

Αθήνα, 31 Οκτωβρίου 2011

Θέμα: «Μελέτη, Χρηματοδότηση, Κατασκευή, Συντήρηση και Λειτουργία των Μονάδων Επεξεργασίας Απορριμμάτων εντός των Ολοκληρωμένων Εγκαταστάσεων Διαχείρισης Απορριμμάτων (ΟΕΔΑ) Περιφέρειας Αττικής με Σ.Δ.Ι.Τ.»

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1. ΜΟΝΑΔΕΣ ΚΑΥΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΩΣ ΑΠΕ

Οι μονάδες ενεργειακής αξιοποίησης σύμμεικτων απορριμμάτων είτε υπολειμμάτων ανακύκλωσης στην πηγή, πέραν της διαχείρισης των αποβλήτων, έχουν ως στόχο την παραγωγή ηλεκτρικής ή/και θερμικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας από το βιοαποδομήσιμο κλάσμα των ΑΣΑ (Ν. 3468/2006 και Ν.3851/2010), και ως εκ τούτου την αντικατάσταση ορυκτών καυσίμων (λιγνίτη, πετρέλαιο κ.α.). Με τον τρόπο αυτό, συμβάλλουν θετικά στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, καθώς και στους στόχους της Οδηγίας 20-20-20, που έχει θέσει και η χώρα μας για την ελάττωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε συνδυασμό με την αύξηση της συμμετοχής των Α.Π.Ε. στο ενεργειακό ισοζύγιο της. (ειδικότερα συμμετοχή στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 20% από ΑΠΕ, όπως αναφέρεται στο άρθρο 1 παρ. 3 α) του Νόμου 3851/2010 με βάση και την Οδηγία 2009/28/ΕΚ).

Σύμφωνα με τους ορισμούς που έχουν δοθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση, την Διεθνή Ένωση Ενέργειας (International Energy Agency, I.E.A.), τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Βιομάζας (European Biomass Association, AEBIOM) και τη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC), **το μη διαχωρισμένο βιοαποδομήσιμο κλάσμα των ΑΣΑ, θεωρείται βιομάζα και κατ' επέκταση Α.Π.Ε.** Η Ευρωπαϊκή Ένωση σήμερα παράγει ικανή ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, ώστε να εξυπηρετεί τους κατοίκους όλων των ανεπτυγμένων και περιβαλλοντικά ευαίσθητοποιημένων μητροπολιτικών πρωτευουσών. Σύμφωνα με στοιχεία αντίστοιχων Υπουργείων Περιβάλλοντος των χωρών αυτών, **πάνω από το 50% της ενέργειας που παράγεται από Αστικά Στερεά Απόβλητα (ΑΣΑ), προέρχεται από βιομάζα** και άρα θεωρείται Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας.

Σύμφωνα με στοιχεία της Ευρωπαϊκής Συνομοσπονδίας των Μονάδων Ενεργειακής Αξιοποίησης Αποβλήτων (CEWER), το 2008 οδηγήθηκαν στην Ευρώπη προς ενεργειακή αξιοποίηση 69 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ παράγοντας 28 εκατομμύρια MWh ηλεκτρισμό, τροφοδοτώντας αντίστοιχα 13 εκατομμύρια κατοίκους από Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας, υποκαθιστώντας ορυκτά καύσιμα.

Ειδικότερα, σύμφωνα και με το άρθρο 5, παρ.2β, σελίδα 1763 του **Ν.3851/2010** «Ορθολογικοποίηση της Τιμολόγησης ενέργειας που παράγεται από σταθμούς ΑΠΕ και Σ.Η.Θ.Υ.Α.», η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια που προέρχεται από τις μονάδες ενεργειακής αξιοποίησης του



βιοαποδομήσιμο κλάσματος των ΑΣΑ, συμπεριλαμβάνεται στην κατηγορία των λοιπών ΑΠΕ (κατηγορία ιζ) του σχετικού Πίνακα και τιμολογείται προς 87,85 €/MWh και 99,45 €/MWh για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά (μάλιστα , εφόσον οι επενδύσεις υλοποιούνται χωρίς τη χρήση δημόσιας επιχορήγησης, τιμολογείται με προσαύξηση κατά ποσοστό 20%). Το υπόλοιπο 50% τιμολογείται με βάση την Μέση Οριακή Τιμή του Συστήματος (εκτιμάται περίπου στα 30-40 €/MWh).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση αντιμετωπίζει τις μονάδες καύσης απορριμμάτων ως ΑΠΕ, κατά το ποσοστό το οποίο περιέχουν τα απορρίμματα βιομάζα (βιοαποδομήσιμο κλάσμα).

Ακολουθούν μερικά παραδείγματα (Πηγή: CEWERP):

Αυστρία	50%	Ιρλανδία	72%
Βέλγιο	47,78%	Ιταλία	51%
Δανία	80%	Ολλανδία	51%
Γαλλία	50%	Ελβετία	50%
Γερμανία	50%	Πορτογαλία	υπολογίζεται από εμπειρικό τύπο

2. ΦΟΡΜΟΥΛΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (R1) ΜΟΝΑΔΩΝ ΚΑΥΣΗΣ

Ευστράτιος Καλογήρου¹, Αβραάμ Καραγιαννίδης², Δημήτριος Τασσιός³, Νικόλαος Θέμελης⁴

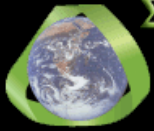
- 1.Πρόεδρος ΣΥΝΕΡΓΕΙΑ, Δρ. Χημικός Μηχανικός ΕΜΠ,
- 2.Αναπληρωτής Καθηγητής ΑΠΘ
- 3.Ομότιμος Καθηγητής ΕΜΠ
4. Ομότιμος Καθηγητής Πανεπιστημίου Columbia , USA

Προκειμένου να διασφαλιστεί η χρησιμοποίηση των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών (Best Available Techniques/BAT) σε τέτοιου είδους μονάδες, η Ε.Ε. θέσπισε μία φόρμουλα ενεργειακής απόδοσης R1 στην κοινοτική οδηγία 2008/98, προκειμένου να αυξήσει τον βαθμό απόδοσης των νέων μονάδων, ώστε αυτές να θεωρούνται μονάδες ανάκτησης ενέργειας και όχι διάθεσης .

Σύμφωνα με την μαθηματική φόρμουλα R1, η οποία πρέπει εδώ να σημειώσουμε πως δεν αποτελεί βαθμό απόδοσης της μονάδας, οι μονάδες θερμικής επεξεργασίας και ενεργειακής αξιοποίησης στερεών αποβλήτων οφείλουν να υπερτερούν των ορίων που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση, ώστε η διεργασία που εκτελούν να θεωρείται ανάκτηση ενέργειας και όχι διάθεση. Τα όρια του R1 τα οποία έχει θέσει η Ε.Ε. είναι 0,60 για τις ήδη κατασκευασμένες μονάδες μέχρι την 31/12/2008 και 0,65 για τις κατασκευασμένες μονάδες μετά την 1/1/2009.

