



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΚΑΙ
ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ ΑΠΟ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΜΑΓΕΙΡΙΚΑ ΕΛΑΙΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΣΤΑΥΡΟΥΛΑΣ ΠΑΠΑΣΤΑΥΡΟΥ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Αναπλ. Καθηγητής ΘΕΟΧΑΡΗΣ ΤΣΟΥΤΣΟΣ
(ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

Αναπλ. Καθηγήτρια ΕΥΠΡΑΞΙΑ ΜΑΡΙΑ
Επίκουρος Καθηγητής ΠΕΤΡΟΣ ΓΚΙΚΑΣ

ΧΑΝΙΑ, 2015



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Λόγω της αυξανόμενης χρήσης και της έντονα μεταβαλλόμενης τιμής του πετρελαίου σε συνδυασμό με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της χρήσης των ορυκτών καυσίμων, κερδίζει έδαφος η έρευνα για τα εναλλακτικά καύσιμα. Το βιοντίζελ παράγεται είτε από την μετεστεροποίηση τριγλυκεριδίων είτε από την εστεροποίηση ελεύθερων λιπαρών οξέων με αλκοόλη (κυρίως μεθανόλη). Είναι ένα δημοφιλές εναλλακτικό καύσιμο που μπορεί να αντικαταστήσει τα ορυκτά καύσιμα. Τα κύρια πλεονεκτήματα του βιοντίζελ είναι οι κοινές ιδιότητες και απόδοση του με το συμβατικό ντίζελ.

Η ανάγκη της Ευρώπης για ενεργειακή ασφάλεια και απεξάρτηση από τα καύσιμα, σε συνδυασμό με το πρωτόκολλο του Κιότο το οποίο αποτελεί έναν «οδικό χάρτη», στον οποίο περιλαμβάνονται τα απαραίτητα βήματα για τη μακροπρόθεσμη αντιμετώπιση της αλλαγής κλίματος που προκαλείται λόγω της αύξησης των ανθρωπογενών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, η αξιοποίηση των απόβλητων τηγανελαίων ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοκαυσίμων αποτελεί μια πρακτική που μπορεί να πετύχει ταυτόχρονα την ορθολογιστική διαχείριση ενός υγρού αποβλήτου αλλά και την ταυτόχρονη παραγωγή ενός ανανεώσιμου καυσίμου.

Κατά προσέγγιση 20.000 m³ φυτικών εδώδιμων λαδιών χρησιμοποιούνται κάθε χρόνο στην Κύπρο.

- 10.000 m³ σε εμπορικές δραστηριότητες.
- 30% υπολείμματα – 3.000 m³ ως επί το πλείστον συλλέγονται.
- 10.000 m³ στα σπίτια με 60 – 70% (7.000 m³) υπόλειμμα.

Άρα περί τα 8.000 m³ καταλήγουν στο περιβάλλον: σηπτικοί, κεντρικά αποχετευτικά – σταθμοί επεξεργασίας, χωματερές.

Οι ανάγκες της Κύπρου σε βιοντίζελ με 5% στα καύσιμα, ανέρχεται στα 15.000 m³/έτος.

Μικρό ποσοστό της ποσότητας αυτής παράγεται εντός του νησιού, ενώ το υπόλοιπο εισάγεται από τρίτες χώρες.

Η οικονομική βιωσιμότητα μονάδων επεξεργασίας απόβλητων τηγανελαίων για την παραγωγή βιοντίζελ επηρεάζεται κυρίως από τη δυνατότητα εξασφάλισης της απαραίτητης πρώτης ύλης στους σταθμούς επεξεργασίας. Αυτό προϋποθέτει την ύπαρξη ολοκληρωμένων συστημάτων συλλογής απόβλητων τηγανελαίων από τις διάφορες πηγές όπως εστιατόρια, κατοικίες, επιχειρήσεις, νοσοκομεία κλπ, αλλά και την ύπαρξη του απαραίτητου νομικού πλαισίου. Σε πολλές περιπτώσεις, για την ενθάρρυνση τόσο της συλλογής όσο και της επεξεργασίας των απόβλητων τηγανελαίων για παραγωγή βιοντίζελ, δίνονται κίνητρα όπως επιδοτήσεις, επιχορηγήσεις, αντίτιμα σε είδος κ.α.

Στην παρούσα εργασία έχει επιλεγεί η δημιουργία ενός υπολογιστικού εργαλείου λήψης αποφάσεων σε μορφή excel με το οποίο μελετήθηκαν διάφορα σενάρια ολοκληρωμένης διαχείρισης τηγανελαίων.

ABSTRACT

Due to the potential exhausting and increasing price of petroleum together with environment concerns caused by the combustion of fossil fuels, the search for alternative fuels has gained much attention. Biodiesel can be derived from either the transesterification of triglycerides or the esterification of free fatty acid with a short chain alcohol (mainly methanol). It has become popular as a possible alternative to fossil fuels. The main advantages of this fuel are that its properties and performance are similar to conventional diesel fuels.

The exploitation of used cooking oil as the raw material for the production of biodiesel, it is considered as a good practice which at the same time could meet the need for the waste treatment of liquid waste and the production of a renewable fuel.

The financial feasibility of biodiesel production plants is directly linked with the collection of the potential waste sources to the treatment plants. This requires an integrated waste oil collection system from the different sources such as households, restaurants, hospitals, enterprises etc. At the same time, a supportive legislative framework is needed. In many cases, for the promotion of waste oil collection and treatment for biodiesel production, incentives and other supporting schemes are given.

This study, examines various scenarios of integrated waste treatment of used cooking oil with the use of an excel tool which is suitable to assist decision makers for the development of a biodiesel production plant.

Πίνακας Περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ABSTRACT	4
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	7
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	7
1. Εισαγωγή.....	8
2. Νομοθετικό Πλαίσιο	13
2.1 Το νομοθετικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης	13
2.2 Κυπριακή Νομοθεσία	18
2.3 Γενικά σχόλια	23
3. Διεθνής επιστημονική εμπειρία	25
3.1 28 Κράτη Μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	25
3.2 Κύπρος.....	28
3.3 Δανία	29
3.4 Ελλάδα	29
3.5 Ιταλία.....	30
3.6 Πορτογαλία.....	31
3.7 Γερμανία.....	32
3.8 Ισπανία.....	33
4. Πρακτικές συλλογής χρησιμοποιημένων μαγειρικών ελαίων	34
5. Αξιολόγηση των πρακτικών για επεξεργασία των χρησιμοποιημένων μαγειρικών ελαίων σε βιοντίζελ	37
5.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά χρησιμοποιημένων μαγειρικών ελαίων	37
5.2 Διεργασίες Παραγωγής Βιοντίζελ	37
6. Μεθοδολογία.....	42
6.1 Εισαγωγή	42
6.2 Αλκαλική Μετεστεροποίηση.....	42
6.3 Υπολογιστικό εργαλείο λήψης αποφάσεων	45
6.4 Σενάρια.....	51
7. Ανάλυση αποτελεσμάτων	53
8. Συζήτηση	59
9. Προτάσεις	62
10. Βιβλιογραφία.....	63
11. Παραρτήματα.....	65

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Είδος βιοκαυσίμων στη συνολική κατανάλωση για το 2013.....	25
Εικόνα 2: Κατανάλωση βιοκαυσίμων στις μεταφορές στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το 2013 σε κτοε ανά είδος βιοκαυσίμου	27
Εικόνα 3: Εξαγωγές από τον Ιανουάριο μέχρι Ιούλιο 2014.....	33
Εικόνα 4: Μηχανισμός της βασικής καταλυόμενης μετεστεροποίησης	39

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Κατανάλωση βιοντίζελ στις μεταφορές στην Ευρωπαϊκή Ένωση (σε ΤΙΠ) για το 2012 και 2013.....	26
Πίνακας 2: Δυναμικότητα παραγωγής και κατανομή βιοντίζελ στην Ελλάδα	30
Πίνακας 3: Κατανάλωση βιοντίζελ στην Ιταλία σύμφωνα με το Βαρόμετρο βιοκαυσίμων του 2011 (νεότερα στοιχεία)	30
Πίνακας 4: Παραγωγή βιοντίζελ στην Ιταλία, 2011	31
Πίνακας 5: Παραγωγή βιοντίζελ στην Πορτογαλία.....	32
Πίνακας 6: Κατανάλωση βιοντίζελ στην Ισπανία	33
Πίνακας 7: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα μεθόδων συλλογής (Roy, 2009) ..	36
Πίνακας 8: Ιδιότητες αποβλήτων μαγειρικών ελαίων	37
Πίνακας 9: Σύγκριση της αλκαλικά καταλυόμενης μετεστεροποίησης με την όξινα καταλυόμενη μετεστεροποίηση	40
Πίνακας 10: Σύγκριση της βασικής ομογενούς κατάλυσης με την ενζυμική κατάλυση της αντίδρασης μετεστεροποίησης.....	41
Πίνακας 11: Μέγεθος αντιδραστήρα και κύκλος διεργασιών.....	46
Πίνακας 12: Ποσότητα και ποσοστό πρώτης ύλης	47
Πίνακας 13: Τρόπος συλλογής και μεταφοράς	47
Πίνακας 14: Επεξεργασία και παραγωγή βιοντίζελ.....	48
Πίνακας 15: Συγκεντρωτικά έξοδα.....	49
Πίνακας 16: Διάθεση βιοντίζελ.....	49
Πίνακας 17: Συντελεστής εκπομπών CO ₂ ανάλυση κύκλου ζωής	50
Πίνακας 18: Σενάρια	52

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Συλλογή από πόρτα σε πόρτα	35
Διάγραμμα 2: Σημεία συλλογής	35
Διάγραμμα 3: Συνδυασμένη παροχή /συλλογή	35
Διάγραμμα 4: Μέθοδοι Μετεστεροποίησης.....	38
Διάγραμμα 5: Διάγραμμα Ροής παραγωγής βιοντίζελ από τηγανέλαια	44
Διάγραμμα 6: Υπολογιστικού Εργαλείου	46
Διάγραμμα 7: Συλλογή από πόρτα σε πόρτα	54
Διάγραμμα 8: Συγκέντρωση σε σημεία συλλογή	55
Διάγραμμα 9: Συλλογή στη μονάδα επεξεργασίας	55
Διάγραμμα 10: Ανάλυση ευαισθησίας καθαρών εσόδων ως προς τη μεταβολή του αντιτίμου	56
Διάγραμμα 11: Ανάλυση ευαισθησίας καθαρών εσόδων ως προς τη μεταβολή της επιδότησης	57
Διάγραμμα 12: Ανάλυση ευαισθησίας καθαρών εσόδων ως προς τη μεταβολή της τιμής πώλησης βιοντίζελ.....	58

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΚΔΠ – Κανονιστική Διοικητική Πράξη

h - ώρα

t – τόνος

ΤΙΠ- τόνοι ισοδυνάμου πετρελαίου

1. Εισαγωγή

Η ευρωπαϊκή πολιτική για την κλιματική αλλαγή έχει αρχίσει εδώ και καιρό, από τις διεθνείς προσπάθειες για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, οι οποίες εξελίχθηκαν σε εσωτερικές πολιτικές για το κλίμα. Η ολοκληρωμένη δέσμη μέτρων πολιτικής για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου ξεκίνησε μέσω του Ευρωπαϊκού Προγράμματος για την Αλλαγή του Κλίματος (European Climate Change Programme, ECCP).

Η πρώτη κοινοτική στρατηγική για τον περιορισμό του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) ετοιμάστηκε μετά από πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής το 1991, και αφορούσε εθελοντικές δεσμεύσεις για μείωση των εκπομπών CO₂ κατά 25% από τους κατασκευαστές αυτοκινήτων (Οδηγία του Συμβουλίου για την άδεια οδήγησης, 91/439/ΕΟΚ).

Η πρώτη απόφαση για μείωση των εκπομπών στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα λήφθηκε με την ψήφιση της Απόφασης 2002/358/ΕΚ του Συμβουλίου της 25ης Απριλίου 2002 για την έγκριση, εξ ονόματος της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, του Πρωτοκόλλου του Κιότο στη σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές και την από κοινού τήρηση των σχετικών δεσμεύσεων. Για επίτευξη των στόχων οι οποίοι τέθηκαν μέσα από την απόφαση, χρησιμοποιήθηκαν το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα για την Αλλαγή του Κλίματος (European Climate Change Programme, ECCP) και το Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών Αερίων του θερμοκηπίου.

Στις 23 Ιανουαρίου 2008, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε μια φιλόδοξη δέσμη προτάσεων που έδωσε στην Ευρωπαϊκή Ένωση φιλόδοξες δεσμεύσεις για την καταπολέμηση της αλλαγής του κλίματος και την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μέχρι το 2020 και μετά. Το Δεκέμβριο του 2008, το Ευρωπαϊκό

Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο κατέληξε σε συμφωνία σχετικά με το πακέτο που θα βοηθήσει στη μετατροπή της Ευρώπης σε μια οικονομία χαμηλού άνθρακα, ενώ παράλληλα θα αυξηθεί η ενεργειακή ασφάλεια.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο το 1997, αποφάσισε για τα τότε 15 κράτη μέλη της ΕΕ, να εκπληρώσουν τις δεσμεύσεις τους για την πρώτη περίοδο ανάληψης υποχρεώσεων από κοινού και να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 8% μέχρι το 2008-12 σε σύγκριση με την ΕΕ-15 'το έτος βάσης. Το 2012, οι συνολικές εκπομπές GHG στην ΕΕ-15, χωρίς LULUCF, ήταν 15,1% (642 εκατομμύρια τόνους ισοδυνάμου CO₂) κάτω από τα επίπεδα του 1990, και 15,1% (σε 646 εκατομμύρια τόνους ισοδυνάμου CO₂) κάτω του Κιότο βάση τα επίπεδα του έτους. Οι εκπομπές μειώθηκαν κατά 0,8% (30 εκατομμύρια τόνων ισοδυνάμου CO₂) μεταξύ 2011 και 2012.

Από το 2009, οι συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου είναι κάτω από το στόχο του Κιότο ΕΕ-15. Για το σύνολο της πρώτης περιόδου δέσμευσης (2008-2012), οι εκπομπές της ΕΕ-15 διαμορφώθηκαν κατά μέσο όρο σε 11,8% κάτω από τα επίπεδα του έτους βάσης.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δεσμευθεί να μειώσει τις συνολικές εκπομπές κατά τουλάχιστον 20% κάτω από τα επίπεδα του 1990 έως το 2020, και είναι έτοιμη να αυξήσει στο 30% με μια νέα παγκόσμια συμφωνία κατά της κλιματικής αλλαγής εάν άλλες ανεπτυγμένες χώρες καταβάλουν ανάλογες προσπάθειες. Επίσης, έχει θέσει ως στόχο να αυξήσει το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη χρήση ενέργειας και το 20% έως το 2020. (www.ec.europa.eu/energy/en/topics/energy)

Το πακέτο κλίμα και ενέργεια, καθορίζει την συνεισφορά που αναμένεται από κάθε κράτος μέλος για την επίτευξη των στόχων αυτών, και προτείνει μια σειρά

από μέτρα για την επίτευξη τους. Οι εθνικοί στόχοι που τέθηκαν για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για κάθε κράτος μέλος θα συμβάλουν στην επίτευξη της μείωσης των εκπομπών και στην εξάρτηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης από ξένες πηγές ενέργειας. Οι στόχοι περιλαμβάνουν ένα ελάχιστο 10% το μερίδιο των βιοκαυσίμων στη βενζίνη και το ντίζελ το 2020. Το πακέτο ορίζει επίσης ότι τα κριτήρια αειφορίας των βιοκαυσίμων θα πρέπει να πληρούν για να διασφαλίσει ότι παρέχει πραγματικά οφέλη για το περιβάλλον.

Παράλληλα, η ορθολογιστική διαχείριση των αποβλήτων και η αξιοποίηση του ενεργειακού περιεχομένου τους προωθείται ως η βέλτιστη συνδυασμένη λύση καθώς αντιμετωπίζονται ταυτόχρονα δύο επιμέρους προβλήματα τα οποία είναι: (α) η διαχείριση αποβλήτων και ο περιορισμός των επιπτώσεων στο περιβάλλον, (β) η εξεύρεση νέων πηγών και μορφών ενέργειας.

Τα χρησιμοποιημένα μαγειρικά έλαια (τηγανέλαια) αν απορριφθούν στο περιβάλλον μπορεί να προκαλέσουν σοβαρή υποβάθμιση στο έδαφος ή στα νερά. Αν απορριφθούν στο κεντρικό αποχετευτικό δίκτυο μπορεί να προκαλέσουν πρόβλημα στο σταθμό επεξεργασίας λυμάτων στον οποίο θα καταλήξουν.

Στην Κύπρο, σύμφωνα με το Τμήμα Περιβάλλοντος, όλοι οι παραγωγοί χρησιμοποιημένων βρώσιμων ελαίων (εστιατόρια, ξενοδοχεία, κλπ) πρέπει να συμμορφώνονται με τις πρόνοιες του Νόμου περί Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων, να συλλέγουν ξεχωριστά τα χρησιμοποιημένα βρώσιμα έλαια και να τα παραδίδουν άμεσα σε αδειοδοτημένους διαχειριστές ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε ρύπανση ή υποβάθμιση του περιβάλλοντος από την ανεξέλεγκτη διαχείριση τους (www.moa.gov.cy/moa/environment).

