



## ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ – ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
(Δ.Π.Μ.Σ.) «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

**«Οικονομοτεχνική αξιολόγηση  
μονάδας παραγωγής βιοαιθανόλης  
από διατροφικά απορρίμματα»**

**Πηνελόπη Παπαγιαννακοπούλου**  
Φυσικός, ΑΠΘ

Διπλωματική Εργασία η οποία υποβάλλεται  
για μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων  
για το Διεπιστημονικό – Διατμηματικό  
Δίπλωμα Ειδίκευσης  
Του Δ.Π.Μ.Σ. του Ε.Μ.Π.  
«Περιβάλλον και Ανάπτυξη»

**Επιβλέπων:** Δ. Δαμίγος, Επίκ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Νοέμβριος 2014

**Περιβάλλον  
&  
Ανάπτυξη**



## ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ – ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
(Δ.Π.Μ.Σ.) «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

**«Οικονομοτεχνική αξιολόγηση  
μονάδας παραγωγής βιοαιθανόλης  
από διατροφικά απορρίμματα»**

**Πηνελόπη Παπαγιαννακοπούλου**  
Φυσικός, ΑΠΘ

Διπλωματική Εργασία η οποία υποβάλλεται  
για μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων  
για το Διεπιστημονικό – Διατμηματικό  
Δίπλωμα Ειδίκευσης  
Του Δ.Π.Μ.Σ. του Ε.Μ.Π.  
«Περιβάλλον και Ανάπτυξη»

**Επιβλέπων:** Δ. Δαμίγος, Επίκ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

**Αθήνα, Νοέμβριος 2014**

**Περιβάλλον  
&  
Ανάπτυξη**





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ – ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
(Δ.Π.Μ.Σ.) «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

Μεταπτυχιακή (Διπλωματική) Εργασία

**«Οικονομοτεχνική Αξιολόγηση Μονάδας Παραγωγής  
Βιοαιθανόλης από Διατροφικά Απορρίμματα»**

**Πηνελόπη Παπαγιαννακοπούλου**

**Φυσικός ΑΠΘ**

**Επιβλέπων:** Δημήτρης Δαμίγος  
Επ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την

Νοεμβρίου 2014

.....  
Δημήτρης Δαμίγος  
Επ. Καθηγητής

.....  
Δημήτρης Κέκος  
Καθηγητής

.....  
Μαρία Λοϊζίδου  
Καθηγήτρια

Αθήνα, Νοέμβριος 2014

Θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον κ. Δημήτρη Δαμίγο, Επίκουρο Καθηγητή ΕΜΠ, για την ανάθεση του θέματος, τη συνολική επιστημονική προσφορά του καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος, αλλά και για την πολύτιμη καθοδήγηση, την άριστη συνεργασία και την υπομονή που επέδειξε σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Δημήτρη Κέκο, Καθηγητή ΕΜΠ, την κα Διομήδη Μάμμα, ΕΔΙΠ ΕΜΠ, και την Κατερίνα Κοντή, υποψήφια διδάκτορα ΕΜΠ, για την παροχή χρήσιμων στοιχείων και τις συμβουλές τους.

## Περιεχόμενα

Ευρετήριο Πινάκων .....	7
Ευρετήριο Σχημάτων .....	9
Ευρετήριο Εικόνων .....	10
Πρόλογος .....	13
Περίληψη .....	15
Abstract .....	16
1. Νομοθεσία .....	17
1.1 Εισαγωγή- Περιβαλλοντικό κίνημα .....	17
1.2 Παγκόσμιο επίπεδο – Κατευθυντήριες γραμμές .....	18
1.3 Ευρωπαϊκή Πολιτική για το Περιβάλλον .....	20
1.3.1 Ιστορική Αναδρομή .....	20
1.3.2 Σύγχρονη πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το περιβάλλον .....	23
1.3.3 Το Ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο για τα βιοαπόβλητα και η εφαρμογή του στον Ελλαδικό χώρο. ....	26
1.4 Η νομοθεσία για τα Βιοκαύσιμα .....	32
1.4.1 Το Ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο για τα βιοκαύσιμα και η εφαρμογή του στον Ελλαδικό χώρο. ....	33
2. Αστικά Στερεά Απόβλητα .....	37
2.1 Ορισμοί και έννοιες σχετικές με τα απόβλητα .....	37
2.2 Παραγωγή απορριμμάτων σε παγκόσμιο, ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο .....	39
2.3 Βιοαπόβλητα .....	43
3. Υφιστάμενη κατάσταση σχετικά με τα βιοκαύσιμα σε Διεθνές και Ευρωπαϊκό επίπεδο 45	
3.1 Αναγκαιότητα χρήσης βιοκαυσίμων σε παγκόσμιο επίπεδο .....	45
3.2 Είδη και παραγωγή βιοκαυσίμων .....	47
3.3 Βιοαιθανόλη .....	53
3.3.1 Ιδιαίτερα Χαρακτηριστικά και Χρήσεις Βιοαιθανόλης .....	53
3.3.2 Περιγραφή Υπάρχουσας Αγοράς Βιοαιθανόλης στην Ευρώπη .....	56
3.3.2 Περιγραφή υπάρχουσας αγοράς βιοαιθανόλης στην Ελλάδα .....	60
4. Διαδικασίες Παραγωγής Βιοαιθανόλης .....	61
4.1 Μοριακός Μηχανισμός Διαδικασίας Μετατροπής Βιομάζας σε Αιθανόλη .....	61
4.1.1 Σύσταση Φυτικής Βιομάζας .....	61
4.1.2 Παραγωγή Βιοαιθανόλης .....	62
4.2 Παραγωγή Βιοαιθανόλης από Απορρίμματα .....	65

4.2.1 Βιοαιθανόλη από Α.Σ.Α. ....	65
4.2.2 Βιοαιθανόλη από Οικιακά Βιοαπόβλητα .....	68
4.3 Αξιολόγηση Μεθόδων .....	71
4.4 Παραδείγματα εφαρμογής των μεθόδων παραγωγής βιοαιθανόλης από Α.Σ.Α... 72	
4.4.1 Πιλοτικές εγκαταστάσεις.....	72
4.4.2 Βιομηχανικές εγκαταστάσεις .....	76
5. Μελέτη Περίπτωσης.....	79
5.1 Κοινωνικοοικονομική Ανάλυση «Δυτικών Προαστίων» .....	79
5.1.1 Γεωγραφική Θέση .....	79
5.1.2 Δημογραφικά και Οικονομικά Στοιχεία .....	81
5.2 Υφιστάμενη κατάσταση στην παραγωγή και διαχείριση των Α.Σ.Α. ....	85
5.2.1 Παραγωγή Α.Σ.Α. στα Δυτικά Προάστια .....	85
5.2.2 Διαχείριση Α.Σ.Α. ....	87
6. Οικονομοτεχνική αξιολόγηση της μονάδας παραγωγής βιοαιθανόλης.....	90
6.1 Χρηματοοικονομική αξιολόγηση επενδύσεων .....	90
6.1.1 Ο πίνακας ταμειακών ροών .....	90
6.1.2. Βασικά κριτήρια αξιολόγησης επενδυτικών σχεδίων.....	94
6.2 Περιγραφή επενδυτικού σχεδίου .....	98
6.2.1 Περιγραφή Μοντέλου Οικιακής Ξήρανσης.....	100
6.2.2 Μέθοδοι Συλλογής και Μεταφοράς Ξηρού Υλικού .....	106
6.2.3 Γενική περιγραφή μονάδας παραγωγής βιοαιθανόλης από ξηραμένα διατροφικά απορρίμματα.....	109
6.3 Επενδυτικά σενάρια .....	111
6.3.1 Χρηματοοικονομική αξιολόγηση σεναρίων.....	114
6.3.2 Διαχείριση αβεβαιότητας.....	121
7. Συμπεράσματα .....	128
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	131

## Ευρετήριο Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1 .....	25
Αποδοτικότητα των πόρων – Οι διασυνδέσεις μεταξύ τομέων και πόρων και οι πρωτοβουλίες άσκησης πολιτικής της Ε.Ε. για την περίπτωση των αποβλήτων	
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2 .....	30
Αποτύπωση της νομοθεσίας της Ε.Ε. σχετικά με τα βιοαπόβλητα στην ελληνική νομοθεσία κατηγοριοποιημένη με βάση την ιεραρχία διαχείρισης απορριμμάτων.	
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1 .....	49
Ταξινόμηση βιοκαυσίμων βάσει στόχου παραγωγής, προέλευσης, πρώτων υλών	
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2 .....	51
Παγκόσμια Παραγωγή Βιοκαυσίμων για τα έτη 2008 -2013 σε χιλιάδες τόνους ισοδύναμου πετρελαίου	
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4 .....	54
Ενεργειακό περιεχόμενο και εκπομπές CO <sub>2</sub> διαφόρων καυσίμων	
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5 .....	56
Εκπομπές αερίων κατά μέσο όρο από ένα συμβατικό αυτοκίνητο στα 80.000km	
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3 .....	59
Παραγωγή Βιοαιθανόλης στην Ε.Ε. 27 το έτος 2008 ανά υπόστρωμα	
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1 : .....	78
Στοιχεία για τη λειτουργία και την παραγωγή μονάδων μετατροπής Α.Σ.Α. σε βιοαιθανόλη.	
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1 .....	82
Στοιχεία πληθυσμού των Δήμων των Δυτικών Προαστίων	
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2 .....	86
Ποσότητες εισερχόμενων Α.Σ.Α. στον ΟΕΔΑ Φυλής για τα έτη 2011 - 2013 (t/έτος)	
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3 .....	86
Ποσότητες εισερχομένων σε ΟΕΔΑ Φυλής ανά κάτοικο και έτος.	
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1: .....	112
Παραγόμενη βιοαιθανόλη (gr EtoH/100gr ξηρής πρώτης ύλης)	
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2 .....	114
Διαφοροποιημένες παράμετροι σεναρίων	



ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3 .....	115
Υπολογισμός ετήσιας δόσης αποπληρωμής δανείου Σεναρίου Β	
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.4 .....	115
Υπολογισμός ετήσιας δόσης αποπληρωμής δανείου Σεναρίου Δ	
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.5 .....	117
Ταμειακές ροές για το Σενάριο Α (100% ίδια κεφάλαια)	
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.6 .....	118
Ταμειακές ροές για το Σενάριο Β (50% ίδια κεφάλαια – 50% Δανεισμός)	
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.7 .....	119
Ταμειακές ροές για το Σενάριο Γ (75% ίδια κεφάλαια – 25% Δανεισμός)	
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.8 .....	120
Ταμειακές ροές για το Σενάριο Δ (50% ίδια κεφάλαια – 25% Δανεισμός – 25% Επιδότηση)	
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.9 .....	123
Ανάλυση ευαισθησίας για την ΚΠΑ του Σεναρίου Β	
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.10 .....	123
Ανάλυση ευαισθησίας για τον ΕΒΑ του Σεναρίου Β	
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.11 .....	125
Δεδομένα εισόδου στοχαστικής ανάλυσης	
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.12 .....	125
Στατιστικά μεγέθη της εκτίμησης της ΚΠΑ	
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.13 .....	125
Πιθανότητα ίσου ή μεγαλύτερου μεγέθους, σε σχέση με την αναγραφόμενη τιμή για την ΚΠΑ	
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.14 .....	126
Στατιστικά μεγέθη της εκτίμησης του ΕΒΑ	
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.15 .....	126
Πιθανότητα ίσου ή μεγαλύτερου μεγέθους, σε σχέση με την αναγραφόμενη τιμή για τον ΕΒΑ	

## Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 2.1: Παραγόμενη ποσότητα αστικών απορριμμάτων ανά χώρα για τα έτη 1995, 2002 και 2009 , ταξινομημένα με βάση το επίπεδο του έτους 2009 (kg κατά κεφαλήν).....	40
Σχήμα 2.2: Σύσταση Στερεών Αστικών Αποβλήτων ανά περιοχή για το έτος 2012. ..	42
Σχήμα 2.3 : Ποιοτική σύσταση των Α.Σ.Α. για τις 13 Περιφέρειες της Ελλάδας.....	42
Σχήμα 3.1 : Παγκόσμια παραγωγή βιοκαυσίμων σε δισεκατομμύρια λίτρα / χρόνο..	52
.....	52
Σχήμα 3.2: Μερίδιο κάθε τύπου βιοκαυσίμου στο ενεργειακό μείγμα για τον τομέα των μεταφορών στην Ε.Ε. το 2013 .....	52
Σχήμα 3.3: Παγκόσμια παραγωγή βιοαιθανόλης για τα έτη 2000-2008 .....	57
Σχήμα 3.4: Παραγωγή βιοαιθανόλης στην Ε.Ε. των 27 .....	58
Σχήμα 3.5: Κατανάλωση βιοαιθανόλης στην Ε.Ε. των 27 .....	58
Σχήμα 4.1: Μετατροπή λιγνοκυτταρινικής βιομάζας σε αιθανόλη (περιλαμβάνονται τα κυριότερα στάδια). .....	63
Σχήμα 4.2: Διάγραμμα ροής της διαδικασίας παραγωγής βιοαιθανόλης από όλα τα είδη πρώτης ύλης .....	64
Σχήμα 4.3: Διάγραμμα ροής παραγωγής βιοαιθανόλης από Α.Σ.Α. και ιλύες με καταλυτική ζύμωση .....	66
Σχήμα 4.4: Προϊόντα προερχόμενα από επεξεργασία βιοαποβλήτων.....	68
Σχήμα 4.5: Διάγραμμα ροής διεργασίας παραγωγής αιθανόλης από βιοαπόβλητα με ζύμωση της γλυκόζης.....	69
Σχήμα 4.6: Παραγωγή βιοαιθανόλης από προϊόντα βιοαποβλήτων επεξεργασμένα με αεριοποίηση. ....	70
Σχήμα 5.1: Ποσοστά πληθυσμού των Δήμων των Δυτικών Προαστίων επί του συνολικού πληθυσμού. ....	83
Σχήμα 5.2: Εισερχόμενα Α.Σ.Α. στον ΟΕΔΑ Φυλής ανά δήμο της περιοχής μελέτης για τα έτη 2010-2012-2013.....	87
Σχήμα 6.1: Διάγραμμα ροής συνολικής διαδικασίας (Συλλογή – Μεταφορά – Επεξεργασία) .....	99

Σχήμα 6.2: Συγκριτικό διάγραμμα μέσης κατανάλωσης ενέργειας ηλεκτρικών συσκευών οικίας.....	104
Σχήμα 6.3: Απλοποιημένο διάγραμμα ροής διαδικασίας μετατροπής ξηρών διατροφικών απορριμμάτων σε βιοαιθανόλη.....	110
Σχήμα 6.4: Αραχνοειδές διάγραμμα ευαισθησίας για την ΚΠΑ του Σεναρίου Β.....	123
Σχήμα 6.6: Ιστόγραμμα συχνοτήτων των τιμών της προσομοίωσης για την ΚΠΑ....	126
Σχήμα 6.7: Ιστόγραμμα συχνοτήτων των τιμών της προσομοίωσης για τον ΕΒΑ ....	127

## Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1.1 : Απεικόνιση της αύξησης των Κοινοτικών περιβαλλοντικών νομοθετημάτων από την πρώτη εμφάνιση της πολιτικής της Ε.Ε. για το περιβάλλον έως το 2007.....	22
Εικόνα 1.2: Ιεράρχηση επιλογών για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων .....	27
Εικόνα 2.1: Σχηματική απεικόνιση κατηγοριοποίησης βιοαποβλήτων στην ευρύτερη ενότητα των στερεών απορριμμάτων.....	38
Εικόνα 2.2: Παγκόσμια παραγωγή Αστικών Στερεών Αποβλήτων για το έτος 2012 και εκτίμηση για το έτος 2015. ....	39
Εικόνα 2.3 : Κατηγορίες προέλευσης & διακριτά ρεύματα παραγωγής των βιοαποβλήτων (Στοιχεία 2011).....	44
Εικόνα 4.1: Μονάδες PERSEO και ATENEA (PERSEO, ATENEA, 2012) .....	73
Εικόνα 4.2: Μονάδα St1 Etanolix, Lappeenranta (Πηγή: St1 – Biofuels, 2012) .....	74
Εικόνα 4.3: Μονάδα St1 Etanolix, Narpio (Πηγή: St1 – Biofuels, 2012).....	74
Εικόνα 4.4: Μονάδα St1 Etanolix, Vantaa (Πηγή: St1 – Biofuels, 2012) .....	75
Εικόνα 4.5: Μονάδα St1 Etanolix, Lathi (Πηγή: St1 – Biofuels, 2012).....	75
Εικόνα 4.6: Μονάδα INEOS (Πηγή: Demoplants, 2013) .....	76
Εικόνα 4.7: Εγκατάσταση Fiberight, Lawrenceville, US (Πηγή: Demoplants, 2013) ...	77
Εικόνα 5.1: Χάρτης Περιφερειακής Ενότητας Δυτικού Τομέα Αθηνών .....	80
Εικόνα 5.2: Χάρτης Περιφερειακής Ενότητας Δυτικής Αττικής.....	80
Εικόνα 6.1: Οικιακός ξηραντήρας Loofen LF-07 της εταιρίας LOOFEN IRELAND FOOD WASTE RECYCLING.....	102
Εικόνα 6.2: Κάδος οικιακού ξηραντή Loofen LF – 07 πριν και μετά τη ξήρανση.....	102

Εικόνα 6.3: Φίλτρο ενεργού άνθρακα του συστήματος ξήρανσης της εταιρίας Loofen .....	103
Εικόνα 6.4: Σύστημα οικιακής ξήρανσης ΒΑ της εταιρίας COWAY .....	103
Εικόνα 6.5: Αποξηραντής διατροφικών απορριμμάτων Smart Cara .....	104
Εικόνα 6.6: Θάλαμος ξήρανσης της συσκευής Smart Cara .....	105
Εικόνα 6.7 : Χαρακτηριστικά λειτουργίας ξηραντήρα Smart Cara.....	105
Εικόνα 6.8: Σύστημα οικιακής ξήρανσης εξωτερικού χώρου από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο .....	106
Εικόνα 6.9 : Δείγμα κάδου εσωτερικού χώρου για τη συλλογή του ξηρού οργανικού προϊόντος.....	108
Εικόνα 6.10: Εξωτερικός δίτροχος κάδος προσωρινής αποθήκευσης 240lt .....	108
Εικόνα 6.11 : Διαγραμματική απεικόνιση της πρώτης φάσης του επενδυτικού σχεδίου (Οικιακή ξήρανση - Συλλογή – Μεταφορά).....	109



## Πρόλογος

Η κατανάλωση αγαθών και η συνακόλουθη παραγωγή αποβλήτων είναι συνυφασμένες με την εξέλιξη της ιστορίας του ανθρώπου στο πέρασμα των αιώνων.

Σε μεγάλο βαθμό, αυτό οφείλεται στο ακολουθούμενο μοντέλο παραγωγής: εξαγωγή πόρων από το περιβάλλον, μετατροπή σε προϊόντα (υλικά, τρόφιμα, ενέργεια κ.λπ.), κατανάλωση των προϊόντων, παραγωγή και διάθεση αποβλήτων στον περιβάλλον. Το μοντέλο αυτό, σε συνδυασμό με το σύγχρονο πρότυπο ζωής, την αλματώδη αύξηση του πληθυσμού και την κατασκευή νέων προϊόντων ως παράγωγων φυσικοχημικών διεργασιών, έφερε τις σύγχρονες κοινωνίες αντιμέτωπες με συνεχώς αυξανόμενους όγκους απορριμμάτων, όλο πιο πολύπλοκης σύνθεσης και σύστασης, προκαλώντας προβλήματα στον άνθρωπο και στο οικοσύστημα. Είναι χαρακτηριστικό ότι, κάθε χρόνο στην Ε.Ε. χρησιμοποιούνται σχεδόν 15 τόνοι υλικών ανά κάτοικο και παράγονται, κατά μέσο, όρο 4,5 τόνοι αποβλήτων ανά κάτοικο, εκ των οποίων το 50% περίπου καταλήγει σε Χ.Υ.Τ.Α. (European Commission, 2014). Είναι προφανές ότι, καθίσταται αναγκαία η απεμπλοκή από το υφιστάμενο μοντέλο και η μετάβαση σε ένα νέο που θα έχει ως πρωταρχικό στοιχείο την **αξιοποίηση των αποβλήτων με ποικίλους τρόπους**, το οποίο θα τροφοδοτεί τις καθημερινές δραστηριότητες του ανθρώπου με πρώτες ύλες και ενέργεια και θα συνεισφέρει στη μείωση του περιβαλλοντικού του αποτυπώματος.

Ταυτόχρονα, ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα που απασχολεί τις σύγχρονες κοινωνίες είναι η κάλυψη των διαρκώς αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών. Το ζήτημα αυτό λαμβάνει χαρακτήρα κατεπείγοντος αν ληφθούν υπόψη η εξάντληση των ορυκτών καυσίμων, η ρύπανση του περιβάλλοντος από τις διαδικασίες εξόρυξης, καύσης καυσίμων κ.λπ. για την παραγωγή ενέργειας και η συμβολή του ενεργειακού τομέα και δη των ορυκτών καυσίμων στο φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής. Η λύση στο πρόβλημα αυτό έχει ως κύρια κατεύθυνση την αξιοποίηση εναλλακτικών πηγών ενέργειας και την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών για την αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, τα τελευταία χρόνια καταβάλλεται συστηματική προσπάθεια ανάπτυξης τεχνολογιών αξιοποίησης της βιομάζας για την παραγωγή εναλλακτικών καυσίμων (βιοκαύσιμα) και δη της βιομάζας που περιέχεται στα αστικά απορρίμματα. Οι διαδικασίες αυτές, οι οποίες προωθούνται πλέον και από την Ευρωπαϊκή Ένωση με συγκεκριμένες κατευθυντήριες γραμμές, κρίνονται θετικές γιατί εκτός των άλλων **συνδυάζουν την παραγωγή «πράσινης» ενέργειας με την ολοκληρωμένη διαχείριση αποβλήτων.**

Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα εργασία μελετά την οικονομική βιωσιμότητα μιας μονάδας παραγωγής βιοαιθανόλης από διατροφικά απορρίμματα, τα οποία παράγονται σε καθημερινή βάση και σε σημαντικές ποσότητες, ειδικά στα αστικά κέντρα. Η πρωτοτυπία του εγχειρήματος έγκειται στο γεγονός ότι τα διατροφικά απορρίμματα θα υφίστανται ξήρανση στις κατοικίες, με τη βοήθεια οικιακών ξηραντήρων συμβάλλοντας έτσι: (α) στη διατήρηση των σακχάρων της πρώτης ύλης -εφόσον δεν το οργανικό αυτό κλάσμα δεν υπόκειται σε διεργασίες βιοαποδόμησης- και επομένως σε παραγωγή αιθανόλης υψηλής καθαρότητας και (β) στην ελαχιστοποίηση των μεταφερόμενων ποσοτήτων πρώτης ύλης προς τη μονάδα.

## Περίληψη

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στην αξιολόγηση της δυνατότητας αξιοποίησης των διατροφικών απορριμμάτων που παράγονται καθημερινά στους Δήμους της Π.Ε. Δυτικής Αττικής και της Π.Ε. Δυτικού Τομέα Αθηνών, προς παραγωγή βιοαιθανόλης. Πιο συγκεκριμένα, αξιολογείται η βιωσιμότητα ενός επενδυτικού σχεδίου, το οποίο περιλαμβάνει την ξήρανση των διατροφικών απορριμμάτων στην πηγή παραγωγής τους και την επεξεργασία τους, από ειδική μονάδα, προς παραγωγή βιοαιθανόλης 2<sup>ης</sup> γενιάς.

Μετά την εκτίμηση του θεωρητικού δυναμικού ξηρής βιομάζας, το οποίο θα τροφοδοτεί τη μονάδα επεξεργασίας, πραγματοποιήθηκε διαστασιολόγηση της μονάδας, βάσει της σύστασης του υποστρώματος. Συγκεκριμένα, η δυναμικότητα της μονάδας προκύπτει ίση προς 3.231.072 lt αιθανόλης το χρόνο, ενώ η απόδοση της σε βιοαιθανόλη 188,8 lt ανά τόνο ξηρής βιομάζας. Η βιωσιμότητα του επενδυτικού σχεδίου αξιολογήθηκε μέσω της κατάστρωσης πίνακα ταμειακών ροών και της χρήσης δύο οικονομικών κριτηρίων, της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ) και του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (ΕΒΑ).

Από την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε προέκυψε ότι η δημιουργία μονάδας παραγωγής βιοαιθανόλης από ξηρά διατροφικά απορρίμματα είναι βιώσιμη από οικονομικής πλευράς, υπό συγκεκριμένες παραδοχές και προϋποθέσεις. Μέσω κατάλληλων χρηματοδοτικών σχημάτων, τέτοιου είδους επενδύσεις μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό αναπτυξιακό εργαλείο για τις αστικές περιοχές, προωθώντας παράλληλα την προστασία του περιβάλλοντος και την μετάβαση σε ένα νέο μοντέλο παραγωγής που θα έχει ως πρωταρχικό στοιχείο την αξιοποίηση των αποβλήτων προς παραγωγή πολύτιμων υλικών.



## **Abstract**

The thesis aims to evaluate the potential of food waste as a feedstock for bioethanol production. More specifically, the thesis examines the economic viability of a bioethanol plant that will convert food waste produced on daily from the households of West Attica regional unit and the western part of the agglomeration of Athens into second generation bioethanol.

Towards this direction, first the theoretical potential of dry feedstock was estimated and, then, the bioethanol plant capacity was defined, i.e. around 3,23 Mlt per year, considering the daily production of food waste and the conversion rate of bioethanol per dry tone of biomass. The economic and profitability analysis of the investment was carried out for four different financing scenarios by means of the net Present Value and Internal Rate of Return criteria.

The analysis indicates that the investment plan is feasible under the assumptions made. Concluding, it seems that through appropriate funding schemes such investments can be used as a development tool for urban areas, enhancing at the same time environmental protection and promoting the transition to a circular economy.

# 1. Νομοθεσία

## 1.1 Εισαγωγή- Περιβαλλοντικό κίνημα

Μετά τις καταστροφικές συνέπειες του Β΄ Παγκοσμίου πολέμου, οι Η.Π.Α. και η Δυτική Ευρώπη περνούν σε μια πρωτόγνωρη φάση οικονομικής ανάπτυξης. Παράλληλα, όμως, με τη γενική φαινομενική ευημερία και τους υψηλούς ρυθμούς οικονομικής ανάπτυξης, ένα μεγάλο μέρος της νέας γενιάς αρνείται να συμβιβαστεί με το καπιταλιστικό σύστημα, τον ιμπεριαλισμό, τον τεχνολογικό ορθολογισμό, την αλλοτρίωση, την καταπίεση των μειονοτήτων και εν γένει με τον πυρήνα των αξιώσεων των δυτικών κοινωνιών με αποτέλεσμα την έναρξη κινημάτων ενάντια στο ρατσισμό, τις φυλετικές διακρίσεις, τον πόλεμο, τις κυρίαρχες αξίες και θεσμούς (χίπις) και την καταστροφή του περιβάλλοντος (οι μνήμες από τις τραγικές συνέπειες του βομβαρδισμού Χιροσίμα και Ναγκασάκι με πυρηνικά ήταν ακόμα νωπές) (Χατζηπαρασκευαΐδης, 2008).

Η συνειδητοποίηση, λοιπόν, ότι η τεχνολογία – προϊόν του ανθρώπου – δεν είναι πάντα ελεγχόμενη και ότι η τεχνολογική εξέλιξη δεν έχει εν τέλει μόνο θετικό πρόσημο, καθώς και ότι το μέγεθος και η ένταση των περιβαλλοντικών προβλημάτων απαιτούν την ύπαρξη ορίων στην οικονομική μεγέθυνση του βιομηχανικού πολιτισμού, ήταν οι αιτίες έναρξης του σύγχρονου περιβαλλοντικού κινήματος στα τέλη του 1950 και αρχές του 1960 (Σκαναβή, 2007). Το κίνημα αυτό αποκρυσταλλώνεται νομικά το 1970 με την ανακήρυξη της 22ας Απριλίου ως «Ημέρα Της Γης» με πρωτοβουλία της ομάδας «Περιβαλλοντική Δράση», που σηματοδότησε μια νέα στάση απέναντι στην ανάπτυξη και το περιβάλλον (Χατζηπαρασκευαΐδης, 2008). Το 1972 υπό την αιγίδα του ΟΗΕ πραγματοποιείται στη Στοκχόλμη η πρώτη διεθνής Διάσκεψη με θέμα «Το Περιβάλλον του Ανθρώπου», όπου αναγνωρίστηκαν σε επίπεδο κυβερνήσεων τα προβλήματα του περιβάλλοντος και η αναγκαιότητα της ενεργής δραστηριοποίησης για την επίλυσή τους. Ταυτόχρονα ιδρύονται τα πρώτα «πράσινα κόμματα» στη Νέα Ζηλανδία (1972) και τη Μεγάλη Βρετανία (1973) (Χατζηπαρασκευαΐδης, 2008). Εν τω μεταξύ ενδιαφέρον για το περιβαλλοντικό ζήτημα είχε αρχίσει να δείχνει και η Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα, έχοντας ως πρωταρχικό στόχο, βέβαια, την εξάλειψη

τεχνικών εμποδίων στην ελεύθερη κυκλοφορία των προϊόντων (Τσαντίλης και Χατζημπίρος, 2007).

## 1.2 Παγκόσμιο επίπεδο – Κατευθυντήριες γραμμές

Είκοσι χρόνια μετά τη Διάσκεψη Κορυφής του Ρίο το 1992, η Παγκόσμια Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών τον Ιούνιο του 2012, «Ρίο +20», αποτέλεσε την ευκαιρία – παρά τις ηχηρές απουσίες εκπροσώπων κρατών – μελών – συζήτησης θεμάτων όπως οι Αναπτυξιακοί Στόχοι της Χιλιετίας και το ποσοστό επίτευξής τους. Συζητήθηκε η πρόταση γενικής υιοθέτησης των Στόχων της Βιώσιμης Ανάπτυξης (Sustainable Development Goals) (UNCSD, 2012), οι οποίοι «ισχύουν» μέχρι το 2015, προκειμένου να υπάρχει καλύτερη παρακολούθηση της εφαρμογής των στρατηγικών για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Παρά την πανθομολογούμενη αποτυχία εκπλήρωσης των στόχων του 1992 (Ρόκος 2003), συμφωνήθηκε και πάλι η ανάγκη για υιοθέτηση των στόχων αναφορικά με την κατανάλωση και την παραγωγή, την κλιματική βιωσιμότητα, την καθαρή ενέργεια, το νερό, την παιδεία, τη δημόσια υγεία κ.ά. Οι στόχοι αυτοί κωδικοποιήθηκαν στα βασικά σημεία του εγγράφου “The future we want”, που συζητήθηκε και τελικά υπογράφηκε στο τέλος της Συνόδου. Το κείμενο αυτό δεν έχει δεσμευτικό χαρακτήρα και παρουσιάζεται χωρίς συγκεκριμένο στόχο και χρονοδιαγράμματα. *«Είναι ένα ευχολόγιο δηλαδή όπως και όλα τα προηγούμενα, το οποίο δεν μπορεί στην πραγματικότητα να αλλάξει τη στάση των νεοφιλελεύθερων κυρίως ηγεσιών σε πλανητικό επίπεδο, απέναντι στα σύγχρονα δραματικά προβλήματα περιβάλλοντος, ανάπτυξης και φτώχειας»* (Γεροντέλη, 2012). Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο εκπρόσωπος της WWF, το κείμενο προς διαπραγμάτευση ήταν πλούσιο σε ρήματα όπως «υποστηρίζω», «παροτρύνω», και «προωθώ», αλλά φτωχό σε πιο δυναμικές και αποφασιστικές λέξεις όπως το «πρέπει» και το «θα γίνει» (Tollefson and Gilbert, 2012).

Αιτία της απουσίας δεσμευτικού χαρακτήρα του εν λόγω κειμένου αποτελεί η απουσία κοινού στόχου και πολιτικής βάσης ανάμεσα στα ενδιαφερόμενα μέρη. Τόσο στις επίσημες και όσο και στις ανεπίσημες συνεδριάσεις, έγινε φανερό ότι το κάθε μέρος οραματίζεται την έννοια της «πράσινης ανάπτυξης» με διαφορετικό τρόπο. Για κάποιους πρέπει να στηρίζεται σε γερές κοινωνικές βάσεις, να

εξασφαλίζει τα βασικά ανθρώπινα δικαιώματα για φαγητό, καθαρό νερό και εργασία, να εστιάζει στη μείωση της φτώχειας, στον πολιτισμό και στη λαϊκή σοφία (collective wisdom), αλλά και να είναι δεσμευτικό για όλους (ICIMOD, 2012), ενώ για κάποιους άλλους πρόκειται μόνο για μια διαδικασία «πράσινης» οικονομικής μεγέθυνσης. Παράλληλα, αν και το ίδιο επίσημο έγγραφο της Διάσκεψης αναφέρεται στην ανάγκη ολοκλήρωσης των τριών διαστάσεων της ανάπτυξης, στην πράξη δίνεται μονομερώς έμφαση στην οικονομική διάσταση και μεγέθυνση σε βάρος της κοινωνικής και περιβαλλοντικής διάστασης, ενώ αγνοούνται πλήρως η πολιτισμική, πολιτική και τεχνολογική διάσταση της ανάπτυξης.

Όσο αφορά στη διαχείριση των απορριμμάτων, τα οποία παρουσιάζονται πλέον ως απειλή για την επίτευξη των Αναπτυξιακών Στόχων της Χιλιετίας (IPLA, 2011), δεν υπάρχει και εδώ κάποια συγκεκριμένη δέσμευση πέραν των γενικών στόχων που αναπτύσσονται στο κεφάλαιο 21 της Agenda 21 και τους τέσσερις πυλώνες σχετικά με: i) τη μείωση των αποβλήτων, ii) τη μεγιστοποίηση της ορθής επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης, iii) την προώθηση φιλικών προς το περιβάλλον διαδικασιών διάθεσης και επεξεργασίας και, τέλος, iv) την επέκταση της κάλυψης υπηρεσιών διαχείρισης των απορριμμάτων (Agenda 21, 1992).

Συμπερασματικά, το χάσμα στην κατανομή του πλούτου και οι τελείως διαφορετικές προτεραιότητες ανάμεσα στα πλούσια και τα φτωχά κράτη, εκμηδένισαν εκ προοιμίου την όποια αξιοπιστία των συμφωνηθέντων στόχων της Διάσκεψης (Γεροντέλη, 2012). Η αντίρρηση πολλών εκ των αναπτυσσόμενων χωρών στην έννοια της «πράσινης ανάπτυξης», αλλά και σε ότι αφορά στην παρούσα εργασία, η αδυναμία διαχείρισης των συνεχώς αυξανόμενων όγκων απορριμμάτων αποτελούν μόνο ενδείξεις της αστοχίας των μέχρι πρότινος προτάσεων, αποκαλύπτοντας ότι *«οι μονομερείς προσεγγίσεις του κάθε τομέα της κοινωνικοοικονομικής πραγματικότητας οδηγούν σε ένα μηχανιστικό άθροισμα των μερών αυτών χωρίς να δίνεται η αρμόζουσα και πρέπουσα σημασία στις αλληλεξαρτήσεις τους»* (Ρόκος, 2004).

## 1.3 Ευρωπαϊκή Πολιτική για το Περιβάλλον

### 1.3.1 Ιστορική Αναδρομή

Η πολιτική της Ευρωπαϊκής Κοινότητας για το περιβάλλον διαμορφώθηκε σταδιακά κατά τη διάρκεια των τεσσάρων τελευταίων δεκαετιών ανάλογα με τις κατευθυντήριες γραμμές που ορίζονται και συμφωνούνται από τις διάφορες Διεθνείς Συνδιασκέψεις για θέματα περιβάλλοντος, αλλά και από την κατεύθυνση του γενικού αναπτυξιακού μοντέλου της Ευρωπαϊκής Κοινότητας. Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, αφορμή της εμφάνισης της εν λόγω πολιτικής αποτέλεσε η εξάπλωση του περιβαλλοντικού κινήματος. Αιτία όμως ήταν μάλλον η ανάγκη για την εξάλειψη τεχνικών εμποδίων στην ελεύθερη κυκλοφορία των προϊόντων, με κύριο στόχο της πολιτικής αυτής την εναρμόνιση των περιβαλλοντικών νομοθεσιών και την ομοιόμορφη καταπολέμηση ορισμένων μορφών ρύπανσης, ώστε να μην εγείρονται εμπόδια στην ελεύθερη κυκλοφορία των εμπορευμάτων λόγω των διαφορετικών εθνικών προσεγγίσεων (Τσαντίλης και Χατζημπίρος, 2007). Έτσι, μέχρι το 1987 φαίνεται να εκλείπει ουσιαστικά το περιβαλλοντικό ζήτημα από τους κύριους στόχους της Ευρωπαϊκής Πολιτικής και μόνο το Τέταρτο Πρόγραμμα Δράσης για το Περιβάλλον επανέλαβε την ανάγκη να ενσωματωθεί το περιβάλλον στις άλλες πολιτικές και ιδίως στην οικονομική, εφόσον θεωρήθηκε ότι η βιομηχανία της Κοινότητας θα πετύχαινε οικονομικά μόνο αν τηρούσε αυστηρά περιβαλλοντικά πρότυπα για την παραγωγή φιλικών προς το περιβάλλον προϊόντων. Από το 1992 με τη συνθήκη του Maastricht καθώς και με τη συνδιάσκεψη του Ρίο για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, η πολιτική της Ευρωπαϊκής Κοινότητας χαρακτηρίζεται από τους στόχους περί «αιεφορίας», με κομβικά σημεία τις Συνδιασκέψεις Κορυφής του Cardiff (όπου πραγματοποιήθηκε η ενσωμάτωση της περιβαλλοντικής πολιτικής σε όλες τις πολιτικές, 1998), της Λισαβόνας (όπου τέθηκαν τα κριτήρια για την ανανέωση της οικονομικής πολιτικής για την κοινωνική συνοχή, 2000) και του Gotenburg (όπου εισήχθη η Στρατηγική της Λισαβόνας στην περιβαλλοντική διάσταση της αιεφορίας, 2001).

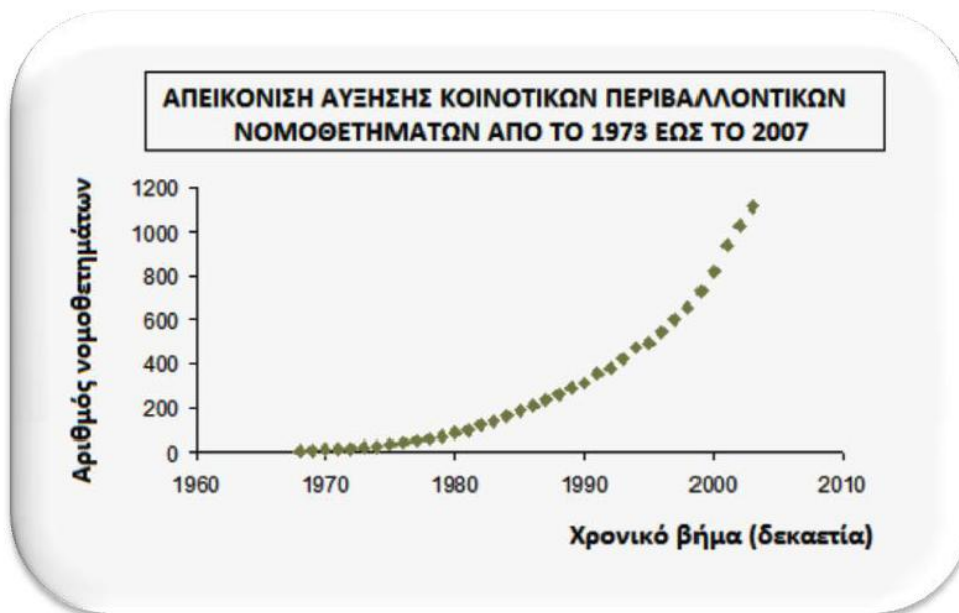
Οι ρυθμίσεις για το περιβάλλον που έχουν εκδοθεί, συνήθως υπό μορφή οδηγιών, τις τελευταίες δεκαετίες, καλύπτουν το σύνολο σχεδόν των περιβαλλοντικών

θεμάτων και περιλαμβάνουν διατάξεις για την ποιότητα του αέρα και του νερού, το θόρυβο, τη διαχείριση των απορριμμάτων και την ανακύκλωση, την προστασία της άγριας ζωής κ.ά. Εξαιρέσεις αποτελούν οι περιβαλλοντικοί φόροι, ο χωροταξικός σχεδιασμός, τα σχετικά με την πυρηνική ενέργεια πρότυπα για τα οποία αρμόδιοι είναι άλλοι φορείς (Τσαντίλης και Χατζημπίρος, 2007). Το θεσμικό πλαίσιο το οποίο αναπτύχθηκε παρουσιάζεται στα επτά, πλέον, πολυετή Προγράμματα Δράσης για το Περιβάλλον (με το πρώτο να θεσπίζεται το 1973), όπου καθορίζονται μελλοντικές νομοθετικές προτάσεις και στόχοι για την περιβαλλοντική πολιτική της Ε.Ε. Το 6ο ΠΔΠ, όρισε την περιβαλλοντική πολιτική της δεκαετίας 2002-2012 και εστίασε σε τέσσερις προτεραιότητες: κλιματική αλλαγή, βιοποικιλότητα, περιβάλλον και υγεία, και φυσικοί πόροι και απόβλητα. Τα μέτρα για αυτές τις προτεραιότητες απαριθμούνταν σε επτά «θεματικές στρατηγικές», εστιασμένες σε «οριζόντια» περιβαλλοντικά ζητήματα περισσότερο παρά σε συγκεκριμένους ρύπους ή οικονομικές δραστηριότητες.

Στην Εικόνα 1.1 απεικονίζεται η αύξηση των περιβαλλοντικών νομοθετημάτων από το 1972 μέχρι το 2007. Παρατηρείται μια εκθετική αύξηση ως προς τον όγκο των νομοθετημάτων, τα οποία περιλαμβάνουν ρυθμίσεις υπό μορφή οδηγιών και περιέχουν ποσοτικούς στόχους και χρονοδιαγράμματα εν συνόλω για τα μέλη της Ευρωπαϊκής Κοινότητας<sup>1</sup>, αλλά και ειδικές διατάξεις για κάθε κράτος – μέλος ξεχωριστά. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η τάση των κυβερνήσεων των κρατών-μελών να προτιμούν σιωπηρά να αποφασίζεται η περιβαλλοντική νομοθεσία «στις Βρυξέλλες» παρά σε εθνικό επίπεδο και αυτό διότι η μεταφορά της νομοθεσίας στα εθνικά έχει μικρότερο πολιτικό κόστος εφόσον παρουσιάζεται ως κάτι τετελεσμένο.

