



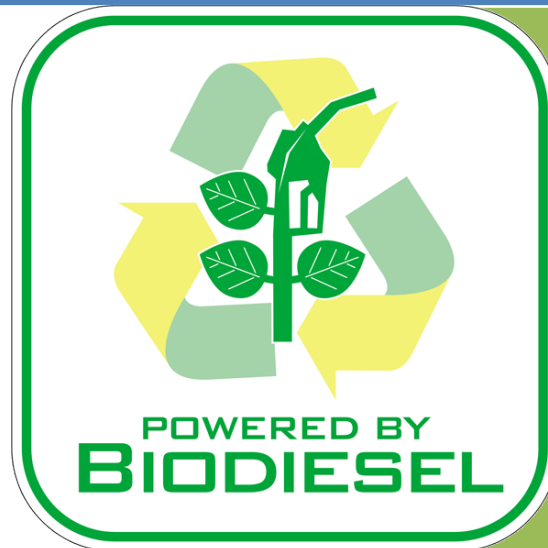
**Τ.Ε.Ι. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

# Προοπτικές της αγοράς του βιοντίζελ στην Ευρωπαϊκή Ένωση και την Ελλάδα



**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ : Κατσαράκης Νίκος**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : Βασιληάς Επαμεινώνδας**



*"The use of vegetable oils for engine fuels may seem insignificant today. But such oils may become in the course of time as important as the petroleum and coal tar products of the present time"*  
**Rudolph Diesel, 1912**

## Περίληψη

Η ενέργεια είναι ένας ουσιαστικός όρος για την παροχή προσωπικής άνεσης, τη διαχείριση βιομηχανικών δραστηριοτήτων και εμπορικών παραγωγών πλούτου, ενώ την ίδια στιγμή, η παραγωγή και η κατανάλωσή της, ασκεί ουσιαστική πίεση στο περιβάλλον, και συμβάλλει στην αλλαγή του κλίματος και την καταστροφή φυσικών οικοσυστημάτων. Το CO<sub>2</sub> είναι το αέριο πρώτιστα αρμόδιο για την αλλαγή του παγκόσμιου κλίματος, ενώ το 94% των εκπομπών του CO<sub>2</sub> που παράγονται στην Ευρώπη μπορεί να αποδοθεί στον τομέα της ενέργειας γενικά και ειδικότερα στα συμβατικά καύσιμα όπως βενζίνη, άνθρακας και φυσικό αέριο.

Η παρούσα μελέτη, παρουσιάζει την κατάσταση που επικρατεί στον τομέα της ενέργειας σήμερα, σε Ευρώπη και Ελλάδα, τόσο για τη χρήση των συμβατικών καυσίμων, όσο και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας γενικά, και ειδικότερα για την συμβολή του βιοντίζελ στην παραγωγή θερμότητας, ηλεκτρισμού, ισχύος και βιοκαυσίμων. Η χρήση της βιομάζας ως υποκατάστατο του άνθρακα παρέχει την άμεση μείωση περί 0.5-0.6 τόνους άνθρακα ανά κάθε χρησιμοποιούμενο τόνο βιομάζας ή 0,8 τόνους του αντικαταστημένου άνθρακα. Παρουσιάζονται οι τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας στις παραπάνω μορφές ενέργειας, και επίσης οι κυριότεροι πόροι της βιομάζας, δηλαδή οι ενεργειακές καλλιέργειες ή τα χρησιμοποιημένα έλαια και ζωικά λίπη.

Τελος στην παρούσα εργασία ερευνάται το νομικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της Ελλάδας καθώς η προοπτικές της αγοράς βιοντίζελ στην χώρα μας. Σκοπός της μελέτης είναι να θεωρώντας δεδομένα τα οφέλη της απεξάρτησης ενεργειακά απο τα ορυκτά καύσιμα, καθώς και των περιβαλλοντικών οφελών που μπορεί να έχει μια ενεργειακή στροφή της Ελλάδας και της Ε.Ε. στα βιοκαύσιμα, να διερευνήσει τις προοπτικές ανάπτυξης οικονομικά της αγοράς βιοκαυσίμων καθώς και να προτείνει νομικά, οικονομικά και κοινωνικά μέτρα που θα μπορούσαν να την τονώσουν και να αναδείξουν τα βιοκαύσιμα σε μία απο τις κύριες πηγές ενέργειας της Ελλάδας

## Περιεχομενα

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : Εισαγωγή.....</b>	<b>5</b>
1.1 Καυσαέρια και περιβάλλον.....	7
1.1.1 Τα βιοκαύσιμα ως παράγοντας μετριασμού του προβλήματος.....	8
1.2 Βιοντίζελ.....	8
1.2.1 Ορισμός βιοντίζελ (Biodiesel).....	8
1.2.2 Ιστορική αναδρομή.....	10
1.2.3 Παραγωγή βιοντίζελ.....	11
1.2.4 Πρώτες ύλες ελαίων για την παραγωγή βιοντίζελ.....	13
1.2.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα για την παραγωγή βιοντίζελ.....	16
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> : Η αγορά ενέργειας στην Ευρώπη.....</b>	<b>20</b>
2.1. Επισκόπηση της αγοράς ενέργειας στην Ευρώπη.....	20
2.2. Κατανάλωση και εισαγωγή συμβατικών καυσίμων.....	21
2.3. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και χρήση βιομάζας.....	26
2.3.1. Βιοενέργεια.....	27
2.3.2. Πόροι Βιομάζας.....	28
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : Τα βιοκαύσιμα στην Ευρωπαϊκή Ένωση.....</b>	<b>30</b>
3.1.1. Βιομάζα και βιοκαύσιμα.....	30
3.1.2. Μετατροπή βιομάζας σε υγρά βιολογικά καύσιμα.....	31
3.1.3. Τεχνολογίες μετατροπής βιομάζας και μείωσης του CO <sub>2</sub> από τις διαφορετικές εφαρμογές χρήσης της βιομάζας.....	32
3.2. Βιοντίζελ και εκπομπές ρύπων.....	33
3.3. Βιοκαύσιμα σε αναπτυσσόμενες χώρες.....	36
3.4. Νομοθεσία στην Ευρωπαϊκή Ένωση.....	41
3.4.1. Ορισμός του βιοντίζελ βάσει της οδηγίας 2003/30/ΕΚ.....	42
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : Τα βιοκαύσιμα στην Ελλάδα.....</b>	<b>46</b>
4.1. Επισκόπηση της κατάστασης στην Ελλάδα.....	46
4.2. Επιστημονικές έρευνες στην Ελλάδα σχετικά με την απόδοση του βιοντίζελ και τις εκπομπές αερίων στην ατμόσφαιρα.....	48
4.3. Νομικό πλαίσιο Ελλάδος.....	50
4.3.1. Εναρμόνιση της Ελληνικής νομοθεσίας με την οδηγία 2003/30/ΕΚ.....	52
4.3.2. Τεχνικός κανονισμός για τα βιοκαύσιμα καθώς και για την αποθήκευση και διακίνηση βιοκαυσίμων στην Ελλάδα.....	53
4.4. Ελληνική οικονομική στρατηγική για το βιοντίζελ.....	57
4.5. Συμπεράσματα για την αγορά βιοντίζελ στην Ελλάδα.....	58

4.6. Προτάσεις για την ανάπτυξη και τον εξορθολογισμό της αγοράς βιοντίζελ στην Ελλάδα.....	59
<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>63</b>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>: Εισαγωγή

Η συνεχής αύξηση της παγκόσμιας ζήτησης ενέργειας, ως αποτέλεσμα της αύξησης του πληθυσμού καθώς και των αλματοδών τεχνολογικών εξελίξεων, σε συνδυασμό με την εξάντληση των φυσικών πόρων και την ατμοσφαιρική ρύπανση, καθιστούν την έρευνα και εφαρμογή τεχνολογιών που σχετίζονται με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας επιτακτική.

Σήμερα σε παγκόσμιο επίπεδο η ενέργεια παράγεται κυρίως μέσω της καύσης ορυκτών καυσίμων. Χαρακτηριστική είναι η κατανομή της παγκόσμιας ενεργειακής κατανάλωσης για το 2011 από τα στατιστικά στοιχεία της εταιρίας πετρελαικών BP που ακολουθεί και η πρόβλεψη, που δημοσιεύθηκε, του U.S. government's Energy Information Administration για αύξηση 53% της παγκόσμιας ζήτησης ενέργειας.



Πίνακας 1.1 Κατανομή της παγκόσμιας ενεργειακής κατανάλωσης ανα πόρο (Πηγή: BP statistics year 2011)

Το ενεργειακό μοντέλο που έχει καθιερωθεί από τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα και συνεχίζει μέχρι σήμερα έχει επιφέρει σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα όπως η υπερθέρμανση του πλανήτη και η εξάντληση των πετρελαικών αποθεμάτων με σοβαρότατες κοινωνικές και οικονομικές συνέπειες. Η επάρκεια εφοδιασμού του πετρελαίου η υποβάθμιση του βιοτικού επιπέδου στα γεωγραφικά μέρη όπου γίνεται εξόρυξη καθώς και το <<φαινόμενο του θερμοκηπίου>> που είναι αρρηκτα συνδεδεμένο με τις ανεξέλεγκτες εκπομπές αερίων ρύπων καταδικνείουν ως μη βιώσιμο το παρών μοντέλο και δείχνουν ότι παγκοσμίως πρέπει η τεχνολογικές εξελίξεις να κινηθούν προς μια εναλλακτική διαχείριση των ενεργειακών πόρων παγκοσμίως. Απαιτείται λοιπόν σταδιακή αντικατάσταση των παραδοσιακών καυσίμων από νέες μορφές ενέργειας. Ως καλύτερη λύση θεωρείται η χρήση των εναλλακτικών καυσίμων.

Σε περιβαλλοντικό πλαίσιο, η ενεργειακή πολιτική στοχεύει στη μείωση της περιβαλλοντικής επίδρασης της παραγωγής και της χρήσης ενέργειας, στην εξοικονόμηση ενέργειας, την ενεργειακή αποδοτικότητα και την αύξηση του μεριδίου της παραγωγής, καθώς και της χρήσης καθαρών μορφών ενέργειας (*Commission Communication COM(1998)571*).

Τα εναλλακτικά καύσιμα είναι μια ελκυστική λύση στο πρόβλημα των ορυκτών καυσίμων επειδή αποτελούν μια από τις λίγες διαθέσιμες εναλλακτικές επιλογές με την οποία η βενζίνη και το πετρέλαιο κίνησης θα αντικατασταθούν ως καύσιμα για τις μεταφορές.

Συμφώνα με την οδηγία 2003/30/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με τον όρο <<εναλλακτικά καύσιμα>> εννοούμε τα καύσιμα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν καθαρά ή ως μίγματα με συμβατικά καύσιμα, (π.χ. Diesel, βενζίνη) για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών, κυρίως στον τομέα των μεταφορών. Βασική διαφορά τους με τα συμβατικά καύσιμα είναι ότι η παραγωγή και χρήση τους είναι εξαιρετικά φιλικές προς το περιβάλλον. Στα εναλλακτικά καύσιμα εντάσσονται και τα <<βιοκαύσιμα>> τα οποία ορίζονται ως τα υγρά ή αέρια καύσιμα για τις μεταφορές, τα οποία παράγονται από βιομάζα.

Τα εναλλακτικά καύσιμα πρέπει να είναι οικονομικά ανταγωνιστικά, περιβαλλοντικά αποδεκτά και εύκολα διαθέσιμα. Μια πιθανή εναλλακτική λύση των ορυκτών καυσίμων είναι η χρήση των ελαίων φυτικής προέλευσης όπως τα φυτικά έλαια. Αυτά τα εναλλακτικά καύσιμα diesel καλούνται ως βιοντίζελ. Είναι βιοαποικοδομήσιμα, μη τοξικά και έχουν χαμηλές εκπομπές ρύπων σε σύγκριση με τα πετρέλαια diesel. Με την χρήση του βιοντίζελ θα επιτευχθεί μια ισορροπία μεταξύ της γεωργίας, της οικονομικής ανάπτυξης και του περιβάλλοντος.

## 1.1 Καυσαέρια και περιβάλλον

Στην ΕΕ εκτιμάται ότι το 21% του συνόλου των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που συμβάλλουν στη θέρμανση της υδρογείου οφείλεται στις μεταφορές και το ποσοστό αυτό αυξάνει. Συνεπώς, προκειμένου να εκπληρωθούν οι στόχοι αειφορίας και ειδικότερα η μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που έχει συμφωνηθεί στα πλαίσια του πρωτοκόλου του Κιότο, έχει ουσιώδη σημασία η εξεύρεση τρόπων μείωσης των εκπομπών από μεταφορές. (E.E.,(2007),*Στρατηγική της Ε.Ε. για τα βιοκαύσιμα*)

Αυτό δεν αποτελεί τη μοναδική πρόκληση. Σχεδόν το σύνολο της ενέργειας που χρησιμοποιείται στον τομέα μεταφορών στην ΕΕ προέρχεται από το πετρέλαιο. Τα γνωστά πετρελαϊκά αποθέματα είναι περιορισμένα σε ποσότητα και συγκεντρώνονται μόνο σε λίγες περιφέρειες του κόσμου. Υπάρχουν νέα αποθέματα των οποίων όμως στις περισσότερες φορές η εκμετάλλευση θα γίνεται δυσχερέστερη.

Η διασφάλιση ενεργειακού εφοδιασμού για το μέλλον αποτελεί συνεπώς όχι απλώς θέμα μείωσης της εξάρτησης από εισαγωγές αλλά απαιτεί ευρεία σειρά πολιτικών πρωτοβουλιών, περιλαμβανόμενης της διαφοροποίησης πηγών και τεχνολογιών.

Ήδη στην ΕΕ έχουν αναληφθεί σειρά ενεργειών. Οι κατασκευαστές αυτοκινήτων αναπτύσσουν νέα μοντέλα τα οποία είναι καθαρότερα και με μεγαλύτερη απόδοση καυσίμου ενώ επίσης εργάζονται με αντικείμενο νέες ιδέες. Επίσης έχουν καταβληθεί προσπάθειες για τη βελτίωση των δημόσιων μεταφορών και την ενθάρρυνση της χρησιμοποίησης περιβαλλοντικά φιλικών τρόπων μεταφοράς στις περιπτώσεις που αυτό είναι δυνατό.

Προκειμένου να επιτευχθούν μειώσεις στις ποσότητες ενέργειας που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά, απαιτείται η καταβολή περαιτέρω προσπαθειών. Οι αναπτυσσόμενες χώρες αντιμετωπίζουν ανάλογες και ακόμη μεγαλύτερες προκλήσεις όσον αφορά την παραγωγή ενέργειας.

Η αύξηση των τιμών του πετρελαίου επηρεάζει δυσμενώς το ισοζύγιο πληρωμών τους, η εξάρτηση από εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα συνεπάγεται τρωτότητα ενώ οι χώρες αυτές αντιμετωπίζουν την πρόκληση μείωσης εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. (E.E.,(2007),*Στρατηγική της Ε.Ε. για τα βιοκαύσιμα*)

Η κεντρική σημασία της ενεργειακής πολιτικής στην ΕΕ στην παροχή αρωγής για να αντιμετωπιστούν οι προκλήσεις της παγκοσμιοποίησης επιβεβαιώθηκε από τους αρχηγούς κρατών και κυβερνήσεων της ένωσης κατά την άτυπο σύνοδο του



Hampton Court τον οκτώβριο του έτους 2005, οπότε από την επιτροπή ζητήθηκε να επεξεργαστεί προτάσεις για την ανάπτυξη αναζωογονημένης ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής.

### **1.1.1 Τα Βιοκαύσιμα ως παράγοντας μετριασμού του προβλήματος**

Είναι βέβαιο ότι όσο βαθιάει η κρίση του περιβάλλοντος, οι δραστηριότητες Αντίστροφης Εφοδιαστικής θα αποκτούν όλο και μεγαλύτερη σημασία τόσο για τις κοινωνίες, όσο και για κάθε φορέα, οργανισμό, επιχείρηση για την εξασφάλιση συνεχούς και αξιόπιστου ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος και την δημιουργία μιας συνολικής στρατηγικής φιλικής προς το περιβάλλον. Τα βιοκαύσιμα αν και θεωρούνται καθαρότερη εναλλακτική λύση από τα ορυκτά καύσιμα, δημιουργούν με τη σειρά τους και αυτά προβλήματα. Για το λόγο αυτό μια νέα μέθοδος παραγωγής θα μπορούσε να ξεκινήσει με κεντρικό άξονα την παραγωγή βιοκαυσίμων από χρησιμοποιημένα προϊόντα και απόβλητα.

Μια ευρεία ποικιλία αποβλήτων μπορούν δυνητικά να χρησιμοποιηθούν ως πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοκαυσίμων. Όλο και περισσότερες ερευνητικές αλλά και επιχειρηματικές προσπάθειες στρέφονται στην παραγωγή βιοντίζελ κυρίως από τα μη ραφιναρισμένα φυτικά έλαια και ζωικά λίπη, από χρησιμοποιημένα φυτικά λάδια, από έλαια κακής ποιότητας (όξινα και υπερόξινα λάδια με σημαντική περιεκτικότητα σε νερό) και από απόβλητα σφαγείων- ζωικά λίπη. Στόχος είναι η ανακύκλωση και η ενεργειακή αξιοποίηση των "άχρηστων" ελαίων, μειώνοντας άμεσα τα περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα που σχετίζονται με την ορθή διαχείριση τους ενώ ταυτόχρονα περιορίζουν την ανάγκη ενεργειακών καλλιεργειών, καθιστώντας τα πραγματικά βιώσιμη και πράσινη λύση.

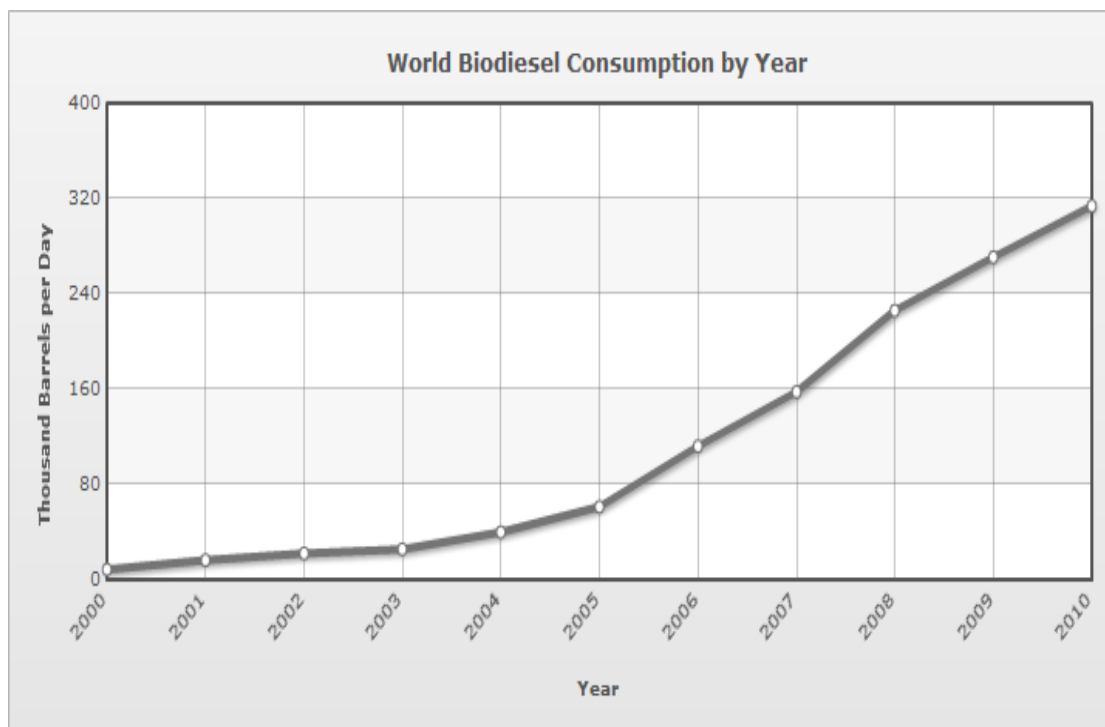
## **1.2 Βιοντίζελ**

### **1.2.1 Ορισμός Βιοντίζελ (Biodiesel)**

Το βιοντίζελ προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (βιομάζα) και παράγεται μέσω της αντίδρασης μετεστεροποίησης. Βιοντίζελ επίσης μπορεί να παραχθεί από άχρηστα αγροτικά παραπροϊόντα, όπως χρησιμοποιημένα φυτικά έλαια, από διάφορων ειδών σπόρους αλλά και από ζωικά λίπη. Η μετεστεροποίηση

είναι η χημική αντίδραση μεταξύ τριγλυκεριδίων (TG) των φυτικών ελαίων και μιας αλκοόλης, παρουσία καταλύτη, μέσω της οποίας παράγονται μεθυλικοί εστέρες. Οι παραγόμενοι εστέρες (μεθυλεστέρες λιπαρού οξέος - FAME) καλούνται βιοντίζελ. (Van Gerpen, 2005)

Τα βιοκαύσιμα είναι σήμερα η πιο σημαντική ανανεώσιμη και εναλλακτική πηγή ενέργειας. Περίπου το 7% της ενεργειακής κατανάλωσης στην ΕΕ των 27 αναφέρεται στο βιοκαύσιμο. Το δεκέμβριο του 2005 η κομισιόν εξέδωσε ένα σχέδιο δράσης σε σχέση με το βιοκαύσιμο, ανακοινώνοντας τη δημιουργία ενέργειας από τα δάση, τη γεωργία, τα απόβλητα. Στο παρακάτω γραφήμα βλέπουμε την παγκόσμια κατανάλωση βιοντίζελ για την δεκαετία 2000-2010, όπου μπορούμε να παρατηρήσουμε την ραγδαία αύξηση και την αυξητική τάση στην κατανάλωση του βιοντίζελ την προηγούμενη δεκαετία.



Πίνακας 1.2 Παγκόσμια κατανάλωση βιοντίζελ (χιλιαδες βαρέλια ανά μέρα) ΠΗΓΗ: United States Energy Information Administration

Το βιοντίζελ μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς προσμίξεις είτε να αναμειχθεί σε οποιαδήποτε αναλογία με το συμβατικό ορυκτό. Για το λόγο αυτό έχει καταχωρηθεί ως καύσιμο και πρόσθετη ουσία καυσίμων από την υπηρεσία προστασίας περιβάλλοντος των ΗΠΑ (EPA) και ανταποκρίνεται στα πρότυπα καθαρού ντίζελ που καθιερώνονται από το Air Resources Board CARB. Ακόμη και το "καθαρό" βιοντίζελ (B100) έχει υποδειχθεί ως εναλλακτικό καύσιμο από το Τμήμα Ενέργειας (DOE) καθώς και από το Αμερικανικό Υπουργείο Συγκοινωνιών (DOT).

Παγκοσμίως χρησιμοποιείται ένα σύστημα τυποποίησης που δείχνει το ποσοστό προσμίξης του βιοντίζελ με συμβατικό ντίζελ και αναφέρεται ως <<BXX>>, όπου XX αναφέρεται στο ποσοστό τοις εκατό του βιοντίζελ στη πρόσμιξη. Έτσι το καθαρό βιοντίζελ αναφέρεται ως B100, ενώ οι τυποποιημένες προσμίξεις που χρησιμοποιούνται κυρίως είναι οι B20(20% βιοντίζελ), B5(5% βιοντίζελ), B2(2% βιοντίζελ). Χρησιμοποιείται ευρύτατα σε όλη την Ευρώπη, ενώ στις ΗΠΑ η χρήση του είναι συνεχώς αυξανόμενη. Θεωρείται ως το πλέον διαδεδομένο βιοκαύσιμο καύσιμο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο αυτούσιο όσο και σε διάφορες αναλογίες σε μίγματα στα καύσιμα κίνησης σε ποσοστό τουλάχιστον 2%.

Οι ευρύτατα χρησιμοποιημένες πηγές ελαίου είναι η ελαιοκράμβη, ο ηλιανθος, η σόγια και ο φοίνικας. Το πρώτο βήμα για την παραγωγή biodiesel, είναι η εξαγωγή ελαίου, η οποία δεν διαφέρει από αυτήν για τη βιομηχανία τροφίμων. Η παραγωγή biodiesel στην Ευρώπη είναι βασισμένη στην ελαιοκράμβη. 1 τόνος RME μπορεί να προέλθει από κατά προσέγγιση 1 τόνου ελαίου ελαιοκράμβης. (European Commission, 1994). Το έλαιο από τους σπόρους μπορεί να εξαχθεί με συμπίεση ή με τη βοήθεια διαλυτών όπως το εξάνιο. Η τελευταία τεχνολογία εφαρμόζεται σχεδόν στο 100% της παραγωγής (Jensen, 2003).

Σήμερα το κόστος παραγωγής του biodiesel είναι περίπου 0,50 €/l (15 €/GJ). Η πραγματική τιμή επηρεάζεται κατά ένα μεγάλο μέρος από το κόστος της απαιτούμενης βιομάζας, το μέγεθος και τον τύπο εγκαταστάσεων παραγωγής και την αξία των υποπροϊόντων («πίτα» των ελαιούχων σπόρων – μια πλούσια σε πρωτεΐνες ζωική τροφή, και γλυκερίνη). Βραχυπρόθεσμες δαπάνες επένδυσης για εγκαταστάσεις, με ικανότητα θερμικής εισαγωγής 400 MWth αποτελούν περίπου 150 €/kWth, όμως μακροπρόθεσμα, αυτές οι δαπάνες αναμένονται να μειωθούν κατά 30% με τη διεύρυνση των εγκαταστάσεων σε 1000 MWth λόγω της οικονομίας κλίμακας. Οι υπολογισμοί, που εξετάζουν την αξία των υποπροϊόντων μακροπρόθεσμα, δείχνουν την περαιτέρω μείωση των δαπανών παραγωγής μέχρι 0,20 €/l (6 €/GJ) (Thuijl, et. al., 2003).

### 1.2.2 Ιστορική Αναδρομή

Τα τελευταία χρόνια δίνεται αυξανόμενη προσοχή στην ανάπτυξη τεχνολογιών παραγωγής βιοντίζελ, το οποίο κερδίζει συνεχώς έδαφος στο χώρο των καυσίμων, κυρίως λόγω της παραγωγής του από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αλλά και των μειωμένων εκπομπών ρύπων έναντι του συμβατικού ντίζελ. Παρόλα αυτά, η χρήση των φυτικών ελαίων ως εναλλακτικό καύσιμο δεν αποτελεί πρόσφατη καινοτομία, αφού η χρήση τους γράφει πάνω από ένα αιώνα. Η εφεύρεση της μηχανής diesel ανακαλύφθηκε στην τελευταία δεκαετία του 19ου αιώνα από τον ομώνυμο ερευνητή Dr. Rudolf Diesel εξετάζοντας το έλαιο φιστικιάς σε μηχανή συμπίεσης αναφέροντας ότι " Η χρήση των φυτικών ελαίων ως καύσιμα μηχανών μπορεί να φαντάζει σήμερα ασήμαντη, αλλά τέτοια έλαια στο μέλλον μπορεί να γίνουν τόσο

σημαντικά όσο και τα πετρελαϊκά καύσιμα ” με τα λόγια του να αναδεικνύονται προφητικά κατά την πάροδο του χρόνου.

Κατά τη διάρκεια του δεύτερου παγκοσμίου πολέμου, το φυτικό έλαιο εξετάστηκε στις μηχανές diesel, ενώ στα μέσα του 1940, οι μεθυλικοί και αιθυλικοί εστέρες φυτικού ελαίου χρησιμοποιήθηκαν στη Γαλλία και στο Βέλγιο ως καύσιμα για τα λεωφορεία. Η μεγάλη κατανάλωση συμβατικού ενεργειακού πόρου και αυξανόμενης εκπομπής έχει παρακινήσει μια έντονη αναζήτηση των εναλλακτικών καυσίμων εδώ και δεκαετίες. Έχουν γίνει πολλές προτάσεις σχετικά με τη διαθεσιμότητα και την εφαρμογή φιλικών ως προς το περιβάλλον καυσίμων τα οποία θα μπορούσαν να είναι εγχώρια διαθέσιμα. Η μεθανόλη, η αιθανόλη, το συμπιεσμένο φυσικό αέριο, το υγροποιημένο φυσικό αέριο, το υγροποιημένο αέριο πετρελαίου, και τα φυτικά έλαια όλα έχουν θεωρηθεί ως εναλλακτικά καύσιμα. Στη δεκαετία του '30 και τη δεκαετία του '40 τα φυτικά έλαια χρησιμοποιήθηκαν ως καύσιμα diesel κάποιες φορές, αλλά συνήθως μόνο σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης.

