



ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΟΙΚΙΑΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ / ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΘΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ Π. ΟΙΚΟΝΟΜΟΠΟΥΛΟΣ
Καθηγητής, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος
Πολυτεχνείο Κρήτης

Φεβρουάριος 2007

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΑΣΑ:	Αστικά Στερεά Απόβλητα. Στην παρούσα εργασία ο όρος ΑΣΑ περιορίζεται στα οικιακού τύπου απορρίμματα.
Δ.Ε.:	Διαχειριστική Ενότητα
ΔΕΗ:	Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού
Ε.Ε.:	Ευρωπαϊκή Ένωση
Η.Π.Α.:	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
ΚΔΑΥ:	Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών
ΜΒΕ:	Μηχανική Βιολογική Επεξεργασία
Μ.Π.Ε.:	Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων
Ν.:	Νομός
Ν.Π.Δ.Δ.:	Νομικό Πρόσωπο Δημοσίου Δικαίου
ΟΕΔΑ:	Ολοκληρωμένη Εγκατάσταση Διαχείρισης Απορριμμάτων
ΟΤΑ:	Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης
ΠΕΣΔΑ:	Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης Απορριμμάτων
ΣΔΙΤ:	Σύμπραξη Δημοσίου και Ιδιωτικού Τομέα
ΣΜΑ:	Σταθμός Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων
τ:	Τόνος
ΥΠΕΧΩΔΕ:	Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων
ΦοΔΣΑ:	Φορέας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων
Φ.Π.Α.:	Φόρος Προστιθέμενης Αξίας
ΧΥΤΑ:	Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων
ΧΥΤΥ:	Χώρος Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων
ΧΔΑ:	Χώρος Διάθεσης Απορριμμάτων
cRDF:	coarse RDF (αδρομερές Καύσιμο Εξαγόμενο από Απορρίμματα)
dRDF:	dry RDF ((ξηρό Καύσιμο Εξαγόμενο από Απορρίμματα)
RDF:	Refuse Derived Fuel (Καύσιμο Εξαγόμενο από Απορρίμματα)
SRF:	Solid Recovered Fuel (Στερεό Ανακτημένο Καύσιμο)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή	ii
Τεχνολογίες Επεξεργασίας	ii
Εναλλακτικές μέθοδοι επεξεργασίας	ii
Προϊόντα επεξεργασίας και δυνατότητες διάθεσης	iv
Συγκριτικά στοιχεία κόστους εναλλακτικών τεχνολογιών	v
Τεχνοοικονομική αξιολόγηση εναλλακτικών τεχνολογιών	vii
Συζήτηση	viii
Κριτική Θεώρηση Εθνικού Σχεδίου Διαχείρισης	ix
Απαιτήσεις επεξεργασίας απορριμμάτων	ix
Εθνικός Σχεδιασμός 2000 από σύνθεση Νομαρχιακών Σχεδιασμών	ix
Εθνικός Σχεδιασμός 2006 από σύνθεση Περιφερειακών Σχεδιασμών	x
Πρόσθετο κόστος εφαρμογής υφιστάμενου εθνικού Σχεδιασμού	xii
Μεθοδολογία για Διαμόρφωση Βέλτιστου Εθνικού Σχεδίου Διαχείρισης	xii
Προτάσεις για Λύση του Υφιστάμενου Προβλήματος	xv

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η κριτική θεώρηση του υφιστάμενου εθνικού Σχεδιασμού για τη διαχείριση του οικιακού τύπου απορριμμάτων και η παρουσίαση μεθόδων και προτάσεων για τη βελτίωσή του.

Για το σκοπό αυτό στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα τεχνοοικονομικά χαρακτηριστικά των βασικών τεχνολογιών επεξεργασίας. Η γνώση τους είναι απαραίτητη για την κατανόηση των προβλημάτων της διαχείρισης των απορριμμάτων. Στο δεύτερο κεφάλαιο επιχειρείται, μια κριτική εξέταση των Περιφερειακών Σχεδιασμών Διαχείρισης Απορριμμάτων (ΠΕΣΔΑ) με βάση τα βασικά χαρακτηριστικά των τεχνολογιών επεξεργασίας και λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις της νομοθεσίας. Από την εξέταση αυτή προκύπτει ότι η εφαρμογή των ΠΕΣΔΑ συνεπάγεται υπέρμετρη επιβάρυνση της εθνικής οικονομίας. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται σύντομη παρουσίαση σύγχρονων αρχών, μεθόδων και υπολογιστικών εργαλείων που επιτρέπουν την ανάπτυξη ολοκληρωμένων και αποδοτικών σχεδίων διαχείρισης σε Εθνικό επίπεδο. Στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο διαμορφώνεται, με βάση τις παραπάνω αρχές, συγκεκριμένη πρόταση για το τι πρέπει να γίνει άμεσα προκειμένου να αντιμετωπιστούν μέχρι το 2013 τα προβλήματα διαχείρισης των Αστικών Στερεών Αποβλήτων (ΑΣΑ).

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Εναλλακτικές μέθοδοι επεξεργασίας

Οι βασικότερες τεχνολογίες επεξεργασίας απορριμμάτων που έχουν ενδιαφέρον για τη χώρα μας παρουσιάζονται στον Πίνακα 1 μαζί με τυπικά διαγράμματα ροής. Για κάθε τεχνολογία αναφέρονται, τα συνήθη προϊόντα και υπολείμματα, με ενδεικτικές αναλογίες που αντιστοιχούν στην τυπική σύνθεση των απορριμμάτων της Ελλάδας. Αναφέρονται επίσης οι δυνατότητες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, υποθέτοντας πλήρη αξιοποίηση των ανά τεχνολογία παραγομένων καυσίμων, Refuse Derived Fuel (RDF), βιοαερίου και Solid Recovered Fuel (SRF).

Δεδομένου ότι προγράμματα διαχωρισμού των ΑΣΑ στην πηγή δεν έχουν ακόμα ξεκινήσει στη χώρα μας και η ευρεία εφαρμογή τους απαιτεί χρόνο, το ενδιαφέρον εστιάζεται σε μεθόδους επεξεργασίας σύμμεικτων ΑΣΑ.

Από τις τεχνολογίες που αναφέρονται στην Πίνακα 1, οι ακόλουθες ανήκουν στην κατηγορία της Μηχανικής – Βιολογικής Επεξεργασίας (ΜΒΕ):

- Αερόβια και αναερόβια ΜΒΕ, οι οποίες περιλαμβάνουν (α) μονάδες ανάκτησης ανακυκλώσιμων υλικών ή/και RDF και διαχωρισμού των οργανικών και (β) μονάδες αερόβιας κομποστοποίησης ή αναερόβιας χώνευσης των οργανικών.
- Βιολογική ξήρανση, προεπεξεργασία με στόχο τη μετατροπή των ΑΣΑ σε SRF μετά από ξήρανση, ανάκτηση μετάλλων και διαχωρισμό αχρήστων υλικών.

Οι υπόλοιπες τεχνολογίες που αναφέρονται στον Πίνακα 1 ανήκουν στην κατηγορία της θερμικής επεξεργασίας. Από αυτές μόνο η στοιχειομετρική (συμβατική) καύση είναι διαθέσιμη για βιομηχανικού μεγέθους εγκαταστάσεις. Στόχος της καύσης είναι η παραγωγή ενέργειας, η εξάλειψη των οργανικών που περιέχονται στα ΑΣΑ και η μείωση του όγκου των υπολειμμάτων που απομένουν προς τελική διάθεση.

Πίνακας 1. Βασικές τεχνολογίες επεξεργασίας απορριμμάτων [3]

Τεχνολογίες Μηχανικής – Βιολογικής Επεξεργασίας	Δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
1. Αερόβια ΜΒΕ με ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών	<i>kWh/τόνο ΑΣΑ</i> Παραγωγή 0 Κατανάλωση 34 Περίσσεια -34
2. Αερόβια ΜΒΕ με ανάκτηση RDF	<i>kWh/τόνο ΑΣΑ</i> Παραγωγή* 399 Κατανάλωση** 116 Περίσσεια 283
3. Αναερόβια ΜΒΕ με ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών	<i>kWh/τόνο ΑΣΑ</i> Παραγωγή* 119 Κατανάλωση 54 Περίσσεια 65
4. Βιολογική Ξήρανση	<i>kWh/τόνο ΑΣΑ</i> Παραγωγή* 622 Κατανάλωση** 210 Περίσσεια 412

Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος
Πολυτεχνείο Κρήτης

Τεχνολογίες Θερμικής Επεξεργασίας	Δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
5. Στοιχειομετρική Καύση	<i>kWh/τόνο ΑΣΑ</i> Παραγωγή 520 Κατανάλωση 70 Περίσσεια 450
6. Αεριοποίηση <i>Δεν υφίσταται σε βιομηχανική κλίμακα για ΑΣΑ, SRF ή RDF</i>	
7. Πυρόλυση <i>Δεν υφίσταται σε βιομηχανική κλίμακα για ΑΣΑ, SRF ή RDF</i>	

* Υποθέτοντας αξιοποίηση του παραγομένου καυσίμου (RDF, βιοαερίου ή SRF).

** Περιλαμβανομένης και της κατανάλωσης της μονάδας στοιχειομετρικής καύσης.

Προϊόντα επεξεργασίας και δυνατότητες διάθεσης

Ένα από τα βασικά κριτήρια επιλογής κάποιας τεχνολογίας επεξεργασίας ΑΣΑ είναι η δυνατότητα αξιοποίησης των προϊόντων της. Από τα προϊόντα των τεχνολογιών που θεωρήθηκαν, το μεγαλύτερο πρόβλημα αξιοποίησης παρουσιάζουν τα καύσιμα RDF και SRF.

Από τα στοιχεία του Πίνακα 1 και λαμβάνοντας υπόψη ότι η παραγωγή ΑΣΑ στην Ελλάδα ανέρχεται σε περίπου 5 εκατ. τόνους ετησίως, εύκολα μπορεί να εκτιμηθεί ότι οι ποσότητες SRF που είναι δυνατόν να παραχθούν από τυχόν εκτενή χρήση της βιολογικής ξήρανσης (#4) ανέρχονται σε περίπου 2.750.000 τόνους ετησίως, ενώ οι ποσότητες RDF, από τυχόν εκτενή χρήση της αερόβιας ΜΒΕ με ανάκτηση RDF (#2), ανέρχονται σε 1.500.000 τόνους ετησίως.

Η αξιοποίηση όμως του RDF ή του SRF είναι πρακτικά αδύνατη σε υφιστάμενους λέβητες, όπως της ΔΕΗ, και περιορισμένη σε κλίβανους τοιμεντοβιομηχανιών, λόγω σοβαρών λειτουργικών και περιβαλλοντικών προβλημάτων. Πιο συγκεκριμένα, λαμβάνοντας υπόψη ότι η συνολική παραγωγή τοιμεντού στην Ελλάδα ανέρχεται σε περίπου 13 εκατ. τόνους ετησίως, η συνολική δυνατό-

τητα της τσιμεντοβιομηχανίας να αξιοποιήσει το παραγόμενο SRF και RDF περιορίζεται στους 125.000 έως 250.000 τόνους ετησίως και σε κάθε περίπτωση δεν μπορεί να υπερβεί τους 500.000 τόνους ετησίως [11]. Η αξιοποίηση ακόμα και των περιορισμένων αυτών ποσοτήτων δεν αποτελεί προτεραιότητα για την τσιμεντοβιομηχανία και έτσι δεν είναι εξασφαλισμένη.

Με βάση τα παραπάνω, η θεωρητική δυνατότητα αξιοποίησης του SRF και RDF από την τσιμεντοβιομηχανία καλύπτει στη χώρα μας μόλις το 10% με 20% των δυνατοτήτων παραγωγής των καυσίμων αυτών. Κατά συνέπεια, η τυχόν πλεονάζουσα παραγωγή τους θα πρέπει είτε να αξιοποιηθεί σε μονάδες στοιχειομετρικής (ή συμβατικής) καύσης, είτε να διατεθεί σε Χώρο Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ). Στην Ευρώπη, οι ποσότητες του παραγόμενου SRF περιορίζονται στους 460.000 τ/έτος και από αυτές μόλις το 14% αξιοποιείται από την τσιμεντοβιομηχανία, το 19% από μονάδες στοιχειομετρικής καύσης, ενώ το 67% δεν μπορεί να αξιοποιηθεί και διατίθεται σε ΧΥΤΑ [11]. Επιπλέον, οι περισσότερες μονάδες διαχωρισμού RDF που ιδρύθηκαν στην Ευρωπαϊκή ένωση (Ε.Ε.) από το 1970, έκλεισαν λόγω αδυναμίας διάθεσης του προϊόντος τους [12].

Περιορισμοί ενδέχεται να προκύψουν και στη χρήση του κομποστ που παράγεται από μονάδες αερόβιας ΜΒΕ. Οι επερχόμενες Οδηγίες της Ε.Ε. θέτουν αυστηρά όρια για τις συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων και άλλων τοξικών για το κομποστ που χρησιμοποιείται στη γεωργία. Το κομποστ που προέρχεται από την επεξεργασία σύμμεικτων ΑΣΑ, σε αντίθεση με αυτό που προκύπτει από την επεξεργασία του προδιαλεγμένου στην πηγή οργανικού κλάσματος είναι δυνατόν να μην εκπληρώνει τις απαιτήσεις ποιότητας για γεωργική χρήση. Τούτο όμως εξαρτάται από την απόδοση των προγραμμάτων ανακύκλωσης τοξικών υλικών στην πηγή, κυρίως μπαταριών, αλλά και από την ικανότητα της παραγωγικής διαδικασίας να διαχωρίζει τα ανεπιθύμητα υλικά. Σε κάθε περίπτωση, παραμένει η δυνατότητα ελεγχόμενης χρήσης του αδρομερούς κομποστ για ανάπλαση διαταραγμένων εδαφών, αλλά και ως υλικό κάλυψης ΧΥΤΑ. Οι ανάγκες για τις χρήσεις αυτές είναι μεγάλες στη χώρα μας και επομένως δεν προβλέπεται να υπάρξει πρόβλημα αξιοποίησης των παραγομένων ποσοτήτων.

Τα ανακυκλώσιμα υλικά, ιδίως το χαρτί, που ανακτώνται από σύμμεκτα ΑΣΑ σε μονάδες ΜΒΕ, περιλαμβάνουν προσμίξεις που υποβαθμίζουν την ποιότητά τους. Η επίτευξη ικανοποιητικής ποιότητας που να ικανοποιεί τις απαιτήσεις της αγοράς των προϊόντων αυτών αποτελεί βασικό στοιχείο διερεύνησης και σχεδιασμού.

Από τα πλέον επιθυμητά προϊόντα των εγκαταστάσεων επεξεργασίας είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όπως θα αναμενόταν, τη μεγαλύτερη δυνατότητα παραγωγής ανά τόνο ΑΣΑ παρέχουν οι μονάδες στοιχειομετρικής καύσης, ακολουθούμενες από τις μονάδες βιολογικής ξήρανσης και αερόβιας ΜΒΕ με ανάκτηση RDF, Πίνακας 1. Η περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδες αναερόβιας ΜΒΕ εμφανίζεται, αντίθετα από ότι γενικά πιστεύεται, περιορισμένη.

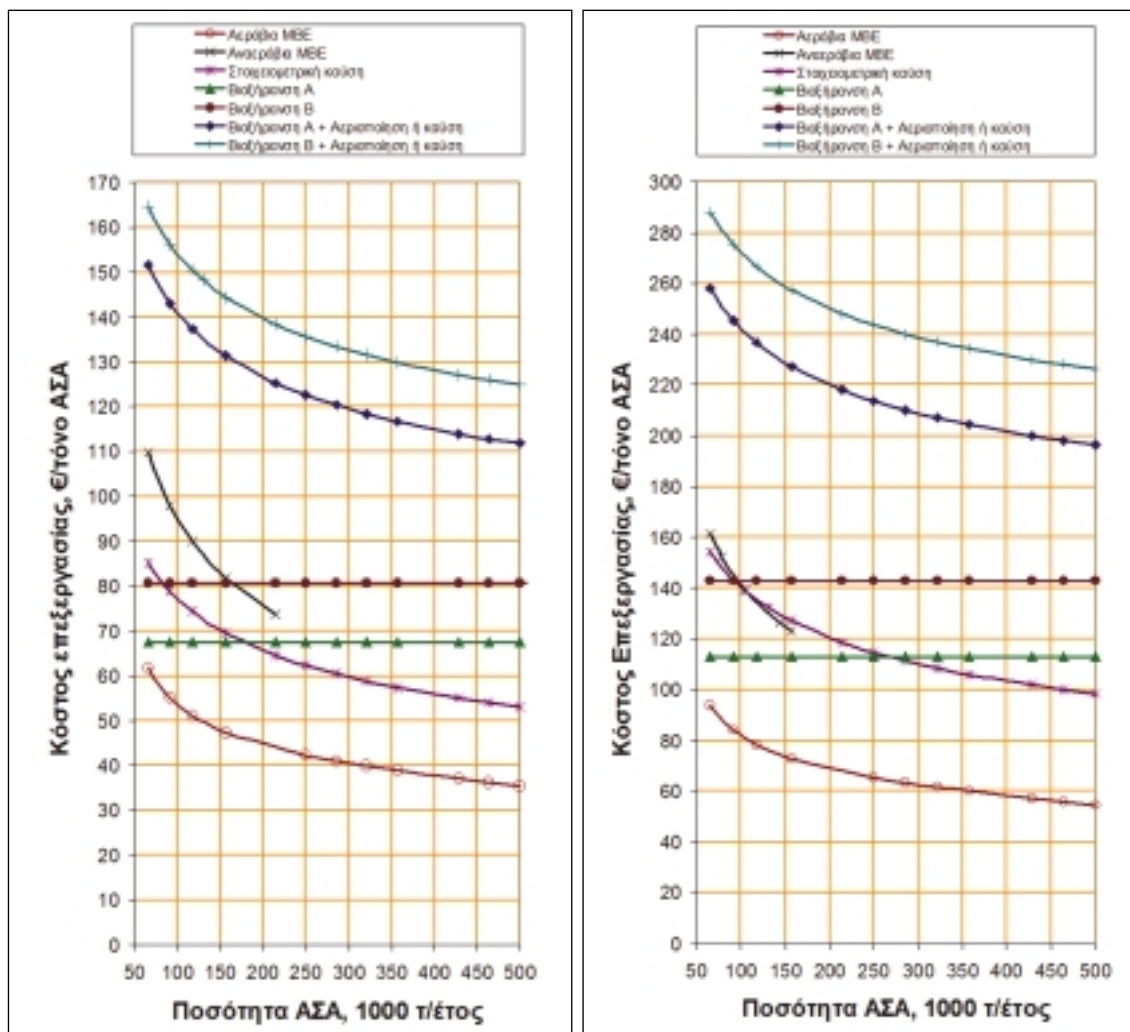
Συγκριτικά στοιχεία κόστους εναλλακτικών τεχνολογιών

Για κάθε διαθέσιμη τεχνολογία που αναφέρεται στον Πίνακα 1, συλλέχθηκαν και συσχετίστηκαν στοιχεία αρχικής επένδυσης και ετήσιου κόστους λειτουργίας από την πρόσφατη ευρωπαϊκή βιβλιογραφία και έγινε προσπάθεια ελέγχου της αξιοπιστίας τους. Ειδικά για την αερόβια ΜΒΕ αναπτύχθηκε υπολογιστικό μοντέλο, το οποίο επιτρέπει αναλυτική εκτίμηση των στοιχείων κόστους [1].

Με χρήση των παραπάνω στοιχείων εκτιμήθηκε το ανηγμένο κόστος (ανά τόνο ΑΣΑ) των εναλλακτικών τεχνολογιών επεξεργασίας, για τα ακόλουθα δύο σενάρια και τις αναφερόμενες παραδο-

χές και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην Εικόνα 1:

- (α) Ίδρυση και λειτουργία της μονάδας επεξεργασίας από Φορέα Διαχείρισης Στερεών Απορριμμάτων (ΦοΔΣΑ) που λειτουργεί ως Νομικό Πρόσωπο Δημοσίου Δικαίου (Ν.Π.Δ.Δ.)
 Παραδοχές: Ετήσιο κόστος αρχικής επένδυσης 5,5%, μέσος χρόνος ζωής εγκαταστάσεων 20 χρόνια. Οι ΟΤΑ καλύπτουν με εισφορές τα έξοδα λειτουργίας του ΦοΔΣΑ και επομένως δεν επιβαρύνονται με Φ.Π.Α.
- (β) Ίδρυση και λειτουργία της μονάδας επεξεργασίας από ιδιώτες.
 Παραδοχές: Ετήσια απόδοση αρχικής επένδυσης 14%, μέσος χρόνος ζωής εγκαταστάσεων 20 χρόνια. Το κόστος επεξεργασίας επιβαρύνεται με Φ.Π.Α.



(α) (β)
 Εικόνα 1 Ενδεικτικό κόστος εναλλακτικών μεθόδων επεξεργασίας ΑΣΑ με μονάδες που ιδρύουν και λειτουργούν (α) ΦοΔΣΑ και (β) ιδιώτες [3], [4], [5].

Τα αναφερόμενα στοιχεία κόστους επεξεργασίας έχουν αναχθεί σε τιμές 2006. Στις εκτιμήσεις δεν έχουν ληφθεί υπόψη τα έξοδα μεταφοράς και τα έσοδα πώλησης ανακτώμενων υλικών ή/και προϊόντων, ούτε το κόστος διάθεσης των υπολειμμάτων.

Οι εκτιμήσεις από τη χρήση της Εικόνας 1 πρέπει να θεωρούνται ως ενδεικτικές καθώς βασίζονται κυρίως σε στατιστικά στοιχεία αρχικής επένδυσης και ετήσιου κόστους λειτουργίας από τη διεθνή βιβλιογραφία. Οι εκτιμήσεις ισχύουν για τα προαναφερθέντα σενάρια και τις συγκεκριμένες παραδοχές που έγιναν για καθένα από αυτά. Για διαφορετικές παραδοχές απαιτούνται ξεχωριστές εκτιμήσεις και προκύπτουν διαφορετικά διαγράμματα.

Τεχνοοικονομική αξιολόγηση εναλλακτικών τεχνολογιών

Από τις τεχνολογίες που παρουσιάζονται στον Πίνακα 1, οι ακόλουθες παρέχουν ολοκληρωμένη επεξεργασία, με την έννοια ότι δεν παράγουν καύσιμο το οποίο πρέπει να αξιοποιηθεί σε πρόσθετη μονάδα θερμικής επεξεργασίας:

- Αερόβια ΜΒΕ με ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών (#1)
- Αναερόβια ΜΒΕ με ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών (#3)
- Στοιχειομετρική καύση (#5)

Από τις παραπάνω τεχνολογίες, η αερόβια ΜΒΕ με ανάκτηση υλικών έχει μεγαλύτερη προτεραιότητα έναντι της καύσης με βάση τις αρχές της Οδηγίας 75/442/EEC. Σε κάθε περίπτωση όμως, θα πρέπει να εξετάζεται εάν η ποιότητα των ανακυκλώσιμων υλικών που ανακτώνται από σύμμεκτα ΑΣΑ μπορεί να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις της αγοράς και μέχρι ποιο βαθμό είναι πρακτικός και σκόπιμος ο χειρονακτικός διαχωρισμός κάθε υλικού.

Από τα διαγράμματα της Εικόνας 1 προκύπτει ότι η επεξεργασία σε εγκαταστάσεις αερόβιας ΜΒΕ είναι οικονομικότερη από αυτή σε μονάδες στοιχειομετρικής καύσης. Πλην όμως, για τον υπολογισμό του ολικού κόστους επεξεργασίας και διάθεσης θα πρέπει να συνυπολογιστούν δαπάνες μεταφοράς και έσοδα πώλησης των ανακυκλώσιμων υλικών και προϊόντων, όπως επίσης και το κόστος τελικής διάθεσης των υπολειμμάτων. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η αερόβια ΜΒΕ παραμένει κατά κανόνα οικονομικότερη της στοιχειομετρικής καύσης, χωρίς όμως να μπορεί να αποκλειστεί εκ των προτέρων και το αντίστροφο, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις ίδρυσης μονάδων καύσης πολύ μεγάλης δυναμικότητας.

Εγκαταστάσεις αναερόβιας ΜΒΕ, των οποίων το (μερικός) βιοσταθεροποιημένο προϊόν διατίθεται, όπως συνήθως γίνεται, σε ΧΥΤΑ, έχουν μειωμένη συμβολή στη τήρηση των απαιτήσεων της Οδηγίας 99/31/EC (περί μείωσης της ποσότητας των βιοδιασπάσιμων υλικών που διατίθενται σε ΧΥΤΑ). Το ίδιο ισχύει και για εγκαταστάσεις αερόβιας ΜΒΕ, των οποίων το αδρομερές κομμάτι διατίθεται ως υλικό κάλυψης ΧΥΤΑ.

Από τις υπόλοιπες τεχνολογίες, η αερόβια ΜΒΕ με ανάκτηση RDF (#2) αποτελεί οικονομική λύση μόνο σε περιπτώσεις όπου μπορεί να εξασφαλιστεί η αξιοποίηση του παραγόμενου RDF από την τσιμεντοβιομηχανία. Τούτο όμως υπόκειται σε σοβαρούς περιορισμούς (βλέπε παραπάνω) και επομένως η τυχόν περίσσεια του παραγόμενου RDF θα πρέπει είτε να χρησιμοποιηθεί σε μονάδες στοιχειομετρικής καύσης, είτε να διατεθεί σε ΧΥΤΑ. Σε περίπτωση στοιχειομετρικής καύσης του RDF, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι μικρότερη από την απ' ευθείας στοιχειομετρική καύση των ΑΣΑ (Πίνακας 1), το συνολικό κόστος επεξεργασίας ενδέχεται να είναι μεγαλύτερο (Εικόνα 1), ενώ δεν προκύπτουν εμφανή περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα. Σε περίπτωση διάθεσης του RDF σε ΧΥΤΑ, η παραγωγή RDF είναι προφανώς άσκοπη και η απόδοση της όλης επεξεργασίας περιορισμένη ως προς την επίτευξη, τόσο των στόχων μείωσης των βιοδιασπάσιμων υλικών που καταλήγουν σε ΧΥΤΑ, όσο και των στόχων αξιοποίησης υλικών που ορίζει η Ευρωπαϊκή νομοθεσία. Το υφιστάμενο εργοστάσιο αερόβιας ΜΒΕ στα Α. Λιόσια παράγει RDF, το οποίο διαθέτει σε ΧΥΤΑ. Υπάρχει όμως η δυνατότητα απορρόφησης του RDF από την ελληνική τσιμεντοβιομηχανία, μια και οι ποσότητες του δεν υπερβαίνουν τους 100,000 τόνους ετησίως.

Η βιολογική ξήρανση (#4) αποτελεί μέθοδο προεπεξεργασίας και έχει ως στόχο τη μετατροπή των

απορριμμάτων σε SRF, ένα είδος καυσίμου, προκειμένου να μπορέσει να αξιοποιηθεί το τελευταίο από μονάδες αεριοποίησης. Επειδή όμως η τεχνολογία αεριοποίησης του SRF δεν έχει ακόμα αναπτυχθεί διεθνώς και η εναλλακτική αξιοποίηση του SRF από την τσιμεντοβιομηχανία υπόκειται σε σοβαρούς περιορισμούς (βλέπε παραπάνω), καθίσταται αναγκαία είτε η στοιχειομετρική καύση του SRF, είτε η διάθεσή του σε ΧΥΤΑ. Ο συνδυασμός όμως βιολογικής ξήρανσης και στοιχειομετρικής καύσης του SRF ενέχει πολλαπλάσιο κόστος από την απ' ευθείας στοιχειομετρική καύση των ΑΣΑ (Εικόνα 1) και δεν προσφέρει εμφανή περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα. Για τους παραπάνω λόγους, συνηθέστερη είναι η διάθεση του SRF σε ΧΥΤΑ. Τούτο συμβαίνει με το 67% του SRF που παράγεται στην Ε.Ε. [11] και το ίδιο προβλέπεται από τις Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.) των Ολοκληρωμένων Εγκαταστάσεων Διαχείρισης Απορριμμάτων (ΟΕΔΑ) Γραμματικού και Κερατέας [16], [17]. Υπό αυτές τις συνθήκες όμως το SRF διαχωρίζεται από τα άχρηστα για να διατεθεί μαζί τους στο ΧΥΤΑ, όπου σύντομα θα ανακτήσει και την υγρασία που έχασε. Έτσι, και παρά το μεγάλο κόστος της προεπεξεργασίας, το μόνο ουσιαστικό όφελος είναι η περιορισμένη μείωση των εύκολα βιοδιασπάσιμων υλικών και η ανάκτηση μετάλλων. Συμπερασματικά, η βιολογική ξήρανση από μόνη της ούτε μειώνει ουσιαστικά τις ανάγκες τελικής διάθεσης των ΑΣΑ, ούτε συμβάλλει σημαντικά στην επίτευξη των στόχων των Οδηγιών 99/31/EC (περί μείωσης των οργανικών που οδηγούνται σε ταφή) και 2004/12/EC (περί ανακύκλωσης των υλικών συσκευασίας).

Συζήτηση

Η στοιχειομετρική καύση των ΑΣΑ έχει συνδεθεί στη συνείδηση των περισσότερων με την παραγωγή τοξικών υπολειμμάτων, αλλά και με την έκλυση εκπομπών που περιλαμβάνουν τοξικά συστατικά όπως διοξίνες, φουράνια και βαρέα μέταλλα. Αν και τα προβλήματα αυτά αντιμετωπίστηκαν τα τελευταία χρόνια, σε μεγάλο βαθμό, με σύγχρονα συστήματα ελέγχου και θέσπιση αυστηρών ορίων από την Ε.Ε., η αντίθεση της κοινής γνώμης παραμένει.

Για τη ριζικότερη αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών, ξεκίνησαν εδώ και μερικές δεκαετίες προσπάθειες χρήσης εναλλακτικών μεθόδων θερμικής επεξεργασίας, κυρίως της αεριοποίησης και της πυρόλυσης, οι οποίες είχαν μακρά και επιτυχή ιστορία στην χημική και πετροχημική βιομηχανία. Τα ΑΣΑ όμως αποδείχθηκαν ακατάλληλη πρώτη ύλη λόγω του χαμηλού θερμικού περιεχομένου τους και της μεταβαλλόμενης σύνθεσής τους και οι μέχρι σήμερα προσπάθειες δεν ευδοκίμησαν.

Για να ξεπεραστούν τα προβλήματα αεριοποίησης των ΑΣΑ, αναπτύχθηκε η βιολογική ξήρανση, η οποία μετατρέπει τα ΑΣΑ σε SRF που είναι καταλληλότερη πρώτη ύλη για αεριοποίηση. Πλην όμως, και πάλι οι προσπάθειες αεριοποίησης του SRF δεν ευδοκίμησαν.

Υπό τις σημερινές συνθήκες, ο συνδυασμός βιολογικής ξήρανσης και θερμικής επεξεργασίας εισάγει, εκτός από την αβεβαιότητα των τεχνολογικών εξελίξεων στο σκέλος της θερμικής επεξεργασίας, και μια ξεχωριστή διάσταση στο κόστος επεξεργασίας των απορριμμάτων. Ακόμα και αν ήταν διαθέσιμη η τεχνολογία αεριοποίησης του RDF, θα ήταν ιδιαίτερα δύσκολο να τεκμηριωθεί, με επιστημονικά αποδεκτό τρόπο, η σκοπιμότητα της τόσο μεγάλης διαφοράς κόστους του συνδυασμού βιολογικής ξήρανσης και αεριοποίησης σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες, όπως την αερόβια ΜΒΕ με ανάκτηση υλικών ή ακόμα και τη στοιχειομετρική καύση.

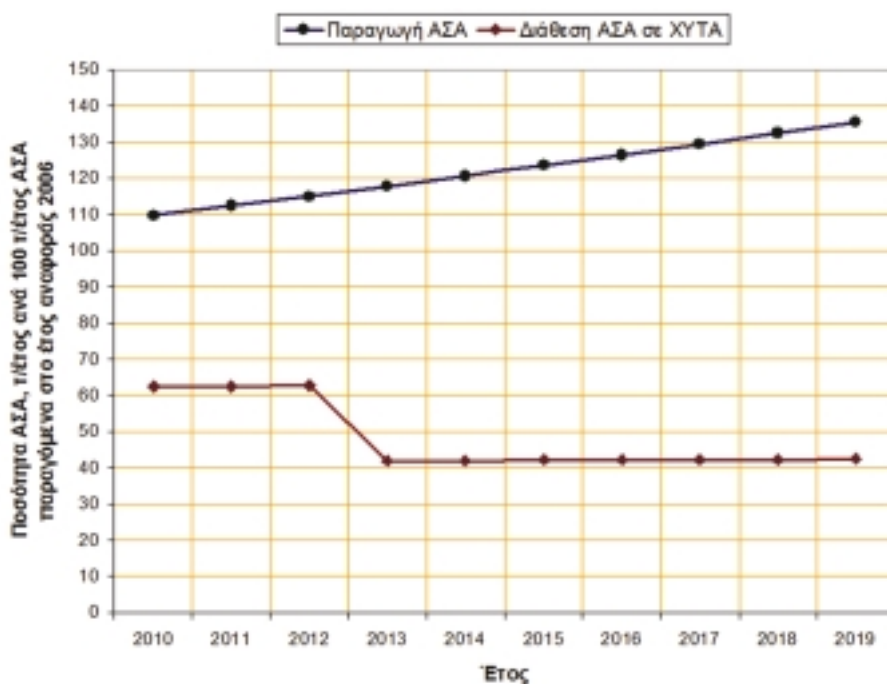
Τα τελευταία χρόνια δίνεται διεθνώς έμφαση σε τεχνολογίες που επιτρέπουν ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών. Η στοιχειομετρική καύση είναι η πλέον διαδεδομένη μέθοδος επεξεργασίας, πλην όμως τα ποσοστά της παραμένουν στάσιμα σε Ε.Ε. και Η.Π.Α., παρά τη σημαντική αύξηση του ποσοστού των ΑΣΑ που υφίστανται ανακύκλωση και επεξεργασία.

ΚΡΙΤΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΕΘΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Απαιτήσεις επεξεργασίας απορριμμάτων

Ο σχεδιασμός της διαχείρισης των απορριμμάτων θα πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας, όπως πηγάζουν από Οδηγίες 99/31/EC, 94/62/EC και 2004/12/EC. Οι Οδηγίες αυτές ορίζουν, μεταξύ άλλων, τις επιτρεπόμενες ποσότητες των βιοαποδομήσιμων οργανικών που μπορεί να διατίθενται σε ΧΥΤΑ και τις απαιτήσεις ανακύκλωσης των υλικών συσκευασίας.

Το διάγραμμα της Εικόνας 2 παρέχει μια κατά προσέγγιση εκτίμηση της αναμενόμενης εξέλιξης των παραγομένων ετήσιων ποσοτήτων ΑΣΑ, για κάθε 100 τόνους που παράγονται στο έτος αναφοράς 2006, καθώς και της ποσότητας αυτών που θα μπορεί να διατίθεται απ' ευθείας σε ΧΥΤΑ με σύννομο τρόπο.



Εικόνα 2 Χρονική μεταβολή ετήσιων ποσοτήτων ΑΣΑ που παράγονται και που μπορούν να διατεθούν απ' ευθείας σε ΧΥΤΑ, ανά 100 τ/έτος ΑΣΑ παραγόμενα στο έτος αναφοράς 2006 [5].

Όπως φαίνεται, από το 2010 θα είναι δυνατή η απ' ευθείας ταφή μόνο του 56% των ΑΣΑ που απομένουν από τα προγράμματα ανακύκλωσης στην πηγή και από το 2013 του 35%.

Εθνικός Σχεδιασμός 2000 από σύνθεση Νομαρχιακών Σχεδιασμών

Ο σχεδιασμός για τη διαχείριση των ΑΣΑ ξεκίνησε πριν από δέκα περίπου χρόνια σε Νομαρχιακό επίπεδο. Το τελευταίο θα ήταν λογικό την εποχή όπου το κόστος διαχείρισης ήταν μικρό και οι επερχόμενες αυστηρές απαιτήσεις για ανακύκλωση, επεξεργασία και διάθεση άγνωστες. Η χώρα μας όμως αγνόησε τις εξελίξεις και οργάνωσε τη διαχείριση στη μικροκλίμακα της Νομαρχίας με λογική επηρεασμένη από το σύνδρομο της διαχείρισης σε επίπεδο ΟΤΑ. Βασικός στόχος υπήρξε η εξάλειψη των ανεξέλεγκτων χώρων διάθεσης, δίχως πρόβλεψη για την ανάγκη κάλυψης

των επερχόμενων απαιτήσεων επεξεργασίας με συντεταγμένη μετάβαση από ΧΥΤΑ σε ΟΕΔΑ.