Οι παραγωγοί και οι κάτοχοι αποβλήτων βρώσιμων ελαίων πρέπει να αποθηκεύουν τα απόβλητα αυτά σε κλειστά δοχεία τα οποία να διαθέτουν σύστημα κλειδώματος για αποτροπή κλοπής και να αποτελούνται από υλικό το οποίο δεν διαβρώνεται εύκολα. Επίσης, πρέπει να λαμβάνονται μέτρα ώστε σε περίπτωση διαρροής ή υπερχειλίσης να μην επιτρέπεται η διαρροή των αποβλήτων προς το έδαφος ή στα νερά για την προστασία του περιβάλλοντος. Τα δοχεία φύλαξης των αποβλήτων πρέπει να αποθηκεύονται προσωρινά μέχρι την παραλαβή τους από αδειοδοτημένο φορέα σε χώρο στον οποίο δεν μπορούν να έχουν πρόσβαση μη εξουσιοδοτημένα άτομα. Η παραλαβή των αποβλήτων από τους αδειοδοτημένους φορείς πρέπει να γίνεται πάντα υπό την παρουσία του κατόχου ή παραγωγού στον οποίο και πρέπει να παραδίδεται Μητρώο Συλλογής Αποβλήτων από τον φορέα συλλογής. Τα μητρώα αυτά πρέπει να τηρούνται και να διατίθενται στη διάθεση του Τμήματος Περιβάλλοντος όποτε ζητηθούν.

Στην Κύπρο, σύμφωνα με το Τμήμα Περιβάλλοντος, υπάρχουν εγκαταστάσεις διαχείρισης αποβλήτων οι οποίες έχουν τη δυνατότητα επεξεργασίας των αποβλήτων βρώσιμων ελαίων με μεθόδους όπως η εστεροποίηση για την παραγωγή βιοκαυσίμου (biodiesel) και η αναερόβια επεξεργασία για παραγωγή βιοαερίου (μεθανίου) (www.moa.gov.cy/moa/environment).

Το τελικό προϊόν (βιοκαύσιμο) προερχόμενο από την επεξεργασία των αποβλήτων βρώσιμων ελαίων πρέπει απαραίτητα σε περίπτωση διοχέτευσης του στην αγορά ως καύσιμο τύπου biodiesel να τηρεί τις προδιαγραφές του Ευρωπαϊκού Προτύπου για καύσιμο τύπου biodiesel EN 14214 (Παράρτημα Ι). Το καύσιμο τύπου biodiesel μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο κίνησης ή για την παραγωγή ηλεκτρικής ή θερμικής ενέργειας.

Η διευρυμένη συλλογή τηγανελαίων, όχι μόνο από εστιατόρια, αλλά και από οικιακούς καταναλωτές κρίνεται επιβεβλημένη ώστε να μπορέσει να ανακτηθεί το μεγαλύτερο ποσοστό των τηγανελαίων που χρησιμοποιούνται στην Κυπριακή αγορά. Σε μια τέτοια περίπτωση, με την παράλληλη δημιουργία νέων μονάδων παραγωγής βιοκαυσίμων από απόβλητα τηγανέλαια, η αυξημένη παραγωγή βιοκαυσίμων και η διοχέτευση τους στην αγορά αναμένεται να έχει σημαντική συνεισφορά στους στόχους του 2020 για 10% χρήση βιοκαυσίμων στο σύνολο της κατανάλωσης καυσίμων στις μεταφορές.

Τόσο η Κύπρος όσο και η Ελλάδα όπως και τα άλλα Κράτη Μέλη θα πρέπει να συμμορφώνονται και να εναρμονίζονται με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες και στόχους λαμβάνοντας πάντα υπόψη και τις τοπικές συνθήκες που δυνατό να επηρεάσουν την πορεία επίτευξης των στόχων χρήσης βιοκαυσίμων. Πρόοδος έχει παρατηρηθεί στη συλλογή τηγανελαίων από επιχειρήσεις όπως εστιατόρια, νοσοκομεία, ξενοδοχεία και στρατόπεδα, παρόλα αυτά υστερούν στον τομέα συλλογής και διαχείρισης αποβλήτων τηγανελαίων από νοικοκυριά.

Η παρούσα μελέτη κάνει αναφορά στο ευρύτερο σχετικό νομοθετικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και στην υφιστάμενη κατάσταση επιλεγμένων κρατών μελών με σημαντική πρόοδο στον τομέα της ενεργειακής αξιοποίησης των χρησιμοποιημένων τηγανελαίων.

Η εργασία εστιάζει στη νομοθεσία της Κυπριακής Δημοκρατίας, χρησιμοποιώντας την περίπτωση της ως ένα παράδειγμα εναρμόνισης με την ευρύτερη ευρωπαϊκή νομοθεσία και τους στόχους για τη χρήση και τα οφέλη από τα βιοκαύσιμα. Η Κυπριακή έννομη τάξη εναρμονίστηκε με τις σχετικές Ευρωπαϊκές Οδηγίες και ανέπτυξε μια εθνική πολιτική στον τομέα αυτόν. Η Κύπρος παρουσιάζει ιδιαίτερο

ενδιαφέρον και μελετάται ως case study όσο αφορά την επίτευξη των ευρωπαϊκών στόχων για την χρήση βιοκαυσίμων για τους ακόλουθους λόγους:

- Ο νησιωτικός χαρακτήρας του νησιού επηρεάζει τη δυνατότητα αξιοποίησης και εμπορίας των βιοκαυσίμων.
- Οι κλιματικές συνθήκες και η ανομβρία του νησιού επηρεάζουν τη δυνατότητα ανάπτυξης ενεργειακών καλλιεργειών για σκοπούς παραγωγής βιοκαυσίμων.
- Τα διαθέσιμα απόβλητα τηγανέλαια αποτελούν υποσχόμενο δυναμικό για παραγωγή βιοκαυσίμων στην Κύπρο.

2. Νομοθετικό Πλαίσιο

2.1 Το νομοθετικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης

- I. Οδηγία 2009/28/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 23ης Απριλίου 2009, σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και τη συνακόλουθη κατάργηση των Οδηγιών 2001/77/EK και 2003/30/EK

Η Οδηγία αυτή αποσκοπεί στη δημιουργία ενός κοινού πλαισίου παραγωγής και προώθησης της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

Κάθε Κράτος Μέλος έχει θέσει έναν εκτιμώμενο στόχο σχετικά με το μερίδιο της ενέργειας που παράγει από ανανεώσιμες πηγές, στο σύνολο της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας για το 2020. Ο στόχος αυτός συνάδει με το συνολικό στόχο «20-20-20» της Κοινότητας.

Επικυρώθηκε ως υποχρεωτικός στόχος, το 20% ως μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στη συνολική κατανάλωση ενέργειας της Κοινότητας έως το

2020 και υποχρεωτικό ελάχιστο στόχο, το οποίο πρέπει να επιτύχουν όλα τα Κράτη Μέλη, 10% ως μερίδιο των βιοκαυσίμων στην κατανάλωση βενζίνης και πετρελαίου ντίζελ στις μεταφορές έως το 2020, στόχος που πρέπει να υλοποιηθεί κατά οικονομικώς συμφέροντα τρόπο.

Επίσης, είναι σημαντικό να εκπονούνται και να πληρούνται ουσιαστικά κριτήρια αειφορίας για τα βιοκαύσιμα και να διασφαλισθεί η εμπορική διαθεσιμότητα βιοκαυσίμων δεύτερης γενεάς.

Τα βιοκαύσιμα θα πρέπει να προωθούνται με τρόπο που θα ενθαρρύνει την αυξημένη παραγωγικότητα της γεωργίας και τη χρήση υποβαθμισμένων γαιών.

Είναι ανάγκη να θεσπιστούν σαφείς κανόνες για τον υπολογισμό των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από τα βιοκαύσιμα και βιορευστά, καθώς και από τα αντικαθιστάμενα ορυκτά καύσιμα.

Τα κριτήρια αειφορίας για τα βιοκαύσιμα είναι τα εξής (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=CELEX:32009L0028>):

- Μείωση των εκπομπών του θερμοκηπίου που επιτυγχάνεται με τη χρήση βιοκαυσίμων πρέπει να είναι τουλάχιστον 35%
- Τα βιοκαύσιμα δεν πρέπει να έχουν παραχθεί από πρώτες ύλες προερχόμενες από εδάφη με υψηλή αξία βιοποικιλότητας
- Τα βιοκαύσιμα δεν πρέπει να έχουν παραχθεί από πρώτες ύλες προερχόμενες από εκτάσεις υψηλών αποθεμάτων άνθρακα
- Τα βιοκαύσιμα δεν θα παράγονται από πρώτες ύλες που προέρχονται από εκτάσεις που είχαν χαρακτηριστεί τυρφώνες τον Ιανουάριο του 2008.

Στην Οδηγία ισχύουν οι πιο κάτω ορισμοί (Άρθρο 2, Ορισμοί) :

Βιομάζα είναι το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων βιολογικής προέλευσης από τη γεωργία (συμπεριλαμβανομένων των φυτικών και των ζωικών ουσιών), τη δασοκομία και τους συναφείς κλάδους, συμπεριλαμβανομένης της αλιείας και της υδατοκαλλιέργειας, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών αποβλήτων και των οικιακών απορριμμάτων.

Ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας είναι τα ενεργειακά βασικά προϊόντα που παραδίδονται για ενεργειακούς σκοπούς στη βιομηχανία, στις μεταφορές, στα νοικοκυριά, στις υπηρεσίες, συμπεριλαμβανομένων των δημόσιων υπηρεσιών, στη γεωργία, στη δασοκομία και στην αλιεία, συμπεριλαμβανομένης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας από τον ενεργειακό κλάδο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, και συμπεριλαμβανομένων των απωλειών ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας κατά τη διανομή και τη μεταφορά.

Βιοκαύσιμα είναι τα υγρά ή αέρια καύσιμα κίνησης τα οποία παράγονται από βιομάζα.

Πραγματική τιμή είναι η μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου για ορισμένες ή όλες τις φάσεις μιας συγκεκριμένης διαδικασίας παραγωγής βιοκαυσίμου, η οποία υπολογίζεται με τη μεθοδολογία του παραρτήματος V μέρος Γ

Τυπική τιμή είναι η εκτίμηση της μείωσης των αντιπροσωπευτικών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου για συγκεκριμένη οδό παραγωγής βιοκαυσίμων.

Η Οδηγία 2009/28/ΕΚ τέθηκε σε ισχύ στις 25.6.2009 και όλα τα Κράτη Μέλη είχαν προθεσμία για τη μεταφορά στο εθνικό τους δίκαιο μέχρι τις 5.12.2010.

Η Κύπρος εναρμονίστηκε μερικώς με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2009/28/EK με την ψήφιση του Ν.111(I)/2013, νομός που τροποποιεί τον Περί προδιαγραφών πετρελαιοειδών και καύσιμων.

II. Απόφαση της Επιτροπής της 12ης Ιανουαρίου 2011 σχετικά με ορισμένα είδη πληροφοριών για τα βιοκαύσιμα και τα βιορευστά που πρέπει να υποβάλλουν οι οικονομικοί φορείς στα Κράτη-Μέλη (2011/13/ΕΕ)

Τα Κράτη Μέλη οφείλουν να διασφαλίζουν ότι οι οικονομικοί φορείς τους υποβάλλουν έκθεση σχετικά με τη συμμόρφωση των βιορευστών με τα κριτήρια αειφορίας που θεσπίστηκαν με την Οδηγία 2009/28/EK, καθώς και με τη συμμόρφωση των βιοκαυσίμων με τα κριτήρια αειφορίας που θεσπίστηκαν με την εν λόγω Οδηγία και την Οδηγία 98/70/EK, και επίσης ότι οικονομικοί φορείς παρέχουν πληροφορίες για ορισμένες πρόσθετες περιβαλλοντικές και κοινωνικές πτυχές.

Όσον αφορά τις εν λόγω πρόσθετες περιβαλλοντικές και κοινωνικές πτυχές, η Επιτροπή υποχρεούται να εκπονήσει κατάλογο με τις κατάλληλες και σχετικές πληροφορίες που πρέπει να παρέχονται.

Υπάρχουν ή εκπονούνται διάφορα εθελοντικά συστήματα που καθορίζουν πρότυπα για την παραγωγή προϊόντων βιομάζας, στα οποία προβλέπονται απαιτήσεις που καλύπτουν, εν μέρει ή πλήρως, τα κριτήρια αειφορίας καθώς και τις πρόσθετες περιβαλλοντικές και κοινωνικές πτυχές, όπως αυτές καλύπτονται από τον κατάλογο της Επιτροπής. Η Επιτροπή ενδέχεται να αναγνωρίσει τα εν λόγω εθελοντικά συστήματα ως αξιόπιστες και αποδεκτές πηγές στοιχείων με σκοπό την απόδειξη της συμμόρφωσης με τα κριτήρια. Επιπλέον, η Επιτροπή ενδέχεται να

αναγνωρίσει ότι τα συστήματα αυτά περιλαμβάνουν ακριβή στοιχεία όσον αφορά τις πρόσθετες περιβαλλοντικές και κοινωνικές πτυχές¹.

III. Οδηγία 2008/98/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 19^{ης} Νοεμβρίου 2008 για τα απόβλητα

Η Οδηγία πλαίσιο 2008/98/EK αντικαθιστά την Οδηγία 2006/12/EK και θα πρέπει να ενσωματωθεί στο εθνικό δίκαιο των κρατών μελών ως το Δεκέμβριο του 2010. Η αναθεώρηση της Οδηγίας έγινε στα πλαίσια υλοποίησης της Στρατηγικής για την πρόληψη της παραγωγής των αποβλήτων και την ανακύκλωση με στόχο να αποσαφηνίσει έννοιες όπως απόβλητο, διάθεση, αξιοποίηση, να ενισχύσει και να προωθήσει την πρόληψη της παραγωγής των απορριμμάτων, να εισάγει την έννοια της ανάλυσης κύκλου ζωής στη λήψη αποφάσεων για τη διαχείρισή τους και να προωθήσει την ανάκτηση υλικών και ενέργειας. Η Οδηγία θεσπίζει την ακόλουθη ιεράρχηση ως προτεραιότητα στη νομοθεσία και την πολιτική για τη διαχείριση των απορριμμάτων: α) πρόληψη, β) ανακύκλωση, γ) άλλου είδους ανάκτηση και δ) διάθεση. Επίσης, καθορίζει πότε η αποτέφρωση των απορριμμάτων θεωρείται ανάκτηση και όχι διάθεση, σε συμφωνία και με τα έγγραφα αναφοράς των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών για την αποτέφρωση των αποβλήτων (IPPC Directive).

Σύμφωνα με το Άρθρο 3, ορισμοί, ως απόβλητα ορίζονται κάθε ουσία ή αντικείμενο, το οποίο ο κάτοχος του απορρίπτει ή προτίθεται ή υποχρεούται να απορρίψει.

¹ www.cylaw.org, www.moa.gov.cy/environment, www.cys.org.cy, europa.eu

Η Οδηγία προβλέπει τη δημοσίευση κατευθύνσεων για τα κριτήρια ταξινόμησης ενός αποβλήτου ως προϊόντος ή όχι, καθώς και τη θέσπιση ποσοτικών στόχων πρόληψης της παραγωγής των απορριμμάτων από τα Κράτη Μέλη. Θέτει συγκεκριμένους ποσοτικούς στόχους για την αξιοποίηση των αποβλήτων από κατασκευές και κατεδαφίσεις (70% ως το 2020), ελάχιστο ποσοτικό στόχο ανακύκλωσης των οικιακών αποβλήτων (50% ως το 2020) και προϋποθέτει την ξεχωριστή συλλογή τουλάχιστον του χαρτιού, μετάλλου, πλαστικού και γυαλιού μέχρι το 2015. Αναφορικά με τη διαχείριση των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων, προτείνει την ξεχωριστή συλλογή τους και τη διερεύνηση του πλαισίου διαχείρισής τους από την Επιτροπή.

Η Κύπρος με τον Περί Απόβλητων Νόμο 185 (Ι)/2011 εναρμονίστηκε με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2008/98/ΕΚ.

2.2 Κυπριακή Νομοθεσία

Ι. Ο περί Προώθησης και Ενθάρρυνσης της Χρήσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας Νόμος του 2013 – Ν.112/2013

Σκοπός του Νόμου είναι η προώθηση και η ενθάρρυνση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές².

Ο Νόμος αυτός θεσπίζει κοινό πλαίσιο για την προώθηση της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ως ακολούθως:

(α) θέτει υποχρεωτικούς εθνικούς στόχους για το συνολικό μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας της Δημοκρατίας και το μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στις μεταφορές·

² Βλ. blog κ. Θεοπέμπτου (τ. Επιτρόπου Περιβάλλοντος Κυπριακής Δημοκρατίας), in: <http://theopemptou.blogspot.com/>

(β) καθορίζει κανόνες για τη στατιστική μεταβίβαση μεταξύ της Δημοκρατίας και άλλων κρατών μελών, για κοινά έργα μεταξύ της Δημοκρατίας και άλλων κρατών μελών ή/και με τρίτες χώρες, τις εγγυήσεις προέλευσης, τις διοικητικές διαδικασίες, την πληροφόρηση και την κατάρτιση εγκαταστατών μικρής κλίμακας συστημάτων ανανεώσιμων πηγών και την πρόσβαση στο σύστημα μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας για ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές·

(γ) θέτει υποχρέωση για τήρηση των κριτηρίων αειφορίας, τα οποία καθορίζονται στον Περί Προδιαγραφών Πετρελαιοειδών και Καυσίμων Νόμο, όπως αυτός εκάστοτε τροποποιείται ή αντικαθίσταται, καθώς και στα διατάγματα που εκδίδονται δυνάμει αυτού, για τα βιοκαύσιμα και τα βιορευστά προκειμένου αυτά να μπορούν να ενταχθούν στα καθεστώτα στήριξης και να λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Οι δεσμευτικοί εθνικοί συνολικοί στόχοι για τη Δημοκρατία, καθορίζονται ως ακολούθως:

(α) το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας το 2020, το οποίο υπολογίζεται, σύμφωνα με τα άρθρα 7 και 15 έως 18, αντιστοιχεί τουλάχιστον στο 13%.