Σε αυτό το σημείο παραθέτουμε τη φόρμουλα της ενεργειακής απόδοσης R1 την οποία πρότεινε η Ε.Ε. μέσω της κοινοτικής οδηγίας 2008/98 (Παράρτημα II), στην εξίσωση 1:

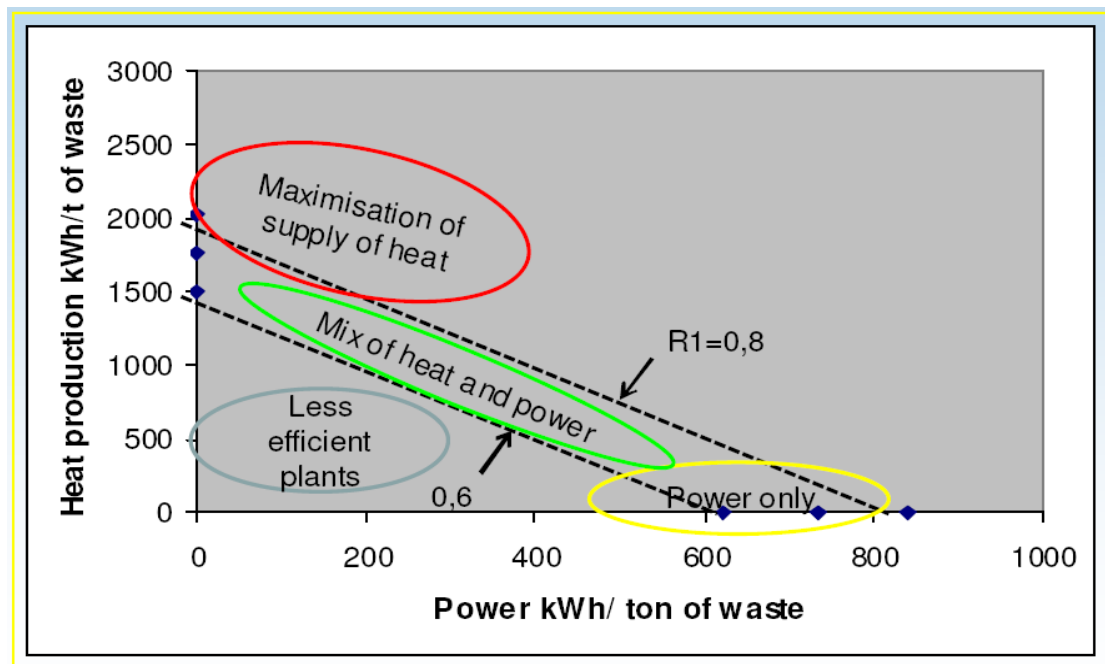
$$R1 = \frac{E_P - E_F - E_I}{0.97 \cdot (E_F + E_W)} \quad (1)$$



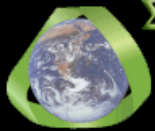
- E_p , είναι η ενέργεια που παράγεται ετησίως υπό μορφή θερμότητας ή ηλεκτρισμού. Υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την ενέργεια υπό μορφή ηλεκτρισμού με 2,6 και την θερμότητα που παράγεται για εμπορική χρήση με 1,1 (GJ/έτος).
- E_f , είναι η ενέργεια με την οποία τροφοδοτείται ετησίως το σύστημα από καύσιμα που συμβάλλουν στην παραγωγή ατμού (GJ/έτος).
- E_w , είναι η ετήσια ενέργεια που περιέχεται στα κατεργασμένα απόβλητα και υπολογίζεται με χρήση της καθαρής θερμογόνου δύναμης των αποβλήτων (GJ/έτος).
- E_i , είναι η ετήσια ενέργεια που εισάγεται εκτός από την E_w και την E_f (GJ/έτος).
- 0,97, είναι ένας συντελεστής που αντιπροσωπεύει τις ενεργειακές απώλειες λόγω τέφρας πυθμένα και ακτινοβολίας

Με βάση την Ευρωπαϊκή οδηγία, τα παραπάνω όρια δεν είναι απόλυτα δεσμευτικά, καθώς θα λαμβάνονται υπόψη οι εκάστοτε τοπικές κλιματολογικές συνθήκες, οι οποίες μπορούν να επηρεάσουν την ενεργειακή απόδοση των μονάδων.

Οι μονάδες θερμικής επεξεργασίας αποβλήτων έχουν τη δυνατότητα να παράγουν ηλεκτρισμό, ατμό (για διανομή μέσω δικτύων τηλεθέρμανσης ή πώληση σε βιομηχανικούς καταναλωτές) ή και τα δύο μαζί (συμπαγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας). Όλες οι παραπάνω τεχνολογίες είναι ικανές να επιτύχουν τα όρια του $R1$ που θέτει η Ε.Ε. (ιδιαίτερα όταν αναφερόμαστε σε καινούριες μονάδες), όπως φαίνεται στο σχήμα 1.



Σχήμα 1. Στατιστικά παραγωγής ενέργειας από μονάδες θερμικής επεξεργασίας (Πηγή: CEWEP).



Ακολουθεί παρακάτω ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα υπολογισμού της φόρμουλας ενεργειακής απόδοσης R1:

- Θεωρώντας μια τυπική μονάδα καύσης με χαρακτηριστικά δυναμικότητας 300.000 tpa (τυπική δυναμικότητα μέσης μονάδας καύσης) και θερμογόνο δύναμη απορριμμάτων 9 MJ/kg (σύνθηες εύρος 8-12 MJ/kg, ενώ η τιμή 9 MJ/kg αντιπροσωπεύει τα απορρίμματα της Ελλάδας) υπολογίζεται το E_w :

$$E_w = 300.000 \frac{\text{tons}}{\text{year}} \cdot 1.000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}} \cdot 9 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \cdot \frac{1}{1.000} \frac{\text{GJ}}{\text{MJ}} \Rightarrow$$
$$E_w = 2.700.000 \frac{\text{GJ}}{\text{year}}$$

- Η χρήση βοηθητικού καυσίμου diesel στις μονάδες καύσης είναι 0,96 lt/ton απορριμμάτων, με πυκνότητα του diesel είναι 0,84 kg/l και θερμογόνο δύναμη του diesel είναι 43 MJ/kg, συνεπώς για τον υπολογισμό του E_f έχουμε:

$$E_f = 0,96 \frac{\text{lt}}{\text{tons}} \cdot 0,84 \frac{\text{kg}}{\text{lt}} \cdot 43 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \cdot 300.000 \frac{\text{tons}}{\text{year}} \cdot \frac{1}{1.000} \frac{\text{GJ}}{\text{MJ}} \Rightarrow$$
$$E_f = 10.402,56 \frac{\text{GJ}}{\text{year}}$$

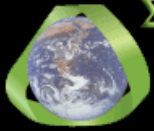
- Το εύρος μικτού βαθμού απόδοσης μονάδων καύσης απορριμμάτων κυμαίνεται από 25% έως 30%, θεωρώντας το κάτω δυνατό όριο υπολογίζεται το E_p ως εξής:

$$E_p = 2,6 \cdot \left[25\% \cdot (E_w + E_f) \right] = 2,6 \cdot \left[25\% \cdot \left(2.700.000 \frac{\text{GJ}}{\text{year}} + 10.402,56 \frac{\text{GJ}}{\text{year}} \right) \right] \Rightarrow$$
$$E_p = 1.761.761,60 \frac{\text{GJ}}{\text{year}}$$

- Το E_i είναι η ετήσια ενεργειακή ανάγκη που χρειάζεται η μονάδα από το δίκτυο - όχι η εσωτερική κατανάλωση- και κυμαίνεται σε 1-2% της παραγόμενης ενέργειας το μέγιστο (συνήθως είναι μικρότερο από 0,5%)

$$E_i = 2\% \cdot E_p = 2\% \cdot 1.761.761,6 \frac{\text{GJ}}{\text{year}} = 35.235,23 \frac{\text{GJ}}{\text{year}}$$

- Έτσι για τον τελικό υπολογισμό R1 έχουμε:



$$R1 = \frac{E_p - E_f - E_l}{0,97 \cdot (E_f + E_w)} = \frac{1.761.761,60 - 10.402,56 - 35.235,23}{0,97 \cdot (10.402,56 + 2.700.000)} \Rightarrow$$