---

<sup>1</sup> Μετά τη συνθήκη του Maastricht, το 1992, η ορθή ονομασία είναι Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.). Αρχικά η ονομασία ήταν Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα (ΕΟΚ). Μετά την Ενιαία Πράξη του 1987 και την Ενοποίηση των Συνθηκών ίσχυσε ο όρος Ευρωπαϊκή Κοινότητα (ΕΚ). Εδώ αναφερόμαστε στα έτη 1972 -2007 και με τον όρο Ευρωπαϊκή Κοινότητα αναφερόμαστε προς διευκόλυνση σε όλες τις προαναφερθείσες δομές.



Εικόνα 1.1 : Απεικόνιση της αύξησης των Κοινοτικών περιβαλλοντικών νομοθετημάτων από την πρώτη εμφάνιση της πολιτικής της Ε.Ε. για το περιβάλλον έως το 2007.  
(Πηγή: Τσαντίλης και Χατζημπίρος, 2007)

Αυτό που θα πρέπει να τονιστεί είναι ότι η ευρωπαϊκή πολιτική υιοθέτησε τη λογική της επιταχυνόμενης οικονομικής μεγέθυνσης, δηλαδή το συμβατικό αναπτυξιακό υπόδειγμα, και έτσι η βιώσιμη ή αειφόρος ανάπτυξη καθίσταται κυρίαρχη ιδεολογία της Ε.Ε. Η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης βασίζεται σε τρεις βασικές αρχές: α) την αρχή της προφύλαξης, β) την αρχή της πρόληψης και διόρθωσης στην πηγή και γ) στην αρχή ο «ρυπαίνων πληρώνει». Μολονότι η έννοια αυτή έχει και θετικά στοιχεία, όπως η πρώτη εκ των προαναφερθέντων αρχών, σύμφωνα με την οποία όταν ο καθορισμός της φέρουσας ικανότητας ενός οικοσυστήματος ή και ολόκληρης της βιόσφαιρας δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθεί επιστημονικά με ακρίβεια, πρέπει να αποφεύγεται η διακινδύνευση της πρόκλησης μη αντιστρεπτών βλαβών, καθίσταται ως έννοια αρκετά ασαφής, με πολλές ελλείψεις και αντιθέσεις. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η κεντρική ιδέα της αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει» η οποία σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή αποσκοπεί στην πρόληψη ή διαφορετικά στην αποκατάσταση της περιβαλλοντικής βλάβης σε σχέση με προστατευόμενα είδη και φυσικούς οικότοπους, σε νερό και έδαφος. Οι φορείς που ασκούν ορισμένες επαγγελματικές δραστηριότητες όπως π.χ. μεταφορά επικίνδυνων ουσιών, ή δραστηριότητες που συνεπάγονται απορρίψεις σε ύδατα,

οφείλουν να λαμβάνουν προληπτικά μέτρα σε περίπτωση άμεσης απειλής για το περιβάλλον. Εάν έχει ήδη προκληθεί βλάβη, οφείλουν να λάβουν τα κατάλληλα μέτρα για να την αποκαταστήσουν και να πληρώσουν τη δαπάνη. Η αρχή αυτή φαίνεται εκ πρώτης όψεως λογική και δίκαιη παρ' όλα αυτά περιλαμβάνει ουσιαστικά την εμπορευματοποίηση του φυσικού περιβάλλοντος και εύκολα μετατρέπεται στο αντίστροφό της «ο πληρώνων ρυπαίνει», εφόσον η μετατροπή του φυσικού περιβάλλοντος σε ένα άθροισμα ξεχωριστών αγαθών και υπηρεσιών και η απόπειρα κοστολόγησης της ρύπανσης επιτρέπει σε ιδιώτες, επιχειρήσεις ή κράτη να αγοράζουν το δικαίωμά τους να ρυπαίνουν.

### **1.3.2 Σύγχρονη πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το περιβάλλον**

Η εξάρτηση των ευρωπαϊκών οικονομιών από τους φυσικούς πόρους και η ολοένα ταχύτερη υποβάθμιση και εξάντλησή τους από τους σημερινούς τρόπους χρήσης, καθιστούν αναγκαία μία διαφορετική αντιμετώπιση και προσέγγιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Πράγματι, η ικανότητα του περιβάλλοντος να προμηθεύει πόρους και να απορροφά απόβλητα δεν είναι απεριόριστη. Οι τρόποι χρήσης και εκμετάλλευσης των φυσικών πόρων από τις ανθρώπινες κοινωνίες είναι τέτοιες που πλέον ενέχεται ο κίνδυνος οι μελλοντικές γενιές, αλλά και οι αναπτυσσόμενες χώρες, να μην έχουν δυνατότητα πρόσβασης στο μερίδιο των πόρων που δικαίως τους αναλογεί και ταυτόχρονα θα έχουν να αντιμετωπίσουν ένα τεράστιο όγκο απορριμμάτων. Αυτή τη στιγμή, κάθε χρόνο χρησιμοποιούνται στην Ε.Ε. περίπου 15 τόνοι υλικών κατά κεφαλήν, από τους οποίους 10 τόνοι αντιστοιχούν στο υλικό απόθεμα (υποδομές, στέγαση, διαρκή αγαθά) ενώ 4,5 τόνοι εκρέουν από το παραγωγικό σύστημα με τη μορφή αποβλήτων. Το 2011, το 37% των αποβλήτων απορριπτόταν σε Χ.Υ.Τ.Α. ή και ΧΑΔΑ, το 23% αποτεφρωνόταν και ποσοστό λίγο μικρότερο από 40% υφίστατο ανάκτηση, ανακύκλωση ή επαναχρησιμοποίηση (COM(2014)397 final). Από τα παραπάνω διαφαίνεται ότι η οικονομία της Ε.Ε. επί του παρόντος χάνει σημαντική ποσότητα πιθανών δευτερογενών πρώτων υλών που βρίσκονται σε ρεύματα αποβλήτων.



Το έκτο πρόγραμμα δράσης της Ε.Ε. για το περιβάλλον (6ο ΠΔΠ) αναγνώρισε την πρόληψη και διαχείριση των αποβλήτων ως μία από τις τέσσερις κορυφαίες προτεραιότητες. Το ίδιο συνέβη και στο 7<sup>ο</sup> ΠΔΠ της Ε.Ε. Το σύγχρονο σχέδιο δράσης της πολιτικής της Ε.Ε. για το περιβάλλον επηρεάζεται άμεσα από τις αρνητικές εξελίξεις της οικονομίας των τελευταίων ετών και φυσικά από τη συνακόλουθη αναπτυξιακή στρατηγική «Ευρώπη 2020» η οποία επικεντρώνεται αυτή τη φορά στην αντιμετώπιση της παρούσας δυσμενούς οικονομικής κατάστασης και στη δημιουργία των προϋποθέσεων για μια πιο ανταγωνιστική οικονομία με περισσότερες θέσεις εργασίας. Έτσι, ένας από τους βασικούς στόχους του 7<sup>ου</sup> ΠΔΠ είναι να απελευθερωθεί το οικονομικό δυναμικό της Ε.Ε. ώστε να είναι περισσότερο παραγωγικό, με παράλληλη χρήση λιγότερων πόρων και με μετακίνηση προς μια κυκλική οικονομία.

**Ο «Χάρτης πορείας για μια αποδοτική, από πλευράς πόρων, Ευρώπη»** (COM(2011)0571) αποτελεί τμήμα της εμβληματικής πρωτοβουλίας «Μια Ευρώπη που χρησιμοποιεί αποτελεσματικά τους πόρους της», η οποία βρίσκεται ανάμεσα στις κομβικές πρωτοβουλίες του 7ου ΠΔΠ. Βασικός στόχος του «χάρτη» είναι η μετατόπιση προς τη βιώσιμη ανάπτυξη μέσω μιας οικονομίας που να χρησιμοποιεί αποδοτικά τους πόρους της. Ειδική μνεία έχουν και τα απορρίμματα στο χάρτη αυτό, εφόσον μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο διαχείρισης ως πόρος, και παράλληλα παρέχεται πλαίσιο σχετικά με τις διασυνδέσεις και αλληλεξαρτήσεις των ασκούμενων πολιτικών, έτσι ώστε οι μελλοντικές δράσεις να σχεδιαστούν με τέτοιο τρόπο ώστε να εφαρμοστούν κατά τρόπο συνεκτικό (ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1**

**Αποδοτικότητα των πόρων – Οι διασυνδέσεις μεταξύ τομέων και πόρων και οι πρωτοβουλίες άσκησης πολιτικής της Ε.Ε. για την περίπτωση των αποβλήτων.**

<b>Πόρος/τομέας</b>	<b>Απόβλητα</b>	<b>Πρωτοβουλίες πολιτικής της Ε.Ε.</b>
<b>Κυκλική οικονομία</b>		Αναθεώρηση της βιώσιμης κατανάλωσης και παραγωγής (2012)
<b>Ενέργεια</b>	Διασφάλιση της ανάκτησης ενέργειας από μη ανακυκλώσιμα απόβλητα	-Ενέργεια 2020: Μία στρατηγική για ανταγωνιστική, βιώσιμη και ασφαλή ενέργεια (2011)
	Περιορισμός της έντασης ενέργειας στην επεξεργασία αποβλήτων	-Στρατηγικό σχέδιο ενεργειακών τεχνολογιών για την Ευρώπη.
	Αύξηση της χρήσης βιοαποδομήσιμων αποβλήτων για την παραγωγή βιοενέργειας και βιοπροϊόντων	-Προτεραιότητες για την ενεργειακή υποδομή για το 2020 και μετέπειτα - Προσχέδιο για ενοποιημένο ευρωπαϊκό ενεργειακό δίκτυο (2011)
		-Ευρωπαϊκό πρόγραμμα ενεργειακής απόδοσης 2020 (2011)
		-Αναθεώρηση της οδηγίας για τη φορολογία της ενέργειας (2011)
		-Ενεργειακός χάρτης πορείας 2050 (2011)
		-Ευφυή δίκτυα (2011)
		-Ανασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού και διεθνής συνεργασία (2011)
<b>Τρόφιμα</b>	Περιορισμός αποβλήτων τροφίμων	-Μεταρρύθμιση της ΚΓΠ (2011)
	Χρήση ανακυκλώσιμων / βιοαποδομήσιμων συσκευασιών	-Πρόταση για σύμπραξη καινοτομίας και βιωσιμότητας (2011)
	Ανάπτυξη της λιπασματοποίησης των βιοαποβλήτων	-Πράσινη Βίβλος για τον φώσφορο (2012)
		-Ανακοίνωση για βιώσιμα τρόφιμα (2013)

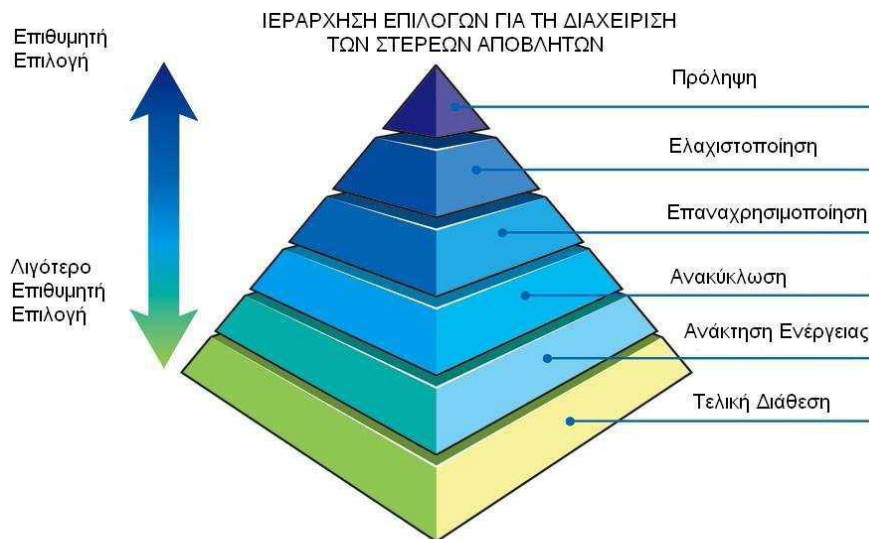
<b>Πρωτοβουλίες πολιτικής της Ε.Ε.</b>	Επανεξέταση των στόχων για την πρόληψη, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και υγειονομική ταφή των αποβλήτων (2014)	-Χάρτης πορείας για μια αποδοτική από πλευράς πόρων, Ευρώπη (2011)
		-Πολυετές δημοσιονομικό πλαίσιο 2014 – 2020
		-Πολιτική συνοχής μετά το 2013 (2011) [REGIO]
		-Σχέδιο δράσης για μια βιώσιμη βιοοικονομία μέχρι το 2020 (2011)
		-Σχέδιο δράσης για την οικολογική καινοτομία (2011)
		-Ορίζοντας 2020 της Ε.Ε. (2011)
	-Επανεξέταση της οδηγίας για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.	

Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011α

### **1.3.3 Το Ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο για τα βιοαπόβλητα και η εφαρμογή του στον Ελλαδικό χώρο.**

Το θέμα της διαχείρισης των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων είχε τεθεί από το 1999 από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα. Η αναγκαιότητα καθορισμένου πλαισίου διαχείρισης υπαγορεύτηκε ως απαραίτητο συμπληρωματικό στοιχείο εφαρμογής της Οδηγίας 1999/31/ΕΚ του συμβουλίου της 26<sup>ης</sup> Απριλίου 1999 «περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων», η οποία στοχεύει στην πρόληψη ή μείωση των αρνητικών επιπτώσεων ταφής των αποβλήτων στο περιβάλλον. Η 1999/31 ενσωματώθηκε στην ελληνική έννομη τάξη με την ΚΥΑ 29407/2002 «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων». Οι στόχοι της Ελλάδας για τη μείωση των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων που οδηγούνται προς ταφή, προσδιορίζονται στον Εθνικό Σχεδιασμό Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, σύμφωνα με το άρθρ. 4 της ΚΥΑ 29407/3508/2002 σε εναρμόνιση με τις απαιτήσεις της Οδηγίας 99/31.

Η ισχύουσα Οδηγία Πλαίσιο για τα απόβλητα **2008/98/ΕΚ** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19<sup>ης</sup> Νοεμβρίου 2008 «για τα απόβλητα και την κατάργηση ορισμένων οδηγιών» θεσπίζει νομοθετικό πλαίσιο επεξεργασίας των αποβλήτων εντός της Κοινότητας και αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας δια της πρόληψης των αρνητικών επιπτώσεων από την παραγωγή και τη διαχείριση αποβλήτων. Ειδικότερα, αποσαφηνίζει τους ορισμούς «απόβλητο», «ανακύκλωση», «ανάκτηση» και την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» ενώ εισάγει την έννοια της «διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού». Επιπλέον, στο άρθρο 4 της Οδηγίας αναφέρεται η ιεράρχηση των δράσεων και εργασιών της διαχείρισης αποβλήτων που κάθε κράτος-μέλος οφείλει να ακολουθεί κατά προτεραιότητα για την καλύτερη προστασία του περιβάλλοντος: α) πρόληψη, β) προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, γ) ανακύκλωση, δ) άλλου είδους ανάκτηση, π.χ. ανάκτηση ενέργειας, και ε) διάθεση. Η ιεράρχηση των επιλογών διαχείρισης φαίνεται σχηματικά στην Εικόνα 1.2.



**Εικόνα 1.2: Ιεράρχηση επιλογών για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων ( Λοϊζίδου, 2012)**

Επιπλέον, η Οδηγία 2008/98/ΕΚ για τα απόβλητα θέτει συγκεκριμένους στόχους για τα κράτη μέλη:

α) έως την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2020 το αργότερο, η ανακύκλωση και η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση των αστικών αποβλήτων αυξάνεται τουλάχιστον κατά 50% κατά βάρος.

β) έως το 2020 η προετοιμασία για την επαναχρησιμοποίηση, η ανακύκλωση και η ανάκτηση άλλων υλικών, συμπεριλαμβανομένων εργασιών υγειονομικής ταφής όπου γίνεται χρήση αποβλήτων για την υποκατάσταση άλλων υλικών, μη επικίνδυνων αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων εξαιρουμένων υλικών και απαντούν στη φύση και τα οποία ορίζονται στην κατηγορία 17 05 04 και καταλόγου αποβλήτων πρέπει να αυξηθεί κατά 70% τουλάχιστον κατά βάρος.

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο λαμβάνοντας υπόψη τις αρνητικές επιπτώσεις της σπατάλης των τροφίμων για το περιβάλλον και τον αρνητικό του αντίκτυπο, τον Ιούλιο του 2014 κατέθεσε πρόταση «για την τροποποίηση των οδηγιών 2008/98/ΕΚ για τα απόβλητα, 94/62/ΕΚ για τις συσκευασίες κ.ά.», (COM(2014) 397 final), σύμφωνα με την οποία θέτει τους εξής στόχους:

- Έως την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2030 το αργότερο, η ανακύκλωση και η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση των αστικών αποβλήτων αυξάνεται τουλάχιστον κατά 70% κατά βάρος.
- Τα κράτη μέλη λαμβάνουν μέτρα για την πρόληψη της παραγωγής απορριμμάτων τροφίμων σε όλο το μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων. Τα μέτρα θα πρέπει να εξασφαλίζουν ότι η σπατάλη τροφίμων στους τομείς της παρασκευής λιανικού εμπορίου / διανομής, υπηρεσιών εστίασης / φιλοξενίας και των νοικοκυριών μειώνεται κατά 30% τουλάχιστον μεταξύ της 1<sup>ης</sup> Ιανουαρίου 2017 και 31<sup>ης</sup> Δεκεμβρίου 2025.
- Η Οδηγία-Πλαίσιο 98/2008/ΕΚ είναι η πρώτη Οδηγία που αναδεικνύει τη διαχείριση των βιολογικών αποβλήτων σε βασικό και ουσιαστικό στόχο των προγραμμάτων διαχείρισης των αποβλήτων. Προχωρά στον ορισμό της έννοιας των βιοαποβλήτων, ως υποσύνολου των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων, και στο άρθρο 22 αναφέρει: «έως το 2015 το ποσοστό χωριστής συλλογής βιοαποβλήτων πρέπει να ανέλθει, κατ' ελάχιστον στο 5% του

συνολικού βάρους των βιολογικών αποβλήτων και έως το 2020, κατ' ελάχιστον στο 10% του συνολικού βάρους των βιολογικών αποβλήτων».

Η ενσωμάτωση της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ στο εθνικό δίκαιο έγινε με το νόμο **4042/2012(ΦΕΚ24Α')** «Ποινική προστασία του περιβάλλοντος-Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/ΕΚ-Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων-Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ-Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής». Καίριας σημασίας είναι το άρθρο 43, σύμφωνα με το οποίο οι Οργανισμοί ή οι επιχειρήσεις που διαθέτουν σε χώρο Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤ) απόβλητα (περιλαμβάνονται και τα βιοαπόβλητα) χωρίς να έχει προηγηθεί επεξεργασία, θα επιβαρύνονται, από 1ης Ιανουαρίου 2014 με **ειδικό τέλος ταφής ανά τόνο αποβλήτου που διατίθεται**. Το ειδικό τέλος έχει καθορισθεί στα 35 ευρώ/τόνο αποβλήτου, με αύξηση κάθε έτος 5 ευρώ έως του ποσού των 60 ευρώ/τόνο αποβλήτου.

Σημαντική είναι και η Οδηγία **96/61/ΕΚ** (IPPC) -η οποία πρόκειται να αντικατασταθεί από άλλη Οδηγία (Industrial Emissions Directive)- η οποία θέτει τις κύριες αρχές για την αδειοδότηση και τον έλεγχο των εγκαταστάσεων διαχείρισης βιοαποβλήτων όταν η δυναμικότητά τους υπερβαίνει τους 50 τόνους/ημέρα. Η Οδηγία προβλέπει μέτρα αποφυγής και όταν αυτό δεν είναι δυνατόν, μείωσης των εκπομπών από τις ανωτέρω δραστηριότητες στην ατμόσφαιρα, το νερό και το έδαφος, και μέτρα για τα απόβλητα, ώστε να επιτευχθεί υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος στο σύνολό του.

Τα Κράτη Μέλη με την Οδηγία 96/61/ΕΚ, οφείλουν, επιπλέον, να ορίσουν το φορέα, τις βασικές αρχές τις θεμελιώδεις υποχρεώσεις του, καθώς επίσης να μεριμνήσουν ώστε οι αρμόδιες Αρχές να ελέγχουν ότι η εγκατάσταση θα λειτουργήσει κατά τρόπο ώστε:

- Να λαμβάνονται όλα τα κατάλληλα προληπτικά αντιρρυπαντικά μέτρα, ιδίως με τη χρήση των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών.
- Να μην προκαλείται καμία σημαντική ρύπανση.
- Να αποφεύγεται η παραγωγή αποβλήτων ή εάν αυτό δεν είναι δυνατόν, να αξιοποιούνται ή όταν αυτό είναι τεχνικά και οικονομικά αδύνατο, να

διατίθενται με τρόπο που να αποφεύγονται ή να μειώνονται οι επιπτώσεις στο περιβάλλον.

- Να χρησιμοποιείται αποτελεσματικά η ενέργεια.
- Να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα για να προλαμβάνονται τα ατυχήματα και να περιορίζονται οι συνέπειές τους.
- Να λαμβάνονται τα αναγκαία μέτρα κατά την οριστική παύση των δραστηριοτήτων ώστε να αποφεύγεται κάθε κίνδυνος ρύπανσης και ο χώρος της εκμετάλλευσης να επαναφέρεται σε ικανοποιητική μορφή.

Πιο συγκεκριμένα για τα βιοαπόβλητα, προσδιορίζεται η στρατηγική και τα μέτρα για την υλοποίηση της μείωσης των βιοαποδομήσιμων αστικών στερεών αποβλήτων, τα οποία προορίζονται για διάθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής, η οποία αναφέρεται στο άρθρο 5 της οδηγίας 1999/31/ΕΚ. Συνοπτικά η μεταφορά της νομοθεσίας της Ε.Ε. σχετικά με τα βιοαπόβλητα στην ελληνική νομοθεσία αποτυπώνεται στον Πίνακα 1.2. Χαρακτηριστικό των νομοθετημάτων αποτελεί η προώθηση της αξιοποίησης των αποβλήτων και ειδικότερα η ανακύκλωση, η λιπασματοποίηση, η ανάκτηση ενέργειας και υλικών και η παραγωγή βιομεθανίου (ΚΥΑ 29407/3508/2002 άρθρο 4 παρ. 2).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2**

**Αποτύπωση της νομοθεσίας της Ε.Ε. σχετικά με τα βιοαπόβλητα στην ελληνική νομοθεσία κατηγοριοποιημένη με βάση την ιεραρχία διαχείρισης απορριμμάτων.**

Ιεράρχηση διαχείρισης	Νομοθεσία Ε.Ε.	Μεταφορά στην Ελληνική Νομοθεσία
Γενικό πλαίσιο διαχείρισης	Οδηγία 2008 / 98 / ΕΚ σχετικά με τα απόβλητα και την κατάργηση ορισμένων οδηγιών	N. 4042 / 2012 ΚΥΑ 114218 / 1997 (ΦΕΚ Β 1016 / 17.11.97) "Κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων"
	Προγενέστερη οδηγία 2006 / 12 / ΕΚ	ΚΥΑ 50910 / 2727 / 2003 (ΦΕΚ Β 1909 / 22.12.2003) "Μέτρα και Όροι για τη διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης."

<b>Πρόληψη και Ελαχιστοποίηση</b>	<b>Οδηγία 2008 / 1 / ΕΚ σχετικά με την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης (IPCC)</b>	<b>Ν. 2965 / 2001 (ΦΕΚ 68 / Α' / 11.3.2005) "Βιώσιμη ανάπτυξη Αττικής και άλλες διατάξεις"</b>
		Ν. 3325 / 2005 (ΦΕΚ 27 / Α' / 23.11.2001) "Ίδρυση και λειτουργία βιομηχανικών, βιοτεχνικών εγκαταστάσεων στο πλαίσιο της αειφόρου ανάπτυξης και άλλες διατάξεις"
		Σε μερική εναρμόνιση με την Οδηγία 96 / 61 / ΕΟΚ προγενέστερη της Οδηγίας 2008 / 1 / ΕΚ
<b>Επαναχρησιμοποίηση και Ανακύκλωση</b>	Αποφάσεις 2006 / 799 / ΕΚ και 2007 / 64 / ΕΚ περί καθορισμού αναθεωρημένων οικολογικών κριτηρίων και των σχετικών απαιτήσεων αξιολόγησης και εξακρίβωσης για την απονομή κοινοτικού οικολογικού σήματος σε βελτιωτικά εδάφους και σε καλλιεργητικά μέσα αντίστοιχα.	
<b>Ανάκτηση ενέργειας</b>	Οδηγία 2000 / 76 / ΕΚ σχετικά με την αποτέφρωση των αποβλήτων	ΚΥΑ 22912 / 1117 / 2005 (ΦΕΚ Β 759 / 06.06.2005) "Μέτρα και όροι για την πρόληψη και τον περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος από την αποτέφρωση των αποβλήτων".
	Οδηγία 2009 / 28 / ΕΚ σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και τη συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών 2001 / 77 / ΕΚ και 2003 / 30 / ΕΚ	Ν. 4042 / 2012
<b>Τελική διάθεση</b>	Οδηγία 1999 / 31 / ΕΚ περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων	ΚΥΑ 29407 / 3508 / 2002 (ΦΕΚ Β 1572 / 16.12.02) "Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων"  ΚΥΑ 464 / 232 / 2006 (ΦΕΚ Β 168 / 13.02.06) "Καθορισμός τεχνικών προδιαγραφών μικρών χώρων υγειονομικής ταφής αποβλήτων σε νησιά και απομονωμένους οικισμούς, κατ' εφαρμογή του



		<p>άρθρου 3 (παρ. 4) σε συνδυασμό με το άρθρο 20 (παράρτημα Ι) της υπ' αριθμ. 29407 / 3508 / 2002"</p> <p>ΚΥΑ "Μέτρα και όροι για υγειονομική ταφή των αποβλήτων (Β' 1572)".</p>
--	--	--

Πηγή: Πρόγραμμα ATHENSBIOWASTE, 2011

## 1.4 Η νομοθεσία για τα Βιοκαύσιμα

Είναι κοινώς αποδεκτό ότι οι καθημερινές ανάγκες και δραστηριότητες ειδικά στις ανεπτυγμένες οικονομικά χώρες εξαρτώνται άμεσα από τα ορυκτά καύσιμα. Η εξάντληση, όμως, των μη ανανεώσιμων ορυκτών πόρων καθώς και οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου από τη χρήση τους, η οποία θεωρείται η κύρια αιτία της υπερθέρμανσης του πλανήτη, έχουν οδηγήσει στην ανάγκη εύρεσης εναλλακτικών τρόπων παραγωγής ενέργειας. Εναλλακτικές πηγές ενέργειας όπως η αιολική και η ηλιακή συμβάλλουν σημαντικά στην επίλυση του προβλήματος, παρ' όλα αυτά δεν μπορούν από μόνες τους να παίξουν καθοριστικό ρόλο. Σημαντικό ρόλο προς αυτήν την κατεύθυνση μπορούν να διαδραματίσουν τα βιοκαύσιμα στα οποία στρέφονται όλο και περισσότερες χώρες.

Σε παγκόσμια κλίμακα έχουν δοθεί οδηγίες με κατεύθυνση την αύξηση παραγωγής και χρήσης βιοκαυσίμων κυρίως στις μεταφορές. Στις ΗΠΑ προβλέπεται η παραγωγή 36 δισεκατομμυρίων γαλονιών βιοκαυσίμων το χρόνο μέχρι το 2022, τα 16 εκ των οποίων αναμένεται να είναι από κυτταρινούχες πηγές. Στη Βραζιλία έχουν τεθεί στόχοι για διπλασιασμό της παραγωγής αιθανόλης μέχρι το 2020. Στην Κίνα, το «Πενταετές Σχέδιο Για Τη Βιοενέργεια» θέτει στόχο την παραγωγή 5 εκατομμυρίων τόνων βιοκαυσίμων μέχρι το 2015 και διπλασιασμό του στόχου μέχρι το 2020, ενώ στην Ινδία έχει τεθεί στόχος για συμμετοχή των βιοκαυσίμων στα καύσιμα μεταφορών κατά 20% μέχρι το 2017. Αντίστοιχους στόχους έχει θέσει και η Ευρωπαϊκή Ένωση σχετικά με την παραγωγή και χρήση των βιοκαυσίμων όπως περιγράφεται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο ([www.betarenewables.com](http://www.betarenewables.com)).

#### **1.4.1 Το Ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο για τα βιοκαύσιμα και η εφαρμογή του στον Ελλαδικό χώρο.**

Όπως και στα περισσότερα θέματα που βρίσκονται στη δικαιοδοσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης έτσι και η ανάπτυξη των βιοκαυσίμων καθορίζεται από τις οδηγίες και τους κανονισμούς της Ε.Ε. Οι κύριοι στόχοι σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή σχετικά με την προώθηση των βιοκαυσίμων είναι η καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, η ενίσχυση της βιώσιμης ανάπτυξης και, τέλος, η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας για την ανάπτυξη της Ευρωπαϊκής Οικονομίας.

Η πολιτική της Ε.Ε. για τα βιοκαύσιμα βασίζεται σε δύο οδηγίες: την οδηγία **2009/28/ΕΚ** για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Renewable Energy Sources, RED) και την Οδηγία **2009/30/ΕΚ** για τα Πρότυπα Ποιότητας των καυσίμων (Fuel Quality Standards, FQD).

Στην **Οδηγία 2009/28/ΕΚ**, η οποία αποτελεί μέρος του νομοθετικού πακέτου για την ενέργεια και την κλιματική αλλαγή που υιοθετήθηκε από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο στις 6 Απριλίου 2009, καθορίζονται δεσμευτικοί επιμέρους στόχοι για το συνολικό μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών στην ενεργειακή κατανάλωση, τους οποίους κάθε κράτος μέλος οφείλει να επιτύχει. Με την Οδηγία αυτή καταργήθηκε η Οδηγία 2003/30/ΕΚ για την προώθηση της χρήσης των βιοκαυσίμων και αναδιατυπώθηκε ο στόχος για τη συμμετοχή των βιοκαυσίμων στις μεταφορές, με το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας να πρέπει να αντιπροσωπεύει ως το 2020 ποσοστό τουλάχιστον **10% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας** σε όλες τις μορφές μεταφορών. Ο στόχος αυτός ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο με το Ν. 3851/2010. Επισημαίνεται, ότι τα βιοκαύσιμα αποτελούν την κυριότερη μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που χρησιμοποιείται στις οδικές μεταφορές (IOBE, 2010).

Με την ανωτέρω Οδηγία, καθώς και με την Οδηγία **2009/30/ΕΚ** για την ποιότητα των καυσίμων, θεσπίστηκαν επίσης αυστηρά περιβαλλοντικά κριτήρια για την παραγωγή ή την εισαγωγή βιοκαυσίμων (**«κριτήρια αειφορίας»**), προκειμένου αυτά να προσμετρούνται στον εθνικό στόχο για την ανανεώσιμη ενέργεια. Σύμφωνα με τα κριτήρια, προωθούνται μόνο βιοκαύσιμα που επιτυγχάνουν εξοικονόμηση αερίων θερμοκηπίου σε σύγκριση με τη βενζίνη και το πετρέλαιο κίνησης, ενώ δεν επιτρέπεται η παραγωγή βιοκαυσίμων από πρώτες ύλες που

προέρχονται από περιοχές υψηλής βιοποικιλότητας ή υψηλών αποθεμάτων σε άνθρακα ή που είχαν χαρακτηριστεί τυρφώνες. Τα κράτη μέλη της Ε.Ε. υποχρεούνται να διασφαλίσουν την τήρηση των κριτηρίων αειφορίας στα βιοκαύσιμα που παράγονται ή εισάγονται, προκειμένου αυτά να μπορούν να:

- προσμετρηθούν για την επίτευξη των εθνικών στόχων όσον αφορά στην ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, όπως προβλέπεται από την Οδηγία 2009/28/ΕΚ,
- χρησιμοποιηθούν για την τήρηση των υποχρεώσεων που αφορούν την ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές,
- αποτελέσουν αντικείμενο χρηματοδοτικής στήριξης για την κατανάλωσή τους (στο πλαίσιο εθνικού καθεστώτος στήριξεων),
- προσμετρηθούν για την επίτευξη του στόχου μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, όπως ορίζεται στην Οδηγία 2009/30/ΕΚ,
- αποτελέσουν αντικείμενο επενδυτικών ενισχύσεων ή και ενισχύσεων λειτουργίας σύμφωνα με τις κοινοτικές κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με τις κρατικές ενισχύσεις για την προστασία του περιβάλλοντος.

Τον Ιούνιο του 2014 το Συμβούλιο Ενέργειας της Ε.Ε. κατέληξε σε πολιτική συμφωνία σχετικά με το σχέδιο τροποποίησης της Οδηγίας 98/70/ΕΚ σχετικά με την ποιότητα των καυσίμων βενζίνης και ντίζελ και της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ΑΠΕ.

Η συμφωνία αναγνωρίζει το φαινόμενο ILUC (Indirect land use change impacts), δηλαδή της έμμεσης αλλαγής της χρήσης γης, αναφέροντας χαρακτηριστικά ότι: *«Όταν αλλάζει η χρήση λειμώνων και γεωργικών εκτάσεων που προορίζονταν για την παραγωγή ειδών διατροφής, ζωοτροφών και ινών ώστε να παράγονται βιοκαύσιμα, η ζήτηση για προϊόντα που δεν είναι καύσιμα θα πρέπει να συνεχίσει να καλύπτεται με εντατικοποίηση της μέχρι τώρα παραγωγής ή με την ένταξη στην παραγωγή μη γεωργικών γαιών αλλού. Η τελευταία περίπτωση αποτελεί έμμεση αλλαγή χρήσης γης και, όταν συνεπάγεται τη μετατροπή εδαφών με υψηλό απόθεμα άνθρακα, μπορεί να επιφέρει σημαντικές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου»*. Σε αυτή την κατεύθυνση προτείνει μετάβαση σε προηγμένα βιοκαύσιμα, όπως εκείνα που παράγονται από απόβλητα και φύκη. Τα εν λόγω

βιοκαύσιμα εξασφαλίζουν σημαντική μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, χαμηλό κίνδυνο πρόκλησης έμμεσης αλλαγής χρήσης γης, ενώ δεν ανταγωνίζονται απευθείας τη χρήση γεωργικής γης για την παραγωγή τροφίμων και ζωοτροφών.

Πιο συγκεκριμένα η συμφωνία περιλαμβάνει:

- Το μερίδιο της ενέργειας από τα βιοκαύσιμα που παράγονται από σιτηρά και άλλα αμυλούχα, σακχαρούχα και ελαιούχα φυτά δεν πρέπει να υπερβαίνει το 2020 το 7% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στις μεταφορές.
- **Ενθάρρυνση για μετάβαση στα δεύτερης και τρίτης γενιάς βιοκαύσιμα, μέσω της παροχής κινήτρων**, καλώντας τα κράτη-μέλη να προωθήσουν την κατανάλωση των εν λόγω βιοκαυσίμων και απαιτώντας από αυτά να θέσουν εθνικούς στόχους. Η τιμή αναφοράς για τους στόχους αυτούς είναι 0,5 ποσοστιαία μονάδα σε ενεργειακό περιεχόμενο του μεριδίου της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (10%) σε όλες τις μορφές μεταφορών το 2020.
- Νέο παράρτημα (ΙΧ) της οδηγίας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, το οποίο περιέχει τις **πρώτες ύλες για τα προηγμένα βιοκαύσιμα που προσμετρούνται διπλά στην επίτευξη των στόχων**. Σε αυτές τις πρώτες ύλες περιλαμβάνονται και **βιολογικά απόβλητα κατά το άρθρο 3 παρ. 4 της οδηγίας 2008/98/ΕΚ από νοικοκυριά, τα οποία συλλέγονται χωριστά** κατά το άρθρο 3 παρ. 11 της εν λόγω Οδηγίας.

Σύμφωνα με την Οδηγία 2009/30/ΕΚ, οι προμηθευτές καυσίμων υποχρεούνται να προβούν σε βαθμιαία **μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου** στην αλυσίδα παραγωγής των καυσίμων (κύκλο ζωής ανά μονάδα ενέργειας). Αυτή η μείωση πρέπει να ανέρχεται τουλάχιστον σε 6% έως τις 31 Δεκεμβρίου 2020, σε σύγκριση με το μέσο επίπεδο Ε.Ε. των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από ορυκτά καύσιμα το 2010 και να επιτευχθεί μέσω της χρήσης βιοκαυσίμων, εναλλακτικών καυσίμων και μειώσεων της καύσης και του εξαερισμού στις εγκαταστάσεις παραγωγής. Παράλληλα ορίζεται ως κριτήριο αειφορίας, ότι η **μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που επιτυγχάνεται με τη χρήση βιοκαυσίμων**, τα οποία λαμβάνονται υπόψη για τους σκοπούς που αναφέρονται

παραπάνω, θα πρέπει να ανέρχεται τουλάχιστον σε 35% σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα.

Τα κράτη-μέλη οφείλουν να υποχρεώνουν τους οικονομικούς φορείς να αποδεικνύουν ότι τα βιοκαύσιμα πληρούν τα κριτήρια αειφορίας που αφορούν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Στο πλαίσιο αυτό, από 1ης Ιανουαρίου 2011, οι προμηθευτές υποχρεούνται να υποβάλλουν ετήσιες εκθέσεις στην αρμόδια εθνική αρχή, για την ένταση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου των καυσίμων που προμηθεύουν εντός κάθε κράτους μέλους, παρέχοντας πληροφορίες για τον συνολικό όγκο κάθε τύπου παρεχόμενου καυσίμου, αναφέροντας τον τόπο αγοράς και την προέλευσή του, καθώς και τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής των καυσίμων ανά μονάδα ενέργειας.

Σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις ΑΠΕ, η εφαρμογή των κριτηρίων αειφορίας για τα βιοκαύσιμα στην Ελλάδα προβλέπεται να πραγματοποιηθεί με τροποποίηση του Ν. 3769/2009, την πρόβλεψη όρου στις προσκλήσεις κατανομής βιοκαυσίμων, με τον οποίο θα υποχρεούνται οι δικαιούχοι να πιστοποιούν την τήρηση των κριτηρίων, καθώς και με την έκδοση Κοινής Υπουργικής Απόφασης (ΚΥΑ), όπως προβλέπεται από το άρθρο 15α του Ν. 3054/2002. Το ΥΠΕΚΑ προτείνει επίσης το σχεδιασμό ενός συστήματος πιστοποίησης της αειφορίας των βιοκαυσίμων από επιτροπή που θα επιβλέπεται από τον Ελληνικό Οργανισμό Τυποποίησης (ΕΛΟΤ) και την πιστοποίηση των παραγωγών βιοντίζελ από φορείς πιστοποίησης που έχουν λάβει διαπίστευση από το Εθνικό Σύστημα Διαπίστευσης (ΕΣΥΔ).

## 2. Αστικά Στερεά Απόβλητα

### 2.1 Ορισμοί και έννοιες σχετικές με τα απόβλητα

Τα **Αστικά Στερεά Απόβλητα** (Α.Σ.Α.) (Municipal Solid Waste - MSW) αποτελούν τμήμα των Στερεών Αποβλήτων και σε αυτά συγκαταλέγονται τα οικιακά απόβλητα, καθώς και άλλα απόβλητα, τα οποία λόγω φύσης ή σύνθεσης, είναι παρόμοια με τα οικιακά, όπως απόβλητα από εμπορικές και συναφείς δραστηριότητες, κτίρια γραφείων και ιδρύματα (σχολεία, νοσοκομεία, κυβερνητικά κτίρια). Περιλαμβάνουν επίσης ογκώδη απόβλητα (στρώματα, έπιπλα κ.ά.) και απόβλητα κήπων, φύλλα, κλαδιά, κηπευτικά, καθώς και απόβλητα από τον καθαρισμό δρόμων (<http://www.eedsa.gr/>).