Εξετάζοντας το παρελθόν της ευρύτερης παραγωγής του βιοντίζελ παρατηρείται ότι οι πρώτες ενέργειες πραγματοποιήθηκαν το 1981 στη Νότια Αφρική. Στην Ευρώπη, οι χώρες μεγαλύτερης παραγωγής είναι η Αυστρία και η Γερμανία. Στην Αυστρία, η παραγωγή του πρώτου βιοντίζελ πραγματοποιήθηκε σε μια πιλοτική μονάδα το 1985, ενώ το 1990 ξεκίνησε η εμπορευματοποίησή του. Το 1991 το πρώτο βιοντίζελ έγινε ευρέως αποδεκτό εξασφαλίζοντας υψηλή ποιότητα καυσίμου. Η πρώτη ύλη που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του βιοντίζελ ήταν κυρίως το έλαιο ελαιοκράμβης, που θεωρείται ιδανική πρώτη ύλη για το Ευρωπαϊκό κλίμα. Επίσης χρησιμοποιήθηκε το ηλιέλαιο, κυρίως στη Γαλλία και την Ιταλία. Σε άλλες περιοχές χρησιμοποιήθηκε το φοινικέλαιο (Μαλαισία) και το σογιέλαιο (Αμερική).

### 1.2.3 Παραγωγή Βιοντίζελ

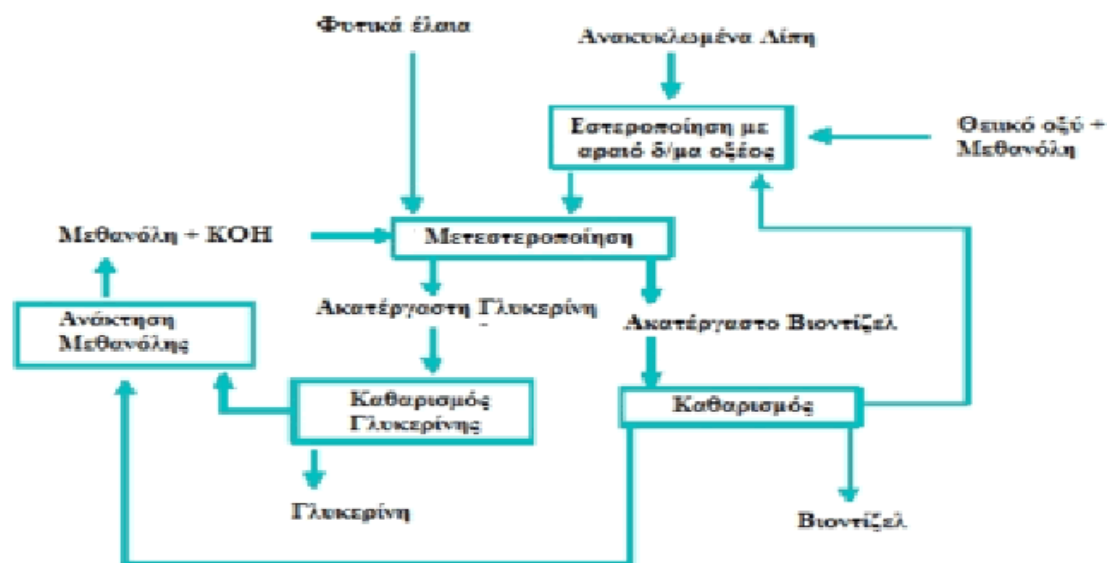
Τα τελευταία χρόνια δίνεται αυξανόμενη προσοχή στην ανάπτυξη τεχνολογιών παραγωγής βιοντίζελ, το οποίο κερδίζει συνεχώς έδαφος στο χώρο των καυσίμων, κυρίως λόγω της παραγωγής του από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αλλά και των μειωμένων εκπομπών ρύπων έναντι του συμβατικού ντίζελ. Η παραγωγή βιοκαυσίμων με τη χρήση ελαίων δεν αποτελεί νέο εγχείρημα, αφού η πρώτη προσπάθεια χρονολογείται στα τέλη του 19ου αιώνα και επιτεύχθηκε από τον Dr. Rudolf Diesel εξετάζοντας το έλαιο φιστικιάς ως καύσιμο σε μηχανή συμπίεσης (Shay et al., 1993).

Τα κύρια πλεονεκτήματα των φυτικών ελαίων, ως καυσίμου ντίζελ, είναι η άμεση διαθεσιμότητα, η ανανεωσιμότητά τους, το χαμηλότερο περιεχόμενο θείου και αρωματικών υδρογονανθράκων και η βιοδιασπασιμότητά τους (Goering et al., 1982).

Τα κύρια μειονεκτήματα φυτικών ελαίων ως καυσίμου ντίζελ είναι το υψηλό ιξώδες, η χαμηλή πτητικότητα τους καθώς και η ικανότητα τους να αντιδρούν με τους ακόρεστους υδρογονάνθρακες.

Τα φυτικά έλαια μπορούν να χρησιμοποιηθούν απευθείας ως καύσιμα κινητήρων ντίζελ, αλλά λόγω του υψηλότερου ιξώδες από αυτό των κοινών καύσιμω ντίζελ, απαιτείται η τροποποίηση των κινητήρων (Kerschbaum et al.,2004). Η άμεση χρήση φυτικών ελαίων μπορεί να αντικαταστήσει μόνο ένα πολύ μικρό κλάσμα των καυσίμων μεταφορών.

Υπάρχουν τουλάχιστον τέσσερις τρόποι με τους οποίους τα έλαια και τα λίπη μπορούν να μετατραπούν σε βιοντίζελ, μέσω της μείωσης του ιξώδους, όπως είναι η μετεστεροποίηση, η ζύμωση, η μικρογαλακτοματοποίηση (ανάμειξη με διαλύτες) και η πυρόλυση. Η διεργασία πυρόλυσης φυτικών ελαίων ερευνάται πάνω από 100 έτη για την παραγωγή πετρελαίου. Μέσω της πυρόλυσης παράγεται περισσότερο biogasoline από τα καύσιμα βιοντίζελ και αντιμετωπίζεται από μερικές επιχειρήσεις ως οικονομική μέθοδος για την παραγωγή πολύτιμων εναλλακτικών βιολογικών καυσίμων. Μεταξύ όλων των προτεινόμενων μεθόδων, η μετεστεροποίηση TG αποτελεί με διαφορά την πιο κοινή μέθοδος, καθώς είναι η μόνη διεργασία που οδηγεί σε προϊόντα βιοντίζελ αλλά και μέσω της οποίας παράγεται η γλυκερίνη, προϊόν με εμπορική αξία.



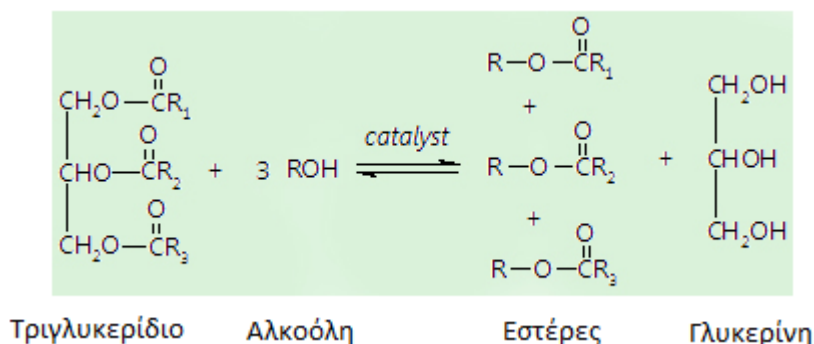
Εικόνα 1 Βασική τεχνολογία μετεστεροποίησης

Μετεστεροποίηση καλείται, η χημική αντίδραση των TG του ελαίου και της αλκοόλης, παρουσία καταλύτη. Περιλαμβάνει τρεις διαδοχικές αντιστρέψιμες αντιδράσεις, οι οποίες οδηγούν στη μετατροπή των TG σε διγλυκερίδια (DG), εν συνεχεία τη μετατροπή των DG σε μονογλυκερίδια (MG) και τέλος τα MG μετατρέπονται σε γλυκερίνη. Σε κάθε βήμα της αντίδρασης παράγεται ένας

εστέρας, επομένως τρία μόρια εστέρων παράγονται από κάθε TG (Sharma et al., 2008).

Η μέθοδος παραγωγής βιοντίζελ που εφαρμόζεται παγκόσμια σε βιομηχανικό επίπεδο συνίσταται στην αντίδραση (μετεστεροποίηση) των τριγλυκεριδίων με κάποια αλκοόλη μικρού μοριακού βάρους. Τα τριγλυκερίδια είναι τριεστέρες της γλυκερόλης, δηλ. της 1,2,3-προπανοτριόλης, με λιπαρά οξέα (μονοκαρβοξυλικά οξέα μεγάλης ανθρακικής αλυσίδας) και αποτελούν το κύριο συστατικό (σε ποσοστό μέχρι και 98% κ.β.) των φυτικών ελαίων και ζωικών λιπών.

Ως αλκοόλη χρησιμοποιείται συνήθως η μεθανόλη λόγω του χαμηλού κόστους και των φυσικών και χημικών πλεονεκτημάτων που διαθέτει. Ειδικοί καταλύτες (βάσεις, οξέα και ένζυμα) βοηθούν την αντίδραση, η οποία πραγματοποιείται σε χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες. Κατά τη διάρκεια της αντίδρασης μετεστεροποίησης τα λιπαρά τμήματα του τριγλυκεριδίου αντικαθίστανται από το υδροξύλιο της αλκοόλης οπότε παράγονται αλκυλεστέρες λιπαρών οξέων και ως ενδιάμεσα διγλυκερίδια και μονογλυκερίδια, τα οποία με τη σειρά τους δίνουν νέους αλκυλεστέρες. Στο τέλος της αντίδρασης έχουν παραχθεί οι αλκυλεστέρες των λιπαρών οξέων (μεθυλεστέρες εφόσον ως αλκοόλη έχει χρησιμοποιηθεί η μεθανόλη), οι οποίοι αποτελούν το βιοντίζελ, και γλυκερίνη ως παραπροϊόν. Ακολουθεί κατάλληλος διαχωρισμός των προϊόντων και καθαρισμός του παραγόμενου βιοντίζελ. Στην Εικόνα 2 φαίνεται συνοπτικά η αντίδραση μετεστεροποίησης τριγλυκεριδίου με αλκοόλη.



Εικόνα 2 Αντίδραση Μετεστεροποίησης Τριγλυκεριδίου

#### 1.2.4 Πρώτες Ύλες Ελαίων για την Παραγωγή Βιοντίζελ

Σήμερα υπάρχουν περισσότερες από 350 ελαιούχες καλλιεργούμενες ποικιλίες φυτών, όπως είναι η σόγια, η ελαιοκάμψη, ο ηλίανθος, ο φοίνικας κ.α.. Τα έλαια αυτά είναι κατά κύριο λόγο εδώδιμα στη φύση, αλλά η χρήση τους έχει επιφέρει σημαντικά μειονεκτήματα. Ο ανταγωνισμός που έχει δημιουργηθεί με τον τομέα τροφίμων, οι απαιτήσεις μεγάλων εκτάσεων γης αλλά και το υψηλό κόστος αυτών των ελαίων αποτελούν τους σημαντικότερους κατασταλτικούς παράγοντες. Οι

παραπάνω λόγοι, έχουν οδηγήσει την ερευνητική κοινότητα στη μελέτη μη βρώσιμων ελαίων ως εναλλακτική λύση για την παραγωγή βιοντίζελ.

Οι ευρύτερα χρησιμοποιημένες πηγές ελαίου είναι η ελαιοκράμβη, ο ηλίανθος, η σόγια και ο φοίνικας. Το πρώτο βήμα για την παραγωγή biodiesel, είναι η εξαγωγή ελαίου, η οποία δεν διαφέρει από αυτήν για τη βιομηχανία τροφίμων. Η παραγωγή biodiesel στην Ευρώπη είναι βασισμένη στην ελαιοκράμβη. 1 τόνος RME μπορεί να προέλθει από κατά προσέγγιση 1 τόνου ελαίου ελαιοκράμβης. (European Commission, 1994). Το έλαιο από τους σπόρους μπορεί να εξαχθεί με συμπίεση ή με τη βοήθεια διαλυτών όπως το εξάνιο. Η τελευταία τεχνολογία εφαρμόζεται σχεδόν στο 100% της παραγωγής (Jensen, 2003).

Αρκετές είναι οι προσπάθειες που έχουν σημειωθεί τα τελευταία χρόνια από μη φαγώσιμα έλαια όπως *Jatropha curcas*, *Brassica carinata*, *J. Curcas* (ratanjot), *P. pinnata* (karanj), *C. inophyllum* (nagchampa), *R. communis* (castor), *Argemone mexicana* (Mexican prickly poppy), *C. odollam* (sea mango), *Putranjiva roxburghii* (Lucky bean tree), *Sapindus mukorossi* (soapnut), *H. brasiliensis* (rubber tree), *C. Inophyllum* (polanga), *Melia azedarach* (syringa), *S. chinensis* (jojoba), *M. indica* (mahua), *Schleichera triguga* (kusum), *T. Peruviana* (yellow oleander), κ.α. κυρίως σε περιοχές της Ινδίας, τα οποία είναι ακατάλληλα για βρώση λόγω της υψηλής οξύτητας του. Σημαντικό πλεονέκτημα έναντι των βρώσιμων ελαίων, αποτελεί το χαμηλότερο κόστος τους καθώς και η άμεση διαθεσιμότητα τους (Karmee et al., 2005) αλλά και η ικανότητα τους να καλλιεργούνται ακόμη και σε ρυπασμένα εδάφη. Η χρήση όμως μη βρώσιμων ελαίων δεν αποτελεί οριστική λύση του προβλήματος, κυρίως λόγω της εντατικοποίησης της παραγωγής βιοκαυσίμων. Το γεγονός αυτό έχει οδηγήσει στη αποψίλωση σημαντικών δασικών περιοχών, λόγω των υψηλών απαιτήσεων για την εξεύρεση νέων καλλιεργήσιμων εκτάσεων, προκαλώντας περιβαλλοντικά προβλήματα που σχετίζονται με τη διατάραξη της ισορροπίας των εκάστοτε οικοσυστημάτων.

Η παραγωγή κάθε είδους ποικίλλει ευρέως, πρώτα λόγω των διαφορών στις περιβαλλοντικές απαιτήσεις για την ανάπτυξη, και έπειτα "λόγω της διαφορετικής γενετικής δυνατότητας των δοκιμασμένων γονοτύπων και των αυξανόμενων χρησιμοποιούμενων τεχνικών" (Venturi and Venturi, 2003).

Το ενεργειακό ισοζύγιο (αναλογία εκροών/εισροών και ενεργειακό κέρδος) για όλες τις καλλιέργειες είναι ιδιαίτερα θετικό. Η υψηλότερη ενεργειακή δυνατότητα θα μπορούσε να παρατηρηθεί για το μίσχανθο, εντούτοις, αυτό δεν είναι εφαρμόσιμο στο επίπεδο γεωργικής εκμετάλλευσης 31 ακόμα (Venturi and Venturi, 2003). Έτσι, περαιτέρω έρευνες είναι απαραίτητες για να βάλουν την παραγωγή των ενεργειακών καλλιεργειών στην εμπορική κλίμακα.

Είναι ξεκάθαρο ότι η παραγωγή βιοντίζελ από ενεργειακές καλλιέργειες, είτε αυτές αφορούν εδώδιμα φυτά είτε όχι, δεν επιλύουν ριζικά το πρόβλημα αφού με την επιλογή τέτοιων ελαίων δεν εξασφαλίζεται η αειφορία της διεργασίας παραγωγής

βιοκαυσίμων. Για το μετριασμό των ανθρωπιστικών, περιβαλλοντικών και οικονομικών περιορισμών που δημιουργούνται, η ερευνητική κοινότητα έχει στρέψει το ενδιαφέρον της στην παραγωγή βιοκαυσίμων μέσω της αξιοποίησης απόβλητων ελαίων. Χρησιμοποιημένα μαγειρικά έλαια, ζωικά λίπη, υποπροϊόντα ραφινρισμένων ελαίων καθώς και υπολείμματα τροφίμων όπως του καφέ, προσελκύουν συνεχώς την προσοχή.

Κύριο πλεονέκτημα είναι η σημαντική μείωση του κόστους, συμπεριλαμβανομένου ότι περίπου το 75% του κόστους αποδίδεται στο κόστος της πρώτης ύλης (*Ma et al., 1999; Zhang et al., 2003*). Η διαδικασία αυτή στηρίζεται στην έννοια της “Αντιστροφής Εφοδιαστικής” για την παραγωγή βιοκαυσίμων και εκφράζει όλες εκείνες τις δραστηριότητες και διαδικασίες που αφορούν την αξιοποίηση χρησιμοποιημένων υλικών, στερεών ή υγρών, που μπορούν υπό προϋποθέσεις να χρησιμοποιηθούν αυτούσια ή μετά από ειδική επεξεργασία στη παραγωγή βιοκαυσίμων.

Η αξιοποίηση τέτοιων ελαίων αποτελεί ελπιδοφόρο λύση στον τομέα των βιοκαυσίμων, κυρίως λόγω του χαμηλού κόστους αλλά των περιβαλλοντικών οφελών, αφού έμμεσα μέσω της αξιοποίησης τους ξεπερνάτε η ανάγκη διαχείρισης τους ως απόβλητα. Κατασταλτικό παράγοντα, εν αντιθέσει με τα εξευγενισμένα έλαια, αποτελεί το υψηλό περιεχόμενο τους σε ΕΛΟ. Το περιεχόμενο των ΕΛΟ σε ακατέργαστα φυτικά έλαια, χρησιμοποιημένα μαγειρικά έλαια, ζωικά λίπη καθώς και από λιποσυλλέκτες κυμαίνεται από 0,3–0,7, 2–7, 5–30 και 40–100%, αντίστοιχα (*Van Gerpen et al., 2004*). Ερευνητικές μελέτες έχουν δείξει ότι η απόδοση της διεργασία μετεστεροποίησης μειώνεται σημαντικά όταν το περιεχόμενο σε ΕΛΟ είναι μεγαλύτερο από 2%, ενώ από άλλες πειραματικές μελέτες διαπιστώθηκε ότι η μετεστεροποίηση δεν μπορεί να επιτευχθεί όταν το περιεχόμενο των ΕΛΟ είναι περίπου 3% (*Canakci & Van Gerpen, 1999 & 2001*).

Συνεπώς, το κύριο πρόβλημα αυτών των υλών εντοπίζεται στο υψηλό περιεχόμενο τους σε ΕΛΟ, καθιστώντας τα ακατάλληλα για παραγωγή βιοντίζελ μέσω βασικής μετεστεροποίησης, λόγω του σχηματισμού σαπουνιών μεταξύ των ΕΛΟ και του βασικού καταλύτη (*Vicente et al., 2004*). Η παρουσία σαπουνιών μπορεί να αποτρέψει το διαχωρισμό του βιοντίζελ από το μέρος γλυκερίνης (*Demirbas, 2003*), προκαλεί το σχηματισμό γαλακτωμάτων (*Marchetti et al, 2007*), αύξηση του ιξώδους του προϊόντος και σημαντική αύξηση του κόστους διαχωρισμού και καθαρισμού.

Η σαπωνοποίηση μπορεί να αποφευχθεί μέσω της προεπεξεργασίας του ελαίου με όξινο καταλύτη, μετατρέποντας έτσι τα περιεχόμενα ΕΛΟ σε εστέρες, πριν της εφαρμογή της βασικής μετεστεροποίησης. Η μέθοδος αυτή είναι γνωστή ως βασική καταλυόμενη μετεστεροποίηση δυο βημάτων και έχει μελετηθεί ως εναλλακτική διαδικασία για την παραγωγή βιοντίζελ από έλαια με υψηλό περιεχόμενο σε ΕΛΟ (*Canakci and Van Gerpen, 2003; Ghadge and Raheman, 2005 & 2006; Zullaikah et al., 2005; Thaweensinsopha et al., 2005 & 2006; Veljkovic' et al., 2006; WANG et al., 2007; Tiwari et al., 2007; Berchmans and Hirata, 2008*).



Επίσης μια ευρεία ποικιλία αποβλήτων μπορούν δυνητικά να χρησιμοποιηθούν ως πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοκαυσίμων. Όλο και περισσότερες ερευνητικές αλλά και επιχειρηματικές προσπάθειες στρέφονται στην παραγωγή βιοντίζελ κυρίως από τα μη ραφιναρισμένα φυτικά έλαια και ζωικά λίπη, από χρησιμοποιημένα φυτικά λάδια, από έλαια κακής ποιότητας (όξινα και υπερόξινα λάδια με σημαντική περιεκτικότητα σε νερό) και από απόβλητα σφαγείων- ζωικά λίπη. Στόχος είναι η ανακύκλωση και η ενεργειακή αξιοποίηση των “άχρηστων” ελαίων, μειώνοντας άμεσα τα περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα που σχετίζονται με την ορθή διαχείριση τους ενώ ταυτόχρονα περιορίζουν την ανάγκη ενεργειακών καλλιεργειών, καθιστώντας τα πραγματικά βιώσιμη και πράσινη λύση.

### **1.2.5 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του Βιοντίζελ**

Αν και το βιοντίζελ δεν μπορεί να αντικαταστήσει πλήρως τις ενεργειακές απαιτήσεις που καλύπτονται από το πετρέλαιο, υπάρχουν αρκετοί λόγοι που δικαιολογούν τη ραγδαία ανάπτυξη του (Van Gerpen, 2005).

1. Παρέχει μια αγορά για την πλεονάζουσα παραγωγή των φυτικών ελαίων και των ζωικών λιπών.
2. Μειώνει, αν και δεν εξαλείφει την εξάρτηση των χωρών από το εισαγόμενο πετρέλαιο.
3. Είναι ανανεώσιμο και δεν συμβάλλει στη παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του κλειστού κύκλου του άνθρακα. Μια ανάλυση του κύκλου ζωής του βιοντίζελ έδειξε ότι οι συνολικές εκπομπές του CO<sub>2</sub> μειώθηκαν κατά 78% έναντι των καυσίμων που βασίζονται στο πετρέλαιο.
4. Οι εκπομπές εξάτμισης του μονοξειδίου του άνθρακα και των αιωρούμενων σωματιδίων από το βιοντίζελ είναι χαμηλότερες από ότι αυτές των ορυκτών καυσίμων όπως φαίνεται και στον πίνακα 1.3.

<b>ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΣΤΗΝ ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΟ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΚΑΙ ΤΟ ΝΤΙΖΕΛ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ</b>		
<b>Εκπομπές</b>	<b>B100</b>	<b>B20</b>
<b>Μονοξείδιο του άνθρακα</b>	-43.2%	-12.6%
<b>Υδρογονάνθρακες</b>	-56.3%	-11.0%
<b>Στερεά</b>	-55.4%	-18.0%
<b>Οξείδια του αζώτου</b>	+5.8%	+1.2%
<b>Τοξικά αέρια</b>	-60% έως -90%	-12% έως -20%
<b>Μεταλαξιόγωνα</b>	-80% έως -90%	-20%
<b>Διοξείδιο του άνθρακα</b>	-78.3%	-15.7%

Πίνακας 1.3 ΠΗΓΗ: Biodiesel handling and use Guidelines, K Shaine Tyson, National Renewable Energy Laboratory, NREL/TP-580-30004, September 2001.

5. Κατά την πρόσμιξη του με συμβατικά καύσιμα ακόμη και σε χαμηλό ποσοστό της τάξεως 1-2% μπορεί να μετατρέψει τα καύσιμα που χαρακτηρίζονται από χαμηλή λιπαντική ικανότητα, όπως τα σύγχρονα καύσιμα με ελάχιστο θείο (ultra-low-sulfurdiesel fuel), σε αποδεκτά καύσιμα.

Σε πρόσφατη βιβλιογραφική μελέτη (*Dermibas, 2007*) παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα πλεονεκτήματα του βιοντίζελ έναντι των καυσίμων τα οποία προέρχονται από ορυκτά καύσιμα. Τα πλεονεκτήματα αυτά είναι η άμεση διαθεσιμότητα, η ανανεωσιμότητα, η υψηλή αποδοτικότητα καύσης, το χαμηλότερο ποσοστό θείου και αρωματικών ενώσεων (*Ma and Hanna, 1999· Knothe et al., 2006*), ο υψηλότερος αριθμός κανονικού εξαδεκανίου και η υψηλότερη βιοαποδομησιμότητα (*Mudge and Pereira, 1999· Speidel et al., 2000· Zhang et al., 2003*).

Τα κύρια πλεονεκτήματα του βιοντίζελ που παρουσιάζονται στη βιβλιογραφία περιλαμβάνουν την εγχώρια προέλευση του, μέσω της οποίας μειώνεται η εξάρτηση του από το εισαγόμενο πετρέλαιο, τη βιοδιασπασιμότητα του, το υψηλό σημείο ανάφλεξης και τη φυσική λιπαντική ιδιότητα κατά την επεξεργασμένη του μορφή (*Mittelbach and Remschmidt, 2004· Knothe et al., 2005*). Στον πίνακα 1.4 παρουσιάζεται η σύγκριση των χημικών ιδιοτήτων μεταξύ των καυσίμων βιοντίζελ και του συμβατικού ντίζελ.

<b>ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΝΤΙΖΕΛ ΚΑΙ ΤΟ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ</b>		
<b>Ιδιότητες καυσίμου</b>	<b>Ντίζελ</b>	<b>Βιοντίζελ</b>
<b>Στάνταρ</b>	ASTM D975	ASTM PS 121
<b>Σύνθεση καυσίμου</b>	C10-C21 HC	C12-C22 FAME
<b>Ελάχιστη Θερμαντική Αξία(Btu/gal)</b>	131,295	117,093
<b>Κινηματικό Ιξώδες σε 40°C</b>	1.3-4.1	1.9-6.0
<b>Ειδικό βάρος σε 60°F(kg/l)</b>	0.85	0.88
<b>Πυκνότητα σε 15°C(lb/gal)</b>	7.079	7.328
<b>Νερό(ppm w.t.)</b>	161	.05%max
<b>Άνθρακας % w.t.</b>	87	77
<b>Υδρογόνο % w.t.</b>	13	12
<b>Οξυγόνο % w.t.</b>	0	11
<b>Θείο % w.t.</b>	0.05 max	0.0-0.0024
<b>Σημείο Ζέσης °C</b>	188-343	182-338
<b>Σημείο Ανάφλεξης °C</b>	60-80	100-170
<b>Σημείο Θόλωσης °C</b>	-15 έως 5	-3 έως 12
<b>Σημείο Απόχυσης °C</b>	-35 έως -15	-15 έως 10
<b>Αριθμός Κετανίου</b>	40-35	48-65
<b>Στοιχειομετρική αναλογία αέρα/καυσίμου w.t.</b>	15	13.8

Πίνακας 1.4 ΠΗΓΗ: Biodiesel handling and use Guidelines, K Shaine Tyson, National Renewable Energy Laboratory, NREL/TP-580-30004, September 2001.

Σημαντικά μειονεκτήματα του βιοντίζελ είναι αναπόφευκτα η υψηλότερη τιμή του, η οποία σε πολλές χώρες αντισταθμίζεται από νομικές παρεμβάσεις και κανονισμούς υπό τη μορφή μείωσης φόρων και επιχορηγήσεων σε ποσοστό επί της παραγωγής και των αρχικών επενδύσεων. Σχετικά με τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του βιοντίζελ μειονεκτήματα αποτελούν το υψηλότερο ιξώδες, το χαμηλότερο ενεργειακό περιεχόμενο όπως ραρουσιάζεται στον πίνακα 1.5, τα υψηλότερα σημεία ροής και θόλωσης (*Prakash, 1998*). Το “καθαρό” βιοντίζελ και τα μίγματα του αυξάνουν τις εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NOx), έναντι των καυσίμων ντίζελ, όταν χρησιμοποιούνται σε κινητήρες ντίζελ χωρίς μετατροπή (*EPA, 2002*).

**ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΟ  
ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΚΑΙ ΤΟ ΝΤΙΖΕΛ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ**

Ντίζελ πετρελαίου	129.500 Btu/gal	Ντίζελ πετρελαίου	129.500 Btu/gal
Βιοντίζελ από ζωικά λίπη	115.720 Btu/gal	Βιοντίζελ φυτικά έλαια	119.216 Btu/gal
Διαφορά	-10.6%		-7.9%

Πίνακας 1.5 ΠΗΓΗ: A comprehensive Analysis of Biodiesel Impacts on Exhaust Emissions EPA420-P-02-001 October 2002

Σημαντικά λειτουργικά μειονεκτήματα του βιοντίζελ επίσης είναι τα προβλήματα ψυχρής εκκίνησης, η ταχύτερη διάβρωση/οξειδωση κατά τη δοκιμασία της λωρίδας χαλκού καθώς και η δυσκολία άντλησης του καυσίμου λόγω μεγαλύτερου ιξώδους. Επιπρόσθετα, η χαμηλότερη δύναμη και ταχύτητα του κινητήρα (το βιοντίζελ κατά μέσο όρο μειώνει τη δύναμη κατά 5 % (Demirbas, 2006), η επικάθιση άνθρακα στον εγχυτήρα της μηχανής, η μη συμβατότητα των κινητήρων και το υψηλότερο κόστος κινητήρων αποτελούν σημαντικούς περιοριστικούς παράγοντες.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>: Η αγορά ενέργειας στην Ευρώπη

### 2.1 Επισκόπηση της αγοράς ενέργειας στην Ευρώπη

Το μέλλον της οικονομίας της Ευρώπης εξαρτάται από τον αειφόρο ενεργειακό ανεφοδιασμό, από άποψη συνοχής, προσιτής τιμής και του οικολογικά φιλικού τρόπου παραγωγής. Οι Ευρωπαϊκές χώρες είναι σχετικά φτωχές σε συμβατικές πηγές ενέργειας και κατέχουν μόνο το 2,0% του πετρελαίου, το 3,5% του φυσικού αερίου και το 12,4% των παγκόσμιων αποθεμάτων άνθρακα (*European Commission, 2001b*). Συζητήσεις γύρω από την ασφάλεια του ανεφοδιασμού, διαμορφώθηκαν από την αυξανόμενη συνειδητοποίηση για τις παγκόσμιες και τοπικές περιβαλλοντικές συνέπειες της παραγωγής αλλά και της χρήσης της ενέργειας. (*Commission Communication COM(2002) 321final*).

Η ενέργεια με οποιαδήποτε μορφή, όταν παράγεται ή χρησιμοποιείται, δημιουργεί αντίκτυπο στην περιβάλλουσα φύση από την άποψη της μεταφοράς, των υποπροϊόντων και των αποβλήτων. Η ασφάλεια του ανεφοδιασμού πρέπει να εξεταστεί στα πλαίσια της διεύρυνσης της ΕΕ, των περιβαλλοντικών προβλημάτων, της αλλαγής του κλίματος, της βιώσιμης ανάπτυξης, της οικονομίας και του φορολογικού πλαισίου, της εσωτερικής αγοράς ενέργειας και της παγκοσμιοποίησης.

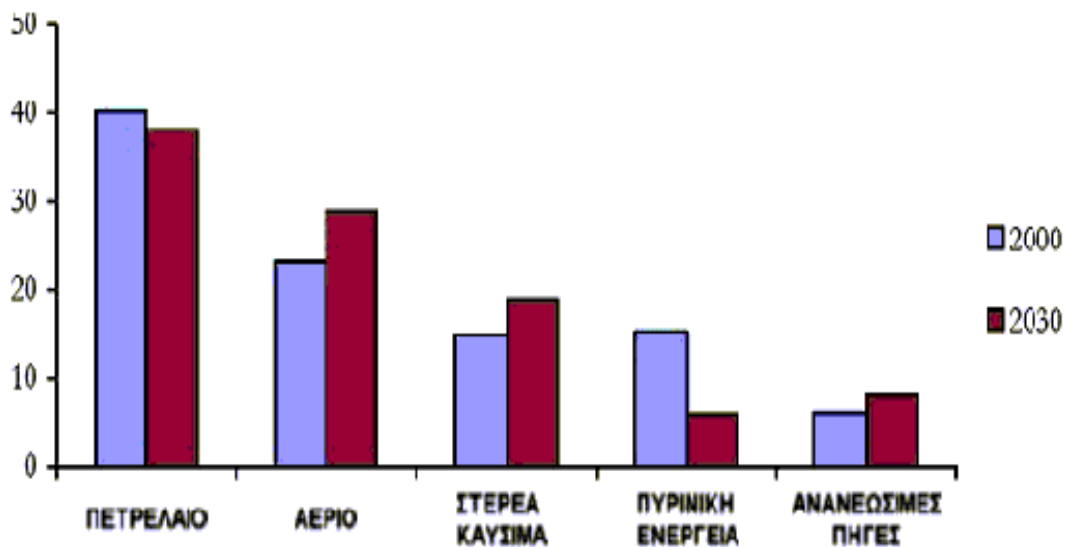
Η πλειοψηφία της ενέργειας που καταναλώνεται στην Ευρώπη έχει απολιθωμένη προέλευση και η περιβαλλοντική επίδραση από τον τομέα της ενέργειας είναι μεγάλη. Εκτός από τους ρύπους που τα συμβατικά καύσιμα εκπέμπουν κατά την καύση τους, απελευθερώνουν επίσης και CO<sub>2</sub>, το οποίο είναι ένα από τα κύρια αέρια που συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, συμβάλλοντας κατά συνέπεια και στην αλλαγή του κλίματος. Οι εισαγωγές σε απολιθωμένα καύσιμα στην Ευρώπη είναι μεγάλες και αυξάνονται κάθε χρόνο. Υπάρχουν δύο κύριοι λόγοι για την εισαγωγή καυσίμων: το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο εισάγονται λόγω ενός ευρωπαϊκού ελλείμματος σε τέτοιους πόρους, ενώ το κάρβουνο εισάγεται επειδή οι τιμές εισαγωγών είναι χαμηλότερες από τις δαπάνες της εξαγωγής άνθρακα από Ευρωπαϊκά ορυχεία άνθρακα.

### 2.2 Κατανάλωση και εισαγωγή συμβατικών καυσίμων

Οι τρέχουσες και οι προβλεπόμενες για το 2030 πηγές ενέργειας, που καλύπτουν την ενεργειακή απαίτηση στην Ευρώπη παρουσιάζονται στην *Εικόνα 2.1* (*European Commission, 2001*). Οι αριθμοί για το 2030 παρουσιάζονται με υπόθεση της

συνέχειας των σύγχρονων τάσεων χωρίς οποιοσδήποτε δραστικές αλλαγές στις πολιτικές και τεχνολογίες, και χωρίς οποιαδήποτε σημαντικά μέτρα.

Το 78,3% (το 2000) της ενέργειας που χρησιμοποιείται στην Ευρώπη έχει απολιθωμένη προέλευση. Το πετρέλαιο έχει το μεγαλύτερο μερίδιο στην ενέργεια (40.3% ή 588 Mtoe το 2000) (*European Communities, 2003*) λόγω της υψηλής θερμιδικής του αξίας και της ευκολίας στη χρήση. Εντούτοις, σύμφωνα με τις εκτιμήσεις, προβλέπεται σίγουρη πτώση στο μέλλον. Το πετρέλαιο στην Ευρώπη εξάγεται στη Βόρεια Θάλασσα, όπου τα αποθέματα αποτελούν μόνο το 2% των παγκόσμιων, αυτή τη στιγμή. Το πετρέλαιο της Βόρειας Θάλασσας, καλύπτει το 21% του πετρελαίου που απαιτεί η ΕΕ-15. Μεταξύ των κρατών μελών το Ηνωμένο Βασίλειο είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός πετρελαίου, καλύπτοντας το 79,8% της συνολικής εξαγωγής ακατέργαστου πετρελαίου της ΕΕ-15, το 2000 (*European Communities, 2003*). Ο άλλος μεγάλος προμηθευτής εντός της ΕΕ, είναι η Δανία με 11,3% της εξαγωγής ακατέργαστου πετρελαίου της ΕΕ. Στην πραγματικότητα, η εξόρυξη πετρελαίου στη Βόρεια Θάλασσα είναι κοντά στο τέλος της, λόγω της μείωσης των γνωστών αποθεμάτων πετρελαίου, του πολύ υψηλού κόστους εξερεύνησης των νέων πόρων και του αρκετά υψηλότερου κόστους της εξόρυξης πετρελαίου απ' ό,τι στη Μέση Ανατολή (8-10 \$US/βαρέλι συγκρινόμενο με 2-3 \$US/βαρέλι). Γύρω στο 80% των ορυκτελαίων που χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη εισάγεται κυρίως από τις χώρες ΟΠΕΚ (51%) και τη Ρωσία (18%).



Εικόνα 2.1 Ενεργειακό ισοζύγιο της ΕΕ-15 για το 2000 και πρόβλεψη για το 2030

Πηγή : European Commission, 2001a).

Βέβαια η ΕΕ προμηθεύεται πετρέλαιο από μία σειρά προμηθευτών, ώστε να εξασφαλίσει την οικονομική της ευστάθεια σε περίπτωση ρήξης με κάποια από της πηγές πετρελαίου. Στο μέλλον, η εισαγωγή πετρελαίου της ΕΕ, υπολογίζεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή να είναι περίπου 90% αυτού που απαιτείται, και οι ευρωπαϊκές χώρες να γίνουν πολύ πιο εξαρτώμενες από τον εξωτερικό ανεφοδιασμό πετρελαίου (European Commission, 2001). Το ακατέργαστο πετρέλαιο χρησιμοποιείται κυρίως ως εισαγωγή στις εγκαταστάσεις διυλισμού όπου γίνεται διαχωρισμός στα κλάσματα: 35,5% πετρέλαιο diesel, 21,5% βενζίνη, 16,0% μαζούτ, 6,8% κηροζίνη και καύσιμα αεροπλάνων, 6,6% νάφθα, 3,6% αέριο, 3,1% υγροποιημένα αέρια πετρελαίου και 6,9% άλλα προϊόντα πετρελαίου (European Communities, 2003).

Από την κρίση του πετρελαίου στη δεκαετία του '70, το πετρέλαιο αντικαταστάθηκε ευρέως από τα εναλλακτικά καύσιμα σε πολλές εφαρμογές (παραγωγή βιομηχανίας, θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας). Ο τομέας των μεταφορών παραμένει ιδιαίτερα εξαρτώμενος (98%) στον ανεφοδιασμό πετρελαίου ως πηγή ενέργειας, που λογαριάζει περισσότερο από 2/3 (69,7% το 2000) της κατανάλωσης πετρελαίου ενώ οι απαιτήσεις του για πετρέλαιο, συνεχίζουν να αυξάνονται, και η πιθανότητα να αντικατασταθεί το πετρέλαιο στον τομέα αυτό παραμένει πολύ μικρή. Χωρίς νέες τεχνολογικές λύσεις, η πρόβλεψη είναι ότι ο τομέας των μεταφορών θα καταναλώσει μέχρι και 65% του πετρελαίου από 2020.

Το μερίδιο της οικιακής κατανάλωσης πετρελαίου ήταν 12,8% το 2000 (European Communities, 2003). Η κατανάλωση φυσικού αερίου αντιπροσωπεύει το 23,2% (338 Mtoe) της ακαθάριστης εσωτερικής κατανάλωσης ενέργειας της ΕΕ (European Communities, 2003). Το μερίδιο του πετρελαίου στην κάλυψη της ενεργειακής απαίτησης της ΕΕ μένει σχετικά σταθερό, ενώ το αέριο γίνεται όλο και περισσότερο δημοφιλές, αντικαθιστώντας βαθμιαία τα στερεά καύσιμα, ειδικότερα το κάρβουνο, και το πετρέλαιο. Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για αυτό:

- το κόστος επένδυσης για τροφοδότηση εγκαταστάσεων με αέριο είναι χαμηλό έναντι άλλων επιλογών, παρέχοντας γρήγορη απόσβεση της επένδυσης;
- η υψηλότερη αποδοτικότητα συνδυάζεται μέσα στα προγράμματα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας;
- το αέριο μπορεί να ικανοποιήσει πολλά είδη ενεργειακών αναγκών, ενώ έχει το χαμηλότερο επίπεδο παραγωγής των GHGs σε σχέση με τη χρησιμοποίηση πετρελαίου και άνθρακα;
- είναι εύκολα διαθέσιμο από τους πόρους της εσωτερικής ΕΕ και από δεξαμενές που βρίσκονται κοντά στα σύνορα της (European Commission, 2001).

Αντίθετα από το πετρέλαιο, τα αποθέματα αερίου διανέμονται σχετικά καλά σε όλη την υδρόγειο. Τα σημαντικότερα αποθέματα είναι τοποθετημένα στην πρώην Σοβιετική Ένωση, τη Μέση Ανατολή, τη Βόρεια Θάλασσα και τη βόρεια Αφρική, αντιπροσωπεύοντας τις πιο ενδιαφέρουσες περιοχές για τον ανεφοδιασμό αερίου στην Ευρώπη λόγω της εύκολης εκμετάλλευσης των αποθεμάτων αυτών και της ευνοϊκής, κατάλληλα ανεπτυγμένης ναυτιλίας. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις παγκοσμίως, τα αποθέματα είναι αρκετά για 60 έτη (εκτιμήσεις του 1999),

εντούτοις θα παρατηρηθεί πτώση σε 20 έτη (Bourdair, 1999). Στην Ευρώπη το φυσικό αέριο θα εξαντληθεί σε 20 έτη. Η ζήτηση φυσικού αερίου της ΕΕ, καλύπτεται από την εισαγωγή από τη Ρωσία (41,1%), τη Νορβηγία (23,3%) και την Αλγερία (29,1%).

Άλλοι σημαντικοί προμηθευτές αερίου στην ΕΕ, είναι το Ηνωμένο Βασίλειο και οι Κάτω Χώρες, με 51,2% και 27,2% από την παραγωγή φυσικού αερίου της ΕΕ αντίστοιχα (European Communities, 2003b). Μετά από την διεύρυνση της ΕΕ, η ζήτηση φυσικού αερίου και η εισαγωγή από τη Ρωσία ειδικότερα πρόκειται να αυξηθούν δραστικά, εξαιτίας του γεγονότος ότι τα νέα μέλη της ΕΕ ιστορικά εισήγαγαν το αέριο από την πρώην ΕΣΣΔ. Η συνολική εισαγωγή αερίου προβάλλεται να αυξηθεί από το 40% σε 66% μέχρι το 2020 (European Commission, 2001).

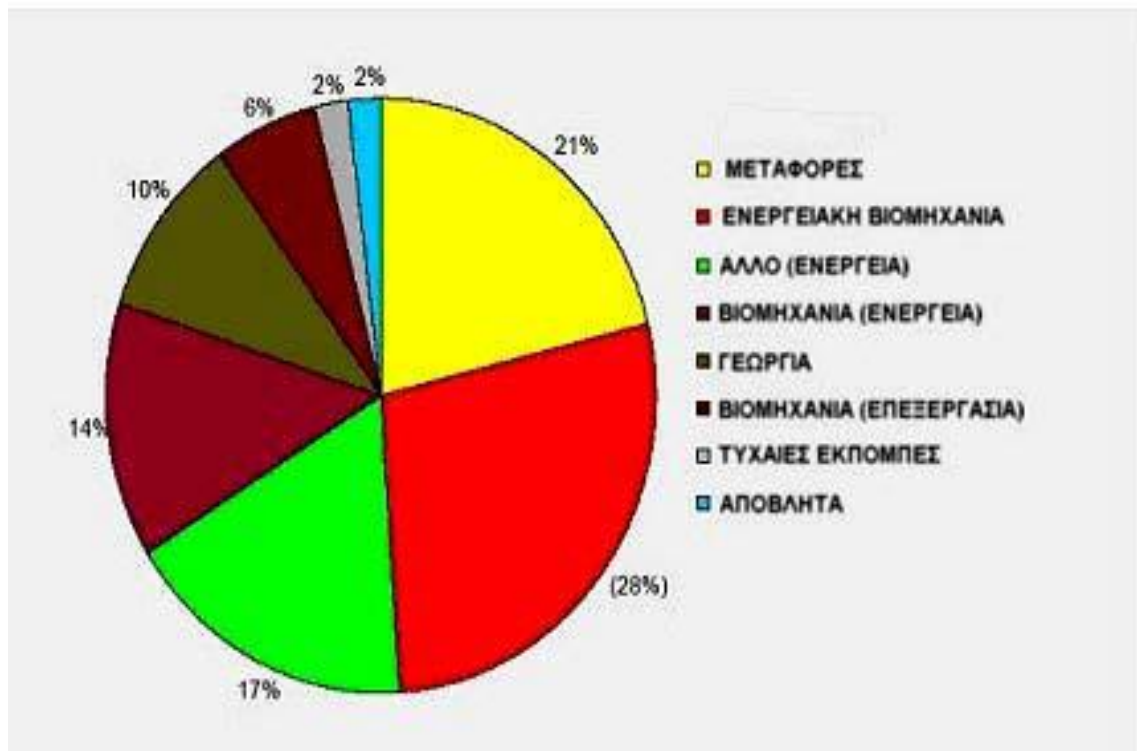
Σε αντίθεση με το πετρέλαιο, το μεγαλύτερο μέρος του αερίου (72,4% το 2000) καταναλώνεται άμεσα από τον τελικό πελάτη, συνήθως για οικιακή χρήση (42,1% της συνολικής κατανάλωσης αερίου το 2000) και το υπόλοιπο πηγαίνει για περαιτέρω μετασχηματισμός (European Communities, 2003b). Τα στερεά καύσιμα, συμπεριλαμβανομένου του σχιστόλιθου άνθρακα, λιγνίτη, τύρφης και πετρελαίου, αποτελούν το 14,8% (215 Mtoe) (European Communities, 2003). Σε απόλυτους όρους, το 80% των αποθεμάτων απολιθωμένων καυσίμων στην Ευρώπη είναι στερεά καύσιμα (72 δισεκατομμύρια τόνοι άνθρακα /έτος), 70% του οποίου είναι σκληρός άνθρακας. Είναι ελκυστικές επιλογές επειδή οι Ευρωπαϊκοί πόροι είναι άφθονοι και το ποσοστό χρήσης τους είναι πολύ χαμηλότερο από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο.

Παρόλα αυτά, η ποιότητα αυτών των καυσίμων ποικίλλει σημαντικά και το μεγάλο κόστος παραγωγής οφείλεται στο υψηλό κόστος εξαγωγής από τα βαθιά μεταλλεία καθώς και το υψηλό κόστος εργασίας, ενώ είναι λιγότερο αποδοτικό έναντι άλλων πηγών ενέργειας. Η εξόρυξη άνθρακα στην ΕΕ εντοπίζεται κυρίως στη Γερμανία (60 Mtoe), το Η.Β. (18 Mtoe), τη Γαλλία, την Ισπανία (8 Mtoe), και το Βέλγιο (8 Mtoe) (European Communities, 2003b), και επιχορηγείται. Τάσεις για αύξηση του μεριδίου του εισαγόμενου φτηνού άνθρακα παρατηρείται, κάνοντας την ΕΕ πιο εξαρτημένη στον ξένο ανεφοδιασμό. Ο άνθρακας εισάγεται κυρίως από την Αυστραλία, τον Καναδά και τις ΗΠΑ με τη μέση τιμή 42 €/tce κατά τη διάρκεια του 1995-1999 (σε σύγκριση με 143 €/tce για το γερμανικό άνθρακα). Ένα μεγάλο πλεονέκτημα του άνθρακα είναι η παγκόσμια αφθονία του, το πλεόνασμα διάθεσης σε σχέση με τη ζήτηση, που οδηγεί στις σχετικά σταθερές τιμές κατά τη διάρκεια του χρόνου, και έτσι γίνεται μια ελκυστική επιλογή από την άποψη της ασφάλειας του ενεργειακού ανεφοδιασμού (European Commission, 2001b). Κατά τη διάρκεια μιας μακράς χρονικής περιόδου ο άνθρακας ήταν το κύριο καύσιμο για τις συμβατικές θερμικές εγκαταστάσεις ηλεκτρικής ενέργειας (στη χώρα μας εξακολουθεί να είναι), αντιπροσωπεύοντας το 72,3% της αγοράς για τα στερεά καύσιμα. Κατά τη διάρκεια των πρόσφατων ετών, η ηλεκτρική παραγωγή παρουσιάζει ιδιαίτερη προτίμηση στο φυσικό αέριο ως καύσιμο. Μεταξύ 1990 και 2000 η χρήση στερεών καυσίμων στις συμβατικές εγκαταστάσεις θερμικής παραγωγής ενέργειας ελαττώθηκε από 67,6 σε 52,2% (European Communities, 2003).



Ένας πρόσθετος λόγος για το μειωμένο ενδιαφέρον για τον άνθρακα, είναι οι επιβλαβείς εκπομπές αερίων που απελευθερώνονται κατά τη διάρκεια της καύσης του. Ο άνθρακας έχει καταργηθεί από τις οικιακές χρήσεις λόγω της αυξημένης ρύπανσης που προκαλεί. Παρά την ανάπτυξη των καθαρών τεχνολογιών της καύσης άνθρακα και τα θεσπιζόμενα μέτρα για να περικοπούν οι εκπομπές, ο άνθρακας παραμένει ρυπαντής του αέρα, συμπεριλαμβανομένων και των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Αλλά στο πιο εγγύς μέλλον ο άνθρακας μπορεί να κερδίσει πάλι τη σημασία του για την βιομηχανία ηλεκτρικής παραγωγής, καθώς η αξία του αερίου προβλέπεται να ανεβεί λόγω της αυξανόμενης ζήτησης, και του αφοπλισμού των μεγάλης ηλικίας πυρηνικών αντιδραστήρων. (European Communities, 2003).

Περισσότερο από η μισή (56,1% το 2000) από την ηλεκτρική ενέργεια στην ΕΕ παράγεται στις εγκαταστάσεις θερμικής παραγωγής ενέργειας, που σημαίνει καύση του άνθρακα, του πετρελαίου και του φυσικού αερίου, αν και κάποιο ποσό βιοηλεκτρικής ενέργειας παράγεται επίσης. Το μεγαλύτερο μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας από τα απολιθωμένα καύσιμα (90%) παράγεται στη Δανία, Ελλάδα, Ιρλανδία και τις Κάτω Χώρες. Η πιο "πράσινη" ηλεκτρική παραγωγή, βρίσκεται στο Λουξεμβούργο, Αυστρία και Σουηδία και προέρχεται από υδρο-ενεργειακές εγκαταστάσεις (European Communities, 2003). Οι τομείς της οικονομίας, αρμόδιοι για την εκπομπή GHGs παρουσιάζονται στην εικόνα 2.1.



Εικόνα 2.1 Εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου της ΕΕ-15 ανά τομέα για το 2001

Πηγή: European Environmental Agency, 2004)

Οι κλάδοι με τη μεγαλύτερη συμβολή είναι η ενεργειακή βιομηχανία (παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και εγκαταστάσεις καθαρισμού), η βιομηχανία (καύση) και οι μεταφορές. Κάποια πρόοδος στην μείωση εκπομπών άνθρακα στον τομέα της ενέργειας έχει παρατηρηθεί τα τελευταία χρόνια. Η μεγαλύτερη μείωση στις εκπομπές CO<sub>2</sub> επιτεύχθηκαν στη βιομηχανία κατασκευών σε 8% ή 55 εκατομμύριο τόνους, κυρίως λόγω της οικονομικής αναδόμησης, της βελτίωσης αποδοτικότητας και της μεταπήδησης σε άλλα καύσιμα, και μέσα ενέργειας (θερμότητα και ηλεκτρική παραγωγή), κατά 5% λόγω της αντικατάστασης του άνθρακα από το αέριο και τη βελτίωση αποδοτικότητας. Πρόσθετη συμβολή στη μείωση των GHGs του τομέα της ενέργειας, ήταν μια επέκταση της παραγωγής αιολικής ηλεκτρικής ενέργειας στη Δανία, τη Γερμανία και την Ισπανία. (EEA, 2004).

Αντίθετα από άλλους τομείς, οι μεταφορές, οι οποίες περιλαμβάνουν την οδική μεταφορά, την πολιτική αεροπορία, τους σιδηρόδρομους, τη ναυσιπλοΐα και άλλες μεταφορές, παρουσίασαν αυξανόμενες εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά 18% ή 128 εκατομμύρια τόνους μεταξύ 1990 και 2000 κυρίως μέσω της καύσης συμβατικών καυσίμων. Ο μεγαλύτερος συνεισφέρων σε εκπομπές μεταφορών είναι οδική μεταφορά – 84% σε 1999. Οι όγκοι μεταφορών οδικώς, μετριούνται σε επιβάτης/ χιλιόμετρο ή τόνους/ χιλιόμετρο, και είναι οι κατευθυντήριες δυνάμεις των εκπομπών CO<sub>2</sub> από τις μεταφορές. Οι μεταφορές επιβατών και φορτίων αυξήθηκαν κατά 17 και 42% αντίστοιχα μεταξύ 1990 και 1999, Η αύξηση του ποσού εκπομπής προκλήθηκε έντονα με την ανάπτυξη απαιτήσεων για μεταφορά, κυρίως δρόμων, οι οποίες οδηγήθηκαν από την οικονομική ανάπτυξη (EEA, 2004).

Αυτή την περίοδο ο τομέας της ενέργειας συνολικά είναι αρμόδιος για το 94% των προκαλούμενων από τον άνθρωπο εκπομπών CO<sub>2</sub> στην Ευρώπη. Από αυτό το ποσό 50% προέρχεται από την κατανάλωση πετρελαίου, 22% από αέριο και 28% από την καύση άνθρακα. Η μεγαλύτερη συμβολή είναι από τον τομέα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας και έχει τη μέγιστη πιθανότητα να αυξήσει τις εκπομπές CO<sub>2</sub> στο μέλλον, λόγω της αυξανόμενης απαίτησης για κατανάλωση ενέργειας, εάν δεν ληφθεί κανένα μέτρο, τεχνικές ή πολιτική, (European Commission, 2001).

Σύμφωνα με μερικούς υπολογισμούς, με τη σύγχρονη τάση ανάπτυξης, η ζήτηση για ενέργεια και για συμβατικά καύσιμα ειδικότερα, τα επίπεδα του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα θα αυξηθούν από 360 ppm σε 550-600 ppm ως το 2050 οδηγώντας στην καταστροφική αλλαγή κλίματος. Αυτή η απειλή, μαζί με διάφορους άλλους παράγοντες, θα μπορούσε να είναι ένας λόγος που να αποθαρρύνει την περαιτέρω εκμετάλλευση των αποθεμάτων (European Commission, 2001).

Εν περιλήψει, οι παράγοντες που ασκούν επίδραση στις εκπομπές του CO<sub>2</sub> είναι: ο πληθυσμός, το κατά κεφαλήν ΑΕΠ, η ενεργειακή ένταση του ΑΕΠ, το μερίδιο των συμβατικών καυσίμων στην κατανάλωση ενέργειας και η μετατόπιση μεταξύ

συμβατικών καύσιμων προς καύσιμα που απελευθερώνουν λιγότερο CO<sub>2</sub> (EEA, 2004).

Οι ευρωπαϊκές χώρες εξαρτώνται εξαιρετικά από τον εξωτερικό τους ανεφοδιασμό καυσίμων. Οι εισαγωγές αποτελούν περίπου το 50% των αναγκών σε ενέργεια και θα ανέλθουν σε 70% το 2030 με τη σύγχρονη τάση, πράγμα που σημαίνει ακόμα μεγαλύτερη εξάρτηση στο αέριο και το πετρέλαιο. Στη διαμόρφωση μιας στρατηγικής για την ασφάλεια του ενεργειακού ανεφοδιασμού, προτεραιότητα θα πρέπει να δοθεί στη σφαιρική καταπολέμηση της αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας. Η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ιδιαίτερα των καύσιμων βιομάζας, διαδραματίζει το θεμελιώδη ρόλο σε αυτήν την μάχη (Commission of the European Communities COM(2002) 321 final).

### **2.3 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και Χρήση βιομάζας**

Η ενέργεια από τη χρήση βιομάζας, μαζί με την αιολική, τη φωτοβολταϊκή (PV), την ηλιακή θερμική και την υδρο-ενέργεια, αποτελούν τις σημαντικότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (RES). Αυτήν την περίοδο οι RES έχουν έναν μέτριο ρόλο μέσα στην ευρωπαϊκή οικονομία αλλά έχουν τη δυνατότητα να διαδραματίσουν ένα σημαντικότερο ρόλο στο ενεργειακό μίγμα, επηρεάζοντας θετικά όλους του τομείς της οικονομίας.