$$R1 = \frac{1.716.807,10}{2.629.090,40} = 0,653$$

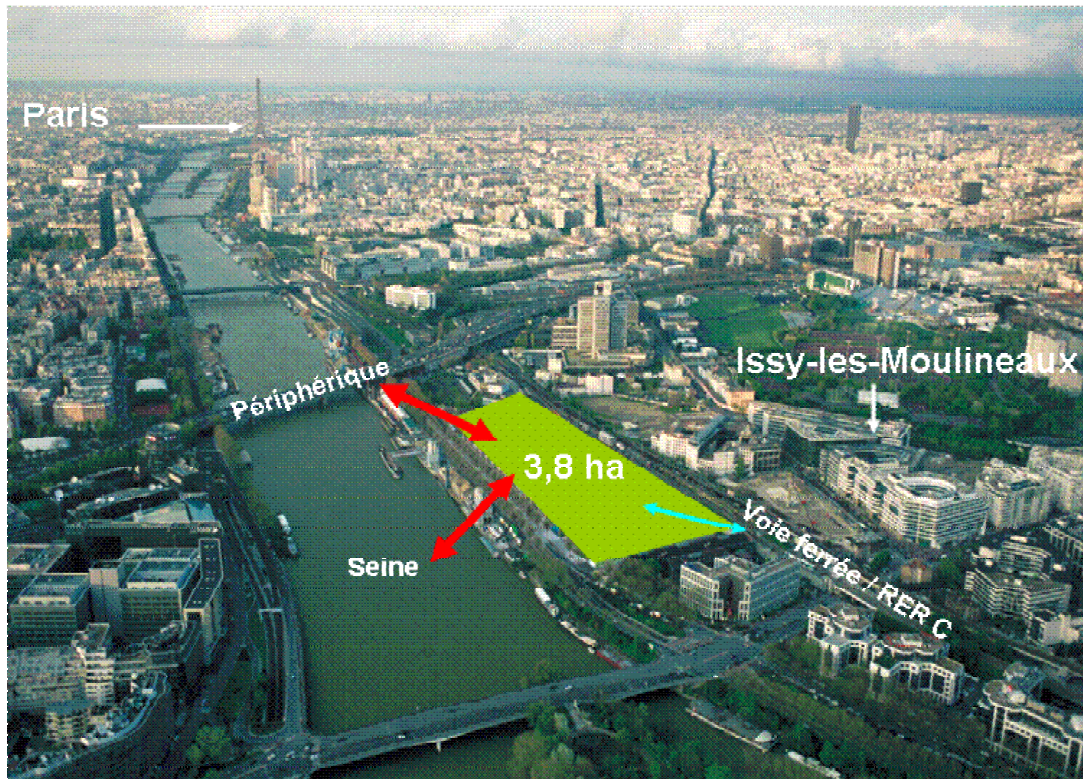
Αξίζει εδώ να σημειωθεί πως οι παραπάνω υπολογισμοί αποτελούν το χείριστο σενάριο, καθώς ο ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης των σύγχρονων μονάδων καύσης είναι μεγαλύτερος από 26%, με αποτέλεσμα το R1 να είναι μεγαλύτερο του 0,69.

Η φόρμουλα ενεργειακής απόδοσης R1 αυξάνεται στην περίπτωση παραγωγής θερμικής ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη τις παρακάτω συνθήκες ανά περίπτωση:

- Οι χώρες τη βόρειας Ευρώπης έχουν περίπου για όλο το χρόνο διαθέσιμους πελάτες για κατανάλωση θερμικής ενέργειας (τηλεθέρμανση).
- Στην κεντρική Ευρώπη θα συμβαίνει περίπου το ίδιο για τον μισό χρόνο και συνεπώς θα πρέπει αυτές οι χώρες να στραφούν στην ανεύρεση βιομηχανικών καταναλωτών θερμικής ενέργειας για τον υπόλοιπο χρόνο.
- Οι χώρες της νότιας Ευρώπης θα δυσκολευτούν να βρουν οικιακούς καταναλωτές για ένα σημαντικό μέρος του χρόνου και άρα θα πρέπει να οδηγηθούν σε βιομηχανικούς καταναλωτές ή στον συνδυασμό τηλεθέρμανσης (τον χειμώνα) και τηλεψύξης (το καλοκαίρι), μειώνοντας έτσι σημαντικά την χρήση οικιακών καυστήρων και κλιματιστικών.

Με τις σύγχρονες τεχνολογίες αλλά και τον τρόπο που υπολογίζεται το R1 (πολλαπλασιαστές 2,6 για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και 1,1 για παραγωγή ατμού) είναι απόλυτα εφικτό, κάθε καινούριο εργοστάσιο οποιασδήποτε τεχνολογίας κατασκευαστεί, να επιτύχει εύκολα τα εν λόγω θεσμοθετημένα όρια, όπως έχει αποδείξει η εμπειρία των νέων εργοστασίων από την 1/1/2009, ακόμα και στις περιπτώσεις αποκλειστικής ηλεκτροπαραγωγής. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η νέα μονάδα αποτέφρωσης στην πόλη Meath της Ιρλανδίας, η οποία μπορεί να επιτύχει R1 μεγαλύτερο του 0.65 με αποκλειστική παραγωγή ηλεκτρισμού. Μάλιστα, σύμφωνα με διαθέσιμα στοιχεία της CEWEP (σχετική έρευνα από 230 εργοστάσια), ο μέσος όρος R1 των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης ΑΣΑ που παράγουν μόνο ηλεκτρισμό ανέρχεται στο 0,71.

Συνεπώς η Ελλάδα έχει την ευκαιρία να μεταβάλλει την θέση της στην Ευρωπαϊκή Ένωση και να προωθηθεί από την προτελευταία θέση μεταξύ των πρώτων, υιοθετώντας σύγχρονες μεθόδους ενεργειακής αξιοποίησης των υπολειμμάτων ανακύκλωσης. Η λειτουργία οποιουδήποτε νέου ΧΥΤΑ πλέον αποτελεί προσωρινή λύση μέχρι την κατασκευή σύγχρονων μονάδων θερμικής επεξεργασίας απορριμμάτων με ταυτόχρονη παραγωγή ενέργειας / WTE.



Μονάδα "Isséane" Plant – Παρίσι

3. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΒΕ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Όπως αναλύθηκε διεξοδικά στο κείμενο της διαβούλευσης, το κυριότερο μειονέκτημα της ΜΒΕ σε σχέση με την καύση είναι η αδυναμία απορρόφησης των παραγόμενων προϊόντων της μονάδας (δευτερογενή καύσιμα & compost από σύμμεικτα απορρίμματα) από την αγορά.

Είναι γνωστό ότι περίπου το 55% του εργοστασίου βιολογικής ξήρανσης είναι το δευτερογενές καύσιμο SRF επομένως 500,000 τόνοι δευτερογενούς καυσίμου RDF/SRF, αποτελούν προϊόν το οποίο όμως απαιτεί ένα ΔΕΥΤΕΡΟ εργοστάσιο Καύσης για να καεί (είναι γνωστή η αδυναμία συναποτέφρωσης στην τσιμεντοβιομηχανία, για λειτουργικούς και περιβαλλοντικούς λόγους με αποτέλεσμα μόνο ένα 6-8% του παραγόμενου SRF να συναποτεφρώνεται παγκοσμίως). Επομένως, απαιτείται είτε μια αρκετά δαπανηρή μετατροπή του υπάρχοντος εξοπλισμού, είτε η δημιουργία ενός νέου εργοστασίου καύσης με εγκαταστάσεις όπως αυτές που απαιτούνται στη περίπτωση των σύμμεικτων απορριμμάτων, προκειμένου το δευτερογενές καύσιμο να μην καταλήξει στον ΧΥΤΑ.

Όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δύο διαφορετικών μεθόδων, (εκπομπές αερίων θερμοκηπίου), στις περιπτώσεις παραγωγής δευτερογενών καυσίμων (SRF/RDF) δεν έχει ληφθεί υπόψη η περαιτέρω αξιοποίησή τους, συνεπώς δεν είναι άμεσα συγκρίσιμο με την απ' ευθείας καύση, η οποία αποτελεί τελική λύση διαχείρισης.



Για όλους τους παραπάνω λόγους, αναφέρεται πως ο αριθμός μονάδων ΜΒΕ παγκοσμίως είναι περιορισμένος, όπως φαίνεται και από τον παρακάτω πίνακα:

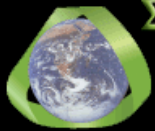
Εγκαταστάσεις ΜΒΕ σε λειτουργία	147
Εγκατεστημένη δυναμικότητα	13.500.000 τόνοι / έτος

Οι υπάρχουσες εγκαταστάσεις παρουσιάζουν **δυναμικότητα μικρής (50.000 τόνους/έτος) και μεσαίας κλίμακας (200.000 τόνους/έτος)**. Δεν έχουν κατασκευαστεί μονάδες ΜΒΕ συγκρίσιμες με τις μεγαλύτερες που αντιστοιχούν στην καύση (από 500.000 έως 1.000.000 τόνους ανά έτος). Μάλιστα, η ανάλυση της εταιρείας Pike Research έδειξε πως στα επόμενα 6 χρόνια, η τεχνολογία της θερμικής επεξεργασίας των αποβλήτων WtE θα συνεχίσει να κυριαρχεί στην αγορά με ποσοστό 93.2% επί των συνολικών εσόδων σε σύγκριση με το 6.8% που αντιστοιχεί στα βιολογικά συστήματα (WMW, 14/10/2011)

Επομένως, οι μονάδες μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας (ΜΒΕ) **αποτελούν ημιτελείς λύσεις** διαχείρισης απορριμμάτων, με χαρακτηριστικό παράδειγμα το Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης Άνω Λιοσίων, **το οποίο κόστισε 90 εκατ. € και σήμερα τα προϊόντα του (100.000 τον/έτος RDF & εδαφοβελτιωτικό – compost) καταλήγουν στον ήδη υπερκορεσμένο ΧΥΤΑ Άνω Λιοσίων**, καθώς δεν βρίσκουν καμία εμπορική αξία μέχρι και σήμερα.

