



ΚΑΥΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Ακριβή – Αναποτελεσματική – Επικίνδυνη



GREENPEACE

ΚΑΥΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Ακριβή – Αναποτελεσματική - Επικίνδυνη

Έρευνα-Κείμενο: **Στέλιος Ψωμάς**
Περιβαλλοντολόγος

Μία έκθεση του ελληνικού γραφείου της Greenpeace
Νοέμβριος 2005

GREENPEACE

Κλεισόβης 9, 106 77 Αθήνα, τηλ. 2103840774-5, fax. 2103804008 www.greenpeace.gr

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ποιά είναι ακριβώς η ερώτηση;	4
Η καύση στην πυρά	5
Από τη θεωρία στην πράξη	7
Διοξίνες: το άλλο όνομα της καύσης	8
Τοξικά βαρέα μέταλλα: η αχίλλειος πτέρνα της καύσης	10
Μικροσωματίδια: ένας ρύπος προτεραιότητας	11
Έλεγχος της ρύπανσης και συνήθεις αλχημείες	12
Τέφρες: ένας μαγνήτης για τη ρύπανση	13
Η αποτύπωση των επιπτώσεων	14
Η καύση σπαταλά ενέργεια	17
Καύση και αλλαγή του κλίματος	17
Ο όρος 'καύση' είναι ντεμοντέ. Τώρα τη λένε 'θερμική επεξεργασία'	20
Μια ακριβή υπόθεση	22
Θέσεις εργασίας; Ποιές θέσεις εργασίας;	24
Μια ασύμβατη τεχνολογία	24
Σβήνοντας τις φλόγες	25
Πόλεις χωρίς σκουπίδια	27
Παραπομπές	29
Παράρτημα: η περίπτωση των νοσοκομειακών αποβλήτων	32

ΚΑΥΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Ακριβή – Αναποτελεσματική - Επικίνδυνη

Ποιά είναι ακριβώς η ερώτηση;

Ας ξεκινήσουμε από τα αυτονόητα. Η φύση δεν παράγει απορρίμματα. Στα φυσικά οικοσυστήματα, αυτό που θεωρείται απόβλητο από ένα οργανισμό, αποτελεί χρήσιμη πρώτη ύλη για κάποιον άλλο, και έτσι, τίποτα δεν χάνεται και συνεχίζεται αρμονικά ο αέναος κύκλος της ζωής.

Οι σύγχρονες ανθρώπινες κοινωνίες διαταράσσουν αυτόν τον κύκλο με τρεις τρόπους. Πρώτον, ο άνθρωπος έχει δημιουργήσει ένα ευρύ φάσμα ουσιών και υλικών που δεν υπήρχαν στη φύση ή δεν προϋπήρχαν σ' αυτή τη μορφή. Τα πλαστικά είναι ένα καλό παράδειγμα. Ακόμη και το τυπωμένο χαρτί, είναι δύσκολο να αφομοιωθεί χωρίς παρενέργειες μέσω των φυσικών διεργασιών, αφού συνήθως περιέχει τοξικές λευκαντικές ουσίες και μελάνια με βαρέα μέταλλα. Δεύτερον, οι ρυθμοί παραγωγής απορριμμάτων στις σύγχρονες βιομηχανικές κοινωνίες ξεπερνούν τη δυνατότητα των οικοσυστημάτων να αφομοιώσουν γρήγορα τα απορρίμματα με φυσικές διεργασίες, με αποτέλεσμα τη συσσώρευση τεράστιων όγκων σκουπιδιών που αποτελούν πλέον ένα μείζον πρόβλημα το οποίο καλούμαστε να διαχειριστούμε. Τρίτον, αν και εξαρτόμαστε απολύτως από τη φύση για την απόληψη των πρώτων υλών που χρειαζόμαστε για την επιβίωσή μας, έχουμε διαχωρίσει τα δύο ρεύματα απόληψης και απόρριψης χρήσιμων υλικών, με αποτέλεσμα να επιβαρύνουμε διπλά τη μάνα Γη.

Τι κάνουμε λοιπόν; Η орθοδοξία των ημερών επιτάσσει δύο 'λύσεις': το θάψιμο και το κάψιμο. Καμία από τις δύο δεν λύνει όμως το γόρδιο δεσμό των απορριμμάτων, αφού και οι δύο δεν αντιμετωπίζουν το πρόβλημα στη ρίζα του. Με άλλα λόγια, βλέπουν τα απορρίμματα σαν πρόβλημα που πρέπει να ξεφορτωθούμε και όχι σαν χρήσιμες και πολύτιμες πρώτες ύλες που πρέπει να επανενταχθούν στην αέναη ροή της ύλης που κρατά τον πλανήτη μας ζωντανό.

Η ταφή των απορριμμάτων, είτε σε ανεξέλεγκτες χωματερές, είτε σε ελεγχόμενους χώρους 'υγειονομικής ταφής', έχει δεχθεί προ πολλού τα πυρά από πολλές πλευρές. Και δικαίως. Η σπατάλη πρώτων υλών, η ρύπανση των υπόγειων υδροφορέων από τα τοξικά κατασταλάγματα, η πρόκληση πυρκαγιών, οι εκλύσεις τοξικών διοξινών από την εκούσια ή μη καύση των σκουπιδιών, η αφόρητη δυσωδία, η υποβάθμιση περιοχών, είναι μερικές μόνο από τις επιπτώσεις της επιλογής αυτής. Γι' αυτό άλλωστε και οι πολίτες των περιοχών που επιλέγονται για υποδοχή απορριμμάτων προς ταφή αντιδρούν και διαμαρτύρονται για την υποβάθμιση της ζωής τους. Ειδικότερα στην Ελλάδα, τα προβλήματα που θίξαμε παρουσιάζονται στον υπερθετικό βαθμό. Πάνω από χίλιες ανεξέλεγκτες χωματερές (και χιλιάδες μικρότεροι σκουπιδότοποι σε ρέματα και χέρσα γη), συνθέτουν μια εικόνα

υποβάθμισης και ντροπής. Οι χωματερές αυτές αποτελούν τη σημαντικότερη πηγή έκλυσης διοξινών στη χώρα ⁽¹⁾, επιβαρύνοντας την τροφική αλυσίδα και εν τέλει την υγεία όλων μας. Ορθώς λοιπόν αποτελεί πολιτική επιλογή το κλείσιμο όλων των παράνομων και ανεξέλεγκτων χωματερών ως τα τέλη του 2007. Το ερώτημα βέβαια είναι τι θα τις αντικαταστήσει. Μία από τις προτεινόμενες επιλογές είναι η καύση των απορριμμάτων με ή χωρίς απόληψη ενέργειας. Είναι όμως η επιλογή αυτή λογική; Προστατεύει το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία; Λύνει εν τέλει το πρόβλημα;

Η έκθεση αυτή απαντά στα παραπάνω ερωτήματα, δίνοντας σαφείς και τεκμηριωμένες απαντήσεις. Χωρίς περιστροφές απορρίπτει την καύση ως **ακριβή, αναποτελεσματική και επικίνδυνη** μέθοδο διαχείρισης των απορριμμάτων, η οποία **δεν συμβαδίζει με τις αρχές της αειφορίας και της βιώσιμης ανάπτυξης** και επιπλέον **δεν είναι συμβατή με άλλες ηπιότερες μεθόδους διαχείρισης**, όπως για παράδειγμα η ανακύκλωση και η κομποστοποίηση.

Η καύση στην πυρά

Η απόρριψη της καύσης και γενικότερα όλων των συγγενών τεχνολογιών θερμικής επεξεργασίας των απορριμμάτων (αλλά και των βιομηχανικών και νοσοκομειακών αποβλήτων) βασίζεται σε μια σειρά από ισχυρά επιχειρήματα τα οποία συνηγορούν κατά της συγκεκριμένης τεχνολογίας. Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τα επιχειρήματα αυτά, τα οποία στη συνέχεια θα αναλύσουμε διεξοδικότερα.

Τα προβλήματα της καύσης	
Ρύπανση	Τα εργοστάσια καύσης αποβλήτων είναι άρρηκτα δεμένα με την έκλυση διοξινών και εκατοντάδων άλλων τοξικών ουσιών. Σε παγκόσμιο επίπεδο, η καύση των αποβλήτων θεωρείται η σημαντικότερη πηγή έκλυσης διοξινών, ενώ ταυτόχρονα ευθύνεται για ένα σημαντικό ποσοστό των εκλύσεων υδραργύρου στο περιβάλλον.
Ανεπαρκείς έλεγχοι – αδυναμία τήρησης των κανονισμών	Η σημερινή τεχνολογία δεν παρέχει τη δυνατότητα συνεχούς και αδιάλειπτης παρακολούθησης των συγκεντρώσεων των πιο τοξικών ρύπων. Οι όποιες μετρήσεις γίνονται, βασίζονται σε αμφίβολες μεθοδολογίες και υποβαθμίζουν το πραγματικό πρόβλημα. Ακόμη κι έτσι βέβαια, τα περισσότερα εργοστάσια καύσης αποβλήτων δεν μπορούν να ανταποκριθούν στους ισχύοντες κανονισμούς για τον έλεγχο της ρύπανσης.

<p>Η καύση 'ανακυκλώνει' το πρόβλημα, δεν το λύνει</p>	<p>Η καύση δεν εξαφανίζει τα απόβλητα και βέβαια δεν εξαλείφει τους ρύπους. Η εφαρμογή αντιρρυπαντικής τεχνολογίας έχει απλώς ως αποτέλεσμα τη μεταφορά του προβλήματος από την ατμόσφαιρα στο έδαφος και τα νερά.</p>
<p>Η καύση είναι με διαφορά η πιο ακριβή μέθοδος διαχείρισης των αποβλήτων</p>	<p>Τα σύγχρονα εργοστάσια καύσης αποτελούν πανάκριβη και συχνά απαγορευτική επιλογή, σε σχέση με εναλλακτικές μεθόδους διαχείρισης. Η υψηλή επένδυση που απαιτείται έχει οδηγήσει συχνά πολλές δημοτικές αρχές σε οικονομική κρίση και στα πρόθυρα της χρεοκοπίας.</p>
<p>Η καύση είναι επιλογή εντάσεως κεφαλαίου και όχι εργασίας</p>	<p>Η καύση δημιουργεί λιγότερες θέσεις εργασίας σε σχέση με άλλες μεθόδους διαχείρισης, όπως για παράδειγμα η ανακύκλωση.</p>
<p>Η καύση σπαταλά ενέργεια</p>	<p>Μία ολοκληρωμένη ανάλυση του κύκλου ζωής της τεχνολογίας αυτής, δείχνει ότι συχνά η καύση σπαταλά περισσότερη ενέργεια απ' αυτήν που παράγεται καίγοντας τα απόβλητα. Η ανακύκλωση αποτελεί σαφώς ορθολογικότερη επιλογή αν θέλουμε να εξοικονομήσουμε ενέργεια μέσω της διαχείρισης των απορριμμάτων.</p>
<p>Η καύση δεν είναι συμβατή με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης και της καθαρής παραγωγής</p>	<p>Η καύση δεν ανταποκρίνεται στα κριτήρια της καθαρής παραγωγής που περιλαμβάνουν τέσσερα τουλάχιστον προαπαιτούμενα:</p> <ul style="list-style-type: none"> - υψηλό βαθμό απόδοσης και καταστροφής των τοξικών ουσιών, συνδυαζόμενο με: - συγκράτηση όλων των παραπροϊόντων - αναγνώριση και καταγραφή όλων των παραπροϊόντων - απουσία ανεξέλεγκτων εκλύσεων. <p>Η καύση δεν είναι επίσης συμβατή με τρεις βασικές αρχές του διεθνούς περιβαλλοντικού δικαίου:</p> <ul style="list-style-type: none"> - την αρχή της πρόληψης - την αρχή της προφύλαξης, και - τον περιορισμό της διασυνοριακής ρύπανσης.

Από τη θεωρία στην πράξη

Στη θεωρία, η καύση των αποβλήτων περιγράφεται ως μία μέθοδος για τη μετατροπή σύνθετων οργανικών ενώσεων σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Αυτό δεν σημαίνει βέβαια ότι η καύση (ή όποια άλλη θερμική επεξεργασία) δημιουργεί ή καταστρέφει την ύλη. Αλλάζει απλώς τη χημική σύνθεση και μεταβάλλει την τοξικότητα των καιγόμενων ουσιών.

Ακόμη κι αν υπήρχε τεχνικά η δυνατότητα της πλήρους ή τέλει καύσης, θα παρέμενε το πρόβλημα των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), το οποίο αποτελεί το κυριότερο αέριο του θερμοκηπίου και το οποίο ευθύνεται για την αποσταθεροποίηση της ατμόσφαιρας του πλανήτη και τις εν εξελίξει κλιματικές αλλαγές. Το θέμα της συμβολής της καύσης στην αλλαγή του κλίματος θα το εξετάσουμε αναλυτικά παρακάτω.

Στην πράξη βέβαια, τα προβλήματα είναι περισσότερα και πιο πολύπλοκα. Η τέλεια καύση είναι μόνο ένα θεωρητικό κατασκεύασμα, που κανένας καυστήρας δεν μπορεί να πετύχει καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας του. Επιπλέον, τα αέρια υποπροϊόντα της καύσης, οδεύοντα προς την καμινάδα, ψύχονται και ορισμένα άτομα επανασυνδέονται για να σχηματίσουν νέες επικίνδυνες ενώσεις, οι οποίες είναι πολλές φορές τοξικότερες από τις ουσίες που καίγονται. **Ακόμη και με την καλύτερη δυνατή τεχνολογία, οι αποτεφρωτήρες εκπέμπουν τοξικά βαρέα μέταλλα, άκαυστα απόβλητα και προϊόντα ατελούς καύσης.**

Παράλληλα με τις αέριες εκπομπές, **κάθε εργοστάσιο καύσης παράγει επίσης στερεά τοξικά απόβλητα (με τη μορφή σκουριάς και τέφρας), καθώς και τοξικά υγρά απόβλητα, τα οποία βέβαια απαιτούν ειδική διαχείριση.** Όσο πιο αναπτυγμένα συστήματα αντιρρύπανσης διαθέτει ένα εργοστάσιο καύσης αποβλήτων, τόσο περισσότερες τοξικές ουσίες συσσωρεύονται στα υγρά και στερεά απόβλητα και τόσο δυσκολότερη και ακριβότερη γίνεται η διαχείρισή τους.

Ένας αγαπημένος μύθος της βιομηχανίας καύσης είναι ότι η τεχνολογία αυτή μειώνει δραστικά το βάρος και τον όγκο των απορριμμάτων. Συχνά, οι πλασιέ και τα ιλουστρασιόν διαφημιστικά φυλλάδια των εταιριών που εμπορεύονται τις σχετικές τεχνολογίες κάνουν λόγο για μείωση του όγκου των αποβλήτων που φτάνει το 90%. Ακόμη όμως κι αν υπολογίσει κανείς μόνο τις εναπομένουσες τέφρες, το πραγματικό νούμερο αγγίζει μετά βίας το 45% ⁽²⁾. Το δε βάρος των αποβλήτων υποτίθεται ότι μειώνεται στο ένα τρίτο του αρχικού. Η εκτίμηση αυτή όμως αναφέρεται μόνο στα τελικά στερεά απόβλητα και δεν συνυπολογίζει τις αέριες εκπομπές. Αν κανείς συνυπολογίσει όλες τις εκλύσεις και απορρίψεις από ένα εργοστάσιο καύσης, το συνολικό βάρος των εξερχόμενων αποβλήτων και ρύπων ξεπερνά το βάρος των εισερχόμενων. Λογικό, μιας και κάτι τέτοιο επιβάλλουν οι απλοί νόμοι της χημείας.