Η ΕΕ έχει θέσει το στόχο να διπλασιάσει τον ενεργειακό ανεφοδιασμό από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας από 6 σε 12% και για να αυξήσει το μερίδιό τους στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από 14 σε 22% μέχρι το 2010, Σε 6,1% (89 Mtoe) των ανανεώσιμων ενεργειών, περισσότερο από το μισό (3,7% ή 53,9 Mtoe) ανήκει στη βιομάζα (στοιχεία για το 2000) (European Communities, 2003). Το 2002 η Γαλλία κατέκτησε την κυρίαρχη θέση στον τομέα της "πράσινης" ενέργειας όσον αφορά το παραχθέν ποσό των ισοδύναμων τόνων πετρελαίου. Η Γερμανία είχε το υψηλότερο ποσοστό αύξησης της παραγωγής ενέργειας, με προέλευση το ξύλο. Η Σουηδία και η Φινλανδία είναι χώρες με απέραντους ξύλινους πόρους και ανήκουν στους ηγέτες της ξύλινης ενεργειακής παραγωγής. Διάφορες ευρωπαϊκές χώρες έχουν προγράμματα για ανάπτυξη των ξύλινων τομέων της ενέργειάς τους. "Το ξύλινο ενεργειακό σχέδιο" στη Γαλλία μπορεί να διευκολύνει την παραμονή της χώρας στις κυρίαρχες θέσεις σε αυτόν τον τομέα.

Η Δανία πρόκειται να μετατρέψει όλες τις εγκαταστάσεις παραγωγής θερμότητάς που βασίζονται στο ξύλο, σε εγκαταστάσεις συμπαραγωγής. Παρά τις προσπάθειες

των κρατών μελών της ΕΕ για ανάπτυξη της ενέργειας βιομάζας, δεν είναι αρκετές να εκπληρώσουν το στόχο της ΕΕ που ήταν στο επίπεδο των 100 Μτοε ως το 2010. Με την τρέχουσα τάση, οι χώρες της ΕΕ, θα είναι σε θέση να φθάσουν σε 71 Μτοε ανώτατα, (EurObserv'ER, 2003), αλλά ο ακόμη πιο απαισιόδοξος αριθμός των 62 Μτοε είναι επίσης προβλεπόμενος. Το ποσοστό αύξησης της βιοενέργειας πρέπει να ενισχυθεί.

### 2.3.1 Βιοενέργεια.

Η βιοενέργεια είναι μια ελκυστική επιλογή ενεργειακού ανεφοδιασμού, λόγω της ποικιλομορφίας της και διασύνδεσης της, με πολλές άλλες τεχνολογικές (θερμοχημικές επιλογές μετατροπής, βιοτεχνολογία, κ.λπ...) και πολιτικές στρατηγικές (κλίμα, ενέργεια, γεωργία και πολιτική αποβλήτων). Επίσης, η διαθεσιμότητα και η χρήση της βιομάζας συνδυάζονται με διάφορους σημαντικούς τομείς της οικονομίας: γεωργία, δασονομία, επεξεργασία τροφίμων, χαρτί και πολτός, οικοδομικά υλικά και, φυσικά, τον τομέα της ενέργειας υπό την ευρύτερη έννοια.

Από τη θετική πλευρά, αυτό δίνει στη βιοενέργεια πολλές ευκαιρίες να παράγει πολλαπλάσια οφέλη, εκτός από την ενεργειακή παραγωγή. Αφ' ετέρου, η εφαρμογή των συστημάτων βιοενέργειας μπορεί επίσης να συγκρουστεί με πολλά συμφέροντα και συχνά τα προγράμματα αυτά, είναι πολύ σύνθετα, ειδικά λόγω όλων εκείνων των διασυνδέσεων. Η πραγματοποίηση των προγραμμάτων βιοενέργειας αποδεικνύεται συχνά δύσκολη. Η διαθεσιμότητα καυσίμων κατά τη διάρκεια του χρόνου, οι εναλλακτικές εφαρμογές, οι ποικίλες τιμές και οι πηγές εισοδήματος είναι μερικές γενικές δυσκολίες.

Μια τρέχουσα παρατήρηση είναι επίσης ότι πολλές διαφορετικές βιοενεργειακές επιλογές επεκτείνονται και, παρά τις τάσεις που θα συζητηθούν σε αυτή την εργασία, πιθανώς κανένας σαφής νικητής δεν έχει προκύψει μέχρι τώρα. Γενικότερα, πολύ λίγες εργασίες είναι δημοσιευμένες στην επιστημονική κοινότητα, που να καλύπτουν τις επισκοπήσεις στην ανάπτυξη της βιοενέργειας, το χαρτοφυλάκιο των επιλογών και των σχετικών πολιτικών κατά τη διάρκεια του χρόνου. Οι περισσότερες δημοσιεύσεις στο θέμα, εστιάζουν στις μεμονωμένες χώρες ή τις συγκεκριμένες τεχνολογικές επιλογές (Hillring, 2002, Kwant, 2003, Kaltschmitt et al., 1998) ενώ αναφέρουν λίγα στοιχεία για τις γενικές τάσεις στον τομέα.

### 2.3.2 Πόροι βιομάζας.

Οι πόροι βιομάζας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ενέργειας, είναι διάφοροι. Μια διάκριση μπορεί να γίνει μεταξύ αρχικών, δευτερογενών και τριτογενών υπολειμμάτων (και απόβλητων), τα οποία είναι διαθέσιμα ήδη ως υποπροϊόντα άλλων δραστηριοτήτων και βιομάζας που είναι συγκεκριμένα καλλιεργημένη για ενεργειακούς σκοπούς (*Hoogwijk et al., 2003*).

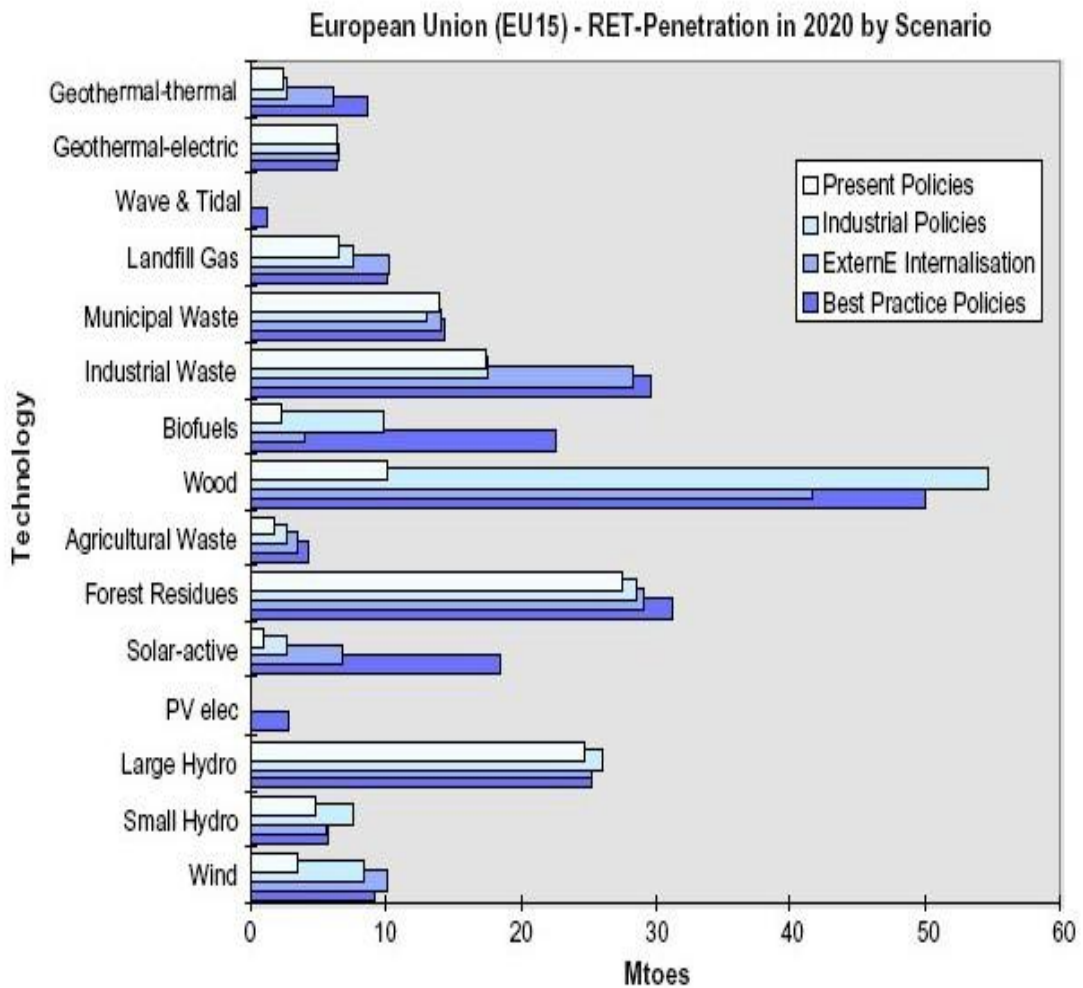
- Τα αρχικά υπολείμματα παράγονται κατά τη διάρκεια της παραγωγής των καλλιεργειών τροφίμων και των δασικών προϊόντων, π.χ. εκλεπτύσεις από εμπορική δασονομία και άχυρα. Τέτοια σύνολα βιομάζας, είναι χαρακτηριστικά διαθέσιμα και πρέπει να συγκομιστούν, για να είναι διαθέσιμα και για την περαιτέρω χρήση.
- Τα δευτερογενή υπολείμματα παράγονται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας της βιομάζας για την παραγωγή των τροφίμων ή των υλικών βιομάζας, και είναι χαρακτηριστικά διαθέσιμα από τη βιομηχανία τροφίμων και ποτών, τα εργοστάσια ξυλείας, τα εργοστάσια χαρτιού κλπ.
- Τα τριτογενή υπολείμματα διατίθενται αφότου τα προϊόντα της βιομάζας έχουν χρησιμοποιηθεί, έτσι που η μεγαλύτερη ποικιλομορφία των αποβλήτων, είναι μέρος αυτής της κατηγορίας, που ποικίλει από το οργανικό μέρος των αστικών στερεών αποβλήτων (MSW), των λασπών, κλπ.

Μια κάπως παλαιότερη μελέτη που αναλύει τη δυνατότητα για ανανεώσιμες ενεργειακές τεχνολογίες (RES) στην ΕΕ-15 είναι η αποκαλούμενη μελέτη TERES. Με τη βοήθεια τεσσάρων σεναρίων, υπολογίζεται η διεύρυνση των RES ως το 2020.

Η μελέτη TERES διακρίνεται μεταξύ επτά κατηγοριών σχετικών για τη βιοενέργεια: αέριο υλικών οδοποιίας, MSW, βιομηχανικά απόβλητα (εδώ συνοψισμένα ως: απόβλητα), βιολογικά καύσιμα και ξύλο (εδώ συνοψισμένα ως καλλιέργειες), γεωργικά απόβλητα και δασικά υπολείμματα (εδώ συνοψισμένα ως υπολείμματα βιομάζας). Πιο λεπτομερώς η επισκόπηση δίνεται στην εικόνα 2.2. Συνοψίζοντας, οι τάσεις μεταξύ των πιο αισιόδοξων και απαισιόδοξων σεναρίων, προβάλλουν τις ακόλουθες συνεισφορές για τη βιοενέργεια στην ΕΕ-15, το 2020 (*TERES, 2007*):

- Απόβλητα : 1600–2300 PJ
- Καλλιέργειες : 500–3000 PJ
- Υπολείμματα : 1300–1500 PJ
- Σύνολο: 3400–6800 PJ

(προβαλλόμενη ενεργειακή χρήση της ΕΕ-15: 68,000 PJ)



Εικόνα 2.2 Επισκόπηση της συμβολής των διάφορων ανανεώσιμων ενεργειών στον ενεργειακό ανεφοδιασμό της ΕΕ-15 το 2020 σύμφωνα με τέσσερα διαφορετικά σενάρια (TERES, 2007).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: Τα Βιοκαύσιμα στην Ευρωπαϊκή Ένωση

### 3.1.1 Βιομάζα και βιοκαύσιμα.

Μέρος της βιομάζας το 2002 μετατράπηκε σε υγρά καύσιμα και τέθηκε στις δεξαμενές των οχημάτων αντί της βενζίνης, αλλά αν και αυτό αποτέλεσε λιγότερο από 1%, το μερίδιο των βιολογικών καυσίμων συνεχώς αυξάνεται. Ο τομέας των βιολογικών καυσίμων έχει δύο ευδιάκριτους τομείς:

- την αιθανόλη, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα ως καύσιμο οχημάτων, και που συνδυάζεται με τα συμβατικά καύσιμα ή μετασχηματίζεται στον εθυλτερτιο-βουτυλικό-αιθέρα (ΕΤΒΕ) και χρησιμοποιείται ως πρόσθετη ουσία στη βενζίνη σε αυτοκίνητα μηχανών του κύκλου του Otto
- το biodiesel, το οποίο μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί άμεσα στις μηχανές diesel ή να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετη ουσία στο συμβατικό diesel (*EurObserv'ER, 2003*).

Ο τομέας των βιολογικών καυσίμων αυξήθηκε κατά 38% το 2002, αυξάνοντας το συνολικό όγκο από 1.069.700 σε 1.493.200 τόνους (*EurObserv'ER, 2003*).

Η παραγωγή αιθανόλης αυξήθηκε κατά 46,9% από το 2001 (*EurObserv'ER, 2003*). Η Ισπανία αύξησε την παραγωγή αιθανόλης της, κατά δύο φορές έναντι του 2001, με την δημιουργία νέων εγκαταστάσεων παραγωγής, και είναι τώρα ηγέτης σε αυτόν τον τομέα. Αντίθετα από τους άλλους Ευρωπαίους παραγωγούς, η Σουηδία δεν μετατρέπει την αιθανόλη σε ΕΤΒΕ αλλά την χρησιμοποιεί άμεσα ως καύσιμο. Η παραγωγή Biodiesel ανέβηκε κατά 37% έναντι του 2001 (*EurObserv'ER, 2003*). Η Γερμανία έχει τη μεγαλύτερη παραγωγική ικανότητα 670.000 – τόνοι/έτος biodiesel, ενώ πέντε εγκαταστάσεις παραγωγής biodiesel είναι υπό κατασκευή, με συνολική ικανότητα 270.000 τόνοι/έτος Αυτό θα κάνει τη Γερμανία το μεγαλύτερο παραγωγό biodiesel όχι μόνο στην Ευρώπη, αλλά και στον κόσμο (*European Bioenergy Networks, 2003*).

Με τις σύγχρονες τάσεις για την υγρή παραγωγή βιολογικών καυσίμων, οι χώρες της ΕΕ προβλέπεται να φθάσουν το επίπεδο των 11,7 εκατομμυρίων τόνων μέχρι το 2010, ενώ η απαίτηση της ΕΕ σχετικά με την κατανάλωση βιολογικών καυσίμων είναι 5,75 % ή 17 εκατομμύριο τόνοι. Με την προώθηση των οδηγιών της ΕΕ που θέτουν τους στόχους για το μερίδιο των βιολογικών καυσίμων στο μίγμα των καυσίμων και την εισαγωγή φορολογικών κινήτρων, ο τομέας των βιολογικών

καυσίμων μπορεί να αναπτύξει περισσότερο τον τομέας της ανανεώσιμης ενέργειας (*EurObserv'ER, 2003*).

### **3.1.2. Μετατροπή βιομάζας σε υγρά βιολογικά καύσιμα.**

Η ενεργειακή ζήτηση από τις μεταφορές στην Ευρώπη, αναμένεται να αυξηθεί, με συνέπεια υψηλότερες εκπομπές στον αέρα παρά τη βελτιωμένη ενεργειακή αποδοτικότητα των οχημάτων. Τα βιολογικά καύσιμα μπορούν να βοηθήσουν ώστε να μειωθούν οι εκπομπές αυτές, δεδομένου ότι έχουν πολύ χαμηλότερα επίπεδα εκπομπών CO<sub>2</sub>, έναντι των συμβατικών καυσίμων. Η σοβαρή εκτίμηση των υγρών βιολογικών καυσίμων για την αντικατάσταση του συμβατικού diesel και της βενζίνης, άρχισε αρκετά έτη πριν, και οφείλεται στις εθνικές και ευρωπαϊκές πολιτικές που θέτουν τους στόχους για μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>, επειδή τα βιολογικά καύσιμα δεν δημιουργούν καμία πρόσθετη εκπομπή, εκτός από αυτήν επάνω στάδιο παραγωγής και κατά τη διάρκεια της μεταφοράς της βιομάζας και της διανομής του παραγόμενου biodiesel. Ακόμη όμως και στα στάδια αυτά, (της παραγωγής και διανομής) η εκπομπή CO<sub>2</sub> θα μπορούσε να μειωθεί εάν τα μηχανήματα τροφοδοτούνται με βιολογικά καύσιμα.

Οι Thuijl, Roos, Beurskens (2003) παρέχουν διάφορες διαθέσιμες διαβάσεις από την ακατέργαστη βιομάζα, στα καύσιμα «έτοιμα προς χρήση» από αυτοκίνητα:

- διαδικασία άμεσης μετατροπής - εξαγωγή του φυτικού ελαίου με την ακολουθία αιθεροποίησης (biodiesel)
- ζύμωση των σακχάρων/ αμύλου που περιέχουν καλλιέργειες (αιθανόλη)
- πυρόλυση του ξύλου (πετρέλαιο πυρόλυσης – ισοδύναμο με το diesel)
- αεριοποίηση της βιομάζας με την περαιτέρω μετατροπή του αερίου σύνθεσης (methanol, dimethylester (DME), Fischer-Tropsch liquids);
- υδροθερμική αναβάθμιση της υγρής βιομάζας (πετρέλαιο HTU – ισοδύναμο με το diesel).

Μόνο τα δύο πρώτα καύσιμα παράγονται τώρα σε εμπορική κλίμακα, ενώ οι άλλες επιλογές είναι ακόμα στο στάδιο της έρευνας, και πιθανότατα δεν θα είναι εμπορικά διαθέσιμες στο βραχυπρόθεσμο μέλλον. Η αιθανόλη (και ETBE, που προέρχεται από αυτή) και το biodiesel (κυρίως RME) χρησιμοποιούνται σήμερα σε εμπορική βάση στην Ευρώπη και θα παραμείνουν τα κυρίαρχα εναλλακτικά καύσιμα στο πιο εγγύς μέλλον (*Thuijl, et. al., 2003*).



### 3.1.3 Τεχνολογίες μετατροπής βιομάζας και μείωσης του CO<sub>2</sub> από τις διαφορετικές εφαρμογές χρήσης της βιομάζας.

Τα κράτη μέλη της ΕΕ έχουν όπως ήδη αναφέρθηκε δεσμευθεί, κάτω από το πρωτόκολλο του Κιότο, να μειώσουν το CO<sub>2</sub> και άλλες εκπομπές GHGs, κατά 8% (272 Mt CO<sub>2</sub>) μέχρι το 2010 σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Τα επίπεδα των εκπομπών CO<sub>2</sub> μειώθηκαν κατά 3,5% το 2000, αλλά μετά από αυτό, άρχισαν να αυξάνονται πάλι και, σύμφωνα με την αξιολόγηση που γίνεται από τους εμπειρογνώμονες από το "κοινό πρόγραμμα ανάλυσης", το 2010 θα είναι 7% πιο υψηλά απ' ό,τι το 1990 (European Commission, 2001b). Κατά συνέπεια, στην πραγματικότητα, μιλάμε για προσπάθειες που απαιτούνται για να μειώσουν τις εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά 15% (ή 544 Mt σε πραγματικούς αριθμούς). Έτσι, η αύξηση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών στην ενεργειακή παραγωγή από 6 σε 12% παρέχει 200 Mt μειώσεις των εκπομπών CO<sub>2</sub> (European Commission, 2001b). Η αύξηση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μαζί με την υψηλή ενεργειακή αποδοτικότητα, θα μπορούσε να προωθήσει τη μείωση του μεγαλύτερου ποσού εκπομπών CO<sub>2</sub>, από την ενεργειακή παραγωγή και χρήση. "Η χρήση της βιομάζας για να παραγάγει ενέργεια, είναι μόνο μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μειώσει τον αντίκτυπο της ενεργειακής παραγωγής και της χρήσης στο παγκόσμιο περιβάλλον. Όπως με οποιοδήποτε ενεργειακό πόρο, υπάρχουν περιορισμοί στη χρήση και τη δυνατότητα εφαρμογής της, βιομάζας και πρέπει να ανταγωνιστεί όχι μόνο με τα συμβατικά καύσιμα αλλά και με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή και η αιολική" (McKendry, 2002).

Η παραγωγή και η χρησιμοποίηση βιοενέργειας απαιτούν επίσης την ύπαρξη της κατάλληλης υποδομής. Οι παρακάτω αλυσίδες βιομάζα -ενέργεια μπορούν να εξεταστούν:

- η χρήση των ξηρών προϊόντων (κυτταρινούχα υπολείμματα και καλλιέργειες) για τη θερμοχημική μετατροπή (αεριοποίηση, πυρόλυση)
- η χρήση των καλλιεργειών ( ελαιοκράμβη, ηλίανθος, ζαχαρότευτλο, δημητριακά κ.λπ....) για την παραγωγή υγρών βιολογικών καυσίμων
- η χρήση των υγρών προϊόντων για την αναερόβια χώνευση (με τη λήψη του μεθανίου) ή Υδροθερμική Αναβάθμιση.

Η επιλογή μιας διαδικασίας ρυθμίζεται από τον τύπο και την ποσότητα της διαθέσιμης βιομάζας, την επιθυμητή μορφή ενέργειας, τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις και τους οικονομικούς όρους. Σε πολλές περιπτώσεις η διαδρομή της διαδικασίας καθορίζεται από την απαραίτητη μορφή ενέργειας και έπειτα από την ποσότητα και τον τύπο βιομάζας (McKendry, 2002).

### 3.2. Βιοντίζελ και εκπομπές ρύπων

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εξέτασε τον τρόπο με τον οποίο τα βιοκαύσιμα ήταν δυνατόν να εξεταστούν σε σχέση με τους στόχους μείωσης εκπομπών CO<sub>2</sub> από στόλους αυτοκινήτων, εξερεθώντας και, ανάλογα με την περίπτωση, πρότεινε μέτρα για την εξασφάλιση στο βέλτιστο βαθμό ωφελημάτων για τα αέρια θερμοκηπίου από βιοκαύσιμα, εργάστηκε ώστε να εξασφαλίσει της αειφορίας της καλλιέργειας πρώτων υλών για βιοκαύσιμα στην ΕΕ και σε τρίτες χώρες (*Οδηγία 2003/96/ΕΚ, της 27<sup>ης</sup> Οκτωβρίου 2003, σχετικά με την αναδιάρθρωση του κοινοτικού πλαισίου φορολογίας των ενεργειακών προϊόντων και της ηλεκτρικής ενέργειας, ΕΕ L 283 της 31.10.2003*).

Προκειμένου να αντληθούν τα δυναμικά περιβαλλοντικά οφέλη, η στρατηγική για το βιοντίζελ εστίασε

1. Στη βελτιστοποίηση των ωφελημάτων από άποψη αερίων θερμοκηπίου σε σχέση με τη σχετική δαπάνη.
2. Στην αποφυγή περιβαλλοντικών βλαβών συνδεδεμένων με την παραγωγή βιοκαυσίμων και των πρώτων υλών τους.
3. Στην εξασφάλιση της βεβαιότητας ότι η χρησιμοποίηση βιοκαυσίμων δεν εγείρει περιβαλλοντικά ή τεχνικά προβλήματα.

Επί του παρόντος τα κίνητρα για τα βιοκαύσιμα δεν λαμβάνουν υπόψη τα πραγματικά οφέλη από άποψη αερίων θερμοκηπίου που προκύπτουν με τα διάφορα βιοκαύσιμα και τους τρόπους παραγωγής τους. Η σύνδεση των ωφελημάτων από άποψη αερίων θερμοκηπίου προς την ενθάρυνση των διατάξεων για τα βιοκαύσιμα θα μπορούσε να συμβάλει στην αύξηση των ωφελημάτων αυτών και να διαβιβάσει σαφές μήνυμα στη βιομηχανία σχετικά με τη σημασία της περαιτέρω βελτίωσης των τρόπων παραγωγής όσον αφορά το θέμα αυτό. Επίσης θα παρείχε δυνατότητα αποστολής μηνυμάτων βασιζόμενων στην αγορά προς τους παραγωγούς καυσίμου και πρώτης ύλης ώστε να μειωθούν περαιτέρω οι εκπομπές άνθρακα στον τομέα των μεταφορών.

Για να αποβεί αποτελεσματικός ο μηχανισμός αυτός πρέπει να εφαρμόζεται τόσο για τα εγχώρια όσο και τα εισαγόμενα καύσιμα κατά τρόπο αμερόληπτο και να συμμορφώνεται πλήρως προς τις διατάξεις του ΠΟΕ. Θα ήταν δυνατόν να εξερευνηθεί επίσης κάποια πολυεθνής προσέγγιση, συνδεδεμένη προς τον υφιστάμενο μηχανισμό καθαρής ανάπτυξης, η οποία θα μπορούσε να εγγυηθεί την

συμμετοχή εμπορικών εταιρών (Οδηγία 2003/30/ΕΚ, της 8<sup>ης</sup> Μαΐου 2003, σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές, ΕΕ L 123 της 17.5.2003).

Η Επιτροπή εξέτασε το πεδίο εφαρμογής για τη χρήση βιοντίζελ προκειμένου να προβεί σε στάθμιση όσον αφορά τους στόχους εκπομπών CO<sub>2</sub> για στόλους αυτοκινήτων, προχωρώντας με βάση τη συμφωνία των αυτοκινητοπαραγωγών για τη μείωση εκπομπών από καινούρια αυτοκίνητα στο πλαίσιο ολοκληρωμένης προσέγγισης, με βάση την έκθεση της ομάδας CARS2111, η Επιτροπή εξέτασε τις διάφορες εναλλακτικές λύσεις για την προσέγγιση αυτή.

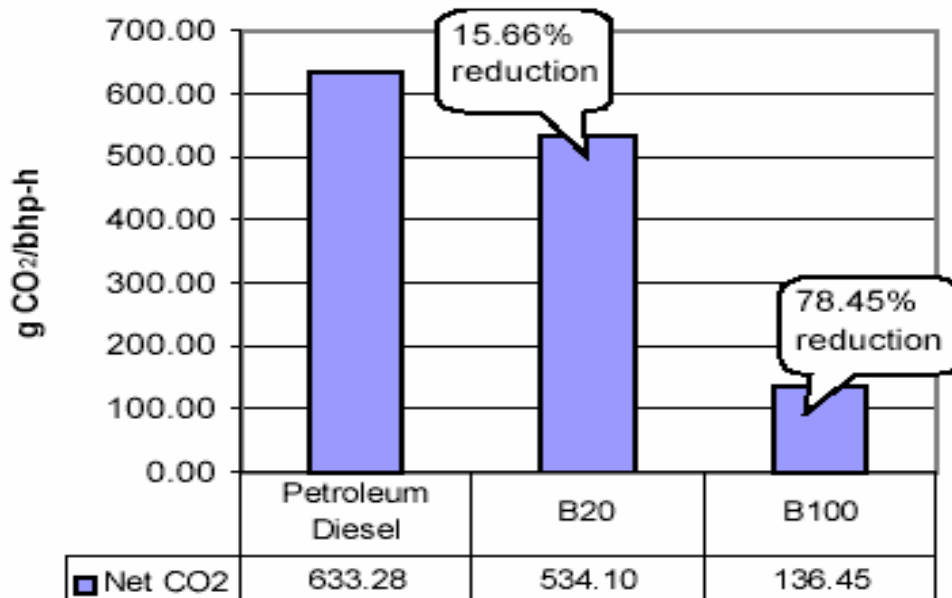
Είναι ουσιώδες να εφαρμόζονται τα ενδεδειγμένα ελάχιστα περιβαλλοντικά πρότυπα στην παραγωγή πρώτων υλών για βιοκαύσιμα, με προσαρμογή προς τοπικές συνθήκες στην ΕΕ και σε τρίτες χώρες. Ειδικότερα έχουν εγερθεί ορισμένες ανησυχίες σχετικά με τη χρησιμοποίηση γης σε αγρανάπαυση λόγω των δυνητικών επιπτώσεων στη βιοποικιλότητα και στο έδαφος καθώς και σχετικά με την ανάπτυξη βιοκαυσίμων σε περιβαλλοντικός τρωτές περιοχές.

