. Η απαιτούμενη για την ξήρανση θερμότητα εξαρτάται από τη σύνθεση των απορριμμάτων και φυσικά από την περιεκτικότητα σε υγρασία. Η θερμική διάσπαση των οργανικών ενώσεων επιτυγχάνεται στους 250 – 900 °C.

Κατά την θερμική διάσπαση απομακρύνονται τα πτητικά υλικά . Η εξαερίωση περιλαμβάνει την μετατροπή των ανθρακούχων υλικών σε , κάτω από υψηλές θερμοκρασίες σε αέριο καύσιμο υλικό. Η θερμοκρασία σε αυτή την ζώνη είναι 800 – 1150 °C και σε κα μια περίπτωση δεν πρέπει να ξεπεράσει τους 1150 °C. Όταν γίνεται υπέρβαση της θερμοκρασίας αυτής δημιουργείται πρόβλημα από την τήξη της τέφρας και το κόλλημα των εσχάρων . Η κύρια καύση περιλαμβάνει την πλήρη οξείδωση των αποβλήτων σε νερό , διοξείδιο του άνθρακα , οξείδια του θείου και του αζώτου. Μια βασική παράμετρος στην αποτέφρωση είναι η θερμοκρασία ανάφλεξης που για τα απορρίμματα συνήθως κυμαίνεται γύρω στους 400 °C.

Σύγχρονες θερμικές διεργασίες

Η καύση ως μέθοδος διαχείρισης των απορριμμάτων είναι τόσο παλιά όσο και οι χωματερές. Διαφέρει όμως από τη σύγχρονη αποτέφρωση, που εφαρμόζεται την τρέχουσα περίοδο στην Ευρώπη, όσο διαφέρουν οι χωματερές από τους χώρους υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ).

Η βιομηχανία στερεών αποβλήτων στην Ευρώπη παρακολουθεί την εξέλιξη του θεσμικού πλαισίου, που προάγει την ανακύκλωση και την ανάπτυξη βιώσιμων τεχνολογιών επεξεργασίας, ενώ συνεχώς

απομακρύνεται από τη μέθοδο της υγειονομικής ταφής χωρίς επεξεργασία. Στο πλαίσιο αυτό αναπτύσσονται οι μέθοδοι θερμικής επεξεργασίας και ενεργειακής ανάκτησης στερεών αποβλήτων, σε συνδυασμό με την προώθηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την πολιτική εξοικονόμησης ενέργειας και ορυκτών καυσίμων και μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

Ισχυρές αντιρρήσεις και προβληματισμοί υπάρχουν για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της αποτέφρωσης, τους κινδύνους για την υγεία, την πολυπλοκότητα της τεχνολογίας και κυρίως για το υψηλό κόστος που συνεπάγεται. Κρίσιμο θέμα είναι η εξέλιξη των θερμικών τεχνολογιών τους και η μετάβαση σε τεχνικές με έμφαση στη δημιουργία λιγότερων υπολειμμάτων (αιωρούμενη τέφρα, εκπομπές αερίων κτλ.)

Στην Ελλάδα δεν υπάρχουν σύγχρονες μονάδες αποτέφρωσης απορριμμάτων, παρότι ειδικά απόβλητα συναποτεφρώνονται σε βιομηχανικές μονάδες και υπάρχει συγγενής ελληνική εμπειρία σε ατμοηλεκτρικούς σταθμούς λιγνίτη (ΑΗΣ ΔΕΗ).

Τρεις είναι οι βασικές θερμικές τεχνολογίες: η αποτέφρωση (incineration), η αεριοποίηση (gasification) και η πυρόλυση (pyrolysis). Και οι τρεις αυτές μέθοδοι, κατά περίπτωση εφαρμογής, έχουν συνδυαστεί με την ανακύκλωση με διαλογή στην πηγή, όπως και με συστήματα μηχανικής διαλογής. Η δυνατότητα αυτή έχει γίνει πια αναγκαιότητα με τα νέα δεδομένα του ευρωπαϊκού θεσμικού πλαισίου, εφόσον απαιτείται πλέον συγκεκριμένη ανάκτηση υλικών, αλλά και εκτροπή βιοπαοικοδομήσιμων αποβλήτων πριν από την ταφή. Πέρα από τις ανωτέρω, διεθνώς έχουν εφαρμοστεί περιορισμένα και άλλες πιλοτικές μέθοδοι, οι οποίες λειτουργούν σε υψηλή θερμοκρασία και παράγουν καύσιμα προϊόντα (τεχνολογία πλάσματος κτλ.)

Στη θερμική επεξεργασία απορριμμάτων εντάσσεται και η συναποτέφρωση, που αφορά τη χρήση και αξιοποίηση των στερεών αποβλήτων ή προϊόντων διαλογής τους (RDF) ως καυσίμων και ως πρώτης ύλης κυρίως στην ανόργανη βιομηχανία. Η αξιοποίηση των απορριμμάτων στην τσιμεντοβιομηχανία παρουσιάζει θετικά στοιχεία όσον αφορά την οικονομική βιωσιμότητα της μεθόδου και στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Σύμφωνα με τα στοιχεία της Ε.Ε., το 2000 λειτουργούσαν 363 εγκαταστάσεις με ισοδύναμο εξυπηρετούμενο πληθυσμό 155 εκατομμυρίων κατοίκων.

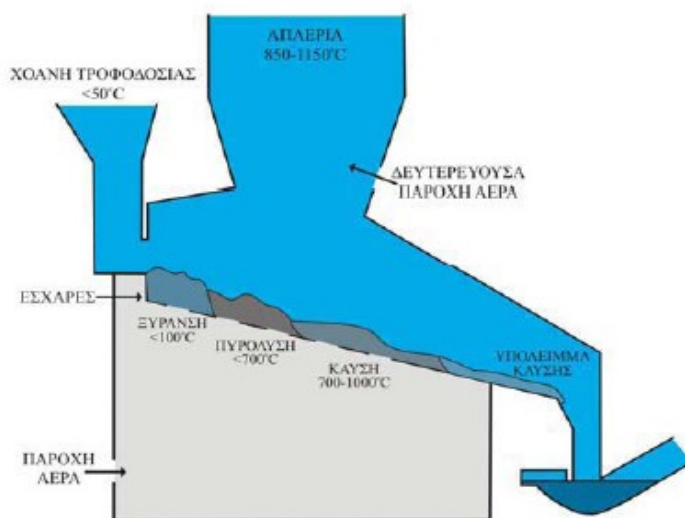
Ανάκτηση ενέργειας (Waste to energy)

Η αποτέφρωση αποτελεί εναλλακτική λύση σε συνδυασμό με το προτέρημα της ανάκτησης ενέργειας, με την παράλληλη απαίτηση επενδύσεων για την αποφυγή τομικών εκπομπών, τον προσεκτικό σχεδιασμό και τη συνετή διαχείριση της εγκατάστασης και την υπεύθυνη επιλογή χώρων.

Με την αποτέφρωση επιτυγχάνεται η ελάττωση του όγκου των απορριμμάτων και η εκμετάλλευση της ενέργειας των απορριμμάτων για διάφορους σκοπούς, π.χ. θέρμανση, παραγωγή ατμού, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Άλλωστε για να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή ανάκτηση ενέργειας όλοι οι μοντέρνοι αποτεφρωτήρες

συνδυάζουν τις διάφορες τεχνολογίες θερμικής επεξεργασίας κάνοντας πρώτα ξήρανση ,κατόπιν πυρόλυση και τελικά μετάκαυση.Ακολουθεί ένα σχέδιο αποτεφρωτή όπως δημοσιεύεται στο βιβλίο του καθηγητή κ. Γιδαράκου ,'ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ',2006



Είναι τόσο κρίσιμο δε το κομμάτι της ανάκτησης της ενέργειας που οι πιο σύγχρονοι αποτεφρωτήρες έχουν ενσωματωμένο λέβητα (boiler) για την παραγωγή ατμού που θα χρησιμοποιηθεί είτε για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είτε για συστήματα τηλεθέρμανσης -τηλεψύξης.Η παραγωγή μάλιστα ενέργειας όχι μόνο από την αποτέφρωση αλλά και από κάθε άλλο πιθανό μέσο ενισχύεται και από τη ραγδαία αύξηση της τιμής του πετρελαίου -το οποίο χρησιμοποιείται και στα εργοστάσια ηλεκτρισμού- ο οποίος ήταν ο καταλυτικός παράγοντας που άνοιξε την "πύρτα" και σε άλλες εναλλακτικές μορφές ενέργειας όπως την ηλιακή και αιολική ή και στην χρήση βιοκαυσίμων ,τεχνολογίες που πριν από λίγα χρόνια είχαν απαγορευτικό κόστος , αλλά τώρα πια μπορούν να γίνουν πιο ανταγωνιστικά.

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Κρίσιμοι παράμετροι για την ασφαλή λειτουργία στους σύγχρονους αποτεφρωτήρες είναι η ομοιογένεια των εισερχομένων υλών, η εξασφάλιση ροής περίσσειας αέρα, η απαγωγή των αερίων διατηρώντας συνθήκες πλήρους ανάμιξης και η απομάκρυνση της τέφρας του πυθμένα χωρίς διακοπή της διεργασίας και μηχανικά

προβλήματα.

Η ένταση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις μονάδες αυτές εξαρτάται από το τεχνολογικό επίπεδο κάθε εγκατάστασης. Κατά τη λειτουργία της αποτέφρωσης δημιουργούνται εκπομπές στο περιβάλλον τόσο αέριων όσο και υγρών και στερεών ρύπων. Στους αέριους ρύπους που παράγονται περιλαμβάνεται ευρύ φάσμα τοξικών ουσιών (π.χ. διοξίνες). Σημαντικές επιπτώσεις παρατηρούνται και από τις εκπομπές άλλων αέριων εκπομπών (υδράργυρος, μόλυβδος κτλ.).

Πάντως για να δείξουμε τα βήματα προόδου που έχουν γίνει στην επεξεργασία των απασερίων μπορούμε χαρακτηριστικά να αναφέρουμε ότι το 2005, το Υπουργείο Περιβάλλοντος της Γερμανίας, όπου υπήρχαν 66 μονάδες αποτέφρωσης εκείνη τη στιγμή, έκανε την εκτίμηση ότι "... ενώ το ένα τρίτο του συνόλου των εκπομπών διοξινών στη Γερμανία 1990 προερχόταν από τις μονάδες αποτέφρωσης, για το έτος 2000 το ποσοστό ήταν μικρότερο από το 1%."

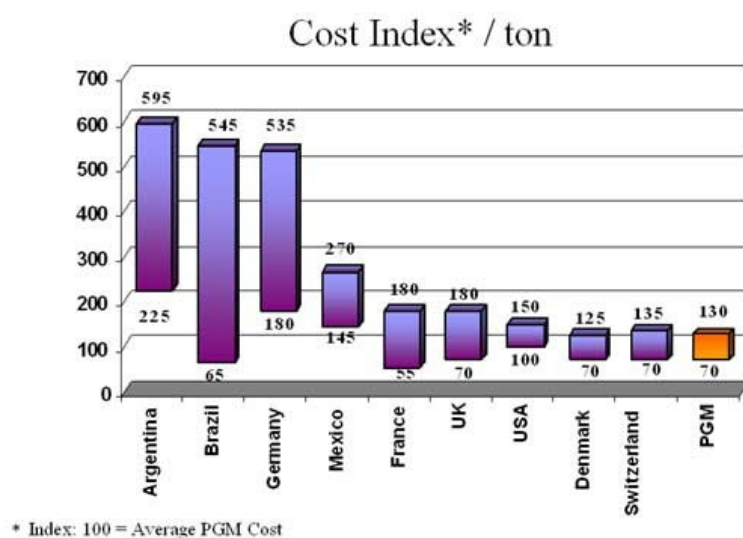
Σύμφωνα με την Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος των Η.Π.Α., οι μονάδες αποτέφρωσης δεν είναι πλέον σημαντικές πηγές διοξινών και φουρανίων. Το 1987, πριν από τις κυβερνητικές ρυθμίσεις που απαιτήσαν έλεγχο των εκπομπών, υπήρχαν συνολικά 10.000 γραμμάρια (350 oz) από τις εκπομπές διοξινών από αποτεφρωτές των ΗΠΑ. Σήμερα, οι συνολικές εκπομπές από τις 87 εγκαταστάσεις απέχουν μόλις 10 γραμμάρια (0,35 oz) σε ετήσια βάση, μείωση κατά 99,9%.

Ένα βαρέλι καύσης των οικιακών αποβλήτων και των αποβλήτων των κήπων, που εξακολουθεί να επιτρέπεται σε ορισμένες αγροτικές περιοχές, παράγει 580 γραμμάρια (20 oz) των διοξινών ετησίως. Μελέτες που πραγματοποιούνται από την US-EPA αποδεικνύουν ότι οι εκπομπές από μία μόνο οικογένεια με ένα τέτοιο βαρέλι παράγει περισσότερες εκπομπές από μια μονάδα αποτέφρωσης στην οποία διατίθενται 200 μετρικοί τόνοι αποβλήτων ημερησίως.

Η ιδιάζουσα περίπτωση της "ιπτάμενης τέφρας"

Μέρος των αποβλήτων ενός αποτεφρωτήρα (κυρίως η τέφρα των φίλτρων) ανήκει στην κατηγορία των επικίνδυνων αποβλήτων και πρέπει να διατίθεται σε κατάλληλο ΧΥΤ. Αυτή είναι γνωστή ως ιπτάμενη τέφρα και υπάρχει πλέον η φυσικοχημική επεξεργασία 'Revasol' η οποία καθιστά την ιπτάμενη τέφρα ένα αδρανές απόβλητο που μπορεί να έχει πολλές εμπορικές χρήσεις όπως στη τσιμεντοβιομηχανία, αφού συμπεριφέρεται σχεδόν σαν άμμος.

Οι εγκαταστάσεις αντιρύπανσης σε έναν σύγχρονο αποτεφρωτήρα αποτελούν σημαντικότατο ποσοστό της αρχικής επένδυσης και κάνουν την αρχική επένδυση ιδιαίτερα υψηλή. Συνήθως σε μια τέτοια εγκατάσταση το 1/3 του κεφαλαίου αντιστοιχεί στον κλίβανο καύσης και στον λέβητα, ενώ τα 2/3 του κόστους στον καθαρισμό των απαερίων. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις που λόγω χρήσης διαφορετικών τεχνολογιών καθαρισμού, το κόστος αυτό να ανέρχεται στο 20% του κόστους του κλιβάνου. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι εγκαταστάσεις στη Γαλλία και στην Ισπανία. Οι χώρες πάντως με το φθηνότερο κόστος καύσης ΑΣΑ ανατόνο είναι η Σουηδία και η Δανία, περιπτώσεις που θα μελετήσουμε στη συνέχεια.



Τα δεδομένα βρίσκονται στο παραπάνω γράφημα

Μία μονάδα συμβάλλει στην αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου, εφόσον αντικαθιστά για την ηλεκτροπαραγωγή ορυκτά καύσιμα, που θα παρήγαγαν επιπλέον εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές που τα απορρίμματα είναι αναπόφευκτο να δημιουργήσουν κατά την ελεγχόμενη ή μη βιοαποικοδόμησή τους.

Με βάση, λοιπόν, τα προβλήματα της κλιματικής αλλαγής, προκύπτει το εξής ερώτημα: Να αντλήσουμε από τα απορρίμματα όλη τη διαθέσιμη ενέργειά τους, αφού εξαντλήσουμε πρώτα τις δυνατότητες ανάκτησης υλικών;

Ένα σύγχρονο σύστημα διαχείρισης στερεών αποβλήτων πρέπει να είναι περιβαλλοντικά αποτελεσματικό, οικονομικά εφικτό και κοινωνικά αποδεκτό. Οι μέθοδοι και οι τεχνολογίες επεξεργασίας δεν αποτελούν από μόνες τους επίλυση.

Είδη κλιβάνων καύσης

Η διαδικασία λαμβάνει χώρα σε ειδικούς αποτεφρωτές, των οποίων η δυναμικότητα μπορεί να κυμαίνεται από 8 – 25 Mg/h. Επίσης έχουμε και διαφορετικούς τύπους αποτεφρωτών ,με τον καθένα να έχει διαφορετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και έτσι σε κάθε περίπτωση μπορούμε να βρούμε τον αποτεφρωτή που είναι ο πιο κατάλληλος.

Οι βασικότεροι τύποι είναι οι παρακάτω:

- αποτεφρωτής κινούμενων εσχαρών
- αποτεφρωτής περιστρεφόμενου κλιβάνου
- αποτεφρωτής ρευστοποιημένης κλίνης

Από τους πάραπάνω αποτεφρωτές μόνο ο αποτεφρωτής κινούμενων εσχαρών έχει χρησιμοποιηθεί σε μεγάλης κλίμακας εγκαταστάσεις, ενώ ο αποτεφρωτής περιστρεφόμενου κλιβάνου έχει χαρακτηριστικά που είναι ιδιαίτερα και θα τα αναλύσουμε παρακάτω.

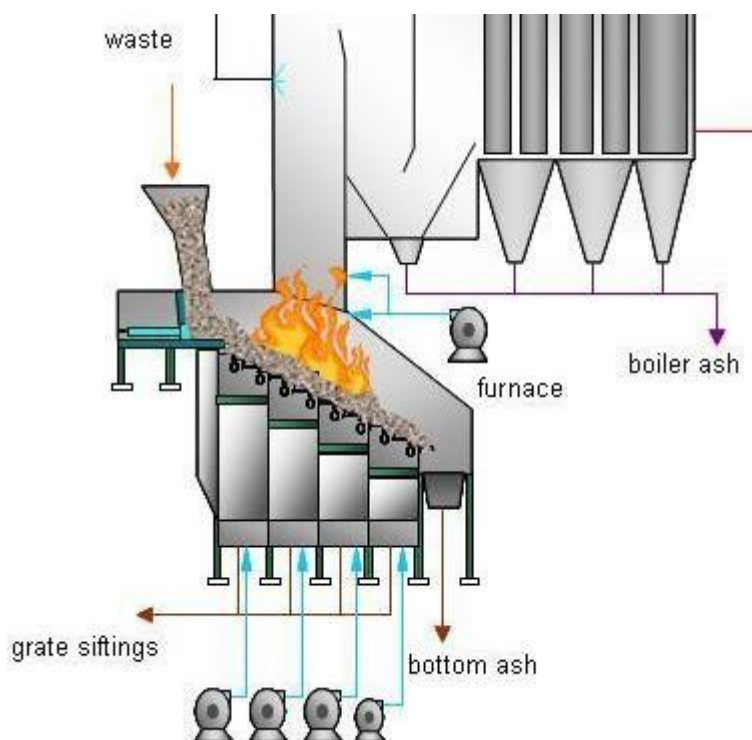
Παρακολουθώντας όμως της δημοσιεύσεις πάνω σε αυτό τον τομέα ,η χρήση του αποτεφρωτή ρευστοποιημένης κλίνης βγαίνει όλο και πιο πολύ στο προσκήνιο και δείχνει ότι μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στις πιο σύγχρονες εγκαταστάσεις. Στη συνέχεια γίνεται μια πιο λεπτομερής περιγραφή των συγκεκριμένων τύπων αποτεφρωτών που προαναφέραμε, ενώ παρατίθεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας με τα στοιχεία των αποτεφρωτών όπως δημοσιεύθηκε από την ευρωπαϊκή επιτροπή τον Αύγουστο του 2006.

Technique	Key waste characteristics and suitability	Throughput per line	Operational/Environmental information		Bottom ash quality	Flue-gas volume	Cost information
			Advantages	Disadvantages/limitations of use			
Moving grate - air-cooled	• low to medium heat values (LCV 5 – 16.5 GJ/t) • municipal and other heterogeneous solid wastes • can accept a proportion of sewage sludge and/or medical waste with municipal waste • applied at most modern MSW installations	1 to 50 t/h with most projects 5 to 30 t/h. Most industrial applications not below 2.5 or 3 t/h.	• very widely proven at large scales • robust - low maintenance cost • long operational history • can take heterogeneous wastes without special preparation	• generally not suited to powders, liquids or materials that melt through the grate	• TOC 0.5 % to 3 %	4000 to 7000 Nm ³ /t waste input. Depends upon the LCV. Typically 5200 Nm ³ /t	High capacity reduces specific cost per tonne of waste
Moving grate - liquid cooled	Same as air-cooled grates except: • LCV 10 – 20 GJ/t	1 to 50 t/h with most projects 5 to 30 t/h. Most industrial applications not below 2.5 or 3 t/h	As air-cooled grates but: • higher heat value waste treatable • better combustion control possible	As air-cooled grates but: • risk of grate damaging leaks • higher complexity	• TOC 0.5 % to 3 %	4000 to 7000 Nm ³ /t waste input. Depends upon the LCV. Typically 5200 Nm ³ /t	Slightly higher capital cost than air-cooled
Grate plus rotary kiln	Same as other grates except: • can accept very heterogeneous waste and still achieve effective burnout • not widely used	1 to 10 t/h	• improved burnout of bottom ash possible	• throughput lower than grate only • maintenance of rotary kiln	• TOC 0.5 % to 3 %	4000 to 7000 Nm ³ /t waste input. Depends upon the LCV. Typically 5200 Nm ³ /t	Higher capital and revenue costs
Static grate with ash/waste transport mechanism	• municipal wastes require selection or some shredding • less problems with powders etc. than moving grates	Generally low <1 t/h	• lower maintenance - no moving parts	• only for selected/pre-treated wastes • lower throughput • some static grates require support fuel	• <3 % with prepared waste	Slightly lower than other grate systems where staged combustion used (higher if support fuel used)	Competitive with moving grates at small scales (<100 Kty).

Αποτεφρωτής κινούμενων εσχαρών

Σε γενικές γραμμές οι διεργασίες που λαμβάνουν χώρα εντός του αποτεφρωτή κατά τη λειτουργία του συνοψίζονται στις εξής:

1. **Ξήρανση:** Τα εισερχόμενα απορρίμματα λαμβάνουν θερμότητα με ακτινοβολία από τη φλόγα και με συναγωγή από την παροχή θερμού αέρα. Το αποτέλεσμα είναι η εξάτμιση της περιεχόμενης στα απορρίμματα υγρασίας και των πτητικών συστατικών.
2. **Πυρόλυση:** Με την αύξηση της θερμοκρασίας τα περισσότερα πτητικά συστατικά εξατμίζονται.
3. **Ανάφλεξη:** Η απαιτούμενη θερμότητα για την ανάφλεξη της καύσιμης ύλης προσδίδεται στα απορρίμματα μέσω ακτινοβολίας από τη φλόγα και τα τοιχώματα του φλογοθαλάμου.
4. **Αεριοποίηση και καύση:** Η μεγάλη αύξηση της θερμοκρασίας εξαιτίας της πλήρους ανάφλεξης των απορριμμάτων προκαλεί την αεριοποίηση μιας ποικιλίας υλικών, που περιέχονται σε αυτά. Ο εναπομένον άνθρακας οξειδώνεται πλήρως, ενώ στο φλογοθάλαμο καίγονται τα απαέρια που παράχθηκαν από τις φάσεις της πυρόλυσης και της αεριοποίησης.
5. **Ολοκλήρωση της καύσης:** Η ολοκλήρωση της καύσης αποδίδει ένα αρκετά αδρανοποιημένο (ανόργανο) στερεό υπόλειμμα στο τέλος της εσχάρας.



Μία τυπική εσχάρα αποτεφρωσης είναι κατασκευασμένη από διάφορα κεκλιμένα τμήματα. Τα ΑΣΑ μεταφέρονται πάνω στις εσχάρες, διαμέσου του θαλάμου του αποτεφρωτήρα, χάρη στη κίνηση των εσχαρών και τη βαρύτητα. Συχνά κατά μήκος των εσχαρών χρησιμοποιούνται βαθμίδες, έτσι τα ΑΣΑ μεταφέρονται από βαθμίδα σε βαθμίδα και τεμαχίζονται σε μικρότερα τμήματα, προσφέροντας έτσι επιφάνειες καύσιμου υλικού κατάλληλες για πιο αποτελεσματική

καύση. Τα διάφορα τμήματα των εσχάρων έχουν σύστημα παροχής αέρα, που είναι ανεξάρτητο για κάθε τμήμα.. Ολοκληρώνεται η καύση του εναπομείναντα άνθρακα, και στο δευτερεύοντα θάλαμο (φλογοθάλαμος) γίνεται η συνέχεια της καύσης των απαερίων που παράχθηκαν στις προηγούμενες φάσεις της πυρόλυσης και της αεριοποίησης (θερμοκρασίες 700-1000°C).

Ολοκλήρωση της καύσης: στο τέλος της εσχάρας αποδίδεται το στερεό ανόργανο υπόλειμμα της διαδικασίας, το οποίο πηγαίνει προς εδαφική διάθεση.

Τα κύρια τμήματα της τεχνολογίας των κινούμενων εσχάρων, αποτελούν και τα κριτήρια για τον πλήρη σχεδιασμό ενός συστήματος μαζικής καύσης με κινούμενες εσχάρες. Έτσι κατά την σχεδίαση της μονάδας λαμβάνονται υπόψη παράγοντες που αφορούν: α) τις εσχάρες (τρόπος κίνησης της εσχάρας, διαστασιολόγηση, β) την παροχή αέρα καύσης για την διασφάλιση της βέλτιστης απόδοσης του συστήματος καύσης, γ) το σύστημα καύσης (αποτεφρωτήρας, δευτερογενής θάλαμος καύσης), δ) τη ζώνη μετάκαυσης και ε) την πιθανή επανακυκλοφορία των απαερίων στον θάλαμο καύσης. Η τεχνολογία των εσχάρων επιτρέπει: α) την μεταφορά, ανάμειξη, ομογενοποίηση των απορριμμάτων και την δημιουργία μιας ικανής επιφάνειας προς καύση και β) την παροχή και διανομή αέρα πρωτογενούς καύσης (primary combustion air) στο στρώμα των απορριμμάτων.

Ιάφοροι τύποι εσχάρων χρησιμοποιούνται για την αποτέφρωση: εσχάρες εμπρόσθιας κίνησης (forward grate), οπίσθιας κίνησης (backward grate), παλινδρομικής κίνησης (reciprocating grate), κτλ. Σημαντικές παράμετροι στο σχεδιασμό των εσχάρων είναι η διαστασιολόγηση τους και η διαίρεση τους σε περισσότερα τμήματα (τεχνικά προτείνονται 4-6 τμήματα). Οι σχεδιαστικές παράμετροι πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τη δυναμικότητα της μονάδας, το εύρος της ποικιλότητας της θερμογόνου δύναμης των απορριμμάτων, τη σύνθεση των ΑΣΑ, το είδος των εσχάρων που θα επιλεγούν και τις συνθήκες ελάχιστης και μέγιστης λειτουργίας της μονάδας. Το σύστημα πρέπει να σχεδιαστεί, από το σημείο τροφοδοσίας έως το τελευταίο σημείο της καύσης, για την αποφυγή υπερφόρτωσης ή ελλιπούς τροφοδοσίας.

Ο σχεδιασμός του συστήματος παροχής και διανομής του βασικού αέρα καύσης παίζει σημαντικό ρόλο γιατί επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της καύσης και τον τα στάδια της ξήρανσης και της πρωτογενούς αποτέφρωσης (πυρόλυση, ανάφλεξη, αεριοποίηση). Για παράδειγμα οι ζώνες της ξήρανσης και καύσης πρέπει να καταλαμβάνουν το 65-70% του συνολικού μήκους των εσχάρων. Η παρεχόμενη ποσότητα και οι θέσεις των σημείων παροχής του αέρα σχεδιάζονται για να επιτευχθεί ο σκοπός αυτός, ενώ συνολική ζώνη παροχής δεν πρέπει να υπερβαίνει το 2% της συνολικής επιφάνειας των εσχάρων. Ο αέρας διοχετεύεται κάτω από το στρώμα των απορριμμάτων διαμέσου των διάκενων των εσχάρων και απαιτείται ένας αριθμός ζωνών παροχής αέρα για να επιτευχθεί η βέλτιστη επεξεργασία στα διάφορα στάδια της αποτέφρωσης. Οι ταχύτητες μεταφοράς των εσχάρων και οι παροχές αέρα πρέπει να είναι ρυθμιζόμενες.

Το σύστημα αποτέφρωσης, αποτελείται από τον αποτεφρωτήρα, το δευτερογενής θάλαμο και τη ζώνη μετάκαυσης. Το σύστημα πρέπει να σχεδιάζεται για να παρέχει το μεγαλύτερο δυνατό χρόνο παραμονής και αντίδρασης των απαερίων (flue gases) σε υψηλές θερμοκρασίες. Ο αποτεφρωτήρας είναι ο θάλαμος μέσα στον οποίο γίνεται η μεταφορά των απορριμμάτων πάνω στις εσχάρες και ουσιαστικά αποτελεί το πρώτο στάδιο της καύσης των απορριμμάτων. Ο δευτερεύον θάλαμος βρίσκεται ακριβώς από πάνω από τον αποτεφρωτήρα. Στον δευτερεύοντα θάλαμο συνεχίζεται περαιτέρω η καύση των αερίων που παράχθηκαν στο πρώτο στάδιο της καύσης.

Ο σχεδιασμός του θαλάμου δευτερογενούς αποτέφρωσης παίζει σημαντικό ρόλο. Η θερμική ενέργεια που παράγεται μέσα στο θάλαμο αυτό περνά στα τοιχώματα του λέβητα. Έτσι ο δευτερογενής θάλαμος πρέπει να σχεδιάζεται με μεγάλη χωρητικότητα ούτως ώστε όλες οι αντιδράσεις της καύσης των καυσαερίων να λάβουν χώρα σε αυτόν.

πριν προλάβουν να φτάσουν στα σχετικά απροστάτευτα τοιχώματα του λέβητα. Ένας σημαντικός παράγοντας, είναι αυτός του σχεδιασμού του θαλάμου πρωτογενούς αποτέφρωσης, όπου πρέπει να πληρεί προϋποθέσεις ώστε να μην συσσωρεύονται τέφρα και υπόλειμμα της αποτέφρωσης στα τοιχώματα του με αποτέλεσμα να έχουμε ανεπαρκές θερμικό φορτίο. Η ταχύτητα παροχής των απαερίων μέσα στον θάλαμο πρέπει να είναι $<3-4\text{m/sec}$).

Στα τεχνικά κριτήρια του σχεδιασμού του αποτεφρωτήρα δευτερογενούς αποτέφρωσης, είναι η επίτευξη θερμοκρασίας $850\text{ }^{\circ}\text{C}$ στα τοιχώματα του και ο χρόνος παραμονής των αερίων να είναι ίσος με $\tau = 2\text{sec}$ με περιεκτικότητα σε O_2 , 11 %. Οι συνθήκες καύσης αυτές είναι οι απαιτούμενες από τη νομοθεσία για την μείωση των παραγόμενων διοξινών. Στον δευτερεύοντα θάλαμο καύσης γίνεται η εισαγωγή δευτερογενούς αέρα έτσι ώστε να γίνει επιπλέον καύση των επικίνδυνων αερίων ενώσεων (πτητικές οργανικές ενώσεις, διοξίνες, φουράνια) που παράγονται στο πρωτογενή θάλαμο αποτέφρωσης. Η δευτερογενής παροχή αέρα γίνεται μέσω ακροφυσίων, στο σημείο εισόδου του δεύτερου θαλάμου αποτέφρωσης (εικόνα 2).

Μερικές φορές οι μονάδες σχεδιάζονται ώστε να υπάρχει ένα ρεύμα ανακύκλωσης ενός τμήματος (20-30 %) των απαερίων της αποτέφρωσης. Σύμφωνα με το σχεδιασμό αυτό τα απαέρια αφότου έχουν περάσει από το σύστημα συλλογής της σκόνης, διοχετεύονται μέσω ακροφυσίων είτε στον αποτεφρωτήρα είτε στο θάλαμο δευτερογενούς αποτέφρωσης.

Με την ανακύκλωση αυξάνεται η απόδοση ανάκτησης της θερμότητας (1-3%) λόγω της σημαντικής μείωσης της περίσσειας οξυγόνου, μειώνονται οι εκπομπές των NO_x σε σημαντικό ποσοστό (20-40%) και έτσι αποτελεί και μέτρο πρωτογενούς απομάκρυνσης των NO_x , μειώνεται η παραγωγή διοξινών (εξαιτίας της μειωμένης συγκέντρωσης του οξυγόνου), σταθεροποιεί τις συνθήκες διαταραχής της ροής των καυσαερίων και μειώνεται ο όγκος των καυσαερίων και το μέγεθος του συστήματος επεξεργασίας απαερίων (APC system) [4,14].

Η παροχή τόσο του πρωτογενούς όσο και του δευτερογενούς ρεύματος αέρα θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να καλύπτονται απαιτήσεις αποφυγής της ατελούς καύσης, δημιουργίας διαβρωτικής ατμόσφαιρας και άλλων σχετικών προβλημάτων. Το ρεύμα του πρωτογενούς αέρα καύσης αντλείται από την ατμόσφαιρα και κατά ένα μέρος από το χώρο αποθήκευσης των απορριμμάτων (μείωση οσμών λόγω δημιουργίας αρνητικής πίεσης στο χώρο) και διοχετεύεται κάτω από τις εσχάρες. Ο δευτερογενής αέρας καύσης απορροφάται με τον ίδιο τρόπο και εισέρχεται μέσω ακροφυσίων. Πολλές φορές είναι αναγκαίο ο πρωτογενής αέρας καύσης να προθερμαίνεται με ειδικούς σωλήνες σε θερμοκρασίες γύρω στους $145\text{ }^{\circ}\text{C}$ ανάλογα με την χημική σύνθεση ή το εύρος της θερμογόνου δύναμης των ΑΣΑ.

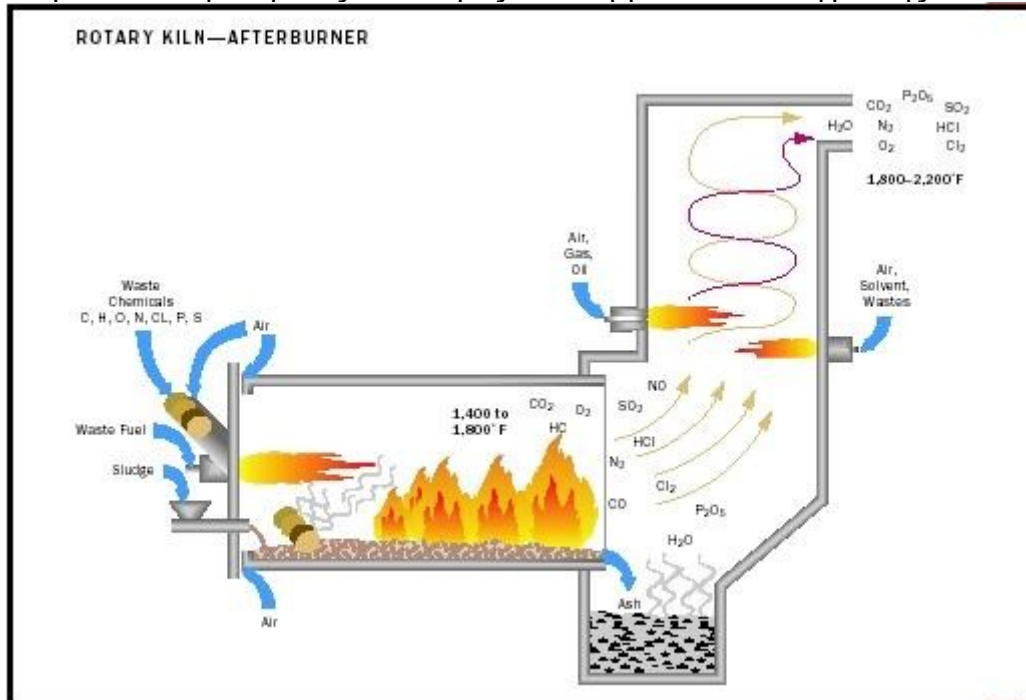
Αποτεφρωτής περιστρεφόμενου κλιβάνου

Βασικό πλεονέκτημα του αποτεφρωτή περιστρεφόμενου κλιβάνου είναι η δυνατότητα επεξεργασίας, με αξιόπιστη και αποτελεσματική λειτουργία, πολλά είδη απορριμμάτων και ρύπους, που άλλες τεχνολογίες αδυνατούν να αντιμετωπίσουν. Αποτελείται από έναν περιστρεφόμενο κλίβανο, έναν μετακαυστήρα και ένα σύστημα ελέγχου των παραγόμενων αερίων εκπομπών.