Εκείνο που 'ξεχνούν' να αναφέρουν οι πλασιέ στους ενδιαφερόμενους πελάτες τους είναι πως **κάθε εργοστάσιο καύσης συνοδεύεται και από μία χωματερή τοξικών για να εναποτεθούν τα τοξικά υπολείμματα της καύσης**. Ο μόνος τρόπος για να αποφύγει κανείς τη χωματερή τοξικών είναι να χρησιμοποιήσει τα τοξικά υπολείμματα σε νέα προϊόντα (π.χ. υαλότουβλα, τσιμέντο), μεταφέροντας όμως αλλού το πρόβλημα και επανατροφοδοτώντας τοξικές ουσίες στο ευρύτερο περιβάλλον.

Διοξίνες: το άλλο όνομα της καύσης

Καμιά άλλη τεχνολογία δεν έχει συνδεθεί τόσο άρρηκτα με την παραγωγή και έκλυση διοξινών όσο η τεχνολογία της καύσης αποβλήτων. Όχι τυχαία βέβαια, αφού εκτιμάται ότι **το 40-80% των συνολικών εκλύσεων διοξινών σε πολλές βιομηχανικές χώρες προέρχεται από εργοστάσια καύσης αποβλήτων** ⁽²⁾. Στις ΗΠΑ, για παράδειγμα, πάνω από 70% του συνόλου των διοξινών προέρχεται από εστίες καύσης ⁽³⁾. Όπως θα δούμε αναλυτικότερα παρακάτω, τα ποσοστά αυτά είναι ενδεχομένως μεγαλύτερα, μιας και υπάρχουν ισχυρές ενστάσεις για τον τρόπο που μετρώνται και υπολογίζονται οι εκλύσεις διοξινών από τα εργοστάσια καύσης. Ανεξάρτητες εκτιμήσεις δείχνουν ότι οι χρησιμοποιούμενες μεθοδολογίες υποεκτιμούν το πρόβλημα και ότι στην πράξη οι εκλύσεις είναι 30-50 φορές μεγαλύτερες ⁽⁴⁾.

Όποια ποσοστά κι αν δεχτεί κανείς όμως, γεγονός παραμένει ότι τα εργοστάσια αυτά αποτελούν σημαντικότερες πηγές έκλυσης διοξινών. **Ένας μύθος, που γίνεται συχνά εύκολα πιστευτός από τους μη επαίοντες, είναι πως οι διοξίνες καταστρέφονται λόγω των πολύ υψηλών θερμοκρασιών (άνω των 1.000 βαθμών Κελσίου) που αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια της καύσης**. Αυτό είναι μερικώς αλήθεια, μόνο που ο μύθος ξεχνά να πει όλη την ιστορία. Ξεχνά να πει πως **τα καυσαέρια πριν βγουν από την καμινάδα ψύχονται και στη διάρκεια αυτής της διαδικασίας υπάρχουν οι ιδανικές θερμοκρασιακές συνθήκες (300-600 βαθμοί) για να δημιουργηθούν εκ νέου διοξίνες**. Κάποιες από τις διοξίνες αυτές διαφεύγουν στην ατμόσφαιρα, ενώ όσες συγκρατούνται από τα συστήματα αντιρρύπανσης, καταλήγουν αναπόφευκτα στα υγρά και στερεά απόβλητα της καύσης. Μελέτη για λογαριασμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης ⁽⁵⁾ έδειξε ότι στα σύγχρονα εργοστάσια καύσης, ένα μικρό ποσοστό διοξινών (της τάξης του 1,7%) διαφεύγει τελικά από την καμινάδα, ενώ το συντριπτικό ποσοστό καταλήγει στις τοξικές τέφρες και τις σκουριές. **Ειδικά στα εργοστάσια καύσης που παράγουν και ενέργεια, οι εκλύσεις διοξινών είναι αυξημένες, για τον απλό λόγο ότι τα απαέρια περνούν από εναλλάκτη θερμότητας και έτσι μένουν περισσότερο χρόνο σε συνθήκες ιδανικές για δημιουργία διοξινών**.

Διοξίνες και ανθρώπινη υγεία

Οι διοξίνες είναι μια κατηγορία 75 ουσιών που περιέχουν χλώριο. Συνήθως στην ίδια κατηγορία κατατάσσονται και εκατοντάδες άλλες συγγενείς ουσίες όπως τα φουράνια και τα PCBs (κλωφέν). Για να υπάρχει ένα μέτρο σύγκρισης της τοξικότητας όλων αυτών των ουσιών, συνήθως εκφράζονται ως ισοδύναμο της πιο τοξικής διοξίνης, η οποία είναι γνωστή και ως "διοξίνη του Σεβέζο" (TCDD). Οι διοξίνες δεν είναι κάποιο χρήσιμο προϊόν της χημικής βιομηχανίας, αλλά άχρηστα και επικίνδυνα παραπροϊόντα των διεργασιών όπου εμπλέκεται το χλώριο.

Ορισμένοι τύποι **καρκίνου**, καθώς και η εμφάνιση γενικευμένου καρκίνου, έχουν συνδεθεί με την τυχαία ή την στο εργασιακό περιβάλλον οφειλόμενη έκθεση στις διοξίνες (κυρίως την επονομαζόμενη και 'διοξίνη του Σεβέζο' -TCDD). Επιπλέον, έχουν αναφερθεί αυξημένα ποσοστά εμφάνισης **διαβήτη** και αυξημένη θνησιμότητα από διαβήτη και **καρδιαγγειακές νόσους**. Σε παιδιά που έχουν εκτεθεί ενδομητρίως σε διοξίνες ή και PCBs, έχουν παρατηρηθεί επιδράσεις στην ανάπτυξη και λειτουργία του **νευρικού συστήματος** καθώς και επιδράσεις στην κατάσταση των θυρεοειδικών ορμονών για εκθέσεις κοντά στα συνήθως απαντώμενα επίπεδα. Σε υψηλότερες εκθέσεις, που οφείλονται σε τυχαία περιστατικά ή στο εργασιακό περιβάλλον, παιδιά που εκτέθηκαν μέσω του πλακούντα σε PCBs και διοξίνες παρουσιάζουν **δερματικές ανωμαλίες** (όπως χλωρακμή), **απασβέστωση των δοντιών**, **καθυστέρηση στην ανάπτυξη**, **διαταραχές στη συμπεριφορά**, **μείωση του μήκους του πέους** κατά την εφηβεία, **μειωμένο ύψος** στα κορίτσια κατά την εφηβεία και **απώλεια ακοής**. Στην περιοχή του Σεβέζο, έχει παρατηρηθεί μια **μετατόπιση στην αναλογία των δύο φύλων υπέρ του θηλυκού γένους**, όταν οι πατέρες είχαν εκτεθεί σε διοξίνες. Παρόλο που η διοξίνη TCDD είναι γνωστή ως καρκινογόνος ουσία για τον άνθρωπο, ο καρκίνος δεν θεωρείται ως η χειρότερη περίπτωση της έκθεσης σε διοξίνες. **Οι κρίσιμες επιπτώσεις είναι οι αλλαγές στη λειτουργία του νευρικού συστήματος, η ενδομητρίωση και η ανοσοκαταστολή**. Τα PCBs ταξινομούνται ως πιθανά καρκινογόνα για τον άνθρωπο και παράγουν ένα ευρύ φάσμα δυσμενών επιδράσεων στα ζώα, συμπεριλαμβανομένης της τοξικότητας στην αναπαραγωγή, της ανοσοτοξικότητας και της καρκινογένεσης ⁽⁶⁾.

"Οι διοξίνες δεν σκότωσαν ποτέ κανέναν"

Άλλο ένα αγαπημένο επιχείρημα της βιομηχανίας καύσης που βασίζεται στο απλό γεγονός ότι δεν είναι πρακτικά δυνατό να συσχετίσει κανείς ένα θάνατο από καρκινογένεση με μία συγκεκριμένη δόση ουσίας που δέχτηκε κάποιος στο παρελθόν. Η Υπηρεσία Περιβάλλοντος των ΗΠΑ θεωρεί ότι η πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου από έκθεση του ευρύτερου πληθυσμού σε διοξίνες είναι 1 στα 100 με 1 στα 1.000 ⁽⁷⁾. Για το λόγο αυτό άλλωστε έχει θέσει ιδιαίτερα αυστηρά όρια για την επιτρεπόμενη μέση ημερήσια δόση διοξινών (0,0064 pg/Kg/μέρα, δηλαδή 0,0064 τρισεκατομμυριοστά του γραμμαρίου διοξίνης ανά κιλό βάρους σώματος ανά μέρα για ένα μέσο ενήλικα άνθρωπο). Το όριο αυτό είναι 156-625 φορές αυστηρότερο από το αντίστοιχο όριο που έχει θέσει η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας και το οποίο είναι 1-4 pg/Kg/μέρα. Με βάση τα επίπεδα διοξινών στον ευρύτερο πληθυσμό, η γαλλική κυβέρνηση εκτιμά πως οι διοξίνες ευθύνονται για το θάνατο 1.800-5.200 ανθρώπων στη Γαλλία ετησίως ⁽⁸⁾.

Δυστυχώς, τα προβλήματα των εργοστασίων καύσης δεν εξαντλούνται στην έκλυση διοξινών. Εκατοντάδες άλλες ενώσεις εκλύονται από τα εργοστάσια αυτά, πολλές από τις οποίες δεν μπορούν καν να αναγνωριστούν και συνεπώς να καταγραφούν από τα διαθέσιμα καταγραφικά όργανα. Οι εκλύσεις αυτές αποτελούν συχνά προϊόντα ατελούς καύσης και μπορεί να φτάσουν σε βάρος έως και το 1% της συνολικής ποσότητας των εισερχόμενων αποβλήτων ⁽⁹⁾. Στις ενώσεις αυτές συγκαταλέγονται πολλές αλογονωμένες οργανικές ενώσεις όπως, για παράδειγμα, τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs), χλωριωμένα βενζόλια, πολυχλωριωμένα ναφθαλένια (PCN), αλογονωμένες φαινόλες, βρωμιωμένες ή ιωδιωμένες διοξίνες, κ.λπ. Κάποιες από τις ουσίες αυτές έχουν καταχωρηθεί στη λίστα των απαγορευμένων και τελούντων υπό περιορισμούς Εμμενόντων Οργανικών Ρύπων (POPs) που ελέγχονται πλέον διεθνώς από τη Σύμβαση της Στοκχόλμης λόγω της τοξικότητάς τους, της σταθερότητας στο περιβάλλον και της ιδιότητάς τους να βιοσυσσωρεύονται μέσω της τροφικής αλυσίδας.

Στην πληθώρα των ρύπων που εκλύονται από τα εργοστάσια καύσης συγκαταλέγονται ακόμη όξινα αέρια, όπως το υδροχλώριο, το υδροφθόριο, το υδροβρώμιο και οξείδια του θείου, τα οποία, συν τοις άλλοις, δρουν διαβρωτικά και για τους ίδιους τους αποτεφρωτήρες και τα συστήματα αντιρρύπανσης. Τα οξείδια του αζώτου (τα οποία συμβάλλουν στη δημιουργία φωτοχημικού νέφους), οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (πολλοί από τους οποίους είναι καρκινογόνοι) και αρκετές πτητικές οργανικές ενώσεις (ιδιαίτερα επιβαρυντικές για την υγεία), συμπληρώνουν το χημικό κοκτέιλ που εκλύεται από τις καμινάδες των εργοστασίων καύσης.

Τοξικά βαρέα μέταλλα: η αχιλλειος πτέρνα της καύσης

Τα μέταλλα δεν καταστρέφονται κατά τη διάρκεια της καύσης, συχνά μάλιστα απελευθερώνονται στο περιβάλλον σε μορφή πιο επικίνδυνη απ' αυτή που είχαν στα αρχικά απόβλητα. Το χρώμιο, για παράδειγμα, βρίσκεται συνήθως στα απόβλητα στην τρισθενή μορφή του που προκαλεί δερματοπάθειες, ενώ το οξειδωμένο μέταλλο μετά την καύση (εξασθενές χρώμιο) είναι καρκινογόνο. Τουλάχιστον 19 τοξικά μέταλλα έχουν ανιχνευτεί στις αέριες εκπομπές των εργοστασίων καύσης ανά τον κόσμο.

Αξίζει να κάνουμε ιδιαίτερη αναφορά στον **υδράργυρο** που εκλύεται από τα εργοστάσια καύσης. Ο υδράργυρος, όπως και οι διοξίνες, είναι επίσης εμμένουσα και σταθερή τοξίνη που βιοσυσσωρεύεται και μπορεί να μεταφερθεί σε πολύ μεγάλες αποστάσεις από το αρχικό σημείο έκλυσής του. Είναι νευροτοξική ουσία, η οποία προκαλεί βλάβες στην όραση, διαταραχές στο λόγο και την κίνηση, απώλεια μνήμης, σπασμούς, ακόμη και το θάνατο. Ιδιαίτερα ευάλωτα όργανα στην έκθεση σε υδράργυρο είναι η καρδιά, τα νεφρά και οι πνεύμονες. Στις πιο ευπαθείς ομάδες πληθυσμού συγκαταλέγονται τα αναπτυσσόμενα έμβρυα και τα μικρά παιδιά, η ανάπτυξη των οποίων επηρεάζεται σημαντικά από την έκθεση σε υδράργυρο. Ο υδράργυρος μεταφέρεται από τις κυοφορούσες μητέρες στα έμβρυα μέσω του πλακούντα, όπως επίσης και μέσω του μητρικού γάλακτος στα νήπια. Στις ΗΠΑ, εκτιμάται ότι ένα στα δέκα παιδιά γεννιούνται

κάθε χρόνο με αυξημένες πιθανότητες νευρολογικών διαταραχών, εξ αιτίας της έκθεσης σε υδράργυρο κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης ⁽¹⁰⁾.

Τα εργοστάσια καύσης αποβλήτων (ιδιαίτερα αυτά που καίνε νοσοκομειακά απόβλητα) αποτελούν σημαντικότερες πηγές έκλυσης υδραργύρου. Στις ΗΠΑ, το 39% των αέριων εκπομπών υδραργύρου προέρχεται από εργοστάσια καύσης, ενώ σε παγκόσμια κλίμακα το ποσοστό αυτό εκτιμάται σε 29% ⁽¹¹⁾.

Άλλα τοξικά μέταλλα που εκλύονται κατά τη διάρκεια της καύσης είναι τα εξής ⁽¹²⁾:

Μόλυβδος Προκαλεί νευρολογικές διαταραχές, ζημιές στους πνεύμονες και τα νεφρά, και μαθησιακά προβλήματα στα μικρά παιδιά.

Κάδμιο Προκαλεί ζημιές στα νεφρά, διαταραχές στους πνεύμονες, ενώ οι υψηλές δόσεις καταστρέφουν τελείως τους πνεύμονες και μπορεί να επιφέρουν ακόμη και το θάνατο.