Η αντιμετώπιση των ανησυχιών αυτών απαιτεί προσοχή όσον αφορά τον τόπο που θα ήταν κατάλληλος για ενεργειακές καλλιέργειες στο πλαίσιο εναλλασσόμενων καλλιεργειών γενικώς, την αποφυγή αρνητικών επιπτώσεων στη βιοποικιλότητα, τη ρύπανση του νερού, την υποβάθμιση του εδάφους και τη βλάβη σε οικοτόπους και είδη σε περιοχές υψηλής φυσικής αξίας. Τα κριτήρια αειφορίας για την παραγωγή στην ΕΕ πρέπει πάντως να μην περιορίζονται σε ενεργειακές καλλιέργειες αλλά να καλύπτουν το σύνολο της γεωργικής γης, όπως απαιτούν οι κανόνες πολλαπλής συμμόρφωσης που έχουν θεσπιστεί στο πλαίσιο της μεταρρύθμισης της ΚΓΠ έτους 2003 (Οδηγία 2003/30/ΕΚ, της 8<sup>ης</sup> Μαΐου 2003, σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές, ΕΕ L 123 της 17.5.2003).

Τα κριτήρια αυτά πρέπει επίσης να λαμβάνουν υπόψη τα πλεονεκτήματα των ενεργειακών καλλιεργειών σε συστήματα εναλλασσόμενης καλλιέργειας και σε περιθωριακές περιοχές. Τα εν λόγω κριτήρια και πρότυπα είναι ανάγκη να τηρούν τις διατάξεις του ΠΟΕ, να είναι αποτελεσματικά και να μην είναι υπερβολικός γραφειοκρατικά.

Κατά τη χρήση, διάφοροι τύποι βιοκαυσίμων άπτονται κάποιων περιβαλλοντικών και τεχνικών θεμάτων. Η οδηγία για την ποιότητα των καυσίμων ορίζει προδιαγραφές για τη βενζίνη και το πετρέλαιο ντίζελ, για λόγους περιβαλλοντικούς και υγείας, όπως παραδείγματος χάρη όρια για την περιεκτικότητα σε αιθανόλη, αιθέρα και άλλα οξυγονικά στη βενζίνη. Επίσης περιορίζει την τάση ατμών της βενζίνης.

Το πρότυπο EN590 καθορίζει περαιτέρω όρια για τεχνικούς λόγους και ορίζει ότι το πετρέλαιο ντίζελ δεν πρέπει να περιέχει βιοντίζελ περισσότερο από 5% κατόγκο (4,6% σε ενέργεια). Τα όρια αυτά θέτουν κωλύματα για την αυξημένη χρήση βιοκαυσίμων.



Εικόνα 3.1. Σύγκριση καθαρού εκπεμπόμενου CO2 στο κύκλο ζωής εκπομπών για το ντίζελ από πετρέλαιο και το βιοντίζελ

Emission	Diesel Fuel Baseline	20% Biodiesel blend	100% Biodiesel
Carbon Dioxide	633.28	534.1	136.45
Carbon Monoxide	1.2	1.089	0.6452
Hydrocarbons	0.1	0.09265	0.06327
Particulate Matter (PM10)	0.08	0.0691	0.02554
Sulfur Oxides (as SO2)	0.17	0.14	0
Nitrogen Oxides (as NO2)	4.8	4.885	5.227

Πίνακας 3.1. Σύγκριση των εκπομπών ρύπων στην ατμόσφαιρα για το ντίζελ από πετρέλαιο και το βιοντίζελ

### 3.3. Βιοκαύσιμα σε αναπτυσσόμενες χώρες

Η παραγωγικότητα βιομάζας είναι υψηλότερη σε τροπικά περιβάλλοντα ενώ το κόστος παραγωγής βιοκαυσίμων, ιδίως αιθανόλης, είναι συγκριτικά χαμηλό σε ορισμένες αναπτυσσόμενες χώρες. Βιοαιθανόλη παραγόμενη από ζαχαροκάλαμο είναι ήδη ανταγωνιστική προς τα ορυκτά καύσιμα στη Βραζιλία η οποία είναι διεθνώς πρωτοπόρος στην παραγωγή βιοαιθανόλης (*F.O. Licht's, World ethanol and biofuels report, May 2009*). Επιπλέον, η εισροή ενέργειας από ορυκτά για την παραγωγή αιθανόλης από ζαχαροκάλαμο είναι χαμηλότερη σε σχέση με εκείνη για την αιθανόλη παραγόμενη στην Ευρώπη, οπότε οι αντίστοιχες μειώσεις εκπομπών είναι μεγαλύτερες.

Για το βιοντίζελ η ΕΕ αποτελεί ήδη τον κυριότερο παραγωγό και δεν υφίστανται σημαντικές εμπορικές συναλλαγές. Οι αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Μαλαισία, η Ινδονησία και οι Φιλιπίνες οι οποίες παράγουν σήμερα βιοντίζελ για τις εσωτερικές τους αγορές θα ήταν δυνατόν να αναπτύξουν αρκετά το δυναμικό εξαγωγών.

Γενικώς η παραγωγή βιοκαυσίμων θα ήταν δυνατόν να παράσχει ευκαιρία διαφορισμούτης γεωργικής δραστηριότητας, μείωσης της εξάρτησης από ορυκτά καύσιμα (κυρίως πετρέλαιο) και να συμβάλει στην οικονομική ανάπτυξη κατά τρόπο αειφόρο. Αλλά η διαφοροποιημένη εικόνα μεταξύ των αναπτυσσόμενων χωρών πρέπει να αναγνωρισθεί ενώ εγείρονται ανησυχίες όσον αφορά περιβαλλοντικά οικονομικά και κοινωνικά θέματα.

Οι διαφέρουσες προοπτικές όσον αφορά την παραγωγή και χρησιμοποίηση βιοκαυσίμων στις αναπτυσσόμενες χώρες σχετίζονται προς τους τύπους παραγόμενης πρώτης ύλης και προς σειρά οικονομικών παραγόντων. Για την εσωτερική ανάπτυξη βιοκαυσίμων σημαντικό καθοριστικό παράγοντα αποτελεί η τιμή του πετρελαίου στην παγκόσμια αγορά. Άλλοι παράγοντες που παίζουν ρόλο αποτελούν (*EBB (bio diesel), Euroserver2005, eBIO (bio diesel estimations for 2005)*)

:

1. Η δυνητική κλίμακα παραγωγής.
2. Το μέγεθος της εθνικής ή περιφερειακής αγοράς.
3. Οι απαιτούμενες επενδύσεις σε υποδομή.
4. Η υποστήριξη που θα δοθεί στο καθεστώς πολιτικής.
5. Οι λύσεις όσον αφορά τις εξαγωγές (ΕΕ, ΗΠΑ, Ιαπωνία, Κίνα)
6. Οι τιμές αγοράς των πρώτων υλών που θα χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοκαυσίμου.

Στις χώρες στις οποίες είναι πιθανό ότι θα λάβει χώρα ευρείας κλίμακας επέκταση της παραγωγής πρώτης ύλης οι περιβαλλοντικές ανησυχίες σχετίζονται με πιέσεις σε οικοευσίθητες περιοχές, όπως τα τροπικά δάση. Επίσης εγείρονται ανησυχίες όσον αφορά στην επίδραση στη γονιμότητα του εδάφους, τη διαθεσιμότητα και την ποιότητα του νερού και τη χρήση φυτοφαρμάκων. Οι κοινωνικές επιπτώσεις αφορούν τη δυνητική μετατόπιση πληθυσμών και τον ανταγωνισμό μεταξύ παραγωγής βιοκαυσίμου και τροφίμων.

Οι ανησυχίες αυτές απαιτούν ειδική έρευνα και ποσοτικοποίηση και εφόσον είναι αναγκαίο, πρέπει να αντιμετωπιστούν μέσω ισχυρών κανονιστικών πλαισίων. Η αναπτυξιακή πολιτική της ΕΕ θα στοχεύει στην παροχή βοήθειας προς τις κατάλληλες αναπτυσσόμενες χώρες ώστε να αδράξουν τα οφέλη που προσφέρονται από τα βιοκαύσιμα ενώ ταυτοχρόνως θα αντιμετωπιστούν κατά τον κατάλληλο τρόπο οι εν λόγω ανησυχίες.

Σήμερα το κόστος παραγωγής του biodiesel είναι περίπου 0,50 €/l (15 €/GJ). Η πραγματική τιμή επηρεάζεται κατά ένα μεγάλο μέρος από το κόστος της απαιτούμενης βιομάζας, το μέγεθος και τον τύπο εγκαταστάσεων παραγωγής και την αξία των υποπροϊόντων («πίτα» των ελαιούχων σπόρων – μια πλούσια σε πρωτεΐνες ζωική τροφή, και γλυκερίνη). Βραχυπρόθεσμες δαπάνες επένδυσης για εγκαταστάσεις, με ικανότητα θερμικής εισαγωγής 400 MWth αποτελούν περίπου 150 €/kWth, όμως μακροπρόθεσμα, αυτές οι δαπάνες αναμένονται να μειωθούν κατά 30% με τη διεύρυνση των εγκαταστάσεων σε 1000 MWth λόγω της οικονομίας κλίμακας. Οι υπολογισμοί, που εξετάζουν την αξία των υποπροϊόντων μακροπρόθεσμα, δείχνουν την περαιτέρω μείωση των δαπανών παραγωγής RME μέχρι 0,20 €/l (6 €/GJ) (Thuijl, et. al., 2003).

Στους Πίνακες 3.1 και 3.2 παραθέτουμε το επίπεδο παραγωγής και κατανάλωσης βιοντίζελ στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Στο Διάγραμμα 3.1 διακρίνουμε συγκεντρωτική σύγκριση παραγωγής κατανάλωσης και εισαγωγών της ΕΕ για τα έτη 2006-2012(πρόβλεψη), και στην Εικόνα 3.1 Βλέπουμε τους Εισαγωγείς της ΕΕ καθώς και το μερίδιο της αγοράς που καταλαμβάνουν.

**ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ (σε χιλιάδες Λίτρα)**

Χωρα	Παραγωγή 2009	Παραγωγή 2010
Αυστρία	310	289
Βέλγιο	416	435
Βουλγαρία	25	30
Κύπρος	9	6
Τσεχία	164	181
Δανία/Σουηδία	233	246
Εσθονία	24	3
Φιλανδία	220	288
Γαλλία	1 959	1 910
Γερμανία	2 539	2 861
Ελλάδα	77	33
Ουγγαρία	133	149
Ιρλανδία	17	28
Ιταλία	737	706
Λετονία	44	43
Λιθουανία	98	85
Λουξεμβούργο	0	0
Μάλτα	1	0
Ολλανδία	323	368
Πολωνία	332	370
Πορτογαλία	250	289
Ρουμανία	29	70
Σλοβακία	101	88
Σλοβενία	9	22
Ισπανία	859	925
Ηνωμένο Βασίλειο	137	145
Συνολό	9.046	9.570

Πίνακας 4.1 Παραγωγή βιοντίζελ στην ΕΕ

ΠΗΓΗ : EBB (European biodiesel Board 664/COM/11), 18 Οκτωμβρίου 2011)

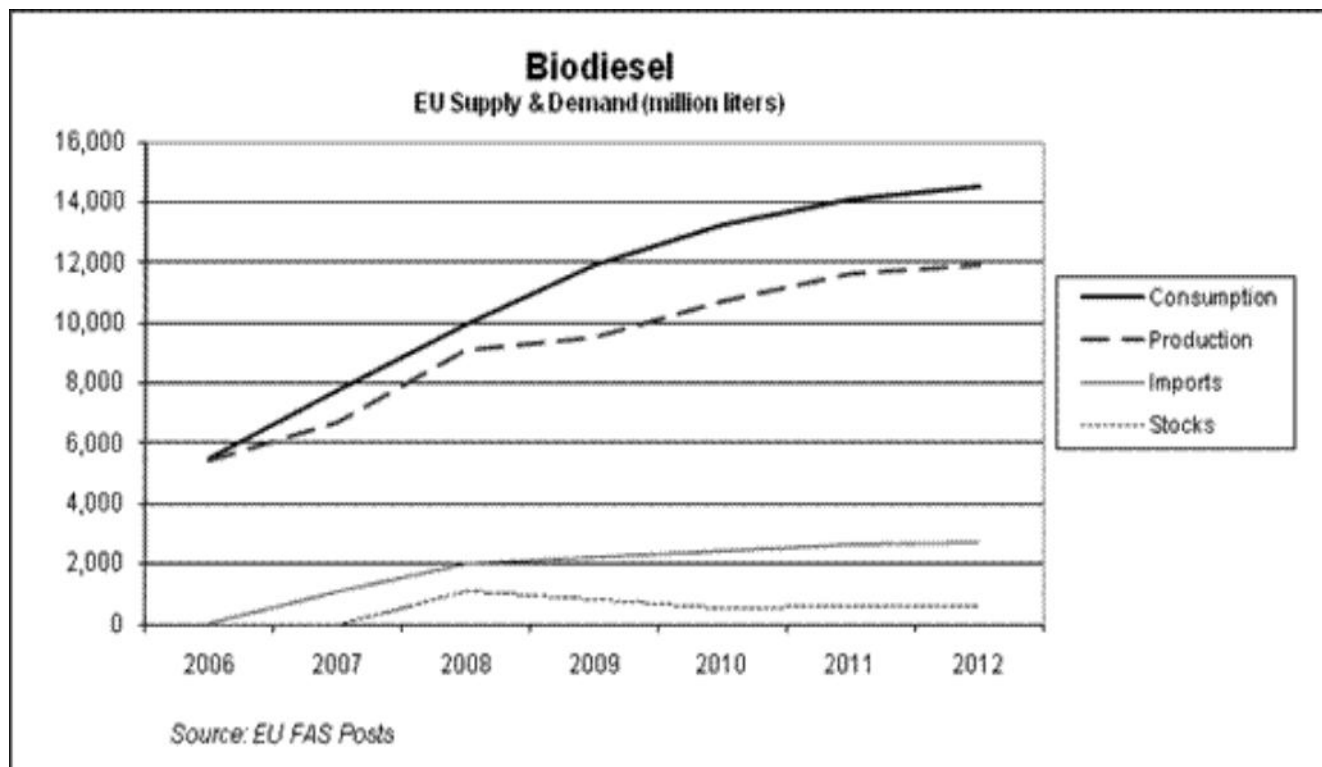
**ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΓΙΑ ΤΟ 2008 ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΣΕ ΤΟΝΟΥΣ**

Θέση	Χώρα	Καταναλωση σε τόνους
1	Γερμανία	24477983
2	Γαλλία	2020690
3	Ηνωμένο Βασίλειο	691335
4	Ιταλία	557280
5	Ισπανία	519000
6	Πολωνία	340560
7	Ολλανδία	202000
8	Αυστρία	186640
9	Πορτογαλία	143846
10	Σουηδία	129888
11	Βέλγιο	86150
12	Ουγγαρία	81001
13	Τσεχία	75784
14	Ελλάδα	75680
15	Ρουμανία	60202
16	Σλοβακία	53075
17	Λιθουανία	45765
18	Λουξεμβούργο	41448
19	Ιρλανδία	40005
20	Βουλγαρία	29412
21	Σλοβενία	22256
22	Κύπρος	14190
23	Φιλανδία	11442
24	Εσθονία	2778
25	Λεττονία	1928
26	Μάλτα	964
27	Δανία	0
	<b>Σύνολο ΕΕ</b>	<b>7911302</b>

Πίνακας 3.2 Κατανάλωση βιοντίζελ στην ΕΕ

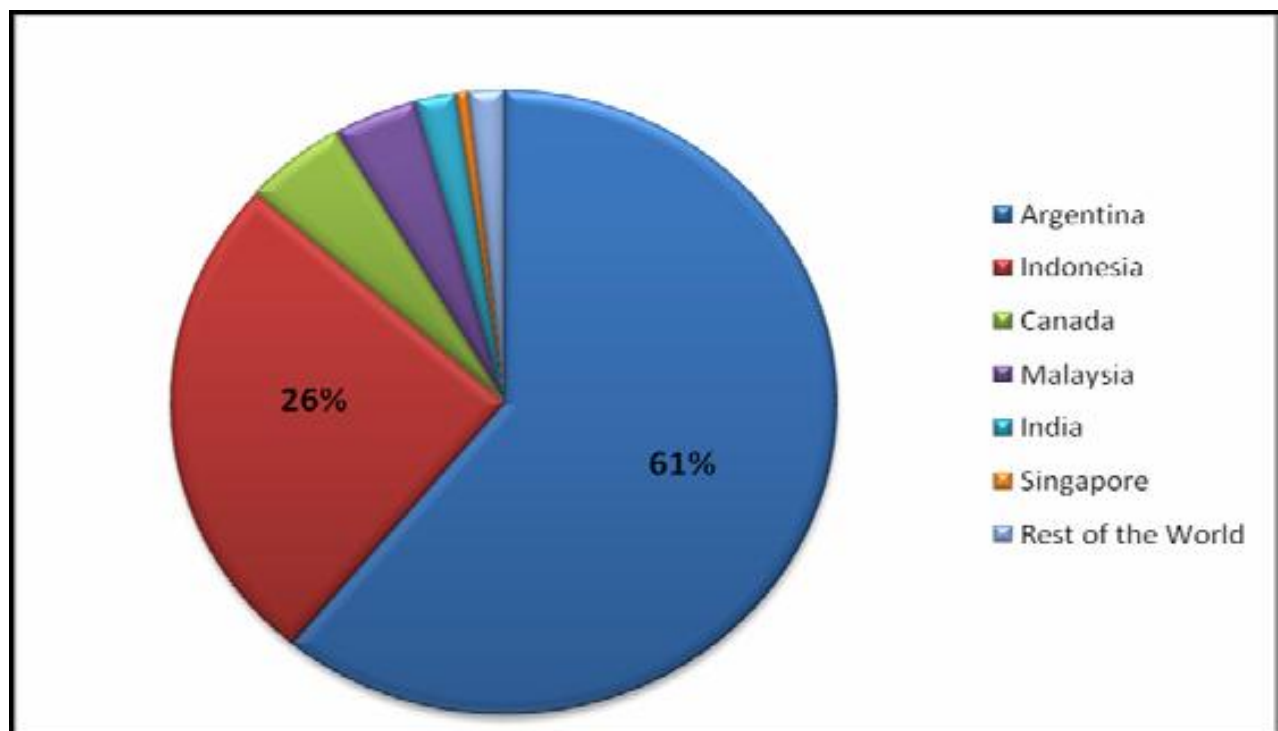
ΠΗΓΗ: Europe's energy portal (link: <http://www.energy.eu/#renewable>)





Διάγραμμα 3.1 Παραγωγή, κατανάλωση, εισαγωγές βιοντίζελ στην ΕΕ 2006-2012

ΠΗΓΗ: Biofuels Annual\_The Hague, EU FAS Posts ( EU-27, 6-22-2011)



Εικόνα 3.2 Εισαγωγές Βιοντίζελ στην ΕΕ ΠΗΓΗ : EUROSTAT

### 3.4. Νομοθεσία στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο έχει εκπονήσει την Οδηγία 2003/30/ΕΚ όπου βάσει του άρθρου 4, αναφέρονται τα πρότυπα για την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για την περίοδο 2005-2010.

Η οδηγία 2003/30/ΕΚ του Ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 8<sup>ης</sup> Μαΐου 2003 επιδιώκει την ανάπτυξη της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων με σκοπό την αντικατάσταση του πετρελαίου ντίζελ ή της βενζίνης στις μεταφορές σε κάθε Κράτος Μέλος, ούτως ώστε να ανταποκριθεί στις δεσμεύσεις που ορίζει το πρωτόκολλο του Κιότο σχετικά με τις κλιματικές αλλαγές, τη φιλική προς το περιβάλλον ασφάλεια του εφοδιασμού καθώς και την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στα πλαίσια αυτής της αρχής τα Κράτη Μέλη θα πρέπει να εξασφαλίσουν ότι μια ελάχιστη αναλογία βιοκαυσίμων και άλλων ανανεώσιμων καυσίμων διατίθεται στις αγορές τους και καθορίζουν εθνικούς ενδεικτικούς στόχους (Οδηγία 2003/30/ΕΚ, της 8<sup>ης</sup> Μαΐου 2003, σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές).

Η Οδηγία ορίζει τιμή αναφοράς για τους στόχους αυτούς το 2% βάσει του ενεργειακού περιεχομένου επί του συνόλου της βενζίνης και του πετρελαίου ντίζελ που διατί προς χρήση στις μεταφορές.

Επίσης βάσει –πάντα- του άρθρου 4 της Οδηγίας, τα Κράτη Μέλη θα πρέπει να καταβάλουν πριν την πρώτη Ιουλίου κάθε έτους, έκθεση στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή όσον αφορά με τα μέτρα που ελήφθησαν για την προώθηση της χρήσης των βιοκαυσίμων προς αντικατάσταση συμβατών (ορυκτών) καυσίμων στις μεταφορές, τους εθνικούς πόρους (resources) που διατέθηκαν για την παραγωγή βιομάζας για ενεργειακές χρήσεις, εκτός των μεταφορών και τις συνολικές πωλήσεις καυσίμων για τις μεταφορές και το μερίδιο των βιοκαυσίμων -αυτούσιων ή αναμεμιγμένων- που διατέθηκαν στην αγορά, κατά το προηγούμενο έτος, αναφέροντας και τυχόν έκτακτα περιστατικά που έχουν επηρεάσει το εμπόριο βιοκαυσίμων στη χώρα.

Η ποιό προσφατη οδηγία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής είναι η 2009/28/ΕΚ του συμβουλίου της 23<sup>ης</sup> Απριλίου του 2009 όπου ερχεται να θέσει τους νεους στοχους της επιτροπής για το μέλλον και με χρονια αναφοράς το 2020 παροτρύνει τα κράτη μέλη να ακολουθήσουν πολιτικές ωστέ να αναπτυχθεί περαιτέρω η χρήση βιοκαυσίμων όπως και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας γενικότερα.

Ποιά συγκεκριμένα σύμφωνα με το Άρθρο 4 της Οδηγίας τα κρατη μέληθα πρέπει να εξασφαλίσουν οτι μέχρι το 2020 θα πρέπει η κατανάλωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας να αποτελεί τουλάχιστον το 20% της συνολικής αγοράς ενέργειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης, και ζητάει απο τα κρατη μέλη να προβούν στις κατάλληλες

πολιτικές ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι αυτοί. (Οδηγία 2009/28/ΕΚ, της 23<sup>ης</sup> Απριλίου του 2009, σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές (ΕΕ L 140 της 5.6.2009)).

Όσον αφορά τα Βιοκαύσιμα η Επιτροπή τονίζει ότι ως το 2020 κάθε Κρατος μέλος θα πρέπει να επιτύχει το μερίδιο των βιοκαυσίμων να αποτελεί τουλάχιστον το 10% στην τελική κατανάλωση καυσίμων όσον αφορά τις μεταφορές. Γεγονός που για να επιτευχθεί θα πρέπει το σύνολο της εγχώριας αγοράς diesel να αποτελείται από μείγμα βιοντίζελ με ορυκτό ντίζελ αναλογίας 10% (B10). (Οδηγία 2009/28/ΕΚ, της 23<sup>ης</sup> Απριλίου του 2009, σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές (ΕΕ L 140 της 5.6.2009))

### 3.4.1. Ορισμός του βιοντίζελ βάσει της Οδηγίας 2003/30/ΕΚ

Το Biodiesel είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας επειδή δεν προέρχεται από ορυκτό αργό πετρέλαιο (βλέπε καυσίμο diesel) αλλά από φυτικά έλαια ή ζωικά λίπη. Χημικά, είναι εστέρας (*Fatty Acid ethyl Ester-FAME*). (Ε.Ε.,(2007) Στρατηγική της Ε.Ε. για τα βιοκαύσιμα,

[http://ec.europa.eu/agriculture/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/agriculture/index_en.htm))

Τα βιοκαύσιμα είναι σήμερα η πιο σημαντική ανανεώσιμη εναλλακτική πηγή ενέργειας. Περίπου το 4% της ενεργειακής κατανάλωσης στην Ε.Ε. αναφέρεται στο βιοκαύσιμο. Το Δεκέμβριο του 2005 η Κομισιόν εξέδωσε ένα σχέδιο δράσης σε σχέση με το βιοκαύσιμο ανακοινώνοντας τη δημιουργία ενέργειας από τα δάση, τη γεωργία, τα απόβλητα. Παρακάτω θα δούμε τις γενεές βιοκαυσίμων. Συγκεκριμένα. (Ε.Ε., (2008)), *Biofuels in the European Union: an agricultural perspective*, [http://ec.europa.eu/agriculture/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/agriculture/index_en.htm) )

- 1. Βιοκαύσιμα πρώτης γενεάς:** Τα βιοκαύσιμα πρώτης γενεάς είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται υπό χαμηλή αναλογία μαζί με τα συμβατικά ήδη στα περισσότερα οχήματα και μπορεί να διανέμονται μέσω της υφιστάμενης υποδομής. Ορισμένα αυτοκίνητα πετρελαίου ντίζελ είναι δυνατόν να κινούνται κατά 100% με βιοντίζελ (B100) ενώ είναι ήδη διαθέσιμα σε πολλές χώρες στον κόσμο πλειοκαύσιμα αυτοκίνητα.

Συνεπώς η αντικατάσταση ποσοστού πετρελαίου ντίζελ ή βενζίνης με βιοκαύσιμα αποτελεί τον απλούστερο τρόπο ώστε στον τομέα των μεταφορών να πραγματοποιηθεί άμεση συμβολή στους στόχους του Κιότο, ιδιαίτερα λόγω του ότι τα οφέλη θα ήταν δυνατόν να εφαρμοστούν σε ολόκληρο το στόλο οχημάτων.

Η ανάπτυξη υποκατάστατου για το πετρέλαιο ντίζελ έχει ιδιαίτερη σημασία στο ευρωπαϊκό πλαίσιο, δεδομένου ότι επί του παρόντος η Ε.Ε. αποτελεί καθαρό εισαγωγέα πετρελαίου ντίζελ ενώ εξάγει βενζίνη. Όμως, μολονότι χρησιμοποιούνται οι πλέον πρόσφατες τεχνολογίες, το κόστος των βιοκαυσίμων των παραγόμενων στην Ε.Ε. θα καταστήσει δύσκολο τον ανταγωνισμό τους προς τα ορυκτά καύσιμα.

Με τις διαθέσιμες επί του παρόντος τεχνολογίες το παραγόμενο στην Ε.Ε. βιοκαύσιμο φθάνει σε ίσα επίπεδα προς τις τιμές πετρελαίου περίπου 60€ ανά βαρέλι, ενώ η βιοαιθανόλη γίνεται ανταγωνιστική με τιμές πετρελαίου περίπου 90€ ανά βαρέλι.

Τα βιοκαύσιμα είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται ως εναλλακτικό καύσιμογια τις μεταφορές όπως συμβαίνει και με άλλες εναλλακτικές λύσεις σαν το υδροποιημένο φυσικό αέριο (LNG), το συμπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG), το υγραέριο (LPG) και το υδρογόνο.

Η ενθάρρυνση πάντως της χρήσης των διαθέσιμων σήμερα βιοκαυσίμων θα είναι δυνατόν να θεωρηθεί ως ενδιάμεσο βήμα προς τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, το διαφορισμό των πηγών ενέργειας για μεταφορές και την προετοιμασία της οικονομίας της Ε.Ε. για άλλες εναλλακτικές λύσεις στον τομέα των μεταφορών οι οποίες δεν είναι ακόμη ώριμες.

Υιοθετώντας ενεργώς τη γενική τάση προς τα βιοκαύσιμα και διασφαλίζοντας την αειφόρο παραγωγή τους, η Ε.Ε. μπορεί να εκμεταλλευθεί και να εξάγει την εμπειρία και τη γνώση της, υποδύομενη ταυτόχρονα σε έρευνα για να εξασφαλιστεί η παραμονή της στηνπρωτοπορία των τεχνικών εξελίξεων. *(Πράσινη Βίβλο.,(2007), "Προς μία ευρωπαϊκή στρατηγική για την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού" COM(2000) 769 τελικό)*

Η χάραξη σαφούς στρατηγικής για την Ε.Ε. θα προωθήσει επίσης τη μείωση του κόστους παραγωγής. Ο εφοδιασμός με πρώτες ύλες αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την επιτυχία της στρατηγικής στον τομέα των βιοκαυσίμων. Έτσι, ορισμένες από τις διατάξεις της κοινής γεωργικής πολιτικής θα αναθεωρηθούν και θα αναπροσαρμοστούν, εφόσον είναι αναγκαίο.