Οι βασικές παράμετροι λειτουργίας ενός αποτεφρωτή περιστρεφόμενου τυμπάνου αποτελούν, η θερμοκρασία εξόδου των καυσαερίων του περιστροφικού κλιβάνου και του μετακαυστήρα, η οποία πρέπει να οδηγεί σε πλήρη αποτέφρωση των απορριμμάτων, η εσωτερική πίεση του κλιβάνου, που πρέπει να είναι μικρότερη από την ατμοσφαιρική (υποπίεση) για την αποφυγή αερίων εκπομπών και σωματιδίων στην ατμόσφαιρα και ο ρυθμός παροχής αέρα (οξειδωτικού) και των απορριμμάτων, έτσι ώστε οι συνθήκες λειτουργίας του καυστήρα να είναι οι

βέλτιστες.

Μία από τις βασικότερες παραμέτρους που εξασφαλίζουν την ομαλή καύση των ΑΣΑ και συνεπώς την ομαλή λειτουργία του συστήματος είναι ο χρόνος παραμονής των απορριμμάτων εντός της εστίας του αποτεφρωτή. Ο χρόνος παραμονής καθορίζει το βαθμό ανάμιξής τους εντός του κλιβάνου, δεδομένου ότι αυτός περιστρέφεται, όπως επίσης και το χρόνο επεξεργασίας τους. Η σύσταση των καυσαερίων καύσης αποτελεί δείκτη απόδοσης του κλιβάνου και δεδομένου ότι λειτουργεί με περίσσεια οξυγόνου, τα απαέρια θα πρέπει να περιέχουν χαμηλές συγκεντρώσεις CO και υδρογονανθράκων και μειωμένες ποσότητες υπολειμμάτων αποτέφρωσης.

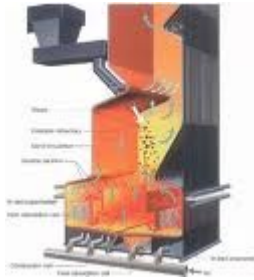


-->Στα υπέρ τόσο της τεχνολογίας των κινούμενων εσχαρών όσο και αυτής του περιστρεφόμενου κλιβάνου, είναι η έλλειψη προ-επεξεργασίας (διαχωρισμός ή τεμαχισμός) που αυξάνει σημαντικά το κόστος της αποτέφρωσης. Η τεχνολογία των εσχαρών είναι μια ευρέως διαδεδομένη και δοκιμασμένη, μπορεί να επεξεργαστεί διαφορετικής σύνθεσης και θερμογόνου αξίας ΑΣΑ, επιτρέπει μια θερμική απόδοση ανάκτησης που ανέρχεται σε περίπου 85% και μπορεί να διαχειριστεί ημερήσιες δυναμικότητες 1200 tn. Τα ίδια πλεονεκτήματα για το είδος των απορριμμάτων προς επεξεργασία έχει περίπου και η τεχνολογία του περιστρεφόμενου κλιβάνου. στόσο ο περιστρεφόμενος κλίβανος δεν αποτελεί την πλέον συνηθισμένη επιλογή λόγω της μικρής χωρητικότητας σε σχέση με αυτήν των εσχαρών. Κοινό μειονέκτημα των δύο τεχνολογιών είναι το μεγάλο κόστος επένδυσης και λειτουργίας

Αποτεφρωτής ρευστοποιημένης κλίνης

Ο αποτεφρωτής ρευστοποιημένης κλίνης χρησιμοποιεί ένα στρώμα άμμου ή αλουμίνας (κλίνη), πάνω στο οποίο εισάγονται τα απορρίμματα. Κάτω από το στρώμα αυτό διοχετεύεται αέρας (αέρας ρευστοποίησης και οξειδωτικό) με τέτοια παροχή, ώστε ολόκληρη η κλίνη να βρίσκεται σε αιώρηση και σε θερμοκρασία ίση με τη θερμοκρασία ανάφλεξης των υφιστάμενων ρύπων. Με την καύση σε αποτεφρωτή ρευστοποιημένης κλίνης εξασφαλίζονται έντονες συνθήκες ανάμιξης, αυξημένοι ρυθμοί μεταφοράς θερμότητας και αυξημένη θερμοκρασία καύσης με αποτέλεσμα την εξάτμιση και την καταστροφή των οργανικών ρύπων και την

επίτευξη ευνοϊκότερων συνθηκών καύσης.



Η αρχή λειτουργίας της τεχνολογίας βασίζεται στην ανάμειξη του αιωρούμενου μείγματος στερεών κόκκων με τα τεμαχισμένα ΑΣΑ μέσα σε κλίνη με τη βοήθεια του αέρα καύσης . Ο αποτεφρωτήρας αποτελείται από ένα κάθετο δοχείο τύπου refractory-lined (συνήθως από χάλυβα). Μέσα στον θάλαμο είναι τοποθετημένη μια κλίνη με στρώμα κοκκώδους υλικού (άμμος, χαλαζίας, ασβέστης ή ασβεστόλιθος) . Τα ΑΣΑ εισάγονται όπως φαίνεται και στην εικόνα 8 στον αποτεφρωτή είτε από την πάνω πλευρά (ή και από την κάτω μαζί με το κοκκώδες υλικό). Πριν από την εισαγωγή του καυσίμου αποβλήτου, έχουμε προθέρμανση του λέβητα με βοηθητικό καύσιμο για να επιτευχθεί κατάλληλη θερμοκρασία ανάφλεξης. Πρωτογενής αέρας καύσης εισάγεται από ακροφύσια κάτω από το στρώμα και αναγκάζει το μείγμα κόκκων-απορριμμάτων να αιωρηθεί και να αποτεφρωθεί. Ο ρόλος του κοκκώδους υλικού είναι πολύ σημαντικός καθώς με την αιώρηση επιτρέπει την ομογενοποίηση της θερμοκρασίας μέσα στο θάλαμο και την καλή ανάμειξη του μείγματος. Επιπλέον ένα δευτερεύον ρεύμα αέρα εισέρχεται στο πάνω μέρος του αποτεφρωτήρα για την ολοκλήρωση της αποτέφρωσης. Οι συνθήκες μεταφοράς μάζας και ομογενοποίησης, ευνοούν μικρότερη θερμοκρασία σε σχέση με τις υπόλοιπες τεχνολογίες αποτέφρωσης . Το κοκκώδες υλικό απομακρύνεται μαζί με τα απαέρια της καύσης και μαζί με το υπόλοιπο σωματιδιακό υλικό (ιπτάμενη τέφρα) και διέρχονται από κυκλώνα όπου διαχωρίζονται και επιστρέφουν στην κλίνη. Τα βαρύτερα σωματίδια κατακάθονται μαζί με το κοκκώδες υλικό (καθιζάμενη τέφρα) και μπορούν να απομακρυνθούν σε στερεή μορφή όπως οι κόκκοι της κλίνης. Στα θετικά της τεχνολογίας αυτής είναι η σημαντική μείωση ρύπων όπως το SO_2 το οποίο για παράδειγμα αντιδρά με το κοκκώδες υλικό (ασβέστης, ασβεστόλιθος) επιπλέον οι υψηλές θερμοκρασίες που μέσα στο θάλαμο της κλίνης ($850\text{-}950^\circ\text{C}$) επιτρέπουν τη καταστροφή των διοξινών η υψηλή ανάκτηση θερμότητας (περίπου 90 %) και το χαμηλό κόστος επένδυσης . Οι απαιτήσεις όμως σε επεξεργασμένο και υψηλής θερμογόνου δύναμης υλικό, αποτελεί σημαντικό μειονέκτημα. Σημαντικό ρόλο παίζει το οικονομικό κόστος λόγω της προ-επεξεργασίας .

Αποτέφρωση του Επεξεργασμένου κλάσματος των ΑΣΑ, Refused Derived Fuel (RDF)

• Γενικά

Η δεύτερη κατηγορία αποτέφρωσης αφορά την καύση ενός ομογενοποιημένου κλάσματος των απορριμμάτων, τα οποία έχουν υποστεί προ-επεξεργασία σε μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με την επεξεργασία των ΑΣΑ που καταλήγουν προς αποτέφρωση τύπου Mass Burning. [1,2,4,6,10,14] Τα ΑΣΑ προς αποτέφρωση υπόκεινται περεταίρω επεξεργασία. Η επεξεργασία αυτή είναι βιολογική (κομποστοποίηση του οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ) και μηχανική επεξεργασία με κοσκίνισμα, τεμαχισμό και μείωση μεγέθους τους, ταξινόμηση, διαχωρισμό, ξήρανση και πύκνωση [4,5,10,30], με σκοπό να απομακρυνθούν κλάσματα των απορριμμάτων με υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία και να αυξηθεί η θερμογόνος δύναμη του καυσίμου υλικού . Το μείγμα του νέου ομογενοποιημένου καυσίμου υλικού αποτελείται από χαρτί, δέρμα, ύφασμα, ελαστικά,

κα. Το προϊόν αυτό αναφέρεται ως Refuse Derived Fuel (RDF).

Το επεξεργασμένο κλάσμα των απορριμμάτων διακρίνεται σε 7 κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία, RDF-1, ουσιαστικά αποτελεί τα ανεπεξέργαστα απορρίμματα (σύμμεικτα απορρίμματα). Η δεύτερη κατηγορία (RDF-2 ή Coarse RDF) είναι το κλάσμα που έχει υποστεί τεμαχισμό και μαγνητικό διαχωρισμό για την ανάκτηση μετάλλων (το 95% του βάρους διαχωρίζεται σε κόσκινο με διάκενα 6in). Η τρίτη κατηγορία (RDF-3 ή fluff RDF) είναι το κλάσμα που έχει υποστεί τεμαχισμό και μαγνητικό διαχωρισμό για την ανάκτηση μετάλλων, γυαλιού και άλλων ανόργανων υλικών (το 95% του βάρους διαχωρίζεται σε κόσκινο με διάκενα 2in). Η τέταρτη κατηγορία (RDF-4 ή p-RDF) αποτελεί το καύσιμο υλικό των ΑΣΑ που έχει επεξεργαστεί σε κονιορτό. Η πέμπτη κατηγορία (RDF-5 ή d-RDF) αποτελεί το καύσιμο υλικό των ΑΣΑ που έχει επεξεργαστεί σε μορφή κονιορτού με πυκνότητα μεγαλύτερη από 600 kg/m³. Τα δύο τελευταία κλάσματα (RDF-6 και RDF-7) είναι σε υγρή ή αέρια μορφή αντίστοιχα [30]. Στην Ευρώπη οι κατηγορίες RDF με περεταίρω επεξεργασία είναι οι RDF-4 και RDF-5. Πριν την καύση του το υλικό αυτό θα πρέπει να πληρεί κάποιες προϋποθέσεις κυρίως ως προς τη θερμογόνο δύναμη του, η οποία θα πρέπει να είναι σχετικά υψηλότερη από αυτή των σύμμεικτων απορριμμάτων. Οι απαιτούμενες προϋποθέσεις όπως ορίζει η νομοθεσία είναι:

Κατώτερη θερμογόνο δύναμη: 4.000kcal/gr (16.744MJ/kg),

Περιεκτικότητα σε υγρασία του καύσιμου υλικού μικρότερη από 20% και

Ποσοστό χαρτιού και πλαστικού στο μίγμα μεγαλύτερο από 95% επί του ξηρού βάρους .

Η συνήθης διαδικασία προ-επεξεργασίας περιλαμβάνει τα στάδια του τεμαχισμού, του μαγνητικού διαχωρισμού ή του διαχωρισμού με αέρα, κοσκίνισμα . Πολλές φορές το καύσιμο κλάσμα, επεξεργάζεται περεταίρω για την ανάκτηση μετάλλων και γυαλιού.

5.3 ΑΕΡΙΟΙ ΡΥΠΟΙ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Αέρια Ρύπανση

Διοξίνες/Φουράνια

Οι διοξίνες και η αποτέφρωση είναι δύο άρρηκτα συνδεδεμένες έννοιες τα τελευταία 20 χρόνια. Κοντά στα μέσα της δεκαετίας του 90, οι αποτεφρωτήρες απορριμμάτων και οι φούρνοι χάλυβα αποτελούσαν τις κύριες πηγές παραγωγής διοξινών και φουρανίων στην Ευρωπαϊκή Ένωση . Από χημικής πλευράς, οι διοξίνες και τα φουράνια αποτελούνται από μια κατηγορία 210 οργανικών χλωριωμένων ενώσεων (75 για τις διοξίνες και 135 για τα φουράνια), οι οποίες έχουν τις χημικές ονομασίες πολυχλωριωμένων p-διβενζοδιοξινών (PCDDs) και πολυχλωριωμένων διβενζοφουρανίων (PCDFs).

Έχουν γίνει πολλές μελέτες για το τρόπο με τον οποίο σχηματίζονται τα PCDD/Fs κατά τη διαδικασία της αποτέφρωσης των ΑΣΑ . Ο σχηματισμός των διοξινών και των φουρανίων βασίζεται σε τρία κύρια στάδια κατά την αποτέφρωση:

(α) Την πυροσύνθεση, (β) Εκ νέου σχηματισμός από χημικά μη συγγενείς ενώσεις και (γ) Μηχανισμοί παραγωγής από συγγενείς πρόδρομες ενώσεις (χλωριωμένα βενζένια, χλωριωμένες φαινόλες, PCBs, κλπ.) .

Το στάδιο της πυροσύνθεσης λαμβάνει χώρα κυρίως στον δευτερεύοντα θάλαμο της αποτέφρωσης σε ένα εύρος θερμοκρασιών 500-800°C με μέγιστο ρυθμό παραγωγής των διοξινών να γίνεται στη θερμοκρασία των 700°C . Το δεύτερο στάδιο της εκ νέου σύνθεσης γίνεται με την πυρόλυση χημικά μη συγγενών ενώσεων

(PVC, πολυστυρένιο, κελουλόζη) παρουσία C, Cl και O₂ σε ένα θερμοκρασιακό εύρος 250-450°C [1, 17, 19]. Για παράδειγμα η παραγωγή PCDD από φαινόλες παρουσία HCl γίνεται σε θερμοκρασία 400°C, ενώ η παραγωγή από χλωροφαινόλες γίνεται σε θερμοκρασία 450°C. Ο μηχανισμός από πρόδρομες χημικά συγγενικές ενώσεις λαμβάνει χώρα σε ένα εύρος 300-600 °C, αφορά το σχηματισμό από τις περισσότερες χλωριωμένες αρωματικές ενώσεις (χλωροβενζένια, PCBs).

Οι αντιδράσεις παραγωγής των διοξινών είναι είτε ομογενείς, οι ενώσεις δηλαδή που αντιδρούν βρίσκονται στην αέρια φάση είτε ετερογενείς, κατά τις ετερογενείς αντιδράσεις ο σχηματισμός των PCDD/Fs γίνεται στις επιφάνειες των σωματιδίων ιπτάμενης τέφρας και των βαρειών μετάλλων (και ειδικά του χαλκού) που λειτουργούν σαν καταλύτες σχηματισμού τους. Παράγοντες όπως η παροχή αέρα αποτέφρωση, η θερμοκρασία στο θάλαμο, ο χρόνος παραμονής στον αποτεφρωτήρα (λόγω κινητικής αντιδράσεων παραγωγής) και οι συγκεντρώσεις διάφορων χημικών ουσιών και καταλυτών παίζουν ρόλο στην παραγωγή των διοξινών και η συγκέντρωση του αέρα στα απαέρια.

Οι μονάδες αποτέφρωσης αποβλήτων κυρίως (40-80%) και υπόλοιπες βιομηχανικές δραστηριότητες (χημική βιομηχανία) αποτελούν τις πηγές προέλευσης εκπομπών των διοξινών στο φυσικό περιβάλλον και στον άνθρωπο. Κάποιες από τις διοξίνες διαφεύγουν στην ατμόσφαιρα μέσω των απαερίων, ενώ όσες συγκρατούνται από τα συστήματα απορρύπανσης, καταλήγουν αναπόφευκτα στα υγρά και στερεά απόβλητα της καύσης και από εκεί στο έδαφος και στους υδάτινους αποδέκτες, όπου. Οι διοξίνες δεν διαλύονται στο νερό, αλλά είναι λιποδιαλυτές, συσσωρεύονται στους λιπώδεις ιστούς των ζωντανών οργανισμών και στη βλάστηση και, μέσω της τροφικής αλυσίδας, λαμβάνεται από τους υπόλοιπους οργανισμούς και τον άνθρωπο. Για παράδειγμα μέσω της βλάστησης που αποτελεί τροφή για της αγελάδες οι διοξίνες βιοσυσσωρεύονται στο γάλα που αποτελεί βασικό προϊόν ανθρώπινης κατανάλωσης [.

Ο άνθρωπος τις λαμβάνει κυρίως διαμέσου της τροφής του, όπου αποθηκεύονται στο ήπαρ και στους λιπαρούς ιστούς, οι διοξίνες ακόμα είναι υπεύθυνες για καρκίνο του ήπατος και του εντέρου, προβλήματα αναπαραγωγής, αναπτυξιακά προβλήματα, προβλήματα του ανοσοποιητικού συστήματος, κτλ.

Οι PCDD/Fs αποτελούν ομάδα χημικών ενώσεων άρα κατά την παραγωγή τους στα διάφορα στάδια της μονάδας αποτέφρωσης παράγεται μίγμα χημικών ενώσεων της ομάδας αυτής. Η πιο επικίνδυνη και ευρέως μελετημένη ένωση της ομάδας αυτής είναι η 2,3,7,8-τετραχλωροδιβενζοδιοξίνη (2,3,7,8-TCDD), η οποία είναι γνωστή και ως διοξίνη Seveso. Η ένωση αυτή απελευθερώθηκε στην ατμόσφαιρα μετά από ένα ατύχημα που συνέβη στις 10 Ιουλίου του 1976 στη πόλη Seveso της Ιταλίας, μετά από έκρηξη ενός χημικού αντιδραστήρα. 37,000 κάτοικοι εκτέθηκαν στην επικίνδυνη τοξική ένωση, ενώ το 4% των οικότροφων ζώων πέθαναν ή θανατώθηκαν για να μην μεταφέρουν την ένωση αυτή μέσω της τροφικής αλυσίδας.

Μετά το ατύχημα αυτό εκδόθηκε από την ΕΟΚ η οδηγία 82/501/ΕΟΚ (Seveso I) η οποία αναφέρεται σε προστασία από κινδύνους που ενυπάρχουν σε ορισμένες βιομηχανικές δραστηριότητες. Με τη νέα οδηγία 96/82/ΕΚ (Seveso II) σκοπός είναι η γενικότερη πρόληψη μεγάλων ατυχημάτων σχετιζόμενων με επικίνδυνες ουσίες και ο περιορισμός των συνεπειών τους στον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Όταν θέλουμε να εκφράσουμε την έκθεση μας στη διοξίνη αναφερόμαστε στη τοξικότητα που αυτή προκαλεί στον οργανισμό. Η συγκέντρωση της διοξίνης στην οποία εκτίθεται ο οργανισμός είναι το άθροισμα των συγκεντρώσεων των ενώσεων που ανήκουν στην ομάδα των διοξινών. Οι τοξικότητα κάθε ένωσης εκφράζεται ως ισοδύναμη της τοξικότητας της διοξίνης 2,3,7,8-TCDD όταν πολλαπλασιάζεται με τον αντίστοιχο της συντελεστή τοξικότητας.

Σύμφωνα με την οδηγία Οδηγία 2000/76/ΕΚ για τις μονάδες αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης απορριμμάτων το ανώτατο όριο εκπεμπόμενων PCDD/Fs πρέπει

να είναι 0,1ng/m³ και για τις συνθήκες λειτουργίας θα πρέπει όλες οι μονάδες αποτέφρωσης σχεδιάζονται, κατασκευάζονται, εξοπλίζονται, και λειτουργούν κατά τρόπον ώστε, μετά την τελευταία διοχέτευση αέρα καύσης, η θερμοκρασία των αερίων που εκλύονται κατά τη διεργασία να αυξάνεται, με ελεγχόμενο και ομοιογενή τρόπο και ακόμη και υπό τις δυσμενέστερες συνθήκες, στους 850 °C, μετρούμενη στο εσωτερικό τοίχωμα ή σε άλλο αντιπροσωπευτικό σημείο του θαλάμου καύσης όπως επιτρέπει η αρμόδια αρχή ή χρόνο παραμονής των απαερίων στον δευτερρευόντα θάλαμο για 2sec. Η EPA έχει καθορίσει ως όριο συγκέντρωσης, τα 13ng/m³ για νέες μονάδες αποτέφρωσης, ενώ για τις μονάδες που βρίσκονται ήδη σε λειτουργία τα όρια συγκεντρώσεων των διοξινών είναι 30ng/m³ για μονάδες με Ηλεκτροστατικά φίλτρα και 35ng/m³ για μονάδες χωρίς ηλεκτροστατικά φίλτρα

Βαρέα μέταλλα

Με τον όρο βαρέα μέταλλα εννοούμε εκείνα τα χημικά στοιχεία που έχουν ειδικό βάρος μεγαλύτερο του σιδήρου (Fe) και κυρίως τον μόλυβδο (Pb), τον υδράργυρο (Hg), τον χαλκό (Cu), το κάδμιο (Cd), το χρώμιο (Cr) κλπ.

Η πηγή προέλευσης των βαρέων μετάλλων στη διαδικασία της αποτέφρωσης είναι τα ίδια τα απορρίμματα. Τα βαρέα μέταλλα δε καταστρέφονται κατά τη διαδικασία της καύσης και καταλήγουν στα υπολείμματα της διαδικασίας ή εξατμίζονται και καταλήγουν στα απαέρια. Η πτητικότητα και η διηθησιμότητα των βαρέων μετάλλων εξαρτάται από τις ιδιότητες τους (τάση ατμών) και τις συνθήκες θερμοκρασίας της αποτέφρωσης. Μέταλλα όπως Fe, Cu, Ni, Pb, Zn σε θερμοκρασίες 1300°C αποκτούν αέρια μορφή ενώ κατά την ψύξη των καυσαερίων συμπυκνώνονται στις επιφάνειες άλλων μορίων στην ιπτάμενη τέφρα. Τα βαρέα μέταλλα που παραμένουν στην στερεά μορφή αποτελούν μέρος της σωματιδιακής ρύπανσης και απομακρύνονται με την καθιζάμενη τέφρα (ash).

Από άποψη τοξικότητας μπορούμε να τα διακρίνουμε σε βαρέα μέταλλα υψηλής τοξικότητας όπως ο Hg, Cd, Cr και Pb και στα χαμηλής τοξικότητας όπως Cu, Cb, Al και Fe. Τα τελευταία λειτουργούν ως καταλύτες για την δημιουργία επικίνδυνων οργανικών ενώσεων στην αέρια φάση (Διοξίνες-Φουράνια).

Οι επιπτώσεις των βαρέων μετάλλων στην υγεία ποικίλουν. Τα βαρέα μέταλλα διατίθενται στο περιβάλλον (αέρας, νερό, έδαφος) μέσω των εκπομπών της αποτέφρωσης, υπάρχουν είτε στα καυσαέρια σε αέρια μορφή είτε στα υγρά απόβλητα από τα συστήματα επεξεργασίας και την υπολειμματική τέφρα που προκύπτει από την αποτέφρωση [23], εισέρχονται στους οργανισμούς μέσω της αναπνοής και κυρίως μέσω της τροφικής αλυσίδας όταν εναποτίθενται στη βλάστηση και το πλαγκτόν των υδάτινων συστημάτων. Μέσω των καυσαερίων και της ιπτάμενης τέφρας μπορούν να μεταφερθούν σε πολύ μεγάλες αποστάσεις από το αρχικό σημείο έκλυσής τους.

Τα βαρέα μέταλλα έχουν διάφορες επιπτώσεις στους οργανισμούς και τον άνθρωπο, ανάλογα με το είδος κάθε μετάλλου. Ο μόλυβδος (Pb) μεταξύ άλλων προκαλεί διαταραχές του νευρικού συστήματος, ζημιές στους πνεύμονες και τα νεφρά, αναιμία, μειωμένη σύνθεση της αιμοβιγλίνης στο αίμα, μαθησιακά προβλήματα στα παιδιά, καρδιαγγειακές ασθένειες και αναταραχές στο μεταβολισμό των οστών. Το κάδμιο (Cb) είναι υπεύθυνο για ζημιές στα νεφρά, διαταραχές στους πνεύμονες, ενώ οι υψηλές δόσεις καταστρέφουν τελείως τους πνεύμονες και μπορεί να επιφέρουν ακόμη και το θάνατο. Ο Hg είναι υπερβολικά τοξικός και προκαλεί ναυτία, διάρροια, αύξηση καρδιακής πίεσης, προβλήματα στο δέρμα, ερεθισμό των οφθαλμών. Το Ar Καταστρέφει πολλούς ιστούς περιλαμβανομένων των νεύρων, του στομάχου, των εντέρων και του δέρματος, προκαλεί μειωμένη παραγωγή ερυθρών και λευκών αιμοσφαιρίων και καρδιακή αρρυθμία.

Τόσο η Ευρωπαϊκή Ένωση όσο και η Αμερικανική υπηρεσία περιβάλλοντος έχουν θεσπίσει μέτρα για τις εκπεμπόμενες συγκεντρώσεις των βαρέων στο περιβάλλον. Τα

ανώτατα όρια των εκπομπών των βαρέων μετάλλων σύμφωνα με την Οδηγία 2000/76/EK παρουσιάζονται στον πίνακα

Pollutant	C
Cd + Tl	0,05
Hg	0,05
Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V	0,5

Η ΕΡΑ έχει ορίσει ως ανώτατο όριο εκπομπών για τον μόλυβδο τα 0.4mg/m³ για τις μονάδες αποτέφρωση που βρίσκονται σε λειτουργία και τα 0.14mg/m³ για τις νέες μονάδες. Ενώ το ανώτατο όριο εκπομπών για τον υδράργυρο είναι και στις 2 περιπτώσεις τα 0.05mg/m³.

Για την μείωση των εκπομπών των συγκεντρώσεων των βαρέων μετάλλων 2 προτείνονται επιλογές:

(1) Απομάκρυνση από τα απορρίμματα να γίνεται πριν τη διαδικασία της καύσης
(2) Μείωση της διάθεσης τους σε βιολογικά ενεργές μορφές (για παράδειγμα μέρος του Cd γίνεται σε χλωριωμένα και θειικά άλατα, το Cr μετατρέπεται σε Cr⁶⁺) αυτό επιτυγχάνεται με μείωση των αέριων εκπομπών των πτητικών βαρέων μετάλλων και τη χημική σταθεροποίηση των βαρέων μετάλλων σε στερεή μορφή [20].

Για την απομάκρυνση των βαρέων μετάλλων χρησιμοποιούνται τόσο συσκευές ηλεκτροστατικών φίλτρων (Electrostatic Precipitators-ESP) και σακόφιλτρων (Fabric Filters), κυρίως για βαρέα μέταλλα σε στερεή μορφή (καθιζόμενη τέφρα). Η απομάκρυνση του Hg γίνεται σε μορφή Hg₂Cl₂ (l) σε υγρές πλυντηρίδες (wet scrubbers).

NO_x, SO₂, HCl και HF

Τα NO_x υπάρχουν σε διάφορες μορφές στα καυσαέρια της αποτέφρωσης (NO, NO₂, NO₃). Για το σχηματισμό του NO, τρεις είναι οι υπεύθυνοι μηχανισμοί κατά τη διαδικασία της αποτέφρωσης: (α) Οξειδωση του N που υπάρχει μέσα στα ίδια τα απορρίμματα τα απορρίμματα, (β) Η οξειδωση του ατμοσφαιρικού N που βρίσκεται στον αέρα καύσης σε θερμοκρασία 1300°C (θερμικός σχηματισμός) και (γ) ο σχηματισμός από ταχεία οξειδωση του ατμοσφαιρικού N που βρίσκεται στον αέρα καύσης μέσω ενδιάμεσων προϊόντων όπως HCN (ακαριαίος σχηματισμός).

Η παρουσία των στοιχείων του Cl, S, F στα απορρίμματα ευνοεί τον σχηματισμό των όξινων αυτών ενώσεων στα αερίδια των μονάδων αποτέφρωσης όπως τα SO₂, HCl και HF, με το υδροχλωρικό οξύ να αποτελεί το κύριο συστατικό των όξινων αερίων. Από τα παραπάνω αέρια τα SO₂, NO₂ έχουν μελετηθεί εντατικά λόγω των συνεπειών τους στο αναπνευστικό σύστημα. Τα όξινα αέρια NO_x και SO_x είναι υπεύθυνα για τον σχηματισμό της όξινης βροχής. Η Όξινη βροχή (acid rain) ονομάζεται το φαινόμενο των αφύσικα όξινων μετεωρολογικών κατακρημνισμάτων και

σχηματίζεται όταν τα NO_x και SO_x αντιδράσουν με τα σταγονίδια της βροχής (υδρόλυση) σχηματίζοντας νιτρικό και θειικό οξύ. Αυτό προκαλεί την πτώση του pH των σταγονιδίων της ατμόσφαιρας και έχει συνέπειες στα φυτά, τα εδάφη και τους οργανισμούς όταν αυτά φτάσουν στην επιφάνεια με τη μορφή κατακρημνίσεων. Το HCl αποτελεί και πηγή για την παραγωγή των διοξινών.

Οι οριακές τιμές για τις όξινες αέριες εκπομπές (ημερήσιες τιμές) είναι, σύμφωνα με την Οδηγία 2000/76/EK, 200mg/m³ για τα NO_x, 50mg/m³ για το SO₂, 10mg/m³ για το HCl και 1mg/m³ για το HF. Αντίστοιχα τα όρια που ορίζει η ΕΡΑ είναι 29ppm για τις

μονάδες σε λειτουργία και 20ppm για τις νέες μονάδες για το HCl, για το SO₂ τα όρια είναι 29ppm για τις μονάδες σε λειτουργία και 30 ppm για τις νέες μονάδες, τέλος για τα NO_x διαφέρει ανάλογα με το είδος του αποτεφρωτήρα για τις μονάδες σε λειτουργία και 180 ppm για τις νέες μονάδες (150 ppm μετά τη πρώτη χρονιά λειτουργίας) . Για την απομάκρυνση των όξινων αερίων χρησιμοποιούνται διάφορα μέσα (υγροί, ξηροί, ημίξηροι συλλέκτες) . Ακόμα χρησιμοποιούνται πλυντηρίδες. Για την απομάκρυνση των NO_x χρησιμοποιούνται τόσο καταλυτικές οξειδωτικές διαδικασίες (Selective Catalytic Reductions-SCR) όσο και μη καταλυτικές οξειδωτικές διαδικασίες (Selective Non Catalytic Reductions-SNCR), ενεργός άνθρακας, και αντιδραστικό μέσο όπως NH₃ . Για την μείωση του NO_x παίρνονται και πρωτογενή μέτρα που αφορούν τις συνθήκες καύσης, όπως μείωση της περίσσειας O₂ στην φλόγα κατά και συγκέντρωση O₂ κατώτερη των στοιχειομετρικών αναλογιών την πρώτη ζώνη καύσης.

ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Η ιπτάμενη τέφρα, τα σωματίδια σκόνης άκαυστα μέρη των απορριμμάτων και βαρέα μέταλλα αποτελούν το σύνολο της σωματιδιακής ρύπανσης στα απαέρια των μονάδων αποτέφρωσης . Τα σωματίδια αυτά έχουν τέτοιο μέγεθος ώστε να διαπερνούν σε ορισμένες περιπτώσεις τα συστήματα επεξεργασίας των ρύπων στη μονάδα αποτέφρωσης και να διαφεύγουν από την καμινάδα. Οι επιπτώσεις της σωματιδιακής ρύπανσης στην υγεία είναι αρκετές. Τα μικροσωματίδια είναι ίσως ο πιο παρεξηγημένος και παραμελημένος ρύπος. Δεκάδες έρευνες σε όλο τον κόσμο ενοχοποιούν τα μικροσωματίδια όχι μόνο για αύξηση της

θνησιμότητας, αλλά και για σημαντικές μακροχρόνιες βλάβες στην υγεία. Οι έρευνες ενοχοποιούν κυρίως τα αιωρούμενα ατμοσφαιρικά σωματίδια μικρής διαμέτρου (γνωστά και ως PM₁₀, PM_{2.5} και PM₁), που εισχωρούν βαθύτερα στο αναπνευστικό σύστημα . Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον αφορούν τη μείωση της ορατότητας ενώ μαζί με τα οχήματα αποτελούν τις σημαντικότερες εστίες σωματιδιακής ρύπανσης στις πόλεις . Η σωματιδιακή ρύπανση έχει τη δυνατότητα να μεταφέρεται μέσω των ρευμάτων του αέρα σε μεγάλες αποστάσεις και να ευθύνεται για γεγονότα γενικής ρύπανσης, αφού μεταφέρει μαζί της όλες τις τοξικές ενώσεις οι οποίες προσκολλώνται πάνω στα σωματίδια της . Τα σωματίδια αυτά με την επίδραση της βαρύτητας καταλήγουν στην επιφάνεια λόγω της βαρύτητας ή λόγω της βροχής .

Η ιπτάμενη τέφρα που διαφεύγει περιέχει σημαντικά ποσοστά σε βαρέα μέταλλα. Το 37% του Cu, το 28% του Pb, και το 75% του Cd των απορριμμάτων καταλήγουν στην ιπτάμενη τέφρα. Το 3.6% του Hg των απορριμμάτων καταλήγει στην ιπτάμενη τέφρα [, η ύπαρξη των βαρέων μετάλλων τη καθιστά ιδιαίτερα τοξική. Στη διαδικασία της αποτέφρωσης λειτουργούν ως καταλυτές αντιδράσεων για τη παραγωγή διοξινών .