(β) το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές σε όλες τις μορφές μεταφορών, πρέπει να αντιπροσωπεύει το 2020, ποσοστό τουλάχιστον 10% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στις μεταφορές".

Στο Νόμο ισχύουν οι πιο κάτω ορισμοί:

Ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας» σημαίνει τα ενεργειακά βασικά προϊόντα που παραδίδονται για ενεργειακούς σκοπούς στη βιομηχανία, στις μεταφορές, στα νοικοκυριά, στις υπηρεσίες, συμπεριλαμβανομένων των δημόσιων υπηρεσιών, στη γεωργία, στη δασοκομία και στην αλιεία, συμπεριλαμβανομένης

της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας από τον ενεργειακό κλάδο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, και συμπεριλαμβανομένων των απωλειών ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας κατά τη διανομή και τη μεταφορά.

Βιοκαύσιμα σημαίνει τα υγρά ή αέρια καύσιμα μεταφορών τα οποία παράγονται από βιομάζα.

Βιομάζα σημαίνει το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων βιολογικής προέλευσης από τη γεωργία (συμπεριλαμβανομένων των φυτικών και των ζωικών ουσιών), τη δασοκομία και τους συναφείς κλάδους, συμπεριλαμβανομένης της αλιείας και της υδατοκαλλιέργειας, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών αποβλήτων και των οικιακών απορριμμάτων.

Στη βιομάζα συμπεριλαμβάνονται και τα απόβλητα μαγειρικά έλαια που παράγονται καθημερινά από τις βιομηχανίες τροφίμων, τα εστιατόρια και τα νοικοκυριά και δεν είναι πλέον κατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση

II. Το περί Προώθησης και Ενθάρρυνσης της Χρήσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Μεθοδολογία Υπολογισμού του Μεριδίου της Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές) Διάταγμα του 2013 (ΚΔΠ 441/2013) [Κανονιστική Διοικητική Πράξη]

Στο παρόν Διάταγμα παρουσιάζεται η μεθοδολογία για τον υπολογισμό του μεριδίου της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές που προκύπτει διαιρώντας την ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δια της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας από όλες τις ενεργειακές πηγές ενέργειας και εκφράζεται ως ποσοστό.

Η ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι το άθροισμα της ακαθάριστη τελικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, της ακαθάριστη τελικής κατανάλωσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για θέρμανση και ψύξη και της τελικής κατανάλωσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στις μεταφορές.

III. Περί Προδιαγραφών Πετρελαιοειδών και Καυσίμων Νόμο Ν.148(Ι)/2003

Ο Νόμος θεσπίζεται με σκοπό τον έλεγχο και τον καθορισμό της ποιότητας των πετρελαιοειδών και καυσίμων ώστε να συνάδουν με τις προδιαγραφές που καθορίζονται με τις πράξεις της Ε.Ε. και με άλλες πρόσθετες προδιαγραφές.

IV. Ν.27(Ι)/2012, Νόμος που τροποποιεί τον περί προώθησης και ενθάρρυνσης της χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και της Εξοικονόμησης Ενέργειας Νόμο (περί Προώθησης και Ενθάρρυνσης της Χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και της Εξοικονόμησης Ενέργειας Νόμους του 2003 έως 2010)

Το Άρθρο 8 του βασικού Νόμου (Ν.33(Ι)/2003) τροποποιείται από την αντικατάσταση του εδαφίου (1) με το ακόλουθο νέο εδάφιο: «(1) Από ημερομηνία η οποία καθορίζεται από το Υπουργικό Συμβούλιο και που περιλαμβάνεται σε γνωστοποίηση του Υπουργού, η οποία δημοσιεύεται στην Επίσημη Εφημερίδα της Δημοκρατίας, κάθε καταναλωτής ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία παρέχεται από οποιοδήποτε εξουσιοδοτημένο παροχέα και ανεξάρτητα από την κατηγορία ή τη διατίμηση με την οποία χρεώνεται, επιβαρύνεται και οφείλει να καταβάλει στο Ταμείο τέλος κατανάλωσης που ανέρχεται σε 0,50 €/kWh ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώθηκε και που αναγράφεται στο σχετικό λογαριασμό ή τιμολόγιο κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας που εκδίδεται και που αποστέλλεται περιοδικά σε αυτόν τον εξουσιοδοτημένο παροχέα".

V. Περί Αποβλήτων Νόμος του 2011 (Ν. 185(I)/2011)

Όλοι οι παραγωγοί χρησιμοποιημένων βρώσιμων ελαίων (εστιατόρια, ξενοδοχεία, κλπ) πρέπει συμμορφώνονται με τις πρόνοιες του περί Στερεών και Επικίνδυνων Αποβλήτων Νόμου, δηλαδή να συλλέγονται ξεχωριστά τα χρησιμοποιημένα βρώσιμα έλαια και να τα παραδίδονται άμεσα σε αδειοδοτημένους διαχειριστές ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε ρύπανση ή υποβάθμιση του περιβάλλοντος από την ανεξέλεγκτη διαχείριση τους.

VI. Το περί προδιαγραφών Βενζίνης, Ντίζελ και Βιοντίζελ, Διάταγμα του 2009 – Κ.Δ.Π. [Κανονιστική Διοικητική Πράξη] 384/2009

Για σκοπούς μερικής εναρμόνισης με την Ευρωπαϊκή Νομοθεσία [Οδηγία 98/70/ΕΚ, Οδηγία 2003/17/ΕΚ, Οδηγία 2009/28/ΕΚ, Οδηγία 2009/30/ΕΚ], το ΚΔΠ 384/2009 αναφέρει ότι:

"Το βιοντίζελ δύναται να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο στην αυτοκίνηση σε οχήματα με κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση, είτε ως πρόσθετο στο καύσιμο ντίζελ σύμφωνα με τις απαιτήσεις στο Παράρτημα III, είτε αμιγές (100% συγκέντρωση) εφόσον πληροί τις απαιτήσεις του προτύπου CYS EN 14214:

Νοείται ότι το βιοντίζελ, ως αμιγές καύσιμο, χρησιμοποιείται σε οχήματα με κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση σχεδιασμένους ή που έχουν προσαρμοστεί να λειτουργούν με 100% βιοντίζελ προδιαγραφών σύμφωνων με το πρότυπο CYS EN 14214".

Εκτός από τους νόμους και τα Προεδρικά Διατάγματα εναρμόνισης με την ευρωπαϊκή νομοθεσία για το ζήτημα των τεχνικών προδιαγραφών του βιοντίζελ ισχύει και το παρακάτω Ευρωπαϊκό Πρότυπο:

- Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 14214 που ισχύει και στην Κύπρο

Στην Κύπρο έχει υιοθετηθεί το σχετικό Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 14214 ως Κυπριακό Πρότυπο (Παράρτημα Ι).

Το πρότυπο CYS EN 14214 αναφέρεται στα ποιοτικά χαρακτηριστικά και τις τεχνικές προδιαγραφές που πρέπει να πληροί το βιοντίζελ. Συγκεκριμένα κάνει αναφορά στις προδιαγραφές τόσο για το καθαρό βιοντίζελ (συγκέντρωσης 100%), όσο και για το βιοντίζελ ως συστατικό ανάμιξης στο συμβατικό πετρέλαιο κίνησης. Το 100% βιοντίζελ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο κίνησης σε πετρελαιοκίνητα οχήματα, τα οποία έχουν σχεδιαστεί ή τροποποιηθεί για να καταναλώνουν 100% βιοντίζελ. Αντίθετα, όταν το βιοντίζελ χρησιμοποιείται ως συστατικό ανάμιξης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο κίνησης σε όλα τα συμβατικά πετρελαιοκίνητα οχήματα χωρίς να προκαλεί προβλήματα.

2.3 Γενικά σχόλια

Σύμφωνα με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες και την Κυπριακή Νομοθεσία οι ορισμοί βιοκαύσιμο, βιομάζα και απόβλητο είναι οι εξής:

Βιομάζα είναι το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων βιολογικής προέλευσης από τη γεωργία (συμπεριλαμβανομένων των φυτικών και των ζωικών ουσιών), τη δασοκομία και τους συναφείς κλάδους, συμπεριλαμβανομένης της αλιείας και της υδατοκαλλιέργειας, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών αποβλήτων και των οικιακών απορριμμάτων.

Βιοκαύσιμα είναι τα υγρά ή αέρια καύσιμα κίνησης τα οποία παράγονται από βιομάζα.

Απόβλητα ορίζονται κάθε ουσία ή αντικείμενο, το οποίο ο κάτοχος του απορρίπτει ή προτίθεται ή υποχρεούται να απορρίψει.

Με βάση τα πιο πάνω, λόγω της εναρμόνισης της Κυπριακής Νομοθεσίας με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες, οι ορισμοί είναι οι ίδιοι.

Σύμφωνα με τον Περί Αποβλήτων Νόμος του 2011 (Ν. 185(I)/2011), τα χρησιμοποιημένα τηγανέλαια σημαίνει τα φυτικά έλαια ή ζωικά λίπη με κωδικούς 20.01.25 και 20.01.26, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή και επεξεργασία τροφίμων.

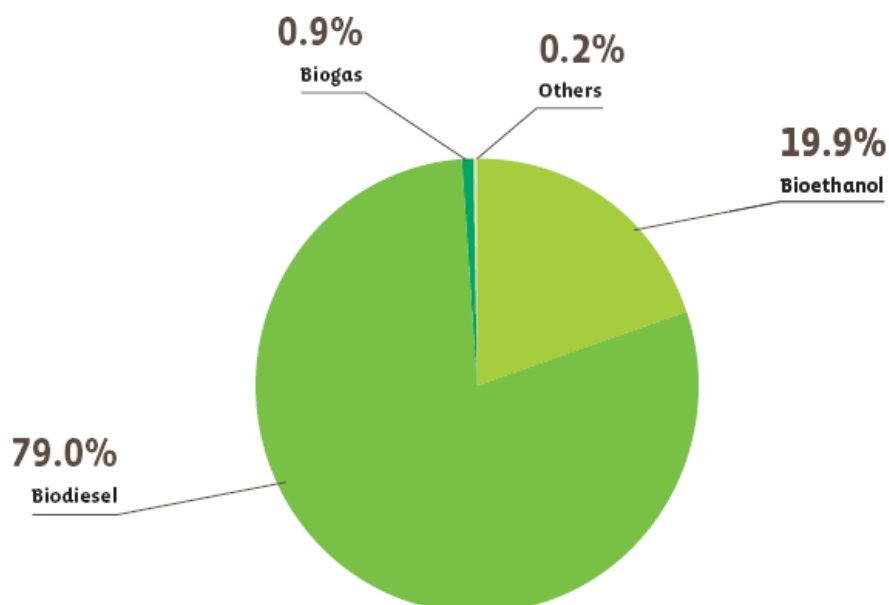
3. Διεθνής επιστημονική εμπειρία

3.1 28 Κράτη Μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Η κατανάλωση βιοντίζελ στις μεταφορές για το 2013 και το 2014 παρουσιάζεται στον **Πίνακα 1**.

Παρατηρείται μείωση στη συνολική κατανάλωση βιοντίζελ της τάξης του 7,8% μεταξύ 2012 και 2013. Το 2012, η συνολική κατανάλωση ήταν 11.660.993 και το 2012 10.750.984 ΤΙΠ.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, το 79% των βιοκαυσίμων που καταναλώνονται στις μεταφορές είναι βιοντίζελ και περίπου 20% είναι βιοαιθανόλη (**Εικόνα 1**).



Εικόνα 1: Είδος βιοκαυσίμων στη συνολική κατανάλωση για το 2013

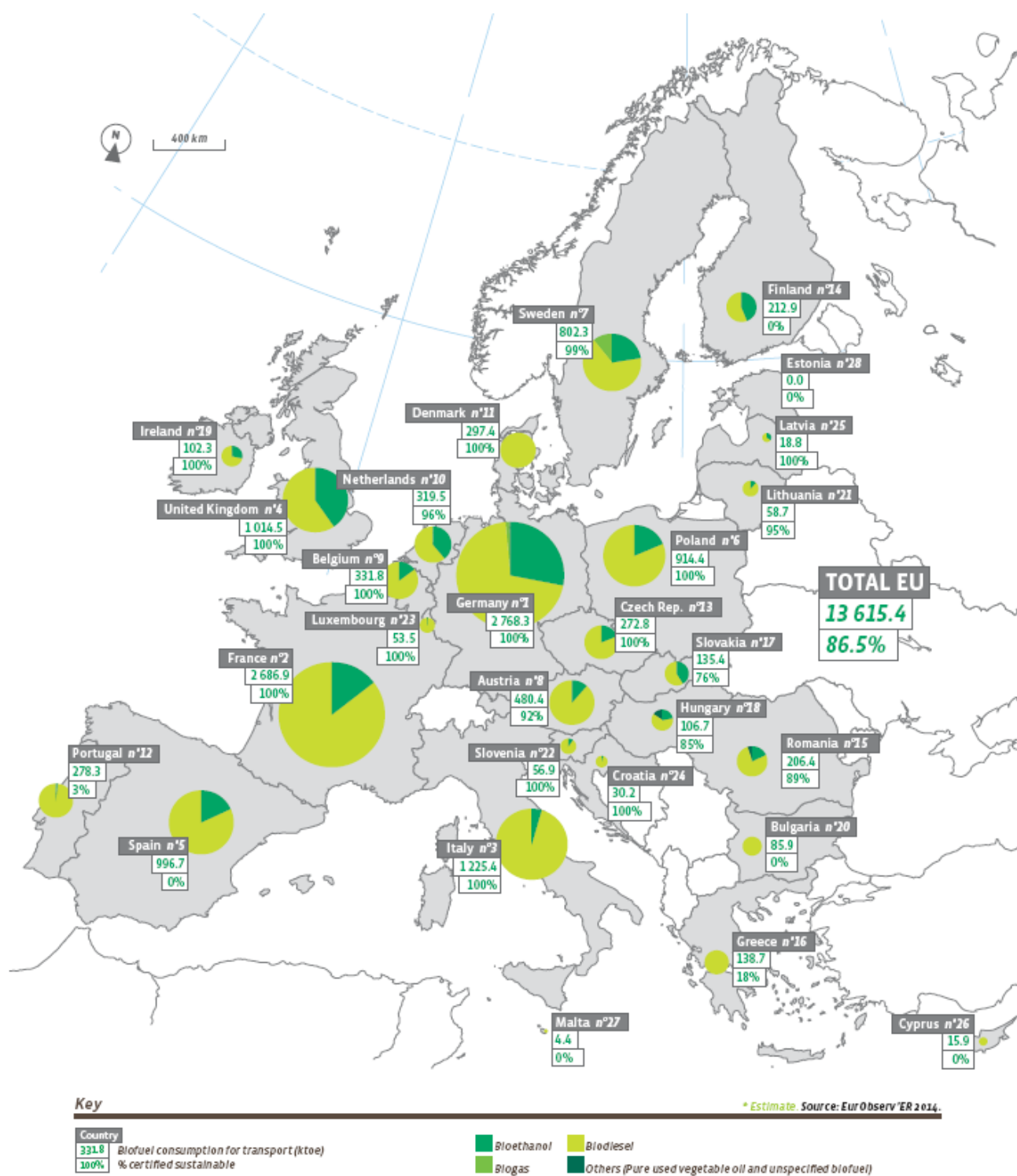
Πηγή: http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro222_en.>pdf

Στην **Εικόνα 2** παρουσιάζεται η κατανάλωση βιοκαυσίμων ανά είδος βιοκαυσίμου ανά χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το 2013.

Πίνακας 1: Κατανάλωση βιοντίζελ στις μεταφορές στην Ευρωπαϊκή Ένωση (σε ΤΙΠ) για το 2012 και 2013

Χώρες	2012	2013
Γερμανία	2.190.767	1.954.811
Γαλλία	2.268.977	2.293.324
Ισπανία	1.899.294	1.169.175
Ιταλία	1.263.288	603.755
Ηνωμένο Βασίλειο	497.349	816.461
Πολωνία	669.437	744.101
Σουηδία	335.126	535.760
Αυστρία	389.670	425.112
Ολλανδία	210.328	282.795
Βέλγιο	281.531	194.421
Πορτογαλία	284.187	297.365
Τσεχία	221.169	273.582
Φιλανδία*	149.972	221.007
Δανία	212.279	118.420
Ρουμανία	156.287	159.413
Ελλάδα	124.606	138.746
Ουγγαρία	76.885	79.570
Σλοβακία	76.566	66.457
Βουλγαρία	85.899	73.119
Ιρλανδία	55.790	85.899
Λιθουανία	51.810	51.907
Σλοβενία	46.337	51.353
Λουξεμβούργο	45.582	52.721
Κροατία	34.792	29.016
Λετονία	12.514	12.372
Κύπρος	16.136	15.907
Μάλτα	4.419	4.419
Εσθονία	0	0
Σύνολο	11.660.993	10.750.984

Πηγή: http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro222_en.
> pdf



Εικόνα 2: Κατανάλωση βιοκαυσίμων στις μεταφορές στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το 2013 σε ktoe ανά είδος βιοκαυσίμου

Πηγή: http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro222_en.
> pdf

3.2 Κύπρος

Η Κύπρος, το 2007, 2008, 2009 και το 2010 παρήγαγε 1.000, 9.000, 9.000 και 6.000 t βιοντίζελ από εισαγόμενα λάδια, αντίστοιχα σύμφωνα με τα στοιχεία του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου Βιοντίζελ στο οποίο συμμετέχει η Εταιρεία Ambrosia Oils Ltd (<http://www.ebb-eu.org>).

