

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

στην
ΝΑΥΤΙΛΙΑ

**”Εναλλακτικές μορφές ενέργειας για την ναυτιλία.
Προοπτικές και εφαρμοσιμότητα αυτών.
Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την
χρήση βιοκαυσίμων (Biodiesel) στη ναυτιλία”**

Σταύρος Πολίτης

Διπλωματική Εργασία

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών
του Πανεπιστημίου Πειραιώς ως μέρος των
απαιτήσεων για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού
Διπλώματος Ειδίκευσης στην Ναυτιλία

Πειραιάς

Οκτώβριος 2011

Το άτομο το οποίο εκπονεί την Διπλωματική Εργασία φέρει ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στην βάση των εξής παραγόντων: του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (εμπορικός, μη κερδοσκοπικός ή εκπαιδευτικός), της φύσης του υλικού, που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου, πίνακες, σχήματα, εικόνες ή χάρτες), του ποσοστού και της σημαντικότητας του τμήματος, που χρησιμοποιεί σε σχέση με το όλο κείμενο υπό copyright, και των πιθανών συνεπειών της χρήσης αυτής στην αγορά ή στη γενικότερη αξία του υπό copyright κειμένου.

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή που ορίστηκε από τη ΓΣΕΣ του Τμήματος Ναυτιλιακών Σπουδών Πανεπιστημίου Πειραιώς σύμφωνα με τον Κανονισμό Λειτουργίας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Ναυτιλία.

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- ... Τσελέντης Βασίλειος..... (Επιβλέπων)
- ... Τσελεπίδης Αναστάσιος...
- ... Τζαννάτος Ερνέστος.....

Η έγκριση της Διπλωματικής Εργασίας από το Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πειραιώς δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνωμών του συγγραφέα.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση σε βάθος της αξιοποίησης εναλλακτικών πηγών ενέργειας και συγκεκριμένα, η χρήση βιοκαυσίμων (Biodiesel), στον τομέα της ναυτιλίας και των θαλασσιών μεταφορών.

Θα παρουσιαστούν τα πλεονεκτήματα αλλά και τα μειονεκτήματα από μια τέτοια εισαγωγή και χρήση στον συγκεκριμένο τομέα, ενώ η παρούσα εργασία θα καταλήξει στην δυνατότητα της κάλυψης των ενεργειακών αναγκών της ναυτιλίας με την χρήση βιοντίζελ.

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον καθηγητή Βασίλειο Τσελέντη, για την ανάθεση της διπλωματικής εργασίας καθώς και τους κύριους καθηγητές Ερνέστο Τζαννάτο και Αναστάσιο Τσελεπίδη για την πολύτιμη παροχή βοήθειας από μέρος τους, σε όλη την διάρκεια εκπόνησής της.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους γονείς μου Χρήστο και Ελένη για την αμέριστη υποστήριξη και τα εφόδια που μου προσέφεραν όλα αυτά τα χρόνια.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών διαφόρων τομέων της οικονομίας, έχει αναδειχθεί σε βραχνά στην πλειονότητα των περιπτώσεων. Η ολιγοπωλιακή αγορά του συμβατικού πετρελαίου, αποδεικνύεται όλο και λιγότερο κατάλληλη για την κάλυψη αυτών των αναγκών, τόσο από την άποψη των μεγάλων διακυμάνσεων των τιμών σε σύντομα χρονικά διαστήματα, όσο και από την άποψη της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης η οποία μπαίνει δυναμικά στην ατζέντα όλο και περισσότερων φορέων και κρατών.

Η ναυτιλία είναι ένας κλάδος με αυξημένες ενεργειακές ανάγκες και όχι και τόσο μικρό αποτύπωμα στην περιβαλλοντική επιβάρυνση του πλανήτη. Σαν αποτέλεσμα είναι ένας κλάδος στον οποίο συναντάμε ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τις νέες τεχνολογίες. Στην παρούσα εργασία θα εξετάσουμε την δυνατότητα υιοθέτησης του βιοντίζελ από τον τομέα της ναυτιλίας σαν καύσιμο, αφού πρώτα προβούμε σε μια αναλυτική παρουσίαση του βιοντίζελ και το αντιπαραβάλλουμε με τα συμβατικά καύσιμα. Θα παρουσιαστούν επίσης οι τεχνικές δυσκολίες που συναντά κανείς στις μηχανές πλοίων και πώς αυτές μπορούν να ξεπεραστούν.

Λέξεις κλειδιά: Βιοντίζελ, Μηχανές πλοίων, Μετεστεροποίηση, Βιοκαύσιμα.

ABSTRACT

The energy needs of various sectors of the economy, has become a nightmare in most cases. The oligopolistic market of conventional oil is becoming increasingly less adequate to meet those needs, both in terms of large price fluctuations over short periods, and in terms of environmental burden that goes dynamic agenda of more and more international bodies and countries.

Shipping is an industry with increased energy needs and no small footprint on the planet's environmental burden. As a result, it is a sector in which we find particular interest in new technologies and solutions, aiming to improve any deficiencies. In this paper we will examine the possibility of adoption biodiesel from the maritime sector as a fuel, after we first make a detailed presentation of biodiesel, alongside conventional fuels. We will also present the technical difficulties encountered in marine engines and how these can be overcome.

Key words: Biodiesel, Ship engines, Transesterification, Biofuels.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ.....	3
3. ΤΟ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ.....	4
3.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ.....	4
3.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ	4
3.2.1 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΜΕΤΕΣΤΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	6
3.2.2 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	8
3.3 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....	8
3.3.1 ΚΟΣΤΟΣ ΕΥΚΑΙΡΙΑΣ	9
3.3.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	10
3.3.3 ΕΙΔΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΧΛΩΡΙΔΑΣ	11
3.4 ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ VS ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΝΤΙΖΕΛ.....	14
3.4.1 ΑΝΑΜΙΞΗ.....	14
3.4.2 ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ.....	14
3.4.3 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ	16
3.4.4 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	17
3.4.5 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΥΣΗ	19
3.4.6 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	21
3.4.7 ΤΙΜΗ	22
4. ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΑΓΟΡΑ	23
4.1 ΑΜΕΡΙΚΗ	26
4.2 ΕΥΡΩΠΗ	27
4.3 Ε.Ε. ΚΑΙ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ	29
4.3.1 ΓΕΡΜΑΝΙΑ	33

4.3.2 ΕΛΛΑΔΑ	34
5. ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ ΝΑΥΤΙΛΙΑ.....	35
5.1 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ	39
5.2 ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΣΤΙΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΠΛΟΙΩΝ.....	45
5.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΕΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ.....	46
5.4 ΜΗΧΑΝΕΣ ΠΛΟΙΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ	49
5.5 ΜΙΓΜΑΤΑ ΜΙΚΡΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ.....	56
5.6 ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΚΑΙ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	57
5.7 ΚΟΣΤΟΣ ΧΡΗΣΗΣ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ	58
6. Η ΝΕΑ ΓΕΝΙΑ	60
6.1 ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ 2 ^{ης} ΓΕΝΙΑΣ.....	60
6.2 ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ 3 ^{ης} ΓΕΝΙΑΣ.....	62
6.2.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΑΠΟ ΜΙΚΡΟΑΛΓΗ.....	64
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	65
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ/ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ	69
ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΚΑΙ ΥΙΟΘΕΤΗΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ	70
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	74

“The diesel engine can be fed with vegetable oils and would help considerably in the development of agriculture of the countries which use it...The use of vegetable oils for engine fuels may seem insignificant today. But such oils may become in course of time as important as petroleum and the coal tar products of the present time.”

Rudolph Diesel, 1912.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η οικονομική και βιομηχανική πορεία των χωρών του πλανήτη διεθνώς, καθιστά τις ίδιες τις χώρες καταναλωτές τεραστίων ποσοτήτων ενέργειας ετησίως. Η συνεχόμενη αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού επιφέρει μια πολλαπλασιαστικά ανάλογη αύξηση των αναγκών των ατόμων, οι οποίες καλύπτονται με τον έναν ή με τον άλλο τρόπο, σε κάθε περίπτωση όμως με την χρήση κάποιας μορφής ενέργειας, στην πλειονότητα των περιπτώσεων.

Η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών, σε παγκόσμιο επίπεδο, γίνεται κατά το μεγαλύτερο μέρος, με την χρήση ορυκτών πηγών ενέργειας (πετρέλαιο, λιγνίτης, φυσικό αέριο). Η τρέχουσα κατάσταση των χωρών όσο αφορά τους οικονομικούς, κοινωνικούς και βιομηχανικούς τομείς, επιβάλλει την κατανάλωσή του ορυκτού πλούτου για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών, με ρυθμούς πολύ ταχύτερους από αυτούς ανανέωσής τους, με φυσικό επακόλουθο την συνεχή μείωση των διαθέσιμων αποθεμάτων.

Η χρήση των ορυκτών στερεών, υγρών και αέριων καυσίμων όπως ο λιγνίτης, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, τα οποία χρησιμοποιούνται σήμερα στην πλειονότητα των περιπτώσεων για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών, έχει σαν αποτέλεσμα την απελευθέρωση στην ατμόσφαιρα μεγάλου αριθμού ρύπων που την επιβαρύνουν μολύνοντας την. Τέτοιοι είναι οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC), τα οξείδια του αζώτου (NO_x), τα οξείδια του θείου (SO_x), μικροσωματίδια (PM) και φυσικά διοξείδιο του θείου (CO_2) το αέριο υπεύθυνο για την ένταση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Οι χώρες του ΟΟΣΑ (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης) σαν πιο ανεπτυγμένες απορροφούν, μόνο για την ενεργειακή κάλυψη του τομέα των μεταφορών, περισσότερο από το 75% της παγκόσμιας κατανάλωσης αργού πετρελαίου, με το 55% να ανήκει στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, την Ευρώπη και την Ιαπωνία (πριν τον καταστροφικό σεισμό του 2010).

Στην χώρα μας από το σύνολο της κατανάλωσης ενέργειας το 39%, ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό, απορροφάται από τον κλάδο των μεταφορών, με αποτέλεσμα να κατατάσσεται στην 6^η θέση σε πανευρωπαϊκό επίπεδο όσο αφορά την κατανάλωση ενέργειας για την εξυπηρέτηση του κλάδου των μεταφορών.

Έχοντας γνώση των παραπάνω στον απόηχο των πετρελαϊκών κρίσεων με την ανεξέλεγκτη άνοδο των τιμών του πετρελαίου και σαν συνέπεια όλων των παραγώγων του, αλλά και την κοινή παραδοχή ότι η περιβαλλοντική επιβάρυνση είναι επιβεβλημένο να περιοριστεί από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, η διεθνής κοινότητα αναζητά τρόπους υποκατάστασης των παραδοσιακών καυσίμων και αποζητά επίλυση του μείζονος ενεργειακού ζητήματος.

Ένας πιθανός τρόπος επίτευξης των στόχων που έχει θέσει η διεθνής κοινότητα είναι τα βιοκαύσιμα. Με τον όρο βιοκαύσιμα αναφερόμαστε σε καύσιμα οποιαδήποτε μορφής, στερεά, υγρά ή αέρια, που προέρχονται από τη βιομάζα, το βιοδιασπώμενο δηλαδή κλάσμα προϊόντων ή αποβλήτων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Στην παρούσα εργασία θα περιοριστούμε στην ανάλυση του βιοντίζελ ως βιοκαυσίμου και στις προοπτικές εφαρμογής του σε τομείς ενδιαφέροντος, όπως ο τομέας της ναυτιλίας.

2. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ

Με τον όρο βιο-καύσιμα όπως προαναφέραμε, εννοούμε τα καύσιμα στερεής, υγρής ή αέριας μορφής, τα οποία προέρχονται ύστερα από επεξεργασία της βιομάζας δηλαδή του βιοαποικοδομήσιμου τμήματος των αποβλήτων και καταλοίπων από γεωργικές, δασοκομικές και άλλες βιομηχανικές ανθρώπινες δραστηριότητες καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο επίσης κλάσμα των βιομηχανικών και αστικών λυμάτων. Ο όρος αυτός εφαρμόζεται μόνο στην περίπτωση όπου τα παραπάνω αποτελούνται τουλάχιστον κατά 80% από ανανεώσιμες πρώτες ύλες.^[1]

Στην κατηγορία των βιοκαυσίμων εντάσσονται τα παρακάτω^[2]:

- Βιοντίζελ: Παράγεται από από φυτικά έλαια και ζωικά λίπη (μεθυλεστέρας).
- Βιοιθανόλη: Παράγεται από την αμυλούχα και σακχαρούχα χλωρίδα.
- Βιομεθανόλη: Παράγεται από την επεξεργασία της βιομάζας με στόχο την χρήση της ως καύσιμο.
- Καθαρά φυτικά έλαια: Παράγονται από την ελαιούχα χλωρίδα ύστερα από την εφαρμογή ειδικών μεθόδων (συμπύεση, έκθλιψη κ.λπ.) με σκοπό επίσης την χρήση τους ως καύσιμα.
- Βιοαέριο
- Βιουδρογόνο
- Βιο-MTBE: μεθυλοτριτοβουτυλαιθέρας, που παράγεται από βιομεθανόλη.
- Βιο-ETBE: αιθυλοτριτοβουτυλαιθέρας, που παράγεται από βιοιθανόλη.

Τα βιοκαύσιμα προερχόμενα από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι μη τοξικά, βιοαποικοδομήσιμα, χωρίς αρωματικές ενώσεις και η καύση τους οδηγεί σε σημαντικά χαμηλότερα επίπεδα εκπομπής ρύπων, συγκριτικά με τα παραδοσιακά καύσιμα. Μπορούμε να διαχωρίσουμε τα βιοκαύσιμα σε τρεις κύριες κατηγορίες 1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} γενιάς. Ο διαχωρισμός αυτός γίνεται βάση των υλών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τους. Έτσι έχουμε τα βιοκαύσιμα 1^{ης} γενιάς που για την παραγωγή τους χρησιμοποιούνται ενεργειακές καλλιέργειες ως πρώτη ύλη και είναι αυτά τα οποία κατά βάση παράγονται αυτή τη στιγμή σε όλο τον κόσμο, τα

βιοκαύσιμα 2^{ης} γενιάς (μελλοντικά) όπου σαν πρώτη ύλη χρησιμοποιούνται λιγνοκυτταρινικά υλικά όπως υπολείμματα ξύλου ιτιάς, υπολειμματική βιομάζα κ.α., και τέλος τα βιοκαύσιμα 3^{ης} γενιάς (μελλοντικά) όπου σε αυτά η παραγωγή θα βασίζεται στα μικροάλγη σαν πρώτη ύλη και φυσικά δεν θα ανταγωνίζονται την γλωρίδα που χρησιμοποιείται για διατροφικές ανάγκες.

Στη συνέχεια θα ασχοληθούμε και θα προσπαθήσουμε να παρουσιάσουμε το βιοντίζελ ως καύσιμο, τον τρόπο παραγωγής του, την χρησιμότητά έναντι του συμβατικού ντίζελ και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που τελικά παρουσιάζει.

3. ΤΟ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

3.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ

Η σύλληψη της ιδέας για την παραγωγή και χρήση του βιοντίζελ ως εναλλακτική πηγή ενέργειας δεν είναι κάτι νέο καθώς παρόμοιες ενέργειες έλαβαν χώρα αρκετά χρόνια πριν. Μάλιστα το 1893 ο Rudolf Diesel κατασκεύασε τον ομώνυμο κινητήρα ο οποίος λειτουργούσε κάνοντας χρήση φυσικέλαιου σαν πηγή ενέργειας. Τελικά επιλέχτηκε το ορυκτό πετρέλαιο για την χρήση του ως καύσιμο σαν μια οικονομικότερη λύση εκείνη την εποχή λόγω της σχετικά εύκολης εξόρυξης και επεξεργασίας, σε συνδυασμό με την ανακάλυψη μεγάλων κοιτασμάτων πετρελαίου στην Αμερικανική ήπειρο^[3]. Στον Ευρωπαϊκό χώρο τα ινία κρατούν η Αυστρία και η Γερμανία όσο αφορά την παραγωγή βιοντίζελ, ενώ η πρώτη έχει αρχίσει την εμπορευματοποίηση του ήδη από το 1990.

3.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Τεχνικός ορισμός βιοντίζελ όπως έχει δοθεί από τον ASTM-American Society of Testing and Materials.

Biodiesel, n—a fuel comprised of mono-alkyl esters of long chain fatty acids derived from vegetable oils or animal fats, designated B100, and meeting the requirements of ASTM D 6751^[4].

Πρόκειται για ένα υποκατάστατο καύσιμο (μεθυλεστέρας), το οποίο παράγεται από διάφορα φυτικά έλαια, με την διαδικασία της μετεστεροποίησης, δηλαδή την διαδικασία μετατροπής ενός εστέρα σε έναν άλλο. Οι παρακάτω τρεις τρόποι αναφέρουν τον τρόπο της μετεστεροποίησης που μπορεί να λαβεί χώρα κατά την παραγωγή βιοντίζελ. Έτσι έχουμε:

- Καταλυτική μετεστεροποίηση του ελαίου με την χρήση μεθανόλης ή αιθανόλης σε βασικό περιβάλλον.
- Απευθείας καταλυτική εστεροποίηση του ελαίου με μεθανόλη σε όξινο περιβάλλον.
- Μετατροπή του ελαίου σε λιπαρά οξέα και μετά σε μεθυλεστέρες με όξινη κατάλυση.

Τα φυτικά έλαια περνούν από συγκεκριμένα στάδια κατά την παραγωγική διαδικασία προκειμένου να καταλήξουν στην επιθυμητή τελική μορφή του βιοντίζελ. Αυτά είναι:

1^οΣτάδιο: Συλλογή των σπόρων ή των ανθών των ενεργειακών καλλιεργειών και εξαγωγή του ελαίου με συμπίεση ή/και εκχύλιση. Παράλληλα τα υπολείμματα των σπόρων της ενεργειακής χλωρίδας μπορούν να επιτελέσουν άλλες χρήσεις όπως η χρήση τους σαν ζωοτροφή ή η χρήση τους σαν πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοαερίου.

2^οΣτάδιο: Στο στάδιο αυτό λαμβάνει χώρα το ραφινάρισμα του ελαίου. Ανεπιθύμητα στοιχεία όπως γόμες, ελεύθερα λιπαρά οξέα και κηροί απομακρύνονται πριν το έλαιο υποβληθεί στην διαδικασία της μετεστεροποίησης, για να πάρει την τελική του μορφή.

3^ο Στάδιο: Τα μερικώς επεξεργασμένα έλαια οδηγούνται στην μονάδα μετεστεροποίησης. Εκεί τα έλαια αναμιγνύονται με μεθανόλη και κάποιον καταλύτη, συνήθως καυστική σόδα για να δώσουν το τελικό μίγμα, αποτελούμενο από βιοντίζελ και γλυκερίνη. Ακολουθεί ο διαχωρισμός του παραπροϊόντος της αντίδρασης, της

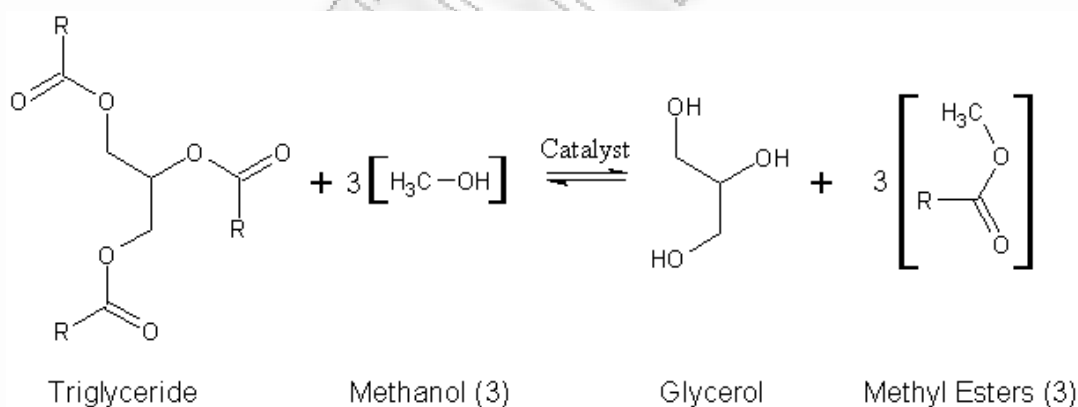
γλυκερίνης, από το βιοντίζελ διαδικασία εύκολη λόγω του διαφορετικού ειδικού βάρους των δύο υγρών. Τέλος εφαρμόζεται έκπλυση του τελικού προϊόντος προς απομάκρυνση υπολειμμάτων μεθανόλης, σαπώνων κ.λπ..