Όσο αφορά τα περιβαλλοντικά επιτρεπτά όρια, στην οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης οι ημερήσιες οριακές τιμές για την σωματιδιακή ρύπανση είναι 10 mg/m³. Η EPA απαιτεί οι οριακές συγκεντρώσεις του σωματιδιακού υλικού της ιπτάμενης τέφρας να είναι 25 mg/m³ για τις μονάδες σε λειτουργία και 25 mg/m³ για τις υπό κατασκευή μονάδες .

Η απομάκρυνση των σωματιδίων γίνεται με συσκευές κατακράτησης σωματιδίων όπως τα ηλεκτροστατικά φίλτρα (ESP), τα σακόφιλτρα, πλυντηρίδες, ενώ σαν προεπεξεργασία για την κατακράτηση των μεγαλύτερων σωματιδίων, χρησιμοποιούνται κυκλώνες

5.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΑΕΡΙΩΝ

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι ένα από τα σημαντικότερα τμήματα

των εγκαταστάσεων αποτέφρωσης ΑΣΑ αποτελούν οι μονάδες επεξεργασίας των καυσαερίων μετά την έξοδό τους από το λέβητα ανάκτησης θερμότητας οι οποίες περιλαμβάνουν πλυντρίδες, ηλεκτροστατικά φίλτρα, κυκλώνες, σακκόφιλτρα, κ.α.. Ο σωστός σχεδιασμός και η κατάλληλη επιλογή των αντιρρυπαντικών συστημάτων για μονάδες αποτέφρωσης ΑΣΑ βασίζεται στη σύσταση και την ποσότητα των προς επεξεργασία καυσαερίων και στα επιτρεπτά όρια εκπομπών της όλης εγκατάστασης και είναι κομβικής σημασίας μιας και στα προϊόντα της καύσης των ΑΣΑ προκύπτουν εκπομπές φουρανίων και διοξίνων, ουσίες άκρως τοξικές και επικίνδυνες για την ανθρώπινη υγεία, καθώς επίσης εκπομπές βαρέων μετάλλων. Το πρόβλημα του ελέγχου των εκπομπών ρύπων παρουσιάζεται πιο έντονο σε μονάδες αποτέφρωσης τύπου mass – fired, οι οποίες παρουσιάζουν υψηλές διακυμάνσεις στην ποσότητα και ιδιαίτερα τη σύσταση των τροφοδοτούμενων προς αποτέφρωση ΑΣΑ. Οι διακυμάνσεις αυτές οφείλονται στο γεγονός ότι οι μονάδες αποτέφρωσης mass - fired λειτουργούν με ΑΣΑ τα οποία έχουν υποστεί μικρό επίπεδο επεξεργασίας με αποτέλεσμα να εμφανίζουν έντονες διακυμάνσεις ως προς τη σύσταση, την περιεχόμενη υγρασία και τη θερμογόνο ικανότητα. Αντίθετα, σε μονάδες που λειτουργούν με ανακτηθέν στερεό καύσιμο (SRF/RDF), το πρόβλημα ελέγχου των ρύπων παρουσιάζει σαφώς σε μικρότερο βαθμό δυσκολίας, εξαιτίας των μικρότερων διακυμάνσεων στη σύσταση, την υγρασία και τη θερμογόνο ικανότητα του SRF/RDF και εστιάζεται κυρίως στον έλεγχο των εκπομπών διοξίνων, φουρανίων και βαρέων μετάλλων.

Στις μέρες μας στις εγκαταστάσεις που είναι σε πλήρη λειτουργία συναντάμε κάθε είδους τεχνολογία και κάθε είδους συνδυασμό των βελτιωμένων επιλογών που προσφέρονται. Κάθε ένα σύστημα εγγυάται την εναρμόνιση με τα πιο αυστηρά όρια αέριων εκπομπών που υπάρχουν σήμερα. Η επιλογή της πιο κατάλληλης στρατηγικής καθαρισμού των καυσαερίων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις τοπικές συνθήκες. Σημαντικούς παράγοντες αποτελούν οι διοικητικές ρυθμίσεις (άδειες για υγρά απόβλητα, διάθεση των στερεών υπολειμμάτων), οι επιλογές και οι αγορές για μια ενδεχόμενη ανάκτηση και τέλος το κόστος της επένδυσης και το λειτουργικό κόστος του συνόλου του συστήματος.

Οι σημαντικότερες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης απορριμμάτων είναι αποσκοπούν στα παρακάτω στάδια καθαρισμού των καυσαερίων:

Ø Απομάκρυνση της ιπτάμενης τέφρας.

Ø Απομάκρυνση των όξινων αερίων.

Ø Απομάκρυνση συγκεκριμένων ρύπων όπως Hg ή PCDD/Fs.

Ø Μείωση των οξειδίων του αζώτου.

Απομάκρυνση ιπτάμενων σωματιδίων.

Από τις τρεις κύριες κατηγορίες αέριων ρύπων τα αιωρούμενα σωματίδια είναι ίσως εκείνα που ελέγχονται ευκολότερα. Ταξινομούνται είτε ανάλογα με το μέγεθος τους, είτε ανάλογα με την προέλευση τους. Σωματίδια με διάμετρο μικρότερη από 1 μm θεωρούνται ως σκόνη και λόγω του μικρού μεγέθους δεν αποτίθενται στο έδαφος αλλά συμπεριφέρονται ως αέρια. Σωματίδια με διάμετρο μεγαλύτερη από 10 μm συνήθως εναποτίθενται στο έδαφος. Τα σωματίδια τέφρας που συναντώνται στα καυσαέρια ενός λέβητα με διάμετρο 100 μm ή μικρότερη ονομάζονται συνοπτικά ιπτάμενη τέφρα. Η τεχνολογία για τον έλεγχο των αιωρούμενων σωματιδίων είναι η πρώτη που αναπτύχθηκε. Η απόδοση συλλογής ποικίλει σημαντικά ανάλογα με το σύστημα αλλά συνήθως κυμαίνεται από 50% για απλά μηχανικά συστήματα, μέχρι και περισσότερο από 99% για τους ηλεκτροστατικούς κατακρημνιστές (ESP). Οι διαχωριστές

αιωρουμένων σωματιδίων μπορεί να βασίζονται στην ξαφνική μείωση της ταχύτητας των αερίων, στην απότομη αλλαγή της διεύθυνσης της ροής, στην πρόσκρουση του αερίου ρεύματος σε μία σειρά από πτερύγια, και στην χρήση κεντρομόλου δύναμης με ανεμιστήρα.

Το πρώτο βήμα στα περισσότερα συστήματα καθαρισμού καυσαερίων είναι η απομάκρυνση της ιπτάμενης τέφρας, η οποία πραγματοποιείται μέσω:

Κυκλώνων

Ηλεκτροστατικών φίλτρων (ESP)

Σακκόφιλτρων

Κυκλώνες.

Οι κυκλωνικές διατάξεις στηρίζονται στην αύξηση της φαινόμενης διαφοράς πυκνότητας μεταξύ στερεού και αερίου όταν ασκείται φυγόκεντρη δύναμη (πολλαπλασιασμός της επιτάχυνσης της βαρύτητας g).

Τα καυσαέρια εισέρχονται εφάπτομενικά με υψηλή ταχύτητα σε έναν κάθετο κυλινδρικό θάλαμο με κωνικό πυθμένα (Σχήμα 9). Η κεντρομόλος δύναμη που ενεργεί πάνω στα σωματίδια τα κάνει να συγκρούονται στα τοιχώματα του θαλάμου και να κατακάθονται στον πυθμένα του από όπου και απομακρύνονται. Το αέριο διαφεύγει μέσω ενός κεντρικού σωλήνα. Λόγω της περιορισμένης ικανότητας τους στην απομάκρυνση λεπτών σωματιδίων οι κυκλώνες δεν συναντώνται πλέον σε σύγχρονες εγκαταστάσεις ή χρησιμοποιούνται για την προεπεξεργασία της ιπτάμενης τέφρας.

Ηλεκτροστατικοί κατακρημνιστές (ESP)

Λόγω του απλού σχεδιασμού τους, της μικρής απώλειας πίεσης και της εύκολης λειτουργίας τους οι ηλεκτροστατικοί κατακρημνιστές (ElectroStatic Precipitator) χρησιμοποιούνται ευρέως τόσο σε εγκαταστάσεις αποτέφρωσης απορριμμάτων για το διαχωρισμό της ιπτάμενης τέφρας όσο και σε άλλες διεργασίες ανάφλεξης όπως σε εργοστάσια καύσης λιγνίτη. Ένας σύγχρονος ηλεκτροστατικός κατακρημνιστής που αποτελείται από τουλάχιστον δύο και συχνά τρεις τομείς εγγυάται ποσοστά απομάκρυνσης της τέφρας $>99\%$ στα σωματίδια με μεγέθη μεταξύ $0,01$ και $>100 \mu\text{m}$. Οι ESP με τρεις τομείς μπορούν να επιτύχουν επίπεδα τέφρας στα καθαρά αέρια της τάξης του 1 mg/m^3 .

Η βασική αρχή λειτουργίας των ηλεκτροστατικών κατακρημνιστών φαίνεται στο σχήμα 7. Η τάση λειτουργίας στους ηλεκτροστατικούς κατακρημνιστές είναι υψηλή (30.000 μέχρι 60.000V) και τα σωματίδια αποκτούν ένα φορτίο από τα αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόδια που κρέμονται μέσα στην ροή των καυσαερίων. Λόγω του φορτίου αυτού δε, έλκονται από τις γειωμένες πλάκες, που περιοδικά, με τίναγμα, καθαρίζονται από την συγκεντρωμένη ύλη.

Σακκόφιλτρα.

Ακόμα μικρότερες εκπομπές από αυτές των ESP, ειδικότερα για τα μικρότερου μεγέθους σωματίδια, μπορούν να επιτευχθούν με τα σακκόφιλτρα. Σ'αυτά, τα ακατέργαστα καυσαέρια περνούν από το εξωτερικό τμήμα προς το εσωτερικό, μέσα από υφασμάτινες σάκους που στηρίζονται σε μεταλλικά πλέγματα. Η ιπτάμενη τέφρα μένει στην εξωτερική επιφάνεια του φίλτρου και απομακρύνεται περιοδικά με την βοήθεια αέρα που φυσάει από το εσωτερικό. Αυτός ο καθαρισμός απελευθερώνει τα σωματίδια, τα οποία πέφτουν σε έναν συλλέκτη (Σχήμα 9). Τα σακκόφιλτρα εγγυώνται συγκεντρώσεις σκόνης στα καθαρά αέρια $< 1 \text{ mg/m}^3$.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα στην περίπτωση των σακκόφιλτρων είναι το υψηλό κόστος συντήρησης, καθώς έχουν διάρκεια ζωής 18-36 μήνες. Για σακκόφιλτρα χρησιμοποιούνται συνήθως είτε σάκκοι από Teflon, είτε υφαντά φίλτρα από υαλοβάμβακα με διάφορα επιστρώματα.

Χημικός καθαρισμός καυσαερίων.

Το βήμα που ακολουθεί την πρωτογενή καθίζηση της ιπτάμενης τέφρας στα συστήματα ελέγχου της αέριας ρύπανσης είναι συνήθως, ο χημικός καθαρισμός των καυσαερίων που μπορεί να λάβει χώρα με δύο κύριες μεθόδους, καθαρισμό σε υγρές πλυντηρίδες και καθαρισμό στεγνές πλυντηρίδες.

Η αρχή της μεθόδου των υγρών πλυντηρίδων βασίζεται στην απορρόφηση των αερίων συστατικών από ένα υγρό. Η αποτελεσματικότητα μιας τέτοιας διαδικασίας απορρόφησης εξαρτάται πρώτα από όλα από την διαθέσιμη επιφάνεια του υγρού που ελέγχει την μεταφορά μάζας από την αέρια στην υγρή φάση. Έτσι ο στόχος του σχεδιασμού τους είναι η επίτευξη μιας μεγάλης επιφάνειας επαφής μεταξύ του αερίου ρεύματος και μιας υγρής φάσης (συνήθως υδατικής) ώστε ο ρύπος να μεταφερθεί - διαλυθεί σ' αυτήν και να απομακρυνθεί από την αέρια φάση.

Όταν χρησιμοποιείται νερό η απορρόφηση ονομάζεται φυσική ενώ όταν προστίθεται στο νερό και μια ένωση που αντιδρά με το ρύπο η ρόφηση ονομάζεται χημική. Στο χημικό καθαρισμό η διαλυμένη ένωση λειτουργεί ως συνεχής «καταβόθρα» (sink) για το ρύπο με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο ρυθμός απομάκρυνσης του από το αέριο ρεύμα.

Κατά το σχεδιασμό των συστημάτων χημικού καθαρισμού πρέπει να συνυπολογιστούν:

Ø Η αύξηση της απόδοσης σε απομάκρυνση (ή εναλλακτικά η επίτευξη της ίδιας απομάκρυνσης σε διάταξη μικρότερου όγκου).

Ø Η αύξηση του κόστους λόγω κατανάλωσης χημικών.

Ø Η ενδεχόμενη απαίτηση ανακύκλωσης του χημικού, προβλήματα αποθέσεων κλπ.

Η επιλογή διαλύτη (υγρής φάσης) γίνεται βασιζόμενη στις παρακάτω παραμέτρους:

Ø **Διαλυτότητα των καυσαερίων.** Γενικώς, επιδιώκεται ανάλογη χημική φύση με το προς απομάκρυνση αέριο.

Ø **Πτητικότητα του υγρού.** Όσο πιο χαμηλή γίνεται για να μην υπάρχουν απώλειες, αφού το αέριο ρεύμα μετά την επαφή θα βγαίνει κορεσμένο.

Ø **Διαβρωτικότητα.**

Ø **Ιξώδες.** Επιδιώκεται χαμηλό ιξώδες για μικρή πτώση πίεσης, καλή ροή και καλούς συντελεστές μεταφοράς.

Ø **Χημική σταθερότητα.**

Ø **Χαμηλό σημείο πήξης.**

Οι διάφορες διατάξεις που εφαρμόζονται είναι:

Ø Καθαριστές με διάταξη Venturi.

Ø Πύργοι με πληρωτικό υλικό.

Ø Πύργοι με δίσκους.

Ø Πύργοι ψεκασμού.

Μείωση NO_x.

Για τη μείωση των εκπομπών οξειδίων του αζώτου NO_x ακολουθούνται δύο στρατηγικές:

Η μη καταλυτική απομάκρυνση (NSCR) με την είσοδο αμμωνίας ή κάποιας άλλης ένωσης του αζώτου στην θερμή φλόγα του αερίου σε θερμοκρασία 950 °C.

Η επιλεκτική καταλυτική μείωση (SCR) σε θερμοκρασία 250 - 300°C, η οποία εφαρμόζεται στις περισσότερες περιπτώσεις στο τέλος του καθαρισμού των καυσαερίων αφού το αέριο έχει αναθερμανθεί.

Και με τις δύο στρατηγικές επιτυγχάνεται η εναρμόνιση με τα όρια της οδηγίας της Ε.Ε. περί αποτέφρωσης των απορριμμάτων που είναι 200 mg/m³ Παρόλα αυτά στην περίπτωση που απαιτούνται ακόμα χαμηλότερες εκπομπές η μέθοδος της επιλεκτικής καταλυτικής μείωσης SCR παρουσιάζει καλύτερα αποτελέσματα.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι για τον συνολικό έλεγχο της διαδικασίας της αποτέφρωσης, αλλά και των παραγόμενων αέριων ρύπων, κρίνεται αναγκαία η συχνή δειγματοληψία και η ανάλυση της σύστασης των:

Εισερχόμενων στερεών απορριμμάτων.

Παραγόμενων στερεών (υπολείμματα - ιπτάμενη τέφρα).

Παραγόμενων καυσαερίων.

Υγρών αποβλήτων, που παράγονται κατά την επεξεργασία των καυσαερίων

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΥΓΡΗΣ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ

Η διαδικασία αυτή βασίζεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο λαμβάνει χώρα η απομάκρυνση των όξινων αερίων και του Hg, ενώ στο δεύτερο έχουμε την απομάκρυνση του SO₂.

Κατά το πρώτο στάδιο έχουμε την διαδικασία του κορεσμού των απαερίων, με ψύξη τους σε θερμοκρασία κορεσμού και τελικά την διαδικασία της απομάκρυνσης των HCl, HF και SO₃.

Η ψύξη των απαερίων λαμβάνει χώρα στη ζώνη ενυδάτωσης. Όταν τα απαέρια έρχονται σε επαφή με το νερό μέσω ακροφυσίων. Η απομάκρυνση των HCl, HF Hg και SO₃ γίνεται στην περιοχή της κατακράτησης (scrubbing zone). Νερό διοχετεύεται από τους εγχυτήρες, σχεδιασμένους με τέτοιο τρόπο ώστε να έχουμε ομογενή διανομή των σταγονιδίων του νερού. Το μεγαλύτερο μέρος των σταγονιδίων κατευθύνεται προς τον πυθμένα της συσκευής και το υπόλοιπο διαχωρίζεται από τα απαέρια με ειδική συσκευή. Το νερό που προκύπτει από το διαχωρισμό σταγονιδίων με τα απόκρια επανακυκλοφορεί στη συσκευή για να συνεχιστεί η διαδικασία.

Τα όξινα αέρια προσροφώνται από την επαφή τους με τα σταγονίδια και μετατρέπονται σε υδατική μορφή. Ένα μέρος από αυτά τα ιόντα των όξινων υδατικών διαλυμάτων αντιδρά με την προσθήκη Ca(OH)₂ και μετατρέπεται σε μορφή διαλύματος άλατος CaCl₂(l) και CaF₂(l). Ο Hg μπορεί να προσροφηθεί σαν HgCl₂, Hg₂Cl₂ και HgO. Ειδικά η πρώτη μορφή συμβαίνει σε θερμοκρασίες στον αποτεφρωτήρα στους 850°C. Η παρουσία του SO₂ οδηγεί σε δυσαναλογία του HgCl₂ αποτέλεσμα την παραγωγή μεταλλικού Hg, ο οποίος μπορεί να εξατμιστεί κατά τη διάρκεια του ψεκασμού. Το πρόβλημα αυτό λύνεται με διατήρηση χαμηλών τιμών του pH και συνεχή απομάκρυνση του διαχωρισμένου Hg.

Στο δεύτερο στάδιο έχουμε την απομάκρυνση του SO₂, τα προσροφητικά μέσα είναι το NaOH, το Ca(OH)₂ και γύψος.

Στην περίπτωση της απομάκρυνσης του SO₂, ισχύει η ίδια διαδικασία όπου νερό ανακυκλοφορίας υπό μορφή σταγονιδίων, ψεκάζει τα απαέρια και τα σταγονίδια αυτά καταλήγουν στο πυθμένα της συσκευής. Η τιμή του pH ρυθμίζεται με προσθήκη NaOH. Πολλές φορές σε μια διαδικασία απομάκρυνσης του SO₂, υπάρχουν ποσότητες στο νερό υπό μορφή H₂SO₄, αυτή αντιδρά με προσθήκη Ca(OH)₂ και καθιζάνει σαν γύψος. Το μεγαλύτερο μέρος του προϊόντος επανακυκλοφορεί στην συσκευή και το υπόλοιπο απομακρύνεται. Η τελευταία διαδικασία της προσθήκης αποτελεί και από μόνη της ξεχωριστό στάδιο. Η απομάκρυνση του SO₂ με χρήση υγρών διεργασιών απομάκρυνσης κυμαίνεται σε ένα εύρος αποδόσεων 96-99%. Η απομάκρυνση του HCl κυμαίνεται σε αποδόσεις περίπου 87-94%, ενώ το εύρος για την απομάκρυνση του HF κυμαίνεται σε ένα εύρος 43-99,3%.

6.Απόδοση Ανακτώμενης Ενέργειας (Efficiency)

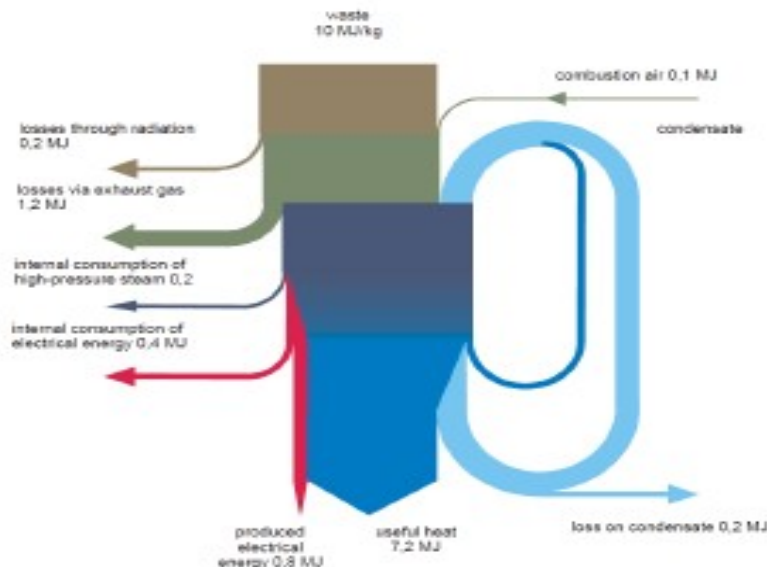
Η θερμική απόδοση είναι ο λόγος της ανακτώμενης θερμότητας προς εκμετάλλευση προς τη θερμική ενέργεια των καυσαερίων όταν εισέρχονται από το σύστημα αποτέφρωσης. Η απόδοση εξαρτάται από την παροχή και από την θερμοκρασία των εξερχόμενων καυσαερίων.

Παραγωγή Ενέργειας	Ενεργειακό προϊόν	Απόδοση ανάκτησης (%)	Μέση απόδοση ανάκτησης (%)
Θερμότητα	Θερμότητα	80	80
Ατμός	Ατμός	80	80
Ηλεκτρισμός	Ηλεκτρισμός	25	25
Συνδυασμός	Ατμός	0-75	25-75
Ατμού-Ηλεκτρισμού	Ηλεκτρισμός	0-25	
Συνδυασμός Θερμότητας - ηλεκτρισμού	Θερμότητα	60-65	75
	Ηλεκτρισμός	20-25	

Εδώ παρουσιάζεται η θερμική απόδοση διάφορων κατηγοριών λεβήτων

Οι αποδόσεις της παραγόμενης ενέργειας από την αποτέφρωση των ΑΣΑ ποικίλουν ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο αυτή ανακτάται.

Όταν χρησιμοποιείται μόνο για την παραγωγή ατμού ή ζεστού νερού για θέρμανση η απόδοση ανάκτησης είναι 80%. Όταν παράγεται ηλεκτρισμός, η απόδοση ανάκτησης είναι 25%. Όταν παράγεται ατμός σε συνδυασμό με ηλεκτρισμό, η απόδοση ανάκτησης κυμαίνεται από 25-75%. Η βέλτιστη επιλογή από είναι ο συνδυασμός παραγόμενης θερμότητας και ηλεκτρισμού, η μέση απόδοση ανάκτησης είναι 75% . Στη Δανία είναι χαρακτηριστικό ότι το 84% των μονάδων αποτέφρωσης παράγουν ενέργεια με συνδυασμό θερμότητας και ηλεκτρισμού και μόνο το 16% παράγει μόνο ζεστό νερό για θέρμανση. Από μελέτες που έχουν γίνει προέκυψε το συμπέρασμα ότι η καύση ενός τόνου απορριμμάτων ισοδυναμεί με την παραγωγή προς πώληση 2MWh ενέργειας για θέρμανση και 660kWh ηλεκτρικής ενέργειας.



Εδώ παρουσιάζεται το ενεργειακό ισοζύγιο για μια μονάδα αποτέφρωσης ΑΣΑ η οποία παράγει θερμότητα και ηλεκτρισμό σε κανονικές συνθήκες

ατμού. Η παραγόμενη ποσότητα ενέργειας για Θέρμανση αποτελεί το 75% της Συνολικής θερμικής ενέργειας (72% προς εκμετάλλευση και 3% προς χρήση της ίδιας της μονάδας). Η παραγόμενη ενέργεια ηλεκτρισμού αποτελεί το 12% (8% προς εκμετάλλευση και 4% προς χρήση της ίδιας της μονάδας) ενώ οι απώλειες από τη διαφυγή της θερμότητας στα τοιχώματα των θαλάμων αποτέφρωσης, τη θερμική ενέργεια που χάνεται λόγω διαφυγής των απαιριών και την ενέργεια λόγω των υδρατμών είναι συνολικά 13%. Η γενική απόδοση της ανακτώμενης ενέργειας προς εκμετάλλευση φτάνει το 80%. Ανάλογα ισοζύγια γίνονται και σε άλλες περιπτώσεις: Όταν έχουμε Συμπαγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας με ατμό αυξημένης πίεσης, τότε η παραγόμενη ποσότητα ενέργειας για θερμότητα αποτελεί το 69% της Συνολικής θερμότητας (67% προς εκμετάλλευση και 2% προς χρήση της ίδιας της μονάδας). Ο παραγόμενος Ηλεκτρισμός αποτελεί το 17% (13% προς εκμετάλλευση και 4% προς χρήση της ίδιας της μονάδας) ενώ οι απώλειες 14%. Η γενική απόδοση της ανακτώμενης ενέργειας προς εκμετάλλευση φτάνει το 80%.

Για μονάδες αποτέφρωσης ΑΣΑ η οποίες παράγουν ηλεκτρισμό σε κανονικές συνθήκες πίεσης ατμού, από το ενεργειακό ισοζύγιο προκύπτει ότι το 22% της συνολικής θερμότητας μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό και μάλιστα το 4%, χρησιμοποιείται από την ίδια την μονάδα για εσωτερική κατανάλωση. Η παραγωγή του θερμότητας φτάνει στα 54%, με μόλις το 2% να καταναλώνεται για εσωτερική χρήση. Η συνολική απόδοση ανάκτησης φτάνει στο 70%.

Για μονάδες αποτέφρωσης ΑΣΑ η οποίες παράγουν ηλεκτρισμό σε συνθήκες ατμού αυξημένης πίεσης, από το ενεργειακό ισοζύγιο προκύπτει ότι το 26% της συνολικής θερμότητας μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό και μάλιστα το 4%, χρησιμοποιείται από την ίδια την μονάδα για εσωτερική κατανάλωση. Η παραγωγή του θερμότητας φτάνει στα 60%, με μόλις το 2% να καταναλώνεται για εσωτερική χρήση. Η συνολική απόδοση ανάκτησης φτάνει στο 80%.

Παρατηρούμε ότι ένα μικρό μέρος του συνολικού παραγόμενου ηλεκτρισμού (περίπου 6%) χρησιμοποιείται για να καλύψει τις ανάγκες των αντλιών παροχής του αέρα καύσης, των σωλήνων παροχής νερού ή των σωλήνων ανακυκλοφορίας στο σύστημα υγρής επεξεργασίας. Από πραγματικά στοιχεία (παράδειγμα της μονάδας αποτέφρωσης Spittelau, Αυστρία), προκύπτει ότι η συνολική κατανάλωση ηλεκτρισμού ξεπερνά, σε ορισμένες περιπτώσεις το 50% της συνολικής παραγόμενης. Κάνοντας μάλιστα μια πρόχειρη οικονομική προσέγγιση από τα δεδομένα της μονάδας προκύπτει το εξής: Το κόστος της μονάδας είναι περίπου 57,76€/tn ΑΣΑ. Η μονάδα, από την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, έχει κέρδος (χωρίς τους φόρους) 65.98€/tn ΑΣΑ καλύπτοντας παράλληλα τις ίδιες ανάγκες της. Τα στοιχεία είναι στον παρακάτω πίνακα.

Input related to 1 t waste		Output related to 1 t waste	
Heat	27.6 kWh	Heat	1.857 kWh
Electricity	78.5 kWh	Electricity	150 kWh
Natural gas	20.1 m ³	Steam (p= 32 bar, T = 240 °C)	2.6 t
Fresh water	730 l	Slag	207 kg
Lime	2.9 kg	Metal scrap	22 kg
Sodium hydroxide, 30 %	2.25 kg	Fly ash	19 kg
Ammonia, 25 %	2.9 kg	Filter cake (15 – 20 % H ₂ O)	1 kg
Precipitating agents	0.17 kg	Cleaned waste water	415 l
		Cleaned flue gas (dry)	4.545 Nm ³

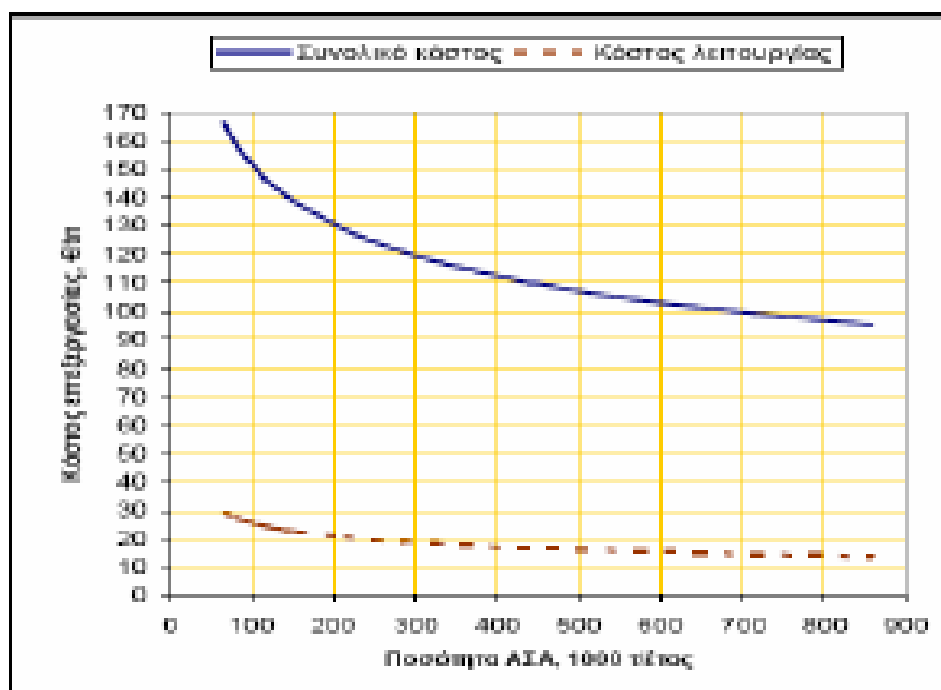
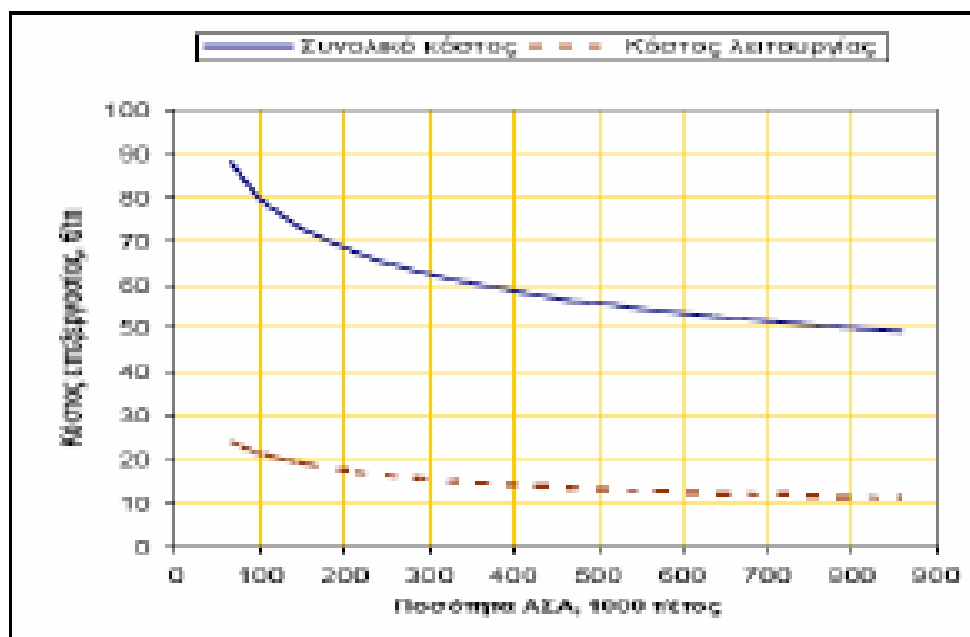
Σε όλα τα υπό κατασκευή έργα λαμβάνονται υπόψη όλες οι πιθανές παράμετροι που θα καθορίσουν τη λήψη της τελεσίδικης απόφασης για την κατασκευή τους. Το νομικό καθεστώς που ισχύει για την εγκατάσταση και λειτουργία παρόμοιων έργων, η εκτίμηση του συνολικού κόστους του έργου είναι σημαντικοί παράγοντες που εξετάζονται. Στην οικονομική μελέτη ενός έργου σημαντικό ρόλο παίζουν το κόστος επένδυσης

(investment cost), το κόστος λειτουργίας και συντήρησης (operation and maintenance cost) και τα πιθανά οικονομικά οφέλη από την εκμετάλλευση της παραγόμενης ενέργειας ή την ανάκτηση κάποιων υλικών από τα υπολείμματα της διεργασίας της αποτέφρωσης .

Τα ίδια κριτήρια λαμβάνονται υπόψη και για την μελέτη κατασκευής μιας μονάδας αποτέφρωσης. Γενικά η αποτέφρωση είναι μια δαπανηρή διαδικασία με κόστη που μπορεί να φτάσουν το τριπλάσιο του κόστους της εδαφικής διάθεσης . Στον πίνακα παρουσιάζονται τα κόστη αποτέφρωσης των ΑΣΑ και διαχείρισης των υπολειμμάτων της διεργασίας της αποτέφρωσης (καταλήγουν προς ταφή) σε διάφορες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Συγκριτικά κόστη για καύση απορριμμάτων σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες		
Χώρα	Κόστος καύσης (προ φόρων) σε ευρώ/τόνο	Κόστος διαχείρισης τεφρών
Αυστρία	97-332	Τέφρα βάσης 63 €/τόνο Υπολείμματα συστημάτων αντιρρύπανσης 363 €/τόνο
Βέλγιο	62-83	-
Βρετανία	65-86	Ιπτάμενη τέφρα 100 €/τόνο
Γαλλία	67-129	13-18 €/τόνο
Γερμανία	65-250	Τέφρα βάσης 28,1 €/τόνο Ιπτάμενη τέφρα και υπολείμματα συστημάτων αντιρρύπανσης 255,6 €/τόνο
Δανία	43	Τέφρα βάσης και υπολείμματα συστημάτων αντιρρύπανσης 34 €/τόνο
Ελβετία	21-53	-
Ιρλανδία	46	-
Ισπανία	34-56	-
Ιταλία	41,3-93	Τέφρα βάσης 75 €/τόνο Ιπτάμενη τέφρα και υπολείμματα συστημάτων αντιρρύπανσης 129 €/τόνο
Λουξεμβούργο	97	Τέφρα βάσης 16 €/τόνο Υπολείμματα συστημάτων αντιρρύπανσης 8 €/τόνο
Ολλανδία	71-110	-

Το κόστος της αποτέφρωσης ποικίλει και ανάλογα με το φορέα που τα διαχειρίζεται. Στα γραφήματα παρακάτω παρουσιάζονται τα κόστη ανάλογα με το φορέα διαχείρισης μιας μονάδας αποτέφρωσης. Η πρώτη εικόνα παρουσιάζει το κόστος αποτέφρωσης ανά τόνο ΑΣΑ προς επεξεργασία όταν ο φορέας διαχείρισης είναι το δημόσιο ενώ η δεύτερη εικόνα παρουσιάζει το αντίστοιχο κόστος όταν ο φορέας διαχείρισης είναι κάποιος ιδιώτης. Παρατηρούμε ότι το κόστος για κάποιον ιδιώτη που θέλει να επενδύσει σε μια μονάδα αποτέφρωσης είναι σχεδόν διπλάσιο σε σύγκριση με μια δημόσια επένδυση. Αυτό συμβαίνει κυρίως λόγω διαφορετικής φορολογικής πολιτικής.