Αποτέλεσμα των σχεδιασμών αυτών υπήρξε η προώθηση πολυάριθμων ΧΥΤΑ. Ο Εθνικός Σχεδιασμός του 2000 [19], [20] που διαμορφώθηκε από τη σύνθεση των Νομαρχιακών Σχεδιασμών, προέβλεπε τη δημιουργία 124 ΧΥΤΑ (70 στην Ηπειρωτική Ελλάδα, 11 στην Κρήτη και 43 στα υπόλοιπα νησιά). Από αυτούς, η συντριπτική πλειοψηφία είχε πολύ μικρή δυναμικότητα, μικρότερη από 50 τόνους την ημέρα.

Ο σχεδιασμός αυτός υπήρξε δαπανηρός (το ανά τόνο κόστος διάθεσης είναι υψηλό σε μικρούς ΧΥΤΑ λόγω έλλειψης οικονομίας κλίμακας), στις περισσότερες περιπτώσεις αδυνατούσε να προστατεύσει το περιβάλλον (η ορθή διαχείριση διασταλαγμάτων και βιοαερίου δεν είναι οικονομικά εφικτή σε μικρούς ΧΥΤΑ), στερείτο προοπτικών (οι πολυάριθμοι μικροί ΧΥΤΑ δεν μπορούν να μετεξελιχθούν σε ΟΕΔΑ προκειμένου να επιτευχθούν οι απαιτήσεις επεξεργασίας από το 2010) και δημιούργησε έντονες κοινωνικές αντιδράσεις και προσφυγές στο Σ.τ.Ε. (σε κάθε πόλη με πληθυσμό μεγαλύτερο από 9.000 αντιστοιχούσε ένας τουλάχιστον ΧΥΤΑ).

Εθνικός Σχεδιασμός 2006 από σύνθεση Περιφερειακών Σχεδιασμών

Ως ήταν αναμενόμενο, η υλοποίηση των έργων που προέβλεπαν οι Νομαρχιακοί Σχεδιασμοί κρίθηκε στην πράξη μη αποδοτική και προωθήθηκε η διαμόρφωση νέων Σχεδιασμών σε Περιφερειακό επίπεδο, αρχικά με εγκυκλίους του ΥΠΕΧΩΔΕ και στη συνέχεια νομοθετικά [21]. Θεσμοθετήθηκε έτσι η υποχρέωση σύνταξης ΠΕΣΔΑ μέχρι το τέλος του 2005. Όπως όμως προκύπτει, οι νέοι ΠΕΣΔΑ όχι μόνο δεν έλυσαν τα προβλήματα των Νομαρχιακών Σχεδιασμών, αλλά προσέθεσαν νέα και πολύ σοβαρότερα. Αναλυτικότερα:

ΧΥΤΑ: Ο υπερβολικός αριθμός ΧΥΤΑ που προβλεπόταν στους Νομαρχιακούς Σχεδιασμούς αυξήθηκε αντί να μειωθεί. Συνεπώς, τα σχετικά προβλήματα των Νομαρχιακών Σχεδιασμών μεταφέρθηκαν και στους τρέχοντες Περιφερειακούς Σχεδιασμούς. Η δραστηριότητα δημιουργίας νέων ΧΥΤΑ επιταχύνθηκε και έτσι έως το τέλος του 2008 προβλέπεται να έχει ολοκληρωθεί υποδομή σε ΧΥΤΑ, ικανή να καλύψει τις ανάγκες τελικής διάθεσης του συνόλου των ΑΣΑ (εξαιρουμένης της Περιφέρειας Αττικής) πολύ πέρα από το 2020.

Σταθμοί Μεταφόρτωσης: Για τις περιφέρειες που είναι διαθέσιμοι οι εγκεκριμένοι ΠΕΣΔΑ, απλή και μόνο θεώρηση της κατάστασης, φανερώνει ότι ο αριθμός των προβλεπόμενων σταθμών μεταφόρτωσης είναι συχνά πολλαπλάσιος του ορθολογικού. Ιδιαίτερα εμφανής είναι η έλλειψη ενός ολοκληρωμένου συστήματος οδικής, σιδηροδρομικής και θαλάσσιας μεταφοράς. Η έλλειψη αυτή περιορίζει σημαντικά τις δυνατότητες διαχείρισης σε Εθνικό επίπεδο και συνδέεται στενά με τα υφιστάμενα πολυάριθμα τοπικά προβλήματα διαχείρισης.

Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας: Ο προβλεπόμενος αριθμός των 35 μονάδων επεξεργασίας είναι υπερβολικός, 5 με 10 φορές μεγαλύτερος από το βέλτιστο (βλέπε παρακάτω). Επιπροσθέτως στους περισσότερους ΠΕΣΔΑ επιτρέπεται, και ενίοτε ορίζεται, η επεξεργασία του συνόλου σχεδόν των ΑΣΑ από το 2010, παρότι η μείωση των βιοδιασπασίμων συστατικών των ΑΣΑ που οδηγούνται σε ταφή θα μπορούσε να περιοριστεί αρχικά στο 44% των ΑΣΑ και να αυξηθεί σταδιακά, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας, Εικόνα 2.

Η αναφερόμενη αξιολόγηση των εναλλακτικών τεχνολογιών επεξεργασίας είναι συχνά γενική και περιορίζεται στη διαπίστωση ότι «όλες οι τεχνολογίες επεξεργασίας - αξιοποίησης ΑΣΑ είναι αποδεκτές και μπορούν να εφαρμοστούν από πλευράς βιωσιμότητας». Εντούτοις, θεσμοθετείται στις περισσότερες πε-

ριφέρειες η απαίτηση «θερμικής αξιοποίησης των ΑΣΑ» χωρίς τεκμηρίωση. Με το δόγμα αυτό αποκλείεται εξ αρχής η αερόβια ΜΒΕ με ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών.

Η χρήση της βιολογικής ξήρανσης ορίζεται στον ΠΕΣΔΑ Πελοποννήσου και εμφανίζεται πιθανή στην Περιφέρεια Κρήτης. Επίσης, αν και δεν αναφέρεται η επιλογή συγκεκριμένων τεχνολογιών στον ΠΕΣΔΑ Αττικής, η δημιουργία μονάδων βιολογικής ξήρανσης φαίνεται να έχει ήδη «ωριμάσει» από το 2003/2004 με Μ.Π.Ε. [16], [17] και εγκρίσεις περιβαλλοντικών όρων.

Συζήτηση και Συμπεράσματα: Στους περισσότερους ΠΕΣΔΑ παραμένουν ασαφή βασικά θέματα σχεδιασμού, όπως η τεχνολογία, ο ακριβής αριθμός, η δυναμικότητα ή/και ο χρόνος έναρξης λειτουργίας των εγκαταστάσεων επεξεργασίας ΑΣΑ. Για τη λήψη των σχετικών αποφάσεων εξουσιοδοτούνται εκ προοιμίου οι ΦοΔΣΑ. Επομένως, από την ανάγνωση των περισσότερων ΠΕΣΔΑ δεν προκύπτει μια συγκεκριμένη ποσοτική εικόνα του συστήματος διαχείρισης, δεν ορίζεται άμεσα η μέθοδος επεξεργασίας και δεν παρέχονται εκτιμήσεις κόστους επεξεργασίας.

Παρόλα αυτά, η υλοποίηση των ΠΕΣΔΑ προβλέπεται ταχύτατη, μια και σε τρία μόλις χρόνια από σήμερα θα πρέπει, σύμφωνα και με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία, να έχουν ιδρυθεί πολυάριθμα εργοστάσια επεξεργασίας. Τα εργοστάσια αυτά θα αποτελέσουν ένα από τους μεγαλύτερους και ταχύτερα αναπτυσσόμενους κλάδους της Ελληνικής βιομηχανίας.

Τα παραπάνω δημιουργούν την ανάγκη ερμηνείας των ΠΕΣΔΑ προκειμένου να καταστεί δυνατή η εκτίμηση της πορείας των εξελίξεων και η συνεπαγόμενη επιβάρυνση της εθνικής οικονομίας. Για το σκοπό αυτό γίνονται οι ακόλουθες γενικές παρατηρήσεις, οι οποίες εστιάζονται κυρίως σε διαχειριστικές ενότητες με ικανό πληθυσμό:

Από την ανάγνωση των ΠΕΣΔΑ διαπιστώνεται (βλέπε παραπάνω) μία τάση επεξεργασίας του συνόλου σχεδόν των ΑΣΑ από το 2010. Η τάση αυτή οδηγεί σε δαπανηρή υπέρβαση των απαιτήσεων εξεργασίας που ορίζει η Ευρωπαϊκή νομοθεσία με χρήση κάθε μεθόδου επεξεργασίας, εκτός από τη βιολογική ξήρανση. Με την τελευταία επιτυγχάνεται περιορισμένη μείωση των βιοδιαπάσιμων συστατικών που καταλήγουν σε ταφή και επομένως απαιτείται επεξεργασία πολύ μεγαλύτερων ποσοτήτων ΑΣΑ για να επιτευχθούν οι στόχοι της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας.

Η προβλεπόμενη επεξεργασία του συνόλου σχεδόν των ΑΣΑ από το 2010 συνεπάγεται δραστική μείωση των αναγκών διάθεσης σε ΧΥΤΑ. Εντούτοις, διαπιστώνεται παράλληλη προώθηση ενός ευρέως προγράμματος δημιουργίας ΧΥΤΑ, ικανών να δεχτούν το σύνολο των απορριμμάτων κάθε περιφέρειας (με εξαίρεση την περιφέρεια Αττικής) για τα επόμενα 20 περίπου χρόνια. Η αντίφαση αυτή αίρεται στην περίπτωση επιλογής της βιολογικής ξήρανσης, της μόνης τεχνολογίας που δεν επιφέρει ουσιαστική μείωση των αναγκών χρήσης ΧΥΤΑ. Πράγματι, η τεχνολογία για την αεριοποίηση του SRF που παράγει η βιολογική ξήρανση δεν έχει ακόμα αναπτυχθεί και ως εκ τούτου το μεγαλύτερο μέρος αυτού θα καταλήγει σε ΧΥΤΑ. Αυτή η πρακτική ακολουθείται σήμερα στην Ε.Ε. (βλέπε ενότητα 1.3.2) και το ίδιο προβλέπουν οι Μ.Π.Ε. για τις εγκαταστάσεις βιολογικής ξήρανσης των ΟΕΔΑ Γραμματικού και Κερατέας [16], [17].

Όπως αναφέρεται παραπάνω, τα ΠΕΣΔΑ προβλέπουν πολυάριθμες τοπικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Τούτο συνάδει με τη χρήση της βιολογικής ξήρανσης, η οποία δεν προσφέρει οικονομία κλίμακας, Εικόνα 1. Επομένως, γι' αυτή την τεχνολογία και μόνο, η χρήση πολυάριθμων τοπικών μονάδων επεξεργασίας είναι οικονομικότερη από ότι η χρήση ολιγάριθμων κεντρικών (η έλλειψη οικονομίας κλίμακας αναιρεί το οικονομικό κίνητρο για τη μεταφορά των ΑΣΑ σε μεγάλες κεντρικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας).

Τις περισσότερες φορές όπου οι ΠΕΣΔΑ ορίζουν δυναμικότητες για τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας, αυτές είναι πολλαπλάσιες των 60.000 με 70.000 τ/έτος ΑΣΑ. Τα εργοστάσια βιολογικής ξήρανσης απαρτίζονται από παράλληλες εγκαταστάσεις, καθεμία από τις οποίες έχει τυ-

πική δυναμικότητα επεξεργασίας 60.000 με 70.000 τ/έτος ΑΣΑ.

Από τα παραπάνω, από την εκ προοιμίου πρόκριση κάθε τεχνολογίας ως «οικονομικά βιώσιμης» (ανεξαρτήτως κόστους), αλλά και από την απαίτηση περί «θερμικής αξιοποίησης των ΑΣΑ», δημιουργείται η αίσθηση ότι οι ΠΕΣΔΑ είναι περισσότερο συμβατοί με τη βιολογική ξήρανση, παρά με κάθε άλλη τεχνολογία επεξεργασίας. Το συμπέρασμα αυτό ενδυναμώνεται από τον προαναφερθέντα απευθείας ορισμό της βιολογικής ξήρανσης στον ΠΕΣΔΑ Πελοποννήσου, την πιθανή χρήση της βιολογικής ξήρανσης στην Περιφέρεια Κρήτης, την «ωρίμανση», όπως φαίνεται, των διαδικασιών ίδρυσης μονάδων βιολογικής ξήρανσης στην Αττική, αλλά και τις σχετικές, δημόσιες και μη, δηλώσεις αρμοδίων. Υπό αυτές τις συνθήκες εικάζεται ότι η χρήση της βιολογικής ξήρανσης προορίζεται για επεξεργασία ικανών ποσοτήτων ΑΣΑ, οι οποίες θα μπορούσαν να προσεγγίσουν ακόμα και τους 5.000.000 τ/έτος. Στην Ευρώπη εργοστάσια βιολογικής ξήρανσης λειτουργούν από το 1996, η χρήση τους όμως περιορίζεται στην επεξεργασία μόλις 830.000 τ/έτος ΑΣΑ [11].

Πρόσθετο κόστος εφαρμογής υφιστάμενου εθνικού Σχεδιασμού

Από τα στοιχεία κόστους επεξεργασίας, Εικόνα 1, τις κλιμακούμενες απαιτήσεις επεξεργασίας των ΑΣΑ, Εικόνα 2, αλλά και από την ανάγκη προεπεξεργασίας του συνόλου των ΑΣΑ από το 2010 σε περίπτωση χρήσης της βιολογικής ξήρανσης, μπορεί να εκτιμηθεί το **πρόσθετο** συνολικό ετήσιο κόστος επεξεργασίας, έναντι της αερόβιας ΜΒΕ, από τη χρήση (α) βιολογικής ξήρανσης και (β) βιολογικής ξήρανσης και αεριοποίησης ή καύσης του παραγόμενου RDF. Σε περίπτωση ίδρυσης των εγκαταστάσεων μέσω Σύμπραξης Δημοσίου και Ιδιωτικού Τομέα (ΣΔΙΤ), όπως είναι πιθανό, το πρόσθετο αυτό κόστος ανέρχεται σε:

- **570 εκατ. € ετησίως** (από 480 έως 660 εκατ. € ετησίως) για απλή προεπεξεργασία των ΑΣΑ με βιολογική ξήρανση.
- **1,1 δισ. € ετησίως** (από 1.0 έως 1,2 δισ. € ετησίως) από το χρόνο που η βιολογική ξήρανση θα συμπληρωθεί με αεριοποίηση ή στοιχειομετρική καύση για αξιοποίηση του παραγόμενου SRF.

Το πρόσθετο κόστος επεξεργασίας είναι τόσο μεγάλο διότι η βιολογική ξήρανση είναι δαπανηρή τεχνολογία, ιδιαίτερα όταν συνδυάζεται με αεριοποίηση ή καύση. Επιπλέον, η καθολική επεξεργασία των ΑΣΑ από το 2010, που απαιτείται μόνο όταν χρησιμοποιείται η βιολογική ξήρανση, πολλαπλασιάζει το κόστος.

Στις παραπάνω διαφορές κόστους δεν έχουν περιληφθεί έξοδα μεταφοράς και έσοδα πώλησης ανακτώμενων υλικών ή/και προϊόντων, ούτε το κόστος διάθεσης των υπολειμμάτων. Οι εκτιμήσεις βασίζονται στο ακραίο, αλλά όχι απίθανο, σενάριο της καθολικής χρήσης της βιολογικής ξήρανσης από το 2010.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΥ ΕΘΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Οι ολοένα και αυστηρότερες απαιτήσεις για τη διαχείριση των ΑΣΑ αυξάνουν σημαντικά το κόστος και καθιστούν αναγκαίο τον ορθολογικό σχεδιασμό. Για τη συμβολή στον πιο πάνω σκοπό αναπτύχθηκαν τα τελευταία χρόνια, και συνεχίζουν να αναπτύσσονται, νέες μεθοδολογίες, συνεπικουρούμενες από προηγμένα συστήματα λογισμικού που διευκολύνουν την εφαρμογή τους. Το παρόν κεφάλαιο αναφέρεται σε μια από τις νέες αυτές μεθοδολογίες, την οποία έχει αναπτύξει το Πολυτεχνείο Κρήτης, και περιλαμβάνει τα ακόλουθα διαδοχικά στάδια [4].

Λήψη στρατηγικών αποφάσεων με στόχο την επιλογή των πλέον πρόσφορων μεθόδων διαχωρισμού στην πηγή, συλλογής, μεταφοράς, επεξεργασίας και διάθεσης. Η μεθοδολογία και το λογισμικό σύστημα, το οποίο αναπτύσσει το Πολυτεχνείο Κρήτης, διαμορφώνει αυτόματα εναλλακτικά σχήματα διαχείρισης, ικανά να τηρήσουν τις υφιστάμενες απαιτήσεις της νομοθεσίας, και εκτιμά παράλληλα την οικονομική και περιβαλλοντική απόδοσή τους [4].

Ορθολογική επιλογή θέσεων για δημιουργία κεντρικών ΟΕΔΑ. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στον προσδιορισμό των οριακών αποστάσεων που συμφέρει να μεταφερθούν τα απορρίμματα από μια περιοχή προκειμένου η επεξεργασία τους να γίνει σε μεγάλη κεντρική εγκατάσταση με οικονομία κλίμακας [6].

Από την εφαρμογή στην Ηπειρωτική Ελλάδα προκύπτει ότι ο βέλτιστος αριθμός κεντρικών μονάδων δεν υπερβαίνει τις 7 για αερόβια ΜΒΕ και τις 3 για μονάδες στοιχειομετρικής καύσης. Οι ανάγκες αυτές εύκολα καλύπτονται από ιδιαίτερα κατάλληλες θέσεις, όπως είναι τα λιγνιτωρυχεία της ΔΕΗ στη Μεγαλόπολη και στην Πτολεμαΐδα, Εικόνα 3, τα μεταλλεία του Βωξίτη στο Δίστομο, η παλαιότερα χωροθετημένη θέση στη Ριτσώνα της Βοιωτίας, καθώς και οι υφιστάμενες θέσεις στη Δ. Αττική (με το εργοστάσιο της Αερόβιας ΜΒΕ), στη Λάρισα και στην Ξάνθη. Οι ιδιαίτερα κατάλληλες αυτές θέσεις παρουσιάζονται στο χάρτη της Εικόνας 4.

Τα παραπάνω αποτελέσματα απέχουν πολύ από τις προβλέψεις των ΠΕΣΔΑ, οι οποίοι προβλέπουν την ίδρυση 71 ΧΥΤΑ και 27 εγκαταστάσεων επεξεργασίας στην Ηπειρωτική Ελλάδα.

Με την απλή αυτή διαδικασία θα μπορούσε να έχει λυθεί ένα χρόνιο πρόβλημα που έχει δημιουργήσει έντονες κοινωνικές αντιδράσεις, πολλαπλές προσφυγές στο Σ.τ.Ε., καθυστερήσεις στην εφαρμογή, κινδύνους ή/και απώλειες επιδοτήσεων από την Ε.Ε., αστοχία στην προστασία του περιβάλλοντος και υπέρμετρες δαπάνες.

Διαμόρφωση βέλτιστου λεπτομερούς σχεδίου διαχείρισης, με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα και με χρήση προηγμένων πακέτων λογισμικού [22], [23] καθίσταται δυνατή η διαμόρφωση ενός ενιαίου εθνικού σχεδίου διαχείρισης, το οποίο εξασφαλίζει τη βέλτιστη αξιοποίηση του συνόλου της υφιστάμενης υποδομής και ορίζει τη θέση, το χρόνο έναρξης, τον τύπο, τη δυναμικότητα, το κόστος και το σχέδιο λειτουργίας κάθε νέας εγκατάστασης.

Με χρήση του ίδιου λογισμικού είναι δυνατόν να εκτελεστεί και ανάλυση ευαισθησίας, προκειμένου να διερευνηθούν οι τεχνικές και οικονομικές συνέπειες επιλεγμένων περιορισμών, π.χ. επιβολής ή/και αποκλεισμού κάποιων τεχνολογιών ή/και θέσεων ίδρυσης εγκαταστάσεων, επιβολής ορίων στη δυναμικότητα ή στη χωρητικότητα κάποιων εγκαταστάσεων κτλ. Από την ανάλυση αυτή προκύπτει ένας ικανός αριθμός εναλλακτικών σχεδίων διαχείρισης, καθένα από τα οποία εκπληρώνει ένα σύνολο επιθυμητών περιορισμών και για το οποίο υπάρχει λεπτομερής ανάλυση των οικονομικών συνεπειών, συνολικά και ανά ΟΤΑ. Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτει όλη η αναγκαία πληροφόρηση που επιτρέπει στους αρμόδιους πολιτικούς και κοινωνικούς φορείς να επιλέξουν το καταλληλότερο από τα σχέδια αυτά με συναινετικές διαδικασίες.



Εικόνα 3. Ορύγματα λιγνιτωρυχείων ΔΕΗ στην περιοχή της Πτολεμαΐδας.

Καθηγητής Αλέξανδρος Π. Οικονομόπουλος
Εργαστήριο Διαχείρισης Αερίων, Υγρών και Στερεών Αποβλήτων



Εικόνα 4. Ενδεικτικές θέσεις για κεντρικές ΟΕΔΑ που θα μπορούσαν να εξυπηρετήσουν την Ηπειρωτική Ελλάδα [6].

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΛΥΣΗ ΤΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Η διαμόρφωση ενός σχεδίου διαχείρισης των ΑΣΑ σε Εθνικό, αντί σε Περιφερειακό ή Νομαρχιακό επίπεδο παρέχει καλύτερες δυνατότητες χωροθέτησης και αξιοποίησης των εγκαταστάσεων επεξεργασίας και διάθεσης των ΑΣΑ και ως εκ τούτου επιτρέπει τη διαμόρφωση ορθολογικότερων λύσεων από περιβαλλοντική, οικονομική και κοινωνική σκοπιά.

Ένας νέος σχεδιασμός σε Εθνικό επίπεδο, με διαδικασίες σαν αυτές που προτείνονται στην προηγούμενη ενότητα, θα μπορούσε να αξιοποιήσει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τη σημαντική υποδομή σε υφιστάμενους ΧΥΤΑ, αλλά και την υποδομή σε σταθμούς μεταφόρτωσης και μονάδες

επεξεργασίας, εξασφαλίζοντας συνάμα μια ομαλή μετάβαση από το σημερινό σύστημα διαχείρισης στο βέλτιστο Εθνικό.

Στα πλαίσια του νέου αυτού σχεδιασμού αναμένεται να δοθεί προτεραιότητα στην επεξεργασία του συνόλου των απορριμμάτων της Αττικής, η οποία δεν διαθέτει σήμερα αξιόλογη υποδομή σε ΧΥΤΑ. Για το σκοπό αυτό, ιδιαίτερα ρεαλιστική και γρήγορα εφαρμόσιμη θα ήταν η προώθηση μιας κεντρικής, εκτός Αττικής ΟΕΔΑ, η οποία, μαζί με την υφιστάμενη εγκατάσταση αερόβιας ΜΒΕ Δ. Αττικής, θα μπορούσε να εξυπηρετήσει τόσο την Αττική όσο και ευρύτερες περί αυτήν περιοχές. Η κεντρική αυτή μονάδα θα μπορούσε να καλύψει όλες τις ανάγκες επεξεργασίας των ΑΣΑ που θέτει η Ε.Ε. για το σύνολο της χώρας έως τουλάχιστον το 2013. Με αυτό τον τρόπο παρέχεται χρόνος στις υπόλοιπες περιφέρειες να αξιοποιήσουν τη σημαντική υποδομή, που οι περισσότερες θα διαθέτουν σε ΧΥΤΑ, για οικονομική απ' ευθείας διάθεση των απορριμμάτων τους. Πολύ πριν από το 20013 θα μπορούσε να έχει ολοκληρωθεί και η επικαιροποίηση του Εθνικού Σχεδιασμού, η οποία θα ορίσει την περαιτέρω πορεία.

Με την παραπάνω διαδικασία οδεύουμε συντεταγμένα, από τη χρήση της πληθώρας των υφιστάμενων και προβλεπόμενων ΧΥΤΑ, στην ίδρυση και λειτουργία ολιγάριθμων, κεντρικών εγκαταστάσεων σε ιδιαίτερα κατάλληλες θέσεις, σαν αυτές στο χάρτη της Εικόνας 4. Οι θέσεις αυτές όχι μόνο δεν προκαλούν τοπικές οχλήσεις και κοινωνικά προβλήματα, αλλά αντιθέτως αποτελούν πολύτιμους πόλους περιφερειακής οικονομικής ανάπτυξης, παρέχοντας επιπροσθέτως τη δυνατότητα αξιοποίησης βασικών προϊόντων των μονάδων επεξεργασίας, όπως το κομπόστ, για αποκατάσταση διαταραγμένων εδαφών, Εικόνα 5, και για τη γεωργία. Τα ΑΣΑ θα μεταφέρονται στις κεντρικές αυτές εγκαταστάσεις με ένα ολοκληρωμένο δίκτυο οδικής, σιδηροδρομικής και ακτοπολικής μεταφοράς. Το δίκτυο αυτό είναι βέβαιο ότι μπορεί να εξυπηρετήσει το σύνολο της Ηπειρωτικής Ελλάδος, αλλά και την πλειονότητα των νησιών με οικονομικά βέλτιστο τρόπο.

Συμπερασματικά, η επικαιροποίηση του υφιστάμενου εθνικού σχεδίου διαχείρισης των οικιακού τύπου απορριμμάτων κρίνεται αναγκαία, καθώς θα προσφέρει εθνικής εμβέλειας οικονομικά, περιβαλλοντικά, κοινωνικά και αναπτυξιακά πλεονεκτήματα και συνάμα λύσεις που δεν υπόκεινται σε χρονικούς περιορισμούς.



Εικόνα 5 Ανάπλαση εδάφους σε λιγνιτωρυχεία ΔΕΗ στην περιοχή Πτολεμαΐδας. Στις εργασίες αυτές πολύτιμη θα ήταν η χρήση αδρομερούς κομπόστ από μονάδες αερόβιας ΜΒΕ.

Καθηγητής Αλέξανδρος Π. Οικονομόπουλος
Εργαστήριο Διαχείρισης Αερίων, Υγρών και Στερεών Αποβλήτων

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Συντομογραφίες	i
Περίληψη	1
Περιεχόμενα	1
Προοίμιο	2
Εισαγωγή	3
1. Τεχνολογίες Επεξεργασίας	4
1.1 Μηχανική και βιολογική επεξεργασία	5
1.2 Θερμική επεξεργασία	20
1.3 Συγκριτική αξιολόγηση τεχνολογιών επεξεργασίας	25
2. Κριτική Θεώρηση Εθνικού Σχεδίου Διαχείρισης	32
2.1 Απαιτήσεις επεξεργασίας απορριμμάτων	33
2.2 Εθνικός Σχεδιασμός 2000 από Νομαρχιακούς Σχεδιασμούς	34
2.3 Εθνικός Σχεδιασμός 2006 από Περιφερειακούς Σχεδιασμούς	35
2.4 Κριτική θεώρηση υφιστάμενου Σχεδιασμού	44
2.5 Πρόσθετο κόστος εφαρμογής υφιστάμενου Σχεδιασμού	49
3. Αρχές Ορθολογικού Εθνικού Σχεδιασμού	53
3.1 Εισαγωγή	54
3.2 Λήψη στρατηγικών αποφάσεων	54
3.3 Ορθολογική επιλογή θέσεων ίδρυσης κεντρικών ΟΕΔΑ	55
3.4 Διαμόρφωση λεπτομερούς σχεδίου διαχείρισης	60
4. Προτάσεις για Λύση του Υφιστάμενου Προβλήματος	61
Βιβλιογραφία	63

ΠΡΟΟΙΜΙΟ

Οι ερευνητικές δραστηριότητες του «Εργαστηρίου Διαχείρισης Αερίων, Υγρών και Στερεών Αποβλήτων» του Πολυτεχνείου Κρήτης εστιάζονται τα τελευταία χρόνια στην ανάπτυξη νέων μεθοδολογιών και προηγμένων συστημάτων λογισμικού για διαμόρφωση ολοκληρωμένων σχεδίων διαχείρισης απορριμμάτων. Το περιεχόμενο της παρούσας εργασίας προκύπτει από τις παραπάνω ερευνητικές δραστηριότητες και συνοψίζει τα αποτελέσματα από επιλεγμένες δοκιμαστικές εφαρμογές ερευνητικών εργαλείων σε αντικείμενα που αφορούν τη διαχείριση των ΑΣΑ στην Ελλάδα.

Ελπίζουμε ότι η παρούσα εργασία θα συμβάλλει στην καλύτερη ενημέρωση των ενδιαφερομένων στα σύνθετα θέματα της διαχείρισης των απορριμμάτων και ενδεχομένως στη λήψη ορθότερων αποφάσεων. Για τις αναπόφευκτες ελλείψεις, σφάλματα και παραλήψεις ζητείται εκ των προτέρων η κατανόηση των αναγνωστών.

Ευχαριστίες εκφράζονται στις Κοινότητες και στους Δήμους της Ανατολικής Αττικής που χρηματοδότησαν την παραγωγή του παρόντος εντύπου, καθώς και στον ομότιμο Καθηγητή του Πολυτεχνείου Κρήτης κ. Α. Φώσκολο για την ευγενική χορήγηση των φωτογραφιών από τα λιγνιτωρυχεία της ΔΕΗ στην περιοχή Πτολεμαΐδας.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η κριτική θεώρηση του υφιστάμενου εθνικού Σχεδιασμού για τη διαχείριση του οικιακού τύπου απορριμμάτων και η παρουσίαση μεθόδων και προτάσεων για την βελτίωσή του.

Στο πρώτο κεφάλαιο επιχειρείται μια συνοπτική παρουσίαση των βασικών τεχνοοικονομικών χαρακτηριστικών των τεχνολογιών επεξεργασίας που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τη χώρα μας. Η γνώση του θέματος αυτού είναι απαραίτητη για την κατανόηση των προβλημάτων της διαχείρισης των απορριμμάτων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται, με βάση τα παραπάνω και λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις που θέτει η νομοθεσία, μια κριτική εξέταση των Περιφερειακών Σχεδιασμών Διαχείρισης Απορριμμάτων (ΠΕΣΔΑ). Από τη θεώρηση αυτή τεκμηριώνεται ότι η εφαρμογή των σχεδιασμών αυτών θα επιφέρει υπέρμετρη επιβάρυνση της εθνικής οικονομίας και επισημαίνονται βασικά στοιχεία που χρήζουν βελτίωσης.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μια σύντομη παρουσίαση σύγχρονων αρχών, μεθόδων και υπολογιστικών εργαλείων, οι οποίες επιτρέπουν την ανάπτυξη ολοκληρωμένων και αποδοτικών σχεδίων διαχείρισης των απορριμμάτων σε Εθνικό επίπεδο.

Στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο διαμορφώνεται, με βάση τις παραπάνω αρχές, συγκεκριμένη πρόταση για το τι πρέπει να γίνει άμεσα προκειμένου να αντιμετωπιστούν μέχρι το 2013 τα τρέχοντα προβλήματα διαχείρισης των Αστικών Στερών Αποβλήτων (ΑΣΑ).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.1	Μηχανική και βιολογική επεξεργασία	5
1.1.1	Εισαγωγή	5
1.1.2	Αερόβια Μηχανική – Βιολογική επεξεργασία	6
1.1.2.1	Περιγραφή τεχνολογίας	6
1.1.2.2	Προϊόντα και δυνατότητες διάθεσης	10
1.1.2.3	Μονάδες σε λειτουργία στην Ε.Ε.	12
1.1.2.4	Στοιχεία κόστους κατασκευής και λειτουργίας	12
1.1.3	Αναερόβια Μηχανική – Βιολογική επεξεργασία	13
1.1.3.1	Περιγραφή τεχνολογίας	13
1.1.3.2	Προϊόντα και δυνατότητες διάθεσης	15
1.1.3.3	Μονάδες σε λειτουργία στην Ε.Ε.	15
1.1.3.4	Στοιχεία κόστους κατασκευής και λειτουργίας	15
1.1.4	Βιολογική ξήρανση	16
1.1.4.1	Περιγραφή τεχνολογίας	16
1.1.4.2	Προϊόντα και δυνατότητες διάθεσης	18
1.1.4.3	Μονάδες σε λειτουργία στην Ε.Ε.	19
1.1.4.4	Στοιχεία κόστους κατασκευής και λειτουργίας	19
1.2	Θερμική επεξεργασία	20
1.2.1	Εισαγωγή	20
1.2.2	Στοιχειομετρική καύση	20
1.2.2.1	Περιγραφή τεχνολογίας	20
1.2.2.2	Προϊόντα και δυνατότητες διάθεσης	22
1.2.2.3	Μονάδες σε λειτουργία στην Ε.Ε.	22
1.2.2.4	Στοιχεία κόστους κατασκευής και λειτουργίας	22
1.2.3	Αεριοποίηση	23
1.2.3.1	Περιγραφή τεχνολογίας	23
1.2.3.2	Προϊόντα και δυνατότητες διάθεσης	23
1.2.3.3	Μονάδες σε λειτουργία στην Ε.Ε.	23
1.2.3.4	Στοιχεία κόστους κατασκευής και λειτουργίας	23
1.2.4	Πυρόλυση	25
1.3	Συγκριτική αξιολόγηση τεχνολογιών επεξεργασίας	25
1.3.1	Συγκριτικά στοιχεία κόστους τεχνολογιών επεξεργασίας	26
1.3.2	Τεχνοοικονομική αξιολόγηση τεχνολογιών επεξεργασίας	27

1.1 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

1.1.1 Εισαγωγή

Οι μονάδες Μηχανικής - Βιολογικής Επεξεργασίας (ΜΒΕ) παράγουν, ανάλογα με την εγκατάσταση, ανακυκλώσιμα υλικά, όπως χαρτί, χαρτόνι, πλαστικά γυαλί και μέταλλα ή/και καύσιμα, όπως Refuse Derived Fuel (RDF), βιοαέριο και Solid Recovered Fuel (SRF), καθώς και βιοσταθεροποιημένο υλικό ή κομπόστ. Ο Πίνακας 1.1.1-1 παρουσιάζει τους βασικούς τύπους εγκαταστάσεων ΜΒΕ και τα παραγόμενα προϊόντα.

Πίνακας 1.1.1-1 Τύποι μονάδων ΜΒΕ και παραγόμενα προϊόντα

Τεχνολογία	Προϊόντα
Μηχανική επεξεργασία + αερόβια κομποστοποίηση	- Ανακυκλώσιμα ή/και RDF - Βιοσταθεροποιημένο υλικό για κομπόστ, κάλυψη ΧΥΤΑ ή αποκατάσταση εδαφών
Μηχανική επεξεργασία + αναερόβια χώνευση	- Ανακυκλώσιμα ή/και RDF - Βιοαέριο για παραγωγή ενέργειας - Βιοσταθεροποιημένο απόρριμμα
Μηχανική επεξεργασία + αναερόβια χώνευση + αερόβια κομποστοποίηση	- Ανακυκλώσιμα ή/και RDF - Βιοαέριο για παραγωγή ενέργειας - Υλικό για αποκατάσταση εδαφών
Μηχανική επεξεργασία + βιολογική ξήρανση	- Ανακυκλώσιμα (μέταλλα) - SRF

Η χρήση της τεχνολογίας ΜΒΕ ευρίσκεται σε μεγάλη ανάπτυξη. Στα τέλη του 2004 καταγράφηκαν 27 οίκοι στην Ευρώπη, οι οποίοι είχαν κατασκευάσει επιτυχώς ένα τουλάχιστον εργοστάσιο ΜΒΕ. Οι οίκοι αυτοί είχαν συνολικά στο ενεργητικό τους 80 μονάδες σε λειτουργία (εξαιρουμένων των πολυάριθμων μικρών μονάδων) και είχαν ανακοινώσει 43 ακόμα μονάδες, μερικές από τις οποίες υπό κατασκευή [11]. Η συνολική δυναμικότητα των υφιστάμενων μονάδων ανέρχεται σε πάνω από 8.500.000 τ/έτος και μαζί με τις υπό κατασκευή σε πάνω από 13.000.000 τ/έτος [11]. Ο Πίνακας 1.1.1-2 δίνει στοιχεία κατανομής της δυναμικότητας των υφιστάμενων μονάδων.