Στη συνέχεια θα αναλύσουμε την διαδικασία της μετεστεροποίησης με την οποία η βιομάζα μετατρέπεται σε βιοντίζελ.

3.2.1 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΜΕΤΕΣΤΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ

Κατά την διαδικασία της μετεστεροποίησης (transesterification process) ελαίων ή λιπών, ένα τριγλυκερίδιο αντιδρά με μία αλκοόλη, παρουσία ενός ισχυρού οξέως ή μιας βάσης. Η διαδικασία αυτή, αφήνει πίσω της δύο παράγωγα, μεθυλεστέρες, δηλαδή βιοντίζελ και γλυκερίνη, παράγωγο προϊόν που χρησιμοποιείται ευρέως κατά την παραγωγή σαπουνιού και ως συστατικό άλλων προϊόντων όπως φαρμάκων, καλλυντικών, χαρτιού, υφασμάτων κ.α.)^[5].

Στη συνέχεια θα προσπαθήσουμε απλουστευμένα να παρουσιάσουμε την διαδικασία παραγωγής του βιοντίζελ με την μέθοδο της μετεστεροποίησης.



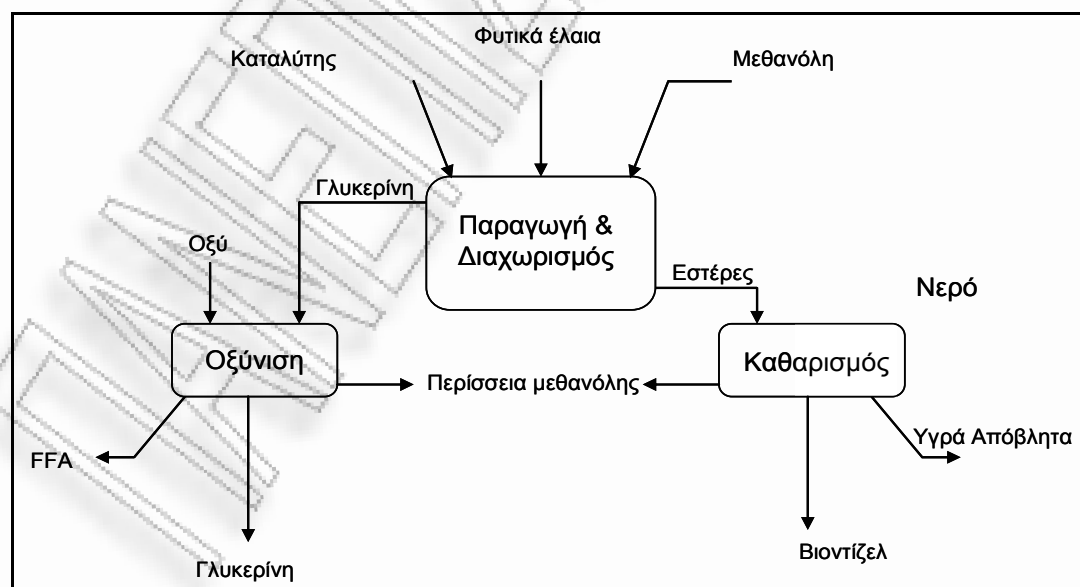
Σχήμα 1. Αντίδραση Μετεστεροποίησης

Κατά την διαδικασία της μετεστεροποίησης, τα μόρια των φυτικών ελαίων διασπώνται το κάθε ένα σε τρεις αλυσίδες λιπαρών οξέων και ένα μόριο γλυκερίνης. Με την προσθήκη αλκοόλης, η τελευταία ενώνεται με την κάθε αλυσίδα λιπαρών οξέων και έτσι έχουμε την δημιουργία τριών μονο-αλκυλεστέρων (βιοντίζελ)^[6]. Σαν αλκοόλη χρησιμοποιείται κυρίως μεθανόλη λόγω χαμηλότερου κόστους ή πιο σπάνια αιθανόλη. Η προτίμηση στη πλειονότητα των περιπτώσεων για χρήση μεθανόλης

οδήγησε στην ονομασία των αλκυλεστέρων σε μεθυλεστέρες που είναι και η πιο γνωστή επιστημονική αναφορά στο βιοντίζελ. Σαν καταλύτης, απαραίτητο στοιχείο για να πραγματοποιηθεί η αντίδραση, χρησιμοποιείται κυρίως υδροξείδιο του νατρίου (NaOH) γνωστό και ως καυστική σόδα ή σπανιότερα υδροξείδιο του καλίου ή καυστικό κάλιο (KOH). Ύστερα το βιοντίζελ καθαρίζεται με σκοπό την απομάκρυνση της εναπομείνουσας αλκοόλης, τυχών ιχνών του καταλύτη και της παραγόμενης γλυκερίνης. Εδώ πρέπει να αναφέρουμε ότι στην περίπτωση που η πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται είναι χαμηλής ποιότητας (π.χ. τηγανέλαια yellow grease), τα όποια προβλήματα που προκύπτουν (π.χ. σαπωνοποίηση) περιορίζονται με την προσθήκη μεγαλύτερης ποσότητας από τον εκάστοτε χρησιμοποιούμενο καταλύτη^[7].

Ανάλογα με την επιθυμητή ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος, δύναται να χρησιμοποιηθούνεκτός των ελαιούχων σπόρων των φυτών, μεταχειρισμένα φυτικά έλαια και ζωικά λίπη, απόβλητα παραγωγικών μονάδων κρέατος κ.λπ.. Η χρησιμοποιούμενη πρώτη ύλη όπως θα δούμε και στην συνέχεια είναι υπεύθυνη ως ένα βαθμό για τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος.

Την εικονική απεικόνιση της παραγωγικής διαδικασίας βλέπουμε στο σχήμα 2. που ακολουθεί.



Σχήμα 2. Διαδικασία Παραγωγής Βιοντίζελ

3.2.2 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του βιοντίζελ διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή και καθορίζονται κυρίως από περιβαλλοντικούς και κλιματικούς παράγοντες, καθώς αυτοί καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την διαθεσιμότητα της επιθυμητής χλωρίδας. Έτσι για παράδειγμα στην Αμερική οι κύριες πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοντίζελ είναι ο κύαμος σόγιας (soybean), το φοινικέλαιο και τα ήδη χρησιμοποιημένα λίπη και έλαια των εστιατορίων και ταχυφαγείων (yellow grease). Στον Ευρωπαϊκό χώρο και στην χώρα μας για την παραγωγή βιοκαυσίμων χρησιμοποιούνται κυρίως έλαια του φυτού ελαιοκράμβη (RSoil) αλλά και το βαμβακέλαιο, το φοινικέλαιο, το σογιέλαιο, το καπνέλαιο, το ηλιέλαιο, ήδη χρησιμοποιημένα μαγειρικά έλαια, η αγριαγκινάρα (το γνωστό σε εμάς γαϊδουράγκαθο-Silybum Marianum), και τέλος παραπροϊόντα από γεωργικές και κτηνοτροφικές μονάδες και ελαιοτριβεία. Με την πάροδο του χρόνου ακόμα περισσότερα είδη χλωρίδας, φαίνεται να ενδείκνυνται για την χρήση τους ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοκαυσίμου όπως το άχυρο και τα άλγη^{[8][9]}.

3.3 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Η παραγωγή και διάθεση του βιοντίζελ στην αγορά θα πρέπει να καθίσταται οικονομικά αποδοτική σαν διαδικασία και φυσικά οικονομικά ανταγωνιστική, έτσι ώστε να μπορέσει να αντισταθεί στην ήδη εδραιωμένη αγορά του συμβατικού ορυκτού ντίζελ. Έτσι θα πρέπει να υπολογιστούν κυρίως το κόστος καλλιέργειας της Γής, η απόδοση ή η μέση απόδοση των φυτών σε λίτρα ελαίου καθώς και το κόστος ευκαιρίας, δηλαδή ο υπολογισμός του κόστους δέσμευσης των αγαθών αυτών για την διαδικασία παραγωγής βιοντίζελ και όχι η απασχόλησή τους σε κάποια άλλη παραγωγική διαδικασία όπως η κατανάλωση για τροφή, όσων φυσικά από αυτά ενδείκνυνται. Σε συνέχεια των παραπάνω παραγόντων θα πρέπει να συνυπολογιστεί και ποιά μέθοδος μετατροπής των ελαίων σε βιοντίζελ είναι πιο συμφέρουσα από την άποψη κεφαλαιακών αναγκών.

3.3.1 ΚΟΣΤΟΣ ΕΥΚΑΙΡΙΑΣ

Με τον όρο κόστος ευκαιρίας ή αλλιώς εναλλακτικό κόστος, εννοούμε το κόστος που προκύπτει από την θυσία ενός αγαθού για την παραγωγή ή την κατανάλωση αντίστοιχα, ενός άλλου. Στο παρόν θέμα θα μπορούσαμε να ορίσουμε ως κόστος ευκαιρίας την δέσμευση X τόνων καλαμποκιού για την παραγωγή βιοντίζελ, παρά την διάθεση της ίδιας ποσότητας για την σίτιση κάποιων ατόμων. Χαρακτηριστικά μπορούμε να αναφέρουμε ένα μεгалόπνοο σχέδιο σε συνεργασία των Η.Π.Α. και της Βραζιλίας για την αύξηση της παραγωγής βιοκαυσίμων στην Αμερικανική ήπειρο. Η εκπόνηση ενός τέτοιου σχεδίου θα σήμαινε την δέσμευση περισσότερων από 260 εκατομμυρίων στρεμμάτων Γής, που μέχρι πρότινος προορίζονταν για την κάλυψη διατροφικών αναγκών, για την παραγωγή βιοντίζελ και βιοαιθανόλης. Το δίλλημα γνωστό πλέον στην παγκόσμια κοινότητα ως *food or fuel*, εκφράζει ακριβώς τις σχετικά δικαιολογημένες ανησυχίες ορισμένων ατόμων για το ρίσκο που ενέχει η συνεχής μετατροπή εκτάσεων Γής, που μέχρι πρότινος προορίζονταν για την καλλιέργεια τροφής, σε καλλιέργειες ενεργειακής χλωρίδας για την παραγωγή βιοκαυσίμων. Ακτιβιστές αλλά και άτομα του επιστημονικού χώρου, αντιτάσσονται στα βιοκαύσιμα χαρακτηρίζοντας το εγχείρημα μη αποδοτικό και με σαφείς κινδύνους για τους φτωχούς πληθυσμούς του πλανήτη και την βιοποικιλότητα των διαφόρων περιοχών. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Ed Matthew, μέλος της οργάνωσης Friends of the Earth, *“Εάν αρχίσεις να τροφοδοτείς τα αυτοκίνητα με σοδειές, είναι σαν να βάζεις αντιμέτωπους τους 1 δις φτωχούς του πλανήτη που πεινάνε με τους 1 δις κατόχους αυτοκινήτων”^[10].*”

Ακόμα δεν είναι λίγοι αυτοί οι οποίοι θεωρούν ότι η παραγωγή βιοκαυσίμων έχει οδηγήσει στην άνοδο των τιμών των τροφίμων σε παγκόσμιο επίπεδο. Σύμφωνα μάλιστα με μια έκθεση του Ο.Ο.Σ.Α. για το έτος 2007, η αυξημένη ζήτηση για σιτηρά και φυτικά έλαια έχει αντίκτυπο στις παγκόσμιες τιμές των αγαθών αυτών^[11]. Πιο συγκεκριμένα η έκθεση αναφέρει *“...the impact of current biofuel policies on world crop prices, largely through increased demand for cereals and vegetable oils, is*

significant but should not be overestimated. Current biofuel support measures alone are estimated to increase average wheat prices by about 5 percent, maize by around 7 percent and vegetable oil by about 19 percent over the next 10 years^[11]."

Σε συνέχεια όλων των παραπάνω πρέπει να αναφέρουμε ότι γίνονται κινήσεις σε παγκόσμιο επίπεδο, με στόχο την υιοθέτηση μεθόδων παραγωγής βιοκαυσίμων δεύτερης και τρίτης γενιάς, που κάνουν χρήση πρώτων υλών, όπως άγλη, άχυρο, κατεστραμμένα τμήματα φυτών και γεωργικά απόβλητα τα οποία δεν ανταγωνίζονται φυτά τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την κάλυψη διατροφικών αναγκών. Η πρακτική αυτή αναμένεται να ακυρώσει τα πιο πάνω επιχειρήματα και να ανταποκριθεί επαρκώς στις ανάγκες για την παραγωγή βιοκαυσίμων.

3.3.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Όσο αφορά την επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου, αυτή που προτιμάται σε μεγαλύτερο βαθμό διεθνώς είναι η μέθοδος της κατάλυσης σε βασικό περιβάλλον που αναφέρθηκε και νωρίτερα. Η μέθοδος αυτή προτιμάται έναντι των υπολοίπων κυρίως λόγω της ταχύτητας με την οποία πραγματοποιείται (περίπου μια ώρα σε αντίθεση με την διαδικασία που κάνει χρήση οξέων, όπου απαιτούνται περίπου πενήντα ώρες) αλλά και επειδή απαιτούνται μικρότερες τιμές όσο αφορά την αναλογία μεθανόλης λαδιού (6/1 στην περίπτωση που η αντίδραση λαμβάνει χώρα σε βασικό περιβάλλον σε αντίθεση με την απαιτούμενη αναλογία σε όξινο περιβάλλον που ανέρχεται στην τιμή 30/1) και την πίεση προκειμένου να λάβει χώρα η αντίδραση. Σαν αποτέλεσμα έχουμε σημαντικά χαμηλότερο κόστος που απαιτείται να επωμιστεί η εκάστοτε παραγωγική μονάδα, τόσο σε κόστος κεφαλαίου όσο και σε λειτουργικό κόστος^[12].

Ένας ακόμα παράγοντας όπου συνεισφέρει σε μεγάλο βαθμό στην διαμόρφωση του κόστους είναι η απαιτούμενη χρήση καταλύτη, ο οποίος καταναλώνεται κατά την διάρκεια της αντίδρασης και απαιτείται η συνεχής ανανέωσή του. Εδώ όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα γίνεται χρήση υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) το οποίο είναι φθηνότερο συγκριτικά με το υποκατάστατό του για την ίδια διαδικασία καυστικό κάλιο (KOH). Τέλος η διαδικασία της μετεστεροποίησης σε βασικό περιβάλλον απαιτεί η ποιότητα των χρησιμοποιούμενων ελαίων να είναι αρκετά υψηλή, πράγμα που μεταφράζεται σε χαμηλή περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά

οξέα (FFA's – Free Fatty Acids). Σε αυτήν την περίπτωση περιορίζεται η παραγωγή σαπουνιών που δημιουργούνται κατά την αντίδραση του καταλύτη (μεθανόλη) με τα FFA's και κατ' επέκταση η ανάγκη για προεπεξεργασία της πρώτης ύλης για την απομάκρυνση της περιεχόμενης υγρασίας και η εστεροποίηση των FFA's πριν τα έλαια οδηγηθούν στην παραγωγή βιοντίζελ. Έτσι συμπεραίνουμε ότι η χρήση ισχυρών βάσεων κατά την διαδικασία της μετεστεροποίησης απαιτεί σχετικά καθαρή πρώτη ύλη δηλαδή έλαια με χαμηλή οξύτητα (περιεκτικότητα σε FFA's μικρότερη από 0,5%κ.β.) και πρώτες ύλες απαλλαγμένες από υγρασία σε ποσοστό μικρότερο από 0,1-0,3% κ.β.^[13].

Η διάθεση στην αγορά της παραγόμενης γλυκερίνης κατά την διαδικασία της μετεστεροποίησης είναι επίσης μια επιλογή, καθώς πρόκειται για προϊόν υψηλής αξίας, εφόσον προηγηθεί ο κατάλληλος καθαρισμός, έτσι ώστε να λαβεί το γνωστό διαυγές χρώμα. Με αυτόν τον τρόπο αντισταθμίζεται ένα μέρος του κόστους παραγωγής.

Τα παραπάνω συνοψίζονται στον πίνακα 1. που ακολουθεί.

METHOD	TEMPERATURE	FFA's	TIME	RATIO METHANOL/OIL
Βασική	60° -65°C	<0,5%	1-1,5hr	6/1
Όξινη	60° -65°C	>0,5%	40-50 hr	30/1

Πίνακας 1.

3.3.3 ΕΙΔΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΧΛΩΡΙΔΑΣ

Όσο αφορά τα είδη της χλωρίδας όπου θα επιλεγεί για την εξαγωγή του ελαίου που με την παραπάνω διαδικασία θα μετατραπεί σε βιοντίζελ, και η απόδοση του καθενός σε λίτρα ελαίου, φαίνεται στον πίνακα 2. που ακολουθεί^[14].

Πρώτη Ύλη	Απόδοση σε προϊόν (κιλά/στρ.)	Απόδοση σε βιοκαύσιμο (λίτρα/στρ.)
Ηλίανθος	150-300	58-116
Ελαιοκράμβη	150-300	58-116
Αγριαγκινάρα	100-150	28-41
Βαμβάκι	120-160	20-27
Σόγια	160-240	32-48

Πίνακας 2.

Όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα το ποσοστό απόδοσης σε έλαιο των ενεργειακών φυτών είναι αρκετά ικανοποιητικό αλλά θα πρέπει να συνυπολογιστεί και το κόστος καλλιέργειας αυτών των φυτών το οποίο αντιπροσωπεύει το 80% του τελικού συνολικού κόστους της παραγωγής βιοντίζελ στην Ευρώπη.

Πιο συγκεκριμένα παραθέτουμε τον παρακάτω πίνακα σαν ένα ενδεικτικό παράδειγμα για συνολικό κόστος καλλιέργειας. Ο πίνακας 3. απεικονίζει το κόστος των επιμέρους διεργασιών που απαιτούνται για την καλλιέργεια ελαιοκράμβης και ηλίανθου στην χώρα μας^[15].

€/στρ.	Ελαιοκράμβη	Ηλίανθος
Ενοίκιο εδάφους	28,50	12,00
Όργωμα	9,00	9,00
Προετοιμασία εδάφους	10,00	5,00
Βασική λίπανση	19,22	4,00
Σπορά	13,20	8,40
Επιφανειακή λίπανση	10,10	-
Ζιζανιοκτονία	9,20	4,60
Σκαλίσματα	6,20	6,20
Αρδευση	10,00	-
Συγκομιδή	9,00	9,00
Κόστος καλλιεργητικών επεμβάσεων	95,92	46,20
Συνολικό κόστος παραγωγής (€/στρ.)	124,42	58,20
Μέση απόδοση (κιλά/στρ.)	300,00	172,00
Μέση τιμή (€/τόνο)	400,00	250,00
Επιδότησεις (€/στρ.)	4,50	4,50

Ακαθάριστο εισόδημα (€/στρ.)	124,50	47,00
Κέρδη προ φόρων και τόκων (€/στρ.)	0,08	-11,20

Πίνακας 3.