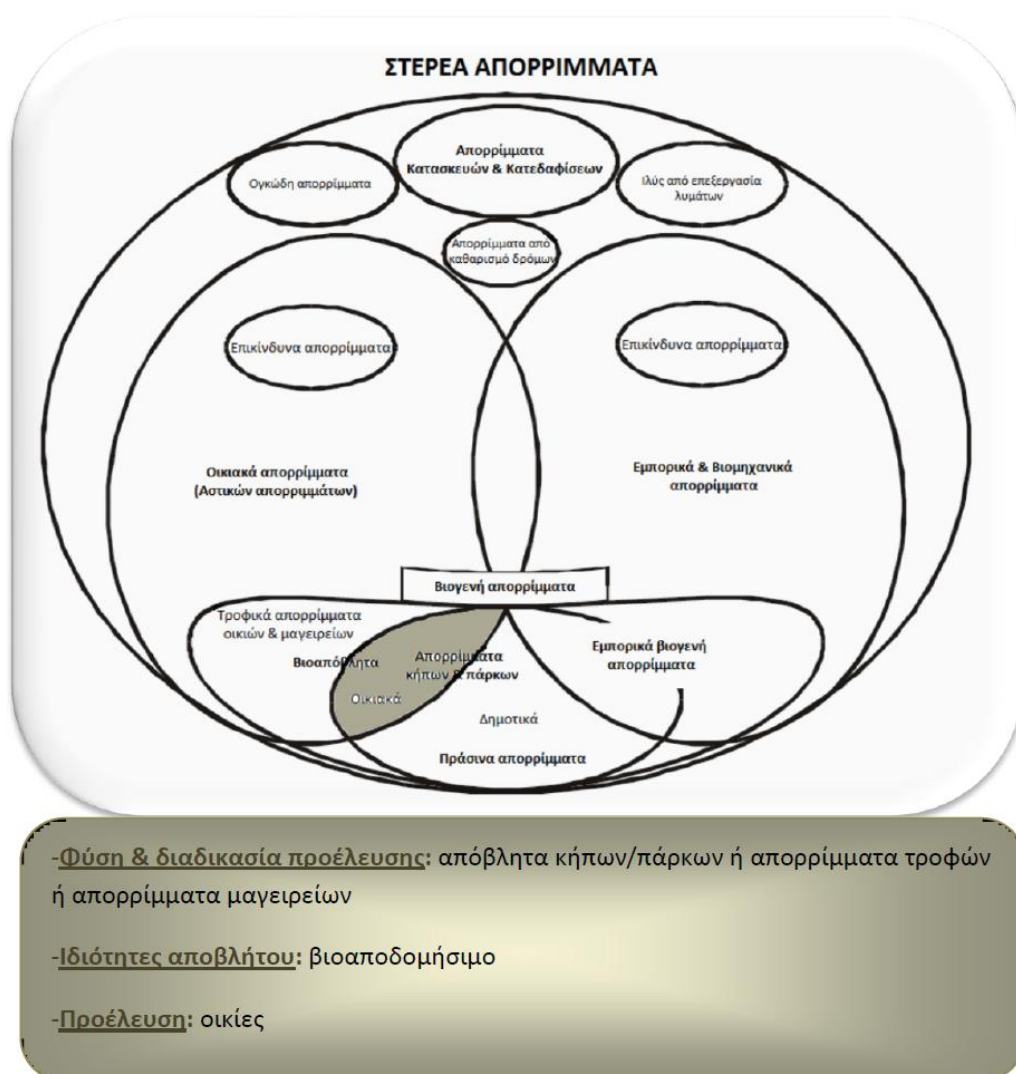
Στα αστικά απορρίμματα που διαχειρίζονται οι φορείς αποκομιδής περιλαμβάνονται:

- Κατάλοιπα κάθε φύσης, όπως οικιακά απορρίμματα, φύλλα, σκουπίσματα, χαρτιά που τοποθετούνται μέσα στις πλαστικές σακούλες.
- Απορρίμματα από εμπορικές εγκαταστάσεις και βιοτεχνίες, κτίρια γραφείων που τοποθετούνται επίσης σε σακούλες ή κάδους όπως τα οικιακά
- Κοπριές, αφυδατωμένες λύες, προϊόντα από καθαρισμούς δρόμων και δημοσίων χώρων, που συγκεντρώνονται σε μεγάλα δοχεία για την αποκομιδή τους.
- Κατάλοιπα από χώρους εκθέσεων αγορές, εορτές, κλπ, που συγκεντρώνονται επίσης σε μεγάλα δοχεία για την αποκομιδή τους.
- Απορρίμματα από σχολεία, στρατιωτικές εγκαταστάσεις, νοσοκομεία (πλην των μολυσματικών) που συγκεντρώνονται σε ειδικούς χώρους.
- Ογκώδη αντικείμενα.

Δεν περιλαμβάνονται στα αστικά απορρίμματα:

- Αδρανή και κατάλοιπα δημοσίων έργων.
- Βιομηχανικές στάχτες, σκουριές, μολυσματικά νοσοκομείων, υπολείμματα σφαγείων
- Πολύ ογκώδη αντικείμενα που απαιτούν ειδικό τρόπο μεταφοράς.

Τα Α.Σ.Α. που προέρχονται από τα απόβλητα της κουζίνας και άλλα παρόμοια εμπορικά και βιομηχανικά απόβλητα, παρ' ό, τι αποτελούν ένα μικρό τμήμα των αστικών αποβλήτων (Εικόνα 2.1) απασχολούν πολύ τους αρμόδιους για τη διαχείριση των απορριμμάτων φορείς εφόσον προσελκύουν τρωκτικά, πουλιά και διάφορα έντομα. Κατά αυτόν τον τρόπο, τα απόβλητα μπορεί να αποτελέσουν πηγή μεταφοράς ασθενειών στους ανθρώπους. Επίσης, τα απόβλητα κατά τη σήψη τους σε αναερόβιο περιβάλλον εκλύουν οσμηρό και αναφλέξιμο αέριο μεθάνιο, το οποίο είναι δυνατόν να προκαλέσει έκρηξη σε κλειστούς χώρους, όπως υπονόμους και χωματερές, ενώ είναι και ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου (Καρβούνης κ.ά. 2003). Επομένως, είναι απαραίτητη η σωστή διαχείρισή τους.

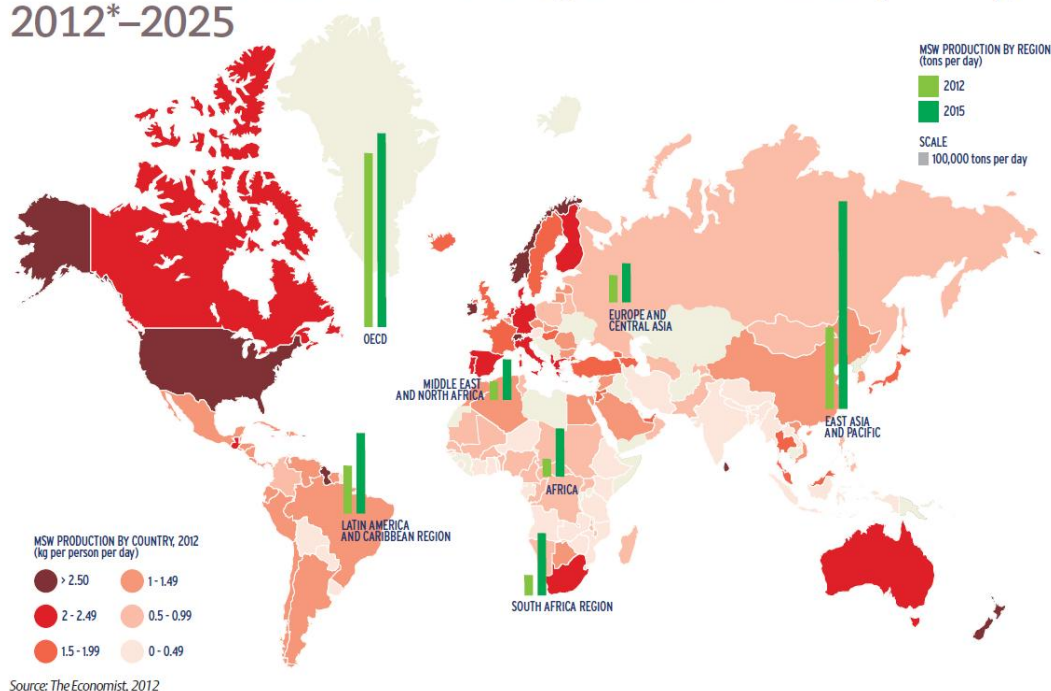


Εικόνα 2.1: Σχηματική απεικόνιση κατηγοριοποίησης βιοαποβλήτων στην ευρύτερη ενότητα των στερεών απορριμμάτων. (Πηγή: Κασιδώνη, 2012)

## 2.2 Παραγωγή απορριμμάτων σε παγκόσμιο, ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο

Η κατανάλωση προϊόντων και άρα η παραγωγή απορριμμάτων αυξάνεται με γρήγορους ρυθμούς σε παγκόσμιο επίπεδο. Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 2.2, η Ελλάδα είναι από τις χώρες με τα υψηλότερα ποσοστά παραγωγής Α.Σ.Α.

### World production of Municipal Solid Waste (MSW), 2012\*–2025



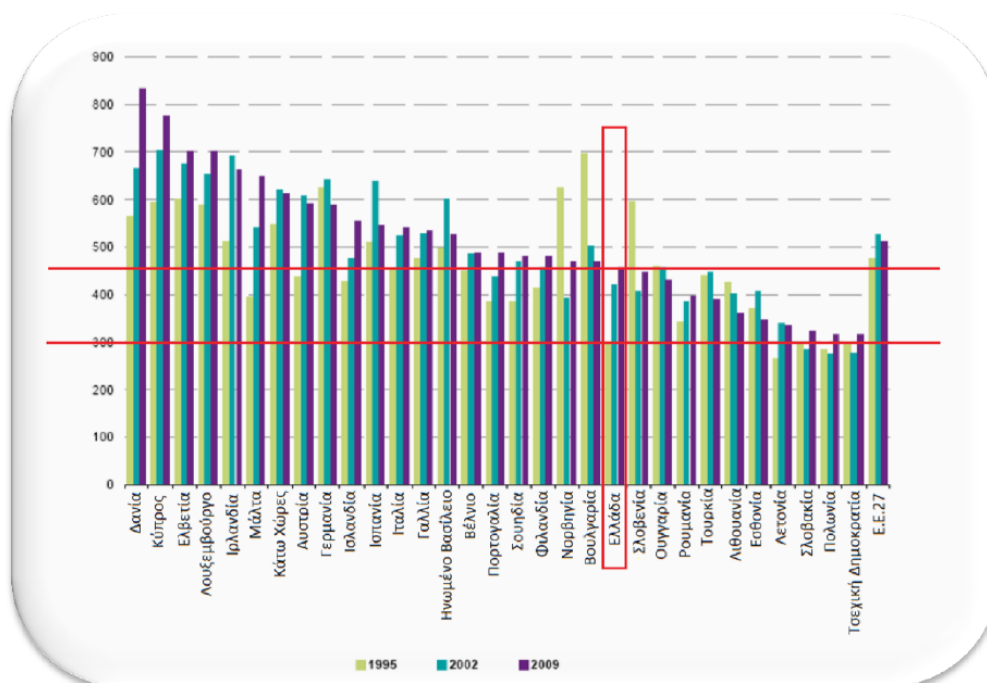
Εικόνα 2.2: Παγκόσμια παραγωγή Αστικών Στερεών Αποβλήτων για το έτος 2012 και εκτίμηση για το έτος 2015. (Πηγή: The Economist, 2012)

Η παραγωγή των Α.Σ.Α. είναι η αφετηρία σε κάθε σύστημα διαχείρισης αποβλήτων. Η ποσότητα των παραγόμενων στερεών αποβλήτων ανά κάτοικο εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες. Αυτό μπορεί να αποδειχθεί από τις αξιοσημείωτες διαφορές στους ρυθμούς παραγωγής Α.Σ.Α. στις Ευρωπαϊκές πόλεις. Για παράδειγμα, μία σύγκριση των οικονομικών τομέων το έτος 2010 δείχνει ότι οι μεγαλύτερες πόλεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης χαρακτηρίζονταν από κατά πολύ υψηλότερους ρυθμούς παραγωγής αστικών στερεών αποβλήτων



(510 kg/κάτοικο/έτος) από ότι οι πόλεις της κεντρικής και ανατολικής Ευρώπης (354 kg/κάτοικο/έτος). Κατ' επέκταση, για τον ελλαδικό χώρο ισχύει ανάλογη σχέση κοινωνικο-οικονομικών συνθηκών με την παράγωγη Α.Σ.Α.

Η παραγωγή Α.Σ.Α. ανά άτομο στην Ελλάδα δεν αποκλίνει σε σχέση με τη μέση τιμή που προκύπτει από τις υπόλοιπες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Σχήμα 2.1). Τα αίτια του μεγάλου εύρους παραγόμενων ποσοτήτων Α.Σ.Α. οφείλονται στις διαφορετικές καταναλωτικές συνήθειες των χωρών καθώς και στην οργάνωση διαχείρισης των αστικών στερεών απορριμμάτων για την κάθε περιοχή (Eurostat, 2011).



**Σχήμα 2.1: Παραγόμενη ποσότητα αστικών απορριμμάτων ανά χώρα για τα έτη 1995, 2002 και 2009 , ταξινομημένα με βάση το επίπεδο του έτους 2009 (kg κατά κεφαλήν) (Πηγή: Eurostat,2011)**

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή Α.Σ.Α. είναι οι ακόλουθοι :

- Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (Α.Ε.Π.)
- Μέγεθος νοικοκυριού
- Κοινωνικό επίπεδο
- Άλλες επιδράσεις, όπως η απασχόληση ανά τομέα (πρωτογενή, δευτερογενή, τριτογενή) . (Μπουρτσάλας, 2011).

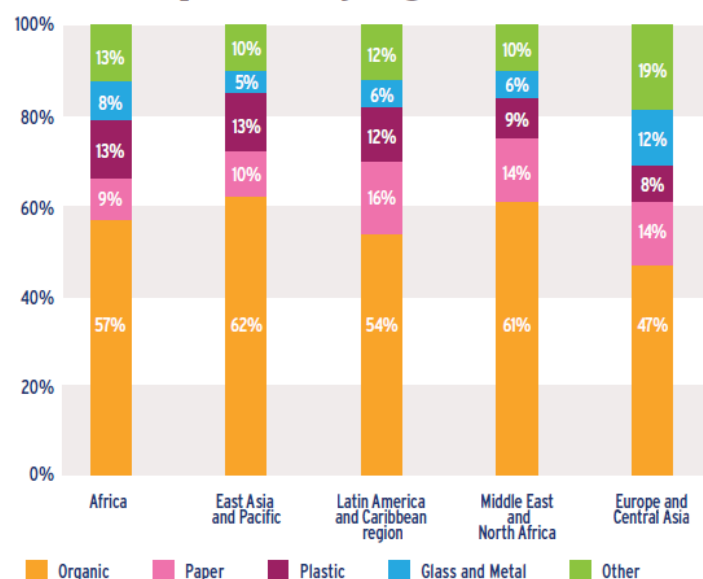
Η παραγωγή απορριμμάτων στην Ελλάδα παρουσιάζει αυξανόμενη τάση με το πέρασμα των χρόνων όπως και τα περισσότερα κράτη- μέλη της Ε.Ε. Αξίζει να σημειωθεί ότι η Ελλάδα κατέχει έναν από τους μεγαλύτερους ρυθμούς αύξησης αστικών απορριμμάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με ποσοστό που φτάνει μέχρι το 3,3% (Eurostat). Σε ό,τι αφορά τις προβλέψεις για τη μελλοντική παραγωγή Α.Σ.Α., υπάρχει μια πλειάδα προσφερόμενων μοντέλων κάθε ένα από τα οποία λαμβάνει υπόψη διαφορετικούς παράγοντες και δείκτες που αφορούν σε πεδία κοινωνικά (π.χ. πληθυσμιακές αυξομειώσεις, καταναλωτικά πρότυπα), ενεργειακά (Bogner and Mathews, 2003) κλπ.

Σύμφωνα με τον Εθνικό Σχεδιασμό Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (2003) στην Ελλάδα παράγονται περίπου 4,6 εκατομμύρια τόνοι αστικών στερεών αποβλήτων ετησίως. Στην περιφέρεια Αττικής παράγεται το 39% περίπου της ετήσιας ποσότητας, ενώ σημαντική ποσότητα (16%) παράγεται και στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας. Το 1997 η μέση παραγωγή ανερχόταν σε 0,97 kg/κάτοικο/ημέρα και το 2001 ανήλθε σε 1,14 kg/κάτοικο/ημέρα. Στο σύνολο της χώρας (11.215.197 πληθυσμό), για το έτος 2011, παρήχθησαν 5.748.535 t αποβλήτων αστικού τύπου, εκ των οποίων τα **παραγόμενα Α.Σ.Α. εκτιμούνται σε 5.574.757 t** και οι ιλύες αστικού τύπου σε 173.778 t. Δηλαδή, παρήχθησαν περίπου **1,4 kg/κάτοικο/ημέρα** (ΥΠΕΚΑ, 2013).

Αναφορικά με τη σύσταση των Α.Σ.Α. σε παγκόσμιο επίπεδο το μεγαλύτερο ποσοστό τους αποτελείται από το οργανικό κλάσμα, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 2.2.

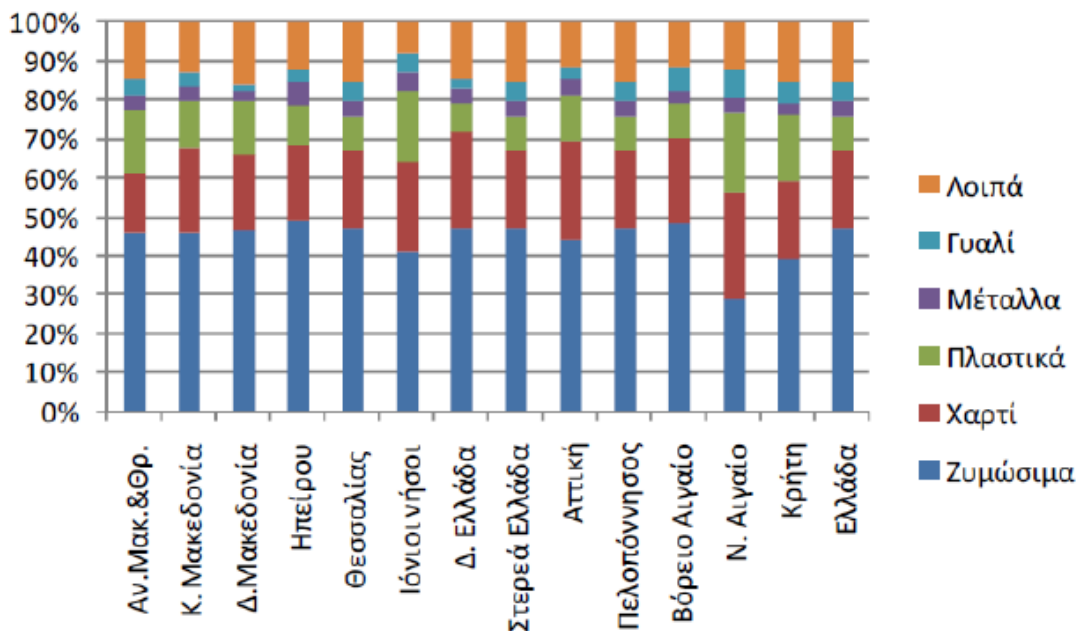
Τα βιοαπόβλητα στην Ευρώπη αποτελούν το 30 έως και 45% της συνολικής ποσότητας των παραγόμενων αποβλήτων (The European Bio – Waste in Barcelona). Στο Σχήμα 2.3 παρουσιάζεται η σύσταση των Α.Σ.Α. για τις 13 Περιφέρειες της Ελλάδας. Παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό (περίπου 40% κατά μέσο όρο) αποτελούν τα ζυμώσιμα.

### MSW composition by region, 2012\*



Source: The World Bank, 2012

Σχήμα 2.2: Σύσταση Στερεών Αστικών Αποβλήτων ανά περιοχή για το έτος 2012. (Πηγή: The World Bank, 2012)



Σχήμα 2.3 : Ποιοτική σύσταση των Α.Σ.Α. για τις 13 Περιφέρειες της Ελλάδας (Πηγή: Μπουρτσάλας, 2011)

## 2.3 Βιοαπόβλητα

Σύμφωνα με την Οδηγία 98/2008/ΕΚ ως «βιολογικά απόβλητα» ή «βιοαπορρίμματα» ή «βιοαπόβλητα» ορίζονται τα απόβλητα από κήπους και πάρκα, τα απορρίμματα τροφών και μαγειρειών από σπίτια, εστιατόρια, εγκαταστάσεις ομαδικής εστίασης και χώρους πωλήσεων λιανικής και τα συναφή απόβλητα από εγκαταστάσεις μεταποίησης τροφίμων. Στον ορισμό δεν περιλαμβάνονται τα δασικά ή γεωργικά κατάλοιπα, η κοπριά, η ιλύς επεξεργασίας λυμάτων ή άλλα βιοαποδομήσιμα απόβλητα όπως οι φυσικές ίνες, το χαρτί ή το κατεργασμένο ξύλο. Εξαιρούνται επίσης τα παραπροϊόντα της παραγωγής τροφίμων που δεν μετατρέπονται ποτέ σε απόβλητα.

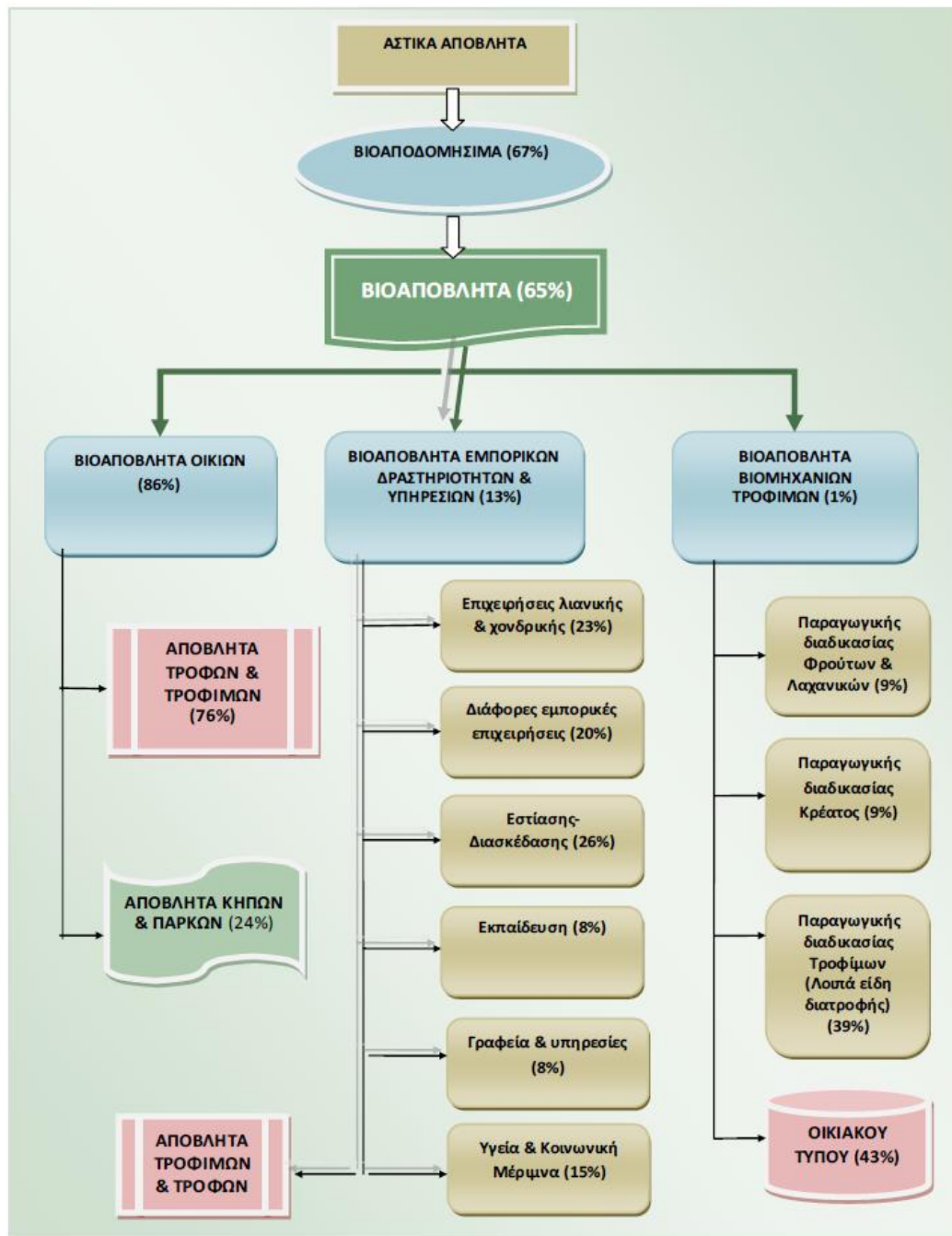
Με βάση τον ορισμό τα βιοαπόβλητα προέρχονται από τρεις μεγάλες κατηγορίες :

- Οικίες
- Εμπορικές δραστηριότητες και υπηρεσίες
- Εγκαταστάσεις παραγωγής και επεξεργασίας τροφίμων.

Οι τρεις παραπάνω βασικές κατηγορίες χωρίζονται σε αντίστοιχες υποκατηγορίες, εφόσον προκύπτει διακριτό ρεύμα και σημαντική ποσότητα βιοαποβλήτων που απαιτεί ξεχωριστή στόχευση και αντιμετώπιση.

Η κατηγοριοποίηση των βιοαποβλήτων και τα διακριτά ρεύματα κάθε κατηγορίας τους απεικονίζονται στο σχήμα που ακολουθεί (Εικόνα 2.3). Το ποσοστό κάθε υποκατηγορίας που εμφανίζεται στο σχήμα αυτό, αντιστοιχεί στο σύνολο της κατηγορίας της οποίας αποτελεί υποδιαίρεση. Τα ποσοστά προέκυψαν από υπολογισμούς στην ενότητα Α2: «Υπάρχουσα κατάσταση διαχείρισης & εκτίμηση ποσοτήτων βιοαποβλήτων στην ελληνική επικράτεια» (ΕΠΠΕΡΑΑ, ΕΠΕΜ ΑΕ, 2011).

Ο λόγος ενασχόλησης με τη συγκεκριμένη κατηγορία απορριμμάτων αποτελεί ο πολλά υποσχόμενος διαχωρισμός τους από τις υπόλοιπες ροές αποβλήτων.



**Εικόνα 2.3 : Κατηγορίες προέλευσης & διακριτά ρεύματα παραγωγής των βιοαποβλήτων (Στοιχεία 2011)**  
 (Πηγή: Οδηγός εφαρμογής προγραμμάτων Διαλογή στην Πηγή & συστημάτων διαχείρισης των βιοαποβλήτων, ΕΠΠΕΡΑΑ, Ιούλιος 2012)

### **3. Υφιστάμενη κατάσταση σχετικά με τα βιοκαύσιμα σε Διεθνές και Ευρωπαϊκό επίπεδο**

#### **3.1 Αναγκαιότητα χρήσης βιοκαυσίμων σε παγκόσμιο επίπεδο**

Τις τελευταίες δεκαετίες γίνεται ολοένα και συχνότερα λόγος για προσπάθεια αύξησης της παραγωγής των βιοκαυσίμων παγκοσμίως εξαιτίας της ενεργειακής εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα, τα οποία αρχίζουν να εκλείπουν και του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής.

Είναι γεγονός ότι οι ενεργειακές ανάγκες αυξάνουν συνεχώς, ενώ παράλληλα οι ορυκτοί πόροι εξαντλούνται. Αυτό κλονίζει την ενεργειακή ασφάλεια και ωθεί στη διερεύνηση για τη μερική ή και πλήρη αντικατάστασή τους. Επιπλέον, οι συγκρούσεις για τον έλεγχο του πετρελαίου γίνονται ολοένα και πιο συχνές, με αντίκτυπο στις διεθνείς αγορές και την αποσταθεροποίηση της οικονομίας σε παγκόσμια κλίμακα. Επιπλέον, με την αύξηση της παγκόσμιας ζήτησης ορυκτών καυσίμων, την πίεση στα κυκλώματα προμήθειας και την αυξανόμενη εξάρτηση από τις εισαγωγές, το πιθανότερο είναι ότι οι τιμές πετρελαίου και αερίου θα παραμείνουν υψηλές.

Σήμερα το 50% των ενεργειακών απαιτήσεων της Ε.Ε. καλύπτεται από εισαγόμενα προϊόντα, ορισμένα εκ των οποίων προέρχονται από πολιτικά ασταθείς περιοχές. Εάν δεν καταστεί η εγχώρια παραγωγή ενέργειας αποδοτικότερη, κατά τα επόμενα 20 έως 30 έτη, το ποσοστό θα φτάσει κοντά στο 70%. Επιπλέον, κατά τα επόμενα 20 έτη θα χρειαστούν επενδύσεις περίπου ενός τρισεκατομμυρίου ευρώ για να καλυφθεί η αναμενόμενη ενεργειακή ζήτηση και να αντικατασταθούν οι υποδομές που παλιώνουν (COM (2006), Πράσινη Βίβλος).

Τα ενεργειακά αποθέματα, όμως, βρίσκονται συγκεντρωμένα σε λίγες μόνο χώρες. Τη στιγμή αυτή, λίγο - πολύ η μισή ποσότητα φυσικού αερίου που καταναλώνεται στην Ε.Ε. προέρχεται από τρεις μόνο χώρες (Ρωσία, Νορβηγία, Αλγερία). Με τις σημερινές τάσεις, οι εισαγωγές αερίου αναμένεται να αυξηθούν κατά 80% τα επόμενα 25 έτη. Παράλληλα με την αύξηση της ζήτησης για ενέργεια, και οι

εκπομπές CO<sub>2</sub> αναμένεται να αυξηθούν περίπου κατά 60% μέχρι το 2030. Η παγκόσμια κατανάλωση πετρελαίου αυξήθηκε κατά 20% από το 1994 μέχρι σήμερα, ενώ οι προβλέψεις για την αύξηση της παγκόσμιας ζήτησης πετρελαίου είναι 1,6% ετησίως (European Commission, 2012).

Σημαντικό λόγο περιορισμού της χρήσης ορυκτών καυσίμων αποτελεί και η αλλαγή στο κλίμα του πλανήτη. Η καύση των ορυκτών καυσίμων οδηγεί στην έκλυση μεγάλων ποσοτήτων CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα. Το CO<sub>2</sub>, όπως είναι γνωστό, αποτελεί ένα από τα κυριότερα αέρια του θερμοκηπίου και παγιδεύει επιπλέον θερμότητα η οποία αντιστοιχεί σε ενέργεια περίπου 2 Watt ανά τετραγωνικό μέτρο της επιφάνειας της γης. Ήδη υπολογίζεται ότι από τη βιομηχανική επανάσταση μέχρι σήμερα η μέση θερμοκρασία της γης έχει ανέβει πάνω από μισό βαθμό Κελσίου. Όλες οι περιοχές του κόσμου (συμπεριλαμβανομένης της Ε.Ε.) θα αντιμετωπίσουν σοβαρές συνέπειες, τόσο περιβαλλοντικές όσο και οικονομικές.

Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, η Ε.Ε. ανταποκρινόμενη στα νέα δεδομένα της οικονομίας και περιβαλλοντικής προστασίας, μέσω της Λευκής Βίβλου για τις μεταφορές και της Πράσινης Βίβλου για τα βιοκαύσιμα, προσπαθεί να κατευθύνει τα Κράτη-Μέλη να αναπτύξουν πολιτικές για τη διείσδυση των βιοκαυσίμων στις Ευρωπαϊκές αγορές. Στο επίκεντρο της έρευνας για εναλλακτικές μορφές διαχείρισης έχει βρεθεί ο τομέας των μεταφορών, διότι καταναλώνει μεγάλες ποσότητες εισαγόμενου πετρελαίου, ενώ εκπέμπει σημαντικές ποσότητες CO<sub>2</sub>. Ο τομέας αυτός αναπτύσσεται ταχύτατα και του αναλογεί άνω του 30% της ολικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ε.Ε. Σύμφωνα με την Λευκή Βίβλο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, μεταξύ 1990 και 2010 οι εκπομπές CO<sub>2</sub> που οφείλονται στις μεταφορές θα αυξηθούν κατά 50% φτάνοντας τους 1.113 εκατομμύρια τόνους. Η κύρια ευθύνη για τούτο αποδίδεται στις οδικές μεταφορές, στις οποίες αναλογεί το 84% των οφειλόμενων στις μεταφορές εκπομπών CO<sub>2</sub>. Από οικολογική σκοπιά, η Λευκή Βίβλος συνιστά συνεπώς τη μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο (98% σήμερα) στον τομέα των μεταφορών με τη χρησιμοποίηση εναλλακτικών καυσίμων όπως τα βιοκαύσιμα.

Καθίσταται αναγκαία, λοιπόν, η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών για την εύρεση τρόπων αντικατάστασης των συμβατικών καυσίμων. Τα βιοκαύσιμα μπορούν να παίξουν το ρόλο του ανταγωνιστή σε μεγάλο βαθμό, εφόσον η χρήση τους συνεισφέρει στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής με την αποφυγή της εκπομπής αερίων θερμοκηπίου, εξασφαλίζει τη διαφοροποίηση των ενεργειακών πηγών της Ευρώπης και μειώνεται η εξάρτηση από εισαγωγές πετρελαίου.

### 3.2 Είδη και παραγωγή βιοκαυσίμων

Τα **βιοκαύσιμα** είναι υγρά ή αέρια καύσιμα κίνησης τα οποία παράγονται από βιομάζα, όπως ορίζει η Οδηγία 2009/28/ΕΚ. Ως **βιομάζα** ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική προέλευση και αποτελεί μια από τις σημαντικότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ειδικότερα, με τον όρο αυτό νοούνται τα κατάλοιπα διαφόρων διεργασιών που άμεσα ή έμμεσα προέρχονται από το φυτικό κόσμο τα οποία χρησιμοποιούνται για θέρμανση, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και κίνηση. Τα υπολείμματα αυτά μπορεί να είναι από αστικά απόβλητα, από την αγροτική παραγωγή (υπολείμματα ξυλείας, σοδειάς, ζωικά απόβλητα) καθώς επίσης και υποπροϊόντα της βιομηχανίας (π.χ. από επεξεργασία τροφίμων ή οργανικών υλών). Η βιοενέργεια δεν διαταράσσει τον κύκλο του διοξειδίου του άνθρακα συντελώντας στην προστασία του περιβάλλοντος και συγχρόνως μπορεί να αποτελέσει μοχλό αναπτυξιακής διαδικασίας καθώς η παραγωγή της μπορεί να συμβάλλει στην τοπική ανάπτυξη με νέες επενδύσεις και με δημιουργία νέων θέσεων εργασίας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., 1996).

Τα βιοκαύσιμα μπορούν να υποκαταστήσουν ή να αναμιχθούν με τα συμβατικά καύσιμα και είναι σε μεγάλο βαθμό ανανεώσιμα εν αντιθέσει με τα συμβατικά καύσιμα που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές, βενζίνη και πετρέλαιο κίνησης, καθώς και τα αέρια καύσιμα, υγραέριο και συμπιεσμένο φυσικό αέριο, τα οποία είναι όλα ορυκτά και έχουν περιορισμένη διαθεσιμότητα.



Στην Οδηγία **2003/30/ΕΚ** σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές, ως βιοκαύσιμα ορίζονται τα προϊόντα:

α) **Βιοαιθανόλη**: αιθανόλη, η οποία παράγεται από βιομάζα ή/και από το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων.

β) **Ντίζελ βιολογικής προέλευσης (βιοντίζελ)**: μεθυλεστέρας, ο οποίος παράγεται από φυτικά ή ζωικά έλαια, ποιότητας ντίζελ.

γ) **Βιοαέριο**: καύσιμο αέριο, το οποίο παράγεται από βιομάζα ή/και από το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων, το οποίο μπορεί να καθαριστεί φθάνοντας την ποιότητα φυσικού αερίου, για χρήση ως βιοκαύσιμο ή ξυλαέριο.

δ) **Βιομεθανόλη**: μεθανόλη, η οποία παράγεται από βιομάζα.

ε) **Βιομεθυλαιθέρας**: διμεθυλαιθέρας, ο οποίος παράγεται από βιομάζα.

στ) **βιο-ΕΤΒΕ**: (αιθυλοτριτοβουτυλαιθέρας): ΕΤΒΕ, ο οποίος παράγεται από βιοαιθανόλη. Το κατ' οίκον ποσοστό βιο- ΕΤΒΕ το οποίο υπολογίζεται ως βιοκαύσιμο ανέρχεται σε 47%.

ζ) **βιο-ΜΤΒΕ** (μεθυλοτριτοβουτυλαιθέρας): καύσιμο το οποίο παράγεται από βιομεθανόλη. Το κατ' οίκον ποσοστό βιο-ΜΤΒΕ που υπολογίζεται ως βιοκαύσιμο ανέρχεται σε 36 %.

η) **Συνθετικά βιοκαύσιμα**: συνθετικοί υδρογονάνθρακες ή μίγματα συνθετικών υδρογονανθράκων που έχουν παραχθεί από βιομάζα.

θ) **Βιοϋδρογόνο**: υδρογόνο, το οποίο παράγεται από βιομάζα ή/και από βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων.

ι) **Καθαρά φυτικά έλαια**: έλαια από ελαιούχα φυτά, παραγόμενα με συμπίεση, έκθλιψη ή ανάλογες μεθόδους, φυσικά ή εξευγενισμένα αλλά μη χημικώς τροποποιημένα, όταν είναι συμβατά με τον τύπο του οικείου κινητήρα και τις αντίστοιχες προϋποθέσεις όσον αφορά τις εκπομπές.

Επιπλέον, ως βιοκαύσιμα θεωρούνται τα pellet και οι μπριγκέτες που παράγονται από υπολείμματα γεωργικών καλλιεργειών και επεξεργασίας των γεωργικών προϊόντων (γεωργική βιομάζα), υπολείμματα καλλιέργειας των δασών και επεξεργασίας του ξύλου (δασική βιομάζα) κ.ά.

Στον ΠΙΝΑΚΑ 3.1 γίνεται ταξινόμηση των βιοκαυσίμων σε βιοκαύσιμα 1<sup>ης</sup>, 2<sup>ης</sup>, 3<sup>ης</sup> και 4<sup>ης</sup> γενιάς ανάλογα με τους στόχους παραγωγής, τις χρησιμοποιούμενες πρώτες ύλες και την προέλευσή τους.