Κόστος Επένδυσης

Μια σειρά από παράγοντες επηρεάζει το συνολικό κόστος επένδυσης μια μονάδας αποτέφρωσης. Το σημαντικότερο ρόλο παίζουν η δυναμικότητα της μονάδας, δηλαδή η ποσότητα των ΑΣΑ που καταλήγει προς θερμική επεξεργασία στη, το είδος των ΑΣΑ που πρόκειται να επεξεργαστούν (ενδεχόμενη προ-επεξεργασία) και η κατώτερη θερμογόνοος δύναμη των απορριμμάτων. Σύμφωνα με την δυναμικότητα γίνεται ο

σχεδιασμός των χώρων αποθήκευσης και το είδος του αποτεφρωτήρα ή ακόμα ο τύπο μονάδας που θα κατασκευαστεί .

Ο τρόπος με τον οποίο θα εκμεταλλευτεί την παραγόμενη θερμότητα (ηλεκτρική ενέργεια, νερό θέρμανσης, ατμός), καθορίζεται από τις συνθήκες που ισχύουν στην αγορά ενέργειας της χώρας, στην οποία θα εγκατασταθεί και βέβαια οι υποδομές σε τυχόν δίκτυα διανομής ζεστού νερού για θέρμανση και δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας ή βιομηχανίες για εκμετάλλευση του παραγόμενου ατμού. Έτσι γίνεται και εκτίμηση για το είδος και το κόστος του λέβητα που θα εγκατασταθεί .

Το νομικό καθεστώς που ακολουθεί η χώρα που είναι εγκαταστημένη η μονάδα για τις συνθήκες λειτουργίας και την διαχείριση των εκπομπών-αποβλήτων της μονάδας καθορίζουν και το κόστος εγκατάστασης του συστήματος επεξεργασίας των απειρών. Η επιλογή της ποιότητας επεξεργασίας των απερίων ρυθμίζει επίσης το κόστος επένδυσης .

Κόστος Λειτουργίας και Συντήρησης

Για την εκτίμηση του κόστους λειτουργίας και συντήρησης υπολογίζονται το κόστος για την εξόφληση της επένδυσης (δάνεια και τόκοι), τα σταθερά έξοδα όπως κόστη διαχείρισης (πχ κόστος μεταφοράς και αποθήκευσης) και οι μισθοί του προσωπικού, τα κόστη για την αγορά των χημικών ουσιών για την αγορά των χημικών επεξεργασίας, τα κόστη επεξεργασίας και διάθεσης υπολειμμάτων και τα κόστη συντήρησης και καθαρισμού του εξοπλισμού και κτιρίων. Κάποιες αποφάσεις που αφορούν οικονομικά θέματα παίζουν σπουδαίο ρόλο και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη (πχ φόροι αποτέφρωσης) .

Είδη όπως ο εξοπλισμός ανάκτησης ενέργειας οι λέβητες, το σύστημα αποτέφρωσης και επεξεργασίας των απερίων επιλέγονται όχι μόνο με βάση το κόστος αγοράς και εγκατάστασης τους, αλλά και τι ποσά θα δαπανηθούν για να συντηρηθούν, σπουδαίο ρόλο παίζει η εμπειρία και οι γνώσεις του προσωπικού. Το κόστος της αποτέφρωσης χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα υψηλό. Κάθε παράμετρος παίζει ρόλο στην λήψη αποφάσεων και ανάλογα και με τις υποδομές που θα κατασκευαστεί η μονάδα.

Πολλές φορές το κόστος ή μέρος του κόστους καλύπτεται από τους δήμους ή το κράτος (φορολογία ή δημοτικά τέλη) οι οποίοι έχουν την ευθύνη της διαχείρισης των απορριμμάτων που παράγουν (tipping fees). Τα ποσά αυτά είναι ενδεικτικά για την εκτίμηση του κόστους της αποτέφρωσης, καθώς είναι δύσκολο αυτό να εκτιμηθεί από άλλες πηγές.

Εκτίμηση Κόστους μονάδας Αποτέφρωσης ΑΣΑ (δεδομένα ΕΕ).

Η διεργασία σε μια μονάδα αποτέφρωσης απορριμμάτων χωρίζεται σε 3 κύρια στάδια, α) το στάδιο της αποτέφρωσης, β) το στάδιο της ανάκτησης της ενέργειας και γ) το στάδιο του συστήματος επεξεργασίας των αέριων εκπομπών και της ιπτάμενης τέφρας που παράγεται από την καύση.

Παρακάτω είναι ένας συγκεντρωτικός πίνακας με το κόστος τη αποτέφρωσης σε κάθε χώρα της ΕΕ όπως δημοσιεύθηκε σε εγκύκλιο της Ευρωπαϊκής επιτροπής το 2006.

	Pre-tax ² costs net of revenues in EUR per tonne waste input	Tax (for plant with energy recovery)	Revenues from energy supply (EUR per kWh)	Costs of ash treatment (EUR per tonne of ash unless otherwise specified)
A	326 @ 60 kt/yr 139 @ 130 kt/yr 97 @ 300 kt/yr		Electricity: 0.036 Heat: 0.018	Bottom ash: 63 Flue-gas residues: 363
B	72 average	EUR 12.7/t (Flanders)	Electricity: 0.025	Not available
DK	30 – 45	EUR 44/t	Electricity: 0.05	Bottom ash: 34 Flue-gas treatment residues: 80
FIN	None		For gasification, Electricity 0.034 Heat 0.017	
F	86 - 101 @ 37.5 kt/yr 80 - 90 @ 75 kt/yr 67 - 80 @ 150 kt/yr		Electricity 0.033 - 0.046 Heat: 0.0076 - 0.023	Bottom ash: EUR 13 – 18 per tonne input
D	250 (50 kt/yr and below) ¹ 105 (200 kt/yr) ¹ 65 @ 600 kt/yr ¹		Electricity 0.015 – 0.025	Bottom ash: 25 - 30 Fly ash/air pollution control residues: 100 - 250
EL	None		Not known	Not known
IRL	None		Not known	Not known
I	41.3 – 93 (350 kt, depends on revenues for energy and packaging recovery)		Electricity: 0.14 (old) 0.04 (market) 0.05 (green cert.)	Bottom ash: 75 Fly ash and air pollution control residues: 29
L	97 (120 kt)		Electricity: 0.025 (estimated)	Bottom ash EUR 16/t input waste Flue-gas residues: EUR 8/t input waste
NL	71 – 110 ² 70 – 134 ¹		Electricity: 0.027 - 0.04 (estimated)	
P	46 – 76 (est.)			No data
E	34 – 56		Electricity: 0.036	
S	21 – 33		Electricity: 0.03 Heat: 0.02	
UK	69 @ 100kt/yr 47 @ 200kt/yr		Electricity: 0.032	Bottom ash recycled (net cost to operator) fly ash circa 90
Notes: 1. These figures are gate fees, not costs 2. Pre-tax cost refers to gross costs without any tax.				

Table 1.9: Comparative costs of MSW incineration in different MSs
[43, Eunomia, 2001, 64, TWGComments, 2003]

Προκύπτει ότι για μια μονάδα αποτέφρωσης ΑΣΑ που χρησιμοποιεί την τεχνολογία των εσχарών τα κόστη και η κατανάλωση ενέργειας που απαιτούντα αντίστοιχα ανά τόνο επεξεργασμένων ΑΣΑ, είναι:

	Δυναμικότητα (tn/yr)		
	75.000	100.000	150.000
Investment cost (€/tn)	12,63	11,94	10,98
Operating cost (€/tn)	5,57	5,27	4,97
Energy consumption (kwh/tn)	27	27	27

Εκτίμηση Κόστους

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα κόστη επένδυσης, τα κόστη λειτουργίας και συντήρησης μιας μονάδας αποτέφρωσης, για την παραγωγή ενέργειας, συναρτήσει της δυναμικότητας της μονάδας σε επεξεργασία απορριμμάτων και της μορφής που ανακτάται η ενέργεια αυτή (θέρμανση, ατμός, ηλ. ενέργεια ή συνδυασμός). Τα στοιχεία αυτά έχουν δημοσιευθεί επίσημα από την ΕΕ.

1)Κόστη για μονάδα αποτέφρωσης που χρησιμοποιεί Σύστημα εσχарών, Σύστημα APC (ESP, NaOH scrubber, flow injection adsorbed and catalytic plant) με παραγωγή ενέργειας συναρτήσει της δυναμικότητας.

Parameter	Unit	Throughput		
		100,000 t yr ⁻¹	200,000 t yr ⁻¹	300,000 t yr ⁻¹
Costs for discharge and storage using refuse collection vehicles	€ t ⁻¹	5.20	4.24	3.77
Additional costs for discharge and storage using the train	€ t ⁻¹	3.99	2.66	2.22
Firing system and boiler	€ t ⁻¹	36.42	36.42	35.08
Water steam cycle (option 2)	€ t ⁻¹	0.36	3.02	3.91
Electrostatic precipitator	€ t ⁻¹	5.89	5.89	5.73
NaOH scrubber	€ t ⁻¹	11.14	11.14	10.96
Flow injection adsorber	€ t ⁻¹	4.18	4.18	4.05
Catalytic flue gas cleaning	€ t ⁻¹	3.20	3.20	3.02
Investment costs systems of engineering	€	37,250,000	59,400,000	80,200,000
Construction	€	7,450,000	11,800,000	16,040,000
EMC	€	5,587,500	8,910,000	12,030,000
Other investment costs	€	6,000,000	7,000,000	8,000,000
Specific costs for construction, EMC + others	€ t ⁻¹	19.60	14.31	12.38
Personnel costs	€ yr ⁻¹	1,700,000	1,800,000	2,000,000
Specific personnel costs	€ t ⁻¹	17.00	9.00	6.67
Rated overall costs	€ t ⁻¹	106	88	80
Estimated overall costs	€ t ⁻¹	148	123	112

Από την μελέτη του παραπάνω πίνακα προκύπτει η εξής κατανομή του κόστους για μια τέτοια μονάδα

	<i>capacity (tn/yr)</i>		
<i>costs (€/tn)</i>	100.000	200.000	300.000
investment cost	66,56	54,56	48,65
operating cost	45,58	32,97	28,41
electricity cost	2,84	2, 84	2,84

2)Κόστη για μονάδα αποτέφρωσης που χρησιμοποιεί: Σύστημα εσχάρων, Σύστημα APC (ESP, precipitation, activated coke absorber and catalytic plant) με παραγωγή ενέργειας συναρτήσει της δυναμικότητας.

Parameter	Unit	Throughput		
		100,000 t yr ⁻¹	200,000 t yr ⁻¹	300,000 t yr ⁻¹
Costs for discharge and storage using refuse collection vehicles	€ t ⁻¹	5.20	4.24	3.77
Additional costs for discharge and storage using the train	€ t ⁻¹	3.99	2.66	2.22
Firing system and boiler	€ t ⁻¹	36.42	36.42	36.08
Water steam cycle (option 2)	€ t ⁻¹	0.36	3.02	3.91
Electrostatic precipitator	€ t ⁻¹	5.89	5.89	5.73
Scrubber with precipitation	€ t ⁻¹	8.78	8.78	8.37
Activated coke adsorber	€ t ⁻¹	4.92	4.92	4.62
Catalytic flue gas cleaning	€ t ⁻¹	3.20	3.20	3.02
Investment costs of systems engineering	€	40,500,000	65,300,000	66,200,000
Construction	€	8,100,000	13,060,000	17,640,000
EMC	€	6,075,000	9,795,000	13,230,000
Other investment costs	€	6,000,000	7,000,000	8,000,000
Specific costs for construction, EMC + others	€ t ⁻¹	20.77	15.37	13.34
Personnel costs	€ yr ⁻¹	1,700,000	1,800,000	2,000,000
Specific personnel costs	€ t ⁻¹	17.00	9.00	6.67
Rated overall costs	€ t⁻¹	105.82	87.46	78.90
Estimated overall costs	€ t⁻¹	147	122	110

Από την μελέτη του παραπάνω πίνακα προκύπτει η εξής κατανομή του κόστους για μια τέτοια μονάδα

	<i>capacity (tn/yr)</i>		
<i>costs (€/tn)</i>	100.000	200.000	300.000
investment cost	72,02	60,63	54,47
operating cost	46,79	34,23	30,14
electricity cost	2,52	2,52	2,52

Από τα παραπάνω βλέπουμε ότι η χρήση καταλυτικής διήθησης στην επεξεργασία των απαερίων κάνει την εγκατάσταση λιγότερο απαιτητική σε ενέργεια άρα και με χαμηλότερο κόστος. Το κόστος μάλιστα ελαχιστοποιείται αν χρησιμοποιήσουμε εξ 'ολοκλήρου σύστημα καταλυτικής διήθησης απαερίων. Εδώ μπορούμε να τονίσουμε ότι η SYSAV ,έχει και αυτή χαμηλό κόστος επεξεργασίας των απαερίων χρησιμοποιώντας όμως ένα δικό της σύστημα επεξεργασίας με υγρές πλυντρίδες το οποίο όμως πάλι δεν είναι τόσο οικονομικό,όσο το σύστημα καταλυτικής διήθησης.

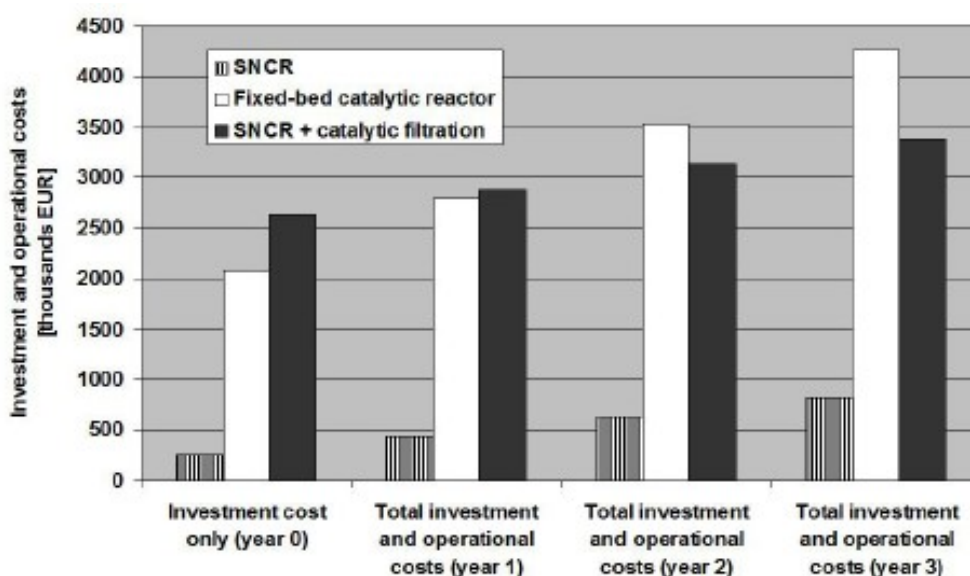


Figure 4: Investment and operational costs calculated for three different deNO_x technologies for a MSW incineration plant with flue gas production of 65,000 Nm³/h and input NO_x concentration of 550 mg/Nm³ (costs calculations based on European IPPC Bureau (2008))

Χαρακτηριστικά βλέπουμε την τεχνολογία καταλυτικής διήθησης να έχει αρχικό κόστος γύρω στα 300.000 Ευρώ και ετήσιο κόστος λειτουργίας κάτω από 200.000 Ευρώ, την ώρα που η συμβατικές τεχνολογίες ξεπερνάνε τα 2.000.000 Ευρω αρχικό κόστος και ετήσιο κόστος λειτουργίας πάνω από 700.000-800.000 Ευρώ. Αν σε αυτά συπολογιστούν και η αγορά του αποτεφρωτή – ο οποίος για αυτά τα μεγέθη στοιχίζει περίπου 7 με 9 εκ.Ευρώ -το κόστος

γίνεται τεράστιο. Πάντως σε σύγκριση με το παρελθόν όπου το κόστος επεξεργασίας των απερίων ήταν διπλάσια από την τιμή του αποτεφρωτήρα, η κατάσταση είναι σαφώς καλύτερη. Βέβαια τα συνολικά έξοδα λειτουργίας μπορούν να φτάσουν και τα 4,5-5 εκ. Ευρώ ετησίως, όμως σε μία κατάσταση waste to energy το κόστος λειτουργίας είναι πολύ μικρότερο, αφού μπορεί να αυτοηλεκτροδοτείται περιορίζοντας έτσι το κόστος στο μισό τουλάχιστον.

Ο συμβατικός τρόπος κάλυψης των ηλεκτρικών αναγκών ενός καταναλωτή (οικιακού ή βιομηχανικού) είναι η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας από το εθνικό δίκτυο. Ομοίως, η κάλυψη των θερμικών αναγκών γίνεται με την καύση κάποιου καυσίμου (πετρέλαιο, φυσικό αέριο κ.τ.λ) με στόχο την παραγωγή θερμότητας. Τονίζεται ότι η θερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για θέρμανση όσο και για ψύξη με την χρήση μηχανών απορρόφησης. Η συνολική κατανάλωση καυσίμων, μειώνεται σημαντικά με εφαρμογή της συμπαραγωγής. Η συμπαραγωγή (Cogeneration ή Combined Heat & Power – CHP), δηλαδή η συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρικής (ή μηχανικής) και θερμικής ενέργειας (ΣΗΘ) από την ίδια αρχική πηγή ενέργειας είναι δυνατόν να συντελέσει μερικώς στη μείωση:

- Των ρύπων και
- Της εξάρτησης της χώρας από το πετρέλαιο.

Οι εγκαταστάσεις συμπαραγωγής έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν πολλαπλά καύσιμα (στερεά, υγρά και αέρια) μεμονωμένα ή και σε συνδυασμό, αλλά και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ηλιακή, γεωθερμία). Σήμερα στη χώρα μας παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως καύσιμο το φυσικό αέριο (Φ.Α.).

Τα συστήματα Συμπαραγωγής εγκαθίστανται συνήθως σε ενεργοβόρες βιομηχανίες, στον τριτογενή τομέα (νοσοκομεία, ξενοδοχεία, μεγάλα κτίρια, αθλητικά κέντρα, κλπ), ή καλύπτουν τις θερμικές και ηλεκτρικές ανάγκες μιας αστικής περιοχής, μέσω συστημάτων τηλεθέρμανσης / τηλεψύξης.

Ίσως η πρώτη εφαρμογή εφαρμογή ΣΗΘ να έγινε από τον Thomas Edison, όπου το 1882 κατασκεύασε τον πρώτο εμπορικό σταθμό συμπαραγωγής ενέργειας, Pearl Street Station, παράγοντας ηλεκτρισμό και χρησιμοποιώντας την αποβαλλόμενη θερμότητα για την θέρμανση των γειτονικών κτιρίων, επιτυγχάνοντας απόδοση περίπου 50%.

Η ΣΗΘ ξεκίνησε στη Δυτική Ευρώπη και στις Η.Π.Α. στα τέλη του 19ου αιώνα. Τις πρώτες δεκαετίες του 20ου αιώνα, οι περισσότερες βιομηχανίες είχαν δικές τους μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με ατμολέβητα-στρόβιλο, που κατανάλωναν μορφές άνθρακα. Περίπου το 60% της ηλεκτρικής ενέργειας, που παραγόταν σε βιομηχανίες των Η.Π.Α. στις αρχές του προηγούμενου αιώνα, προερχόταν από μονάδες συμπαραγωγής. Κατόπιν, λόγω της ανάπτυξης των δικτύων μεταφοράς και διανομής ηλεκτρισμού που προσέφεραν σχετικά φθηνή και αξιόπιστη ηλεκτρική ενέργεια, καθώς επίσης και λόγω της διαθεσιμότητας των υγρών καυσίμων και του φυσικού αερίου σε χαμηλές τιμές, η συμπαραγωγή ενέργειας ακολούθησε μία κάμψη έως το 1974 που έφθασε στο 5%. Από το 1974 και μετά, εξαιτίας της μεγάλης αύξησης των τιμών πετρελαίου, υπάρχει ικανοποιητική ανάκαμψη που συνοδεύεται και από σημαντική πρόοδο της απαιτούμενης τεχνολογίας.

6.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΧΑΝΙΩΝ

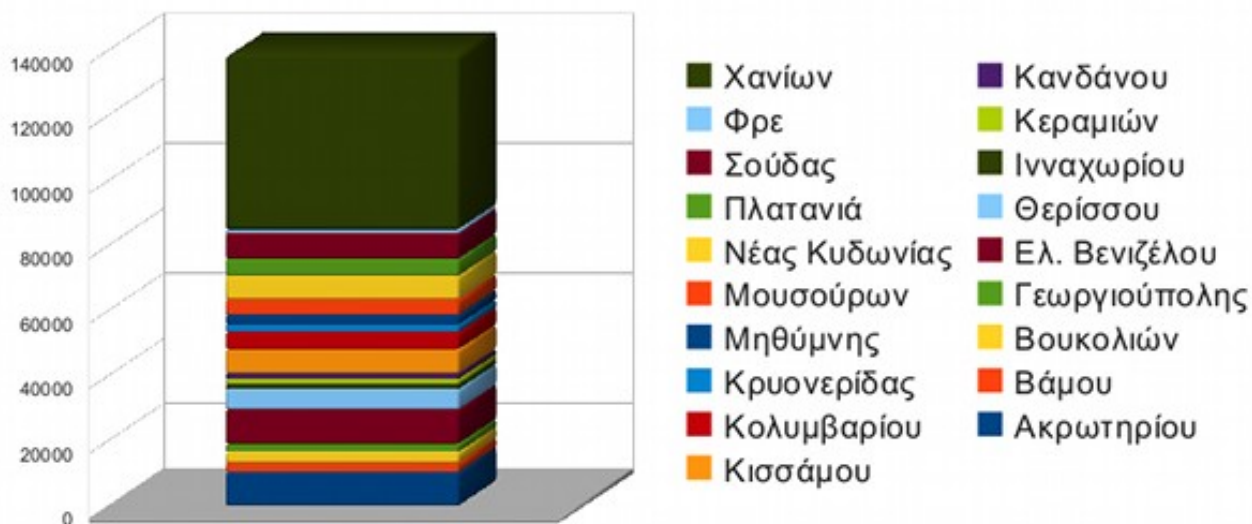
Όπως έχουμε προαναφέρει, την επεξεργασία των απορριμμάτων για τα Χανιά έχει



αναλάβει η ΔΕΔΙΣΑ. Τα απορρίμματα μαζεύονται με σκοπό να ανακύκλωθούν όσα υλικά είναι εφικτό (ανακυκλώσιμα) , ενώ τα οργανικά κλάσματα οδηγούνται για κομποστοποίηση.

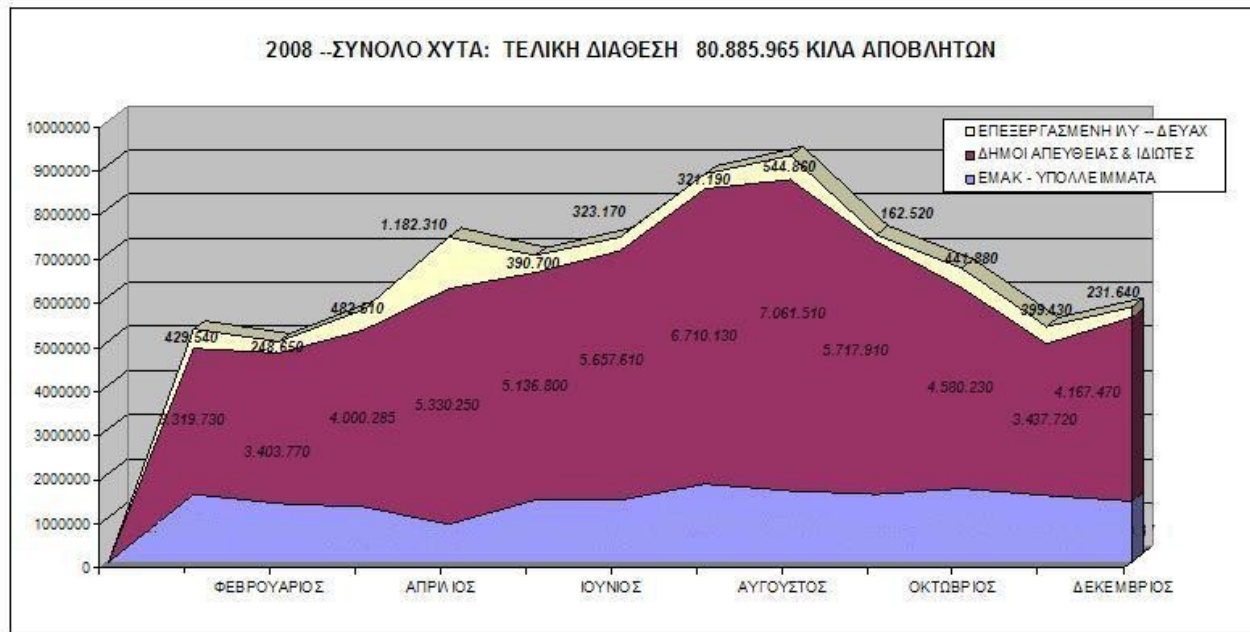
Τα εναπομείναντα ΑΣΑ οδηγούνται προς υγειονομική ταφή.

Ο Χώρος Υγειονομικής Ταφής βρίσκεται με την συνολική εγκατάσταση του ΕΜΑΚ στην περιοχή Κορακιά στο Ακρωτήρι Χανίων και εξυπηρετεί συνολικό πληθυσμό 138.280 κατοίκων.



Το 2008 εναποτέθηκαν στο συγκεκριμένο Χ.Υ.Τ.Α. Περίπου 81.000 τόνοι απορριμμάτων.

**ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΧΥΤΑ
ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΕΙΣΟΔΟ + ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΕΜΑΚ +ΙΛΥ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΔΕΥΑΧ.
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΠΟΧΙΚΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ & ΑΙΧΜΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ.**



Σύμφωνα με υπολογισμούς ,το κλείσιμο των Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων (ΧΑΔΑ) που έχουν απομείνει στην Κρήτη (υπήρχαν 125 τέτοιοι χώροι από τους οποίους έχουν αποκατασταθεί οι 120) ,σε συνδυασμό με την επέκταση του δικτύου της ΔΕΔΙΣΑ και μία περαιτέρω αύξηση του τουρισμού στο νησί , η ποσότητα των απορριμμάτων που θα διατίθονται στο Χ.Υ.Τ.Α αναμένεται να παρουσιάσει μια μικρή αύξηση,αν και τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί μία σταθεροποίηση στην ποσότητα των παραγώμενων ΑΣΑ.

Αυτή η ποσότητα απορριμμάτων – που καταλήγει στο Χ.Υ.Τ.Α. είναι και αυτή που σχεδιάζουμε να οδηγηθεί προς αποτέφρωση.Με αυτή τη διαδικασία μειώνεται κατά 90% ο όγκος των απορριμμάτων και αυξάνεται ο χρόνος ζωής των Χ.Υ.Τ.Α. Μάλιστα με ταυτόχρονη εμπορική αξιοποίηση της τέφρας ,αντι για τη διάθεση της στο Χ.Υ.Τ.Α. θα έχουμε ακόμα πιο θετικά αποτελέσματα τόσο από θέμα πλήρωσης του Χ.Υ.Τ.Α. όσο και από οικονομικού ισοζυγίου ροής του εργοστασίου καύσης.Σε αυτό το θέμα ίσως να μπορούσε να είναι αρωγός η εθνική ή και η ευρωπαϊκή νομοθεσία που θα μπορούσε να “υποχρεώσει” τις τσιμεντοβιομηχανίες ή τις εταιρίες που σχετίζονται με την οδοποιία να χρησιμοποιούν υποχρεωτικά ένα ποσοστό τέφρας ως υλικό κατασκευής.Άλλωστε όπως αναλύουμε παρακάτω είναι ένα αρκετά καλής ποιότητας υλικό.Βέβαια στο θέμα του οικονομικού ισοζυγίου μεγάλο ρόλο παίζει η ανάκτηση και η αξιοποίηση της ενέργειας όπως αναφέραμε και παραπάνω.

Η θερμογόνος δύναμη που έχουν τα απορρίμματα στα Χανιά είναι 2400-2450 kcal/ kg ή διαφορετικά 10,1 MJ/kg. Οι μεγάλες ποσότητες σε ζυμώσιμα των απορριμμάτων της περιοχής κάνουν τη θερμογόνο δύναμη να είναι σχετικά πιο χαμηλή από άλλες περιοχές της Ελλάδας αλλά και πάλι είναι σε αρκετά καλά επίπεδα.

Αυτή όμως η θερμογόνος δύναμη αφορά το σύμμεικτο κλάσμα των απορριμμάτων, αφού όπως είδαμε παραπάνω, ένα σημαντικό ποσοστό των ΑΣΑ, ανακυκλώνεται ή κομποστοποιείται.

Πιο αναλυτικά από το σύνολο των ΑΣΑ οι 63.000 τόνοι κατευθύνονται απευθείας για υγειονομική ταφή ενώ το υπόλοιπο ποσο είναι κατάλοιπα των διεργασιών επεξεργασίας των ΑΣΑ. Είναι πολύ σημαντικό να τονίσουμε ότι το υπόλειμμα αυτό έχει πολύ υψηλότερη θερμογόνος δύναμη από αυτή του σύμμεικτου κλάσματος που κατευθύνεται κατευθείαν στο Χ.Υ.Τ.Α. αφού αυτή τη στιγμή το χαρτί (7.059 τόνοι), το πλαστικό (1.103 τόνοι) και το RDF (14.734 τόνοι) που ανακτάται, οδεύει επίσης για υγειονομική ταφή λόγω ελλειψής κάποιου άλλου τρόπου αξιοποίησης ή διάθεσης των προϊόντων επεξεργασίας. Τα παραπάνω σε συνδυασμό με το γεγονός ότι με τις τελευταίες εκτιμήσεις το ποσοστό του οργανικού φορτίου των ΑΣΑ έχει μειωθεί στο 37,17% μας δείχνουν ξεκάθαρα ότι η θερμογόνος δύναμη του συνόλου των ΑΣΑ είναι μεγαλύτερη. Έτσι τα αποτελέσματα από πλευράς ενεργειακής απόδοσης ενδέχεται να είναι καλύτερα.

Στο βιβλίο των Rand, T., Haukohl, J. & Marxen, U. με τίτλο 'Municipal solid waste incineration : requirements for a successful project' αναφέρει χαρακτηριστικά ότι εφόσον η θερμογόνος δύναμη των απορριμμάτων είναι κατά μέσο όρο μεγαλύτερη από 7 MJ/kg καθ'όλη τη διάρκεια του χρόνου τότε το εγχείρημα έχει πολλές δυνατότητες να είναι επιτυχές.

Έτσι με τα υπάρχοντα δεδομένα των Χανίων για κάθε τόνο απορριμμάτων, γίνεται ανάκτηση 2,8 MW ενέργειας, τα 0,7 με τη μορφή ηλεκτρικής ενέργειας και τα 2,1 με τη μορφή θερμότητας. Δηλαδή το χρόνο μπορούμε να έχουμε 63000 MW ηλ. ενέργειας και 189000 MW με τη μορφή θερμότητας. Αυτό αντιστοιχεί σε 7,19 MW/h ηλεκτρισμό και 21,26 MW/h θερμότητα.

Ανα τόνο η μέση κατανάλωση ενός εργοστασίου καύσης είναι 175 Kw/h (Α.Ρ. Economopoulos / Waste Management 30 (2010)), και θεωρώντας ότι το εργοστάσιο θα καλύπτει μόνο του της ενεργειακής του ανάγκης πάλι υπάρχουν διαθέσιμα 5,39 MW/h.

6.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Η εφαρμογή της συμπαραγωγής στην παραγωγή ενέργειας μπορεί να αποφέρει σημαντικά οφέλη τόσο ενεργειακά όσο και περιβαλλοντικά και οικονομικά. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της συμπαραγωγής είναι τα ακόλουθα:

- Η συμπαραγωγή είναι η πλέον αποτελεσματική και αποδοτική μορφή ηλεκτροπαραγωγής αλλά και παραγωγής θερμότητας, με αποτέλεσμα την αυξημένη απόδοση της μετατροπής και χρήσης της ενέργειας.
- Η συμπαραγωγή είναι μία από τις καλύτερες λύσεις για την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί από το πρωτόκολλο του Κιότο, τους οποίους έχει αποδεχθεί και η Ελλάδα, καθώς έχει μικρότερες εκπομπές προς το περιβάλλον, ιδιαίτερα CO₂, του σημαντικότερου αερίου στο οποίο οφείλεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου.
- Προσφέρει σημαντική εξοικονόμηση οικονομικών πόρων, παρέχοντας πρόσθετη ανταγωνιστικότητα στη βιομηχανία και στις ΜΜΕ, καθώς η ηλεκτρική ενέργεια και η θερμότητα παρέχονται σε προσιτές τιμές.
- Αποτελεί σημαντική ευκαιρία ώστε να προωθηθούν αποκεντρωμένες λύσεις

ηλεκτροπαραγωγής, όπου οι σταθμοί ΣΗΘ σχεδιάζονται έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των τοπικών καταναλωτών, παρέχοντας υψηλή απόδοση, αποφεύγοντας απώλειες μεταφοράς και αυξάνοντας την ευελιξία στη χρήση του συστήματος. Το πλεονέκτημα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, όταν το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται σαν κύριο καύσιμο.

- Η διάδοση της συμπαραγωγής αυξάνει το δυναμικό ηλεκτροπαραγωγής και περιορίζει τις ανάγκες κατασκευής νέων ηλεκτρικών σταθμών, προσφέροντας έτσι σημαντική εξοικονόμηση κεφαλαίων και καθιστά πιο ευέλικτη την κατασκευή νέων σταθμών ηλεκτροπαραγωγής για την αντιμετώπιση μελλοντικής αύξησης της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η βελτιωμένη τοπική και γενική ασφάλεια παροχής, μπορεί να μειώσει την πιθανότητα να μείνουν οι καταναλωτές χωρίς ηλεκτρική ή/και θερμική ενέργεια. Επιπρόσθετα, η μειωμένη ανάγκη καυσίμων που παρέχει η συμπαραγωγή μειώνει την εξάρτηση από εισαγωγές - μία κεφαλαιώδη πρόκληση για το ενεργειακό μέλλον της Ελλάδας αλλά και της Ευρώπης.
- Η συμπαραγωγή παρέχει ένα από τα σημαντικότερα μέσα για την προώθηση της απελευθέρωσης στις ενεργειακές αγορές, συντελώντας στην αύξηση της ποικιλίας των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής και στη δημιουργία συνθηκών ανταγωνισμού στην ηλεκτροπαραγωγή.
- Σύμφωνα με μελέτες που έχουν εκπονηθεί, η ανάπτυξη των συστημάτων συμπαραγωγής δημιουργούν νέες θέσεις εργασίας και τόνωση της οικονομικής δραστηριότητας της περιφέρειας.

