



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Πολυτεχνειούπολη, Χανιά 731 00

Καθηγητής Αλέξανδρος Π. Οικονομόπουλος
Δ/ντής Εργαστηρίου Διαχείρισης Αερίων, Υγρών και Στερεών Αποβλήτων
E-mail: eco@otenet.gr Fax 28210-37845

19 Ιουλίου 2011

Θέμα: Προκαταρκτική παρέμβαση στη διαδικασία επιλογής μονάδων επεξεργασίας ΑΣΑ στη ΝΑ Ενότητα του Ν. Θεσσαλονίκης

Προς: ΠΟΕ-ΟΤΑ

Το ΥΠΕΚΑ ενέκρινε πρόσφατα τους περιβαλλοντικούς όρους για την ίδρυση μονάδας επεξεργασίας των απορριμμάτων της ΝΑ ενότητας του Ν. Θεσσαλονίκης (έγγραφο 198436/18.4.2001). Επειδή τυχαίνει να προωθούνται παρόμοια συστήματα επεξεργασίας στις περισσότερες περιοχές της χώρας και επειδή τα συστήματα αυτά έχουν αποδειχθεί έντονα προβληματικά σε όσες περιοχές αναλύθηκαν, η ΠΟΕ-ΟΤΑ ζήτησε μια ανεξάρτητη επιστημονική γνώμη για την ορθολογικότητα του συγκεκριμένου συστήματος που προωθείται στη της ΝΑ ενότητα του Ν. Θεσσαλονίκης.

Στο παραπάνω αίτημα της ΠΟΕ-ΟΤΑ, όπως και σε προηγούμενα σχετικά, υπήρξε ανταπόκριση στα πλαίσια της κοινωνικής αποστολής των ΑΕΙ, με αποτέλεσμα να συνταχθεί η επισυναπτόμενη εργασία. Στην παρούσα περίπτωση όμως η αξιολόγηση είναι προκαταρκτική μια και τα διαθέσιμα στοιχεία για το προωθούμενο σύστημα επεξεργασίας είναι περιορισμένα και βασίζονται κυρίως σε αυτά που αναφέρονται στην απόφαση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων.

Το συμπέρασμα από την επισυναπτόμενη ανάλυση είναι ότι ο προωθούμενος συνδυασμός παραγωγής και καύσης δευτερογενών καυσίμων είναι έντονα προβληματικός μια και:

1. Δεν μπορεί να επιτύχει, με οικονομικά εφικτό τρόπο, ολικό συντελεστή ενεργειακής απόδοσης μεγαλύτερο του 0,65 έτσι ώστε να είναι συμβατός με την Οδηγία 2008/98.
2. Είναι εξαιρετικά δαπανηρός μια και, σε σύγκριση με το σύστημα που προκύπτει από τις μελέτες του Πολυτεχνείου Κρήτης (ΠΚ), για μεν τα έργα της Α' Φάσης απαιτεί πενταπλάσιες επενδύσεις (επιπλέον 149 εκατ. €) και επιβαρύνει τους ΟΤΑ 7 φορές περισσότερο (με επιπλέον 29 εκατ. € ετησίως), ενώ για τα έργα της Β' Φάσης απαιτεί επταπλάσιες επενδύσεις (επιπλέον 308 εκατ. €) και επιβαρύνει τους ΟΤΑ 9,5 φορές περισσότερο (με επιπλέον 59 εκατ. € ετησίως).

Αναλυτικότερα, το προωθούμενο σύστημα επεξεργασίας θα επιβαρύνει (δίχως δημόσια χρηματοδότηση) τους ΟΤΑ με **189 €/t απορριμμάτων** και κάθε εξυπηρετούμενο δημότη με **90 € ετησίως**, ενώ το σύστημα επεξεργασίας που προκύπτει από μελέτες του ΠΚ θα επιβαρύνει τους ΟΤΑ στη μεν Α' Φάση με **29 €/t απορριμμάτων** και κάθε εξυπηρετούμενο δημότη με **14 € ετησίως**, στη δε Β' Φάση με **20 €/t απορριμμάτων** και κάθε εξυπηρετούμενο δημότη με **9 € ετησίως**.

1. Δεν είναι περιβαλλοντικά φιλικό και σίγουρα δεν είναι κοινωνικά αποδεκτό.
2. Απαιτεί αυξημένο χρόνο εφαρμογής μια και το είδος των προβλεπόμενων μονάδων (κυρίως η καύση των απορριμμάτων) προκαλεί εντονότερες κοινωνικές αντιδράσεις και ε-

πιπλέον τα σχετικά έργα είναι μεγαλύτερα και τεχνολογικά πολυπλοκότερα από τα προτεινόμενα (απαιτούν επταπλάσιες επενδύσεις).

3. Καθιστά μονόδρομο τη χρήση ΣΔΙΤ, αποκλείοντας τη δυνατότητα υλοποίησης από την τοπική αυτοδιοίκηση.

Όπως θα ήταν αναμενόμενο από τα προαναφερθέντα, η καθολική σχεδόν προ-επεξεργασία των απορριμμάτων με βιολογική ξήρανση για παραγωγή δευτερογενών καυσίμων, η οποία προωθείται με προτεραιότητα στις περισσότερες περιοχές της χώρας μας, δεν έχει προηγούμενο σε κανένα άλλο μέρος του κόσμου. Μόνο στην ΝΑ ενότητα του Ν. Θεσσαλονίκης, η προωθούμενη χρήση της βιολογικής ξήρανσης στην Α' Φάση ανέρχεται στο 9 % και στη Β' Φάση στο 18 % της παγκόσμιας σημερινής χρήσης της!

Έχει γίνει πλέον κατανοητό ότι οι σημερινές οικονομικές συνθήκες δεν αφήνουν περιθώρια για συνέχιση των πρακτικών, που οδήγησαν τη χώρα στη διεθνή απαξίωση και ουσιαστική χρεοκοπία. Για το λόγο αυτό η παρούσα παρέμβαση έχει ως βασικό σκοπό την ανάδειξη των υφιστάμενων σοβαρών προβλημάτων στη διαχείριση των απορριμμάτων, αλλά και την παρουσίαση ορθολογικών εναλλακτικών προτάσεων που επιτρέπουν τη λήψη ορθών αποφάσεων.

Με τιμή,



Αλέξανδρος Π. Οικονομόπουλος
Καθηγητής

Υ.Γ.: Για περισσότερες πληροφορίες δείτε τα βίντεο στο site <http://vimeo.com/11762089> και κατεβάστε χρήσιμο υλικό (βιβλία, δημοσιεύσεις, παρεμβάσεις κτλ.) από την ιστοσελίδα <http://www.enveng.tuc.gr/ergasthria/85-diaxeirishs-apoblhtwn-lab.html>.

ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΝΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Αλέξανδρος Π. Οικονομόπουλος

Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης

eco@otenet.gr

Για την επικαιροποίηση και συμπλήρωση του από το 2003 υφιστάμενου Περιφερειακού Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) της Περιφέρειας Κ. Μακεδονίας εκπονήθηκε μελέτη από Ομάδα Εργασίας (2005), η οποία, ανάμεσα στα άλλα, όρισε τις εναλλακτικές μεθόδους επεξεργασίας και τη χρονική κλιμάκωση της ελάχιστης δυναμικότητάς τους για τη ΝΑ διαχειριστική ενότητα του Ν. Θεσσαλονίκης. Πρόσφατα το ΥΠΕΚΑ ενέκρινε τους περιβαλλοντικούς όρους για τη μονάδα επεξεργασίας της διαχειριστικής αυτής ενότητας.

Επειδή το προωθούμενο σύστημα επεξεργασίας έχει μεγάλες ομοιότητες με αυτά που προωθούνται στις περισσότερες περιοχές της χώρας και επειδή τα συστήματα αυτά έχουν αποδειχθεί έντονα προβληματικά σε όσες περιοχές αναλύθηκαν (Οικονομόπουλος, 2011a, 2011b και 2011c), η ΠΟΕ-ΟΤΑ ζήτησε μια ανεξάρτητη επιστημονική γνώμη για την ορθολογικότητα και του συστήματος που προωθείται στη της ΝΑ ενότητα του Ν. Θεσσαλονίκης. Στο παραπάνω αίτημα της ΠΟΕ-ΟΤΑ, όπως και σε προηγούμενα σχετικά, υπήρξε ανταπόκριση στα πλαίσια της κοινωνικής αποστολής των ΑΕΙ, με αποτέλεσμα να συνταχθεί η παρούσα εργασία με τους ακόλουθους βασικούς στόχους:

- Συνοπτική παρουσίαση του προωθούμενου συστήματος επεξεργασίας, όπως ορίζεται από την απόφαση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων.
- Συνοπτική παρουσίαση εναλλακτικής πρότασης επεξεργασίας, όπως προκύπτει από μελέτες του Πολυτεχνείου Κρήτης (ΠΚ), Οικονομόπουλος (2007 και 2009), Econομοπουλος (2010a και 2010b).
- Συγκριτική αξιολόγηση των παραπάνω εναλλακτικών προτάσεων.

Επειδή τα προβλήματα της ΝΑ ενότητας του Ν. Θεσσαλονίκης είναι παρόμοια με αυτά των περισσότερων περιφερειών της χώρας, οι διαπιστώσεις της παρούσας εργασίας έχουν γενικότερο ενδιαφέρον.

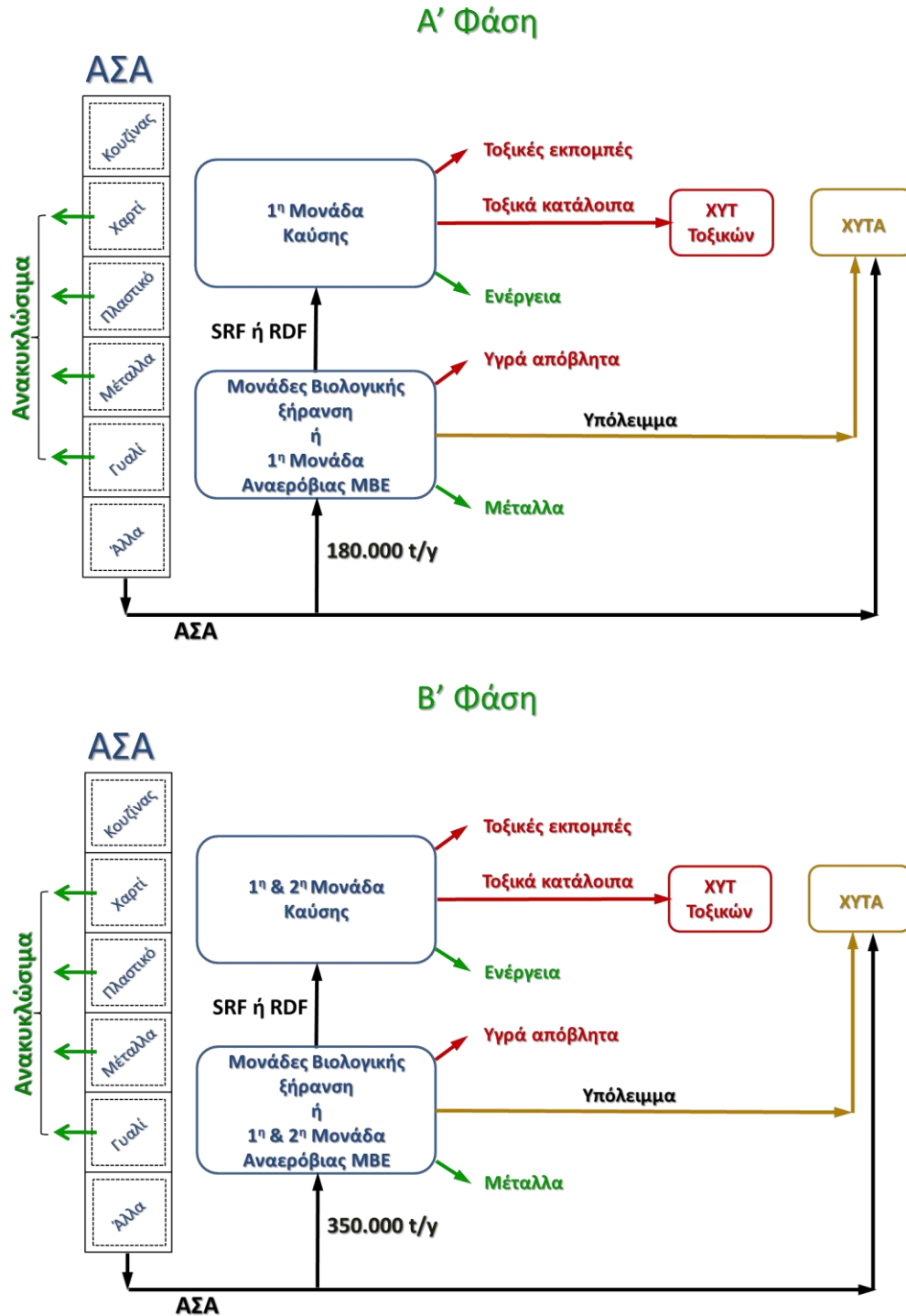
1. ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΣ ΔΗΜΟΠΡΑΤΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η έγκριση περιβαλλοντικών όρων ορίζει τις ακόλουθες δύο εναλλακτικές μεθόδους επεξεργασίας των σύμμεικτων Αστικών Στερεών Αποβλήτων (ΑΣΑ), κοινό γνώρισμα των οποίων είναι η παραγωγή και καύση των δευτερογενών καυσίμων, Solid Recovered Fuel (SRF) ή/και Refuse Derived Fuel (RDF):