Σύμφωνα με Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ, τα βιοκαύσιμα, κυρίως η αιθανόλη και το βιοντίζελ, θα αποτελέσουν μια συνεχώς αυξανόμενη πηγή ενέργειας για τις επόμενες δεκαετίες. Εκτιμήσεις θέλουν αύξηση της παγκόσμιας παραγωγής βιοκαυσίμων στα 2,7 εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα ως το 2030, με τις ΗΠΑ να συμμετέχουν στο 50% αυτής της αύξησης. Όπως φαίνεται και στον ΠΙΝΑΚΑ 3.2, το 2013 στις ΗΠΑ παρήχθησε το 43,5% της συνολικής παραγωγής. Δεύτερη δύναμη στην παραγωγή βιοκαυσίμων η Βραζιλία με ποσοστό που ανέρχεται στο 24,2% , ενώ η Ευρωπαϊκή Ένωση παρήγαγε το 16,4%.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1**

**Ταξινόμηση βιοκαυσίμων βάσει στόχου παραγωγής, προέλευσης, πρώτων υλών**

	Στόχος	Προέλευση	Πρώτες Ύλες	Βιοκαύσιμα
<b>Βιοκαύσιμα 1<sup>ης</sup> γενιάς</b>	Παραγωγή βιοκαυσίμων από διαθέσιμες πρώτες ύλες	Φυτικά έλαια, Ζωικά λίπη	Ελαιούχοι Σπόροι	Βιοντίζελ
		Σάκχαρα, Άμυλο	Σπόροι δημητριακών, Ζαχαρότευτλα, Ζαχαροκάλαμο	Βιοαιθανόλη
		Απόβλητη και υπολειμματική βιομάζα	Αγροτοβιομηχανικά και άλλα οργανικά απόβλητα και υπολείμματα, Ενεργειακές καλλιέργειες	Βιοαέριο
		Στερεή βιομάζα	Γεωργικά και Δασικά υπολείμματα	Πέλλετες και Μπριγκέτες

<p><b>Βιοκαύσιμα</b> 2<sup>ης</sup> γενιάς</p>	<p>Χρήση πρώτων υλών που <b>δεν</b> χρησιμοποιούνται για τροφές</p>	<p>Απόβλητα και υπολειμματικά φυτικά έλαια και ζωικά λίπη</p> <p>Κυτταρινούχα φυτά και πρώτες ύλες που δεν χρησιμοποιούνται ως τροφές</p> <p>Απόβλητη και υπολειμματική βιομάζα</p>	<p>Απόβλητες και υπολειμματικές ελαιούχες ύλες (χρησιμοποιημένα όξινα έλαια και λίπη, απόβλητα ραφινεριών, λιπαρά οξέα, ολεΐνες, απόβλητα σφαγείων κ.ά.</p> <p>Φυτά πλούσια σε κυτταρίνη, όπως γλυκό σόργο, αγριαγκινάρα κ.ά.</p> <p>Γεωργικά παραπροϊόντα, όπως άχυρα, φύλλα, κελύφη καρπών κ.ά.</p> <p>Αγροτοβιομηχανικά και άλλα οργανικά απόβλητα, υπολείμματα και παραπροϊόντα, ληγμένα τρόφιμα κ.ά.</p> <p>Αστικά απόβλητα και απορρίμματα</p>	<p>Βιοντίζελ, Βιοαιθανόλη, Βιομεθανόλη, Βιοϋδρογόνο, Βιοαέριο, Αέριο σύνθεσης, Συνθετικό (FT) ντίζελ, Πράσινο Ντίζελ, Συνθετική κηροζίνη</p>
<p><b>Βιοκαύσιμα</b> 3<sup>ης</sup> γενιάς</p>	<p>Αύξηση της απόδοσης παραγωγής των πρώτων υλών</p>	<p>Μεγάλης στρεμματικής απόδοσης βιομάζα</p>	<p>Μικροφύκη (Άλγη)</p>	<p>Βιοντίζελ, Συνθετικό ή Πράσινο ντίζελ, Βιοαιθανόλη, Βιοαέριο κλπ</p>
<p><b>Βιοκαύσιμα</b> 4<sup>ης</sup> γενιάς</p>	<p>Ανάπτυξη βιομάζας με αυξημένη δέσμευση CO<sub>2</sub> και διεργασιών παραγωγής βιοκαυσίμων αρνητικού άνθρακα με γεω-αποθήκευση CO<sub>2</sub></p>			<p>Βιοϋδρογόνο, Βιομεθάνιο, Συνθετικά βιοκαύσιμα κλπ</p>

Πηγή: [www.agroenergy.gr](http://www.agroenergy.gr)

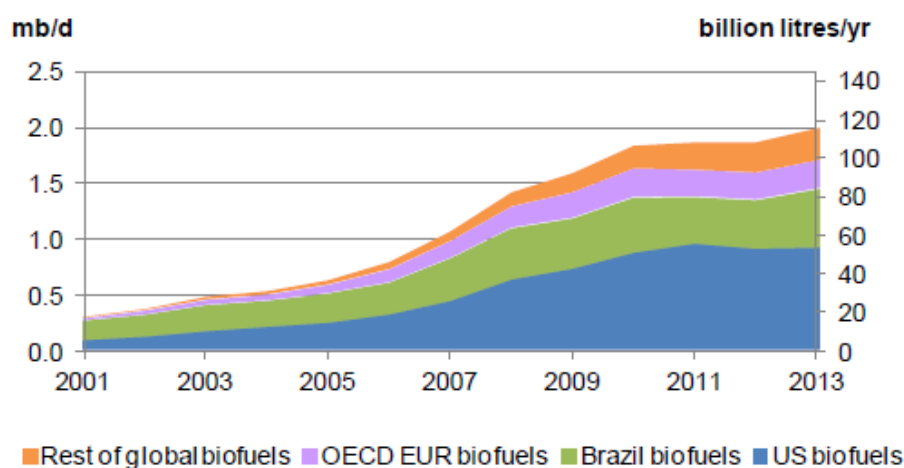
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2

Παγκόσμια Παραγωγή Βιοκαυσίμων για τα έτη 2008 -2013 σε χιλιάδες τόνους ισοδύναμου πετρελαίου

Χιλιάδες τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Μεταβολή 2013-2012	2013 Ποσοστό επί του συνόλου
Η.Π.Α	19149	21697	25568	28518	27270	<b>28440</b>	4,3%	43,5%
Καναδάς	501	721	746	875	998	<b>1011</b>	1,3%	1,5%
Μεξικό	4	4	13	12	14	<b>53</b>	278,6%	0,1%
<b>Σύνολο Βόρεια Αμερική</b>	<b>19654</b>	<b>22422</b>	<b>26327</b>	<b>29405</b>	<b>28282</b>	<b>29505</b>	<b>4,3%</b>	<b>45,2%</b>
Αργεντινή	632	1048	1656	2218	2283	<b>1884</b>	-17,5%	2,9%
Βραζιλία	14093	13962	15575	13197	13547	<b>15783</b>	16,5%	24,2%
Κολομβία	143	295	428	536	616	<b>634</b>	2,9%	1,0%
Υπόλοιπες Χώρες Β. & Κ. Αμερικής	787	606	314	457	458	<b>457</b>	-0,2%	0,7%
<b>Σύνολο Βόρεια &amp; Κεντρική Αμερική</b>	<b>15655</b>	<b>15911</b>	<b>17973</b>	<b>16408</b>	<b>16904</b>	<b>18757</b>	<b>11,0%</b>	<b>28,7%</b>
Αυστρία	263	354	375	370	370	<b>378</b>	2,2%	0,6%
Βέλγιο	278	473	536	611	476	<b>660</b>	38,7%	1,0%
Φιλανδία	96	267	363	363	363	<b>363</b>	-	0,6%
Γαλλία	2012	2312	2269	1859	2071	<b>1936</b>	-6,5%	3,0%
Γερμανία	2720	2728	2888	2825	2888	<b>2615</b>	-9,5%	4,0%
Ιταλία	617	758	670	456	292	<b>292</b>	-	0,4%
Ολλανδία	77	241	385	627	1255	<b>1182</b>	-5,8%	1,8%
Πολωνία	278	393	421	398	631	<b>664</b>	5,2%	1,0%
Πορτογαλία	145	202	275	293	338	<b>208</b>	-38,5%	0,3%
Ισπανία	359	958	1267	809	586	<b>674</b>	15,0%	1,0%
Σουηδία	171	238	214	212	244	<b>271</b>	11,1%	0,4%
Ηνωμένο Βασίλειο	276	180	304	253	299	<b>449</b>	50,2%	0,7%
Υπόλοιπες Ευρώπης και Ευρασίας	931	1175	1231	1241	1320	<b>1295</b>	-1,9%	2,0%
<b>Σύνολο Ευρώπης &amp; Ευρασίας</b>	<b>8223</b>	<b>10280</b>	<b>11200</b>	<b>10318</b>	<b>11133</b>	<b>10988</b>	<b>-1,3%</b>	<b>16,8%</b>
Σύνολο Μέσης Ανατολής	-	-	4	4	4	<b>4</b>	-	-
Σύνολο Αφρικής	11	15	30	23	23	<b>23</b>	-	-
Αυστραλία	111	174	238	335	409	<b>416</b>	1,7%	0,6%
Κίνα	1096	1124	1441	1597	1729	<b>1680</b>	-2,8%	2,6%
Ινδία	155	174	155	192	227	<b>321</b>	41,4%	0,5%
Ινδονησία	528	464	718	1104	1388	<b>1608</b>	15,9%	2,5%
Βόρεια Κορέα	141	343	491	308	272	<b>302</b>	11,0%	0,5%
Ταϊλάνδη	494	618	661	721	994	<b>1251</b>	25,9%	1,9%
Υπόλοιπες Ασίας-Ειρηνικού	385	422	317	267	387	<b>492</b>	27,1%	0,8%
<b>Σύνολο Ασίας-Ειρηνικού</b>	<b>2910</b>	<b>3320</b>	<b>4021</b>	<b>4525</b>	<b>5406</b>	<b>6071</b>	<b>12,3%</b>	<b>9,3%</b>
<b>Σύνολο Κόσμος</b>	<b>46453</b>	<b>51949</b>	<b>59555</b>	<b>60684</b>	<b>61752</b>	<b>65348</b>	<b>5,8%</b>	<b>100,0%</b>
Από τα οποία: OECD	27899	32897	37946	40014	39737	<b>40813</b>	2,7%	62,5%
Non-OECD	18553	19051	21609	20670	22015	<b>24535</b>	11,4%	37,5%
Ευρωπαϊκή Ένωση	8077	10096	11051	10173	10925	<b>10747</b>	-1,6%	16,4%
Πρώην Σοβιετική Ένωση	130	210	183	159	184	<b>193</b>	4,9%	0,3%

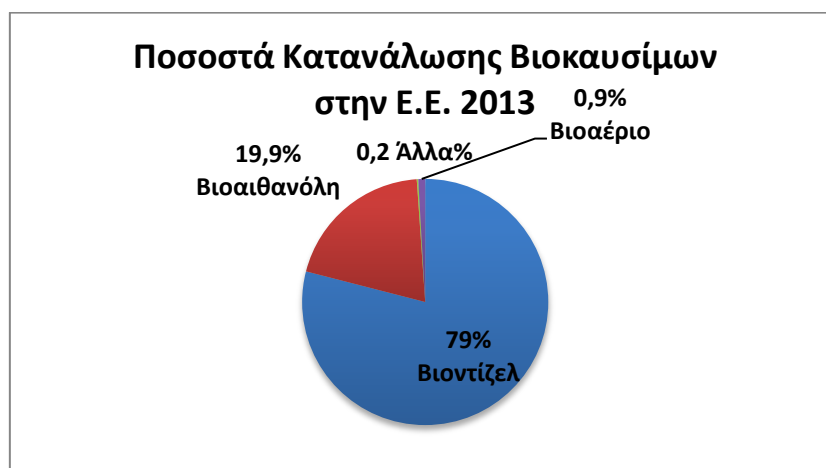
Πηγή: F.O. Lichts, US Energy Information Administration, BP Statistical Review, 2014

Συνολικά το 2013 η παραγωγή βιοκαυσίμων έφθασε τα 120 δισεκατομμύρια λίτρα (Σχήμα 3.1) και καταναλώθηκε στις παγκόσμιες απαιτήσεις καυσίμων μεταφοράς κατά 3,5% (IEA, 2013).



Σχήμα 3.1 : Παγκόσμια παραγωγή βιοκαυσίμων σε δισεκατομμύρια λίτρα / χρόνο. (Πηγή: IEA, 2013)

Συγκεκριμένα στην Ε.Ε. η κατανάλωση βιοκαυσίμων για τις μεταφορές έφτασε τους **13,6 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου** με την χρήση βιοντίζελ και βιοαιθανόλης να καλύπτουν το σύνολο σχεδόν της κατανάλωσης (Σχήμα 3.2).



Σχήμα 3.2: Μερίδιο κάθε τύπου βιοκαυσίμου στο ενεργειακό μείγμα για τον τομέα των μεταφορών στην Ε.Ε. το 2013 (Πηγή: Biofuels Barometer, EurObserver'ER, 2013)

### 3.3 Βιοαιθανόλη

Τα προηγμένα βιοκαύσιμα, όπως η βιοαιθανόλη, που συνήθως αναφέρονται ως καύσιμα δεύτερης γενιάς, παράγονται από τη χρήση γεωργικών υπολειμμάτων, όπως το άχυρο, λιγνοκυτταρινούχα υλικά, τα οποία δεν είναι τρόφιμα, ή και απόβλητα. (<http://www.epure.org/>)

Όπως αναφέρθηκε στο Κεφ. 1, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προωθεί την ανάπτυξη βιοκαυσίμων δεύτερης γενιάς, τα οποία εκπέμπουν πολύ λιγότερα αέρια του θερμοκηπίου απ' ό,τι τα ορυκτά καύσιμα και δεν είναι ανταγωνιστικά των τροφίμων. Επιπλέον, για πρώτη φορά, σύμφωνα με τις οδηγίες της Ε.Ε., για τη βιωσιμότητα των βιοκαυσίμων θα εξετάζονται οι εκτιμώμενες σε πλανητικό επίπεδο επιπτώσεις της μετατροπής των γαιών, δηλαδή η έμμεση αλλαγή της χρήσης γης (ILUC). Καθίσταται αναγκαία, λοιπόν, η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών για την παραγωγή βιοκαυσίμων δεύτερης γενιάς, όπως η βιοαιθανόλη, η οποία θεωρείται από τα κυριότερα βιοκαύσιμα.

#### 3.3.1 Ιδιαίτερα Χαρακτηριστικά και Χρήσεις Βιοαιθανόλης

Η βιοαιθανόλη είναι υγρό καύσιμο (οινόπνευμα) υψηλής περιεκτικότητας, καθαρότερο περιβαλλοντικά από τη βενζίνη (Κέκος, 2013). Έχει χημικό τύπο  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  και στις συνήθεις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας είναι ένα άχρωμο, διαυγές υγρό με χαρακτηριστική οσμή. Αναμειγνύεται πλήρως με το νερό και σχηματίζει αζεότροπο μίγμα στους  $71,8^\circ\text{C}$  και με πολλούς οργανικούς διαλύτες. Η πυκνότητά της στους  $20^\circ\text{C}$  είναι  $0,789 \text{ kg/l}$ , ενώ το ενεργειακό της περιεχόμενο κυμαίνεται στα  $18,4 - 21,2 \text{ MJ/l}$  ή  $23,4 - 26,8 \text{ MJ/kg}$  (Δημητρόπουλος, 2009). Στον ΠΙΝΑΚΑ 3.4 παρουσιάζεται το ενεργειακό περιεχόμενο και οι εκπομπές  $\text{CO}_2$  για τα διάφορα καύσιμα. Παρατηρείται ότι η βιοαιθανόλη έχει χαμηλότερο ενεργειακό περιεχόμενο από τα περισσότερα καύσιμα (εξαιρούνται το φυσικό αέριο και το υδρογόνο), αλλά πολύ χαμηλές εκπομπές  $\text{CO}_2$  σε σχέση με τα υπόλοιπα

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4

Ενεργειακό περιεχόμενο και εκπομπές CO<sub>2</sub> διαφόρων καυσίμων

Τύπος Καυσίμου	Ενεργειακό Περιεχόμενο (MJ/kg)	Ενεργειακό Περιεχόμενο (MJ/l)	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> / kg)
<b>ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ</b>			
Στερεή Βιομάζα (Βαγιάση)	9,6	-	1,30
Δασική Βιομάζα (Ξύλο)	16 – 21	-	1,88
Βιοαιθανόλη	<b>23,4 - 26,8</b>	<b>18,4 - 21,2</b>	<b>1,91</b>
Βιοντίζελ	37,8	33,3 - 35,7	2,85
<b>ΑΕΡΙΑ ΚΑΥΣΙΜΑ</b>			
Μεθάνιο	55 - 55,7	23,0 - 23,3	2,74
Υδρογόνο	120 - 142	8,5 - 10,1	0,00
<b>ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ</b>			
Άνθρακας	29,3 - 33,5	38,85 - 74,43	3,59
Αργό Πετρέλαιο	41,868	28 - 31,4	3,40
Βενζίνη	45 - 48,3	32 - 34,8	3,30
Ντίζελ	48,1	40,3	3,40
Φυσικό αέριο	38 – 50	25,5 - 28,7	3,00

Πηγή: Δημητρόπουλος, 2009

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο βενζίνης και diesel ή και σε αυτούσια μορφή. Η χρήση 100% καυσίμου αιθανόλης σε κινητήρες εσωτερικής καύσης, σε αυτούσια, ενυδατωμένη μορφή (99,5%), επιτυγχάνεται εφόσον ο κινητήρας έχει σχεδιαστεί για τέτοια χρήση. Αντίθετα, στην άνυδρη μορφή της μπορεί να αναμιχθεί με τη βενζίνη και ανάλογα με το ποσοστό ανάμειξης μπορεί να απαιτείται ή όχι και μετατροπή στον κινητήρα του οχήματος. Για τα καύσιμα E5 και E10 που έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε αιθανόλη (5% και 10% κατ' όγκο αντίστοιχα) δεν απαιτείται τροποποίηση στον κινητήρα. Για μεγαλύτερες, όμως, περιεκτικότητες απαιτούνται τροποποιήσεις στον κινητήρα, κυρίως στον ψεκαστήρα του καυσίμου, αλλά και στα υλικά κατασκευής του, γιατί ενδέχεται κίνδυνος διάβρωσης από την αιθανόλη (Δημητρόπουλος, 2009). Το E85 είναι καύσιμο που αποτελείται από 85% αιθανόλη και 15% βενζίνη και δεν είναι συμβατό με τα περισσότερα οχήματα. Ορισμένοι κατασκευαστές προσφέρουν τα λεγόμενα Flex Fuel Vehicles (FFV) τα οποία είναι συμβατά με χρήση E85 και καθαρής βενζίνης, καθώς και μιγμάτων αυτών, κυρίως στη Σουηδική αγορά και στις μεσοδυτικές πολιτείες.

Η χρήση της βιοαιθανόλης σε μείγμα με βενζίνη ή ντίζελ έχει κάποια συγκεκριμένα πλεονεκτήματα, όπως:

- Μείωση κατανάλωσης βενζίνης.
- Βελτίωση αριθμού οκτανίων (συνεπάγεται την ελάττωση εκπομπών CO<sub>2</sub>)
- Μείωση εκπομπών αιρούμενων σωματιδίων (σε μίγμα με ντίζελ)
- Μείωση του σχηματισμού αιθαλομίχλης (είναι λιγότερο πτητική και έχει χαμηλή φωτοχημική αντιδραστικότητα)
- Μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 60 -90% σε σχέση με τη βενζίνη. Το διοξείδιο του άνθρακα που απελευθερώνεται από κατά τη διάρκεια της ζύμωσης και της καύσης, ανακυκλώνεται από τα φυτά μέσω τα φωτοσύνθεσης.
- Η βιοαιθανόλη είναι εύκολα βιοδιασπώμενη στο νερό και το έδαφος συγκριτικά με τα άλλα καύσιμα με αποτέλεσμα να έχει μικρή τοξικότητα, ενώ σε τυχούσα διαρροή οι συνέπειες είναι λιγότερο καταστροφικές.

Παρ' όλα αυτά αναφέρονται και κάποια μειονεκτήματα της βιοαιθανόλης ως καύσιμο, π.χ.:

- Αυξημένο κόστος.
- Μικρή ενεργειακή απόδοση σε ογκομετρικό επίπεδο, οπότε απαιτείται μεγαλύτερη ποσότητα καυσίμου για την ίδια ενεργειακή ανάγκη.
- Αναγκαιότητα μετατροπής κινητήρων.
- Η ανταγωνιστικότητα παραγωγής της σε σχέση με το κόστος εξαρτάται από την τιμή των πρώτων υλών και την πορεία των τιμών των συμβατικών καυσίμων κίνησης, που αποτελούν δύο ιδιαίτερα ασταθείς παράγοντες.
- Η αύξηση της εκπομπής αλδευδών και η αύξηση κατά 10% οξειδίων του αζώτου (ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5). Ωστόσο η χρήση καταλύτη ή κάποια μικρή τροποποίηση του κινητήρα μπορεί να περιορίσει αυτές τις εκπομπές.
- Μικρή ανεκτικότητα των μιγμάτων της με βενζίνη στο νερό. Σε χαμηλές θερμοκρασίες και σε αυξημένη σχετική υγρασία η αιθανόλη έχει την τάση να διαχωρίζεται από τη βενζίνη, ενώ ακόμα και μικρές ποσότητες νερού μπορούν να συντελέσουν σε διαχωρισμό φάσεων αιθανόλης και βενζίνης. Το



αποτέλεσμα είναι η αλλοίωση των ιδιοτήτων του καυσίμου με εμφάνιση προβλημάτων στον κινητήρα κατά την καύση.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5**

Εκπομπές αερίων κατά μέσο όρο από ένα συμβατικό αυτοκίνητο στα 80.000km

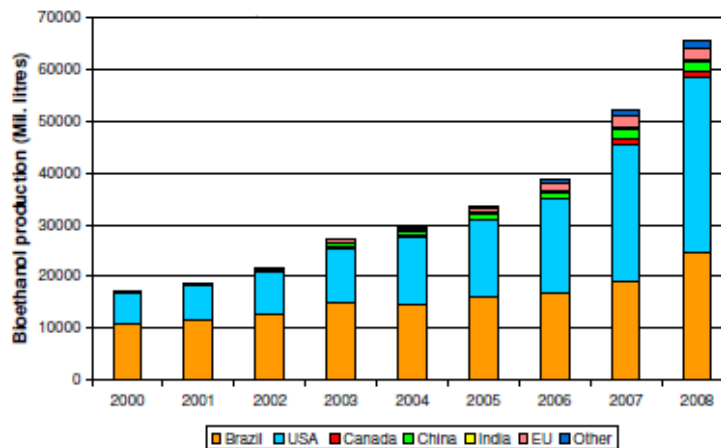
Εκπομπές αερίων (g/km)	Βενζίνη	Μίγμα E10 (10% βιοαιθανόλη - 90% βενζίνη)
CO <sub>2</sub>	230	214
CO	0,4688	0,2279
HCHO	0,0007	0,0006
Οργανικά αέρια χωρίς μεθάνιο	0,0273	0,0273
NO <sub>x</sub>	0,0621	0,0932
SO <sub>x</sub>	0,0488	0,0455

Πηγή: Σταράμος, 2009

Τέλος, η βιοαιθανόλη, εκτός από καύσιμο κίνησης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διαλύτης σε πολλές εφαρμογές τόσο της καθημερινής ζωής (π.χ. σε μαρκαδόρους οινοπνεύματος, κόλλες κλπ) όσο και της βιομηχανίας. Χρησιμοποιείται ευρέως στην ποτοποιία και για αυτό το λόγο επιβάλλεται και μεγάλη φορολογία.

### **3.3.2 Περιγραφή Υπάρχουσας Αγοράς Βιοαιθανόλης στην Ευρώπη**

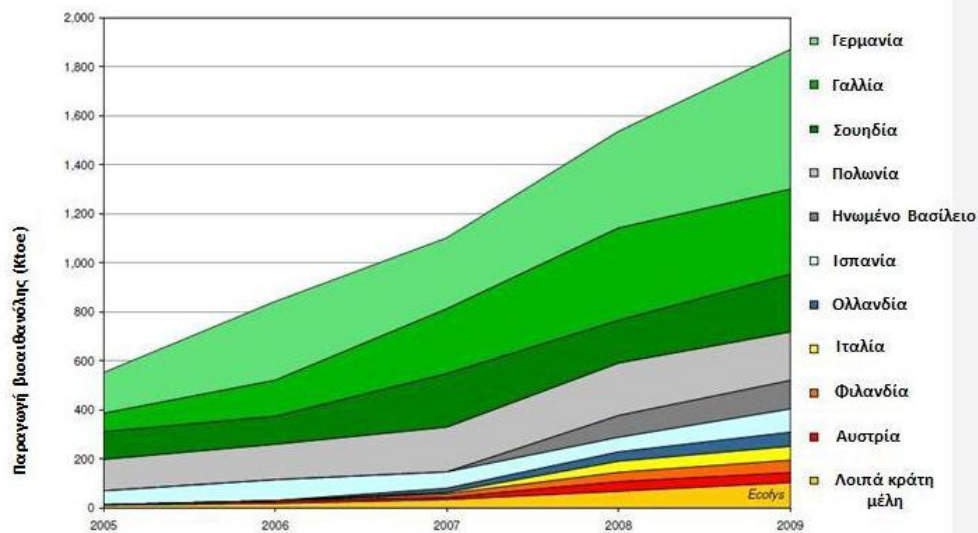
Μέχρι στιγμής η παραγωγή βιοαιθανόλης βασίζεται κυρίως στη ζύμωση καρπών πλούσιων σε σάκχαρα ή άμυλο, δηλαδή πρόκειται για βιοαιθανόλη 1<sup>ης</sup> γενιάς. Η Βραζιλία και οι Η.Π.Α είναι οι μεγαλύτεροι παραγωγοί βιοαιθανόλης ως καύσιμου μεταφορών παγκοσμίως, χρησιμοποιώντας το ζαχαρότευτλο και το καλαμπόκι ως πρώτη ύλη αντίστοιχα. Στην Ευρώπη η βιοαιθανόλη παράγεται κυρίως από σιτάρι και ζαχαρότευτλα ([www.biofuels.gr](http://www.biofuels.gr)). Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3.3 η Βραζιλία και οι Η.Π.Α παράγουν σχεδόν το 90% της βιοαιθανόλης, ενώ το διάστημα 2000-2008 η παγκόσμια παραγωγή βιοαιθανόλης τετραπλασιάστηκε.



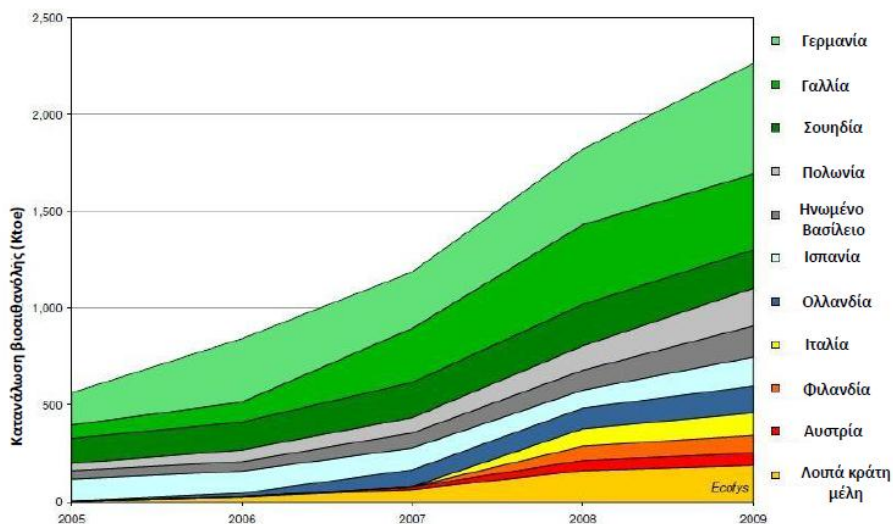
Σχήμα 3.3: Παγκόσμια παραγωγή βιοαιθανόλης για τα έτη 2000-2008  
(Πηγή: ΚΑΠΕ, 2010)

Στην Ευρώπη, η παραγωγή βιοαιθανόλης προέρχεται κατά κύριο λόγο από τη Γερμανία και τη Γαλλία, ενώ σημαντικό κομμάτι της συνολικής παραγωγής προέρχεται επίσης από τη Σουηδία και την Ισπανία. Και σε αυτές τις χώρες, όμως, κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνται ως υπόστρωμα σάκχαρα που προέρχονται από σιτάρι ή καλαμπόκι, τα οποία αποτελούν πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοκαυσίμων 1<sup>ης</sup> γενιάς. Παρ' όλα αυτά τα τελευταία χρόνια φαίνεται χρήση και άλλων υποστρωμάτων τα οποία δεν σχετίζονται άμεσα με τις καλλιέργειες και παράγουν βιοαιθανόλη 2<sup>ης</sup> γενιάς (DRYWASTE Project, 2012).

Στα επόμενα σχήματα παρουσιάζονται η παραγωγή και κατανάλωση βιοαιθανόλης (των σημαντικότερων παραγωγών) στην Ε.Ε. των 27 για τα έτη 2005 – 2009.



**Σχήμα 3.4: Παραγωγή βιοαιθανόλης στην Ε.Ε. των 27**  
(Πηγή: European Commission, 2012)



**Σχήμα 3.5: Κατανάλωση βιοαιθανόλης στην Ε.Ε. των 27**  
(Πηγή: European Commission, 2012)

Στον ΠΙΝΑΚΑ 3.3 παρουσιάζονται οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοαιθανόλης στις χώρες της Ε.Ε.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3

Παραγωγή Βιοαιθανόλης στην Ε.Ε. 27 το έτος 2008 ανά υπόστρωμα

Κράτη Μέλη	Σιταρι	Καλαμπόκι	Κριθάρι	Σίκαλη	Χειμερινός Σίτος	Ζαχαρότευτλα	Κρασί	Λοιπά υποστρώματα	Άγνωστα υποστρώματα
Αυστρία	53%	38%				9%			
Βέλγιο	100%								
Βουλγαρία									
Κύπρος									
Τσεχία	12%					88%			
Δανία									
Εσθονία									
Φιλανδία									
Γαλλία	36%	16%				38%	10%		
Γερμανία	21%	9%	5%	11%	2%	26%		4%	21%
Ελλάδα									
Ουγγαρία		36%				64%			
Ιρλανδία									
Ιταλία						61%	39%		
Λετονία	100%								
Λιθουανία	6%			47%	47%				
Λουξεμβούργο									
Μάλτα									
Ολλανδία	100%								
Πολωνία	33%	33%		33%					
Πορτογαλία									
Ρουμανία									
Σλοβακία		100%							
Σλοβενία									
Ισπανία	20%	49%	9%				15%		8%
Σουηδία	15%		1%				2%	2%	80%
Ηνωμένο Βασίλειο						100%			
Ε.Ε. 2007	30%	7%	7%	6%	1%	21%	7%	2%	19%
Ε.Ε. 2008	23%	18%	3%	5%	1%	25%	7%	1%	17%
Ε.Ε. 2009	30%	23%	4%	5%	1%	32%	3%	1%	

Πηγή: European Commission, 2012

Από τον παραπάνω πίνακα είναι εμφανές ότι η παραγωγή βιοαιθανόλης προέρχεται σχεδόν αποκλειστικά από καλλιέργειες, είναι δηλαδή βιοαιθανόλη πρώτης γενιάς. Το γεγονός αυτό προκαλεί ανταγωνισμό μεταξύ των καλλιεργειών που αξιοποιούνται στην παραγωγή καυσίμων και αυτών που αξιοποιούνται στην

παραγωγή τροφίμων, πράγμα που δεν υπακούει στις νέες επιταγές της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Πλέον στην Ευρώπη γίνονται προσπάθειες παραγωγής βιοαιθανόλης από άλλα υποστρώματα, όπως βιοαπόβλητα, ωστόσο ο τύπος των τεχνολογιών και των υποστρωμάτων που χρησιμοποιούνται καθώς επίσης και των εγκαταστάσεων που υπάρχουν δεν είναι γνωστός μέχρι σήμερα, ενώ οι ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις λειτουργούν σε πιλοτικό στάδιο και είναι ελάχιστες συγκρινόμενες με τον αριθμό των εγκαταστάσεων παραγωγής βιοαιθανόλης 1<sup>ης</sup> γενιάς (demoplants.bioenergy2020, 2012).

### **3.3.2 Περιγραφή υπάρχουσας αγοράς βιοαιθανόλης στην Ελλάδα**

Σήμερα στην Ελλάδα, παρά τις οδηγίες της Ε.Ε. δεν παράγεται καθόλου βιοαιθανόλη και η Ελληνική νομοθεσία δεν έχει μέχρι σήμερα προσαρμοστεί με τα πρότυπα τους για την παραγόμενη βιοαιθανόλη, ώστε να αρχίσουν να δημιουργούνται μονάδες παραγωγής 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> γενιάς (DRYWASTE Project, 2012). Η ποσότητα βιοαιθανόλης που διακινείται στην Ελληνική αγορά προέρχεται κατά 54,3% από ευρωπαϊκές χώρες και κατά 48,7% από τρίτες χώρες, ενώ δεν προορίζεται για αυτοκίνηση (European Commission, 2012). Βασιζόμενοι στην ετήσια κατανάλωση καυσίμου στην Ελλάδα (περίπου 5 εκατομμύρια m<sup>3</sup> το 2010 (σύμφωνα με το ΥΠΕΚΑ, 2012)), η μέγιστη ποσότητα βιοαιθανόλης που πρέπει να παράγεται στην Ελλάδα, ώστε να συμμορφωθεί με το Νόμο, υπολογίζεται σε 0,5 – 1 εκατ. m<sup>3</sup> ετησίως.

## 4. Διαδικασίες Παραγωγής Βιοαιθανόλης

### 4.1 Μοριακός Μηχανισμός Διαδικασίας Μετατροπής Βιομάζας σε Αιθανόλη

#### 4.1.1 Σύσταση Φυτικής Βιομάζας

Η φυτική ύλη, αποτελείται κατά κύριο λόγο από πολυμερείς ενώσεις (ποσοστό 90-99%) και κατά ένα μικρό ποσοστό (1-10%) από απλούστερες ή ολιγομερείς ενώσεις. Βάσει της σύστασης και της δομής τους οι πολυμερείς ενώσεις διακρίνονται σε: κυτταρίνη, ημικυτταρίνη και λιγνίνη. Η **κυτταρίνη**, μία από τις πιο διαδεδομένες οργανικές ενώσεις στη φύση, είναι γραμμικό πολυμερές της ανυδρογλυκόζης με εμπειρικό τύπο  $(C_6H_{10}O_5)_m$  και παρουσιάζει μεγάλο βαθμό πολυμερισμού και μεγάλη χημική και μηχανική αντοχή. Αποτελεί το βασικό στοιχείο για το σχηματισμό των ινών (Τσάτσης, 2008).

Η **ημικυτταρίνη** είναι γραμμικά διακλαδούμενο πολυμερές που προκύπτει από ανυδρίτες διαφόρων σακχάρων, καθώς και από ανυδρίτες ουρανικών οξέων. Δεν συναντάται ελεύθερη στη φύση, παρά μόνο με συνοδεία κυτταρίνης και λιγνίνης, αποτελεί πληρωτικό υλικό στο σχηματισμό των ινιδίων και των ινών και έχει μικρό βαθμό πολυμερισμού καθώς και μικρή χημική και μηχανική αντοχή (Τσάτσης, 2008).

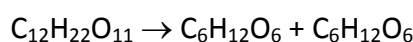
Το αμέσως επόμενο σε σπουδαιότητα και αφθονία συστατικό της φυτικής βιομάζας, μετά την κυτταρίνη, αποτελεί η **λιγνίνη**. Προκύπτει από την ένωση μονάδων φαινυλοπροπανίου και όχι από υδατάνθρακες όπως οι δύο προηγούμενες ενώσεις. Η περιεκτικότητα των μονάδων αυτών (κυτταρίνης, ημικυτταρίνης, λιγνίνης) διαφέρει αναλόγως του είδους της φυτικής ύλης (Τσάτσης, 2008).

Διαφορά παρατηρείται επίσης, και στη διαλυτότητα των παραπάνω ουσιών. Η κυτταρίνη δεν διαλύεται στους περισσότερους διαλύτες και δεν υδρολύεται εύκολα με τη χρήση οξέων και ενζύμων. Η λιγνίνη επίσης δεν είναι ευδιάλυτη στο νερό, αλλά μπορεί να διασπαστεί σε ενώσεις μικρότερου μοριακού βάρους. Η

ημικυτταρίνη είναι σε μεγάλο βαθμό διαλυτή σε αλκαλικές συνθήκες και η υδρόλυσή της είναι ευκολότερη (Dermibas, 2008).

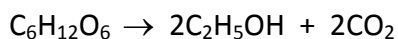
#### 4.1.2 Παραγωγή Βιοαιθανόλης

Η βιοαιθανόλη παράγεται από πλήθος υδατανθράκων (αντίθετα με τη συνθετική αιθανόλη, η οποία παράγεται από το αιθυλένιο, παράγωγο του πετρελαίου), σύμφωνα με την επόμενη αντίδραση:



Σακχαρόζη    γλυκόζη    φρουκτόζη

Στο επόμενο στάδιο η γλυκόζη και η φρουκτόζη μετατρέπονται σε αιθανόλη:



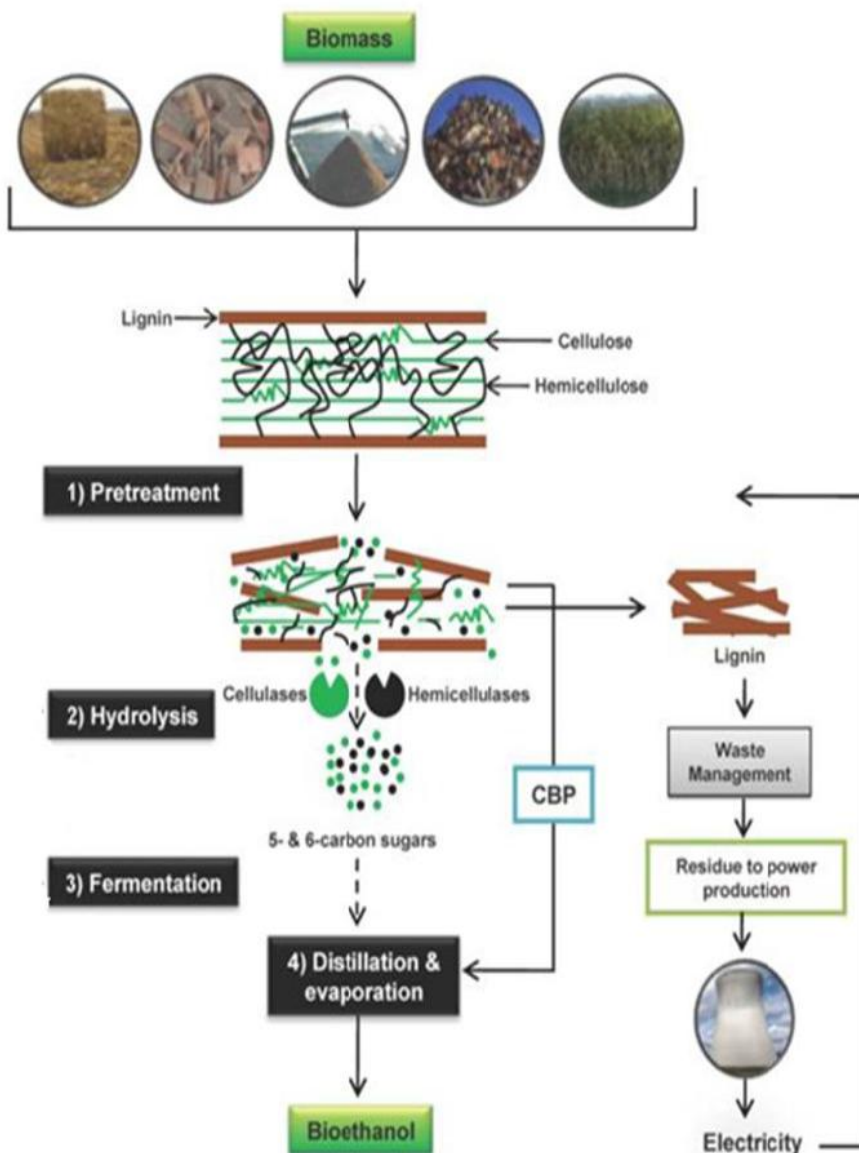
Γλυκόζη    αιθανόλη    διοξείδιο του άνθρακα

Από την τελευταία αντίδραση προκύπτει ότι ένα μόριο γλυκόζης μετατρέπεται σε δύο μόρια αιθανόλης και δύο μόρια διοξειδίου του άνθρακα. Τα μοριακά βάρη της γλυκόζης, της αιθανόλης, και του διοξειδίου του άνθρακα είναι 180, 46 και 44 αντίστοιχα. Επομένως το μοριακό βάρος 2 μορίων αιθανόλης είναι 92. Έτσι, το βάρος της αιθανόλης που παράγεται είναι πάνω από το μισό (51%) του βάρους της γλυκόζης που μετατρέπεται και το υπόλοιπο (49%) είναι CO<sub>2</sub> (Osamu Sakamoto, 2004).

Το **άμυλο** επίσης μπορεί να μετατραπεί σε γλυκόζη με ενζυμική υδρόλυση με τη χρήση ενός ενζύμου που ονομάζεται γλυκοαμυλάση. Η υδρόλυση ακολουθείται από ζύμωση, απόσταξη και αφυδάτωση οπότε και παράγεται άνυδρη βιοαιθανόλη. Παραγωγή βιοαιθανόλης μπορεί να επιτευχθεί και από λιγνοκυτταρινούχα υλικά με τη διαφορά πως πρέπει να προηγηθεί η διαδικασία της απολιγνιτοποίησης, η επεξεργασία, δηλαδή, της ύλης με ατμό υπό πίεση και μία ελαφριά όξινη προ-υδρόλυση. Το σπουδαιότερο κομμάτι της παραγωγής βιοαιθανόλης αποτελεί η ενζυμική επεξεργασία της κυτταρίνης για την παραγωγή σακχάρων. Τις περισσότερες φορές πριν το στάδιο αυτών γίνεται και μια προκατεργασία. Μέσω

της υδρόλυσης οι δεσμοί υδρογόνου των ημικυτταρινών και των κυτταρινών διασπώνται και μετατρέπονται σε σάκχαρα (πεντόζες, εξόζες). Αυτά τα σάκχαρα εν συνεχεία ζυμώνονται προς παραγωγή αιθανόλης. Οι συχνότερα χρησιμοποιούμενες μέθοδοι υδρόλυσης είναι η χημική υδρόλυση (με τη χρήση πυκνού ή αραιού οξέος) και η ενζυμική υδρόλυση. Στη χημική υδρόλυση η προκατεργασία και η υδρόλυση μπορούν να πραγματοποιηθούν μαζί σε ένα κοινό στάδιο. (Ye Sun, 2002).

Η παραπάνω διαδικασία φαίνεται σχηματικά στο Σχήμα 4.1.

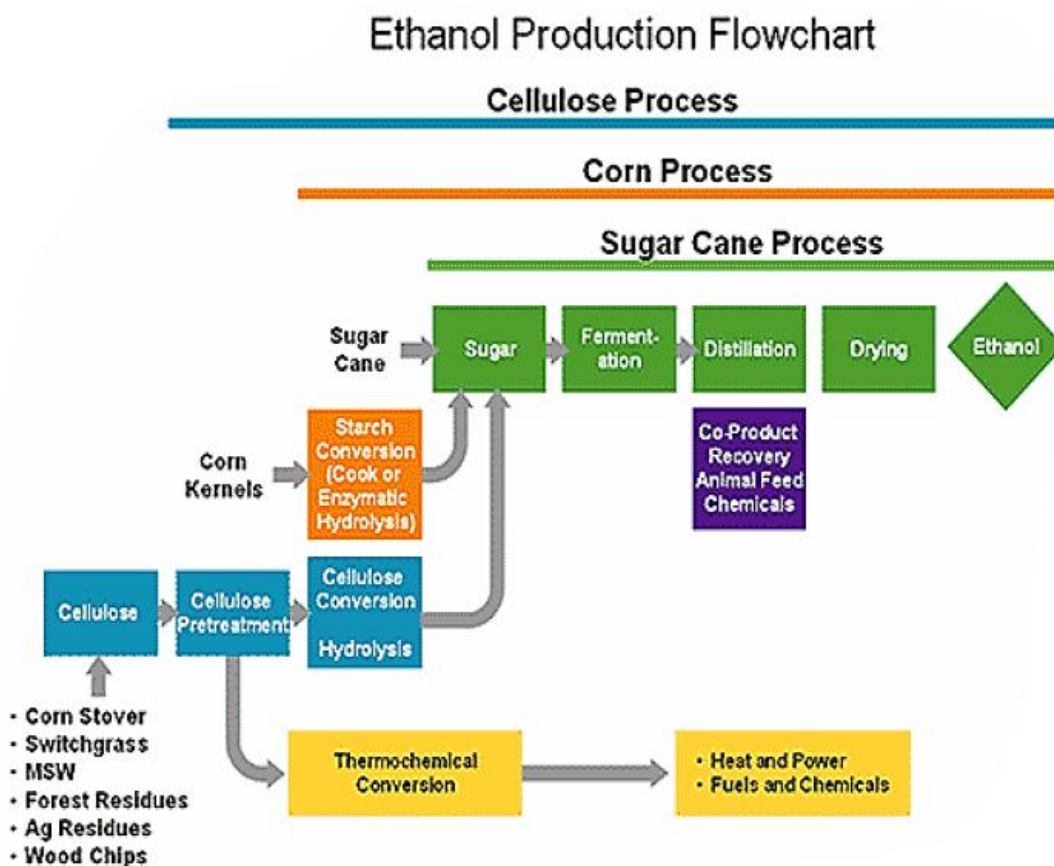


Σχήμα 4.1: Μετατροπή λιγνοκυτταρινικής βιομάζας σε αιθανόλη (περιλαμβάνονται τα κυριότερα στάδια).

(Πηγή: Dashtban et al., 2009)



Η διαδικασία παραγωγής βιοαιθανόλης από όλα τα είδη πρώτης ύλης απεικονίζεται στο Σχήμα 4.2. Περιλαμβάνει όλες τις βιολογικές και θερμοχημικές μετατροπές. Στο τελευταίο στάδιο της διαδικασίας πραγματοποιείται ζύμωση για τη θερμοχημική μετατροπή της βιομάζας (syngas) σε αιθανόλη (Project Waste2Bio, 2012).



Σχήμα 4.2: Διάγραμμα ροής της διαδικασίας παραγωγής βιοαιθανόλης από όλα τα είδη πρώτης ύλης  
( Πηγή: Project Waste2Bio, 2012)

Στη συνέχεια ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των διαδικασιών παραγωγής βιοαιθανόλης από Αστικά Στερεά Απόβλητα. Περιγράφεται ξεχωριστά η διαδικασία παραγωγής από σύμμεκτο υλικό και ξεχωριστά από οικιακά βιοαπόβλητα, δηλαδή οργανικό κλάσμα.