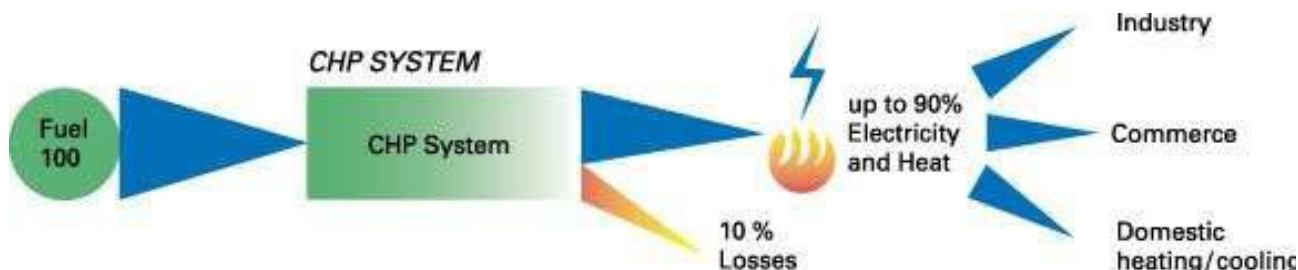
ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ

Τηλεθέρμανση (Τ/Θ) ορίζεται η παροχή θέρμανσης με ειδικό δίκτυο μονωμένων αγωγών που μεταφέρουν ζεστό νερό, το οποίο θερμαίνεται σε λέβητες, συνήθως σε θερμοηλεκτρικά εργοστάσια, αρκετά μακριά από το χώρο κατανάλωσης. Είναι δηλαδή η θέρμανση των κτιρίων μιας πόλης ή ενός τμήματος της πόλης από κεντρικό καυστήρα και όχι από ατομικούς.

Η θέρμανση του νερού γίνεται με την καύση αερίου, πετρελαίου ή γαιανθράκων (λιγνιτών) σε ένα εργοστάσιο παραγωγής κυρίως ηλεκτρικής ενέργειας και συμπληρωματικά θερμικής ή αντίστροφα.

Η θερμότητα, η οποία απαιτείται για τη θέρμανση του νερού της τηλεθέρμανσης, προέρχεται από τον ατμό που χρησιμοποιείται στο εργοστάσιο και ειδικότερα από το τέλος της διαδικασίας. Ο ατμός έχει μια θερμοκρασία 120οC-140οC. Με τον θερμό αυτόν ατμό θερμαίνεται το νερό που χρησιμοποιείται στην τηλεθέρμανση, περνώντας οι σωλήνες, με τους οποίους μεταφέρεται, δίπλα από τον ατμό - δηλαδή σε έναν εναλλάκτη θερμότητας. Στην αρχή της παροχής, το νερό έχει θερμοκρασία 100οC και στην επιστροφή 20ο - 40οC.

Η πρώτη μικρού μεγέθους εγκατάσταση Τ/Θ στην Ελλάδα ξεκίνησε στην Πτολεμαΐδα το 1960, θερμαίνοντας τον οικισμό της ΔΕΗ στο Προάστιο Εορδαίας από τον ΑΗΣ Πτολεμαΐδας. Σήμερα εγκαταστάσεις Τ/Θ διαθέτουν οι πόλεις της Κοζάνης, Πτολεμαΐδας, Αμύνταιου, Φιλώτα και Μεγαλόπολης που αξιοποιούν το θερμικό φορτίο των γειτονικών θερμοηλεκτρικών σταθμών.



Στην Ελλάδα και κυρίως σε θερμές περιοχές όπως στα Χανιά οι απαιτήσεις για Ψύξη είναι πιθανά περισσότερες από τις απαιτήσεις για Θέρμανση. Υπάρχουν βέβαια δυσκολίες στην αντικατάσταση των συμβατικών παλαιών συστημάτων κλιματισμού.

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΤΕΦΡΑΣ

Ευρήματα πλειάδας ξένων και Ελλήνων ερευνητών έχουν υποδείξει τα πλεονεκτήματα χρήσης της τέφρας στο χώρο των δομικών υλικών και της οδοποιίας.

Υπό ορισμένες προϋποθέσεις η επιλογή της κατάλληλης ποιότητας τέφρας βελτιώνει τις ιδιότητες του σκυροδέματος. Μάλιστα, τα τελευταία είκοσι χρόνια η «συνεργασιμότητα» με το τσιμέντο έχει αποδειχθεί από την προσθήκη της τέφρας κατά την τελική άλεση για τη δημιουργία των CEM II τύπων τσιμέντου (blended cements). Επιπρόσθετα, υπάρχει έντονο ενδιαφέρον στην αγορά από χρήστες και κατασκευαστές δομικών έργων για την αξιοποίηση της τέφρας στο εγγύς μέλλον.

Πρόκειται για μια διαμορφούμενη αγορά που χρειάζεται ωστόσο την ανάλογη παρακολούθηση από τους αρμόδιους φορείς διότι α) η τέφρα δεν μπορεί να αντικαταστήσει εξ'ολοκλήρου το τσιμέντο παρά μόνο να συμμετέχει στο μείγμα του και β) η ελληνική εμπειρία έχει δυστυχώς δείξει ότι τα φτηνά υλικά προτιμώνται συχνά εις βάρος της κατασκευαστικής ποιότητας.

Πέρα από τις κάμπουσες «κατασκευαστικές» δυνατότητες της τέφρας που επιβάλλουν την αξιοποίηση της, υπάρχει και η περιβαλλοντική διάσταση του ζητήματος. Η αξιοποίηση της τέφρας και η μη επανατοποθέτηση της στα λιγνιτωρυχεία μειώνει κατ' αρχήν τον όγκο των απορριπτόμενων στερεών στο έδαφος.

Η υποκατάσταση πρώτων υλών και κυρίως ασβεστόλιθου οδηγεί με την σειρά της σε μείωση των εκπομπών CO₂, παράμετρο ιδιαίτερα επίκαιρη την τρέχουσα περίοδο

Πέρα από τους τεχνολογικούς και περιβαλλοντικούς λόγους που επιβάλλουν την αξιοποίηση της τέφρας οι οικονομικοί λόγοι αποτελούν μια ακόμη παράμετρο στην όλη συζήτηση. Η μεγιστοποίηση της χρήσης της τέφρας μέσω μιας λελογισμένης αντικατάστασης του τσιμέντου, θα βοηθούσε σημαντικά στη βιώσιμη ανάπτυξη των δομικών υλικών, μειώνοντας το κόστος της κατασκευής.

7.SYSAV

Ιστορικά στοιχεία



Στη SYSAV έχει ανατεθεί η διαχείριση των βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων του Malmö και των γύρω κοινοτήτων. Η εταιρεία ιδρύθηκε το 1974 και έχει διάφορες εγκαταστάσεις για την επεξεργασία των αποβλήτων, π.χ. αποτέφρωση, βιολογική επεξεργασία, το σύστημα ανακύκλωσης. Η μονάδα αποτελείται σήμερα από τρεις μονάδες για την αποτέφρωση αποβλήτων για την παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας για οικιακή χρήση.

Η Sysav εφαρμόζει μία προοπτική οικολογικού κύκλου, και στηρίζεται στο σύνολο των λύσεων και υψηλή τεχνογνωσία συνδυάζοντας διάφορες μεθόδους επεξεργασίας για την αντιμετώπιση κάθε είδους αποβλήτων κατά τον πλέον αειφόρο τρόπο σύμφωνα με τις ιδιότητές του. Τα απόβλητα είναι και αυτά πόροι που, στο μέτρο του δυνατού, θα πρέπει να επαναχρησιμοποιούνται. Η Sysav ανακυκλώνει τα απόβλητα ως εκ τούτου, με τη μορφή των υλικών και ενέργειας, και μόνο ένα μικρό ποσοστό καταλήγει σε χώρους υγειονομικής ταφής.

Εργοστάσιο καύσης ΑΣΑ

Το εργοστάσιο Sysav στο Malmö είναι η πλέον ενεργειακά αποδοτική μονάδα καύσης απορριμμάτων στη Σουηδία. Με ένα προηγμένο καθαρισμό αεαερίων, καταφέρνει να παραμείνει πολύ χαμηλότερη από τα όρια εκπομπών.

Το εργοστάσιο καύσης απορριμμάτων και παραγωγής ενέργειας έχει τέσσερις εναλλάκτες θερμότητας που λειτουργούν ως λέβητες. Οι δύο παλαιότεροι τέθηκαν σε λειτουργία το 1973. Πρόκειται για τους λέβητες ζεστού νερού που παράγουν τηλεθέρμανση. Τόσο οι λέβητες και το σύστημα για τον καθαρισμό των αεαερίων έχουν ανακαινισθεί και αναπτυχθεί σύμφωνα με τις αυξημένες απαιτήσεις για την καύση των αποβλήτων. Τα δύο νεώτερα boiler είναι ατμολέβητες και παράγουν την ηλεκτρική ενέργεια και θέρμανση. Ήρθαν σε απευθείας σύνδεση το 2003 και το 2008 αντίστοιχα.

Στο εργοστάσιο επιτρέπεται η χρήση 550.000 τόνων απορριμμάτων ετησίως ως καύσιμο. Το εργοστάσιο παράγει περίπου 1.400.000 MWh τηλεθέρμανσης ετησίως, που ισοδυναμεί περίπου με την τηλεθέρμανση των 70.000 μικρών σπιτιών. Οι λέβητες ατμού παράγουν περίπου 250.000 MWh ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως συνολικά, εκ των οποίων μια ποσότητα χρησιμοποιείται στην ίδια τη μονάδα.

Απόβλητα ως καύσιμα

Η χρησιμοποίηση των αποβλήτων ως καύσιμο, και, συνεπώς, την ανάκτηση ενέργειας με τη μορφή τηλεθέρμανσης και της ηλεκτρικής ενέργειας, είναι μία από τις μεθόδους επεξεργασίας των αποβλήτων από τη Sysav.

Η Sysav παραλαμβάνει τα απόβλητα από τα νοικοκυριά και τις επιχειρήσεις στη νότια

Skåne,
νοτιότερη επαρχία της Σουηδίας. Χρησιμοποιείται συνδυασμός των μεθόδων επεξεργασίας έτσι ώστε τα απόβλητα να αξιοποιούνται ως πόροι με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Πέραν των αποβλήτων για παραγωγή ενέργειας, αυτές οι μέθοδοι περιλαμβάνουν την επαναχρησιμοποίηση, διάφορες μορφές ανακύκλωσης, βιολογικής επεξεργασίας (κομποστοποίηση) , διαχείρισης των επικίνδυνων απόβλητα, καθώς και χώρο υγειονομικής ταφής.

Energy from waste -βήμα προς βήμα

Το εργοστάσιο αποτελείται από δύο ζεστού νερού λέβητες και δύο ατμολέβητες. Η λέβητες ζεστού νερού (Λέβητες 1 και 2) έχουν χωρητικότητα 100.000 τόνων απορριμμάτων ετησίως η καθεμία, και παραγωγή ζεστού νερού για την περιοχή του δικτύου θέρμανσης. Οι λέβητες ατμού (λέβητες 3 και 4) να έχουν διπλάσια χωρητικότητα και τη δημιουργία δύο ηλεκτρικού ρεύματος και την τηλεθέρμανση.

Η ποσότητα καυσίμων από τα νοικοκυριά και τις επιχειρήσεις

Τα απορρίμματα τα οποία καίγονται αποτελούνται από αστικά απόβλητα μαζί με εύφλεκτα απόβλητα από τις επιχειρήσεις και τα κέντρα ανακύκλωσης.

Από την αποκομιδή απορριμμάτων στο λέβητα

Οι δύο ατμολέβητες έχουν ένα κοινή δεξαμενή των αποβλήτων όπου τα απορριμματοφόρα αφήνουν τα απόβλητα. Μία κυλιόμενη γερανογέφυρα που λειτουργεί από το δωμάτιο ελέγχου και με μια αρπαγή και οδηγεί τα απόβλητα στην τροφοδοσία των boiler .

200 μ2 καμίνι

Το καμίνι στοθε ατμολέβητες αποτελείται από μία κεκλιμένη σχάρα, με έκταση μόλις πάνω από 100 m2. Τα απόβλητα κυλάνε πάνω στη σχάρα όπου γίνεται ξήρανση ,εξάτμιση της υγρασίας, και καύση. Οι σχάρες της αντιστροφής και δράσης,είναι οι σχάρες ώθησης των αποβλήτων προς τα πάνω και προς τα κάτω για να καλύτερη ανάδευση του δείγματος. Αυτό διασφαλίζει βέλτιστη καύση. Η θερμοκρασία στο φούρνο είναι συνήθως πάνω από 1.000 ° C.

Η προσθήκη του αέρα

Για να είναι η καύση αποτελεσματική και πλήρης, αέρας καύσης που περιλαμβάνει αέρα βασικό και δευτερεύον διοχετεύεται στο φούρνο. Οι ισχυροί ανεμιστήρες χρησιμοποιούνται για την προώθηση του βασικού αέρα μεταξύ των ράβδων της σχάρας κάτω από την κλίση με τα καύσιμα. Ο δευτερεύον αέρας, προστίθενται πάνω από την κλίση καυσίμων. Αυτό βοηθά τη μίξη των αερίων με απώτερο σκοπό τη βέλτιστη καύση.

Βοηθητικό καύσης με πετρέλαιο

Οι λέβητες εξοπλίζονται με καυστήρες πετρελαίου οι οποίοι χρησιμοποιούνται κατά τη

διάρκεια της εκκίνησης και τερματισμού (ανάφλεξη και εξαφάνιση), και όταν το επίπεδο της ενέργειας των αποβλήτων δεν είναι αρκετά υψηλό ώστε να διατηρηθεί η σωστή θερμοκρασία καύσης. Υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας, ωστόσο, η κάμινος τροφοδοτείται μόνο με καύσιμα από τα απόβλητα.

Μόλις τα απόβλητα έχουν περάσει από την σχάρα έχουν καεί έχουν γίνει σκωρία. Η σκωρία

Αποτελείται από πέτρα, παλιοσίδερα, γυαλί και άλλα σταθερά υλικά. Είναι σταγόνες κάτω σε μια γεμάτη με νερό γούρνα για ψύξη. Η σκωρία συσσωρεύεται σε μία δεξαμενή για μετέπειτα διαλογή και ανακύκλωση.

Από το νερό σε ατμό

Τα καυσαέρια που σχηματίζονται κατά τη διεργασία της καύσης διατηρούν τη θερμοκρασία τουλάχιστον 850 ° C. Περνούν τρεις κάθετες άδειοι αγωγοί με σωλήνες στους τοίχους όπου η θερμοκρασία είναι υψηλή. Η λειτουργία των άδειων αγωγών είναι να επιτευχθεί πλήρης καύση των καυσαερίων. Η θερμότητα των αερίων στη συνέχεια ζεσταίνουν το νερό του λέβητα

που κυκλοφορεί σε σωλήνες. Το οριζόντιο τμήμα του λέβητα αποτελείται από σωλήνες μεταφοράς θερμότητας και υπερ-θέρμανσης. Το νερό του λέβητα φτάνει στην υψηλότερη ενεργειακή αξία του σε θερμοκρασία 400 ° C και σε πίεση 40 bar.

Από ατμό σε ηλεκτρική ενέργεια ...

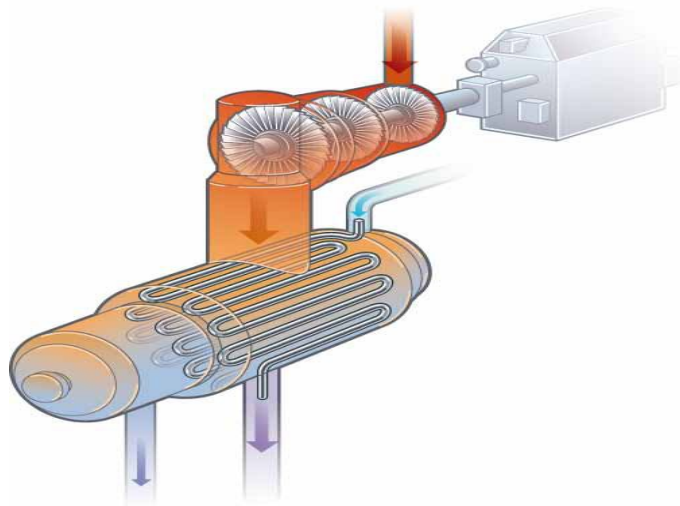
Ο υπέρθερμος ατμός υψηλής πίεσης από το λέβητα οδηγείται έως τη τουρμπίνα που κινεί μια γεννήτρια. Ορισμένη από την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται χρησιμοποιείται στο εργοστάσιο, ενώ το υπόλοιπο πηγαίνει πάνω στο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

... Και την τηλεθέρμανση

Μόλις ο ατμός διέρχεται από τον στρόβιλο, κατευθύνεται σε ένα συμπυκνωτή όπου χρησιμοποιείται για τηλεθέρμανση. Αν η τουρμπίνα δεν είναι σε λειτουργία ο ατμός μπορεί να απευθύνεται απευθείας στον συμπυκνωτή.

Στον συμπυκνωτή, ο οποίος είναι ένας μεγάλος εναλλάκτης θερμότητας, ο ατμός γίνεται νερό (συμπύκνωμα), αφού μεταφέρει θερμότητα στο νερό τηλεθέρμανσης. Το συμπύκνωμα αντλείται έπειτα μέσω μιας δεξαμενής feed-back νερού στο νερό του λέβητα / σύστημα ατμού.

Το νερό τηλεθέρμανσης θερμαίνεται σε θερμοκρασία μεταξύ 80 και 115 ° C, ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία και χρησιμοποιείται για τη θέρμανση κατοικιών και άλλων κτιρίων.



Θερμική αξιοποίηση του υπόλοιπου της ενέργειας απο αντλίες

Η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται κατά 5-10 ° C, μέσω των απαερίων των εναλλακτών θερμότητας και των αντλιών θερμότητας πριν εισέρθει στον συμπυκνωτή. Στις αντλίες θερμότητας, η θερμότητα ανακτάται από την υγρασία στο καύσιμο το οποίο έχει μετατραπεί σε ατμό στη πλυντρίδα συμπύκνωσης. Απόβλητα νερού στο κτίριο επίσης συλλέγονται σε δεξαμενές και συλλέγονται με αντλίες θερμότητας. Η αντλίες θερμότητας τροφοδοτούνται από ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται στη μονάδα.

Καθαρισμός λέβητα

Τα καυσαέρια περιέχουν σωματίδια σκόνης. Ορισμένα από αυτά κολλάνε σε τοίχους και σε σωλήνες στο εσωτερικό του λέβητα. Για τον καθαρισμό υπάρχει ένα σύστημα που σε τακτά χρονικά διαστήματα με ειδικές μπάρες κάνει τους σωλήνες να ταλαντώνονται. Η τέφρα πέφτει και μεταφέρεται σε σιλό τέφρας.

Το φίλτρο καθαρίζεται με ηλεκτρική ενέργεια

Τα καυσαέρια συνεχίζουν από το λέβητα στο πρώτο στάδιο του καθαρισμού, ένα ηλεκτροστατικό φίλτρο, όπου το μεγαλύτερο μέρος της σκόνης αφαιρείται. Στα σωματίδια σκόνης που περιέχονται στα απαέρια δίνεται ένα αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο όταν περάσουν από τα ηλεκτρόδια εκπομπών. Ηλεκτρόδια κατακρήμνισης, που αποτελούνται από μεταλλικά φύλλα με ένα θετικό φορτίο, βρίσκονται μεταξύ των ηλεκτροδίων εκπομπών. Αυτά τα φύλλα προσελκύουν τα αρνητικά φορτισμένα σωματίδια σκόνης. Τα φύλλα αυτά αναδεύονται σε τακτά χρονικά διαστήματα και η σκόνη πέφτει. Από εκεί μεταφέρεται στο σιλό τέφρας.

Όταν απαέρια αφήνουν το ηλεκτροστατικό φίλτρο, το μεγαλύτερο μέρος της σκόνης έχει αφαιρεθεί και η σκόνη έχει περιεκτικότητα μικρότερη από 20 mg/m³.

Από 100 κιλά αποβλήτων, περίπου 3 κιλά τέφρας και ιλύος παραμένουν μετά την καύση.

Ξελένονται με νερό

Το υγρό μέρος της διαδικασίας καθαρισμού περιλαμβάνει τρεις πλυντρίδες - δύο πλυντρίδες καθαριότητας και μία συμπύκνωσης καθαρισμού – όπου οι διάφορες ουσίες

ξεπλένονται μία προς μία. Πριν το αέριο εισέρθει στο υγρό μέρος της διαδικασίας καθαρισμού, η θερμοκρασία μειώνεται σε 60-70 ° C, με τη χρήση εναλλακτών θερμότητας και τη χρήση νερού ψύξης. Στις πλυντρίδες, τα απαέρια ξεπλένονται με νερό, που ψεκάζεται μέσα από κεραμικά ακροφύσια. Όταν τα απαέρια έρθουν σε επαφή με το νερό που ψεκάζεται, οι προσμείξεις πλένονται μακριά. Διαφορετικές χημικές ουσίες προστίθενται μαζί με το νερό στις τρεις πλυντρίδες να επιφέρουν αντίδραση με διαφορετικές ουσίες που περιέχονται στα απαέρια. Το νερό πλύσης αντικαθίσταται κατά διαστήματα και καθαρίζεται σε ειδική εγκατάσταση επεξεργασίας νερού.

Περίπου το 15 m³ νερού την ώρα που συνήθως περνούν το πλυντρίδες και την επακόλουθη διαδικασία επεξεργασίας. Για την πλειοψηφία του έτους, το νερό προέρχεται μόνο από την συμπύκνωση καθαρισμού, δηλαδή από το καύσιμο.

Σταματώντας τη σκόνη με υγρό ηλεκτροστατικό κατακρημνιστή

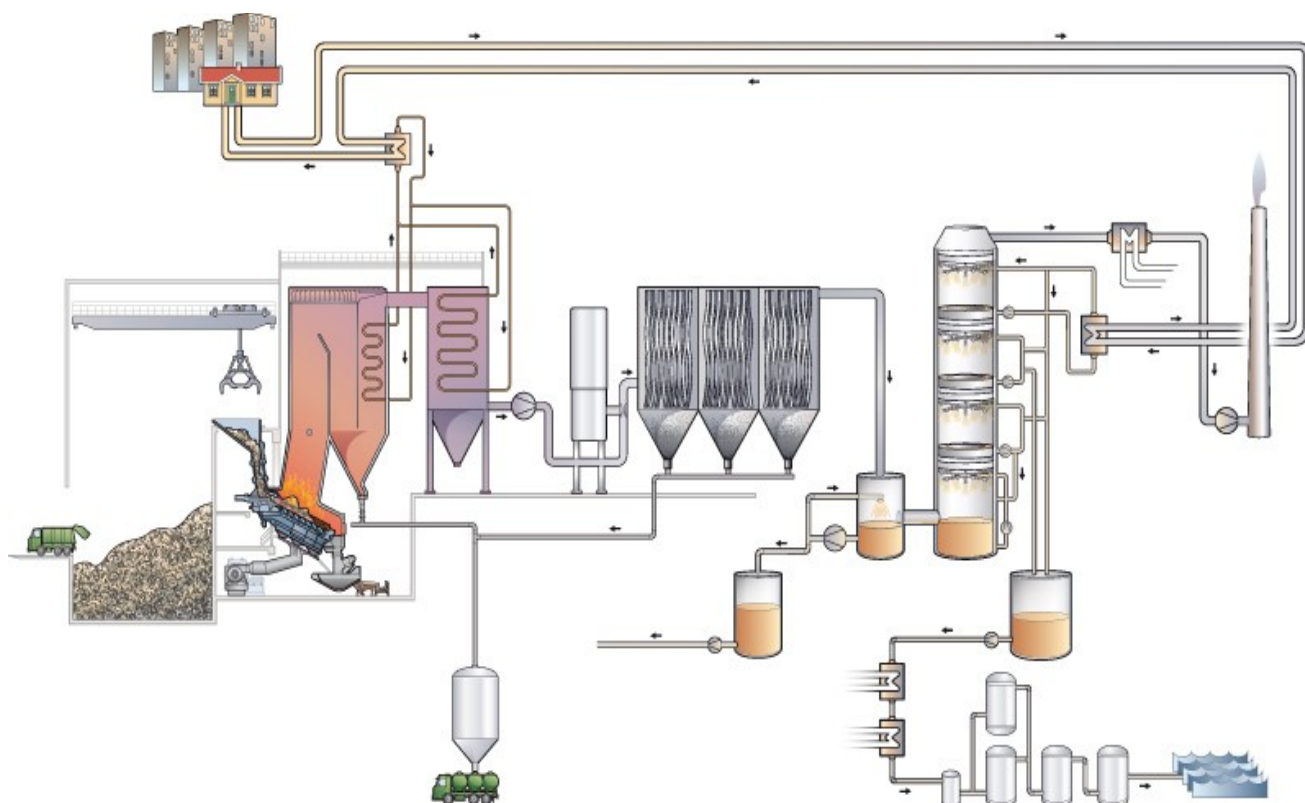
Το προτελευταίο στάδιο για τον καθαρισμό των καυσαερίων αποτελείται από ένα electroventuri φίλτρο, το οποίο λειτουργεί σε σχεδόν με τον ίδιο τρόπο ως ένα ηλεκτροστατικό φίλτρο, αλλά σε ένα υγρό περιβάλλον. Αυτό είναι όπου κάθε εναπομένουσα σκόνη που περιέχεται στα απαέρια απομακρύνεται.

Το electroventuri

φίλτρο αποτελείται από 24 σωλήνες, η οποία περιορίζεται σημαντικά η ταχύτητα ροής των καυσαερίων. Τα σωματίδια σκόνης είναι αρνητικά φορτισμένα από ένα ηλεκτρόδιο και απορροφούνται από θετικά φορτισμένο νερό που ψεκάζεται στο κάτω μέρος του φίλτρου. Το νερό στη συνέχεια κατευθύνεται προς επεξεργασία μέσω μίας όξινης πλυντρίδας.

Καταλύτης στην τελική φάση του καθαρισμού

Το τελικό στάδιο του καθαρισμού των καυσαερίων περιλαμβάνει καταλύτη. Στον καταλύτη, τα καυσαέρια περνούν μέσα από ένα κεραμικό υλικό και αμμωνία εγχέεται. Το οξείδιο του αζώτου αντιδρά με την αμμωνία, όπου μειώνεται σε άζωτο και ατμό. Τέλος, τα καυσαέρια απελευθερώνονται, μέσω ενός αγωγού εκκένωσης με την αρωγή ενός ανεμιστήρα σε μια καμινάδα ύψους 100μ.



Ανάπτυξη συστήματος καθαρισμού αερίων

Το σύστημα καθαρισμού καυσαερίων γνώρισε πολλές αλλαγές κατά τη διάρκεια των τελευταίων 30 ετών. Αρχικά, η επεξεργασία αερίων συνίστατο από ένα ηλεκτροστατικό φίλτρο για το διαχωρισμό της σκόνης. Η μονάδα αποτέφρωσης αποβλήτων ξαναχτίστηκε πολλές φορές

κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980. Προκειμένου να επιτευχθεί επιπλέον διαχωρισμός της σκόνης, κυκλώνες εγκαταστήθηκαν το 1981. Ένα σύστημα εξουδετέρωσης με $\text{Ca}(\text{OH})_2$, και σωληνωτό φίλτρο αέρα εγκαταστάθηκε επίσης το 1983, τρεις εναλλάκτες θερμότητας προστέθηκαν για την αύξηση της ενεργειακής πρόσληψης από τα απόβλητα. Κατά την έναρξη της δεκαετίας του 1990, ένα σύστημα μείωσης NO_x είχε εγκατασταθεί, το λεγόμενο SNCR - επιλεκτική μη καταλυτική απομάκρυνση. Κατά τη διάρκεια του 2005, μια πλυντρίδα καθαρισμού των καυσαερίων προστέθηκε στον εξοπλισμό. Ο κύριος σκοπός ήταν να επιτευχθεί ένας καλύτερος διαχωρισμός των SO_2 , αλλά και η απομάκρυνση των HCl , HF και NH_3 επίσης βελτιώθηκε.

Τρόπος λειτουργίας ηλεκτροστατικού φίλτρου

Τα ηλεκτροστατικά φίλτρα αέρα είναι συνήθως σε ορθογώνιο σχήμα και μεταξύ 1 / 2 και 1-ίντσα παχιά. Είναι διαθέσιμα σε διάφορες διαστάσεις, και επειδή μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, είναι τα εξωτερικά τους πλαίσια, συνήθως από αλουμίνιο, σε σύγκριση με τα πλαίσια μίας χρήσης φίλτρα από υαλοβάμβακα. Τα μέσα διήθησης σε ένα ηλεκτροστατικό φίλτρο αέρα έχει διάφορα στρώματα. Από την πλευρά αεραγωγών του φίλτρου υπάρχουν συνήθως δύο έως έξι στρώματα υφασμένης πολυουρεθάνης και ίνες πολυπροπυλενίου, οι οποίες μοιάζουν πολύ σαν τα μέσα διήθησης fiberglass στα μίας χρήσης φίλτρα. Από την πλευρά εξαερισμού του φίλτρου υπάρχει συνήθως ένα λεπτό πλέγμα πολυεστέρα. Και οι δύο πλευρές συχνά καλύπτονται με σχάρες από αλουμίνιο με

ενώσεις σαν αλυσίδα. Αυτές οι σχάρες, πραγματικά δεν είναι φίλτρο σωματιδίων από τον αέρα, αλλά δίνουν σχήμα στα φίλτρα και ακαμψία.

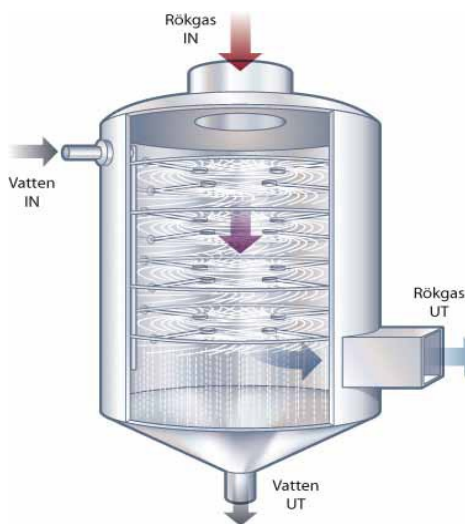
Πώς ηλεκτροστατικά φίλτρα αέρα παγιδεύουν τη σκόνη

Το μυστικό για την αποτελεσματικότητα του ηλεκτροστατικού φίλτρου αέρα είναι η πολυουρεθάνη και μείγματα πολυπροπυλενίου που χρησιμοποιούνται ως υλικό filtraρίσματος. Οι ίνες που έχουν διαταχθεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε αέρας περνά από αυτές, δημιουργούν ισχυρά στατικά φορτία. Διαφορετικά στρώματα του υλικού filtraρίσματος λαμβάνουν αντίθετες φορτίσεις (θετικές και αρνητικές). Δεδομένου ότι τα θετικά φορτισμένα σωματίδια έλκονται από τις επιφάνειες με αρνητικά στατικά φορτία και αντιστρόφως, τα μέσα filtraρίσματος μπορεί να προσελκύσει πραγματικά αιωρούμενα σωματίδια σαν μαγνήτης και η κατοχή για να τους έως ότου το φίλτρο καθαρίζεται. Όταν ένα σωματίδιο σκόνης, μούχλα, μύκητες ή οποιαδήποτε άλλη εναέρια θέμα προέρχεται από το σύστημα HVAC και μέσω των αγωγών προς το φίλτρο, περνάει πρώτα μέσα από ένα συνθετικό στρώμα φίλτρο με ένα θετικό στατικό φορτίο. Αυτό το θετικό φορτίο παίρνει μεταφέρονται στην ατμόσφαιρα σωματιδίων. Στη συνέχεια, το σωματίδιο περνά μέσα από ένα στρώμα με αρνητικό φορτίο, και είναι προσέλκυσε προς την επιφάνεια του στρώματος. Τα περισσότερα στρώματα της oppositely φορτισμένο μέσα διήθησης υπάρχουν στο φίλτρο, τόσο πιο αποτελεσματικά μπορεί να αποτρέψει τα αερομεταφερόμενα σωματίδια από την είσοδο της αίθουσας.

1. Τρόπος λειτουργίας νέας πλυντηρίδας καθαρισμού

Ο διαχωρισμός των ρύπων από τα απαέρια, στην πλυντρίδα πραγματοποιείται με απορρόφηση μέσω χημικής αντίδρασης. Η χρήση των καινοτόμων υλικών συσκευασίας ADIOX δεν είχε σαν αποτέλεσμα μόνο την καλή επαφή μεταξύ των απαερίων και των υγρών στη διαδικασία, αλλά και την εξάλειψη των διοξινών από τα απαέρια. Το ADIOX είναι πολυπροπυλένιο (PP), υλικό με σωματίδια του άνθρακα σε διασπορά. Το υλικό αυτό, απορροφά τις διοξίνες και εμποδίζει τις εκ νέου εκπομπές διοξινών, που μπορεί να συμβούν σε ένα συμβατικό πλαστικό υλικό. Η πλυντρίδα χωρίζεται σε τρία στάδια καθαρισμού και, τέλος, μια μονάδα για την ανάκτηση ενέργειας. Το υγρό έκπλυσης διάσπινεται με φορά αντίθετη προς το φυσικό αέριο με ακροφύσια ψεκασμού. Μεταξύ των πρώτων τριών βημάτων, διαχωριστές σταγονιδίων τοποθετούνται αποτρέποντας το υγρό του scrubbing να εισέλθει στα παραπάνω βήματα.

Το καυσαέριο εισέρχεται στη διαδικασία όπου ψύχεται στη θερμοκρασία κορεσμού του. Εισέρχοντας στο πρώτο βήμα, τα αέρια συστατικά όπως HCl και NH_3 μεταφέρονται στην υγρή πλυντηρίδα. Ένας ικανοποιητικός διαχωρισμός των στοιχείων αυτών απαιτεί την τιμή του pH κάτω από 2 και για την εκπλήρωση αυτής της προϋπόθεσης, προστίθεται HCl . Το δεύτερο βήμα, βήμα HCl 2, είναι πολύ παρόμοιο με το



προηγούμενο. Το υπόλοιπο HCl και NH₃ αφαιρούνται και η τιμή του pH ρυθμίζεται όπως περιγράφεται παραπάνω. Στο επόμενο βήμα, το SO₂ βήμα, το SO₂ απορροφάται από το υγρό έκπλυσης. Ένα υψηλότερο pH απαιτείται για αυτή τη διεργασία και επιτυγχάνεται με την προσθήκη NaOH. Στο τελικό βήμα, το βήμα συμπύκνωσης, τα αερίδια υποβάλλονται σε συμπύκνωση που επιτυγχάνονται με την ψύξη του υγρού της πλύσης στους σωλήνες της τηλεθέρμανσης.