1. Βιολογική ξήρανση των ΑΣΑ για ανάκτηση μετάλλων και παραγωγή SRF¹, καθώς και μονάδα καύσης του SRF.
2. Αναερόβια Μηχανική-Βιολογική-Επεξεργασία (ΜΒΕ) για ανάκτηση μετάλλων και παραγωγή RDF (με διαχωρισμό των καυσίμων υλικών που περιλαμβάνονται στα σύμμεικτα απορρίμματα) και εδαφοβελτιωτικού υλικού (με αναερόβια βιοσταθεροποίηση των οργανικών και μετακομποστοποίηση), καθώς και μονάδα καύσης του παραγόμενου RDF.

¹ Η βιολογική ξήρανση αποτελεί μέθοδο προεπεξεργασίας και έχει ως βασικό σκοπό την αναβάθμιση των ΑΣΑ σε SRF, ένα δευτερογενές καύσιμο κατάλληλο για ενεργειακή αξιοποίηση. Το SRF είναι ένα μη βιοσταθεροποιημένο προϊόν, είναι δηλαδή ΑΣΑ δίχως μέταλλα και αδρανή και με μικρότερη υγρασία.

Αναλυτικότερα και σύμφωνα πάντοτε με τα αναφερόμενα στην απόφαση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων, οι μονάδες επεξεργασίας θα έχουν μέγιστη λειτουργική δυναμικότητα 350.000 t/y και θα κατασκευαστούν σε δύο φάσεις. Στην παρούσα Α' φάση γίνεται η παραδοχή ότι η λειτουργική δυναμικότητα των μονάδων θα είναι 180.000 t/y, έτσι ώστε να καλύπτει τις ελάχιστες απαιτήσεις επεξεργασίας έως το 2020 σύμφωνα με τη μελέτη σχετικής Ομάδας Εργασίας (2005). Η περίσσεια των ΑΣΑ θα διατίθενται, προφανώς, απ' ευθείας στο ΧΥΤΑ. Τα παραπάνω απεικονίζονται σχηματικά στα διαγράμματα της Εικόνας 1.



Εικόνα 1. Σχηματική απεικόνιση της Α' και Β' φάσης του προωθούμενου συστήματος επεξεργασίας απορριμμάτων της ΝΑ ενότητας του Ν. Θεσσαλονίκης

2. ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΕΙ ΤΟ ΠΚ

Το ΠΚ έχει μελετήσει το θέμα της διαχείρισης των οικιακού τύπου απορριμμάτων σε εθνικό επίπεδο, δίχως σχετική ανάθεση από οποιονδήποτε κρατικό ή ιδιωτικό φορέα, Οικονομόπουλος (2007 και 2009) και Εconoμοπουλος (2010a και 2010b), ΤΕΕ (2006).

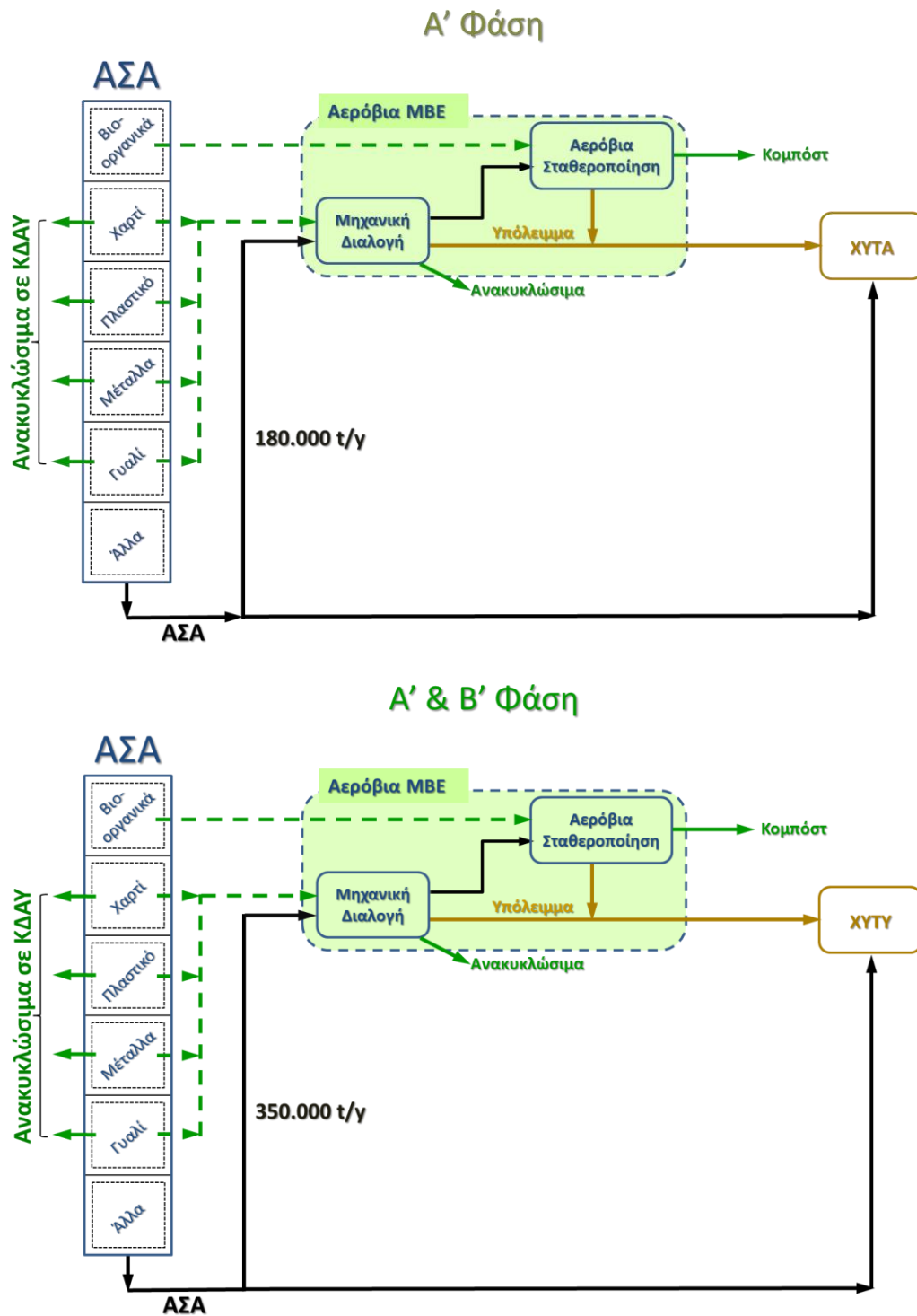
Βασική κατεύθυνση του προτεινόμενου σχήματος είναι η διαμόρφωση ενός εθνικού σχεδίου διαχείρισης, απαλλαγμένου από τους περιορισμούς των διοικητικών διαιρέσεων της χώρας. Στα πλαίσια του σχεδιασμού αυτού δίνεται κατ' αρχήν έμφαση σε προγράμματα Διαλογής στην Πηγή (ΔσΠ) και εναλλακτικής διαχείρισης² μια και από αυτά λαμβάνονται καλύτερης ποιότητας προϊόντα και ταυτόχρονα απομειούνται οι ποσότητες των σύμμεικτων ΑΣΑ που απομένουν προς επεξεργασία και διάθεση και μάλιστα με οικονομικό όφελος.

Σχετικά με την επεξεργασία των σύμμεικτων ΑΣΑ που απομένουν, οι μελέτες του ΠΚ τεκμηριώνουν, μετά από ενδελεχή τεχνικοοικονομική ανάλυση των εναλλακτικών τεχνολογιών και λεπτομερή θεώρηση των απαιτήσεων που θέτουν οι Οδηγίες της ΕΕ, ότι η αερόβια Μηχανική-Βιολογική-Επεξεργασία (ΜΒΕ) με ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών αποτελεί τη βέλτιστη λύση. Η διεργασία αυτή περιλαμβάνει μηχανική διαλογή των ανακυκλώσιμων υλικών και κομποστοποίηση των οργανικών, αφήνοντας μόνο τα αδρανή υπολείμματα για τελική διάθεση σε ΧΥΤΥ. Η μέθοδος αυτή είναι απόλυτα συμβατή, όχι μόνο με το γράμμα, αλλά και με το πνεύμα, των οδηγιών της ΕΕ, έχει μικρό κόστος (μικρότερο από όλες τις άλλες μεθόδους), είναι περιβαλλοντικά φιλική (δίχως αέριες εκπομπές και υγρά απόβλητα παρά μόνο αδρανή που διατίθενται σε ΧΥΤΥ) και ως εκ τούτου δεν προκαλεί ιδιαίτερες κοινωνικές αντιδράσεις. Στην επιλογή της ίδιας μεθόδου επεξεργασίας κατέληξαν πρόσφατα και όλες οι Περιβαλλοντικές Οργανώσεις της χώρας, αλλά και η Κύπρος με το εργοστάσιο επεξεργασίας της Λάρνακας.

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης δεν θα συζητηθούν τα προαναφερθέντα θέματα βελτιστού εθνικού σχεδιασμού και εναλλακτικής διαχείρισης, από τα οποία είναι δυνατόν να προκύψουν σημαντικά οικονομικά οφέλη. Η ανάλυση θα επικεντρωθεί στην επεξεργασία των ΑΣΑ με τις ποσότητες που αναφέρονται στην ενότητα 1, έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η αξιολόγηση των εναλλακτικών μεθόδων επεξεργασίας (της προωθούμενης από την Περιφέρεια και αυτής που προκύπτει από τις μελέτες του ΠΚ) στην ίδια βάση.