Από γεωργικής άποψης η αντικατάσταση ορισμένων καλλιεργειών, στην χώρα μας, με ενεργειακές φυτείες είναι απόλυτα εφικτή. Από οικονομικής άποψης, τέτοιου είδους καλλιέργειες δύναται να παρουσιαστούν τόσο κερδοφόρες όσο και ζημιογόνες, όπως φαίνεται από τα στοιχεία του πίνακα. Παρόλα αυτά η καλλιεργητική πράξη που αφορά την ενεργειακή χλωρίδα στην χώρα μας είναι ακόμα περιορισμένη με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν διαθέσιμα τεκμηριωμένα στοιχεία για την απόδοση των καλλιεργειών σε βιομάζα, την απόδοση της βιομάζας σε βιοκαύσιμο και τέλος το βιομηχανικό κόστος παραγωγής του βιοκαυσίμου^[15]. Παρόλα αυτά, κίνητρα από την πλευρά των κυβερνητικών φορέων στα πλαίσια προώθησης των βιοκαυσίμων, σε συνδυασμό με γεωργικές πρακτικές που δύναται να αυξήσουν την απόδοση ορισμένων τύπων ενεργειακής χλωρίδας, μπορούν να οδηγήσουν σε κερδοφορία τις οικονομικά ελλειμματικές σοδειές.

Συνοπλογίζοντας όλα τα παραπάνω δεδομένα, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το κόστος παραγωγής του βιοντίζελ καθορίζεται κυρίως από την χρησιμοποιούμενη πρώτη ύλη και την επιλεγθείσα μέθοδο παραγωγής και διαθέσιμη τεχνολογία. Έτσι το βιοντίζελ που παράγεται κάνοντας χρήση ζωικών λιπών είναι το φθηνότερο και η τιμή του στην αγορά κυμαίνεται από 0,4-0,5 \$/lt. (Η σύγκριση γίνεται ανά ισοδύναμο λίτρο πετρελαίου κίνησης στην Αμερικανική αγορά). Μια άνοδος της ποιότητας του παραγόμενου καυσίμου, οδηγεί αναπόφευκτα στην άνοδο του κόστους παραγωγής του, έτσι το παραγόμενο από ενεργειακά φυτά βιοντίζελ κοστίζει αντίστοιχα 0,6-0,8 \$/lt., τιμή που αναμένεται να πέσει όμως μελλοντικά. Η παραγωγή βιοντίζελ 2^{ης} γενιάς συνεπάγεται, για την περίοδο που διανύουμε τουλάχιστον, υψηλότερο κόστος παραγωγής, το οποίο και διαμορφώνεται στα 0,9 \$/lt., ενώ αναμένεται να διαμορφωθεί στα 0,7-0,8 \$/lt. στα χρόνια που θα ακολουθήσουν. Όσο αφορά τον Ευρωπαϊκό χώρο, το κόστος παραγωγής του βιοντίζελ διαμορφώνεται στα 0,5 €/lt. κατά μέσο όρο, ενώ σημαντική μείωση κατά 0,2 € αναμένεται, εάν συνυπολογιστεί και η αξία των παραπροϊόντων της διαδικασίας παραγωγής του βιοντίζελ (γλυκερίνη, πίτα κ.λπ.)^[16].

3.4 BIONTIZEΛ VS ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΝΤΙΖΕΛ

Κατ'αρχάς θα πρέπει να αναφέρουμε ότι το βιοντίζελ, σε καθαρή μορφή ή σε ποσοστιαίο μίγμα με συμβατικό ντίζελ, αναπτύχθηκε για χρήση σε κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση που σχεδιάστικαν για καύση ντίζελ και όχι για χρήση σε βενζινοκινητήρες. Η ανάπτυξη και παραγωγή του βιοντίζελ έγινε με σκοπό την χρήση του ως καύσιμο και υποκατάσταση, στον βαθμό όπου αυτό είναι δυνατό, του ορυκτού πετρελαίου, όπως έχει ήδη προαναφερθεί. Το πόσο ικανοποιητικά επιτελεί το βιοντίζελ αυτή του την λειτουργία θα εξετάσουμε σε αυτό το σημείο, συγκρίνοντάς το με το παραδοσιακό ντίζελ το οποίο κυριαρχεί στη αγορά αυτή την στιγμή.

3.4.1 ΑΝΑΜΙΞΗ

Το βιοντίζελ διαθέτει μια πολύ χρήσιμη ιδιότητα η οποία δύναται να δώσει ώθηση για την ακόμα εντατικότερη χρήση του ως καύσιμο. Αυτή η ιδιότητα είναι ότι το βιοντίζελ μπορεί να αναμιχθεί σε οποιονδήποτε βαθμό με το παραδοσιακό ορυκτό ντίζελ (XX% βιοντίζελ και 1-XX% ντίζελ). Το βιοντίζελ είναι ελαφρώς βαρύτερο από το ντίζελ, με ειδικό βάρος 0,88 έναντι 0,85 του τελευταίου, γεγονός που απαιτεί την προσθήκη του βιοκαυσίμου επάνω από το ντίζελ, ειδάλλως σε αντίθετη περίπτωση ενδέχεται τα δύο υγρά να μην αναμιχθούν. Το προϊόν της ανάμιξης συμβολίζεται με το γράμμα Β ακολουθούμενο από έναν δείκτη π.χ. 5, 20, 100, ο οποίος αναφέρει το ποσοστό περιεκτικότητας του μίγματος σε βιοντίζελ. Έτσι έχουμε Β5, την πιο διαδεδομένη μορφή βιοκαυσίμου(5% βιοντίζελ και 95% ντίζελ) που διατίθεται αυτή την στιγμή στον Ευρωπαϊκό χώρο, το Β20 (20% βιοντίζελ και 80% ντίζελ) του οποίου η χρήση γίνεται κυρίως στις Η.Π.Α. και αποφέρει σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη και πολυ περιορισμένες περιπτώσεις Β100, δηλαδή καύσιμο το οποίο αποτελείται από 100% βιοντίζελ, κυρίως προοριζόμενο για χρήση σε αυτοκίνητα (π.χ. Γερμανία)^[17].

3.4.2 ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ

Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα του βιοντίζελ, είναι ότι ανάλογα με την σύσταση του μίγματος που χρησιμοποιείται, απαιτούνται μικρές έως καθόλου αλλαγές στους συμβατικούς κινητήρες καύσης ντίζελ και έτσι αποφεύγονται οι πολυδάπανες μετατροπές και οι κεφαλαιακές απαιτήσεις των νέων εγκαταστάσεων. Η χρήση του βιοκαυσίμου όμως εντείνει κάποια προβλήματα τα οποία παρουσιάζονται, σε μικρότρο βαθμό, στους κινητήρες ντίζελ κατά την καύση του και παρεμποδίζουν ελαφρά την βέλτιστη λειτουργία του. Τα προβλήματα αυτά έχουν να κάνουν με τις ιδιότητες του καυσίμου και την συμπεριφορά του σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες. Έτσι για παράδειγμα ενώ οι κινητήρες που κάνουν χρήση συμβατικού ντίζελ αντιμετωπίζουν προβλήματα κατά την εκκίνηση τους σε επίπεδα θερμοκρασιών κοντά στους 7 °C λόγω του φαινομένου της τήξης, η χρήση βιοντίζελ στους ίδιους κινητήρες θα οδηγήσει στην εμφάνιση του προβλήματος, δυστυχώς σε ακόμα υψηλότερες θερμοκρασίες, περίπου 8°C. Το πρόβλημα, όπως είναι ευνόητο, είναι εντονότερο κατά τους χειμερινούς μήνες και λιγότερο έντονο κατά τους θερινούς. Λύση προσφέρει η κατάλληλη τροποποίηση του βιοντίζελ ή εναλλακτικά η ανάμιξή του με συμβατικό ντίζελ σε μεγαλύτερο ή μικρότερο ποσοστό ανάλογα με την περίοδο, χειμερινή ή θερινή αντίστοιχα. Ακόμα, η υψηλή διαλυτική ικανότητα του βιοντίζελ ενδέχεται να “καθαρίσει” τις δεξαμενές καυσίμου από τα ιζήματα που σχηματίζει το συμβατικό ντίζελ και τα στερεά υπολείμματα να καταλήξουν στο σύστημα καυσίμων του εκάστοτε οχήματος. Όσα από αυτά δεν περιοριστούν από τα φίλτρα καυσίμου, θα προκαλέσουν βλάβες στους εκχυτήρες των μηχανών.

Υλικά όπως ο μολυβδος, ο ψευδάργυρος, ο χαλκός, ο ορείχαλκος και ο κασσίτερος, θα οδηγήσουν σε οξείδωση κατά την επαφή τους με το βιοντίζελ και θα δημιουργηθούν ιζήματα τα οποία ενδέχεται να φράξουν επίσης, τα φίλτρα καυσίμων του κινητήρα. Τα ευπρόσβλητα τμήματα του κινητήρα θα πρέπει να αντικατασταθούν από ανοξείδωτα υλικά όπως ανοξείδωτο χάλυβα ή αργίλιο. Καθώς σε οξείδωση με τα παραπάνω υλικά προβαίνει και το συμβατικό ντίζελ, οι κινητήρες ντίζελ αποτελούνται από ανθεκτικά υλικά και συνήθως δεν απαιτείται κάποια αλλαγή για την καύση βιοντίζελ ή κάποιου ανάλογου μίγματος. Μικρές αλλαγές ενδέχεται να χρειαστούν σε περιοχές όπου υπάρχουν φλάτζες, τσιμούχες ή κόλλες από φυσικό ελαστικό, καθώς μπρούν να επηρεαστούν από την επαφή τους με το βιοκαύσιμο. Η πλειονότητα των κινητήρων ντίζελ, ειδικά αυτοί που κατασκευάστηκαν μετά το 1994, πληρούν τις πιο πάνω απαιτήσεις και έτσι η χρήση βιοντίζελ, τουλάχιστον σε

βαθμούς περιεκτικότητας γύρω στο 20% (π.χ. B20), δεν αναμένεται να επηρεάσει αρνητικά την λειτουργία του κινητήρα. Παρόλα αυτά, οι βιομηχανίες αντιμετωπίζουν ακόμα σκεπτικιστικά το ζήτημα του βιοντίζελ παρότι έχουν γίνει κάποιες ενέργειες από μέρους τους όσο αφορά ευρύτερη αποδοχή και υιοθέτηση του. Για παράδειγμα οι περισσότερες αυτοκινητοβιομηχανίες έχουν λάβει υπόψη τους την πιθανότητα χρήσης μιγμάτων βιοντίζελ-ντίζελ αλλά σε ποσοστά όχι υψηλότερα του 2 ή 5%. Έτσι η χρήση για παράδειγμα μίγματος B20 δεν καλύπτεται από τις εκάστοτε προσφερόμενες εγγυήσεις^{[18][19]}.

Οι λιπαντικές ικανότητες του βιοντίζελ χαρακτηρίζονται ως αρκετά ικανοποιητικές και βοηθούν στην καλή λειτουργία του κινητήρα και την επαρκή λίπανση των κινούμενων τμημάτων του. Επίσης ο αριθμός κετανίου (υδρογονάνθρακας η-δεκαεξάνιο $C_{16}H_{34}$) του βιοντίζελ, αριθμός μέτρησης της ταχύτητας καύσης (αυτανάφλεξης) ενός καυσίμου, είναι υψηλότερος από αυτόν του συμβατικού ντίζελ με αποτέλεσμα να πραγματοποιείται πιο αποδοτική, κατά 7%, καύση. Το ενεργειακό περιεχόμενο του βιοντίζελ, είναι ελαφρά χαμηλότερο από αυτό του συμβατικού ντίζελ-λόγω της περιεκτικότητάς του σε οξυγόνο σε ποσοστό 11%- με αποτέλεσμα η καύση του να οδηγεί σε μείωση της ροπής και της ισχύος του κινητήρα κατά ένα μικρό μόνο ποσοστό της τάξης του 5% περίπου.

Τέλος θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ότι τα οχήματα που κάνουν χρήση του μίγματος B20 σαν καύσιμο, παρουσιάζουν 2% μεγαλύτερη οικονομία στην κατανάλωση καυσίμου, ενώ αυτά που κάνουν χρήση B100 παρουσιάζουν αντίστοιχα 10% μεγαλύτερη οικονομία^[20].

3.4.3 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ

Σε θέματα μεταφοράς και αποθήκευσης βλέπουμε πάλι το βιοντίζελ να υπερτερεί συγκριτικά με το παραδοσιακό ντίζελ καθώς διαθέτει υψηλότερο σημείο ανάφλεξης ($127\text{ }^{\circ}\text{C}$ σε αντίθεση με τους απαιτούμενους $52\text{ }^{\circ}\text{C}$ του παραδοσιακού ντίζελ), γεγονός που το καθιστά ασφαλέστερο υλικό. Θέματα εγείρονται όμως καθώς η ανάπτυξη μούχλας και βακτηρίων είναι πιο σύνηθες φαινόμενο για το βιοντίζελ λόγω της οργανικής του φύσης, με αποτέλεσμα να απαιτείται η αποβολή όσο το δυνατό

μεγαλύτερου μέρους του νερού για την αποφυγή αυτού του φαινομένου, καθώς οι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται στο νερό και όχι στα ίδια τα καύσιμα. Η μέγιστη περίοδος αποθήκευσης για το βιοντίζελ, συμπίπτει με αυτήν του συμβατικού ντίζελ περίπου στους έξι μήνες. Για αποθήκευση διάρκειας μεγαλύτερης των 6 μηνών απαραίτητη είναι η χρήση αντιοξειδωτικών ουσιών όπως η τοκοφερόλη (Βιταμίνη Ε), η TBHQ (τ-βουτυλική υδροκινόνη) κ.α.. Τα αποδεκτά υλικά που πρέπει να χρησιμοποιούνται κατά την αποθήκευση του καυσίμου είναι φθοριομένο πολυπροπυλένιο και πολυαιθυλένιο, τεφλόν, αργίλιο και ανοξείδωτος χάλυβας^[21].

3.4.4 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Παρακάτω ακολουθεί ο πίνακας 4, όπου παρουσιάζονται οι ιδιότητες των συμβατικών ναυτιλιακών καυσίμων MDO, IFO180/380 και του καθαρού βιοντίζελ (B100).

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	MDO	IFO180	IFO380	BIODIESEL
Πυκνότητα (15°C) kg/m ³	900	991.0	1010.0	900
Κινηματικό Ιξώδες (50°C) mm ² /s	11.0	180	380	3.5-5.0 (40°C)
Σημείο Ανάφλεξης (°C)	60	60	60	>101
Σημείο Ροής (°C)	0/6	30/30	30/30	-9 έως 15
Σημείο Θάλωσης (°C)	-	-	-	0 έως 17
CFPP (°C)	-	22	22	0/-10
Θείο % (m/m)	2.00	4.50	4.50	12
Υπολείμματα Άνθρακα % (m/m)	0.3-2.5	20	22	0,3
Τέφρα % (m/m)	0.01-0.05	0.15	0.15	0.02
Νερό % (v/v)	0.3	0.5	0.5	0.03
Αριθμός Κετανίου	40	-	-	≥51

Πίνακας 4.

Έχει παρατηρηθεί από τους επιστήμονες ότι, η ενεργειακή απόδοση του βιοντίζελ, ανάλογα πάντα με την χρησιμοποιούμενη πρώτη ύλη, ενδέχεται να υπολείπεται των

συμβατικών ναυτιλιακών καυσίμων σε ένα ποσοστό περίπου της τάξεως του 5%. Η μικρή αυτή απώλεια αντισταθμίζεται ικανοποιητικά από τις εξαιρετικές λιπαντικές ικανότητες του βιοντίζελ και από τον υψηλό αριθμό κετανίου, χαρακτηριστικά τα οποία συντελούν σε αποδοτικότερη καύση κατά 7% περίπου.

Η περιεκτικότητα σε στοιχεία επιβλαβή τόσο για την ατμόσφαιρα όσο και για την ανθρώπινη υγεία, όπως ο άνθρακας και το θείο, είναι σημαντικά πιο περιορισμένη στο βιοντίζελ συγκριτικά με τα συμβατικά ναυτιλιακά καύσιμα.

Επίσης η πυκνότητα του βιοντίζελ βρίσκεται σε πολύ κοντινά επίπεδα με αυτή των συμβατικών ναυτιλιακών καυσίμων, πράγμα που σημαίνει παρόμοιους χώρους αποθήκευσης και δυνατότητα αποθήκευσης της ίδιας σχεδόν ποσότητας καυσίμου.

Επεξηγήσεις Πίνακα^[22]:

Το σημείο ανάφλεξης είναι η θερμοκρασία εκείνη στην οποία από ένα υγρό παράγεται ατμός, ο οποίος αναφλέγεται στην επαφή του με γυμνή φλόγα. Είναι ένας τρόπος ένδειξης για την ασφαλή μεταφορά των καυσίμων, χωρίς τον κίνδυνο εκδήλωσης φωτιάς. Το βιοντίζελ όπως βλέπουμε χαρακτηρίζεται ως ασφαλέστερο υλικό από το συμβατικό ντίζελ, καθώς διαθέτει υψηλότερο σημείο ανάφλεξης.

Ο αριθμός κετανίου όπως έχουμε αναφέρει και σε προηγούμενο σημείο της εργασίας, μας δείχνει πόσο γρήγορα αυταναφλέγεται ένα καύσιμο μέσα σε έναν κινητήρα ντίζελ. Όπως μπορούμε να δούμε στον πίνακα το βιοντίζελ έχει υψηλότερο αριθμό κετανίου από το ντίζελ, πράγμα που μεταφράζεται σε μικρότερη χρονική υστέρηση ανάφλεξης του καυσίμου στο εσωτερικό του κινητήρα.

Το σημείο θόλωσης μας δείχνει την τιμή της θερμοκρασίας στην οποία διάφορες στερεές ενώσεις που περιέχονται στο πετρέλαιο (π.χ. παραφίνης), αρχίζουν να κρυσταλλώνονται ή να διαχωρίζονται από το υπόλοιπο μίγμα όταν αυτό ψύχεται υπό ορισμένες συνθήκες. Ακόμα και αν το καύσιμο αγγίζει το σημείο θόλωσης, η ροή του δεν παρεμποδίζεται σημαντικά, καθώς το φαινόμενο βρίσκεται σε πολύ αρχικό στάδιο. Το βιοντίζελ οδηγείται σε αυτό το σημείο, δυστυχώς σε υψηλότερες θερμοκρασίες από ότι το συμβατικό ντίζελ.

Το σημείο απόχυσης ή ροής είναι η χαμηλότερη θερμοκρασία κατά την οποία το πετρέλαιο μπορεί ακόμα να ρεύσει υπό την επίδραση του βάρους του και μόνο. Ο διαχωρισμός της παραφίνης που αναφέραμε πιο πάνω είναι σε αυτό το σημείο τόσο έντονος, που η απρόσκοπτη ροή του καυσίμου παρεμποδίζεται. Είναι σημαντικό να το γνωρίζουμε καθώς αποτελεί ένδειξη για το πότε και αν το πετρέλαιο είναι σε θέση να ρεύσει ή να μεταφερθεί. Και εδώ δυστυχώς για το βιοντίζελ το σημείο αυτό καθορίζεται σε υψηλότερες θερμοκρασίες από ότι για τα ναυτιλιακά καύσιμα.