Αρσενικό Καταστρέφει πολλούς ιστούς περιλαμβανομένων των νεύρων, του στομάχου, των εντέρων και του δέρματος, προκαλεί μειωμένη παραγωγή ερυθρών και λευκών αιμοσφαιρίων και καρδιακή αρρυθμία.

Χρώμιο Καταστρέφει το ρινικό σύστημα, τους πνεύμονες και το στομάχι.

Βηρύλλιο Προκαλεί χρόνια προβλήματα στους πνεύμονες.

Σε παγκόσμια κλίμακα, τα εργοστάσια καύσης εκτιμάται ότι συνεισφέρουν κατά 21% στις συνολικές αέριες εκπομπές μαγγανίου και μολύβδου, κατά 19% στις συνολικές εκπομπές αντιμονίου, κατά 15% στις εκπομπές ψευδαργύρου και κατά 11% στις εκπομπές σεληνίου⁽¹³⁾.

Μικροσωματίδια: ένας ρύπος προτεραιότητας

Οι διεργασίες καύσης παράγουν μεγάλες ποσότητες εξαιρετικά μικροσκοπικών σωματιδίων και κυρίως σωματιδίων με διάμετρο μικρότερη από 2,5 εκατομμυριοστά του μέτρου, τα οποία μπορούν να εισχωρήσουν βαθύτερα στους πνεύμονες και να προκαλέσουν σοβαρές βλάβες. Οι σταθερές εστίες καύσης είναι η σημαντικότερη πηγή έκλυσης μικροσωματιδίων στα αστικά κέντρα μαζί με τα πετρελαιοκίνητα οχήματα.

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.

Πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι μία αύξηση των PM₁₀ κατά 10 μg/m³ επιφέρει αύξηση της θνησιμότητας κατά 1%. Άλλες μελέτες έδειξαν ότι για κάθε αύξηση 10 μg/m³ των επιπέδων PM₁₀ έχουμε αύξηση των εισαγωγών σε νοσοκομεία ασθενών με άσθμα κατά 2%⁽¹⁴⁾. Σύμφωνα μάλιστα με τη Βρετανική Επιτροπή για τις Επιπτώσεις των Αέριων Ρύπων στην Υγεία (COMEAP), μόνο στη Βρετανία, τα PM₁₀ μπορεί να ευθύνονται για 8.100 πρόωρους θανάτους και 10.500 έκτακτες εισαγωγές σε νοσοκομεία ετησίως!

Τα αποτελέσματα των επιδημιολογικών ερευνών προκάλεσαν διαδικασίες αναθεώρησης των ορίων για τα σωματίδια από την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (ΠΟΥ), την Ευρωπαϊκή Ένωση και τις ΗΠΑ. **Η ΠΟΥ δέχεται πλέον ότι δεν υπάρχει κατώφλι ασφαλείας για τα αιωρούμενα σωματίδια και ότι, επομένως, αυτά μπορούν να προκαλέσουν βλάβες στην υγεία από πολύ χαμηλά επίπεδα συγκέντρωσης στην ατμόσφαιρα.**

Οι σημερινές τεχνολογίες αντιρρύπανσης των εργοστασίων καύσης μπορούν να συγκρατήσουν μόνο το 5% έως 30% των εισπνεύσιμων σωματιδίων (PM_{2.5}), ενώ είναι τελείως άχρηστες στην περίπτωση των εξαιρετικά μικρών σωματιδίων (PM₁)⁽²⁾.

Έλεγχος της ρύπανσης και συνήθειες αλημνείες

Οι πλασιέ των εργοστασίων καύσης ορκίζονται συχνά στο όνομα της 'state-of-the-art' τεχνολογίας τους. *'Παλιότερα είχαμε προβλήματα'*, θα τους ακούσετε να λένε (αν και τότε δεν τα παραδέχονταν βεβαίως). *'Η σημερινή τεχνολογία τα έχει επιλύσει τελείως. Η ρύπανση ελέγχεται πλήρως και είναι κάτω από τα αποδεκτά όρια'*.

Τόσα ψέματα σε μία μόνο φράση! Η φράση αυτή βασίζεται σε τρεις αστήριχτες υποθέσεις. Πρώτον, στην υπόθεση ότι υπάρχουν αποδεκτά επίπεδα εκπομπών για όλους τους ρύπους που εκλύονται από τα εργοστάσια καύσης. Δεύτερον, ότι οι εκλύσεις αυτές καταμετρώνται συστηματικά και επαρκώς. Και τρίτον, ότι οι εκλύσεις αυτές, ακόμη κι όταν καταγράφονται, είναι εντός των ορίων που σήμερα θεωρούνται αποδεκτά.

Η αλήθεια είναι ότι οι πιο επικίνδυνες εκλύσεις δεν καταμετρώνται, ούτε συστηματικά, ούτε επαρκώς. Κι αυτό είτε γιατί η σημερινή τεχνολογία δεν επιτρέπει τη συνεχή και αδιάλειπτη καταγραφή τους (μόλις πρόσφατα, για παράδειγμα, παρουσιάστηκαν τεχνικές για τη συνεχή καταγραφή των εκλύσεων διοξινών, χωρίς αυτές να είναι καν αποδεκτές από το σύνολο της επιστημονικής κοινότητας), είτε απλώς γιατί οι τεχνικές αυτές δεν εφαρμόζονται στην πράξη στις υπάρχουσες μονάδες καύσης.

Σε ότι αφορά την καταμέτρηση των εκλύσεων διοξινών, η συνήθης πρακτική είναι να λαμβάνονται ένα με δύο δείγματα από την καμινάδα ετησίως, το κάθε δείγμα δε αντιπροσωπεύει τις εκλύσεις μιας περιόδου 6 ωρών⁽¹²⁾. Τα δείγματα αυτά θεωρούνται λανθασμένα ως αντιπροσωπευτικά των ετήσιων εκπομπών. Μελέτες έχουν δείξει όμως ότι τέτοιου είδους δείγματα μπορούν να υποεκτιμήσουν τις πραγματικές εκλύσεις διοξινών έως και κατά 50 φορές⁽⁴⁾. Ένας λόγος είναι ότι η παραγωγή διοξινών δεν είναι συνεχής και ομοιογενής. Η πλειοψηφία των διοξινών παράγεται σε μικρές χρονικές αιχμές,

συνήθως κατά τη διαδικασία έναρξης λειτουργίας της μονάδας ή σε ειδικές περιπτώσεις δυσλειτουργίας της. Επιπλέον, η έκλυση των διοξινών εξαρτάται από την ποιότητα των καιγόμενων αποβλήτων, η οποία φυσικά δεν είναι ποτέ η ίδια. Οι δειγματοληψίες βέβαια δεν λαμβάνονται ποτέ σε συνθήκες μέγιστης παραγωγής διοξινών, συνήθως δε, γίνεται προσπάθεια να ληφθούν όταν καίγονται σχετικά 'καθαρά' απόβλητα (π.χ. απορρίμματα με χαμηλή περιεκτικότητα σε πλαστικά PVC).

Η πραγματικότητα των εργοστασίων καύσης βρίσκεται μακράν των θεωρητικών ιδυλλιακών καταστάσεων που υποθέτουν όσοι ισχυρίζονται πως όλα ελέγχονται διαρκώς. Στο πιο σύγχρονο εργοστάσιο καύσης απορριμμάτων της Ολλανδίας, για παράδειγμα, το σύστημα αντιρρύπανσης βρέθηκε εκτός λειτουργίας στο 10% του χρόνου, σύμφωνα με δηλώσεις της ίδιας της εταιρίας που το διαχειρίζεται ⁽¹⁵⁾. Στη Βρετανία, έρευνα της Greenpeace έδειξε ότι όλα ανεξαιρέτως τα εργοστάσια καύσης απορριμμάτων ξεπερνούν τα θεσμοθετημένα όρια και μάλιστα πολλές φορές το χρόνο. Η έρευνα, η οποία βασίστηκε σε στοιχεία των ίδιων των εργοστασίων, έδειξε συνολικά 533 παραβιάσεις σε 10 εργοστάσια σε ένα μόλις χρόνο, εκ των οποίων 95 σε μία μόνο μονάδα. Από τις παραβιάσεις αυτές, μόλις μία κατέληξε σε κάποιο πρόστιμο ⁽¹⁶⁾.

Αναφέραμε προηγουμένως πως οι διοξίνες σχηματίζονται κατά τη διαδικασία ψύξης των καυσαερίων πριν αυτά οδεύσουν προς την καμινάδα ή σε κάποιο εναλλάκτη θερμότητας. Οι μονάδες καύσης δείχνουν να είναι παγιδευμένες σε ένα μαγναποήγαδο. Ενώ στις υψηλότερες θερμοκρασίες καταστρέφονται οι διοξίνες και αυτό είναι επιθυμητό, στις θερμοκρασίες αυτές αυξάνεται η πτητικότητα του υδραργύρου καθώς και ο σχηματισμός μονοξειδίου του αζώτου (NO). Το τελευταίο είναι δύσκολο να απομακρυνθεί, η δε απομάκρυνσή του ανεβάζει σημαντικά το κόστος της όλης διαδικασίας. Η συνήθης πρακτική είναι να προστίθεται αμμωνία ή ουρία, αλλά η απόδοση της τεχνικής αυτής είναι μόλις 60%. Ταυτόχρονα όμως, η προσθήκη αμμωνίας οδηγεί σε μεγαλύτερες εκλύσεις μικροσωματιδίων που είναι πιο επικίνδυνα για την υγεία από το NO. Χαμηλώνοντας τη θερμοκρασία, παράγεται λιγότερο NO, σχηματίζονται όμως περισσότερες διοξίνες ⁽¹⁷⁾.

Μία από τις προτεινόμενες τεχνικές για τη μείωση των εκλύσεων διοξινών και υδραργύρου είναι η χρήση φίλτρων με ενεργό άνθρακα. Η παρουσία όμως ενεργού άνθρακα έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή περισσότερων διοξινών (έως και κατά 30%) ⁽¹⁸⁾. Οι διοξίνες αυτές, κατακρατώνται μεν στα φίλτρα ενεργού άνθρακα, αλλά αναπόφευκτα καταλήγουν στην ιπτάμενη τέφρα, μεταθέτοντας απλώς το πρόβλημα της ρύπανσης από την ατμόσφαιρα στο έδαφος.

Τέφρες: ένας μαγνήτης για τη ρύπανση

Η καύση θεωρείται λανθασμένα από κάποιους ως μία μέθοδος διάθεσης των αποβλήτων, ενώ στην ουσία είναι μία τεχνολογία διαχείρισής τους. Κι' αυτό γιατί η καύση παράγει με τη σειρά της υπολείμματα τα οποία απαιτούν τελική διάθεση. Τα υπολείμματα αυτά είναι είτε σκουριές, είτε τέφρες (στάχτες). Οι σκουριές και οι τέφρες αυτές θεωρούνται επισήμως τοξικά απόβλητα από το διεθνές περιβαλλοντικό δίκαιο (π.χ. τις Συμβάσεις της

Βασιλείας και του Μπάμακο για τη διασυννοριακή μεταφορά αποβλήτων). Οι τέφρες κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες: την τέφρα βάσης (συνήθως 90% του συνόλου) και την ιπτάμενη τέφρα (η οποία είναι πιο τοξική). Το παράδοξο των εργοστασίων καύσης είναι πως όσο πιο αναπτυγμένα συστήματα αντιρρύπανσης διαθέτουν, τόσο πιο τοξικές είναι οι τέφρες, μιας και εκεί καταλήγουν οι δεσμευμένοι ρύποι, και τόσο πιο προβληματική και ακριβή γίνεται η διαχείρισή τους.

Το πρόβλημα της τοξικότητας των τεφρών είναι ιδιαίτερα εμφανές στην περίπτωση των βαρέων μετάλλων. Στην περίπτωση αυτή, τα μέταλλα βρίσκονται στις τέφρες σε λεπτόκοκκη και πιο επικίνδυνη μορφή απ' ό,τι στα αρχικά απόβλητα. Όντας συνήθως σε στοιχειακή μορφή στις τέφρες, έχουν μεγαλύτερη κινητικότητα και είναι περισσότερο βιοδιαθέσιμα. Αυτό αυξάνει τις πιθανότητες να εισχωρήσουν στους υδροφόρους ορίζοντες και την τροφική αλυσίδα και να καταλήξουν αργά ή γρήγορα στον άνθρωπο.

Θέλοντας να αποφύγουν την ακριβή λύση της δημιουργίας μιας χωματερής τοξικών δίπλα στο εργοστάσιο καύσης, οι βιομηχανίες καύσης προσπαθούν να ξεφορτωθούν την τέφρα και τις σκουριές, χρησιμοποιώντας τις για άλλες χρήσεις. Συχνά, για παράδειγμα, τις χρησιμοποιούν για επίστρωση δρόμων. Η πρακτική αυτή όμως είναι εξαιρετικά επικίνδυνη, μιας και μεταφέρει τις τοξικές ουσίες στο ευρύτερο περιβάλλον και την τροφική αλυσίδα. Ένα αλγεινό παράδειγμα αυτής της ανεύθυνης πρακτικής είχαμε στην περίπτωση του Νιουκάστλ στη Βρετανία, όπου χρησιμοποιήθηκαν τέφρες από το γειτονικό εργοστάσιο καύσης για την επίστρωση πεζοδρομίων, πάρκων ακόμη και σχολικών αυλών! Το αποτέλεσμα ήταν ότι, όπως έδειξαν σχετικές μετρήσεις, τα επίπεδα διοξινών στην περιοχή ήταν 1.900 φορές πάνω από τον ενδεικτικό εθνικό στόχο. Ομοίως, οι συγκεντρώσεις τοξικών μετάλλων ήταν 136% έως 2.406% πάνω από τα φυσιολογικά επίπεδα ⁽¹⁹⁾.

Μια άλλη μέθοδος διαχείρισης της τοξικής τέφρας είναι η υαλοποίησή της. Με τον τρόπο αυτό, οι τοξικές ουσίες δεσμεύονται στο γυαλί και δεν είναι εύκολα βιοδιαθέσιμες. Το μεγάλο πρόβλημα αυτής της μεθόδου είναι το υψηλό κόστος. Η μέθοδος αυτή αυξάνει το κόστος διάθεσης της τέφρας κατά 20-30 δολάρια τον τόνο ⁽²⁰⁾. Επιπλέον, απαιτεί πολύ μεγάλες ποσότητες ενέργειας. Συγκεκριμένα, απαιτεί περισσότερη ενέργεια απ' όση παράγεται κατά την αρχική καύση των αποβλήτων. Γι' αυτούς τους λόγους, ελάχιστες φορές έχει εφαρμοστεί η μέθοδος αυτή, αφού, εκτός των άλλων, παραμένει το πρόβλημα της τελικής διάθεσης της υαλοποιημένης τέφρας.