Το προτεινόμενο σύστημα αερόβιας ΜΒΕ μπορεί να περιλαμβάνει μια μονάδα δυναμικότητας 180.000 t/y σύμμεικτων ΑΣΑ στην Α' Φάση και μια δεύτερη μονάδα δυναμικότητας 170.000 t/y στη Β' Φάση, είτε μια μονάδα δυναμικότητας 350.000 t/y από την Α' Φάση. Το τελευταίο είναι περιβαλλοντικά φιλικότερο (μειώνει τη διάθεση ακατέργαστων ΑΣΑ σε ΧΥΤΑ), οικονομικότερο λόγω της οικονομίας κλίμακας που προσφέρει η μια μονάδα και πρακτικά εφικτό λόγω ανάγκης περιορισμένων επενδύσεων (βλέπε ενότητα 3.5 παρακάτω). Σε αμφότερες τις περιπτώσεις οι μονάδες Αερόβιας ΜΒΕ μπορούν να σχεδιαστούν ώστε να δέχονται απ' ευθείας και προ-διαχωρισμένα στην πηγή ρεύματα ανακυκλώσιμων και οργανικών, όσο αυτά θα αυξάνονται στο μέλλον, εξασφαλίζοντας με αυτό τον τρόπο αυτόματη προσαρμογή σε κάθε σενάριο εξέλιξης των προγραμμάτων ΔσΠ. Τα παραπάνω απεικονίζονται σχηματικά στα διαγράμματα της Εικόνας 2.

² Σύμφωνα με τις προτάσεις των οικολογικών οργανώσεων, θα πρέπει να τοποθετηθούν 4 κάδοι παντού (για χαρτί, ανακυκλώσιμα, οργανικά, υπολείμματα), να δημιουργηθεί ικανός αριθμός Κέντρων Ανακύκλωσης (Πράσινων Σημείων) στην Περιφέρεια και πρόσθετα κέντρα εναλλακτικής διαχείρισης (για έπιπλα, φάρμακα, έντυπο χαρτί, επικίνδυνα οικιακά, ρουχισμό κ.α.) κτλ..



Εικόνα 2. Σχηματική απεικόνιση της μεθόδου επεξεργασίας ΑΣΑ που προκύπτει από τις μελέτες του ΠΚ

3. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

3.1 Συμβατότητα με την Οδηγία 2008/98

Η Οδηγία-πλαίσιο 2008/98/ΕΚ καθιερώνει ως τάξη προτεραιότητας την ακόλουθη ιεραρχία (βλέπε Άρθρο 4), η τήρηση της οποίας είναι υποχρεωτική:

1. Πρόληψη
2. Επαναχρησιμοποίηση
3. Ανακύκλωση
4. Άλλου είδους ανάκτηση
5. Διάθεση

3.1.1 Σύστημα Επεξεργασίας από Μελέτες του ΠΚ

Η προτεινόμενη από τις μελέτες του ΠΚ χρήση της Αερόβια ΜΒΕ ως μεθόδου επεξεργασίας (βλέπε ενότητα 2 και Εικόνα 2) τηρεί την ιεραρχία της Οδηγίας 2008/98 μια και οι λειτουργίες που επιτελεί (ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών και αερόβια βιοσταθεροποίηση του οργανικού κλάσματος) ορίζονται ως ανακύκλωση (άρθρο 3 παρ. 17).

3.1.2 Προωθούμενο Σύστημα Επεξεργασίας

Βασικό στοιχείο του προωθούμενου συστήματος επεξεργασίας είναι η παραγωγή και καύση δευτερογενών καυσίμων, βασικά SRF και δυνητικά RDF. Η καύση όμως θεωρείται από την Οδηγία 2008/98 ως «άλλου είδους ανάκτηση» και είναι επιλέξιμη μόνον όταν γίνεται σε μονάδες με συντελεστή ενεργειακής απόδοσης > 0,65 διαφορετικά θεωρείται ως τελική διάθεση.

Ο υπολογισμός του συντελεστή ενεργειακής απόδοσης γίνεται από την ακόλουθη εξίσωση, σύμφωνα με την παράγραφο R1 του Παραρτήματος II:

$$\text{Συντελεστής ενεργειακής απόδοσης} = \frac{E_p - (E_f + E_i)}{0,97 \times (E_w + E_f)} \geq 0,65 \quad (1)$$

Όπου:

E_p = 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 = Ενέργεια με την οποία τροφοδοτείται ετησίως το σύστημα από καύσιμα που συμβάλλουν στην παραγωγή ατμού (GJ/έτος)

E_w = Ετήσια ενέργεια που περιέχεται στα κατεργασμένα απόβλητα και υπολογίζεται με χρήση της καθαρής θερμογόνου αξίας των αποβλήτων (GJ/έτος).

E_i = Ετήσια ενέργεια που εισάγεται εκτός από την E_w και την E_f (GJ/έτος).

0,97 = Συντελεστής που αντιπροσωπεύει τις ενεργειακές απώλειες λόγω τέφρας πυθμένα και ακτινοβολίας.

Ο τύπος αυτός εφαρμόζεται σύμφωνα με το έγγραφο αναφοράς σχετικά με τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές (BREF) στον τομέα της αποτέφρωσης αποβλήτων, European Commission (2006).

Σε τυπικές μονάδες καύσης απορριμμάτων, τόσο η χρήση καυσίμων, εκτός αυτής των απορριμμάτων, όσο και η εισαγωγή πρόσθετης ενέργειας είναι πολύ μικρή σε σχέση με την ενέργεια των απορριμμάτων και άρα, για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας, μπορεί να θεωρηθούν μηδενικές. Υπό αυτές τις συνθήκες η Εξίσωση (1) απλοποιείται ως ακολούθως για την περίπτωση παραγωγής ηλεκτρικής και μόνο ενέργειας:

$$\text{Συντελεστής ενεργειακής απόδοσης} \approx \frac{2,6 * E_e}{0,97 * E_w} \geq 0,65 \quad (2)$$

Όπου:

E_e = Ενέργεια που εξάγεται ετησίως υπό μορφή ηλεκτρισμού (GJ/έτος).

Έχει γενικά αποδειχθεί ότι μόνο οι εγκαταστάσεις που εξάγουν μεγάλο μέρος της ενέργειας των απορριμμάτων ως θερμική για «τηλεθέρμανση» μπορούν να επιτύχουν συντελεστή ενεργειακής απόδοσης $> 0,65$ έτσι ώστε να θεωρούνται ότι επιτελούν άλλου είδους ανάκτηση και να είναι επιλέξιμες. Η «τηλεθέρμανση» όμως δεν είναι οικονομική σε περιοχές με εύκρατο κλίμα, όπως το μεγαλύτερο μέρος της Ελλάδας.

Το ίδιο ισχύει και για το συνδυασμό βιολογικής ξήρανσης των ΑΣΑ και καύσης του παραγόμενου SRF, μια και η **ολική ενεργειακή απόδοση του συνδυασμού** αυτού είναι χαμηλότερη από την ενεργειακή απόδοση της απ' ευθείας καύσης των ΑΣΑ, Economidou (2010a). Θα πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι ξεχωριστή θεώρηση της θερμικής απόδοσης της μονάδας καύσης του SRF δεν είναι ορθή, μια στην παρούσα περίπτωση, το σύστημα επεξεργασίας των ΑΣΑ περιλαμβάνει, δύο στάδια, τη βιολογική ξήρανση (προεπεξεργασία) με βασικό σκοπό την παραγωγή του SRF, και την καύση του SRF για παραγωγή ενέργειας. Πράγματι, σύμφωνα με το Παράρτημα II, παρ. R1, της Οδηγίας 2008/98:

- Ο ελάχιστος συντελεστής ενεργειακής απόδοσης ισχύει για «χρήση (των απορριμμάτων) κυρίως ως καύσιμο παραγωγής ενέργειας». Η χρήση αυτή γίνεται από το συνδυασμό βιολογικής ξήρανσης και καύσης του SRF και όχι από τη μονάδα καύσης του SRF μόνο.
- Η εφαρμογή της εξίσωσης υπολογισμού του συντελεστή ενεργειακής απόδοσης ισχύει για «εγκαταστάσεις αποτέφρωσης που προορίζεται για την επεξεργασία στερεών αποβλήτων» δηλαδή για το συνδυασμό βιολογικής ξήρανσης και καύσης SRF και όχι μόνο για τη μονάδα καύσης του SRF.

Επομένως, η εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης αφορά το συνδυασμό βιολογικής ξήρανσης και η καύσης του παραγόμενου SRF.

Η εκτίμηση του συντελεστή ενεργειακής απόδοσης των συστημάτων καύσης θα βασιστεί σε στοιχεία από το έγκυρο έγγραφο BREF (European Commission, 2006), από το οποίο προέρχεται η Εξίσωση (1) και στο οποίο παραπέμπει η Οδηγία 2008/98 για τον τρόπο εφαρμογής της Εξίσωσης αυτής. Από την ενότητα 3.5.4 του BREF προκύπτουν τα ακόλουθα:

1. Η μαζική καύση ΑΣΑ ή/και δευτερογενών καυσίμων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται με μέγιστο βαθμό απόδοσης 22% και από την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια το εργοστάσιο καταναλώνει για τις λειτουργικές του ανάγκες το 28% (Πίνακας 3.40 του BREF). Από τα στοιχεία αυτά και την Εξίσωση (2) προκύπτει ότι ο μέγιστος συντελεστής ενεργειακής απόδοσης των μονάδων καύσης απορριμμάτων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι μόλις **0,423**, Πίνακας 1 παρακάτω.
2. Η καύση δευτερογενών καυσίμων (SRF ή/και RDF) σε μονάδες **αιωρούμενης κλίνης** για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται με μέγιστο βαθμό απόδοσης 27%, που προκύπτει από παραγωγή ατμού 80 bar 500°C. Υπό αυτές τις συνθήκες, ο μέγιστος συντελε-

στής θερμικής απόδοσης του **συνδυασμού** παραγωγής και καύσης SRF είναι **0,406**, Πίνακας 2 παρακάτω.

Πίνακας 1. Μέγιστος συντελεστής ενεργειακής απόδοσης μονάδων καύσης σύμμεικτων απορριμμάτων σύμφωνα με τα στοιχεία του BREF (Ενότητα 3.5.4.1, Πίνακας 3.40)

ΑΣΑ	t	1,0
Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη	GJ / t	10,44
Συνολική απόδοση	%	22,2
Πρωτογενής παραγωγή	MWh/t ΑΣΑ	0,644
Εσωτερική κατανάλωση	MWh/t ΑΣΑ	0,186
Καθαρή παραγωγή (εξαγωγή)	MWh/t ΑΣΑ	0,458
Συντελεστής Ενεργειακής Απόδοσης		0,423 << Όριο 0,65

Πίνακας 2. Μέγιστος ολικός συντελεστής ενεργειακής απόδοσης συστημάτων βιολογικής ξήρανσης και καύσης SRF (παραγωγή ατμού 80 bar, 500°C) σύμφωνα με στοιχεία του BREF (Ενότητα 3.5.4)

Biological Drying		
ΑΣΑ	t	1,0
Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη	GJ / t	10,44
Παραγωγή SRF	t SRF/t ΑΣΑ	0,55
Εσωτερική κατανάλωση	MWh/t ΑΣΑ	0,084
SRF Incineration		
Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη	GJ/t SRF	17,5
Απόδοση	%	27,0
Πρωτογενής παραγωγή	MWh/t ΑΣΑ	0,722
Εσωτερική κατανάλωση	MWh/t ΑΣΑ	0,198
Καθαρή παραγωγή (εξαγωγή)	MWh/t ΑΣΑ	0,439
Συντελεστής Ενεργειακής Απόδοσης		0,406 << Όριο 0,65

Σύμφωνα με τους κανόνες της θερμοδυναμικής, αύξηση του βαθμού απόδοσης προϋποθέτει αύξηση της πίεσης και της θερμοκρασίας του παραγόμενου από το λέβητα ατμού. Τα περιθώρια όμως περαιτέρω αύξησης της θερμοκρασίας που αναφέρονται στον Πίνακα 2 είναι περιορισμένα επειδή υψηλότερες θερμοκρασίες στο λέβητα οδηγούν σε τήξη τα εύτηκτα υλικά που περιλαμβάνονται στα απορρίμματα και αυξάνουν υπερβολικά τη διαβρωτική δράση των απαερίων, δημιουργώντας έντονα λειτουργικά προβλήματα (βλέπε π.χ. ενότητα 3.5.4.1 BREF). Πλέον πρόσφατες εξελίξεις, όπως π.χ. καύση με μικρότερη περίσσεια αέρα και μείωση της εσωτερικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, βελτιώνουν την απόδοση, όχι όμως στο βαθμό που απαιτείται για την επίτευξη του ορίου 0,65.