Το σημείο *CFPP (Cold Filter Plugging Point)* χρησιμοποιείται ευρέως σαν δείκτης για την ικανοποιητική ροή ενός καυσίμου σε χαμηλές θερμοκρασίες, λόγω της αντίστοιχης αδυναμίας των δύο άλλων σημείων να δώσουν ακριβή αποτελέσματα. Καταγράφεται η τελευταία τιμή της θερμοκρασίας στην οποία 20 ml καυσίμου ρέουν απρόσκοπτα μέσω ενός φίλτρου σε 60 δευτερόλεπτα. Το βιοντίζελ θα παρουσιάσει τα πρώτα προβλήματα λόγω μη ικανοποιητικής ροής σε υψηλότερες θερμοκρασίες από ότι το συμβατικά καύσιμα λόγω κρυστάλλωσης, κατάσταση όμως που διορθώνεται εύκολα με την χρήση ενισχυτικών καυσίμου σε συνδυασμό με τον μίγμα που έχουμε επιλέξει. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην περίπτωση χρήσης μίγματος π.χ. B20, οι ιδιότητες των συμβατικών ναυτιλιακών καυσίμων (80%) θα υπερισχύσουν από αυτές του βιοντίζελ (20%).

3.4.5 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΥΣΗ

Διαφορές παρατηρούνται ανάμεσα στα δύο καύσιμα και όσο αφορά τις εκπομπές ρύπων κατά την καύση τους. Πιο συγκεκριμένα, η περιεκτικότητα του βιοντίζελ σε θείο, η παρουσία του οποίου ευθύνεται για τη εκπομή οξειδίων του θείου (SO_x) στην ατμόσφαιρα, είναι σχεδόν μηδενική με αποτέλεσμα να εξαλείφεται η περίπτωση ρύπανσης από το στοιχείο αυτό. Η απουσία του θείου όπως έχουμε προαναφέρει δεν επηρεάζει την λίπανση των μερών του κινητήρα, καθώς αντικαθιστάται επαρκώς από την λιπαντική ικανότητα του βιοντίζελ. Επίσης, σε αντίθεση με το συμβατικό ντίζελ, το βιοντίζελ περιέχει 11% οξυγόνο κ.β., πράγμα που οδηγεί σε μια λιγότερο ατελή καύση και έτσι περιορίζεται η εκπομπή άκαυστων υδρογονανθράκων και αιθάλης.

Τέλος όσο αφορά τον κύριο ρύπο που επιβαρύνει την ατμόσφαιρα και εκπέμπεται από τις μεταφορικές δραστηριότητες, το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και εδώ βλέπουμε το βιοντίζελ να υπερτερεί έναντι του συμβατικού ντίζελ. Η χρήση του βιοντίζελ σαν καύσιμο, δεν επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με διοξείδιο του άνθρακα, καθώς μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που θα απελευθερωθεί κατά την καύση του βιοντίζελ, έχει προηγουμένως δεσμευτεί από την ενεργειακή χλωρίδα που χρησιμοποιήθηκε κατά την παραγωγή του καυσίμου, μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης των φυτών. Έτσι η καθαρή επιβάρυνση της ατμόσφαιρας του πλανήτη μας είναι σχεδόν μηδενική.

Ο πίνακας 5. που ακολουθεί, παρουσιάζει το προφίλ εκπομπών του B20, ενός αρκετά συνηθισμένου μίγματος στον μεταφορικό τομέα και αυτό του B100 του καθαρού βιοντίζελ δηλαδή, σε αντιδιαστολή πάντα με το συμβατικά καύσιμα.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΡΥΠΩΝ		
ΡΥΠΟΙ	B20	B100
Μονοξείδιο του Άνθρακα	-12%	-48%
Άκαυστοι Υδρογονάνθρακες	-20%	-67%
Αιωρούμενα Σωματίδια (PM)	-12%	-47%
Οξείδια του Αζώτου (NO _x)	+2%	+10%
Οξείδια του Θείου (SO _x)	-20%	-100%
Τοξικά αέρια	-12% έως -20%	-60% έως -90%

Πίνακας 5.

Όπως βλέπουμε και στα στοιχεία που παραθέτονται στον πίνακα το βιοντίζελ γενικώς μπορεί να χαρακτηριστεί ως περιβαλλοντικά φιλικότερο καύσιμο από το συμβατικό ντίζελ. Οι εκλύσεις μονοξειδίου του άνθρακα είναι μειωμένες κατά 12% και 48% για το μίγμα B20 και για το καθαρό βιοντίζελ αντίστοιχα. Μείωση παρουσιάζεται επίσης κατά την καύση του βιοντίζελ και στην ποσότητα των άκαυστων υδρογονανθράκων που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα, σε ποσοστό που αγγίζει το 67%. Όσα αφορά τα οξείδια του θείου, ρύποι οι οποίοι χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής και ήδη

λαμβάνουν χώρα προσπάθειες για τον περιορισμό τους, περιορίζονται κατά 20% με την χρήση B20, ενώ η χρήση καθαρού βιοντίζελ μηδενίζει την εκπομπή αυτών. Ο μόνος ρύπος, οι εκπομπές του οποίου φαίνονται να αυξάνονται κατά την καύση του βιοντίζελ είναι τα οξείδια του αζώτου, στα οποία παρατηρείται αύξηση έως και 10% συγκριτικά με το συμβατικό ντίζελ. Όλα τα παραπάνω συντελούν στο συμπέρασμα ότι από την άποψη των επιβλαβών εκκρινόμενων ρύπων, το βιοντίζελ είναι προτιμότερο και για την ανθρώπινη υγεία και για την περιβαλλοντική προστασία^[23].

3.4.6 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Εκτός από τα πλεονεκτήματα που προαναφέραμε, θα παρουσιάσουμε τους λόγους για τους οποίους το βιοντίζελ φέρει μικρότερες επιπτώσεις σε αντίθεση με το πετρέλαιο, όσο αφορά τη μόλυνση του θαλάσσιου περιβάλλοντος^[24].

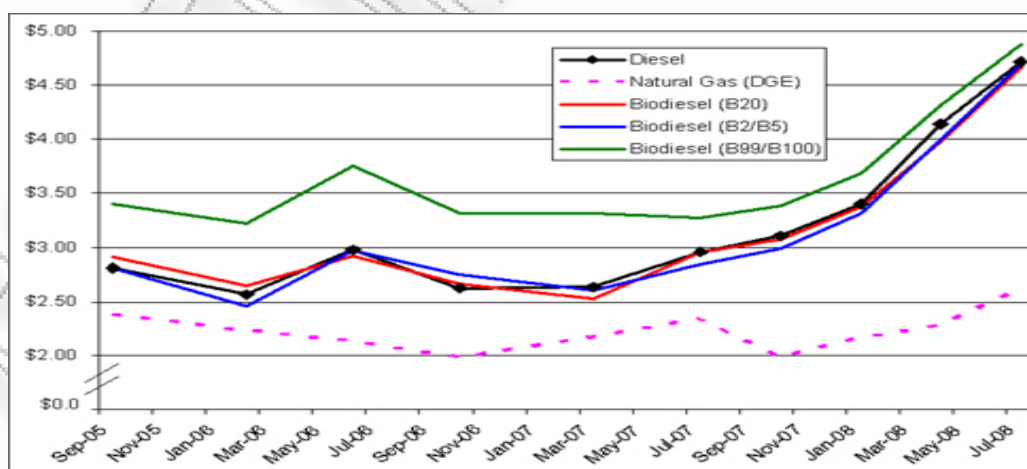
Η μικρή διαλυτότητα του βιοντίζελ και ο υψηλός ρυθμός βιοδιάσπασης, έχουν σαν αποτέλεσμα να θεωρείται περισσότερο περιβαλλοντικά φιλικό. Τα έλαια των ενεργειακών φυτών από τα οποία προέρχεται το βιοντίζελ, ύστερα από την διαδικασία της μετεστεροποίησης καθίστανται αρκετά αδιάλυτα τόσο στο θαλασσινό όσο και στο πόσιμο νερό. Το βιοντίζελ υπερಿಸχύει του συμβατικού πετρελαίου με μικρότερο βαθμό κορεσμού, 17 ppm για το θαλασσινό νερό και 14 ppm για το πόσιμο σε κανονική θερμοκρασία. Αντίθετα το πετρέλαιο εναποθέτει και διασπά αρωματικές ενώσεις στο νερό με βαθμό κορεσμού εκατοντάδων ppm. Για παράδειγμα το βιοντίζελ που προέρχεται από το έλαιο του φυτού ελαιοκράμβη, γνωστό και ως RME (Rapeseed Methyl Ester), μπορεί να αποσυντεθεί κατά 98,3% μέσα σε 21 ημέρες μόνο, ενώ ο χρόνος ημιζωής, δηλαδή ο χρόνος αντίδρασης της μισής ποσότητας των ενεργών αντιδρώντων της βιοδιάσπασης, είναι οι τέσσερις πρώτες ημέρες.

Επιπροσθέτως η τοξικότητα του βιοντίζελ και οι επιπτώσεις αυτής στη θαλάσσια χλωρίδα και πανίδα, είναι σημαντικά χαμηλότερες. Σύμφωνα με έρευνες πάνω σε ψάρια και οστρακοειδή, η τοξικότητα του βιοντίζελ, πάντα συγκρινόμενο με το πετρέλαιο, κυμαίνεται σε επίπεδα 20 έως 40 φορές χαμηλότερα από το ορυκτό ντίζελ. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά του βιοντίζελ αποτελούν πλεονεκτήματα τα οποία θα έπρεπε σε κάθε περίπτωση να απασχολήσουν τον τομέα των θαλασσιών μεταφορών,

μιας και η ατυχηματική ρύπανση είναι ένα φαινόμενο αναπόφευκτο σε πολλές περιπτώσεις. Παρ'όλα αυτά σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να υποτιμάται μιας μεγάλης έκτασης ρύπανση από βιοντίζελ, καθώς πάντα θα αποτελεί απειλή για το θαλάσσιο περιβάλλον τόσο για την χλωρίδα όσο και για την πανίδα.

3.4.7 ΤΙΜΗ

Το έτος 2007 στις Η.Π.Α., η μέση τιμή στην οποία τα πρατήρια διέθεταν το βιοντίζελ, συμπεριλαμβανομένων των ειδικών φόρων κατανάλωσης, για τα μίγματα B2 και B5, κυμαίνονταν στα επίπεδα των 12 σεντ χαμηλότερα από το συμβατικό ντίζελ. Η αντίστοιχη τιμή για το μίγμα B20 κυμαίνονταν περίπου στα ίδια επίπεδα με το πετρέλαιο κίνησης, ενώ το B100, δηλαδή το καθαρό βιοντίζελ, στην περίπτωση όπου δεν εφαρμόζονται φορολογικές διευκολύνσεις ή επιδοτήσεις, είναι κατά κανόνα ακριβότερο από το συμβατικό ντίζελ. Το ιδιόμορφο καθεστώς της αγοράς πετρελαίου όμως, με τις μεγάλες διακυμάνσεις που παρουσιάζει σε σύντομα χρονικά διαστήματα, οδήγησε σε μια αναδιάρθρωση των τιμών με αποτέλεσμα το μίγμα B20 να υπερβαίνει το ορυκτό ντίζελ κατά 15 σεντ, με τις τιμές να διαμορφώνονται στα \$2,69/gal για το B20 και στα \$2,54/gal για το ντίζελ^[25]. Το διάγραμμα 1. που ακολουθεί παρουσιάζει την πορεία των τιμών διαφόρων μιγμάτων βιοντίζελ, του καθαρού βιοντίζελ και του πετρελαίου στο διάστημα μεταξύ του Σεπτεμβρίου του 2005 και του Ιουλίου του 2008.



Διάγραμμα 1.

Όπως βλέπουμε και στο διάγραμμα το πετρέλαιο υπόκεινται σε μεγάλες διακυμάνσεις κυρίως κατά την περίοδο 2005-2007 και ύστερα ακολουθεί μια σταθερά ανοδική πορεία. Το καθαρό βιοντίζελ βρίσκεται σταθερά σε υψηλότερα επίπεδα τιμών από όλα τα υπόλοιπα προϊόντα που αναφέρονται αν και η διαφορά δείχνει να ελαττώνεται, ενώ το μίγμα B20 φαίνεται να κυμαίνεται περίπου στα ίδια επίπεδα κόστους με το πετρέλαιο εκτός της περιόδου από τον Ιανουάριο του 2008 και έπειτα όπου φαίνεται καθαρά να υπολείπεται σημαντικά η τιμή του έναντι του πετρελαίου. Τέλος για τα μικρότερα μίγματα B2 και B5 η τιμές αυτών είναι συνήθως μικρότερες από αυτήν του πετρελαίου. Αξίζει να σημειωθεί ότι το βιοντίζελ αρχίζει να γίνεται ανταγωνιστικό του πετρελαίου για τιμές του πρώτου πάνω από \$60 το βαρέλι^[26].

Αναλυτικά ακολουθεί ο πίνακας 6. με καταγεγραμμένες τιμές του πετρελαίου και διαφόρων μιγμάτων βιοντίζελ.

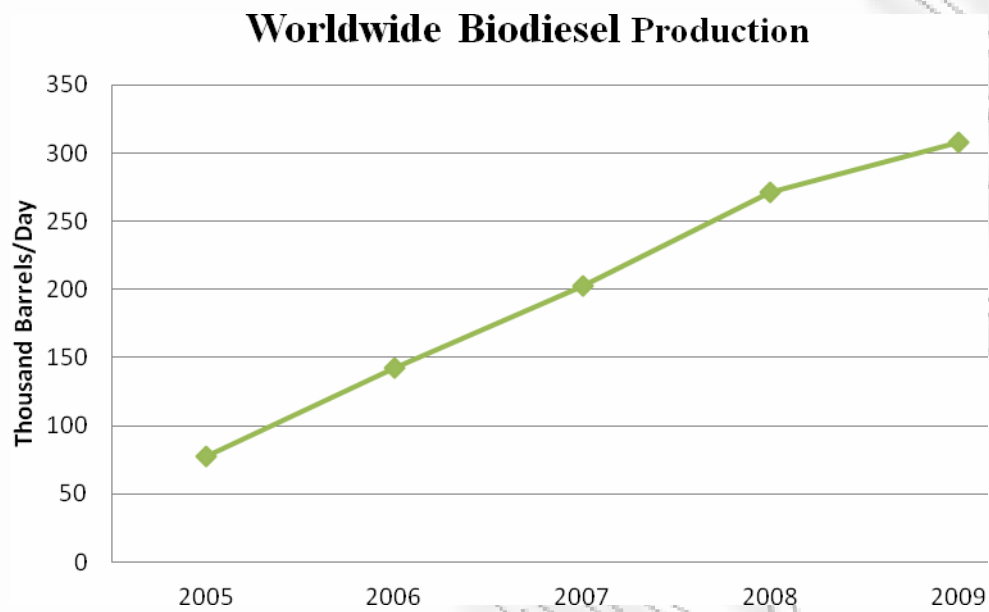
Αναφορά	Diesel	B20	B2/B5	B100
Sep 2005	\$2,81	\$2,91	\$2,81	\$3,40
Feb 2006	\$2,56	\$2,64	\$2,46	\$3,23
Jun 2006	\$2,98	\$2,92	\$2,97	\$3,76
Oct 2006	\$2,62	\$2,66	\$2,75	\$3,31
Mar 2007	\$2,63	\$2,53	\$2,60	\$3,31
Jul 2007	\$2,96	\$2,96	\$2,84	\$3,27
Oct 2007	\$3,11	\$3,08	\$2,99	\$3,38
Jan 2008	\$3,40	\$3,37	\$3,31	\$3,69
Apr 2008	\$4,14	\$3,98	\$3,99	\$4,31
Jul 2008	\$4,71	\$4,66	\$4,69	\$4,88

Πίνακας 6.

4. ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΑΓΟΡΑ

Σε παγκόσμιο επίπεδο είναι εμφανής πλέον η τάση προς την υποκατάσταση, ως ένα βαθμό, της χρήσης συμβατικού ντίζελ κίνησης με μίγματα βιοντίζελ-ντίζελ σε αναλογίες που έχουν προαναφερθεί. Όπως δείχνει και το διάγραμμα 2. ολόένα και περισσότερες χώρες εισάγουν το βιοντίζελ στην οικονομική τους δραστηριότητα, με

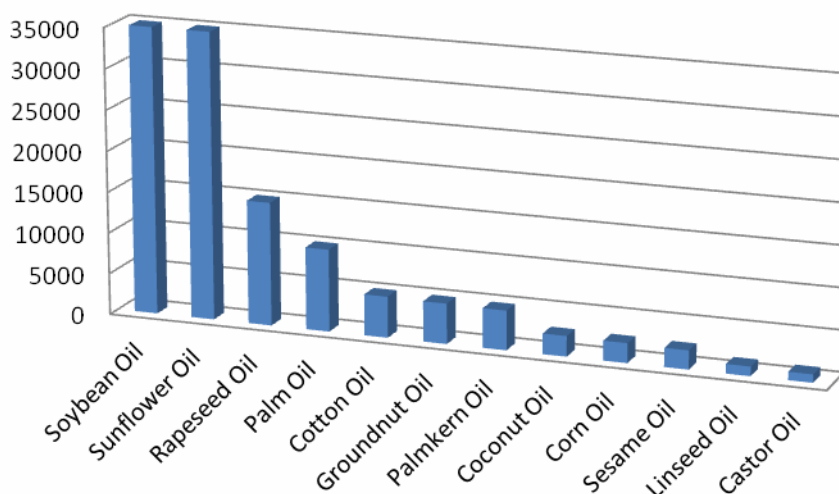
τις χώρες τις Ευρώπης και ειδικά την Γερμανία, να κρατούν τα πρωτεία τόσο στην παραγωγή όσο και στην κατανάλωση.



Διάγραμμα 2.

Η ετήσια παραγωγή φυτικών ελαίων σε παγκόσμιο επίπεδο, που προορίζονταν για χρήση τους ως καύσιμα, ξεπέρασε τα έτη 2005 και 2006 τους εκατό εκατομμύρια τόνους, ενώ στο διάγραμμα 3. που ακολουθεί μπορούμε να δούμε πως κατανέμεται η παγκόσμια παραγωγή στα διάφορα είδη των ενεργειακών φυτών.

Worldwide Oil Production



Διάγραμμα 3.

Τις τρεις πρώτες θέσεις καταλαμβάνουν τα φυτικά έλαια που προέρχονται ύστερα από την επεξεργασία των σπόρων της σόγιας, των ηλίανθων και της ελαιοκράμβης. Η κατάταξη αυτή δικαιολογείται από τις προτιμήσεις των μεγαλύτερων χωρών, παραγωγών βιοκαυσίμων παγκοσμίως με την παραγωγή σόγιας και ηλίανθων να έχει επωμιστεί η Αμερική, ενώ το φυτό ελαιοκράμβη να αφθονεί στον Ευρωπαϊκό χώρο.

Σύμφωνα με στοιχεία από τον Οργανισμό Biofuel Market Worldwide, υπάρχει πρόβλεψη για ετήσια αύξηση της τάξεως του 30% από το έτος 2006 και ύστερα με την παραγωγή βιοντίζελ να αγγίζει, για την περιοχή της Ευρωπαϊκής Ένωσης μόνο, τους 11 εκατομμύρια τόνους για το έτος 2010^[27]. Το International Energy Agency (I.E.A.) αναμένει τον διπλασιασμό της παγκόσμιας ετήσιας παραγωγής βιοντίζελ μέχρι το τέλος του έτους 2011, ενώ η αναμενόμενη αύξηση της ζήτησης για βιοντίζελ

δεν θα συναντήσει εμπόδια, καθώς όπως έχουμε ήδη αναφέρει η δυναμικότητα σε παγκόσμιο επίπεδο χαρακτηρίζεται για την ώρα επαρκής^[28].