Η αποτύπωση των επιπτώσεων

Τα παραπάνω περιγράφουν μια δυσάρεστη εικόνα για την καύση και προμηνύουν σημαντικούς κινδύνους για την υγεία των εργαζομένων και των παραιοκούντων στην ευρύτερη περιοχή των εργοστασίων καύσης. Πόσο βάσιμοι είναι όμως αυτοί οι φόβοι; Και σε τι βαθμό η πραγματικότητα αντικατοπτρίζει όντως αυτή τη ζοφερή εικόνα; Συνοψίζουμε παρακάτω τα αποτελέσματα σχετικών ερευνών, τα οποία δεν αφήνουν πιστεύουμε αμφιβολίες για την επικίνδυνη φύση των εργοστασίων καύσης. Οι έρευνες αυτές αφορούν είτε σε εργαζόμενους σε εργοστάσια καύσης, είτε σε κατοίκους περιοχών που γειτνιάζουν

με τέτοια εργοστάσια. Είναι αλήθεια πως άλλες έρευνες δεν μπόρεσαν να καταγράψουν σε στατιστικά σημαντικό βαθμό αντίστοιχες επιπτώσεις. Αυτό όμως συμβαίνει πάντα σε όλα τα επιστημονικά πεδία και ουδόλως ακυρώνει τη σημασία των δεκάδων ερευνών που ενοχοποιούν τα εργοστάσια καύσης σε ότι αφορά στις επιπτώσεις τους στην υγεία.

Επιπτώσεις στην υγεία των εργαζομένων σε εργοστάσια καύσης	Σχόλιο
Βιοδείκτες έκθεσης	
Αυξημένα επίπεδα μεταλλαξιγόνων στα ούρα ^(21,22)	Τόσο οι τέφρες, όσο και οι αέριες εκπομπές των εργοστασίων καύσης, έχουν μεταλλαξιγόνες ιδιότητες (μπορούν να βλάψουν το DNA). Οι εργαζόμενοι στα εργοστάσια αυτά εκτίθενται συνεπώς σε μεταλλαξιγόνες ουσίες, οι οποίες βεβαίως ανιχνεύονται στα ούρα τους.
Αυξημένα επίπεδα υδροξυπυρενίου στα ούρα ^(21,22)	Το υδροξυπυρένιο είναι ένας δείκτης εσωτερικής έκθεσης σε πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες (ΠΑΥ). Η παρουσία του στα ούρα εργαζομένων μαρτυρά την έκθεση σε ΠΑΥ.
Αυξημένα επίπεδα θειοαιθέρων στα ούρα ⁽²³⁾	Οι θειοαιθέρες στα ούρα είναι ένας δείκτης έκθεσης σε ηλεκτρόφιλες ενώσεις όπως οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (ΠΑΥ). Η παρουσία τους στα ούρα εργαζομένων μαρτυρά την έκθεση σε ΠΑΥ.
Καρκινογένεση	
Αύξηση κατά 350% της πιθανότητας θανάτου από καρκίνο του πνεύμονα ⁽²⁴⁾	Μελέτη σε εργαζόμενους σε εργοστάσιο καύσης απορριμμάτων στη Σουηδία.
Αύξηση κατά 150% της πιθανότητας θανάτου από καρκίνο του οισοφάγου ⁽²⁴⁾	Μελέτη σε εργαζόμενους σε εργοστάσιο καύσης απορριμμάτων στη Σουηδία.
Αύξηση κατά 279% της θνησιμότητας από καρκίνο του στομάχου ⁽²⁵⁾	Μελέτη σε εργαζόμενους σε εργοστάσιο καύσης απορριμμάτων στην Ιταλία.
Άλλες επιπτώσεις	
Αυξημένη θνησιμότητα από ισχαιμικά καρδιακά επεισόδια ⁽²⁴⁾	Μελέτη σε εργαζόμενους σε εργοστάσιο καύσης απορριμμάτων στη Σουηδία.
Αυξημένη υπερλιπιδαιμία. Επιπτώσεις στο ανοσοποιητικό λόγω υψηλών επιπέδων διοξινών στο αίμα ⁽²⁶⁾	Μελέτη σε εργαζόμενους σε εργοστάσιο καύσης στην Ιαπωνία.
Αυξημένη πρωτεϊνουρία και υπέρταση ⁽²⁷⁾	Μελέτη σε εργαζόμενους σε εργοστάσιο καύσης απορριμμάτων στις ΗΠΑ.
Χλωρακμή (δερματοπάθεια που οφείλεται στην έκθεση σε διοξίνες) ⁽²⁸⁾	Μελέτη σε εργαζόμενους σε εργοστάσιο καύσης στην Ιαπωνία.

Επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων που γειτνιάζουν με εργοστάσια καύσης	Σχόλιο
Βιοδείκτες έκθεσης	
Αυξημένα επίπεδα θειοαιθέρων στα ούρα παιδιών	Αποτέλεσμα έρευνας στην Ισπανία ⁽²⁹⁾
Καρκινογένεση	
44% αύξηση σαρκώματος μαλακών ιστών. 27% αύξηση λεμφώματος non-Hodgkin	Αποτέλεσμα έρευνας στη Γαλλία ⁽³⁰⁾
Αύξηση κατά 670% της πιθανότητας θανάτου από καρκίνο του πνεύμονα	Αποτέλεσμα έρευνας στην Ιταλία ⁽³¹⁾
Αυξημένα κρούσματα καρκίνου του λάρυγγα	Αποτελέσματα ερευνών στη Βρετανία και την Ιταλία ^(32,33)
Αύξηση κατά 37% της θνησιμότητας από καρκίνο στο συκώτι	Αποτέλεσμα έρευνας στη Βρετανία ⁽³⁴⁾
Διπλάσια πιθανότητα θνησιμότητας από καρκίνο σε παιδιά	Αποτέλεσμα έρευνας στη Βρετανία ^(35,36)
Επιπτώσεις στο αναπνευστικό σύστημα	
Αυξημένες πωλήσεις φαρμάκων για αντιμετώπιση παθήσεων του αναπνευστικού	Αποτέλεσμα έρευνας στη Γαλλία ⁽³⁷⁾
Αυξημένα αναπνευστικά προβλήματα (εννεαπλασιασμός συμπτωμάτων συριγμού και βήχα)	Αποτέλεσμα έρευνας στις ΗΠΑ ⁽³⁸⁾
Δυσλειτουργίες πνευμόνων σε παιδιά	Αποτέλεσμα έρευνας στην Ταϊβάν ⁽³⁹⁾
Αυξημένα αναπνευστικά συμπτώματα (συριγμός, επίμονος βήχας, βρογχίτις)	Αποτέλεσμα έρευνας στις ΗΠΑ ⁽⁴⁰⁾
Επιπτώσεις στην αναλογία φύλων	
Αύξηση γεννήσεων κοριτσιών	Αποτέλεσμα έρευνας στη Σκωτία ⁽⁴¹⁾
Συγγενείς ανωμαλίες	
Αύξηση κατά 126% της πιθανότητας εμφάνισης συγγενών ανωμαλιών σε νεογέννητα	Αποτέλεσμα έρευνας στο Βέλγιο ⁽⁴²⁾
Αυξημένες συγγενείς δυσπλασίες οφθαλμών	Αποτέλεσμα έρευνας στη Σκωτία ⁽⁴³⁾
Πολλαπλή εγκυμοσύνη	
Πιθανή αύξηση περιστατικών διδύμων και εν γένει πολλαπλής εγκυμοσύνης	Αποτελέσματα ερευνών στη Σκωτία και το Βέλγιο ^(44,45)
Άλλες επιπτώσεις	
Μειωμένα επίπεδα θυρεοειδών ορμονών σε παιδιά	Αποτέλεσμα έρευνας στη Γερμανία ⁽⁴⁶⁾
Αυξημένα περιστατικά αλλεργιών και χρήσης φαρμάκων σε μαθητές	Αποτέλεσμα έρευνας στο Βέλγιο ⁽⁴⁷⁾

Η καύση σπαταλά ενέργεια

Ένα από τα υποτιθέμενα πλεονεκτήματα της καύσης είναι πως μπορεί να συνδυαστεί με την παραγωγή ενέργειας και συνεπώς παρουσιάζει ένα διπλό περιβαλλοντικό προβάδισμα έναντι της ταφής. Και πάλι όμως τίθεται το λάθος ερώτημα. Γιατί αν το ερώτημα είναι με ποιο τρόπο διαχείρισης των απορριμμάτων εξοικονομούμε περισσότερη ενέργεια, τότε η σύγκριση δικαιώνει πανηγυρικά την ανακύκλωση, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα ⁽⁴⁸⁾.

Ανακύκλωση εναντίον καύσης – Μία ενεργειακή σύγκριση			
Υλικό	Εξοικονομούμενη ενέργεια από υποκατάσταση παρθένων υλικών με ανακυκλωμένα (MJ/τόνο)	Ενέργεια που παράγεται από την καύση των απορριμμάτων (MJ/τόνο)	Ενεργειακά οφέλη ανακύκλωσης σε σύγκριση με την καύση
Χαρτί εφημερίδας	22.398	8.444	2,7:1
Χαρτόνι	22.887	7.388	3,1:1
Χαρτί γραφής	35.242	8.233	4,3:1
Πολυαιθυλένιο (HDPE)	74.316	21.004	3,5:1
Γυάλινη συσκευασία	3.212	106	30,3:1
Κουτιά αλουμινίου	256.830	739	347,5:1
Λάστιχα	32.531	14.777	2,2:1

Σε ότι αφορά στην απ' ευθείας ενεργειακή αξιοποίηση των σκουπιδιών, η μόνη περιβαλλοντικά αποδεκτή λύση είναι η καύση του βιοαερίου που παράγεται στις υπάρχουσες χωματερές. Το βιοαέριο αποτελείται τυπικά από 65% μεθάνιο και 35% διοξείδιο του άνθρακα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας και ως καύσιμο για μηχανές εσωτερικής καύσης. Μιας και το μεθάνιο αποτελεί ισχυρότατο αέριο του θερμοκηπίου, η διαφυγή του στην ατμόσφαιρα δημιουργεί σημαντικά προβλήματα. Γι' αυτό και η ενεργειακή αξιοποίηση του βιοαερίου μειώνει τις συνολικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με τους 'χώρους υγειονομικής ταφής', όπως κομψά λέγονται οι χωματερές. Στην Ελλάδα, τέτοιες μονάδες λειτουργούν, για παράδειγμα, στις χωματερές Α. Λιοσίων στην Αττική και Ταγαράδων στη Θεσσαλονίκη. Η λύση αυτή βέβαια, προτείνεται μόνο για να μετριάσει τις επιπτώσεις επιλογών του παρελθόντος και όχι για να ανοίξει το δρόμο για χωροθέτηση νέων χωματερών.

Καύση και αλλαγή του κλίματος

Ακόμη κι αν υπήρχε τεχνολογικά η δυνατότητα της τέλει καύσης, θα παρέμενε το πρόβλημα της έκλυσης διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και άλλων αερίων του θερμοκηπίου από τα εργοστάσια καύσης. Κατά μέσο όρο, κάθε φορά που καίμε ένα τόνο οικιακών απορριμμάτων, παράγονται 557 κιλά CO₂ ⁽⁴⁹⁾. Η ποσότητα αυτή εκλύεται στην ατμόσφαιρα και συμβάλλει στην αλλαγή του κλίματος. Το επιχείρημα της βιομηχανίας καύσης είναι πως

η ταφή των απορριμμάτων συμβάλλει περισσότερο στην έκλυση αερίων του θερμοκηπίου και συνεπώς στην αποσταθεροποίηση της ατμόσφαιρας. Όταν μάλιστα η καύση συνοδεύεται και από παραγωγή ενέργειας, τότε τα οφέλη από την επιλογή αυτή είναι μεγαλύτερα.

Και πάλι βέβαια, η μισή αλήθεια διαστρέφει τελικά την πραγματικότητα. Διότι το ερώτημα δεν είναι 'ταφή ή καύση;', αλλά ποιά είναι τελικά η καλύτερη μέθοδος για να διαχειριστούμε τα απορρίμμάτα μας. Και στη σύγκριση με τις εναλλακτικές μεθόδους διαχείρισης, η καύση χάνει για ακόμη μια φορά τη μάχη. Όλες οι πρόσφατες μελέτες (σε Ευρώπη και ΗΠΑ) δείχνουν τα συγκριτικά πλεονεκτήματα τόσο της μείωσης στην πηγή, όσο και της ανακύκλωσης και της κομποστοποίησης έναντι της καύσης, με βάση το κριτήριο συμβολής τους στις κλιματικές αλλαγές. Αν θέλουμε να προστατέψουμε το κλίμα, τότε πρέπει να μειώσουμε και να ανακυκλώσουμε τα απορρίμμάτα μας, όχι να τα κάψουμε. Ο παρακάτω πίνακας, συνοψίζει τα αποτελέσματα έρευνας που πραγματοποίησε η Υπηρεσία Περιβάλλοντος των ΗΠΑ το 2002 και συγκρίνει τις εκπομπές από τη μείωση στην πηγή, την ανακύκλωση και την καύση σε σχέση με τις αντίστοιχες από την ταφή των απορριμμάτων ⁽⁵⁰⁾. Οι αριθμοί μιλάνε από μόνοι τους και δείχνουν ότι οι εναλλακτικές της καύσης μέθοδοι προστατεύουν τελικά το κλίμα, αφού αποτρέπουν την έκλυση επικίνδυνων αερίων στην ατμόσφαιρα (αυτό μαρτυρά το αρνητικό πρόσημο).

Καθαρές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου συγκριτικά με την ταφή των απορριμμάτων (τόνοι CO₂ ανά τόνο απορριμμάτων)			
Υλικό	Μείωση στην πηγή	Ανακύκλωση	Καύση
Κουτιά αλουμινίου	-17,15	-15,11	+0,02
Γυαλί	-0,61	-0,32	+0,01
Πολυαιθυλένιο (HDPE)	-1,99	-1,44	+0,81
Πολυαιθυλένιο (LDPE)	-2,38	-1,75	+0,81
PET	-2,18	-1,59	+1,00
Χαρτόνι	-3,79	-2,88	-0,96
Περιοδικά	-3,94	-2,26	-0,05
Εφημερίδες	-4,07	-2,72	-0,01
Ξύλο	-1,63	-2,07	-0,43
MDF	-1,82	-2,09	-0,43

* Ως μείωση στην πηγή νοείται η χρήση μικρότερων ποσοτήτων ενός υλικού χωρίς υποκατάσταση από κάποιο άλλο (π.χ. κουτιά αλουμινίου με λεπτότερα τοιχώματα και άρα λιγότερη πρώτη ύλη, χρήση και των δύο όψεων του χαρτιού, επαναχρησιμοποίηση).