Επίσης, όσο αφορά τα βιοκαύσιμα το έτος 2007, σύμφωνα με στοιχεία της Υπηρεσίας Ενέργειας, έχουν εισαχθεί 719 t βιοντίζελ. Η ποσότητα αυτή αντιστοιχούσε σε ποσοστό 0,1% της εισαχθείσας ποσότητας καυσίμων για μεταφορές το 2007. Για το έτος 2008 το ποσοστό αυτό εκτιμάται σε 2,0% (<http://www.mcit.gov.cy>).

Ένας από τους πιο μεγάλους παραγωγούς βιοντίζελ στην Κύπρο είναι η Εταιρεία Ambrosia Oils (1976) Ltd, η οποία δραστηριοποιείται από το 2007 στον τομέα αυτό. Βρίσκεται στη Βιομηχανική Περιοχή Αραδίππου, της Επαρχίας Λάρνακας. Είναι πλήρες μέλος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Βιοντίζελ.

Η πρώτη ύλη προέρχεται από εισαγωγές καθαρού ελαίου από χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης κατά κύριο λόγο αλλά και από την Ουκρανία και Αργεντινή. Επίσης, επεξεργάζεται και τηγανέλαια, τα οποία παραδίδονται στην εγκατάσταση από αδειοδοτημένους συλλογείς. Η εγκατάσταση δουλεύει 24 h/day, σε 3 βάρδιες και απασχολεί 6 άτομα προσωπικό (από επικοινωνία με την Εταιρεία Ambrosia Oils Ltd).

Κατά προσέγγιση 20.000 m³ φυτικών εδώδιμων λαδιών χρησιμοποιούνται κάθε χρόνο στην Κύπρο.

- 10.000 m³ σε εμπορικές δραστηριότητες.
- 30% υπολείμματα – 3.000 m³ ως επί το πλείστον συλλέγονται.
- 10.000 m³ στα σπίτια με 60 – 70% (7.000 m³) υπόλειμμα.

Άρα περί τα 8.000 m³ καταλήγουν στο περιβάλλον: σηπτικοί, κεντρικά αποχετευτικά-σταθμοί επεξεργασίας, χωματερές (<http://www.tiganokinisi.eu/>).

Οι ανάγκες της Κύπρου σε βιοντίζελ με 5% στα καύσιμα, ανέρχεται στα 15.000 m³/έτος.

Από στοιχεία της Στατιστικής Υπηρεσίας του 2012, οι πωλήσεις βιομηχανικών προϊόντων κατά είδος είναι 1.903 t και 12.432 t, αντίστοιχα για το ελαιόλαδο και ακατέργαστο (ελαιοτριβείου) και τα φυτικά λάδια και μαργαρίνη (<http://www.mof.gov.cy/mof/cystat>).

3.3 Δανία

Στη Δανία σύμφωνα με τη Στατιστική Υπηρεσία της χώρας περίπου το 2011 παράχθηκαν 20.112.965 TJ βιοντίζελ και εισήχθηκαν 3.416 TJ. Η κατανάλωση βιοντίζελ στις μεταφορές ήταν 4.419 toe.

Υπάρχουν δυο εργοστάσια στη Δανία που παράγουν βιοντίζελ. Το πρώτο είναι το Daka Biodiesel με δυναμικότητα παραγωγής 55.000 t/χρόνο από απόβλητα ζωικών παραπροϊόντων και το Emmelev με δυναμικότητα παραγωγής 100.000 t/χρόνο από σπόρους κράμβης.

Εκτιμάται ότι περίπου 11 με 12.000 t χρησιμοποιημένων μαγειρικών ελαίων συλλέγονται τον χρόνο, από τα οποία, το 10-20% συλλέγονται με νόμιμο τρόπο και το υπόλοιπο ποσοστό καταλήγει στη γκρίζα αγορά.

Πηγή: <http://www.recoilproject.eu/index.php/en/>

3.4 Ελλάδα

Στην Ελλάδα το 2011 παράχθηκαν 132.000 kL βιοντίζελ. Η δυναμικότητα παραγωγής βιοντίζελ είναι 802.000 ts. Στην Ελλάδα υπάρχουν 13 εργοστάσια

παραγωγής βιοντίζελ. Περίπου 15.840 kL χρησιμοποιημένων μαγειρικών ελαίων επεξεργάζονται για παραγωγή βιοντίζελ.

Πίνακας 2: Δυναμικότητα παραγωγής και κατανομή βιοντίζελ στην Ελλάδα

	2007	2008	2009	2010	2011
Κατανομή βιοντίζελ (κL)	114	123	182	164	132*
Δυναμικότητα παραγωγής (,000 t)	440	565	715	662	802
Κατανάλωση βιοντίζελ στις μεταφορές (toe)	81.242	67.398	76.001	124.606	103.396

* παρατάθηκε για το 2012

Πηγή: <http://www.recoilproject.eu/index.php/en/>

3.5 Ιταλία

Στην Ιταλία για το 2011 σύμφωνα με την Ένωση Στατιστικής παρήχθησαν 620.000 t και η δυναμικότητα παραγωγής βιοντίζελ είναι 2.395.240 t.

Υπάρχουν δεκαέξι (16) εργοστάσια παραγωγής βιοκαυσίμων, αλλά τα δυο (2) από αυτά είναι σε λειτουργία, το Bio_Ve_Oil_Olimpo Srl και το Ecoil με δυναμικότητα παραγωγής 100.000 και 200.000 t, αντίστοιχα.

Πίνακας 3: Κατανάλωση βιοντίζελ στην Ιταλία σύμφωνα με το Βαρόμετρο βιοκαυσίμων του 2011 (νεότερα στοιχεία)

	2007	2008	2009	2010	2011
Κατανάλωση βιοντίζελ στις	135.880	658.379	1.051.639	1.297.316	1.286.711

μεταφορές (toe)					
------------------------	--	--	--	--	--

Πηγή: <http://www.recoilproject.eu/index.php/en/>

Πίνακας 4: Παραγωγή βιοντίζελ στην Ιταλία, 2011

Δυναμικότητα παραγωγής (t)	Παραγωγή (t)	Εισαγωγές (t)	Εξαγωγές (t)	Κατανάλωση (t)
2.395.240	620.000	1.019.000	158.000	1.456.000

Πηγή: <http://www.recoilproject.eu/index.php/en/>

Εκτιμάται ότι το 2011 σε εθνικό επίπεδο παράχθηκαν 280.000 t χρησιμοποιημένων μαγειρικών ελαίων, από τα οποία το 57% προήλθαν από τα νοικοκυριά, το 25% από τα εστιατόρια και το υπόλοιπο 18% από τη βιομηχανία τροφίμων.

Η Κοινοπραξία CONOE εκτιμά για το 2011, ότι ποσοστό 16% των χρησιμοποιημένων μαγειρικών ελαίων (45.000 t) παραδόθηκαν και ανακτήθηκαν ενώ για το 2012 ανακτήθηκαν 100.000 t. Εκτιμάται από την Κοινοπραξία CONOE ότι το 50% των χρησιμοποιημένων μαγειρικών ελαίων που παραδίδονται, χρησιμοποιούνται για παραγωγή βιοντίζελ.

Πηγή: <http://www.recoilproject.eu/index.php/en/>

3.6 Πορτογαλία

Εκτιμάται από τη Γενική Διεύθυνση Ενέργειας και Γεωλογίας ότι η παραγωγή βιοκαυσίμων ότι η εγκατεστημένη ισχύς για παραγωγή βιοντίζελ για το 2011 είναι 707.428 t/χρόνο.

Για το 2011, υπήρχαν επτά (7) κύριοι παραγωγοί βιοντίζελ και δεκαοχτώ (18) μικροί παραγωγοί σε δραστηριότητα.

Εκτιμάται για το 2011, ότι περίπου 4.967 L χρησιμοποιημένων μαγειρικών ελαίων χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή βιοκαυσίμων, ποσοστό που αντιπροσωπεύει το 1,2% της πρώτης ύλης για την παραγωγή βιοντίζελ.

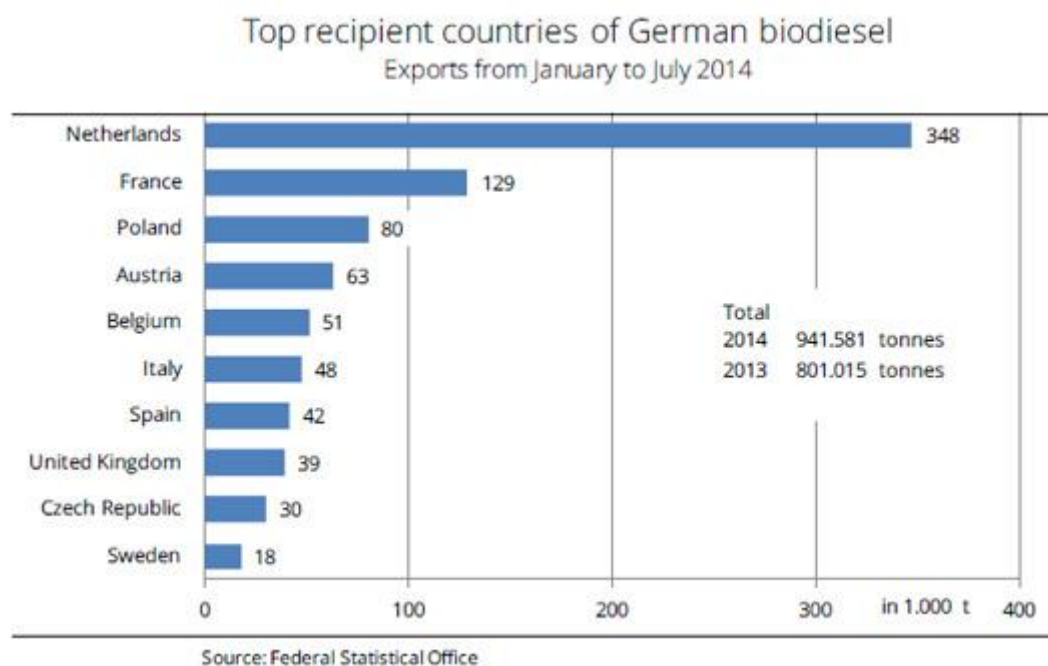
Πίνακας 5: Παραγωγή βιοντίζελ στην Πορτογαλία

	2007	2008	2009	2010	2011
Παραγωγοί στο Γενικό Σύστημα (κL)	221.839	190.912	287.871	359.883	414.659
Δίκτυο Μικρών παραγωγών (κL)			5.655	4.512	4.997
Κατανάλωση βιοντίζελ στις μεταφορές (toe)	134.959	128.837	255.051	325.254	306.894

Πηγή: <http://www.recoilproject.eu/index.php/en/>

3.7 Γερμανία

Η Γερμανία τους πρώτους επτά μήνες του 2014 είχε ραγδαία αύξηση των εξαγωγών βιοντίζελ, εξήγαγε 914.581 t. Η Ολλανδία εισήγαγε περισσότερο από το 1/3 της ποσότητας αυτής. Η Ισπανία εισήγαγε 42.000 t από 151 t που εισήγαγε την ίδια περίοδο του 2013. Οι εξαγωγές στη Γαλλία, Βέλγιο και Σουηδία εκτοξεύτηκαν 135%, 68% και 29%, αντίστοιχα. Η Γαλλία είναι στη δεύτερη θέση και η Σουηδία στη δέκατη θέση. Οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης απορροφούν το 94% των εξαγωγών βιοντίζελ που παράγεται στη Γερμανία.



Εικόνα 3: Εξαγωγές από τον Ιανουάριο μέχρι Ιούλιο 2014

Πηγή: <http://www.biofuelstp.eu>

3.8 Ισπανία

Η Ισπανία για το 2010 παρήγαγε 775.823 m³ βιοντίζελ. Το 2011 η δυναμικότητα παραγωγής βιοντίζελ ήταν 4.897.715 m³ και υπήρχαν σαράντα τέσσερις (44) εγκαταστάσεις παραγωγής βιοντίζελ.

Για το 2011, 193.639 m³ χρησιμοποιημένων μαγειρικών ελαίων επεξεργάστηκαν για παραγωγή βιοντίζελ. Το 24,96% της πρώτης ύλης για παραγωγή βιοντίζελ (2011) προέρχεται από τα χρησιμοποιημένα μαγειρικά έλαια.

Πίνακας 6: Κατανάλωση βιοντίζελ στην Ισπανία

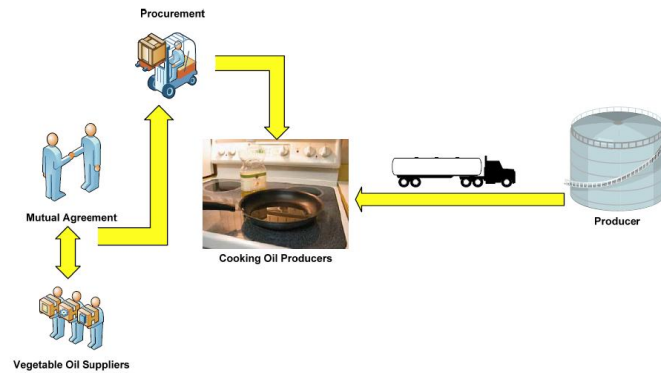
	2007	2008	2009	2010	2011
Κατανάλωση βιοντίζελ στις μεταφορές (toe)	259.000	520.012	907.951	1.180.950	1.443.131

Πηγή: <http://www.recoilproject.eu/index.php/en/>

4. Πρακτικές συλλογής χρησιμοποιημένων μαγειρικών ελαίων

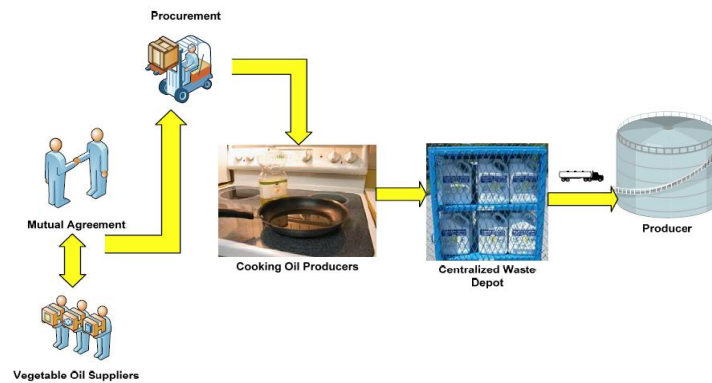
Υπάρχουν τρεις (3) πρακτικές για τη συλλογή των χρησιμοποιημένων μαγειρικών ελαίων:

- I. Συλλογή από πόρτα σε πόρτα
- II. Σημεία συλλογής: οι παραγωγοί αποθέτουν τα μεταχειρισμένα μαγειρικά έλαια σε σημεία συλλογής και οι εταιρείες παραγωγής, τα συλλέγουν από τα σημεία απόθεσης.
- III. Συνδυασμένη παροχή /συλλογή: οι εταιρείες παραγωγής βιοντίζελ τροφοδοτούν με πρώτη ύλη τους παραγωγούς των μεταχειρισμένων μαγειρικών ελαίων (νοικοκυριά, εστιατόρια, ξενοδοχεία κλπ.) και τα συλλέγουν στη συνέχεια για ανακύκλωση.