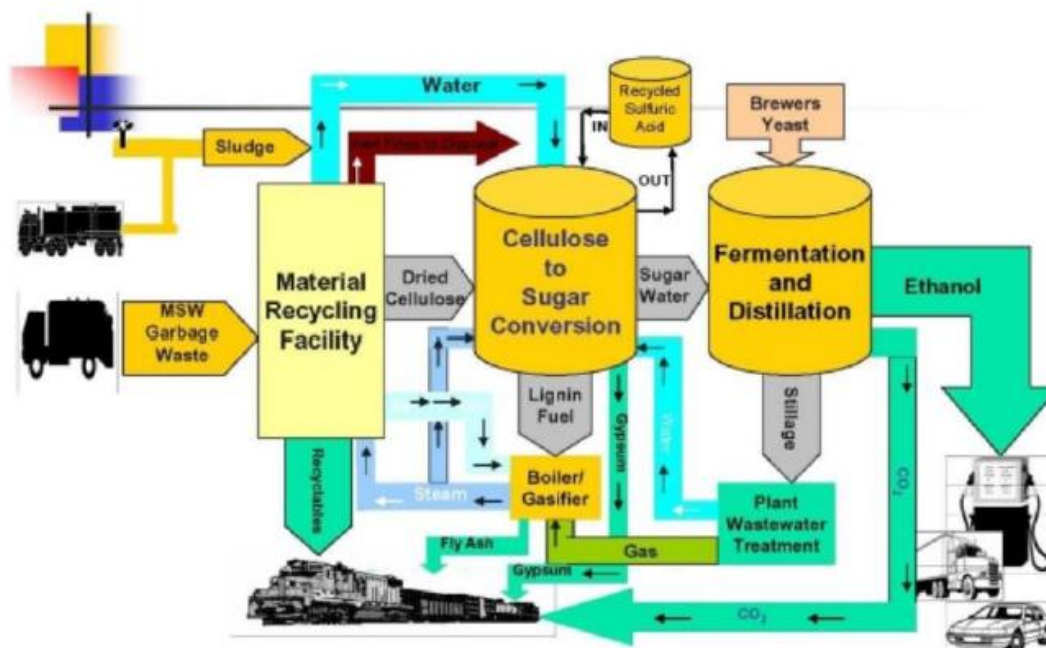
## 4.2 Παραγωγή Βιοαιθανόλης από Απορρίμματα

### 4.2.1 Βιοαιθανόλη από Α.Σ.Α.

Στης μεγάλης κλίμακας επιχειρήσεις χρησιμοποιούνται δύο κύριες τεχνολογίες βιομετατροπής των αποβλήτων σε μη συνθετική αιθανόλη. Και οι δύο τεχνολογίες χρησιμοποιούν μικροοργανισμούς για τις μετατροπές είτε μέσω της κλασικής διαδικασίας ζύμωσης της γλυκόζης είτε ζύμωσης με ειδικό μείγμα διοξειδίου του άνθρακα και υδρογόνου (syngas) (Project Waste2Bio, 2012).

Η χρήση Αστικών Στερεών Αποβλήτων για την παραγωγή βιοαιθανόλης από κυτταρινούχα υλικά, τα οποία δεν αποσυντίθεται σε κλασικούς χώρους διάθεσης Α.Σ.Α. , φαίνεται να είναι αποδοτική συγκρινόμενη με χρήση άλλων πρώτων υλών. Υλικά όπως τρόφιμα, ποτά, οικιακά απόβλητα, αποφάγια, υγρές και στεγνές πάνες, εφημερίδες, υφάσματα, νοσοκομειακά απόβλητα, απόβλητα αεροδρομίων, αλλά και προϊόντα βαγιάσης (ζαχαροκάλαμο), δέντρα, κλαδέματα και οποιοδήποτε άλλο γεωργικό απόβλητο που βρίσκεται στους χώρους διάθεσης χρειάζεται 24 ώρες ανά τόνο για να μετατραπεί σε αιθανόλη. Η διαδικασία μετατροπής παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.3 και περιλαμβάνει προκατεργασία με ομογενοποίηση της πρώτης ύλης μέσω τεμαχισμού και ξήρανσης, χημική υδρόλυση, ζύμωση, απόσταξη, διαχωρισμό και σύνθεση των παραγόμενων οξέων με ασβέστη για τη δημιουργία γύψου. Ακολούθως μέσω της απόσταξης των καταλοίπων της διαδικασίας παράγεται ενέργεια που μπορεί να τροφοδοτήσει την εγκατάσταση (Project Waste2Bio, 2012).

## Waste-to-Ethanol Process



Σχήμα 4.3: Διάγραμμα ροής παραγωγής βιοαιθανόλης από Α.Σ.Α. και υλίες με καταλυτική ζύμωση (Πηγή: Centurymarc, 2009)

Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί η διαδικασία παραγωγής βιοαιθανόλης από Α.Σ.Α. σε δέκα στάδια, με το σύστημα **GeneSyst** (<http://www.genesyst.com/>). Σημαντικό είναι να τονιστεί ότι ως αρχική πρώτη ύλη λαμβάνεται σύμμεικτο (μη διαχωρισμένο) υλικό από Αστικά Στερεά Απόβλητα.

1<sup>ο</sup> στάδιο: Λήψη αποβλήτων.

Τα απορρίμματα εισέρχονται στο χώρο διάθεσης της εγκατάστασης και διαχειρίζονται σε εσωτερικό χώρο προς αποφυγήν διασκορπισμού τους από τις εξωτερικές συνθήκες.

2<sup>ο</sup> στάδιο: Διαχωρισμός εμπορεύσιμων προϊόντων και άχρηστων υλικών.

Γίνεται απομάκρυνση των υλικών που μπορούν να διατεθούν στην αγορά, όπως το αλουμίνιο, καθώς και άλλων υλικών, όπως καλώδια, πλαστικά ή δέρμα, τα οποία μπορούν να παρέμβουν στη αντίδραση μετατροπής της κυτταρίνης σε γλυκόζη. Η διαλογή γίνεται κυρίως χειρονακτικά. Ορισμένα απόβλητα, όπως λαμπτήρες φθορισμού και μπαταρίες, διαχωρίζονται λόγω του τοξικού περιεχομένου τους.

Ακολουθούν τρία αυτοματοποιημένα στάδια.

3<sup>ο</sup> στάδιο: Τεμαχισμός του εναπομένου κλάσματος σε ομοιόμορφο μέγεθος (2 έως 4 ίντσες).

4<sup>ο</sup> στάδιο: Τα κομμάτια των στερεών αποβλήτων απορρίπτονται σε δεξαμενή νερού, όπου τα ελαφριά υλικά, όπως κομμάτια φελιζόλ, παραμένουν στην επιφάνεια του νερού και τα πυκνότερα υλικά βυθίζονται και απομακρύνονται από τον πυθμένα με έναν μικρό μεταφορέα. Τα πλέοντα υλικά είτε ανακυκλώνονται είτε αποστέλλονται σε χώρους υγειονομικής ταφής.

5<sup>ο</sup> στάδιο: Στο στάδιο αυτό χρησιμοποιείται ένας συμβατικός διαχωριστής. Υλικά πλούσια σε κυτταρίνη καταβυθίζονται, εφόσον η κυτταρίνη είναι πυκνότερη από το νερό και τα εναπομείναντα πλαστικά απομακρύνονται, εφόσον έχουν παραμείνει στην επιφάνεια.

6<sup>ο</sup> στάδιο: Υδρόλυση.

Το συγκεκριμένο σύστημα χρησιμοποιεί την τεχνολογία GPV. Εν γένει η υδρόλυση μπορεί να γίνει είτε με αραιό ή πυκνό οξύ είτε με τη χρήση ενζύμων.

7<sup>ο</sup> στάδιο: Μετά την υδρόλυση το υδατικό μείγμα που έχει προκύψει, το οποίο περιλαμβάνει σάκχαρα από τη μετατροπή της κυτταρίνης, περνά από μία ακόμα διεργασία καθαρισμού παρόμοια με αυτήν του 5<sup>ου</sup> βήματος. Βρώμικα σωματίδια, σκόνη, ασβέστης, γύψος καταβυθίζονται, ενώ τα κομμάτια κεριού ή πλαστικού επιπλέουν στην επιφάνεια.

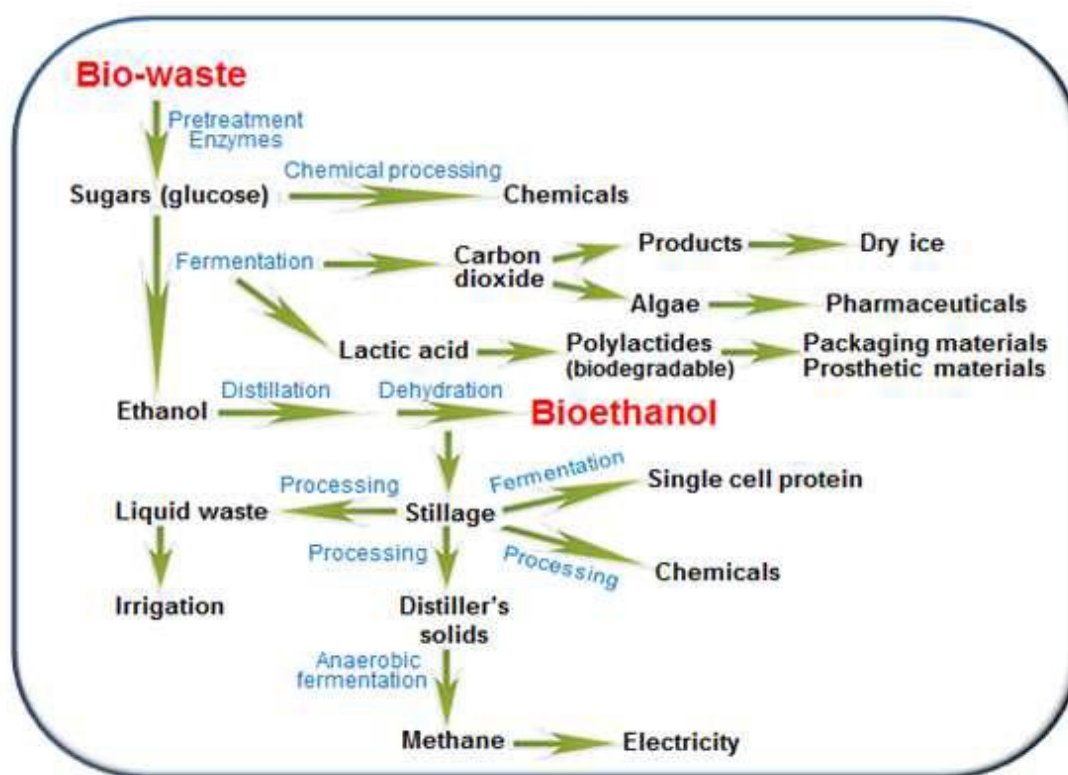
8<sup>ο</sup> στάδιο: Ζύμωση.

9<sup>ο</sup> στάδιο: Απόσταξη.

10<sup>ο</sup> στάδιο: Τα προϊόντα αποθηκεύονται για τη πώληση.

#### 4.2.2 Βιοαιθανόλη από Οικιακά Βιοαπόβλητα

Όπως έχει προαναφερθεί, τα οικιακά ΒΑ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοαιθανόλης, η οποία με τη σειρά της μπορεί να αξιοποιηθεί στην τομέα των μεταφορών (αυτοκίνηση) καθώς και σε άλλες εφαρμογές όπου γίνεται χρήση αιθανόλης. Μέσω της διαδικασίας μετατροπής παράγονται και άλλα υλικά ως υποπροϊόντα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη φαρμακευτική, χημική και ενεργειακή βιομηχανία (Project Waste2Bio, 2012).

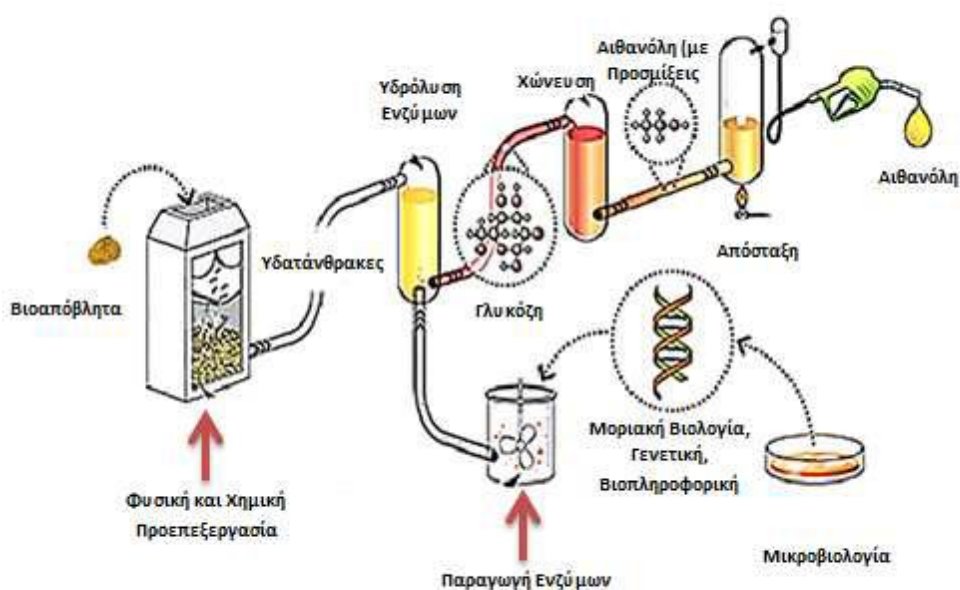


Σχήμα 4.4: Προϊόντα προερχόμενα από επεξεργασία βιοαποβλήτων  
(Πηγή: Project Waste2Bio, 2012)

Όπως περιγράφηκε και παραπάνω υπάρχει ποικιλία μεθόδων παραγωγής βιοαιθανόλης, οι οποίες είναι εν γένει όμοιες μεταξύ τους. Οι διαφορές που παρουσιάζονται αφορούν στην αρχική επεξεργασία του υποστρώματος με σκοπό αυτό να είναι ευκολότερα αφομοιώσιμο από τα ένζυμα τα οποία θα λαμβάνουν μέρος στη διεργασία (Project Waste2Bio, 2012).

Το Σχήμα 4.5 που ακολουθεί αποτελεί το διάγραμμα ροής της παραγωγής βιοαιθανόλης από βιοαπόβλητα με χρήση διαφόρων τύπων ενζύμων.

Από το διάγραμμα παρατηρείται ότι για την παραγωγή της αιθανόλης απαιτείται η φυσικοχημική διεργασία της πρώτης ύλης ώστε να προκύψουν οι επιθυμητοί υδατάνθρακες (Σάκχαρα, Κυτταρίνη και Ημικυτταρίνη), προκειμένου να περάσουμε στο στάδιο της ανάμιξής τους με ένζυμα υπό σταθερές συνθήκες, οι οποίες ευνοούν την ενζυμική δραστηριότητα. Στη συνέχεια διεξάγεται χώνευση της γλυκόζης οπότε και παράγεται αιθανόλη, η οποία μέσω της απόσταξης καθαρίζεται από πιθανές προσμίξεις. Σημαντικό κομμάτι της διαδικασίας αποτελεί η δεξαμενή παραγωγής ενζύμων εφόσον απαιτείται συνεχής προσθήκη νέου υποστρώματος και μικροβιακού φορτίου στο σύστημα, προκειμένου η διεργασία να καταστεί συνεχής (Project Waste2Bio, 2012).



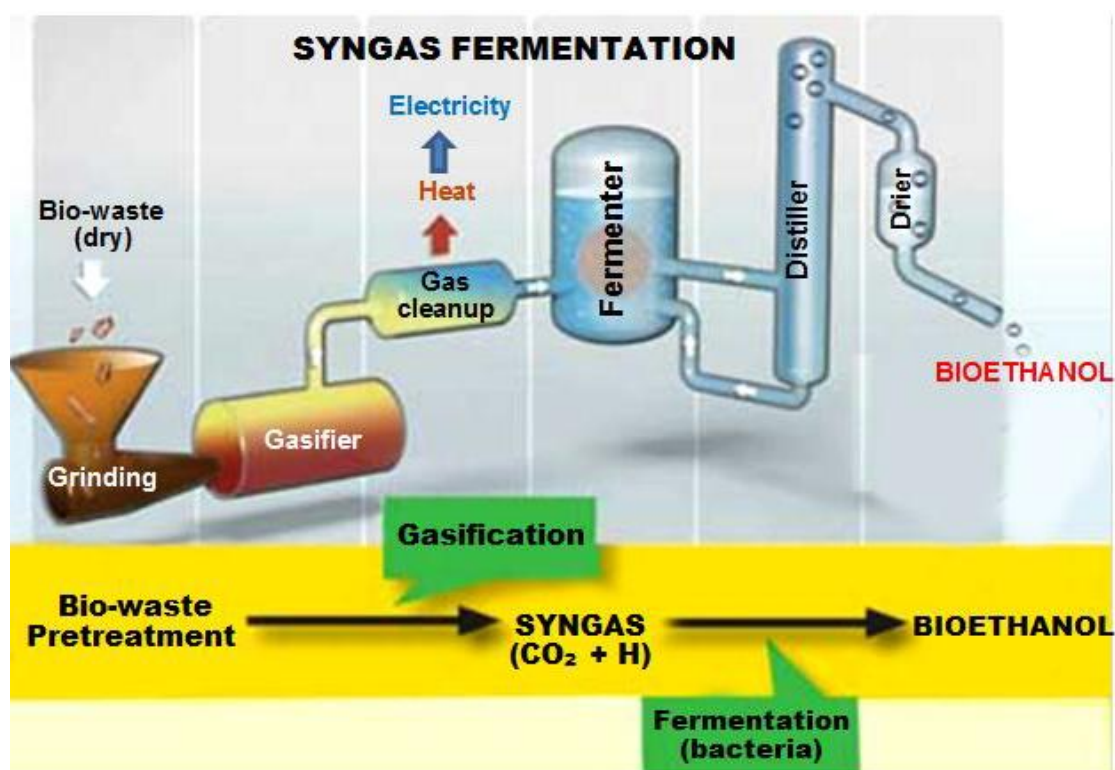
Σχήμα 4.5: Διάγραμμα ροής διεργασίας παραγωγής αιθανόλης από βιοαπόβλητα με ζύμωση της γλυκόζης.  
(Πηγή: Project Waste2Bio, 2012)

Η μέθοδος **Syngas** (Σχήμα 4.6) ακολουθεί τα επόμενα τρία στάδια για την παραγωγή αιθανόλης (Project Waste2Bio, 2012):

- **Αεριοποίηση.** Ο οργανικός άνθρακας μετατρέπεται σε αέριο σύνθεσης, μίγμα μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογόνου, με τη χρήση οξυγόνου σε

υψηλές θερμοκρασίες. Με τη διαδικασία της αεριοποίησης αποτρέπεται ο σχηματισμός διοξινών και φουρανίων και εξαλείφονται τα πτητικά μέταλλα. Με την ανακτώμενη θερμότητα τροφοδοτείται ενεργειακά η διαδικασία εκ νέου.

- **Ζύμωση.** Το μίγμα αερίων διέρχεται μέσα από μια διαδικασία αναερόβιας χώνευσης, όπου μετατρέπεται επιλεκτικά σε αιθανόλη με φυσικώς ενυπάρχοντα αναερόβια βακτήρια. Περιέχοντας τη σωστή ποσότητα και είδος θρεπτικών ουσιών, το περιβάλλον της ζύμωσης διατηρείται σε προσεκτικά ελεγχόμενες συνθήκες, έτσι ώστε να επιτευχθεί υψηλής απόδοσης αιθανόλη.
- **Απόσταξη.** Το καθαρό πλέον διάλυμα χρησιμοποιείται ως άνυδρη αιθανόλη (>99,7% αιθανόλη).



Σχήμα 4.6: Παραγωγή βιοαιθανόλης από προϊόντα βιοαποβλήτων επεξεργασμένα με αεριοποίηση.  
(Πηγή: Ineos Bio, 2012)

### 4.3 Αξιολόγηση Μεθόδων

Οι προαναφερθείσες μέθοδοι, δεν εφαρμόζονται ευρέως μέχρι σήμερα κυρίως λόγω του υψηλού κόστους εγκατάστασης, των πολύπλοκων ενζυμικών και βακτηριακών χωνεύσεων, καθώς και η ασυνέχεια στη διαδικασία παραγωγής εξαιτίας της σύνθεσης του αρχικού υποστρώματος.

Όπως προκύπτει από την παραπάνω ανάλυση η κύρια διαφορά μεταξύ των διαδικασιών παραγωγής αιθανόλης από σύμμεικτο υλικό Α.Σ.Α και από το κλάσμα των οικιακών βιοαποβλήτων έγκειται στην αρχική προκατεργασία του υλικού. Στην πρώτη περίπτωση πρέπει να γίνει διαλογή των υλικών που παρεμποδίζουν τη διαδικασία παραγωγής (προσμίξεις από αλουμίνιο, πλαστικό κλπ), κάτι που απαιτεί επιπλέον στάδια στη διαδικασία και άρα χρήση περισσότερης ενέργειας. Επιπλέον, το οργανικό κλάσμα του σύμμεικτου υλικού από τη στιγμή της συλλογής του μέχρι την έναρξη της διεργασίας έχει υποστεί αλλοιώσεις, καθώς έχουν πραγματοποιηθεί φυσικές και χημικές αντιδράσεις. Το πρόβλημα αυτό μειώνεται σε μεγάλο βαθμό στην περίπτωση που ως αρχικό υπόστρωμα υπάρχει μόνο ξηρό οργανικό υλικό, το οποίο ουσιαστικά διατηρεί όλες τις ιδιότητες και τα συστατικά του και άρα η διαδικασία μετατροπής καθίσταται αποδοτικότερη.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της παραγωγής βιοαιθανόλης από απόβλητα είναι η μείωση των αποβλήτων που οδηγούνται στους Χ.Υ.Τ.Α. καθώς και η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέσω της υποκατάστασης της χρήσης πετρελαίου από αλκοόλη.

Συγκεκριμένα, η παραγωγή βιοαιθανόλης από οικιακά βιοαπόβλητα συμμετέχει στα ποσοστά παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, όπως καθορίζεται και από τις νέες οδηγίες της Ε.Ε., η καύση της παραγόμενης αλκοόλης επιβαρύνει λιγότερο το περιβάλλον σε σχέση με τη βενζίνη καθώς οι εκπομπές CO<sub>2</sub> είναι μειωμένες, η αιθανόλη που παράγεται είναι υψηλής ποιότητας (96% καθαρότητας τουλάχιστον), ενώ πραγματοποιείται υψηλή απομάκρυνση του οργανικού φορτίου από τους Χ.Υ.Τ.Α., το οποίο είναι δύσκολο διαχειρίσιμο, εάν δεν έχει πραγματοποιηθεί ξεχωριστή συλλογή του. Είναι, συνεπώς, σημαντικά τα



περιβαλλοντικά και κοινωνικοοικονομικά οφέλη της παραγωγής αιθανόλης από ΒΑ όπως θα αναλυθεί σε επόμενο κεφάλαιο.

Παρ' όλα αυτά, όπως προαναφέρθηκε, το κόστος της αρχικής επένδυσης και εγκατάστασης είναι υψηλό, με αποτέλεσμα η μέθοδος να μην είναι διαδεδομένη και τέτοιου είδους εγκαταστάσεις να λειτουργούν σε πιλοτικό στάδιο, ενώ η απόδοση τους είναι μικρή με τη χρήση των έως τώρα τεχνολογιών. Επιπλέον, δυσκολίες αντιμετωπίζονται στη διεργασία όσον αφορά στο συνεχές αυτής (Project Waste2Bio, 2012).

#### **4.4 Παραδείγματα εφαρμογής των μεθόδων παραγωγής βιοαιθανόλης από Α.Σ.Α.**

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται ορισμένα παραδείγματα εγκαταστάσεων παραγωγής βιοαιθανόλης από Α.Σ.Α. μεγάλης κλίμακας σε πιλοτικό και βιομηχανικό στάδιο.

##### **4.4.1 Πιλοτικές εγκαταστάσεις**

###### **IMECAL, Spain**

Η IMECAL στην Ισπανία λειτουργεί δύο προγράμματα σε πιλοτικό στάδιο. Το ATENEA, όπου γίνεται παραγωγή βιοαιθανόλης από κυτταρινούχα απόβλητα και το PERSEO, όπου γίνεται παραγωγή βιοαιθανόλης από αστικά στερεά απόβλητα.

PERSEO : Παράγεται βιοαιθανόλη από το οργανικό κλάσμα των Α.Σ.Α.. Η διαδικασία μετατροπής περιλαμβάνει προεπεξεργασία, θερμοχημική προεπεξεργασία, ταυτόχρονη σακχαροποίηση και ζύμωση με ένζυμα, απόσταξη και αφυδάτωση προς παραγωγή 99,5% βιοαιθανόλη (Εικόνα 4.1).

Η χωρητικότητα της μονάδας είναι 500 τόνοι οργανικού κλάσματος Α.Σ.Α. τη μέρα και παράγει 16.000 λίτρα αιθανόλης. Η επένδυση κόστισε περί τα 12 με 15

εκατομμύρια ευρώ, ενώ η επιχείρηση στοχεύει στην παραγωγή βιοαιθανόλης με κόστος 0,35 € / λίτρο (PERSEO, 2012).

ATENEA: Παράγει βιοαιθανόλη από τα απομεινάρια της βιομηχανίας χυμών - αναψυκτικών (φλούδες πορτοκαλιών), συνεισφέροντας στη μείωση των αποβλήτων αυτού του είδους βιομηχανίας στην πόλη της Βαλένθιας.



Εικόνα 4.1: Μονάδες PERSEO και ATENEA (PERSEO, ATENEA, 2012)

### **Finnish ST1 BIOFUEL OY system**

Παράγει αιθανόλη (~85%) με μικρά αποκεντρωμένα συστήματα. Χρησιμοποιεί τοπικά απόβλητα και υπολείμματα. Η ST1 Biofuel Oy στοχεύει στη δημιουργία αρκετών τέτοιων μονάδων στη Φινλανδία (Εικόνες 4.2,4.3,4.4,4.5). Οι μονάδες αυτές χρησιμοποιούν μία νέα βιώσιμη διαδικασία, η οποία καθιστά την παραγωγή βιοαιθανόλης κερδοφόρα ακόμα και σε μικρή κλίμακα στον τόπο παραγωγής των αποβλήτων (ST1 – Biofuels, 2012).



Εικόνα 4.2: Μονάδα St1 Etanolix, Lappeenranta (Πηγή: St1 – Biofuels, 2012)



Εικόνα 4.3: Μονάδα St1 Etanolix, Narpio (Πηγή: St1 – Biofuels, 2012)



Εικόνα 4.4: Μονάδα St1 Etanolix, Vantaa (Πηγή: St1 – Biofuels, 2012)



Εικόνα 4.5: Μονάδα St1 Etanolix, Lathi (Πηγή: St1 – Biofuels, 2012)

#### 4.4.2 Βιομηχανικές εγκαταστάσεις

**INEOS Bio**, Vero Beach, Φλόριντα, ΗΠΑ

Η INEOS Bio χρησιμοποιεί απορρίμματα κήπων για την παραγωγή βιοαιθανόλης με αεριοποίηση. Η λειτουργία του ξεκίνησε το 2012 (ZEUS, 2012) . Η εν λόγω μονάδα παράγει καύσιμο από φυτικά απόβλητα, απόβλητα ξύλου και βιοαποδομήσιμα οικιακά απορρίμματα και ταυτόχρονα παρέχει ενέργεια (ανανεώσιμη) στην τοπική κοινότητα. Η μονάδα αυτή δέχεται **150.000 t/y** βιομάζα και παράγει **24.000 t/y βιοαιθανόλης** καθώς και **6MW ενέργειας**. Η μονάδα κόστισε περισσότερο από **130 εκατομμύρια δολάρια** και δημιουργήθηκαν πάνω από **400 θέσεις εργασίας** κατά την κατασκευή της (μηχανικοί, τεχνικοί κλπ). Πλέον απασχολεί 65 μόνιμους εργαζόμενους πλήρους απασχόλησης και παρέχει στην τοπική κοινότητα 4 εκ. δολάρια το χρόνο (INEOS Bio, 2013).



Εικόνα 4.6: Μονάδα INEOS (Πηγή: Demoplants, 2013)

## **Fiberight, Lawrenceville, ΗΠΑ**

Η Fiberight έχει αναπτύξει μία επιτυχή διαδικασία μετατροπής της βιομάζας από Αστικά Στερεά Απόβλητα και παράγει οικονομικά βιώσιμες ποσότητες δεύτερης γενιάς βιοκαυσίμων και άλλων πολύτιμων χημικών. Η τεχνολογία Fiberight διαχωρίζει αποτελεσματικά τα οργανικά συστατικά των Α.Σ.Α., όπως επιμολυσμένο χαρτί, απόβλητα τροφίμων και κήπων και άλλα βιοαποδομήσιμα υλικά και παράγει βιοαιθανόλη μέσω ενζυματικής υδρόλυσης και ζύμωσης. Το πλαστικό κλάσμα και το μεθάνιο που συλλέγονται από τις διαδικασίες διαχωρισμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για ίδια χρήση του εργοστασίου. Μέσω των διαδικασιών που χρησιμοποιεί η εγκατάσταση υπάρχει δυνατότητα να γίνει μετατροπή πάνω από 5 δισεκατομμύρια γαλόνια βιοαιθανόλης από 175 εκατομμύρια τόνους μη ανακυκλώσιμων Α.Σ.Α. που παράγονται στις ΗΠΑ (Demoplants, 2013).



**Εικόνα 4.7: Εγκατάσταση Fiberight, Lawrenceville, US (Πηγή: Demoplants, 2013)**

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1 :**

**Στοιχεία για τη λειτουργία και την παραγωγή μονάδων μετατροπής Α.Σ.Α. σε βιοαιθανόλη.**

<b>Company</b>	<b>Location</b>	<b>Country</b>	<b>Input Material</b>	<b>Product</b>	<b>Input Capacity</b>	<b>Output</b>	<b>Type</b>	<b>Investment</b>	<b>Start-up</b>
<b>Fiberight LLC</b>	Lawrenceville	United States	municipal solid waste	ethanol; power	75 t/d	3 t/y ; to 1M GPY ethanol	Demonstration		2012
<b>Fiberight LLC</b>	Blairstown	United States	municipal solid waste	ethanol; power	500 t/d	18 t/y ; to 6M GPY ethanol	Commercial	Private equity, USDA Loan \$25M, State Grant \$2.9M	2013
<b>INEOS Bio</b>	Vero Beach	United States	vegetative Waste, waste wood, Garden Waste	ethanol + 6MW power	150000 t/y	24000 t/y	Commercial	132.000.000 USD (98.076.000 €)	2013
<b>IMECAL PERSEO</b>	Valencia	Spain	organic fraction of MSW	ethanol	500 t/d	16.000 lt/d	Pilot	12-15 million €	2008

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

## 5. Μελέτη Περίπτωσης

Ως περίπτωση μελέτης για την εγκατάσταση της μονάδας παραγωγής βιοαιθανόλης από ΒΑ έχει επιλεγεί η περιφερειακή ενότητα Δυτικού Τομέα Αθηνών και η περιφερειακή ενότητα Δυτικής Αττικής, όπως έχουν οριστεί από το πρόγραμμα Καλλικράτης. Στη συνέχεια της εργασίας για λόγους συντομίας, το σύνολο των Δήμων που αποτελούν της προαναφερθείσες περιφερειακές ενότητες, θα αναφέρονται ως «**Δυτικά Προάστια**».

### 5.1 Κοινωνικοοικονομική Ανάλυση «Δυτικών Προαστίων»

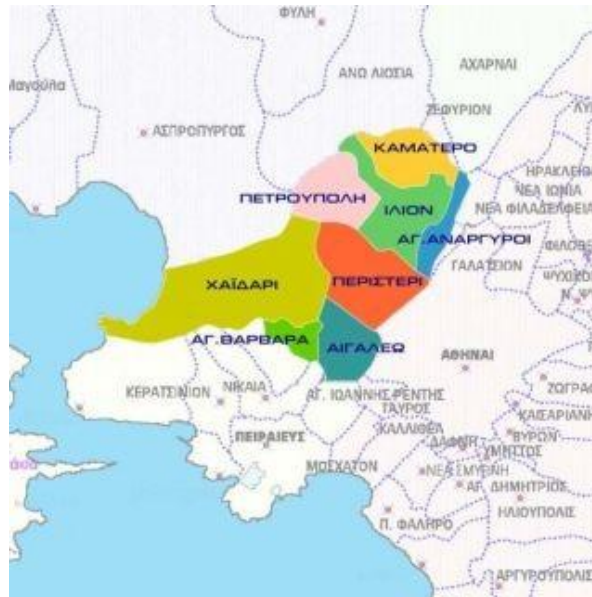
#### 5.1.1 Γεωγραφική Θέση

Οι περιφέρειες Δυτικής Αττικής και Δυτικού τομέα Αθηνών, παρουσιάζουν πολλές ομοιότητες ως προς την κοινωνικοοικονομική τους πραγματικότητα, με αποτέλεσμα να μπορούμε να τις θεωρήσουμε ως ένα ενιαίο χωροταξικό θύλακα μέσα στο Πολεοδομικό Συγκρότημα της Πρωτεύουσας.

Η **Π.Ε. Δυτικού Τομέα Αθηνών** είναι μία από τις 8 περιφερειακές ενότητες στις οποίες διαιρείται η Περιφέρεια Αττικής και περιλαμβάνει τους δήμους Αγίας Βαρβάρας, Αγίων Αναργύρων – Καματερού, Αιγάλεω, Ιλίου, Περιστερίου, Πετρούπολης και Χαϊδαρίου. Περιλαμβάνει το δυτικό τμήμα του λεκανοπεδίου των Αθηνών που περικλείεται από την Εθνική Οδό Αθηνών – Λαμίας και τα όρη Αιγάλεω και Ποικίλο και καταλαμβάνει συνολική έκταση 66,8 km<sup>2</sup>.

Συνορεύει Βορειοδυτικά με την Π.Ε. Δυτικής Αττικής, Νότια και Ανατολικά με τον Κεντρικό τομέα και Νοτιοδυτικά με τον τομέα Πειραιά ([http://el.wikipedia.org/wiki/Περιφερειακή\\_Ενότητα\\_Δυτικού\\_Τομέα\\_Αθηνών](http://el.wikipedia.org/wiki/Περιφερειακή_Ενότητα_Δυτικού_Τομέα_Αθηνών)).





Εικόνα 5.1: Χάρτης Περιφερειακής Ενότητας Δυτικού Τομέα Αθηνών  
(Πηγή: [http://westview.gr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=8908:2010-12-02-11-41-24&catid=40:-westview&Itemid=8](http://westview.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=8908:2010-12-02-11-41-24&catid=40:-westview&Itemid=8))

Η Π.Ε. Δυτικής Αττικής περιλαμβάνει τους Δήμους Ασπροπύργου, Ελευσίνας, Μάνδρας – Ειδυλλίας, Μεγαρέων, Φυλής και καταλαμβάνει συνολική έκταση 979,8 km<sup>2</sup>. Συνορεύει Βόρεια με τη Βοιωτία, Ανατολικά με την Ανατολική Αττική και τον ορεινό όγκο της Πάρνηθας, Νοτιοανατολικά με την Π.Ε. Δυτικού Τομέα και Δυτικά με την Κορινθία.



Εικόνα 5.2: Χάρτης Περιφερειακής Ενότητας Δυτικής Αττικής (Πηγή: <http://www.atticafreepress.gr/>)

### 5.1.2 Δημογραφικά και Οικονομικά Στοιχεία

Ιστορικό κέντρο του συγκροτήματος των Δυτικών Προαστίων αποτελεί το Αιγάλεω, πόλη γνωστή από την αρχαιότητα, κυρίως λόγω του ομώνυμου όρους από όπου ο Ξέρξης παρακολούθησε τη Ναυμαχία της Σαλαμίνας. Σύγχρονο μητροπολιτικό κέντρο αποτελεί ο Δήμος Περιστερίου, ο 8<sup>ος</sup> μεγαλύτερος σε πληθυσμό Δήμος της Ελλάδας σύμφωνα με την απογραφή του 2011. Σημαντική βιομηχανική πόλη αποτελεί και η επίσης ιστορική πόλη της Ελευσίνας.

Πρόκειται για το πιο πυκνοκατοικημένο συγκρότημα των Αθηνών, μαζί με τις εργατουπόλεις του Πειραιά και καλύπτει ένα σημαντικό κομμάτι της βιομηχανικής παραγωγής των Αθηνών και του Πειραιά. Η πληθυσμιακή εισροή αρχικά περιελάμβανε τους κατοίκους του πυκνοκατοικημένου Πειραιά, ενώ αργότερα επηρεάστηκε από την είσοδο οικονομικών μεταναστών ([http://el.wikipedia.org/wiki/Δυτικά\\_προάστια\\_Αθηνών](http://el.wikipedia.org/wiki/Δυτικά_προάστια_Αθηνών)). Αξίζει να σημειωθεί ότι το μεγαλύτερο κομμάτι των δυτικών προαστίων (Μέγαρα, Οινόη, Μάνδρα, Μαγούλα, Οινόη, Ελευσίνα, Άνω Λιόσια, Φυλή, Καματερό κ.ά.) είχε κατοικηθεί από πολύ νωρίς από Αρβανίτικα φύλα. Μέχρι τα μέσα περίπου του περασμένου αιώνα οι Αρβανίτες αποτελούσαν κλειστή, αυστηρή, πατριαρχική και σχεδόν απόλυτα ενδογαμική κοινωνία, ενώ οι κύριες ασχολίες τους ήταν η γεωργία και η κτηνοτροφία. Η περιοχή είναι πλούσια σε αρχαιολογικά ευρήματα σημαντικής ιστορικής αξίας, καθώς είναι γνωστό ότι το Θριάσιο Πεδίο είχε αρχίσει να κατοικείται ήδη από το 2000 π.Χ.

Η Δυτική Αθήνα αποτέλεσε οικιστικό ανάπτυγμα δυτικά στην παρακηφίσις βιομηχανική συγκέντρωση, με χρήσεις φθηνής κατοικίας για τα εργατικά στρώματα καθώς και βιομηχανικής – βιοτεχνικής δραστηριότητας, σε άναρχη μείξη μεταξύ τους για εκτεταμένα τμήματα της περιοχής. Με αυτόν τον τρόπο διαμορφώθηκε ιστορικά ο χαρακτήρας της υποβάθμισης της περιοχής σε όλους τους τομείς.

Οι περιοχές των δυτικών προαστίων χαρακτηρίζονται εν γένει από άναρχη οικιστική δόμηση. Οι σταδιακές επεκτάσεις των σχεδίων πόλεως, είτε με την ενσωμάτωση των περιοχών πυκνής δόμησης, είτε με πιο αραιοδομημένες και αδόμητες περιοχές στη βάση του Ν.1337/83, έχουν απεικονισθεί στον οικιστικό ιστό ως έκφραση της

κοινωνικοοικονομικής δομής των στρωμάτων που διαμόρφωσαν της περιοχές αυτές (ΑΣΔΑ, 2012).

Όπως προκύπτει από τα Αναπτυξιακά Προγράμματα των Δήμων της περιοχής ενδιαφέροντος, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μεγέθυνση των προβλημάτων που καθιστούν την ευρύτερη περιοχή υποβαθμισμένη. Ο άναρχος τρόπος παραγωγής δομημένου περιβάλλοντος (πλην ορισμένων περιπτώσεων όπως ο Δήμος Πετρούπολης), η μίξη των χρήσεων γης, η έλλειψη κοινωνικού εξοπλισμού και υποδομών, η καταπάτηση στους ελεύθερους χώρους στις παρυφές, αλλά και στον κύριο όγκο του όρους Αιγάλεω – Ποικίλο και της Πάρνηθας, καθώς και η ρύπανση της ατμόσφαιρας και του περιβάλλοντος από οχλούσες δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στην περιοχή (Χ.Υ.Τ.Α. Φυλής, Διυλιστήρια Ελευσίνας και Ασπροπύργου κ.ά.), μαζί με τα αυξημένα ποσοστά ανεργίας, αποτελούν μερικά από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα Δυτικά Προάστια.

Ο συνολικός **πληθυσμός** της περιοχής μελέτης ανέρχεται σε 650.602 κατοίκους, σύμφωνα με την απογραφή του 2011, σημειώνοντας μείωση κατά 5,37% σε σύγκριση με την προηγούμενη απογραφή (2001) (ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1).

Η αποκλιμάκωση της πληθυσμιακής δυναμικής η οποία σημειώνεται, αποτυπώνει αφενός την αδυναμία προσέλκυσης νέων κατοίκων στην περιοχή και αφετέρου το καθολικό φαινόμενο της μειωμένης γεννητικότητας.

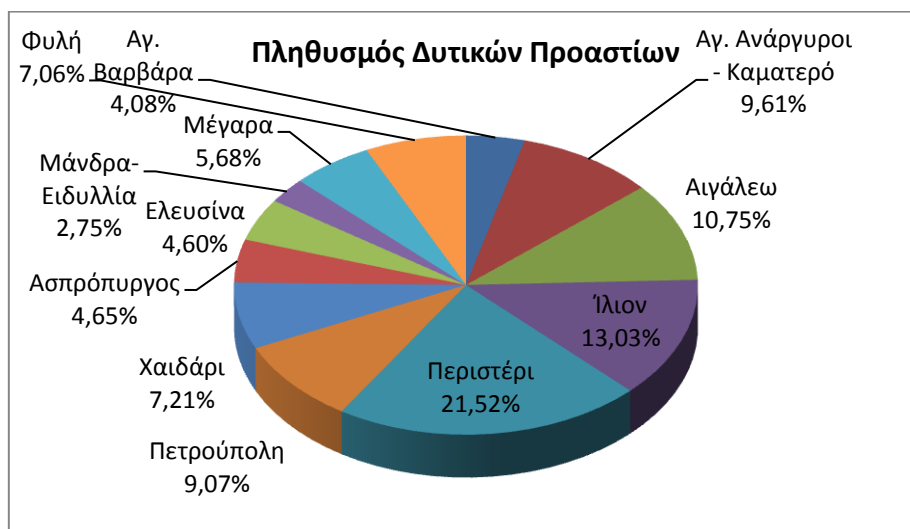
**ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1**

**Στοιχεία πληθυσμού των Δήμων των Δυτικών Προαστίων**

Δήμος	2011	2001	2001-2011
Αγία Βαρβάρα	26550	31335	-15,27%
Άγιοι Ανάργυροι - Καματερό	62529	58244	7,36%
Άγ. Ανάργυροι	34168	35072	-2,58%
Καματερό	28361	23172	22,39%
Αιγάλεω	69946	77917	-10,23%
Ίλιον	84793	85572	-0,91%
Περιστέρι	139981	146743	-4,61%
Πετρούπολη	58979	51559	14,39%

Χαιδάρι	46897	48494	-3,29%
<b>Π.Ε. Δυτικού Τομέα Αθηνών</b>	<b>489675</b>	<b>539001</b>	<b>-0,91%</b>
Ασπρόπυργος	30251	27741	9,05%
Ελευσίνα	29902	25863	15,62%
Μάνδρα – Ειδυλλία	17885	20098	-11,01%
Μάνδρα	10874	12792	-14,99%
Βίλια	3154	3215	-1,90%
Ερυθρές	3349	3326	0,69%
Οινόη	508	765	-33,59%
Μέγαρα	36924	35675	3,50%
Μέγαρα	29681	28195	5,27%
Νέα Πέραμος	7243	7480	-3,17%
Φυλή	45965	39137	17,45%
Άνω Λιόσια	33565	27305	22,93%
Ζεφύρι	9454	9130	3,55%
Φυλή	2946	2702	9,03%
<b>Π.Ε. Δυτικής Αττικής</b>	<b>160927</b>	<b>148514</b>	<b>8,36%</b>
<b>Σύνολο Δυτικών Προαστίων</b>	<b>650602</b>	<b>687515</b>	<b>-5,37%</b>

Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή 2001, 2011



**Σχήμα 5.1: Ποσοστά πληθυσμού των Δήμων των Δυτικών Προαστίων επί του συνολικού πληθυσμού.**

(Πηγή: Ίδια επεξεργασία βάσει δεδομένων ΠΙΝΑΚΑ 5.1)

Παρατηρείται ότι ο μεγαλύτερος πληθυσμιακά δήμος της περιοχής μελέτης είναι ο δήμος Περιστερίου με ποσοστό 21,5% επί του συνόλου, ο οποίος κατατάσσεται πληθυσμιακά ως δεύτερος Δήμος της Περιφέρειας Αττικής μετά το Δήμο Αθηναίων.

Σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική υπηρεσία και την απογραφή του 2011, το μέσο μέγεθος νοικοκυριού στην Ελλάδα διαμορφώνεται σε 2,6 άτομα, με το μεγαλύτερο μέγεθος (3 άτομα) να εμφανίζεται στην Περιφερειακή Ενότητα Δυτικού Τομέα Αθηνών. Χρησιμοποιώντας το πρώτο ποσοστό για την Π.Ε. Δυτικής Αττικής και το δεύτερο για την Π.Ε. Δυτικού Τομέα Αθηνών εκτιμάται ότι η περιοχή ενδιαφέροντος αποτελείται από **225.120 νοικοκυριά**.

Σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία για την **ανεργία**, η περιοχή μελέτης παρουσιάζει τα υψηλότερα ποσοστά ανεργίας σε εθνικό επίπεδο, χωρίς να συμπεριλαμβάνεται στα ποσοστά αυτά η ανεργία των οικονομικών μεταναστών που κατοικούν στην περιοχή, και η οποία είναι ιδιαίτερα αυξημένη (ΑΣΔΑ, 2012).

Μια αντιπροσωπευτική εικόνα για την επικρατούσα κατάσταση στα επίπεδα της ανεργίας αποτελούν τα ποσοστά ανεργίας για τους Δήμους Αγίων Αναργύρων – Καματερού και Αιγάλεω. Συγκεκριμένα, η ανεργία στο Δήμο Αγίων Αναργύρων – Καματερού ανέρχεται στο 21,03%, ενώ η ανεργία νέων πτυχιούχων στο 35% (Αναπτυξιακό Έργο ΑΤΤΙΚΑΙΝ, 2014) και στο δήμο Αιγάλεω τα ποσοστά ανέρχονται στο 20% – 25% (ΑΣΔΑ, 2012). Αντίστοιχα μεγέθη παρουσιάζονται και στους υπόλοιπους δήμους ενδιαφέροντος.

Αναφορικά με την οικονομική δραστηριότητα, η περιοχή των δυτικών προαστίων έχει πληγεί σταδιακά από φαινόμενα αποβιομηχάνισης. Παράλληλα, εξαιτίας της κοινωνικοοικονομικής κρίσης των τελευταίων ετών, παρατηρείται κατάρρευση των επιχειρήσεων, κυρίως στον δευτερογενή τομέα παραγωγής, αλλά και στον τριτογενή, του οποίου η συνεισφορά την περασμένη δεκαετία είχε φθάσει στο 80% των συνολικών εσόδων (ΑΣΔΑ, 2012). Παρ' όλα αυτά ένα μεγάλο κομμάτι της βιομηχανίας – βιοτεχνίας της Αττικής στηρίζεται στις δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στην περιοχή των Δυτικών προαστίων και κυρίως στις περιοχές της Π.Ε. Δυτικής Αττικής.

Συνοψίζοντας, η χωρική ενότητα των Δυτικών Προαστίων δέχεται σφοδρά πλήγματα στον οικονομικό, αλλά και κοινωνικό τομέα εξαιτίας όχι μόνο της παρούσας κρίσης, αλλά και της πολιτικής της λιτότητας και δημοσιονομικής πειθαρχίας, η οποία οδηγεί σε κατάρρευση των όποιων προσπαθειών για ανάπτυξη και μεγεθύνει όλα τα προβλήματα της περιοχής. Προβλήματα όπως τα ποσοστά ανεργίας που αυξάνονται ολοένα και περισσότερο, το χαμηλό επίπεδο εκπαίδευσης και τα χαμηλά εισοδήματα, καθώς και η υποβάθμιση του φυσικού και αστικού περιβάλλοντος. Η έλλειψη ολοκληρωμένης προστασίας των ορεινών όγκων που περικλείουν την περιοχή ενδιαφέροντος, η ανεξέλεγκτη λειτουργία του μοναδικού Χ.Υ.Τ.Α. για όλη την περιφέρεια Αττικής στα όριά της, καθώς και η συσσώρευση δραστηριοτήτων επιβαρυντικών για το περιβάλλον, η μη τακτοποίηση των ρεμάτων και η ταυτόχρονη ρύπανση πολλών από αυτά, η εγκατάλειψη κρίσιμων πνευμόνων όπως το Πάρκο Περιβαλλοντικής Ευαισθητοποίησης «Αντώνης Τρίτσης», η ανεπάρκεια στις αστικές συγκοινωνίες, είναι προβλήματα τα οποία παραμένουν και οξύνονται, καθιστώντας την ευρύτερη περιοχή ως την «πίσω πόρτα» του Λεκανοπεδίου.

## **5.2 Υφιστάμενη κατάσταση στην παραγωγή και διαχείριση των Α.Σ.Α.**

### **5.2.1 Παραγωγή Α.Σ.Α. στα Δυτικά Προάστια**

Ο μέσος συντελεστής παραγωγής Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην Περιφέρεια Αττικής το 2005 ήταν 1,6 kg/κάτοικο/ημέρα και αποτελεί από τα υψηλότερα ποσοστά για την Ελλάδα (το εύρος τιμών του μέσου συντελεστή της χώρας κυμαινόταν από 0,6 έως 1,4 kg/κάτοικο/ημέρα) (Μπουρτσάλας, 2011).

Η παραγωγή Α.Σ.Α. στην περιοχή ενδιαφέροντος διαφέρει σημαντικά από το μέσο όρο παραγωγής της Περιφέρειας. Στον ΠΙΝΑΚΑ 6.2 δίνεται η παραγωγή Α.Σ.Α. ανά δήμο για τα έτη 2010, 2011, 2012 και 2013. Οι τιμές αυτές αποτελούν τις ποσότητες των απορριμμάτων που εισήλθαν στις εγκαταστάσεις του ΕΔΣΝΑ (Χ.Υ.Τ.Α., ΣΜΑ, ΕΜΑΚ) από τους Δήμους της Περιφερειακής Ενότητας Δυτικής Αττικής και του Δυτικού Τομέα Αθηνών (ΕΔΣΝΑ, 2014). Οι ποσότητες αυτές δεν αποτελούν το σύνολο των Α.Σ.Α., εφόσον δεν περιλαμβάνονται οι ποσότητες απορριμμάτων των μπλε κάδων, οι οποίες καταλήγουν στα Κέντρα Διαλογής Ανανεώσιμων Υλικών

(ΚΔΑΥ). Τα μη ανακυκλώσιμα υλικά των ΚΔΑΥ καταλήγουν στο Χ.Υ.Τ.Α. ως Υπολείμματα ΚΔΑΥ. Δεδομένου ότι το ποσοστό ανακύκλωσης των δήμων ενδιαφέροντος είναι πολύ μικρό, για τους υπολογισμούς μας θα χρησιμοποιηθούν τα στοιχεία αυτά θεωρώντας ότι η απόκλιση από τα πραγματικά δεδομένα δεν είναι μεγάλη.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2**

**Ποσότητες εισερχόμενων Α.Σ.Α. στον ΟΕΔΑ Φυλής για τα έτη 2011 - 2013 (t/έτος).**

Δήμος	Πληθυσμός (2011)	Ποσότητες (t)			
		2010	2011	2012	2013
Αγ. Ανάργυροι - Καματερό	62529	32.986,88	27.944,58	23.926,75	23.443,43
Αγ. Βαρβάρα	26550	12.965,96	11.538,53	10.830,63	10.267,42
Αιγάλεω	69946	42.325,85	34.363,50	30.419,96	29.639,80
Ίλιον	84793	42.374,57	34.921,02	31.616,15	31.302,66
Περιστερί	139981	94.938,12	70.794,18	61.550,76	58.722,16
Πετρούπολη	58979	25.113,72	21.981,30	20.238,39	20.254,52
Χαιδάρι	46897	24.865,04	21.831,69	20.086,78	19.567,10
Ασπρόπυργος	30251	50.797,23	33.985,93	31.046,55	28.161,37
Ελευσίνα	29902	26.496,11	20.499,95	15.948,47	15.307,21
Μάνδρα- Ειδυλλία	17885	11.063,51	11.061,38	10.655,03	9.630,04
Μέγαρα	36924	31.345,63	8.291,22	8.630,27	5.156,19
Φυλή	45965	29.178,49	25.754,05	29.019,10	27.709,62
<b>Σύνολα</b>	<b>650602</b>	<b>424.451,11</b>	<b>322.967,32</b>	<b>293.968,83</b>	<b>279.161,51</b>

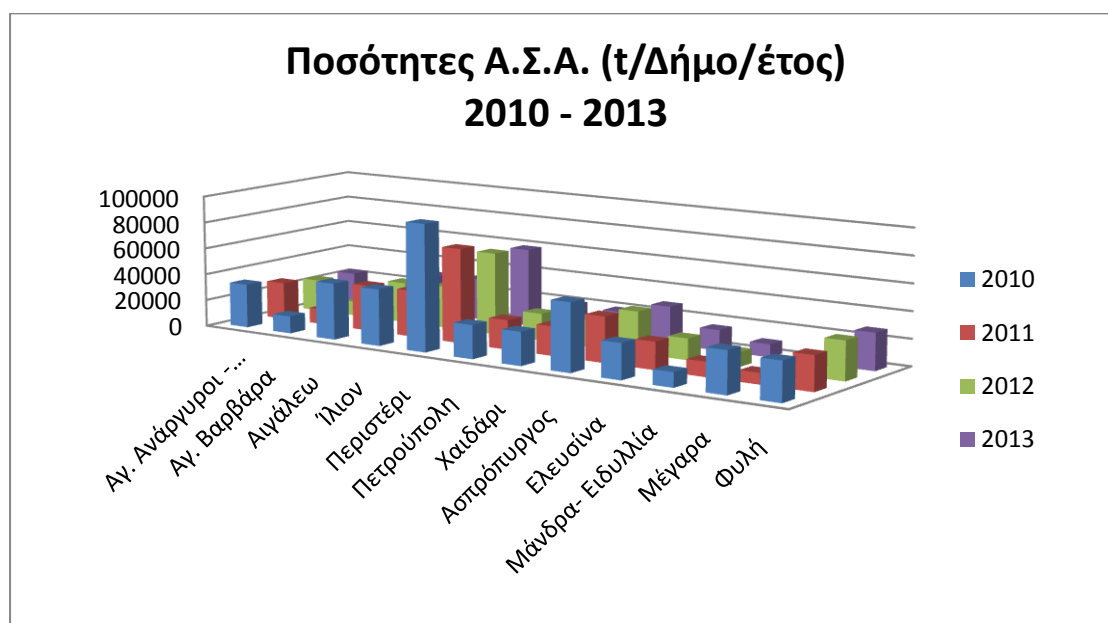
Πηγή: ΕΔΣΝΑ, 2014

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3**

**Ποσότητες εισερχομένων σε ΟΕΔΑ Φυλής ανά κάτοικο και έτος.**

Δήμος	Πληθυσμός (2011)	Ποσότητες / κάτοικο / έτος (kg)			
		2010	2011	2012	2013
Αγ. Βαρβάρα	26550	488,36	447,03	419,72	374,92
Αγ. Ανάργυροι – Καματερό	62529	527,55	462,50	399,57	386,72
Αιγάλεω	69946	605,12	510,76	448,47	423,75
Ίλιον	84793	499,74	428,61	388,43	369,17
Περιστερί	139981	678,22	517,34	451,11	419,50
Πετρούπολη	58979	425,81	386,79	358,49	343,42
Χαιδάρι	46897	530,21	485,99	448,25	417,24
Ασπρόπυργος	30251	1,679,19	1133,18	1035,82	930,92
Ελευσίνα	29902	886,20	719,68	563,26	511,91
Μάνδρα	17885	618,59	632,06	608,84	538,44
Μέγαρα	36924	848,92	748,25	247,16	139,64
Φυλή	45965	634,80	573,48	643,30	602,84
<b>Σύνολα / Μ.Ο.</b>	<b>650602</b>	<b>701,88</b>	<b>528,41</b>	<b>485,83</b>	<b>454,87</b>

Πηγή: ΕΔΣΝΑ, 2014



**Σχήμα 5.2: Εισερχόμενα Α.Σ.Α. στον ΟΕΔΑ Φυλής ανά δήμο της περιοχής μελέτης για τα έτη 2010-2012-2013**  
(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Την τετραετία αυτή παρατηρείται μείωση της παραγωγής Α.Σ.Α., η οποία οφείλεται κυρίως στην οικονομική κρίση των τελευταίων ετών που πλήττει ιδιαίτερα την περιοχή ενδιαφέροντος.

Η μέση συνολική παραγωγή Α.Σ.Α. για τα έτη 2011 – 2013 ανά δήμο είναι ίση με **298.699,22 t/έτος** , ενώ αντίστοιχα για την ίδια χρονική περίοδο η μέση τιμή παραγωγής Α.Σ.Α. ανά κάτοικο είναι **489,71 kg/κάτοικο/έτος**.

Ο Δήμος με την υψηλότερη παραγωγή Α.Σ.Α. είναι ο δήμος Περιστερίου, πράγμα αναμενόμενο μιας και ο εν λόγω δήμος είναι και ο πληθυσμιακά μεγαλύτερος από τους δήμους των Δυτικών προαστίων.

### **5.2.2 Διαχείριση Α.Σ.Α.**

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα της Αττικής είναι η διαχείριση των απορριμμάτων. Όπως προαναφέρθηκε, οι παραγόμενες ποσότητες απορριμμάτων είναι ιδιαίτερα μεγάλες, ενώ ακόμα και σήμερα δεν εφαρμόζεται ένα ολοκληρωμένο σχέδιο διαχείρισης. Από το 1979 (Παγωτέλης,2008) όταν τα



απορρίμματα της Αττικής διαθέτονταν στους Χ.Α.Δ.Α. των Άνω Λιοσίων και του Σχιστού, τη δημιουργία τριών Χ.Υ.Τ.Α. και πέντε Σ.Μ.Α. το 1984, την έναρξη μονάδας ανακύκλωσης του Ε.Σ.Δ.Κ.Ν.Α., το 1988, και την ολοκλήρωση του πρώτου Ε.Μ.Α.Κ., το 2006 δεν έχει γίνει σοβαρός σχεδιασμός για τη διαχείριση, με αποτέλεσμα το πρόβλημα να οξύνεται συνεχώς.

Σήμερα, εκτός από κάποια πιλοτικά προγράμματα στην Περιφέρεια Αττικής, τα υφιστάμενα έργα διαχείρισης απορριμμάτων περιλαμβάνουν (βάσει της πυραμίδας της ιεραρχίας για τη διαχείριση των απορριμμάτων):

- Τη χρήση του μπλε κάδου στο σύνολο κατοικιών, όπως καθορίζει το πρόγραμμα Δ.σ.Π. από το 1994 (Μπουρτσάλας, 2011).
- Τέσσερα Κέντρα Διαλογής και Αξιοποίησης Υλικών (Κ.Δ.Α.Υ.) στο Μαρούσι για 216.810 κατοίκους, στον Ασπρόπυργο για 1.895.980 κατοίκους, στη Φυλή για 1.115.071 κατοίκους και στην Ελευσίνα για 286.830 κατοίκους (Κασιδώνη, 2012).
- Έναν κεντρικό Σ.Μ.Α. για προσωρινή αποθήκευση 7.500 τόνων οικιακών απορριμμάτων την εβδομάδα για 6 μέρες και κατόπιν μεταφορά στον Χ.Υ.Τ.Α. Φυλής, τον Σ.Μ.Α. στην περιοχή του Ελαιώνα Αττικής (Αιγάλεω) με 1.256 τόνους ημερησίως, τον Σ.Μ.Α. Κηφισιάς με 455 τόνους την ημέρα και τον Σ.Μ.Α. Αλίμου – Ελληνικού – Γλυφάδας για φορτίο 595 τόνων την ημέρα (Μπουρτσάλας, 2011).
- Το εργοστάσιο Ε.Μ.Α.Κ. της Αττικής, το οποίο δέχεται 1200 τόνους την ημέρα απορρίμματα οικιών, την ύλη από βιολογική επεξεργασία των λυμάτων στην Ψυτάλλεια, κλαδέματα κήπων και πάρκων και φυτικά υπολείμματα, για 250 μέρες λειτουργίας. Το εργοστάσιο παράγει εδαφοβελτιωτικό κόμποστ, συμπιεσμένα κουτιά αλουμινίου υψηλής καθαρότητας, συμπιεσμένα σιδηρούχα μέταλλα και άλλα υλικά. Η μείωση της μάζας των απορριμμάτων υπολογίζεται στο 23%, ενώ τα υλικά που ανακτώνται δεν χαίρουν αγοραστικής δύναμης και διατίθενται στον Χ.Υ.Τ.Α. Φυλής (Μπουρτσάλας, 2011).
- Μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας με αξιοποίηση βιοαερίου από τον Χ.Υ.Τ.Α (λειτουργεί στον χώρο του Χ.Υ.Τ.Α.).

- Όσον αφορά στο στάδιο της τελικής διάθεσης, στην Αττική, λειτουργούν ακόμα 33 Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων (Μπουρτσάλας, 2011). Επίσης, υπάρχει ο Χ.Υ.Τ.Α. Φυλής με χαρακτηριστικά που τον καθιστούν τον μεγαλύτερο χώρο ταφής στην Ελλάδα. Ο Χ.Υ.Τ.Α. έχει υπερκορεστεί και η Περιφέρεια καλείται να βρει λύση στο πρόβλημα (Μπουρτσάλας, 2011).

Σήμερα ο Χ.Υ.Τ.Α. Φυλής δέχεται άνω των 7.000 τόνων ημερησίως, ενώ στην ΚΥΑ 76548/21-3-97 σύμφωνα με την οποία λειτούργησε ο εν λόγω χώρος, είχε καθοριστεί ότι είναι ικανός να δέχεται 3.500 τόνους/ημέρα για τα τρία πρώτα έτη λειτουργίας, ενώ τα επόμενα δύο έτη θα έπρεπε να δέχεται 2.900 τόνους ημερησίως. Η απόφαση αυτή αντικαταστάθηκε παράνομα με άλλες. Ο χώρος εξακολουθεί να λειτουργεί με σειρά παραβιάσεων των όρων των σχετικών αδειών, χωρίς την αναγκαία περιβαλλοντική παρακολούθηση και δεν εφαρμόζεται η οδηγία 2003/33/ΕΚ για την αποδοχή των αποβλήτων, όπου ανεξέλεγκτα απορρίπτονται παντός είδους απορρίμματα, χωρίς γνώση του τόπου και του τύπου προέλευσης αυτών, ενώ ο χώρος προορίζεται μόνο για οικιακά απόβλητα (Επιχειρησιακό Φυλής, 2012).

Από τα προαναφερθέντα προκύπτει ότι η πλειοψηφία των δραστηριοτήτων για τη διαχείριση των απορριμμάτων της Περιφέρειας είναι συγκεντρωμένη στα όρια της περιοχής ενδιαφέροντος με κυρίαρχη δραστηριότητα τη λειτουργία του μεγαλύτερου Χ.Υ.Τ.Α. της Ελλάδας.

## **6. Οικονομοτεχνική αξιολόγηση της μονάδας παραγωγής βιοαιθανόλης**

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται η οικονομοτεχνική αξιολόγηση του υπό εξέταση σχεδίου. Σε αυτό το πλαίσιο αρχικά παρατίθενται συνοπτικά θεωρητικά στοιχεία αναφορικά με τη χρηματοοικονομική αξιολόγηση των επενδυτικών σχεδίων. Ακολούθως, παρουσιάζεται η συνολική διαδικασία παραγωγής βιοαιθανόλης από διατροφικά απορρίμματα, η οποία αποτελείται από δύο διακριτά στάδια:

- Συλλογή και ξήρανση του οργανικού κλάσματος στην πηγή.
- Επεξεργασία και μετατροπή σε δεύτερης γενιάς βιοαιθανόλη.

Τέλος, διερευνάται η βιωσιμότητα του σχεδίου στη βάση των παραδοχών που υιοθετούνται και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του βασικού σεναρίου, σε συνδυασμό με αναλύσεις ευαισθησίας και ρίσκου με προσομοίωση Monte Carlo, και των εναλλακτικών σεναρίων χρηματοδότησης του έργου.

### **6.1 Χρηματοοικονομική αξιολόγηση επενδύσεων**

#### **6.1.1 Ο πίνακας ταμειακών ροών**

Η χρηματοοικονομική ανάλυση στοχεύει στον υπολογισμό των ταμειακών ροών που θα προκύψουν από την υλοποίηση του υπό εξέταση επενδυτικού σχεδίου. Η ταμειακή ροή ορίζεται από τη διαφορά δύο μεγεθών: της ταμειακής εισροής και της ταμειακής εκροής. Η διαφορά αυτή μπορεί να είναι θετική ή αρνητική. Η ταμειακή ροή αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο λειτουργίας, συνήθως ετήσια. Επομένως, για ένα επενδυτικό σχέδιο καταstrώνεται ο ΠΙΝΑΚΑΣ των ετήσιων ταμειακών ροών για την οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης.

Για την κατάstrωση του πίνακα των ταμειακών ροών είναι απαραίτητη η γνώση των κάτωθι μεγεθών:

- του συνολικού κεφαλαίου επένδυσης
- των ετήσιων δαπανών (σταθερά και αναλογικά λειτουργικά έξοδα, τόκοι, χρεολύσια, φόρος εισοδήματος, επιπρόσθετες εκταμιεύσεις κεφαλαίου, π.χ. για ανανέωση εξοπλισμού)
- των ετήσιων εσόδων
- των ετήσιων αποσβέσεων

Ο ΠΙΝΑΚΑΣ των ταμειακών ροών ενός επενδυτικού σχεδίου έχει την ακόλουθη μορφή:

	0	1	2	.....v
(1) Εκταμιεύσεις κεφαλαίου				
(2) Έσοδα				
(3) Έξοδα				
(4) Μεικτά κέρδη = (2) – (3)				
(5) Αποσβέσεις (συντ. απόσβεσης 20%)				
(6) Τόκοι				
(7) Φορολογητέο εισόδημα = (4) – (5) – (6)				
(8) Φόροι = (7) * Συντ. Φορολόγησης 25%				
(9) Καθαρά κέρδη μετά από φόρους = (7) – (8)				
(10) Χρεολύσια				
(11) Καθαρή Ταμειακή Ροή μετά από φόρους = (9) + (5) – (10) – (1)				

Η ταμειακή ροή του επενδυτικού σχεδίου ορίζεται ως το αλγεβρικό άθροισμα της ροής όλων των ετών της ζωής της επένδυσης. Δεδομένου όμως ότι οι χρηματικές

ροές πραγματοποιούνται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές είναι απαραίτητο πριν πραγματοποιηθεί το άθροισμα των ταμειακών ροών να γίνει η αναγωγή τους στην συγκεκριμένη χρονική στιγμή της αξιολόγησης, ήτοι να υπολογιστεί η παρούσα αξία κάθε ταμειακής ροής.

Η επιλογή του επιτοκίου προεξόφλησης αποτελεί από μόνη της ένα ιδιαίτερο ζήτημα, το οποίο αναπτύσσεται σε επόμενη ενότητα. Το επιτόκιο προεξόφλησης εξαρτάται από το κόστος κεφαλαίου, το οποίο είναι συνάρτηση του σχήματος της χρηματοδότησης και του κινδύνου που ενέχει η συγκεκριμένη επένδυση.

### **Τα μεγέθη του πίνακα των ταμειακών ροών**

#### ***A. Απαιτούμενο κεφάλαιο επένδυσης και πηγές χρηματοδότησης***

Το συνολικό κεφάλαιο της επένδυσης μπορεί να διακριθεί στο κεφάλαιο προ εγκατάστασης και στο κεφάλαιο εγκατάστασης της μονάδας (Καλιαμπάκος και Δαμίγος, 2008). Το κεφάλαιο προ εγκατάστασης συνίσταται στην αγορά οικοπέδων, στις ερευνητικές δαπάνες και στις δαπάνες της απαραίτητης υποδομής π.χ. δρόμοι για την προσπέλαση της περιοχής που θα κατασκευαστεί το έργο. Το κεφάλαιο εγκατάστασης περιλαμβάνει την αγορά του εξοπλισμού, την κατασκευή των κύριων και βοηθητικών κτιριακών εγκαταστάσεων, τα συστήματα ασφάλειας, κ.λπ. Επιπλέον, στο κόστος αυτό θα πρέπει να προστίθεται το κεφάλαιο κίνησης, το οποίο αφορά στο κόστος κάλυψης των λειτουργικών δαπανών της επιχείρησης συνήθως για ένα χρονικό διάστημα 3 – 6 μηνών.

#### ***B. Ετήσια έσοδα***

Τα έσοδα ισούνται γενικά με το γινόμενο της τιμής πώλησης του προϊόντος επί την αντίστοιχη ετήσια παραγωγή. Το πρόβλημα της εκτίμησης των ετήσιων εσόδων είναι ένα αντικείμενο με ιδιαίτερες απαιτήσεις, καθώς προϋποθέτει τόσο την εκτίμηση της ζήτησης όσο και της τιμής πώλησης. Το πρόβλημα αφορά κυρίως σε

σφάλματα κακής εκτίμησης της μελλοντικής ζήτησης εξαιτίας μεταβολών στην αγορά.

### **Γ. Ετήσιο κόστος λειτουργίας**

Το κόστος λειτουργίας καλύπτει όλη τη διαδικασία παραγωγής, σε σχέση με το είδος του παραγόμενου προϊόντος, καθώς και τα γενικά έξοδα διάθεσης, διοίκησης, κ.λπ. Αφετηρία υπολογισμού του κόστους λειτουργίας αποτελεί το σχέδιο εργασιών της επένδυσης, με τη βοήθεια του οποίου καταρτίζονται οι πίνακες του απαιτούμενου εξοπλισμού και του προσωπικού. Τα περισσότερα σφάλματα κατά την κοστολόγηση οφείλονται σε:

- εσφαλμένες παραδοχές σχετικά με την απόδοση του εξοπλισμού,
- παραλήψεις κατά τον υπολογισμό των γενικών εξόδων
- λανθασμένες εκτιμήσεις για το κόστος ανταλλακτικών και συντήρησης των μηχανημάτων.

### **Δ. Αποσβέσεις**

Οι αποσβέσεις είναι η λογιστική διαπίστωση της μείωσης της αξίας των πάγιων στοιχείων μιας επιχείρησης λόγω φθοράς από τη χρήση ή λόγω τεχνολογικής απαξίωσης. Η πρακτική των αποσβέσεων συνίσταται στην αφαίρεση ενός συγκεκριμένου ποσού από τα ακαθάριστα κέρδη σε ετήσια βάση, μέχρις ότου το άθροισμα των ετήσιων αποσβέσεων να γίνει ίσο με την αξία αγοράς των πάγιων στοιχείων. Ο τρόπος υπολογισμού της απόσβεσης επηρεάζει τα καθαρά κέρδη κι επομένως την απόδοση της επένδυσης. Για το λόγο αυτό κατά την αξιολόγηση επενδυτικών στοιχείων είναι σκόπιμο να χρησιμοποιείται η μέθοδος απόσβεσης που προβλέπεται από το ισχύον φορολογικό καθεστώς.

### **Ε. Τόκοι και χρεολύσια**

Οι τόκοι αναφέρονται στο κόστος του δανειακού κεφαλαίου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο κι εξαρτώνται από το ύψος του δανείου, το επιτόκιο δανεισμού, τον χρόνο εξόφλησης του δανείου και την περίοδο χάριτος (δηλ. το χρονικό

διάστημα που δεν υπάρχει υποχρέωση καταβολής χρεολυτικών δόσεων). Τα χρεολύσια αναφέρονται στην ετήσια δόση αποπληρωμής του κεφαλαίου.

### **ΣΤ. Φορολογητέο εισόδημα και φόροι**

Οι φόροι που καταβάλλονται από την επιχείρηση αποτελούν εκροή, η οποία υφίσταται μόνο σε περίπτωση κερδοφορίας. Οι φόροι αντιστοιχούν σε ένα ποσοστό επί του φορολογητέου εισοδήματος της επιχείρησης, το ύψος του οποίου καθορίζεται από την αντίστοιχη νομοθεσία.

### **6.1.2. Βασικά κριτήρια αξιολόγησης επενδυτικών σχεδίων**

Τα δύο επικρατέστερα κριτήρια αξιολόγησης ενός επενδυτικού σχεδίου είναι:

- το κριτήριο της Καθαρής Παρούσας Αξίας (Net Present Value – NPV) και
- το κριτήριο της Εσωτερικής Απόδοσης επί του Κεφαλαίου (Internal Rate of Return – IRR)

#### **A. Η Καθαρά Παρούσα Αξία**

Η **Καθαρά Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)** ορίζεται ως η διαφορά της παρούσας αξίας των ετήσιων εισοδημάτων μείον την παρούσα αξία των ετήσιων εξόδων, συμπεριλαμβανομένων των επενδύσεων. Στην πράξη κι εφόσον έχει καταστρωθεί ο ΠΙΝΑΚΑΣ των ταμειακών ροών, η ΚΠΑ υπολογίζεται ως η διαφορά των χρηματικών εισροών (καθαρών ταμειακών ροών μετά φόρων) μείον το κόστος των επενδύσεων, όπως, δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$\text{ΚΠΑ} = \sum_{\tau=1}^{\nu} \frac{\text{ΚΤΡ}_{\tau}}{(1+\varepsilon)^{\tau}} - E_0$$

όπου: ΚΠΑ = η Καθαρά Παρούσα Αξία του σχεδίου

ΚΤΡ<sub>τ</sub> = η Καθαρή Ταμειακή Ροή το έτος τ

E<sub>0</sub> = η αρχική επένδυση το χρόνο τ=0

ν = η διάρκεια ζωής του επενδυτικού σχεδίου

$\varepsilon$  = το επιτόκιο προεξόφλησης

### **B. Ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης επί του Κεφαλαίου**

Ο **Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ)** του κεφαλαίου ορίζεται μαθηματικά ως το επιτόκιο προεξόφλησης που μηδενίζει την ΚΠΑ, δηλ. εκείνο το επιτόκιο προεξόφλησης που εξισώνει την αρχική επένδυση με την αξία όλων των μελλοντικών ταμιακών ροών. Η διαφορά μεταξύ του επιτοκίου που δίνεται από τον ΕΒΑ και του επιτοκίου της προεξόφλησης έγκειται στο γεγονός ότι το πρώτο προσδιορίζεται από τα χαρακτηριστικά του πίνακα των ταμιακών ροών (για το λόγο αυτό καλείται και εσωτερική απόδοση) ενώ το επιτόκιο προεξόφλησης καθορίζεται εξωγενώς από τον επενδυτικό φορέα.

Ο τύπος που δίνει τον ΕΒΑ είναι ο ακόλουθος:

$$ΚΠΑ = 0 = \sum_{\tau=1}^v \frac{ΚΤΡ_{\tau}}{(1 + ΕΒΑ)^{\tau}} - E_0$$

όπου:  $ΚΤΡ_{\tau}$  = η Καθαρή Ταμιακή Ροή το έτος  $\tau$

$E_0$  = η αρχική επένδυση το χρόνο  $\tau=0$

$v$  = η διάρκεια ζωής του επενδυτικού σχεδίου

$ΕΒΑ$  = το επιτόκιο προεξόφλησης που καθιστά την ΚΠΑ = 0

### **Γ. Αξιολόγηση του επενδυτικού σχεδίου**

Όταν εξετάζεται ένα επενδυτικό σχέδιο οι όροι αποδοχής ή απόρριψής του σε σχέση με τα δύο αυτά κριτήρια διαμορφώνονται ως εξής:

#### **α. Για την Καθαρά Παρούσα Αξία**

$ΚΠΑ > 0$ , η επένδυση θεωρείται συμφέρουσα

$ΚΠΑ = 0$ , το οικονομικό αποτέλεσμα της επένδυσης είναι οριακό

$ΚΠΑ < 0$ , η επένδυση απορρίπτεται

#### **β. Για τον Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης του κεφαλαίου:**



EBA > από το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο προεξόφλησης, η επένδυση θεωρείται συμφέρουσα

EBA = με το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο προεξόφλησης, η επένδυση θεωρείται οριακή, εφαρμόζεται όταν δεν υπάρχει καλύτερη εναλλακτική λύση

EBA < από το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο προεξόφλησης, η επένδυση απορρίπτεται.

Όταν πραγματοποιείται σύγκριση μεταξύ δύο ή περισσότερων εναλλακτικών επενδυτικών σχεδίων προκρίνεται το σχέδιο που εμφανίζει την καλύτερη απόδοση, δηλ. την υψηλότερη ΚΠΑ ή τον υψηλότερο EBA. Όπως αναφέρθηκε και οι δύο μέθοδοι χρησιμοποιούνται ευρύτατα και μάλιστα σε συνδυασμό, καθώς κάθε μία από τις δύο μεθόδους εμφανίζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Ανεξάρτητα από το κριτήριο που θα χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των επενδυτικών σχεδίων δεν θα πρέπει να παραβλέπεται ότι η ορθότητα των υπολογισμών στηρίζεται σε έναν σωστό πίνακα ταμιακών ροών. Στην κατεύθυνση αυτή είναι χρήσιμο να τηρούνται οι ακόλουθες θεωρητικές παραδοχές (Torries, 1998):

Όλες οι μεταβλητές που εισάγονται στον πίνακα θα πρέπει να είναι γνωστές με βεβαιότητα. Στην πραγματικότητα οι μεταβλητές που εισάγονται στο μοντέλο σπάνια είναι σαφώς καθορισμένες και πλήρως γνωστές. Υπάρχει πάντα ένας κίνδυνος που πηγάζει από διάφορες πηγές αβεβαιότητας και προς την κατεύθυνση αυτή χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές όπως ανάλυση ευαισθησίας, πιθανολογική διερεύνηση με Monte Carlo, κ.ά.

Τα εναλλακτικά σχέδια που πρόκειται να αξιολογηθούν θα πρέπει να έχουν συγκρίσιμα επιτόκια προεξόφλησης, τα οποία θα αντανakλούν τον κίνδυνο των διαφορετικών επιλογών. Ο όρος «συγκρίσιμα» δεν σημαίνει ίδια. Κάθε σχέδιο συνεπάγεται διαφορετικό κίνδυνο για τον επενδυτή, επομένως, το επιτόκιο προεξόφλησης δύναται να είναι διαφορετικό.

Όλα τα εναλλακτικά σχέδια που συγκρίνονται με πίνακα ταμειακών ροών θα πρέπει να καταστρώνονται με κοινό μοντέλο διαχείρισης των φόρων, του εισοδήματος, των αποσβέσεων, κ.λπ. Αυτό συνεπάγεται ότι οι συγκρίσεις θα πρέπει να γίνονται σε μια κοινή βάση (π.χ. σύγκριση ΚΠΑ μετά φόρων ή προ φόρων σε όλα σχέδια, αποσβέσεις σύμφωνα με το ισχύον πλαίσιο, κ.λπ.).

Όλα τα εναλλακτικά σχέδια που συγκρίνονται με πίνακα ταμειακών ροών και πρόκειται να αξιολογηθούν με βάση τον ΕΒΑ υπό συνθήκες περιορισμένου κεφαλαίου και αμοιβαίως αποκλειόμενων σχεδίων θα πρέπει να έχουν την ίδια οικονομική ζωή. Ο υπολογισμός του ΕΒΑ για σχέδια με διαφορετική οικονομική ζωή είναι μαθηματικά εφικτός χωρίς κανένα πρόβλημα. Εντούτοις, από επιχειρηματικής πλευράς είναι χρήσιμη η πληροφορία της συνολικής οικονομικής απόδοσης δύο επιλογών για την ίδια περίοδο χρόνου.

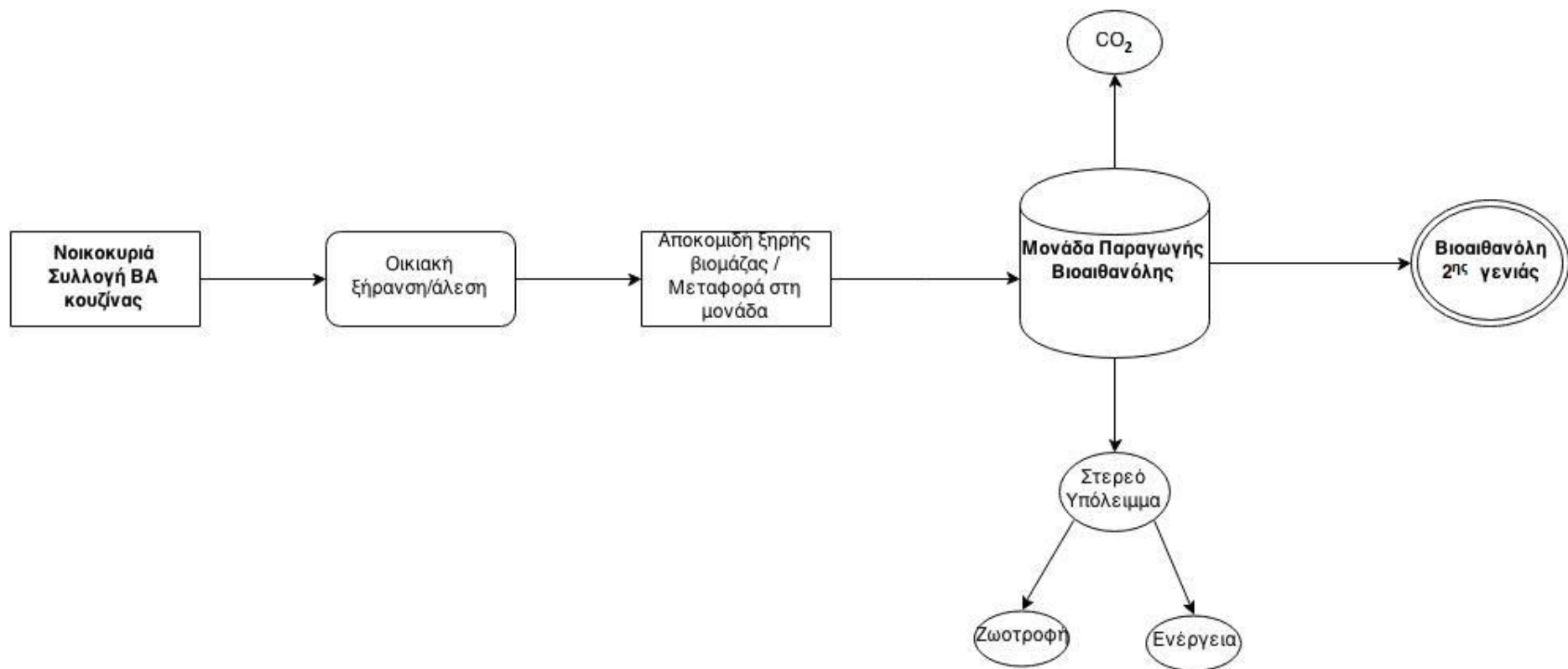
Όλα τα εναλλακτικά σχέδια που συγκρίνονται με πίνακα ταμειακών ροών και πρόκειται να αξιολογηθούν με βάση τον ΕΒΑ υπό συνθήκες σπανιότητας κεφαλαίου και αμοιβαίως αποκλειόμενων σχεδίων θα πρέπει να έχουν την ίδια αρχική επένδυση. Στην πράξη λίγα σχέδια έχουν την ίδια αρχική επένδυση. Όμως είναι χρήσιμο, από επιχειρηματικής πλευράς, να προσδιορίζεται η συνολική απόδοση των σχεδίων για ίδιες επενδυτικές ευκαιρίες.

## 6.2 Περιγραφή επενδυτικού σχεδίου

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του επενδυτικού σχεδίου.

Το επενδυτικό σχέδιο βασίζεται σε δύο βασικά στάδια: τη συλλογή της πρώτης ύλης και την επεξεργασία της προς παραγωγή βιοαιθανόλης. Η συλλογή, η ξήρανση και ο τεμαχισμός του προϊόντος πραγματοποιείται στην πηγή της παραγωγής των βιοαποβλήτων, δηλαδή σε κάθε κατοικία των δήμων της περιοχής μελέτης, από τους ίδιους τους πολίτες. Ακολούθως, το αποξηραμένο προϊόν οδηγείται στους ειδικούς κάδους αποκομιδής, όπου συλλέγεται από κατάλληλα απορριμματοφόρα και μεταφέρεται στη μονάδα επεξεργασίας. Ακολουθεί η επεξεργασία της πρώτης ύλης σύμφωνα με τις μεθόδους που περιγράφηκαν στο Κεφ. 4, και η παραγωγή του τελικού προϊόντος, δηλαδή βιοαιθανόλη 2<sup>ης</sup> γενιάς. Από τη διαδικασία μετατροπής εκτός από βιοαιθανόλη προκύπτει και ένα στερεό υπόλειμμα μεγάλης θρεπτικής αξίας, το οποίο μπορεί να πωληθεί ως ζωοτροφή ή να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και σημαντική ποσότητα CO<sub>2</sub>.

Η συνολική διαδικασία παρουσιάζεται στο Σχήμα 6.1.