Η αναμενόμενη αύξηση του παγκοσμίου εμπορίου βιοκαυσίμων θα συμβάλει επίσης στη σταθερότητα του εφοδιασμού της Ε.Ε. και άλλων μερών του κόσμου. Η κατασκευή εργοστασίων για την παραγωγή εναλλακτικών καυσίμων, η εισαγωγή νέων τύπων κινητήρων και η αναπροσαρμογή του συστήματος διανομής καυσίμων συνεπάγονταιβραχυπρόθεσμες επενδύσεις οι οποίες απαιτούν σταθερές προοπτικές όσον αφορά τη ζήτηση από την αγορά. Αυτό συνεπάγεται ότι μέτρα προς τη πλευρά της ζήτησης πρέπει να συμπληρώνονται από αποτελεσματικό σύστημα κινήτρων βασιζόμενων στην αγορά. *(Οδηγία*

2003/30/ΕΚ, της 8<sup>ης</sup> αίου 2003, σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές (ΕΕ L 123 της 17.5.2003))

Εσοπρόθεσμα θα απαιτηθούν συμπληρωματικές επενδύσεις ώστε να τεθούν σε χρήση νέες τεχνολογίες και πρώτες ύλες. Ανερχόμενο ρόλο θα παίξουν δασικά υλικά και απορρίματα σε περίπτωση που καταστεί δυνατόν από εμπορική άποψη να λειτουργήσουν αποτελεσματικά διεργασίες «δεύτερης γενεάς».

Για να προκύψει το μέγιστο όφελος από τις σημερινές και μελλοντικές ευκαιρίες, η Επιτροπή δεσμεύεται να ενθαρρύνει την αγορά βιοκαυσίμων πρώτης γενεάς, μέτρο που θα συμπληρωθεί με νέες τεχνολογίες μόλις αυτές τεθούν σε λειτουργία.

- 2. Βιοκαύσιμα δεύτερης και επόμενης γενιάς :** Μια απο τις πιο υποσχόμενες τεχνολογίες βιοκαυσίμου δεύτερης γενεάς –η λιγνοκυτταρινική διεργασία– έχει ήδη προχωρήσει αρκετά.

Στην Ε.Ε. έχουν δημιουργηθεί τρία κοινοτικά εργοστάσια, στη Σουηδία, την Ισπανία και τη Δανία. Άλλες τεχνολογίες για τη μετατροπή της βιομάζας προς υγρά βιοκαύσιμα(BtL) περιλαμβάνουν το βιοντίζελ Fischer-Tropsch και το βιο-DME (διμεθυλαιθέρας).

Στη Γερμανία και τη Σουηδία λειτουργούν εργοστάσια επίδειξης. Το συνθετικό φυσικό αέριο (SNG) είναι δυνατόν να παράγεται τόσο απο ορυκτές όσο και από ανανεώσιμες πηγές. Το ανανεώσιμο SNG παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα για τη μείωση του CO<sub>2</sub> και θα ήταν δυνατόν να αποτελεί αποφασιστικό βήμα προς την ανάπτυξη άλλων αερίων καυσίμων.

Η υψηλού επιπέδου ομάδα CARS5 προσδιόρισε τα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς ως ιδιαιτέρως υποσχόμενα και σύστησε να δοθεί ουσιαστική στήριξη στην αναπτυξή τους.

Επίσης η ομάδα συμπέρανε ότι περαιτέρω εξελίξεις πολιτικής πρέπει να λαμβάνουν υπόψη και να αντικατροπτίζουν τα διαφοριζόμενα οφέλη από άποψη κλιματικής μεταβολής για τις διάφορες τεχνολογίες βιοκαυσίμου και διεργασίες παραγωγής.

Με σκοπό την προετοιμασία για τη μεγάλης κλίμακας χρήση ανταγωνιστικών από άποψη κόστους βιοκαυσίμων, απαιτείται η συνέχιση της έρευνας και ανάπτυξης προκειμένου να καταστούν επιτυχείς οι νέες τεχνολογίες. Το ευρωπαϊκό πλατύβαθρο τεχνολογίας βιοκαυσίμων και άλλα τεχνολογικά πλατύβαθρα είναι δυνατόν να παίξουν ζωτικό ρόλο στην επιτυχία του σκοπού αυτού. Επίσης πρέπει να ενθαρυνθούν οι εργασίες για την ανάπτυξη αποκλειστικών πρώτων υλών και την άυξηση της σειράς πρώτων υλών που είναι δυνατόν να χρησιμοποιείται στην παραγωγή βιοκαυσίμων.

Για να προωθηθούν οι βέλτιστες πρακτικές και να διευκολυνθούν μακροπρόθεσμα οι επενδύσεις ιδιωτικού τομέα θα απαιτηθεί εταιρική σχέση μεταξύ όλων των ενδιαφερομένων.

Η υψηλού επιπέδου ομάδα CARS21 συγκροτήθηκε από τον αντιπρόεδρο Verheugen για να εξετάσει τις προκλήσεις ανταγωνιστικότητας που αντιμετωπίζει η ευρωπαϊκή αυτοκινητοβιομηχανία. Η ομάδα εξέδωσε την εκθεσή της στις 12 Δεκεμβρίου έτους 2005. (E.E.,(2007),*Biodiesel*, [http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/automotive/competitiveness-cars21/cars21/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/automotive/competitiveness-cars21/cars21/index_en.htm) )

Από την άποψη αυτή η Ευρωπαϊκή ράπεζα Επενδύσεων θα ήταν δυνατόν να βοηθήσει στην ανάπτυξη και την κλιμάκωση οικονομικών βιώσιμων έργων και τεχνολογιών. Η εξέλιξη θα παρακολουθείται σε επίπεδο E.E. με σκοπό την παροχή στήριξης κατά την κατάλληλη στιγμή για την αναβάθμιση έργων επίδειξης σε δράσεις εμπορικής κλίμακας.

Ταυτοχρόνως πρέπει να παρέχονται εγγυήσεις όσον αφορά τα περιβαλλοντικά οφέλη για όλες τις νέες διεργασίες ενώ πρέπει να αρθούν όλα τα μη τεχνικού επιπέδου εμπόδια για την αποδοχή τους.

Επίσης οι προηγμένες τεχνολογίες βιοκαυσίμου θα ήταν δυνατόν να αποτελέσουν ενδιάμεσο βήμα για την κατα τρόπο ανανεώσιμο παραγωγή υδρογόνου, που προσφέρει την προοπτική μεταφορών σχεδόν χωρίς εκπομπές.

Όμως τα στοιχεία καύσιμου υδρογόνου απαιτούν νέα τεχνολογία κινητήρα καθώς και μεγάλες επενδύσεις σε εργοστάσια για την παραγωγή υδρογόνου καθώς και νέο σύστημα διανομής. Στο πλαίσιο αυτό η αειφορία του υδρογόνου πρέπει να αξιολογηθεί προσεκτικά. Συνεπώς, τυχόν μετατόπιση προς μεταφορές βασιζόμενες στο υδρογόνο απαιτούν μείζονος σημασίας απόφαση, βασιζόμενη σε μεγάλης κλίμακας και μακροπρόθεσμη στρατηγική. Εν κατακλείδη οι τεχνολογία των βιοκαυσίμων δεύτερης γενιάς βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο και οι χρήση τους σε πειραματικό και ερευνητικό επίπεδο, χωρίς να παρουσιάζεται διεθνώς μέχρι τώρα εμπορική χρήση τους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>: Τα Βιοκαύσιμα στην Ελλάδα

### 4.1. Επισκόπηση της καταστασης στην Ελλάδα

Η εγχώρια παραγωγή ενέργειας, στηρίζεται κατά 82% στον χαμηλής ποιότητας παραγόμενο λιγνίτη, στον οποίο στηρίζεται το 64% της παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος της χώρας (IAE, 2002). Αν και η πολιτεία στηρίζει τη χρήση αερίου για την παραγωγή ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό της βασίζεται ακόμα στην χρήση λιγνίτη, ενώ νέες μονάδες παραγωγής έχουν αδειοδοτηθεί να κάνουν χρήση λιγνίτη, με την προϋπόθεση να μην ξεπεραστούν τα επιτρεπόμενα όρια εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου, που έχουν θεσπιστεί για τη χώρα.

Η ενέργεια που προέρχονταν από ανανεώσιμες πηγές το 1998 στην Ελλάδα αποτελούσε το 5% της συνολικά παραγόμενης ενέργειας, που ανέρχεται σε 1,35 Μτοε, ή το 2,8% αυτής, αν εξαιρεθεί το ποσοστό της ενέργειας που παράγεται από μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα. Την ίδια χρονιά η ενέργεια που παρήχθη από βιομάζα αποτέλεσε το 67% της συνολικής ενέργειας στο Α.Π.Ε. δηλαδή περίπου 907 Μτοε, και προερχόταν κυρίως από την χρήση του ξύλου. Η οικιακή χρήση του ξύλου αντιπροσώπευε περίπου το 77% της υπολογισθείσας παραγόμενης ενέργειας από βιομάζα και ανερχόταν περίπου στους 702 Μτοε, ενώ η βιομηχανική χρήση της βιομάζας αντιστοιχούσε στην παραγωγή 205 Μτοε περίπου, και προερχόταν κυρίως από την εκμετάλλευση υπολειμμάτων ξυλείας, υπολειμμάτων από εκκοκκιστήρια βαμβακιού, φλοιών ρυζιού και άχυρου. Συνολικά μέχρι το 1999 είχαν καταγραφεί 60 επιχειρήσεις που λειτουργούν βασιζόμενες στην χρήση βιομάζας, στις οποίες συμπεριλαμβάνονται και εκείνες που επεξεργάζονται αστικά λύματα ή βιοαέριο που παράγεται από Χ.Υ.Τ.Α. για την παραγωγή ενέργειας.

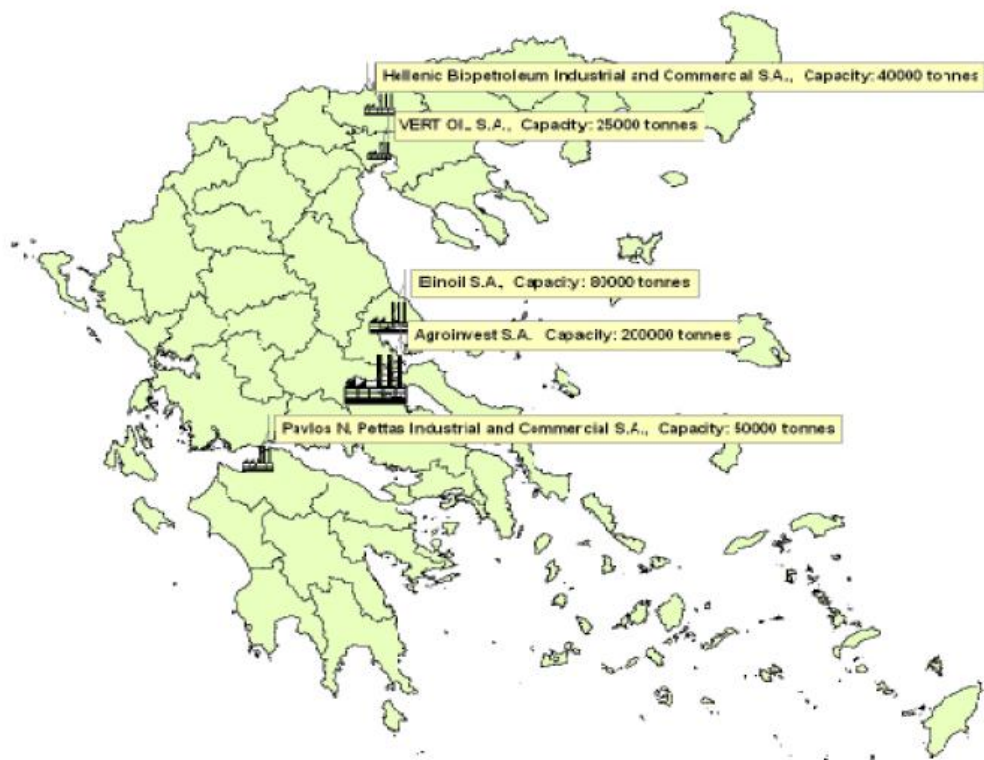
Η συμβολή των Α.Π.Ε. στην εγχώρια παραγωγή ενέργειας ήταν κατά ποσοστό 5,2% ή 1,46 Μτοε το έτος 2000 (Κ.Α.Π.Ε., 2002). Στα πλαίσια της Ελληνικής ενεργειακής πολιτικής έχει τεθεί σαν στόχος η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, εν γένει, σε ποσοστό 20,1% μέχρι το έτος 2010. Ωστόσο ακόμα η διαδικασία αδειοδότησης για εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη.

Το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) είναι το εθνικό κέντρο για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.), την Ορθολογική Χρήση Ενέργειας (Ο.Χ.Ε.) και την εξοικονόμηση ενέργειας (Ε.Ε.). Με τους Νόμους 2244/94 και 2702/99 το Κ.Α.Π.Ε. ορίσθηκε ως το Εθνικό Συντονιστικό Κέντρο στους τομείς δραστηριότητάς του. Ο κύριος σκοπός του είναι η προώθηση των εφαρμογών Α.Π.Ε./Ο.Χ.Ε./Ε.Ε. σε

εθνικό και διεθνές επίπεδο, καθώς και η κάθε είδους υποστήριξη δραστηριοτήτων στους παραπάνω τομείς συνυπολογίζοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Συγκεκριμένα το Κ.Α.Π.Ε. ασχολείται με την μελέτη της εφαρμογής διαφόρων νέων πηγών ενέργειας στον ελληνικό χώρο. Η έρευνα αφορά το παραγωγικό δυναμικό, τον απαραίτητο τεχνολογικό εξοπλισμό και τα οικονομικά χαρακτηριστικά της χρήσης αυτών των νέων ενεργειακών πηγών. Ιδιαίτερα υποσχόμενες ενεργειακές πηγές στην Ελλάδα αποτελούν η ηλιακή και η αιολική ενέργεια λόγω των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν στο χώρο.

Διάφορα οικονομικά κίνητρα δίνονται σήμερα από την κυβέρνηση με απώτερο σκοπό να προωθηθούν οι διάφορες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην χώρα μας. Τα διάφορα οικονομικά κίνητρα δίνονται με την μορφή είτε άμεσων επιδοτήσεων ή με την μορφή φορολογικών ελαφρύνσεων ενώ προσπάθειες γίνονται έτσι ώστε να μειωθεί το κόστος εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων ενεργειακών πηγών.



Εικόνα 4.1 Κύριες Ελληνικές μονάδες Παραγωγής βιοντίζελ

Από το σύνολο της παραγόμενης από ανανεώσιμες πηγές, ενέργειας στην Ελλάδα το 67% προέρχεται από εκμετάλλευση της βιομάζας. Το μεγαλύτερο ποσοστό της χρησιμοποιούμενης βιομάζας, περίπου 74% , αποτελούν ποσότητες ξύλου, που καίγονται απ' ευθείας, για την παραγωγή θερμότητας σε επίπεδο οικίας. Το υπόλοιπο 26% της παραγόμενης από την βιομάζα ενέργειας προήλθε από καύση παραπροϊόντων ξυλείας, διαφόρων καλλιεργειών και αγρό-βιομηχανιών, όπως



επίσης και από το βίο-αέριο που παράγεται σε Χ.Υ.Τ.Α. κατά την επεξεργασία αστικών λυμάτων.

#### **4.2. Επιστημονικές έρευνες στην Ελλάδα σχετικά με την απόδοση του βιοντίζελ και τις εκπομπές αερίων στην ατμόσφαιρα**

Οι Παπαζήση, Αντωνάκου, Λάμπας, Τσάκης, Ζάρβανης και Κωσταντόπουλος μελέτησαν την επίδραση της χρήσης δύο ειδών βιοντίζελ (βαμβακέλαιο και ηλιέλαιο) και του ποσοστού τους επί τοις εκατό στο καύσιμο μίγμα στους εκπεμπόμενους ρύπους ενός πραγματικού οχήματος με μηχανή diesel καθώς και στην κατανάλωση καυσίμου. Οι ερευνητές συμπέραναν ότι η χρήση βιοντίζελ στο καύσιμο οδηγεί σε αύξηση στην κατανάλωση του καυσίμου της τάξης 5-10% συγκριτικά με το καθαρό συμβατικό diesel. Το βιοντίζελ από βαμβακέλαιο εμφανίζει μικρότερη κατανάλωση από αυτή του ηλιέλαιου. Επίσης οι εκπομπές των σωματιδίων αιθάλης αυξάνονται με τη χρήση βιοντίζελ στο καύσιμο μίγμα με 5% κ.ο. βαμβακέλαιο, το οποίο εμφανίζει τις ίδιες εκπομπές με το καθαρό συμβατικό diesel. Οι εκπομπές NO κατά τη χρήση βιοντίζελ από βαμβακέλαιο φάνηκαν να είναι χαμηλότερες τόσο από αυτές του diesel όσο και από τις αντίστοιχες κατά τη χρήση ηλιέλαιου, το οποίο έχει υψηλότερες από το καθαρό συμβατικό diesel. Παρατηρήθηκε δε αυξητική τάση των εκπομπών NO με την αύξηση του % ποσοστού βιοντίζελ στο καύσιμο. Οι ερευνητές παρατήρησαν επίσης ότι το βιοντίζελ από βαμβακέλαιο εμφανίζει χαμηλότερες εκπομπές CO από το diesel, ενώ το ηλιέλαιο υψηλότερες. Επίσης υπήρχε μειούμενη τάση με την αύξηση του % ποσοστού βιοντίζελ στο καύσιμο μίγμα. Τέλος η χρήση βιοντίζελ από ηλιέλαιο στο καύσιμο μίγμα οδήγησε σε μείωση όσον αφορά στυς εκπεμπόμενους άκαυστους υδρογονάνθρακες συγκριτικά με το καθαρό συμβατικό diesel ενώ με το βαμβακέλαιο σε αύξηση. (Παπαζήση Κ.Γ., Αντωνάκου Ε., Λάμπας Α.Α., Τσάκης Α., Ζάρβανης Δ., Κωνσταντόπουλος Α., Χρήση μιγμάτων ντίζελ/βιοντίζελ από βαμβακέλαιο και ηλιέλαιο ως εναλλακτικά καύσιμα σε μηχανή ντίζελ.)

Οι Φονταράς Σαμαράς και Μίλτσιος ορμώμενοι από την νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, βάσει της οποίας επιβάλλοταν η αντικατάσταση ενός ελάχιστου ποσοστού 5,75% των καυσίμων που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές από βιοκαύσιμα μέχρι το τέλος του 2010, το σημερινό αντιστοιχο ποσοστό που ορίζει η ισχύουσα νομοθεσία είναι 10% μέχρι το τέλος του 2020. Μελέτησαν τη δυνατότητα χρήσης μιγμάτων βαμβακελαίου ντίζελ, τα οποία παρουσιάζουν ιδιότητες σύμφωνες με τα υφιστάμενα πρότυπα ποιότητας καυσίμων. Οι ερευνητές πραγματοποίησαν μετρήσεις στις φυσικές ιδιότητες των πειραματικών καυσίμων και μετρήσεις σε επιβατηγά οχήματα, προκειμένου να αποδείξουν ότι οι εκπομπές ρύπων των

οχημάτων μειώνονται και ότι η λειτουργία του κινητήρα δεν επηρεάζεται από τα καύσιμα αυτά. Οι ερευνητές επίσης συμπέραναν ότι τα μίγματα βαμβακέλαιου ντίζελ παρουσιάζουν ενδιαφέρον ως καύσιμα οχημάτων ενώ είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν σε περιεκτικότητες μεγαλύτερες του 5,75%. (Φονταράς Γ., Σαμαράς Ζ., και Μίλτσιος Γ., *Μελέτη και αξιολόγηση μιγμάτων φυτικών ελαίων-ντίζελ για χρήση ως καύσιμα οχημάτων.*)

Η Τουμπέλη, μελέτησε τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του βιοντίζελ FAME ελληνικής παραγωγής και των μιγμάτων του με το πετρέλαιο κίνησης που παράγεται στο Διυλιστήριο Θεσσαλονίκης. Η ερευνήτρια μελέτησε επίσης διεξοδικά τη συμπεριφορά του βιοντίζελ και των μιγμάτων του σε χαμηλές θερμοκρασίες, στη λιπαντικότητα, στη σταθερότητα στην οξείδωση και στον αριθμό κετανίου. Η ερευνήτρια συμπέρανε ότι το σημείο απόφραξης ψυχρού φίλτρου του βιοντίζελ μπορεί να ρυθμιστεί με κατάλληλη επιλογή της σύστασης της πρώτης ύλης παραγωγής του. Η προσθήκη του βιοντίζελ στο πετρέλαιο κίνησης σε ποσοστά μέχρι 5% κ.ο., μπορεί να μεταβάλλει το σημείο απόφραξης ψυχρού φίλτρου του βιοντίζελ, συμπεριφορά που καθορίζεται από την προέλευση του βιοντίζελ. Η λιπαντικότητα του πετρελαίου κίνησης βελτιώνεται σημαντικά με την προσθήκη βιοντίζελ καθιστώντας περιττή τη χρήση άλλων βελτιωτικών προσθέτων. Η σταθερότητα στην οξείδωση των μιγμάτων βιοντίζελ-πετρελαίου κίνησης είναι πολύ καλή ανεξάρτητα από την αντοχή στην οξείδωση του βιοκαυσίμου και τη συγκέντρωση του μέχρι 10% κ.ο., για το βιοντίζελ που προήλθε από πρωτογενή, μη ανακυκλωμένα φυτικά έλαια. Όσον αφορά στον αριθμό κετανίου του βιοντίζελ, παρατηρήθηκαν διαφορές μέχρι 7 μονάδες ανάλογα με την προέλευσή του. Η προσθήκη του βιοντίζελ στο πετρέλαιο κίνησης προκαλεί μείωση του αριθμού κετανίου του καυσίμου, ο οποίος παραμένει αρκετά υψηλός για μίγματα που περιέχουν μέχρι 20% σε βιοκαύσιμο. Τέλος υπάρχουν ενδείξεις ότι η χρήση τηγανελίων στην παραγωγή βιοντίζελ επιδρά αρνητικά στη σταθερότητα στην οξείδωση και στον αριθμό κετανίου των μιγμάτων που ωστόσο παραμένουν εντός προδιαγραφών. (Τουμπέλη Α., *Επιπτώσεις της προσθήκης βιοντίζελ FAME στην ποιότητα του πετρελαίου κίνησης.*)

Οι Γράβαλος, Γιαλαμάς, Κουτσοφίτης, Αυγουστής, Κατέρης, Ξυραδάκης, Λιανός, Τσιρόπουλος, Γεωργιάδης μελέτησαν τη χρήση του βιοντίζελ στην κίνηση των γεωργικών ελκυστήρων. Η παραγωγή του βιοντίζελ έγινε από ελαιούχα φυτά όπως ελαιοκράμβη και ηλίανθο, με τη μέθοδο της καταλυτικής μετεστεροποίησης σε πειραματική μονάδα παραγωγής, δοκιμάστηκε αυτούσιο βιοντίζελ και μίγματα αυτού με συμβατικό ντίζελ. Για την εξαγωγή συμπερασμάτων συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα με τη μορφή διαγραμμάτων της ισχύος, της ροπής στρέψης και της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου. Οι ερευνητές τελικά κατέληξαν πως η χρήση βιοντίζελ B100 και μειγμάτων με συμβατικό ντίζελ κίνησης είναι δυνατή χωρίς η με περιορισμένες επεμβάσεις στον πετρελαιοκινητήρα και πως η απόδοση των

πετρελαιοκινητήρων άμεσης εγχύσεως δεν επηρεάζεται σημαντικά από τη χρήση μεθυλεστέρων διαφορετικών φυτικών ελαίων (κραμβέλαιο και ηλιέλαιο) καθώς και των μειγμάτων τους με συμβατικό ντίζελ. Ακόμη κατέληξαν στο ότι η αυξημένη ειδική κατανάλωση του B100, προερχόμενο είτε από κραμβέλαιο είτε από ηλιέλαιο, οφείλεται κατά κύριο λόγο στο διαφορετικό ειδικό βάρος. (Γράβαλος Ι., Γιαλαμάς Θ., Κουτσοφίτης Ζ., Αυγουστής Α., Κατέρης Δ., Ξυραδάκης Π., Λιανός Γ., Τσιρόπουλος Ζ., Γεωργιάδης Α., Η χρήση βιοντίζελ στην κίνηση των γεωργικών ελκυστήρων).

### 4.3 Νομικό πλαίσιο Ελλάδος

Στην πρώτη Έκθεση τα Κράτη μέλη αναφέρουν το επίπεδο των εθνικών ενδεικτικών τους στόχων για την πρώτη φάση, ενώ στις έκθεσεις που καλύπτουν τα έτη 2009 και 2011, επισημαίνουν το επίπεδο των εθνικών ενδεικτικών τους στόχων για τη δεύτερη και Τρίτη φάση αντίστοιχα. Με σκοπό την εφαρμογή-ενσωμάτωση της εν λόγω οδηγίας στο εθνικό δίκαιο, έτσι ώστε τα βιοκαύσιμα ή άλλα ανανεώσιμα καύσιμα να εισαχθούν στην ελληνική αγορά καυσίμων μεταφορών, η αρμόδια Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας του Υπουργείου Ανάπτυξης με αμοιβαία συμβολή και βοήθεια από το Εργαστήριο Καυσίμων και Λιπαντικών του Εθνικού ετσόβιου Πολυτεχνείου και το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ξεκίνησε σειρά επαφών με όλους τους εγχώρια εμπλεκόμενους στον τομέα καυσίμων/βιοκαυσίμων (Υπουργείο Οικονομίας και Οικονομικών, Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Γενικό Χημείο του Κράτους, ΕΛ.ΠΕ., ΜΟΤΟΡ ΟΙΛ, Σύνδεσμος Εταιριών Εμπορίας Πετρελαιοειδών, εταιρίες παραγωγής βιοκαυσίμων υπάρχουσες ή ενδιαφερόμενες, κ.α.), καθώς και τη Γενική Διεύθυνση Ενέργειας και Μεταφορών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, αλλά και ειδικούς στον τομέα βιοκαυσίμων από διάφορες ευρωπαϊκές χώρες.

Τα σημαντικότερα σημεία που παρουσιάζονται από την παραπάνω διαδικασία είναι τα εξής: (Οδηγία 2003/30/ΕΚ, της 8<sup>ης</sup> Μαΐου 2003, σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές, ΕΕ L 123 της 17.5.2003).

- Ανάμεσα στα βιοκαύσιμα που απαριθμούνται στην Οδηγία 2003/30/ΕΚ, τα προσφορότερα για την Ελλάδα είναι το βιοντίζελ και η βιοαιθανόλη.
- Η βιοαιθανόλη παρουσιάζει τεχνικές δυσκολίες κατά τη διαδικασία νάμειξης της με τη βενζίνη με βασικότερες, το διαχωρισμό παρουσία νερού υπο ψυχρές συνθήκες και η υψηλή τάση ατμών (RVP) ειδικά στις βενζίνες

θερινών προδιαγραφών. Για τον λόγο αυτό προτιμάται η μετατροπή εντός των διυλιστηρίων της βιοαιθανόλης σε ETBE(Ethyl Tertiary Butyl Ether) και χρήση του τελευταίου ως συστατικό ανάμιξης στις βενζίνες, σε αντικατάσταση του MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) που χρησιμοποιείται τώρα. Το ποσοστό ανάμιξης ETBE σε βενζίνη μπορεί να ανέλθει μέχρι 15% κατ'όγκο, ενώ για τη βιοαιθανόλη το ποσοστό αυτό ανέρχεται μόνο μέχρι 5% κατ'όγκο.