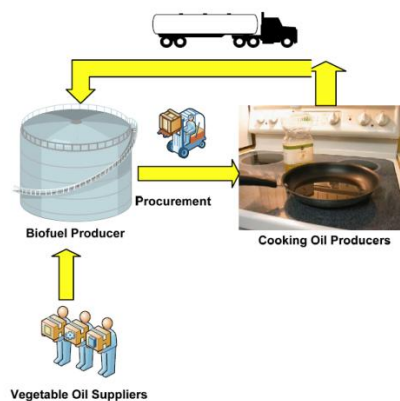
Διάγραμμα 1: Συλλογή από πόρτα σε πόρτα

Πηγή: <http://www.recoilproject.eu/index.php/en/best-practices-in-processing-and-distribution>



Διάγραμμα 2: Σημεία συλλογής

Πηγή: <http://www.recoilproject.eu/index.php/en/best-practices-in-processing-and-distribution>



Διάγραμμα 3: Συνδυασμένη παροχή /συλλογή

Πηγή: <http://www.recoilproject.eu/index.php/en/best-practices-in-processing-and-distribution>

Πίνακας 7: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα μεθόδων συλλογής (Roy, 2009)

Μέθοδοι συλλογής	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Συλλογή από πόρτα σε πόρτα	Η μονάδα παραγωγής βιοντίζελ έχει απευθείας επικοινωνία με τους καταναλωτές μαγειρικών ελαίων, με αυτό τον τρόπο εκπαιδεύονται για την απαιτούμενη ποιότητα των λαδιών για ανακύκλωση όπως και πώς να διαχωρίζουν τα ακατάλληλα μαγειρικά λάδια	Ακριβή μέθοδος συλλογής και σπατάλη χρόνου για τη συλλογή (εξαρτάται από τον αριθμό των νοικοκυριών/καταναλωτών που παίρνουν μέρος και τον όγκο/ποιότητα των χρησιμοποιημένων μαγειρικών ελαίων από κάθε νοικοκυριό)
	Δυνατότητα παράδοσης βιοντίζελ στους καταναλωτές κατά τη διάρκεια της διαδικασίας συλλογής, μειώνοντας το κόστος διανομής και προωθώντας την χρήσης βιοντίζελ.	Απαιτείται άδεια συλλογής και μεταφοράς
	Καλύτερη επικοινωνία και επαφή μεταξύ των παραγωγών και της μονάδας παραγωγής βιοντίζελ	Η συχνότητα συλλογής συνήθως προσδιορίζεται από τους "παραγωγούς"
	Κατάργηση τελών συλλογής αποβλήτων για τους χρήστες μαγειρικών ελαίων	
Σημεία συλλογής	Χαμηλό κόστος συλλογής από τον χώρο απόθεσης τους που θα είναι πλησίον της μονάδας παραγωγής βιοντίζελ	Δεν γίνεται άμεσος έλεγχος της ποιότητας της πρώτης ύλης
	Η συλλογή από ένα κεντρικό σημείο συλλογής από ένα προκαθορισμένη, ξεχωριστή εταιρεία διαχείρισης, μειώνει το κόστος	Υψηλότερο κόστος πρώτης ύλης
	Εάν ο χώρος απόθεσης των μεταχειρισμένων ελαίων μπορεί να παραδώσει στη μονάδα παραγωγής βιοντίζελ, δεν απαιτείται άδεια μεταφοράς αποβλήτων από τη μονάδα παραγωγής βιοντίζελ	Η μονάδα παραγωγής βιοντίζελ ελέγχει λιγότερο την αποδοτικότητα της αλυσίδα εφοδιασμού
		Η μονάδα παραγωγής βιοντίζελ προβαίνει σε υψηλό οικονομικό ρίσκο όταν συλλέγει μεταχειρισμένα μαγειρικά έλαια από ένα σημείο απόθεσης
Συνδυασμένη παροχή/συλλογή	Μείωση κόστους στις δραστηριότητες της αλυσίδα εφοδιασμού	
	Συχνή επικοινωνία της αλυσίδας εφοδιασμού	Ανταγωνισμός μεταξύ των προμηθευτών μαγειρικών ελαίων

Πηγή: <http://www.recoilproject.eu/index.php/en/best-practices-in-processing-and-distribution>

5. Αξιολόγηση των πρακτικών για επεξεργασία των χρησιμοποιημένων μαγειρικών ελαίων σε βιοντίζελ

5.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά χρησιμοποιημένων μαγειρικών ελαίων

Ο Πίνακας 8 αποτυπώνει τις ιδιότητες των αποβλήτων μαγειρικών ελαίων.

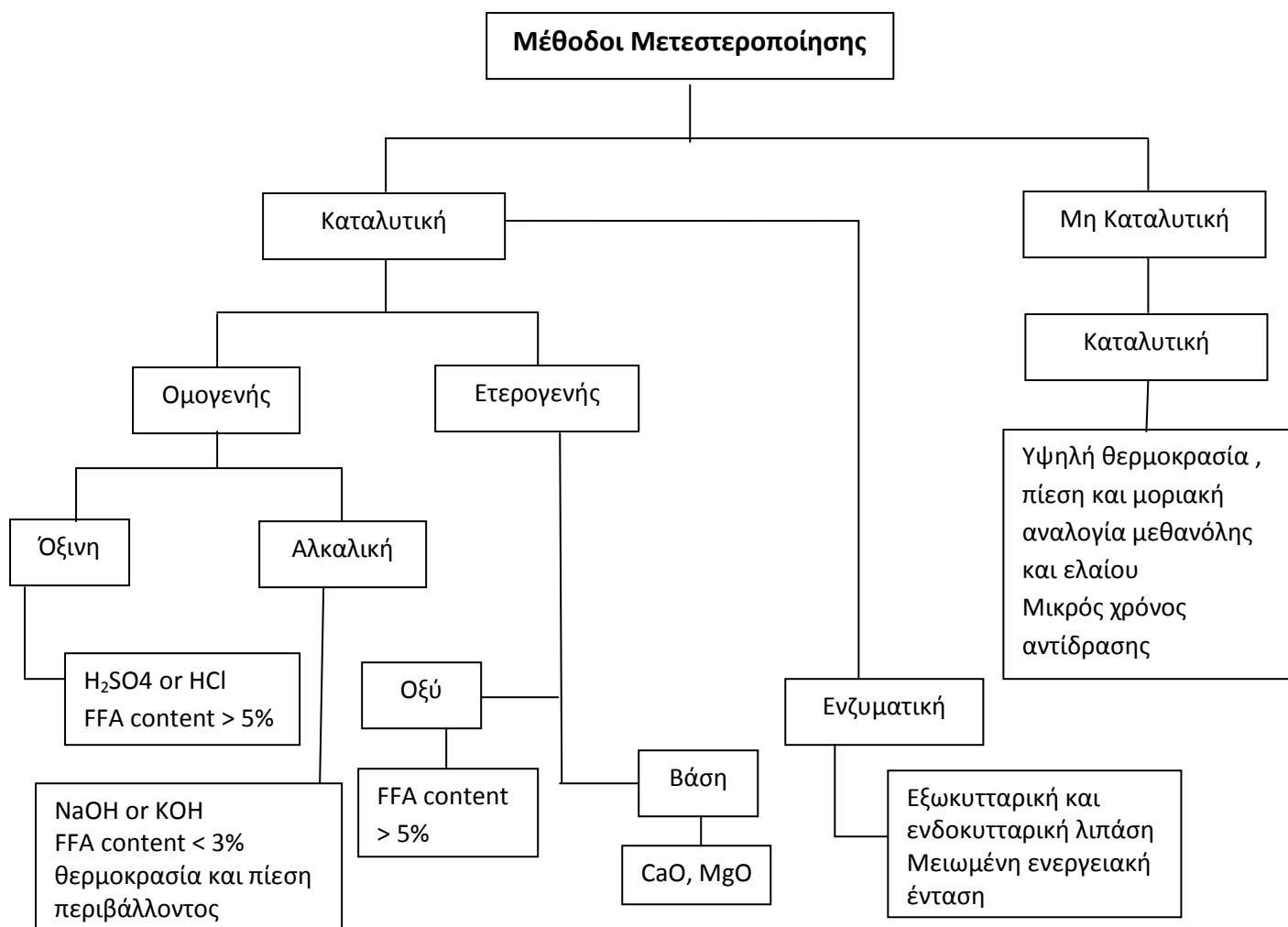
Πίνακας 8: Ιδιότητες αποβλήτων μαγειρικών ελαίων

Ιδιότητες	Τιμές
Κινηματικό ιξώδες (mm^2/s στους 40°C)	36,4
Πυκνότητα (kg/L στους 15°C)	0.924
Σημείο ανάφλεξης ($^\circ\text{C}$)	212
Σημείο ροής ($^\circ\text{C}$)	11
Αριθμός κετανίου	49
Περιεχόμενη τέφρα (%)	0,006
Περιεχόμενο θείο (%)	0,09
Ανθρακούχο υπόλειμμα (%)	0,46
Περιεχόμενη υγρασία (%)	0,42
Ελεύθερα λιπαρά οξέα (mg KOH/g ελαίου)	1,32
Δείκτης σαπωνοποίησης	188,2
Ιώδιο	141,5

Πηγή: http://www.academia.edu/2954214/Finding_the_exact_Pareto_set_in_multiple_objective_integer_programming_problems_using_an_improved_version_of_the_augmented_epsilon_constraint_method

5.2 Διεργασίες Παραγωγής Βιοντίζελ

Οι διαθέσιμες τεχνικές για τη μετατροπή των χρησιμοποιημένων μαγειρικών ελαίων σε βιοντίζελ παρουσιάζονται στο **Διάγραμμα 4**.



Διάγραμμα 4: Μέθοδοι Μετεστεροποίησης

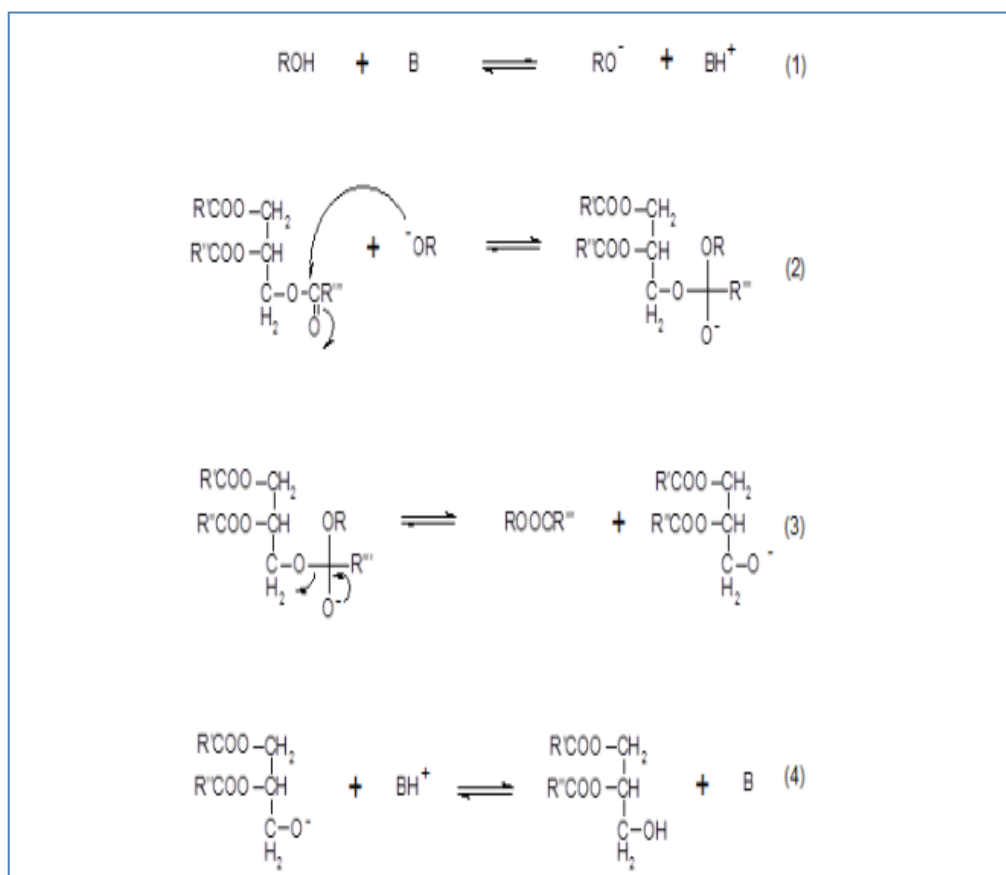
Πηγή: <http://www.agroenergy.gr>

- Βασικά καταλυόμενη μετεστεροποίηση

Ως καταλύτες χρησιμοποιούνται κυρίως ισχυρές βάσεις όπως το υδροξείδιο του νατρίου ή του καλίου (NaOH ή KOH), το μεθοξείδιο του νατρίου (CH₂ONa) κ.α. δηλαδή ισχυροί βασικοί στερεοί καταλύτες οι οποίοι είναι ομογενείς αφού διαλύονται στη μεθανόλη και σχηματίζουν με αυτή ομογενή μίγματα.

Χρησιμοποιείται περισσότερη η βασική καταλυόμενη μετεστεροποίηση απ' ότι η όξινη γιατί είναι 400 φορές γρηγορότερη και επίσης οι βασικοί καταλύτες είναι λιγότερο διαβρωτικοί από τους όξινους.

Στην περίπτωση των ισχυρών βασικών ομογενών καταλυτών, η αντίδραση γίνεται κοντά στο σημείο ζέσης της αλκοόλης οπότε η πίεση στον χώρο της αντίδρασης δεν υπερβαίνει το 1 bar, ο χρόνος που απαιτείται είναι το πολύ 1 h, ενώ η μοριακή αναλογία μεθανόλης /ελαίου ή λίπους είναι 6:1. Μετά την αντίδραση οι δυο υγρές φάσεις, η εστερική φάση (του βιοντίζελ) και αυτή της γλυκερίνης, διαχωρίζονται και καθαρίζονται.



Εικόνα 4: Μηχανισμός της βασικής καταλυόμενης μετεστεροποίησης

Πηγή: <http://www.agroenergy.gr>

- Όξινα καταλυόμενη μετεστεροποίηση

Ως καταλύτες χρησιμοποιούνται (σπανίως) και ισχυρά οξέα (πυκνό H_2SO_4) δηλαδή, ισχυροί όξινοι υγροί καταλύτες που είναι ομογενείς αφού διαλύονται στη μεθανόλη και σχηματίζουν με αυτή ομογενή μίγματα.

Στην περίπτωση των ισχυρών οξέων, δεν εμφανίζεται το πρόβλημα της παραγωγής σαπουνιών, η αντίδραση γίνεται στους 60 έως 64°C, αλλά απαιτεί περίπου 50 h για να ολοκληρωθεί, ενώ η μοριακή αναλογία μεθανόλης /ελαίου ή λίπους είναι 30:1.επίσης, οι καταλύτες δημιουργούν προβλήματα διάβρωσης του μηχανολογικού εξοπλισμού της παραγωγικής μονάδας, ενώ το προϊόν πρέπει να καθορίζεται από τα υπολείμματα του καταλύτη, τα οποία είναι εξαιρετικά διαβρωτικά για τον κινητήρα και ρυπογόνα για το περιβάλλον εάν καίγονται μαζί με το καύσιμο. Γι' αυτούς τους λόγους, η όξινη ομογενής κατάλυση δεν προτείνεται για βιομηχανικές εφαρμογές.

Πίνακας 9: Σύγκριση της αλκαλικά καταλυόμενης μετεστεροποίησης με την όξινα καταλυόμενη μετεστεροποίηση

Διεργασία	Θερμοκρασία	Ελευθέρα λιπαρά οξέα	Χρόνος αντίδρασης	Μοριακή αναλογία μεθανόλης /ελαίου
Βασική	60-65°C	>0.5% κ.β.	1-1,5h	6/1
Όξινη	60-65°C	<0.5% κ.β.	40-50h	30/1

Πηγή: <http://www.agroenergy.gr>

- Ενζυμικά καταλυόμενη μετεστεροποίηση

Χρησιμοποιείται ειδικό ένζυμο ως καταλύτης σε χαμηλές θερμοκρασίες (35-40°C) και με στοιχειομετρικές μοριακές αναλογίες μεθανόλης ελαίου (1:1 σε κάθε στάδιο της αντίδρασης).

Τα πλεονεκτήματα της διεργασίας είναι η χρήση μεθανόλης σε στοιχειομετρικές αναλογίες οπότε δεν απαιτείται ανάκτηση της όποιας περίσσειας, η αντίδραση σε χαμηλές θερμοκρασίες, η παραγωγή προϊόντων υψηλής καθαρότητας, η δυνατότητα υψηλής καθαρότητας, η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης του καταλύτη κ.α.

Το πιο σημαντικό μειονέκτημα είναι η υψηλή τιμή του ενζύμου και η απαίτηση χρήσης εξευγενισμένων ελαίων ως πρώτη ύλη για την αποφυγή της απενεργοποίησης του βιοκαταλύτη.

Πίνακας 10: Σύγκριση της βασικής ομογενούς κατάλυσης με την ενζυμική κατάλυση της αντίδρασης μετεστεροποίησης

Παράμετροι	Βασική κατάλυση	Ενζυμική κατάλυση
Θερμοκρασία αντίδρασης	60-70°C	30-40°C
Ελεύθερα λιπαρά οξέα	Σχηματισμός σαπώνων	Σχηματισμός μεθυλεστέρων
Νερό	Επηρεάζει την αντίδραση	Καμία επίδραση
Περιεκτικότητα σε μεθυλεστέρα	Φυσιολογική	Υψηλή
Ανάκτηση γλυκερίνης	Δύσκολη	Εύκολη
Καθαρισμός μεθυλεστέρων	Επανειλημμένα πλυσίματα	Κανένας
Κόστος παραγωγής καταλύτη	Χαμηλό	Εξαιρετικά υψηλό

Πηγή: <http://www.agroenergy.gr>

- Θερμική –μη καταλυτική μετεστεροποίηση

Πραγματοποιείται σε υψηλές θερμοκρασίες (>150°C) και πιέσεις (>30bar) απουσία καταλύτη. Με τη συγκεκριμένη μέθοδο παράγεται βιοντίζελ από ραφινέ όσο και από όξινο έλαιο και η οξύτητα παρουσιάζει καταλυτική δράση στη μετεστεροποίηση των ελαίων και λιπών. Σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι στα τελικά προϊόντα βιοντίζελ και γλυκερίνης δεν υπάρχουν επιμολύνσεις του καταλύτη. Το μειονέκτημα είναι οι χαμηλοί ρυθμοί αντίδρασης καθώς και οι απαιτούμενες υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις για τη διεξαγωγή της αντίδρασης.