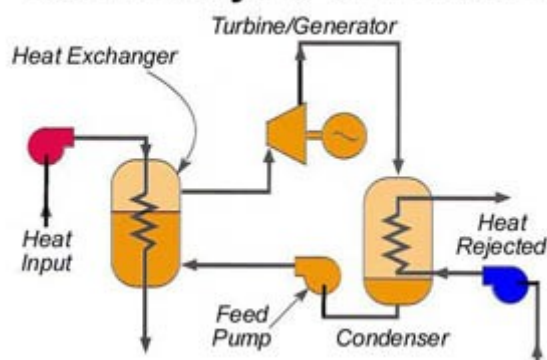
Ουσιαστικά αυτή η διεργασία που γίνεται στο εργοστάσιο waste to energy της SYSAV μπορεί να περιγραφεί θερμοδυναμικά από τον κύκλο Rankine.

7.1 Κύκλος RANKINE

Ένας κύκλος Rankine περιγράφει ένα πρότυπο της λειτουργίας του ατμού μηχανές θερμότητας ο συνηθέστερα βρήκε μέσα εγκαταστάσεις ηλεκτρικής παραγωγής. Οι κοινές πηγές θερμότητας για τις εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιούν τον κύκλο Rankine είναι άνθρακας, φυσικό αέριο, πετρέλαιο, και πυρηνικός.

Ο κύκλος Rankine αναφέρεται μερικές φορές ως πρακτικός Κύκλος Carnot όπως, όταν χρησιμοποιείται ένας αποδοτικός στρόβιλος, Διάγραμμα TS θα αρχίσει να μοιάζει με τον κύκλο Carnot. Η κύρια διαφορά είναι ότι μια αντλία χρησιμοποιείται για να διατηρήσει σταθερή ατμοσφαιρική πίεση το υγρό αντί του αερίου. Αυτό απαιτεί την περίπου 100 φορές λιγότερη ενέργεια από αυτή που συμπιέζει ένα αέριο σε έναν συμπιεστή (όπως Κύκλος Carnot).

Rankine Cycle Schematic



Η αποδοτικότητα ενός κύκλου Rankine περιορίζεται συνήθως από το λειτουργώντας ρευστό. Χωρίς τη μετάβαση πίεσης έξοχος κρίσιμος η σειρά θερμοκρασίας που ο κύκλος μπορεί να λειτουργήσει πέρα από είναι αρκετά μικρός, οι θερμοκρασίες εισόδων στρόβιλων είναι χαρακτηριστικά 565°C (το όριο ερπυσμού του ανοξείδωτου χάλυβα) και οι θερμοκρασίες συμπυκνωτών είναι γύρω από 30°C. Αυτό δίνει έναν θεωρητικό Αποδοτικότητα Carnot από περίπου 63% σύγκρινε με μια πραγματική αποδοτικότητα 42% για έναν σύγχρονο με κάρβουνο σταθμό παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτή η χαμηλή θερμοκρασία εισόδων στρόβιλων (έναντι του α στρόβιλος αερίου) είναι γιατί ο κύκλος Rankine χρησιμοποιείται συχνά ως φτάνοντας κύκλος μέσα στρόβιλος αερίου ηλεκτροπαραγωγής σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος.

Το λειτουργώντας ρευστό σε έναν κύκλο Rankine ακολουθεί έναν κλειστό βρόχο και

επαναχρησιμοποιείται συνεχώς. Το ύδωρ ατμός συχνά βλέποντας τεράστιος από τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος παράγεται από τα συστήματα ψύξης (όχι από τον κλειστό κύκλο δύναμης Rankine βρόχων) και αντιπροσωπεύει τη θερμότητα των αποβλήτων που δεν θα μπορούσε να μετατραπεί στη χρήσιμη εργασία. Σημειώστε αυτού ατμός είναι αόρατος έως ότου έρχεται σε επαφή με το δροσερό, διαποτισμένο αέρα, στον οποίο δείξτε αυτό συμπυκνώνει και διαμορφώνει την άσπρη κυματιστή βλέπω  σύννεφα αναχώρηση δροσίζοντας πύργοι. Ενώ πολλές ουσίες μπόρεσαν να χρησιμοποιηθούν στον κύκλο Rankine, το ύδωρ είναι συνήθως το ρευστό της επιλογής λόγω των ευνοϊκών ιδιοτήτων του, όπως η μη τοξική και unreactive χημεία, η αφθονία, και το χαμηλότερο κόστος, καθώς επίσης και οι θερμοδυναμικές ιδιότητές του.

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα αυτό κρατά πέρα από άλλους κύκλους είναι ότι κατά τη διάρκεια του σταδίου συμπίεσης σχετικά λίγη εργασία απαιτείται για να οδηγήσει την αντλία, λόγω του λειτουργώντας ρευστού που είναι στην υγρή φάση της σε αυτό το σημείο. Με τη συμπύκνωση του ρευστού στο υγρό, η εργασία που απαιτείται από την αντλία θα καταναλώσει μόνο περίπου 1% 3% της δύναμης στρόβιλων και θα δώσει έτσι μια πολύ υψηλότερη αποδοτικότητα για έναν πραγματικό κύκλο. Το όφελος αυτού χάνεται κάπως λόγω της χαμηλότερης θερμοκρασίας προσθηκών θερμότητας. Στρόβιλοι αερίου, για παράδειγμα, έχει τις θερμοκρασίες εισόδων στρόβιλων πλησιάζοντας 1500°C. Εν τούτοις, οι αποδοτικότητες των κύκλων ατμού και των στρόβιλων αερίου αρκετά καλά αντιστοιχούνται.

Διαδικασίες του κύκλου Rankine

Υπάρχουν τέσσερις διαδικασίες στον κύκλο Rankine, κάθε μια που αλλάζει την κατάσταση του λειτουργώντας ρευστού. Αυτά τα κράτη προσδιορίζονται από τον αριθμό στο διάγραμμα στο δικαίωμα.

Διαδικασία 1-2: Το λειτουργώντας ρευστό αντλείται από χαμηλός στην υψηλή πίεση, δεδομένου ότι το ρευστό είναι ένα υγρό σε αυτή τη φάση που η αντλία απαιτεί λίγη ενέργεια εισαγωγής.

Διαδικασία 2-3: Το υψηλό υγρό εισάγει έναν λέβητα όπου θερμαίνω στη σταθερή πίεση από μια εξωτερική πηγή θερμότητας να γίνει ένας ξηρός διαποτισμένος ατμός.

Διαδικασία 3-4: Ο ξηρός διαποτισμένος ατμός επεκτείνεται μέσω του α στρόβιλος, παράγοντας τη δύναμη. Αυτό μειώνει τη θερμοκρασία και την πίεση του ατμού, και κάποια συμπύκνωση μπορεί να εμφανιστεί.

Διαδικασία 4-1: Ο υγρός ατμός εισάγει έπειτα το α συμπυκνωτής όπου δροσίζεται σε μια σταθερές πίεση και μια θερμοκρασία για να γίνει διαποτισμένο υγρό. Η πίεση και η θερμοκρασία του συμπυκνωτή καθορίζονται από τη θερμοκρασία των δροσίζοντας σπειρών δεδομένου ότι το ρευστό υποβάλλεται στο α αλλαγή φάσης.

Σε έναν ιδανικό κύκλο Rankine η αντλία και ο στρόβιλος θα ήταν ισεντροπικός, δηλ., η αντλία και ο στρόβιλος δεν θα παρεάγαν καμία εντροπία και ως εκ τούτου θα μεγιστοποιούσαν την καθαρή παραγωγή εργασίας. Οι διαδικασίες 1-2 και 3-4 θα αντιπροσωπεύονταν από τις κάθετες γραμμές στο διάγραμμα TS και περισσότερο θα εμοιάζαν με αυτός του κύκλου Carnot. Ο κύκλος Rankine που παρουσιάζεται εδώ αποτρέπει τον ατμό υπερθερμαίνει την περιοχή μετά από την επέκταση στο στρόβιλο [1], το οποίο μειώνει την ενέργεια που αφαιρείται από τους συμπυκνωτές.

8.ΤΟ ΔΑΝΕΖΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ

Το δανέζικο σύστημα διαχείρισης αποβλήτων χαρακτηρίζεται συχνά διεθνώς ως “Δανέζικο πρότυπο αποβλήτων”, δεδομένου ότι το σύστημα είναι βασισμένο σε στέρρες βάσεις που ενώνονται για να διαμορφώσουν ένα συνεχές σύνολο.

Τα σημαντικότερα κριτήρια είναι :

1.Μια συνεπής δημόσια διαχείριση , προγραμματισμός και ρυθμιστικό σύστημα που συνδυάζονται με ένα λειτουργικό σύστημα που επιβάλλεται και ελέγχεται από τις δημόσιες αρχές.

2.Μία σαφής κατανομή των ρόλων , των ευθυνών και της ικανότητας μεταξύ των μεμονομένων μελών του συστήματος αποβλήτων(κράτος ,περιφερειακές αρχές,τοπικές αρχές,διοικητικές επιχειρήσεις των αποβλήτων και γεννήτριες αποβλήτων.)

3.Σταθερές αρχές σχετικά με τη δομή του συστήματος διαχείρισης των αποβλήτων:

-το σύστημα περιλαμβάνει όλους τους τύπους των αποβλήτων (π.χ. Βιομηχανικών ,επιβλαβών και οικιακών αποβλήτων)

-την ευθύνη για το σύστημα διαχείρισης των αποβλήτων την έχουν μόνο οι τοπικές αρχές

-το καθήκον να οριστεί η επεξεργασία αποβλήτων και οι εγκαταστάσεις διάθεσης εναπόκεινται στις τοπικές αρχές ,και οι γεννήτριες αποβλήτων είναι αναγκασμένες να τους χρησιμοποιήσουν

-διαχείριση ,κανονισμός και έλεγχος: των γεννητριών αποβλήτων ,των μεταφορέων και των εγκαταστάσεων επεξεργασίας.

-Η συλλογή και επεξεργασία αποβλήτων στηρίζονται στην αρχή του διαχωρισμού στην πηγή.

Η εφαρμογή του δανέζικου προτύπου αποβλήτων έχει πραγματοποιηθεί εδώ και πολλά χρόνια γι'αυτό και οι Δανοί έχουν αποκτήσει τεράστια εμπειρία.Σήμερα αυτή η τεχνογνωσία είναι διαθέσιμη διεθνώς.

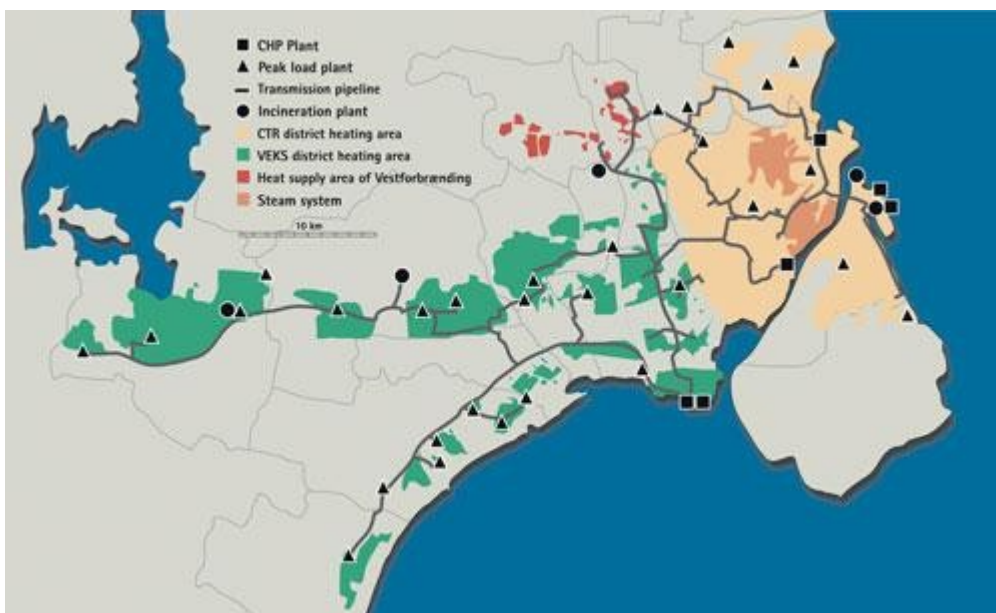
Waste-to-energy facilities in Denmark

Plant	Owner	Address		No. of lines	Tot. capacity, t/h
Aalborg	I/S Reno-Nord	Troensevej 2,	DK-9220 Aalborg Øst	2	31
Aars	Aars kommune	Dybvad Møllevej 1,	DK-9600 Aars	2	8.5
Århus	Århus kommunale Værker	Ølstedvej 20,	DK-8200 Århus N	3	31.2
Esbjerg	L 90	Måde Industrivej 35,	DK-6705 Esbjerg Ø	1	24
Frederikshavn	Elsam A/S	Vendsysselvej 201,	DK-9900 Frederikshavn	1	5
Glostrup	I/S Vestforbrænding	Ejbymosevej 219,	DK-2600 Glostrup	4	83
Grenå	Grenå kommune	Kalorievej 9,	DK-8500 Grenå	1	2.5
Haderslev	Elsam A/S	Dybkær 2, Marstrup,	DK-6100 Haderslev	2	9
Hammel	Hammel Fjernvarme A.m.b.a.	Irlandsvej 6,	DK-8450 Hammel	2	6
Herning	EG. Jylland	Miljøvej 3,	DK-7400 Herning	1	5
Hjørring	AW I/S	Mandøvej 8,	DK-9800 Hjørring	2	12
Hobro	I/S Fælles Forbrænding	Hvedemarken 13, Boks 130,	DK-9500 Hobro	2	6.9
Holstebro	Elsam A/S	Energivej 2,	DK-7500 Holstebro	2	18
Horsens	Elsam A/S	Endelavevej 7,	DK-8700 Horsens	2	10
Hørsholm	I/S Nordforbrænding	Savsvinget 2,	DK-2970 Hørsholm	4	19
København	I/S Amagerforbrænding	Kraftværksvej 31,	DK-2300 København S	4	48
Kolding	TAS I/S	Bronzevej 6,	DK-6000 Kolding	1	9.2
Næstved	I/S FASAN	Ved Fjorden 20,	DK-4700 Næstved	3	17
Nykøbing F	I/S REFA	Energivej 4,	DK-4800 Nykøbing F.	3	17
Odense	Elsam A/S, Fynsværket	Havnegade 120, Boks 928,	DK-5100 Odense C	3	32
Rønne	I/S BOFA	Almegårdsvej 8,	DK-3700 Rønne	1	2.5
Roskilde	I/S KARA	Håndværkervej 70,	DK-4000 Roskilde	3	34
Skagen	Skagen kommune	Buttervej 66,	DK-9990 Skagen	1	2
Skanderborg	I/S RENO SYD	Norgesvej 13,	DK-8660 Skanderborg	2	9.5
Slagelse	I/S KAVO	Dalsvinget 11,	DK-4200 Slagelse	2	10
Sønderborg	Sønderborg Kraftvarmeværk I/S	Vestermark 16,	DK-6400 Sønderborg	1	8
Svendborg	Svendborg kommune	Bodøvej 1,	DK-5700 Svendborg	1	6
Thisted	I/S Thyra	Industrivej 9,	DK-7700 Thisted	1	6.4
Vejen	Elsam A/S	Koldingvej 30B,	DK-6600 Vejlen	1	4.3

8.1 Topsoe

Το 1940 ο Δρ Haldor Topsoe ίδρυσε την εταιρεία με την πεποίθηση ότι μόνο μέσω της εφαρμογής της θεμελιώδους έρευνας θα διατηρήσει τη θέση της, όπως και δεν υστερεί σε κανέναν στην κατάλυση. Αυτή η αντίληψη διέπει ακόμη επιχειρηματικές δραστηριότητες της εταιρείας:

Έρευνας - τεχνολογίας - καταλύτες



Η συνέργεια μεταξύ της έρευνας και ανάπτυξης, ο σχεδιασμός της διαδικασίας, της μηχανικής, η παραγωγή καταλυτών και οι πωλήσεις αποτελούν τη βάση της συνεχούς βελτιστοποίησης των καταλυτών και των τεχνολογιών της Torsoe.

Οι ερευνητικές δραστηριότητες της Torsoe επικεντρώθηκαν, σύμφωνα με πληροφορίες από τη βιομηχανική πρακτική. Οι μηχανικές παραμέτρους σχεδιασμού βασίζονται σταθερά σε γνώση in-house και της τεχνολογίας που προκύπτει από την έρευνα και τις αναπτυξιακές προσπάθειες. Οι καταλύτες και οι διαδικασίες έχουν αναπτυχθεί σε στενή συνεργασία μεταξύ της έρευνας, της μηχανικής, καθώς και της παραγωγής, με σκοπό την εξασφάλιση της δημιουργίας των καταλυτών και των διαδικασιών, οι οποίες να ανταποκρίνονται και ξεπερνούν τις προσδοκίες των πελατών.

Οι τόποι παραγωγής

Η Torsoe διαθέτει δύο παραγωγικές εγκαταστάσεις:

1) Frederikssund, Δανία

Το πρώτο βρίσκεται στο Frederikssund 40 χιλιόμετρα από την Κοπεγχάγη. Ο Δρ Torsoe απέκτησε τους λόγους που το 1958 και στην πρώτη φόρτιση του καταλύτη νικελίου παρήχθη το 1963.

Σήμερα, η μονάδα παραγωγής στο Frederikssund απασχολεί 650 εργαζομένους, και αποτελείται από οκτώ μονάδες παραγωγής με 20 γραμμές παραγωγής στο σύνολο.

2) Χιούστον, Τέξας

δεύτερο εργοστάσιο παραγωγής Torsoe βρίσκεται στο Χιούστον του Τέξας. Το εργοστάσιο κατασκευάστηκε το 1971 και σήμερα, οι εγκαταστάσεις παραγωγής απασχολεί 150 άτομα, δηλαδή 24 / 7 και διαθέτει τέσσερις γραμμές παραγωγής.

Η Topsoe από τη δεκαετία του 1980 ανέπτυξε το DNX® σειρά καταλυτών για SCR DeNOx. Ο καταλύτης είναι ένας κυματοειδής μονολιθικός καταλύτης που αποτελείται από ένα μεταφορέα τιτανίου εμποτισμένο με βανάδιο και βολφράμιο ως ενεργών στοιχείων για την αντίδραση SCR DeNOx.

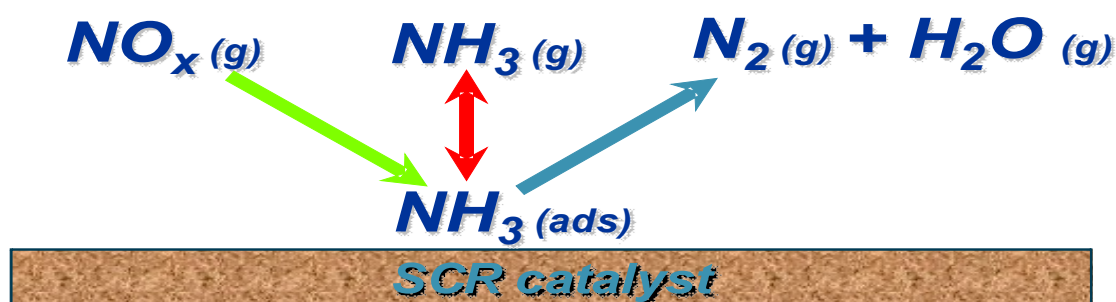
Τα μοναδικά χαρακτηριστικά όπως η χαμηλή οξείδωση SO₂, η υψηλή αντίσταση στη καταστροφή και οι άριστες μηχανικές ιδιότητες έχουν βελτιστοποιηθεί μέσω της συνεχούς έρευνας και ανάπτυξης. Η ανάπτυξη των καταλυτών και των διαδικασιών για την αφαίρεση NOx βασίζεται στην αγορά με επίκεντρο την έρευνα, συνδυάζοντας τη θεμελιώδη κατανόηση με μια ολοκληρωμένη γνώση του ελέγχου εκπομπών, τις ανάγκες και τις ευκαιρίες.

Σχεδιασμός βάση

Τα εργαλεία σχεδιασμού DeNOx βελτιώνεται συνεχώς με βάση τις εργαστηριακές μετρήσεις, πιλοτικές μετρήσεις και μετρήσεις σε πλήρη κλίμακα. Οι καινούργιες καταλυτικές δραστηριότητες συνήθως καθορίζονται από το εργαστήριο και πιλοτικής κλίμακας πειράματα ενώ η συνεχής βελτίωση των μοντέλων πηγάζει από την πλήρη δοκιμή των καταλυτών που είναι εγκατεστημένοι σε λέβητες, κινητήρες και γεννήτριες που τροφοδοτούνται από ένα ευρύ φάσμα καυσίμων.

Ανάπτυξη προϊόντος

Η έρευνα έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη καταλυτών για SCR DeNOx σε λέβητες βιομάζας και σε ένα καταλυτικό κεραμικό φίλτρο, το Cerafil Topkat™, που είναι ένας συνδυασμός ενός φίλτρου σκόνης και καταλύτης DeNOx. Το Cerafil Topkat™ είναι που χρησιμοποιείται σήμερα στην αποτέφρωση των αποβλήτων, τη βιομηχανία υαλοκαμίνου και στους λέβητες βιομάζας. Το υβριδικό φίλτρο καταλυτικής τεχνολογίας βελτιώνει την ευελιξία της τεχνολογίας SCR, λόγω, μεταξύ άλλων, της δυνατότητα εμφύσησης προσροφητικών για την απομάκρυνση των όξινων αερίων.



Η Topsoe έχει βελτιώσει επίσης την τεχνολογία DeNOx. Έχει αναπτύξει ένα πατενταρισμένο σύστημα ανάμιξης αερίου, η STARMIXER™, για ανάμειξη την αμμωνίας στο καυσαέριο η οποία είναι μια κρίσιμη παράμετρος για ολόκληρο το σύστημα SCR DeNOx. Το STARMIXER™ είναι ένας βελτιστοποιημένος αναδευτής δίνης που τον χαρακτηρίζει ένα πολύπλοκο σχήμα με προεξοχές που εκτείνονται από την κυκλική πλάκα και ενισχύουν τη δημιουργία δινών. Αυτό παρέχει μια σχεδόν τέλεια ανάμειξη με ελάχιστη απώλεια πίεσης.

Θεμελιώδεις μελέτες

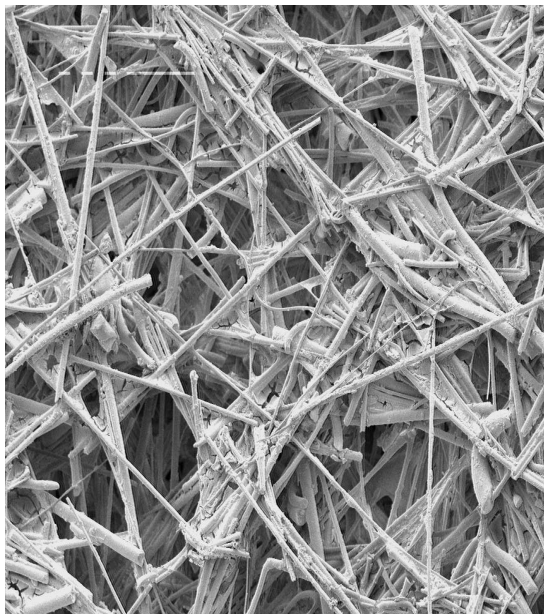
Η SCR DeNO_x αντίδραση ελέγχεται κινητικά σε χαμηλές και υψηλές θερμοκρασίες. Σε χαμηλή θερμοκρασία η αντίδραση περιορίζεται από την εκ νέου οξείδωση του καταλύτη και σε υψηλή θερμοκρασία η αντίδραση περιορίζεται από την ικανότητα του καταλύτη να απορροφά αμμωνία.

Οι μηχανισμοί πίσω από δηλητηρίαση καταλύτη ως αποτέλεσμα της έκθεσης σε διάφορα αερίδια που περιλαμβάνουν το αρσενικό, το νάτριο, κάλιο, φώσφορο, ασβέστιο και το χρώμιο έχουν ερευνηθεί διεξοδικά από σύγχρονες μεθόδους, όπως το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης, η χημική ανάλυση και οι μετρήσεις επιφανείας. Οι μελέτες χαρακτηρισμού του καταλύτη έχουν χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης για την απενεργοποίηση καταλυτών.

Τι είναι ένα κεραμικό φίλτρο?

Ένα προϊόν το οποίο είναι φίλτρο:

- Άκαμπτο και σκληρό
- σύνθεση από ανόργανες ίνες
- Φτιαγμένο ως ένα συμπαγές τεμάχιο
- Αυτοφερόμενο - δεν χρειάζεται κλουβί
- Χαμηλή πυκνότητα περίπου 0,4 g ανά κυβικό εκατοστό
- έχει 90% πορώδες
- Αφαιρεί στερεά από τα αέρια
- Είναι εξαιρετικά αποδοτικό. Σχεδόν μηδενικές εκπομπές



Ιδιότητες του κεραμικού φίλτρου

- Υψηλή αποδοτικότητα με λιγότερο από 2mg/m³ εκπομπές
- Υψηλή ικανότητα θερμοκρασίας όντας ανθεκτικά μέχρι 900οC
- Ανθεκτικό στη διάβρωση, με το XS να είναι σχεδόν χημικά αδρανές
- Το φάσμα των προϊόντων και των μεγεθών
 - α)XS, Πράσινο, TopKat
 - β)είναι μέχρι 3m σε μήκος και με διάμετρο 150mm

Τι κάνει το κεραμικό φίλτρο

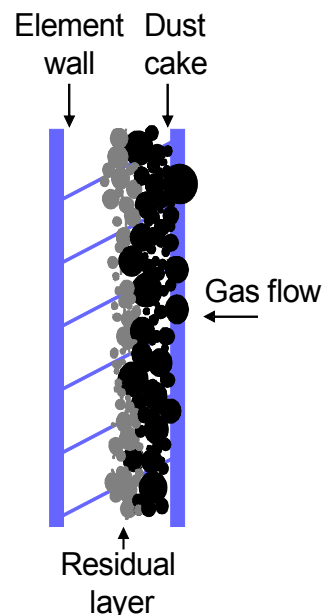
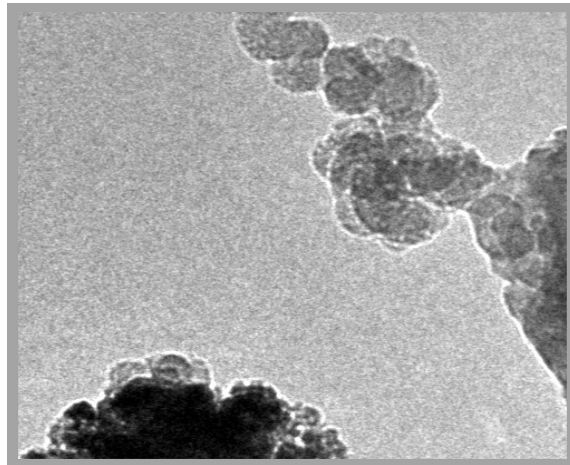
- Φιλτράρει στερεά σωματίδια από ρεύματα αερίου
- Με την προσθήκη προσροφητικών - αφαιρεί τα όξινα αέρια και άλλους αέριους ρύπους
- Με καταλύτες - καταστρέφει πτητικές οργανικές ενώσεις και οξείδια του αζώτου.

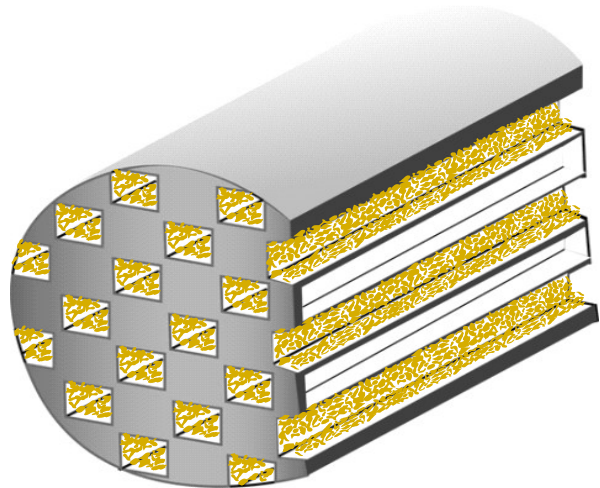
Υπό ποιες προϋποθέσεις;

- Σε θερμοκρασίες έως 900οC, αλλά από 200 έως 450οC είναι περισσότερο σύνηθες
- Όπου η υψηλή απόδοση είναι απαραίτητη
- Συχνά όταν τα σωματίδια είναι πολύ λεπτά
- Υπό χημικά διαβρωτικές συνθήκες

Μηχανισμός διήθησης

Το φίλτρο είναι άκαμτο. Τα στοιχεία του φίλτρου είναι προκαθορισμένα και αναμιγμένα με μία αδρανή σκόνη. Πάνω στην επιφάνεια του φίλτρου φτιάχνεται ένα υπολειμματικό στρώμα. Καθώς περνάνε τα αερίδια συσσωρεύεται σιγα σιγα στην επιφάνεια του υπολειμματικού στρώματος μια μάζα σκόνης. Αυτή η μάζα σκόνης φαιρείται περιοδικά με αντιστροφή της ροής του αέρα.

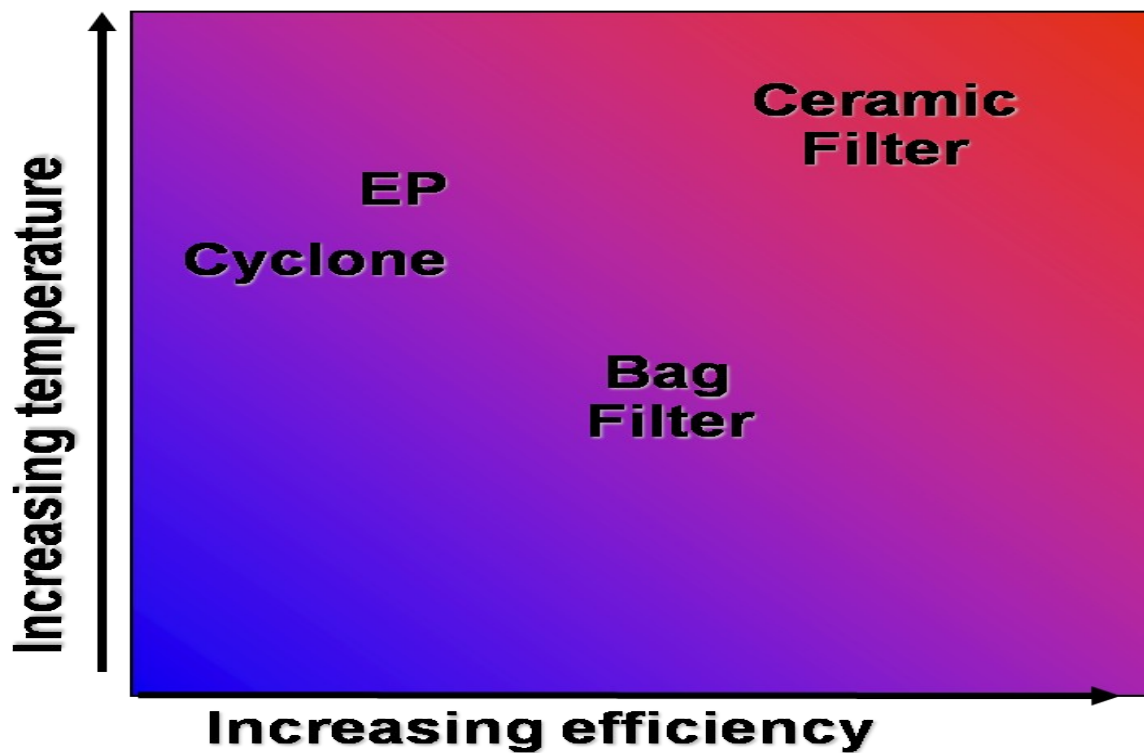




Φωτογραφίες καταλύτη SCR.(Selective Catalytic Reduction)



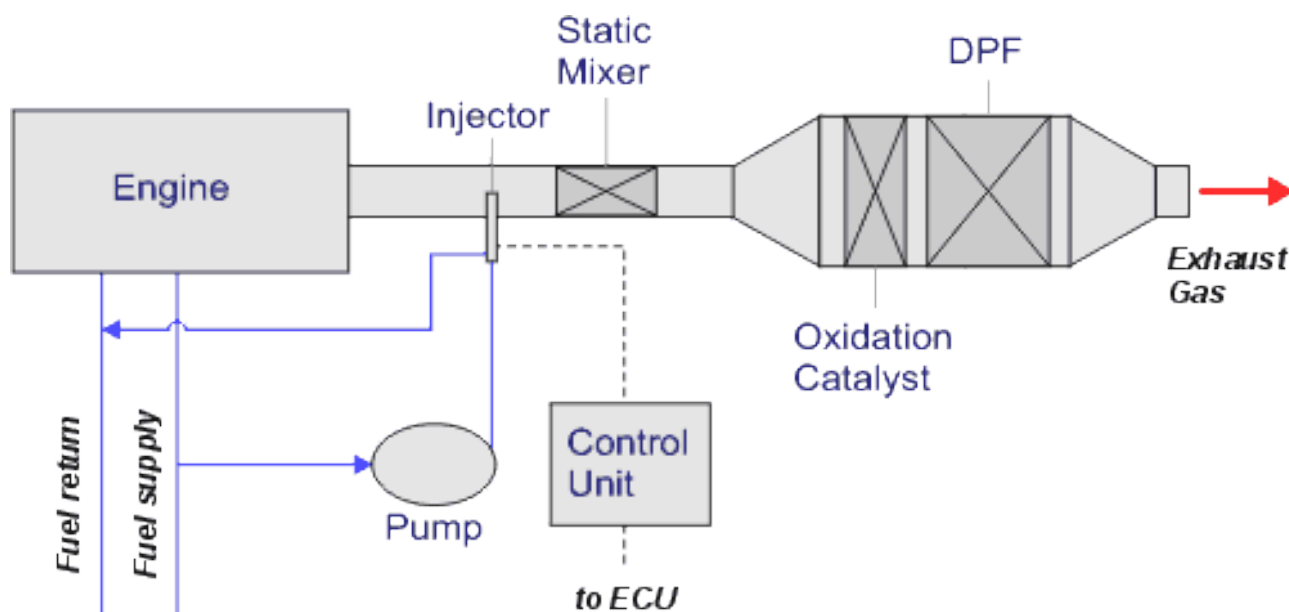
Παρακάτω βλέπουμε την αποδοτικότητα του φίλτρου σε σχέση με συμβατικές μεθόδους επαξεργασίας των αερίων.



Ενώ παρακάτω βλέπουμε την απόδοση του φίλτρου σε σχέση με τη θερμοκρασία.