Η τεχνική της αναθέρμανσης του ατμού, σε συνδυασμό με τις προαναφερθείσες εξελίξεις, συνιστούν τη βέλτιστη διαθέσιμη τεχνολογία (BAT), η οποία επιτρέπει ικανοποιητική αύξηση της απόδοσης (Waaert, 2009), αλλά με μεγάλο κόστος, Van Berlo (2007). Η τεχνολογία αυτή εφαρμόστηκε το 2006 στο εργοστάσιο καύσης ΑΣΑ «AEB Amsterdam», το μεγαλύτερο στον κόσμο, δίχως όμως να υπάρξει έκτοτε συνέχεια. Ανάλογη εφαρμογή σε μονάδες ρευστοποιημένης κλίνης για καύση δευτερογενών καυσίμων δεν έχει αναφερθεί.

Τα παραπάνω στοιχεία οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η απ' ευθείας καύση των ΑΣΑ, και ακόμα περισσότερο ο συνδυασμός βιολογικής ξήρανσης και καύσης του SRF, δεν μπορούν να επιτύχουν τον απαιτούμενο συντελεστή ενεργειακής απόδοσης 0,65 δίχως τηλεθέρμανση, ακόμα και αν χρησιμοποιηθούν οι πλέον σύγχρονες από τις συμβατικές μονάδες καύσης. Η βέλτιστη διαθέσιμη τεχνολογία (BAT) με αναθέρμανση του ατμού έχει μια μόνο εφαρμογή από το 2006 και σε κάθε περίπτωση, η χρήση της συνεπάγεται πρόσθετη σημαντική οικονομική επιβάρυνση. Υπό αυτές τις συνθήκες, υπάρχει έντονη και εύλογη αμφισβήτηση κατά πόσον είναι οικονομικά δυνατόν ο συνδυασμός βιολογικής ξήρανσης και καύσης του SRF να επιτύχει ολικό συντελεστή ενεργειακής απόδοσης 0,65, έτσι ώστε να πληροί τις απαιτήσεις της Οδηγίας 2008/98.

3.2 Ανάλυση Κόστους Επεξεργασίας

Η ανάλυση του κόστους επεξεργασίας των εναλλακτικών σχεδίων γίνεται με την ίδια βάση, έτσι ώστε τα αποτελέσματα να είναι απ' ευθείας συγκρίσιμα. Αναλυτικότερα:

1. Το ετήσιο κόστος επεξεργασίας ισούται, ως γνωστόν, με το άθροισμα του ετήσιου κόστους κεφαλαίου και του ετήσιου κόστους λειτουργίας των σχετικών εγκαταστάσεων. Ο υπολογισμός του κόστους επεξεργασίας στην περίπτωση ίδρυσης και λειτουργίας των μονάδων από ΟΤΑ βασίζεται στις ακόλουθες τυπικές παραδοχές: Ετήσια καθαρή απόδοση επενδυμένου κεφαλαίου 5,5%, μέσος χρόνος ζωής εγκατάστασης 20 έτη, δίχως επιβάρυνση ΦΠΑ. Στην περίπτωση χρηματοδότησης και λειτουργίας των μονάδων από ιδιώτες οι αντίστοιχες παραδοχές είναι: Ετήσια καθαρή απόδοση επενδυμένου κεφαλαίου 14%, μέσος χρόνος ζωής εγκατάστασης 20 έτη, επιβάρυνση λειτουργικού κόστους με 18% Γενικά Έξοδα και Όφελος Εργολάβου (ΓΕΚΟΕ) και επιβάρυνση του συνολικού κόστους με 13% ΦΠΑ³.
2. Η εκτίμηση της αρχικής επένδυσης και του ετήσιου κόστους λειτουργίας των μονάδων βιολογικής ξήρανσης βασίζεται σε οικονομικά στοιχεία από το εργοστάσιο του Ηρακλείου Κρήτης και στην παραδοχή ότι το λειτουργικό κόστος κατά τη διάρκεια της δοκιμαστικής λειτουργίας αποτελεί μέρος του κόστους κατασκευής.
3. Η εκτίμηση της αρχικής επένδυσης και του ετήσιου κόστους λειτουργίας των μονάδων Αναερόβιας ΜΒΕ δεν περιλαμβάνει τη μονάδα μετακομποστοποίησης.
4. Η εκτίμηση της αρχικής επένδυσης και του ετήσιου κόστους λειτουργίας των μονάδων καύσης ΑΣΑ και Αερόβιας ΜΒΕ προκύπτει από τη χρήση συναρτήσεων κόστους αναγνωρισμένης αξιοπιστίας (Econoπορουλος, 2010a).
5. Για την επικαιροποίηση των παραπάνω εκτιμήσεων στο έτος 2011, το ετήσιο κόστος λειτουργίας προσαυξήθηκε κατά 10,9% και το κατασκευαστικό κόστος κατά 14,9% (λόγω αύξησης κατά του συντελεστή ΦΠΑ από 19 σε 23%).
6. Το κόστος καύσης του SRF λαμβάνεται ίσο με αυτό της καύσης ΑΣΑ ανάλογου θερμικού περιεχομένου.
7. Οι εκτιμήσεις κόστους των μονάδων Αερόβιας ΜΒΕ ισχύουν για χειρονακτική διαλογή των ανακυκλώσιμων υλικών. Χρήση του συστήματος με οπτικούς διαχωριστές αυξάνει το κατασκευαστικό κόστος και μειώνει το λειτουργικό (κυρίως της εργασίας). Η επιλογή του συστήματος αυτού προϋποθέτει μείωση του κόστους επεξεργασίας και επιπλέον επίτευξη ικανοποιητικών ποσοστών ανάκτησης και καλής ποιότητας ανακυκλώσιμων υλικών.

³ Σύμφωνα με τον κώδικα ΦΠΑ (Ν.2859/2000) ο συντελεστής ορίζεται σε 13%. Επειδή όμως αυτό αφορά μόνο υπηρεσίες, οι οποίες δεν μπορούν να ξεχωριστούν με αδιαμφισβήτητο τρόπο από επισκευές και συντήρηση, η διοίκηση του ΕΣΔΚΝΑ συμφώνησε να χρεώνεται με 23% ΦΠΑ από τη λειτουργία του ΕΜΑΚ. Στην παρούσα ανάλυση χρησιμοποιείται ΦΠΑ 13% για λόγους συντηρητικού υπολογισμού του κόστους και για να μην είναι δυνατόν να υπάρξει αμφισβήτηση.

8. Η εκτίμηση των εσόδων από την πώληση ανακυκλώσιμων υλικών βασίζεται στα ελάχιστα ανηγμένα, ανά τόνο ΑΣΑ, έσοδα που προκύπτουν από τη βιβλιογραφία (βλέπε Πίνακα 7.5.2-1, σ. 106, Οικονομόπουλος, 2009). Τα έσοδα από την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια βασίζονται στην τιμή των 55 €/kWh και στις ιδιαίτερα ευνοϊκές παραδοχές ότι οι μονάδες καύσης των δευτερογενών καυσίμων επιτυγχάνουν συντελεστές ηλεκτρικής απόδοσης 27,5 % με ποσοστό ιδιοκατανάλωσης 13,31 %.
9. Η εκτίμηση των ανά τόνο ΑΣΑ ανηγμένων εσόδων από την επιχορήγηση της ΕΕΑΑ για τις μονάδες Αερόβιας ΜΒΕ και βιολογικής ξήρανσης βασίζεται σε στοιχεία της βιβλιογραφίας (βλέπε Πίνακα 7.5.3-1, σ. 106, Οικονομόπουλος, 2009). Η εκτίμηση των ανά τόνο δευτερογενούς καυσίμου ανηγμένων εσόδων από την επιχορήγηση της ΕΕΑΑ για τη μονάδα καύσης βασίζεται στο 50% των υλικών συσκευασίας που περιλαμβάνονται στο SRF, μια και η επίτευξη των στόχων της Οδηγίας 2004/12 μπορεί να καλυφθεί στο μεγαλύτερο μέρος τους μόνο με ανακύκλωση και συμπληρωματικά και προαιρετικά με καύση. Σε κάθε περίπτωση, προϋπόθεση επιχορήγησης από την ΕΕΑΑ είναι η επίτευξη των στόχων που θέτει η Οδηγία 2008/98 για ανακύκλωση υλικών. Τούτο δεν αποτελεί πρόβλημα για τη μονάδα Αερόβιας ΜΒΕ, η οποία ανακτά επαρκείς ποσότητες ανακυκλώσιμων από τα σύμμεικτα, ενδέχεται όμως να αποτελεί πρόβλημα για το προωθούμενο σύστημα επεξεργασίας, το οποίο βασίζεται αποκλειστικά σχεδόν στα προγράμματα ΔσΠ για την επίτευξη του παραπάνω στόχου.
10. Τα αναφερόμενα κόστη δεν περιλαμβάνουν την αξία της γης.