Πρέπει να **ενημερωθεί το κοινωνικό σύνολο**, πως σε περίπτωση μη αξιοποίησης των προαναφερθέντων προϊόντων θα πρέπει να κατασκευαστεί ΝΕΟ εργοστάσιο καύσης, ώστε αυτά να επεξεργασθούν. Το γεγονός αυτό αποκλείει οποιοδήποτε περιβαλλοντικό και τεχνικοοικονομικό όφελος σε σύγκριση με την απευθείας καύση, που αποτελεί κοινή λογική και πρακτική σε όλο τον κόσμο. Συνεπώς, οι πολίτες θα κληθούν να πληρώσουν σε μερικά έτη διπλάσιο κόστος, έτσι ώστε η σημερινή προκρινόμενη ημιτελής λύση να ολοκληρωθεί. Τότε όμως το συνολικό κόστος επεξεργασίας θα είναι διπλάσιο του σημερινού.

Σε ό,τι αφορά τις υπόλοιπες μεθόδους θερμικής επεξεργασίας, παρατίθεται απόσπασμα από την πρόσφατη μελέτη (Μάρτιος 2010) του ΤΕΕ Κ. Μακεδονίας, όπου αναφέρεται μεταξύ άλλων: “Διεξήχθη πολυκριτηριακή ανάλυση με στόχο την εξεύρεση της βέλτιστης τεχνολογίας θερμικής επεξεργασίας. Οι τεχνολογίες που συγκρίθηκαν ήταν η αποτέφρωση των αστικών στερεών αποβλήτων και απορριμματογενών καυσίμων, η αεριοποίηση και η πυρόλυση. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της συγκριτικής αξιολόγησης και της ανάλυσης ευαισθησίας, η αποτέφρωση αστικών στερεών αποβλήτων (mass fired) προκρίθηκε στην πρώτη θέση, στις περισσότερες των εξεταζόμενων περιπτώσεων μεταβολής της βαρύτητας των κριτηρίων”.

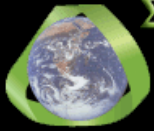


Το συμπέρασμα το οποίο εξάγεται συνεπώς, είναι πως η θερμική επεξεργασία των απορριμμάτων με παραγωγή ενέργειας είναι αναπόφευκτη, και πρέπει να εφαρμοστεί εξ αρχής με εμφανή πλεονεκτήματα ως προς το κόστος της ολοκληρωμένης τελικής λύσης διαχείρισης.

4. ΕΚΠΟΜΠΗ ΔΙΟΞΙΝΩΝ/ΦΟΥΡΑΝΙΩΝ ΑΠΟ ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Ένας από τους κυριότερους προβληματισμούς σε σχέση με την τεχνολογία της καύσης αφορά την εκπομπή **διοξινών και φουρανίων** από τέτοιες εγκαταστάσεις. Ωστόσο οι πληροφορίες από μονάδες καύσης στην Ευρώπη, καθώς και τα ενδεικτικά στοιχεία που παρουσιάζονται παρακάτω από πληθώρα σχετικών πληροφοριών της διεθνούς βιβλιογραφίας, έχουν σκοπό να δείξουν ότι ο σκεπτικισμός αυτός οφείλεται περισσότερο στην έλλειψη πληροφόρησης παρά σε πραγματικά στοιχεία:

1. Στην Ευρώπη η συνεισφορά των εγκαταστάσεων θερμικής επεξεργασίας ΑΣΑ σε διοξίνες είναι λιγότερο από 1% του ολικού. Ως παράδειγμα στη Γερμανία από τη λειτουργία 72 μονάδων το 2005 με συνολική δυναμικότητα 18 εκ. τόνων ετησίως η συνολική ποσότητα διοξινών είναι μόλις 0,5 γρ. (0,7% του ολικού) σύμφωνα με το Γερμανικό Υπουργείο Περιβάλλοντος . Ο καθηγητής κ. Νικόλαος Μουσιόπουλος του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, δήλωσε στον Ελληνικό Τύπο ότι η φωτιά του ΧΥΤΑ «Ταγαράδες» στη Θεσσαλονίκη – το καλοκαίρι του 2006 παρήγε τρία γραμμάρια τοξικών διοξινών κάθε μέρα.
2. Σε συνέδριο που έγινε στο Πανεπιστήμιο Columbia το 2010 παρουσιάστηκαν αποτελέσματα για την λειτουργία δέκα εγκαταστάσεων ενεργειακής αξιοποίησης ΑΣΑ παγκοσμίως: το ποσό των διοξινών / φουρανίων ευρίσκεται στο μόλις 1-2% του επιτρεπόμενου από την ΕΕ ορίου.
3. Σύμφωνα με το Αγγλικό φορέα περιβάλλοντος, οι υπολογισμοί έδειξαν ότι, στα 15 λεπτά του εορτασμού της χιλιετίας με πυροτεχνήματα στο Λονδίνο, παρήχθησαν περισσότερες διοξίνες από αυτές που θα παραχθούν από τη λειτουργία για έναν αιώνα του εργοστασίου ενεργειακής αξιοποίησης μέσω καύσης που βρίσκεται στο Νοτιοανατολικό Λονδίνο.
4. Μια πρόσφατη μελέτη που διενεργήθηκε στο Lisbon University's Institute of Preventive Medicine καταλήγει πως η αποτέφρωση απορριμμάτων «δεν επηρεάζει τα επίπεδα διοξίνης στο αίμα των κατοίκων που γειτνιάζουν με τα εργοστάσια θερμικής επεξεργασίας αποβλήτων».
5. Το γερμανικό υπουργείο περιβάλλοντος υπολόγισε πως θα είχαν παραχθεί επιπλέον 3 τόνοι αρσενικού και 5.000 τόνοι αιωρούμενων σωματιδίων, αν η παραγόμενη από τα εργοστάσια θερμικής επεξεργασίας αποβλήτων ενέργεια είχε παραχθεί από συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ενέργειας.



5. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

- Σύμφωνα με την **κοινοτική οδηγία 1999/31** στους χώρους υγειονομικής ταφής θα διατίθενται υπολείμματα επεξεργασίας των απορριμμάτων (μετατροπή από ΧΥΤΑ σε ΧΥΤΥ), ενώ μέχρι το 2020 σταδιακά θα μειωθεί το ποσοστό του βιοαποδομήσιμου κλάσματος που οδηγείται για ταφή.
- Σύμφωνα με την **κοινοτική οδηγία 2000/76** (εναρμόνιση ΚΥΑ 22912/2005) καθορίζονται τα όρια των εκπομπών (mg/Nm³) των μονάδων θερμικής επεξεργασίας.

Στις 19 Νοεμβρίου 2008 μέσω της **Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2008/98** αναβαθμίστηκε η ενεργειακά αποδοτική θερμική επεξεργασία των αποβλήτων στην ιεραρχία μεθόδων διαχείρισης (R1>0.65).

6. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ

Σχόλια για τη Μελέτη του ΕΣΔΚΝΑ για την επεξεργασία ΑΣΑ στην Αττική

Αβραάμ Καραγιαννίδης και Αστέριος Παπαγεωργίου

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Η ομάδα του ΑΠΘ επιχείρησε επανάληψη κάποιων από τους δημοσιευμένους στο δελτίο τύπου του ΕΣΔΚΝΑ υπολογισμούς. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται το αρχικό κόστος επένδυσης για τα 5 Σενάρια, όπως υπολογίστηκε από το ΑΠΘ για κάθε σενάριο και σύμφωνα με βιβλιογραφικές αναφορές για το αρχικό κόστος επένδυσης των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται σε κάθε σενάριο. Στην τελευταία στήλη παρουσιάζονται οι αντίστοιχες τιμές που δόθηκαν από τον ΕΣΚΔΝΑ. Αντίστοιχα στον Πίνακα 2 παρουσιάζεται το λειτουργικό κόστος για κάθε σενάριο, ενώ στον Πίνακα 3 παρατίθενται οι βιβλιογραφικές πηγές που χρησιμοποιήθηκαν από το ΑΠΘ για τον υπολογισμό του κόστους των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται στα 5 σενάρια.