- Η μετατροπή βιοαιθανόλης σε ETBE(Ethyl Tertiary Butyl Ether) μπορεί να γίνει και στις υπάρχουσες μονάδες παραγωγής MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) των διυλιστηρίων μετά από ελάχιστες τροποποιήσεις αυτών. Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται ευρέως σε Ισπανία, Ιταλία, Γαλλία και άλλες ευρωπαϊκές χώρες.
- Από ανάλυση παλινδρόμησης εκτιμήθηκαν οι καταναλώσεις βενζίνης για την περίοδο 2005-2010, με βάση τις οποίες προέκυψε ότι η ποσοτήτά βιοαιθανόλης που απαιτήθηκε για την Ελλάδα για το έτος 2005 για να καλύψει τον ενδεικτικό στόχο του 2% ανερχόταν σε 120.000 τόνους, ενώ για το έτος 2010 και για τον αντίστοιχο ενδεικτικό στόχο του 5.75% ανέρχεται σε 390.000 τόνους.
- Μέχρι σήμερα δεν υπάρχει παραγωγή ή εισαγωγή βιοαιθανόλης για χρήση ως καυσίμου μεταφορών παρά μονάχα για την Παρασκευή αλκοολούχων ποτών.
- Τονίζεται πως δεν έχουν εκδοθεί ακόμη από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Τυποποίησης (CEN) προδιαγραφές για βιοαιθανόλη κίνησης.
- Επιπλέον, προς αποτροπή κάθε απόπειρας νόθευσης της (κατά πάσα πιθανότητα αφορολόγητης) βιοαιθανόλης κίνησης με τη φθηνότερη χημικά παραγόμενη αιθανόλη, η διαφορά των οποίων είναι πολύ δύσκολο να ανιχνευθεί ειδικά σε μίγματα με βενζίνη, προκρίνεται η λύση της ιχνηθέτησης της βιοαιθανόλης με ETBE εντός των μονάδων παραγωγής της, όπως εφαρμόζεται στα υπόλοιπα κράτη της Ευρώπης.
- Αναφορικά με την παραγωγική διαδικασία σημειώνεται ότι η βιοαιθανόλη παράγεται μέσω ζύμωσης από πρώτες ύλες φυτά πλούσια σε υδατάνθρακες.
- Επισημαίνεται ότι στην Ελλάδα σήμερα για τη βιοαιθανόλη σημαντικό ρόλο αναμένεται να διαδραμαματίσει ο γλυκός σόργος, ο οποίος έχει υψηλότερη στρεμματική απόδοση σε βιοαιθανόλη σε σχέση με το ζαχαρότευτλο και σύμφωνα με δοκιμαστικές καλλιέργειες, φαίνεται να ευδοκιμεί σε όλη τη χώρα.
- Βάση της νομοθεσίας στην Ελλάδα το βιοντίζελ θα πρέπει να πληροί την προδιαγραφή του προτύπου ΕΛΟΤ EN 14214.

#### **4.3.1 Εναρμόνιση της Ελληνικής νομοθεσίας με την οδηγία 2003/30/ΕΚ**

Ο βασικός νόμος ο οποίος διέπει την παραγωγή και διάθεση Βιοκαυσίμων στην Ελλάδα είναι ο ν.3423/05 (<<Εισαγωγή στην Ελληνική Αγορά των Βιοκαυσίμων και των άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων>>). Ο ν.3423/05 ενσωματώνει την οδηγία 2003/30/ΕΚ της ΕΕ στην Ελληνική νομοθεσία μέσω της τροποποίησης του νόμου 2773/99 και κυρίως του νόμου 3054/02 περί <<Οργάνωσης της αγοράς πετρελαιοειδών και άλλων διατάξεων>>. Βασικά σημεία του νόμου 3423/05 είναι:

- Οι ορισμοί διαφόρων εννοιών σχετικών με τα Βιοκαύσιμα όπως Βιομάζα, Βιοντίζελ και Βιοαιθανόλη.
- Άδεια διάθεσης (παραγωγής ή εισαγωγής ή εμπορίας) βιοκαυσίμων.
- Δυνατότητα διάθεσης εφόσον πληρούνται οι τεχνικές προδιαγραφές.
- Δυνατότητα ανάμιξης από κατόχους άδειας διύλισης ή άδειας εμπορίας κατηγορίας Α.
- Ένταξη στο Πρόγραμμα Κατανομής Ποσοτήτων Βιοκαυσίμων.
- Για τις παραπάνω ποσότητες υποχρεωτική παραλαβή από τους δυνάμενους να προβούν σε ανάμιξη με υποχρέωση να τις διαθέτουν στη λιάνικη εμπορία που υποχρεούνται να τις παραλαμβάνει εφόσον της παραδίδεται σε μίγμα μέχρι 5% κατ'όγκο.
- Δυνατότητα επιβολής ανώτατης τιμής πώλησης στους κατόχους άδειας διάθεσης βιοκαυσίμων.
- Το τελικό πρὸς διάθεση υγρό, αυτούσιο βιοκαύσιμο, πρέπει να παράγεται εντός Ε.Ε., υποχρεώτικα.
- Δεν τίθεται ανάλογη υποχρέωση για την πρώτη ύλη (π.χ. γεωργικό προϊόν, φυτικό έλαιο).
- Τίθεται προτεραιότητα κατά την κατανομή ποσοτήτων βιοκαυσίμων εάν βιοκαύσιμο παράγεται από γεωργικό προϊόν παραγόμενο στην Ελλάδα.
- Η Θεσμοθέτηση του Προγράμματος Κατανομής Αφορολόγητων Ποσοτήτων σύμφωνα με το οποίο καθορίζονται η διαδικασία, τα κριτήρια και η μεθοδολογία κατανομής των αυτούσιων βιοκαυσίμων που θα απαλλάσσονται κάθε έτος του Ειδικού Φόρου Κατανάλωσης.

#### **4.3.2 Τεχνικός κανονισμός για τα βιοκαύσιμα καθώς και για την αποθήκευση και διακίνηση βιοκαυσίμων στην Ελλάδα.**

Βάση της νομοθεσίας στην Ελλάδα το βιοντίζελ θα πρέπει να πληροί την προδιαγραφή του προτύπου **ΕΛΟΤ EN 14214** η οποία ορίζει τις παρακάτω προδιαγραφές :

### 1.1 Προδιαγραφές

- Η πυκνότητα του καυσίμου στους 15οC κυμαίνεται από 860 έως 900 kg/m<sup>3</sup> .
- Το ιξώδες του καυσίμου στους 40οC κυμαίνεται από 3,50 έως 5,00 mm<sup>2</sup>/sec.
- Η περιεκτικότητά του καυσίμου σε νερό μπορεί να είναι μέχρι 500 mg/kg μέγιστο.
- Μπορεί να περιέχει μεθανόλη σε ποσοστό 0,2% μέγιστο.

### 1. Γενική ταξινόμηση βιοντίζελ σύμφωνα με το σημείο ανάφλεξης

- Το σημείο ανάφλεξης του βιοντίζελ είναι κατ' ελάχιστο 101 οC.
- Το σημείο ανάφλεξης του συμβατικού (ορυκτής προέλευσης) ντίζελ είναι κατ' ελάχιστο 55 οC.
- Το αυτούσιο βιοντίζελ καθώς και τα μείγματά του ταξινομούνται ανάλογα με το σημείο ανάφλεξής τους στις κατηγορίες της παρ. 3 του Κεφαλαίου 1 της ΚΥΑ 34458/1990 (ΦΕΚ 846Β'), της παρ. 1.1.1. του Κεφαλαίου 1 της ΥΑ 34628/19085 (ΦΕΚ 799Β') και της παρ. 1.1.1. του Κεφαλαίου 1 του ΠΔ 44/1987 (ΦΕΚ 15Α'). Ως εκ τούτου, το αυτούσιο βιοντίζελ, ως έχον σημείο ανάφλεξης πάνω από 100οC, ταξινομείται στην κατηγορία "Αταξινόμητα υγρά", ενώ το μείγμα βιοντίζελ με συμβατικό ντίζελ ταξινομείται στην κατηγορία III.

### 2. Γενικά Χαρακτηριστικά Ιδιότητες βιοντίζελ.

- Η θερμογόνος δύναμη του βιοντίζελ είναι περίπου το 93% της θερμογόνου δύναμης του συμβατικού ντίζελ ανά μονάδα όγκου.
- Το βιοντίζελ καίγεται είτε αυτούσιο είτε σε ανάμειξη με συμβατικό ντίζελ.
- Δεν διαλύεται στο νερό.
- Είναι υδρόφιλο και δημιουργεί γαλακτώματα.
- Το βιοντίζελ δεν έχει αναθυμιάσεις λόγω πολύ μικρής τάσης ατμών.
- Όταν συμβεί διαρροή ή έκχυση σε περιοχές που υπάρχει νερό, το βιοντίζελ επιπλέει στην επιφάνεια.
- Το βιοντίζελ είναι βιοαποικοδομήσιμο και στο νερό βιοδιασπάται τέσσερις (4) φορές ταχύτερα σε σχέση με το πετρελαϊκό ντίζελ.
- Επειδή η τάση ατμών του βιοντίζελ είναι χαμηλή δεν δημιουργείται επικίνδυνη ατμόσφαιρα. Ωστόσο, κατά τη γρήγορη πλήρωση δεξαμενών, για να μη δημιουργείται νέφος σταγονιδίων, η πλήρωση συνιστάται να γίνεται από τον πυθμένα της δεξαμενής.
- Το βιοντίζελ δεν δημιουργεί τοξικές αναθυμιάσεις.
- Το βιοντίζελ έχει καθαριστική ικανότητα (τασιενεργό).

### **3. Αποθήκευση του βιοντίζελ.**

- Το βιοντίζελ και τα μείγματα βιοντίζελ με συμβατικό ντίζελ θα πρέπει να αποθηκεύονται σε καθαρό, ξηρό και σκοτεινό περιβάλλον. Πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για την αποφυγή εισροής νερού μέσα στη δεξαμενή. Η παρουσία νερού στον πυθμένα ευνοεί την ανάπτυξη μικροοργανισμών στο βιοντίζελ.
- Κατά την αλλαγή χρήσης μιας δεξαμενής από μείγμα βιοντίζελ σε ντίζελ, πρέπει η δεξαμενή να καθαρίζεται, να επιθεωρείται και να επισκευάζεται. Οι παλαιότερες δεξαμενές πρέπει να καθαριστούν διεξοδικά, προκειμένου να αφαιρεθούν σωματίδια και ιζήματα που ενδέχεται τελικά να μολύνουν τον εφοδιασμό της δεξαμενής.

### **4. Ασφάλεια Μεταφορά Φόρτωση του βιοντίζελ.**

Το βιοντίζελ και τα μείγματα βιοντίζελ – ντίζελ μεταφέρονται με βυτιοφόρα μέσα μεταφοράς πετρελαιοειδών ή με δεξαμενόπλοια. Το αυτούσιο βιοντίζελ, το οποίο δεν ταξινομείται ως επικίνδυνο για οδική μεταφορά, μπορεί να μεταφερθεί οδικώς και με βυτιοφόρα μέσα μεταφοράς χημικών υγρών. Για να αποφευχθεί η επιμόλυνση του προϊόντος, συνιστάται, πριν την φόρτωση βιοντίζελ σε βυτιοφόρο πετρελαιοειδούς, να ελέγχεται ότι δεν υπάρχουν υπολείμματα πετρελαιοειδών και νερού. Η μεταφορά αυτούσιου βιοντίζελ με βυτία, τα οποία προηγουμένως μετέφεραν όξινα ή και βασικά διαλύματα, γλυκερίνη, φυτικά έλαια κ.ά., γίνεται μόνον ύστερα από καθαρισμό του βυτίου. Σε κάθε περίπτωση συνιστάται να λαμβάνονται όλες οι προφυλάξεις για να μην δημιουργηθούν συνθήκες ανάφλεξης.

### **5. Συμβατότητα υλικών με βιοντίζελ.**

Το αυτούσιο βιοντίζελ μπορεί να αποικοδομήσει κάποιες σωληνώσεις, φλάντζες, ελαστομερή στεγανοποιητικά, κόλλες και πλαστικά με την παρατεταμένη έκθεση. Υλικά φυσικού ή καουτσούκ νιτριλίου, πολυπροπυλενίου, βινυλίου και υλικά από Tygon είναι ιδιαίτερα ευάλωτα. Τα περισσότερα ελαστομερή που χρησιμοποιούνται μετά το 1993 είναι συμβατά με το βιοντίζελ (Viton/τεφλόν). Τεφλόν, Viton και νάιλον αντιδρούν ελάχιστα στο βιοντίζελ.

Οι περισσότερες δεξαμενές που είναι σχεδιασμένες για αποθήκευση πετρελαίου ντίζελ είναι επαρκείς για την αποθήκευση βιοντίζελ. Στα αποδεκτά υλικά δεξαμενών αποθήκευσης περιλαμβάνονται το αλουμίνιο, ο χάλυβας, το φθοριωμένο πολυαιθυλένιο, το φθοριωμένο πολυπροπυλένιο, το τεφλόν και τα περισσότερα Fiberglasses. Ο ορείχαλκος, ο μπρούτζος, ο χαλκός, ο μόλυβδος, ο κασσίτερος, και ο ψευδάργυρος θα επιταχύνουν τη διαδικασία οξείδωσης του βιοντίζελ και θα δημιουργήσουν ιζήματα ή gels και άλατα. Τα υλικά συγκολλησεως από μόλυβδο και οι επενδύσεις ψευδάργυρου πρέπει να αποφευχθούν, όπως επίσης σωλήνες και εξαρτήματα χαλκού και οι ρυθμιστικές ορείχαλκου. Ο εξοπλισμός που δέχεται

επίδραση πρέπει να αντικαθίσταται από ανοξείδωτο χάλυβα, χάλυβα και αλουμίνιο.

Μείγματα από 20% βιοντίζελ και κάτω έχουν δείξει πολύ μικρότερη επίδραση στα υλικά αυτά. Τα αποτελέσματα είναι σχεδόν ανύπαρκτα σε χαμηλού επιπέδου μείγματα. Κατά τη διαχείριση μιγμάτων από 20% βιοντίζελ και κάτω, η απλή παρακολούθηση σωληνώσεων και φλαντζών για διαρροές είναι επαρκής. Μείγματα από 20% βιοντίζελ και κάτω μειώνουν την επίδραση των μετάλλων σε θέματα συμβατότητας.

Όσον αφορά τη βιοαιθανόλη ο τεχνικός κανονισμός ορίζει:

### **1. Γενική ταξινόμηση βιοαιθανόλης σύμφωνα με το σημείο ανάφλεξης.**

Η βιοαιθανόλη πληροί την προδιαγραφή του προτύπου **ΕΛΟΤ EN 15376**.

Το σημείο ανάφλεξης της βιοαιθανόλης είναι 13 οC. Ως εκ τούτου, ταξινομείται στην Κατηγορία I της παρ. 3 του Κεφαλαίου 1 της ΚΥΑ 34458/1990 (ΦΕΚ 846Β'), της παρ. 1.1.1. του Κεφαλαίου 1 της ΥΑ 34628/19085 (ΦΕΚ 799Β') και της παρ. 1.1.1. του Κεφαλαίου 1 του ΠΔ 44/1987 (ΦΕΚ 15Α').

### **2. Ιδιότητες της βιοαιθανόλης.**

- Η θερμογόνο δύναμη της βιοαιθανόλης είναι περίπου το 67% της θερμογόνου δύναμης της βενζίνης ανά μονάδα όγκου.
- Η βιοαιθανόλη έχει μεγάλη διαλυτότητα στο νερό.
- Το διάλυμα βιοαιθανόλης – βενζίνης έχει ένα σχετικά αδύναμο δεσμό.
- Η διαλυτότητα του νερού σε ένα μείγμα αιθανόλης – βενζίνης είναι ανάλογη της θερμοκρασίας.
- Η βιοαιθανόλη για ανάμειξη με τη βενζίνη θα πρέπει να είναι άνυδρη, για να αποφευχθεί ο διαχωρισμός φάσης βενζίνης – αιθανόλης. Ο διαχωρισμός φάσης μπορεί να συμβεί σε περιεκτικότητα νερού πάνω από περίπου 0.05% στους 15 οC για 1% βιοαιθανόλη, αυξανόμενης της περιεκτικότητας νερού σε περίπου 0,2% για ένα μείγμα το οποίο περιέχει 5% αιθανόλη.
- Η βιοαιθανόλη, προκειμένου να διατεθεί στην ελληνική αγορά, μετουσιώνεται, σύμφωνα με την απόφαση ΑΧΣ 314/2010 (ΦΕΚ 69/Β/27-1-12), με:
  - α) αίθυλο-τριτοταγή-βουτυλαιθέρα (ETBE) ποιότητας που προορίζεται για καύσιμο (fuel grade), σε ποσοστό 1% κατ' όγκον ή/και
  - β) αμόλυβδη βενζίνη σύμφωνη με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 228, σε ποσοστό 1% κατ' όγκον.
- Η ανάμειξη βιοαιθανόλης με βενζίνη είναι ενδόθερμη διεργασία, με αποτέλεσμα ο όγκος του τελικού μείγματος να είναι μεγαλύτερος από το άθροισμα των όγκων της βιοαιθανόλης και της βενζίνης.



- Η ανάμειξη βιοαιθανόλης σε χαμηλά ποσοστά (κάτω από 10%) με βενζίνη ανυψώνει σημαντικά την τάση ατμών.
- Η βιοαιθανόλη έχει χαμηλή τοξικότητα.
- Είναι εύκολα βιοδιασπώμενη είτε αεροβικά είτε αναερόβια στο νερό και στο χώμα. Τυπικά στο έδαφος ή στα υπόγεια ύδατα, η ημιζωή της βιοαιθανόλης είναι μεταξύ λίγων ωρών έως λίγων ημερών.

### **3. Ασφάλεια.**

- Μέσα σε μία δεξαμενή βιοαιθανόλης η ατμόσφαιρα πάνω από τη στάθμη θα πρέπει να θεωρείται πάντοτε ότι είναι αναφλέξιμη περιοχή.
- Η βιοαιθανόλη συνιστάται να αποθηκεύεται σε δεξαμενές εσωτερικού πλωτού διαφράγματος. Λόγω της παρουσίας των εύφλεκτων ατμών συνιστάται να εισάγεται άζωτο στον κενό χώρο της δεξαμενής για την εξασφάλιση αδρανούς ατμόσφαιρας.
- Οι φλόγες βιοαιθανόλης είναι πολύ δύσκολο να γίνουν ορατές στο φως της ημέρας.
- Οι ατμοί βιοαιθανόλης είναι βαρύτεροι από τον αέρα.
- Τα μείγματα βιοαιθανόλης – βενζίνης είναι ηλεκτρικά αγώγιμα και δεν παρατηρείται δημιουργία στατικού ηλεκτρισμού. Παρόλα αυτά οι ατμοί της βιοαιθανόλης μπορούν να αναφλεγούν από κάποιο σπινθήρα από άλλες πηγές (ηλεκτροστατικές εκκενώσεις και σπινθήρες).
- Πρέπει να δίνεται προσοχή κατά τη φόρτωση με μη αγώγιμα καύσιμα, τα οποία προηγουμένως μετέφεραν μείγματα βιοαιθανόλης, εξαιτίας της ανάπτυξης στατικών φορτίων.

### **4. Τρόποι ανάμειξης.**

Η ανάμειξη βιοαιθανόλης - βενζίνης για την παραγωγή μειγμάτων με περιεκτικότητα σε βιοαιθανόλη έως 10%, λόγω των προαναφερθέντων προβλημάτων, συνιστάται να γίνεται στις εγκαταστάσεις διανομής, ήτοι στις εγκαταστάσεις διακίνησης (Terminals & Depots) των εταιρειών εμπορίας πετρελαιοειδών ή στους Σταθμούς φόρτωσης βυτιοφόρων των Διυλιστηρίων, ώστε να είναι όσο το δυνατόν πλησιέστερα στο σημείο πώλησης. Ενδεικτικά αναφέρονται οι ακόλουθοι τρόποι ανάμειξης:

- Μέσα στη δεξαμενή αποθήκευσης (δεν συνιστάται όταν η δεξαμενή έχει εξωτερική πλωτή οροφή).
- Μέσα στο βυτίο μεταφοράς
- Κατά τη φόρτωση στα γεμιστήρια.

Αξίζει να σημειωθεί πως ο τεχνικός κανονισμός έλαβε την τελική του μορφή μετά την ολοκλήρωση δημόσιας ηλεκτρονικής διαβούλευσης η οποία έλαβε χώρο

ηλεκτρονικά στην ιστοσελίδα του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και έλαβε τέλος στις 08-06-2012.

#### **4.4. Ελληνική οικονομική στρατηγική για το βιοντίζελ**

Συγκρίνοντας τις κινήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και των Ελληνικών Κυβερνήσεων συμπεραίνουμε πως το Ελληνικό Κρατος δεν έχει κάποια συγκεκριμένη στρατηγική για το κλάδο του βιοντίζελ. Αυτό που μπορούμε να διαπιστώσουμε, είναι ότι οι αποφάσεις που λαμβάνονται συμβαδίζουν απόλυτα με τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και το τι αυτή ζητάει από τα κράτη μέλη της.

Το μόνο σίγουρο είναι ότι σε ένα τέτοιο κλάδο, όπως είναι ο κλάδος του βιοντίζελ που βοηθάει στην απεξάρτηση της χώρας από τα ορυκτά καύσιμα και από τρίτες χώρες-προμηθευτές, τα πράγματα δεν πρέπει να διαμορφώνονται από μονα τους χωρίς να ληφθούν υπόψη οι ιδιαιτερότητες της χώρας μας.

Παρόλα αυτά, η διαδικασία της κατανομής των ποσοτώσεων για τις εταιρείες παραγωγής και εισαγωγής βιοντίζελ προκύπτει με βάση κάποια κριτήρια που έχουν θεσπίσει από το Υπουργείο Ανάπτυξης σε συνεργασία με τα Υπουργεία Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και Οικονομικών. Τα κριτήρια-δικαιολογητικά είναι τα παρακάτω.

- Συμβάσεις ελληνικών ενεργειακών καλλιεργειών, σε στρέμματα, για ηλίανθο, ελαιοκράβμη και λοιπά συμβατά είδη για την παραγωγή βιοντίζελ εφόσον ο αιτών παράγει τις απαιτούμενες ποσότητες βιοντίζελ σε μονάδα παραγωγής εντός της Ελληνικής Επικράτειας.
- Τιμολόγια αγοράς βαμβακόσπορου η βαμβακέλαιου ελληνικής προέλευσης, σε κιλά η μετρικούς τόνους συνοδευόμενα από τα σχετικά δελτία αποστολής. Η Ελληνική προέλευση του βαμβακόσπορου και του βαμβακέλαιου πιστοποιείται με σχετική αναγραφή επί του τιμολογίου η από τα σχετικά δελτία αποστολής. Σε περίπτωση ιδιοπαραγωγής των ανωτέρω πρώτων υλών, απαιτείται αντίγραφο του θεωρημένου βιβλίου αποθήκης που να αποδεικνύει με σαφήνεια την ύπαρξη και την επάρκεια των απαιτούμενων ποσοτήτων των ανωτέρω, καθώς και τη χρήση για παραγωγή βιοντίζελ.
- Τιμολόγια προμήθειας, σε κιλά η μετρικούς τόνους, χρησιμοποιημένων φυτικών ελαίων, τηγανελαιών και ζωικών λιπών, ελληνικής προέλευσης, κατάλληλων για παραγωγή βιοντίζελ, συνοδευόμενα από αντίστοιχα δελτία αποστολής. Επιπλέον, υπεύθυνη δήλωση προμηθευτή χρησιμοποιημένων φυτικών ελαίων, τηγανελαιών και ζωικών λιπών, με θεώρηση του γνησίου

της υπογραφής από αρμόδια αρχή, για την ακρίβεια των τιμολογίων ως προς την ποσότητα και την προέλευση των πρώτων υλών.

- Πιστοποιητικό ή σύμβαση ανάθεσης για την λήψη ISO σειράς 9000 για την αιτούσα εταιρεία, σχετικά με την παραγωγή ή και διάθεση βιοντίζελ.
- Συμβάσεις συνεργασίας της αιτούσας εταιρείας με ερευνητικά ιδρύματα και φορείς ή συμβάσεις συμμετοχής σε ερευνητικά ιδρύματα και φορείς ή συμβάσεις συμμετοχής σε ερευνητικά προγράμματα, εντός της ΕΕ, για θέματα σχετικά με τα βιοκαύσιμα τουλάχιστον εξαμήνης διάρκειας.

Μάλιστα, όπως διευκρινίζεται στην απόφαση που υπογράφει το Υπουργείο Ανάπτυξης και Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, η μη υποβολή κάποιου από τα καθοριζόμενα δικαιολογητικά αποτελεί λόγο αποκλεισμού της εταιρείας από τη διαδικασία αξιολόγησης και κατανομής, αν και αυτό είναι λίγο δύσκολο να εφαρμοστεί στην πράξη. Επιπλέον, θα πρέπει να διευκρινίσουμε ότι η ακριβής ποσότητα βιοντίζελ που θα πρέπει να διαθέσει κάθε εταιρεία προκύπτει με βάση έναν τύπο που έχουν θεσπίσει τα αρμόδια όργανα των Υπουργείων.

#### **4.5 Συμπεράσματα για την αγορά βιοντίζελ στην Ελλάδα.**

##### **Θετικά σημεία για την ανάπτυξη της αγοράς βιοντίζελ στην Ελλάδα.**

Σημαντικότερο παράγοντα για την ανάπτυξη της αγοράς βιοντίζελ στην Ελλάδα θα αποτελέσει η καλή ενημέρωση όλων των ενδιαφερομένων μερών όπως τα σπορέλαιουργεία, το αγροτικό δυναμικό της χώρας, οι εταιρίες παραγωγής ανανεώσιμων καυσίμων και οι εταιρείες πετρελαιοειδών. Μεγάλη σημασία έχει και η δραστηριότητα στο αντικείμενο των βιοκαυσίμων της Ερευνητικής κοινότητας της χώρας που κατά κύριο λόγο αποτελείται από τα Ελληνικά Πανεπιστήμια και άλλους φορείς όπως το ΙΤΕ(Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας).

Κάποιοι ποσοτικοί και ποιοτικοί παράγοντες που ευνοούν την ανάπτυξη της αγοράς βιοντίζελ στην Ελλάδα όπως αναλύθηκαν είναι συνοπτικά:

- Η υψηλή δυναμικότητα των μονάδων παραγωγής βιοντίζελ
- Ποικιλία πρώτων υλών από παραδοσιακές καλλιέργειες
- Ενθαρρυντικές αποδόσεις νέων ενεργειακών καλλιεργειών
- Αποφορολόγηση παραγόμενων ποσοτήτων Βιοντίζελ
- Δυνατότητα εισαγωγών πρώτων υλών από τις γειτονικές Βαλκανικές χώρες σε χαμηλές τιμές

- Σημαντική δυναμικότητα της Ελλάδας σε σπορελαιουργεία: τρία μεγάλα πολυσπορικά σπορελαιουργεία, στην Κόρινθο (Μύλοι Σόγιας ΑΕ), την Εύβοια (Soya Hellas ΑΕ) και την Κεντρική Ελλάδα (Agroinvest ΑΕ).
- Σημαντική δυναμικότητα παραγωγής βιοντίζελ στην Ελλάδα: δυνατότητα κάλυψης του στόχου 5,75% για το 2020 με ταυτόχρονη δυνατότητα εξαγωγής του 50% του παραγόμενου βιοντίζελ (λειτουργία σε πλήρη ισχύ). Λειτουργούν σήμερα 10 μονάδες, συνολικής ετήσιας δυναμικότητας 575.000 τόνων ακόμη ένας σημαντικός παράγωντας είναι το γεγονός πως οι περισσότερες μονάδες είναι νέας τεχνολογίας και λειτουργούν με πολυτροφοδοσία πρώτων υλών.

#### **Αρνητικά σημεία για την ανάπτυξη της αγοράς βιοντίζελ στην Ελλάδα**

Το σημαντικότερο ίσως μειονέκτημα αποτελεί η περιορισμένη δυνατότητα για εγχώρια παραγωγή πρώτων υλών, λόγω των δυσμενών κλιματικών συνθηκών και ποιό συγκεκριμένα τού θερμού κλίματος το οποίο απαιτεί άρδευτικά έργα και το οποίο ανεβάζει το κόστος της επένδυσης, και σε συνδυασμό με το υψηλό κόστος αγροτικής παραγωγής στην χώρα μας συγκρινόμενο με τις ανταγωνιστικές αγορές πρώτων υλών των Βαλκανικών χωρών, καθιστούν την επένδυση σε μία ενεργειακή καλλιέργεια στην Ελλάδα όχι τόσο ασφαλή και συμφέρουσα για έναν επενδυτή.

Σέ νομικό επίπεδο η επιλογή μιας ετήσιας κατανομής αποφορολογούμενων ποσοτήτων βιοντίζελ, και η απουσία ενός μακροετούς σχεδίου και εξασφάλισης νομικά μιας εταιρίας στην κατανομή αποφορολογούμενων ποσοτήτων βιοντίζελ δημιουργεί ανασφάλεια και αθέμιτο ανταγωνισμό στην αγορά. Σε τεχνικό επίπεδο η αδυναμία έως τώρα να καλυφθούν τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN 14214 για το βιοντίζελ και ΕΛΟΤ EN 590 για τα μείγματα έως και 5% σε βιοντίζελ καθώς και αδυναμία χρήσης καθαρού βιοντίζελ στις μεταφορές αποτελούν μειονέκτημα.