Μια αντίστοιχη μελέτη που έγινε για λογαριασμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης το 2001 ⁽⁵¹⁾, έδειξε πως για κάθε τόνο απορριμμάτων που αποτρέπουμε από τις χωματερές και ανακυκλώνεται ή κομποστοποιείται, αποσοβείται η έκλυση 260-470 κιλών ισοδύναμου CO₂. Η μελέτη αυτή καταλήγει στο συμπέρασμα πως η ιεράρχηση των μεθόδων διαχείρισης που έχει επιλέξει η ΕΕ είναι τελικά ορθή, όταν σαν κριτήριο θέσουμε τη συμβολή των διαφόρων μεθόδων στην αλλαγή του κλίματος. Η ιεράρχηση αυτή έχει ως εξής:

- Μείωση στην πηγή
- Επαναχρησιμοποίηση
- Ανακύκλωση – Κομποστοποίηση (με διαλογή στην πηγή)
- Μηχανική ανακύκλωση - κομποστοποίηση (αναμεμιγμένα απορρίμματα)
- Ενεργειακή αξιοποίηση με θερμική επεξεργασία

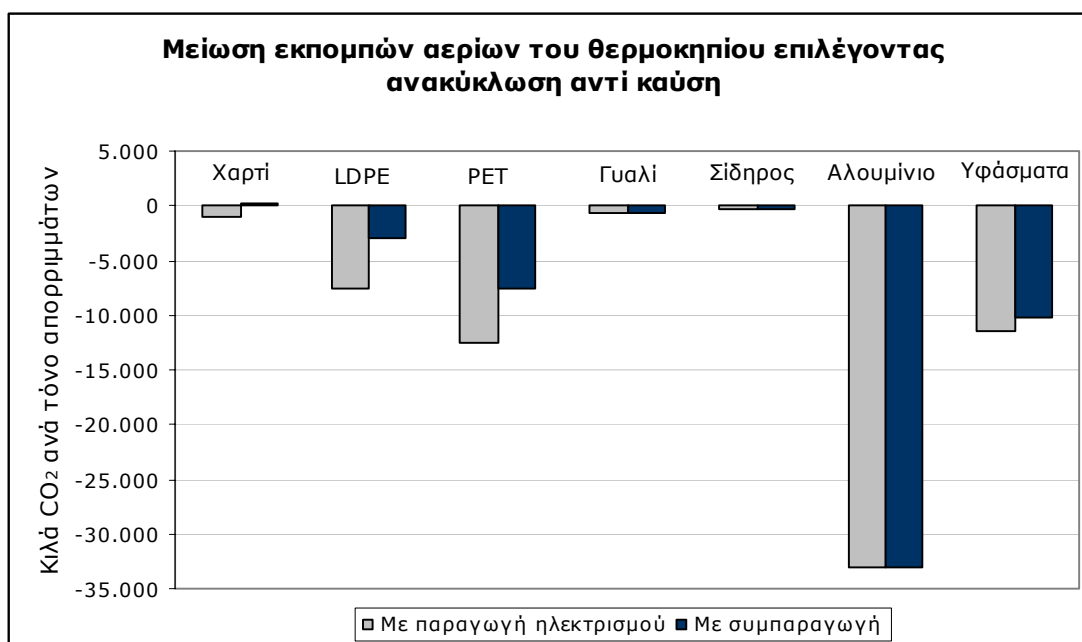
Η μελέτη καταλήγει και σε ένα άλλο ενδιαφέρον συμπέρασμα. Ότι δηλαδή, και οι άλλες μέθοδοι θερμικής επεξεργασίας των αποβλήτων (όπως η πυρόλυση, η αεριοποίηση και η καύση RDF – δηλαδή τυποποιημένου καυσίμου από απορρίμματα) έχουν παραπλήσιες επιπτώσεις στο κλίμα μ’ αυτές της καύσης. Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης για διάφορα εναλλακτικά σενάρια χρήσης τεχνολογιών θερμικής επεξεργασίας των απορριμμάτων.

Καθαρές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τεχνολογίες θερμικής επεξεργασίας (κιλά CO₂ ανά τόνο απορριμμάτων)		
Καύση	Χωρίς παραγωγή ηλεκτρισμού	+181
	Με παραγωγή ηλεκτρισμού	-10
	Με συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας	-348
Αεριοποίηση - Πυρόλυση	Με παραγωγή ηλεκτρισμού	-3
Καύση RDF	Σε ρευστοποιημένη κλίνη	+73
	Σε ανθρακικούς σταθμούς	-337
	Σε τσιμεντοβιομηχανίες υποκαθιστώντας άνθρακα ή λιγνίτη	-337

* Στον παραπάνω πίνακα θεωρούμε πως η καύση των απορριμμάτων υποκαθιστά την καύση ρυπογόνου λιγνίτη. Αν η υποκατάσταση αφορά μια καθαρή μορφή ενέργειας (π.χ. την αιολική), τότε τα αποτελέσματα είναι πολύ πιο δυσμενή για όλες τις μορφές θερμικής επεξεργασίας των απορριμμάτων (+177 για την καύση με παραγωγή ηλεκτρισμού, -161 για καύση με συμπαραγωγή, +163 για την πυρόλυση με παραγωγή ηλεκτρισμού, +208 για την καύση RDF).

Πριν βιαστεί κανείς να προτείνει καύση με συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (μιας και η επιλογή αυτή έχει αρνητικό ισοζύγιο εκπομπών), θα πρέπει να αναλογιστεί πως ο συνδυασμός αυτός επιβαρύνει οικονομικά την ήδη ακριβή τεχνολογία της καύσης. Επιπλέον, δεν είναι αυτονόητο ότι θα υπάρχει κοντά στο εργοστάσιο τρόπος αξιοποίησης της παραγόμενης θερμότητας, ιδίως μάλιστα τους καλοκαιρινούς μήνες. Η περαιτέρω μετατροπή της για ψύξη χώρων θα απαιτούσε και άλλες επενδύσεις και θα ανέβαζε επιπλέον το κόστος.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει και μια άλλη πτυχή της μελέτης, η οποία εξετάζει τα οφέλη από την ανακύκλωση διαφόρων υλικών αντί για την καύση τους. Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει παραστατικά τα οφέλη αυτά σε ότι αφορά τη μείωση των εκπομπών CO₂.



Ο όρος 'καύση' είναι ντεμοντέ. Τώρα τη λένε 'θερμική επεξεργασία'

Έχοντας βεβαρημένο παρελθόν και βλέποντας ότι χάνει στο επίπεδο των εντυπώσεων, η βιομηχανία καύσης έχει αλλάξει τα τελευταία χρόνια τη στρατηγική της και προσπαθεί να πουλήσει τα προϊόντα της με άλλα ονόματα. Οι 'εναλλακτικές' εκδοχές της καύσης είναι η **αεριοποίηση**, η **πυρόλυση**, οι **τεχνολογίες πλάσματος**, και το **τυποποιημένο καύσιμο από απορρίμματα (RDF)**. Πρόκειται ουσιαστικά για θερμικές διεργασίες διαχείρισης των αποβλήτων, οι οποίες όμως παρουσιάζουν παραπλήσια προβλήματα με την καύση.

Η αεριοποίηση είναι μια μέθοδος θερμικής επεξεργασίας στην οποία η πλειονότητα των μορίων άνθρακα μετατρέπεται σε αέρια μορφή (syngas) με μερική καύση των αποβλήτων είτε με αέρα, είτε με καθαρό οξυγόνο, είτε με εμπλουτισμένο σε οξυγόνο αέρα, είτε παρουσία ατμού. Οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται είναι 900-1.100 βαθμοί (με αέρα) ή 1.000-1.400 (με οξυγόνο). Η πυρόλυση είναι συγγενής με την καύση μέθοδος, με τη διαφορά ότι η θερμική επεξεργασία των απορριμμάτων γίνεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου και χαμηλότερες θερμοκρασίες (400-600 βαθμούς). Όταν η πυρόλυση γίνεται στους 800 βαθμούς, ονομάζεται θερμική αεριοποίηση.

Μελέτη της οργάνωσης Blue Ridge Environmental Defense League στις ΗΠΑ, συνέκρινε τις αέριες εκπομπές από την καύση και την αεριοποίηση απορριμμάτων. Τα αποτελέσματα αυτής της συγκριτικής μελέτης δίνονται στον παρακάτω πίνακα και αφορούν στην καύση ή αεριοποίηση 100 τόνων απορριμμάτων ημερησίως ⁽⁵²⁾.

Αέριες εκπομπές από την καύση και την αεριοποίηση απορριμμάτων (σε κιλά ρύπων ετησίως)			
Ρύπος	Καύση	Αεριοποίηση	Ποσοστιαία διαφορά αεριοποίησης σε σχέση με καύση
Διοξίνες & Φουράνια	0,027	0,050	+85%
Υδράργυρος	92,6	92,6	0%
Μόλυβδος	50	46,8	-6,4%
Διοξειδίο του θείου	57.335	53.524	-6,7%
Οξειδία αζώτου	40.930	52.364	+28%
Μονοξειδίο του άνθρακα	7.673	4.955	-35,4%

Όπως βλέπουμε στον πίνακα, η αεριοποίηση συνεπάγεται περισσότερες εκπομπές διοξινών και οξειδίων του αζώτου, τα δε συνολικά αποτελέσματα ουδόλως δικαιολογούν τα διθυραμβικά σχόλια της βιομηχανίας καύσης για την τεχνολογία αυτή, ούτε βέβαια το εξαιρετικά υψηλό κόστος της.

Οι τεχνολογίες πλάσματος χρησιμοποιούν εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες για να επεξεργαστούν τα απόβλητα. Το πλάσμα αναφέρεται συχνά ως η τέταρτη κατάσταση της ύλης, συνέχεια των υπολοίπων τριών, δηλαδή της στερεάς, της υγρής και της αέριας. Ο συνήθης τρόπος δημιουργίας πλάσματος είναι η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος σε δύο αντίθετα φορτισμένους πόλους. Με τον τρόπο αυτό αναπτύσσονται πολύ υψηλές θερμοκρασίες (μεγαλύτερες των 10.000 βαθμών) και δημιουργείται ένα θερμό ιονισμένο αέριο που ονομάζουμε πλάσμα. Στις συνθήκες αυτές, ισχυρίζονται κάποιοι, καταστρέφονται όλες οι τοξικές ουσίες και συνεπώς δεν υπάρχουν τα προβλήματα που συνοδεύουν την καύση. Παρόλα αυτά, οι τεχνολογίες πλάσματος για τη διαχείριση των αποβλήτων παρουσιάζουν μια σειρά από μειονεκτήματα, τα οποία καταγράφουμε παρακάτω:

- Αν και οι τεχνολογίες πλάσματος εκλύουν λιγότερες διοξίνες από τις συμβατικές τεχνολογίες καύσης, εν τούτοις αποτελούν κι αυτές πηγές έκλυσης διοξινών και άλλων τοξικών ουσιών.
- Τα βαρέα μέταλλα δεν καταστρέφονται από τις εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες.
- Οι τεχνολογίες αυτές δεν έχουν δοκιμαστεί επί μακρόν σε μεγάλη κλίμακα και συνεπώς υπάρχει έλλειψη εμπειρίας ως προς τα τελικά οφέλη και κινδύνους.
- Λόγω της εγγενούς ετερογένειας των αποβλήτων, τίθενται ερωτήματα ως προς τη σταθερότητα της διαδικασίας και τη δυνατότητα ελέγχου της.
- Οι τεχνολογίες πλάσματος έχουν εξαιρετικά υψηλά κόστη. Τόσο για την αρχική εγκατάσταση, όσο και λειτουργικά, αφού απαιτούν μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η συνολική περιβαλλοντική απόδοσή τους δεν εξαντλείται φυσικά μόνο στις εκλύσεις ρύπων από το εργοστάσιο, αλλά θα πρέπει να περιλάβει και τις εκπομπές ρύπων από τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής που τροφοδοτούν τις μονάδες πλάσματος.

Τέλος, το τυποποιημένο καύσιμο από απορρίμματα (RDF) δεν είναι τίποτε άλλο παρά συμπιεσμένα σκουπίδια με μεγαλύτερη αναλογία σε πλαστικά. Το RDF καίγεται είτε σε ειδικές μονάδες (ρευστοποιημένης κλίνης), είτε σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, είτε τέλος σε τσιμεντοβιομηχανίες συνήθως με μορφή μπρικέτας. Η καύση του RDF συνοδεύεται από τα ίδια προβλήματα που κατατρέχουν την καύση του συνόλου των απορριμμάτων. Ιδιαίτερη ανησυχία προκαλούν οι αυξημένες εκπομπές υδραργύρου από βιομηχανικές μονάδες που καίνε RDF, καθώς και η παρουσία τοξικών βαρέων μετάλλων στα τελικά προϊόντα που αυτές παράγουν (π.χ. στο τσιμέντο) ⁽⁵³⁾.

Μια ακριβή υπόθεση

Ακόμη κι αν η καύση δεν συνοδευόταν από τόσα εγγενή περιβαλλοντικά προβλήματα, η προώθησή της, ιδιαίτερα σε μια χώρα σαν την Ελλάδα, θα παρουσίαζε πολλές δυσκολίες για ένα απλό λόγο. Πρόκειται για μια πολύ ακριβή τεχνολογία. Τόσο ακριβή, που την κάνει απαγορευτική στην πράξη (αν βέβαια δεν θέλει κανείς να μετακυλήσει το τεράστιο κόστος στους δημότες).

Πρόσφατα στοιχεία για την απαιτούμενη αρχική επένδυση δείχνουν ότι ένας συνήθης αποτεφρωτήρας απορριμμάτων κοστίζει εκατοντάδες εκατομμύρια ευρώ. Στην Ολλανδία, για παράδειγμα, η κατασκευή ενός αποτεφρωτήρα δυναμικότητας 2.000 τόνων ημερησίως κόστισε (στα μέσα της δεκαετίας του '90) περί τα 500 εκατ. δολάρια ⁽⁵⁴⁾. Πιο πρόσφατα στοιχεία από την Ιαπωνία ανεβάζουν σημαντικά αυτό το κόστος. Δύο αποτεφρωτήρες που ολοκληρώθηκαν το 1999, για παράδειγμα, κόστισαν 658 εκατ. δολάρια (για δυναμικότητα 200 τόνων απορριμμάτων ημερησίως) και 808 εκατ. δολάρια αντίστοιχα (για δυναμικότητα 400 τόνων απορριμμάτων ημερησίως) ⁽⁵⁵⁾.

Τα λειτουργικά κόστη είναι εξίσου υψηλά. Τα κόστη προ φόρων σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες, κυμαίνονται από 21 έως 332 € τον τόνο (ανάλογα με τον όγκο των απορριμμάτων που οδηγούνται προς καύση), ενώ στα κόστη αυτά θα πρέπει να προσθέσει κανείς και τα κόστη για την επιπλέον διάθεση των τοξικών στερεών αποβλήτων της καύσης, τα οποία με τη σειρά τους κυμαίνονται από 8 έως 363 € τον τόνο. Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τα αποτελέσματα πρόσφατης μελέτης για τα κόστη της καύσης σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες ⁽⁵⁶⁾.

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	-

Για σύγκριση, να αναφέρουμε ότι σήμερα στην Ελλάδα, τα κόστη για την ταφή των απορριμμάτων είναι 9-30 €/τόνο (περιλαμβανομένων των φόρων), γεγονός που σημαίνει ότι οποιοδήποτε επιπλέον κόστος θα έπρεπε να περάσει υπό τη μορφή αυξημένων δημοτικών τελών στους πολίτες. Στην περίπτωση της ανακύκλωσης αντίθετα, έχει επιλεγεί η μετακύληση του κόστους στο επίπεδο των προϊόντων και των χρηστών με τη θέσπιση ειδικών τελών (π.χ. για τη συσκευασία), καθιστώντας τη διαχείριση του όλου εγχειρήματος πιο αποτελεσματική. Στο επιχείρημα της βιομηχανίας καύσης ότι και η ανακύκλωση και κομποστοποίηση των απορριμμάτων είναι ακριβές διαδικασίες, η απάντηση είναι πως τουλάχιστον αυτές συνοδεύονται από προφανή περιβαλλοντικά και ενεργειακά πλεονεκτήματα και, συνεπώς, ορθώς η κοινωνία πληρώνει γι' αυτήν την προστιθέμενη αξία.