Πίνακας 1

Αρχική Δαπάνη (Εκατομμύρια Ευρώ)							
Εγκατάσταση Μηχανικής Ανακύκλωσης (ΕΜΑ) (τόνοι/έτος)	ΕΜΑ + Κομποστοποίηση (τόνοι/έτος)	Αποτέφρωση (τόνοι/έτος)	ΕΜΑ + Αναερόβια Χώνευση (τόνοι/έτος)	ΕΜΑ + Βιολογική Ξήρανση (τόνοι/έτος)	Ολικό	ΕΣΚΔΝΑ	
Σενάριο 1	45,471497	237,1638197	0	0	282,6	482,0	
Σενάριο 2	0	237,1638197	75,78582833	0	312,9	492,0	
Σενάριο 3	45,471497	0	0	210	255,5	172,0	
Σενάριο 4	0	0	75,78582833	210	285,8	166,8	
Σενάριο 5	15	0	277,0161856	0	292,0	545,0	

Πίνακας 2

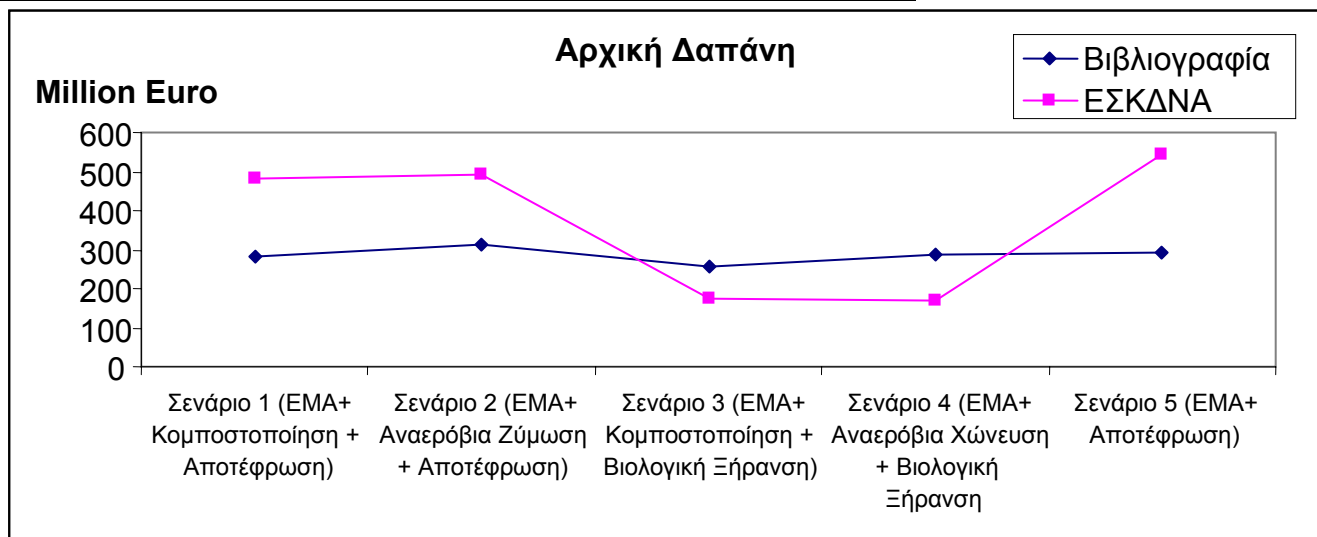
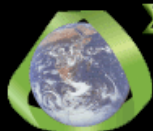
Λειτουργικό κόστος (Ευρώ/τόνος)						
Εγκατάσταση Μηχανικής Ανακύκλωσης (EMA) (τόνοι/έτος)	EMA + Κομποστοποίηση (τόνοι/έτος)	Αποτέφρωση (τόνοι/έτος)	EMA + Αναερόβια Χώνευση (τόνοι/έτος)	EMA + Βιολογική Ξήρανση (τόνοι/έτος)	Ολικό	ΕΣΚΔΝΑ
Σενάριο 1	22,97	12,35	0	0	35,3	52,3
Σενάριο 2	0	12,35	28,72	0	41,1	52,3
Σενάριο 3	22,97	0	0	45	68,0	50,0
Σενάριο 4	0	0	28,72	45	73,7	45,3
Σενάριο 5	29	0	11,86	0	40,9	52,2

Όπως φαίνεται υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των οικονομικών μεγεθών όπως υπολογίστηκαν με βάση την βιβλιογραφία από το ΑΠΘ και αυτών που παρατίθενται από τον ΕΣΚΔΝΑ (βλ. και διαγράμματα 1 και 2). Ιδιαίτερα πρέπει να παρατηρήσουμε ότι η αρχική δαπάνη που υπολογίστηκε για τα σενάρια 1, 2 και 5 (δηλ. που περιέχουν τις μονάδες MBI) είναι ιδιαίτερα χαμηλή σε σύγκριση με του ΕΣΚΔΝΑ. Αυτό που θα μπορούσε να σχολιαστεί είναι ότι ο ΕΣΚΔΝΑ θα πρέπει να αποσαφηνίσει το πώς υπολόγισε τις τιμές που παραθέτει, π.χ.:

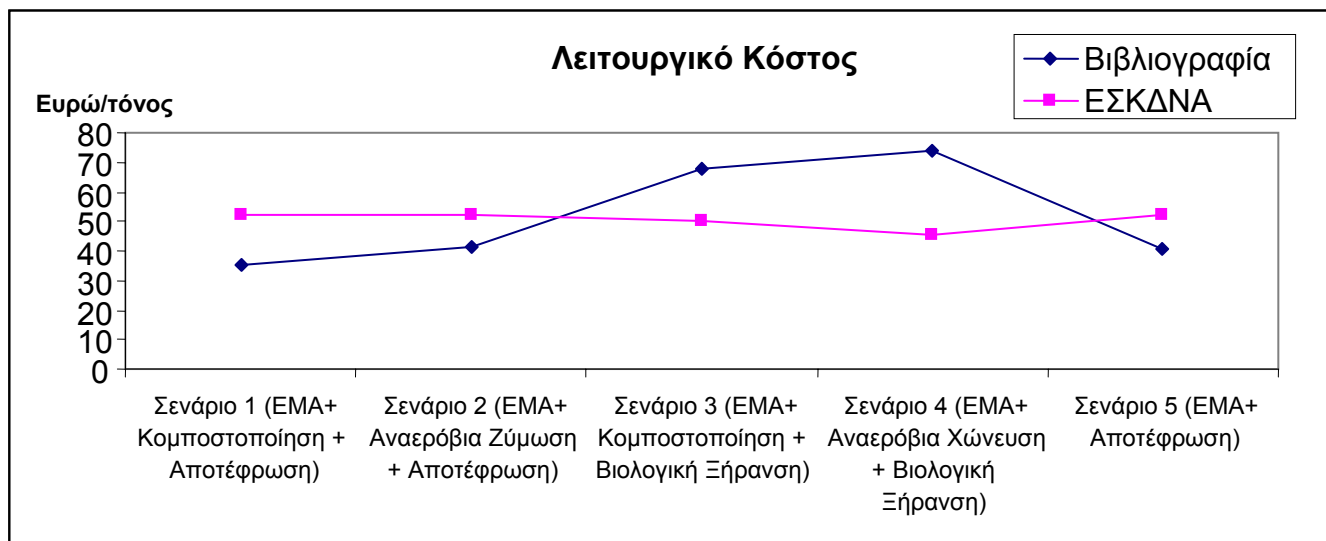
- στο λειτουργικό κόστος έχει λάβει υπόψη το κόστος που θα προέκυπτε αν το SRF/RDF καταλήξει σε ΧΥΤΑ ή αν οι τσιμεντοβιομηχανίες ζητήσουν gate-fee για το RDF/SRF;
- ο υπολογισμός της αρχικής δαπάνης και του λειτουργικού κόστους έγινε με βάση οικονομίες κλίμακας (εφόσον τα σενάρια συμπεριλαμβάνουν τεράστιες μονάδες επεξεργασίας);