Πίνακας 1.1.1-2 Στοιχεία κατανομής της δυναμικότητας των υφιστάμενων μονάδων ΜΒΕ

Δυναμικότητα, τ/έτος	Αριθμός εγκαταστάσεων
< 50.000	18
50.000 – 100.000	30
100.000 – 200.000	21
> 200.000	11
Σύνολο	80

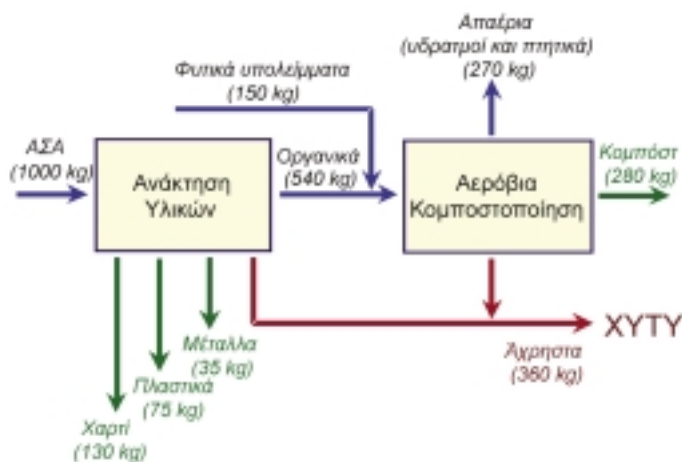
Οι περισσότερες τεχνολογίες ΜΒΕ είναι κατάλληλες για την επεξεργασία προδιαλεγμένου στην πηγή οργανικού κλάσματος, όπως συχνά γίνεται στη Γερμανία, αλλά και σύμμεκτων αστικών απορριμμάτων, όπως συχνά γίνεται σε Ιταλία και Ισπανία. Από την πρώτη περίπτωση προκύπτει καλύτερης ποιότητας κομπόστ. Δεδομένου όμως ότι ο διαχωρισμός στην πηγή των ΑΣΑ σε ρεύματα δεν έχει ξεκινήσει στη χώρα μας και η αποδοτική εφαρμογή απαιτεί πολύχρονη διαδικασία, το ενδιαφέρον εστιάζεται αναγκαστικά σε μεθόδους επεξεργασίας σύμμεκτων ΑΣΑ.

1.1.2 Αερόβια Μηχανική – Βιολογική Επεξεργασία

1.1.2.1 Περιγραφή τεχνολογίας

Ο σχεδιασμός των εγκαταστάσεων αερόβιας ΜΒΕ ποικίλει ευρύτατα, ανάλογα με τον τύπο και τη σύνθεση των υλικών τροφοδοσίας, τα επιθυμητά προϊόντα ανάκτησης και την τεχνογνωσία του κατασκευαστή. Στις Εικόνες 1.1.2.1-1 και 1.1.2.1-2 που ακολουθούν, παρουσιάζονται διαγράμματα ροής με ισοζύγια μάζας δύο βασικών παραλλαγών.

Η Εικόνα 1.1.2.1-1 αναφέρεται σε μια μεσαίου μεγέθους εγκατάσταση, η οποία περιλαμβάνει μονάδα ανάκτησης υλικών (χαρτιού, πλαστικών και μετάλλων) και μονάδα συνκομποστοποίησης του οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ με φυτικά υπολείμματα (χόρτα, κλαδιά κτλ.).



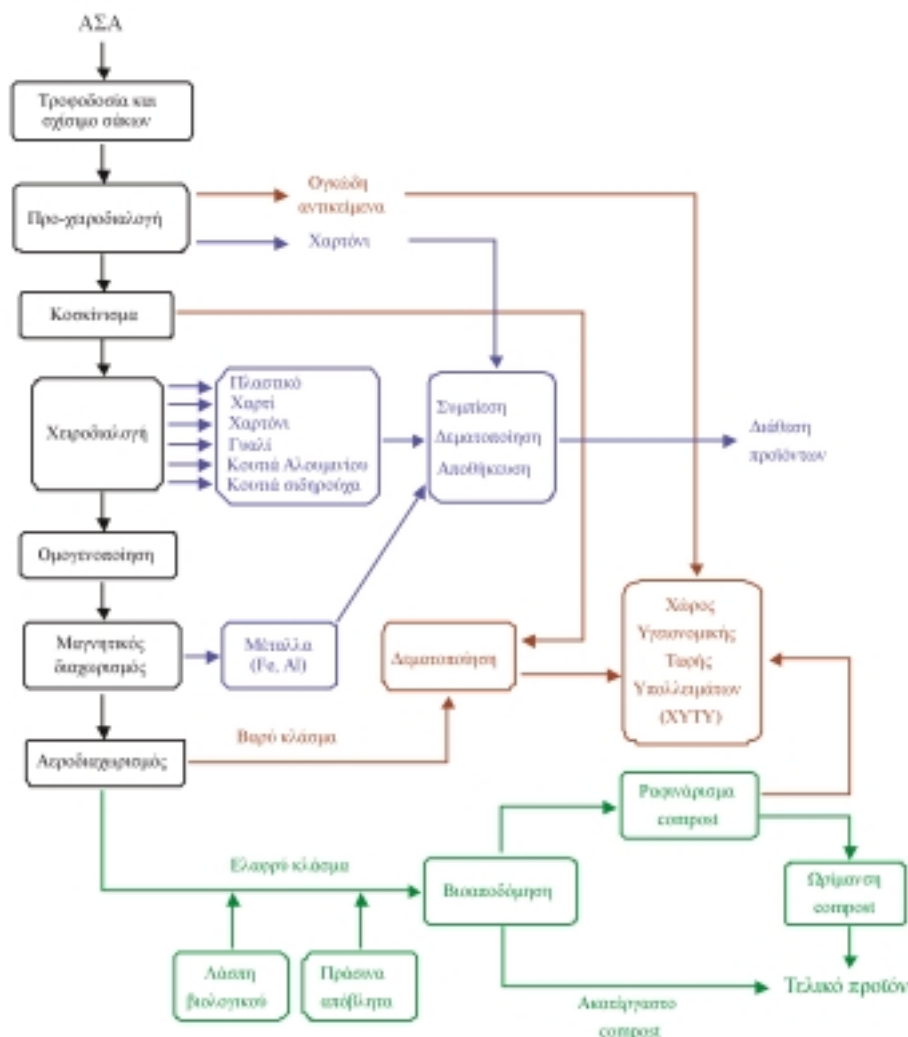
Εικόνα 1.1.2.1-1 Διάγραμμα ροής και ισοζύγιο μάζας τυπικής εγκατάστασης αερόβιας ΜΒΕ με ανάκτηση υλικών [3].

Η Εικόνα 1.1.2.1-2 αφορά μια τυπική εγκατάσταση, η οποία περιλαμβάνει μονάδα μηχανικής ανάκτησης RDF ακολουθούμενη από μονάδα κομποστοποίησης του οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ, αναμειγμένου με βιολογική λάσπη και φυτικά υπολείμματα. Το RDF (καύσιμο υλικό που απαρτίζεται κυρίως από χαρτί, χαρτόνι και πλαστικά) μπορεί να παραχθεί είτε σε μορφή cRDF (coarse RDF) που είναι κατάλληλο μόνο για άμεση αξιοποίηση σε τοπική εγκατάσταση, είτε σε μορφή dRDF (dry RDF), μετά από πρόσθετη ενεργοβόρα επεξεργασία, που είναι κατάλληλο για αποθήκευση και μεταφορά σε απόμακρες μονάδες αξιοποίησης.



Εικόνα 1.1.2.1-2 Διάγραμμα ροής και ισοζύγιο μάζας τυπικής εγκατάστασης αερόβιας ΜΒΕ με ανάκτηση RDF [3]

Η Εικόνα 1.1.2.1-3 παρουσιάζει το διάγραμμα της παραγωγικής διαδικασίας μιας τυπικής εγκατάστασης αερόβιας ΜΒΕ με μονάδα ανάκτησης υλικών [1].



Εικόνα 1.1.2.1-3 Διάγραμμα παραγωγικής διαδικασίας τυπικής αερόβιας ΜΒΕ με ανάκτηση υλικών [1].

Σύμφωνα με το διάγραμμα της Εικόνας 1.1.2.1-3, η επεξεργασία περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

- *Υποδοχή και τροφοδοσία* που περιλαμβάνει τάφρους εκφόρτωσης των απορριμματοφόρων, γερανογέφυρες και αρπάγες για μεταφορά των απορριμμάτων, χοάνες τροφοδοσίας με πλακοταινίες για έλεγχο της τροφοδοσίας και συστήματα διάνοιξης σάκων.
- *Διαχωρισμό υλικών* που περιλαμβάνει συστήματα χειρωνακτικού διαχωρισμού ογκωδών και ανεπιθύμητων αντικειμένων, εσχάρωσης για απομάκρυνση τοξικών και άλλων αντικειμένων μικρού μεγέθους (1,5 - 2 cm), χειροδιαλογής υλικών για ανάκτηση χαρτιού, χαρτονιού, πλαστικού, γυαλιού, σιδηρούχων μετάλλων και αλουμινίου, δεματοποίησης ανακυκλώσιμων υλικών, ομογενοποίησης του εναπομένοντος κλάσματος, μαγνητικού διαχωρισμού σιδηρούχων μετάλλων και αλουμινίου, καθώς και διαχωρισμού για λήψη του ελαφρού κλάσματος που οδηγείται για κομποστοποίηση.



Εικόνα 1.1.2.1-4 Ανακτημένα πλαστικά οδεύουν προς δεματοποίηση στο εργοστάσιο αερόβιας ΜΒΕ Χανίων.

- *Βιοαποικοδόμηση οργανικών* περιλαμβάνει σύστημα προσθήκης κλαδιών, χόρτων ή/και βιολογικής λάσπης σε συγκεκριμένες αναλογίες, καθώς και σύστημα κομποστοποίησης όπου, στη συνηθέστερη περίπτωση, τα οργανικά οδηγούνται σε κλειστό χώρο και τοποθετούνται σε σειράδια, σε διαμήκη κανάλια ή σε τάφρους, Εικόνα 1.1.2.1-5. Μετά από παραμονή 4 έως 7 εβδομάδες, υπό ελεγχόμενες συνθήκες υγρασίας και αερισμού με μηχανική ανάδευση, επιτυγχάνεται διάσπαση των οργανικών και με αυτό τον τρόπο βιοσταθεροποίηση του προϊόντος.
- *Ωρίμανση*, συνήθως σε στεγασμένο χώρο, όπου το προϊόν τοποθετείται σε σειράδια για τριάντα τουλάχιστον μέρες για περαιτέρω βιολογική σταθεροποίηση, Εικόνα 1.1.2.1-6.



Εικόνα 1.1.2.1-5 Τάφρος βιοαποικοδόμησης οργανικών με περιστρεφόμενους κοχλιωτούς αναδευτήρες εργοστασίου αερόβιας ΜΒΕ Χανίων.



Εικόνα 1.1.2.1-6 Σειράδια ωρίμανσης κομπόστ στο εργοστάσιο αερόβιας ΜΒΕ Χανίων.

- *Εξευγενισμό*, όπου το κομπόστ, αφού κοσκινιστεί, διέρχεται μέσω συστήματος αεροδιαχωρισμού και βαλλιστικού διαχωρισμού για την απομάκρυνση προσμίξεων όπως γυαλί, σκληρά πλαστικά κ.α..

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδες ανάκτησης υλικών, cRDF ή dRDF ανέρχεται σε περίπου 25,0 kWh, 21,5 kWh και 55,5 kWh ανά τόνο ΑΣΑ αντίστοιχα. Επιπλέον, στην περίπτωση του dRDF, απαιτείται θερμότητα για ξήρανση 0,4 MJ ανά kg ΑΣΑ [12]. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμων από μονάδες αερόβιας κομποστοποίησης κυμαίνεται από 18 kWh (για τη μέθοδο με σειράδια) έως 50 kWh ανά τόνο οργανικού υλικού τροφοδοσίας [12]. Η κατώτερη θερμογόνος δύναμη του παραγόμενου RDF είναι περίπου 18 MJ/kg.

Από τα παραπάνω δεδομένα και από τα ισοζύγια μάζας κάθε επιμέρους ολοκληρωμένης εγκατάστασης αερόβιας ΜΒΕ, μπορεί εύκολα να εκτιμηθεί η κατανάλωση και η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Για παράδειγμα:

- Για εγκαταστάσεις σαν της Εικόνας 1.1.2.1-1 με ανάκτηση υλικών και κομποστοποίηση σε σειράδια, η κατανάλωση ανέρχεται σε 34 kWh ανά τόνο ΑΣΑ [3].
- Για εγκαταστάσεις σαν της Εικόνας 1.1.2.1-2 με ανάκτηση dDRF και κομποστοποίηση σε σειράδια, η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (από αξιοποίηση του dRDF σε μονάδα στοιχειομετρικής καύσης με θερμική απόδοση λέβητα 80% και ηλεκτρική απόδοση 30%) ανέρχεται σε 399 kWh ανά τόνο ΑΣΑ. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (συμπεριλαμβανομένης και της μονάδας στοιχειομετρικής καύσης) είναι 116 kWh ανά τόνο ΑΣΑ και επομένως η περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να διατεθεί σε τρίτους ανέρχεται σε περίπου 283 kWh ανά τόνο ΑΣΑ [3].

1.1.2.2 Προϊόντα και δυνατότητες διάθεσης

Από τις εγκαταστάσεις μηχανικής επεξεργασίας και κομποστοποίησης είναι δυνατόν να παραχθούν, ανάλογα και με το σχεδιασμό, τα ακόλουθα προϊόντα:

Ανακυκλώσιμα Υλικά

Τα υλικά που μπορεί να ανακτηθούν είναι χαρτί, χαρτόνι, πλαστικό, γυαλί, σιδηρούχα μέταλλα και αλουμίνιο. Αυτά, με εξαίρεση το γυαλί, συμπιέζονται και δεματοποιούνται. Η ποιότητα των ανακυκλώσιμων υλικών, ιδίως του χαρτιού που ανακτώνται από σύμμεικτα ΑΣΑ εξαρτάται από το σύστημα συλλογής και μεταφοράς, αλλά και από το σχεδιασμό της μονάδας ανάκτησης. Μεγάλες ποσότητες εμπεριεχομένων οργανικών και άλλων προσμίξεων δυσχεραίνει τη διάθεση.

Εδαφοβελτιωτικό Υλικό (Κομπόστ)

Σε επεξεργασμένη μορφή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό σε καλλιέργειες, υπό την προϋπόθεση ότι η ποιότητά του εκπληρώνει τα επερχόμενα αυστηρά όρια ποιότητας σε ότι αφορά κυρίως τις συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων. Το κομπόστ που προέρχεται από την επεξεργασία σύμμεικτων ΑΣΑ, σε αντίθεση με αυτό που προκύπτει από την επεξεργασία του προδιαλεγμένου στην πηγή οργανικού κλάσματος, είναι δυνατόν να μην εκπληρώνει τις απαιτήσεις ποιότητας για γεωργική χρήση. Τούτο όμως εξαρτάται από την απόδοση των προγραμμάτων ανακύκλωσης τοξικών υλικών στην πηγή, κυρίως μπαταριών, αλλά και από την ικανότητα της παραγωγικής διαδικασίας να διαχωρίζει τα ανεπιθύμητα υλικά.

Σε κάθε περίπτωση, παραμένει η δυνατότητα ελεγχόμενης χρήσης του αδρομερούς κομπόστ για α-

ποκατάσταση διαταραγμένων εδαφών (περιοχές λιγνιτωρυχείων, μεταλλείων, νταμαριών κτλ.), αλλά και ως υλικό κάλυψης Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ). Οι ανάγκες για τις χρήσεις αυτές είναι μεγάλες στη χώρα μας και επομένως δεν προβλέπεται να υπάρξει πρόβλημα αξιοποίησης των παραγομένων ποσοτήτων αδρομερούς κομποστό. Για τις χρήσεις αυτές δεν απαιτείται εξευγενισμός του κομποστό και επομένως δεν προκύπτουν άχρηστα από τη διαδικασία αυτή. Τούτο μειώνει τις συνολικές ποσότητες των προς διάθεση αχρήστων από την αερόβια ΜΒΕ κατά 50% περίπου σε σχέση με τις ποσότητες που αναφέρονται στα διαγράμματα των Εικόνων 1.1.2.1-1 και 1.1.2.1-2.

RDF

Θερμική αξιοποίηση σε εργοστάσια συμβατικής (στοιχειομετρικής) καύσης ΑΣΑ

Το RDF, καύσιμο υλικό που απαρτίζεται κυρίως από χαρτί, χαρτόνι και πλαστικά, μπορεί να αξιοποιηθεί σε μονάδες στοιχειομετρικής καύσης ΑΣΑ. Υπό μορφή cRDF είναι κατάλληλο για τοπικές μονάδες καύσης με ρευστοποιημένη κλίνη. Υπό μορφή dRDF είναι κατάλληλο για μεταφορά και χρήση, τόσο σε μονάδες με εσχάρες, όσο και σε μονάδες με ρευστοποιημένη κλίνη. Η μεγαλύτερη θερμογόνο δύναμη και η σταθερότερη σύσταση του RDF σε σχέση με τα ΑΣΑ επιτρέπει αποδοτικότερη λειτουργία του λέβητα και επομένως υψηλότερο συντελεστή μετατροπής σε ηλεκτρική ενέργεια. Παρόλα αυτά, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι μικρότερη από την απ' ευθείας στοιχειομετρική καύση των ΑΣΑ (βλέπε ενότητα 1.1.2.1) και το συνολικό κόστος επεξεργασίας ενδέχεται να είναι μεγαλύτερο (βλέπε ενότητα 1.3.1 παρακάτω), δίχως να υφίστανται εμφανή περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα.

Θερμική αξιοποίηση σε ατμολέβητες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Η αντικατάσταση μέρους των συμβατικών καυσίμων με RDF ή SRF (καύσιμο που παράγεται από τις μονάδες βιολογικής ξήρανσης, ενότητα 1.1.4.2) παρουσιάζει πληθώρα τεχνικών προβλημάτων, τα οποία προκαλούνται από την παρουσία ευτήκτων υλικών, τοξικών και πλαστικών. Τα προβλήματα περιλαμβάνουν αυξημένες δυσλειτουργίες, διάβρωση και βλάβες του εξοπλισμού, δυσκολίες διάθεσης της τέφρας λόγω του εμπλουτισμού της σε τοξικά, ανάγκη χρήσης νέων δαπανηρών συστημάτων ελέγχου των εκπομπών κτλ. [11]. Σε κάθε περίπτωση, για λειτουργικούς και μόνο λόγους (διάβρωση, αύξηση του όγκου και της υγρασίας των απαερίων στο λέβητα κτλ.), το RDF (ή/και το SRF) δεν μπορεί να υπερβαίνει το 5 έως 10% του συμβατικού καυσίμου και αυτό μειώνει το οικονομικό κίνητρο για την αντιμετώπιση των προβλημάτων. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η πολύ μικρή χρήση RDF και SRF σε λέβητες σήμερα και η πρόβλεψη ότι η κατάσταση αυτή δεν πρόκειται να μεταβληθεί στο μέλλον [11].

Θερμική αξιοποίηση σε κλιβάνους τσιμεντοβιομηχανίας

Η χρήση του RDF (ή/και του SRF) σε κλιβάνους της τσιμεντοβιομηχανίας δημιουργεί λιγότερα τεχνικά και περιβαλλοντικά προβλήματα σε σύγκριση με τους λέβητες. Για λόγους όμως λειτουργικούς και για αποφυγή υπερβολικής υποβάθμισης της ποιότητας του προϊόντος, το ποσοστό των συμβατικών καυσίμων που μπορεί να υποκατασταθεί από βιοκαύσιμα είναι περιορισμένο. Ως εκ τούτου, οι πραγματικές δυνατότητες χρήσης των RDF και SRF στη βιομηχανία τσιμέντου είναι περιορισμένες. Όπως έδειξαν τα αποτελέσματα εκτενούς έρευνας στην Αγγλία, η τσιμεντοβιομηχανία της χώρας, με ετήσια παραγωγή τσιμέντου 13.500.000 τόνων, θα μπορούσε να απορροφήσει περί τους 125.000 έως 250.000 τόνους RDF ή/και SRF το χρόνο και σε καμία περίπτωση περισσότερους από 500.000 τ/έτος [11]. Παρόμοια πρέπει να είναι και η δυνατότητα της ελληνικής τσιμεντοβιομηχανίας, η οποία παράγει περίπου 13.000.000 τόνους τσιμέντο ετησίως. Όμως, η αξιοποίηση έστω και των περιορισμένων αυτών ποσοτήτων δεν είναι εξασφαλισμένη, διότι η τσιμεντοβιομηχανία προτιμά τη χρήση βιοκαυσίμων και υλικών όπως παλαιά ελαστικά, τα οποία έχουν μεγαλύτερο θερμικό περιεχόμενο από το RDF ή/και το SRF και είναι απαλλαγμένα από ανεπιθύμητα συστατικά.

Θερμική αξιοποίηση σε εγκαταστάσεις αεριοποίησης

Το RDF, όπως και το SRF (βλέπε ενότητα 1.1.4.2), αποτελούν καταλληλότερη πρώτη ύλη από ότι τα ΑΣΑ για χρήση σε μονάδες αεριοποίησης. Πλην όμως, η αεριοποίηση του RDF και του SRF δεν έχει ακόμα επιτευχθεί σε βιομηχανική κλίμακα (βλέπε ενότητα 1.2.3.3).

1.1.2.3 Μονάδες σε λειτουργία στην Ε.Ε.

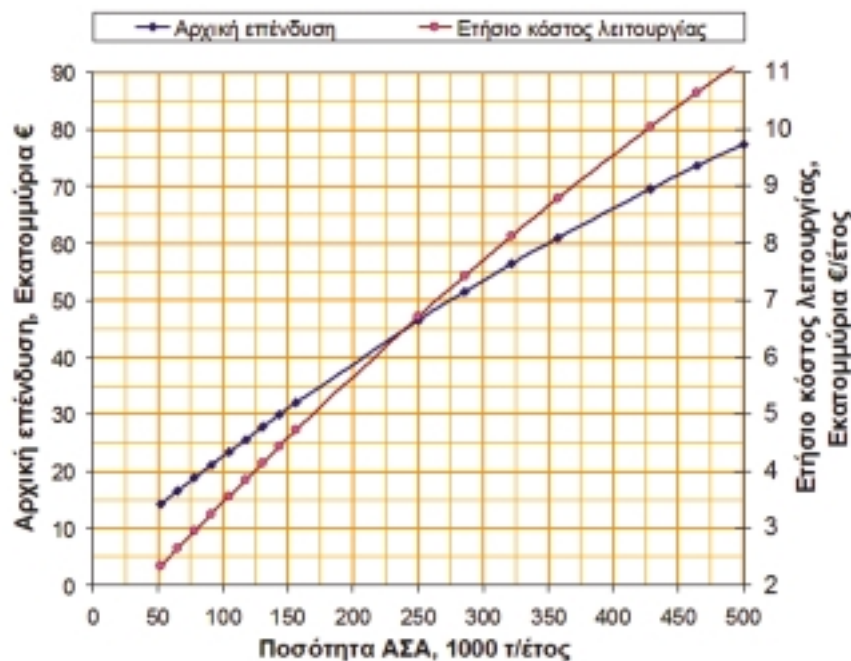
Από τα 80 εργοστάσια ΜΒΕ, τα οποία λειτουργούσαν στην Ε.Ε. στα τέλη του 2004, τα 44 (55%) χρησιμοποιούσαν τη μέθοδο της αερόβιας ΜΒΕ. Η συνολική δυναμικότητα των παραπάνω εργοστασίων ανερχόταν σε 4.900.000 τ/έτος και αντιστοιχούσε στο 57,5% της δυναμικότητας όλων των εργοστασίων ΜΒΕ [11].

Οι οίκοι που έχουν κατασκευάσει επιτυχώς μονάδες με παραλλαγές αυτής της τεχνολογίας είναι τουλάχιστον 12 και αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία, π.χ. [11].

1.1.2.4 Στοιχεία κόστους κατασκευής και λειτουργίας

Για εγκαταστάσεις επεξεργασίας με διάγραμμα παραγωγικής διαδικασίας παρόμοιο με αυτό της Εικόνας 1.1.2.1-3 μπορεί να υπολογιστεί αναλυτικά η αρχική επένδυση και το ετήσιο κόστος λειτουργίας από υπολογιστικό μοντέλο ως συνάρτηση της σύνθεσης των ΑΣΑ, της επιθυμητής ανάκτησης υλικών και της ποσότητας των προς επεξεργασία απορριμμάτων [1].

Για ΑΣΑ με την τυπική σύνθεση των απορριμμάτων της Ελλάδας, το παραπάνω μοντέλο έδωσε εκτιμήσεις αρχικής επένδυσης και ετήσιου κόστους λειτουργίας οι οποίες παρουσιάζονται στο διάγραμμα της Εικόνας 1.1.2.4-1.



Εικόνα 1.1.2.4-1 Αρχική επένδυση και ετήσιο κόστος λειτουργίας μονάδων αερόβιας ΜΒΕ [1], [3].

Τα στοιχεία κόστους της Εικόνας 1.1.2.4-1 αναφέρονται σε τιμές 2006 και δεν περιλαμβάνουν τα

έσοδα πώλησης και έξοδα μεταφοράς ανακτώμενων υλικών και προϊόντων, ούτε το κόστος της τελικής διάθεσης των υπολειμμάτων.

Για τον υπολογισμό της πραγματικής ετήσιας ποσότητας των ΑΣΑ που μπορούν να υποστούν επεξεργασία γίνεται η παραδοχή, όπως και για τις υπόλοιπες τεχνολογίες ΜΒΕ, ότι η εγκατάσταση λειτουργεί με πλήρη δυναμικότητα 260 μέρες το χρόνο. Τούτο προκύπτει από την υπόθεση πενήτημερης εβδομαδιαίας λειτουργίας της εγκατάστασης και προγραμματισμένη συντήρηση του εξοπλισμού τα Σαββατοκύριακα.

Το διάγραμμα της Εικόνας 1.1.2.4-1 ισχύει για εγκαταστάσεις αερόβιας ΜΒΕ με ανάκτηση υλικών και ευρίσκεται σε λογική συμφωνία με στοιχεία κόστους από την πρόσφατη διεθνή βιβλιογραφία π.χ. [7], [8], καθώς και με το κόστος κατασκευής του εργοστασίου αερόβιας ΜΒΕ Χανίων [1]. Πέραν τούτου, πιστεύεται ότι θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί προσεγγιστικά και για εγκαταστάσεις αερόβιας ΜΒΕ με ανάκτηση RDF. Οι προβλέψεις του βρίσκονται σε καλή συμφωνία με τα στοιχεία αρχικής επένδυσης του εργοστασίου αερόβιας ΜΒΕ με ανάκτηση RDF των Α. Λιοσίων [1].

1.1.3 Αναερόβια Μηχανική - Βιολογική Επεξεργασία

1.1.3.1 Περιγραφή τεχνολογίας

Ο σχεδιασμός των εγκαταστάσεων αναερόβιας ΜΒΕ εξαρτάται από τον τύπο και τη σύνθεση των υλικών τροφοδοσίας, τα επιθυμούμενα προϊόντα ανάκτησης και την τεχνογνωσία του κατασκευαστή. Η Εικόνα 1.1.3.1-1 παρουσιάζει το διάγραμμα ροής μιας τυπικής εγκατάστασης, η οποία περιλαμβάνει μονάδα ανάκτησης ανακυκλώσιμων υλικών (χαρτιού, πλαστικών και μετάλλων), ακολουθούμενη από μονάδα «ξηρής» αναερόβιας χώνευσης (βλέπε παρακάτω) του οργανικού κλάσματος.



Εικόνα 1.1.3.1-1 Διάγραμμα ροής και ισοζύγιο μάζας τυπικής εγκατάστασης αναερόβιας ΜΒΕ με ανάκτηση υλικών [3].

Αντί μονάδας ανάκτησης υλικών μπορεί να υπάρχει μονάδα ανάκτησης RDF, όπως και στην περίπτωση της αερόβιας ΜΒΕ. Μπορεί επίσης να υπάρχει και σύστημα προσθήκης βιολογικής ιλύος ή/και γεωργικών και βιομηχανικών αποβλήτων σε ορισμένες αναλογίες για συνεπεξεργασία με το οργανικό κλάσμα των ΑΣΑ.

Η αναερόβια χώνευση του οργανικού κλάσματος γίνεται σε κλειστούς μεσοφιλικούς (30 - 40 °C) ή θερμοφιλικούς (50 - 65 °C) βιοαντιδραστήρες, κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες, με στόχο την ανάκτηση ενέργειας σε μορφή μεθανίου, τη μείωση του όγκου των ΑΣΑ και τη βιολογική σταθερο-

ποίησή τους. Οι συνηθέστερες μέθοδοι χώνευσης είναι οι ακόλουθες:

«Υγρή» αναερόβια χώνευση.

Το υγρό τροφοδοσίας περιλαμβάνει ολικά στερεά 3 έως 8%. Για να επιτευχθεί τόσο μεγάλη αραίωση απαιτείται προσθήκη και θέρμανση μεγάλων ποσοτήτων νερού, οι οποίες πρέπει να αφαιρεθούν μετά τη χώνευση.

Στην απλούστερη περίπτωση, η χώνευση γίνεται σε μονοβάθμιο μεσοφιλικό αντιδραστήρα, που όμως παρουσιάζει σοβαρά λειτουργικά προβλήματα. Για την επίλυση των προβλημάτων αυτών αναπτύχθηκε η χρήση δύο εν σειρά αντιδραστήρων, στον πρώτο από τους οποίους τα οργανικά υδρολύονται και διασπώνται σε οξέα ενώ στο δεύτερο επιτυγχάνεται η μεθανογέννηση. Ο συνολικός υδραυλικός χρόνος παραμονής είναι 5 έως 8 μέρες.

«Ξηρή» αναερόβια χώνευση.

Στη μέθοδο αυτή το υλικό τροφοδοσίας περιέχει τουλάχιστον 25% στερεά και η χώνευσή του γίνεται σε μονοβάθμιους μεσοφιλικούς ή θερμοφιλικούς αντιδραστήρες συνεχούς ή περιοδικής λειτουργίας. Ο χρόνος παραμονής κυμαίνεται από 12 έως 18 μέρες.

Το μερικώς βιοσταθεροποιημένο προϊόν της χώνευσης μπορεί να διατεθεί απ' ευθείας σε ΧΥΤΑ. Εναλλακτικά και προκειμένου να αξιοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό υλικό, ή/και ως υλικό αποκατάστασης εδαφών ή κάλυψης ΧΥΤΑ, το προϊόν της χώνευσης μπορεί να υποστεί ωρίμανση και ραφινάρισμα, μια μακροχρόνια διαδικασία που στοχεύει στη μείωση της υγρασίας, στην απελευθέρωση του εγκλωβισμένου μεθανίου, στην εξάλειψη των φυτοτοξικών ουσιών και στην περαιτέρω αερόβια σταθεροποίηση του προϊόντος. Η διαδικασία αυτή μπορεί να επιταχυνθεί με ενεργό αερισμό της αποθηκευμένης μάζας. Για την αρχική μείωση της υγρασίας του προϊόντος της «υγρής» χώνευσης χρησιμοποιούνται παχυντές βαρύτητας και συστήματα φυγοκέντρησης. Σε κάθε περίπτωση, το προϊόν της ωρίμανσης περιέχει αυξημένη υγρασία, μεγαλύτερη από 50%, η οποία δεν επιτρέπει την ενσάκνωση ή έστω την παρατεταμένη αποθήκευσή του. Για μείωση της υγρασίας στο επίπεδο του 35% έως 45% που απαιτείται από τη Γερμανική νομοθεσία για ενσάκνωση και αποθήκευση αντίστοιχα, γίνεται χρήση φιλτροπρεσών και για ακόμα μεγαλύτερη ξήρανση γίνεται χρήση θερμών απερίων. Το υγρό κλάσμα που προκύπτει ανακυκλοφορεί μερικώς για ρύθμιση της υγρασίας στα εισερχόμενα απορρίμματα, ενώ το πλεόνασμα διατίθεται ως υγρό απόβλητο μετά από προχωρημένη επεξεργασία, λόγω των αυξημένων συγκεντρώσεων ρύπων που περιέχει.

Η επεξεργασία του βιοαερίου περιλαμβάνει απομάκρυνση του υδρόθειου και της περιεχόμενης υγρασίας. Συχνά αφαιρείται και η αμμωνία. Επιπλέον διαχωρισμός και αφαίρεση του CO₂ βελτιώνει τα χαρακτηριστικά του βιοαερίου σε επίπεδα φυσικού αερίου δικτύου. Το βιοαέριο αποθηκεύεται προσωρινά και χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Μέρος της παραγόμενης ενέργειας χρησιμοποιείται για τη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας στον αντιδραστήρα και για τις υπόλοιπες ενεργειακές ανάγκες της εγκατάστασης. Η περίσσεια ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να διατεθεί σε δραστηριότητες εκτός εγκατάστασης.

Όπως και στην περίπτωση της αερόβιας ΜΒΕ, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδες ανάκτησης ανακυκλώσιμων υλικών, cRDF ή dRDF ανέρχεται σε περίπου 25,0 kWh, 21,5 kWh και 55,5 kWh ανά τόνο ΑΣΑ αντίστοιχα [12]. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμων από μονάδες αναερόβιας χώνευσης είναι της τάξης των 50 με 54 kWh ανά τόνο οργανικού υλικού τροφοδοσίας [12]. Το παραγόμενο βιοαέριο περιλαμβάνει 55% με 60% μεθάνιο κατ' όγκο, η κατώτερη θερμογόνο δύναμη του οποίου είναι 37,75 MJ/Nm³.

Από τα παραπάνω δεδομένα και από τα ισοζύγια μάζας κάθε επιμέρους ολοκληρωμένης εγκατάστασης αναερόβιας ΜΒΕ, μπορεί εύκολα να εκτιμηθεί η κατανάλωση και η δυνατότητα παρα-

γωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Για παράδειγμα, μια εγκατάσταση, σαν αυτή της Εικόνας 1.1.3.1-1, έχει δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (από αξιοποίηση του παραγόμενου βιοαερίου σε μηχανή αερίου με απόδοση 35%) 119 kWh ανά τόνο ΑΣΑ. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται σε 54 kWh ανά τόνο ΑΣΑ και επομένως η δυνατότητα διάθεσης περίσσειας ηλεκτρικής ενέργειας σε τρίτους είναι 65 kWh ανά τόνο ΑΣΑ [3].

1.1.3.2 Προϊόντα και δυνατότητες διάθεσης

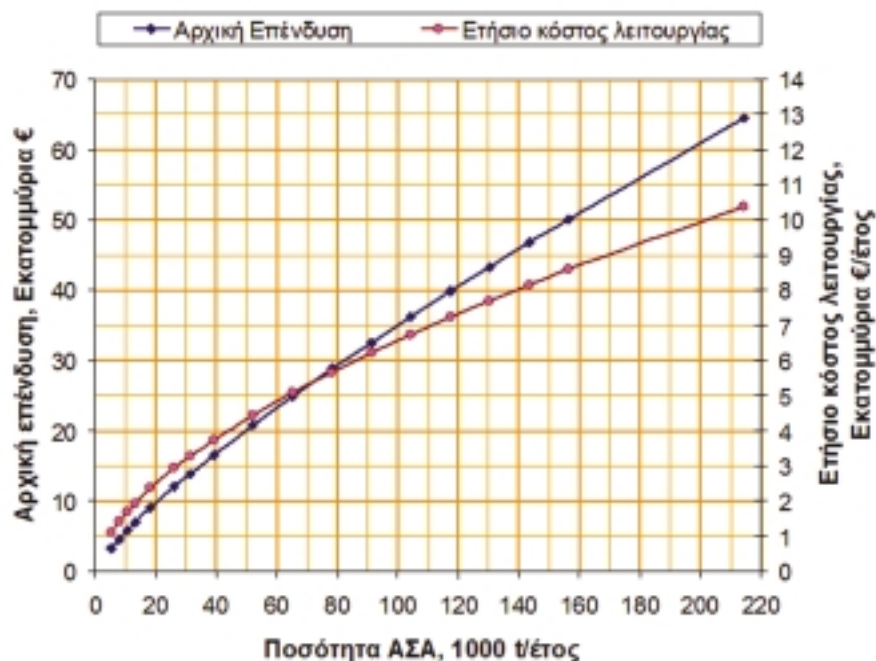
Για τα ανακυκλώσιμα υλικά (χαρτί, χαρτόνι, πλαστικά, γυαλί, σιδηρούχα και αλουμίνιο), το RDF, αλλά και για το βιοσταθεροποιημένο υλικό που παράγεται μετά από ωρίμανση και ραφινάρισμα, οι δυνατότητες διάθεσης είναι παρόμοιες με αυτές που αναφέρονται στην ενότητα 1.1.2.2 παραπάνω.