Πηγή: <http://www.agroenergy.gr>

6. Μεθοδολογία

6.1 Εισαγωγή

Στην παρούσα εργασία έχει επιλεγεί η δημιουργία ενός υπολογιστικού εργαλείου λήψης αποφάσεων σε μορφή excel, το οποίο έχει τη δυνατότητα να εξετάζει διάφορα σενάρια ολοκληρωμένης διαχείρισης τηγανελαίων. Το εργαλείο αυτό είναι απλό και εύχρηστο και λαμβάνει ως δεδομένα επιμέρους παραμέτρους που σχετίζονται με το μέγεθος του αντιδραστήρα, τον αριθμό κύκλων διεργασιών, την πρώτη ύλη, τη μέθοδο της συλλογής και μεταφοράς, την επεξεργασία για παραγωγή βιοντίζελ, τα συγκεντρωτικά έξοδα και τη διάθεση του βιοντίζελ.

Η μέθοδος επεξεργασίας τηγανελαίων που εξετάζεται για σκοπούς αξιολόγησης σεναρίων είναι η αλκαλική μετεστεροποίηση. Η μέθοδος αυτή παρουσιάζεται συνοπτικά στην **Παράγραφο 6.2**.

6.2 Αλκαλική Μετεστεροποίηση

Η πιο διαδεδομένη διεργασία παραγωγής βιοντίζελ είναι η βασικά καταλυόμενη ομογενής μετεστεροποίηση, δηλαδή η μετεστεροποίηση που πραγματοποιείται με βασικούς καταλύτες που διαλύονται στο αντιδρών μίγμα.

Η διαδικασία περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

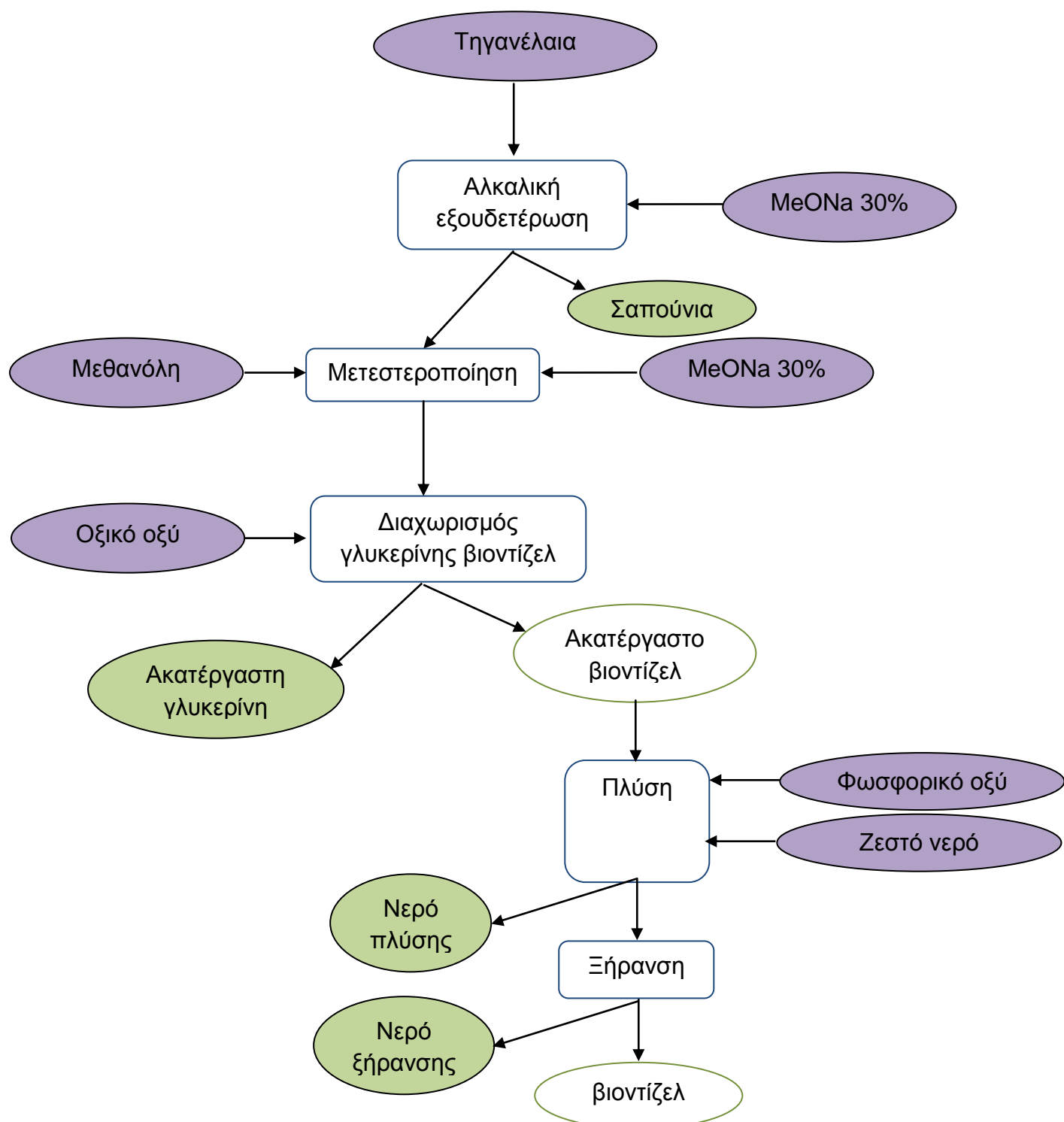
- I. Φιλτράρισμα της πρώτης ύλης για την απομάκρυνση διαφόρων ανεπιθύμητων συστατικών
- II. Εξευγενισμός της ελαιούχου ύλης για την απομάκρυνση της οξύτητας και της υγρασίας
- III. Αντίδραση μετεστεροποίησης των τριγλυκεριδίων της ελαιούχου ύλης με μεθανόλη στους αντιδραστήρες της μονάδας

- IV. Διαχωρισμός της γλυκερινικής στοιβάδας από το βιοντίζελ με τη βοήθεια βαρυτικών ή φυγοκεντρικών διαχωριστών
- V. Απομάκρυνση με απόσταξη της μεθανόλης από τη στοιβάδα του βιοντίζελ
- VI. Εξουδετέρωση του βιοντίζελ με υδατικό διάλυμα με οργανικού ή ανόργανου οξέος
- VII. Έκπλυση του βιοντίζελ με υδατικό διάλυμα οξέος και νερού
- VIII. Ξήρανση του βιοντίζελ μέχρι τα επιθυμητά επίπεδα υγρασίας

Ο τυπικός τρόπος παραγωγής του βιοντίζελ με τη διεργασία της αλκαλικής ομογενούς μετεστεροποίησης είναι:

- Τοποθετούνται οι κατάλληλες ποσότητες της ελαιούχου ύλης, μεθανόλης και του καταλύτη στον αντιδραστήρα.
- Η αντίδραση πραγματοποιείται υπό συνεχή ανάδευση για 1 h περίπου στους 62 °C
- Μετά το τέλος της αντίδρασης το ετερογενές μίγμα βιοντίζελ και γλυκερίνης, που σχηματίζεται αφήνεται να ηρεμήσει. Σε λίγη ώρα το μίγμα διαχωρίζεται σε δυο στιβάδες, του βιοντίζελ και της γλυκερίνης.
- Η γλυκερίνη, η οποία αποτελεί παραπροϊόν της αντίδρασης, οδηγείται στη μονάδα ανάκτησης της μεθανόλης.
- Το βιοντίζελ οδηγείται στη μονάδα έκπλυσης όπου με τη βοήθεια νερού καθαρίζεται από υπολείμματα μεθανόλης, καταλύτη και γλυκερίνης που περιέχει.

Τέλος, το βιοντίζελ ξηραίνεται και οδηγείται στη δεξαμενή αποθήκευσης προς διάθεση.



Διάγραμμα 5: Διάγραμμα Ροής παραγωγής βιοντίζελ από τηγανέλαια

Πηγή: <http://www.agroenergy.gr>

6.3 Υπολογιστικό εργαλείο λήψης αποφάσεων

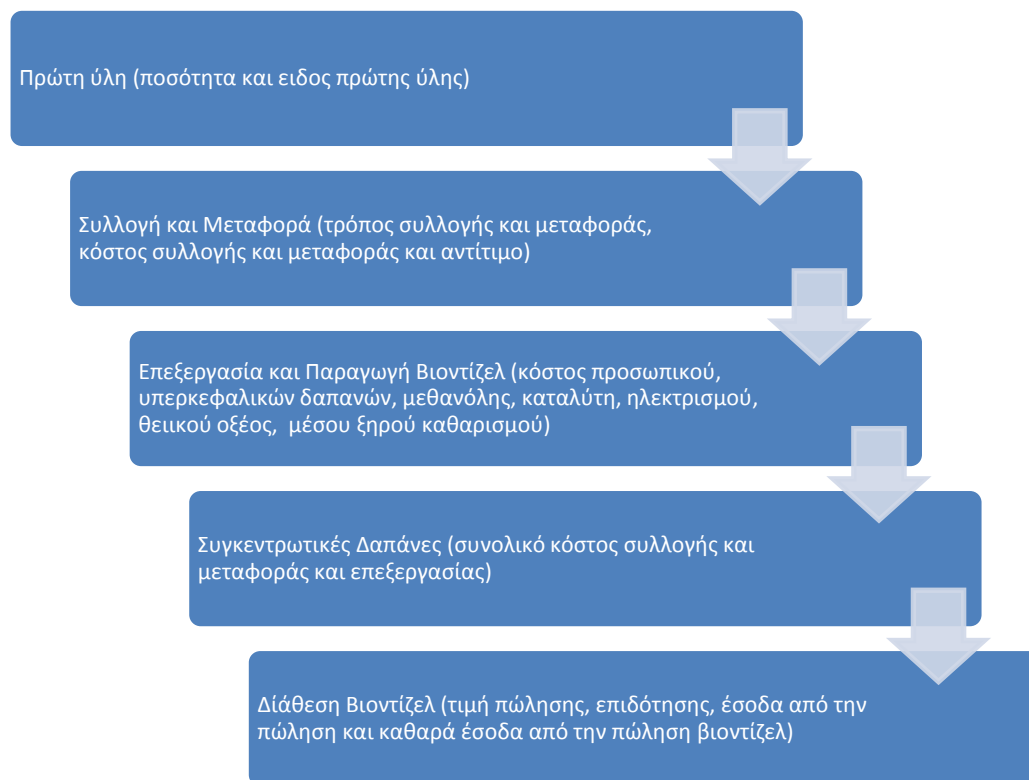
Το υπολογιστικό εργαλείο έχει την ακόλουθη δομή:

- Συνολική ποσότητα πρώτης ύλης
- Μέγεθος αντιδραστήρα
- Αριθμός κύκλων διεργασιών
- Πρώτη ύλη
- Μέθοδο συλλογής και μεταφοράς
- Επεξεργασία για παραγωγή βιοντίζελ
- Συγκεντρωτικά έξοδα και
- Διάθεση βιοντίζελ

Το υπολογιστικό εργαλείο είναι ένα υπολογιστικό φύλλο εργασίας όπου καταχωρούνται τα επιμέρους δεδομένα. Υπάρχουν κελιά με δυνατότητα επιλογής από προκαθορισμένη λίστα επιλογών όπως παρουσιάζεται αναλυτικά πιο κάτω σύμφωνα με τις κατηγορίες που αναφέρθηκαν πιο πάνω (**Εικόνα 4 - Εικόνα 10**). Επίσης, πιο κάτω φαίνεται η διαγραμματική παρουσίαση του υπολογιστικού εργαλείου για καλύτερη κατανόηση του.

Το υπολογιστικό εργαλείο χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του κόστους της παραγωγής βιοντίζελ αναλόγως του κόστους διαφόρων παραγόντων (καταλύτη, ηλεκτρισμού κ.λπ). Εξυπηρετεί στην καλύτερη κατανόηση των αυξομειώσεων που επηρεάζουν την παραγωγική διαδικασία.

Η μέθοδος επεξεργασίας τηγανελαίων που εξετάζεται για σκοπούς αξιολόγησης σεναρίων είναι η αλκαλική μετεστεροποίηση. Η μέθοδος αυτή παρουσιάζεται συνοπτικά στην **Παράγραφο 6.2**.



Διάγραμμα 6: Υπολογιστικού Εργαλείου

Στον **Πίνακα 11** παρουσιάζονται οι επιλογές στο μέγεθος του αντιδραστήρα (μικρή, μέτρια και μεγάλη μονάδα) και ο αριθμός κύκλων διεργασιών που μεταβάλλεται αναλόγως του μεγέθους του αντιδραστήρα.

Πίνακας 11: Μέγεθος αντιδραστήρα και κύκλος διεργασιών

Συνολική ποσότητα πρώτης ύλης(L)	Επιλέξτε μέγεθος αντιδραστήρα	Αριθμός διεργασιών
5000	Α) Μικρή μονάδα (αντιδραστήρας batch 500 L) Β) Μεσαία μονάδα(αντιδραστήρας batch 1.000 L) Γ) Μεγάλη μονάδα(αντιδραστήρας batch 1.500 L)	Α) 10 Β) 5 Γ) 3

Στον **Πίνακα 12** παρουσιάζονται τα είδη της πρώτης ύλης (χρησιμοποιημένα έλαια) που συλλέγεται και το ποσοστό της κάθε μιας. Τα στοιχεία αυτά θα γίνονται γνωστά κατά τη συλλογή από τον παραγωγό τους.

Πίνακας 12: Ποσότητα και ποσοστό πρώτης ύλης

Πρώτη ύλη		
Πρώτη ύλη	Ποσοστό (%)	Ποσότητα πρώτης ύλης (L)
Ελαιόλαδο	40	2.000
Ηλιανθέλαιο	60	3.000
Σύνολο	100	5.000

Στον **Πίνακα 13** παρουσιάζονται οι τρεις διαφορετικοί τρόποι συλλογής που είναι α) από πόρτα σε πόρτα, β) από σημεία συλλογής και γ) η παράδοση κατευθείαν στη μονάδα επεξεργασίας. Επίσης, παρουσιάζονται οι τρεις διαφορετικοί τρόποι μεταφοράς που επηρεάζονται από τον τρόπο συλλογής που είναι α) συχνή μεταφορά με μικρά οχήματα, β) περιοδική μεταφορά με μεγάλα οχήματα και γ) παράδοση κατευθείαν στη μονάδα επεξεργασίας.

Πίνακας 13: Τρόπος συλλογής και μεταφοράς

Τρόπος συλλογής					
Τρόπος συλλογής	Κόστος συλλογής	Τρόπος μεταφοράς	Κόστος μεταφοράς	Αντίτιμο απόκτησης μαγειρικών λαδιών (€/L)	Συνολικό κόστος συλλογής και μεταφοράς (€/L)
Συγκέντρωση σε σημεία συλλογής		Περιοδική μεταφορά με μεγάλα οχήματα			
Συλλογή από πόρτα σε πόρτα		Συχνή μεταφορά με μικρά οχήματα			
Συλλογή στη μονάδα επεξεργασίας		Παράδοση στο σταθμό επεξεργασίας			

Στον **Πίνακα 14** παρουσιάζονται τα λειτουργικά έξοδα για την παραγωγή του βιοντίζελ, τα οποία αποτελούνται από το κόστος προσωπικού, υπερκεφαλικών δαπανών, μεθανόλης, καταλύτη, θεικού οξέος και μέσου ξηρού καθαρισμού.

Πίνακας 14: Επεξεργασία και παραγωγή βιοντίζελ

Επεξεργασία και παραγωγή βιοντίζελ								
Κόστος προσωπικού (L)	Κόστος υπερκεφαλικών δαπανών (L)	Κόστος μεθανόλης (L)	Κόστος καταλύτη (L)	Κόστος ηλεκτρισμού (L)	Κόστος θεικού οξέος (L)	Κόστος μέσου ξηρού καθαρισμού (L)	Συνολικό κόστος επεξεργασίας (L)	Παραγωγή βιοντίζελ (L)
0,06	0,03	0,10	0,06	0,01	0,01	0,03	0,30	2.000
0,06	0,03	0,10	0,06	0,01	0,01	0,03	0,30	3.000

Στον **Πίνακα 15** παρουσιάζονται οι συγκεντρωτικές δαπάνες από τη συλλογή και μεταφορά και την επεξεργασία.

Πίνακας 15: Συγκεντρωτικά έξοδα

Συγκεντρωτικά έξοδα			
Συνολικό κόστος συλλογής και μεταφοράς (€/L)	Συνολικό κόστος επεξεργασίας (€/L)	Συνολικό κόστος (€/L)	Συνολικό κόστος (€)
0,60	0,30	0,90	1.790
0,60	0,30	0,90	2.685

Στον **Πίνακα 16** παρουσιάζονται οι παράμετροι που επηρεάζουν τη διάθεση του βιοντίζελ που είναι η τιμή πώλησης και επιδότησης του βιοντίζελ.