Πίνακας 3

Capital and Operating Cost from literature				
	Capacity tonnes/year	Capital Cost (Million Euro)	Operating Cost (euro/tonne)	Source
MBT comp	400000	45,47	22,97	LCA/IWM, Tsilemou 2005, Economic Sustainability Criteria and Indicators for waste management
MT+ AD	400000	75,79	28,72	LCA/IWM, Tsilemou 2005, Economic Sustainability Criteria and Indicators for waste management
MBI	700000	237,16	12,35	LCA/IWM, Tsilemou 2005, Economic Sustainability Criteria and Indicators for waste management
MBI	800000	263,90	11,86	LCA/IWM, Tsilemou 2005, Economic Sustainability Criteria and Indicators for waste management
MBT + BioD	700000	210	45	DEFRA, 2007 MBT of MSW
MRF	250000	15	29	EC 2003 "Waste Management Options and Climate Change"



Διάγραμμα 1 Αρχική Δαπάνη: Σύγκριση ΑΠΘ ('βιβλιογραφία')-ΕΣΔΚΝΑ.



Διάγραμμα 2 Λειτουργικό κόστος: Σύγκριση ΑΠΘ ('βιβλιογραφία') -ΕΣΔΚΝΑ.

7. ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ

Σχόλια για τη Μελέτη του ΕΣΔΚΝΑ για την επεξεργασία ΑΣΑ στην Αττική

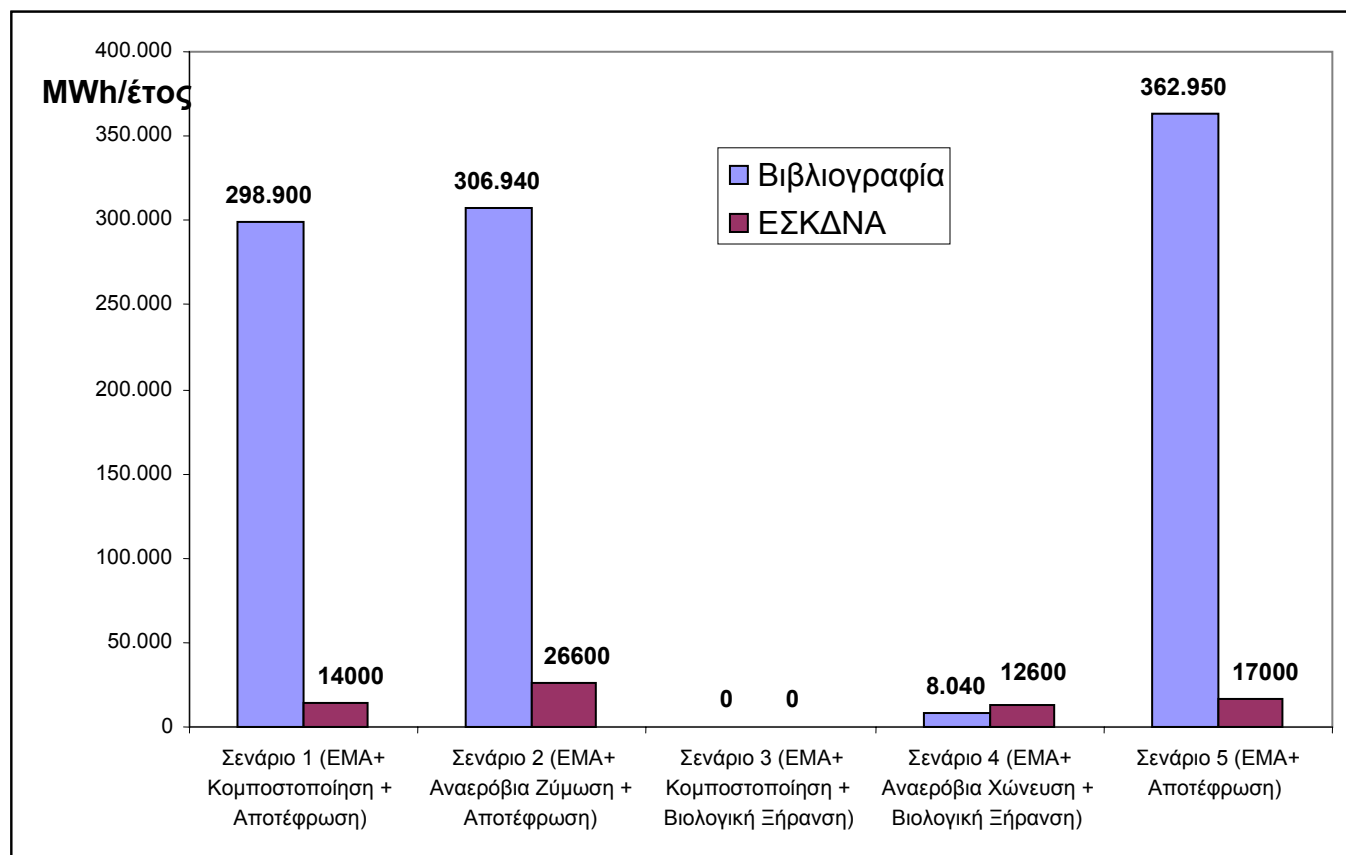
Αβραάμ Καραγιαννίδης και Αστέριος Παπαγεωργίου
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Οι τιμές που παραθέτει ο ΕΣΔΚΝΑ για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε κάθε σενάριο χρήζουν ιδιαίτερου σχολιασμού καθώς είναι πάρα πολύ χαμηλές. Στον Πίνακα 4 φαίνεται ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όπως υπολογίστηκε για κάθε σενάριο, με βάση τιμές που δίνονται στην βιβλιογραφία, είναι πολλές τάξεις μεγέθους μεγαλύτερη, από αυτή που δίνει ο ΕΣΔΚΝΑ. Π.χ. στην μελέτη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής EC 2001 "Waste Management

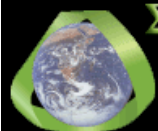
Options and Climate Change", αναφέρεται ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ένα Mass Burn αποτεφρωτήρα (MBI) με απόδοση 18% θα είναι 427 kWh ανά τόνο ΑΣΑ, ενώ σήμερα (2008) μιλάμε για βαθμούς απόδοσης της τάξης του 25%. Η απόδοση αυτή λαμβάνει υπόψη και το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που θα χρησιμοποιηθεί στην μονάδα για τις δικές τις ανάγκες. Επομένως στην περίπτωση των Σεναρίων 1 και 2 (όπου 700.000 τόνοι ετησίως θα καίγονται σε MBI), η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι (σύμφωνα με την σήμερα μετριοπαθή μελέτη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής) 298900 Mwh/έτος. Αντίστοιχα από την καύση απορριμμάτων στον MBI του Σεναρίου 5 (800.000 τόνοι/έτος) η παραγωγή θα ήταν 362950 Mwh/έτος, δηλ. **21 φορές** μεγαλύτερη από την τιμή που δίνει ο ΕΣΚΔΝΑ. Στην ουσία η τιμή που δίνει ο ΕΣΚΔΝΑ αντιστοιχεί σε έναν αποτεφρωτήρα που ανακτά ηλεκτρική ενέργεια με **απόδοση 0,84%, πράγμα που είναι εμφανώς λάθος.** Πάντως αξίζει να αναφερθεί ότι και άλλες μελέτες δίνουν παρόμοιες ή και μεγαλύτερες τιμές για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από MBI, όπως φαίνεται στον Πίνακα 5. Ομοίως για εγκατάσταση Αναερόβιας Ζύμωσης (AD) η μελέτη "Waste Management Options and Climate Change", δίνει ότι μπορεί να παράγει 180 kWh ανά τόνο ΑΣΑ, εκ των οποίων εξάγει στο δίκτυο 120 kWh. Επομένως στα Σενάρια 2 και 4 όπου 67.000 τόνοι/έτος θα επεξεργάζονται σε εγκατάσταση Αναερόβιας Ζύμωσης, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι 8040 MWh/έτος, τιμή χαμηλότερη από του ΕΣΚΔΝΑ (12.600 Mwh/έτος) . Η σύγκριση των τιμών που παραθέτει ο ΕΣΚΔΝΑ με τις τιμές που υπολογίστηκαν με βάση την βιβλιογραφία φαίνεται καλύτερα στο διάγραμμα 3.