1.1.3.3 Μονάδες σε λειτουργία στην Ε.Ε.

Περίπου το ένα τρίτο από τα 80 εργοστάσια μηχανικής - βιολογικής επεξεργασίας που λειτουργούσαν το 2004 στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) περιλάμβανε παραγωγή βιοαερίου με αναερόβια χώνευση, τουλάχιστον σε κάποιο βαθμό. Η συνολική δυναμικότητα των παραπάνω εργοστασίων ανερχόταν σε 2.450.000 τ/έτος και αντιστοιχούσε στο 28,8% της δυναμικότητας όλων των εργοστασίων Μηχανικής και Βιολογικής Επεξεργασίας. Οι οίκοι που έχουν κατασκευάσει επιτυχώς μονάδες με παραλλαγές αυτής της τεχνολογίας είναι τουλάχιστον 12 και αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία, π.χ. [11].

1.1.3.4 Στοιχεία κόστους κατασκευής και λειτουργίας

Το ύψος της αρχικής επένδυσης και το ετήσιο κόστος λειτουργίας μονάδων αναερόβιας ΜΒΕ μπορούν να εκτιμηθούν από συναρτήσεις κόστους που δίδονται στη βιβλιογραφία [14]. Οι συναρτήσεις αυτές προέρχονται από στατιστική ανάλυση στοιχείων κόστους μονάδων αναερόβιας ΜΒΕ που λειτουργούν στην Ε.Ε., η ακρίβεια των προβλέψεών τους όμως δεν είναι γνωστή.



Εικόνα 1.1.3.4-1 Αρχική επένδυση και ετήσιο κόστος λειτουργίας μονάδων αναερόβιας ΜΒΕ [14].

Το διάγραμμα της Εικόνας 1.1.3.4-1 βασίζεται στα παραπάνω στοιχεία και στην παραδοχή, όπως και για τις υπόλοιπες τεχνολογίες ΜΒΕ, ότι η πραγματική ετήσια ποσότητα των ΑΣΑ που μπορούν να υποστούν επεξεργασία προκύπτει από λειτουργία της εγκατάστασης με πλήρη δυναμικότητα για 260 μέρες το χρόνο.

Τα στοιχεία κόστους της Εικόνας 1.1.3.4-1 αναφέρονται σε τιμές 2006 και δεν περιλαμβάνουν τα έσοδα πώλησης και έξοδα μεταφοράς ανακτώμενων υλικών και προϊόντων, ούτε το κόστος της τελικής διάθεσης των υπολειμμάτων.

1.1.4 Βιολογική Ξήρανση

1.1.4.1 Περιγραφή τεχνολογίας

Η βιολογική ξήρανση αποτελεί μέθοδο προεπεξεργασίας και έχει ως βασικό σκοπό την αναβάθμιση των ΑΣΑ, έτσι ώστε να καταστούν καταλληλότερα για θερμική αξιοποίηση. Ποιο συγκεκριμένα, επειδή τα ΑΣΑ περιέχουν αυξημένη υγρασία και το θερμικό τους περιεχόμενο είναι χαμηλό, με τη βιολογική ξήρανση επιδιώκεται:

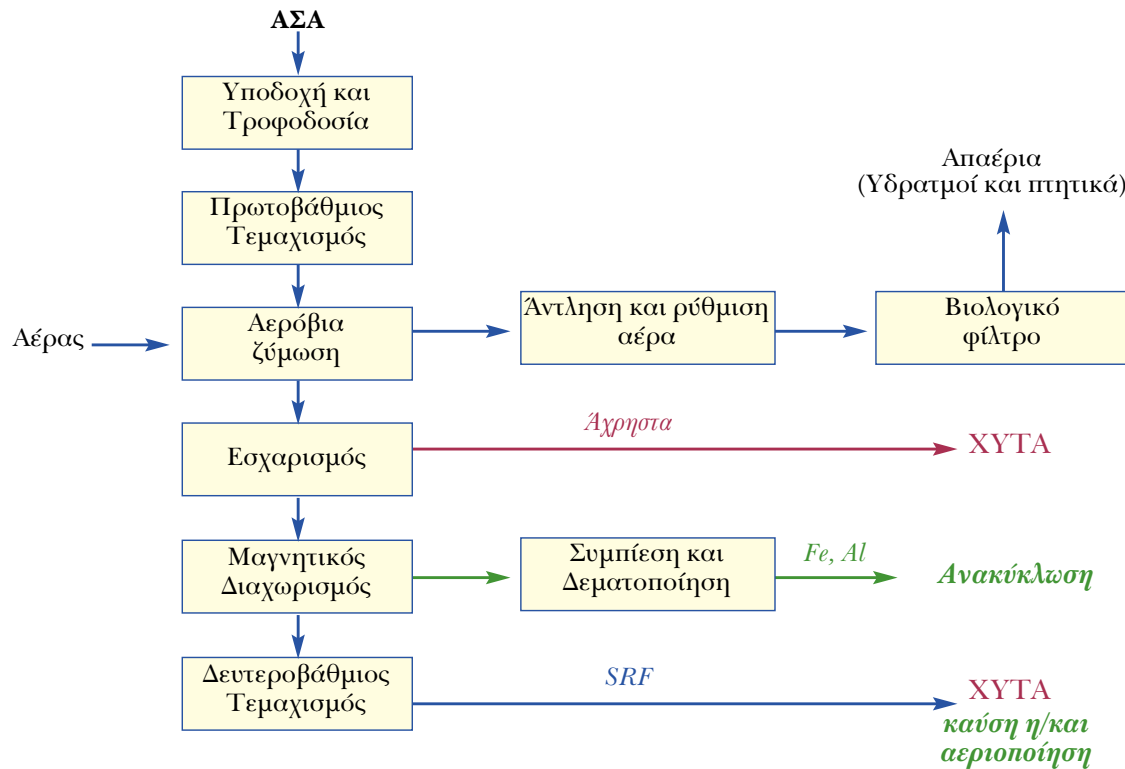
- Μείωση της υγρασίας των ΑΣΑ στο 12 - 15% κατά βάρος
- Διαχωρισμός ανακυκλώσιμων σιδηρούχων μετάλλων και αλουμινίου
- Παραγωγή **SRF** (Solid Recovered Fuel), ενός υλικού κατάλληλου για θερμική αξιοποίηση, με κατώτερη θερμογόνο δύναμη περίπου 15 MJ/kg.

Η ξήρανση επιτυγχάνεται με την ενέργεια που παράγει η αερόβια αποδόμηση ενός περιορισμένου ποσοστού από τα οργανικά υλικά των ΑΣΑ. Η Εικόνα 1.1.4.1-1 παρουσιάζει το διάγραμμα ροής μιας εγκατάστασης βιολογικής ξήρανσης, με τυπικό ισοζύγιο μάζας [11].



Εικόνα 1.1.4.1-1 Διάγραμμα ροής και ισοζύγιο μάζας τυπικής εγκατάστασης βιολογικής ξήρανσης [11].

Η Εικόνα 1.1.4.1-2 παρουσιάζει το διάγραμμα της παραγωγικής διαδικασίας μιας τυπικής εγκατάστασης βιολογικής ξήρανσης.



Εικόνα 1.1.4.1-2 Διάγραμμα παραγωγικής διαδικασίας τυπικής εγκατάστασης βιολογικής ξήρανσης.

Σύμφωνα με το διάγραμμα της Εικόνας 1.1.4.1-2, η επεξεργασία περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

- Χώρο υποδοχής προσωρινής αποθήκευσης και τροφοδοσίας.
- Πρωτοβάθμιο λειοτεμαχισμό των εισερχόμενων ΑΣΑ.
- Βιολογική ξήρανση σε βιοαντιδραστήρα όπου μεταφέρονται τα λειοτεμαχισμένα ΑΣΑ, τοποθετούνται σε σειράδια και παραμένουν, ανάλογα με την τεχνολογία, για 5 - 7 μέρες ή για περίπου 15 μέρες. Οι μικροοργανισμοί αποδομούν μέρος του ευκολότερα διασπάσιμου οργανικού κλάσματος και αυξάνουν τη θερμοκρασία των απορριμμάτων στους 55°C. Αέρας αναρροφάται μέσω των σειραδίων από αγωγούς που βρίσκονται στο δάπεδο, κορέννεται με υγρασία και στη συνέχεια, μέσω βιολογικών φίλτρων, εκλύεται στην ατμόσφαιρα. Για την επιτυχή έκβαση της διαδικασίας απαιτείται στενός έλεγχος, καθώς οι βιολογικές διεργασίες επιβραδύνονται σημαντικά με τη μείωση της υγρασίας των απορριμμάτων. Για το σκοπό αυτό, η διαδικασία της ξήρανσης παρακολουθείται ηλεκτρονικά, έτσι ώστε να γίνονται οι αναγκαίες ρυθμίσεις στην κυκλοφορία και ανακυκλοφορία του αέρα, δίχως την παρουσία χειριστών στο χώρο της βιοαποικοδόμησης.
- Εξευγενισμό SRF, όπου το ξηρό υλικό διέρχεται από κόσκινα για να απαλλαγεί από τα άχρηστα υλικά, περνάει από μαγνητικούς διαχωριστές για ανάκτηση μετάλλων και το υπόλειμμα υποβάλλεται σε δευτεροβάθμιο τεμαχισμό.

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδες βιολογικής ξήρανσης ανέρχεται σε 140 kWh ανά τόνο ΑΣΑ [16], [17]. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι το SRF έχει κατώτερη θερμογόνο δύναμη μεταξύ 15 και 17,5 MJ/kg [11]. Για απορρίμματα σαν αυτά που παράγονται στην Ελλάδα, με κατώτερη θερμογόνο δύναμη 8 MJ/kg και για επεξεργασία με ισοζύγιο μάζας σαν αυτό της Εικόνας 1.1.4.1-1, το ισοζύγιο ενέργειας ορίζει ότι η κατώτερη θερμογόνος δύναμη του SRF δεν μπορεί να υπερβαίνει τα $8 \cdot (1000/550) = 14,5$ MJ/kg.

Από τα παραπάνω δεδομένα και από τα ισοζύγια μάζας κάθε επιμέρους ολοκληρωμένης εγκατάστασης βιολογικής ξήρανσης, μπορεί εύκολα να εκτιμηθεί η κατανάλωση και η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Για παράδειγμα, για μια εγκατάσταση με ισοζύγιο μάζας, σαν αυτό της Εικόνας 1.1.4.1-1, η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (από αξιοποίηση του SRF σε μονάδα στοιχειομετρικής καύσης με θερμική απόδοση λέβητα 80% και ηλεκτρική απόδοση 35%) ανέρχεται σε 622 kWh ανά τόνο ΑΣΑ. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (συμπεριλαμβανομένης και της μονάδας στοιχειομετρικής καύσης) εκτιμάται σε 210 kWh ανά τόνο ΑΣΑ και επομένως η περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να διατεθεί σε τρίτους ανέρχεται σε περίπου 412 kWh ανά τόνο ΑΣΑ [3].

1.1.4.2 Προϊόντα και δυνατότητες διάθεσης

Από τις εγκαταστάσεις βιολογικής ξήρανσης είναι δυνατόν να παραχθούν τα ακόλουθα προϊόντα:

Σιδηρούχα υλικά και αλουμίνιο

Τα ανακτώμενα υλικά δύνανται να διατεθούν στην αγορά.

SRF

Θερμική αξιοποίηση σε εργοστάσια στοιχειομετρικής καύσης απορριμμάτων

Η βιολογική ξήρανση των ΑΣΑ για παραγωγή SRF και η χρήση του SRF σε μονάδες στοιχειομετρικής καύσης απορριμμάτων αναφέρεται ως δαπανηρότερη από την απ' ευθείας στοιχειομετρική καύση των ΑΣΑ [11]. Στο ίδιο συμπέρασμα οδηγούν τα συγκριτικά στοιχεία κόστους της ενότητας 1.3.1 παρακάτω, δίχως να προκύπτουν εμφανή περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα. Επομένως, ο συνδυασμός βιολογικής ξήρανσης και στοιχειομετρικής καύσης του SRF δεν είναι ορθολογικός.

Θερμική αξιοποίηση σε ατμολέβητες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Για τα σοβαρά προβλήματα και τους περιορισμούς χρήσης των RDF και SRF σε λέβητες ισχύουν όσα σχετικά αναφέρονται στην ενότητα 1.1.2.2 παραπάνω.

Θερμική αξιοποίηση σε κλιβάνους τσιμεντοβιομηχανίας

Για τις δυνατότητες και τους περιορισμούς χρήσης των RDF και SRF σε κλιβάνους της βιομηχανίας τσιμέντου ισχύουν όσα σχετικά αναφέρονται στην ενότητα 1.1.2.2 παραπάνω.

Θερμική αξιοποίηση σε εγκαταστάσεις αεριοποίησης

Στόχος των εγκαταστάσεων αεριοποίησης είναι η παραγωγή συνθετικού αερίου καυσίμου (syngas), το οποίο θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η δυνατότητα αυτή παρουσιάζει μεγαλύτερες προοπτικές από την απ' ευθείας χρήση του SRF σε λέβητες και στην τσιμεντοβιομηχανία, πλην όμως, η σχετική τεχνολογία δεν έχει ακόμα αναπτυχθεί (βλέπε ενότητα 1.2.3.3).

Τα παραπάνω συνάδουν με το συμπέρασμα από τη βιβλιογραφία ότι «η θερμική αξιοποίηση του SRF αναμένεται να παραμείνει περιορισμένη και ότι για να διατηρηθεί στα περιορισμένα αυτά επίπεδα προϋπόθεση είναι η παροχή σημαντικών επιδοτήσεων ή άλλων κινήτρων» [11].

Σχετική με τα παραπάνω είναι και η επισήμανση από τη διεθνή βιβλιογραφία, ότι οι ισχυρισμοί των κατασκευαστών μονάδων βιολογικής ξήρανσης για τις δυνατότητες αξιοποίησης του παραγόμενου SRF εντυπωσιάζουν για το πόσο μικρή σχέση έχουν με την πραγματικότητα [11]. Στην Ευρώπη, οι ποσότητες του παραγόμενου SRF περιορίζονται στους 460.000 τ/έτος (βλέπε ενότητα 1.1.4.3) και από αυτές μόλις το 14% αξιοποιείται από την τσιμεντοβιομηχανία, το 19% από μονάδες στοιχειομετρικής καύσης, ενώ το 67% δεν μπορεί να αξιοποιηθεί και διατίθεται σε ΧΥΤΑ [11].

1.1.4.3 Μονάδες σε λειτουργία στην Ε.Ε.

Τα 14 από τα 80 εργοστάσια ΜΒΕ (Μηχανικής - Βιολογικής Επεξεργασίας) που λειτουργούσαν το 2004 ήταν βιολογικής ξήρανσης. Η συνολική δυναμικότητα των παραπάνω εργοστασίων ανερχόταν σε 1.165.000 τ/έτος και αντιστοιχούσε στο 13,7% της δυναμικότητας όλων των εργοστασίων ΜΒΕ [11].

Τα υφιστάμενα εργοστάσια βιολογικής ξήρανσης στην Ε.Ε. μπορούν να επεξεργαστούν περί τους $(260/365) \times 1.165.000 = 830.000$ τ/έτος ΑΣΑ (βλέπε ενότητα 1.1.4.4 παρακάτω) και να παράγουν περί τους $830.000 \times 0,55 = 460.000$ τ/έτος SRF (βλέπε διάγραμμα Εικόνας 1.1.4.1-1).

Οι οίκοι που είχαν κατασκευάσει επιτυχώς μονάδες με παραλλαγές αυτής της τεχνολογίας ήταν, μέχρι το τέλος του 2004, τρεις και αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία, π.χ. [11]. Από αυτούς ο ένας είχε στο ενεργητικό του 7 μονάδες, ο δεύτερος 6 και ο τρίτος μία μικρή μονάδα.

1.1.4.4 Στοιχεία κόστους κατασκευής και λειτουργίας

Τα εργοστάσια βιολογικής ξήρανσης απαρτίζονται από μια ή περισσότερες παράλληλες εγκαταστάσεις επεξεργασίας συγκεκριμένης δυναμικότητας (τυπικά 60.000 με 70.000 τόνους ΑΣΑ ανά έτος). Ο σχεδιασμός αυτός, που βασίζεται σε προσθήκη παράλληλων εγκαταστάσεων επεξεργασίας συγκεκριμένης δυναμικότητας, δεν παρέχει οικονομία κλίμακας (μείωση του κόστους επεξεργασίας ανά τόνο ΑΣΑ όσο μεγαλώνει η δυναμικότητα της μονάδας), όπως συμβαίνει σε άλλες τεχνολογίες.

Δεδομένου ότι ο αριθμός των εγκαταστάσεων βιολογικής ξήρανσης είναι μικρός, τα στοιχεία κόστους που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία είναι περιορισμένα. Ο Πίνακας 1.1.4.4-1 συνοψίζει τα διαθέσιμα βιβλιογραφικά στοιχεία, μετά από προσαρμογή τους σε τιμές 2006. Η εκτίμηση της αρχικής επένδυσης και του λειτουργικού κόστους βασίζονται στην παραδοχή που ισχύει και για τις υπόλοιπες τεχνολογίες ΜΒΕ, ότι η πραγματική ετήσια ποσότητα των ΑΣΑ που μπορούν να υποστούν επεξεργασία προκύπτει από λειτουργία της εγκατάστασης με πλήρη δυναμικότητα για 260 μέρες το χρόνο, δηλαδή από πενήνήμερη εβδομαδιαία λειτουργία με προγραμματισμένη συντήρηση εξοπλισμού τα Σαββατοκύριακα. Υπό αυτές τις συνθήκες, ο μεγαλύτερος κατασκευαστικός οίκος μονάδων βιολογικής ξήρανσης αναφέρει ότι η διαθεσιμότητα των γραμμών παραγωγής κατά τις καθημερινές ανέρχεται σε 95% [11].

Πίνακας 1.1.4.4-1 Στοιχεία αρχικής επένδυσης και κόστους λειτουργίας ή κόστους παραγωγής μονάδων βιολογικής ξήρανσης.

Θέση Εργοστασίου	Δυναμικότητα εργοστασίου τ/έτος	Αρχική επένδυση* €/τ/έτος	Λειτουργικό κόστος* €/τόνο	Κόστος παραγωγής €/τόνο	Αναφορά
Αττική	127.000	586	31,61		[16], [17]
Αγγλία	420.000	573 – 630		80 to 88	[13]
Γερμανία	120.000	292		83	[18]
Γερμανία		290			[11]

* Κόστη ανηγμένα ανά τόνο διαθέσιμων ΑΣΑ προς επεξεργασία.

Για τα στοιχεία του Πίνακα 1.1.4.4-1, θα πρέπει να γίνουν οι ακόλουθες παρατηρήσεις:

- Το ύψος της αρχικής επένδυσης εμφανίζει δύο επίπεδα, το «Α» περί τα 292 €/τ/έτος και το

«B» περί τα 586 €/τ/έτος. Η διαφορά αυτή μπορεί να οφείλεται σε διαφορετικές εκτιμήσεις των βιβλιογραφικών πηγών, πιθανότερα όμως οφείλεται σε διαφορές των υφιστάμενων τεχνολογιών. Τα στοιχεία αρχικής επένδυσης από την τελευταία γραμμή του Πίνακα 1.1.4.4-1 προέρχονται από κατασκευαστικό οίκο, οι εγκαταστάσεις του οποίου παρέχουν μικρό χρόνο παραμονής των απορριμμάτων στα κελιά της βιοξήρανσης και κάνουν χρήση λιγότερο προηγμένων μεθόδων εξευγενισμού του SRF [11].

- Το λειτουργικό κόστος είναι διαθέσιμο μόνο από τις Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.) των υπό ίδρυση μονάδων βιολογικής ξήρανσης στο Γραμματικό και στην Κερατέα [16], [17]. Τούτο, ελλείπει άλλων σχετικών στοιχείων, θα θεωρηθεί τυπικό και θα χρησιμοποιηθεί στην ενότητα 1.3.1 παρακάτω για τον υπολογισμό του κόστους παραγωγής.
- Τα στοιχεία ανηγμένου κόστους παραγωγής δεν έχουν άμεση χρήση διότι είναι άγνωστη η βάση υπολογισμού τους (δεν ορίζεται το ετήσιο κόστος κεφαλαίου και δεν διευκρινίζεται αν περιλαμβάνουν ή όχι χρέωση Φ.Π.Α., έσοδα από πώληση υλικών κτλ.). Χρησιμεύουν όμως για χονδρικό έλεγχο του κόστους παραγωγής, το οποίο εκτιμάται στην ενότητα 1.3.1 από τα διαθέσιμα στοιχεία ύψους αρχικής επένδυσης και κόστους λειτουργίας.

Στα στοιχεία αρχικής επένδυσης και ετήσιου κόστους λειτουργίας του Πίνακα 1.1.4.4-1 δεν περιλαμβάνονται τυχόν έσοδα από την πώληση των ανακτώμενων μετάλλων, αλλά ούτε και τα έξοδα από την τελική διάθεση των ακρήστων και του SRF.

1.2 ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

1.2.1 Εισαγωγή

Από τις τεχνολογίες θερμικής επεξεργασίας των ΑΣΑ, μόνο η στοιχειομετρική (ή συμβατική) καύση είναι διαθέσιμη για δημιουργία εγκαταστάσεων βιομηχανικής κλίμακας. Οι επί δεκαετίες προσπάθειες αεριοποίησης ή πυρόλυσης των ΑΣΑ απέτυχαν λόγω των προβλημάτων που δημιουργεί η πρώτη ύλη. Το ίδιο συμβαίνει και με τις μέχρι σήμερα προσπάθειες αεριοποίησης του SRF, παρότι τούτο αποτελεί καταλληλότερη πρώτη ύλη.

1.2.2 Στοιχειομετρική Καύση

1.2.2.1 Περιγραφή τεχνολογίας

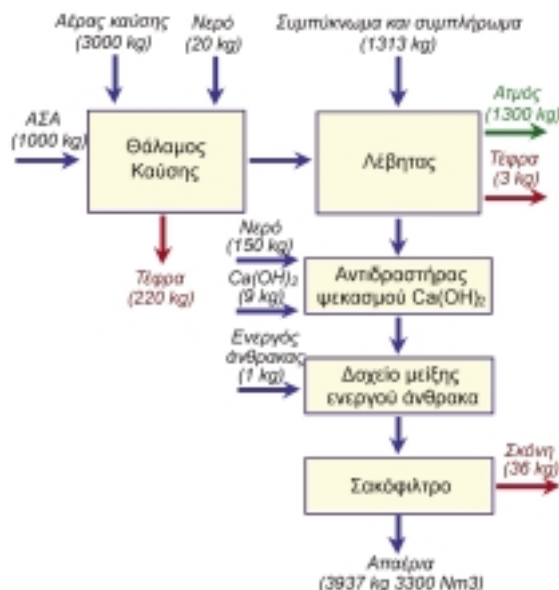
Για την εφαρμογή της καύσης, προϋπόθεση είναι τα ΑΣΑ να έχουν κατώτερη θερμογόνο δύναμη τουλάχιστον 6 MJ/kg σε όλες τις εποχές του έτους και μέση ετήσια κατώτερη θερμογόνο δύναμη τουλάχιστον 7 MJ/kg [10].

Με την καύση των ΑΣΑ επέρχεται οξείδωση των εμπεριεχομένων οργανικών ουσιών. Για τη σωστή καύση απαιτείται η παροχή επαρκούς περίσσειας αέρα, αρκετά μεγαλύτερη από τη στοιχειομετρική αναλογία.

Από τις εγκαταστάσεις καύσης, και ανάλογα με την ποιότητα των ΑΣΑ, παράγονται εκτός από τα τυπικά προϊόντα της καύσης (ατμός, διοξείδιο του άνθρακα, μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου, οξείδια του αζώτου, σωματίδια) και μια σειρά άλλων τοξικών ενώσεων όπως υδροχλώριο, υδροφθόριο, διοξίνες, φουράνια και βαρέα μέταλλα (Hg, Cd, Pb, Zn, Cu, Ni, Cr). Για τον έλεγχο των

τοξικών εκπομπών έχουν θεσπιστεί αυστηρά όρια (Οδηγία 2000/76/ΕΚ και ΚΥΑ 22912/1117/6-6-2005) για την επίτευξη των οποίων απαιτείται η χρήση προηγμένων συστημάτων ελέγχου.

Η Εικόνα 1.2.2.1-1 παρουσιάζει το διάγραμμα ροής μιας τυπικής εγκατάστασης στοιχειομετρικής καύσης και του συστήματος ελέγχου των εκπομπών της.



Εικόνα 1.2.2.1-1 Διάγραμμα ροής και ισοζύγιο μάζας τυπικής εγκατάστασης στοιχειομετρικής καύσης και συστήματος ελέγχου εκπομπών [3].

Σύμφωνα με το διάγραμμα της Εικόνας 1.2.2.1-1, η επεξεργασία περιλαμβάνει τα ακόλουθα επιμέρους συστήματα:

- *Χώρο υποδοχής*, προσωρινής αποθήκευσης και τροφοδοσίας προσαρμοσμένων στους ρυθμούς άφιξης των ΑΣΑ και στη λειτουργίας της εγκατάστασης.
- *Εστία καύσης* με σύστημα εσχάρων ή, σε ειδικές περιπτώσεις, με σύστημα περιστροφικού κλιβάνου ή ρευστοποιημένης κλίνης. Ειδικός καυστήρας με βοηθητικό καύσιμο κάνει την αρχική ανάφλεξη και εξασφαλίζει την ελάχιστη απαιτούμενη θερμοκρασία των απαερίων σε περιπτώσεις που απαιτείται.
- *Λέβητα*, ο οποίος χρησιμοποιεί τα θερμά απαέρια για παραγωγή ατμού. Σύγχρονοι λέβητες λειτουργούν με θερμική απόδοση της τάξης του 80%. Ο ατμός έχει σχετικά χαμηλή πίεση λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών των απαερίων αλλά και των προβλημάτων διάβρωσης, με αποτέλεσμα την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με χαμηλό βαθμό απόδοσης [12]. Η συμπαραγωγή θερμότητας για θέρμανση κτιρίων δεν φαίνεται να έχει πρακτική χρησιμότητα στο μεγαλύτερο μέρος της χώρας μας λόγω του ήπιου κλίματος, της μικρής περιόδου θέρμανσης και του ασύμφορου της δημιουργίας της αναγκαίας σχετικής υποδομής.
- *Σύστημα απομάκρυνσης υπολειμμάτων*, τα οποία παράγονται από την καύση και αντιστοιχούν στο 20-40% του βάρους των εισερχομένων ΑΣΑ. Τα υπολείμματα δημιουργούνται κυρίως στην εσχάρα, απ' όπου, με ειδικό σύστημα, απάγονται και μεταφέρονται για ψύξη. Υπολείμματα δημιουργούνται και στις θερμαντικές επιφάνειες των λέβητων απ' όπου συγκεντρώνονται στις χοάνες κάτω από το λέβητα.
- *Σύστημα ελέγχου εκπομπών*, σαν αυτό που παρουσιάζεται στο διάγραμμα της Εικόνας 1.2.2.1-1 για αποτελεσματικό έλεγχο σωματιδίων, HC, HF, SO₂, διοξινών και βαρέων μετάλλων.

Για ΑΣΑ με κατώτερη θερμογόνο δύναμη της τάξης των 8 MJ/kg (που αντιστοιχεί στη μέση σύνθεση των ΑΣΑ στη χώρα μας), η συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με 24% ολική απόδοση (80% θερμική απόδοση και 30% ηλεκτρική) εκτιμάται σε 520 kWh ανά τόνο ΑΣΑ. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του εργοστασίου ανέρχεται σε περίπου 70 kWh / τόνο ΑΣΑ και επομένως η περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να διατεθεί σε τρίτους είναι της τάξης των 450 kWh / τόνο ΑΣΑ [12].

1.2.2.2 Προϊόντα και δυνατότητες διάθεσης

Βασικό προϊόν των μονάδων καύσης ΑΣΑ είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η διάθεση της οποίας δεν παρουσιάζει πρακτικά προβλήματα.

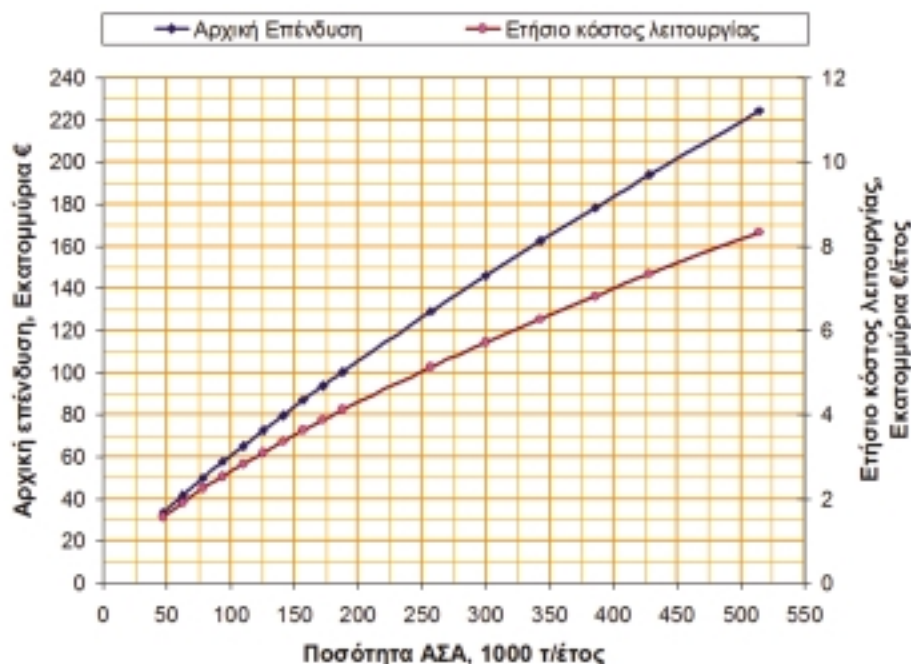
1.2.2.3 Μονάδες σε λειτουργία στην Ε.Ε.

Η τεχνολογία στοιχειομετρικής καύσης είναι η πλέον δοκιμασμένη με πολυπληθείς μονάδες σε λειτουργία και κατασκευαστές στην Ε.Ε. και στον υπόλοιπο κόσμο.

1.2.2.4 Στοιχεία κόστους κατασκευής και λειτουργίας

Το ύψος της αρχικής επένδυσης και το ετήσιο κόστος λειτουργίας μονάδων στοιχειομετρικής καύσης μπορούν να εκτιμηθούν από συναρτήσεις κόστους που δίδονται στη βιβλιογραφία [14]. Οι συναρτήσεις αυτές προέρχονται από στατιστική ανάλυση στοιχείων κόστους μονάδων καύσης που λειτουργούν στην Ε.Ε.

Το διάγραμμα της Εικόνας 1.2.2.4-1 βασίζεται στα παραπάνω στοιχεία και στην παραδοχή ότι η πραγματική ετήσια ποσότητα των ΑΣΑ που μπορούν να υποστούν επεξεργασία προκύπτει από λειτουργία της εγκατάστασης με πλήρη δυναμικότητα για 312 μέρες το χρόνο (έξι μέρες την εβδομάδα). Η ίδια παραδοχή γίνεται και για τις υπόλοιπες τεχνολογίες θερμικής επεξεργασίας.



Εικόνα 1.2.2.4-1 Αρχική επένδυση και ετήσιο κόστος λειτουργίας μονάδων στοιχειομετρικής (συμβατικής) καύσης [3], [4].

Καθηγητής Αλέξανδρος Π. Οικονομόπουλος
Εργαστήριο Διαχείρισης Αερίων, Υγρών και Στερεών Αποβλήτων

Οι εκτιμήσεις από το διάγραμμα της Εικόνας 1.2.2.4-1 ευρίσκονται σε λογική συμφωνία με στοιχειά κόστους προερχόμενα από ανεξάρτητες βιβλιογραφικές πηγές, [9] και [10].

Τα στοιχεία κόστους της Εικόνας 1.1.3.4-1 αναφέρονται σε τιμές 2006 και δεν περιλαμβάνουν τα έξοδα από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας, ούτε και τα έξοδα για την τελική διάθεση των υπολειμμάτων.

1.2.3 Αεριοποίηση

1.2.3.1 Περιγραφή τεχνολογίας

Για την αποφυγή των τοξικών αέριων εκπομπών και στερεών καταλοίπων της στοιχειομετρικής καύσης, εξετάστηκε η δυνατότητα αεριοποίησης των ΑΣΑ, η οποία δημιουργεί μικρότερα περιβαλλοντικά προβλήματα.

Αν και η αεριοποίηση εφαρμόζεται με επιτυχία στη χημική και πετροχημική βιομηχανία εδώ και αρκετές δεκαετίες, η αεριοποίηση των ΑΣΑ παρουσιάζει δυσκολίες, λόγω του χαμηλού θερμικού περιεχομένου τους και των μεταβολών της σύνθεσής τους. Για το λόγο αυτό, οι προσπάθειες επικεντρώνονται τα τελευταία χρόνια στην αεριοποίηση προϊόντων επεξεργασίας των ΑΣΑ, όπως το RDF και το SRF, που έχουν μεγαλύτερο θερμικό περιεχόμενο και σταθερότερες ιδιότητες.

Από έρευνα στην πρόσφατη διεθνή βιβλιογραφία αλλά και στο διαδίκτυο, δεν κατέστη δυνατόν να εντοπιστεί κάποια βιομηχανικής κλίμακας εγκατάσταση αεριοποίησης αμιγούς SRF. Μία εγκατάσταση αεριοποίησης RDF που ιδρύθηκε τη δεκαετία του 1990 στην Greve-en-Chianti της Ιταλίας έκλεισε σύντομα λόγω λειτουργικών προβλημάτων [11]. Ένα εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που τροφοδοτείται εν μέρει από μονάδα αεριοποίησης στο Kymijarvi της Φινλανδίας, αεριοποιεί κυρίως συμβατικά βιοκαύσιμα, στα οποία προστίθεται ένα ποσοστό SRF [11]. Παρά τα σημαντικά προβλήματα που πρέπει να λυθούν για την αεριοποίηση του SRF, οι κατασκευάστριες εταιρείες θέτουν ως προτεραιότητα την ανάπτυξη της αεριοποίησης για συμβατικά βιοκαύσιμα, όπως το ξύλο, θεωρώντας ότι αυτό αποτελεί ρεαλιστικότερο στόχο [11].

Επειδή η τεχνολογία για αεριοποίηση ΑΣΑ, RDF ή/και SRF δεν έχει ακόμα αναπτυχθεί, ούτε μπορεί να προβλεφθεί πότε τούτο θα καταστεί δυνατό, η σχετική παραγωγική διαδικασία δεν εξετάζεται περισσότερο.

1.2.3.2 Προϊόντα και δυνατότητες διάθεσης

Βασικό προϊόν των μονάδων αεριοποίησης είναι το συνθετικό αέριο, η αξιοποίηση του οποίου δεν παρουσιάζει πρόβλημα.

1.2.3.3 Μονάδες σε λειτουργία στην Ε.Ε.

Από βιβλιογραφική και διαδικτυακή έρευνα δεν προέκυψαν κατασκευαστικοί οίκοι που να έχουν βιομηχανικού μεγέθους μονάδες αεριοποίησης αμιγούς ΑΣΑ, RDF ή/και SRF με επιτυχή λειτουργία στο ενεργητικό τους.

1.2.3.4 Στοιχεία κόστους κατασκευής και λειτουργίας

Τα στοιχεία κόστους από τη διεθνή βιβλιογραφία για μονάδες αεριοποίησης SRF είναι πολύ πε-

ριορισμένα, καθώς πρόκειται για τεχνολογία που δεν έχει αναπτυχθεί ακόμα σε βιομηχανική κλίμακα για χρήση ΑΣΑ, RDF ή/και SRF. Ο Πίνακας 1.2.3.4-1 συνοψίζει τα διαθέσιμα βιβλιογραφικά στοιχεία [9], μετά από την προσαρμογή τους σε τιμές του έτους αναφοράς 2006.