Σχήμα 6.1: Διάγραμμα ροής συνολικής διαδικασίας (Συλλογή – Μεταφορά – Επεξεργασία)  
(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

### **6.2.1 Περιγραφή Μοντέλου Οικιακής Ξήρανσης**

Το πρώτο στάδιο της παραγωγής βιοαιθανόλης σε κάθε περίπτωση αποτελεί η παραγωγή και συλλογή της πρώτης ύλης. Στην περίπτωση που εξετάζεται στην παρούσα εργασία, η πρώτη ύλη αποτελείται από αποξηραμένο οργανικό κλάσμα από βιοαπόβλητα κατοικιών, το οποίο έχει συλλεχθεί και αποξηρανθεί στην πηγή (στις κατοικίες). Η επιλογή αυτή δεν είναι τυχαία, καθώς όπως αναλύθηκε στο Κεφ. 4 η απόδοση των μονάδων παραγωγής βιοαιθανόλης εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από το είδος της πρώτης ύλης. Το οργανικό κλάσμα των διατροφικών απορριμμάτων, πλούσιο σε σάκχαρα, αποτελεί ιδανικό υπόστρωμα για την παραγωγή βιοαιθανόλης, εφόσον η αιθανόλη που παράγεται είναι υψηλής καθαρότητας (96% τουλάχιστον). Σημαντικό παράγοντα για τη βέλτιστη απόδοση αποτελεί και η ξήρανση του αρχικού προϊόντος. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η σήψη της πρώτης ύλης και άρα το υπόστρωμα διατηρεί ουσιαστικά όλες τις ιδιότητες και τα συστατικά του, προς περαιτέρω επεξεργασία.

Οι βασικές παράμετροι από τις οποίες εξαρτάται η αποτελεσματικότητα και λειτουργικότητα ενός προγράμματος διαλογής υλικών στην πηγή είναι (Λοϊζίδου, 2012):

- Το είδος των προς ανάκτηση υλικών.
- Η δυνητικά ανακτήσιμη ποσότητα υλικών προς ανακύκλωση ή επαναχρησιμοποίηση.
- Ο σωστός σχεδιασμός του συστήματος συλλογής, μεταφοράς και αξιοποίησης των δυνητικά ανακτήσιμων υλικών και η πλήρης ενσωμάτωσή του στο συνολικό σύστημα διαχείρισης των απορριμμάτων.
- Η δυνατότητα απρόσκοπτης προώθησης των ανακτηθέντων υλικών στις αντίστοιχες αγορές.
- Η ποιότητα των ανακτηθέντων υλικών.

- Η ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κοινού (ανάπτυξη περιβαλλοντικής συνείδησης), έτσι ώστε να επιτευχθεί αυξημένη συμμετοχή του στα προγράμματα ανακύκλωσης υλικών.
- Η πρόληψη και έγκαιρη αντιμετώπιση πιθανών οργανωτικών δυσκολιών και λειτουργικών προβλημάτων.

Δεδομένης της παρούσας κατάστασης σχετικά με τη διαχείριση των απορριμμάτων στην Ελλάδα, αλλά και των επιταγών της Ε.Ε. για στροφή σε μία κυκλική οικονομία, η αξιοποίηση των απορριμμάτων διευκολύνεται σημαντικά με το διαχωρισμό των ροών στην πηγή, ειδικά για τη ροή των βιοαποβλήτων, η οποία είναι δύσκολα διαχειρίσιμη.

Οι συσκευές ξήρανσης οικιακών ΒΑ αποτελούν έναν εναλλακτικό τρόπο συλλογής και προεπεξεργασίας των οργανικών απορριμμάτων κουζίνας. Η λειτουργία των συσκευών αυτών μπορεί να παρομοιαστεί σε μεγάλο βαθμό με τη λειτουργία ενός οικιακού φούρνου, χρησιμοποιώντας τεχνολογία μικροκυμάτων. Τέτοιες συσκευές - οι οποίες να αφορούν στην απομάκρυνση της περιεχόμενης υγρασίας του οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων της κουζίνας – διατίθενται στο εμπόριο κυρίως σε μεγαλύτερη κλίμακα, όπως σε εστιατόρια (π.χ. Food Waste Recycling (Commercial On –Site Organic Waste Reduction and Conversion)), ανά ομάδες κατοικιών (π.χ. σύστημα Sommus (Dry Food WASTE – Sommus Method by Lars Smedlund)).

Παράδειγμα τέτοιας συσκευής αποτελεί η συσκευή Loofen LF-07 (LOOFEN IRELAND FOOD WASTE RECYCLING) χωρητικότητας 5L, διαστάσεων 270mm (πλάτος) X 292mm (μήκος) X 350mm (ύψος) και κόστους 200€ (Εικόνα 6.1).



**Εικόνα 6.1: Οικιακός ξηραντήρας Loofen LF-07 της εταιρίας LOOFEN IRELAND FOOD WASTE RECYCLING.**

(Πηγή: <http://www.loofenireland.com/lf-07.html>)

Η συγκεκριμένη συσκευή αφαιρεί την υγρασία και μειώνει τον όγκο των απορριμμάτων των τροφίμων (Εικόνα 6.2). Παράλληλα χρησιμοποιεί ένα πατενταρισμένο σύστημα απόσμησης που εξαλείφει όλες τις μυρωδιές κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ξήρανσης.



**Εικόνα 6.2: Κάδος οικιακού ξηραντή Loofen LF – 07 πριν και μετά τη ξήρανση.**

(Πηγή: [http://www.loofenireland.com/how\\_it\\_works\\_domestic.html](http://www.loofenireland.com/how_it_works_domestic.html))

Το τελικό ξηρό προϊόν έχει τη δυνατότητα αποθήκευσης για μεγάλα χρονικά διαστήματα σε μια οικία, καθώς η αφαίρεση της υγρασίας από το εσωτερικό του το έχει αδρανοποιήσει από μικροβιακή άποψη. Το υλικό μπορεί έτσι να συλλεχθεί από τον αρμόδιο φορέα διαχείρισης σε αραιότερα χρονικά διαστήματα, χωρίς να απαιτείται η συλλογή του σε καθημερινή βάση.

Βασικά σημεία των υπαρχόντων συστημάτων είναι το σύστημα θερμού αέρα που διαθέτουν και το φίλτρο ενεργού άνθρακα κατακράτησης οσμών, οι οποίες μπορεί να προέλθουν από τη διεργασία της ξήρανσης (Εικόνα 6.3).



**Εικόνα 6.3: Φίλτρο ενεργού άνθρακα του συστήματος ξήρανσης της εταιρίας Loofen (Πηγή: Loofen, 2012)**

Στο εμπόριο υπάρχουν συστήματα τα οποία όχι μόνο ξηραίνουν, αλλά και κονιορτοποιούν το υλικό για μεγαλύτερη ελάττωση του όγκου των διατροφικών απορριμμάτων (Εικόνες 6.4, 6.5).



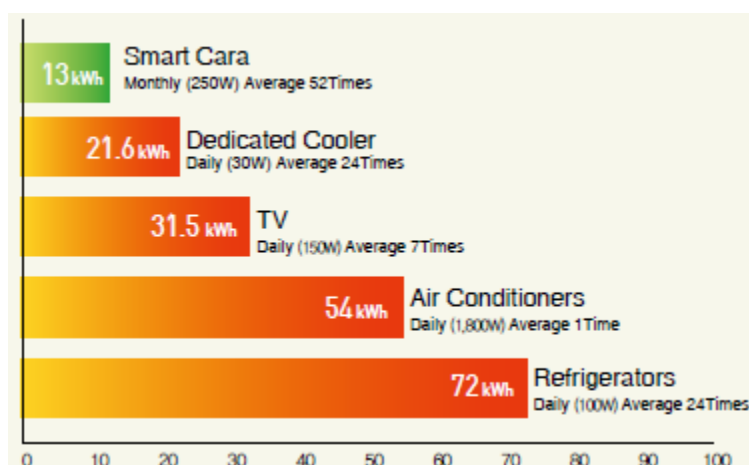
**Εικόνα 6.4: Σύστημα οικιακής ξήρανσης BA της εταιρίας COWAY (Πηγή: Project Waste2Bio, 2012)**





Εικόνα 6.5: Αποξηραντής διατροφικών απορριμμάτων Smart Cara  
(Πηγή: <http://www.smartcara.com/images/main/CS1020.pdf>)

Ο αποξηραντής διατροφικών απορριμμάτων Smart Cara αφαιρεί την περιεχόμενη υγρασία των απορριμμάτων και παράλληλα τα τεμαχίζει αφήνοντας ως υπόλειμμα στεγνή σκόνη με όγκο ίσο με το 10-20% του αρχικού. Διαθέτει σύστημα εξοικονόμησης ενέργειας με αυτόματους αισθητήρες μέτρησης του όγκου των απορριμμάτων και περιοδικό έλεγχο των επιπέδων υγρασίας. Στο Σχήμα 6.2 γίνεται σύγκριση της ενεργειακής κατανάλωσης της συγκεκριμένης συσκευής με κάποιες από τις συνηθισμένες ηλεκτρικές συσκευές μιας οικίας.



Σχήμα 6.2: Συγκριτικό διάγραμμα μέσης κατανάλωσης ενέργειας ηλεκτρικών συσκευών οικίας.  
(Πηγή: <http://www.smartcara.com/images/main/CS1020.pdf>)

Ο θάλαμος της συσκευής είναι επικαλυμμένος και εσωτερικά και εξωτερικά με πολλαπλές στρώσεις καθιστώντας το σύστημα κονιορτοποίησης ισχυρότερο και αποδοτικότερο (Εικόνα 6.6).



Εικόνα 6.6: Θάλαμος ξήρανσης της συσκευής Smart Cara.  
(Πηγή: <http://www.smartcara.com/images/main/CS1020.pdf>)

Στην Εικόνα 6.7 φαίνονται τα χαρακτηριστικά λειτουργίας της συσκευής Smart Cara.

	<b>Pulverization and Dehydration</b>
Processing type	Heat+Air (convection)
Volume Reduction	Reduced by an Avg. of 80%
Processing time	Avg. 3-4 hours
Power Consumption (hourly)	250 kWh
Power Consumption	4 x 250=1kWh
Deodorization	Multiple Carbon filters
Resulting Food Waste	Pulverized, dry powder
	
	\$ 300,000 ~ \$ 500,000

Εικόνα 6.7 : Χαρακτηριστικά λειτουργίας ξηραντήρα Smart Cara  
(Πηγή: <http://www.smartcara.com>)

Τέλος, υπάρχουν συστήματα τα οποία μπορούν να εγκατασταθούν εντός ή εκτός της οικίας ανάλογα με τις προτιμήσεις του κοινού, όπως το σύστημα οικιακής ξήρανσης το οποίο αναπτύχθηκε από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο στο πλαίσιο του προγράμματος DRYWASTE του Ε.Μ.Π. σε συνεργασία με το φορέα τοπικής αυτοδιοίκησης του Δήμου Παπάγου – Χολαργού, για την ανάδειξη νέων τρόπων και μεθόδων στη διαχείριση απορριμμάτων (Εικόνα 6.8).



Εικόνα 6.8: Σύστημα οικιακής ξήρανσης εξωτερικού χώρου από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (Πηγή: DRYWASTE, 2012)

### **6.2.2 Μέθοδοι Συλλογής και Μεταφοράς Ξηρού Υλικού**

#### **Προσωρινή αποθήκευση**

Για την προσωρινή αποθήκευση των υπολειμμάτων τροφίμων εντός της κουζίνας χρησιμοποιούνται συνήθως τέσσερα διαφορετικά μέσα:

- Μικροί κάδοι κουζίνας
- Σακούλες από βιοαποδομήσιμο υλικό
- Χάρτινες σακούλες
- Πλαστικές σακούλες

Επίσης μπορεί να συνδυαστεί η χρήση κάδου και σακούλας. Στην περίπτωση αυτή, το κάθε νοικοκυριό εξοπλίζεται με ένα μικρό κάδο χωρητικότητας 7-10lt, ο οποίος τοποθετείται στο χώρο της κουζίνας και αποτελεί το προσωρινό μέσο αποθήκευσης πριν τη μεταφορά στον εξωτερικό κάδο.

Στην περίπτωση διαλογής με οικιακή ξήρανση, που μελετάει η παρούσα εργασία, το υλικό τροφοδοσίας της μονάδας παραγωγής βιοαιθανόλης πρέπει να είναι όσο το δυνατόν καθαρότερο από προσμίξεις άλλων υλικών. Επομένως, όποιο και να είναι το σύστημα αποθήκευσης θα πρέπει να αφαιρεθούν πριν την εναπόθεση του υλικού στον εξωτερικό κάδο συλλογής.

### **Συστήματα εξωτερικής συλλογής**

Οι κύριες μέθοδοι συλλογής των υπολειμμάτων τροφών που εφαρμόζονται ευρέως στον Ευρωπαϊκό χώρο είναι:

- Η συλλογή σε κεντρικούς κάδους που βρίσκονται τοποθετημένοι σε πυκνό δίκτυο κοντά στις οικίες
- Η συλλογή πόρτα – πόρτα από κάθε νοικοκυριό ή κατοικία.

Το πρώτο σύστημα συλλογής βασίζεται σε ένα πυκνό δίκτυο κάδων, σε μικρή σχετικά απόσταση από κάθε νοικοκυριό. Ο πολίτης μεταφέρει τα διαχωρισμένα κλάσματα των αποβλήτων στους κάδους, απ' όπου συλλέγονται. Οι κάδοι αυτοί είναι κοινοί και εξυπηρετούν συγκεκριμένο αριθμό νοικοκυριών. Η προσωρινή αποθήκευση γίνεται συνδυάζοντας τη χρήση εσωτερικού κάδου κουζίνας ή και των υπόλοιπων μέσων που προαναφέρθηκαν. Η μέθοδος αυτή είναι κατάλληλη κυρίως για περιοχές με υψηλή πυκνότητα δόμησης και περιορισμένο διαθέσιμο χώρο.

Στο σύστημα συλλογής πόρτα – πόρτα, κάθε κτίριο διαθέτει κάδο αποκλειστικής χρήσης μεγέθους συνήθως 30 – 360lt για τη διαλογή των υπολειμμάτων τροφών. Η μέθοδος αυτή είναι κυρίως κατάλληλη για μονοκατοικίες ώστε να είναι δυνατή η τοποθέτηση του κάδου συλλογής σε κάποιο εξωτερικό ιδιόκτητο χώρο της οικίας ή και σε πολυκατοικίες εφόσον υπάρχει διαθέσιμος χώρος. Ωστόσο, το κόστος συλλογής αυξάνει στην περίπτωση αυτή εφόσον απαιτούνται περισσότερα δρομολόγια από τα ειδικά απορριμματοφόρα οχήματα καθώς και περισσότερο προσωπικό και στάσεις.

Στην υπό εξέταση περίπτωση επιλέγεται συνδυασμός της χρήσης εσωτερικού πλαστικού κάδου και εναπόθεσης του προϊόντος σε κοινούς εξωτερικούς κάδους ανά ομάδα νοικοκυριών. Αξίζει να σημειωθεί ότι το οργανικό κλάσμα που

συλλέγεται στην περίπτωση μας επειδή έχει υποστεί ξήρανση δεν αποτελεί πηγή μολύνσεων, ενώ αποφεύγεται η δημιουργία οσμών σε αντίθεση με μη επεξεργασμένο κλάσμα βιοαποβλήτων. Επομένως, καθίσταται δυνατή η παραμονή του υλικού στους κάδους για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, χωρίς οχλήσεις, ενώ παράλληλα η ανάγκη καθαρισμού / πλυσίματος των κάδων μειώνεται σημαντικά.

Συγκεκριμένα προτείνεται να χρησιμοποιηθούν εσωτερικοί κάδοι χωρητικότητας **5lt** (Εικόνα 6.9) για κάθε οικία και εξωτερικοί δίτροχοι κάδοι χωρητικότητας **240lt** (Εικόνα 6.10). Η επιλογή της συγκεκριμένης χωρητικότητας εξωτερικών κάδων γίνεται για τους εξής λόγους:

- Οι ποσότητες των ξηρών οργανικών αποβλήτων είναι μικρές σε σχέση με το σύνολο των Α.Σ.Α.
- Είναι εύκολοι στη χωροθέτησή τους, λόγω του μικρού μεγέθους τους
- Η μετακίνησή τους από το προσωπικό καθαριότητας είναι ευκολότερη σε σχέση με τους κάδους των 360 lt.



**Εικόνα 6.9 :** Δείγμα κάδου εσωτερικού χώρου για τη συλλογή του ξηρού οργανικού προϊόντος



**Εικόνα 6.10:** Εξωτερικός δίτροχος κάδος προσωρινής αποθήκευσης 240lt  
(Πηγή: Athens BioWaste, 2011)

Στο επόμενο σχήμα παρουσιάζεται διαγραμματικά η διαδικασία της πρώτης φάσης του επενδυτικού σχεδίου που μελετά η παρούσα εργασία, δηλαδή η διαλογή και ξήρανση στην πηγή των διατροφικών απορριμμάτων από τα νοικοκυριά, η προσωρινή αποθήκευση σε εξωτερικούς κάδους και η μεταφορά με τα απορριμματοφόρα του δήμου στη μονάδα επεξεργασίας προς παραγωγή βιοαιθανόλης.



Εικόνα 6.11 : Σχηματική απεικόνιση της πρώτης φάσης του επενδυτικού σχεδίου (Οικιακή ξήρανση - Συλλογή – Μεταφορά)  
(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

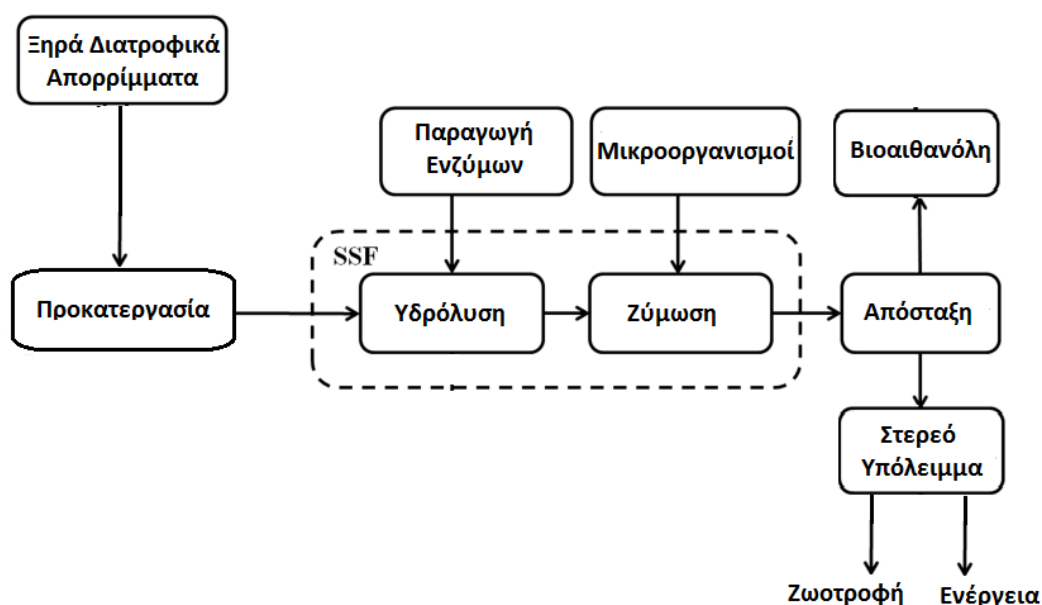
### 6.2.3 Γενική περιγραφή μονάδας παραγωγής βιοαιθανόλης από ξηραμένα διατροφικά απορρίμματα.

Όπως περιγράφηκε αναλυτικά στο Κεφ. 4 υπάρχει ποικιλία μεθόδων παραγωγής βιοαιθανόλης, οι οποίες αν και κατά τα άλλα όμοιες μεταξύ τους, διαφέρουν ως προς τη μέθοδο επεξεργασίας του αρχικού υποστρώματος. Τα ΒΑ από διατροφικά απορρίμματα που θα χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη στην υπό μελέτη μονάδα, περιέχουν σάκχαρα (γλυκόζη, φρουκτόζη, σακχαρόζη), άμυλο και κυτταρίνη. Το δυσκολότερο μετατρέψιμο συστατικό της πρώτης ύλης σε αιθανόλη είναι η κυτταρίνη. Η ενζυμική διάσπαση της κυτταρίνης με το βιομηχανικό ένζυμο

κελλουλάση είναι πολυέξοδη διαδικασία, συγκρινόμενη με τη διεργασία διάσπασης του αμύλου από το ένζυμο α-αμυλάση, εφόσον στην πρώτη περίπτωση απαιτούνται μεγαλύτερες ποσότητες ενζύμων.

Η μονάδα θα χρησιμοποιεί για τη βιομετατροπή της πρώτης ύλης σε αιθανόλη τη μέθοδο της ταυτόχρονης σακχαροποίησης και ζύμωσης (Simultaneous Saccharification and Fermentation – SSF). Με τη διαδικασία αυτή επιλέγεται η χρήση ενζυματικής υδρόλυσης, η οποία εξαλείφει την ανάγκη για μεγάλες ποσότητες οξέος, ενώ για τη μείωση του κόστους της συνολικής διαδικασίας η ενζυμική σακχαροποίηση κυτταρίνης και ημικυτταρίνης διενεργείται ταυτόχρονα με τη ζύμωση των σακχάρων προς παραγωγή αιθανόλης. Έτσι επιτυγχάνεται η άμεση κατανάλωση των σακχάρων προς παραγωγή αιθανόλης, η μείωση της παρεμπόδισης από το προϊόν και η οικονομία στα ένζυμα, ενώ παράλληλα μειώνεται το κόστος υποδομής (αντιδραστήρες σακχαροποίησης/ζύμωσης) (Τόπακας, 2014).

Το Σχήμα 6.3 αποτελεί απλοποιημένο διάγραμμα ροής της διαδικασίας βιομετατροπής.



**Σχήμα 6.3:** Απλοποιημένο διάγραμμα ροής διαδικασίας μετατροπής ξηρών διατροφικών απορριμμάτων σε βιοαιθανόλη.  
(Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

### 6.3 Επενδυτικά σενάρια

Για την αξιολόγηση της οικονομικής βιωσιμότητας της μονάδας θα εξεταστούν 4 εναλλακτικά σενάρια χρηματοδότησης με χρήση των οικονομικών κριτηρίων ΚΠΑ και ΕΒΑ.

Οι βασικές παραδοχές στις οποίες στηρίζεται η αξιολόγηση του επενδυτικού σχεδίου και οι οποίες είναι κοινές και για τα τέσσερα σενάρια, είναι οι ακόλουθες:

- Αριθμός συμμετεχόντων νοικοκυριών: 225.120 (βλ. Κεφ. 5).
- Εγκατεστημένοι οικιακοί ξηραντήρες: **225.120**.
- Κόστος ξηραντήρα: **200€/τεμάχιο**.  
Προέκυψε ως η μέση τιμή των τιμών των συσκευών ξήρανσης που περιγράφηκαν στο Κεφ. 6.2.2.
- Ποσότητα παραγόμενων διατροφικών απορριμμάτων: **0,38tn/νοικοκυριό/έτος**.  
Η ποσότητα αυτή προέκυψε από τη χρήση ποσοστών που αναγράφονται στην Εικόνα 2.3. Συγκεκριμένα, το ποσοστό των βιοαποβλήτων κουζίνας είναι ίσο με **28,46%** του συνόλου των Α.Σ.Α., ήτοι 85.021,75 tn/έτος για την περιοχή μελέτης.
- Κόστος ξήρανσης: **39,71€/νοικοκυριό/έτος**.  
Προκύπτει από την ηλεκτρική κατανάλωση του ξηραντήρα, η οποία λαμβάνεται ίση προς **1,1 kWh/kg** (Κεφ. 6.2.2, ξηραντήρας Smart Cara), και την τιμή ηλεκτρικής ενέργειας ίση προς 0,095 €/kWh (ΔΕΗ, 2014).
- Ποσοστό επιτυγχανόμενης ξήρανσης απορριμμάτων: 20%.
- Ποσότητα ξηρών διατροφικών απορριμμάτων που παράγονται από τα νοικοκυριά και οδηγούνται στη μονάδα: **17.110tn/έτος**.
- Κόστος μεταφοράς απορριμμάτων: **15€/tn** (ΕΕΔΣΑ, 2014)
- Κόστος διάθεσης απορριμμάτων (μη εκτρεπόμενων) στο ΧΥΤΑ: **45€/τόνο** (ΕΔΣΝΑ, 2014).
- Ειδικό τέλος ταφής απορριμμάτων (μη εκτρεπόμενων): **35€/tn** (Οδηγία 2008/98/ΕΚ αρ.43)
- Παραγόμενη βιοαιθανόλη **2.549 tn** ή **3.231.072 lt**.



Για τον υπολογισμό της ποσότητας της παραγόμενης βιοαιθανόλης λήφθηκαν υπόψη η σύσταση της ξηρής πρώτης ύλης, οι αποδόσεις των επιμέρους διαδικασιών και η πυκνότητα της αιθανόλης (789 kg/m<sup>3</sup>). Στον ΠΙΝΑΚΑ 6.1 παρουσιάζονται αναλυτικά οι υπολογισμοί για την τελική παραγόμενη ποσότητα. Από τον ίδιο πίνακα προκύπτει και η ποσότητα του στερεού υπολείμματος. Συγκεκριμένα, προκύπτει ότι το 12% των συστατικών της πρώτης ύλης είναι υδατοδιαλυτά, δηλαδή από 1tn ξηρής βιομάζας προκύπτουν 880kg καθαρού ξηρού προϊόντος. Το 50% αυτού αποτελεί το στερεό υπόλειμμα, ήτοι ποσότητα **7.528 tn**.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1:

Παραγόμενη βιοαιθανόλη (gr EtOH/100gr ξηρής πρώτης ύλης)

Συστατικά Πρώτης ύλης	Συγκέντρωση gr/100gr πρώτης ύλης (ξ.β.)	Απόδοση Υδρόλυσης	gr EtOH/100gr πρώτης ύλης
Γλυκόζη	4,00	-	2,003
Φρουκτόζη	4,00	-	2,003
Σακχαρόζη	4,00	1,053	2,109
Άμυλο	7,00	0,944	3,311
Κυτταρίνη	14,00	0,778	5,453
Σύνολο			<b>14,879</b>
Συντελεστής Μετατροπής	0,511		
Συντελεστής Απόδοσης Διεργασίας	0,98		

Πηγή: Μάμμα Δ., 2014

- Κόστος επένδυσης **12.000.000€**.  
Προέκυψε κατ' εκτίμηση, λαμβάνοντας υπόψη το κόστος επένδυσης των περιγραφέντων στο Κεφ. 4 μονάδων.
- Κόστος λειτουργίας **0,1 €/lt** βιοαιθανόλης.  
Για την εκτίμηση του λειτουργικού κόστους της μονάδας ελήφθησαν υπόψη δεδομένα κόστους από μονάδες που παράγουν βιοαιθανόλη από άχυρο (Gnansounou, 2009) και από κοτσάνια καλαμποκιού (NREL, 2000).
- Τα έσοδα της μονάδας θα προκύψουν από την πώληση της παραγόμενης βιοαιθανόλης και την αξιοποίηση του υπολείμματος αποκλειστικά για

παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και όχι για ζωοτροφή, επειδή η οικονομική απόδοση είναι μεγαλύτερη στην πρώτη περίπτωση.

Συγκεκριμένα η τιμή πώλησης της βιοαιθανόλης λαμβάνεται ίση προς 0,63€/lt (IISD, 2013) και επομένως τα προερχόμενα έσοδα λαμβάνονται ίσα με **2.035.575€/έτος**.

Σε συνήθεις μονάδες συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού, οι οποίες χρησιμοποιούν βιομάζα ως καύσιμο, το 37% περίπου μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια. Σύμφωνα με την υπολογισθείσα μάζα του στερεού υπολείμματος και με χρήση συντελεστή μετατροπής ίσο προς 3500kWh/tn προκύπτει ότι η μονάδα θα παράγει **9.748.993kWh/έτος**. Λαμβάνοντας υπόψη 8.000 h λειτουργίας της μονάδας συμπαραγωγής ανά έτος, προκύπτει δυναμικότητα ίση με 1,2 MW. Σύμφωνα με το Ν. 3851/2010 (ΦΕΚ.Α'85), η τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία παράγεται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ μεγαλύτερη του 1MW και μικρότερη των 5MW, είναι ίση προς 170€/MWh. Επομένως, η τιμή πώλησης της παραγόμενης ενέργειας από το υπόλειμμα εκτιμάται ίση προς 0,17€/kWh. Ένα μέρος της παραγόμενης ενέργειας θα χρησιμοποιείται για ιδιοκατανάλωση από τη μονάδα, συμβάλλοντας έτσι στην εξοικονόμηση του αντίστοιχου κόστους. Οι ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια για την παραγωγή βιοαιθανόλης, λαμβάνοντας υπόψη ότι απαιτούνται 0,3 kWh/lt βιοαιθανόλης, υπολογίζονται σε 969.321 kWh/έτος. Επομένως, σύμφωνα με τα παραπάνω, τα έσοδα από την ηλεκτρική ενέργεια (παραγόμενη – καταναλισκόμενη) προκύπτουν ίσα προς **1.492.544 €/έτος**.

Για την κατάσταση του πίνακα των ταμειακών ροών ελήφθησαν, επίσης, τα ακόλουθα:

- Η οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης ανέρχεται σε 10 χρόνια
- Η τιμή του προεξοφλητικού επιτοκίου λαμβάνεται ίση με  $\epsilon=8\%$  .

- Η επένδυση αποσβένεται με γραμμικό συντελεστή 10% (μηδενική υπολειμματική αξία) με βάση τις διατάξεις του Ν. 4172/2013, (άρθρο 24 Αποσβέσεις).
- Η επένδυση μπορεί να λάβει κρατική επιχορήγηση ύψους έως και 25% του αρχικού κεφαλαίου, σύμφωνα με τον Ν. 3908/2011. Ο εν λόγω επενδυτικός νόμος επιδοτεί νέες επιχειρήσεις, που αναπτύσσονται στα όρια της ελληνικής επικράτειας, με συγκεκριμένο ποσοστό επιχορήγησης, ανάλογα με το είδος της επιχείρησης, τη χωρική ζώνη στην οποία εντάσσεται, καθώς και το μέγεθός της. Η συγκεκριμένη επένδυση, εφόσον θα πραγματοποιηθεί εντός της Περιφέρειας Αττικής, εντάσσεται σύμφωνα με τον ανωτέρω Νόμο στη Ζώνη Α', και στις μικρές επιχειρήσεις (διάκριση σχετικά με το μέγεθος της επιχείρησης και του εργατικού δυναμικού), δηλαδή μπορεί να λάβει επιχορήγηση έως και 25% του κόστους της αρχικής επένδυσης.

### 6.3.1 Χρηματοοικονομική αξιολόγηση σεναρίων

Οι διαφοροποιήσεις των τεσσάρων σεναρίων φαίνονται στον ΠΙΝΑΚΑ 6.2.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2**  
**Διαφοροποιημένες παράμετροι σεναρίων**

Παράμετροι	Σενάριο Α	Σενάριο Β	Σενάριο Γ	Σενάριο Δ
Κόστος επένδυσης (€)	12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000
Ίδια κεφάλαια	100%	50%	75%	50%
Δανειοδότηση	-	50%	-	25%
Επιχορήγηση	-	-	25%	25%

Αναφορικά με το δανεισμό για το Σενάριο Β και το Σενάριο Δ χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες παραδοχές:

- Το επιτόκιο δανεισμού λαμβάνεται ίσο με 8% σε ονομαστικούς όρους.
- Η περίοδος αποπληρωμής του δανείου είναι τα 10 έτη.

Από τον Πίνακα 6.3 προκύπτει ότι η εξοφλητική δόση για το δανεισμό του Σεναρίου Β είναι **894.176,93€/έτος** και αντίστοιχα από τον Πίνακα 6.4 για το Σενάριο Δ είναι **447.088,47€/έτος**.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3**

**Υπολογισμός ετήσιας δόσης αποπληρωμής δανείου Σεναρίου Β**

<b>Δάνειο</b>		<b>6.000.000</b>		
Επιτόκιο		8%		
Δόσεις		10		
Δόση		<b>894.176,93 €</b>		
	Τοκοχρεολύσια	Χρεολύσια	Τόκοι	Κεφάλαιο
<b>0</b>				6.000.000
<b>1</b>	894.177	414.177	480.000	5.585.823
<b>2</b>	894.177	447.311	446.866	5.138.512
<b>3</b>	894.177	483.096	411.081	4.655.416
<b>4</b>	894.177	521.744	372.433	4.133.672
<b>5</b>	894.177	563.483	330.694	3.570.189
<b>6</b>	894.177	608.562	285.615	2.961.627
<b>7</b>	894.177	657.247	236.930	2.304.381
<b>8</b>	894.177	709.826	184.350	1.594.554
<b>9</b>	894.177	766.613	127.564	827.942
<b>10</b>	894.177	827.942	66.235	0

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.4**

**Υπολογισμός ετήσιας δόσης αποπληρωμής δανείου Σεναρίου Δ**

<b>Δάνειο</b>		<b>3.000.000</b>		
Επιτόκιο		8%		
Δόσεις		10		
Δόση		<b>447.088,47 €</b>		
	Τοκοχρεολύσια	Χρεολύσια	Τόκοι	Κεφάλαιο
<b>0</b>				3.000.000
<b>1</b>	447.088	207.088	240.000	2.792.912
<b>2</b>	447.088	223.656	223.433	2.569.256
<b>3</b>	447.088	241.548	205.540	2.327.708
<b>4</b>	447.088	260.872	186.217	2.066.836
<b>5</b>	447.088	281.742	165.347	1.785.095
<b>6</b>	447.088	304.281	142.808	1.480.814
<b>7</b>	447.088	328.623	118.465	1.152.190
<b>8</b>	447.088	354.913	92.175	797.277
<b>9</b>	447.088	383.306	63.782	413.971
<b>10</b>	447.088	413.971	33.118	0

Βάσει των παραδοχών που θεωρήθηκαν στην Ενότητα 6.3 καταστρώθηκαν οι πίνακες ταμειακών ροών για τα τέσσερα σενάρια (ΠΙΝΑΚΑΣ 6.5, ΠΙΝΑΚΑΣ 6.6, ΠΙΝΑΚΑΣ 6.7, ΠΙΝΑΚΑΣ 6.8).

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.5

Ταμειακές ροές για το Σενάριο Α (100% ίδια κεφάλαια)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Επενδύσεις</b>	12.000.000										
- Ξηρανήρες	0										
- Μονάδα	12.000.000										
<b>Έσοδα</b>		3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119
- Βιοιθανόλη		2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575
- Εέργεια		1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544
- Ζωοτροφή		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Έξοδα</b>		1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160
- Λειτ. Κόστος μονάδας		372.816	372.816	372.816	372.816	372.816	372.816	372.816	372.816	372.816	372.816
- Προμήθεια α' ύλης		812.701	812.701	812.701	812.701	812.701	812.701	812.701	812.701	812.701	812.701
- Μεταφορά α' ύλης		256.643	256.643	256.643	256.643	256.643	256.643	256.643	256.643	256.643	256.643
<b>Μεικτά κέρδη</b>		2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960
<b>Αποσβέσεις</b>		1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000
<b>Τόκοι</b>											
<b>Φορολογητέο εισόδημα</b>		885.960	885.960	885.960	885.960	885.960	885.960	885.960	885.960	885.960	885.960
<b>Φόροι</b>		230.349	230.349	230.349	230.349	230.349	230.349	230.349	230.349	230.349	230.349
<b>Καθαρά κέρδη</b>		655.610	655.610	655.610	655.610	655.610	655.610	655.610	655.610	655.610	655.610
<b>Χρεολύσια</b>											
<b>ΚΤΡ</b>	-12.000.000	1.855.610	1.855.610	1.855.610	1.855.610	1.855.610	1.855.610	1.855.610	1.855.610	1.855.610	1.855.610
										<b>ΚΠΑ</b>	<b>451.295</b>
										<b>ΕΒΑ</b>	<b>9%</b>

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.6

Ταμειακές ροές για το Σενάριο Β (50% ίδια κεφάλαια – 50% Δανεισμός)

Επενδύσεις	6.000.000										
- Ξηραντήρες	0										
- Μονάδα	12.000.000										
Έσοδα		3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119
- Βιοαιθανόλη		2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575
- Ενέργεια		1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544
- Ζωοτροφή		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Έξοδα		1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160
- Λειτ. Κόστος μονάδας		372.816	372.816	372.816	372.816	372.816	372.816	372.816	372.816	372.816	372.816
- Προμήθεια α' ύλης		812.701	812.701	812.701	812.701	812.701	812.701	812.701	812.701	812.701	812.701
- Μεταφορά α' ύλης		256.643	256.643	256.643	256.643	256.643	256.643	256.643	256.643	256.643	256.643
Μεικτά κέρδη		2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960
Αποσβέσεις		1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000
Τόκοι		480.000	446.866	411.081	372.433	330.694	285.615	236.930	184.350	127.564	66.235
Φορολογητέο εισόδημα		405.960	439.094	474.879	513.526	555.266	600.344	649.029	701.609	758.395	819.724
Φόροι		105.549	114.164	123.468	133.517	144.369	156.090	168.748	182.418	197.183	213.128
Καθαρά κέρδη		300.410	324.929	351.410	380.009	410.897	444.255	480.282	519.191	561.212	606.596
Χρεολύσια		414.177	447.311	483.096	521.744	563.483	608.562	657.247	709.826	766.613	827.942
ΚΤΡ	-6.000.000	1.566.233	1.524.484	1.479.395	1.430.699	1.378.107	1.321.308	1.259.965	1.193.715	1.122.164	1.044.890
										<b>ΚΠΑ</b>	<b>3.179.231</b>
										<b>ΕΒΑ</b>	<b>20%</b>

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.7

Ταμειακές ροές για το Σενάριο Γ (75% ίδια κεφάλαια – 25% Δανεισμός)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Επενδύσεις</b>	<b>9.000.000</b>										
- Ξηραντήρες	0										
- Μονάδα	12.000.000										
<b>Έσοδα</b>		3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119
- Βιοαιθανόλη		2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575
- Ενέργεια		1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544
- Ζωοτροφή		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Έξοδα</b>		1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160
- Λειτ. Κόστος μονάδας		372.816	372.816	372.816	372.816	372.816	372.816	372.816	372.816	372.816	372.816
- Προμήθεια α' ύλης		812.701	812.701	812.701	812.701	812.701	812.701	812.701	812.701	812.701	812.701
- Μεταφορά α' ύλης		256.643	256.643	256.643	256.643	256.643	256.643	256.643	256.643	256.643	256.643
<b>Μεικτά κέρδη</b>		2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960
<b>Αποσβέσεις</b>		900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000
<b>Φορολογητέο εισόδημα</b>		1.185.960	1.185.960	1.185.960	1.185.960	1.185.960	1.185.960	1.185.960	1.185.960	1.185.960	1.185.960
<b>Φόροι</b>		308.349	308.349	308.349	308.349	308.349	308.349	308.349	308.349	308.349	308.349
<b>Καθαρά κέρδη</b>		877.610	877.610	877.610	877.610	877.610	877.610	877.610	877.610	877.610	877.610
<b>ΚΤΡ</b>	-9.000.000	1.777.610	1.777.610	1.777.610	1.777.610	1.777.610	1.777.610	1.777.610	1.777.610	1.777.610	1.777.610
										<b>ΚΠΑ</b>	<b>2.927.908</b>
										<b>EVA</b>	<b>15%</b>



ΠΙΝΑΚΑΣ 6.8

Ταμειακές ροές για το Σενάριο Δ (50% ίδια κεφάλαια – 25% Δανεισμός – 25% Επιδότηση)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Επενδύσεις</b>	<b>6.000.000</b>										
- Ξηραντήρες	0										
- Μονάδα	12.000.000										
<b>Έσοδα</b>		3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119	3.528.119
- Βιοαιθανόλη		2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575	2.035.575
- Ενέργεια		1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544	1.492.544
- Ζωοτροφή		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Έξοδα</b>		1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160	1.442.160
- Λειτ. Κόστος μονάδας		372.816	372.816	372.816	372.816	372.816	372.816	372.816	372.816	372.816	372.816
- Προμήθεια α' ύλης		812.701	812.701	812.701	812.701	812.701	812.701	812.701	812.701	812.701	812.701
- Μεταφορά α' ύλης		256.643	256.643	256.643	256.643	256.643	256.643	256.643	256.643	256.643	256.643
<b>Μεικτά κέρδη</b>		2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960	2.085.960
<b>Αποσβέσεις</b>		900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000
<b>Τόκοι</b>		240.000	223.433	205.540	186.217	165.347	142.808	118.465	92.175	63.782	33.118
<b>Φορολογητέο εισόδημα</b>		945.960	962.527	980.419	999.743	1.020.613	1.043.152	1.067.494	1.093.784	1.122.177	1.152.842
<b>Φόροι</b>		245.949	250.257	254.909	259.933	265.359	271.220	277.549	284.384	291.766	299.739
<b>Καθαρά κέρδη</b>		700.010	712.270	725.510	739.810	755.253	771.932	789.946	809.400	830.411	853.103
<b>Χρεολύσια</b>		207.088	223.656	241.548	260.872	281.742	304.281	328.623	354.913	383.306	413970,8019
<b>ΚΤΡ</b>	-6.000.000	1.632.922	1.612.047	1.589.503	1.565.155	1.538.859	1.510.459	1.479.788	1.446.662	1.410.887	1.372.250
										<b>ΚΠΑ</b>	<b>4.291.876</b>
										<b>ΕΒΑ</b>	<b>23%</b>

Συνοπτικά, τα αποτελέσματα της χρηματοοικονομικής ανάλυσης για τα 4 σενάρια χρηματοδότησης, έχουν ως ακολούθως:

Σενάριο Α:

ΚΠΑ=451.300€

ΕΒΑ=9%

Σενάριο Β:

ΚΠΑ=3.179.200€

ΕΒΑ=20%

Σενάριο Γ:

ΚΠΑ=2.927.900€

ΕΒΑ=15%

Σενάριο Δ:

ΚΠΑ=4.291.900€

ΕΒΑ=23%

Σύμφωνα με τα παραπάνω, σε όλες τις περιπτώσεις η επένδυση χαρακτηρίζεται βιώσιμη βάσει των δύο χρηματοοικονομικών κριτηρίων. Ωστόσο, στην περίπτωση της χρηματοδότησης του έργου αποκλειστικά από ίδια κεφάλαια η βιωσιμότητα είναι οριακή. Σημειώνεται ωστόσο ότι η πλέον συνήθης περίπτωση χρηματοδότησης ενός έργου αφορά σε συνδυασμό ίδιων και δανειακών κεφαλαίων, ήτοι η περίπτωση του Σεναρίου Β. Επιπλέον, επειδή η επιδότηση του έργου δεν θεωρείται δεδομένη, ως Σενάριο Βάσης λαμβάνεται το Σενάριο Β, για το οποίο πραγματοποιείται στην επόμενη ενότητα ανάλυση ευαισθησίας και στοχαστική ανάλυση προκειμένου να διερευνηθούν ζητήματα αβεβαιότητας που σχετίζονται με βασικές παραμέτρους του εξεταζόμενου σχεδίου.