Πίνακας 4

Ηλεκτροπαραγωγή Mwh/y							
	Εγκατάσταση Μηχανικής Ανακύκλωσης (EMA) (τόννοι/έτος)	EMA + Κομποστοποίηση (τόννοι/έτος)	Αποτέφρωση (τόννοι/έτος)	EMA + Αναερόβια Χώνευση (τόννοι/έτος)	EMA + Βιολογική Ξήρανση (τόννοι/έτος)	Ολικό	ΕΣΚΔΝΑ
Σενάριο 1			298900			298.900	14000
Σενάριο 2			298900	8040		346.900	26600
Σενάριο 3						0	
Σενάριο 4				8040		48.000	12600
Σενάριο 5			362950			362.950	17000

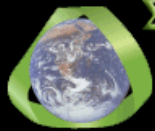


Διάγραμμα 3 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Mwh/έτος): Σύγκριση ΑΠΘ ('βιβλιογραφία') – ΕΣΔΚΝΑ.



Πίνακας 5

Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας (Από Βιβλιογραφία)			
	kWh/τόνο ΑΣΑ	MWh/έτος	Source
MBI (700000)	427	298900	EC 2001 "Waste Management Options and Climate Change"
MBI (700000)	714	499800	Institution of Civil Engineers 2005, "Quantification of the potential energy from Residuals in the UK"
MBI (700000)	515	360500	C-Tech 2003 "Thermal methods of municipal waste treatment"
MBI (800000)	427	362950	EC 2003 "Waste Management Options and Climate Change"
MBI (800000)	714	606900	Institution of Civil Engineers 2005, "Quantification of the potential energy from Residuals in the UK"
MBI (800000)	515	437750	C-Tech 2003 "Thermal methods of municipal waste treatment"
AD (67000)	120	48000	EC 2003 "Waste Management Options and Climate Change"



8. ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΑ ΑΕΡΙΑ

Σχόλια για τη Μελέτη του ΕΣΚΔΝΑ για την επεξεργασία ΑΣΑ στην Αττική

Αβραάμ Καραγιαννίδης και Αστέριος Παπαγεωργίου

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Στην περίπτωση των θερμοκηπιακών αερίων (GHG) το τοπίο διαπιστώνεται ακόμα θολότερο στην βάση των δεδομένων του δελτίου τύπου. Παρατίθενται κάποιες αρκετά υψηλές τιμές για τις εκπομπές GHG, χωρίς να αναφέρονται οι παραδοχές που έγιναν ώστε αυτές να υπολογιστούν (π.χ. έχουν ληφθεί η όχι υπόψη οι βιογενείς εκπομπές CO₂). Επίσης δεν γίνεται καμία αναφορά για το πώς χρησιμοποιείται το παραγόμενο RDF/SRF από τις μονάδες κομποστοποίησης και βιοξήρανσης (ενώ γενικότερα δεν γίνεται καμία αναφορά στο αν και πόσο RDF/SRF παράγεται). Είναι απαραίτητο να διευκρινιστεί το ποια είναι η τελική χρήση του RDF/SRF, γιατί διαφορετικές θα είναι οι εκπομπές GHG εάν το RDF/SRF καίγεται σε έναν αποτεφρωτήρα ρευστοποιημένης κλίνης, απ' ότι εάν καίγεται σε έναν κλίβανο τσιμεντοβιομηχανίας ή σε έναν καυστήρα ενός εργοστασίου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Επίσης αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι τιμές που παραθέτει ο ΕΣΚΔΝΑ είναι θετικές σε όλα τα σενάρια. Στις περισσότερες μελέτες του εξωτερικού, λαμβάνεται υπόψη και η εξοικονόμηση ρύπων (emission savings) από την ανακύκλωση υλικών και από την ανάκτηση ενέργειας, η οποία συνήθως είναι μεγαλύτερη από την παραγωγή GHG. Ενδεικτικά παρατίθενται στον Πίνακα 6 οι συντελεστές εκπομπής GHG όπως υπολογίστηκαν στην μελέτη EC 2001 "Waste Management Options and Climate Change". Η συγκεκριμένη μελέτη εξετάζει μόνο την περίπτωση MBT που παράγει κομπόστ και καταλήγει σε ΧΥΤΑ, όπου και θεωρείται ότι γίνεται δέσμευση του άνθρακα στο κόμποστ. Η μελέτη αυτή δεν εξετάζει την περίπτωση ενός MBT με βιο-ξήρανση, όπου το παραγόμενο SRF/RDF καίγεται για ανάκτηση ενέργειας. Η εξέταση αυτής της περίπτωσης έγινε με χρήση της ίδιας μεθοδολογίας από τους συγγραφείς του παρόντος και βρέθηκε ότι αν το RDF/SRF καίγεται σε κλίβανους τσιμεντοβιομηχανιών, αντικαθιστώντας λιγνίτη, τότε ο συντελεστής εκπομπής θα είναι -419 kg CO₂-eq/tonne MSW. Και αυτός ο συντελεστής εκπομπής παρατίθεται στον πίνακα 7, από τον οποίο φαίνεται ότι ο ολικός συντελεστής εκπομπής είναι θετικός μόνο στην περίπτωση που η αποτέφρωση των ΑΣΑ γίνεται χωρίς ανάκτηση ενέργειας. Αν χρησιμοποιηθούν οι συντελεστές εκπομπής του πίνακα 6, τότε οι τιμές για τις εκπομπές GHG από τα Σενάρια 1-5 θα είναι αυτές που φαίνονται στον πίνακα 7. Στον ίδιο πίνακα παρατίθενται και οι τιμές από την μελέτη του ΕΣΚΔΝΑ. Όπως φαίνεται η διαφορά μεταξύ τους είναι τεράστια και προφανώς οφείλεται στην μεθοδολογία που ακολουθήθηκε. **Σύμφωνα με την μεθοδολογία που χρησιμοποιείται στην μελέτη EC 2001 "Waste Management Options and Climate Change", πρέπει να ληφθεί υπόψη και η εξοικονόμηση ρύπων από την ανακύκλωση υλικών και από την ανάκτηση ενέργειας, κάτι που μάλλον δεν γίνεται στην μελέτη του ΕΣΚΔΝΑ.** Επίσης δεν αναφέρεται αν λαμβάνονται υπόψη από τον ΕΣΚΔΝΑ, οι εκπομπές από την μεταφορά των ΑΣΑ.

Πίνακας 6

GHG EFs from study EC 2001 "Waste Management Options and Climate Change"					
	Energy Use(kg CO ₂ -eq/tonne MSW)	Process(kg CO ₂ - eq/tonne MSW)	Emission savings from materials and energy recovery(kg CO ₂ -eq/tonne MSW)	Carbon Sequestration(kg CO ₂ -eq/tonne MSW)	Total (kg CO ₂ - eq/tonne MSW)
MBI (No electricity recovery)	0	245	-72	0	173
MBI (Electricity recovery)	0	245	-262	0	-17
MBT (Compost)	22	97	-162	-364	-407
MBT (RDF/SRF to cement kiln)	37	243	-699	0	-419
MB + AD	22	10	-252	-22	-242
MRF	24	0	-162	0	-138

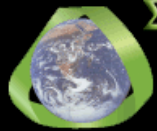
Πίνακας 7

GHG (Tonnes-CO2-eq)						
Εγκατάσταση Μηχανικής Ανακύκλωσης (EMA) (τόννοι/έτος)	EMA + Κομποστοποίηση (τόννοι/έτος)	Αποτέφρωση (τόννοι/έτος)	EMA + Αναερόβια Χώνευση (τόννοι/έτος)	EMA + Βιολογική Ξήρανση (τόννοι/έτος)	Ολικό	ΕΣΚΔΑΝΑ
Σενάριο 1	-162800	-11900			-174700	2730000
Σενάριο 2		-11900	-96800		-108700	2500000
Σενάριο 3	-162800			-293251	-456051	820000
Σενάριο 4			-96800	-293251	-390051	570000
Σενάριο 5	-34.500	-14450			-48950	3020000



9. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Themelis N. 2003. An Overview of the Global Waste-to-Energy Industry. *Waste Management World*, 40-47.
2. Ν. Θέμελης, Χ. Κορωναίος, Columbia University, NY, USA «Σύγκριση της Θερμικής Επεξεργασίας Στερεών Αποβλήτων για Παραγωγή Ενέργειας και της Υγειονομικής Ταφής», Τεχνικά Χρονικά, Επιστημονικές Εκδόσεις Τ.Ε.Ε., τευχ. 1-2, 2004.
3. Vehlow J. 2006. Biomass and Waste to Energy Symposium, Organized by International Waste Working Group (IWWG) and Environmental Sanitary Engineering Center (ESEC). «State of the Art of Incineration Technologies», Venice.
4. S. Consonni, M. Giugliano, M. Grosso, *Waste Management* 25 (2005) 137–148
5. Δ. Λάλας, Ε. Γιδάρακος, και λοιποί, 2007. Εκτίμηση των Γενικευμένων Επιπτώσεων και Κόστους Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων. Ινστιτούτο Τοπικής Αυτοδιοίκησης, Αθήνα . Χ. Θεοχάρη, Α. Οικονομόπουλος και λοιποί, Μελέτη του ΤΕΕ «Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων στην Ελλάδα / Η περίπτωση της Αττικής», Αθήνα 2006
6. A. Karagiannidis, B. Bilitewski, G. Tchobanoglous, N.J. Themelis, M. Wittmaier, Th. Tsasarelis, 2008, *Waste to Energy on Thermal Treatment and Energetic Utilization of Solid Wastes*. Waste Management Research Trends, Nova Science Publishers Inc.
7. Stengler E. 2006. Biomass and Waste to Energy Symposium, Organized by International Waste Working Group (IWWG) and Environmental Sanitary Engineering Center (ESEC). «Developments and Perspectives for Energy Recovery from Waste in Europe», Venice.
8. Bilitewski B. 2006. Biomass and Waste to Energy Symposium, Organized by International Waste Working Group (IWWG) and Environmental Sanitary Engineering Center (ESEC). «State of the Art and New Developments of Waste to Energy Technologies», Venice.
9. BREF, 2005. Best Available Techniques for Waste Incineration, European Commission, Institute for Prospective Technological Studies, Joint Research Centre, Seville.
10. Δ. Παναγιωτακόπουλος, 2007. Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων, Β' έκδοση. Εκδόσεις ΖΥΓΟΣ, Θεσσαλονίκη.
11. G. Costa, E. Lategano, et al., 2008. 2nd International Conference on Engineering for Waste Valorisation. «Experimental study on the influence of particle size on the reuse potential of bottom ash from a sanitary waste incinerator facility», Patras, Greece.



12. M. Aubry, M. Magnie, et al, 2008. 2nd International Conference on Engineering for Waste Valorisation. «Stabilisation/solidification for treatment of hazardous waste and contaminated soils: a first large scale assessment study», Patras, Greece.
13. «Συμπεράσματα και προτάσεις για τη βιώσιμη διαχείριση των στερεών απορριμμάτων στην Αττική», Ειδική Μόνιμη Επιτροπή Περιβάλλοντος της Βουλής, Μάιος 2009
14. ΚΥΑ 22912/1117/2005 «Μέτρα και όροι για την πρόληψη και τον περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος από την αποτέφρωση των αποβλήτων», Φ.Ε.Κ. 759/Β/06.06.2005
15. Juniper Report , 2005. MBT: A Guide for Decision Makers - Processes, Policies and Markets. http://www.juniper.co.uk/Publications/mbt_report.html
16. Waste to Energy Research Technology Council (WTERT), Columbia University, NY, USA.
17. 4th CEWEP (Confederation of European Waste to Energy Plants) Congress, Waste to Energy in Sustainable Waste and Energy Policy, Bordeaux, France, 2008.
18. A. Papageorgiou, A. Karagiannidis, R. Barton and E. Kalogirou, «Municipal Solid Waste management scenarios for Attica and their Greenhouse Gas emission impact» , Waste Management& Research, Vol. 27, No. 9, 928-937, 2009
19. Α.Καραγιαννίδης , Ε. Καλογήρου, Κ.Ψωμόπουλος, Ν.Θέμελης «Ενεργειακή Αξιοποίηση Αποβλήτων στις ΗΠΑ – Ανασκόπηση της Παρούσας Κατάστασης», Τεχνικά Χρονικά ΤΕΕ, σελ. 97-116, Μάρτιος – Απρίλιος 2010
20. Frost and Sullivan Report, Waste Management World, Volume 9, Issue 3, May-June 2008
21. ΤΕΕ, 2006, Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων στην Ελλάδα / Η περίπτωση της Αττικής
22. Juniper Report, 2005. MBT: A Guide for Decision Makers - Processes, Policies and Markets. http://www.juniper.co.uk/Publications/mbt_report.html
23. S. Consonni, M. Giugliano, M. Grosso, Waste Management 25 (2005) 137–148
24. C.A. Tsiliyannis, Comparison of environmental impacts from solid waste treatment and disposal facilities, Waste Management Research, 1999; 17 231
25. ITA, Preliminary Environmental Impact Assessment (EIA - Preliminary), 2007
26. Waste Technology Data Centre 2007 and Juniper Consultancy Services (2005) Mechanical Biological Treatment : A Guide for Decision Makers Processes, Policies and Markets



WHO is WHO

Το Συμβούλιο Ενεργειακής Αξιοποίησης Αποβλήτων (ΣΥΝΕΡΓΕΙΑ, www.wtert.gr) ιδρύθηκε τον Ιούλιο του 2008 από το Κέντρο Περιβαλλοντικής Μηχανικής (Earth Engineering Center) του Columbia University της Νέας Υόρκης, από μέλη του Εργαστηρίου Θερμοδυναμικής και Φαινομένων Μεταφοράς της Σχολής Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ, μέλη του Εργαστηρίου Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του ΑΠΘ. Επίσης συμμετέχουν καθηγητές από όλα τα πανεπιστήμια της Ελλάδας, πανεπιστήμια του εξωτερικού και η Ευρωπαϊκή Συνομοσπονδία Μονάδων Ενεργειακής Αξιοποίησης Αποβλήτων (CEWER), στην οποία συμμετέχουν οι 400 (από τις 435) υφιστάμενες μονάδες ενεργειακής αξιοποίησης αποβλήτων που λειτουργούν στην Ευρώπη.

Η κεντρική ιδέα του Συμβουλίου είναι ότι μία στενή συνεργασία ακαδημαϊκών, ερευνητικών, δημοσίων, και βιομηχανικών φορέων θα βοηθήσει την Ελλάδα να αναπτύξει την ενεργειακή αξιοποίηση αποβλήτων και να διασώσει την πολύτιμη Ελληνική γη για τις μελλοντικές γενιές.

Η ανάπτυξη της Αειφόρου Διαχείρισης Αποβλήτων (ΑΔΑ) στην Ελλάδα, που περιλαμβάνει όλο τον κύκλο ζωής της διαχείρισης αποβλήτων, με κριτήρια τη μεγιστοποίηση ανάκτησης υλικών και ενέργειας όπως και την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, χρησιμοποιώντας την επιστημονική γνώση των διαφόρων τεχνολογιών διαχείρισης αποβλήτων στην χώρα και παγκοσμίως. Ειδικά για τα οικιακά απορρίμματα έμφαση δίνεται στην κυρίαρχη σήμερα τεχνολογία της καύσης με ταυτόχρονη παραγωγή ενέργειας ύστερα από μέγιστη δυνατή ανακύκλωση στην πηγή (καθώς και κομποστοποίηση προδιαλεγμένου στην πηγή οργανικού), η οποία χρησιμοποιείται στην συντριπτική πλειοψηφία των αντίστοιχων 800 μονάδων παγκοσμίως, ακόμα και στο κέντρο μητροπολιτικών πόλεων (Παρίσι, Φρανκφούρτη, Βιέννη, Νέα Υόρκη κ.α.).