Πίνακας 1.2.3.4-1 Ενδεικτικά στοιχεία αρχικής επένδυσης και ετήσιου κόστους λειτουργίας μονάδων αεριοποίησης [9]

Δυναμικότητα τ/έτος		Επεξεργασία τ/έτος		Αρχική επένδυση €	Κόστος λειτουργίας* €/ έτος
SRF	ΑΣΑ προέλευσης	SRF	ΑΣΑ προέλευσης		
20.000	36.364	17.096	31.083	19.080.000	1.717.200
50.000	90.909	42.740	77.709	44.520.000	2.365.920
100.000	181.818	85.479	155.417	76.320.000	3.650.640
200.000	363.636	170.959	310.834	127.200.000	5.316.960

* Τα αναφερόμενα στη βιβλιογραφία κόστη έχουν συμπληρωθεί με το κόστος των εργατικών με βάση τις αναφερόμενες ανάγκες επάνδρωσης και ανά εργαζόμενο μέσο κόστος 22.000 €/έτος.

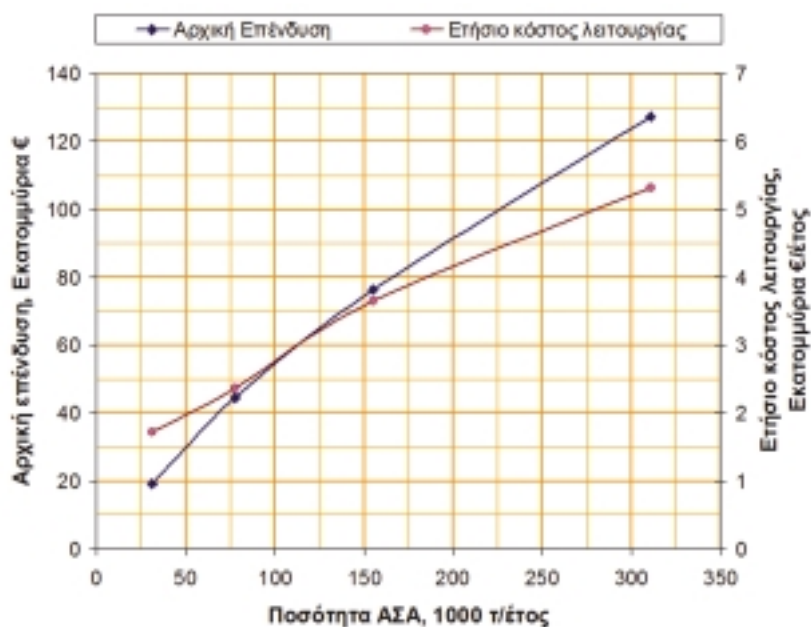
Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.2.3.4-1, από τη βιβλιογραφία συλλέχθηκαν στοιχεία αρχικής επένδυσης και ετήσιου λειτουργικού κόστους για μονάδες αεριοποίησης με τέσσερις διαφορετικές δυναμικότητες επεξεργασίας SRF. Για κάθε μια από τις μονάδες αυτές έχει εκτιμηθεί και η πραγματική δυνατότητα ετήσιας επεξεργασίας SRF, η οποία στηρίζεται στην παραδοχή λειτουργίας της εγκατάστασης με πλήρη δυναμικότητα για 312 μέρες το χρόνο. Η ίδια παραδοχή γίνεται και για μονάδες στοιχειομετρικής καύσης. Στον Πίνακα 1.2.3.4-1 παρατίθενται επίσης οι ετήσιες ποσότητες των ΑΣΑ, από τις οποίες προκύπτουν (μέσω βιολογικής ξήρανσης) οι προαναφερθείσες ποσότητες SRF, δεχόμενοι ότι 0,55 τόνοι SRF παράγονται από 1 τόνο ΑΣΑ (βλέπε ενότητα 1.1.4.1-1 και Εικόνα 1.1.4.1-1 παραπάνω). Με αυτό τον τρόπο τα κόστη της αεριοποίησης συσχετίζονται και με τις ποσότητες των διαθέσιμων προς επεξεργασία ΑΣΑ.

Από τα στοιχεία του Πίνακα 1.2.3.4-1 προκύπτει το διάγραμμα της Εικόνας 1.2.3.4-1, το οποίο επιτρέπει εκτίμηση της αρχικής επένδυσης και του ετήσιου κόστους λειτουργίας ως συνάρτηση της διαθέσιμης ποσότητας ΑΣΑ προς επεξεργασία.

Τα εκτιμώμενα στοιχεία κόστους από τον Πίνακα 1.2.3.4-1 και την Εικόνα 1.2.3.4-1 δεν περιλαμβάνουν τα έσοδα από την πώληση του συνθετικού αερίου, ούτε και τη δαπάνη για την τελική διάθεση των στερεών καταλοίπων.

Από τη σύγκριση των Εικόνων 1.2.2.4-1 και 1.2.3.4-1 προκύπτει ότι για μονάδες στοιχειομετρικής καύσης και για μονάδες αεριοποίησης η αρχική επένδυση και το ετήσιο κόστος λειτουργίας είναι ουσιαστικά ταυτόσημα ανά τόνο ΑΣΑ.

Στοιχεία αναμενόμενης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας των μονάδων αεριοποίησης ανά τόνο SRF δεν είναι διαθέσιμα και ως εκ τούτου δεν μπορεί να εκτιμηθεί η περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας που προκύπτει από το συνδυασμό βιολογικής ξήρανσης και αεριοποίησης. Στην ενότητα 1.1.4.1 γίνεται όμως εκτίμηση της περίσσειας ηλεκτρικής ενέργειας για το συνδυασμό βιολογικής ξήρανσης και στοιχειομετρικής καύσης.



Εικόνα 1.2.3.4-1 Αναμενόμενη αρχική επένδυση και ετήσιο κόστος λειτουργίας μονάδων αεριοποίησης SRF [3].

1.2.4 Πυρόλυση

Η πυρόλυση είναι μια μέθοδος θερμικής επεξεργασίας απουσία οξυγόνου, κατά την οποία επιτυγχάνεται διάσπαση μεγάλων οργανικών μορίων με εφαρμογή υψηλών θερμοκρασιών για παραγωγή προϊόντων όπως κοκ, αέριο και πίσσα.

Γενικά, είναι αποδεκτό ότι η πυρόλυση είναι μια εξειδικευμένη μέθοδος με επιτυχή εφαρμογή στη χημική βιομηχανία και σε ειδικά απορρίμματα, από τα οποία παράγει ανακυκλώσιμα προϊόντα. Σε ότι αφορά όμως την επεξεργασία των ΑΣΑ, παρά τις επανειλημμένες προσπάθειες κατά τις τελευταίες δεκαετίες, η πυρόλυση δεν έχει δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Για τα μέχρι σήμερα αποτελέσματα και τις προοπτικές της πυρόλυσης χαρακτηριστικά είναι τα ακόλουθα επιγραμματικά που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία [15]:

«...Εντούτοις, δεν έχει ακόμα υπάρξει ούτε μια εγκατάσταση που να έχει δοκιμαστεί με επιτυχία σε πλήρες μέγεθος, και κατά πάσα πιθανότητα θα συνεχίσουμε να παρατηρούμε τη μια αστοχία μετά την άλλη μέχρι να μάθουμε ότι η τεχνολογία αυτή δεν είναι κατάλληλη για την επεξεργασία των αστικών απορριμμάτων»

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η πυρόλυση δεν αποτελεί, επί του παρόντος, δόκιμη τεχνολογία για τα ΑΣΑ και για το λόγο αυτό δεν εξετάζεται περισσότερο.

1.3 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Με βάση τα επιμέρους τεχνικοοικονομικά στοιχεία που αναφέρονται ξεχωριστά για κάθε μέθοδο επεξεργασίας στην ενότητα 1.2, επιχειρείται στην παρούσα ενότητα συγκριτική αξιολόγηση των εναλλακτικών μεθόδων, αφ ενός μεν ως προς το κόστος, αφ ετέρου δε ως προς τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους και τις αποδόσεις τους σε σχέση με τους στόχους και τις διαχειριστικές προτεραιότητες που έχει θέσει η Ε.Ε.

1.3.1 Συγκριτικά Στοιχεία Κόστους Τεχνολογιών Επεξεργασίας

Για κάθε διαθέσιμη τεχνολογία που περιγράφεται στην ενότητα 1.1, συλλέχθηκαν και συσχετίστηκαν στοιχεία αρχικής επένδυσης και ετήσιου κόστους λειτουργίας από την πρόσφατη ευρωπαϊκή βιβλιογραφία και έγινε προσπάθεια ελέγχου της αξιοπιστίας τους. Ειδικά για την αερόβια ΜΒΕ αναπτύχθηκε υπολογιστικό μοντέλο, το οποίο επιτρέπει αναλυτική εκτίμηση των στοιχείων κόστους και η αξιοπιστία των προβλέψεων του ελέγχθηκε με στοιχεία από τη διεθνή βιβλιογραφία και από το εργοστάσιο αερόβιας ΜΒΕ Χανίων [1]. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής συνοψίζονται στα διαγράμματα των Εικόνων 1.1.2.4-1, 1.1.3.4-1, 1.1.4.4-1, 1.2.2.4-1 και 1.2.3.4-1.

Με χρήση των παραπάνω στοιχείων αρχικής επένδυσης και ετήσιου κόστους λειτουργίας εκτιμήθηκε το ανηγμένο κόστος (ανά τόνο ΑΣΑ) των εναλλακτικών τεχνολογιών επεξεργασίας, για τα ακόλουθα δύο σενάρια και τις αναφερόμενες στο καθένα παραδοχές:

- (α) Ίδρυση και λειτουργία της μονάδας επεξεργασίας από Φορέα Διαχείρισης Στερεών Απορριμμάτων (ΦοΔΣΑ) που λειτουργεί ως Νομικό Πρόσωπο Δημοσίου Δικαίου (Ν.Π.Δ.Δ.).
Παραδοχές: Ετήσιο κόστος αρχικής επένδυσης 5,5%, μέσος χρόνος ζωής εγκαταστάσεων 20 χρόνια. Οι ΟΤΑ καλύπτουν με εισφορές τα έξοδα λειτουργίας του ΦοΔΣΑ και επομένως δεν επιβαρύνονται με Φ.Π.Α.
- (β) Ίδρυση και λειτουργία της μονάδας επεξεργασίας από ιδιώτες.
Παραδοχές: Ετήσια απόδοση αρχικής επένδυσης 14%, μέσος χρόνος ζωής εγκαταστάσεων 20 χρόνια. Το κόστος επεξεργασίας επιβαρύνεται με Φ.Π.Α.

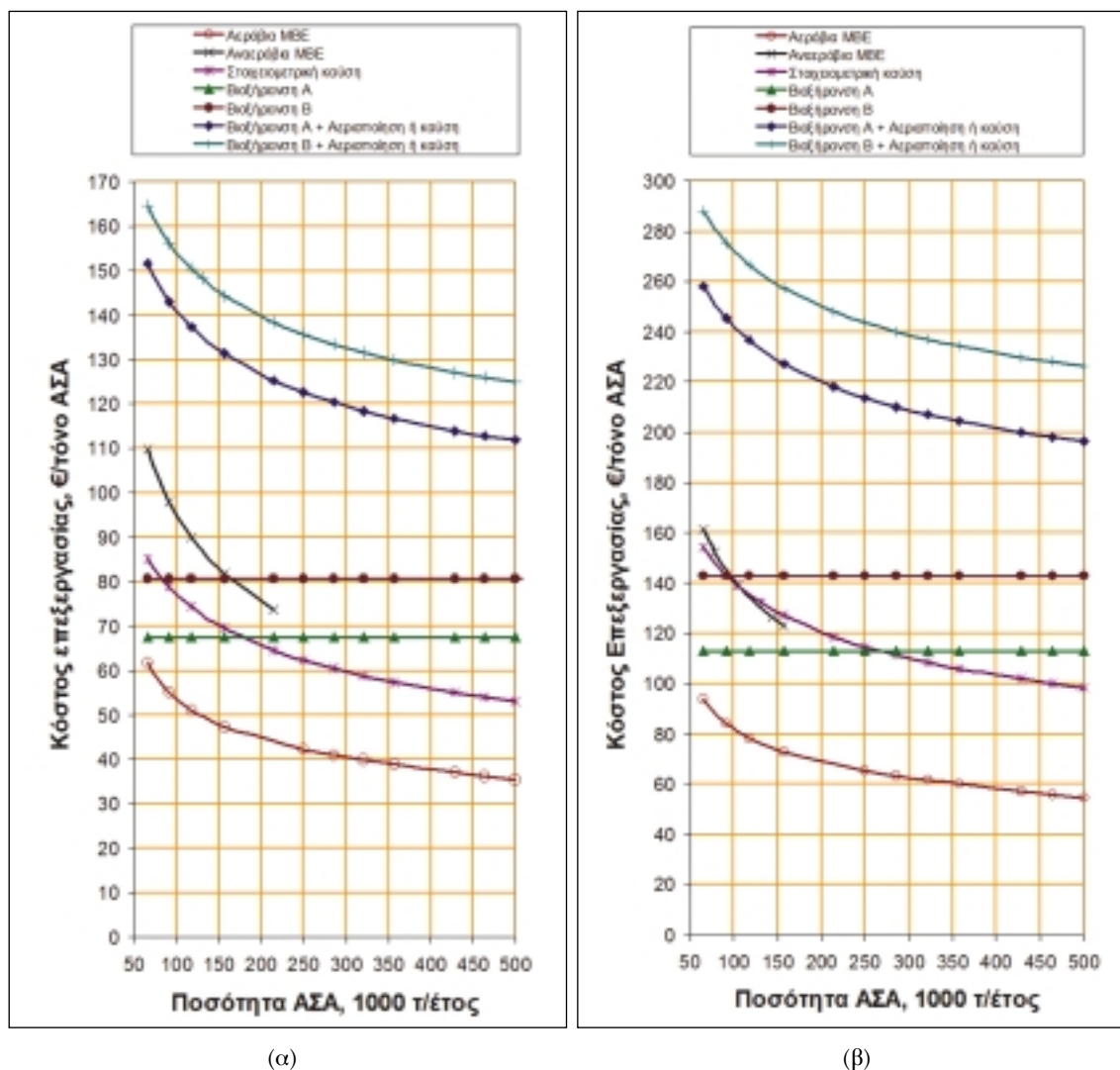
Οι εκτιμήσεις του κόστους επεξεργασίας που προέκυψαν για τα δύο προαναφερθέντα σενάρια παρουσιάζονται στην Εικόνα 1.3.1-1.

Τα διαγράμματα της Εικόνας 1.3.1-1 παρουσιάζουν τόσο το κόστος της βιολογικής ξήρανσης (προεπεξεργασίας), όσο και το κόστος του συνδυασμού βιολογικής ξήρανσης και αεριοποίησης ή στοιχειομετρικής καύσης (ολοκληρωμένης επεξεργασίας). Το πρώτο σχετίζεται με την άμεση ιδρύση μονάδων βιολογικής ξήρανσης και το δεύτερο με τη συμπλήρωση των μονάδων βιολογικής ξήρανσης από εγκαταστάσεις αεριοποίησης ή στοιχειομετρικής καύσης που αξιοποιούν το παραγόμενο SRF. Το κόστος της βιολογικής ξήρανσης εμφανίζει δύο επίπεδα, το «Α» και «Β» που αντιστοιχούν στα δύο επίπεδα του αρχικού κόστους επένδυσης (βλέπε ενότητα 1.1.4.4 και Πίνακα 1.1.4.4-1). Το ίδιο συμβαίνει και με το κόστος του συνδυασμού βιολογικής ξήρανσης και αεριοποίησης ή στοιχειομετρικής καύσης.

Τα στοιχεία κόστους της Εικόνας 1.3.1-1 αναφέρονται σε τιμές 2006 και δεν περιλαμβάνουν έσοδα πώλησης και έξοδα μεταφοράς ανακτώμενων υλικών και προϊόντων, ούτε το κόστος της τελικής διάθεσης των υπολειμμάτων.

Οι εκτιμήσεις από τη χρήση της Εικόνας 1.3.1-1 πρέπει να θεωρούνται ως ενδεικτικές διότι βασίζονται κυρίως σε στατιστικά στοιχεία αρχικής επένδυσης και ετήσιου κόστους λειτουργίας από τη διεθνή βιβλιογραφία και επομένως δεν λαμβάνουν υπόψη τις τοπικές και χρονικές συνθήκες που συμβάλλουν στη διαμόρφωση του πραγματικού κόστους κάθε συγκεκριμένης μονάδας.

Οι παραπάνω εκτιμήσεις ισχύουν για τα προαναφερθέντα σενάρια και τις συγκεκριμένες παραδοχές που έγιναν για καθένα από αυτά. Για διαφορετικά σενάρια και παραδοχές απαιτούνται ξεχωριστές εκτιμήσεις και προκύπτουν διαφορετικά διαγράμματα. Από τη διαφορά των προβλέψεων των σεναρίων (α) και (β) προκύπτει η μεγάλη επίδραση που ασκεί το ετήσιο κόστος του επενδεδυμένου κεφαλαίου στο ανηγμένο (ανά τόνο ΑΣΑ) κόστος της επεξεργασίας.



Εικόνα 1.3.1-1 Ενδεικτικό κόστος εναλλακτικών μεθόδων επεξεργασίας ΑΣΑ σε μονάδες που ιδρύουν και λειτουργούν (α) ΦοΔΣΑ και (β) ιδιώτες [3], [4], [5].

1.3.2 Τεχνοοικονομική Αξιολόγηση Τεχνολογιών Επεξεργασίας

Από τα αναφερόμενα στις περιγραφές των επιμέρους τεχνολογιών και από τη σύγκριση του κόστους των εναλλακτικών μεθόδων επεξεργασίας προκύπτουν οι ακόλουθες παρατηρήσεις:

Προϊόντα επεξεργασίας και δυνατότητες διάθεσης

Ένα από τα βασικά κριτήρια επιλογής κάποιας τεχνολογίας είναι η δυνατότητα αξιοποίησης των προϊόντων της. Από τα προϊόντα των τεχνολογιών που θεωρήθηκαν, το μεγαλύτερο πρόβλημα αξιοποίησης παρουσιάζουν τα καύσιμα RDF και SRF.

Από τα ισοζύγια μάζας των Εικόνων 1.1.2.1-2 και 1.1.4.1-1 και λαμβάνοντας υπόψη ότι η παραγωγή ΑΣΑ στην Ελλάδα ανέρχεται σε περίπου 5 εκατ. τόνους ετησίως, εύκολα μπορεί να εκτιμηθεί ότι οι ποσότητες του RDF που είναι δυνατόν να παραχθούν από τυχόν εκτενή χρήση της αερόβιας ΜΒΕ

με ανάκτηση RDF, ανέρχονται σε περίπου 1.500.000 τόνους ετησίως, ενώ οι ποσότητες του SRF, από τυχόν εκτενή χρήση της βιολογικής ξήρανσης, ανέρχονται σε περίπου 2.750.000 τόνους ετησίως.

Η αξιοποίηση όμως του RDF ή του SRF είναι πρακτικά αδύνατη σε υφιστάμενους λέβητες, όπως της ΔΕΗ, και περιορισμένη σε κλίβανους τσιμεντοβιομηχανιών, λόγω σοβαρών λειτουργικών και περιβαλλοντικών προβλημάτων. Πιο συγκεκριμένα, λαμβάνοντας υπόψη ότι η συνολική παραγωγή τσιμέντου στην Ελλάδα ανέρχεται σε περίπου 13 εκατ. τόνους ετησίως, η συνολική δυνατότητα της τσιμεντοβιομηχανίας να αξιοποιήσει το παραγόμενο SRF και RDF περιορίζεται στους 125.000 έως 250.000 τόνους ετησίως και σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να υπερβεί τους 500.000 τόνους ετησίως [11]. Η αξιοποίηση ακόμα και των περιορισμένων αυτών ποσοτήτων δεν αποτελεί προτεραιότητα για την τσιμεντοβιομηχανία και έτσι δεν είναι εξασφαλισμένη.

Με βάση τα παραπάνω, η θεωρητική δυνατότητα αξιοποίησης του SRF και του RDF από την τσιμεντοβιομηχανία καλύπτει στη χώρα μας μόλις το 10 - 20% των δυνατοτήτων παραγωγής των καυσίμων αυτών. Κατά συνέπεια, η τυχόν πλεονάζουσα παραγωγή τους θα πρέπει είτε να αξιοποιηθεί σε μονάδες στοιχειομετρικής καύσης, είτε, αναγκαστικά, να διατεθεί σε ΧΥΤΑ. Πλην όμως, η αξιοποίηση ακόμα και των περιορισμένων αυτών ποσοτήτων είναι προβληματική. Στην Ευρώπη, οι ποσότητες του παραγόμενου SRF περιορίζονται στους 460.000 τ/έτος (βλέπε ενότητα 1.1.4.3) και από αυτές μόλις το 14% αξιοποιείται από την τσιμεντοβιομηχανία, το 19% από μονάδες στοιχειομετρικής καύσης, ενώ το 67% δεν μπορεί να αξιοποιηθεί και διατίθεται σε ΧΥΤΑ [11]. Επιπλέον, οι περισσότερες μονάδες διαχωρισμού RDF που ιδρύθηκαν στην Ε.Ε. από το 1970 έκλεισαν, λόγω αδυναμίας διάθεσης του προϊόντος τους [12].

Περιορισμοί ενδέχεται να προκύψουν και στη χρήση του κομποστ που παράγεται από μονάδες αερόβιας ΜΒΕ. Οι επερχόμενες Οδηγίες της Ε.Ε. θέτουν αυστηρά όρια για τις συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων και άλλων τοξικών στο κομποστ που χρησιμοποιείται στη γεωργία. Το κομποστ που προέρχεται από την επεξεργασία σύμμεικτων ΑΣΑ, σε αντίθεση με αυτό που προκύπτει από την επεξεργασία του προδιαλεγμένου στην πηγή οργανικού κλάσματος, περιέχει βαρέα μέταλλα και είναι δυνατόν να μην εκπληρώνει τις απαιτήσεις ποιότητας για γεωργική χρήση. Τούτο όμως εξαρτάται από την απόδοση των προγραμμάτων ανακύκλωσης τοξικών υλικών στην πηγή, κυρίως μπαταριών, αλλά και από την ικανότητα της παραγωγικής διαδικασίας να διαχωρίζει τα ανεπιθύμητα υλικά. Σε κάθε περίπτωση, παραμένει η δυνατότητα ελεγχόμενης χρήσης του κομποστ για ανάπλαση διαταραγμένων εδαφών, αλλά και ως υλικό κάλυψης ΧΥΤΑ. Οι ανάγκες για τις χρήσεις αυτές είναι μεγάλες στη χώρα μας και επομένως δεν προβλέπεται να υπάρξει πρόβλημα αξιοποίησης των παραγομένων ποσοτήτων. Για τις χρήσεις αυτές δεν απαιτείται εξευγενισμός του κομποστ και επομένως δεν παράγονται άχρηστα από τη διαδικασία αυτή. Μειώνονται έτσι οι ποσότητες των αχρήστων που προκύπτουν από την αερόβια ΜΒΕ κατά 50% περίπου σε σχέση με τις αναφερόμενες στα διαγράμματα των Εικόνων 1.1.2.1-1 και 1.1.2.1-2.

Τα ανακυκλώσιμα υλικά, ιδίως το χαρτί που ανακτώνται από σύμμεικτα ΑΣΑ σε μονάδες ΜΒΕ, περιλαμβάνουν προσμίξεις που υποβαθμίζουν την ποιότητά τους. Η επίτευξη ικανοποιητικής ποιότητας που να ικανοποιεί τις απαιτήσεις της αγοράς των προϊόντων αυτών αποτελεί βασικό στοιχείο διερεύνησης και σχεδιασμού.

Από τα πλέον επιθυμητά προϊόντα των εγκαταστάσεων επεξεργασίας είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όπως θα αναμενόταν, τη μεγαλύτερη δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ανά τόνο ΑΣΑ παρέχουν οι μονάδες στοιχειομετρικής καύσης (περίπου 450 kWh ανά τόνο ΑΣΑ), ακολουθούμενες από μονάδες βιολογικής ξήρανσης και στοιχειομετρικής καύσης του SRF (περίπου 412 kWh ανά τόνο ΑΣΑ) και από μονάδες αερόβιας ΜΒΕ με ανάκτηση RDF και στοι-

χειομετρικής καύσης του RDF (περίπου 383 kWh ανά τόνο ΑΣΑ). Η περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδες αναερόβιας ΜΒΕ είναι, αντίθετα από ότι γενικά πιστεύεται, περιορισμένη (περίπου 65 kWh ανά τόνο ΑΣΑ).

Τεχνοοικονομικά χαρακτηριστικά εναλλακτικών τεχνολογιών

Από τις τεχνολογίες που θεωρήθηκαν στην ενότητα 1.2, οι ακόλουθες παρέχουν ολοκληρωμένη επεξεργασία, με την έννοια ότι δεν παράγουν καύσιμο το οποίο πρέπει να αξιοποιηθεί σε πρόσθετη μονάδα θερμικής επεξεργασίας:

- Αερόβια ΜΒΕ με ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών
- Αναερόβια ΜΒΕ με ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών
- Στοιχειομετρική καύση

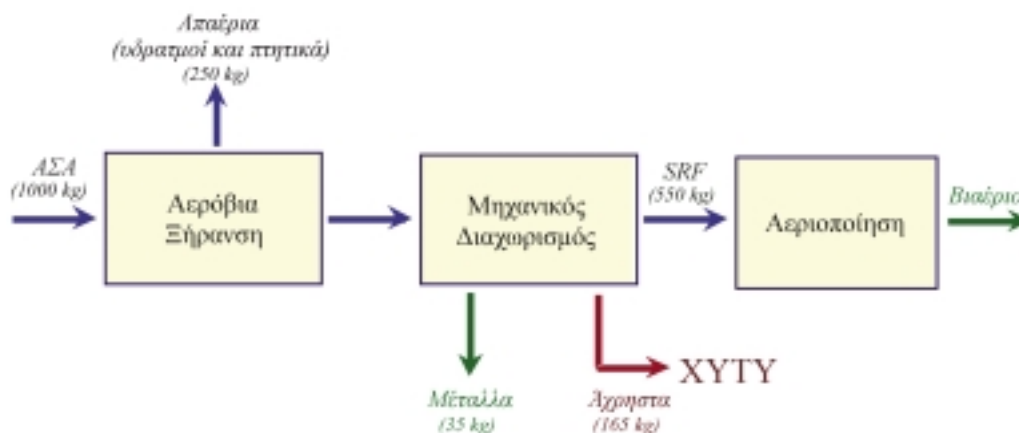
Από τις παραπάνω τεχνολογίες, η αερόβια ΜΒΕ με ανάκτηση υλικών έχει μεγαλύτερη προτεραιότητα έναντι της καύσης με βάση τις αρχές της Οδηγίας 75/442/ΕΕC. Σε κάθε περίπτωση όμως, θα πρέπει να εξετάζεται εάν η ποιότητα των ανακυκλώσιμων υλικών που ανακτώνται από σύμμεικτα ΑΣΑ μπορεί να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις της αγοράς και μέχρι ποιο βαθμό είναι πρακτικός και σκόπιμος ο χειρονακτικός διαχωρισμός κάθε υλικού.

Από τα διαγράμματα της Εικόνας 1.3.1-1 προκύπτει ότι η επεξεργασία σε εγκαταστάσεις αερόβιας ΜΒΕ είναι οικονομικότερη από αυτή σε μονάδες στοιχειομετρικής καύσης. Πλην όμως, για τον υπολογισμό του ολικού κόστους επεξεργασίας και διάθεσης θα πρέπει να συνυπολογιστούν δαπάνες μεταφοράς και έσοδα πώλησης των ανακυκλώσιμων υλικών και προϊόντων, όπως επίσης και το κόστος τελικής διάθεσης των υπολειμμάτων. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η αερόβια ΜΒΕ παραμένει κατά κανόνα οικονομικότερη της στοιχειομετρικής καύσης, χωρίς όμως να μπορεί να αποκλειστεί εκ των προτέρων και το αντίστροφο, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις ίδρυσης μονάδων καύσης πολύ μεγάλης δυναμικότητας.

Εγκαταστάσεις αναερόβιας ΜΒΕ, των οποίων το (μερικός) βιοσταθεροποιημένο προϊόν διατίθεται, όπως συνήθως γίνεται, σε ΧΥΤΑ, έχουν μειωμένη συμβολή στη τήρηση των απαιτήσεων της Οδηγίας 99/31/ΕC (περί μείωσης της ποσότητας των βιοδιασπάσιμων υλικών που διατίθενται σε ΧΥΤΑ). Το ίδιο ισχύει και για εγκαταστάσεις αερόβιας ΜΒΕ, των οποίων το αδρομερές κομπόστ διατίθεται ως υλικό κάλυψης ΧΥΤΑ.

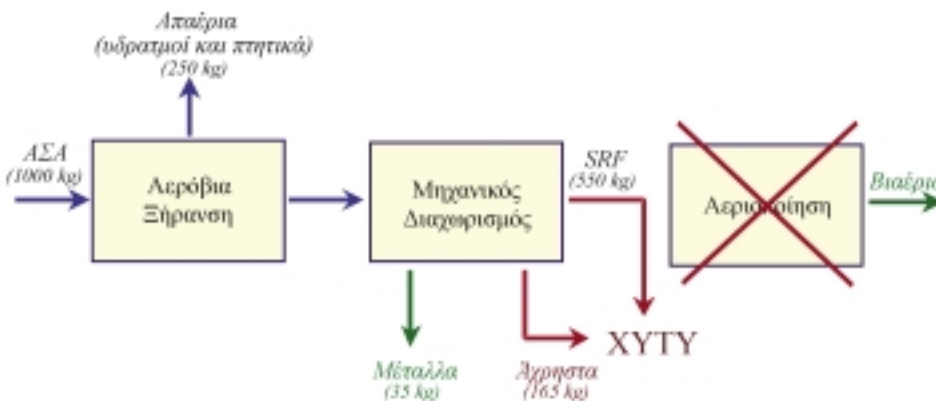
Από τις υπόλοιπες τεχνολογίες, η αερόβια ΜΒΕ με ανάκτηση RDF αποτελεί οικονομική λύση μόνο σε περιπτώσεις όπου μπορεί να εξασφαλιστεί η αξιοποίηση του παραγόμενου RDF από την τσιμεντοβιομηχανία. Τούτο όμως υπόκειται σε σοβαρούς περιορισμούς (βλέπε παραπάνω) και επομένως η τυχόν περίσσεια του παραγόμενου RDF θα πρέπει είτε να χρησιμοποιηθεί σε μονάδες στοιχειομετρικής καύσης, είτε να διατεθεί σε ΧΥΤΑ. Σε περίπτωση στοιχειομετρικής καύσης του RDF, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι μικρότερη από την απ' ευθείας στοιχειομετρική καύση των ΑΣΑ (ενότητες 1.1.3.1, και 1.2.2.1), το συνολικό κόστος επεξεργασίας ενδέχεται να είναι μεγαλύτερο, Εικόνα 1.3.1-1, και δεν προκύπτουν εμφανή περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα. Σε περίπτωση διάθεσης του RDF σε ΧΥΤΑ, η παραγωγή RDF είναι προφανώς άσκοπη και η απόδοση της όλης επεξεργασίας περιορισμένη ως προς την επίτευξη, τόσο των στόχων μείωσης των βιοδιασπάσιμων υλικών που καταλήγουν σε ΧΥΤΑ, όσο και των στόχων αξιοποίησης υλικών που ορίζει η ευρωπαϊκή νομοθεσία. Το υφιστάμενο εργοστάσιο αερόβιας ΜΒΕ στα Α. Λιόσια παράγει RDF, το οποίο διαθέτει σε ΧΥΤΑ. Υπάρχει όμως η δυνατότητα απορρόφησης του RDF από την ελληνική τσιμεντοβιομηχανία, μια και οι ποσότητές του δεν υπερβαίνουν τους 100,000 τόνους ετησίως.

Η βιολογική ξήρανση αποτελεί μέθοδο προεπεξεργασίας και έχει ως στόχο τη μετατροπή των απορριμμάτων σε SRF προκειμένου να μπορέσει να αξιοποιηθεί το τελευταίο από μονάδες αεριοποίησης, Εικόνα 1.3.2-1.



Εικόνα 1.3.2-1 Ολοκληρωμένη επεξεργασία ΑΣΑ με βιολογική ξήρανση και αεριοποίηση.

Επειδή όμως η τεχνολογία αεριοποίησης του SRF δεν έχει ακόμα αναπτυχθεί και η εναλλακτική αξιοποίηση του SRF από την τσιμεντοβιομηχανία υπόκειται σε σοβαρούς περιορισμούς (βλέπε παραπάνω), καθίσταται αναγκαία είτε η στοιχειομετρική καύση του SRF, είτε η διάθεσή του σε ΧΥΤΑ. Ο συνδυασμός όμως βιολογικής ξήρανσης και στοιχειομετρικής καύσης του SRF έχει πολλαπλάσιο κόστος από την απ' ευθείας στοιχειομετρική καύση των ΑΣΑ, Εικόνα 1.3.1-1, δίχως να προσφέρει περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα. Υπό αυτές τις συνθήκες συνηθέστερη είναι η διάθεση του SRF σε ΧΥΤΑ, όπως δείχνει η Εικόνα 1.3.2-2. Τούτο συμβαίνει στο 67% του SRF που παράγεται στην Ε.Ε. [11] και το ίδιο προβλέπεται στις Μ.Π.Ε. των Ολοκληρωμένων Εγκαταστάσεων Διαχείρισης Απορριμμάτων (ΟΕΔΑ) Γραμματικού και Κερατέας [16], [17].



Εικόνα 1.3.2-2 Αποτέλεσμα χρήσης βιολογικής ξήρανσης δίχως διαθέσιμη τεχνολογία αεριοποίησης του SRF.

Το παραπάνω σύστημα διαχείρισης όμως δεν είναι αποδοτικό μια και το SRF διαχωρίζεται από τα άχρηστα για να διατεθεί μαζί τους στο ΧΥΤΑ, όπου σύντομα θα ανακτήσει και την υγρασία που έχασε. Έτσι, και παρά τη μεγάλη δαπάνη, το μόνο ουσιαστικό όφελος είναι η περιορισμένη μείωση των εύκολα βιοδιασπάσιμων υλικών και η ανάκτηση μετάλλων. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η βιολογική ξήρανση από μόνη της ούτε μειώνει ουσιαστικά τις ανάγκες τελι-

κής διάθεσης των ΑΣΑ, ούτε συμβάλλει σημαντικά στην επίτευξη των στόχων των Οδηγιών 99/31/ΕC (περί μείωσης των οργανικών που οδηγούνται σε ταφή) και 2004/12/ΕC (περί ανακύκλωσης των υλικών συσκευασίας).

Συζήτηση

Η στοιχειομετρική καύση των ΑΣΑ έχει συνδεθεί στη συνείδηση των περισσότερων με την παραγωγή τοξικών υπολειμμάτων, αλλά και με την έκλυση εκπομπών που περιέχουν τοξικά συστατικά όπως διοξίνες, φουράνια και βαρέα μέταλλα. Αν και τα προβλήματα αυτά αντιμετωπίστηκαν τα τελευταία χρόνια, σε μεγάλο βαθμό, με σύγχρονα συστήματα ελέγχου και θέσπιση αυστηρών ορίων από την Ε.Ε., η αντίθεση της κοινής γνώμης παραμένει.

Για τη ριζικότερη αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών, ξεκίνησαν εδώ και μερικές δεκαετίες προσπάθειες χρήσης εναλλακτικών μεθόδων θερμικής επεξεργασίας, κυρίως της αεριοποίησης και της πυρόλυσης, οι οποίες είχαν μακρά και επιτυχή ιστορία στη χημική και πετροχημική βιομηχανία. Τα ΑΣΑ όμως αποδείχθηκαν ακατάλληλη πρώτη ύλη, λόγω του χαμηλού θερμικού περιεχομένου τους και της μεταβαλλόμενης σύνθεσής τους και οι μέχρι σήμερα προσπάθειες δεν ευδοκίμησαν.

Για να ξεπεραστούν τα προβλήματα αεριοποίησης των ΑΣΑ, αναπτύχθηκε η βιολογική ξήρανση, η οποία μετατρέπει τα ΑΣΑ σε SRF που είναι καταλληλότερη πρώτη ύλη για αεριοποίηση. Πλην όμως, και πάλι οι προσπάθειες αεριοποίησης του SRF δεν ευδοκίμησαν.

Υπό τις σημερινές συνθήκες, ο συνδυασμός βιολογικής ξήρανσης και θερμικής επεξεργασίας εισάγει, εκτός από την αβεβαιότητα των τεχνολογικών εξελίξεων στο σκέλος της θερμικής επεξεργασίας, και μια ξεχωριστή διάσταση στο κόστος επεξεργασίας των απορριμμάτων. Ακόμα και αν ήταν διαθέσιμη η τεχνολογία αεριοποίησης του RDF, θα ήταν ιδιαίτερα δύσκολο να τεκμηριωθεί, με επιστημονικά αποδεκτό τρόπο, η σκοπιμότητα της τόσο μεγάλης διαφοράς κόστους του συνδυασμού βιολογικής ξήρανσης και αεριοποίησης σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες, όπως την αερόβια ΜΒΕ με ανάκτηση υλικών ή ακόμα και τη στοιχειομετρική καύση.