Η ανοδική αυτή τάση δικαιολογείται από την κατά περιόδους ξέφρενη κούρσα της τιμής του μαύρου χρυσού, από τις δικαιολογημένες, αν και καθυστερημένα, ανησυχίες των κρατών διεθνώς για την περιβαλλοντική κατάσταση της Γης και σε μικρότερο βαθμό από τις όλο και αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες των χωρών του πλανήτη μας. Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε την κατάσταση της παγκόσμιας αγοράς στον τομέα των βιοκαυσίμων, εστιάζοντας την προσοχή μας στην Αμερικανική ήπειρο και την Ευρώπη, τους δύο μεγαλύτερους παραγωγούς βιοντίζελ παγκοσμίως και θα καταλήξουμε με μια αναφορά στον Ελλαδικό χώρο.

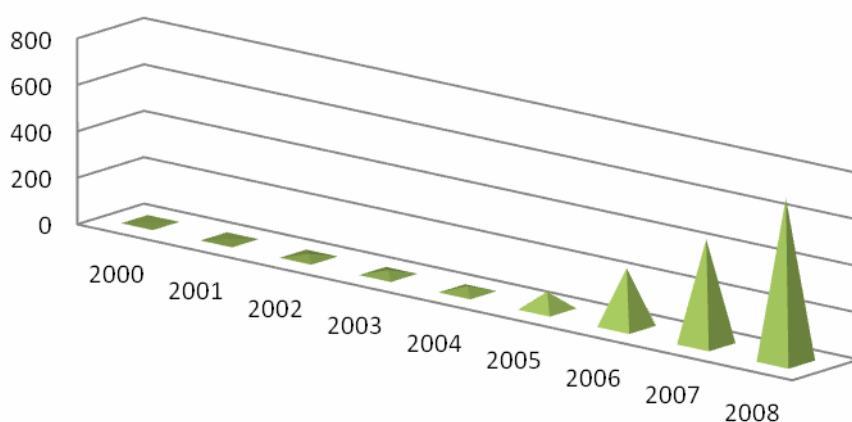
4.1 ΑΜΕΡΙΚΗ

Η Αμερικανική ήπειρος, αποτελούμενη από χώρες με τεράστιες ενεργειακές ανάγκες και ταυτόχρονα η μεγαλύτερη καταναλώτρια ορυκτού πετρελαίου παγκοσμίως, δεν θα μπορούσε παρά να αναδείξει και να προωθήσει τα βιοκαύσιμα τα οποία τείνουν να γίνουν ιδιαίτερα δημοφιλή ως πηγή ενέργειας, κυρίως στον κλάδο των μεταφορών, κατατάσσοντας την έτσι ως τη δεύτερη μεγαλύτερη παραγωγό βιοκαυσίμων παγκοσμίως.

Αν και μεγαλύτερο ποσοστό της παγκόσμιας αγοράς κατέχει η Βραζιλία στην παραγωγή βιοαιθανόλης αγγίζοντας το 72% της παγκόσμιας παραγωγής, η παραγωγή βιοντίζελ στις Η.Π.Α. δεν θεωρείται αμελητέα. Η χώρα καταλαμβάνει μεγάλο μέρος της παγκόσμιας παραγωγής ως ο δεύτερος μεγαλύτερος παραγωγός βιοντίζελ παγκοσμίως μετά την Ευρώπη. Με συνολικά 85 εταιρείες να ενεργούν στον χώρο, είναι φανερό ότι εκατομμύρια δολάρια έχουν επενδυθεί για την κατασκευή εργοστασίων παραγωγής βιοντίζελτα οποία ανέρχονται σε 165 και την προώθησής του βιοκαυσίμου στην Αμερικανική αγορά. Η χωρητικότητα των υπάρχοντων παραγωγικών μονάδων στις Η.Π.Α. μόνο, ανέρχεται στα 1,9 εκατομμύρια τόνους τον χρόνο, ενώ ακόμα 29 εταιρείες έχουν ανακοινώσει την κατασκευή νέων εργοστασίων μέσα στα προσεχή χρόνια. Η παραγωγική δυναμικότητα στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής αναμένεται να ξεπεράσει σε λίγα χρόνια τους 5,5 εκατομμύρια τόνους

βιοντίζελ τον χρόνο^[29]. Παρόλο που η παραγωγική δυναμικότητα, δηλαδή η μέγιστη παραγωγική ικανότητα των παραγωγικών μονάδων, ανέρχεται σε ένα εντυπωσιακό επίπεδο, η πραγματική παραγωγή βιοντίζελ είναι κατά πολύ μικρότερη φτάνοντας τα έτη 2005 και 2006 τους 250.000 και 750.000 τόνους αντίστοιχα. Συγκεκριμένα για τις Η.Π.Α. μπορούμε να δούμε από τα διαθέσιμα στοιχεία μια σταθερή αύξηση της παραγόμενης ποσότητας βιοντίζελ, που φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα 4.

U.S.A. Biodiesel Production



Διάγραμμα 4.

Η μικρή παραγωγή της χώρας το 2000 ανέρχονταν μόλις σε 2,000,000 γαλόνια βιοντίζελ. Μπορούμε να παρατηρήσουμε μια σταθερή αύξηση της παραγόμενης ποσότητας, η οποία λίγα χρόνια μετά, το 2004 ανέρχεται σε 25,000,000 γαλόνια, ενώ το 2008 αγγίζει τα 700,000,000 γαλόνια.

Η Αμερικανική κυβέρνηση προωθεί την παραγωγή και κατανάλωση βιοκαυσίμων, με το Κογκρέσο να έχει θέσει σαν στόχο την κάλυψη του 5% των ενεργειακών αναγκών της χώρας με την χρήση βιοντίζελ, πράγμα που πρακτικά, για μια τέτοια χώρα, σημαίνει παραγωγή της τάξεως των 8 δισεκατομμυρίων τόνων (περίπου 254 δις. γαλόνια) βιοντίζελ, με στόχο το έτος 2012.

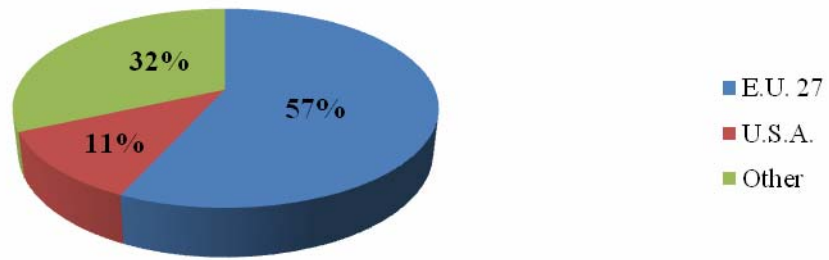
4.2 ΕΥΡΩΠΗ

Στον Ευρωπαϊκό χώρο βλέπουμε να έχουν αναληφθεί ανάλογες ενέργειες, με τα αρμόδια κοινοτικά όργανα και τους συναρμόδιους φορείς να προωθούν και να στηρίζουν την χρήση των βιοκαυσίμων, σε μια προσπάθεια αποδέσμευσης από το πετρέλαιο και εναρμονισμού των χωρών μελών με τις επιταγές του πρωτοκόλλου του Κιότο. Απώτερος στόχος δεν είναι άλλος από την στροφή των χωρών μελών προς φιλικότερες για το περιβάλλον συνήθειες, που όχι μόνο θα περιορίσουν την περιβαλλοντική ζημία αλλά θα οδηγήσουν και σε μια βιώσιμη πλέον πορεία, απαραίτητη για το μέλλον του πλανήτη μας^[30].

Η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός βιοντίζελ σε παγκόσμιο επίπεδο, με την αγορά των βιοκαυσίμων να κυριαρχείται από έναν μικρό αριθμό πολυεθνικών εταιρειών που δραστηριοποιούνται στον χώρο. Οι εταιρείες αυτές λειτουργούν καθετοποιημένα αναλαμβάνοντας δράση σε όλα τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας των βιοκαυσίμων, από την εξαγωγή των φυτικών ελαίων έως την επεξεργασία και τελικώς την διάθεση του προϊόντος στην αγορά. Τα τρία τέταρτα από τη συνολική παραγωγική δυναμικότητα στην Ευρώπη αναλογούν σε τέσσερις μεγάλες εταιρείες του κλάδου τις A.D.M., CARGILL, BUNGE και SAIPOI. Όπως μπορούμε να δούμε και στο διάγραμμα πέντε που ακολουθεί από την συνολική παραγόμενη ποσότητα βιοντίζελ σε παγκόσμιο επίπεδο το έτος 2009, η οποία ανήλθε σε 17,929 εκ. τόνους, το 57% ανήκει στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 27 χωρών μελών, το 11% αποτελεί παραγωγή των Η.Π.Α. ενώ το υπόλοιπο κατανέμεται σε άλλες χώρες του πλανήτη όπως για παράδειγμα η Κίνα, η Αργεντινή, ο Καναδάς κ.α.^[31]

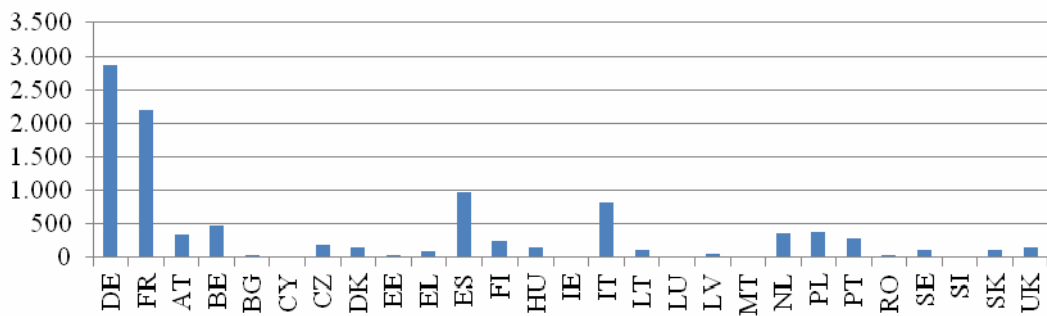
Τα διαθέσιμα στοιχεία για το έτος 2008 δείχνουν ότι η παραγωγή βιοντίζελ στους κόλπους της Ε.Ε. ανήλθε σε επίπεδα κοντά στους 7,7 εκατομμύρια μετρικούς τόνους ενώ το επόμενο έτος ξεπέρασε τα 9 εκατομμύρια μετρικούς τόνους. Στον διάγραμμα 6. που ακολουθεί παρουσιάζονται τα στοιχεία για τα επίπεδα παραγωγής βιοντίζελ, των 27 χωρών-μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε εκατομμύρια τόνους. Βλέπουμε ότι τα ινία στην παραγωγή βιοντίζελ κρατά η Γερμανία η οποία δεσπόζει στην πρώτη θέση με 2,859 εκ. τόνους, ακολουθεί η Γαλλία με 2,206 εκ. τόνους και Τρίτη έρχεται η Ισπανία με 967 εκ. τόνους. Η χώρα μας βρίσκεται στην 18 θέση της κατάταξης με παραγωγή που φτάνει τους 87 εκ. τόνους ετησίως^[32].

Regional Biodiesel Production



Διάγραμμα 5.

Biodiesel Production

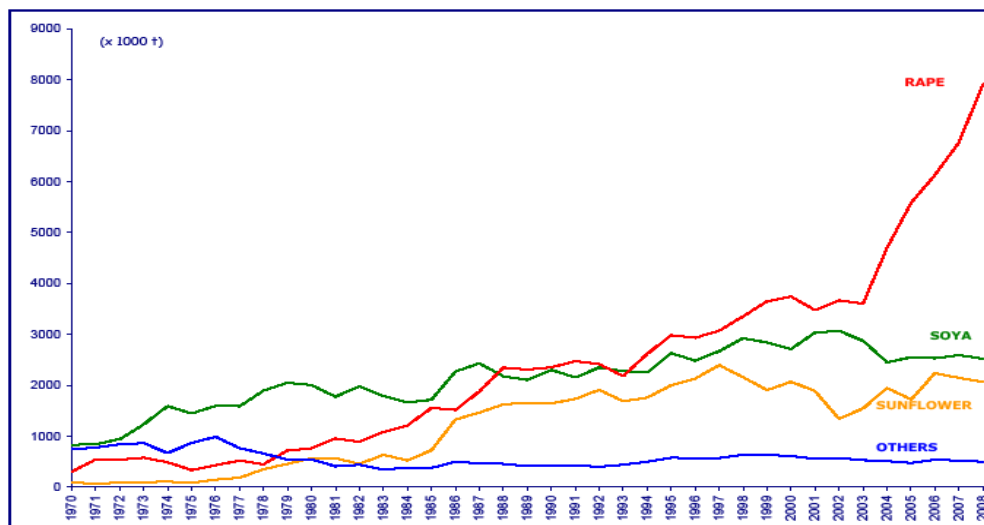


Διάγραμμα 6.

4.3 Ε.Ε. ΚΑΙ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

Στην Ευρωπαϊκή Ήπειρο στους κόλπους της Ε.Ε. η παραγωγή και επεξεργασία φυτικών ελαίων διατηρεί μια ανοδική τάση ήδη από το έτος 1970 όπως δείχνει και το διάγραμμα

7.



Διάγραμμα 7.

Η Ε.Ε. έχοντας αναγνωρίσει την σημασία και τις προοπτικές του βιοντίζελ και των βιοκαυσίμων γενικότερα, έχει εκδώσει πλήθος οδηγιών, προτύπων και κανόνων, έτσι ώστε να συμβάλει έμπρακτα στην ενδυνάμωση και εδραίωση της συγκεκριμένης βιομηχανίας. Πιο συγκεκριμένα, το 2003 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή με την υιοθέτηση της οδηγίας για την προώθηση των βιοκαυσίμων 2003/30, καλεί τα κράτη μέλη της να αυξήσουν το ποσοστό των βιοκαυσίμων που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές στο 2% το 2005 και στο 5,75% το 2010.

Επίσης το 2003 υιοθετήθηκε μια νέα οδηγία 2003/96 σχετικά με την φορολόγηση της ενέργειας. Οι φόροι των καυσίμων στους κόλπους της Ε.Ε. είναι αρκετά υψηλοί με αποτέλεσμα να συνιστούν τελικά το 50% της λιανικής αξίας πώλησής τους. Η συγκεκριμένη οδηγία λοιπόν, σε αντίθεση με ότι συνέβαινε στο παρελθόν, δίνει την δυνατότητα στα κράτη μέλη της Ε.Ε., να απαλλάξουν μερικώς ή ολικώς τα βιοκαύσιμα από το βάρος των φόρων. Τα κράτη μέλη μπορούν να το πράξουν αυτό από το 2004 και μετά για μια περίοδο 6 μηνών, καθιστώντας τα έτσι αυτόματα πιο ανταγωνιστικά έναντι των συμβατικών ορυκτών καυσίμων. Όπως ήταν φυσικό οι πρακτικές αυτές έδωσαν μια ώθηση στην βιομηχανία των βιοκαυσίμων και πιο

συγκεκριμένα σε αυτή του βιοντίζελ, στην οποία η Ευρώπη επέλεξε να δραστηριοποιηθεί πιο ενεργά.

Σε συνέχεια των παραπάνω η Ε.Ε. εξέδωσε μια οδηγία με την οποία καθορίζονται ακριβώς η ποιότητα και τα επιτρεπτά χαρακτηριστικά των καυσίμων. Αποτέλεσμα αυτής της οδηγίας ήταν να λάβουν χώρα κάποιες τεχνολογικές αλλαγές όσο αφορά τους κινητήρες ντίζελ, οι οποίοι είναι πλέον πιο αποδοτικοί ενεργειακά και εκπέμπουν ρύπους σε μικρότερο βαθμό, Το EN14214, το νέο πρότυπο καυσίμων τέθηκε σε εφαρμογή στα τέλη του 2003. Με αυτόν τον τρόπο διασφαλιζόνταν η ποιότητα του παραγόμενου βιοντίζελ και οι καταναλωτές μπορούσαν, άφοβα πλέον να κάνουν χρήση στα οχήματά τους. Επίσης η οδηγία 85/538/ΕΕ επιτρέπει την προσθήκη ποσοστού βιοντίζελ το οποίο δεν ξεπερνά το 5% στο ορυκτό ντίζελ κίνησης, χωρίς οι καταναλωτές να είναι ενήμεροι για αυτό^[33].

Σημαντικό και προς την κατεύθυνση της αυξημένης χρήσης βιοκαυσίμων είναι και το σχέδιο δράσης για την βιομάζα, που εξέδωσε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή το 2005.

Αυτό περιλαμβάνει:

- Αναθεώρηση της οδηγίας του 2003 και μετατροπή των στόχων που έχουν τεθεί για την αγορά των βιοκαυσίμων, σε υποχρεωτικούς κανόνες για όλα τα κράτη μέλη.
- Προώθηση των βιοκαυσίμων 2^{ης} γενιάς.
- Προώθηση της αγοράς οχημάτων που διαθέτουν κινητήρες συμβατούς με καύσιμα υψηλής περιεκτικότητας σε βιοντίζελ.
- Αλλαγές στις ισχύουσες προδιαγραφές του βιοντίζελ έτσι ώστε να είναι δυνατή η χρήση μεγαλύτερου φάσματος όσο αφορά τις πρώτες ύλες.
- Ενθάρρυνση πρόσβασης τρίτων χωρών στην Ευρωπαϊκή αγορά βιοκαυσίμων και σύναψη εμπορικών συμφωνιών.
- Άρση εμποδίων που θέτονται από την εδραιωμένη πετρελαϊκή βιομηχανία και που εμποδίζουν την περεταίρω διάδοση των βιοκαυσίμων.

Τα αποτελέσματα των οδηγιών και των κανόνων που επέβαλε η Ε.Ε. στα κράτη μέλη της δυστυχώς δεν ήταν τα επιθυμητά, όπως άλλωστε έδειξε και η αναφορά για την πρόοδο της χρήσης των βιοκαυσίμων τον Ιανουάριο του 2007.

Πιο συγκεκριμένα:

- Ο στόχος της οδηγίας το 2010 δεν είναι πιθανό να επιτευχθεί και σε καμία περίπτωση οι λόγοι για αυτό δεν μπορούν να χαρακτηριστούν δικαιολογημένοι ή βασιζόμενοι σε νέα επιστημονικά στοιχεία.
- Η χρήση των βιοκαυσίμων και η ανάπτυξη της συγκεκριμένης αγοράς είναι ο μόνος, τουλάχιστον για την παρούσα περίοδο, τρόπος να μειωθεί σημαντικά η εξάρτηση τη Ευρώπης από το πετρέλαιο και να οδηγήσει στην ασφαλή και γιατί όχι αυτάρκη κάλυψη των ενεργειακών της αναγκών και την σημαντική μείωση των αερίων του θερμοκηπίου.
- Περεταίρω περιβαλλοντικά οφέλη μπορούν να αποκομιστούν από την χρήση των βιοκαυσίμων, με την παροχή κινήτρων τόσο για το στάδιο της παραγωγής όσο και για τα στάδια της διάθεσης και της κατανάλωσης. Ακόμα η χρήση βιοκαυσίμων 2^{ης} γενιάς συμβάλει επίσης με την σειρά της στους πιο πάνω στόχους.
- Τέλος σημαντικό είναι να μην επιτρέπεται η διάκριση και η εύνοια προς ένα συγκεκριμένο είδος βιοκαυσίμου, αλλά να ενθαρρύνονται εξίσου όλες οι σχετικές και φιλικές πάντα προς το περιβάλλον πρακτικές παραγωγής και τύποι.