Temperature (oC)	200	240	300
<i>Filter Element – 20mm wall thickness</i>			
Face velocity (cm/s)	2.30	2.50	2.80
Dioxin removal (%)	99.9	³ 99.9	³ 99.9
NOx removal (%) at NH3:NOx = 0.8	79.5	80	80

Το σύστημα επεξεργασίας των ατσαερίων με καταλυτική διήθηση είναι πολύ πιο απλο και μικρότερο σε μήκος και διεργασίες από το αντίστοιχο της SYSAV που είδαμε πριν. Ένα τυπικό σύστημα παρατίθεται παρακάτω.



Από όλα τα παραπάνω στοιχεία μπορούμε να εξάγουμε κάποια στοιχεία και συμπεράσματα.

Η προχωρημένη τεχνολογία της καταλυτικής διήθησης σε κεραμικό φίλτρο, κατατάσσεται στις πλέον βέλτιστες τεχνικές ελέγχου αέριας ρύπανσης στην αγορά τεχνολογιών αέριας ρύπανσης. Τα πλεονεκτήματά της είναι:

- υψηλή απόδοση ελέγχου φάσματος αερίων εκπομπών. Επιτυγχάνει εκπομπές μικρότερες από $2\text{mg}/\text{m}^3$. Προσομοιώνεται ως τετραπλός αντιδραστήρας ελέγχου αερίων εκπομπών, απομακρύνοντας ταυτόχρονα σωματιδιακό φορτίο (και βαρέα μέταλλα), πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC), NO_x , διοξίνες και Hg
- Παρουσιάζει θερμοκρασιακή αντοχή μέχρι 900°C .
- Εκλεκτική καταλυτική αναγωγή των NO_x με προσθήκη NH_3 σε N_2 .

Ο καταλύτης επιτυγχάνει καταστροφή αέριων ρύπων ακόμα και σε θερμοκρασίες $200\text{-}400$ βαθμών, περιορίζοντας έτσι τις ενεργειακές ανάγκες της μονάδας καύσης.

Η απόδοση καταστροφής των αερίων ρύπων του κεραμικού φίλτρου, εξαρτάται από την πυκνότητα ροής διαμέσου του φίλτρου και την εφαρμόζουσα θερμοκρασία. Η ιδανική θερμοκρασία λειτουργίας του είναι 300°C με απομακρύνσεις 99,95% σε VOC και διοξίνες και 90-95% σε NO_x με προσθήκη κατ'αντιροή NH_3 .

Η διάρκεια ζωής του φίλτρου είναι κατ'ελάχιστο 5 χρόνια για θερμοκρασία λειτουργίας κάτω από 300 βαθμούς. Τα SO_x Δύναται να περιορίσουν τη διάρκεια ζωής του φίλτρου, όμως το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με προσθήκη ασβεστίου ή ανθρακικού νατρίου ανάντη της μονάδας καταλυτικής διήθησης.

9.ΔΙΑΤΑΞΗ SUPER PRO DESIGNER

Εισαγωγή

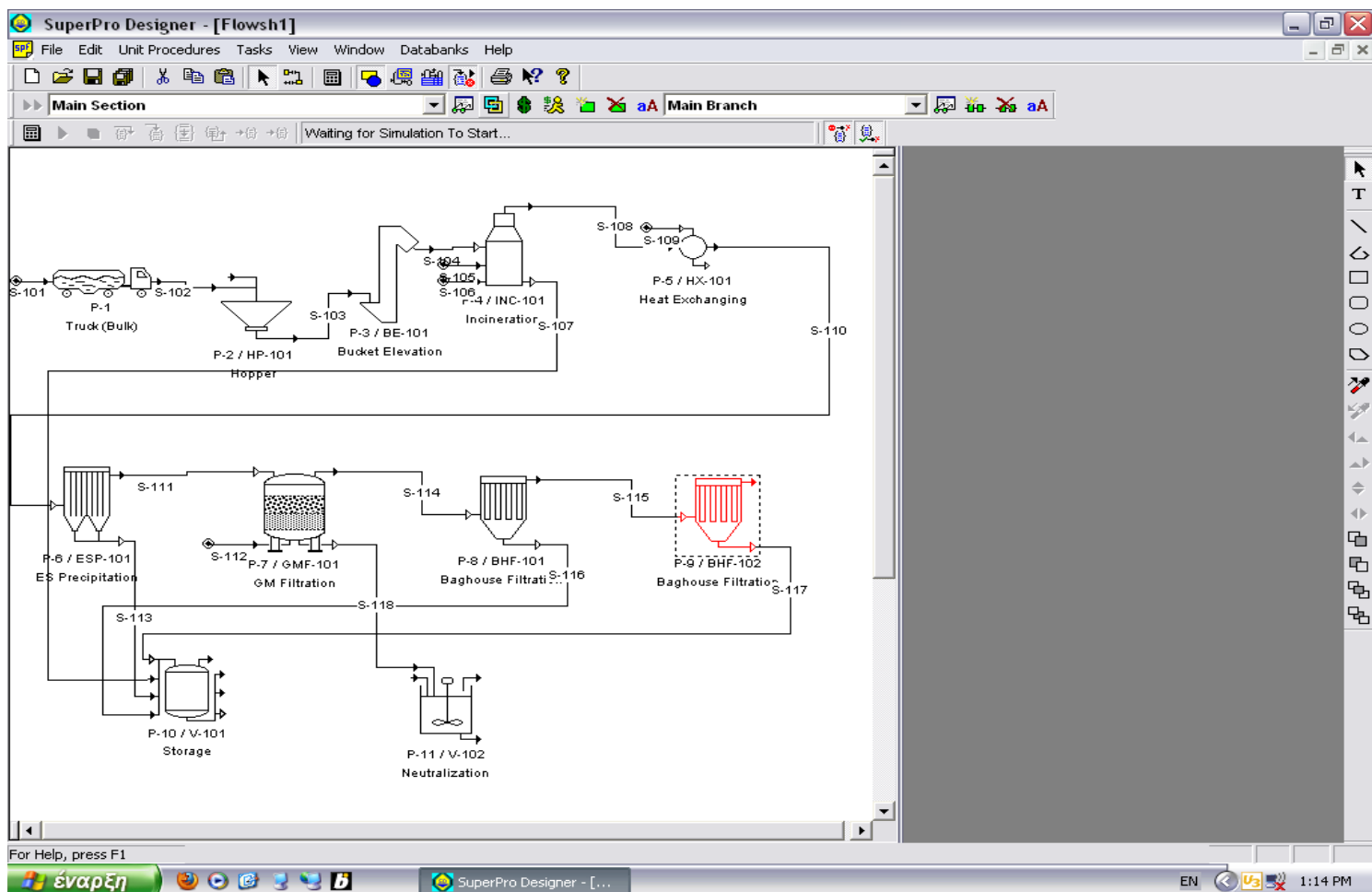
Με απώτερω σκοπό την εξαγωγή σωστότερων συμπερασμάτων χρησιμοποιήσαμε το πρόγραμμα Super pro Designer 5.0.

Στο πρόγραμμα αυτό κάναμε μία όσο το δυνατό ρεαλιστικότερη απεικόνιση τόσο των διαφόρων διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα στο εργοστάσιο καύσης που μελετάμε όσο και των αριθμητικών μεγεθών που σχετίζονται με τη σύσταση των απορριμμάτων και τη ποσότητα που διατίθεται προς καύση. Τα δεδομένα αυτά τα έχουμε παρουσιάσει σε προηγούμενο κεφάλαιο και το γεγονός ότι έχουν εξαχθεί σε συνεργασία με τη ΔΕ.ΔΙ.ΣΑ που έχει αναλάβει τη διαχείριση των απορριμμάτων στα Χανιά μας κάνει να πιστεύουμε ότι τελικά παίρνουμε ένα αρκετά ρεαλιστικό αποτέλεσμα.

Το SuperPro Designer διευκολύνει την μοντελοποίηση, την αξιολόγηση και την βελτιστοποίηση των ολοκληρωμένων διαδικασιών σε ένα ευρύ φάσμα βιομηχανιών (φαρμακευτική, βιοτεχνολογία, Εξειδικευμένα Χημικά, Τρόφιμα, καταναλωτικά αγαθά, Υδατική Επεξεργασία, Μικροηλεκτρονικής, τον καθαρισμό του ύδατος, Επεξεργασίας Λυμάτων, την ατμοσφαιρική ρύπανση έλεγχος, κ.λπ.). Ο συνδυασμός της παραγωγής και των περιβαλλοντικών προτύπων λειτουργίας στο ίδιο πακέτο δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να ταυτόχρονα το σχεδιασμό και την κατασκευή και την αξιολόγηση στο τέλος της παραγωγικής διαδικασίας των διαδικασιών επεξεργασίας και πρακτικές ελαχιστοποίησης των αποβλήτων μέσω της πρόληψης της ρύπανσης, καθώς και έλεγχο της ρύπανσης.

Το SuperPro Designer είναι ένα πολύτιμο εργαλείο για τους μηχανικούς και επιστήμονες για την εξέλιξη της διαδικασίας, τη διαδικασία, και οι κατασκευές. Είναι επίσης ένα πολύτιμο εργαλείο για τους επαγγελματίες που ασχολούνται με περιβαλλοντικά θέματα (π.χ., επεξεργασία λυμάτων, έλεγχος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, η ελαχιστοποίηση των αποβλήτων, την πρόληψη της ρύπανσης). Το SuperPro παρέχει σε ένα ενιαίο μοντέλο την κατασκευή και τη παραγωγική διαδικασία επεξεργασίας, κάνει την οικονομική αξιολόγηση καθώς και την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Φτιάξαμε μια διάταξη που να προσομοιώνει όσο το δυνατόν το σύστημα επεξεργασίας της SYSAV ,χρησιμοποιώντας όμως δεδομένα της πειοχής των Χανίων.



ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΑΥΣΗΣ

-Αρχικά έχουμε τη μεταφορά των απορριμμάτων με φορτηγά στο σημείο του εργοστασίου.

-Η εναπόθεση των απορριμμάτων γίνεται σε μια ειδική δεξαμενή (Hopper) που είναι φτιαγμένη έτσι για να φεύγουν τα στραγγίσματα.

-Ενας γερανός-ανελκυστήρας παίρνει μία ποσότητα ΑΣΑ και τη μεταφέρει στο καυστήρα.

-Κατόπιν ακολουθεί η διεργασία της αποτέφρωσης,στη οποία εμπεριέχεται και η ανάκτηση ενέργειας

-Ο εξερχόμενος θερμός ατμός περνάει από ένα εναλλάκτη θερμότητας (Heat exchanger) για δύο λόγους

α)για να μειωθεί η θερμοκρασία των απαερίων ώστε να ακολουθήσει η διαδικασία της επεξεργασίας

β)για να ζεσταθούν έτσι σωληνές νερού που θα κάνουν τηλεθέρμανση

-Το εξερχόμενο ρεύμα από τον εναλλάκτη είναι αυτό που θα οδηγηθεί για επεξεργασία .

-Αρχικά κάνουμε χρήση ηλεκτροστατικού φίλτρου για απομάκρυνση στερεών σωματιδίων, κυρίως της υπτάμενη τέφρας.

-μια υγρή πλυντηρίδα για απομάκρυνση SO₂ με εισαγωγή CaCO₃

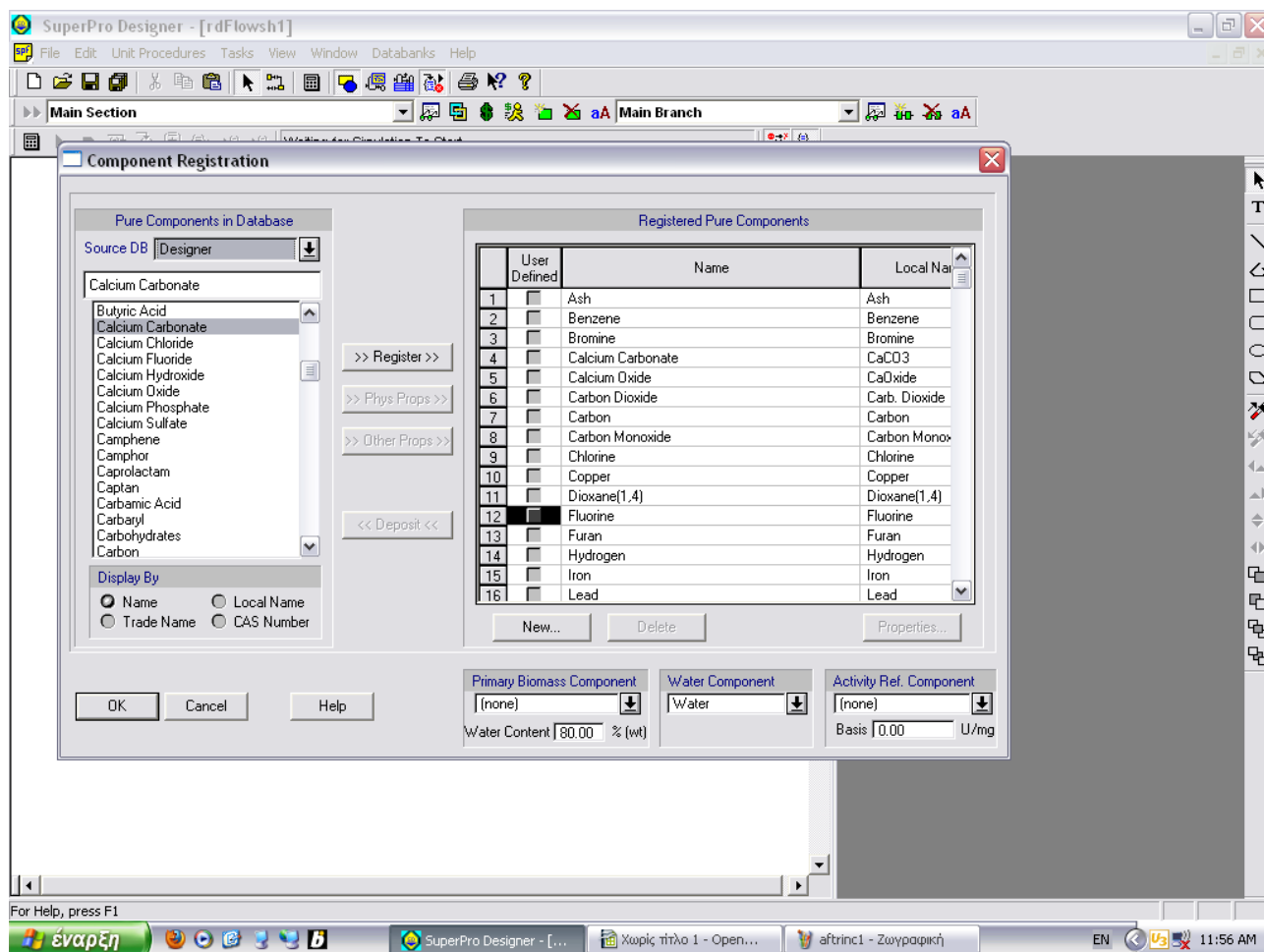
-Στη συνέχεια η κανονική διάταξη έχει ηλεκτρικά φίλτρα Venturi, επειδή δεν έχουμε στο Super Pro χρησιμοποιήσαμε δύο σακόφιλτρα (baghouse filters) σε σειρά για να απομακρύνουμε αρχικά τις διοξίνες, τα φουράνια και το διοξείδιο του άνθρακα και κατόπιν την εναπομείνουσα τέφρα και το NO₂.

-Τα στερεά που κατακρατώνται οδηγούνται σε ένα σιλό για αποθήκευση

-Το νερό που απομακρύνεται από την πλυντηρίδα περνάει επεξεργασία (Neutralization) και κατόπιν καταλήγει στη θάλασσα.

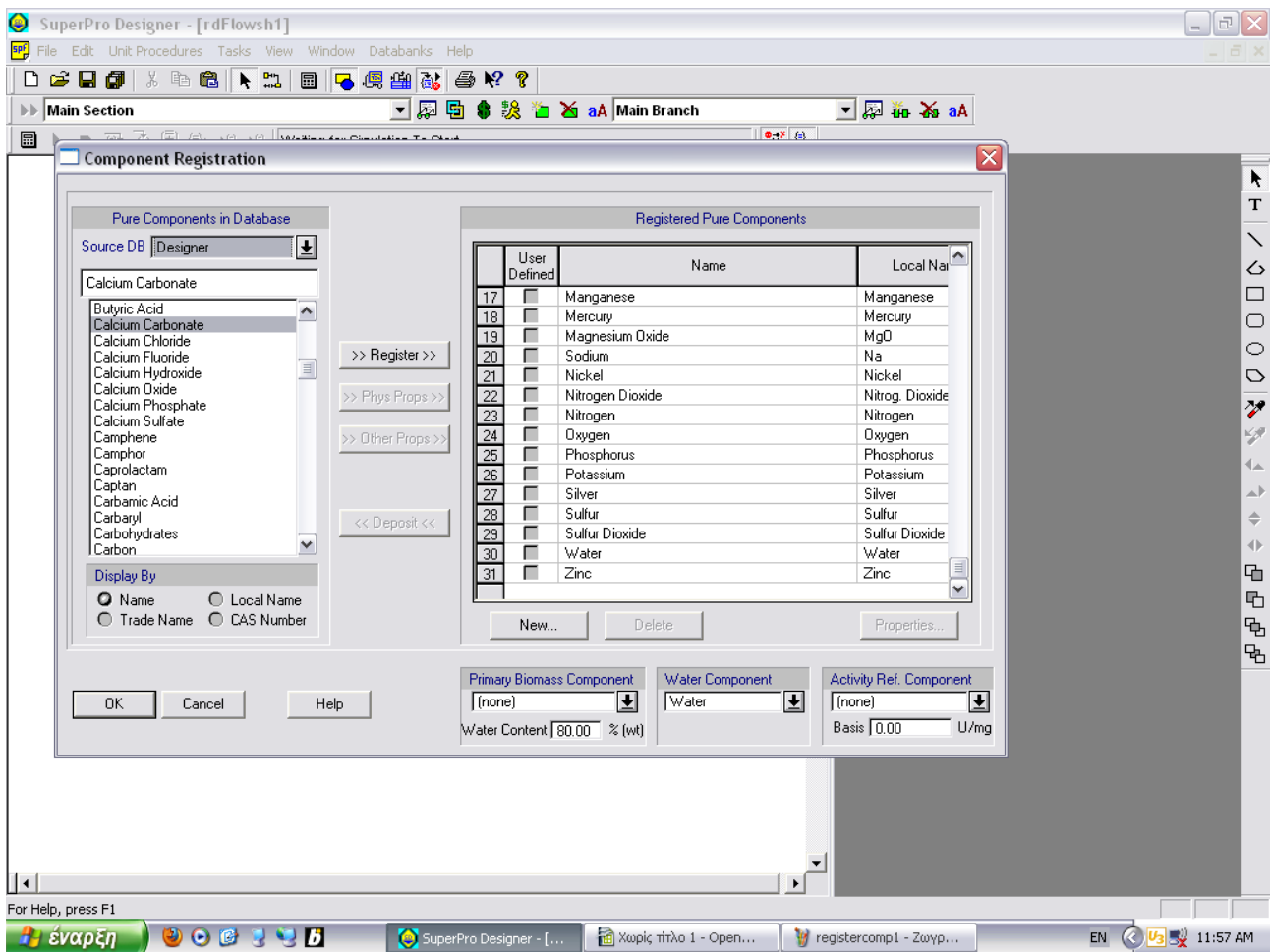
Εισαγωγή παραμέτρων

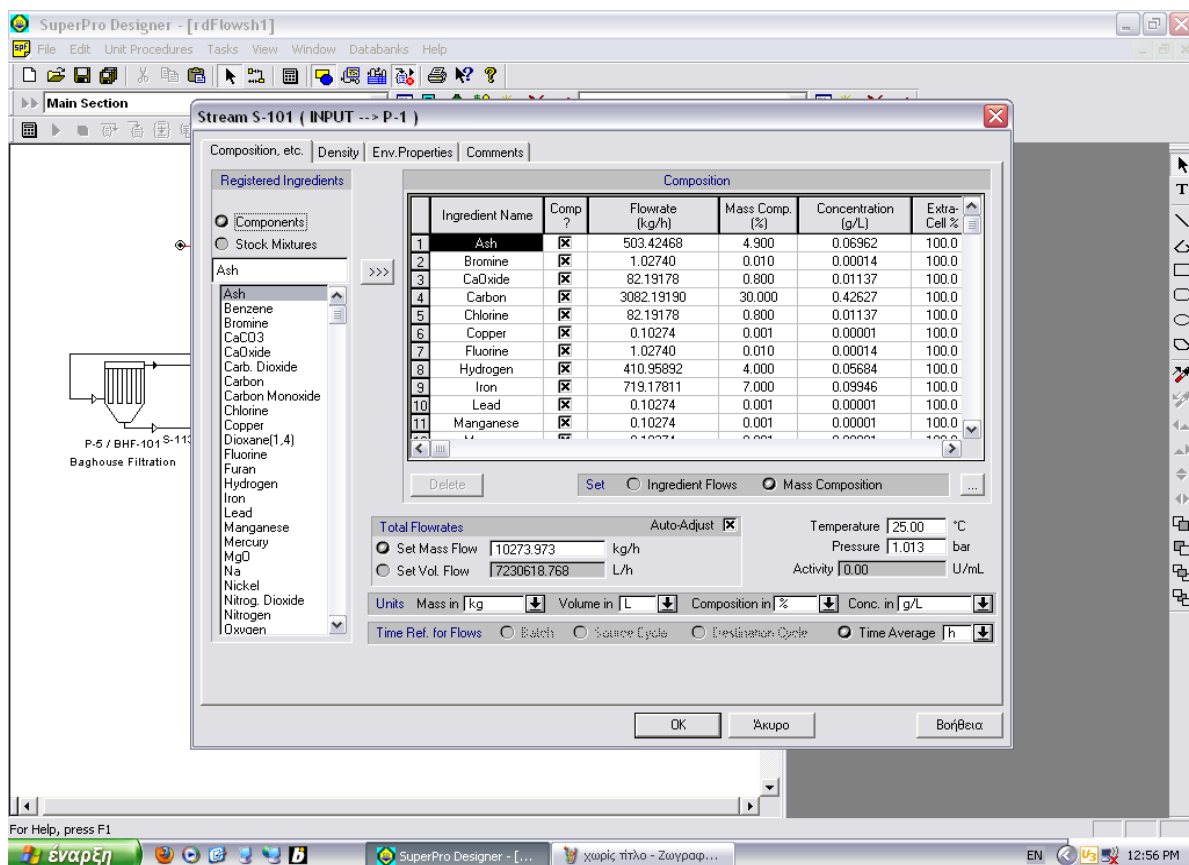
Αρχικά στο πρόγραμμα εισάγαμε όλα τα στοιχεία και τα συστατικά που θα συμμετείχαν στη διαδικασία.



Εκτός από τα αναμενόμενα στοιχεία, έχουμε δηλώσει και τη βενζίνη, αφού χρησιμεύει ως καύσιμο στον αποτεφρωτή.

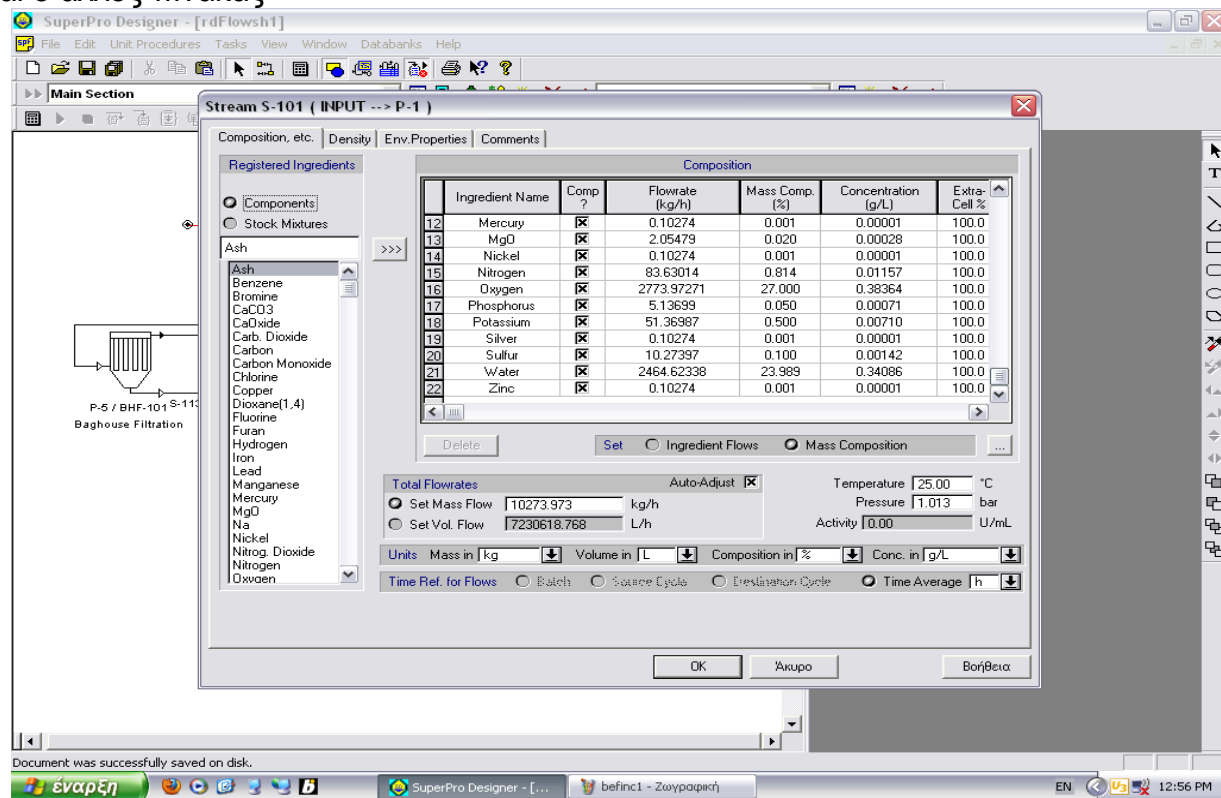
Και ο δεύτερος πίνακας





Κατόπιν προσθέσαμε στο ρεύμα που οδηγείται προς αποτέφρωση τα συστατικά από τα οποία αποτελούνται τα αστικά απορρίμματα.

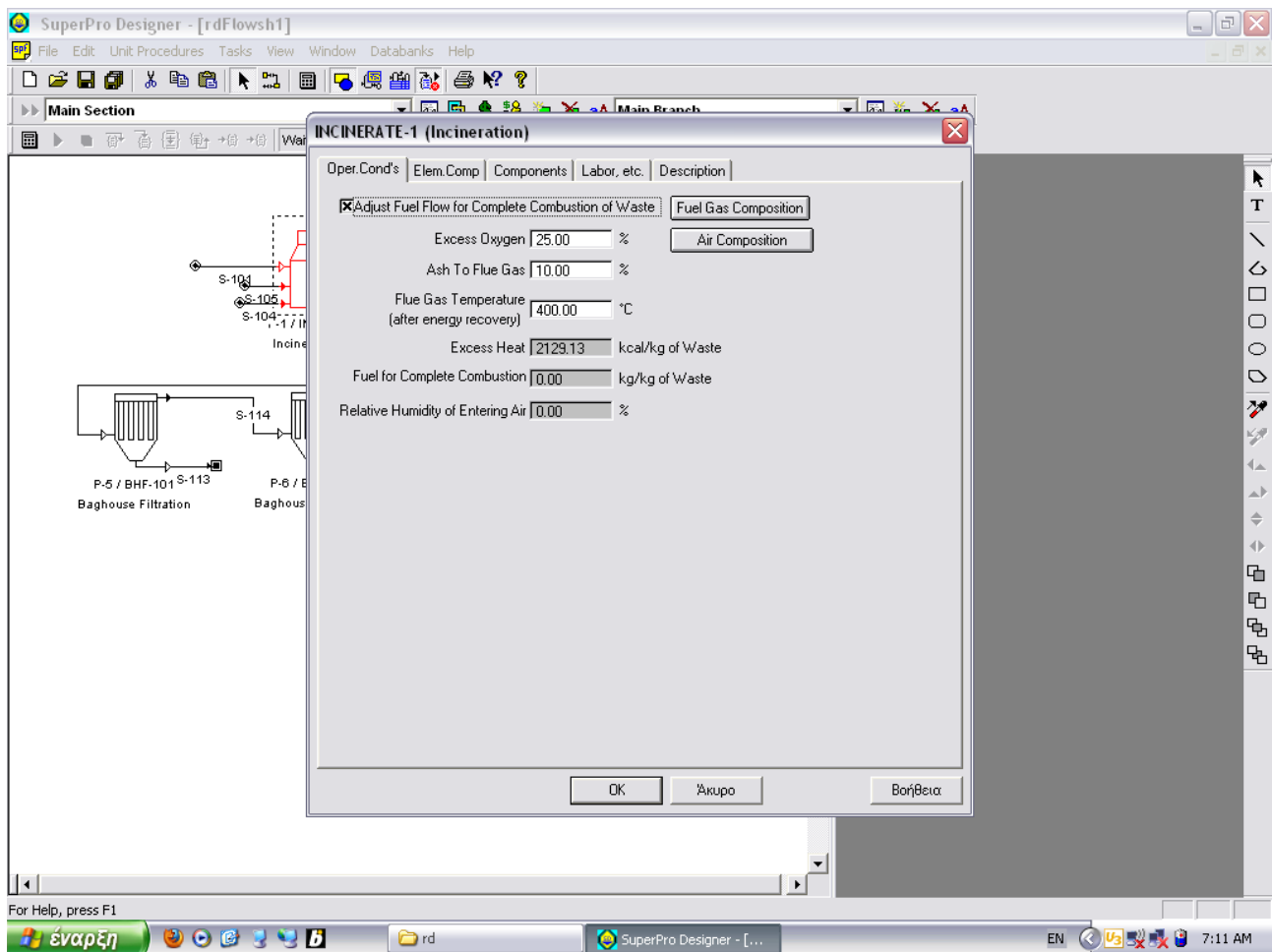
Και ο άλλος πίνακας



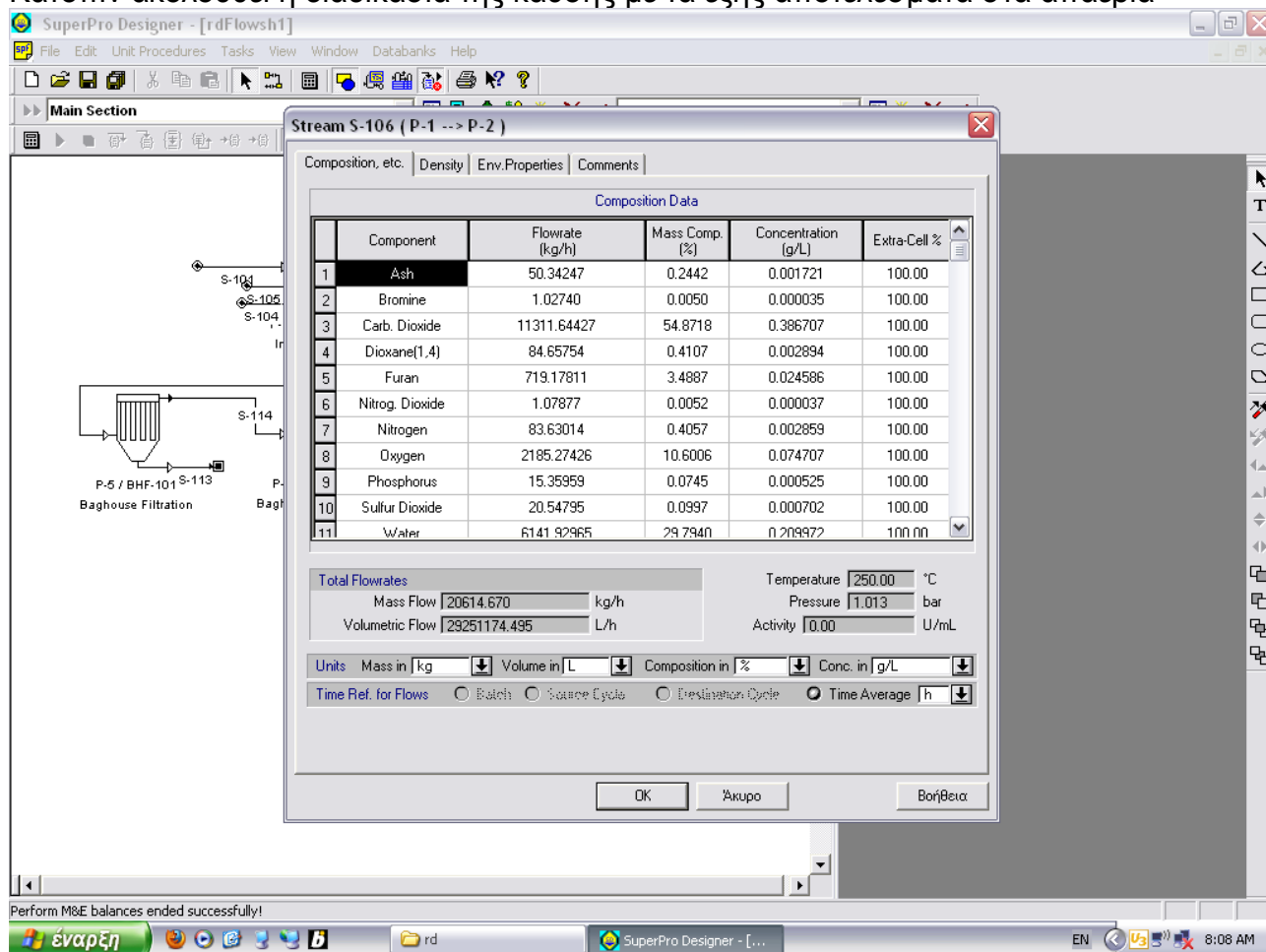
Να τονίσουμε ότι η συμπλήρωση της αναλογίας των συστατικών έγινε σύμφωνα με τα στοιχεία που παραθέσαμε στο κεφάλαιο για τη συσταση των απορριμμάτων καθώς και με την αρωγή πινάκων από το βιβλίο 'Thermal methods of municipal waste treatment' όπως αυτός που παρουσιάζουμε παρακάτω.