Για σύγκριση επίσης, αναφέρουμε πως στις διάφορες ευρωπαϊκές χώρες, τα κόστη για την ταφή των απορριμμάτων κυμαίνονται από 9 έως 164 €/τόνο (με υψηλότερες τιμές εκεί όπου η ταφή ουσιαστικά εγκαταλείπεται ως μέθοδος τελικής διάθεσης), ενώ για την κομποστοποίηση, από 16 έως 189 €/τόνο (με συνήθεις τιμές περί τα 50 €/τόνο) ⁽⁵⁶⁾.

Προκειμένου να αναλάβουν τη διαχείριση των απορριμμάτων, οι εταιρίες που εμπορεύονται αποτεφρωτήρες συνάπτουν μακροχρόνια συμβόλαια με δήμους, στη βάση βέβαια της εξασφαλισμένης κερδοφορίας τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, πολλοί δήμοι να βρεθούν σε δεινή οικονομική κατάσταση ή και στα όρια της χρεοκοπίας, προκειμένου να

ανταποκριθούν στις υποχρεώσεις αυτές. Παραδείγματα όπου η επιλογή της καύσης οδήγησε σε μείζονα οικονομικά προβλήματα την Τοπική Αυτοδιοίκηση υπάρχουν δυστυχώς πολλά (π.χ. Νιού Χαμσάϊρ, Νιού Τζέρσεϊ, Λέϊκ Κάουντι στη Φλόριντα, Χάντσον Φολς στη Ν. Υόρκη, για να μείνουμε στα παραδείγματα από τις ΗΠΑ). Σε άλλες περιπτώσεις (π.χ. Σουηδία), δημοτικές επιχειρήσεις αναγκάστηκαν να εισάγουν απόβλητα προκειμένου να καταστήσουν οικονομικά αποδοτική τη λειτουργία των αποτεφρωτήρων στους οποίους επένδυσαν ⁽¹²⁾.

Θέσεις εργασίας; Ποιές θέσεις εργασίας;

Από τη φύση της, η καύση είναι μια τεχνολογία εντάσεως κεφαλαίου και όχι εντάσεως εργασίας. Δεν είναι τυχαίο λοιπόν ότι **τα προγράμματα ανακύκλωσης-κομποστοποίησης δημιουργούν δεκαπλάσιες θέσεις εργασίας ανά τόνο διαχειριζόμενων απορριμμάτων απ’ ότι η καύση**. Ο παρακάτω πίνακας, που συνοψίζει τα αποτελέσματα σχετικής μελέτης στις ΗΠΑ, είναι αποκαλυπτικός ⁽⁵⁷⁾.

Τρόπος διαχείρισης	Θέσεις εργασίας ανά 10.000 τόνους απορριμμάτων ετησίως
Επαναχρησιμοποίηση	
Επαναχρησιμοποίηση υπολογιστών	296
Απόληψη υφασμάτων	85
Επαναχρησιμοποίηση διαφόρων υλικών	62
Επισκευή ξύλινων παλετών	28
Βιομηχανίες που βασίζονται στην ανακύκλωση	25
Χαρτοβιομηχανίες	18
Υαλουργίες	26
Βιομηχανίες πλαστικών	93
Κέντρα διαλογής υλικών	10
Κομποστοποίηση	4
Καύση	1
Ταφή	1

Μια ασύμβατη τεχνολογία

Έχει ειπωθεί πως η καύση είναι η ορατή πλευρά της αναποτελεσματικότητας. Κι αυτό γιατί, η καύση προϋποθέτει τη συνέχιση ενός καταναλωτικού μοντέλου που αδιαφορεί για τη σπατάλη των πρώτων υλών και την ποιότητα των προϊόντων που καταναλώνουμε. Επικαλούμενη τη δήθεν ολοκληρωμένη διαχείριση των απορριμμάτων, η βιομηχανία καύσης ουσιαστικά αντιστρατεύεται τις προσπάθειες για μείωση των αποβλήτων στην πηγή, για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση. Με άλλα λόγια αντιστρατεύεται την

αειφορία και τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης. Δεδομένου ότι οι βιομηχανίες καύσης πληρώνονται ανά τόνο καιγόμενων αποβλήτων, έχουν κάθε λόγο να βλέπουν αυτά τα απόβλητα να αυξάνονται. Η βιομηχανία καύσης ζει και τρέφεται από την περιβαλλοντική υποβάθμιση.

Επιπλέον, δεδομένου ότι η καύση απορροφά τεράστια κονδύλια, μειώνονται οι πιθανότητες για επενδύσεις σε φιλοπεριβαλλοντικές μεθόδους διαχείρισης, αφού τα κονδύλια είναι εκ των πραγμάτων περιορισμένα. Η δέσμευση σε ένα αποτεφρωτήρα (με μέσο χρόνο ζωής 25 χρόνια) σημαίνει ουσιαστικά δέσμευση σε ένα αναποτελεσματικό μοντέλο διαχείρισης για μια ολόκληρη γενιά.

Η εφαρμογή της καύσης αντιστρατεύεται επίσης πολλούς από τους στόχους που έχει θέσει η εθνική και κοινοτική νομοθεσία. Τι προβλέπει αυτή η νομοθεσία;

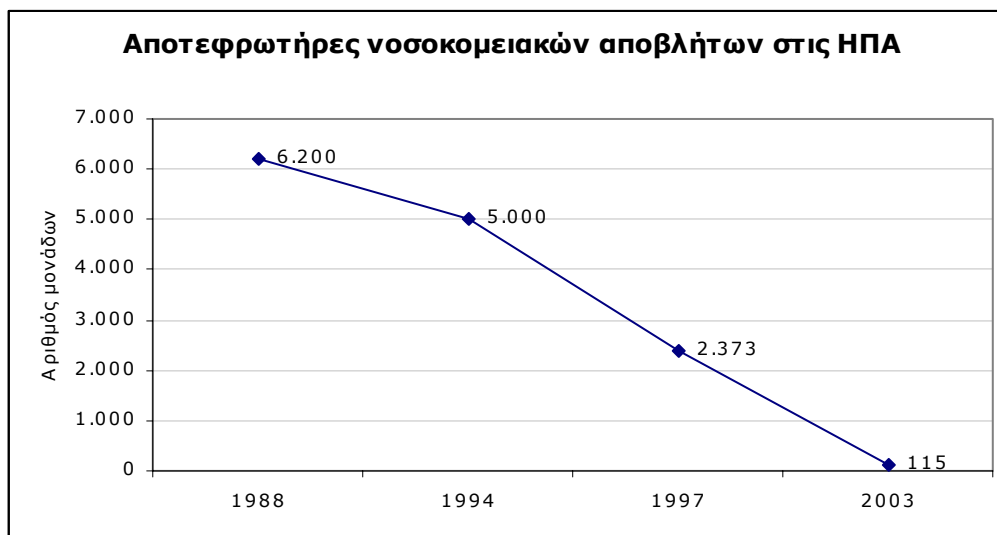
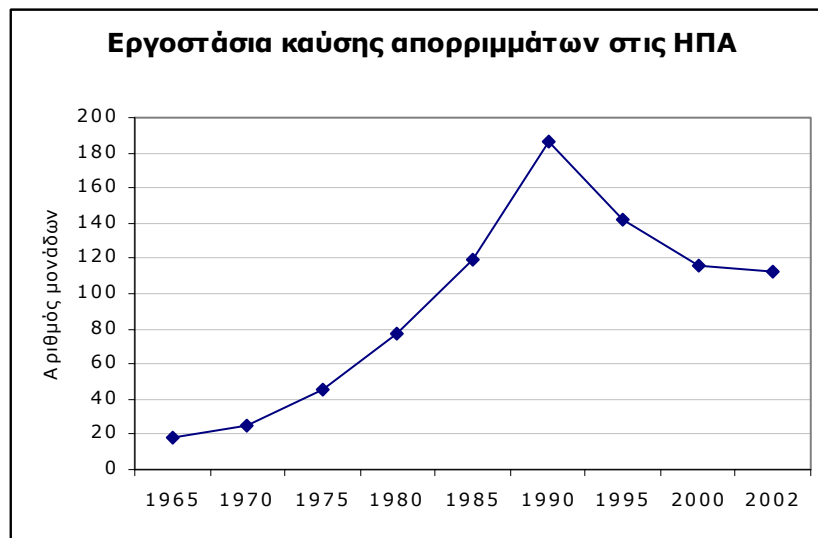
- Κλείσιμο και εξυγίανση όλων των ανεξέλεγκτων χωματερών και σκουπιδότοπων μέχρι το 2007 σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ήδη, με βάση την ελληνική νομοθεσία, όλες οι υπάρχουσες χωματερές και σκουπιδότοποι είναι παράνομοι.
- Υποχρέωση ανάκτησης του 60% και ανακύκλωσης του 55-80% των συσκευασιών μέχρι το 2011.
- Υποχρέωση μείωσης των βιοαποδομήσιμων αστικών απορριμμάτων που προορίζονται για ταφή (και ει δυνατόν κομποστοποίησής τους στην πηγή, σε επίπεδο κατοικίας δηλαδή) κατά 25% ως το 2010, 50% ως το 2013 και 65% ως το 2020 (σε σχέση με τα επίπεδα του 1995 ή του τελευταίου προ του 1995 έτους για το οποίο υπάρχουν διαθέσιμα τυποποιημένα στοιχεία της Eurostat).
- Υποχρέωση ανακύκλωσης και εναλλακτικής διαχείρισης ειδικών απορριμμάτων και αποβλήτων, όπως λάστιχα, παλιά οχήματα, καταλύτες, ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές, μπάζα, ογκώδη αντικείμενα, έπιπλα, ορυκτέλαια, κ.α.

Το κλείσιμο των χωματερών ακούγεται ως ένα πολύ καλό επιχείρημα για την προώθηση της καύσης. Όμως, το ταυτόχρονο εγχείρημα της επίτευξης των στόχων για ανάκτηση-ανακύκλωση και της καύσης των απορριμμάτων είναι και μαθηματικά ακόμη έωλο. Οι ποσότητες που 'περισσεύουν' από τα προγράμματα ανακύκλωσης-κομποστοποίησης είναι πολύ μικρές για να κάνουν οποιαδήποτε μονάδα καύσης στοιχειωδώς βιώσιμη. Η προσπάθεια επίτευξης οικονομικής βιωσιμότητας θα απαιτούσε καύση περισσότερων απορριμμάτων, δηλαδή ακύρωση των στόχων για την ανακύκλωση.

Σβήνοντας τις φλόγες

Την ώρα που οι πλασιέ των εργοστασίων καύσης κραδαίνουν τις φανταχτερές χάντρες τους για να θαμπώσουν τους ιθαγενείς της νότιας Βαλκανικής, σε άλλες χώρες με μεγαλύτερη προϋπηρεσία, η βιομηχανία καύσης τα βρίσκει μάλλον σκούρα. Είναι, για παράδειγμα, χαρακτηριστικό ότι στις ΗΠΑ (όπου ο πρώτος αποτεφρωτήρας λειτούργησε ήδη από το 1885) η βιομηχανία αυτή βρίσκεται σε κρίση και ο αριθμός των εργοστασίων

καύσης πέφτει διαρκώς τα τελευταία χρόνια ως απόρροια της αντίδρασης των πολιτών, αλλά και της προώθησης προγραμμάτων ανακύκλωσης όπως επιτάσσουν πλέον οι καιροί. Τα παρακάτω διαγράμματα αποτυπώνουν αυτή την τάση ⁽¹²⁾.



Ενδιαφέρον παρουσιάζει η δραματική πτώση των αποτεφρωτήρων για νοσοκομειακά απόβλητα, απόρροια, μεταξύ άλλων, ενός ισχυρού ενδονοσοκομειακού κινήματος που προωθεί εναλλακτικές μεθόδους διαχείρισης των αποβλήτων αυτών. Είναι χαρακτηριστικό ότι, από τον Ιούνιο του 1996, μόνο επτά νέοι αποτεφρωτήρες νοσοκομειακών αποβλήτων έχουν κατασκευαστεί στις ΗΠΑ, όταν παλαιότερες προβλέψεις της Υπηρεσίας Περιβάλλοντος έκαναν λόγο για 700 νέους αποτεφρωτήρες την περίοδο 1995-2000 ⁽¹²⁾.

Εκατοντάδες προτάσεις για δημιουργία νέων εργοστασίων καύσης συνάντησαν τη σθεναρή αντίσταση των πολιτών σε όλο τον κόσμο και τελικά ακυρώθηκαν. Οι πιέσεις αυτές του κινήματος κατά της καύσης, έφεραν αλλαγές επί το αυστηρότερον στις προδιαγραφές ασφάλειας των μονάδων αυτών, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις (όπως στην **περίπτωση των Φιλιππίνων** το 1999) οδήγησαν και στη **νομοθετική απαγόρευση της καύσης ως**

μεθόδου διαχείρισης των αποβλήτων. Στην Ελλάδα, με εξαίρεση τον αποτεφρωτήρα νοσοκομειακών αποβλήτων στα Α. Λιόσια, όλες οι μέχρι τώρα προτάσεις για κατασκευή εργοστασίων καύσης (είτε αυτές αφορούσαν οικιακά απορρίμματα είτε βιομηχανικά απόβλητα) ματαιώθηκαν μετά από την αντίδραση των τοπικών κοινωνιών. Είναι μάλιστα χαρακτηριστική η θέση του πρώην υπουργού ΠΕΧΩΔΕ Κ. Λαλιώτη για το θέμα αυτό, όπως διατυπώθηκε στη Βουλή (5-3-2001): *"...κατέθεσα την άποψη και θέση ότι στον ελληνικό χώρο είναι απαγορευτικό να γίνεται η διαχείριση των απορριμμάτων με τη μέθοδο της καύσης"*.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον βέβαια παρουσιάζουν και οι απόψεις της ίδιας της βιομηχανίας καύσης για τις προοπτικές της αγοράς αυτής ⁽¹²⁾.

"Δεν φαίνονται καινούργιες μπίζνες στον ορίζοντα... Από τις 100 και πλέον εταιρίες που ήταν κάποτε στον κλάδο, αρχίζοντας από τη Monsanto και την Occidental Petroleum, μέχρι την General Electric και την Boeing, σήμερα έχουν μείνει μόλις τρεις".

David Sussman, αντιπρόεδρος της Covanta
(πρώην Ogden Corporation, εταιρίας που ασχολείται με την καύση)

"Η καύση είναι μία νεκρή τεχνολογία"

Δήλωση αξιωματούχου της εταιρίας Security Environmental Systems μετά την αποτυχία εγκατάστασης ενός νέου εργοστασίου καύσης τοξικών αποβλήτων στην Καλιφόρνια

Και το διεθνές περιβαλλοντικό δίκαιο όμως μπαίνει ενίοτε φραγμός στην ανάπτυξη νέων εργοστασίων καύσης. Αν και καμία διεθνής συμφωνία δεν απαγορεύει ρητώς την καύση των αποβλήτων (με εξαίρεση τη **Σύμβαση του Λονδίνου που απαγορεύει την καύση αποβλήτων στη θάλασσα**), εν τούτοις, άλλες διεθνείς συμφωνίες εγείρουν σημαντικά ερωτηματικά για το κατά πόσο θα έπρεπε να συνεχιστεί αυτή η πρακτική.