Η οδηγία 2003/30 αντικαταστάθηκε από τη νεότερη 2009/98. Σύμφωνα με την τελευταία, η οποία άρχισε να εφαρμόζεται από την 5^η Δεκεμβρίου του 2010, το ποσοστό ενέργειας που χρησιμοποιείται από ανανεώσιμες πηγές πρέπει να καταλαμβάνει ένα ποσοστό που ανέρχεται σε τουλάχιστον 10% στο σύνολο των καυσίμων κίνησης για τον τομέα των μεταφορών. Η οδηγία αυτή που έχει ορίζοντα το 2020 περιλαμβάνει και άλλους τομείς όπως η παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας^[34].

Τέλος όσο αφορά τα βιοκαύσιμα, η παραγωγή τους δεν θα πρέπει να γίνεται με χρήση πρώτων υλών από περιοχές με υψηλή βιοποικιλότητα ή με υψηλό απόθεμα διοξειδίου

του άνθρακα. Επίσης ιδιαίτερη έμφαση γίνεται και στην βιωσιμότητα που πρέπει να διέπει όλες τις αντίστοιχες διαδικασίες.

4.3.1 GERMANIA

Στους κόλπους της Ε.Ε. η Γερμανία κατέχει τα πρωτεία τόσο στην παραγωγή όσο και στην κατανάλωση βιοκαυσίμων, με την δυναμικότητα της χώρας να ξεπερνά τους δύο εκατομμύρια τόνους το έτος 2006. Ήδη από το 2005 η κατανάλωση βιοκαυσίμων στην χώρα ξεπερνούσε τον στόχο που είχε θέσει η Ε.Ε. στο 5,75% με ορίζοντα το 2010 και άγγιζε το 6,3%. Η δυναμικότητα της Γερμανίας στην παραγωγή βιοντίζελ φτάνει τους 5,3 εκατομμύρια τόνους ετησίως. Το 2007 η Γερμανική κυβέρνηση πρότεινε την υποχρεωτική διάθεση συγκεκριμένης ποσότητας βιοκαυσίμων στην αγορά η οποία καθορίστηκε στο 4,4% της συνολικής ποσότητας των διαθέσιμων καυσίμων κίνησης και επίσης κάποιες αλλαγές στο ισχύον φορολογικό σύστημα. Έτσι από τις αρχές του 2007 μόνο το Β100 δεν επιβαρύνεται με ειδικό φόρο κατανάλωσης ενώ όλα τα άλλα μείγματα με μικρότερη περιεκτικότητα βιοντίζελ, φορολογούνται κανονικά^[35].

Το ευνοϊκό φορολογικό καθεστώς στην Γερμανία ήταν και ο βασικός λόγος της επιτυχίας του όλου εγχειρήματος. Σε συνδυασμό με τον πιο πάνω παράγοντα, συνέβαλλαν επίσης η υιοθέτηση ως ένα βαθμό, αυτούσιου βιοντίζελ ως καύσιμο κίνησης από τις αυτοκινητοβιομηχανίες και η ταχεία εξάπλωση των σταθμών προμήθειας. Η ανοδική τάση της τιμής του πετρελαίου συνέβαλε και αυτή με την σειρά της ως παράγοντας για την περεταίρω προαγωγή του βιοντίζελ το οποίο όπως έχουμε αναφέρει και σε άλλο σημείο της εργασίας είναι οικονομικά και περιβαλλοντικά ανταγωνιστικό με το συμβατικό ορυκτό ντίζελ. Το βιοντίζελ όπως προκύπτει από τα παραπάνω για την Γερμανική επικράτεια, προσέλκυσε πλήθος καταναλωτών κυρίως ιδιοκτήτες φορτηγών, λεωφορείων και αγροτικών μηχανημάτων σε πρώτη φάση οι οποίοι είναι και οι πλέον ευπαθείς ομάδες στις αλλαγές των τιμών του πετρελαίου. Ήδη χιλιάδες συμβατικά αυτοκίνητα Ι.Χ. λειτουργούν με καθαρό βιοντίζελ προερχόμενο από το ενεργειακό φυτό ελαιοκράμβη, φανερώνοντας τις προθέσεις της χώρας να προχωρήσει ένα βήμα παραπέρα από την απλή χρήση μιγμάτων βιοντίζελ και συμβατικού ντίζελ. Τέλος από τα 1900 πρατήρια

διανομής καυσίμων στην Γερμανική επικράτεια περίπου το 10% από αυτά διαθέτει στους καταναλωτές βιοντίζελ^[36]. Ας ελπίσουμε την ίδια ευρεία αποδοχή να συναντήσουμε και σε άλλες χώρες και τομείς, όπως η ναυτιλία που και εκεί ένα μεγάλο μέρος του κόστους αποτελούν οι ενεργειακές ανάγκες.

4.3.2 ΕΛΛΑΔΑ

Στην Ελληνική αγορά μπορούμε να δούμε πως η βιομηχανία του βιοντίζελ, υπολειτουργεί. Τα διυλιστήρια στην Ελληνική επικράτεια είναι υπεύθυνα για την διάθεση του βιοντίζελ στην Ελληνική αγορά, σε ποσοστό όμως που περιορίζεται στο 6,5 % της συνολικής διατιθέμενης ποσότητας πετρελαίου κίνησης. Η προμήθεια τώρα των διυλιστηρίων σε βιοντίζελ γίνεται κατά ένα μέρος από 14 παραγωγικές μονάδες που εδρεύουν στην χώρα μας και συμπληρώνεται με εισαγωγές από το εξωτερικό, οι οποίες φυσικά υπόκεινται σε ποσοστώσεις, βάση νόμου^[37].

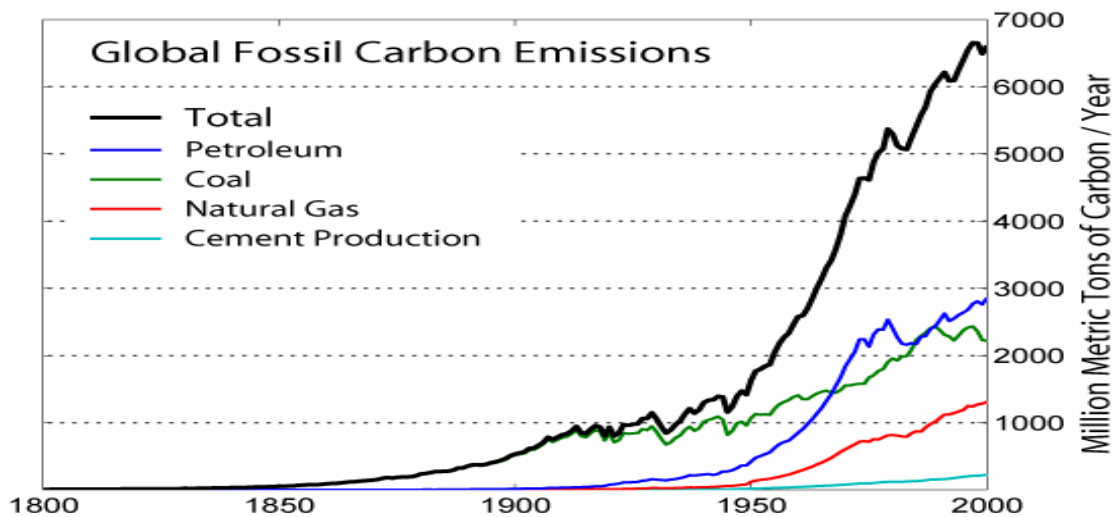
Οι ποσότητες λοιπόν βιοντίζελ και βιοκαυσίμων γενικότερα που διακινούνται στην χώρα μας είναι σχετικά περιορισμένες και καταλαμβάνουν μόλις το 2% του συνόλου των καυσίμων κίνησης. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τις δεσμεύσεις προς την Ε.Ε. για αντικατάσταση του 5,75% του συνόλου των καυσίμων κίνησης από βιοκαύσιμα μέσα στο 2010. Η παρούσα κατάσταση και το στριφνό νομικό καθεστώς, καθώς το κράτος απαγορεύει την περαιτέρω διάθεση του βιοντίζελ πέραν του 2% στο σύνολο των καυσίμων κίνησης, κάνουν τον στόχο του 10% (αντικατάσταση του συνόλου των καυσίμων κίνησης) το 2020 να φαντάζει αδύνατος. Κάποια ελπίδα σε βραχυχρόνιο διάστημα δίνουν οι προτάσεις για τη σταδιακή απελευθέρωση των ντιζελοκίνητων Ι.Χ. σε Αθήνα και Θεσσαλονίκη, πράγμα που θα οδηγήσει αναπόφευκτα στην αύξηση της ζήτησης για πετρέλαιο κίνησης, η οποία αύξηση συνεπάγεται και την αύξηση της απορροφημένης ποσότητας βιοντίζελ από το κράτος. Σε συνέχεια των προηγούμενων κινήσεις θα πρέπει να γίνουν από τα αρμόδια κρατικά όργανα, προς την ενθάρρυνση των καταναλωτών για χρήση μιγμάτων ντίζελ-βιοντίζελ σε ποσοστά μεγαλύτερα από τα τωρινά π.χ. 20%, 30% ή και 100%, όπως ήδη συμβαίνει σε άλλες χώρες της Ε.Ε. (βλ. Γερμανία) και επίσης χρήση των βιοκαυσίμων σε μεγαλύτερα ποσοστά από δεσμευμένους στόλους όπως π.χ. στα λεωφορεία των αστικών συγκοινωνιών^[38].

Όσο αφορά την φορολόγηση των βιοκαυσίμων στην χώρα μας, αυτά μερικώς ή ολικώς απαλλάσσονται από την επιβολή ειδικού φόρου κατανάλωσης όπως άλλωστε προβλέπει και η οδηγία της Ε.Ε. 2003/96. Από το τέλος όμως του 2007 καταργήθηκε η αποφορολόγηση των βιοκαυσίμων και έτσι έχουμε την επιβολή ειδικού φόρου κατανάλωσης που ανέρχεται στο ποσό των 293 ευρώ ανά 1000 λίτρα το 2008 και σε 302 ευρώ αντίστοιχα το 2009.

Είναι γεγονός ότι η συνολική δυναμική παραγωγικότητα της χώρας μας σε βιοντίζελ αγγίζει περίπου τα 800,000 κυβικά ετησίως. Το 2009 η συνολική κατανάλωση πετρελαίου κίνησης ανήλθε περίπου σε 2,837,350 κυβικά στη χώρα μας με το βιοντίζελ να καταλαμβάνει από αυτό το ποσό τα 118,000 κυβικά, δηλαδή ποσοστιαία 4,1%. Είναι φανερό λοιπόν ότι υπάρχει χώρος για την κάλυψη της πιθανής αυξημένης ζήτησης του βιοντίζελ, η οποία μπορεί να καλυφθεί επαρκώς από την εγχώρια παραγωγή^[39].

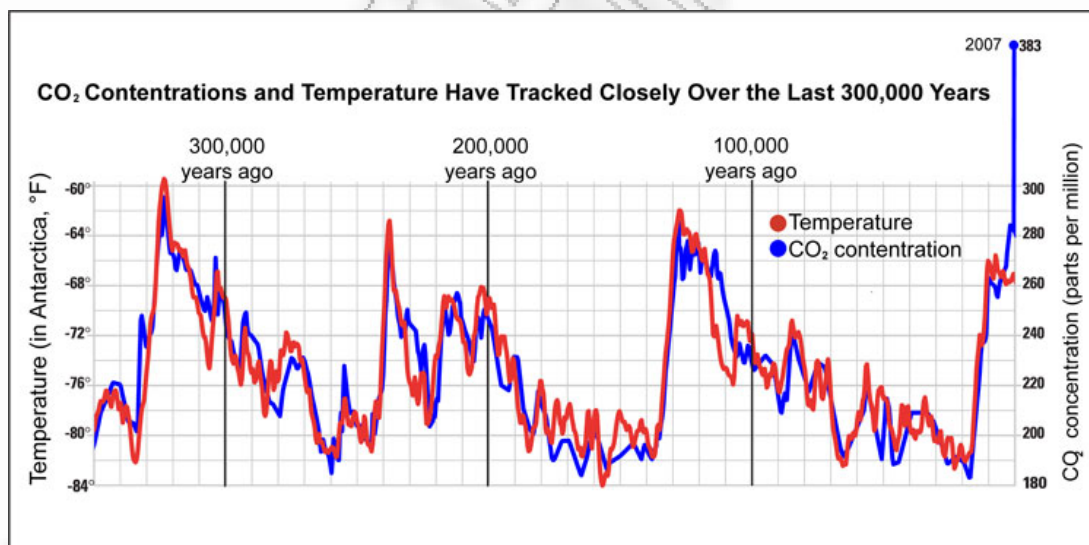
5. ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

Είναι πλέον κοινώς αποδεκτό ότι η θερμοκρασία του πλανήτη έχει αυξηθεί και θα συνεχίσει να αυξάνεται σε περίπτωση που τα κατάλληλα μέτρα και κανόνες δεν υιοθετηθούν, ώστε να υπάρξει η καλύτερη δυνατή ρύθμιση και έλεγχος στους ρυπογόνους τομείς των εκάστοτε οικονομιών όπως π.χ. αυτός των μεταφορών. Το ενδιαφέρον των περισσότερων συγκεντρώνει το CO₂ για το οποίο έρευνες έχουν καταδείξει την δραματική συμβολή του στην ένταση του φαινομένου του θερμοκηπίου και επίσης είναι το αέριο εκείνο το οποίο απελευθερώνεται σε μεγαλύτερες ποσότητες στην ατμόσφαιρα κατά την διεξαγωγή των διαφόρων βιομηχανικών δραστηριοτήτων^[40].



Διάγραμμα 8.

Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα 9. που ακολουθεί, η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη ακολουθεί την αύξηση της συγκέντρωσης CO₂ στην ατμόσφαιρα, γεγονός που μας επαληθεύει την δυσμενή επίπτωση που έχει στο περιβάλλον η συνεχόμενη αύξηση της συγκέντρωσης του αερίου αυτού στην ατμόσφαιρα του πλανήτη.

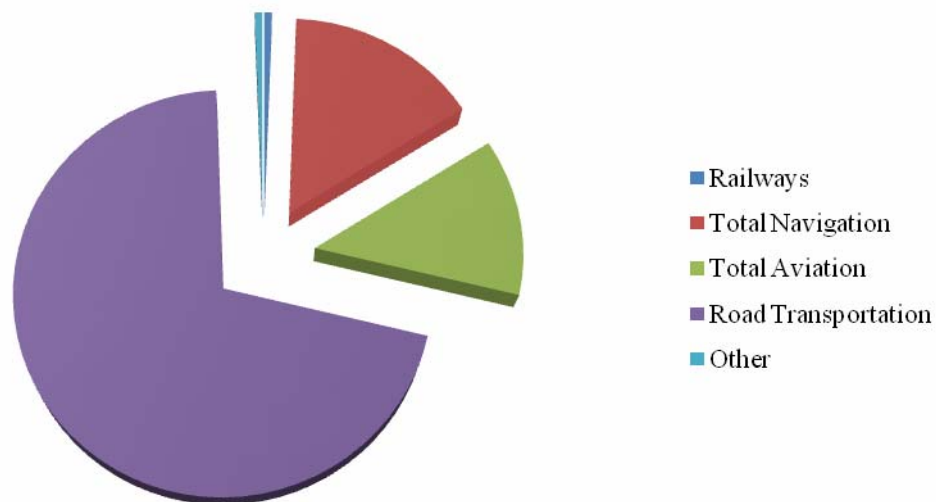


Διάγραμμα 9.

Οι τομείς της παραγωγής ενέργειας και των μεταφορών είναι δύο από τους πιο ρυπογόνους σε μια οικονομία και απαιτείται η κατάλληλη ρύθμιση προκειμένου να αποφευχθούν οι δυσμενείς συνέπειες της περαιτέρω ρύπανσης του περιβάλλοντος στο μέλλον.

Σύμφωνα με στοιχεία από το European Environment Agency σε έκθεση που εκδόθηκε το έτος 2009, οι συνολικές εκπομπές CO₂ στους κόλπους της Ευρωπαϊκής Ένωσης των 25 χωρών μελών, άγγιξαν τους 4.326,4 εκατομμύρια τόνους για το έτος 2007. Στο διάγραμμα 10. που ακολουθεί παρουσιάζεται η κατανομή των εκπομπών αυτών στα διάφορα μέσα μεταφοράς.

Share by Mode in Total Transport CO₂ Emissions



Διάγραμμα 10.

Σύμφωνα με την μελέτη του IMO για τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου (2nd IMO GHG Study 2009), η μεγέθυνση του διεθνούς εμπορίου οδήγησε αναπόφευκτα και στην αύξηση των εκπομπών ρύπων από τα πλοία της ποντοπόρου ναυτιλίας. Στην παρούσα φάση τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται για την διεξαγωγή των θαλασσιών μεταφορών, είναι κατάλοιπα της διαδικασίας δύλισης του πετρελαίου, ακάθαρτες ενώσεις η καύση των οποίων οδηγεί σε υψηλές εκπομπές ανεπιθύμητων και βλαβερών για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία αερίων. Επίσης η ναυτιλιακή βιομηχανία, πρακτικά δεν υπόκειται σε ρυθμίσεις όσο αφορά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ενώ ακόμα δεν υπάρχει κάποια θεσμική οδηγία προς την κατεύθυνση της αντικατάστασης των συμβατικών ορυκτών καυσίμων με υποκατάστατα προερχόμενα από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η απελευθέρωση των καυσαερίων κατά την λειτουργία τους, είναι ο κύριος τρόπος με τον οποίο τα πλοία μολύνουν την ατμόσφαιρα της γης με στοιχεία όπως το διοξείδιο του άνθρακα- CO_2 , το οξείδιο του αζώτου- N_2O , το εξαφθοριούχο θείο- SF_6 και άλλες σχετικές επιβλαβείς ενώσεις όπως τα οξείδια του αζώτου και του θείου- NO_x , SO_x , τα αιωρούμενα σωματίδια- PMs , οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες- HCs κ.α.. Το ενδιαφέρον και η προσοχή όλων πάντως εστιάζεται και εδώ κυρίως στο διοξείδιο του άνθρακα, για τους λόγους που προαναφέρθηκαν.

Πιο συγκεκριμένα το 2007 τα πλοία της ποντοπόρου ναυτιλίας συνέβαλαν κατά 2,7% στην παγκόσμια ανθρωπογενή επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με διοξείδιο του άνθρακα, ενώ αν λάβουμε υπόψη μας τόσο την ποντοπόρο όσο και την επιβατηγό ναυτιλία στο σύνολό τους, επιβάρυναν την ατμόσφαιρα του πλανήτη μόνο για το έτος 2007 με 1046 εκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα, ποσό που αντιστοιχεί στο 3,3% των εκπομπών του παγκοσμίως. Μελλοντικά σενάρια της συγκεκριμένης μελέτης έδειξαν ότι απουσία σχετικών κανόνων, πολιτικών και οδηγιών από τους αρμόδιους θεσμούς, οι εκπομπές από πλοία δύναται να αυξηθούν κατά 200 ή και 300% συγκριτικά με τις τιμές για το έτος 2007.

Σε συνέχεια με τα παραπάνω η μελέτη καταδεικνύει ότι μπορεί να επιτευχθεί μείωση του φαινομένου της ρύπανσης από πλοία της ποντοπόρου ναυτιλίας με συνδυαστική εφαρμογή τεχνικών και λειτουργικών μεθόδων καθώς και με την υιοθέτηση των κανόνων των διεθνών οργανισμών, σε ποσοστό που φτάνει έως και το 75%.