Οι Πίνακες 3 έως 5 και τα διαγράμματα των Εικόνων 3 έως 5 παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της οικονομικής ανάλυσης των εναλλακτικών συστημάτων επεξεργασίας. Από τα προωθούμενα συστήματα επεξεργασίας, η Αναερόβια ΜΒΕ, που χρησιμοποιείται στη Μέθοδο 2, εμφανίζεται να απαιτεί χαμηλότερες επενδύσεις σε σχέση με τη βιολογική ξήρανση, που χρησιμοποιείται στη Μέθοδο 1, αλλά έχει υψηλότερο ετήσιο κόστος λειτουργίας, με αποτέλεσμα να έχει ελαφρώς μεγαλύτερο καθαρό κόστος επεξεργασίας. Το τελευταίο όμως αντιστρέφεται εάν θεωρηθεί το συνολικό κόστος επεξεργασίας, που περιλαμβάνει και το κόστος της καύσης των δευτερογενών καυσίμων, μια και οι ποσότητες RDF από τη Μέθοδο 2 είναι μικρότερες από τις ποσότητες SRF από τη Μέθοδο 1. Σε κάθε περίπτωση, οι διαφορές είναι μικρές, ιδιαίτερα αν ληφθεί υπόψη ότι στο κόστος της Μεθόδου 2 δεν έχει περιληφθεί το κόστος της μετακομποστοποίησης (βλέπε παρατήρηση 3 παραπάνω). **Επομένως, τα προωθούμενα συστήματα επεξεργασίας με τις Μεθόδους 1 και 2 μπορεί να θεωρηθούν οικονομικά ισοδύναμα και οι εκτιμήσεις του κόστους του συστήματος με τη Μέθοδο 1 είναι οι πλέον αντιπροσωπευτικές.**

Ο Πίνακας 3 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της οικονομικής ανάλυσης των εναλλακτικών συστημάτων επεξεργασίας που απαιτούνται στην **Α' Φάση** (βλέπε σχετικά διαγράμματα Εικόνων 1 και 2), **δίχως δημόσια χρηματοδότηση**. Από τα στοιχεία αυτά και από τα διαγράμματα της Εικόνας 3 προκύπτει ότι προωθούμενο σύστημα επεξεργασίας, σε σύγκριση με αυτό από τις μελέτες του ΠΚ, απαιτεί πενταπλάσιες επενδύσεις (επιπλέον 149 εκατ. €). Πέραν τούτου, θα επιβαρύνει τους ΟΤΑ 3 φορές περισσότερο (με επιπλέον 23 εκατ. € ετησίως) ή 7 φορές περισσότερο (με επιπλέον 29 εκατ. € ετησίως), ανάλογα με το αν η λειτουργία του συστήματος επεξεργασίας που προτείνει το ΠΚ γίνει από ιδιώτες ή από ΟΤΑ αντίστοιχα.

Ο Πίνακας 4 και τα διαγράμματα της Εικόνας 4 παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της οικονομικής ανάλυσης των εναλλακτικών συστημάτων επεξεργασίας που απαιτούνται στην **Α' Φάση** (βλέπε σχετικά διαγράμματα Εικόνων 1 και 2) για την περίπτωση όπου, σύμφωνα με του όρους της προκήρυξης, **τα προωθούμενα έργα (και μόνον αυτά) χρηματοδοτούνται με 50 εκατ. €**. Η δημόσια χρηματοδότηση των προωθούμενων έργων μειώνει σημαντικά

την επιβάρυνση των ΟΤΑ και των δημοτών, μια και, σύμφωνα με τη λανθασμένη πρακτική που εφαρμόζεται στη χώρα μας, δεν προβλέπεται χρέωση για ανάκτηση της δημόσιας χρηματοδότησης, ούτε και για τους σχετικούς τόκους. Ακόμα και με αυτούς τους όρους και με τόσο μεγάλη δημόσια χρηματοδότηση, η επιβάρυνση των ΟΤΑ παραμένει μεγαλύτερη από το δίχως χρηματοδότηση σύστημα επεξεργασίας που προτείνει το ΠΚ, ιδιαίτερα στην περίπτωση όπου τη λειτουργία του τελευταίου αναλάβουν οι ΟΤΑ.

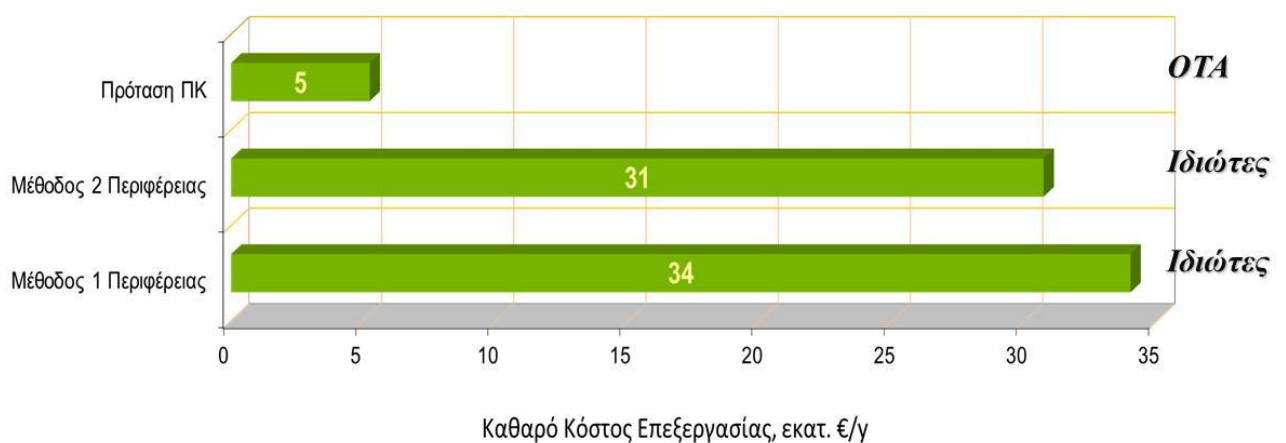
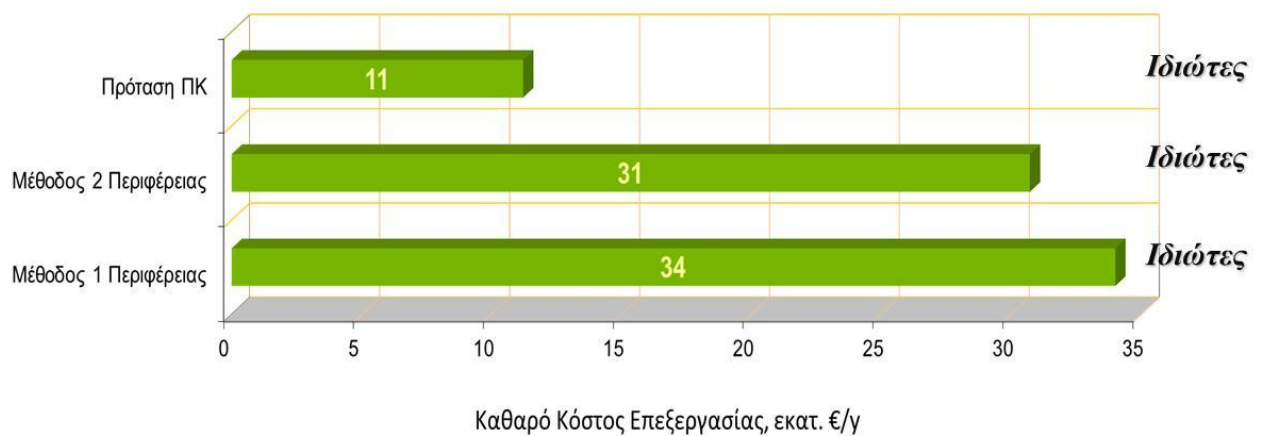
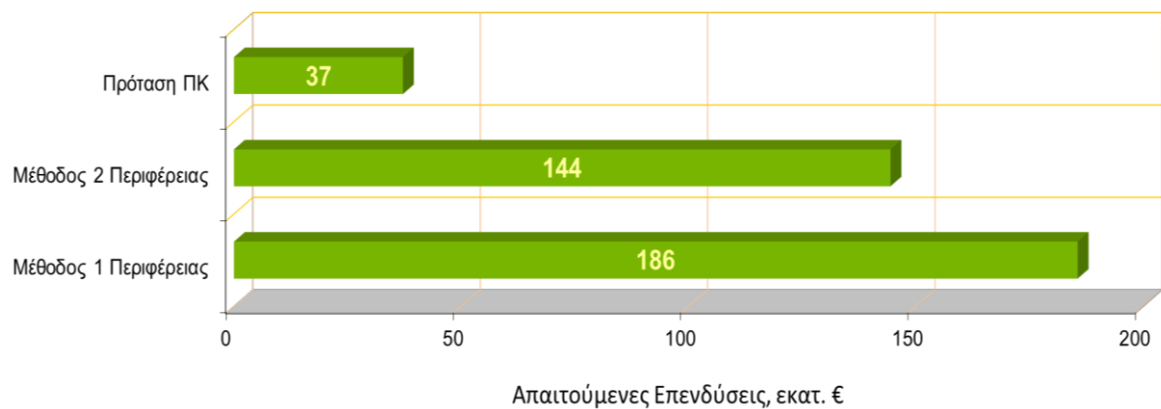
Ο Πίνακας 5 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της οικονομικής ανάλυσης του συνόλου των εναλλακτικών συστημάτων επεξεργασίας που απαιτούνται για εκπλήρωση των στόχων της **Β' Φάσης** (βλέπε σχετικά διαγράμματα Εικόνων 1 και 2), δίχως δημόσια χρηματοδότηση. Από τα στοιχεία αυτά και τα διαγράμματα της Εικόνας 5 προκύπτει ότι το προωθούμενο σύστημα επεξεργασίας, σε σύγκριση με αυτό από τις μελέτες του ΠΚ, απαιτεί επταπλάσιες επενδύσεις (επιπλέον 308 εκατ. €). Πέραν τούτου, θα επιβαρύνει τους ΟΤΑ 4 φορές περισσότερο (με επιπλέον 50 εκατ. € ετησίως) ή 9,5 φορές περισσότερο (με επιπλέον 59 εκατ. € ετησίως), ανάλογα με το αν η λειτουργία του συστήματος επεξεργασίας που προτείνει το ΠΚ γίνει από ιδιώτες ή από ΟΤΑ αντίστοιχα.

Από στοιχεία των Πινάκων 3 και 5 προκύπτει επίσης ότι το προωθούμενο σύστημα επεξεργασίας θα επιβαρύνει (δίχως δημόσια χρηματοδότηση) τους ΟΤΑ με **189 €/t απορριμμάτων** και κάθε εξυπηρετούμενο δημότη με **90 € ετησίως**, ενώ το σύστημα επεξεργασίας που προκύπτει από μελέτες του ΠΚ θα επιβαρύνει τους ΟΤΑ, στη μεν Α' Φάση με **29 €/t απορριμμάτων** και κάθε εξυπηρετούμενο δημότη με **14 € ετησίως**, στη δε Β' Φάση με **20 €/t απορριμμάτων** και κάθε εξυπηρετούμενο δημότη με **9 € ετησίως**.

Από τη σύγκριση των στοιχείων των Πινάκων 3 και 4 προκύπτει ότι το κόστος επεξεργασίας των έργων που προωθούνται στην Α' Φάση **μειώνεται κατά 0,95 € για κάθε εκατομμύριο € δημόσιας χρηματοδότησης**. Η μείωση του κόστους επεξεργασίας των έργων που προωθούνται στη Β' Φάση είναι **0,486 € ανά εκατομμύριο € δημόσιας χρηματοδότησης**. Τα παραπάνω στοιχεία είναι χρήσιμα διότι επιτρέπουν εύκολη εκτίμηση της απαιτούμενης δημόσιας χρηματοδότησης για να περιοριστεί το κόστος επεξεργασίας σε ένα αποδεκτό από τους ΟΤΑ επίπεδο ή, εναλλακτικά, εύκολη εκτίμηση του κόστους επεξεργασίας ανάλογα με τη διαθέσιμη χρηματοδότηση. Για παράδειγμα, εάν δεχτούμε ως οριακό κόστος για την επεξεργασία των απορριμμάτων τα 80 €/t ΑΣΑ (με ΦΠΑ), μπορούμε εύκολα να εκτιμήσουμε την απαιτούμενη δημόσια χρηματοδότηση με βάση και τα στοιχεία των Πινάκων 3 και 5. Πράγματι, η ανάγκη δημόσιας χρηματοδότησης των προωθούμενων έργων της Α' Φάσης είναι της τάξης των $(188,9-80)/0,95 = 115$ εκατ. € και συνολικά, για τα προωθούμενα έργα Α' και Β' Φάσης $(188,9-80)/0,486 = 225$ εκατ. €. Ενδιαφέρον είναι να παρατηρήσουμε ότι, ακόμα και με τόσο μεγάλη χρηματοδότηση, το κόστος επεξεργασίας του συστήματος που προτείνει το ΠΚ παραμένει 4 φορές χαμηλότερο, δίχως δημόσια χρηματοδότηση.