### **6.3.2 Διαχείριση αβεβαιότητας**

Για τη διαχείριση της αβεβαιότητας των τιμών των κύριων μεταβλητών εισόδου και τη βελτίωση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων αξιολόγησης των επενδυτικών σχεδίων εφαρμόζονται ειδικές τεχνικές, όπως είναι η ανάλυση ευαισθησίας (sensitivity analysis) και η πιθανολογική (ή στοχαστική) ανάλυση (Probabilistic analysis), οι οποίες μπορούν να διευκολύνουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Η ανάλυση ευαισθησίας πραγματοποιείται μεταβάλλοντας *ceteris paribus* την τιμή κάθε μεταβλητής ενδιαφέροντος σε προκαθορισμένο εύρος. Η ανάλυση ευαισθησίας προσφέρει, με αυτόν τον τρόπο, χρήσιμες πληροφορίες για τη βαρύτητα των διαφόρων μεταβλητών εισόδου στο τελικό αποτέλεσμα. Ωστόσο, δεν μπορεί να εξετάσει την επίδραση στο τελικό αποτέλεσμα της ταυτόχρονης μεταβολής δύο ή περισσότερων παραμέτρων. Η επιπρόσθετη αυτή πληροφορία καθίσταται εφικτή με τη στοχαστική ανάλυση. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, οι βασικές μεταβλητές λαμβάνουν τιμές από ένα σύνολο πιθανών τιμών, σε κάθε σημείο του οποίου αντιστοιχεί μια πιθανότητα. Έτσι, οι μεταβλητές εισάγονται με τη μορφή κατανομής πιθανότητας και η απόδοση υπολογίζεται επίσης με τη μορφή κατανομής πιθανότητας.

Στη βάση των παραπάνω, κρίθηκε σκόπιμη η διερεύνηση του εύρους των αποτελεσμάτων της ΚΠΑ και του ΕΒΑ για το Σενάριο Β (χρηματοδότηση 50% με ίδια κεφάλαια και 50% με δανειακά κεφάλαια) πραγματοποιώντας ανάλυση ευαισθησίας και στοχαστική ανάλυση με τη μέθοδο προσομοίωσης Monte Carlo, η οποία έχει αποκτήσει βαρύνουσα σημασία τα τελευταία χρόνια (Vose, 1996). Για την υλοποίηση των αναλύσεων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό πακέτο Crystal Ball 11.1, σε συνεργασία με το λογιστικό φύλλο EXCEL.

Για τις αναλύσεις επιλέχθηκαν ως μεταβλητές εισόδου η τιμή πώλησης της βιοαιθανόλης, το ποσοστό συμμετοχής των νοικοκυριών στη συλλογή και ξήρανση των διατροφικών απορριμμάτων, το κόστος παραγωγής βιοαιθανόλης, το κόστος προμήθειας της πρώτης ύλης και το κόστος μεταφοράς της πρώτης ύλης, αφενός λόγω της βαρύτητάς τους στη διαμόρφωση των αποτελεσμάτων της χρηματοοικονομικής ανάλυσης και αφετέρου λόγω της αβεβαιότητας που χαρακτηρίζει τα εν λόγω μεγέθη.

### **A. Ανάλυση ευαισθησίας**

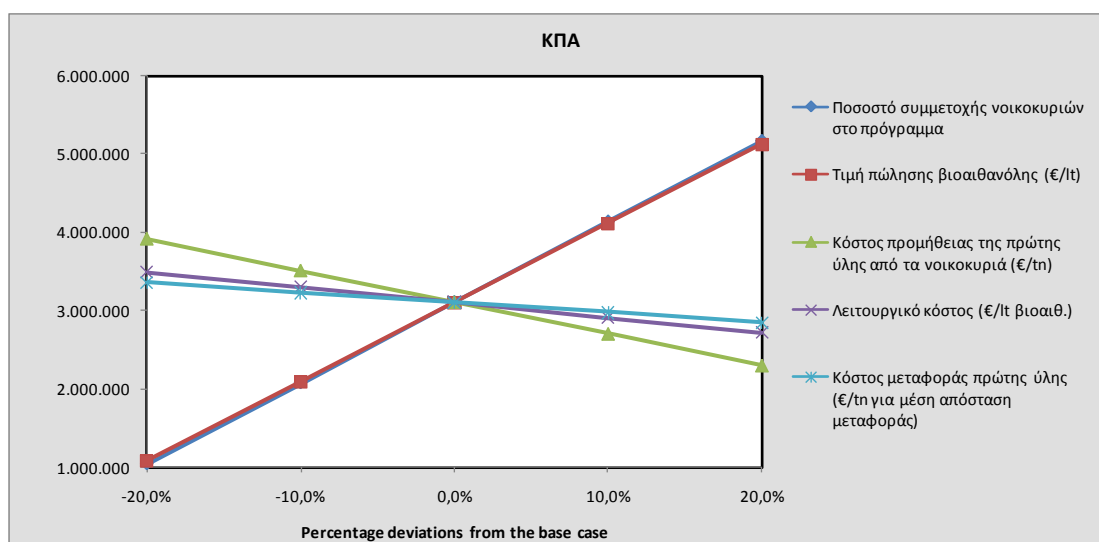
Για να πραγματοποιηθεί η ανάλυση ευαισθησίας οι επιλεχθείσες μεταβλητές έλαβαν τιμές σε ένα διάστημα μεταβολής  $\pm 20\%$  της τιμής «βάσης» και υπολογίστηκε, για κάθε τιμή και μεταβλητή, η επίδραση στην ΚΠΑ και στον ΕΒΑ της επένδυσης.

Στους ΠΙΝΑΚΕΣ 6.9 έως 6.15 και στα Σχήματα 6.4 έως 6.7 που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης ευαισθησίας για το Σενάριο Β, σε σχέση με τη μεταβολή της ΚΠΑ και του ΕΒΑ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.9

Ανάλυση ευαισθησίας για την ΚΠΑ του Σεναρίου Β

Μεταβλητή	ΚΠΑ				
	-20,0%	-10,0%	0,0%	10,0%	20,0%
Ποσοστό συμμετοχής νοικοκυριών	1.042.866	2.076.812	3.179.231	4.133.553	5.161.923
Τιμή πώλησης βιοαιθανόλης (€/lt)	1.079.801	2.094.426	3.179.231	4.115.939	5.126.696
Κόστος προμήθειας πρώτης ύλης (€/tn)	3.912.270	3.508.726	3.179.231	2.701.639	2.298.095
Λειτουργικό κόστος (€/lt βιοαιθ.)	3.490.233	3.297.708	3.179.231	2.912.657	2.720.132
Κόστος μεταφοράς πρώτης ύλης (€/tn)	3.360.052	3.232.617	3.179.231	2.977.748	2.850.313

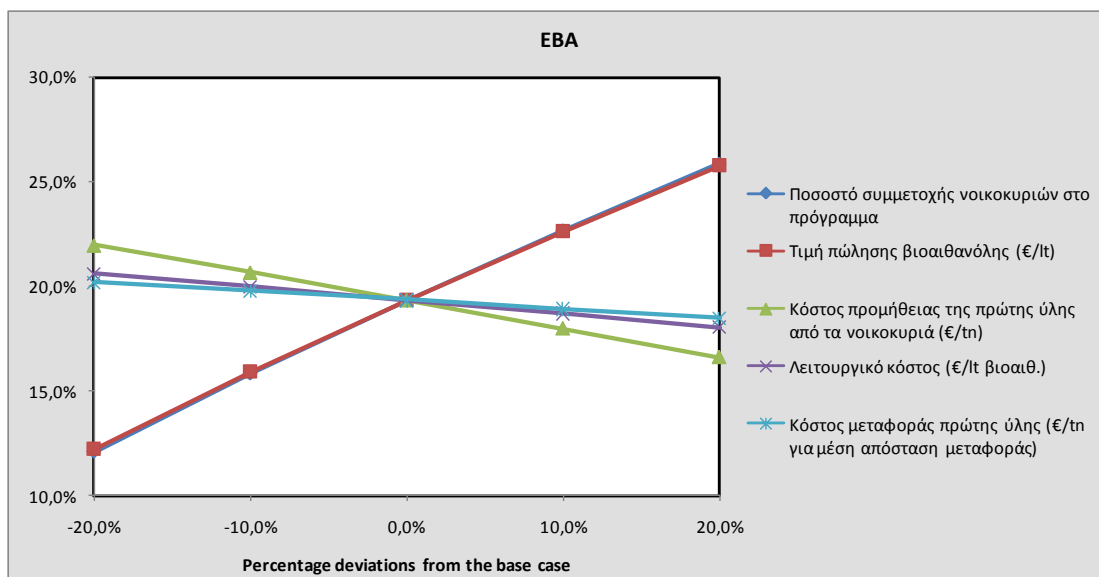


Σχήμα 6.4: Αραχνοειδές διάγραμμα ευαισθησίας για την ΚΠΑ του Σεναρίου Β

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.10

Ανάλυση ευαισθησίας για τον ΕΒΑ του Σεναρίου 2

Μεταβλητή	ΕΒΑ				
	-20,0%	-10,0%	0,0%	10,0%	20,0%
Ποσοστό συμμετοχής νοικοκυριών	12,1%	15,8%	20%	22,7%	25,9%
Τιμή πώλησης βιοαιθανόλης (€/lt)	12,2%	15,9%	20%	22,6%	25,8%
Κόστος προμήθειας πρώτης ύλης (€/tn)	22,0%	20,7%	20%	18,0%	16,6%
Λειτουργικό κόστος (€/lt βιοαιθ.)	20,6%	20,0%	20%	18,7%	18,1%
Κόστος μεταφοράς πρώτης ύλης (€/tn)	20,2%	19,8%	20%	18,9%	18,5%



Σχήμα 6.5: Αραχνοειδές διάγραμμα ευαισθησίας για τον EBA του Σεναρίου 2

Όπως διαπιστώνεται από τα αποτελέσματα της ανάλυσης ευαισθησίας, οι πλέον κρίσιμες παράμετροι για τη βιωσιμότητα της επένδυσης είναι η τιμή πώλησης της βιοαιθανόλης και το ποσοστό συμμετοχής των νοικοκυριών της περιοχής στο πρόγραμμα. Ωστόσο, ακόμη και στην περίπτωση κατά την οποία οι τιμές των συγκεκριμένων μεταβλητών μειωθούν ceteris paribus κατά 20% η ΚΠΑ εξακολουθεί να είναι θετική (περίπου 1 εκατ. €) και ο EBA υψηλότερος του επιτοκίου προεξόφλησης (περίπου 12%).

## **B. Στοχαστική ανάλυση**

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν, για να πραγματοποιηθεί η στοχαστική ανάλυση οι βασικές μεταβλητές πρέπει να εκφραστούν με τη μορφή κατανομής πιθανότητας. Όσον αφορά στην τιμή πώλησης της βιοαιθανόλης, στο κόστος παραγωγής βιοαιθανόλης, στο κόστος προμήθειας της πρώτης ύλης και στο κόστος μεταφοράς της πρώτης ύλης επιλέχθηκε για το σκοπό αυτό η τριγωνική κατανομή, για την οποία ορίζεται η ελάχιστη, η πιθανότερη και η μέγιστη τιμή της μεταβλητής εισόδου, ενώ για το ποσοστό συμμετοχής των νοικοκυριών στο πρόγραμμα συλλογής και ξήρανης των διατροφικών απορριμμάτων η ομοιόμορφη κατανομή, για την οποία ορίζεται η ελάχιστη τιμή και η μέγιστη τιμή. Τα δεδομένα εισόδου για την στοχαστική ανάλυση δίνονται στον ακόλουθο πίνακα (ΠΙΝΑΚΑΣ 6.11).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.11****Δεδομένα εισόδου στοχαστικής ανάλυσης**

	Ποσοστό συμμετοχής νοικοκυριών	Τιμή πώλησης βιοαιθανόλης (€/lt)	Κόστος προμήθειας πρώτης ύλης (€/tn)	Λειτουργικό κόστος (€/lt βιοαιθ.)	Κόστος μεταφοράς πρώτης ύλης (€/tn)
<b>Ελάχιστη</b>	80%	0,55	20,00	0,09	12,00
<b>Πιθανότερη</b>	-	0,63	47,50	0,12	15,00
<b>Μέγιστη</b>	100%	0,70	75,00	0,15	20,00

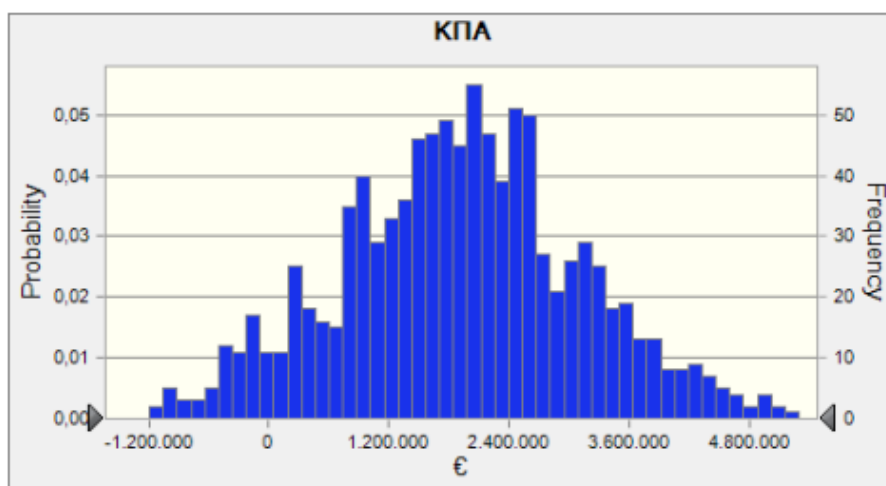
Τα αποτελέσματα της στοχαστικής εκτίμησης της ΚΠΑ και του ΕΒΑ, που προέκυψαν από την προσομοίωση Monte Carlo παρουσιάζονται, ακολούθως, υπό μορφή πινάκων και διαγραμμάτων.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.12****Στατιστικά μεγέθη της εκτίμησης της ΚΠΑ**

Στατιστικό μέγεθος	ΚΠΑ (€)
Μέση τιμή	1.915.741
Διάμεσος	1.920.136
Τυπική απόκλιση	1.207.990
Ελάχιστη τιμή	-1.993.487
Μέγιστη τιμή	5.483.755

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.13****Πιθανότητα ίσου ή μεγαλύτερου μεγέθους, σε σχέση με την αναγραφόμενη τιμή για την ΚΠΑ**

Ποσοστό	ΚΠΑ (€)
100%	-1.993.487
90%	296.924
80%	915.480
70%	1.314.832
60%	1.643.251
50%	1.918.170
40%	2.205.894
30%	2.506.398
20%	2.916.811
10%	3.463.475
0%	5.483.755



Σχήμα 6.6: Ιστόγραμμα συχνοτήτων των τιμών της προσομοίωσης για την ΚΠΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.14

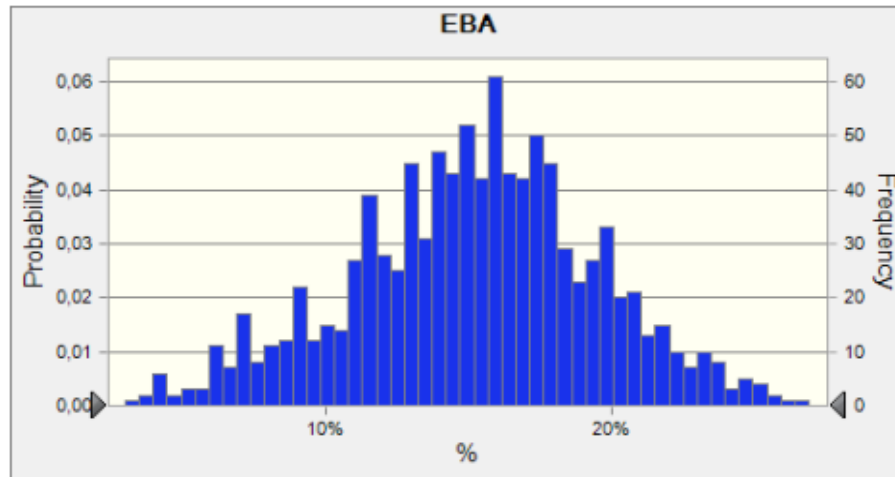
Στατιστικά μεγέθη της εκτίμησης του ΕΒΑ

Στατιστικό μέγεθος	ΕΒΑ (%)
Μέση τιμή	15,1%
Διάμεσος	15,3%
Τυπική απόκλιση	4,3%
Ελάχιστη τιμή	-
Μέγιστη τιμή	26,9%

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.15

Πιθανότητα ίσου ή μεγαλύτερου μεγέθους, σε σχέση με την αναγραφόμενη τιμή για τον ΕΒΑ

Ποσοστό	ΕΒΑ (%)
100%	-
90%	9,2%
80%	11,6%
70%	13,1%
60%	14,3%
50%	15,3%
40%	16,3%
30%	17,3%
20%	18,7%
10%	20,5%
0%	26,9%



Σχήμα 6.7: Ιστογράμμο συχνοτήτων των τιμών της προσομοίωσης για τον EBA

Από τα παραπάνω προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Η μέση τιμή για την ΚΠΑ εκτιμάται σε 1,9 εκατ. € περίπου. Με πιθανότητα 90%, η ΚΠΑ θα είναι μεγαλύτερη από 300.000 €, ενώ υπάρχει πιθανότητα 10% να είναι μεγαλύτερη και από 3,4 εκατ. € περίπου. Ωστόσο, υπάρχει και πιθανότητα μικρότερη από 10% να είναι αρνητική η ΚΠΑ και, συνεπώς, μη βιώσιμη η επένδυση.
- Η μέση τιμή για τον EBA εκτιμήθηκε σε 15% περίπου. Με πιθανότητα 90%, ο EBA θα είναι μεγαλύτερος από 9,2%, ενώ υπάρχει πιθανότητα 10% να είναι μεγαλύτερος από 20,5%. Αντίστοιχα με την ΚΠΑ, έτσι και σε αυτή την περίπτωση υπάρχει πιθανότητα μικρότερη από 10% να εμφανιστεί EBA μικρότερος από 8% και να χαρακτηριστεί η επένδυση μη βιώσιμη.



## 7. Συμπεράσματα

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο την οικονομική αξιολόγηση μονάδας παραγωγής βιοαιθανόλης από αποξηραμένα διατροφικά απορρίμματα. Για τη μελέτη αυτή λήφθηκαν υπόψη συγκεκριμένες παραδοχές και εξετάστηκαν τέσσερα διαφορετικά σενάρια χρηματοδότησης.

Με βάση το Σενάριο Α, στο οποίο θεωρήθηκε ότι το αρχικό κεφάλαιο της επένδυσης θα προέρχεται αποκλειστικά από ίδια κεφάλαια, η επένδυση χαρακτηρίζεται οριακά συμφέρουσα. Με το Σενάριο Β, το οποίο αφορά σε συνδυασμό ίδιων και δανειακών κεφαλαίων σε αναλογία 50:50, η απόδοση της επένδυσης χαρακτηρίζεται ικανοποιητική. Αντίστοιχα συμπεράσματα προκύπτουν για το Σενάριο Γ, που αφορά σε χρηματοδότηση της επένδυσης από ίδια κεφάλαια κατά 75% και επιχορήγηση 25%, καθώς και για το σενάριο Δ, για το οποίο προβλέπεται χρηματοδότηση της μονάδας από ίδια κεφάλαια (50%), δανειακά κεφάλαια (25%) και επιχορήγηση (25%).

Για την ανάλυση ευαισθησίας και τη στοχαστική ανάλυση της επένδυσης επιλέχθηκε το Σενάριο Β, το οποίο αφορά σε συνδυασμό ίδιων και δανειακών κεφαλαίων, εφόσον η επιδότηση του σχεδίου δεν είναι δεδομένο ότι μπορεί να εξασφαλιστεί. Από την ανάλυση ευαισθησίας προκύπτει πως η βιωσιμότητα της επένδυσης εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από την τιμή πώλησης της βιοαιθανόλης και το ποσοστό συμμετοχής των νοικοκυριών στο πρόγραμμα και ακολούθως από την τιμή του οικιακού ρεύματος λόγω της ξήρανσης των διατροφικών απορριμμάτων στην πηγή παραγωγής. Όπως αποδείχθηκε με τη βοήθεια της στοχαστικής ανάλυσης, υπάρχει πιθανότητα μικρότερη από 10% να διαμορφωθούν δυσμενείς συνθήκες υπό τις οποίες η επένδυση δεν θεωρείται βιώσιμη.

Αναφορικά με την τιμή πώλησης της βιοαιθανόλης, εκτιμάται ότι θα αυξηθεί στα επόμενα έτη, δεδομένης της ανάγκης χρήσης εναλλακτικών καυσίμων για την αντιμετώπιση της ενεργειακής κρίσης. Το γεγονός της πρόσφατης στροφής της Ευρωπαϊκής Πολιτικής προς μια κυκλική οικονομία, δηλαδή μια οικονομία η οποία θα βασίζεται στην αξιοποίηση των αποβλήτων ως πόρων, αλλά και της εφαρμογής διατάξεων περί ενεργειακής απεξάρτησης από τα συμβατικά καύσιμα, οδηγεί στο

συμπέρασμα ότι εφόσον τα βιοκαύσιμα αποτελούν τον κυριότερο ανταγωνιστή των ορυκτών καυσίμων η οικονομική τους αξία θα ανέλθει. Επιπροσθέτως, οι νέες διατάξεις της Ε.Ε. επιτάσσουν μείωση της χρήσης πρώτης ύλης για την παραγωγή βιοκαυσίμων από βιομάζα που προέρχεται από καλλιέργειες και ενισχύουν την παραγωγή βιοκαυσίμων 2<sup>ης</sup> γενιάς, με διπλή προσμέτρηση στους εθνικούς στόχους. Επομένως καθίσταται αναγκαία η τροποποίηση και προσαρμογή της πολιτικής της Ελλάδας στην παραγωγή βιοκαυσίμων στα νέα δεδομένα. Σύμφωνα με τα παραπάνω, η παραγωγή βιοαιθανόλης από διατροφικά απορρίμματα λαμβάνει σημαντικό πλεονέκτημα.

Όπως αναφέρθηκε, η βιωσιμότητα της επένδυσης εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από το ποσοστό συμμετοχής των νοικοκυριών στο πρόγραμμα. Στην πράξη, η αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των νοικοκυριών σημαίνει την παροχή οικονομικών κινήτρων από τον επενδυτικό φορέα, δηλαδή τουλάχιστον κάλυψη του κόστους της καταναλισκόμενης ενέργειας κατά τη διαδικασία της οικιακής ξήρανσης. Επιπλέον, στην παρούσα εργασία έχει γίνει η παραδοχή ότι το κόστος αγοράς των συσκευών ξήρανσης δεν θα βαρύνει το φορέα λειτουργίας της μονάδας. Σε αντίθετη περίπτωση η επένδυση θεωρείται μη βιώσιμη. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η διαδικασία μετατροπής της βιομάζας από απόβλητα σε βιοαιθανόλη έχει σημαντικά περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη, η παραδοχή θεωρείται εύλογη. Το σπουδαιότερο όφελος από τη δημιουργία της μονάδας παραγωγής βιοαιθανόλης αποτελεί η εκτροπή του οργανικού κλάσματος των Α.Σ.Α. από τους χώρους διάθεσης και η μετατροπή του σε έναν πολύτιμο πόρο. Με την επεξεργασία των οργανικών αποβλήτων μειώνεται δραστικά η απορριπτόμενη ποσότητα των Α.Σ.Α. που οδηγούνται σε Χ.Υ.Τ.Α., καθώς το οργανικό κλάσμα που θα χρησιμοποιείται για την παραγωγή βιοαιθανόλης αποτελεί το 28% περίπου των Α.Σ.Α. Τα βιοαπόβλητα, μέχρι στιγμής, δεν υφίστανται κάποια συγκεκριμένη διαχείριση (εκτός του ενταφιασμού τους), ούτε πραγματοποιείται ξεχωριστή συλλογή τους στην περιοχή ενδιαφέροντος, με αποτέλεσμα να συσσωρεύονται μεγάλες ποσότητες στο Χ.Υ.Τ.Α και να παράγονται σημαντικές ποσότητες αερίων ρύπων, όπως το μεθάνιο (CH<sub>4</sub>), βλαβερών για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Επιπλέον, μέσω της ξήρανσης των ΒΑ μειώνονται οι περιβαλλοντικές οχλήσεις (όπως λ.χ. οσμές, εμφάνιση εντόμων, επικίνδυνων για την υγεία μικροοργανισμών κ.ά.), γεγονός που δεν αποφεύγεται με τη χρήση άλλων μεθόδων διαλογής του βιοαποδομήσιμου κλάσματος στην πηγή, όπως λ.χ.

με την οικιακή κομποστοποίηση και την οικιακή αναερόβια χώνευση. Παράλληλα, εξαιτίας της μείωσης του όγκου των ΒΑ, μειώνεται δραστικά και ο αριθμός των δρομολογίων των απορριμματοφόρων και άρα η κατανάλωση συμβατικών καυσίμων κίνησης. Τέλος, η χρήση του παραγόμενου «πράσινου» βιοκαυσίμου θα συνεισφέρει επίσης στη μείωση των παραγόμενων ρύπων, ενώ παράλληλα θα ενισχύσει την αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων μορφών ενέργειας, με ταυτόχρονη μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα. Παρά τα προφανή οφέλη ωστόσο, το εν λόγω θέμα θα πρέπει να αποτελέσει αντικείμενο μιας κοινωνικοοικονομικής μελέτης, η οποία θα αποσκοπεί στην περιβαλλοντική και κοινωνική αποτίμηση της επένδυσης.

Όσον αφορά, τέλος, στην τιμή του οικιακού ρεύματος, από την παρούσα μελέτη προέκυψε ότι ακόμη και μικρή αύξηση του οικιακού τιμολογίου της ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλη μείωση της ΚΠΑ και του ΕΒΑ και να καταστήσουν την επένδυση οριακά βιώσιμη ή ακόμα και ασύμφορη. Δεδομένης της μεγάλης ευαισθησίας στην παράμετρο αυτή, αλλά και βάσει της διεθνούς εμπειρίας, όπου αντίστοιχες μονάδες μετατροπής βιομάζας σε αιθανόλη χαρακτηρίζονται από οικονομικής πλευράς ως ιδιαίτερα ελκυστικές, θεωρείται απαραίτητη η διεξαγωγή μιας λεπτομερέστερης μελέτης, προκειμένου να προσδιοριστεί αν είναι οικονομικά αποδοτικότερη η ξήρανση των διατροφικών απορριμμάτων στην πηγή ή η ξήρανση στη μονάδα παραγωγής βιοαιθανόλης, με κόστος, βεβαίως, την αλλοίωση της πρώτης ύλης και την απώλεια χρήσιμων σακχάρων, αλλά και των αναφερόμενων περιβαλλοντικών οφελών από την οικιακή ξήρανση.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Agenda 21, 1992. Proceedings of United Nations Conference on Environment & Development, Brazil: July 3 – 14. Local Authorities' Initiatives in Support Ageda 21. The UN Departments Economic and Social Affairs. Division for Sustainable Development.

Bacovsky, D., 2013. Status of Advanced Biofuels Demonstration Facilities in 2012. A report to IEA Bioenergy Task 39. Available: [http://demoplants.bioenergy2020.eu/files/Demoplants\\_Report\\_Final.pdf](http://demoplants.bioenergy2020.eu/files/Demoplants_Report_Final.pdf)

Biofuels Barometer, EurObserver'ER, 2013

Bogner, J. and Mathews, E., 2003. Global Biogeochem Cycles. doi: 10.1029/2002GB001913. Available: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2002GB001913/abstract>

Charles, C., Gerasimchuk, I., Bridle, R., Moerenhout, T., Asmelash, E. & Loan, T., 2013. *Biofuels – At what Cost? A review of costs and benefits of Eu biofuel policies*. International Institute for Sustainable Development (iisd). Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: [http://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/biofuels\\_subsidies\\_eu\\_review.pdf](http://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/biofuels_subsidies_eu_review.pdf)

Demirbas, A., 2008. *The Importance of Bioethanol and Biodiesel from Biomass*, Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy, 3:2, 177-185.

European Comission, 2014. Annex 1. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directives 2008/98/EC on waste, 94/62/EC on packaging and packaging waste, 1999/31/EC on the landfill of waste batteries and accumulators, and 2012 /9/ EU on waste electrical and electronic equipment. (COM(2014)397 final) (Brussels. Διαθέσιμο: [http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/Annex-COM\(2014\)397.pdf](http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/Annex-COM(2014)397.pdf)

- Gnansounoy E., 2010. *Techno-economic analysis of lignocellulosic ethanol: A review – Elsevier, Bioresource Technology, Vol. 101*. Ανακτήθηκε 13 Σεπτεμβρίου 2014, από <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852410002804>
- ICIMOD, 2012. ICIMOD addresses ‘Way Forward after Rio + 20’ at World Conservation Congress, 14/6/2012
- Ineos Bio., 2012. “INEOS Bio Ethanol technology”. Διαθέσιμο: <http://www.ineos.com/businesses/INEOS-Bio/>
- International Partnership for Expanding Waste Management Services of Local Authorities (IPLA), 2011. Declaration for Moving towards Zero Waste through IPLA.
- McAloon, Q., Taylor, F., Yee, W., Ibse K. and Wooley, R., 2000. *Determining the Cost of Producing Ethanol from Corn Starch and Lignocellulosic Feedstocks*. National Renewable Energy Laboratory (NREL).
- Pafelias, T., 2009. *Resipe: Reform of the European Sugar Industry based on Polygeneration with the use of Energy Crops*. Exergia S.A. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: [http://www.resipe.com/docs/2nd\\_workshop/RESIPE%20project%20introduction.pdf](http://www.resipe.com/docs/2nd_workshop/RESIPE%20project%20introduction.pdf)
- Tollefson, J., Gilbert, N., 2012. Rio Report Card, NATURE, Vol. 486.
- UNCSD, 2012. Current Ideas on Sustainable Development Goals and Indicators, RIO 2012 Issues Briefs, No. 6. ([http://www.uncsd2012.org/content/documents/218Issues%20Brief%206%20-%20SDGs%20and%20Indicators\\_Final%20Final%20clean.pdf](http://www.uncsd2012.org/content/documents/218Issues%20Brief%206%20-%20SDGs%20and%20Indicators_Final%20Final%20clean.pdf))
- ΑΔΑ: ΒΛ080Π05-3ΦΤ, ΕΔΣΝΑ, 2013. Λήψη απόφασης καθορισμού ετήσιας εισφοράς Δήμων μελών ΕΔΣΝΑ για το έτος 2014.

Αναθεώρηση Εθνικού Σχεδιασμού Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ),2013. «Υφιστάμενη Κατάσταση Διαχείρισης Αποβλήτων και Αξιολόγηση της Υφιστάμενης Κατάστασης», 2ο Παραδοτέο, ΥΠΕΚΑ.

Γεροντέλη, Α. και Μιχαηλίδου, Ελ., 2012. Διάσκεψη Κορυφής Rio + 20 (UNCSD), «Το μέλλον που θέλουμε» (The future we want). (<http://www.ntua.gr/MIRC/keimena/Geronteli%20Michailidou%20-%20Rio+20.pdf>)

Δημητρόπουλος, Β., 2009. «Προμελέτη Σκοπιμότητας Παραγωγής Βιοαιθανόλης στην Ελλάδα», Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Μ.Π.Σ. στη Διοίκηση Επιχειρήσεων (MBA), Αθήνα.

Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.), 1996. «Δυνατότητες συμβολής της βιομάζας στη γεωργική και βιομηχανική ανάπτυξη της χώρας : ανθρώπινο δίκτυο, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας»

Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης C 009 της 11/01/2012 σ. 0037 – 0044. Γνωμοδότηση της Επιτροπής των Περιφερειών με θέμα: « Μια Ευρώπη που χρησιμοποιεί αποτελεσματικά τους πόρους – Εμβληματική πρωτοβουλία στο πλαίσιο της στρατηγικής “Ευρώπη 2020”». Διαθέσιμο: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:332:0001:0036:EL:PDF>

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2006. Πράσινη Βίβλος. Ευρωπαϊκή Στρατηγική για Αειφόρο, Ανταγωνιστική και Ασφαλή Ενέργεια. (COM(2006) 105 τελικό). Διαθέσιμο: [http://europa.eu/documents/comm/green\\_papers/pdf/com2006\\_105\\_el.pdf](http://europa.eu/documents/comm/green_papers/pdf/com2006_105_el.pdf)

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011 (α). Ανακοίνωση της Επιτροπής στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών. Χάρτης πορείας για μια αποδοτική, από πλευράς πόρων, Ευρώπη. (COM(2011)571 τελικό).

Βρυξέλλες. Διαθέσιμο: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0571:FIN:EL:PDF>

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011 (β). Πράσινη Βίβλος. Από τις προκλήσεις στις ευκαιρίες προς ένα κοινό πλαίσιο στρατηγικής και τη χρηματοδότηση της έρευνας και της καινοτομίας στην Ε.Ε. (COM(2011)48 τελικό). Βρυξέλλες. Διαθέσιμο: [http://ec.europa.eu/research/horizon2020/pdf/com\\_2011\\_0048\\_csf\\_green\\_paper\\_el.pdf](http://ec.europa.eu/research/horizon2020/pdf/com_2011_0048_csf_green_paper_el.pdf)

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο, 2008. Οδηγία 2008/98/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 19ης Νοεμβρίου 2008, για τα απόβλητα και την κατάργηση ορισμένων οδηγιών, Επίσημη εφημερίδα αριθ. L 312 της 22/11/2008. Διαθέσιμο: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:EL:PDF>

Κανονισμός (Ε.Ε.), αριθ. 1293/2013 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 11ης Δεκεμβρίου 2013, σχετικά με τη θέσπιση Προγράμματος για το Περιβάλλον και τη Δράση για το Κλίμα (LIFE).

ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας), 2012.

Καλιαμπάκος, Δ., Δαμίγος, Δ., 2008. Οικονομικά του Περιβάλλοντος και των Υδατικών Πόρων: Βασικές αρχές, Μέθοδοι αποτίμησης, Εφαρμογές. Σημειώσεις μαθήματος οικονομικά του Περιβάλλοντος και των Υδατικών Πόρων του Δ.Π.Μ.Σ. «Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων», ΕΜΠ, Αθήνα.

Καρβούνης, Σ. και Γεωργακέλλος, Δ., 2003. Διαχείριση του Περιβάλλοντος – Επιχειρήσεις και Βιώσιμη Ανάπτυξη, Πειραιάς: Α. Σταμούλη.

Κασιδώνη, Μ., 2012. «Οικιακή Ξήρανση Βιοαποβλήτων με Πιλοτική Εφαρμογή στο Δήμο Παπάγου Χολαργού», Μεταπτυχιακή Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Δ.Π.Μ.Σ. Περιβάλλον & Ανάπτυξη, Αθήνα.

Κέκος, Δ., 2013. Βιοαιθανόλη: Παρόν και μέλλον στην Ε.Ε. και Ελλάδα, Ε.Μ.Π., Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εργαστήριο Βιοτεχνολογίας.

Κοινή Υπουργική Απόφαση αριθ. 29407/3508, (ΦΕΚ 1572 Β), 2002. Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων, προς ενσωμάτωση της Οδηγίας 1999/31/ΕΚ.

Λοϊζίδου, Μ., 2013. Σημειώσεις μαθήματος «Ρύπανση και Συστήματα Προστασίας Περιβάλλοντος» του ΔΠΜΣ «Περιβάλλον και Ανάπτυξη», Ε.Μ.Π

Μπουρτσάλας, Α.Χ., 2001. Περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης διαχείρισης Α.Σ.Α. για τις Περιφέρειες της Ελλάδος. Columbia University, Earth Engineering Center.

Νόμος 4042/2012 (ΦΕΚ 24/Α/13-2-2012). Ποινική προστασία του περιβάλλοντος – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/ΕΚ – Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ – Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και κλιματικής Αλλαγής που ενσωματώνει στο εθνικό δίκαιο την οδηγία – πλαίσιο 2009/98/Ε.Ε. για τα απόβλητα.

Οδηγία 2003/30/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου, 2003. Σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές.

Οδηγία 2009/28/ΕΚ, 2009. Σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και τη συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ.

Οδηγία 96/61/ΕΚ, 1996. Σχετικά με την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης στη βιομηχανία (IPPC). Διαθέσιμο: <http://www.minenv.gr/4/ypexode4/newpage8.htm>



Οδηγός εφαρμογής προγραμμάτων Διαλογή στην Πηγή & συστημάτων διαχείρισης των βιοαποβλήτων, ΕΠΠΕΡΑΑ, Ιούλιος 2012

Πρόγραμμα DRYWASTE, 2012. Παραδοτέο 30. Προτάσεις χρήσεως του τελικού προϊόντος στην Ελληνική Αγορά.

Πρόγραμμα WASTE2BIO, 2012. Τεχνική Έκθεση Καταγραφής των Τεχνικών Διαχείρισης και Επεξεργασίας των Βιοαποβλήτων.

Πρόγραμμα ATHENSBIOWASTE, 2011. Νομοθετικό πλαίσιο της Ε.Ε. και της Ελλάδας αναφορικά με την ιεράρχηση της διαχείρισης των βιοαποβλήτων.  
Διαθέσιμο: <http://www.biowaste.gr/site/wp-content/uploads/2011/11/Biowaste-Legislation-Summarized.pdf>

Ρόκος, Δ., 2003. Από τη «Βιώσιμη» ή «Αειφόρο» στην Αξιοβίωτη Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη (κείμενα 1963 – 2003), Εκδ. Οίκος Α.Α. Λιβάνη, σελ. 551.

Ρόκος, Δ., 2004. Η ολοκληρωμένη Ανάπτυξη της Ηπείρου. Προβλήματα, Δυνατότητες και Περιορισμοί, 4ο Διεπιστημονικό Διαπανεπιστημιακό Συνέδριο του Ε.Μ.Π. και του Μ.Ε.Κ.Δ.Ε. του Ε.Μ.Π. «Η ολοκληρωμένη ανάπτυξη της Ηπείρου». Μέτσοβο: Σεπτέμβριος 23 – 26.

Σταράμος, Α., 2009. «Άχυρα σιτηρών – βιοδιϋλιση – υγρό καύσιμο Μ.Ε.Κ.», Μεταπτυχιακή Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Δ.Π.Μ.Σ. Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας, Αθήνα.

Τσαντίλης, Δ. και Χατζημπίρος, Κ., 2007. Ευρωπαϊκή περιβαλλοντική πολιτική. Νέα ευρωπαϊκή Ένωση. Μαραβέγιας Ν. και Τσιωσιζέλης Μ. (επιμ.). Αθήνα: Θεμέλιο.

Τσάτσης, Δ., 2008. *Ανάλυση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Ανακυκλωμένου Χαρτιού Συσκευασίας (και Διαχείριση Ενέργειας και Αποβλήτων)*. Διπλωματική εργασία. ΔΠΜΣ «Περιβάλλον και Ανάπτυξη», ΕΜΠ.



Για τις παραγόμενες ποσότητες απορριμμάτων στην Π.Ε. Δυτικής Αττικής και την Π.Ε. Δυτικού Τομέα Αθηνών, χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από τον ΕΔΣΝΑ, σύμφωνα με το παρακάτω έγγραφο:



τηλ.: 213 214 8 371. Fax: 210 6749178



Αθήνα, 23/10/2014  
Α.Π. 6549

Προς: Παπαγιαννακοπούλου Πηνελόπη

**Θέμα: Ποσότητες απορριμμάτων προς ΕΔΣΝΑ**

**Σχετικό:** Το υπ'αριθμ. Πρωτ. ΕΔΣΝΑ 6549/3-10-2014 έγγραφό σας

Σε συνέχεια του ανωτέρω σχετικού, σας αποστέλλουμε πίνακα με τις ποσότητες των απορριμμάτων που εισήλθαν στις εγκαταστάσεις του ΕΔΣΝΑ (ΧΥΤΑ, ΣΜΑ, ΕΜΑΚ) από τους Δήμους της Περιφερειακής Ενότητας Δυτικής Αττικής και του Δυτικού Τομέα Αθηνών για τα έτη 2011 έως 2013. Στις ποσότητες αυτές δεν περιλαμβάνονται οι ποσότητες απορριμμάτων των μπλε κάδων και οι οποίες καταλήγουν στα Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ). Τα μη ανακυκλώσιμα υλικά των ΚΔΑΥ καταλήγουν στο ΧΥΤΑ ως Υπολείμματα ΚΔΑΥ.

Συνημμένο: πίνακας με βάρος απορριμμάτων Δήμων

Ο Αναπληρωτής Διευθυντής Δ.Α.Α.

Παναγιώτης Γιαννόπουλος  
Μηχανολόγος Μηχανικός ΠΕ3/Α'

**ΒΑΡΟΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΔΗΜΩΝ (kg) ΠΟΥ ΕΙΣΗΛΘΑΝ ΣΤΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΔΣΝΑ (ΧΥΤΑ, ΣΜΑ, ΕΜΑΚ) -  
ΑΠΟ 1/1/2011 ΕΩΣ 31/12/2013**

ΔΗΜΟΣ	2011	2012	2013
-------	------	------	------

**ΔΥΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΗΝΩΝ**

Αγ. Αναργύρων-Καματερού	27.944.575	23.926.750	23.443.431
Αγ. Βαρβάρας	11.538.531	10.830.630	10.267.420
Αιγάλεω	34.363.497	30.419.961	29.639.801
Ιλίου	34.921.020	31.616.150	31.302.663
Περιστερίου	70.794.177	61.550.760	58.722.158
Πετρούπολης	21.981.297	20.238.388	20.254.515
Χαϊδαρίου	21.831.687	20.086.778	19.567.102
Γενικά Σύνολα	223.374.784	198.669.417	193.197.090

**ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ Δ. ΑΤΤΙΚΗΣ**

Ασπροπύργου	33.985.931	31.046.547	28.161.365
Αχαρνών	55.382.145	50.253.492	50.140.508
Ελευσίνας	20.499.950	15.948.468	15.307.209
Μάνδρας-Ειδυλλίας	11.061.383	10.655.031	9.630.036
Μεγαρέων	8.291.222	8.630.271	5.156.190
Φυλής	25.754.054	29.019.099	27.709.616
Γενικά Σύνολα	154.974.685	145.552.908	136.104.924