Element	Range	Major sources or typical consumption for a healthy diet	Abundance in crustal rocks
Oxygen	20–40%	Water, oxides, protein, cellulose	37.0%
Carbon	18–31%	Paper, plastic, food	–
Hydrogen	2.5–8%	Water, plastics and organics	–
Silicon	1.5–4.5%	Earth	27.0%
Iron	0.3–7.3%	Cans	5.8%
Sodium	0.2–1.2%	Salt	2.3%
Aluminium	0.8–1.5%	Cans	8.0%
Calcium	0.7–1.3%	Bones and organics	5.1%
Nitrogen	0.3–0.8%	Organic material	–
Sulphur	0.04–0.12%	Organic material	0.03%
Chlorine	0.21–0.97%	Salt and PVC	0.02%
Bromine	0.01%	–	4 ppm
Phosphorus	0.03–0.05%	Bones and organics	0.1%
Fluorine	0.01%	–	0.05%
Magnesium	0.17–0.28%	Mineral supplement (300 mg)	2.8%
Potassium	0.22–0.42%	Mineral supplement (40 mg)	1.7%
Manganese	372–572 ppm	Mineral supplement (2.5 mg)	1000 ppm
Zinc	140–320 ppm	Mineral supplement (15 mg)	82 ppm
Lead	33–247 ppm	–	10 ppm
Copper	40–100 ppm	Mineral supplement (2 mg)	58 ppm
Chromium	24–62 ppm	Mineral supplement (25 µg)	96 ppm
Nickel	17–105 ppm	Mineral supplement (5 µg)	72 ppm
Arsenic	1.8–10 ppm	Micro-mineral	2 ppm
Molybdenum	1.9–2.8 ppm	Mineral supplement (25 µg)	1.2 ppm
Antimony	0.6–3.7 ppm	–	0.2 ppm
Silver	0.3–4.6 ppm	–	0.08 ppm
Cadmium	0.4–1.9 ppm	–	0.18 ppm
Mercury	0.02–0.12 ppm	–	0.02 ppm

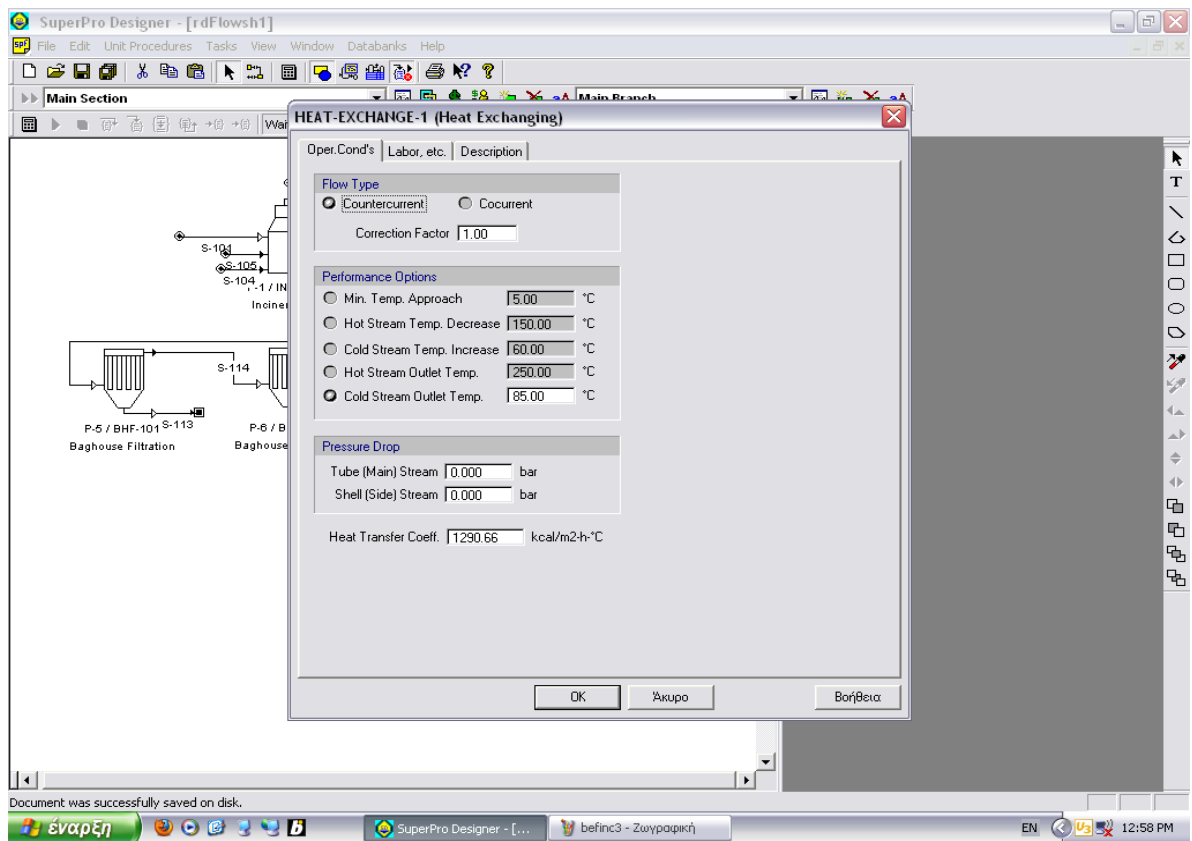
Έχουμε ρυθμίση να πάρουμε απαέρια 400 βαθμων καθώς και να υπάρχει 10% ιπτάμενη τέφρα δηλαδή νούμερα πολύ κοντά στη πραγματικότητα.



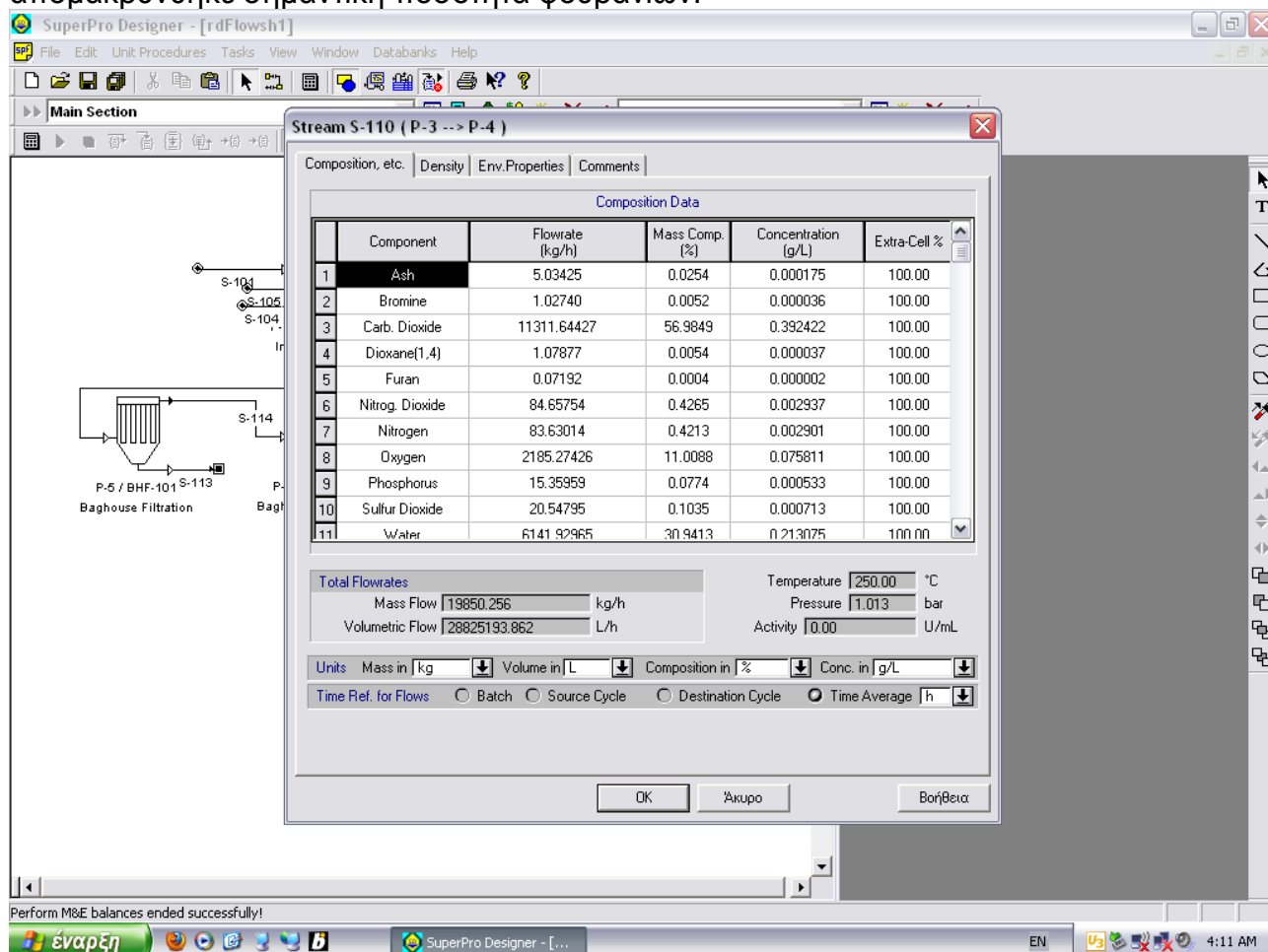
Κατόπιν ακολουθεί η διαδικασία της καύσης με τα εξής αποτελέσματα στα απαέρια



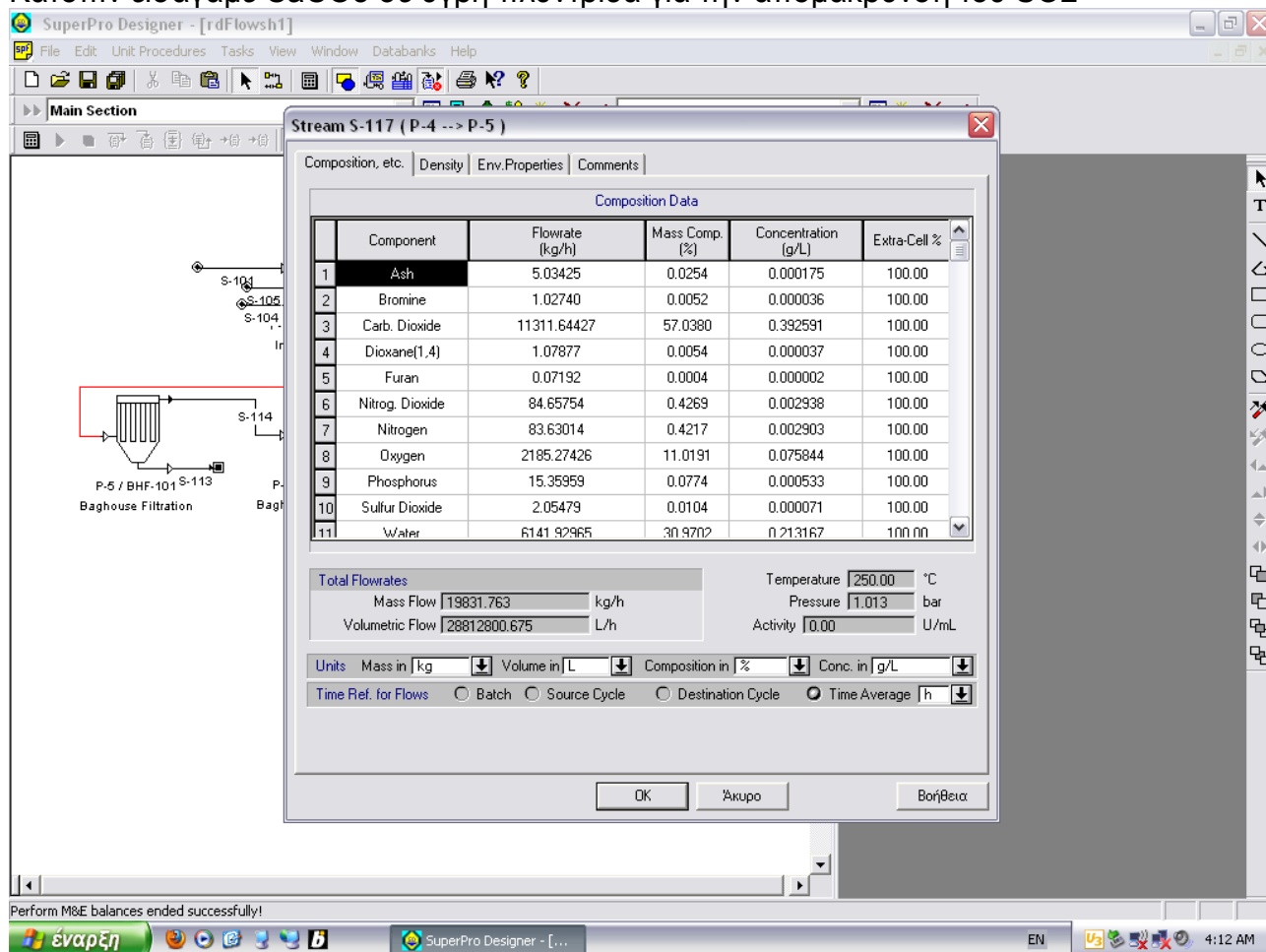
Το θερμό ρεύμα αέρα περνάει από εναλλάκτη θερμότητας. Από τους 400 βαθμούς , η θερμοκρασίαν των απαερίων πέφτει στους 250. Ακολουθεί ο πίνακας με τους παραμέτρους που ορίσαμε για τον εναλλάκτη θερμότητας.



Με τη χρήση ηλεκτροστατικού φίλτρου γίνεται αφαίρεση της τέφρας και γενικά των αιωρούμενων σωματιδίων. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί. Στον πίνακα φαίνεται επίσης και η θερμοκρασία των αερίων που έχει κατέβει στους 250 βαθμούς λόγω του εναλλάκτη. Σε αυτή τη διεργασία όπως βλέπουμε στον πίνακα απομακρύνθηκε σημαντική ποσότητα φουρανίων.



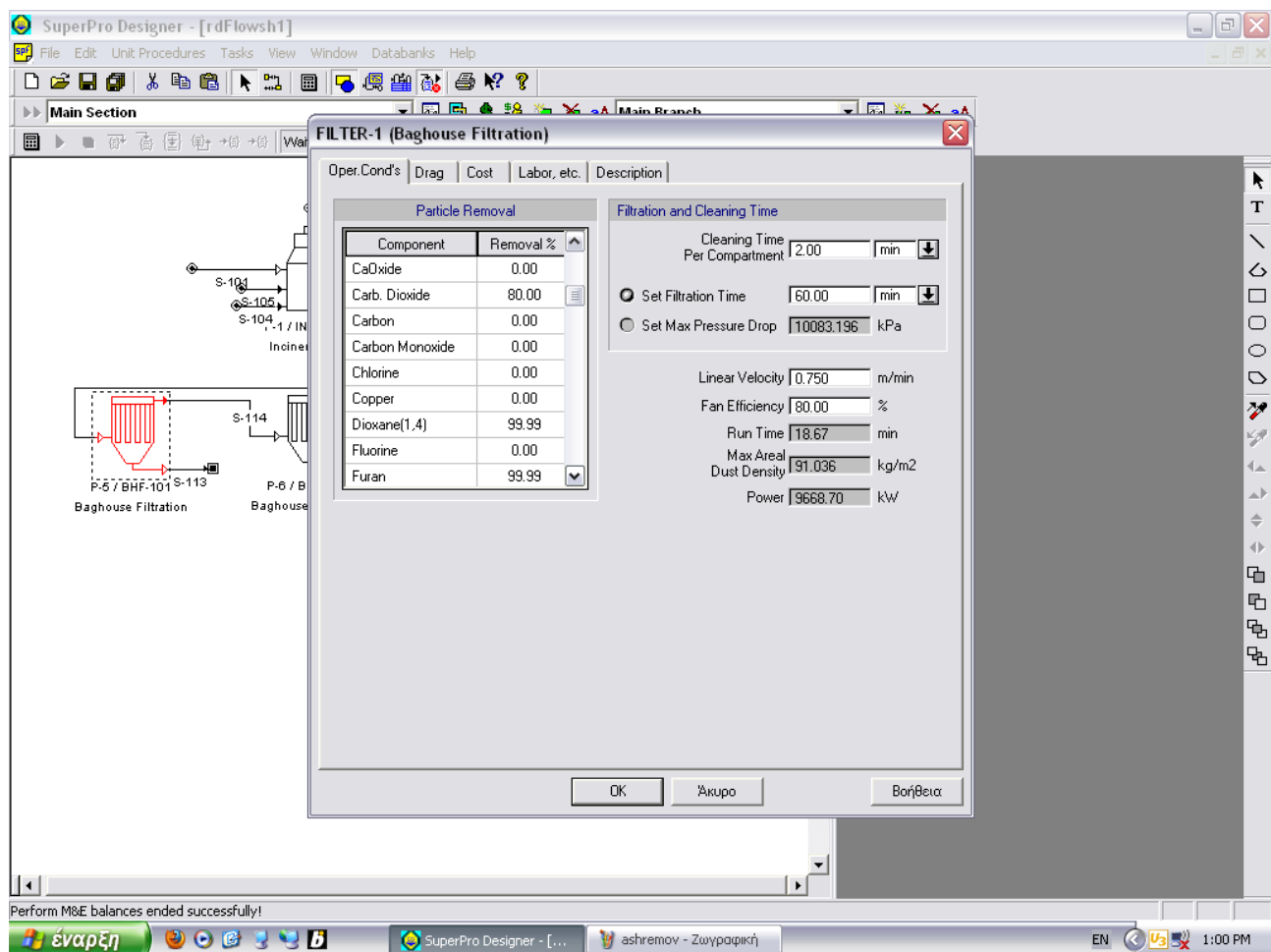
Κατόπιν εισάγαμε CaCO₃ σε υγρή πλυντρίδα για την απομάκρυνση του SO₂



Όπως φαίνεται και στο σχήμα ,με όλη τη διάταξη τα νερά που χρησιμοποιήθηκαν για να 'ξεπλύνουν' το SO₂ κατευθύνονται σε ειδική δεξαμενή για επεξεργασία (ουδετεροποίηση) πριν την εναπόθεσή τους στη θάλασσα.

Τέλος ακολουθούν δύο σακόφιλτρα. Στο πρώτο αφαιρούνται οι διοξίνες και το διοξείδιο του άνθρακα και στο δεύτερο η εναπομείνουσα τέφρα και το NO₂.

Τα αποτελέσματα φαίνονται στους παρακάτω πίνακες.



SuperPro Designer - [rdFlowsh1]

File Edit Unit Procedures Tasks View Window Databanks Help

Main Section Main Branch

FILTER-1 (Baghouse Filtration)

Oper. Cond's Drag Cost Labor, etc. Description

Particle Removal

Component	Removal %
CaOxide	0.00
Carb. Dioxide	80.00
Carbon	0.00
Carbon Monoxide	0.00
Chlorine	0.00
Copper	0.00
Dioxane(1,4)	99.99
Fluorine	0.00
Furan	99.99

Filtration and Cleaning Time

Cleaning Time Per Compartment 2.00 min

☒ Set Filtration Time 60.00 min

☐ Set Max Pressure Drop 10083.196 kPa

Linear Velocity 0.750 m/min

Fan Efficiency 80.00 %

Run Time 18.67 min

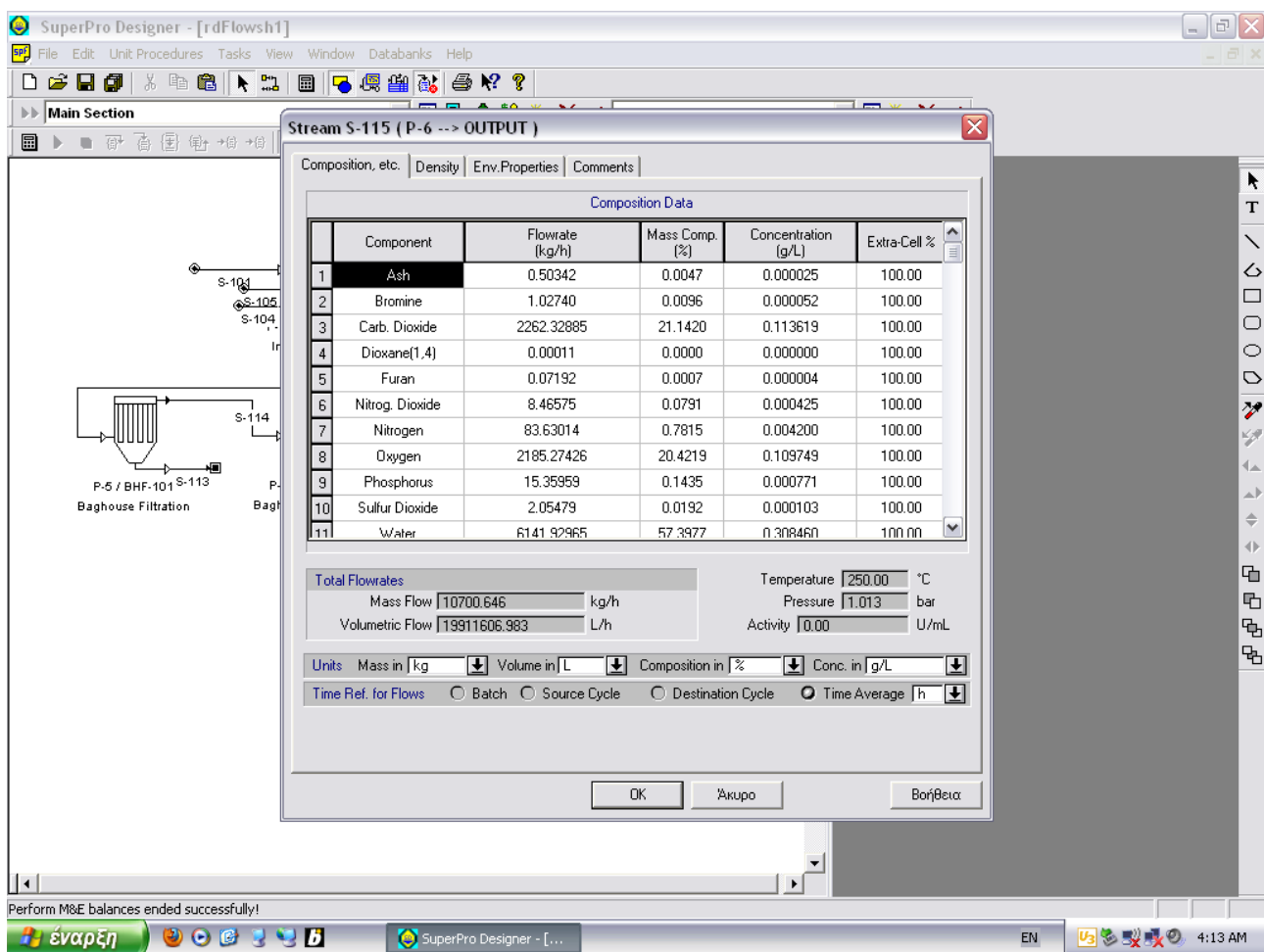
Max Areal Dust Density 91.036 kg/m²

Power 9668.70 kW

OK Άκυρο Βοήθεια

Perform M&E balances ended successfully!

έναρξη SuperPro Designer - [...] ashremov - Ζωγραφική EN 1:00 PM



9.1 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ Super Pro

EXECUTIVE SUMMARY (2010 prices)

TOTAL CAPITAL INVESTMENT	30320500	\$
CAPITAL INV. CHARGED TO THIS PROJECT	303205000	\$
OPERATING COST	76235900	\$/year
PROCESSING RATE	48644083	kg/year of steam (in S-106)
UNIT PROCESSING COST	15.67	\$/kg of steam (in S-106)
TOTAL REVENUES	3450000	\$/year
GROSS MARGIN	11.00	%
RETURN ON INVESTMENT	14.34	%
PAYBACK TIME	15.00	years
IRR AFTER TAXES	OUT OF SEARCH INTERVAL [0, 1000%]	
NPV (at 7.0 % interest)	0	\$

MAJOR EQUIPMENT SPECIFICATION AND FOB COST (2010 prices)

Quantity/ Stand-by	Description	Unit Cost (\$)	Cost (\$)
1/0 INC-101	Incinerator Rated Throughput = 10273.97 kg/h	9976000	9976000
1/0 HX-101	Heat Exchanger Area = 0.00 m ²	1000	1000
1/0 ESP-101	Electrostatic Precipitator Collection Area = 52.05 m ²	305000	305000
2/0 GMF-101	Granular Media Filter Total Volume = 2.59 m ³	774000	1548000
1/0 BHF-101	Baghouse Filter Total Cloth Area = 640.28 m ²	114000	114000
1/0 BHF-102	Baghouse Filter Total Cloth Area = 444.08 m ²	86000	86000
	Cost of Unlisted Equipment		8008000
TOTAL EQUIPMENT PURCHASE COST			20003800

FIXED CAPITAL ESTIMATE SUMMARY (2010 prices)

A. TOTAL PLANT DIRECT COST (TPDC) (physical cost)

1. Equipment Purchase Cost	\$	20038000
2. Installation		7793000
3. Process Piping		14013000
4. Instrumentation		1601500
5. Insulation		1201000
6. Electricals		4004000
7. Buildings		18017000
8. Yard Improvement		6006000

TPDC = **54102000**

B. TOTAL PLANT INDIRECT COST (TPIC)

10. Engineering	3077500
11. Construction	4308600

TPIC = 7386100

C. TOTAL PLANT COST (TPDC+TPIC) TPC = 62963000

LABOR REQUIREMENT AND COST SUMMARY

Section Name	Labor Hours Per Year	Labor Cost \$/year	%
Main Section	40392	2787000	100.00
TOTAL	40392	2787000	100.00

RAW MATERIALS COST SUMMARY

Raw Material	Unit Cost (\$/kg)	Annual Amount (kg)	Cost (\$/yr)	%

THE COST OF ALL RAW MATERIALS IS ZERO.
PLEASE CHECK THE MATERIAL BALANCES AND
THE PURCHASING COST OF RAW MATERIALS.

TOTAL 0.00 0 100.00

Βλέπουμε ότι χρησιμοποιώντας συμβατικές μεθόδους το κόστος που απαιτείται είναι πολλαπλάσιο από ότι χρησιμοποιώντας πιο σύγχρονες μεθόδους.Και σε αυτή τη περίπτωση φαίνεται ότι το κόστος του συστήματος επεξεργασίας των απαερίων είναι μεγαλύτερο από το κόστος του αποτεφρωτή.

Τιμή αποτεφρωτή : 9εκ Ευρώ
Συνολικό κόστος συστήματος: 20 εκ Ευρώ

Κατόπιν γίνεται συνάθροιση και άλλων παραγόντων για να υπολογίσουν το συνολικό κόστος του εγχειρήματος στα 54 εκ Ευρώ.

10.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Τα Χανιά αποτελούν μίας πρώτης τάξεως ευκαιρία για να δούμε στην πράξη -στην Ελλάδα- μια ολοκληρωμένη διαχείριση αστικών απορριμμάτων.
- Η καύση ,όχι μόνο δεν λειτουργεί ανταγωνιστικά με τις άλλες μεθόδους επεξεργασίας ΑΣΑ ,αλλά υπό προϋποθέσεις μπορεί να οφηληθεί σημαντικά.Μέσω της ανακύκλωσης και της κομποστοποίησης ,μπορεί να καταλήγει για καύση ένα κλάσμα απορριμμάτων με καλύτερη ενεργειακή απόδοση
- Οι σύγχρονη αποτεφρωτές λειτουργούν σε τέτοιες συνθήκες που αφενώς εμποδίζουν τη δημιουργία κάποιων τοξικών ουσιών όπως τα φουράνια και αφετέρου κάνουν τη ανάκτηση της ενέργειας απο την καύση ένα πολύ ενδιαφέρον σενάριο.
- Πλέον οι μέθοδοι επεξεργασίας των απαερίων μπορεί να είναι πολύ πιο αποτελεσματικοί και οικονομικοί από ότι στο παρελθόν.Όλοι οι μετρούμενοι ρύποι σε αυτά τα εργοστάσια είναι εντός των επιτρεπτών ορίων.
- Ένα εργοστάσιο καύσης απορριμμάτων στα Χανιά θα μπορούσε να παράγει 7,19 MW/h με τη μορφή ηλεκτρισμού και 21,26 MW/h θερμότητας.Έτσι θα μπορούσε να ηλεκτοδοτεί τους γειτονικούς του Δήμους ,ενώ μέσω συστήματος τηλεθέρμανσης-τηλεψύξης μπορούν να εξυπηρετούνται είτε πάλι αυτοί οι Δήμοι ή να καλυφτεί η ανάγκη όλων των δημοσίων κτηρίων του Δήμου Χανίων για θέρμανση το Χειμώνα και ψύξη το καλοκαίρι.
- Η μέθοδος της επιλεκτικής καταλυτικής διήθησης είναι αφένος αποτελεσματικός ,όπως όλες οι αντίστοιχες σύγχρονες μέθοδοι επεξεργασίας απαερίων και αφετέρου είναι πολύ οικονομικό τόσο για τα πάγια έξοδα αγοράς όσο και για τα έξοδα λειτουργίας.
- Η μέθοδος SYSAV είναι εξίσου αποτελεσματική, όμως το πλήθος των διεργασιων σε συνδυασμό με την ανάγκη για περαιτέρω επεξεργασία του νερού έκπλυσης, την κάνει κάπως πιο απαιτητική , με πολλές πιθανότητες να υπάρχουν δυσλειτουργίες ,όπως έτυχε μερικές φορές -λίγες πάντως- και στο πρότυπο εργοστάσιο λειτουργίας.
- Ο σχετικά λίγος πλυθησμός του νομού αποτελεί ένα μειονέκτημα ,για την κατασκευή του εργοστασίου αφού και αυτό θα αποτελούσε μορφή επιχείρησης που η ποσότητα της παραγωγής θα μείωνε το κόστος ανά μονάδα.
- Αντίθετα, η εύρεση χώρου για Χ.Υ.Τ.Α. που να είναι βιώσιμη λύση οικονομικά γίνεται ολοένα και πιο δύσκολη.Η κατασκευή ενός εργοστασίου καύσης θα έλυνε το πρόβλημα.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

- Λόγω της σχετικά μικρής ποσότητας απορριμμάτων που παραγονται στα Χανιά,θα μπορούσε να μελετηθεί η περίπτωση καύσης μαζί με τα ΑΣΑ και κάποιας ποσότητας λυματολάσπης από το βιολογικό καθαρισμό,των πλαστικών των θερμοκηπίων όταν αυτά είναι για αντικατάσταση καθώς και κάποια ποσότητα από τα κλαδιά των ελαιόδεντρων.
- Θα αύξανε την θερμογόνο δύναμη ,εάν πήγαινε προς καύση ένα ποσοστό από τα κλάσματα του χαρτιού και του πλαστικού.Η ΕΕ και η ΕΡΑ θεωρούν την ανακύκλωση αυτών των υλικών ,ενεργειακά πιο αποδοτικές αλλά αφενός το ανακυκλωμένο πλαστικό είναι χαμηλής ποιότητας ,το δε ανακυκλωμένο χαρτί είναι αρκετά ευάλωτο στα μικρόβια και μπορεί να καταστραφεί εύκολα.Άλλωστε και τα δύο δεν είναι ανταγωνιστικά προϊόντα στην αγορά.
- Αντίθετα η τέφρα έχει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά να σταθεί στη αγορά σαν υλικό

- στις κατασκευές (οδοποιεία ,τσιμεντοβιομηχανία κ.α.) αλλά δεν 'προστατεύεται' εξίσου απ'τη νομοθεσία ,όπως τα ανακυκλωμένα προϊόντα.Η εμπορική εκμετάλλευση της τέφρας θα μπορούσε να έχει τεράστια οικονομικά οφέλη.
- Θεωρούμε ότι είναι αδύνατο να είναι βιώσιμη επιχείρηση ένα εργοστάσιο καύσης,αν δεν αξιοποιεί τον θερμό ατμό για συστημα τηλεθέρμανσης-τηλεψύξης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Προστασία του περιβάλλοντος από τις βιομηχανικές δραστηριότητες – Πρόληψη βιομηχανικών ατυχημάτων μεγάλης έκτασης – Διαχείριση στερεών αποβλήτων – Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε)
2. Τριήμερη Συνάντηση για τη Διαχείριση των Απορριμμάτων στην Ελλάδα – Ενιαίος Σύνδεσμος Δήμων & Κοινοτήτων Ν. Αττικής – Αθήνα, Οκτώβριος 1984
3. 4ο Διεθνές Συνέδριο Περιβαλλοντικής Επιστήμης & Τεχνολογίας - Μόλυβος Λέσβου – Σεπτέμβριος 1995
4. 6ο Διεθνές Συνέδριο Περιβαλλοντικής Επιστήμης & Τεχνολογίας - Πυθαγόρειο Σάμου 30/8-2/9/99
5. 7ο Διεθνές Συνέδριο Περιβαλλοντικής Επιστήμης & Τεχνολογίας - Ερμούπολη Σύρου – Σεπτέμβριος 2001
6. Δυνατότητες και προοπτικές για την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα – Θέματα Προγραμματισμού 38 – Κέντρο Προγραμματισμού και Οικονομικών Ερευνών – Αθήνα 1988
7. Περιοδικό Οικόπολις – Τεύχος 2
8. Ενεργειακή Αξιοποίηση Απορριμμάτων (ημερίδα) – Πανελλήνιος Σύλλογος Χημικών Μηχανικών – Αθήνα, Φεβρουάριος 2004
9. Τεχνολογίες διάθεσης απορριμμάτων – Σκορδίλης Αδαμάντιος Δ. 1993
10. Στοιχεία υγιεινής περιβάλλοντος και υγειονομικής μηχανικής – Μαρκαντωνάτος Γρηγόρης Π.
11. Ρύπανση περιβάλλοντος επιστήμη και τεχνική αντιμετώπισης – Βαλκάνας Γεώργιος, Εκδόσεις Παπαζήση
12. Ανακύκλωση απορριμμάτων στη Λάρισα δυνατότητες και προοπτικές – Τζαχάνης Άγγελος, Βαλακώστας Μιχάλης, Τσιρικόγλου Θεόδωρος
13. Στοιχεία για τον ΧΥΤΑ Α.Λιοσίων από τον ΕΣΔΚΝΑ
14. Geotechnical Practice for Waste Disposal – David. E. Daniel
15. Waste Management – Bilitewski B., Hardtle G., Marek K., Weissbach A., Boeddicker H., Εκδόσεις Springer
16. Sustaining the earth, an integrated approach
17. Municipal solid waste management, Strategies and technologies for sustainable solutions – Ludwig Christian, Hellweg Stefanie, Stucki Samuel
18. Municipal solid waste composition determination supporting the integrated solid waste management system in the island of Crete, E. Gidarakos *, G. Havas, P. Ntzamilis
19. Οικονομόπουλος, Α, “Χημεία Και Έλεγχος Ρύπανσης Ατμόσφαιρας (Πανεπιστημιακές Σημειώσεις),” Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης Χανιά
20. Γιδαράκος, Ε., Σημειώσεις «ιαχείριση και Επεξεργασία Αστικών Απορριμμάτων», Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης Χανιά
21. Γιδαράκος Ε., Αϊβαλιώτη Μ. (2007) «Μέθοδοι Θερμικής Επεξεργασίας Αστικών Στερεών Απορριμμάτων»
22. Γρηγοροπούλου Ε. και Κατσίρη Α. (2006) «Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων», Σημειώσεις Διατμηματικού Μαθήματος “Περιβάλλον και Ανάπτυξη”, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
23. Vehlow J. (2006) «State of the Art of incineration Technologies», Proceedings Venice 2006: Biomass and Waste to Energy Symposium, Organized by International (IWWG) and Environmental Sanitary Engineering Center (ESEC)

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

1. www.europa.eu.int
2. www.eea.eu.int
3. www.minenv.gr
4. www.hyper.gr/asstota
5. www.tee.gr
6. www.kedke.gr
7. www.kepe.gr
8. www.ecorec.gr
9. www.recycle.gr
10. www.hachp.gr
11. www.tomi.gr
12. www.safewasteandpower.com
13. www.juniper.co.uk
14. www.recoveredenergy.com
15. www.rae.gr
16. www.cres.gr
17. www.elinyae.gr
18. www.globalmicroturbining.com