Πίνακας 3. Ανάλυση κόστους των εναλλακτικών συστημάτων επεξεργασίας / Α' Φάση δίχως δημόσια χρηματοδότηση

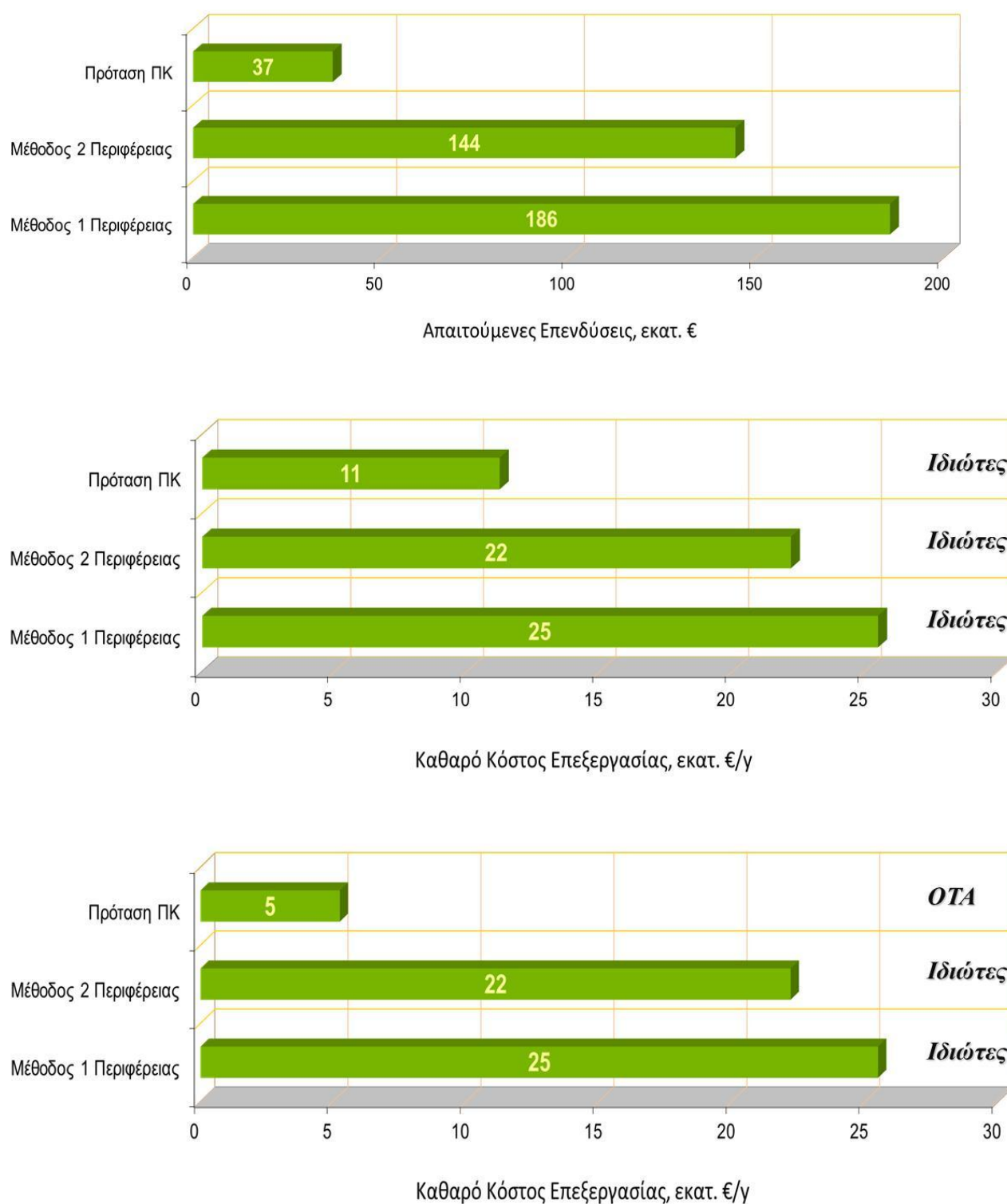
	Επεξεργασία t/y	Επένδυση €	Κόστος Λειτουργίας €/y	Κόστος Επεξεργασίας		Αξία Προϊόντων €/y	Επιχορήγηση ΕΕΑΕ €/y	Καθαρό Κόστος Επεξεργασίας					
				Από ΟΤΑ				Από Ιδιώτες		από ΟΤΑ		από Ιδιώτες	
				€/y	€/y			€/y	€/y	€/y	€/t	€/y	€/t
Πρωθούμενο Επεξεργασίας με Μονάδες Βιολογικής Ξήρανσης (1η Μέθοδος) / Δίχως Δημόσια Χρηματοδότηση													
Κεντρική ΟΕΔΑ Μονάδα Βιολογικής Ξήρανσης ΑΣΑ	180.000	65.535.503	4.161.018	9.644.985	16.729.588	810.000	489.600	8.345.385	46,4	15.429.988	85,7		
Κεντρική Μονάδα Καύσης SRF Καύση SRF	99.000	120.036.768	4.799.974	14.844.570	26.880.261	6.310.084	1.993.500	6.540.987	66,1	18.576.677	187,6		
Σύνολο για ΑΣΑ	180.000	185.572.272	8.960.992	24.489.556	43.609.848	7.120.084	2.483.100	14.886.372	82,7	34.006.665	188,9		
Πρωθούμενο Σύστημα Επεξεργασίας με Μονάδα Αναερόβιας ΜΒΕ για Παραγωγή RDF και CLO (2η Μέθοδος) / Δίχως Δημόσια Χρηματοδότηση													
Κεντρική ΟΕΔΑ Μονάδα Αερόβιας ΜΒΕ με ανάκτηση RDF	180.000	51.353.627	6.226.100	10.523.338	17.063.539	810.000	489.600	9.223.738	51,2	15.763.939	87,6		
Κεντρική Μονάδα Καύσης SRF Καύση SRF	72.000	93.040.521	3.840.847	11.626.416	20.995.418	4.589.152	1.449.818	5.587.445	77,6	14.956.448	207,7		
Σύνολο για ΑΣΑ	180.000	144.394.149	10.066.948	22.149.753	38.058.957	5.399.152	1.939.418	14.811.183	82,3	30.720.387	170,7		
Προτεινόμενο Σύστημα Επεξεργασίας (από Μελέτες του ΠΚ) / Δίχως Δημόσια Χρηματοδότηση													
Κεντρική ΟΕΔΑ Κεντρική μονάδα αερόβιας ΜΒΕ με ανάκτηση υλικών	180.000	37.161.552	8.239.618	11.349.271	17.326.994	2.125.607	3.987.000	5.236.664	29,1	11.214.386	62,3		



Εικόνα 3. Ανάλυση κόστους εναλλακτικών συστημάτων επεξεργασίας ΑΣΑ Α' Φάσης δίχως δημόσια χρηματοδότηση: (α) Απαιτούμενες επενδύσεις, (β) καθαρό ετήσιο κόστος επεξεργασίας με λειτουργία όλων των συστημάτων επεξεργασίας από ιδιώτες και (γ) καθαρό ετήσιο κόστος επεξεργασίας με λειτουργία του συστήματος επεξεργασίας που προτείνει το ΠΚ από ΟΤΑ και των προωθούμενων εναλλακτικών συστημάτων από Ιδιώτες.

Πίνακας 4. Ανάλυση κόστους των εναλλακτικών συστημάτων επεξεργασίας / Α' Φάση με δημόσια χρηματοδότηση 50 εκατ. € του προωθούμενου συστήματος επεξεργασίας

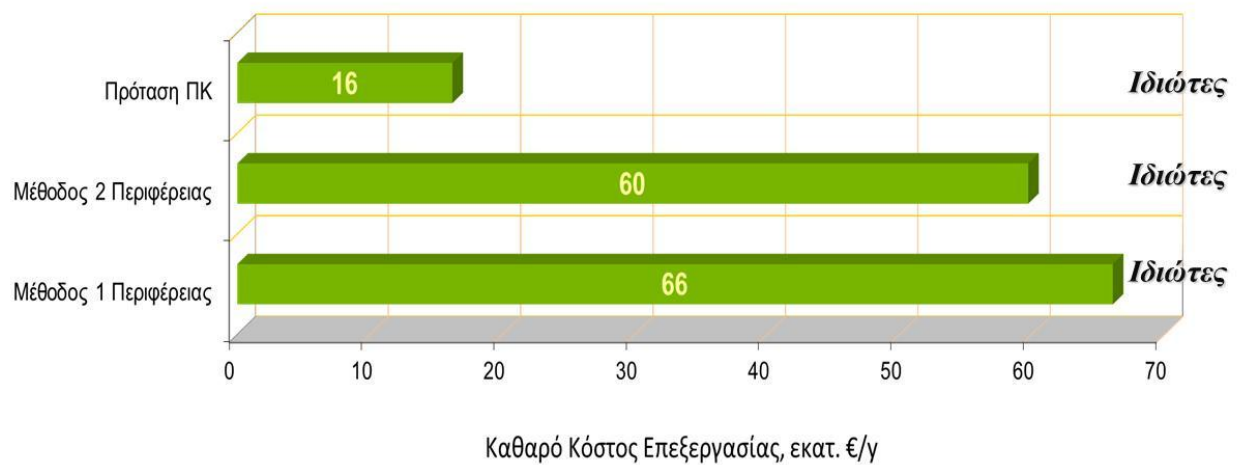
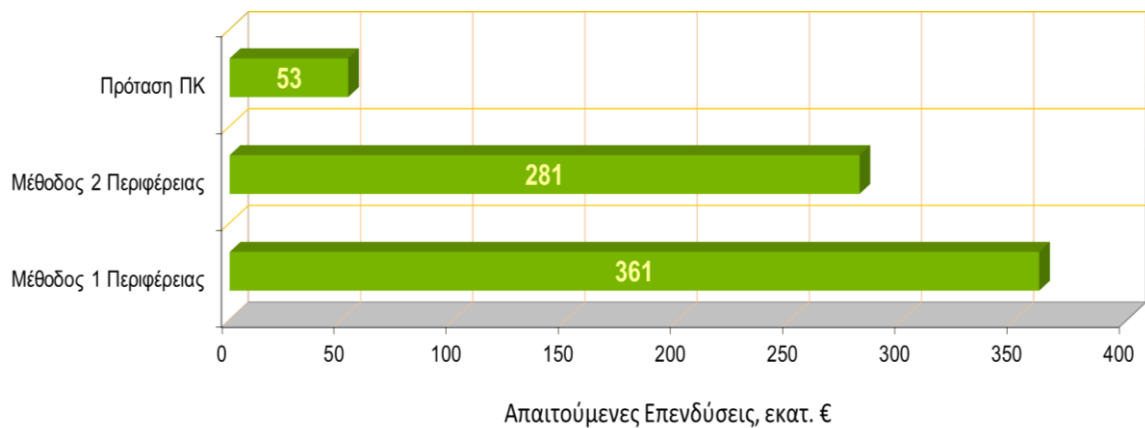
	Επεξεργασία t/y	Επένδυση €	Κόστος Λειτουργίας €/y	Κόστος Επεξεργασίας		Αξία Προϊόντων €/y	Επιχορήγηση ΕΕΑΕ €/y	Καθαρό Κόστος Επεξεργασίας			
				Από ΟΤΑ				από ΟΤΑ		από Ιδιώτες	
				€/y	€/y			€/y	€/t	€/y	€/t
Προωθούμενο Σύστημα Επεξεργασίας με Μονάδες Βιολογικής Ξήρανσης (1η Μέθοδος) / Με Δημόσια Χρηματοδότηση 50 εκατ. €											
Κεντρική ΟΕΔΑ Μονάδα Βιολογικής Ξήρανσης ΑΣΑ	180.000	65.535.503	4.161.018	5.461.019	8.198.879	810.000	489.600	4.161.419	23,1	6.899.279	38,3
Κεντρική Μονάδα Καύσης SRF Καύση SRF	99.000	120.036.768	4.799.974	14.844.570	26.880.261	6.310.084	1.993.500	6.540.987	66,1	18.576.677	187,6
Σύνολο για ΑΣΑ	180.000	185.572.272	8.960.992	20.305.589	35.079.139	7.120.084	2.483.100	10.702.405	59,5	25.475.956	141,5
Προωθούμενο Σύστημα Επεξεργασίας με Μονάδα Αναερόβιας ΜΒΕ για Παραγωγή RDF και CLO (2η Μέθοδος) / Με Δημόσια Χρηματοδότηση 50 εκατ. €											
Κεντρική ΟΕΔΑ Μονάδα Αερόβιας ΜΒΕ με ανάκτηση RDF	180.000	51.353.627	6.226.100	6.339.371	8.532.830	810.000	489.600	5.039.771	28,0	7.233.230	40,2
Κεντρική Μονάδα Καύσης SRF Καύση SRF	72.000	93.040.521	3.840.847	11.626.416	20.995.418	4.589.152	1.449.818	5.587.445	77,6	14.956.448	207,7
Σύνολο για ΑΣΑ	180.000	144.394.149	10.066.948	17.965.787	29.528.248	5.399.152	1.939.418	10.627.217	59,0	22.189.678	123,3
Προτεινόμενο Σύστημα Επεξεργασίας (από Μελέτες του ΠΚ) / Δίχως Δημόσια Χρηματοδότηση											
Κεντρική ΟΕΔΑ Κεντρική μονάδα αερόβιας ΜΒΕ με ανάκτηση υλικών	180.000	37.161.552	8.239.618	11.349.271	17.326.994	2.125.607	3.987.000	5.236.664	29,1	11.214.386	62,3