Εκτός όμως από την ρύπανση που συντελείται παράλληλα με το μεταφορικό έργο υπάρχουν και μερικοί άλλοι λόγοι οι οποίοι προωθούν την αντικατάσταση των συμβατικών ορυκτών καυσίμων με υποκατάστατα προερχόμενα από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η παγκόσμια παραγωγή και κατανάλωση πετρελαίου διατηρούν εδώ και κάποια χρόνια μια ανοδική πορεία και σύμφωνα με στοιχεία της BP^[41], η ίδια τάση θα διατηρηθεί και στο μέλλον. Σε ορισμένα σημεία του πλανήτη π.χ. Νορβηγία η παραγωγή πετρελαίου έχει αγγίξει τα ανώτατα όρια πιέζοντας της τιμές προς τα πάνω. Η βιομηχανική ανάπτυξη γιγαντιαίων χωρών όπως η Κίνα και η Ινδία, που διεκδικούν τα πρωτεία από τις Η.Π.Α. στον παγκόσμιο οικονομικό χάρτη, συμβάλει στην αύξηση της ζήτησης για πετρέλαιο προκειμένου να μπορέσουν να καλύψουν τις συνεχώς

αυξανόμενες ανάγκες τους, ενώ η πολιτική αναταραχή που επικρατεί σε περιοχές με σημαντική παραγωγή πετρελαίου όπως στο Ιράν, στο Ιράκ και την Λιβύη, συντελεί στη ανασφάλεια των χωρών για την έγκαιρη και απρόσκοπτη προμήθεια πετρελαίου. Όλοι οι παραπάνω λόγοι έχουν οδηγήσει την τιμή του πετρελαίου σε ένα ράλι ανόδου κάνοντας ακόμα πιο επιτακτική την ανάγκη των χωρών για αποδέσμευση από αυτό σε όσο το δυνατό μεγαλύτερο βαθμό.

Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω αναμένεται στροφή προς μια πιο οικολογική διαχείριση των πλοίων της ποντοπόρου ναυτιλίας που εντείνεται από την διαχρονική άνοδο των τιμών του πετρελαίου για τους λόγους που προαναφέρθηκαν και που θα ολοκληρωθεί με την λήψη μέτρων τόσο από τους ιδιώτες (π.χ. στροφή προς νέους, οικονομικότερους και αποδοτικότερους τύπους πλοίων, slowsteaming κ.α.) όσο και από τα αρμόδια θεσμικά όργανα (π.χ. ενθάρρυνση χρήσης βιοκαυσίμων με την παροχή κινήτρων, επιβολή ορίων ρύπανσης και προστίμων κ.α.). Παρακάτω θα παρουσιάσουμε μια εναλλακτική λύση, την υιοθέτηση των βιοκαυσίμων στα εμπορικά πλοία της ποντοπόρου και επιβατηγού ναυτιλίας.

5.1 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

Στην πραγματικότητα το βιοντίζελ και τα υπόλοιπα βιοκαύσιμα χρησιμοποιούνται ακόμα σε περιορισμένες περιπτώσεις στον ναυτιλιακό τομέα. Παρακάτω θα παρουσιάσουμε συνοπτικά διάφορες ενέργειες που έλαβαν χώρα και σκοπός τους δεν ήταν άλλος από την εξέταση της συμβατότητας των βιοκαυσίμων με τις μηχανές των πλοίων και των σκαφών και η προώθηση τελικώς των βιοκαυσίμων ως εναλλακτική επιλογή αντί της χρήσης συμβατικών ορυκτών καυσίμων.

GREAT LAKES BIODIESEL MARKET DEVELOPMENT PROGRAM

Το 1998 ξεκίνησε μια μελέτη η οποία εστίαζε στην χρήση του βιοντίζελ ως καύσιμο για τα ιδιωτικά σκάφη αναψυχής της περιοχής. Το βιοντίζελ που χρησιμοποιήθηκε προέρχονταν από σπόρους σόγιας, ενώ παράλληλα εξετάστηκε και η δημιουργία ενός αποτελεσματικού δικτύου εφοδιασμού.

Η έρευνα κατέληξε σε πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα, καθώς τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα μπορούσαν εύκολα να αντικατασταθούν από βιοντίζελ, χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα όσο αφορά τους κινητήρες και τη λειτουργία τους^[42].

GREAT LAKES ENVIRONMENTAL RESEARCH LABORATORY (GLERL)

Το εργαστήριο GLERL ξεκίνησε το 1998 ένα πρόγραμμα, μέρος τη έρευνάς τους πάνω στις πιθανές βελτιώσεις στον ναυτιλιακό τομέα, το οποίο περιελάμβανε την ανάλογη μετατροπή των ερευνητικών τους σκαφών έτσι ώστε να λειτουργούν με βιοντίζελ. Το πρόγραμμα έκανε χρήση βιοντίζελ προερχόμενο από σόγια και στέφθηκε με απόλυτη επιτυχία. Μάλιστα ένα από τα ενταγμένα στο πρόγραμμα ερευνητικά σκάφη του εργαστηρίου, το R/VHuronExplorer, βραβεύτηκε από το Αμερικανικό Υπουργείο Ενέργειας (DOE) ως το πρώτο Αμερικανικό σκάφος με κινητήρα εσωτερικής καύσης το οποίο λειτουργούσε εντελώς απαλλαγμένο από προϊόντα πετρελαίου^[43].

GREAT LAKES MARITIME RESEARCH INSTITUTE

Το 2006 το ινστιτούτο των Μεγάλων Λιμνών, μεταξύ των Η.Π.Α. και του Καναδά, ξεκίνησε ένα πρόγραμμα με σκοπό τον καθορισμό της τεχνολογικής και οικονομικής βιωσιμότητας της χρήσης βιοντίζελ σε θαλάσσια σκάφη. Και σε αυτή τη περίπτωση χρησιμοποιήθηκε βιοντίζελ προερχόμενο από σόγια.

Από τεχνικής άποψης παρατηρήθηκαν κάποια προβλήματα, τα οποία όμως ήταν εύκολα αντιμετωπίσιμα. Τα προβλήματα αυτά όφειλαν την εμφάνισή τους στην συμπεριφορά του βιοντίζελ ως διαλυτικού μέσου, το οποίο τείνει να μεταλλάξει και υποβαθμίζει συγκεκριμένα εξαρτήματα του κινητήρα από καουτσούκ. Η χρήση τέτοιων εξαρτημάτων παρατηρείται κυρίως σε παλιότερους κινητήρες ντίζελ, η αστοχία όμως μπορεί να αντιμετωπιστεί με την απλή αντικατάσταση αυτών των εξαρτημάτων με νέα, συνθετικής φύσης και ανθεκτικά στο βιοντίζελ. Ένα ακόμα τεχνικής φύσης πρόβλημα που παρατηρήθηκε, είναι το πιθανό φράξιμο των φίλτρων καυσίμου του κινητήρα. Αυτό μπορεί να συμβεί, όπως έχουμε αναφέρει και σε προηγούμενο σημείο της εργασίας, λόγω της ικανότητας του βιοντίζελ να διαλύει τα υπολείμματα του πετρελαίου που κατακάθονται στα τοιχώματα του συστήματος εφοδιασμού καυσίμου, με αποτέλεσμα να καταλήγουν τελικά στα φίλτρα. Ο έλεγχος και ο καθαρισμός των φίλτρων καυσίμου επιλύει αυτό το πρόβλημα. Αξίζει να

σημειωθεί ότι παρόμοιο πρόβλημα δεν παρατηρείται με την χρήση μιγμάτων βιοντίζελ-ντίζελ με περιεκτικότητα μικρότερη ή ίση του B20^[44].

ANNIS WATER RESEARCH INSTITUTE

Στονίδιοτομέα ένα ακόμα ερευνητικό πρόγραμμα έλαβε χώρα μέσα από την συνεργασία του Πανεπιστημίου του GrandValley και του ερευνητικού κέντρου AnnisWater, που δραστηριοποιείται στους κόλπους του πανεπιστημίου. Στόχος της ενέργειας ήταν η εξακρίβωση της συμβατότητας του βιοντίζελ στους κινητήρες δύο ερευνητικών σκαφών στην λίμνη Μίσιγκαν, ενώ τα κίνητρα για την διεξαγωγή της έρευνας ήταν ο περιορισμός τόσο της περιβαλλοντικής όσο και της ανθρώπινης επιβάρυνσης από τα καυσαέρια των ντιζελοκίνητων σκαφών. Και αυτή η έρευνα συνηγορούσε με αυτές που προαναφέρθηκαν και κατέληγε στο συμπέρασμα ότι το βιοντίζελ είναι μια καλή εναλλακτική λύση, η οποία οδηγεί σε αμελητέα μόνο προβλήματα στους κινητήρες των πλοίων^[45].

BIOMER CANADA

Το πρόγραμμα BioMer προέκυψε ύστερα από την συνεργασία επτά φορέων μεταξύ των οποίων τέσσερις εταιρείες οι οποίες δραστηριοποιούνται στον τομέα της κρουαζιέρας και της ξενάγησης και μια εταιρεία η οποία δραστηριοποιείται στην παραγωγή βιοντίζελ (Rothsay). Το πρόγραμμα ξεκίνησε στα μέσα Μαΐου του 2004 και διήρκησε έξι μήνες έως τα μέσα Οκτωβρίου του ίδιου χρόνου. Οι στόχοι της έρευνας ήταν η εξέταση της χρήσης καθαρού βιοντίζελ (B100) σε πλοία ξενάγησης διαφόρων μεγεθών, η αξιολόγηση της οικονομικής βιωσιμότητας και των πλεονεκτημάτων που προκύπτουν από την χρήση βιοντίζελ σε διάφορες λειτουργικές διαδικασίες της ναυτιλιακής βιομηχανίας και τέλος η μέτρηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης από την χρήση βιοντίζελ σαν καύσιμο^[46].

Το βιοντίζελ που χρησιμοποιήθηκε προέρχονταν από απόβλητα κτηνοτροφικών μονάδων και τηγανέλαια, δηλαδή χαμηλής σχετικά ποιότητας αλλά ιδιαίτερα οικονομικό. Παρακάτω στον πίνακα 7. παρουσιάζουμε κάποια από τα αποτελέσματα της έρευνας ύστερα από την χρήση διαφόρων τύπων βιοντίζελ όπως B5, B20 και B100.

	Διαφορά Ενεργειακού Περιεχομένου	Διαφορά στην Απόδοση της Μηχανής	Διαφορά στην Κατανάλωση
B5	-0,3%	+2,3%	-1,8%
B20	-1,4%	+2,3%	-0,8%
B100	-7,2%	+3,3%	+3,3%

Πίνακας 7.

Η έρευνα κατέληξε σε κάποια συμπεράσματα όσο αφορά την χρήση βιοντίζελ σε πλοία, τα σημαντικότερα από τα οποία είναι^[47]:

- Προκειμένου να μειωθεί η πιθανότητα να φράξουν τα φίλτρα των καυσίμων, είναι απαραίτητος ο καθαρισμός των δεξαμενών καυσίμου πριν πραγματοποιηθεί η εναλλαγή μεταξύ πετρελαίου και βιοντίζελ. Λόγω της διαλυτικής ικανότητας του βιοντίζελ, ο καθαρισμός πρέπει να πραγματοποιείται και στην περίπτωση όπου γίνεται χρήση μιγμάτων μικρής περιεκτικότητας σε βιοντίζελ όπως π.χ. B5.
- Πριν από την χρήση καθαρού βιοντίζελ (B100) απαιτούνται κάποιες τροποποιήσεις στον κινητήρα όπως ο χρονισμός του ψεκασμού και η αλλαγή της διάρκειάς του, έτσι ώστε να προσαρμοστεί στα χαρακτηριστικά του B100, να επιτευχθεί η βέλτιστη απόδοση και επίδοση του κινητήρα και τέλος να αντιμετωπιστούν όποια προβλήματα προκύπτουν, όπως η υψηλή κατανάλωση.
- Αν και η ενεργειακή απόδοση του βιοντίζελ είναι σχετικά μειωμένη, η απόδοση της μηχανής των πλοίων παρουσιάζει άνοδο λόγω της εξαιρετικής λιπαντικής ικανότητας του βιοντίζελ και του υψηλότερου αριθμού κετανίου.
- Τέλος ακόμα και τα πλοία τα οποία έκαναν χρήση B100 στις μηχανές τους, ανέφεραν ότι δεν παρουσιάστηκε κάποιο τεχνικό πρόβλημα.

EARTHTRACE

Το 2008 έλαβε χώρα άλλη μια ενέργεια με σκοπό την ανάδειξη των βιοκαυσίμων και ιδιαίτερα του βιοντίζελ ως εναλλακτική λύση στο συμβατικό ορυκτό πετρέλαιο. Το πρόγραμμα πήρε το όνομα του ταχύπλοου τριμαράν που συμμετείχε Earthrace και σκοπός της ενέργειας ήταν να καταφέρουν να σπάσουν το προηγούμενο ρεκόρ πλέοντας το γύρο του κόσμου σε λιγότερο από 74 ημέρες.

Το πλήρωμα του σκάφους αποτελούνταν από έντεκα άτομα μεταξύ των οποίων μηχανικοί, εκπρόσωποι των ΜΜΕ αλλά και των εταιρειών-χορηγών και ο πλοίαρχος μηχανικός και εμπνευστής του όλου εγχειρήματος Pete Bethune. Το πρόγραμμα στέφθηκε με απόλυτη επιτυχία. Το 78 ποδιών ταχύπλοο ξεκίνησε από το Sagunto της Ισπανίας στις 27 Απριλίου και χάρη στις μηχανές Cummins-Mercruiser που διέθετε οι οποίες τροφοδοτούνταν αποκλειστικά με καθαρό βιοντίζελ καθ'όλη τη διάρκεια του ταξιδιού, έσπασε το προηγούμενο ρεκόρ κατά 14 ημέρες 20 ώρες 58 λεπτά και 30 δευτερόλεπτα^[48].

Η μεγάλη αυτή διάκριση έδωσε την δυνατότητα στο πλήρωμα να λάβει περαιτέρω πρωτοβουλίες προς την κατεύθυνση της προώθησης του βιοντίζελ ως οικονομικότερη και περιβαλλοντικά φιλικότερη υποκατάστατη λύση του πετρελαίου.

ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΚΑΙ ΣΚΑΦΗ ΑΝΑΨΥΧΗΣ ΣΤΗ ΜΕΓΑΛΗ ΒΡΕΤΑΝΙΑ

Το 2003 άλλη μια έρευνα έλαβε χώρα αυτή τη φορά στο Ηνωμένο Βασίλειο, με στόχο να εξετάσει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης βιοντίζελ στα σκάφη αναψυχής της περιοχής.

Η μελέτη επικεντρώθηκε στην μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την χρήση συμβατικού ορυκτού πετρελαίου και σαν εναλλακτικό καύσιμο χρησιμοποιήθηκε βιοντίζελ προερχόμενο από το ενεργειακό φυτό ελαιοκράμβη, μια μορφή ιδιαίτερα διαδεδομένη στον Ευρωπαϊκό χώρο.

Τα κύρια συμπεράσματα της έρευνας ήταν ότι η τροφοδοσία των ιδιωτικών σκαφών αναψυχής θα ήταν εφικτή εάν και εφόσον η καλλιέργεια του συγκεκριμένου ενεργειακού φυτού, αυξάνονταν ούτως ώστε να καλυφθεί η πιθανή ζήτηση. Στην πλευρά των μειονεκτημάτων τώρα, οι ερευνητές επισημαίνουν πως η υψηλή τιμή του βιοντίζελ, σε σχέση πάντα με το ορυκτό ντίζελ, είναι ίσως ο σημαντικότερος ανασταλτικός παράγοντας που θέτει εμπόδια στην περαιτέρω διάδοσή τους^[49].

ROYAL CARIBBEAN CRUISES LTD.

Η εταιρεία RCCL η οποία δραστηριοποιείται στον χώρο της κρουαζιέρας, ανέλαβε το 2006 την πρωτοβουλία να εξετάσει την δυνατότητα χρήσης βιοντίζελ σε κάποια από τα κρουαζιερόπλοιά της. Σε αντίθεση με τα προηγούμενα προγράμματα, το

συγκεκριμένο είχε καθαρά ως σκοπό την εξέταση των βιοκαυσίμων από την οικονομική σκοπιά και κατά δεύτερο λόγο τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις και ωφέλειες σε σχέση με το ντίζελ, ενώ ξεκίνησε λίγο μετά την ψήφιση του ειδικού φορολογικού καθεστώτος για τα βιοκαύσιμα από τις αρχές των Η.Π.Α.. Το πρόγραμμα ξεκίνησε με την χρήση μιγμάτων βιοντίζελ-ντίζελ χαμηλής συγκέντρωσης βιοκαυσίμου π.χ. B5 και κατέληξε με τον εφοδιασμό, των υπό εξέταση πλοίων με καθαρό βιοντίζελ B100. Οι μηχανές των κρουαζιερόπλοιων (GELM2500 gasturbines) δεν παρουσίασαν κάποιο πρόβλημα κατά την λειτουργία τους και έτσι το λειτουργικό κομμάτι στέφθηκε με απόλυτη επιτυχία. Τα μειονεκτήματα της χρήσης βιοκαυσίμων 1^{ης} γενιάς πάντως έδειξαν να υπερέχουν σε αυτήν την περίπτωση. Η άνοδος των τιμών των τροφίμων που χρησιμοποιούνται και στην παραγωγή βιοκαυσίμων όπως το καλαμπόκι και η ζάχαρη, η αποψίλωση μεγάλων εκτάσεων γης έτσι ώστε να είναι δυνατή η καλλιέργεια φυτών με σκοπό την παραγωγή βιοκαυσίμων και το πρόβλημα της διαθεσιμότητας του βιοντίζελ στις απαιτούμενες ποσότητες, οδήγησαν την εταιρεία στην απόφαση για διακοπή της χρήσης βιοντίζελ στα πλοία της. Σύμφωνα με εκπρόσωπο της εταιρείας όμως παρά την διακοπή της χρήσης βιοντίζελ, οι εναλλακτικές μορφές ενέργειας αποτελούν πάντα προτεραιότητα για τη εταιρεία, ενώ αναμένουν τα βιοκαύσιμα επόμενης γενιάς, τα οποία και θα απαλείφουν τα προβλήματα που ανακύπτουν με τα τωρινά βιοκαύσιμα^[50].

BV ENERGI

Το καλοκαίρι του 2007, ο ιδιοκτήτης της εταιρείας BV Energi η οποία εδρεύει στην Νορβηγία και δραστηριοποιείται στην παραγωγή βιοκαυσίμου, αποφάσισε να εξετάσει την δυνατότητα χρήσης βιοντίζελ στο πολυτελές σκάφος του. Το σκάφος, εξοπλισμένο με δύο μηχανές MAN diesel 1300 hp, 975 kW, εφοδιαζόταν και λειτουργούσε με βιοντίζελ καθ' όλη την διάρκεια του καλοκαιριού, χωρίς καμία μετατροπή στις μηχανές του.

Όπως έχουμε αναφέρει και σε άλλες περιπτώσεις, σημαντικά προβλήματα δεν παρουσιάστηκαν κατά την περίοδο των δοκιμών, ενώ η συχνή ανανέωση των φίλτρων καυσίμου, στην περίπτωση που γίνεται αλλαγή του χρησιμοποιούμενου καυσίμου (π.χ. από MDO σε B100) είναι αρχικά τουλάχιστον, απαραίτητη. Το φράξιμο των φίλτρων, λόγω των υπολειμμάτων του ντίζελ και της διαλυτικής ικανότητας του βιοντίζελ, μπορεί να αποφευχθεί με τον καθαρισμό των δεξαμενών

καυσίμου πριν την αλλαγή, ενέργεια απαραίτητη όπως έχουμε προαναφέρει και για μίγματα μικρής συγκέντρωσης βιοντίζελ.

5.2 ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΣΤΙΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΠΛΟΙΩΝ

Στο παρόν κεφάλαιο θα εξετάσουμε πιο λεπτομερειακά την χρήση του βιοντίζελ ως καυσίμου στις μηχανές των πλοίων και την εμπειρία των μεγαλύτερων κατασκευαστών παγκοσμίως επάνω στο θέμα της υιοθέτησης του βιοντίζελ ως καυσίμου κίνησης.