Τα τελευταία χρόνια δίνεται διεθνώς έμφαση σε τεχνολογίες που επιτρέπουν ανακύκλωση υλικών. Η στοιχειομετρική καύση παραμένει η πλέον διαδεδομένη μέθοδος επεξεργασίας, πλην όμως, κατά την τελευταία δεκαετία το ποσοστό καύσης ΑΣΑ στην Ε.Ε. των 15 χωρών αυξήθηκε ελάχιστα, παρά τη σημαντική αύξηση του συνολικού ποσοστού των ΑΣΑ που υφίστανται ανακύκλωση και επεξεργασία. Κατά την ίδια περίοδο, στις Η.Π.Α. υπήρξε ουσιαστική μείωση του ποσοστού των ΑΣΑ που καίγονται, ενώ αντιθέτως υπήρξε σημαντική αύξηση του ποσοστού των ΑΣΑ που ανακυκλώνονται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΡΙΤΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΕΘΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

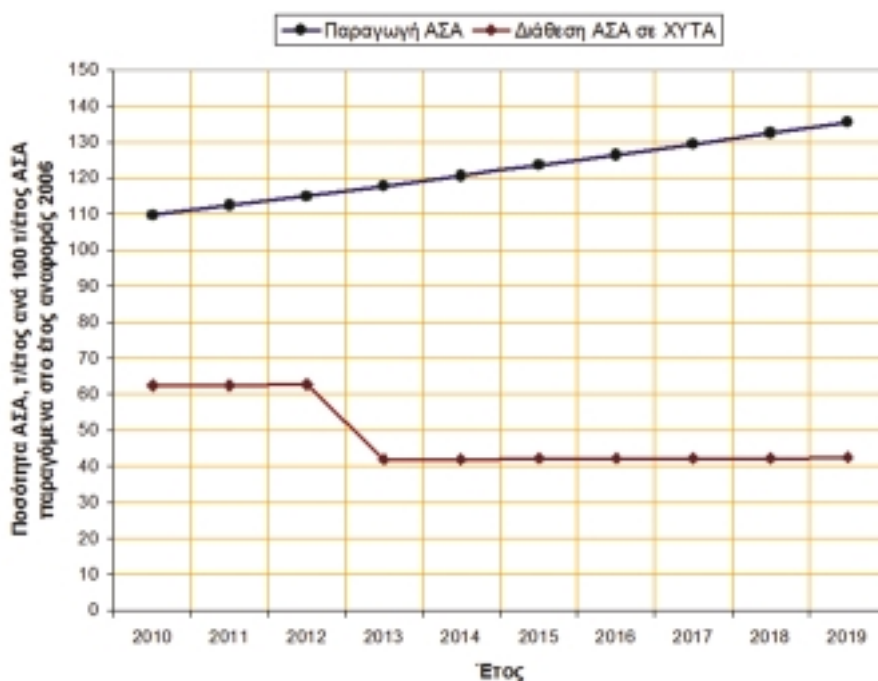
2.1	Απαιτήσεις επεξεργασίας απορριμμάτων	33
2.2	Εθνικός Σχεδιασμός 2000 από σύνθεση Νομαρχιακών Σχεδιασμών	34
2.3	Εθνικός Σχεδιασμός 2006 από σύνθεση Περιφερειακών Σχεδιασμών	35
2.3.1	Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Αν. Μακεδονίας & Θράκης	35
2.3.2	Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Κεντρικής Μακεδονίας	36
2.3.3	Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Δυτικής Μακεδονίας	37
2.3.4	Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Ηπείρου	37
2.3.5	Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Θεσσαλίας	38
2.3.6	Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Ιονίων Νήσων	38
2.3.7	Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Δυτικής Ελλάδας	39
2.3.8	Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Στερεάς Ελλάδας	39
2.3.9	Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Αττικής	40
2.3.10	Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Πελοποννήσου	41
2.3.11	Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Β. Αιγαίου	42
2.3.12	Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Ν. Αιγαίου	42
2.3.13	Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Κρήτης	43
2.4	Κριτική θεώρηση υφιστάμενου Σχεδιασμού	44
2.4.1	Εισαγωγή	44
2.4.2	ΧΥΤΑ	45
2.4.3	Σταθμοί μεταφόρτωσης	46
2.4.4	Εγκαταστάσεις επεξεργασίας	47
2.4.5	Συζήτηση	47
2.5	Πρόσθετο κόστος εφαρμογής υφιστάμενου Σχεδιασμού	49

2.1 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Ο σχεδιασμός της διαχείρισης των απορριμμάτων θα πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Νομοθεσίας, όπως πηγάζουν από τις Οδηγίες 99/31/EC, 94/62/EC και 2004/12/EC. Οι Οδηγίες αυτές ορίζουν, μεταξύ άλλων, τις επιτρεπόμενες ποσότητες των βιοαποδομήσιμων οργανικών που μπορεί να διατίθενται σε ΧΥΤΑ και τις απαιτήσεις ανακύκλωσης, κυρίως υλικών συσκευασίας.

Για την εκπλήρωση των Οδηγιών αυτών θα πρέπει να συνδυαστούν προγράμματα ανάκτησης υλικών και διαχωρισμού ρευμάτων στην πηγή, με εγκαταστάσεις ανάκτησης υλικών και επεξεργασίας. Το ζητούμενο στην παρούσα ενότητα είναι η εκτίμηση της ποσότητας των προς επεξεργασία ΑΣΑ, καθώς από αυτή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό το συνολικό κόστος διαχείρισης.

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε ένα μοντέλο, το οποίο λαμβάνει υπόψη την ετήσια αύξηση της ποσότητας των απορριμμάτων, η οποία ανέρχεται σε 2,5% τα τελευταία χρόνια [22], τον ταχύτερο ρυθμό αύξησης χαρτιού και χαρτονιού και την υποχρέωση ανακύκλωσης 60% του εμπορευμένου χαρτιού και χαρτονιού που αποτελεί μέρος και του βιοαποδομήσιμου κλάσματος των ΑΣΑ. Λαμβάνει επίσης υπόψη την υποχρέωση της σταδιακής μείωσης των ποσοτήτων του βιοαποδομήσιμου κλάσματος των ΑΣΑ που μπορούν να διατίθενται σε ΧΥΤΑ, σύμφωνα με την Οδηγία 99/31/EC. Λόγω έλλειψης επαρκών διαθέσιμων στοιχείων, οι εκτιμήσεις βασίστηκαν και σε παραδοχές και επομένως τα αποτελέσματα, τα οποία παρουσιάζονται στο διάγραμμα της Εικόνας 2.1-1, θα πρέπει να θεωρούνται ενδεικτικά.



Εικόνα 2.1-1 Χρονική μεταβολή ετήσιων ποσοτήτων ΑΣΑ που παράγονται και που μπορούν να διατεθούν απ' ευθείας σε ΧΥΤΑ, ανά 100 τ/έτος ΑΣΑ παραγόμενα στο έτος αναφοράς 2006 [5].

Το διάγραμμα της Εικόνας 2.1-1 παρέχει μια κατά προσέγγιση εκτίμηση της αναμενόμενης εξέλιξης των παραγομένων ετήσιων ποσοτήτων ΑΣΑ, για κάθε 100 τόνους που παράγονται στο έτος αναφοράς 2006, καθώς και της ποσότητας αυτών που θα μπορεί να διατίθεται απ' ευθείας σε ΧΥΤΑ με σύν-

νομο τρόπο. Όπως φαίνεται, από το 2010 θα είναι δυνατή η απ' ευθείας ταφή μόνο του 56% των ΑΣΑ που απομένουν από τα προγράμματα ανακύκλωσης στην πηγή και από το 2013 του 35%.

2.2 ΕΘΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ 2000 ΑΠΟ ΣΥΝΘΕΣΗ ΝΟΜΑΡΧΙΑΚΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΩΝ

Ο σχεδιασμός για τη διαχείριση των ΑΣΑ ξεκίνησε πριν από δέκα περίπου χρόνια σε Νομαρχιακό επίπεδο. Το τελευταίο θα ήταν λογικό μερικές δεκαετίες νωρίτερα, όταν το κόστος διαχείρισης ήταν μικρό και οι επερχόμενες αυστηρές απαιτήσεις για ανακύκλωση, επεξεργασία και διάθεση άγνωστες. Η χώρα μας όμως αγνόησε τις εξελίξεις και οργάνωσε τη διαχείριση στη μικροκλίμακα της Νομαρχίας, με λογική επηρεασμένη από το σύνδρομο της διαχείρισης σε επίπεδο ΟΤΑ. Βασικός στόχος υπήρξε η εξάλειψη των ανεξέλεγκτων χώρων διάθεσης, δίχως πρόβλεψη για την ανάγκη κάλυψης των επερχόμενων απαιτήσεων επεξεργασίας με συντεταγμένη μετάβαση από ΧΥΤΑ σε ΟΕΔΑ.

Αποτέλεσμα των σχεδιασμών αυτών υπήρξε η ίδρυση πολυάριθμων ΧΥΤΑ σε Εθνικό επίπεδο. Ο ενδιαμέσος Εθνικός Σχεδιασμός του 1998 προωθούσε την κατασκευή 75 ΧΥΤΑ για εξυπηρέτηση του 75% του πληθυσμού [24]. Το 85% των ΧΥΤΑ αυτών είχαν δυναμικότητα μικρότερη από 50 τόνους την ημέρα.

Ο Εθνικός Σχεδιασμός του 2000 [19], [20] που διαμορφώθηκε από τη σύνθεση των Νομαρχιακών Σχεδιασμών, προέβλεπε τη δημιουργία 124 ΧΥΤΑ (70 στην Ηπειρωτική Ελλάδα, 11 στην Κρήτη και 43 στα υπόλοιπα νησιά) [19], [20]. Από αυτούς, η μεγάλη πλειοψηφία είχε δυναμικότητα μικρότερη από 50 τόνους την ημέρα. Ο σχεδιασμός αυτός διαφέρει ριζικά από τα χαρακτηριστικά του ορθολογικού εθνικού σχεδιασμού που αναφέρονται στο Κεφάλαιο 3 και δημιουργεί σειρά προβλημάτων, όπως για παράδειγμα:

- Οι πολυπληθείς μικροί ΧΥΤΑ δεν παρέχουν την αναγκαία οικονομία κλίμακας με αποτέλεσμα το κόστος διάθεσης των απορριμμάτων σε αυτούς να είναι μεγαλύτερο από όσο το κόστος μεταφοράς και τελικής διάθεσης σε μεγάλους κεντρικούς ΧΥΤΑ.
- Σε ικανό αριθμό των υφιστάμενων ΧΥΤΑ είτε δεν υπάρχουν συστήματα ελέγχου διασταλαγμάτων και βιοαερίου, είτε είναι ασύμφορη η λειτουργία τους, λόγω μικρού μεγέθους. Επομένως, και παρά τις μεγάλες δαπάνες που έχουν γίνει, αρκετοί από τους μικρούς ΧΥΤΑ δεν προστατεύουν το περιβάλλον περισσότερο από τους ανεξέλεγκτους χώρους διάθεσης (χωματερές) που αντικαθιστούν, Εικόνα 2.2-1.
- Οι πολυπληθείς μικροί ΧΥΤΑ που πρόσφατα ιδρύθηκαν, και θα συνεχίσουν να ιδρύονται μέχρι το τέλος του 2008, δεν μπορούν να μετεξελιχθούν από το 2010 και ύστερα σε ΟΕΔΑ, έτσι ώστε να τηρηθούν οι απαιτήσεις επεξεργασίας. Όπως προκύπτει και από τα διαγράμματα των Εικόνων 1.1.2.4-1, 1.1.3.4-1, 1.2.2.4, 1.2.3.4-1 και 1.3.1-1, το κόστος επεξεργασίας σε πολυπληθείς μικρού μεγέθους εγκαταστάσεις είναι απαγορευτικό.
- Πολλοί ΧΥΤΑ είναι χωροθετημένοι σε μικρή απόσταση από κατοικημένες περιοχές με αποτέλεσμα τις έντονες κοινωνικές αντιδράσεις και τις προσφυγές στο Σ.τ.Ε. που καθυστερούν την εφαρμογή. Στην Ηπειρωτική Ελλάδα αντιστοιχεί ένας τουλάχιστον ΧΥΤΑ για κάθε πόλη με πληθυσμό μεγαλύτερο από 9.000 κατοίκους.



Εικόνα 2.2-1 Ανεξέλεγκτη διάθεση διασταλαγμάτων από ΧΥΤΑ.

2.3 ΕΘΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ 2006 ΑΠΟ ΣΥΝΘΕΣΗ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΩΝ

Για τους λόγους που αναφέρονται στην παραπάνω ενότητα 2.2, η υλοποίηση των έργων που προέβλεπαν οι Νομαρχιακοί Σχεδιασμοί κρίθηκε στην πράξη μη αποδοτική και προωθήθηκε η διαμόρφωση νέων Σχεδιασμών σε Περιφερειακό επίπεδο, αρχικά με εγκυκλίους του ΥΠΕΧΩΔΕ και στη συνέχεια νομοθετικά [21]. Θεσμοθετήθηκε έτσι η υποχρέωση σύνταξης ΠΕΣΔΑ μέχρι το τέλος του 2005. Πλην όμως, μέχρι τα τέλη Μαΐου 2006 είχαν εγκριθεί και ήταν διαθέσιμοι μόνο 8 από τους 13 ΠΕΣΔΑ.

Στις ενότητες που ακολουθούν γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση των βασικών χαρακτηριστικών των ΠΕΣΔΑ, με βάση τα στοιχεία που σε αυτή τη φάση είναι διαθέσιμα, αλλά και μια προσπάθεια συμπλήρωσης των βασικών ελλείψεων από άλλες πηγές, έτσι ώστε να διαμορφωθεί μια κατά το δυνατόν πληρέστερη εικόνα.

2.3.1 Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Αν. Μακεδονίας & Θράκης

Λόγω μη διαθεσιμότητας του εγκεκριμένου ΠΕΣΔΑ, έγινε χρήση στοιχείων από τον Εθνικό Σχεδιασμό του 2000 [19], όπως αναθεωρήθηκε το 2003 [20], καθώς και πληροφοριών από φυλλάδιο της εταιρείας ΔΙΑΔΥΜΑ.

- *Έργα Τελικής Διάθεσης*

Το 1999 υπήρχαν 2 ΧΥΤΑ σε λειτουργία (Ν. Καβάλας και Ξάνθης) και είχαν εγκριθεί οι περιβαλλοντικοί όροι για 6 νέους ΧΥΤΑ (από 2 για Ν. Έβρου και Ροδόπης και από 1 για Ν. Καβάλας και Σερρών). Το 2005 εγκρίθηκε η χρηματοδότηση ενός Χώρου Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ) στην Ξάνθη.

- *Σταθμοί Μεταφόρτωσης*

Προβλεπόταν η ίδρυση 10 Σταθμοί Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ) εκ των οποίων οι 4 στο Ν. Σερρών είχαν έγκριση περιβαλλοντικών όρων. Το 2005 εγκρίθηκε η χρηματοδότηση 16 ΣΜΑ.

- *Ανακύκλωση*

Υπήρχε πρόβλεψη για δημιουργία 1 Κέντρου Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ). Το 2005 εγκρίθηκε η χρηματοδότηση 6 ΚΔΑΥ.

- *Επεξεργασία*

Προβλεπόταν η δημιουργία 1 μονάδας μηχανικής ανακύκλωσης και κομποστοποίησης στην Ξάνθη. Το 2005 εγκρίθηκε η χρηματοδότηση 1 μονάδας μηχανικής ανακύκλωσης.

2.3.2 Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Κεντρικής Μακεδονίας

- *Έργα Τελικής Διάθεσης*

Προβλέπεται η ολοκλήρωση του βασικού έργου της υγειονομικής ταφής με κατασκευή 1 ΧΥΤΥ (Ν. Ημαθίας) και 16 ή 15 ΧΥΤΑ (2 για Ν. Θεσσαλονίκης, 2 ή 1 για Ν. Κιλκίς, 3 για Ν. Πέλλας, 2 για Ν. Πιερίας, 1 για Ν. Σερρών, 5 για Ν. Χαλκιδικής).

- *Σταθμοί Μεταφόρτωσης*

Προβλέπεται η ολοκλήρωση του βασικού έργου της μεταφοράς με κατασκευή 18 ή 19 ΣΜΑ (2 για Ν. Ημαθίας, 7 για Ν. Θεσσαλονίκης, 0 ή 1 για Ν. Κιλκίς, 0 για Ν. Πέλλας, 2 για Ν. Πιερίας, 2 για Ν. Σερρών, 5 για Ν. Χαλκιδικής).

- *Ανακύκλωση*

Προβλέπεται η λειτουργία 9 ΚΔΑΥ (3 για το Ν. Θεσσαλονίκης και από 1 για τους υπόλοιπους 6 Νομούς), από τα οποία το ένα, στην Κατερίνη ήδη λειτουργεί. Προβλέπεται επίσης η εφαρμογή προγραμμάτων διαχωρισμού στην πηγή σε όλους τους νομούς.

- *Επεξεργασία*

Οι προβλεπόμενες μονάδες επεξεργασίας με τη χρονική εξέλιξη της δυναμικότητας εκάστης παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.3.2-1 που ακολουθεί.

Πίνακας 2.3.2-1 Δυναμικότητες μονάδων επεξεργασίας ΑΣΑ Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας

Μονάδα Επεξεργασίας		Δυναμικότητα, τ/έτος		
		2010	2013	2020
N. Θεσσαλονίκης	B.Δ.*	180.000	180.000	360.000
	N.Α.*	120.000	180.000	240.000
N. Ημαθίας	*	50.000	55.000	60.000
N. Σερρών	*	90.000	90.000	100.000
N. Πέλλας	*	0	30.000	35.000
N. Πιερίας	*	0	30.000	35.000
N. Χαλκιδικής	*	0	0	0
N. Κιλκίς	*	0	0	35.000
Σύνολο		440.000	535.000	830.000

* Μια μονάδα Μηχανικής – Βιολογικής Επεξεργασίας & παραγωγή ενέργειας, ή άλλη δόκιμη τεχνολογία ή συνδυασμός τεχνολογιών.

2.3.3 Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Δυτικής Μακεδονίας

Λόγω μη διαθεσιμότητας του εγκεκριμένου ΠΕΣΔΑ, έγινε χρήση στοιχείων από τον Εθνικό Σχεδιασμό του 2000 [19], όπως αναθεωρήθηκε το 2003 [20], καθώς και πληροφοριών από φυλλάδιο της ΔΙΑΔΥΜΑ.

- *Έργα Τελικής Διάθεσης*

Το 2004 ολοκληρώθηκε η κατασκευή του κεντρικού ΧΥΤΑ στο Ν. Κοζάνης, δυναμικότητας 100.000 τ/έτος και χωρητικότητας του πρώτου κυττάρου 600.000 m³.

- *Σταθμοί Μεταφόρτωσης*

Έχει ολοκληρωθεί η ίδρυση 8 τοπικών ΣΜΑ, ενώ από το 1993 λειτουργεί και ο κεντρικός ΣΜΑ Κοζάνης.

- *Ανακύκλωση*

Προωθείται η ίδρυση 4 τοπικών κέντρων ανακύκλωσης (Πτολεμαΐδας, Φλώρινας, Καστοριάς και Γρεβενών), τα οποία θα τροφοδοτούν με προεπεξεργασμένα υλικά 1 κεντρική μονάδα ανακύκλωσης στην Κοζάνη.

- *Επεξεργασία*

Προωθείται η δημιουργία μίας κεντρικής μονάδας μηχανικής επεξεργασίας και αξιοποίησης σύμμεικτων απορριμμάτων στη θέση του κεντρικού ΧΥΤΑ.

2.3.4 Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Ηπείρου

Λόγω μη διαθεσιμότητας του ΠΕΣΔΑ Α' Σταδίου, στον οποίο αναφέρεται με κάποιες τροποποιήσεις ο τελικός ΠΕΣΔΑ, έγινε χρήση στοιχείων από τον Εθνικό Σχεδιασμό του 2000 [19], όπως αναθεωρήθηκε το 2003 [20].

- *Έργα Τελικής Διάθεσης*

Το 1999 υπήρχε έγκριση περιβαλλοντικών όρων για 7 ΧΥΤΑ (4 για το Ν. Ιωαννίνων και από 1 για τους Ν. Θεσπρωτίας, Άρτας, Πρέβεζας).

- *Σταθμοί Μεταφόρτωσης*

Προβλεπόταν η ίδρυση 12 ΣΜΑ.

- *Ανακύκλωση*

Υπήρχε πρόβλεψη για δημιουργία 1 ΚΔΑΥ.

- *Επεξεργασία*

Δεν προβλεπόταν εγκατάσταση επεξεργασίας

2.3.5 Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Θεσσαλίας

Λόγω μη διαθεσιμότητας του εγκεκριμένου ΠΕΣΔΑ, έγινε χρήση στοιχείων από τον Εθνικό Σχεδιασμό του 2000 [19], όπως αναθεωρήθηκε το 2003 [20].

- *Έργα Τελικής Διάθεσης*

Το 1999 λειτουργούσαν 2 ΧΥΤΑ (Ν. Λάρισας και Μαγνησίας) και υπήρχε έγκριση περιβαλλοντικών όρων για 7 νέους ΧΥΤΑ (5 για το Ν. Μαγνησίας και από 1 για τους Ν. Τρικάλων και Καρδίτσας).

- *Σταθμοί Μεταφόρτωσης*

Προβλεπόταν η ίδρυση 18 ΣΜΑ.

- *Ανακύκλωση*

Υπήρχε πρόβλεψη για δημιουργία 3 ΚΔΑΥ, 1 από τα οποία ήδη λειτουργεί (Λάρισα).

- *Επεξεργασία*

Προβλεπόταν η δημιουργία 1 μονάδας επεξεργασίας.

2.3.6 Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Ιονίων Νήσων

Λόγω μη διαθεσιμότητας του εγκεκριμένου ΠΕΣΔΑ, έγινε χρήση στοιχείων από τον Εθνικό Σχεδιασμό του 2000 [19], όπως αναθεωρήθηκε το 2003 [20].

- *Έργα Τελικής Διάθεσης*

Το 1999 λειτουργούσαν 2 ΧΥΤΑ (Κεφαλονιάς και Ζακύνθου) και υπήρχε έγκριση περιβαλλοντικών όρων για 5 ακόμα ΧΥΤΑ (3 για Κέρκυρα και 2 για Λευκάδα).

- *Σταθμοί Μεταφόρτωσης*

Προβλεπόταν η ίδρυση 3 ΣΜΑ.

- *Ανακύκλωση*

Υπήρχε πρόβλεψη για δημιουργία 2 ΚΔΑΥ. Ήδη από το 1999 λειτουργούσε 1 ΚΔΑΥ στη Ζάκυνθο.

- *Επεξεργασία*

Προβλεπόταν η δημιουργία 1 μονάδας επεξεργασίας.

2.3.7 Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Δυτικής Ελλάδας

- *Έργα Τελικής Διάθεσης*

Στην Περιφέρεια λειτουργεί ήδη ο ΧΥΤΑ Πατρέων με περιορισμένη διάρκεια ζωής και μέχρι το 2008 προβλέπεται η δημιουργία 8 νέων ΧΥΤΑ (4 για το Ν. Αιτωλοακαρνανίας, 3 για το Ν. Αχαΐας και 1 για το Ν. Ηλείας). Για τους ΧΥΤΑ των Ν. Αχαΐας και Αιτωλοακαρνανίας έχει εξασφαλιστεί χρηματοδότηση. Η δυναμικότητα των ΧΥΤΑ κυμαίνεται από 7.500 τ/έτος (ΧΥΤΑ Αιγείρας) έως 73.100 τ/έτος (ΧΥΤΑ Ν. Ηλείας).

- *Σταθμοί Μεταφόρτωσης*

Για τη μεταφορά προτείνεται η ίδρυση 9 ΣΜΑ (6 για τους Ν. Αιτωλοακαρνανίας και Λευκάδας, 1 για το Ν. Αχαΐας και 2 το Ν. Ηλείας). Για τα ΣΜΑ των Ν. Αχαΐας και Αιτωλοακαρνανίας έχει εξασφαλιστεί χρηματοδότηση.

- *Ανακύκλωση*

Για την ανακύκλωση υλικών υπάρχει ένα ΚΔΑΥ στην Πάτρα ενώ προτείνονται άλλα δύο για τους Νομούς Αιτωλοακαρνανίας και Ηλείας.

- *Επεξεργασία*

Εφαρμογή προγράμματος διαλογής στην πηγή του οργανικού (βιοαποδομήσιμου) κλάσματος των αποβλήτων και η κατασκευή μονάδων κομποστοποίησης για επεξεργασία αυτού με πιθανή ταυτόχρονη ενεργειακή αξιοποίηση. Η κλιμάκωση της εφαρμογής εξαρτάται από το/τους ΦοΔΣΑ.

Για την επεξεργασία σύμμεικτων ΑΣΑ (όσων έχουν μείνει μετά το πρόγραμμα εκτροφής επιλεγμένων κλασμάτων), προτείνονται 3 κεντρικές εγκαταστάσεις, μια για κάθε Νομό (δεν αναφέρονται οι θέσεις), πλην όμως, ανάλογα με τις αποφάσεις του/των ΦοΔΣΑ είναι δυνατόν να δημιουργηθούν περισσότερες της μιας μονάδες ανά Δ.Ε. (Διαχειριστική Ενότητα) ή/και μια μονάδα που θα εξυπηρετεί περισσότερες Δ.Ε. Οι μονάδες των Ν. Αχαΐας και Αιτωλοακαρνανίας μπορούν να ξεκινήσουν εξυπηρετώντας μέρος ή το σύνολο των οικείων νομών.

Όλες οι τεχνολογίες επεξεργασίας θεωρούνται κατάλληλες, η επιλογή θα γίνει από το/τους ΦοΔΣΑ.

2.3.8 Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Στερεάς Ελλάδος

- *Έργα Τελικής Διάθεσης*

Στην Περιφέρεια προβλέπεται η λειτουργία 11 ΧΥΤΑ, από έναν για κάθε διαχειριστική ενότητα (2 για τον Ν. Βοιωτίας, 4 για το Ν. Ευβοίας, 1 για το Νομό Ευρυτανίας, 3 για το Ν. Φθιώτιδος και 1 για το Ν. Φωκίδας).

Από τους παραπάνω, ήδη λειτουργούν 2 ΧΥΤΑ (Χαλκίδας και Δομοκού), 3 κατασκευάζονται σε εγκεκριμένες με χρηματοδότηση θέσεις (Λειβαδιάς, Θήβας και Ιστιαίας) και ένας δύναται

να κατασκευαστεί με προδιαγραφές «μικρού» ΧΥΤΑ (Νήσου Σκύρου).

- *Σταθμοί Μεταφόρτωσης*

Για τη μεταφορά προτείνεται η ίδρυση 8 με 14 ΣΜΑ (4 έως 8 στο Ν. Εύβοιας, 1 στο Ν. Ευρυτανίας, 2 με 3 στο Ν. Φθιώτιδας και 1 με 2 στο Ν. Φωκίδας). Ο αριθμός όμως μπορεί να διαφοροποιηθεί ανάλογα με τις θέσεις των ΧΥΤΑ και των εγκαταστάσεων επεξεργασίας, βάσει σχετικών μελετών των ΦοΔΣΑ.

- *Ανακύκλωση*

Προβλέπεται η προώθηση προγραμμάτων διαλογής στην πηγή με δημιουργία «πράσινων σημείων» για ανάκτηση επιλεγμένων υλικών.

- *Επεξεργασία*

Προτείνεται η εφαρμογή προγράμματος διαλογής στην πηγή του οργανικού (βιοαποδομήσιμου) κλάσματος των αποβλήτων και η κατασκευή μονάδων κομποστοποίησης για επεξεργασία αυτού με πιθανή ταυτόχρονη ενεργειακή αξιοποίηση. Η κλιμάκωση της εφαρμογής εξαρτάται από το/τους ΦοΔΣΑ.

Για την επεξεργασία σύμμεικτων ΑΣΑ (όσων έχουν μείνει μετά το πρόγραμμα εκτροπής επιλεγμένων κλασμάτων), προτείνονται 5 κεντρικές εγκαταστάσεις, μια για κάθε Νομό (δεν αναφέρονται οι θέσεις, δυναμικότητες, χρόνος έναρξης λειτουργίας), πλην όμως, ανάλογα με τις αποφάσεις του/των ΦοΔΣΑ είναι δυνατόν να δημιουργηθούν περισσότερες της μιας μονάδες ανά Διαχειριστική Ενότητα (Δ.Ε.) ή/και μια μονάδα που θα εξυπηρετεί περισσότερες Δ.Ε.

Όλες οι τεχνολογίες επεξεργασίας θεωρούνται κατάλληλες, η επιλογή θα γίνει από τους ΦοΔΣΑ μετά από σχετικές μελέτες.

2.3.9 Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Αττικής

- *Έργα Τελικής Διάθεσης*

Στην 1η Δ.Ε. (Αττική πλην νήσων Κυθήρων και Αντικυθήρων), εκτός από τον υφιστάμενο ΧΥΤΑ Α. Λιοσίων, ο οποίος σύντομα θα κλείσει, προβλέπονται 3 νέοι ΧΥΤΑ, ένας σε κάθε ΟΕΔΑ (βλέπε παρακάτω). Στη 2η διαχειριστική ενότητα προβλέπονται 2 ΧΥΤΑ για τα νησιά Κύθηρα και Αντικύθηρα.

- *Σταθμοί Μεταφόρτωσης*

Προτείνεται η άμεση ίδρυση 4 κεντρικών ΣΜΑ, εκτός από τον κεντρικό ΣΜΑ στη θέση Σχιστό που θα συνεχίσει να λειτουργεί. Προβλέπεται επίσης η ανάπτυξη ενός δικτύου 19 τοπικών ΣΜΑ. Διευκρινίζεται ότι ο αριθμός των κεντρικών και τοπικών ΣΜΑ δεν είναι δεσμευτικός και ότι μπορεί να διαφοροποιηθεί στα πλαίσια εξορθολογισμού του συστήματος. Η δυναμικότητα όλων των σταθμών θα αποφασιστεί με βελτιστοποίηση του συστήματος.

- *Ανακύκλωση*

Για διαλογή στην πηγή προβλέπονται, εκτός από το υφιστάμενο ΚΔΑΥ Αμαρούσιου, 3 νέα ΚΔΑΥ, από ένα στις 3 ΟΕΔΑ της 1ης Δ.Ε. (βλέπε παρακάτω).

- *Επεξεργασία*

Προτείνεται η εφαρμογή προγράμματος διαλογής στην πηγή του οργανικού (βιοαποδομήσιμου) κλάσματος των αποβλήτων και η κατασκευή μονάδων κομποστοποίησης για επεξεργασία

αυτού με πιθανή ταυτόχρονη ενεργειακή αξιοποίηση. Η κλιμάκωση της εφαρμογής εξαρτάται από το/τους ΦοΔΣΑ.

Προτείνεται η επεξεργασία των σύμμεικτων ΑΣΑ (όσων έχουν μείνει μετά το πρόγραμμα εκτροπής επιλεγμένων κλασμάτων) της 1^η Δ.Ε. (Αττική πλην νήσων Κυθήρων και Αντικυθήρων) στις ακόλουθες 3 ΟΕΔΑ:

ΟΕΔΑ Δ. Αττικής (δίχως να αναφέρονται δυναμικότητες)

- Χρήση του υφιστάμενου ΧΥΤΑ Α. Λιοσίων, για όσο διάστημα λειτουργεί
- Νέο ΧΥΤΑ (στο Δ. Φυλής) που θα διαδεχθεί τον ΧΥΤΑ Α. Λιοσίων
- Νέο ΚΔΑΥ και διοικητική ένταξη υφιστάμενου ΚΔΑΥ Αμαρούσιου
- 1^η Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας Σύμμεικτων ΑΣΑ (υφιστάμενο εργοστάσιο Αερόβιας Μηχανικής - Βιολογικής Επεξεργασίας)
- 2^η Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας Σύμμεικτων ΑΣΑ, για την οποία όλες οι τεχνολογίες θεωρούνται κατάλληλες
- Μονάδα κομποστοποίησης προδιαλεγμένων οργανικών υλικών ή/και πρασίνων.

ΟΕΔΑ Β.Α. Αττικής στο Μαύρο Βουνό Γραμματικού (δίχως να αναφέρονται δυναμικότητες)

- ΧΥΤΑ που θα μετεξελιχθεί σε ΧΥΤΥ
- ΚΔΑΥ
- Μονάδα κομποστοποίησης προδιαλεγμένων οργανικών υλικών ή/και πρασίνων
- Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας Σύμμεικτων ΑΣΑ, για την οποία όλες οι τεχνολογίες θεωρούνται οικονομικά βιώσιμες. Σημειώνεται ότι έχει ήδη εκπονηθεί Μ.Π.Ε. και έχουν ήδη εγκριθεί οι περιβαλλοντικοί όροι για ίδρυση μονάδας βιολογικής ξήρανσης ως προεπεξεργασία με διάθεση του παραγόμενου SRF στο ΧΥΤΑ.

ΟΕΔΑ Ν.Α. Αττικής στην Κερατέα (δίχως να αναφέρονται δυναμικότητες)

- ΧΥΤΑ που θα μετεξελιχθεί σε ΧΥΤΥ
- ΚΔΑΥ
- Μονάδα κομποστοποίησης προδιαλεγμένων οργανικών υλικών ή/και πρασίνων
- Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας Σύμμεικτων ΑΣΑ, για την οποία όλες οι τεχνολογίες θεωρούνται οικονομικά βιώσιμες. Σημειώνεται ότι έχει ήδη εκπονηθεί Μ.Π.Ε. και έχουν ήδη εγκριθεί οι περιβαλλοντικοί όροι για ίδρυση μονάδας βιολογικής ξήρανσης ως προεπεξεργασία με διάθεση του παραγόμενου SRF στο ΧΥΤΑ.

2.3.10 Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Πελοποννήσου

• Έργα Τελικής Διάθεσης

Στην Περιφέρεια λειτουργεί ήδη ο ΧΥΤΑ Κιάτου της Δ.Ε. Κεντρικής Κορινθίας και προωθείται η κατασκευή 6 ακόμα ΧΥΤΑ (2 πρόσθετων για τον Ν. Κορινθίας και από 1 για τους Ν. Μεσσηνίας, Αργολίδας, Αρκαδίας και Λακωνίας), οι οποίοι θα έχουν ολοκληρωθεί μέχρι το 2008. Η δυναμικότητα των ΧΥΤΑ κυμαίνεται από 10.900 τ/έτος για το μικρότερο (Κιάτου) έως 63.300 τ/έτος για το μεγαλύτερο.

• Σταθμοί Μεταφόρτωσης

Για τη μεταφορά των απορριμμάτων προτείνεται η ίδρυση 8 τουλάχιστον ΣΜΑ, ανάλογα με τις θέσεις των ΧΥΤΑ και τις απαιτήσεις.

• Ανακύκλωση

Για την ανακύκλωση υλικών προβλέπονται 2 ΚΔΑΥ για Καλαμάτα και Κόρινθο.

- *Επεξεργασία*

Προβλέπεται επαναλειτουργία του εργοστασίου κομποστοποίησης της Καλαμάτας από το 2010, το οποίο θα εξυπηρετεί το σύνολο της Δ.Ε. Μεσσηνίας.

Ορίζεται η κατασκευή νέας διανομαρχιακής μονάδας Βιολογικής Ξήρανσης και Ενεργειακής Αξιοποίησης (κατά πάσα πιθανότητα με εργοστάσιο αεριοποίησης του SRF όταν η τεχνολογία γίνει διαθέσιμη) για εξυπηρέτηση των Δ.Ε. της Ανατολικής Κορινθίας και Αργολίδας από το 2010, καθώς και της Δ.Ε. Λακωνίας από το 2013. Η θέση ενδέχεται να είναι στο Ν. Αργολίδας.

Οι προς επεξεργασία ποσότητες κλιμακώνονται από 155.000 τ/έτος στο 2010 (με 82% υπέρβαση των αναγκαίων ποσοτήτων), σε 165.000 στο 2013 (με 33% υπέρβαση των αναγκαίων ποσοτήτων) και σε 200.000 τ/έτος στο 2020 (με 13% υπέρβαση των αναγκαίων ποσοτήτων).