Εικόνα 4. Ανάλυση κόστους εναλλακτικών συστημάτων επεξεργασίας ΑΣΑ Α' Φάσης με δημόσια χρηματοδότηση του προωθούμενου συστήματος επεξεργασίας 50 εκατ. €: (α) Απαιτούμενες επενδύσεις, (β) καθαρό ετήσιο κόστος επεξεργασίας με λειτουργία όλων των συστημάτων επεξεργασίας από ιδιώτες και (γ) καθαρό ετήσιο κόστος επεξεργασίας με λειτουργία του συστήματος επεξεργασίας που προτείνει το ΠΚ από ΟΤΑ και των προωθούμενων εναλλακτικών συστημάτων από Ιδιώτες.

Πίνακας 5. Ανάλυση κόστους των εναλλακτικών συστημάτων επεξεργασίας / Α' και Β' Φάση, δίχως δημόσια χρηματοδότηση

	Επεξεργασία	Επένδυση	Κόστος Λειτουργίας	Κόστος Επεξεργασίας		Αξία Προϊόντων	Επιχορήγηση ΕΕΑΕ	Καθαρό Κόστος Επεξεργασίας					
				Από ΟΤΑ				Από Ιδιώτες		από ΟΤΑ		από Ιδιώτες	
				€/y	€/y			€/y	€/y	€/y	€/t	€/y	€/t
Πρωθούμενο Σύστημα Επεξεργασίας με Μονάδες Βιολογικής Ξήρανσης (1η Μέθοδος) / Δίχως Δημόσια Χρηματοδότηση													
Κεντρική ΟΕΔΑ Μονάδα Βιολογικής Ξήρανσης ΑΣΑ	350.000	127.430.146	8.090.869	18.754.138	32.529.754	1.575.000	952.000	16.227.138	46,4	30.002.754	85,7		
Κεντρική Μονάδα Καύσης SRF Καύση SRF	192.500	233.404.827	9.333.283	28.864.443	52.267.173	12.269.607	3.876.250	12.718.585	66,1	36.121.316	187,6		
Σύνολο για ΑΣΑ	350.000	360.834.973	17.424.152	47.618.581	84.796.928	13.844.607	4.828.250	28.945.723	82,7	66.124.070	188,9		
Πρωθούμενο Σύστημα Επεξεργασίας με Μονάδες Αναερόβιας ΜΒΕ για Παραγωγή RDF και CLO (2η Μέθοδος) / Δίχως Δημόσια Χρηματοδότηση													
Κεντρική ΟΕΔΑ Μονάδα Αερόβιας ΜΒΕ με ανάκτηση RDF	350.000	99.854.275	12.106.307	20.462.045	33.179.105	1.575.000	952.000	17.935.045	51,2	30.652.105	87,6		
Κεντρική Μονάδα Καύσης SRF Καύση SRF	140.000	180.912.125	7.468.314	22.606.919	40.824.424	8.923.351	2.819.091	10.864.477	77,6	29.081.982	207,73		
Σύνολο για ΑΣΑ	350.000	280.766.400	19.574.620	43.068.964	74.003.528	10.498.351	3.771.091	28.799.523	82,3	59.734.086	170,7		
Προτεινόμενο Σύστημα Επεξεργασίας (από Μελέτες του ΠΚ) / Δίχως Δημόσια Χρηματοδότηση													
Κεντρική ΟΕΔΑ Μονάδα αερόβιας ΜΒΕ με ανάκτηση υλικών	350.000	52.819.630	14.337.577	18.757.488	28.129.503	4.133.126	7.752.500	6.871.863	19,6	16.243.878	46,4		



Εικόνα 5. Ανάλυση κόστους εναλλακτικών συστημάτων επεξεργασίας ΑΣΑ Α΄ και Β΄ Φάσης δίχως δημόσια χρηματοδότηση: (α) Απαιτούμενες επενδύσεις, (β) καθαρό ετήσιο κόστος επεξεργασίας με λειτουργία αμφότερων των συστημάτων επεξεργασίας από ιδιώτες και (γ) καθαρό ετήσιο κόστος επεξεργασίας με λειτουργία του συστήματος επεξεργασίας που προτείνει το ΠΚ από ΟΤΑ και του προωθούμενου συστήματος από Ιδιώτες.

Σημειώνεται ότι με δημόσια χρηματοδότηση μόλις 53 εκατ. € καλύπτεται το κόστος κατασκευής του συστήματος επεξεργασίας που προτείνει το ΠΚ για επεξεργασία των απορριμμάτων σύμφωνα με τους στόχους της Β΄ Φάσης. Υπό αυτές τις συνθήκες η επίτευξη των στόχων της Β΄ φάσης γίνεται άμεσα εφικτή και οι ΟΤΑ έχουν τη δυνατότητα να αναλάβουν την κατασκευή και λειτουργία του έργου δίχως εμπλοκή ιδιωτών.

3.3 Περιβαλλοντική Φιλικότητα και Κοινωνική Αποδοχή

Το σύστημα επεξεργασίας που προκύπτει από τις μελέτες του ΠΚ, δηλαδή η αερόβια ΜΒΕ όπως απεικονίζεται στα διαγράμματα της Εικόνας 2, είναι περιβαλλοντικά φιλικό μια και δεν προκαλεί αέριες εκπομπές και υγρά απόβλητα, παρά μόνο αδρανή, τα οποία διατίθενται σε ΧΥΤΥ. Από τη μονάδα αυτή ανακτώνται σημαντικές ποσότητες ανακυκλώσιμων υλικών και παράγεται εδαφοβελτιωτικό, πολύτιμο για αποκατάσταση καμένων δασικών εκτάσεων, άγονων και διαταραγμένων εδαφών, αλλά και για τον εμπλουτισμό γεωργικών περιοχών με μειωμένα οργανικά από την εντατική καλλιέργεια. Προϋπόθεση για γεωργική χρήση του εδαφοβελτιωτικού είναι καλή ποιότητα, στόχος που προσεγγίζεται με τη σταδιακή αύξηση της ανάκτησης οργανικών στην πηγή. Πολύ ενδιαφέρουσα είναι η εμπειρία της ΔΕΔΙΣΑ σχετικά με το καλής ποιότητας εδαφοβελτιωτικό που παράγει το εργοστάσιο Αερόβιας ΜΒΕ Χανίων από σύμμεικτα απορρίμματα και με την αυξανόμενη ζήτησή του για γεωργική χρήση.

Αντίθετα, όπως σχηματικά απεικονίζουν και τα διαγράμματα της Εικόνας 1, το προωθούμενο σύστημα επεξεργασίας δημιουργεί ισχυρά και δύσκολα διαχειρίσιμα υγρά απόβλητα από τις μονάδες βιολογικής ξήρανσης και αναερόβιας χώνευσης, αλλά και τοξικές αέριες εκπομπές και τοξικά στερεά κατάλοιπα από την κεντρική μονάδα καύσης με ενδεχόμενες σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία των περιοίκων (βλέπε π.χ. Thompson and Anthony, 2008). Πέραν τούτου, όλα τα ανακυκλώσιμα υλικά (με εξαίρεση τα μέταλλα), καθώς και τα οργανικά, αντί να ανακυκλωθούν οδηγούνται σε καύση.

Για τους παραπάνω λόγους, αλλά και επειδή το υφιστάμενο σύστημα κρατικών ελέγχων δεν έχει αξιοπιστία, η δημιουργία των προωθούμενων εγκαταστάσεων, ιδίως της μονάδας καύσης των δευτερογενών καυσίμων, είναι βέβαιο ότι θα αντιμετωπίσουν έντονες κοινωνικές αντιδράσεις. Αντίθετα, η χρήση της αερόβιας ΜΒΕ είναι πολύ περισσότερο κοινωνικά αποδεκτή, όπως έδειξαν και στην πράξη οι σχετικές διαβουλεύσεις με την τοπική αυτοδιοίκηση και τους κατοίκους, στα πλαίσια της αναζήτησης χώρου δημιουργίας της κεντρικής ΟΕΔΑ για τους Νομούς Ρεθύμνης, Ηρακλείου και Λασιθίου Κρήτης, Economidou (2009).

3.4 Ταχύτητα Εφαρμογής

Η δυνατότητα ταχείας εφαρμογής των εναλλακτικών σχεδίων διαχείρισης αποτελεί ένα σημαντικό κριτήριο αξιολόγησης μια και τα χρονικά περιθώρια για την απορρόφηση των χρηματοδοτήσεων από την ΕΕ στενεύουν και επιπλέον η χώρα μας έχει καθυστερήσει στην εφαρμογή των μέτρων που ορίζουν οι Οδηγίες της ΕΕ. Βασικές παράμετροι που επηρεάζουν την ταχύτητα εφαρμογής είναι η περιπλοκότητα των απαιτούμενων έργων και η κοινωνική αποδοχή. Αναλυτικότερα:

Το προωθούμενο σύστημα επεξεργασίας απαιτεί αυξημένο χρόνο εφαρμογής μια είναι τεχνολογικά πλέον περίπλοκο και απαιτεί επταπλάσιες επενδύσεις (βλέπε Πίνακα 5). Επιπλέον, οι αναμενόμενες κοινωνικές αντιδράσεις, οι οποίες στην περίπτωση των μονάδων καύσης είναι ιδιαίτερα έντονες, δημιουργούν, ως γνωστόν, πολύ μεγάλες καθυστερήσεις.