Πίνακας 16: Διάθεση βιοντίζελ

Διάθεση βιοντίζελ			
Τιμή πώλησης βιοντίζελ (€/L)	Επιδότηση τιμής βιοντίζελ(€/L)	Έσοδα από την παραγωγή βιοντίζελ(€)	Καθαρά έσοδα από την παραγωγή βιοντίζελ (€)
1,00	0	2.000	210
1,00	0	3.000	315
			525

Καθαρά έσοδα ανά L πρώτης ύλης	€0,11
--------------------------------	-------

Με την καταχώρηση όλων των δεδομένων, το εργαλείο επιστρέφει ως αποτέλεσμα δύο βασικούς δείκτες αξιολόγησης του σεναρίου με σκοπό την προκαταρκτική λήψη αποφάσεων που είναι α) το σύνολο καθαρών εσόδων και β) τα καθαρά έσοδα ανά L πρώτης ύλης.

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν προκειμένου να διαπιστωθεί ο κατάλληλος τρόπος συλλογής / μεταφοράς, η ανάγκη για επιδότηση, η τιμή πώλησης του βιοντίζελ και γενικά η ανταγωνιστικότητα του τελικού προϊόντος.

Για την αξιολόγηση της θετικής επίπτωσης στο περιβάλλον όσο αφορά τον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα από τη χρήση βιοκαυσίμων ως αντικατάσταση συμβατικών καυσίμων, χρησιμοποιούνται πρότυποι συντελεστές εκπομπής ανάλυσης κύκλου ζωής.

Οι συντελεστές εκπομπών ανάλυσης κύκλου ζωής λαμβάνουν υπόψη τον συνολικό κύκλο ζωής του ενεργειακού φορέα. Αυτή η προσέγγιση περιλαμβάνει όχι μόνο τις εκπομπές κατά την τελική καύση ενός καυσίμου, αλλά και όλες τις εκπομπές της αλυσίδας εφοδιασμού, όπως αυτές που παράγονται από τα στάδια της εκμετάλλευσης, μεταφοράς και επεξεργασίας. Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής είναι μια διεθνώς τυποποιημένη μέθοδος και στηρίζεται σε μία σειρά προτύπων του ISO 14040.

Πίνακας 17: Συντελεστής εκπομπών CO₂ ανάλυση κύκλου ζωής

Καύσιμο	Συντελεστής Εκπομπών ανάλυση κύκλου ζωής (t CO₂-eq/MWh)
Βενζίνη	0,299
Πετρέλαιο	0,305
Φυσικό αέριο	0,237
Βιοντίζελ	0,156*

*Συντηρητική τιμή σε σχέση με βιοντίζελ από φοινικέλαιο με το δυσμενέστερη διαδρομή.

Πηγή: *European Reference Life Cycle Database (ELCD)&*

www.covenantofmayors.eu/IMG/pdf/004_Part_II.pdf

Με βάση τους πιο πάνω συντελεστές, για κάθε 1 MWh παραγόμενης ενέργειας από βενζίνη ή πετρέλαιο η οποία αντικαθίσταται από βιοκαύσιμο, η εξοικονόμηση σε εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ισοδυναμεί με τουλάχιστο 143 kg. Η

εξοικονόμηση είναι σημαντικά χαμηλότερη αν το καύσιμο που αντικαθίσταται είναι το φυσικό αέριο.

Για παράδειγμα, από τη χρήση 5.000 L βιοκαυσίμου (ισοδυναμεί με περίπου 58 MWh σε μονάδες ενέργειας) τα οποία αντικαθιστούν το πετρέλαιο κίνησης, η εκτιμώμενη μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ισοδυναμεί με 8,7 t.

Πηγή: European Reference Life Cycle Database (ELCD)

6.4 Σενάρια

Τα σενάρια που εξετάστηκαν και αναλύονται στο **Κεφάλαιο 7**, Ανάλυση αποτελεσμάτων είναι:

- I. Τρόπος συλλογής και μεταφοράς (3 διαφορετικοί τρόποι συλλογής και μεταφοράς)
- II. Αντίτιμο απόκτησης απόβλητων τηγανελαίων
- III. Τιμή πώλησης βιοντίζελ
- IV. Επιδότηση πώλησης βιοντίζελ.

Πίνακας 18: Σενάρια

A/A	Σενάριο	Μεταβλητή παράμετρος	Κόστος (€/ L)	Έξοδα (€/ L)	Έσοδα (€/ L)	Αξιολόγηση/Σχόλια
1	Συλλογή και μεταφορά	Από πόρτα σε πόρτα με συχνή μεταφορά με μικρά οχήματα (συμπεριλαμβάνεται αντίτιμο 0,10€/ L)	0,60	0,90	0,11	Η παράδοση των τηγανελαίων στη μονάδα επεξεργασίας από τους παραγωγούς είναι ο πιο συμφέρων τρόπος συλλογής. Η συλλογή από πόρτα σε πόρτα έχει υψηλά κόστη λόγω των χιλιομέτρων που πρέπει να διανυθούν για να συλλέγουν τα τηγανέλαια.
		Συγκέντρωση σε σημεία συλλογής με περιοδική μεταφορά με μεγάλα οχήματα (συμπεριλαμβάνεται αντίτιμο 0,10€/ L)	0,37	0,67	0,34	
		Συλλογή στη μονάδα επεξεργασίας (συμπεριλαμβάνεται αντίτιμο 0,10€/ L)	0,10	0,40	0,61	
2	Αντίτιμο	Αντίτιμο 0,10€/ L	0,10	0,40	0,61	Το αντίτιμο είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει τη συλλογή των τηγανελαίων
		Αντίτιμο 0,20€/ L	0,20	0,50	0,51	
3	Τιμή πώλησης βιοντίζελ	Τιμή πώλησης 1 €/L	0,37	0,67	0,34	
		Τιμή πώλησης: 1,10 €/L	0,37	0,67	0,44	
4	Επιδότηση τιμής βιοντίζελ	Επιδότηση 0 €/L	0,37	0,67	0,34	Δε λαμβάνουν οποιαδήποτε επιδότηση
		Επιδότηση 0.05 €/L	0,37	0,67	0,39	

7. Ανάλυση αποτελεσμάτων

Το παρόν κεφάλαιο έχει ως σκοπό την εξέταση σεναρίων που έχουν αναλυθεί στην **Παράγραφο 6.5** που περιγράφει τη μεθοδολογία.

Έχουν ετοιμαστεί excels που εξετάζουν την τιμή του τελικού προϊόντος ανάλογα με διαφόρους παραμέτρους.

Οι παράμετροι που εξετάζονται είναι:

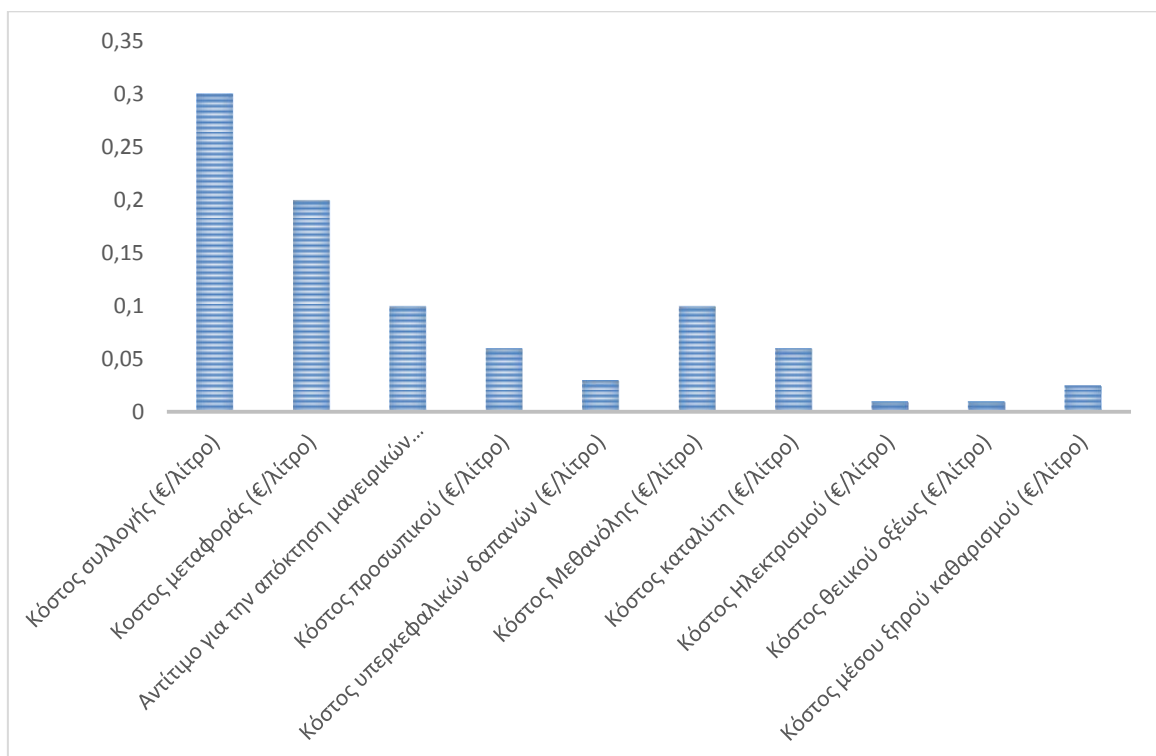
- Ο τρόπος συλλογής της πρώτης ύλης (από πόρτα σε πόρτα, συγκέντρωση σε σημεία συλλογής, συλλογή στη μονάδα επεξεργασίας)
- Ο τρόπος μεταφοράς της πρώτης ύλης (συχνή μεταφορά με μικρά οχήματα, περιοδική μεταφορά με μεγάλα οχήματα, συλλογή στη μονάδα επεξεργασίας)
- Το κόστος συλλογής και μεταφοράς
- Το αντίτιμο για τα τηγανέλαια
- Η τιμή πώλησης του τελικού προϊόντος και
- Η επιδότηση της τιμής του τελικού προϊόντος.

Οι παράμετροι που λαμβάνονται ως σταθερές με σκοπό την αξιολόγηση των επιμέρους σεναρίων είναι:

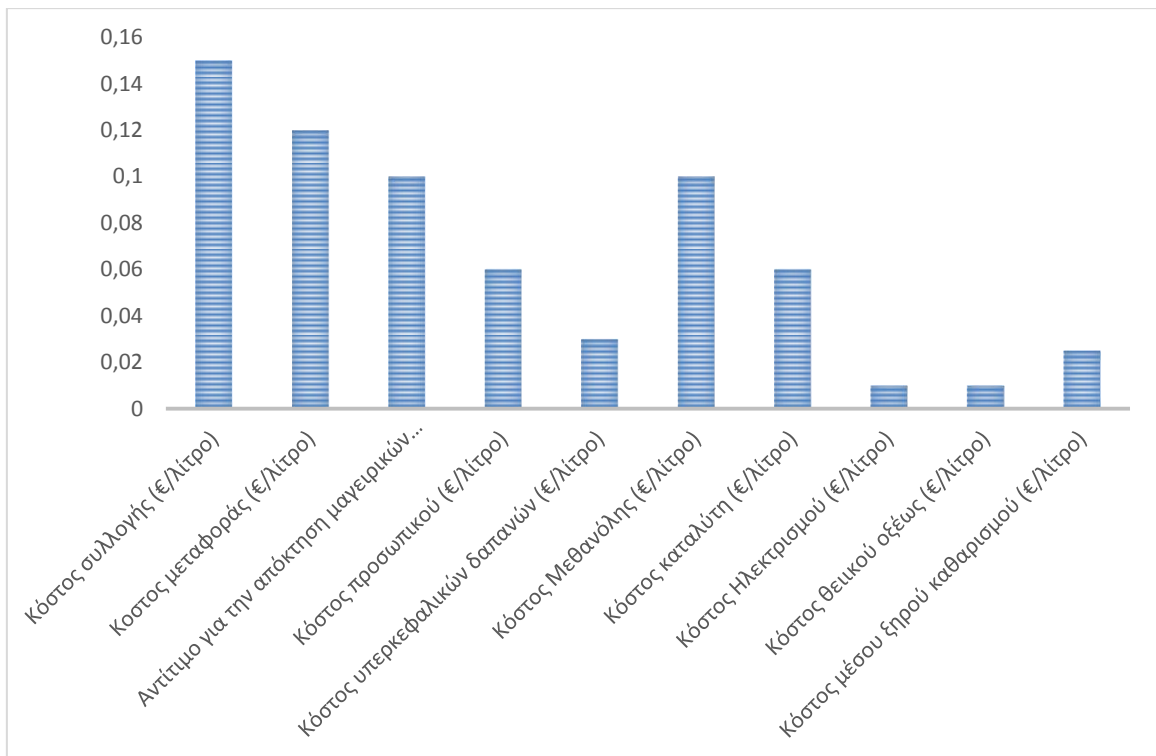
- 5.000 L πρώτης ύλης
- Μεσαίος αντιδραστήρας (1.000 L)
- 5 κύκλοι διεργασιών
- Συνολικό κόστος επεξεργασίας: 0,30 €/L
- Τιμή πώλησης: 1 €/L (στο σενάριο 1,2 & 4)
- Επιδότηση πώλησης: 0 €/L (στο σενάριο 1, 2 & 3)

- Στο Σενάριο 2 χρησιμοποιήθηκε η συλλογή στη μονάδα επεξεργασίας
- Στο Σενάριο 3 & 4 χρησιμοποιήθηκε η συγκέντρωση των τηγανελαιίων σε σημεία συλλογής

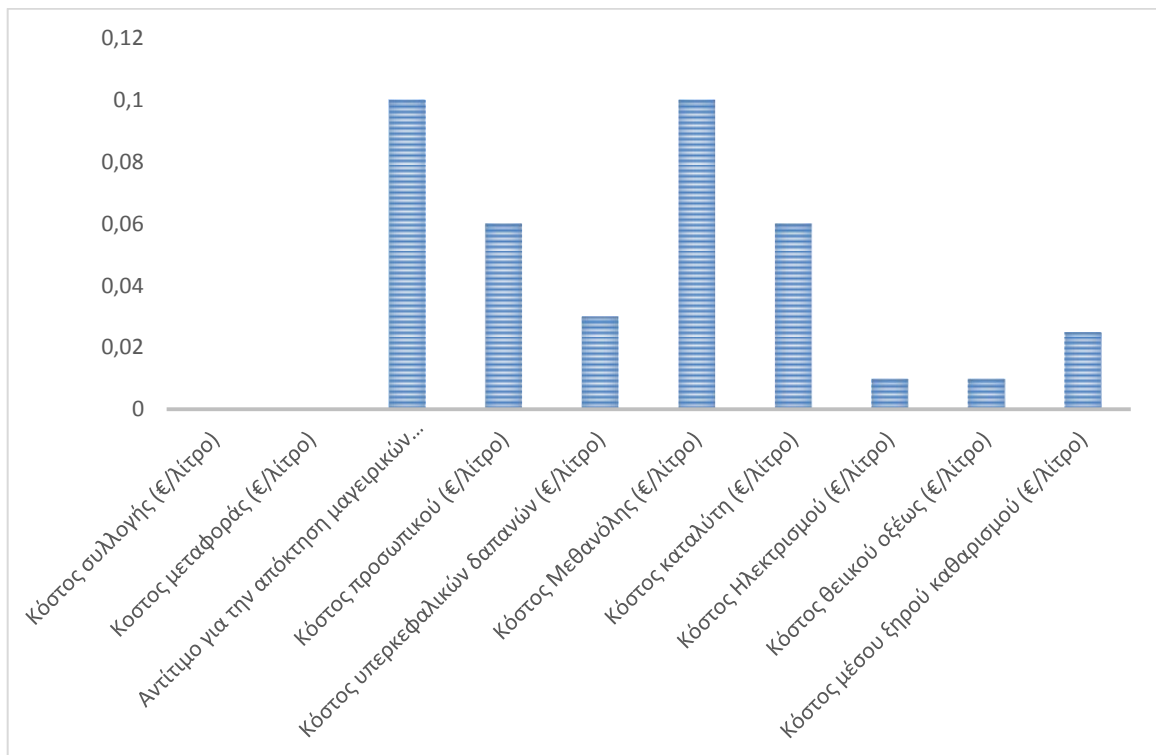
Με βάση τον τρόπο συλλογής και μεταφοράς παρατίθενται τα **Διαγράμματα 7-9** που παρουσιάζουν τα κόστη που επηρεάζουν την τιμή του τελικού προϊόντος. Στο **Διάγραμμα 7** παρατηρούμε ότι το κόστος συλλογής και μεταφοράς επηρεάζει σε μεγαλύτερο βαθμό την τιμή του βιοντίζελ λόγω της συλλογής από πόρτα σε πόρτα ενώ στο **Διάγραμμα 8** το κόστος συλλογής και μεταφοράς επηρεάζει σε μικρότερο βαθμό. Στο **Διάγραμμα 9** το κόστος συλλογής και μεταφοράς είναι μηδαμινό γιατί οι παραγωγοί παραδίδουν τα τηγανέλαια στη μονάδα επεξεργασίας.