Οι Δ.Ε. της κεντρικής και δυτικής Κορινθίας θα συνεχίσουν να εξυπηρετούνται από τον υφιστάμενο ΧΥΤΑ Κιάτου και τον υπό κατασκευή ΧΥΤΑ Ξυλοκάστρου.

2.3.11 Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Β. Αιγαίου

- *Έργα Τελικής Διάθεσης*

Στην Περιφέρεια προβλέπεται η δημιουργία 7 ΧΥΤΑ (από 1 για τα νησιά Λέσβο, Λήμνο, Χίο και Φούρνους και 3 για τη Σάμο).

- *Σταθμοί Μεταφόρτωσης*

Για τη μεταφορά προτείνεται η ίδρυση 5 ή 6 ΣΜΑ (3 ή 4 στη Λέσβο, 1 στη Λήμνο και 1 στη Χίο).

- *Ανακύκλωση*

Προτείνεται εφαρμογή προγραμμάτων διαλογής στην πηγή με συλλογή υλικών συσκευασίας σε ενιαίο χωριστό ρεύμα και διαχωρισμός σε μονάδες αξιοποίησης υλικών στη Λέσβο και Χίο.

Προτείνεται εφαρμογή προγραμμάτων διαλογής στην πηγή για υλικά στόχους (κατά προτίμηση χαρτιού, αλλά και πλαστικού, γυαλιού, μετάλλων) με χρήση εξοπλισμού συμπίεσης - δεματοποίησης - μεταφοράς σε Λέσβο, Χίο, Σάμο και Ικαρία.

- *Επεξεργασία*

Προτείνεται εφαρμογή προγράμματος διαλογής στην πηγή του οργανικού (βιοαποδομήσιμου) κλάσματος των αποβλήτων (33.248 τ/έτος το 2010, 47.402 τ/έτος το 2013 και 61.136 τ/έτος το 2020) και επεξεργασία αυτού σε 5 μονάδες κομποστοποίησης (από μια για τα νησιά Λέσβο, Λήμνο και Χίο και δύο στη Σάμο).

2.3.12 Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Ν. Αιγαίου

- *Έργα Τελικής Διάθεσης*

Προβλέπεται η δημιουργία 32 ΧΥΤΑ και επί πλέον έως 7 ακόμα ΧΥΤΑ σε μικρά νησιά ή ΣΜΑ για μεταφορά των απορριμμάτων σε άλλο νησί.

- *Σταθμοί Μεταφόρτωσης*

Προβλεπόταν η ίδρυση έως 7 ΣΜΑ για μεταφορά των απορριμμάτων από μικρά νησιά σε ΧΥΤΑ μεγαλύτερων νησιών, ως εναλλακτική λύση ίδρυσης μικρών τοπικών ΧΥΤΑ.

- *Ανακύκλωση*

Στον Εθνικό Σχεδιασμό 2000 προβλεπόταν η ίδρυση 5 ΚΔΑΥ. Ο ΠΕΣΔΑ τροποποιεί το προγενέστερο σχεδιασμό δίχως αναφορά στα ΚΔΑΥ.

- *Επεξεργασία*

Δεν προβλέπεται η ίδρυση μονάδων επεξεργασίας

2.3.13 Στοιχεία ΠΕΣΔΑ Κρήτης

- *Έργα Τελικής Διάθεσης*

Στο Ν. Χανίων λειτουργεί ο ΧΥΤΥ Ακρωτηρίου, λειτουργεί ο ΧΥΤΑ Σφακιών που εξυπηρετεί την κοινότητα και κατασκευάζεται ο ΧΥΤΑ Γαύδου.

Ο Ν. Ρεθύμνης εξυπηρετείται από τον ΧΥΤΑ Αμαρίου που ευρίσκεται υπό επέκταση.

Στο Ν. Ηρακλείου θα κατασκευαστεί νέο κύτταρο στο Χώρο Διάθεσης Απορριμμάτων (ΧΔΑ) Πέρα Γαληνών, προβλέπεται η κατασκευή ενός νέου ΧΥΤΑ στο Μεσσαρά, λειτουργούν και επεκτείνονται οι ΧΥΤΑ Καζαντζάκη και Χερσονήσου, λειτουργεί και αναβαθμίζεται ο ΧΥΤΑ Βιάννου.

Στο Ν. Λασιθίου λειτουργούν ο ΧΥΤΑ Αγ. Νικολάου, που βρίσκεται σε φάση επέκτασης και ο ΧΥΤΑ Σητείας που βρίσκεται σε φάση εκσυγχρονισμού.

Μέχρι το 2010 προβλέπεται ένας ακόμη ΧΥΤΥ, στον υπό αναζήτηση χώρο της κεντρικής ΟΕΔΑ, που θα εξυπηρετήσει τους Ν. Ρεθύμνης, Ηρακλείου και Λασιθίου.

Με βάση τα παραπάνω, στην Περιφέρεια Κρήτης προβλέπονται 12 ΧΥΤΑ.

- *Σταθμοί Μεταφόρτωσης*

Στο Ν. Χανίων προτείνεται η κατασκευή 2 ή 3 ΣΜΑ (Χανίων, Βουκολίων και Πελεκάνου). Στο Ν. Ηρακλείου υπάρχει το ομώνυμο ΣΜΑ που βρίσκεται υπό επέκταση. Στους Ν. Ρέθυμνου, Ηρακλείου και Λασιθίου κατασκευάζονται 5 νέοι ΣΜΑ, 4 από τους οποίους πιθανώς στους χώρους των ΧΥΤΑ Καζαντζάκη, Χερσονήσου, Βιάννου. Αγ. Νικολάου.

- *Ανακύκλωση*

Για την ανακύκλωση υλικών υπάρχουν προγράμματα διαχωρισμού του χαρτιού στην πηγή και λειτουργούν ΚΔΑΥ σε Ηράκλειο και Χανιά. Στο Ρέθυμνο προτείνεται πρόγραμμα διαλογής στην πηγή που θα τροφοδοτεί το ΚΔΑΥ Χανίων.

- *Επεξεργασία*

Για την επεξεργασία των απορριμμάτων του Ν. Χανίων (με εξαίρεση τους απομακρυσμένους ΟΤΑ Σφακιών και Νήσου Γαύδου, για τους οποίους προβλέπεται απλή διάθεση) ήδη λειτουργεί (με μειωμένη παραγωγή) ένα εργοστάσιο Αερόβιας Μηχανικής - Βιολογικής Επεξεργασίας δυναμικότητας 70.000 τ/έτος στη θέση Κορακιές του Ακρωτηρίου.

Για την επεξεργασία των απορριμμάτων των Ν. Ρεθύμνης, Ηρακλείου και Λασιθίου (με εξαίρεση τους Δήμους Σητείας, Ιτάνου, Λεύκης και Μακρύ Γιαλού του Νομού Λασιθίου, για τους οποίους προβλέπεται απλή διάθεση στο ΧΥΤΑ Σητείας) προτείνονται:

- Άμεση ίδρυση μιας μονάδας προεπεξεργασίας (βιολογικής ξήρανσης κατά πάσα πιθανότητα) δυναμικότητας 70.000 τ/έτος στο χώρο του ΣΜΑ Ηρακλείου.
- Επέκταση της μονάδας προεπεξεργασίας σε μονάδα ενεργειακής αξιοποίησης δυναμικότητας 210.000 τ/έτος και τελική διάθεση σε ΧΥΤΥ έως το 2010.

2.4 ΚΡΙΤΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

2.4.1 Εισαγωγή

Η μη διαθεσιμότητα εγκεκριμένων ΠΕΣΔΑ για όλες τις Περιφέρειες κατέστησε αναγκαία τη χρήση συμπληρωματικών στοιχείων από τον Εθνικό Σχεδιασμό του 2000 [19], όπως επικαιροποιήθηκε το 2003 [20], αλλά και από άλλες πηγές. Ως εκ τούτου υπάρχει η πιθανότητα ανακριβούς αναφοράς κάποιων επιμέρους στοιχείων στην ανάλυση που ακολουθεί.

Ωστόσο, θεωρήθηκε αναγκαία η έγκαιρη ανάλυση της κατάστασης που διαμορφώνεται με τους νέους ΠΕΣΔΑ διότι αφ ενός μεν διαπιστώνεται η δυνατότητα σημαντικής βελτίωσης ορισμένων θεμάτων του σχεδιασμού, αφ' ετέρου δε οι επιμέρους ελλείψεις δεν επηρεάζουν τα γενικά συμπεράσματα που εξάγονται.

Το βασικότερο χαρακτηριστικό των ΠΕΣΔΑ είναι η ασάφεια με την οποία συχνά ορίζουν αυτά που πρόκειται να γίνουν. Ιδιαίτερη ασάφεια χαρακτηρίζει τις βασικές μονάδες επεξεργασίας σε ότι αφορά τις τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν, τους χρόνους έναρξης εκάστης, τις ποσότητες αχρήστων και προϊόντων και τον τρόπο διάθεσης ή αξιοποίησής τους κτλ. (βλέπε και ενότητες 2.4.4 και 2.4.5). Ασάφεια συχνά χαρακτηρίζει και το γενικότερο πλαίσιο διαχείρισης σε ότι αφορά τον ακριβή τρόπο επίτευξης των στόχων που θέτει η Ε.Ε. για μείωση των οργανικών και ανακύκλωση υλικών. Επίσης, ο σχεδιασμός ανάπτυξης των ΧΥΤΑ δεν σχετίζεται με τις ανάγκες τελικής διάθεσης (ΑΣΑ και υπολειμμάτων επεξεργασίας) και εμφανίζεται εντελώς ανεξάρτητος από το σχεδιασμό του συστήματος επεξεργασίας. Αξιοσημείωτο είναι τέλος το γεγονός ότι όλες οι κρίσιμες επιλογές παραπέμπονται στους ΦοΔΣΑ που και αυτοί στις περισσότερες περιπτώσεις θα οριστούν με αποφάσεις των Περιφερειών στο μέλλον.

Ο Πίνακας 2.4.1-1 συνοψίζει βασικά στοιχεία των ΠΕΣΔΑ σε ότι αφορά τους προβλεπόμενους αριθμούς ΧΥΤΑ, ΣΜΑ και μονάδων επεξεργασίας.

Πίνακας 2.4.1-1 Επιλεγμένα στοιχεία από Περιφερειακούς Σχεδιασμούς 2005 / 2006

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ	Πληθ. (2001)	ΧΥΤΑ		ΣΜΑ	Μονάδες Επεξεργασίας	
		Έως 1999	Νέοι		Έως Σήμερα	Νέες
Α. Μακ. & Θράκης*	611.067	2	6	10		1
Κεντρ. Μακεδονίας	1.874.214		16	18		7
Δυτικής Μακεδονίας*	301.522		1	9		1
Ηπείρου*	353.820		7	12		-
Θεσσαλίας*	753.888	2	7	18		1
Ιονίων Νήσων*	212.984	2	5	3		1
Δυτικής Ελλάδας	740.506	1	8	9		3
Στερεάς Ελλάδας	605.329	2	9	> 8 – 14		5
Αττικής	3.761.810	1	2	24	1	6
Πελοποννήσου	638.942		7	> 8	1	1
Βορείου Αιγαίου	206.121	1	7	5 – 6		5
Νοτίου Αιγαίου	302.686		32-39	0 – 7		-
Κρήτης	601.131	3	9	10	1	1
Σύνολο		14	117-224	139-153	3	32

* Στοιχεία από Εθνικό Σχεδιασμό 2000 και άλλες πηγές.

Με βάση τα στοιχεία που αναφέρονται στην ενότητα 2.3, τους διαθέσιμους ΠΕΣΔΑ, αλλά και τις διαθέσιμες συναφείς μελέτες, επιχειρείται μια κριτική θεώρηση των Περιφερειακών Σχεδιασμών, επιμέρους και συνολικά, και τα συμπεράσματα συνοψίζονται παρακάτω.

2.4.2 ΧΥΤΑ

Ο υπερβολικός αριθμός ΧΥΤΑ που προβλεπόταν στους Νομαρχιακούς Σχεδιασμούς δεν μειώθηκε. Αντίθετα, σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 2.4.2-1, στις Περιφέρειες για τις οποίες υπάρχουν στοιχεία από Περιφερειακούς Σχεδιασμούς παρατηρείται αύξηση.

Καθίσταται επομένως προφανές ότι η ορθολογικοποίηση των δαπανηρών Νομαρχιακών Σχεδιασμών που αποτέλεσε το βασικό σκοπό, για τον οποίο το ΥΠΕΧΩΔΕ προώθησε το Σχεδιασμό σε Περιφερειακό επίπεδο (βλέπε και ενότητα 2.3) δεν επιτεύχθηκε σε ότι αφορά τους ΧΥΤΑ. Έτσι, τα προβλήματα των Νομαρχιακών Σχεδιασμών, όπως αναφέρονται στην ενότητα 2.2 παραπάνω, μεταφέρονται και στους τρέχοντες Περιφερειακούς Σχεδιασμούς.

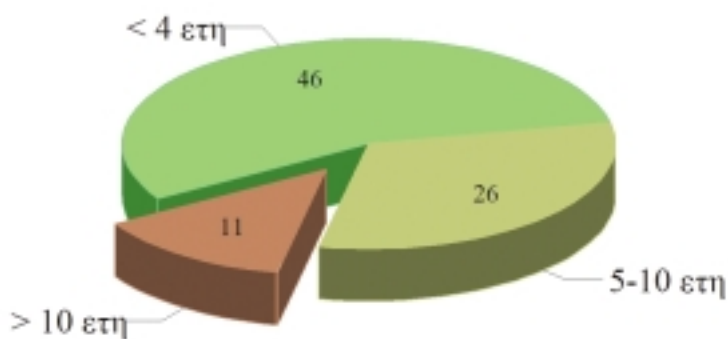
Πίνακας 2.4.2-1 Σύγκριση αριθμού προβλεπόμενων ΧΥΤΑ από Νομαρχιακούς Σχεδιασμούς 2000 και Περιφερειακούς Σχεδιασμούς 2005 [5]

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΕΣ	Νομαρχιακοί Σχεδιασμοί 2000	Περιφερειακοί Σχεδιασμοί 2005
Ηπειρωτική Ελλάδα (5 από 8 Περιφέρειες)		
Κεντρική Μακεδονία	11	16
Δυτική Ελλάδα	10	9
Στερεά Ελλάδα	11	11
Αττική	1	3
Πελοπόννησος	10	7
Νησιά (3 από 4 Περιφέρειες)		
Κρήτη	11	12
Βόρειο Αιγαίο	6	8
Νότιο Αιγαίο	32	32 – 39
Σύνολο	92	98 – 105

Από τους υφιστάμενους ΧΥΤΑ, περιορισμένος μόνο αριθμός έχει ηλικία μεγαλύτερη των 5 ετών και αρκετοί από αυτούς ευρίσκονται στο στάδιο της επέκτασης ή/και αναβάθμισης (βλέπε π.χ. ΧΥΤΑ Περιφέρειας Κρήτης). Το 60% του προβλεπόμενου συνολικού αριθμού των ΧΥΤΑ πρόκειται να ιδρυθεί τα επόμενα χρόνια με στόχο την έναρξη λειτουργίας έως το τέλος του 2008. Από τα διαθέσιμα στοιχεία χρόνου ίδρυσης των ΧΥΤΑ προκύπτει η αναμενόμενη κατανομή ηλικιών τους το 2010. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.4.2-2 και γραφικά στην Εικόνα 2.4.2-1. Όπως φαίνεται η χώρα μας θα διαθέτει το 2010 υποδομή σε μικρής ηλικίας ΧΥΤΑ, ικανής να καλύψει τις ανάγκες τελικής διάθεσης του συνόλου των ΑΣΑ (εξαιρουμένης της Περιφέρειας Αττικής) αρκετά πέρα από το 2020.

Πίνακας 2.4.2-2 Κατανομή ηλικιών των ΧΥΤΑ που προβλέπεται να λειτουργούν σε όλη τη χώρα το 2010

	Αριθμός	Ηλικία το 2010 [έτη]
Ηπειρωτική Ελλάδα και Κρήτη		
Σε λειτουργία το 1999	11	> 10
Πρόσθετοι σε λειτουργία ως το 2005	26	5 – 10
Υπό κατασκευή το 2005	5	< 5
Πρόσθετοι μέχρι τέλος 2008	41	< 3
Σύνολο	83	
Σύνολο Χώρας		
Σε λειτουργία το 1999	14	> 10
Πρόσθετοι σε λειτουργία ως το 2005	26	5 – 10
Υπό κατασκευή το 2005	5	< 5
Πρόσθετοι μέχρι τέλος 2008	86 – 93	< 3
Σύνολο	131 – 138	



Εικόνα 2.4.2-1 Εκτιμώμενη κατανομή ηλικιών των ΧΥΤΑ Ηπειρωτικής Ελλάδας και Κρήτης κατά το έτος 2010.

2.4.3 Σταθμοί μεταφόρτωσης

Οι σταθμοί μεταφόρτωσης βλέπε π.χ. Εικόνα 2.4.3-1, θεωρούνται από τη νομοθεσία δευτερεύουσες εγκαταστάσεις και απαιτείται όπως οι ΠΕΣΔΑ κάνουν απλή αναφορά του εκτιμωμένου αριθμού τους, δίχως περαιτέρω τεκμηρίωση [21]. Εντούτοις, με βάση τα προκαταρκτικά αυτά στοιχεία προωθείται η δημιουργία των σχετικών έργων με εγκρίσεις χρηματοδοτήσεων και εκτέλεση των αναγκαίων μελετών «ωρίμανσης».

Για τις Περιφέρειες που είναι διαθέσιμοι οι εγκεκριμένοι ΠΕΣΔΑ, απλή και μόνο θεώρηση της κατάστασης φανερώνει ότι ο αριθμός των προβλεπόμενων ΣΜΑ είναι συχνά πολλαπλάσιος του ορθολογικού.

Ιδιαίτερα εμφανής είναι η έλλειψη ενός ολοκληρωμένου συστήματος οδικής, σιδηροδρομικής και θαλάσσιας μεταφοράς. Η έλλειψη αυτή περιορίζει σημαντικά τις δυνατότητες διαχείρισης σε Εθνικό επίπεδο και συνδέεται στενά με τα υφιστάμενα πολυάριθμα τοπικά προβλήματα διαχείρισης.



Εικόνα 2.4.3-1 Σταθμός μεταφόρτωσης απορριμμάτων με μεταφερόμενο σύστημα συμπίεσις - χοάνης και 2 από τα 4 containers σε θέση πλήρωσης.

2.4.4 Εγκαταστάσεις επεξεργασίας

Ο προβλεπόμενος αριθμός των 35 μονάδων επεξεργασίας, Πίνακας 2.4.1-1, είναι υπερβολικός, 5 με 10 φορές μεγαλύτερος από το βέλτιστο (βλέπε ενότητα 3.3 παρακάτω).

Στους περισσότερους ΠΕΣΔΑ επιτρέπεται, και ενίοτε ορίζεται, η επεξεργασία του συνόλου σχεδόν των ΑΣΑ από το 2010, παρότι η μείωση των βιοδιασπάσιμων συστατικών των ΑΣΑ που οδηγούνται σε ταφή θα μπορούσε να περιοριστεί αρχικά στο 44% των ΑΣΑ και να αυξηθεί σταδιακά, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας, Εικόνα 2.1-1.

Η αξιολόγηση των εναλλακτικών τεχνολογιών επεξεργασίας είναι συχνά γενική και περιορίζεται στη διαπίστωση ότι «*όλες οι τεχνολογίες επεξεργασίας - αξιοποίησης ΑΣΑ είναι αποδεκτές και μπορούν να εφαρμοστούν από πλευράς βιωσιμότητας*». Εντούτοις, θεσμοθετείται στις περισσότερες περιφέρειες η απαίτηση «*θερμικής αξιοποίησης των ΑΣΑ*» χωρίς τεκμηρίωση. Με το δόγμα αυτό αποκλείεται εξ αρχής η αερόβια ΜΒΕ με ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών.

Η χρήση της βιολογικής ξήρανσης ορίζεται στον ΠΕΣΔΑ Πελοποννήσου και εμφανίζεται πιθανή στην Περιφέρεια Κρήτης. Επίσης, αν και δεν αναφέρεται η επιλογή συγκεκριμένων τεχνολογιών στον ΠΕΣΔΑ Αττικής, η δημιουργία μονάδων βιολογικής ξήρανσης φαίνεται να έχει ήδη «ωριμάσει» από το 2003/2004 με Μ.Π.Ε. [16], [17] και εγκρίσεις περιβαλλοντικών όρων.

2.4.5 Συζήτηση

Στους περισσότερους ΠΕΣΔΑ παραμένουν ασαφή βασικά θέματα σχεδιασμού, όπως η τεχνολογία, ο ακριβής αριθμός, η δυναμικότητα ή/και ο χρόνος έναρξης λειτουργίας των εγκαταστάσεων επεξεργασίας ΑΣΑ. Για τη λήψη των σχετικών αποφάσεων εξουσιοδοτούνται εκ προοιμίου οι ΦοΔΣΑ. Επομένως, από την ανάγνωση των περισσότερων ΠΕΣΔΑ δεν προκύπτει μια συγκεκριμένη ποσοτική εικόνα του συστήματος διαχείρισης, δεν ορίζεται άμεσα η μέθοδος επεξεργασίας και δεν παρέχονται εκτιμήσεις κόστους επεξεργασίας.

Παρόλα αυτά, η υλοποίηση των ΠΕΣΔΑ προβλέπεται ταχύτατη, μια και σε τρία μόλις χρόνια από σήμερα θα πρέπει, σύμφωνα και με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία, να έχουν ιδρυθεί πολυάριθμα εργοστάσια επεξεργασίας. Τα εργοστάσια αυτά θα αποτελέσουν ένα από τους μεγαλύτερους και ταχύτερα αναπτυσσόμενους κλάδους της Ελληνικής βιομηχανίας.

Τα παραπάνω δημιουργούν την ανάγκη ερμηνείας των ΠΕΣΔΑ προκειμένου να καταστεί δυνατή η εκτίμηση της πορείας των εξελίξεων και η συνεπαγόμενη επιβάρυνση της εθνικής οικονομίας. Για το σκοπό αυτό γίνονται οι ακόλουθες γενικές παρατηρήσεις, οι οποίες εστιάζονται κυρίως σε διαχειριστικές ενότητες με ικανό πληθυσμό:

Στην ενότητα 2.4.4 διαπιστώνεται δαπανηρή τάση επεξεργασίας του συνόλου σχεδόν των ΑΣΑ από το 2010. Η τάση αυτή οδηγεί σε υπέρβαση των απαιτήσεων εξεργασίας που ορίζει η Ευρωπαϊκή νομοθεσία με χρήση κάθε μεθόδου επεξεργασίας, εκτός από τη βιολογική ξήρανση. Με την τελευταία επιτυγχάνεται περιορισμένη μείωση των βιοδιαπάσιμων συστατικών (βλέπε ενότητα 1.3.2) που καταλήγουν σε ταφή και επομένως απαιτείται επεξεργασία πολύ μεγαλύτερων ποσοτήτων ΑΣΑ για να επιτευχθούν οι στόχοι της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας.

Η προβλεπόμενη επεξεργασία του συνόλου σχεδόν των ΑΣΑ από το 2010 συνεπάγεται δραστική μείωση των αναγκών διάθεσης σε ΧΥΤΑ. Εντούτοις, διαπιστώνεται παράλληλη προώθηση ενός ευρέως προγράμματος δημιουργίας ΧΥΤΑ, ικανών να δεχτούν το σύνολο των απορριμμάτων κάθε περιφέρειας (με εξαίρεση την περιφέρεια Αττικής) για τα επόμενα 20 περίπου χρόνια, ενότητα 2.4.2. Η αντίφαση αυτή αίρεται στην περίπτωση επιλογής της βιολογικής ξήρανσης, της μόνης τεχνολογίας που δεν επιφέρει ουσιαστική μείωση των αναγκών χρήσης ΧΥΤΑ. Πράγματι, η τεχνολογία για την αεριοποίηση του SRF που παράγει η βιολογική ξήρανση δεν έχει ακόμα αναπτυχθεί και ως εκ τούτου το μεγαλύτερο μέρος αυτού θα καταλήγει σε ΧΥΤΑ. Αυτή η πρακτική ακολουθείται σήμερα στην Ε.Ε. (βλέπε ενότητα 1.3.2) και το ίδιο προβλέπουν οι Μ.Π.Ε. για τις εγκαταστάσεις βιολογικής ξήρανσης των ΟΕΔΑ Γραμματικού και Κερατέας [16], [17].

Όπως αναφέρεται στην ενότητα 2.4.4, τα ΠΕΣΔΑ προβλέπουν πολυάριθμες τοπικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Τούτο συνάδει με τη χρήση της βιολογικής ξήρανσης, η οποία δεν προσφέρει οικονομία κλίμακας (βλέπε ενότητα 1.1.4.4 και Εικόνα 1.3.1-1). Επομένως, γι' αυτή την τεχνολογία και μόνο, η χρήση πολυάριθμων τοπικών μονάδων επεξεργασίας είναι οικονομικότερη από ότι η χρήση ολιγάριθμων κεντρικών (η έλλειψη οικονομίας κλίμακας αναιρεί το οικονομικό κίνητρο για τη μεταφορά των ΑΣΑ σε μεγάλες κεντρικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας).

Τις περισσότερες φορές όπου οι ΠΕΣΔΑ ορίζουν δυναμικότητες για τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας, αυτές είναι πολλαπλάσιες των 60.000 με 70.000 τ/έτος ΑΣΑ (π.χ. βλέπε Πίνακα 2.3.2-1 και ενότητα 2.3.13). Τα εργοστάσια βιολογικής ξήρανσης απαρτίζονται από παράλληλες εγκαταστάσεις, καθεμία από τις οποίες έχει τυπική δυναμικότητα επεξεργασίας 60.000 με 70.000 τ/έτος ΑΣΑ, ενότητα 1.1.4.4.

Από τα παραπάνω, από την εκ προοιμίου πρόκριση κάθε τεχνολογίας ως «οικονομικά βιώσιμης» (ανεξαρτήτως κόστους), αλλά και από την απαίτηση περί «θερμικής αξιοποίησης των ΑΣΑ», δημιουργείται η αίσθηση ότι οι ΠΕΣΔΑ είναι περισσότερο συμβατοί με τη βιολογική ξήρανση παρά με κάθε άλλη τεχνολογία επεξεργασίας. Το συμπέρασμα αυτό ενδυναμώνεται από τον απευθείας ορισμό της βιολογικής ξήρανσης στον ΠΕΣΔΑ Πελοποννήσου, την πιθανή χρήση της βιολογικής ξήρανσης στην Περιφέρεια Κρήτης, την «ωρίμανση», όπως φαίνεται, των διαδικασιών ίδρυσης μονάδων βιολογικής ξήρανσης στην Αττική (βλέπε ενότητα 2.4.4), αλλά και τις σχετικές, δημόσιες και μη, δηλώσεις αρμοδίων. Υπό αυτές τις συνθήκες εικάζεται ότι η χρήση της βιολογικής ξήρανσης προορίζεται για επεξεργασία ικανών ποσοτήτων ΑΣΑ, οι οποίες θα μπορούσαν να προσεγγίσουν ακόμα και τους 5.000.000 τ/έτος. Στην Ευρώπη εργοστάσια βιολογικής ξήρανσης λειτουργούν από το 1996, η χρήση τους όμως περιορίζεται στην επεξεργασία μόλις 830.000 τ/έτος ΑΣΑ, ενότητα 1.1.4.3.

2.5 ΠΡΟΣΘΕΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Από τα στοιχεία κόστους επεξεργασίας, Εικόνα 1.3.1-1, τις κλιμακούμενες απαιτήσεις επεξεργασίας των ΑΣΑ, Εικόνα 2.1-1, αλλά και από την ανάγκη προεπεξεργασίας του συνόλου των ΑΣΑ από το 2010 σε περίπτωση χρήσης της βιολογικής ξήρανσης, ενότητα 2.4.5, μπορεί να υπολογιστεί το ετήσιο κόστος επεξεργασίας (σε εγκαταστάσεις ικανοποιητικού μεγέθους) για κάθε 100 τ/έτος ΑΣΑ που παράγονται στο έτος αναφοράς 2006. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στα διαγράμματα της Εικόνας 2.5-1 για τη δεκαετία 2010 – 2019.

Από την παραπάνω ανάλυση φαίνεται ότι το κόστος της βιολογικής ξήρανσης είναι σημαντικά υψηλότερο από αυτό της αερόβιας ΜΒΕ, αλλά και της στοιχειομετρικής καύσης. Η διαφορά αυτή οφείλεται τόσο στο υψηλό κόστος της βιολογικής ξήρανσης όσο και στην ανάγκη επεξεργασίας (σε περίπτωση χρήσης της) του συνόλου των ΑΣΑ από το 2010 προκειμένου να τηρηθούν οι απαιτήσεις μείωσης των οργανικών που επιβάλλει η Ευρωπαϊκή νομοθεσία. Από την ανάλυση προκύπτει επίσης ότι, ευθύς ως αναπτυχθεί η τεχνολογία για αεριοποίηση του SRF και ιδρυθούν οι σχετικές μονάδες, ή από τη στιγμή που θα χρησιμοποιηθεί το SRF σε μονάδες στοιχειομετρικής καύσης, η διαφορά κόστους μεγεθύνεται ακόμα περισσότερο.

Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία της Εικόνας 2.5-1 και λαμβάνοντας υπόψη ότι η συνολικά παραγόμενη ποσότητα ΑΣΑ στην Ελλάδα στο έτος αναφοράς 2006 ανερχόταν σε περίπου 5 εκατ. τόνους, εύκολα υπολογίζεται το **πρόσθετο** κόστος επεξεργασίας που συνεπάγεται η επιλογή της βιολογικής ξήρανσης έναντι της αερόβιας ΜΒΕ. Με τον ίδιο τρόπο μπορεί να εκτιμηθεί και το **πρόσθετο** κόστος έναντι της αερόβιας ΜΒΕ που συνεπάγεται η επεξεργασία των ΑΣΑ με συνδυασμό βιολογικής ξήρανσης και αεριοποίησης ή καύσης. Τα ετήσια αποτελέσματα των εκτιμήσεων αυτών για τη δεκαετία 2010 – 2019 παρουσιάζονται γραφικά στα διαγράμματα της Εικόνας 2.5-2 και συνοψίζονται ως μέσες ετήσιες διαφορές στον Πίνακα 2.5-1.

Πίνακας 2.5-1 Πρόσθετο ετήσιο κόστος, έναντι της αερόβιας ΜΒΕ, για επεξεργασία του συνόλου των ΑΣΑ που παράγονται στην Ελλάδα με: (α) βιολογική ξήρανση και (β) βιολογική ξήρανση και αεριοποίηση ή καύση του παραγόμενου RDF

	Μονάδες βιολογικής ξήρανσης με επίπεδο αρχικής επένδυσης Α (Εκατομμύρια € / έτος)	Μονάδες βιολογικής ξήρανσης με επίπεδο αρχικής επένδυσης Β (Εκατομμύρια € / έτος)
Προεπεξεργασία με βιολογική ξήρανση		
Ίδρυση και λειτουργία μονάδων από ΦοΔΣΑ	276	356
Ίδρυση και λειτουργία μονάδων από ιδιώτες	480	663
Επεξεργασία με συνδυασμό βιολογικής ξήρανσης και αεριοποίησης ή καύσης		
Ίδρυση και λειτουργία μονάδων από ΦοΔΣΑ	560	641
Ίδρυση και λειτουργία μονάδων από ιδιώτες	1.012	1.195

Από τα δύο διαγράμματα της Εικόνας 1.3.1-1, πιστεύεται ότι πιθανότερο είναι να ισχύσει στην πράξη το (β) μια και η ίδρυση των βασικών μονάδων επεξεργασίας προωθείται με αυτοχρηματοδότηση μέσω Σύμπραξης Δημοσίου και Ιδιωτικού Τομέα (ΣΔΙΤ). Το τελευταίο για παράδειγμα ορίζεται ρητά στον ΠΕΣΔΑ της Κρήτης. Υπό αυτές τις συνθήκες, το **πρόσθετο** κόστος επεξεργασίας του συνόλου των ΑΣΑ έναντι της αερόβιας ΜΒΕ, ανέρχεται, σύμφωνα με τα διαγράμματα της Εικόνας 2.5-2 και τα στοιχεία του Πίνακα 2.5-1, σε:

- **570 εκατ. € ετησίως** (από 480 έως 660 εκατ. € ετησίως) για απλή προεπεξεργασία των ΑΣΑ με βιολογική ξήρανση.
- **1,1 δισ.€ ετησίως** (από 1.0 έως 1,2 δισ. € ετησίως) από το χρόνο που η βιολογική ξήρανση θα συμπληρωθεί με αεριοποίηση ή στοιχειομετρική καύση για αξιοποίηση του παραγόμενου SRF.

Στις παραπάνω διαφορές κόστους δεν έχουν περιληφθεί έσοδα πώλησης και έξοδα μεταφοράς των ανακτώμενων υλικών και προϊόντων, ούτε το κόστος της τελικής διάθεσης των υπολειμμάτων. Οι εκτιμήσεις βασίζονται στο ακραίο, αλλά όχι απίθανο, σενάριο της καθολικής χρήσης της βιολογικής ξήρανσης από το 2010.

Υπενθυμίζεται, ότι οι οικονομικές αναλύσεις του παρόντος και του προηγούμενου κεφαλαίου βασίζονται σε ενδεικτικά στοιχεία κόστους κατασκευής και λειτουργίας εγκαταστάσεων επεξεργασίας και σε συγκεκριμένες παραδοχές που έγιναν για καθένα από τα δύο σενάρια της ενότητας 1.3.1. Κατά συνέπεια οι προβλέψεις τους δεν θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για τον εκ των προτέρων αποκλεισμό οποιασδήποτε τεχνολογίας. Αντίθετα, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για να αποτρέψουν τον εκ προοιμίου, άμεσο ή έμμεσο, αποκλεισμό τεχνολογιών όπως της αερόβιας ΜΒΕ με ανάκτηση υλικών.

Μονάδες βιολογικής ξήρανσης με επίπεδο αρχικής επένδυσης Α

(α) Ίδρυση και λειτουργία μονάδων από ΦοΔΣΑ

Κόστος επεξεργασίας, € ανά 100 νίτους ΑΣΑ παραγόμενα στο έτος αναφοράς 2006

Απόδοσις ΜΒΕ ■ Καύση □ Βιοξήρανση □ Βιοξήρανση + Αεριοποίηση (ή καύση)

Στοίχος

2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019

(β) Ίδρυση και λειτουργία μονάδων από ιδιώτες

Μονάδες βιολογικής ξήρανσης με επίπεδο αρχικής επένδυσης Β

(α) Ίδρυση και λειτουργία μονάδων από ΦοΔΣΑ

Κόστος επεξεργασίας, € ανά 100 νίτους ΑΣΑ παραγόμενα στο έτος αναφοράς 2006

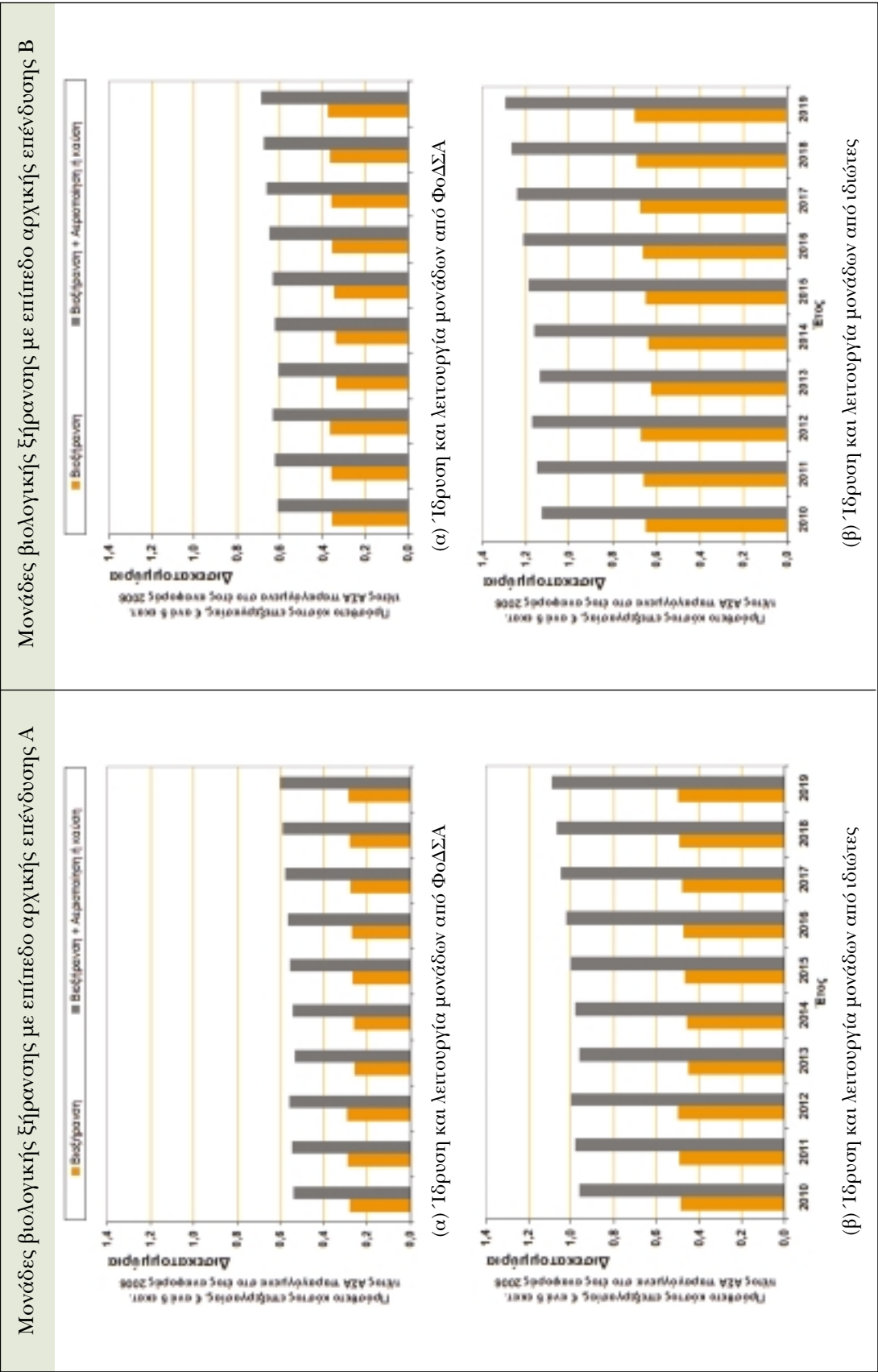
Απόδοσις ΜΒΕ ■ Καύση □ Βιοξήρανση □ Βιοξήρανση + Αεριοποίηση (ή καύση)

Στοίχος

2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019

(β) Ίδρυση και λειτουργία μονάδων από ιδιώτες

Εικόνα 2.5-1 Ενδεικτικά ετήσια κόσθη επεξεργασίας με εναλλακτικές τεχνολογίες, ανά 100 τ/έτος ΑΣΑ που παράγονται στο έτος 2006 [5].