Τα παραπάνω δεν ισχύουν στην περίπτωση της περιβαλλοντικά φιλικής και τεχνολογικά απλής μονάδας αερόβιας ΜΒΕ, η οποία προκύπτει ως βέλτιστη από τις μελέτες του ΠΚ.

Το συμπέρασμα από τα παραπάνω ότι το σχέδιο που προτείνει η μελέτη του ΠΚ είναι ταχύτερα εφαρμόσιμο, και με μεγάλη διαφορά, από τα προωθούμενα έργα.

3.5 Φορέας Εφαρμογής

Η ευελιξία που παρέχουν τα εναλλακτικά σχέδια διαχείρισης στον τρόπο εφαρμογής τους αποτελεί ένα ακόμα κριτήριο αξιολόγησης μια και, ανάμεσα στα άλλα, επηρεάζει σημαντικά και το κόστος διαχείρισης. Με βάση τις εκτιμώμενες επενδύσεις των εναλλακτικών σχεδίων, οι δυνατότητες εφαρμογής είναι οι ακόλουθες:

Το σχέδιο που προτείνει η μελέτη του ΠΚ απαιτεί συνολικές επενδύσεις της τάξης των 53 εκατ. € (σε τιμές 2011) για την επεξεργασία **των απορριμμάτων σύμφωνα με του στόχους της Β' Φάσης**. Το ποσό αυτό θα μπορούσε να καλυφθεί συνολικά ή μερικά με δημόσια χρηματοδότηση και το υπόλοιπο να εξασφαλιστεί από τραπεζικό δανεισμό του υπεύθυνου ΦΟΔΣΑ βάσει ενός βιώσιμου επιχειρηματικού σχεδίου. Μπορεί έτσι η υλοποίηση να γίνει από την τοπική αυτοδιοίκηση δίχως ανάμειξη ιδιωτών. Η θετική εμπειρία από τη λειτουργία του εργοστασίου Αερόβιας ΜΒΕ Χανίων από τη ΔΕΔΙΣΑ δημιουργεί την πεποίθηση ότι η αυτοδιοίκηση μπορεί να αναλάβει το έργο. Το σχέδιο μπορεί βέβαια να εφαρμοστεί και μέσω ΣΔΙΤ, χωρίς όμως αυτό να είναι απαραίτητο, ούτε και συμφέρον. Η ίδρυση και λειτουργία του συστήματος επεξεργασίας από την Τοπική Αυτοδιοίκηση μειώνει σημαντικά την επιβάρυνση ΟΤΑ και δημοτών σύμφωνα με τα στοιχεία των Πινάκων 3 έως 5 λόγω χαμηλότερου ετήσιου κόστους κεφαλαίου, μη επιβάρυνσης του λειτουργικού κόστους με ΓΕΚΟΕ (18%) και μη χρέωσης ΦΠΑ (13%) στο σύνολο του ετήσιου κόστους κεφαλαίου και λειτουργίας.

Το προωθούμενο σύστημα επεξεργασίας, μαζί με τη μονάδα καύσης, απαιτεί επενδύσεις της τάξης των 186 εκατ. € για τα έργα της Α' Φάσης και 361 εκατ. € για τα έργα της Α' και Β' Φάσης. Μικρό μόνο μέρος των επενδύσεων αυτών είναι δυνατόν να καλυφθούν από δημόσια χρηματοδότηση, καθιστώντας την εφαρμογή μέσω ΣΔΙΤ μονόδρομο.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το συμπέρασμα από την επισυναπτόμενη ανάλυση είναι ότι ο προωθούμενος συνδυασμός παραγωγής και καύσης δευτερογενών καυσίμων είναι έντονα προβληματικός μια και:

3. Δεν μπορεί να επιτύχει, με οικονομικά εφικτό τρόπο, ολικό συντελεστή ενεργειακής απόδοσης μεγαλύτερο του 0,65 έτσι ώστε να είναι συμβατός με την Οδηγία 2008/98.
4. Είναι εξαιρετικά δαπανηρός μια και, σε σύγκριση με το σύστημα που προκύπτει από τις μελέτες του Πολυτεχνείου Κρήτης (ΠΚ), για μεν τα έργα της Α' Φάσης απαιτεί πενταπλάσιες επενδύσεις (επιπλέον 149 εκατ. €) και επιβαρύνει τους ΟΤΑ 7 φορές περισσότερο (με επιπλέον 29 εκατ. € ετησίως), ενώ για τα έργα της Β' Φάσης απαιτεί επταπλάσιες επενδύσεις (επιπλέον 308 εκατ. €) και επιβαρύνει τους ΟΤΑ 9,5 φορές περισσότερο (με επιπλέον 59 εκατ. € ετησίως).

Αναλυτικότερα, το προωθούμενο σύστημα επεξεργασίας θα επιβαρύνει (δίχως δημόσια χρηματοδότηση) τους ΟΤΑ με **189 €/t απορριμμάτων** και κάθε εξυπηρετούμενο δημότη με **90 € ετησίως**, ενώ το σύστημα επεξεργασίας που προκύπτει από μελέτες του ΠΚ θα

επιβαρύνει τους ΟΤΑ στη μεν Α' Φάση με **29 €/t απορριμμάτων** και κάθε εξυπηρετούμενο δημότη με **14 € ετησίως**, στη δε Β' Φάση με **20 €/t απορριμμάτων** και κάθε εξυπηρετούμενο δημότη με **9 € ετησίως**.

4. Δεν είναι περιβαλλοντικά φιλικό και σίγουρα δεν είναι κοινωνικά αποδεκτό.
5. Απαιτεί αυξημένο χρόνο εφαρμογής μια και το είδος των προβλεπόμενων μονάδων (κυρίως η καύση των απορριμμάτων) προκαλεί εντονότερες κοινωνικές αντιδράσεις και επιπλέον τα σχετικά έργα είναι μεγαλύτερα και τεχνολογικά πολυπλοκότερα από τα προτεινόμενα (απαιτούν επταπλάσιες επενδύσεις).
6. Καθιστά μονόδρομο τη χρήση ΣΔΙΤ, αποκλείοντας τη δυνατότητα υλοποίησης από την τοπική αυτοδιοίκηση.

Όπως θα ήταν αναμενόμενο από τα προαναφερθέντα, η καθολική σχεδόν προ-επεξεργασία των απορριμμάτων με βιολογική ξήρανση για παραγωγή δευτερογενών καυσίμων, η οποία προωθείται με προτεραιότητα στις περισσότερες περιοχές της χώρας μας, δεν έχει προηγούμενο σε κανένα άλλο μέρος του κόσμου. Μόνο στην ΝΑ ενότητα του Ν. Θεσσαλονίκης, η προωθούμενη χρήση της βιολογικής ξήρανσης στην Α' Φάση ανέρχεται στο 9 % και στη Β' Φάση στο 18 % της παγκόσμιας σημερινής χρήσης της!

Έχει γίνει πλέον κατανοητό ότι οι σημερινές οικονομικές συνθήκες δεν αφήνουν περιθώρια για συνέχιση των πρακτικών, που οδήγησαν τη χώρα στη διεθνή απαξίωση και ουσιαστική χρεοκοπία. Για το λόγο αυτό η παρούσα παρέμβαση έχει ως βασικό σκοπό την ανάδειξη των υφιστάμενων σοβαρών προβλημάτων στη διαχείριση των απορριμμάτων, αλλά και την παρουσίαση ορθολογικών εναλλακτικών προτάσεων που επιτρέπουν τη λήψη ορθών αποφάσεων.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Economopoulos, A. P. (2009). *Siting of Integrated Waste Management Facilities / A New Methodology with an Application in Crete*. 11th International Conference on Environmental Science and Technology, Sept. 3 to 5, Chania, Greece.
<http://www.enveng.tuc.gr/ergasthria/85-diaxeirishs-apoblhtwn-lab.html>
2. Economopoulos, A. P. (2010a). *A Methodology for Developing Strategic Municipal Solid Wastes Management Plans with an Application in Greece*. *Waste Management & Research* 28 (11) 1021–1033.
3. Economopoulos, A. P. (2010b). *Technoeconomic aspects of alternative municipal solid wastes treatment methods*. *Waste Management* 30 (2010) 707-715.
<http://www.enveng.tuc.gr/ergasthria/85-diaxeirishs-apoblhtwn-lab.html>
4. European Commission (2006). *“BREF - Integrated Pollution Prevention and Control / Reference Document on the Available Techniques for Waste Incineration”*.
<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/pages/FActivities.htm>
5. Thompson J. and H. Anthony (Moderators), (2008). *“The Health Effects of Waste Incinerators”*. 4th Report of the British Society for Ecological Medicine. 2nd Edition.
http://www.ecomed.org.uk/content/IncineratorReport_v3.pdf
6. Van Berlo M.A.J. (2007). *“Amsterdam’s vision on the 4th Generation Waste-2-Energy”*
<http://www.bioenergytrade.org/downloads/rovanberlo.pdf>
7. Waart, H. (2009). *Amsterdam waste fired power plant, first year operating experience*. Proc., 17th Annual North American Waste-to-energy Conference. NAWTEC17-2381.

<http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/sofos/nawtec/nawtec17/nawtec17-2381.pdf>

8. Οικονομόπουλος, Α. Π. (2007). «*Διαχείριση οικιακού τύπου απορριμμάτων / Προβλήματα Εθνικού Σχεδιασμού και ορθολογικές λύσεις*». Πολυτεχνείο Κρήτης. <http://www.enveng.tuc.gr/ergasthria/85-diaxeirishs-apoblhtwn-lab.html>
9. Οικονομόπουλος, Α. Π. (2009). «*Διαμόρφωση και συγκριτική αξιολόγηση εθνικών σχεδίων διαχείρισης απορριμμάτων*». Πολυτεχνείο Κρήτης.
10. Οικονομόπουλος, Α. Π. (2011a). «*Συνοπτική παρουσίαση και συγκριτική αξιολόγηση εναλλακτικών σχεδίων διαχείρισης απορριμμάτων Κρήτης*». Πολυτεχνείο Κρήτης. <http://www.enveng.tuc.gr/ergasthria/85-diaxeirishs-apoblhtwn-lab.html>
11. Οικονομόπουλος, Α. Π. (2011b). «*Συνοπτική παρουσίαση και συγκριτική αξιολόγηση εναλλακτικών σχεδίων επεξεργασίας απορριμμάτων Ν. Αχαΐας*». Πολυτεχνείο Κρήτης. <http://www.enveng.tuc.gr/ergasthria/85-diaxeirishs-apoblhtwn-lab.html>
12. Οικονομόπουλος, Α. Π. (2011c). «*Συνοπτική παρουσίαση και συγκριτική αξιολόγηση εναλλακτικών συστημάτων επεξεργασίας απορριμμάτων Ν. Αττικής*». Πολυτεχνείο Κρήτης. <http://www.enveng.tuc.gr/ergasthria/85-diaxeirishs-apoblhtwn-lab.html>
13. Ομάδα μελέτης (2005) «*Επικαιροποίηση – συμπλήρωση σχεδίου διαχείρισης στερεών αποβλήτων Περιφέρειας Κ. Μακεδονίας*».
14. ΤΕΕ, (2006). «*Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων / Η περίπτωση της Αττικής*». Αθήνα, Νοέμβριος 2006. <http://library.tee.gr/digital/m2183.pdf>