Η **Σύμβαση της Στοκχόλμης** για τους τοξικούς Εμμένοντες Ρύπους (POPs), για παράδειγμα, θεωρεί τους αποτεφρωτήρες (συμπεριλαμβανομένων των βιομηχανικών καυστήρων που καίνε απόβλητα), ως σημαντικές πηγές έκλυσης POPs. Η Σύμβαση αυτή καλεί τα συμβαλλόμενα μέρη να απέχουν από διεργασίες και πρακτικές που εντείνουν ή υποβοηθούν την έκλυση POPs στο περιβάλλον. Εμμέσως δηλαδή, καλεί τα συμβαλλόμενα μέρη να απέχουν από την κατασκευή νέων εργοστασίων καύσης.

Πόλεις χωρίς σκουπίδια

Ακούγεται προκλητικό, είναι όμως απολύτως εφικτό. Το να αντιμετωπίσουμε τα σκουπίδια, όχι ως πρόβλημα, αλλά ως πρόκληση, σημαίνει πως ήδη έχουμε κάνει μια μεγάλη στροφή. Μια στροφή που μπορεί να οδηγήσει σε βιώσιμες λύσεις. Αν βέβαια οι κυβερνήσεις ήταν συνεπείς στην ιεράρχηση που έχουν θέσει για την διαχείριση των απορριμμάτων, θα είχαμε ήδη λύσει το πρόβλημα.

Η ιεράρχηση αυτή προκρίνει τη μείωση και τη διαλογή στην πηγή, την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση, την κομποστοποίηση και την εναλλακτική διαχείριση των ειδικών απορριμμάτων (όπως π.χ. τα ηλεκτρικά-ηλεκτρονικά απόβλητα, τα λάστιχα, τα μπάζα, τα ορυκτέλαια, κ.λπ), έναντι της ταφής και της καύσης. Το τελικό υπόλειμμα μετά την εφαρμογή των παραπάνω είναι ελάχιστο σε όγκο, αδρανές, και μπορεί να διατεθεί με ελάχιστη επεξεργασία και χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα.

Σε ότι αφορά στα βιομηχανικά απόβλητα, και πάλι η ταφή ή η καύση τους δεν αποτελεί βιώσιμη λύση. **Η εφαρμογή καθαρών τεχνολογιών και των πρακτικών της Καθαρής Παραγωγής μπορούν να μειώσουν σε σημαντικό βαθμό τον όγκο και την τοξικότητα των βιομηχανικών αποβλήτων.** Για την ιστορική ρύπανση που έχει ήδη συσσωρευτεί, υπάρχουν ευτυχώς εναλλακτικές τεχνολογίες (που δεν βασίζονται στη θερμική επεξεργασία των αποβλήτων αλλά πρωτίστως σε φυσικοχημικές μεθόδους), που παρέχουν μια ασφαλέστερη και φιλικότερη προς το περιβάλλον διεξοδό.

Όσο για τα νοσοκομειακά απόβλητα, υπάρχουν ευτυχώς πληθώρα εναλλακτικών λύσεων, όπως περιγράφουμε πιο αναλυτικά στο σχετικό παράρτημα. **Η ασφαλής διαχείριση των μολυσματικών νοσοκομειακών αποβλήτων μπορεί να γίνει με διάφορες τεχνολογίες αποστείρωσης και απολύμανσης, που παρέχουν ικανοποιητική καταστροφή των μολυσματικών και παθογόνων παραγόντων και μάλιστα με χαμηλότερο κόστος απ' ότι η καύση.**

Για να επανέλθουμε εκεί απ' όπου ξεκινήσαμε. Δεν θα πάρουμε σωστές απαντήσεις αν δεν θέσουμε τα σωστά ερωτήματα. Το ερώτημα αν θα πρέπει να κατασκευάσουμε εργοστάσια καύσης είναι εκ του πονηρού, μιας και προωθείται από πλασιέ εταιριών που νοιάζονται για τη μεγιστοποίηση των κερδών τους και όχι για τη βιωσιμότητα του πλανήτη μας. Στο μόνο λογικό ερώτημα που μπορεί και οφείλει να θέσει κανείς, το ερώτημα δηλαδή 'ποιός είναι ο πιο ενδεδειγμένος και φιλικός προς το περιβάλλον τρόπος για να διαχειριστούμε τα σκουπίδια μας;', η απάντηση είναι μονοσήμαντη. **Μείωση-Επαναχρησιμοποίηση-Ανακύκλωση.** Το τρίπτυχο αυτό εγγυάται την αειφορία και είναι το μόνο που μπορεί να μας οδηγήσει σε ένα βιώσιμο μέλλον. Είναι το μόνο που μπορεί να κάνει τις 'Πόλεις χωρίς σκουπίδια' μια πραγματικότητα στα χρόνια που έρχονται. Η επιλογή είναι δική μας.

Παραπομπές

1. **Greenpeace** (2000). *Διοξίνες στις χωματερές*. Δελτίο τύπου του ελληνικού γραφείου της Greenpeace. www.greenpeace.gr
2. **Allsopp M, Costner P, Johnston P,** (2001). *Incineration and human health. State of knowledge of the impacts of waste incinerators on human health*. Greenpeace Research Laboratories. University of Exeter, UK.
3. **USEPA** (2000a). *Exposure and Human Health Reassessment of 2,3,7,8- Tetrachlorodibenzo-p-Dioxin (TCDD) and Related Compounds, Part I: Estimating Exposure to Dioxin Like Compounds, Volume 2: Sources of Dioxin Like Compounds in the United States, Draft Final Report EPA/600/P-00/001Bb,* (<http://www.epa.gov/ncea>) September 2000.
4. **De Fre, R. and Wevers, M.** (1998). "Underestimation of Dioxin Inventories," *Organohalogen Compounds*, vol. 36, pp. 17-20.
5. **Giugliano, M., Cernuschi, S., Grosso, M., Miglio, R., Aloigi, E.** (2002). "PCDD/F Mass Balance in the Flue Gas Cleaning Units of a MSW Incineration Plant," *Chemosphere*, vol. 46, pp. 1321-1328.
6. **Ευρωπαϊκή Επιτροπή** (2001). *Στρατηγική της Κοινότητας για τις διοξίνες, τα φουράνια και τα πολυχλωρωμένα διφαινύλια*. Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Συμβούλιο, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και την Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή. Βρυξέλλες, 24.10.2001. COM(2001) 593 τελικό.
7. **USEPA** (2000b). *Dioxin: Summary of the Dioxin Reassessment Science*.
8. **French Ministry of the Environment**, Comite de Prevention et de Precaution, Recommandation Dioxines, April 3, 1998.
9. **Ψωμάς Σ,** (1992). *Παιχνίδια με τη φωτιά – Τα εργοστάσια καύσης αποβλήτων*. Έκθεση του ελληνικού γραφείου της Greenpeace. Μάρτιος 1992.
10. **Centers for Disease Control and Prevention** (2001). "Blood and Hair Mercury Levels in Young Children and Women of Childbearing Age — United States, 1999", *Morbidity and Mortality Weekly Report*, vol. 50, no. 8, pp. 140-3, March 2, 2001.
11. **Pirrone, Nicola et al.** (1996). "Regional Differences in Worldwide Emissions of Mercury to the Atmosphere," *Atmospheric Environment*, vol. 30, no. 17, pp. 2981-1987.
12. **GAIA** (2003). *Waste incineration: a dying technology*. Global Anti-Incinerator Alliance – Global Alliance for Incinerator Alternatives, www.no-burn.org
13. **Schmid, J., Elser, A., Strobel, R., Crowe, M.** (2000). *Dangerous Substances in Waste*. Copenhagen: European Environment Agency. Technical Report No 38. www.eea.eu.int
14. **COMEAP** (1998). *The Quantification of the Effects of Air Pollution on Health in the United Kingdom*. Committee on the Medical Effects of Air Pollutants, UK Dept. of Health, 12.1.98.
15. **Eberg, Jan,** (1997). *Waste Policy and Learning: Policy Dynamics of Waste Management and Waste Incineration in the Netherlands and Bavaria*, Delft, The Netherlands: Uitgeverij Eburon.
16. **Greenpeace UK** Incineration Report 2001. www.greenpeace.org.uk
17. **Howard, C.V.,** (2000). "Particulate Aerosols, Incinerators and Health," in P. Nicolopoulou-Stamini, ed., *Health Impacts of Waste Management Policies, Proceedings of the Seminar "Health Impacts of Waste Management Policies"* (Hippocrates Foundation, Kos, Greece, 12-14 Nov 1998), Kluwer Academic Publishers.
18. **Chang, M., and Lin, J.,** (2001). "Memory Effect on the Dioxin Emissions from Municipal Waste Incinerator in Taiwan" *Chemosphere*, vol. 45, pp. 1151-1157.
19. **Guardian**, "Children at Risk From Poisoned Ash on Paths" May 8, 2000.
20. **Hershkowitz, Allen, and Salerni, Eugene,** (1987). *Garbage Management in Japan: Leading the Way*, New York, New York: INFORM.
21. **Angerer J., Heinzow D.O. Reimann W., Knorz W. and Lehnert G.,** (1992). Internal exposure to organic substances in a municipal waste incinerator. *Int. Arch. Occup. Environ. Impact Assess.* Rev. 8: 249-265. (Cited in NRC 2000).
22. **National Research Council** (2000). *Waste Incineration & Public Health*. ISBN 0-309-06371-X, Washington, D.C.: National Academy Press.

23. **Van Doorn R., Leijdekkers CH-M., Bos R.P., Brouns R.M.E. and Henderson P. TH.** (1981). Enhanced excretion of thioethers in urine of operators of chemical waste incinerators. *British Journal of Industrial Medicine* 38: 187-190.
24. **Gustavsson P,** (1989). Mortality among workers at a municipal waste incinerator. *American Journal of Industrial Medicine* 15: 245-253.
25. **Rapiti E., Sperati A., Fano V., Dell'Orco V. and Forastiere F.** (1997). Mortality among workers at municipal waste incinerators in Rome: a retrospective cohort study. *American Journal of Industrial Medicine* 31: 659-661.
26. **Kitamura K., Kikuchi Y., Watanabe S., Waechter G., Sakurai H. and Takada T.** (2000). Health effects of chronic exposure to polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDD), dibenzofurans (PCDF) and coplanar PCBs (Co-PCB) of municipal waste incinerator workers. *Journal of Epidemiology* 10 (4): 262-270.
27. **Bresnitz E.A., Roseman J., Becker D. and Gracely E.** (1992). Morbidity among municipal waste incinerator workers. *American Journal of Industrial Medicine* 22: 363-378.
28. **Schechter A. Miyata H., Ohta S., Aozasa O., Nakao T. and Masuda Y.** (1999). Chloracne and elevated dioxin and dibenzofuran levels in the blood of two Japanese MSW incinerator workers and of the wife of one worker. *Organohalogen Compounds* 44: 247-250.
29. **Ardevol E., Minguillon C., Garcia G., Serra M.E., Gonzalez C.A., Alvarez L., Eritja R. and Lafuente A.** (1999). Environmental tobacco smoke interference in the assessment of the health impact of a municipal waste incinerator on children through urinary thioether assay. *Public Health* 113: 295-298.
30. **Viel J.-F., Arveux P., Baverel J. and Cahn J.-Y.** (2000). Soft-tissue sarcoma and non-Hodgkin's lymphoma clusters around a municipal solid waste incinerator with high dioxin emission levels. *Am. J. Epidem.* 152:13-19.
31. **Biggeri A., Barbone F., Lagazio C., Bovenzi M. and Stanta G.** (1996). Air pollution and lung cancer in Trieste, Italy: Spatial analysis of risk as a function of distance from sources. *Environmental Health Perspectives* 104 (7): 750-754.
32. **Diggle P.J.** (1990). A point process modelling approach to raised incidence of a rare phenomenon in the vicinity of a pre-specified point. *J.R.Stat.Soc A* 153: 349-362.
33. **Michelozzi P., Fusco D., Forastiere F., Ancona C., Dellorco V. and Perucci C.A.** (1998). Small area study of mortality among people living near multiple sources of air pollution. *Occupational and Environmental Medicine* 55 (9): 611-615.
34. **Elliot P., Shaddick G., Kleinschmidt I., Jolley D., Walls P., Beresford J. and Grundy C.** (1996). Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain. *British Journal of Cancer* 73: 702-710.
35. **Knox E.G. and Gilman E.A.** (1998). Migration patterns of children with cancer in Britain. *J. Epidemiol Community Health* 52: 716-726.
36. **Knox E.G.** (2000). Childhood cancers, birthplaces, incinerators and landfill sites. *International Journal of Epidemiology* 29: 391-397.
37. **Zmirou D., Parent B., Potelon J-L.** (1984). Etude epidemiologique des effets sur la sante des rejets atmospheriques d'une usine d'incineration de dechets industriels et menagers. *Rev. Epidem. et Sante Publ.* 32: 391-397.
38. **ATSDR** (1993). Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Study of Symptom and Disease Prevalence*, Caldwell Systems, Inc. Hazardous Waste Incinerator, Caldwell County, North Carolina. Final Report. ATSDR/HS-93/29. U.S. Department of Health and Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Georgia, USA.
39. **Wang J., Hsiue T., and Chen H.** (1992). Bronchial responsiveness in an area of air pollution resulting from wire reclamation. *Arch. Dis. Child.* 67:488-490.
40. **Legator M.S., Singleton C.R., Morris D.L. and Philips D.L.** (1998). The health effects of living near cement kilns; a symptom survey in Midlothian, Texas. *Toxicology and Industrial Health* 14 (6): 829-842.
41. **Williams F.L.R., Lawson A.B. and Lloyd O.L.** (1992). Low sex ratios of births in areas at risk from air pollution from incinerators, as shown by geographical analysis and 3-dimensional mapping. *International Journal of Epidemiology* 21 (2): 311-319.