Τέλος η Ελληνική αγορά πετρελαίου είναι ιδιαίτερη, δεδομένου ότι ιδιωτικά επιβατικά πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα και ελαφρά οχήματα δεν επιτρέπεται να κυκλοφορούν στα μεγάλα αστικά κέντρα της Αθήνας και της Θεσ/νίκης. Επομένως, η ζήτηση σε πετρελαιοκίνησης ή και βιοντίζελ είναι μειωμένη.

#### **4.6 Προτάσεις για την ανάπτυξη και τον εξορθολογισμό της αγοράς βιοντίζελ στην Ελλάδα.**

Σχετικά με τις Πρώτες ύλες η χρησιμοποίηση των υπάρχοντων τοπικά παραγόμενων σπορελαίων όπως είναι το ηλιέλαιο η το βαμβακέλαιο μπορούν να ενισχύσουν την αγορά αποφεύγοντας το κόστος νέων γεωργικών επενδύσεων, ακόμη η

χρησιμοποίηση αποβλήτων απο τοπικές καλλιέργειες όπως το πυρηνέλαιο της ελιάς μπορούν να δώσουν σημαντική ώθηση στην αγορά και μαλιστα απο προϊόντα τα οποία μέχρι σήμερα έμεναν ακρησιμοποιήτες, επιπρόσθετα μια βοήθεια θα μπορούσε να προσφέρει η αξιοποίηση άγριων αυτοφυών ενεργειακών φυτών όπως η αγριαγκινάρα.

Το κράτος με τη σειρά του είτε στη βάση της τοπικής αυτοδιοίκησης είτε μέσω ενός κεντρικού σχεδιασμού οφείλει να Οργανώσει της συλλογή χρησιμοποιημένων ελαίων όπως τα τηγανέλαια και τα ζωικά λίπη, γεγονός που απαιτεί βέβαια και ευαισθητοποίηση των πολιτών και των εμπλεκομένων επιχειρήσεων (χώροι εστίασης, μοναδες επεξεργασίας ζωικών προϊόντων). Ακόμη το κράτος θα πρέπει να μεριμνήσει για την σύναψη συνεργασιών και μακροχρόνιων συμβολαίων προμήθειας πρώτης ύλης με τους παραγωγούς ώστε να προσδώσει την απαιτούμενη ασφαλεια σε μια αναπτυσόμενη αγορά.

Σε ερευνητικό επίπεδο, όσον αφορά τις πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοντίζελ θα πρέπει να πραγματοποιηθούν μια σειρά απο ενεργειες όπως:

- Πειράματα αγρού με παραγωγικότερες ποικιλίες ελαιοκράμβης, ηλιάνθου με υψηλή περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ, με σκοπό την αύξηση της παραγωγής ελαίων.
- Βελτίωση των τεχνικών καλλιέργειας με σκοπό την αύξηση της παραγωγικότητας των φυτών.
- Πειράματα αγρού με άλλα φυτά, προσαρμοσμένα σεξηροθερμικά κλίματα (πχ Jatropha, αγριαγκινάρας), μεσκοπό τη χρησιμοποίηση άγονων εδαφών της Ελλάδας.

Όσον αφορά την Παραγωγή απαιτείται η βελτίωση των προτύπων ποιότητας δεδομένου της μεγάλης ποικιλίας παραγόμενων σπορελαίων της εγχώριας αγοράς. Η δυνατότητα χρήσης μεγαλύτερων μειγμάτων (B10, B20) ή και καθαρού βιοντίζελ που καποία στιγμή θα είναι δυνατή βάση των τεχνολογικών εξελίξεων αλλα και μέσω της ενθάρυνσης της χρήσης τους σε δημόσια κτήρια(θέρμανση ηλεκτρισμός) μπορεί να δώσει σημαντική ώθηση στην αγορά καθώς και απεξάρτηση απο το πετρέλαιο. Επίσης προτείνεται η προώθηση χρήσης καθαρού βιοντίζελ (B100) σε συγκεκριμένους στόλους οχημάτων, πχ αστικά λεωφορεία, απορριμματοφόρα, γεωργικά μηχανήματα, και άλλα ως ένα βοηθητικό μέτρο που μπορεί να έρθει μέσω ενός κεντρικού κρατικού σχεδιασμού.

Όσον αφορά την εμπορία και την Διακίνηση προτείνεται η επέκταση της χρήσης μειγμάτων βιοντίζελ σε ιδιωτικά επιβατικά πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα και ελαφρά οχήματα στα μεγάλα αστικά κέντρα της Αθήνας και της Θεσ/νίκης, σε αυτήν

την περίπτωση, η διακίνηση των υψηλών μειγμάτων ή καθαρού βιοντίζελ, θα μπορούσε να γίνει και σε πρατήρια δημόσιας χρήσης με προτεραιότητα τα μεγάλα αστικά κέντρα.

Σημαντικό κίνητρο για επενδύσεις στην αγορά των βιοκαυσίμων αποτελεί η αξιοποίηση και εμπορία των υποπροϊόντων που προκύπτουν από την διαδικασία της παραγωγής βιοκαυσίμων. Η αξιοποίηση της παραγόμενης γλυκερίνης που προκύπτει από τη χημική διεργασία της μετεστεροποίησης, για ενέργεια, παραγωγή χημικών και λιπασμάτων αλλά και για φαρμακευτική χρήση μέσω αναβάθμισης της γλυκερίνης σε καθαρή γλυκερίνη, ακόμη η χρήση της πίτας κατά την εξαγωγή του ελαίου θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως ζωοτροφή (από στοιχεία του 2005 προκύπτει ότι από τους 482.000 τόνους πίτας που καταναλώθηκαν στην Ελλάδα, οι 326.000 τόνοι ήταν εισαγόμενοι) ενισχύοντας έτσι την αγροτική οικονομία της Ελλάδας μέσω της μείωσης των εισαγωγών. Ακόμη η ενίσχυση και ενθάρτυση της χρήσης του χαμηλής ποιότητας βιοντίζελ για παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας θα διευρύνει σημαντικά την αγορά των βιοκαυσίμων προσφέροντας ένα επιπλέον επιχειρηματικό κίνητρο.

Από νομοθετική σκοπιά προτείνονται δύο μέτρα για την ενίσχυση της αγοράς βιοκαυσίμων. Πρώτον η αποφορολόγηση μεγαλύτερων ποσοτήτων βιοντίζελ, ώστε να τονωθούν οι υπάρχουσες επενδύσεις που θα έχουν ως αποτέλεσμα την ενίσχυση συνολικά της αγοράς βιοκαυσίμων μέσω του ανταγωνισμού. Δεύτερον η άμεση ενίσχυση των προμηθευτών πρώτης ύλης με τη μορφή ενισχύσεων για την καλλιέργεια των ελαιούχων φυτών που προορίζονται για ενεργειακή χρήση, την οργάνωση της συλλογής χρησιμοποιημένων ελαίων/ζωικών λιπών, την κεντρική οργάνωση της εφοδιαστικής αλυσίδας σε σπόρους ή σπορευλαίων.

Συμπερασματικά όσον αφορά την εγχώρια αγορά βιοκαυσίμων μπορούμε να πούμε πως το κύριο κίνητρο για την ανάπτυξη της αγοράς αποτέλεσε η νομοθετική αποφορολόγηση ποσοτήτων του παραγόμενου βιοντίζελ, καθώς και το μέτρο 6.5 του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ανταγωνιστικότητα (ΕΠΑΝ) του Υπουργείου Ανάπτυξης που εντάσσεται στο Γ Κοινωνικό Πλαίσιο Στήριξης (Γ ΚΠΣ), το οποίο αφορά στην ενίσχυση ιδιωτικών επενδύσεων για συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, για υποκατάσταση συμβατικών καυσίμων και για εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας όπου προβλέπεται η χρηματοδότηση της αρχικής επένδυσης σε ποσοστό 40% ανεξαρτήτως της γεωγραφικής περιοχής όπου θα υλοποιηθεί η επένδυση, με την ίδια συμμετοχή του επενδυτή να είναι τουλάχιστον 15%. Τα κύρια εμπόδια για την ανάπτυξη της αγοράς του βιοντίζελ είναι, η περιορισμένη και υψηλού κόστους προμήθεια εγχώριας πρώτης ύλης συγκριτικά με τις γειτονικές χώρες καθώς και η μειωμένη χρήση πετρελαίου κίνησης για τις μεταφορές με δεδομένη την επιλογή χρήσης φυσικού αερίου για τις δημόσιες αστικές συγκοινωνίες της Αθήνας, όπου

δεδομένου του μεγάλου στόλου λεωφορείων και των καθημερινών δρομολογίων θα μπορούσαν να αποτελέσουν έναν από τους μεγαλύτερους και πάγιους καταναλωτές βιοντίζελ στην Ελλάδα.

Το κυριότερο όμως εμπόδιο προέκυψε από την ποσόστωση των παραγωγών βιοντίζελ για το έτος 2012 από τις αποφάσεις των πουργείων Αγροτικής Ανάπτυξης, Περιβάλλοντος-Κλιματικής Αλλαγής και Οικονομικών, βάσει των οποίων έμειναν αδιάθετα 30.000 κυβικά μέτρα βιοκαυσίμου και άνοιξε ο δρόμος για υπέρμετρες εισαγωγές, παρά το ότι το ελληνικό βιοντίζελ είναι φθηνότερο, με αποτέλεσμα οι εισαγωγικές εταιρείες να έχουν αυξήσει τις πωλήσεις τους κατά 42%, ενώ οι ελληνικές εταιρίες παραγωγής κατέγραψαν μείωση 20-30%. Συνολικά 300.000 στρέμματα αγροτικών καλλιεργειών ενεργειακών φυτών έμειναν εκτός ποσόστωσης. Το επίκαιρο αυτό γεγονός καταδεικνύει εμφανώς πως η έλειψη κεντρικού σχεδιασμού και η άναρχη νομοθέτηση μπορεί να οδηγήσει μια αναπτυσσόμενη αγορά σε ύφεση.

## Βιβλιογραφία

1. **Thuijl, E. van, Roos, C.J., Beurskens, L.W.M. (2003).** *An overview of biofuel technologies, markets and policies in Europe.*
2. **Venturi, Piero and Venturi, Gianpietro (2003).** Analysis of energy comparison for crops in European agricultural systems. *Biomass and Bioenergy.*
3. Renewable Energy Technologies. Chapter 7 of the World Energy Assessment of the United Nations, UNDP, UNDESA/WEC.UNDP ,New York, September 2000.
4. **TERES, (2007). The European renewable energy study (TERESII).** Prepared by ESD for the European Commission, DG XVII —Energy, published and produced by Merlin Multimedia, Ltd., UK.
5. **Shay, E.,G., (1993).** *Diesel fuel from vegetable oils status and opportunities,* *Biomass and Bioenergy* 1993;4(4).
6. **Piscioneri, I. , Sharma, N., Baviello, G., and Orlandini, S., (2000).** *Promising industrial energy crop, Cynara cardunculus: a potential source for biomass production and alternative energy,* *Energy Conversion and Management,* Volume 41, Issue 10, 1 July 2000.
7. **Panoutsou, C., Alexopoulou, E., (1999).** *Economic analysis of production of the three most promising energy crops in Greece - C. EECI Network,* September 1999.
8. **McKendry, Peter. (2002a).** *Review paper. Energy production from biomass (part 1): overview of biomass.* *Bioresource Technology,* 83 (2002)
9. **McKendry, Peter. (2002b).** *Review paper. Energy production from biomass (part 2): conversion technologies.* *Bioresource Technology,* 83 (2002)
10. **Kwant, K.W., (2003).** *Renewable energy in the Netherlands: policy and instruments.* *Biomass and Bioenergy* 24 (4–5).
11. **Kaltschmitt, M., Rosch, C., Dinkelbach, L.(Eds.), (1998).** *Biomass Gasification in Europe.* Institute of Energy Economics and the Rational Use of Energy (IER), University of Stuttgart. Report prepared for the European Commission, DG XII, EUR 18224, October 1998.
12. **Hoogwijk, M., Faaij, A., van den Broek, R., Berndes, G., Gielen, D., Turkenburg, W., (2003).** *Exploration of the ranges of the global potential of biomass for energy.* *Biomass and Bioenergy* 25 (2).
13. **Hillring,B.,(2002).** *Rural development and bioenergy experiences from 20 years of development in Sweden.* *Biomass and Bioenergy* 23 (6).
14. **European Environmental Agency (2004).** *Greenhouse gas emission trends and projections in Europe. Tracking progress by the EU and acceding and candidate countries towards achieving their Kyoto Protocol targets.* Environmental issue report № 36. EEA, Copenhagen, 2004.
15. **European Communities (2003) .** *European business, Facts and figures,. Part 1: Energy, water and construction.* Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
16. **European Commission. (1994).** *Biofuels. Application of biologically derived products as fuels or additives in combustion engines.* Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.



17. **European Commission. (2001). *Green paper – Towards a European strategy for the security of energy supply***. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
18. **European Bioenergy Networks. (2003)**. Liquid biofuels network, Activity Report.
19. **Commission Directive COM(2002) 415 final**. Directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of cogeneration based on a useful heat demand in the internal energy market. Official Journal of the European Union, C 291 26.11.2002.
20. **Commission Communication COM(2002) 321 final**. *Final report on the Green Paper "Towards a European strategy for the security of energy supply"*.
21. **Andre ´P.C.Faaij, (2005)**. *Bio-energy in Europe: changing technology choices, Energy Policy*, in press.
22. **Commission Communication COM(98)571 final (26/11/1998)**. *Energy for the future: renewable sources of energy. White Paper for a Community Strategy and Action Plan*.
23. **Goering, C.E., M.D. Schrock, K.R. Kaufman, M.A. Hanna, F.D. Harris, S.J. Marley, (1987)**. *Evaluation of vegetable oil fuels in engines*. ASAE, St. Joseph, M.I.
24. **Karmee, S. K.; Chadha, A., (2005)**. *Preparation of biodiesel from crude oil of Pongamia pinnata.*, Bioresource Tech., 96 Vol(13).
25. **Y. Wang, S. Ou, P. Liu and Z. Zhang, (2007)**. *Preparation of biodiesel from waste cooking oil via two step catalyzed process*, Energy Conversion Manage. 48.
26. **A. Demirbas (2003)**, *Biodiesel fuels from vegetable oils via catalytic and non-catalytic supercritical alcohol transesterifications and other methods: a survey*, Energy Conversion and Management 44.
27. **M. Canakci and J. Van Gerpan (2001)**, *Biodiesel production from oils and fats with high free fatty acids*, Trans. ASAE 44.
28. **V.B. Veljkovic´, S.H. Lacic´evic´, O.S. Stamenkovic´, Z.B. Todorovic´, M.L. Lazic, (2006)**. *Biodiesel production from tobacco (Nicotiana tabacum L.) seed oil with a high content of free fatty acids*, Fuel 85.
29. **S. Zullaikah, C.C. Lai, S.R. Vali, Y.H. Ju (2005)**. *A two-step acid-catalyzed process for the production of biodiesel from rice bran oil*, Bioresource Technology 96.
30. **A.K. Tiwari, A. Kumar and H. Raheman (2007)**. *Biodiesel production from Jatropha oil (Jatropha curcas) with high free fatty acids: an optimized process*, Biomass Bioenerg.
31. **H.J. Berchmans and S. Hirata (2008)**. *Biodiesel production from crude Jatropha curcas L. seed oil with a high content of free fatty acids*, Bioresour. Technol. 99.
32. **F. Ma and M.A. Hanna (1999)**, *Biodiesel production: a review*, Bioresource Technology 70 .
33. **K. Thaweensinsoha, G. Prateepchaikul and W. Wisutmathakul (2005)**, *Methyl ester production from mixed crude palm oil by using esterification-transesterification process*, In ME-NETT. 9th ed.

34. **K. Thaweesinsopha (2006)**, *Methyl Ester Production from Mixed Crude Palm Oil by Using Esterification-Transesterification Process*, M.Eng.Thesis, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkla.
35. **S.M. Mudge and G. Pereira (1999)**, *Stimulating the biodegradation of crude oil with biodiesel preliminary results*, Spill Science and Technology Bulletin.
36. **M. Mittelbach and C. Remschmidt (2004)**, *Biodiesels—The Comprehensive Handbook*, Karl-Franzens University, Graz, Austria.
37. **H.K. Speidel, R.L. Lightner and I. Ahmed (2000)**, *Biodegradability of new engineered fuels compared to conventional petroleum fuels and alternative fuels in current use*, Applied Biochemistry and Biotechnology 84–86.
38. **G. Knothe, J. Krahl and J. Van Gerpen (2005)**, *The Biodiesel Handbook*, AOCS Press, Champaign, IL.
39. **G. Knothe, C.A. Sharp and T.W. Ryan III (2006)**, *Exhaust emissions of biodiesel, petrodiesel, neat methyl esters, and alkanes in a new technology engine*, Energy and Fuels 20.
40. **K. Shaine Tyson (2001)**, *Biodiesel handling and use guidelines*, National Renewable Energy laboratory, NREL/TP-580-30004, September 2001.
41. **EPA420-P-02-001 (2002)**, *A Comprehensive Analysis of Biodiesel Impacts on Exhaust Emissions*, October 2002.
42. **Prakash C.B. (1998)**, *A critical review of biodiesel as a transportation fuel in Canada, A Technical Report*, GCSI—Global Change Strategies International Inc., Canada.
43. **A. Demirbas (2006)**, *Biodiesel production via non-catalytic SCF method and biodiesel fuel characteristics*, Energy Conversion and Management.
44. An EU Strategy for biofuels, **COMMUNICATION FROM THE COMMISSION, COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES**, Brussels, COM(2006) 34 final.
45. IEA, Energy Policies of IEA Countries-Greece, 2006.
46. **European Commission, White Paper – Energy for the future- Renewables sources of Energy**, 1997.
47. **Εθνικό Σχέδιο Στρατηγικής Αγροτικής Ανάπτυξης (ΕΣΣΑΑ)** για την Ελλάδα για την 4<sup>η</sup> προγραμματική περίοδο (2007-2013) του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.
48. Πρόσκληση για συμμετοχή στην **κατανομή έτους 2009** ποσότητας 182.000 χιλιόλιτρων αυτούσιου βιοντίζελ, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 15Α του ν. 3054/2002
49. Πρόσκληση για συμμετοχή στην **κατανομή έτους 2008** ποσότητας 182.000 χιλιόλιτρων αυτούσιου βιοντίζελ, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 15Α του ν. 3054/2002
50. **Εφημερίς της Κυβερνήσεως Απ. Φύλλου 2499** για την κατανομή βιοντίζελ για το έτος 2009.
51. **Ζέρβας Ε.**, *Σύγκριση δύο αλειφατικών και ενός εμπορικού πετρελαίου κίνησης στην εκπομπή κλασικών και ειδικών ρύπων*.
52. **Οδηγία 2003/96/ΕΚ**, της 27<sup>ης</sup> Οκτωβρίου 2003, σχετικά με την αναδιάρθρωση του κοινοτικού πλαισίου φορολογίας των ενεργειακών προϊόντων και της ηλεκτρικής ενέργειας, (ΕΕ L 283 31.10.2003).

53. **Παπαζήση Κ.Γ., Αντωνάκου Ε., Λάμπας Α.Α., Τσάκης Α., Ζάρβανης Δ., Κωνσταντόπουλος Α.,** Χρήση μιγμάτων ωτίζελ/βιοντίζελ από βαμβακέλαιο και ηλιέλαιο ως εναλλακτικά καύσιμα σε μηχανή ντίζελ.
54. **Πράσινη Βίβλο (2007),** Προς μία ευρωπαϊκή στρατηγική για την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, COM(2000) 769final.
55. **Τζιράκης Ε. Κ.α. (2007),** Επίδραση του βιοντίζελ στις εκπομπές ρύπων πετρελαιοκίνητου οχήματος μέσω κύκλων οδήγησης, Εργαστήριο Τεχνολογίας Καυσίμων και λιπαντικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
56. **Τουμπέλη Α.,** Επιπτώσεις της προσθήκης του βιοντίζελ FAME στην ποιότητα του πετρελαίου κίνησης.
57. **Φονταράς Γ., Σαμαράς Ζ., Μίλτσιος Γ.,(2006),** Μελέτη και αξιολόγηση μιγμάτων Φυτικών Ελαιών-Ντίζελ για χρήση ως καύσιμα οχημάτων, Α.Π.Θ.

## Διαδίκτυο

1. **United States Energy Information Administration**, Annual Energy Outlook.  
<http://www.eia.gov/forecasts/aeo/er/index.cfm>
2. **Y. Zhang, M.A. Dub, D.D. McLean, M. Kates (2003)**. *Biodiesel production from waste cooking oil: 1. Process design and technological assessment*, Department of Chemical Engineering, University of Ottawa, Ottawa, Ont., Canada K1N 6N5 Department of Biochemistry, University of Ottawa, Ottawa, Ont., Canada K1N 6N5  
<http://www.sciencedirect.com/science/journal/09608524/89/1>
3. **European Commission. (2001b). Green paper** – Towards a European strategy for the security of energy supply, Technical document.  
[http://europa.eu.int/comm/energy\\_transport/doc-technique/doctechlv-en.pdf](http://europa.eu.int/comm/energy_transport/doc-technique/doctechlv-en.pdf)
4. **Communication from the Commission to the Council and the European Parliament** - Final report on the the Green Paper "Towards a European strategy for the security of energy supply" /\* COM/2002/0321 final  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52002DC0321:EN:HTML>
5. BP statistical review of year 2011  
[http://www.bp.com/assets/bp\\_internet/globalbp/globalbp\\_uk\\_english/reports\\_and\\_publications/statistical\\_energy\\_review\\_2011/STAGING/local\\_assets/pdf/statistical\\_review\\_of\\_world\\_energy\\_full\\_report\\_2011.pdf](http://www.bp.com/assets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2011/STAGING/local_assets/pdf/statistical_review_of_world_energy_full_report_2011.pdf)
6. **B.B. He, J.C. Thompson, D.W. Routt, J.H. Van Gerpen (2005)**. *Moisture absorption in biodiesel and its Petro-diesel blends*, Applied Engineering In Agriculture, 2007 American society of agricultural and biological engineers, ISSN0883-8542, Vol(23).  
<http://www.webpages.uidaho.edu/~bhe/pdfs/MC.pdf>
7. **Thuijl, E. V., Roos, C. J., & Beurskens, L. W. (2003)**. *An overview of biofuel technologies, markets and policies in Europe*. Energy research Centre of the Netherlands. Amsterdam, The Netherlands, ECN-C—03-008.  
[http://www.ssc.it/pdf/2005/biofuel\\_UE2005.pdf](http://www.ssc.it/pdf/2005/biofuel_UE2005.pdf)
8. **Jensen, V., Kaiser, K.M., Borchardt, T., Adelmann, G., Rozov, A., Burnashev, N., Brix, C., Frotscher, M., Andersen, P., Hvalby, O., Sakmann, B., Seeburg, P.H., Sprengel, R. (2003)**, A juvenile form of postsynaptic hippocampal long-term potentiation in mice deficient for the AMPA receptor subunit GluR-A. J. Physiol. 553.  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2343614/>
9. **E.E. (2008), biofuels in the European union: an agricultural perspective**  
[http://ec.europa.eu/agriculture/index\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/index_en.pdf)
10. **E.E. (2007) Στρατηγική της Ε.Ε. για τα βιοκαύσιμα**  
[http://ec.europa.eu/agriculture/biomass/biofuel/com2006\\_34\\_el.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/biomass/biofuel/com2006_34_el.pdf)
11. **E.E. (2007), Biodiesel, CARS21**  
<http://www.europa.eu.int/comm/enterprise/automotive/pagesbackground/competitiveness/cars21finalreport.pdf>

12. Πρόσκληση για συμμετοχή στην **κατανομή έτους 2011** ποσότητας 132.000 χιλιολίων αυτούσιου βιοντίζελ, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 15Α του ν. 3054/2002.  
<http://www.sbibe.gr/documents/nomothesia/katanomes/Katanomi%202011%20FEK%20%202432.pdf>
13. **Τροποποίηση της υπ' αριθμ. Δ1/Α/23603/21.10.2011** απόφασης «**Κατανομή για το έτος 2011** ποσότητας 132.000 χιλιολίων αυτούσιου βιοντίζελ, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 15Α παρ. 7 του Ν. 3054/2002, όπως ισχύει και ανάκληση της υπ' αριθμ. Δ1/Α/17970/29.07.2011 κοινής υπουργικής απόφασης (ΦΕΚ Β' 1700)» (ΦΕΚ Β' 2432/02.11.2011) και ρύθμιση θεμάτων παράτασης της περιόδου κατανομής.  
<http://www.sbibe.gr/documents/nomothesia/katanomes/FEK%202059%20ΑΝΑΚ%202012.pdf>
14. **ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 3423/2005** Εισαγωγή στην Ελληνική Αγορά των Βιοκαυσίμων και των Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων.  
<http://www.sbibe.gr/documents/nomothesia/elliniki%20nomothesia/3423%202005.pdf>
15. **ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 3054** (ΦΕΚ Α' 230 2.10.2002) Οργάνωση της αγοράς πετρελαιοειδών και άλλες διατάξεις.  
<http://www.sbibe.gr/documents/nomothesia/elliniki%20nomothesia/3054%202002.pdf>
16. **ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 4042/2012** 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.  
<http://www.sbibe.gr/documents/nomothesia/elliniki%20nomothesia/40422012.pdf>
17. **Οδηγία 2003/30/ΕΚ, της 8<sup>ης</sup> Μαΐου 2003**, σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων η άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές, (ΕΕ L 123 17.05.2003).  
<http://www.sbibe.gr/documents/nomothesia/koinotikes%20odigies/200330.pdf>
18. **ΟΔΗΓΙΑ 2009/28/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ** 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/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ.  
<http://www.sbibe.gr/documents/nomothesia/koinotikes%20odigies/200928.pdf>
19. **ΟΔΗΓΙΑ 2009/30/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ** της 23ης Απριλίου 2009 με την οποία τροποποιείται η οδηγία 98/70/ΕΚ όσον αφορά τις προδιαγραφές για τη βενζίνη, το ντίζελ και το πετρέλαιο εσωτερικής καύσης και την καθιέρωση μηχανισμού για την

παρακολούθηση και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.  
<http://www.sbibe.gr/documents/nomothesia/koinotikes%20odigies/200930.pdf>

20. **Δημόσια Διαβούλευση στο Σχέδιο Τεχνικού Κανονισμού Βιοκαυσίμων** με θέμα: Τεχνικές οδηγίες για την αποθήκευση και διακίνηση βιοκαυσίμων στις εγκαταστάσεις διυλιστηρίων και στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης και διακίνησης πετρελαιοειδών προϊόντων.

<http://www.opengov.gr/minenv/?p=4369>

21. **Υπουργική απόφαση για Συμπλήρωση της Υ.Α. υπ' αριθ.**

**Δ2/16570/7.9.2005 «Κανονισμός Αδειών» (ΦΕΚ 1306/Β/16.9.2005)**, όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει.

<http://www.opengov.gr/minenv/wp-content/uploads/downloads/2012/10/YAYPEKA.pdf>

## Χρήσιμοι Σύνδεσμοι

- [www.sbibe.gr](http://www.sbibe.gr)
- [www.ebb-eu.org](http://www.ebb-eu.org)
- [www.ybiofuels.org](http://www.ybiofuels.org)
- [www.energeia.gr](http://www.energeia.gr)
- <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=292>
- <http://www.ufop.de>
- <http://www.biodiesel.at>
- <http://www.nrel.gov>
- <http://www.sciencedirect.com>
- [www.cres.gr](http://www.cres.gr)
- [www.seepe.gr](http://www.seepe.gr)
- [www.biofuels.gr](http://www.biofuels.gr)
- [www.biodiesel.org](http://www.biodiesel.org)
- [www.biofuel-cities.eu](http://www.biofuel-cities.eu)
- [www.parliament.gr](http://www.parliament.gr)
- [www.biodieselmagazine.com](http://www.biodieselmagazine.com)
- [www.biodieselwarehouse.com](http://www.biodieselwarehouse.com)
- [www.biofuels.coop](http://www.biofuels.coop)
- [www.nwbiodiesel.org](http://www.nwbiodiesel.org)
- [www.qqe.gr](http://www.qqe.gr)
- [www.mnec.gr](http://www.mnec.gr)
- [www.agrotypos.gr](http://www.agrotypos.gr)
- [www.bq-9000.com](http://www.bq-9000.com)
- <http://www.energy.eu/>
- <http://eur-lex.europa.eu/en/index.htm>
- <http://www.eia.gov>