Διάγραμμα 7: Συλλογή από πόρτα σε πόρτα

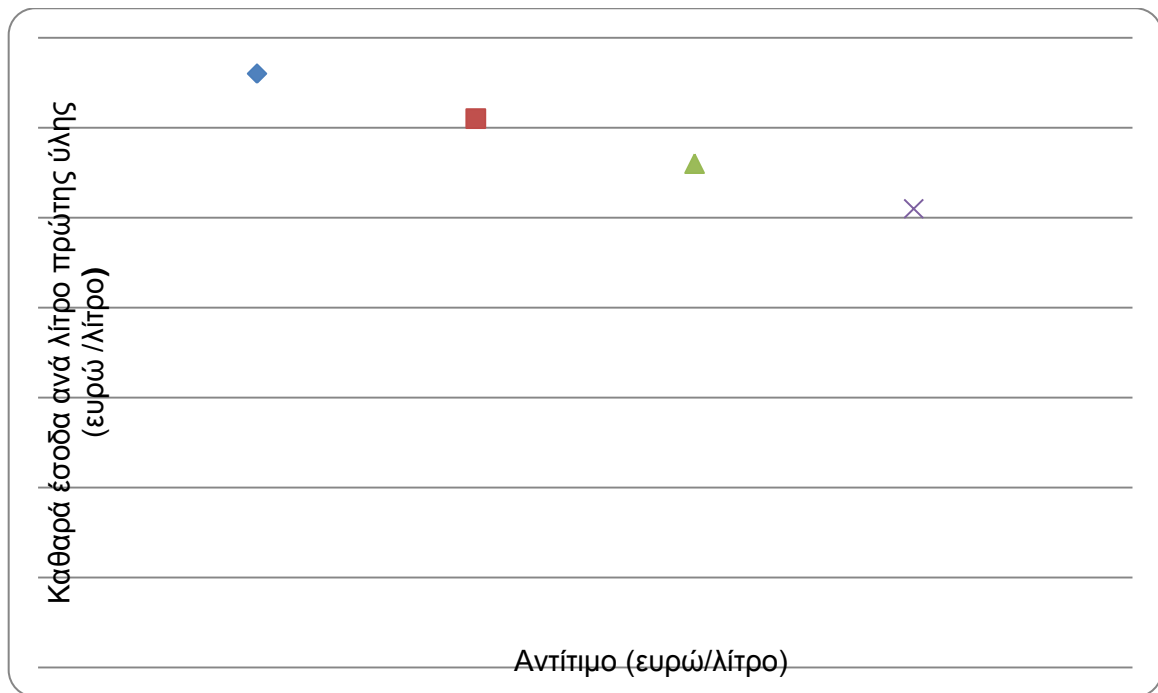


Διάγραμμα 8: Συγκέντρωση σε σημεία συλλογή



Διάγραμμα 9: Συλλογή στη μονάδα επεξεργασίας

Στο **Διάγραμμα 10** μελετήθηκε πόσο επηρεάζεται η τιμή του τελικού προϊόντος όσο μεταβάλλεται το αντίτιμο για τη συλλογή της πρώτης ύλης (τρόπος συλλογής και μεταφοράς στη μονάδα επεξεργασίας). Όσο αυξάνεται το αντίτιμο που πληρώνεται από τη μονάδα επεξεργασίας τόσο μειώνονται τα καθαρά έσοδα ανά L πρώτης ύλης.



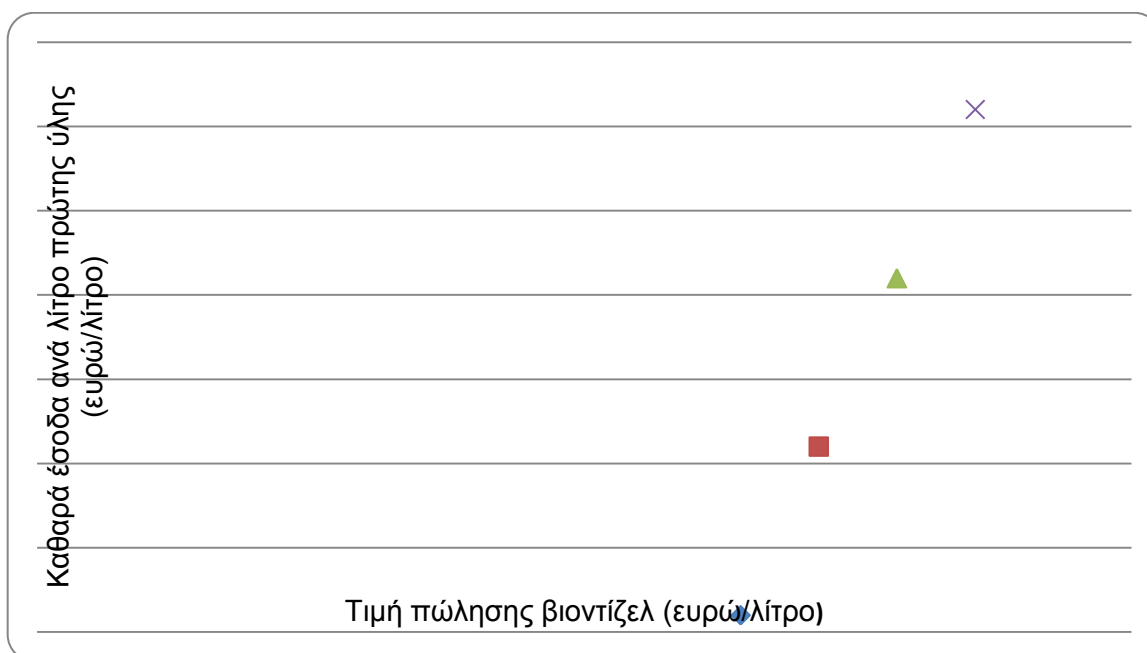
Διάγραμμα 10: Ανάλυση ευαισθησίας καθαρών εσόδων ως προς τη μεταβολή του αντιτίμου

Στο **Διάγραμμα 11** μελετήθηκε πόσο επηρεάζεται η τιμή του τελικού προϊόντος αναλόγως της επιδότησης που δίνεται στην τιμή του βιοντίζελ (τρόπος συλλογής και μεταφοράς συγκέντρωση σε σημεία συλλογής). Όσο αυξάνεται η τιμή της επιδότησης αυξάνονται τα καθαρά έσοδα ανά L πρώτης ύλης.



Διάγραμμα 11: Ανάλυση ευαισθησίας καθαρών εσόδων ως προς τη μεταβολή της επιδότησης

Στο **Διάγραμμα 12** μελετήθηκε πόσο επηρεάζεται η τιμή του τελικού προϊόντος αναλόγως της τιμής πώλησης του βιοντίζελ (τρόπος συλλογής και μεταφοράς από πόρτα σε πόρτα). Εάν η τιμή πώλησης του βιοντίζελ είναι μικρότερη από 0,90€/L τότε τα καθαρά έσοδα ανά L πρώτης ύλης έχουν αρνητικό πρόσημο.



Διάγραμμα 12: Ανάλυση ευαισθησίας καθαρών εσόδων ως προς τη μεταβολή της τιμής πώλησης βιοντίζελ

Το εργαλείο αξιοποιήθηκε για την εξέταση διαφορετικών σεναρίων παραγωγής βιοντίζελ από μια μονάδα επεξεργασίας με τη μέθοδο της αλκαλικής μετεστεροποίησης.

Εξετάστηκαν επιμέρους παράμετροι, όπως το κόστος και η μέθοδος συλλογής και μεταφοράς των πρώτων υλών, η μεταβολή των λειτουργικών εξόδων, δηλαδή περιπτώσεις όπου δυνατό να επηρεάσουν θετικά ή αρνητικά την οικονομική βιωσιμότητα μιας τέτοιας μονάδας και κατά πόσο κρίνεται αναγκαία η οικονομική στήριξη της για παράδειγμα από κυβερνητική επιχορήγηση.

8. Συζήτηση

Η οικονομική βιωσιμότητα μονάδων επεξεργασίας απόβλητων τηγανελαιίων για την παραγωγή βιοντίζελ επηρεάζεται κυρίως από τη δυνατότητα εξασφάλισης της απαραίτητης πρώτης ύλης στους σταθμούς επεξεργασίας. Αυτό προϋποθέτει την ύπαρξη ολοκληρωμένων συστημάτων συλλογής απόβλητων τηγανελαιίων από τις διάφορες πηγές όπως εστιατόρια, κατοικίες, επιχειρήσεις, νοσοκομεία κλπ, αλλά και την ύπαρξη του απαραίτητου νομικού πλαισίου. Σε πολλές περιπτώσεις, για την ενθάρρυνση τόσο της συλλογής όσο και της επεξεργασίας των απόβλητων τηγανελαιίων για παραγωγή βιοντίζελ, δίνονται κίνητρα όπως επιδοτήσεις, επιχορηγήσεις, αντίτιμα σε είδος κ.α. Το κόστος παραγωγής μπορεί να επηρεάζεται ακόμη από το κόστος των απαραίτητων χημικών και αναλώσιμων καθώς επίσης και από το κόστος της ενέργειας. Συγκεκριμένα, στην Κύπρο το κόστος ηλεκτρισμού αλλά και των καυσίμων κίνησης είναι ιδιαίτερα υψηλό με αποτέλεσμα το συνολικό κόστος παραγωγής βιοντίζελ να αυξάνεται ακόμη περισσότερο.

Με βάση και τα αποτελέσματα των σεναρίων που εξετάστηκαν στην προηγούμενη παράγραφο, οι πιο σημαντικές παρατηρήσεις που καταγράφονται είναι οι ακόλουθες:

- Η δημιουργία κινήτρων για τους καταναλωτές (κατά κύριο λόγο οικιακοί) ώστε να παραδίδουν τα χρησιμοποιημένα τηγανέλαια σε σημεία συλλογής ή κατευθείαν σε σταθμούς επεξεργασίας μπορεί να αποτελέσει σημαντική παράμετρος βιωσιμότητας μονάδων παραγωγής βιοντίζελ. Η επιλογή του κατάλληλου αντιτίμου μπορεί να βοηθήσει τόσο στην ενθάρρυνση για τη συλλογή των τηγανελαιίων και την μεταφορά τους περιορίζοντας το κόστος για τον παραγωγό βιοντίζελ.

- Η εξασφάλιση επιδότησης για τον παραγωγό βιοντίζελ είναι ένα μέτρο το οποίο θα πρέπει να εφαρμόζεται για τις περιπτώσεις όπου η οικονομική βιωσιμότητα των μονάδων είναι οριακή. Για την παραχώρηση επιδότησης θα πρέπει να εξετάζονται όλες οι εσωτερικές και εξωτερικές παράμετροι που επηρεάζουν το κόστος παραγωγής.
- Τα Κράτη Μέλη θα πρέπει να μεριμνούν ώστε να υπάρχει το κατάλληλο θεσμικό πλαίσιο που να υποστηρίζει τη λειτουργία τέτοιων μονάδων αλλά και συστημάτων συλλογής τηγανελαίων. Για παράδειγμα,
 - υποχρέωση για συλλογή και διάθεση τηγανελαίων από μεγάλους καταναλωτές
 - παρακολούθηση της παραγωγής βιοντίζελ για εξασφάλιση ποιοτικού τελικού προϊόντος με βάση τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα.
 - διασφάλιση προς τους παραγωγούς βιοντίζελ ότι το παραγόμενο προϊόν θα έχει προτεραιότητα για τη διάθεση του στην τοπική αγορά.
 - περιορισμό των εισαγωγών σε βιοντίζελ για σκοπό της επίτευξης των στόχων της Ευρώπης για το 2020
- Η επιλογή της δυναμικότητας των μονάδων παραγωγής βιοντίζελ θα πρέπει να είναι άμεσα συνδεδεμένη με το δυναμικό απόβλητων τηγανελαίων που μπορούν να συλλεχθούν. Η επιλογή της κατάλληλης δυναμικότητας μπορεί να επηρεάσει σημαντικά στη μείωση του λειτουργικού κόστους παραγωγής βιοντίζελ.

Η τιμή του πετρελαίου κίνησης έχει ανοδική πορεία και αυτό καθιστά τα ανανεώσιμα καύσιμα ανταγωνιστικά. Παρόλα αυτά, η αύξηση των τιμών των ορυκτών καυσίμων αυξάνει το λειτουργικό κόστος παραγωγής του καυσίμου (ηλεκτρισμός, κόστος συλλογής και μεταφοράς).το πιο σημαντικό λειτουργικό κόστος είναι το κόστος συλλογής και μεταφοράς των τηγανελαίων. Σε περιπτώσεις που μια μονάδα εξασφαλίζει την πρώτη ύλη (τηγανέλαια) δωρεάν ή έναντι

χαμηλού αντιτίμου, το κόστος του βιοκαυσίμου είναι δυνατό να ανταγωνιστεί τις σημερινές τιμές του πετρελαίου κίνησης.

9. Προτάσεις

Σχεδιασμός Μονάδας Παραγωγής κατά την οποία, θα προσδιοριστούν τα επιμέρους κόστη της μονάδας επεξεργασίας, δηλ. τα λειτουργικά έξοδα για την παραγωγή του βιοντίζελ, τα οποία αποτελούνται από το κόστος προσωπικού, υπερκεφαλικών δαπανών, μεθανόλης, καταλύτη, θεϊκού οξέος και μέσου ξηρού καθαρισμού, όπως και το κόστος συλλογής και μεταφοράς.

Μ' αυτό τον τρόπο, μπορεί να γίνει καλύτερη μελέτη και ανάπτυξη θεσμικού πλαισίου για την αξιολόγηση μιας μονάδας επεξεργασίας αν είναι βιώσιμη ή όχι και αν υπάρχουν προοπτικές για βελτιστοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας και μείωσης του κόστους παραγωγής.

10. Βιβλιογραφία

- <http://www.cea.org.cy/Legislation.html> (10/11/2014))
- www.moa.gov.cy/environment (10/12/2014))
- <http://www.cys.org.cy> (30/11//2014)
- [http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro222_en.> pdf](http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro222_en.>pdf) (15/01/2015)
- <http://www.ebb-eu.org> 12/01/2015
- http://www.cea.org.cy/TOPICS/Renewable%20Energy/RES_CY_greek.pdf (30/11/2014)
- <http://www.recoilproject.eu/index.php/en/> (30/11/2014)
- <http://www.biofuelstp.eu> (30/11/2014)
- <http://www.recoilproject.eu/index.php/en/best-practices-in-processing-and-distribution> (30/11/2014)
- <http://www.agroenergy.gr>(20/11/2014)
- European Reference Life Cycle Database (ELCD) (10/12/2014)

Νομοθεσία

Κυπριακή νομοθεσία

- Ο περί Προώθησης και Ενθάρρυνσης της Χρήσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας Νόμος του 2013 – Ν.112/2013
- Το περί Προώθησης και Ενθάρρυνσης της Χρήσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Μεθοδολογία Υπολογισμού του Μεριδίου της Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές) Διάταγμα του 2013 (ΚΔΠ 441/2013)
- 27(I)/2012, Νόμος που τροποποιεί τον περί προώθησης και ενθάρρυνσης της χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και της Εξοικονόμησης Ενέργειας Νόμο
- Περί Αποβλήτων Νόμος του 2011 (Ν. 185(I)/2011)

- Το περί προδιαγραφών Βενζίνης, Ντίζελ και Βιοντίζελ, Διάταγμα του 2009 – Κ.Δ.Π. 384/2009

Ευρωπαϊκές Οδηγίες

- Οδηγία 2001/77/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27^{ης} Σεπτεμβρίου 2001 για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας
- Οδηγία 2009/28/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23^{ης} Απριλίου 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

11. Παραρτήματα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Ευρωπαϊκό Πρότυπο Βιοντίζελ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ: DIN EN 14214				
Ιδιότητα	Μονάδα	Όρια		Μέθοδος προσδιορισμού
		Min.	Max.	
Περιεχόμενοι εστέρες	% (m/m)	96,5		pr EN 14103
Πυκνότητα σε 15 °C	kg/m ³	860	900	EN ISO 3675
				EN ISO 12185
Ιξώδες σε 40 °C	mm ² /s	3,5	5,0	EN ISO 3104
Σημείο Ανάφλεξης	°C	120	-	ISO/CD 3679
Περιεχόμενο θείου	mg/kg	-	10	
Υπόλειμμα Άνθρακα (σε 10% υπόλειμμα απόσταξης)	% (m/m)	-	0,3	EN ISO 10370
Αριθμός κετανίου		51,0		EN ISO 5165
Περιεχόμενο τέφρας σε θειικά	% (m/m)	-	0,02	ISO 3987
Περιεχόμενο ύδωρ	mg/kg	-	500	EN ISO 12937
Συνολική μόλυνση (Total contamination)	mg/kg	-	24	EN 12662
Διάβρωση λαρίδας χαλκού (3h σε 50 °C)	rating	1		EN ISO 2160
Θερμική σταθερότητα				
Οξειδωτική σταθερότητα, 110 °C	hours	6,0	-	pr EN 14112
Ποσότητα Οξέων (Acid value)	mg KOH/g		0,5	pr EN 14104
Ποσότητα Ιωδίου (Iodine value)			120	pr EN14111
Λινολενικός μεθυλεστέρας	% (m/m)		12	pr En 14103
Πολυακόρεστοι (>=4 διπλοί δεσμοί) μεθυλεστέρες	% (m/m)		1	
Περιεχόμενο μεθανόλης	% (m/m)		0,2	pr EN 14110
Περιεχόμενο σε μονογλυκερίδια	% (m/m)		0,8	pr EN 14105
Περιεχόμενο σε διγλυκερίδια	% (m/m)		0,2	pr EN 14105
Περιεχόμενο σε τριγλυκερίδια	% (m/m)		0,2	pr EN 14105
Ελεύθερη γλυκερίνη	% (m/m)		0,02	pr EN 14105
				pr EN 14106
Συνολική γλυκερίνη	% (m/m)		0,25	pr EN 14105
Μέταλλα Αλκαλίων (Na+K)	mg/kg		5	pr EN 14108
				pr EN 14109
Περιεχόμενο φωσφόρου	mg/kg		10	pr EN 14107