42. **Aelvoet W., Nelen V., Schoeters G., Vanoverloop J., Wallijn E., Vlietinck R.** (1998). *Risico op gezondheidsschade bij kinderen van de Neerlandwijk to Wilrijk, Studie uitgevoerd in opdracht van de Neerlandwijk to Wilrijk, Gezondheidsbeleid, Document 1998/TOX/R/030.* (in Dutch). (Cited in van Larebeke 2000).
43. **Gatrell A.C. and Lovett A.A.** (1989). *Burning Questions: Incineration of wastes and implications for humans health.* Paper presented at the Institute of British Geographers Annual Conference, Coventry Polytechnic, Jan 5th 1989.
44. **Lloyd O.L., Lloyd M.M., Williams F.L.R. and Lawson A.** (1988). Twinning in human populations and in cattle exposed to air pollution from incinerators. *British Medical Journal* 45: 556-560.
45. **Van Larebeke N.** (2000). Health effects of a household waste incinerator near Wilrijk, Belgium. In: Health Impacts of Waste Management Policies. Proceedings of the seminar "Health Impacts of Waste Management Policies", Hippocrates Foundation, Kos, Greece, 12-14 November 1998. Eds. P. Nicolopoulou-Stamati, L.Hens and C.V. Howard. Kluwer Academic Publishers. *Environ Health* 68: 13-21.
46. **Osius, N. and Karmaus, W.** (1998). Thyroid hormone level in children in the area of a toxic waste incinerator in South Essen. *Gesundheitswesen* 60:107-112.
47. **Nouwen J., Cornelis C., De Fre R. and Geuzens P.** (1999). Health risk assessment of dioxin exposure: The Neerland-Wijk (Wilrijk, Belgium). *Organohalogen Compounds* 44: 485-487.
48. **Morris, Jeffrey, and Canzoneri, Diana,** (2000) *Recycling Versus Incineration: An Energy Conservation Analysis.* Sound Resource Management Group (SRMG) Seattle, Washington, September, 1992. (This report has been summarized in the Sound Resource Management's publication, The Monthly UnEconomist, vol. 2, no. 2-4, February, March and April 2000.)
49. **IPCC** (1996). *Guidelines for National GHG Inventories.* Intergovernmental Panel on Climate Change.
50. **USEPA** (2002). *Solid waste management and greenhouse gases. A Life-Cycle assessment of emissions and sinks.* 2nd ed. EPA530-R-02-006, May 2002.
51. **Alison Smith, Keith Brown, Steve Ogilvie, Kathryn Rushton, Judith Bates,** (2001). *Waste management options and climate change.* Final report to the European Commission, DG Environment. AEA Technology, July 2001.
52. **Blue Ridge Environmental Defense League** (2002). *Incineration and gasification: a toxic comparison,* 12 April 2002. www.bredl.org
53. **European Commission** (2003). *Refuse Derived Fuel: Current Practice and Perspectives – Final Report.* July 2003.
54. **Gemeentelijke Dienst Afvalverwerking,** personal communication with Dr. Kees Olie, 1995, as reported by Dr. Paul Connett (cited in 12).
55. **Greenpeace** (2001). *The Construction Cost of Municipal Waste Incinerators Counter Measures against Dioxin. The Entire Picture of Domestic Expenditure and Its Trend* (Interim Report). Greenpeace Japan & Greenpeace International, 21-5-2001. www.greenpeace.org
56. **Hogg et al** (2002). *Costs for Municipal Waste Management in the EU.* Final Report to DG Environment, European Commission. Eunomia Research & Consulting.
57. **Institute for Local Self-Reliance (ILSR),** (1997). , *Job Creation: Reuse and Recycling versus Disposal* (Chart), Washington, DC, www.ilsr.org/recycling
58. **UNEP** (2001). *Standardized Toolkit for Identification and Quantification of Dioxin and Furan Releases.* Draft, Jan. 2001. Prepared by UNEP Chemicals. Geneva, Switzerland.

Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τι είναι ακριβώς τα νοσοκομειακά απόβλητα;

Τα απόβλητα αυτά χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

1. Τα προσομοιάζουν με τα οικιακά απορρίμματα (απορρίμματα κουζίνας, εστιατορίων, υλικά συσκευασίας, γύψινα εκμαγεία, κ.λπ). Αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος των αποβλήτων που παράγονται στα νοσοκομεία και δεν απαιτούν κάποια ιδιαίτερη διαχείριση σε σχέση με τα κοινά οικιακά απορρίμματα, αρκεί βέβαια να συλλέγονται ξεχωριστά και να μην αναμειγνύονται με μολυσματικά απόβλητα. Τα απορρίμματα αυτά αποτελούν κατά μέσο όρο το 85% του συνολικού όγκου των νοσοκομειακών αποβλήτων.
2. Τα μολυσματικά απόβλητα τα οποία είναι λοιμογόνα ή δυνητικώς λοιμογόνα βιολογικά υλικά, καθώς και τα αντικείμενα ή οι ουσίες που έχουν έλθει σε επαφή με αίμα ή άλλα βιολογικά υγρά που δυνητικά περιέχουν παθογόνους μικροοργανισμούς.
3. Άλλα επικίνδυνα απόβλητα από εργαστήρια, διαγνωστικά κέντρα, κ.λπ που μπορεί να περιέχουν υλικά όπως π.χ. η φορμαλδεΐδη, ο υδράργυρος, φωτογραφικά υγρά, διαλύτες, ραδιοϊσότοπα, κ.λπ.

Η ποσότητα των μολυσματικών αποβλήτων που παράγονται σε επίπεδο χώρας εκτιμάται από το ΥΠΕΧΩΔΕ σε 14.000 τόνους ετησίως, από τα οποία το 53% παράγεται στην περιοχή της Αττικής και το 14% στην περιοχή της Θεσσαλονίκης.

Η συλλογή και διαχείριση των αποβλήτων αυτών αποτελεί σημαντικό πρόβλημα. Το 37% των νοσηλευτικών ιδρυμάτων διαθέτει κλιβάνους για την αποτέφρωση των μολυσματικών αποβλήτων, οι οποίοι όμως δεν διαθέτουν αντιρρυπαντική τεχνολογία, ενώ οι περισσότεροι είναι παλιάς τεχνολογίας και δεν λειτουργούν σωστά. Οι αποτεφρωτήρες αυτοί είναι σημαντικότερες πηγές έκλυσης διοξινών και μάλιστα μέσα ή κοντά σε κατοικημένες περιοχές.

Στις περισσότερες περιπτώσεις, η διαχείριση των νοσοκομειακών αποβλήτων γίνεται εκτός νοσοκομείων. Πριν την κατασκευή του νέου αποτεφρωτήρα στα Άνω Λιόσια (δυναμικότητας 30 τόνων την ημέρα) λειτουργούσε από το 1986 στην ίδια περιοχή με ευθύνη του ΕΣΚΔΝΑ ένας μικρός πυρολυτικός αποτεφρωτήρας δυναμικότητας 700 κιλών/μέρα. Επιπλέον, εφαρμόζονται πρακτικές απενεργοποίησης των μολυσματικών αποβλήτων σε ιδιωτική βάση. Όσον αφορά τη συλλογή των μολυσματικών αποβλήτων, ο ΕΣΚΔΝΑ διαθέτει ειδικά διαμορφωμένα οχήματα.

Θεωρητικά, η δημιουργία ενός μεγάλου αποτεφρωτήρα στα Άνω Λιόσια νοικοκυρεύει το σύστημα και παύει έτσι η ανεξέλεγκτη καύση των νοσοκομειακών αποβλήτων σε πεπαλαιωμένους αποτεφρωτήρες. Παρόλα αυτά, η λύση που επιλέχθηκε για τη διαχείριση

των νοσοκομειακών αποβλήτων δεν λύνει όλα τα προβλήματα (και κυρίως το πρόβλημα της εκπομπής διοξινών), ενώ απέχει πολύ από το να χαρακτηριστεί ασφαλής και ικανοποιητική. Κι αυτό γιατί παρέχονται εναλλακτικές μέθοδοι διαχείρισης των νοσοκομειακών αποβλήτων οι οποίες είναι φιλικότερες προς το περιβάλλον και επιπλέον είναι και οικονομικά πιο συμφέρουσες.

Τα προβλήματα της καύσης

Σύμφωνα με τη Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για τον αποτεφρωτήρα των Άνω Λιοσίων, το στερεό υπόλειμμα, απαλλαγμένο από μολυσματικό φορτίο, θα διατίθεται "χωρίς προβλήματα" στον ΧΥΤΑ. Ομοίως θα διατίθενται και οι σκόνες από τον καθαρισμό των αερίων αποβλήτων, ενώ οι λάσπες από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, αφού αφυδατωθούν, θα διατίθενται σε ειδικό χώρο της χωματερής.

Η μελέτη υποβαθμίζει τους κινδύνους από την τελική διάθεση αυτών των αποβλήτων αφού, ναι μεν είναι πλέον απαλλαγμένα από μολυσματικό φορτίο, πλην όμως περιέχουν σημαντικές συγκεντρώσεις τοξικών ουσιών όπως οι διοξίνες.

Είναι χαρακτηριστικό ότι η Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για τον αποτεφρωτήρα στα Άνω Λιόσια, κάνει ελάχιστες αναφορές στις διοξίνες, προσπερνώντας ουσιαστικά το μείζον πρόβλημα από τη μονάδα αυτή. Η διεθνής εμπειρία όμως καταδεικνύει το βαθμό του προβλήματος. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνουμε τις ποσότητες διοξινών που εκλύονται από διάφορους τύπους αποτεφρωτήρων νοσοκομειακών αποβλήτων (Πρόγραμμα Περιβάλλοντος Ηνωμένων Εθνών, 2001) ⁽⁵⁸⁾.

Τύπος αποτεφρωτήρα	Εκπομπές διοξινών (μg TEQ/τόνο αποβλήτων)	
	Αέριες εκπομπές	Στερεό υπόλειμμα
Αποτεφρωτήρας παλαιού τύπου χωρίς συστήματα αντιρρύπανσης	40.000	200
Αποτεφρωτήρας με συστήματα αντιρρύπανσης	525-3.000	20-920
Αποτεφρωτήρας τελευταίας τεχνολογίας	1	150

Αν υποθέσουμε ότι στον αποτεφρωτήρα των Άνω Λιοσίων καταλήγουν οι περίπου 7.000 τόνοι μολυσματικών αποβλήτων της Αττικής, αυτό σημαίνει ότι κάθε χρόνο έχουμε 7 μιλιγκράμ διοξινών στον αέρα και 1 γραμμάριο διοξίνης στο στερεό υπόλειμμα που καταλήγει στη χωματερή. Αν και οι ποσότητες αυτές ακούγονται πολύ μικρές, είναι εν τούτοις μεγάλες και επικίνδυνες. Συγκεκριμένα, 1 γραμμάριο διοξίνης αντιστοιχεί με την

αποδεκτή από την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας ετήσια δόση διοξινών για 45,6 εκατ. ανθρώπους.

Η διεθνής εμπειρία δείχνει ότι ένα ποσοστό 9,4% των μολυσματικών αποβλήτων είναι αναλώσιμα (π.χ. φιάλες αίματος, σωληνάκια, κ.λπ) που περιέχουν πλαστικά PVC. Τα πλαστικά αυτά έχουν ως βάση τους το χλώριο, το οποίο καιγόμενο οδηγεί στη δημιουργία διοξινών. Γι' αυτό το λόγο άλλωστε, πιο προηγμένες τεχνολογικά χώρες όπως η Αυστρία, η Γερμανία και η Δανία, προσπαθούν να μειώσουν τον όγκο των προϊόντων PVC που χρησιμοποιούνται στα νοσοκομεία, προκειμένου να αποφύγουν την έκλυση διοξινών, ενώ στρέφονται σε προϊόντα που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν μετά από αποστείρωση.

Αν αναλύσει κανείς τη σύσταση των νοσοκομειακών αποβλήτων θα διαπιστώσει ότι μόνο το 15% του συνολικού τους όγκου είναι μολυσματικά και πρέπει να αδρανοποιηθούν πριν την τελική τους διάθεση. Με εξαίρεση μάλιστα ένα μικρό ποσοστό (περίπου 0,3%) ανθρωπίνων ιστών που καλό είναι να καίγεται, μπορούμε να διαχειριστούμε το υπόλοιπο 99,7% των νοσοκομειακών αποβλήτων αποφεύγοντας την καύση και συνεπώς αποφεύγοντας την έκλυση διοξινών και άλλων τοξικών ουσιών.

Οι εναλλακτικές λύσεις

Η ασφαλής διαχείριση των μολυσματικών νοσοκομειακών αποβλήτων μπορεί να γίνει με διάφορες τεχνολογίες αποστείρωσης και απολύμανσης, που παρέχουν ικανοποιητική καταστροφή των μολυσματικών και παθογόνων παραγόντων και μάλιστα με χαμηλότερο κόστος απ' ότι η καύση.

Η αποστείρωση γίνεται είτε σε αυτόκλειστα (όπου τα μολυσματικά απόβλητα δέχονται πεπιεσμένο ατμό σε θερμοκρασίες 120-165 βαθμών για 30 έως 90 λεπτά), είτε σε ειδικές συσκευές μικροκυμάτων (σε θερμοκρασίες 940 βαθμών) όπου μειώνεται επιπλέον ο όγκος τους κατά 80%, είτε τέλος σε σύγχρονες μονάδες αποστείρωσης με ατμό (που συνδυάζουν άλεσμα των αποβλήτων και έκθεση σε υπέρθερμο ατμό θερμοκρασίας 500-700 βαθμών). Τα επεξεργασμένα απόβλητα μπορούν στη συνέχεια να διατεθούν σε κάποιο ΧΥΤΑ.

Τα συστήματα απολύμανσης-αποστείρωσης συγκρινόμενα με εκείνα της αποτέφρωσης εμφανίζουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- Θεωρούνται περιβαλλοντικά ηπιότερα, αφού οι αέριες εκπομπές καύσης είναι σημαντικά περιορισμένες, ενώ δεν προκαλούν την έκλυση διοξινών και φουρανίων.
- Δεν απαιτείται η εγκατάσταση επιπλέον διατάξεων επεξεργασίας και ελέγχου των παραγόμενων αερίων (εκτός από κάποιο σύστημα απόσμησης), διατάξεων που έχουν ως συνέπεια την παραγωγή νέων αποβλήτων (σκόνες από τα φίλτρα, υγρά έκπλυσης, κ.λπ).
- Το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας είναι αρκετά μικρότερο.

- Η λειτουργία τους είναι απλούστερη και σε ορισμένα συστήματα μπορεί να γίνει επί τόπου (η αποστείρωση με μικροκύματα π.χ. μπορεί να γίνει επί τόπου από κινητή μονάδα χωρίς τα απόβλητα να αδειασθούν από τα δοχεία τους).

Το κύριο μειονέκτημα των συστημάτων απολύμανσης-αποστείρωσης είναι ότι δεν θεωρούνται κατάλληλα για ορισμένα είδη μολυσματικών αποβλήτων όπως π.χ τα ανατομικά. Όπως τονίσαμε όμως, τα απόβλητα αυτού του είδους αποτελούν μόλις το 0,3% του συνολικού όγκου των νοσοκομειακών αποβλήτων και μπορούν να καούν σε ένα πολύ μικρό αποτεφρωτήρα.

Σε ότι αφορά το κόστος της διαχείρισης, η αποστείρωση σε αυτόκλειστα π.χ. είναι κατά 20-60% φθηνότερη από την καταστροφή σε σύγχρονους αποτεφρωτήρες.

Κλείνοντας, να αναφέρουμε ακόμη ότι στις 23-5-2001 η χώρα μας προσυπέγραψε τη διεθνή Σύμβαση της Στοκχόλμης για τον περιορισμό των πιο τοξικών ουσιών, γνωστών και ως POPs (Persistent Organic Pollutants). Η Σύμβαση αυτή προβλέπει μεταξύ άλλων και την κατάρτιση εθνικών σχεδίων για την σταδιακή παύση της έκλυσης διοξινών. Για να επιτευχθεί όμως κάτι τέτοιο απαιτείται να σταματήσει κανείς τις πηγές έκλυσης διοξινών, μεταξύ των οποίων και τους αποτεφρωτήρες νοσοκομειακών αποβλήτων. Προφανώς, με τη λειτουργία του νέου αποτεφρωτήρα στα Άνω Λιόσια, η Ελλάδα απέκτησε ένα ακόμη πρόβλημα που καλείται να λύσει στο προσεχές μέλλον.