Εικόνα 2.5-2 Πρόσθετο κόστος, έναντι της αερόβιας ΜΒΕ, για επεξεργασία του συνόλου των ΑΣΑ που παράγονται στην Ελλάδα με βιολογική ξήρανση και με βιολογική ξήρανση + αεριοποίηση ή καύση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΡΧΕΣ ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΘΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

3.1	Εισαγωγή	54
3.2	Λήψη στρατηγικών αποφάσεων	54
3.3	Ορθολογική επιλογή θέσεων ίδρυσης κεντρικών ΟΕΔΑ	55
3.4	Διαμόρφωση βέλτιστου λεπτομερούς σχεδίου διαχείρισης	60

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ολοένα και αυστηρότερες απαιτήσεις για επεξεργασία, ανάκτηση και αξιοποίηση υλικών, διάθεση και προστασία του περιβάλλοντος, αυξάνουν σημαντικά το κόστος της διαχείρισης των απορριμμάτων, σύμφωνα και με αυτά που αναφέρονται στις ενότητες 1.3.1 και 2.5 παραπάνω. Υπό αυτές τις συνθήκες, η λήψη ορθών αποφάσεων για τη διαχείριση των ΑΣΑ αποκτά εθνική σημασία.

Για τη λήψη των σωστών αποφάσεων θα πρέπει να αναλυθούν σύνθετα τεχνικά, οικονομικά και κοινωνικά θέματα, και να συνδυαστούν οι αναγκαίες δράσεις, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η τήρηση, με βέλτιστο οικονομικά τρόπο, των πολλαπλών απαιτήσεων της κείμενης νομοθεσίας, οι οποίες γίνονται ολοένα και αυστηρότερες με την πάροδο του χρόνου. Για την αντιμετώπιση του θέματος αυτού, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν νέες μεθοδολογίες που θα υποστηρίζονται από αξιόπιστα τεχνικά και οικονομικά στοιχεία σχετικά με τις διαθέσιμες εναλλακτικές τεχνολογίες.

Για το σκοπό αυτό αναπτύχθηκαν τα τελευταία χρόνια, και συνεχίζουν να αναπτύσσονται, νέες μεθοδολογίες, συνεπικουρούμενες από προηγμένα συστήματα λογισμικού που διευκολύνουν την εφαρμογή τους. Το παρόν κεφάλαιο αναφέρεται σε μια από τις νέες αυτές μεθοδολογίες, την οποία έχει αναπτύξει το Εργαστήριο Διαχείρισης Αερίων, Υγρών και Στερεών Αποβλήτων του Πολυτεχνείου Κρήτης. Η μεθοδολογία αυτή περιλαμβάνει τα ακόλουθα διαδοχικά στάδια [4]:

- Λήψη στρατηγικών αποφάσεων, σχετικά με το συνδυασμό μεθόδων διαχωρισμού στην πηγή, συλλογής, μεταφοράς, επεξεργασίας και διάθεσης για την επίτευξη των επιθυμητών στόχων,
- Ορθολογική επιλογή θέσεων για δημιουργία κεντρικών ΟΕΔΑ,
- Διαμόρφωση Βέλτιστου Λεπτομερούς Σχεδίου Διαχείρισης.

Καθένα από τα στάδια αυτά περιγράφεται συνοπτικά στις ενότητες που ακολουθούν.

3.2 ΛΗΨΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Ο στόχος στη φάση αυτή είναι η επιλογή των πλέον πρόσφορων συνδυασμών μεθόδων διαχωρισμού στην πηγή, συλλογής, μεταφοράς, επεξεργασίας και διάθεσης των ΑΣΑ [4]. Οι στρατηγικές αποφάσεις που λαμβάνονται σε αυτήν τη φάση πρέπει να επιτρέπουν τη διαμόρφωση ενός σχήματος διαχείρισης το οποίο:

- Είναι σε θέση να εκπληρώσει όλες τις απαιτήσεις που απορρέουν από τις Οδηγίες της Ε.Ε. (75/442/EEC, 94/62/EC, 2004/12/EC, 99/31/EC κτλ.).
- Είναι οικονομικά αποδοτικό. Η εκτίμηση της οικονομικής αποδοτικότητας στο στάδιο αυτό γίνεται, αναγκαστικά, με θεώρηση τυπικών στοιχείων κόστους συλλογής, μεταφοράς και διάθεσης.
- Είναι περιβαλλοντικά αποδοτικό. Τούτο εκτιμάται με Ανάλυση Κύκλου Ζωής που παρέχει ολικά ισοζύγια πρώτων υλών, ενέργειας και εκπομπής ρύπων της κάθε διεργασίας και των προϊόντων αυτής. Με τη μέθοδο αυτή μπορούν να αξιολογηθούν εναλλακτικές διαχειριστικές προσεγγίσεις και μέθοδοι επεξεργασίας ώστε να τεθούν ορθές προτεραιότητες. Οι τελευταίες συχνά διαφέρουν από αυτό που εκ πρώτης όψεως εμφανίζεται προφανές. Για παράδειγμα, ένα σχέδιο διαχείρισης που δίνει έμφαση στην ανακύκλωση υλικών θα μπορούσε να αποδειχθεί ενεργειακά αποδοτικότερο και περιβαλλοντικά φιλικότερο από ένα άλλο σχήμα που δίνει έμφαση στην «ενεργειακή αξιοποίηση των ΑΣΑ».

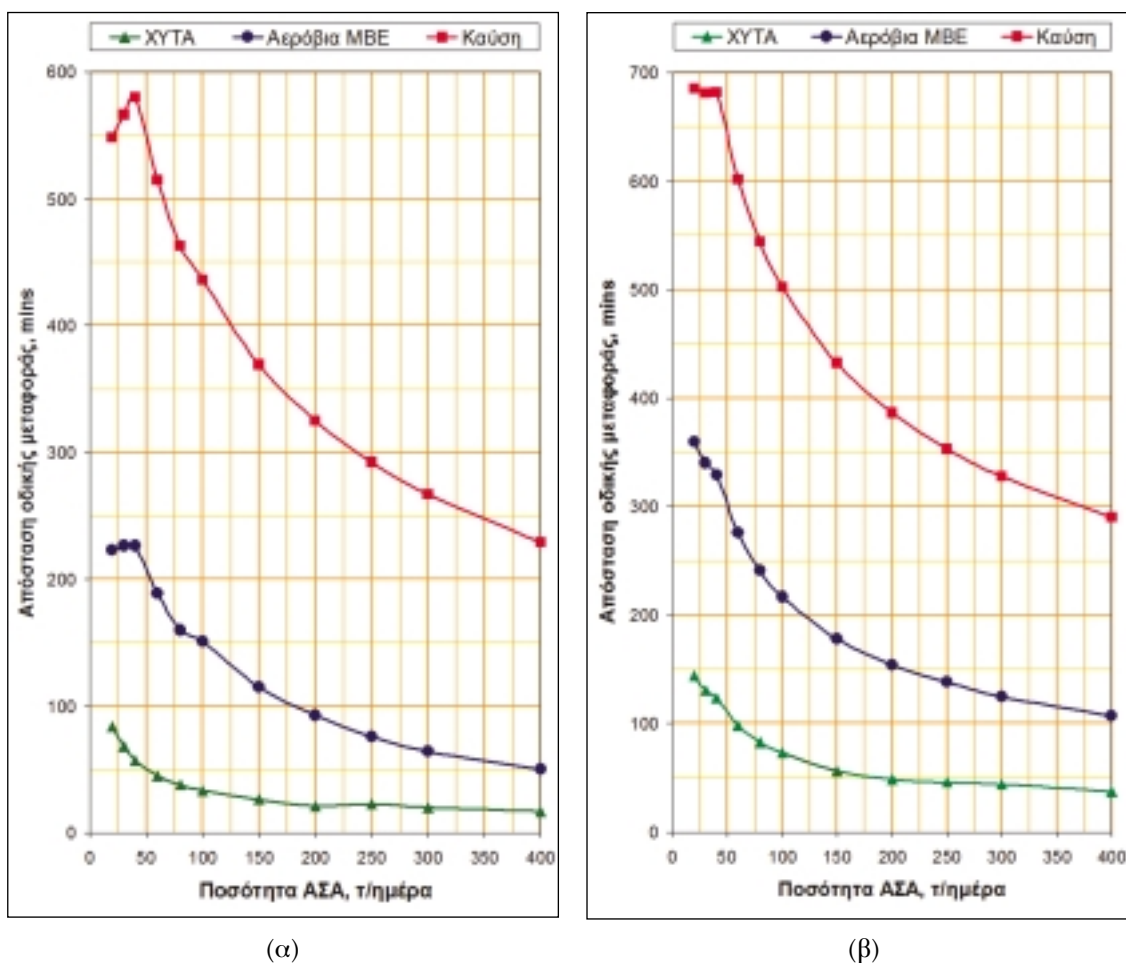
Λόγω της σημασίας που έχει η παραπάνω ανάλυση, αναπτύσσονται τα τελευταία χρόνια νέες με-

θοδολογίες και συστήματα λογισμικού που επιτρέπουν τον έλεγχο συγκεκριμένων στρατηγικών και τη σύγκριση των περιβαλλοντικών και οικονομικών αποτελεσμάτων τους, π.χ. [12]. Η μεθοδολογία και το λογισμικό σύστημα, το οποίο αναπτύσσει το Πολυτεχνείο Κρήτης, διαμορφώνει αυτόματα εναλλακτικά σχήματα διαχείρισης, ικανά να τηρήσουν τις υφιστάμενες απαιτήσεις της νομοθεσίας, και εκτιμά παράλληλα την οικονομική και περιβαλλοντική απόδοσή τους [4].

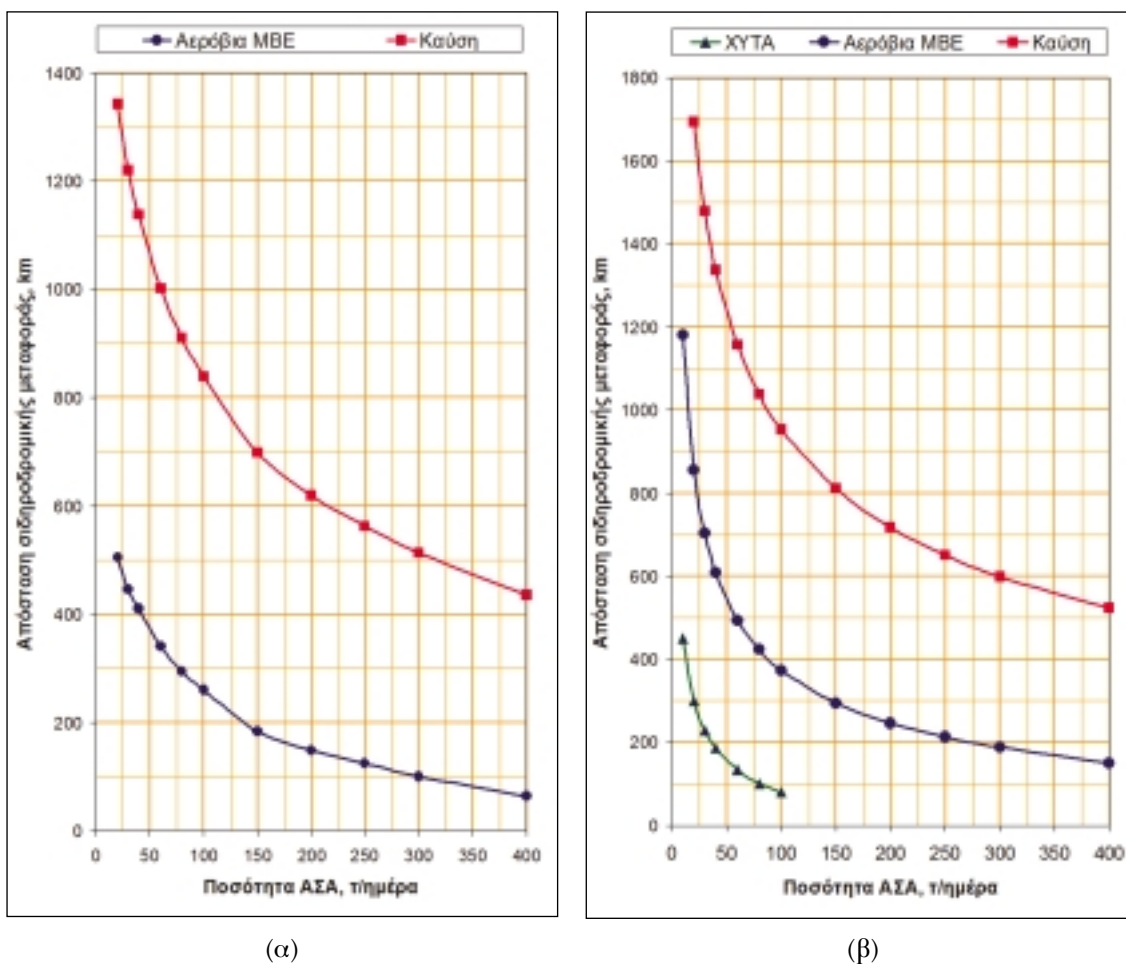
3.3 ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΣΕΩΝ ΙΔΡΥΣΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΟΕΔΑ

Η παρούσα μέθοδος βασίζεται στον προσδιορισμό των οριακών αποστάσεων που συμφέρει να μεταφερθούν τα απορρίμματα από μια περιοχή προκειμένου η επεξεργασία τους να γίνει σε μεγάλη κεντρική εγκατάσταση με οικονομία κλίμακας.

Τα διαγράμματα των Εικόνων 3.3-1 και 3.3-2 συνοψίζουν τα αποτελέσματα της ανάλυσης [6] και παρέχουν τη μέγιστη απόσταση ως συνάρτηση της ποσότητας των προς μεταφορά απορριμμάτων, του είδους της μεταφοράς (οδική ή σιδηροδρομική) και του είδους της εγκατάστασης επεξεργασίας (απ' ευθείας διάθεση σε ΧΥΤΑ, αερόβια ΜΒΕ και στοιχειομετρική καύση).



Εικόνα 3.3-1 Μέγιστη απόσταση οδικής μεταφοράς προς κεντρική ΟΕΔΑ (α) σε περίπτωση όπου δεν υπάρχει ΣΜΑ και (β) σε περίπτωση όπου ήδη χρησιμοποιείται ΣΜΑ [6].



Εικόνα 3.3-2 Μέγιστη απόσταση σιδηροδρομικής μεταφοράς προς κεντρική ΟΕΔΑ (α) σε περίπτωση όπου δεν υπάρχει ΣΜΑ και (β) σε περίπτωση όπου ήδη χρησιμοποιείται ΣΜΑ [6].

Τα αποτελέσματα διαχωρίζουν τις περιπτώσεις όπου: (α) δεν υπάρχει σταθμός μεταφόρτωσης ούτε και απαιτείται για τη μεταφορά των απορριμμάτων σε τοπική ΟΕΔΑ και (β) υπάρχει σταθμός μεταφόρτωσης ή απαιτείται η δημιουργία του για τη μεταφορά των απορριμμάτων σε τοπική ΟΕΔΑ. Στην περίπτωση (α) θεωρείται το συνολικό κόστος κεφαλαίου και λειτουργίας του σταθμού μεταφόρτωσης, ενώ στην περίπτωση (β) θεωρείται μόνο το κόστος της πρόσθετης μεταφοράς με τα οχήματα του σταθμού. Σε κάθε περίπτωση, το κόστος της οδικής μεταφοράς εκτιμήθηκε με επιλογή του βέλτιστου συνδυασμού εναλλακτικών μέσων μεταφοράς.

Γενικά, οι εκτιμώμενες οριακές αποστάσεις, στις οποίες το αυξημένο κόστος μεταφοράς αντισταθμίζεται από τη μεγαλύτερη οικονομία κλίμακας της κεντρικής ΟΕΔΑ, αποδεικνύονται πολύ μεγαλύτερες από ότι γενικά πιστεύεται.

Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτει επίσης ότι το κόστος της μεταφοράς των απορριμμάτων, ακόμα και σε μεγάλες αποστάσεις, είναι περιορισμένο σε σύγκριση με το κόστος επεξεργασίας και διάθεσης. Τούτο παρέχει σημαντική ευελιξία στο σχεδιασμό της διαχείρισης των απορριμμάτων, διευρύνοντας στην περίπτωση μεγάλων αστικών περιοχών τον ορίζοντα αναζήτησης νέων κοινωνικά αποδεκτών θέσεων ΟΕΔΑ, δίχως σημαντικό πρόσθετο κόστος. Οι κεντρικές αυτές ΟΕΔΑ μπορούν να εξυπηρετήσουν ευρύτερες περιοχές της περιφέρειας με μεγάλη οικονομία κλίμακας,

έτσι ώστε το τελικό οικονομικό αποτέλεσμα να είναι ακόμα και θετικό.

Για τον εντοπισμό των αναγκαίων θέσεων ίδρυσης ΟΕΔΑ με χρήση των παραπάνω διαγραμμάτων έχει αναπτυχθεί μια βήμα προς βήμα προσέγγιση [6]. Σύμφωνα με αυτή, η ανάλυση ξεκινάει με θεώρηση ικανού αριθμού υποψήφιων θέσεων. Κάποιες από τις θέσεις αυτές μπορεί να είναι γνωστές ως ιδιαίτερα κατάλληλες ενώ οι υπόλοιπες μπορούν να οριστούν προσεγγιστικά σε πρώτη φάση, δίχως έρευνα πεδίου, έτσι ώστε να παρέχουν ικανοποιητική χωρική κάλυψη της περιοχής μελέτης. Με την προαναφερθείσα βήμα-προς-βήμα διαδικασία, επιτυγχάνεται σταδιακός αποκλεισμός των περισσότερων από τις αρχικές θέσεις που θεωρήθηκαν, έτσι ώστε να απομείνουν οι απαραίτητες. Στη διαδικασία αυτή προτεραιότητα δίνεται στη διατήρηση των θέσεων που είναι γνωστές ως ιδιαίτερα κατάλληλες. Εάν στις τελικές επιλογές περιλαμβάνονται και θέσεις, εκτός από αυτές που είναι από την αρχή γνωστές ως ιδιαίτερα κατάλληλες, απαιτείται μελέτη χωροθέτησης στην ευρύτερη περιοχή εκάστης [2].

Η παραπάνω διαδικασία αρχικής επιλογής εφαρμόστηκε δοκιμαστικά στην Ηπειρωτική Ελλάδα, προκειμένου να εκτιμηθεί ο βέλτιστος αριθμός ΟΕΔΑ και να καθοριστούν οι θέσεις τους. Η διαδικασία ξεκινάει με θεώρηση υποψήφιων θέσεων ΟΕΔΑ που μπορούν να θεωρηθούν ως ιδιαίτερα κατάλληλες, όπως τα μεγάλα λιγνιτωρυχεία της ΔΕΗ σε Πτολεμαΐδα (Εικόνα 3.3-3) και Μεγαλόπολη, τα μεταλλεία Βωξίτη στο Δίστομο, γνωστές θέσεις όπως στη Ριτσώνα της Βοιωτίας, αλλά και οι υφιστάμενες ΟΕΔΑ στη Δ. Αττικής με το εργοστάσιο της αερόβιας ΜΒΕ, στη Λάρισα και στην Ξάνθη. Θεωρήθηκε επίσης και μια ΟΕΔΑ ανά Νομαρχία, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί ικανός αριθμός με σωστή χωροδιάταξη.

Τα αποτελέσματα της δοκιμαστικής αυτής εφαρμογής δείχνουν ότι στην Ηπειρωτική Ελλάδα ο βέλτιστος αριθμός ΟΕΔΑ δεν υπερβαίνει τις 7 για αερόβια ΜΒΕ και τις 3 για μονάδες στοιχειομετρικής καύσης [6]. Οι ανάγκες αυτές για ΟΕΔΑ καλύπτονται από τις ιδιαίτερα κατάλληλες θέσεις που προαναφέρθηκαν, χάρτης Εικόνας 3.3-4, με ενδεχόμενη ανάγκη ορισμού μιας πρόσθετης ΟΕΔΑ μεταξύ των Περιφερειών Δ. Ελλάδος / Ηπείρου. Τα αποτελέσματα αυτά απέχουν πολύ από τους ΠΕΣΔΑ που προβλέπουν την ίδρυση 71 ΧΥΤΑ και 27 εγκαταστάσεων επεξεργασίας στην Ηπειρωτική Ελλάδα (βλέπε ενότητες 2.4.2 και 2.4.4).

Με την απλή αυτή διαδικασία θα μπορούσε να έχει λυθεί ένα χρόνιο πρόβλημα που έχει δημιουργήσει έντονες κοινωνικές αντιδράσεις, πολλαπλές προσφυγές στο Σ.τ.Ε., καθυστερήσεις στην εφαρμογή, κινδύνους ή/και απώλειες επιδοτήσεων από την Ε.Ε., αστοχία στην προστασία του περιβάλλοντος και υπέρμετρες δαπάνες.



Εικόνα 3.3-3 Ορύγματα λιγνιτωρυχείων της ΔΕΗ στην περιοχή της Πτολεμαΐδας.

Καθηγητής Αλέξανδρος Π. Οικονομόπουλος
Εργαστήριο Διαχείρισης Αερίων, Υγρών και Στερεών Αποβλήτων

3.4 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΥ ΛΕΠΤΟΜΕΡΟΥΣ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με βάση τα αποτελέσματα από τις ενότητες 3.2 και 3.3 και με χρήση προηγμένων πακέτων λογισμικού [22], [23], καθίσταται δυνατή η διαμόρφωση ενός ενιαίου εθνικού σχεδίου διαχείρισης, το οποίο εξασφαλίζει τη βέλτιστη αξιοποίηση του συνόλου της υφιστάμενης υποδομής και ορίζει τη θέση, το χρόνο έναρξης, τον τύπο, τη δυναμικότητα, το κόστος και το σχέδιο λειτουργίας κάθε νέας εγκατάστασης.

Για κάθε πρόσφορο συνδυασμό μεθόδων διαχωρισμού στην πηγή, συλλογής και μεταφοράς, επεξεργασίας και διάθεσης που έχει προκύψει από τη διαδικασία λήψης στρατηγικών αποφάσεων (βλέπε ενότητα 3.2 παραπάνω), διαμορφώνεται το βέλτιστο αναλυτικό σχέδιο διαχείρισης.

Στα πλαίσια του σχεδιασμού αυτού επιλέγονται από το πρόγραμμα βελτιστοποίησης οι προσφορότερες από τις διαθέσιμες θέσεις για την ίδρυση νέων εγκαταστάσεων (σταθμών μεταφόρτωσης, μονάδων ενδιάμεσης και τελικής επεξεργασίας, εγκαταστάσεων τελικής διάθεσης) (βλέπε και ενότητα 3.3 παραπάνω). Για κάθε νέα εγκατάσταση επιλέγεται η προσφορότερη τεχνολογία, ορίζεται ο χρόνος έναρξης λειτουργίας, η δυναμικότητα, οι πηγές των εισερχομένων φορτίων και οι αποδέκτες των εξερχόμενων φορτίων και εκτελείται αξιόπιστη εκτίμηση του κόστους κεφαλαίου και λειτουργίας. Παράλληλα βελτιστοποιείται η χρήση κάθε υφιστάμενης εγκατάστασης επεξεργασίας, μεταφοράς και διάθεσης και με αυτό τον τρόπο εντάσσεται στο σχεδιασμό και εξασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή αξιοποίηση όλης της υφιστάμενης υποδομής. Από τη διαδικασία αυτή προκύπτει ένα αναλυτικό σχέδιο διαχείρισης, το οποίο τηρεί τις σημερινές και επερχόμενες απαιτήσεις επεξεργασίας με το ελάχιστο άθροισμα του ετήσιου κόστους λειτουργίας και του ετήσιου κόστους του κεφαλαίου.

Με χρήση του ίδιου λογισμικού είναι δυνατόν να εκτελεστεί και ανάλυση ευαισθησίας, προκειμένου να διερευνηθούν οι τεχνικές και οικονομικές συνέπειες επιλεγμένων περιορισμών, π.χ. επιβολής ή/και αποκλεισμού κάποιων τεχνολογιών ή/και θέσεων ίδρυσης εγκαταστάσεων, επιβολής ορίων στη δυναμικότητα ή στη χωρητικότητα κάποιων εγκαταστάσεων κτλ. Από την ανάλυση αυτή προκύπτει ένας ικανός αριθμός εναλλακτικών σχεδίων διαχείρισης, καθένα από τα οποία εκπληρώνει ένα σύνολο επιθυμητών περιορισμών και για το οποίο υπάρχει λεπτομερής ανάλυση των οικονομικών συνεπειών, συνολικά και ανά ΟΤΑ. Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτει όλη η αναγκαία πληροφόρηση που επιτρέπει στους αρμόδιους πολιτικούς και κοινωνικούς φορείς να επιλέξουν το καταλληλότερο από τα σχέδια αυτά με συναινετικές διαδικασίες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΛΥΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Η διαμόρφωση ενός σχεδίου διαχείρισης των ΑΣΑ σε Εθνικό, αντί σε Περιφερειακό ή Νομαρχιακό επίπεδο παρέχει καλύτερες δυνατότητες χωροθέτησης και αξιοποίησης των εγκαταστάσεων επεξεργασίας και διάθεσης των ΑΣΑ και ως εκ τούτου επιτρέπει τη διαμόρφωση ορθολογικών λύσεων από περιβαλλοντική, οικονομική και κοινωνική σκοπιά.

Ένας νέος σχεδιασμός σε Εθνικό επίπεδο με διαδικασίες σαν αυτές που προτείνονται στην προηγούμενη ενότητα θα μπορούσε να αξιοποιήσει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τη σημαντική υποδομή σε υφιστάμενους ΧΥΤΑ, αλλά και την υποδομή σε σταθμούς μεταφόρτωσης και μονάδες επεξεργασίας, εξασφαλίζοντας συνάμα μια ομαλή μετάβαση από το σημερινό σύστημα διαχείρισης στο βέλτιστο Εθνικό.

Στα πλαίσια του νέου αυτού σχεδιασμού αναμένεται να δοθεί προτεραιότητα στην επεξεργασία του συνόλου των απορριμμάτων της Αττικής, η οποία δεν διαθέτει σήμερα αξιόλογη υποδομή σε ΧΥΤΑ. Για το σκοπό αυτό, ιδιαίτερα ρεαλιστική και γρήγορα εφαρμόσιμη θα ήταν η προώθηση μιας κεντρικής, εκτός Αττικής ΟΕΔΑ, η οποία, μαζί με την υφιστάμενη εγκατάσταση αερόβιας ΜΒΕ Δ. Αττικής, θα μπορούσε να εξυπηρετήσει τόσο την Αττική όσο και ευρύτερες περί αυτήν περιοχές. Η κεντρική αυτή μονάδα θα μπορούσε να καλύψει όλες τις ανάγκες επεξεργασίας των ΑΣΑ που θέτει η Ε.Ε. για το σύνολο της χώρας έως τουλάχιστον το 2013. Με αυτό τον τρόπο παρέχεται χρόνος στις υπόλοιπες περιφέρειες να αξιοποιήσουν τη σημαντική υποδομή, που οι περισσότερες θα διαθέτουν σε ΧΥΤΑ, για οικονομική απ' ευθείας διάθεση των απορριμμάτων τους. Πολύ πριν από το 2013 θα μπορούσε να έχει ολοκληρωθεί και η επικαιροποίηση του Εθνικού Σχεδιασμού, η οποία θα ορίσει την περαιτέρω πορεία.

Με την παραπάνω διαδικασία οδεύουμε συντεταγμένα, από τη χρήση της πληθώρας των υφιστάμενων και προβλεπόμενων ΧΥΤΑ, στην ίδρυση και λειτουργία ολιγάριθμων, κεντρικών εγκαταστάσεων σε ιδιαίτερα κατάλληλες θέσεις, σαν αυτές στο χάρτη της Εικόνας 3.3-4. Οι θέσεις αυτές όχι μόνο δεν προκαλούν τοπικές οχλήσεις και κοινωνικά προβλήματα, αλλά αντιθέτως αποτελούν πολύτιμους πόλους περιφερειακής οικονομικής ανάπτυξης, παρέχοντας επιπροσθέτως τη δυνατότητα αξιοποίησης βασικών προϊόντων των μονάδων επεξεργασίας, όπως το κομπόστ, για αποκατάσταση διαταραγμένων εδαφών, Εικόνα 5, και για τη γεωργία. Τα ΑΣΑ θα μεταφέρονται στις κεντρικές αυτές εγκαταστάσεις με ένα ολοκληρωμένο δίκτυο οδικής (βλέπε π.χ. Εικόνες 4-1 και 4-2), σιδηροδρομικής και ακτοπολικής μεταφοράς. Το δίκτυο αυτό είναι βέβαιο ότι μπορεί να εξυπηρετήσει το σύνολο της Ηπειρωτικής Ελλάδος, αλλά και την πλειονότητα των νησιών με οικονομικά βέλτιστο τρόπο.

Συμπερασματικά, η επικαιροποίηση του υφιστάμενου εθνικού σχεδίου διαχείρισης των οικιακού τύπου απορριμμάτων είναι αναγκαία μια και τούτο προσφέρει εθνικής εμβέλειας οικονομικά, περιβαλλοντικά, κοινωνικά και αναπτυξιακά πλεονεκτήματα και συνάμα λύσεις που δεν υπόκεινται σε χρονικούς περιορισμούς.



Εικόνα 4-1 Τοπικός σταθμός μεταφόρτωσης απορριμμάτων Ηρακλείου Κρήτης.



Εικόνα 4-2 Κεντρικός σταθμός μεταφόρτωσης απορριμμάτων Σχιστού Αττικής.

Καθηγητής Αλέξανδρος Π. Οικονομόπουλος
Εργαστήριο Διαχείρισης Αερίων, Υγρών και Στερεών Αποβλήτων

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Arneftis, J., G. Naxakis, and A. P. Economopoulos, (2006). Design configuration and cost analysis of mechanical sorting and aerobic composting plants. Proc. Int. Conf. Protection and Restoration of the Environment VIII. 3-7 July 2006, Chania, Greece.
2. Despotakis B. and A. P. Economopoulos, (2005). A GIS model for landfill siting. GNEST.
3. Economopoulos, A. P. (2007). Technoeconomic Aspects of Alternative Municipal Solid Wastes Treatment Technologies. To appear.
4. Economopoulos, A. P. (2006). Planning for optimal MSW management and technoeconomic aspects of treatment methods. Int. Conf. on Management of Priority Waste Streams. June 15-16, 2006, Nicosia, Cyprus.
5. Economopoulos, A. P. (2006). A Critical Review of the Regional MSW Management Plans in Greece. Proc. Int. Conf. Protection and Restoration of the Environment VIII, Chania, Greece.
6. Economopoulou A. A. and A. P. Economopoulos, (2005). Transport Distances versus Economies of Scale for Municipal Solid Wastes Treatment and Disposal Installations. Conference proceedings. 9th International Conference on Environmental Science and Technology. Rodos, Sept. 3 to 6, 2005.
7. Eunomia Research & Consulting (2000) "Economic Analysis of Options for Managing Biodegradable Municipal Waste", Final Report to European Commission.
8. Eunomia Research & Consulting, (2002). "Cost for Municipal Waste Management in the EU", Final Report to Directorate General Environment, European Commission.
9. European Topic Center on Waste, (2002). Biodegradable municipal waste management in Europe. European Environmental Agency, January 2002.
10. Georgieva K., and K. Verma, (1999). Municipal solid wastes incineration. World Bank Technical Guidance Report. Washington D.C.
11. Juniper Consultancy Services Ltd., (2005). Mechanical-Biological-Treatment: A Guide for Decision Makers Processes, Policies and Markets
12. McDougall F., P. White, M. Franke and P. Hindle, (2001). Integrated Solid Wastes Management: A Life Cycle Inventory. Blackwell Publishing.
13. Mouchel and Shanks waste solutions, (2004). City Solutions Stakeholders Day / Solution Scenario.
14. Tsilemou K. and D. Panagiotakopoulos, (2005). Economic Sustainability Criteria and Indicators for Waste Management. LCA-IWM. Contract number EVK4-CT-2002-00087.
15. Vesilind P.A., W.A. Worrell, and D. R. Reinart, (2002). Solid Wastes Engineering. Brooks/Cole.
16. ΕΕΤΑΑ (2003). Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων / ΟΕΔΑ Β.Α. Αττικής στη θέση «Μαύρο Βουνό» Γραμματικού.
17. ΕΕΤΑΑ (2003). Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων / ΟΕΔΑ Ν.Α. Αττικής στην Κερατέα.

18. ΕΘΝΟΣ (2006). Άρθρο στο φύλο της 3/5/2006.
19. Κ.Υ.Α. 14312/1302 ΦΕΚ 723 Β'/9.6.2000 «Συμπλήρωση και Εξειδίκευση της υπ' αριθ. 113944/1997 ΚΥΑ με θέμα Εθνικός Σχεδιασμός Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων».
20. Κ.Υ.Α. 26469/1501/Ε103 ΦΕΚ 864 Β'/1.7.2003 «Συμπλήρωση και Εξειδίκευση της υπ' αριθ. 113944/1997 ΚΥΑ με θέμα Εθνικός Σχεδιασμός Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων»
21. Κ.Υ.Α. 50910/2727 ΦΕΚ 1909/22.12.2003 «Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης».
22. Οικονομόπουλος Α. Π. (2004). Μεθοδολογία Διαμόρφωσης Βέλτιστων Σχεδίων Διαχείρισης Απορριμμάτων / Αποτελέσματα Εφαρμογής στην Περιφέρεια Αττικής. Έκδοση ΤΕΕ, σ.σ. 48.
23. Οικονομοπούλου Μ. Α., Π. Π. Οικονομόπουλος και Α. Π. Οικονομόπουλος (1999) "Βέλτιστη διαχείριση απορριμμάτων και ανάλυση ευαισθησίας για περιφέρεια Δ. Μακεδονίας", Πρακτικά 3ου Διεθνούς Συμποσίου "HELECO '99", Τόμος II, σ. 31-41.
24. Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. (1998). Εθνικός Σχεδιασμός Ολοκληρωμένης και Εναλλακτικής Διαχείρισης Απορριμμάτων και Αποβλήτων.