Τα βιοκαύσιμα που χρησιμοποιούνται σε διάφορες διαδικασίες παραγωγής εναλλακτικών μορφών ενέργειας, είναι μια ήδη εδραιωμένη, εξελισσόμενη και αναπτυσσόμενη αγορά, σε αντίθεση με την αγορά του βιοντίζελ ως καυσίμου κίνησης, υποκατάστατου του συμβατικού ορυκτού ντίζελ που χρησιμοποιείται κατά κόρον μέχρι και σήμερα στον τομέα των θαλασσίων μεταφορών. Σε αρκετές περιοχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης η “πράσινη” παραγωγή ενέργειας είναι ένας κλάδος αρκετά δημοφιλής, πράγμα που δίνει ώθηση την κατανάλωση βιοντίζελ και βιοκαυσίμων γενικότερα. Επίσης μεγάλοι κατασκευαστές κινητήρων ντίζελ όπως η MAN ή η Wärtsilä, δραστηριοποιούνται ήδη στον τομέα της παραγωγής εναλλακτικών μορφών ενέργειας, προμηθεύοντας με τους κινητήρες τους εργοστάσια σε διάφορα μέρη του κόσμου. Η ήδη εδραιωμένη θέση των εταιρειών αυτών και στον εφοδιασμό των ποντοπόρων αλλά και επιβατηγών πλοίων του τομέα της ναυτιλίας με ντιζελοκίνητες μηχανές, αποτελεί μια καλή αφετηρία για την περαιτέρω διάδοση των βιοκαυσίμων στον τομέα αυτόν.

Η Γερμανική εταιρεία MAN, η οποία εδρεύει στην Νυρεμβέργη, ύστερα από την επιτυχημένη συνεργασία της με διάφορα εργοστάσια που δραστηριοποιούνται στον τομέα της παραγωγής ενέργειας, επιβεβαιώνει την δυνατότητα της χρήσης βιοντίζελ στις μηχανές της. Σύμφωνα μάλιστα με δήλωση της εταιρείας στο περιοδικό Diesel Facts, έκδοση την οποία επιμελείται η ίδια, “All MAN Diesel medium speed engines basically designed to handle very high viscosity heavy fuel oils, are ideal for the reliable and efficient utilization of a broad range of liquid biological fuels.”

Η ενασχόληση της Φιλανδικής εταιρείας Wartsila με τα βιοκαύσιμα χρονολογείται πίσω στο 1980. Στις αρχές του 1990 ξεκίνησε η έρευνα για την δυνατότητα των μηχανών που παρήγαγε, να λειτουργήσουν με βιοκαύσιμα και συγκεκριμένα με βιοντίζελ. Διάφορες μορφές βιοντίζελ χρησιμοποιήθηκαν μέχρι το 1995 όπου η εταιρεία αναγνώρισε και επίσημα το βιοντίζελ που προέρχεται από το φυτό ελαιοκράμβη (RME) ως συμβατό με τους κινητήρες της, απαιτώντας μόνο κάποιες μικρές τροποποιήσεις, ενώ και τα διαστήματα μεταξύ των επιδιορθώσεων και συντηρήσεων της μηχανής παρέμειναν σχεδόν τα ίδια με εκείνες που τροφοδοτούνταν με βαρύ μαζούτ (H.F.O.).

5.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΕΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

Η παροχή κινητήρων προς τους καταναλωτές είναι μέθοδος η οποία θα βοηθούσε προς την διάδοση του βιοντίζελ και την ανάπτυξη της συγκεκριμένης αγοράς. Η εξέταση της συμβατότητας από την πλευρά των κατασκευαστών και η παροχή εγγυήσεων για την περίπτωση χρήσης βιοντίζελ στα προϊόντα τους, είναι ένα πρώτο βήμα το οποίο θα οδηγούσε προς την επιθυμητή πορεία και θα έκαμπε πιθανές αντιδράσεις του καταναλωτικού κοινού. Παρακάτω θα παρουσιάσουμε την εμπειρία των μεγαλύτερων κατασκευαστών ντιζελοκίνητων μηχανών όσο αφορά το βιοντίζελ, εμπειρία την οποία έχουν κυρίως αποκομίσει από τον εφοδιασμό παραγωγικών μονάδων στην ξηρά και όχι από εφοδιασμό πλοίων της ποντοπόρου ναυτιλίας.

MAN B&W

Η συγκεκριμένη εταιρεία είναι εδραιωμένη στον χώρο των κατασκευαστών κινητήρων, με πελατολόγιο που περιλαμβάνει από εργοστάσια παραγωγής ενέργειας μέχρι φορτηγά πλοία μεγάλης χωρητικότητας. Η εταιρεία MAN μαζί με την Φιλανδική Wartsila έχουν την μεγαλύτερη εμπειρία όσο αφορά την χρήση βιοντίζελ στις μηχανές τους, κυρίως λόγω του εφοδιασμού με μηχανές εργοστασίων παραγωγής ενέργειας, στα οποία γίνεται χρήση του βιοντίζελ ως καυσίμου.

Η εταιρεία διαθέτει μια σημαντική ποικιλία όσο αφορά μηχανές οι οποίες είναι συμβατές με το βιοντίζελ κάνοντας διαθέσιμες στους αγοραστές τόσο τις

χαμηλόστροφες, δίχρονες όσο και τις μεσόστροφες τετράχρονες, κατηγορία οι οποίες χρησιμοποιούνται εκτεταμένα και στον τομέα των θαλασσιών μεταφορών.

Σύμφωνα με τον αντιπρόεδρο του τμήματος έρευνας και ανάπτυξης της εταιρείας, Thomas S. Knudsen, οι χαμηλόστροφοι κινητήρες οι οποίοι χρησιμοποιούνται από τα πλοία της ποντοπόρου ναυτιλίας, κυρίως τα πλοία μεταφοράς χύδην ξηρού και υγρού φορτίου, μπορούν να παραγγελθούν αποκλειστικά για χρήση βιοντίζελ^[51]. Η χρήση βιοντίζελ στις μηχανές των πλοίων, σύμφωνα πάντα με την εμπειρία των τεχνικών της εταιρείας, απαιτεί τον έλεγχο διαφόρων σημείων και εξαρτημάτων όπως τις δεξαμενές αποθήκευσης καυσίμου, το σύστημα κατεργασίας καυσίμου, τις σωληνώσεις, τους φυγοκεντρωτές κ.α. για πιθανές απαιτούμενες τροποποιήσεις. Εκτός όμως φυσικά από τις νέες παραγγελίες, η εταιρεία δηλώνει πως και η μετασκευή ήδη υπάρχοντων κινητήρων είναι δυνατή εφόσον αποφασιστεί η λειτουργία του κινητήρα με βιοντίζελ. Το κόστος μετασκευής ή ακόμα και η παραγγελία νέου κινητήρα συμβατού με βιοντίζελ, δεν είναι υπερβολικά υψηλό αν μάλιστα κανείς αναλογιστεί ότι ένας κινητήρας πλοίου καταναλώνει την χρηματική του αξία σε H.F.O. μέσα σε έξι το πολύ μήνες. Η μετασκευή του κινητήρα ενός πλοίου για χρήση βιοντίζελ υπολογίζεται από τους ανθρώπους της εταιρείας, χωρίς ακόμα να έχει αναληφθεί κάποιο τέτοιο εγχείρημα, περίπου στο 5% της αξίας του κινητήρα, ενώ το μεγαλύτερο μέρος αυτού του κόστους καταλαμβάνει η μετασκευή της δεξαμενής αποθήκευσης, έτσι ώστε να αποφευχθούν οι δυσάρεστες συνέπειες της διαβρωτικής ικανότητας του βιοντίζελ. Τέλος η διαφορά στην τιμή μεταξύ του συμβατικού μαζούτ και του βιοντίζελ, είναι ένας σημαντικός παράγοντας που μπορεί να κατασταθεί ικανός να ανακόψει περαιτέρω έρευνες πάνω στο θέμα^[51].

WARTSILA

Μια ακόμα εταιρεία κατασκευής μηχανών με γνώση επάνω στο αντικείμενο του βιοντίζελ και των βιοκαυσίμων γενικότερα είναι η Φινλανδική Wartsila. Κατέχοντας μεγάλο μερίδιο της αγοράς μπορεί να προσφέρει πολλές πληροφορίες για την χρήση του βιοντίζελ στους κινητήρες της και την συμβατότητα του καυσίμου με αυτούς. Και σε αυτή την περίπτωση όπως και στην περίπτωση της Γερμανικής MAN, η εμπειρία προέρχεται όχι τόσο από τον ναυτιλιακό τομέα, όσο από την παροχή εξοπλισμού σε εργοστάσια παραγωγής ενέργειας, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι πολλά από τα

στοιχεία που η εταιρεία έχει αποκομίσει δεν είναι άμεσα εφαρμόσιμα στις μηχανές των πλοίων^[52].

Σύμφωνα με την Wartsila, από τεχνικής άποψης η εταιρεία δεν θεωρεί πως υπάρχουν περιορισμοί στην χρήση βιοντίζελ στις μηχανές των πλοίων, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν θα έχουμε την εμφάνιση λιγοστών προβλημάτων, σχετιζόμενα κυρίως με το φαινόμενο της σπηλαιώσης (cavitation) στις αντλίες του συστήματος τροφοδοσίας καυσίμου, το φράξιμο των σωληνώσεων και με την συμπεριφορά τμημάτων του κινητήρα από ελαστικό.

Τέλος η εταιρεία αναγνωρίζει τις περιορισμένες έκτασης προσπάθειες στον συγκεκριμένο τομέα και αποδίδει αυτή την συμπεριφορά στην παρούσα κατάσταση της αγοράς των βιοκαυσίμων. Επισημαίνει την ανάγκη ύπαρξης ενός οργανισμού χρηματοδότησης για την έρευνα επάνω στα βιοκαύσιμα, ενώ δηλώνει ότι ένα έκδηλο ενδιαφέρον από το καταναλωτικό κοινό, θα οδηγήσει τους ανθρώπους της σε εκτεταμένες για τα βιοκαύσιμα και την υιοθέτησή τους από την ναυτιλιακή κοινότητα^[52].

CATERPILLAR

Η εταιρεία Caterpillar, η οποία ειδικεύεται στην κατασκευή κινητήρων και βαρέων οχημάτων, έχει πραγματοποιήσει κάποια βήματα όσο αφορά την χρήση βιοντίζελ στους κινητήρες της αλλά όχι στον βαθμό που έχουν εμβαθύνει οι προηγούμενες δύο εταιρείες.

Η εταιρεία δηλώνει ότι οι μηχανές της θα μπορούσαν να λειτουργήσουν ανεμπόδιστα τροφοδοτούμενες με βιοντίζελ, ενώ ήδη εγγυάται για την περίπτωση χρήσης μίγματος βιοντίζελ-ντίζελ σε ποσοστό 30% βιοντίζελ (B30). Για μεγαλύτερες συγκεντρώσεις βιοντίζελ σε ανάλογα μίγματα κάποια αντίστοιχη εγγύηση δεν διατίθεται ακόμα από την μεριά της εταιρείας^[53].

ROLLS ROYCE BERGEN

Η συγκεκριμένη εταιρεία δηλώνει πως, σχετικά με την χρήση βιοντίζελ στους κινητήρες της, δεν έχει κάποια ιδιαίτερη εμπειρία, αλλά είναι έτοιμη να προχωρήσει σε κάτι τέτοιο μόλις δει το ενδιαφέρον από την πλευρά των πελατών της.

Μέχρι στιγμής οι δράσεις της εταιρείας περιορίζονται στην αποστολή δειγμάτων βιοντίζελ από ελαιοκράμβη (RME) στον Νορβηγικό νηογνώμονα DNV προκειμένου να εξακριβωθεί η δυνατότητα χρήσης σε μηχανές πλοίων και στην συλλογή στοιχείων για την συμπεριφορά και τα χαρακτηριστικά των καυσίμων αυτών^[54].

5.4 ΜΗΧΑΝΕΣ ΠΛΟΙΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

Θα συνεχίσουμε την ανάλυσή μας παρουσιάζοντας τα κυριότερα προβλήματα τα οποία οι ειδικοί αναμένουν να προκύψουν από την χρήση βιοκαυσίμων και συγκεκριμένα βιοντίζελ, στις μηχανές των πλοίων. Πρέπει να αναφέρουμε σε αυτό το σημείο ότι τα όποια προβλήματα που αναμένονται να προκύψουν, σχετίζονται με το σύστημα καυσίμου του πλοίου, σημαντικά τμήματά του όπως οι αντλίες καυσίμου και οι δεξαμενές αποθήκευσης και όχι με την μηχανή, στην λειτουργία της οποίας δεν αναμένονται να παρουσιαστούν προβλήματα από την χρήση βιοντίζελ.

ΣΠΗΛΑΙΩΣΗ

Η σπηλαιώση (cavitation) είναι η δημιουργία φυσαλίδων ατμού σε ένα ρέον υγρό στο σημείο όπου η πίεσή του πέφτει χαμηλότερα από την πίεση ατμού του. Η σπηλαιώση θεωρείται από τους κύριους παράγοντες φθοράς σε βιομηχανικά συστήματα. Το φαινόμενο συνήθως διαιρείται σε δύο υποφαινόμενα^[55]:

- Vaporous Cavitation: Φαινόμενο κατά το οποίο φυσαλίδες ατμού εμφανίζονται σε ένα υγρό λόγω της εξάτμισης η οποία προκαλείτε από τοπική διαφορά πίεσης ή από τοπική αύξηση της θερμοκρασίας.
- Gaseous Cavitation: Φαινόμενο κατά το οποίο φυσαλίδες αερίου εμφανίζονται λόγω της παρουσίας διαλυμένων αερίων στο υγρό και η τοπική στατική πίεση είναι μικρότερη από την πίεση κορεσμού του αερίου.

Στην περίπτωση των μηχανών των πλοίων στις οποίες χρησιμοποιείται ως καύσιμο το βιοντίζελ έχουμε την εμφάνιση του φαινομένου της σπηλαιώσης (vaporous cavitation), το οποίο εμφανίζεται στις αντλίες έκχυσης καυσίμου, με αποτελέσματα την μειωμένη απόδοση της αντλίας, τον υπερβολικό θόρυβο, την παρατήρηση

δονήσεων και τελικά την φθορά της αντλίας η έκταση της οποίας μπορεί να κυμαίνεται από ένα μικρό ποσοστό μέχρι της πλήρη διάβρωσή της, σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα^[56].

Η τοπική αύξηση της ταχύτητας του καυσίμου οδηγεί στην τοπική πτώση της πίεσης του σε τιμές χαμηλότερες από το σημείο ατμοποίησης του. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τον βρασμό του καυσίμου, δηλαδή την δημιουργία φυσαλίδων, φαινόμενο το οποίο θα μπορούσε να παρατηρηθεί και στην περίπτωση της τοπικής αύξησης της θερμοκρασίας του. Οι φυσαλίδες δημιουργούνται στο βιοντίζελ, λόγω της διαφοράς πίεσης που προαναφέραμε, με αποτέλεσμα τον βρασμό του βιοκαυσίμου. Η διαδικασία συνεχίζεται αν δεν μεταβληθούν οι συνθήκες και έτσι νέες φυσαλίδες δημιουργούνται ενώ οι πρώτες αυξάνουν το μέγεθός τους. Αφού παρασυρθούν από το καύσιμο, οι φυσαλίδες καταλήγουν σε σημεία όπου οι τιμές της πίεσης είναι υψηλές και έτσι αρχίζουν να καταρρέουν δηλαδή να επανυγροποιούνται. Το κενό που σχηματίζεται κατά την υγροποίηση τείνει να καλυφθεί, με ορμή από το υπόλοιπο υγρό, που “σφυρηλατεί” τα σημεία της αντλίας^[56].

Το πρόβλημα της εμφάνισης του φαινομένου της σπηλαίωσης μπορεί να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά με την χρήση αντλιών ανθεκτικών στο φαινόμενο. Τέτοιου είδους αντλίες έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί από την Wartsila σε εργοστάσια παραγωγής ενέργειας, τα οποία χρησιμοποιούν έλαια ενεργειακών φυτών για την λειτουργία των μηχανών.

ΦΡΑΓΗ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΦΙΛΤΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Όπως και στην περίπτωση του μαζούτ έτσι και στην περίπτωση όπου το καύσιμο που χρησιμοποιείται είναι το βιοντίζελ, η θερμοκρασία του καυσίμου κατά την κυκλοφορία του στο σύστημα είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας για την σωστή και απρόσκοπτη λειτουργία της μηχανής του πλοίου.

Εάν για παράδειγμα τοπικά η θερμοκρασία του βιοντίζελ μειωθεί πολύ, τότε οι ιδιότητές του θα αλλάξουν μετατρέποντάς το από υγρό σε στερεή πάστα κεριού, λόγω του πολυμερισμού του, δηλαδή της διαδικασίας συνένωσης μικρών μορίων (μονομερή) προς τον σχηματισμό μεγαλύτερων (πολυμερή) με μεγάλο μοριακό βάρος.

Στην περίπτωση όπου προηγουμένως ο κινητήρας τροφοδοτούνταν με συμβατικά ναυτιλιακά καύσιμα, μεταγενέστερη χρήση ακόμα και μιγμάτων βιοντίζελ μικρής συγκέντρωσης, ενδέχεται να οδηγήσει σε φράξιμο των φίλτρων καυσίμου.

Αυτό συμβαίνει λόγω της διάλυσης των υπολειμμάτων στα τοιχώματα των σωληνώσεων, τα οποία είχαν προηγουμένως δημιουργηθεί από την χρήση συμβατικών ναυτιλιακών καυσίμων. Το βιοντίζελ, ως εξαιρετικά διαλυτικό μέσο, θα διαλύσει και θα συμπαρασύρει τα υπολείμματα αυτά, τα οποία τελικώς θα καταλήξουν στα φίλτρα καυσίμου.

Το πρόβλημα του φραξίματος μπορεί να παρατηρηθεί από πιθανές διαρροές στο σύστημα, λόγω της αυξημένης πίεσης, η οποία προκαλείται από το φράξιμο.

Η αντιμετώπιση του φαινομένου συνιστά την σωστή ρύθμιση της θερμοκρασίας σε όλη την διαδρομή του καυσίμου μέσα στο σύστημα και την αύξηση του μεγέθους και της χωρητικότητας των σωληνώσεων έτσι ώστε να διευκολύνεται η ροή του βιοντίζελ^[57], ενώ λεπτομερής καθαρισμός των τυχόν υπολειμμάτων απαιτείται προκειμένου να αποφευχθεί το φράξιμο των φίλτρων καυσίμου.

ΔΙΑΒΡΩΣΗ

Το βιοντίζελ διαθέτει διαβρωτικές ικανότητες οι οποίες ενδέχεται να προκαλέσουν προβλήματα στην μηχανή του πλοίου. Η οξύτητα των καυσίμων μετράται από τον αριθμό οξύτητας TAN (Total Acid Number), ο οποίος αναφέρεται στην απαιτούμενη ποσότητα υδροξειδίου του καλίου KOH μετρημένο σε χιλιοστά του γραμμαρίου, που χρειάζονται για την εξουδετέρωση των οξέων ενός γραμμαρίου ελαίου. Ο αριθμός TAN χρησιμοποιείται ως δείκτης ποιότητας για την κατηγοριοποίηση του αργού πετρελαίου και για τα πιθανά προβλήματα που μπορούν να προκληθούν από το φαινόμενο της διάβρωσης. Οι κατασκευάστριες εταιρείες θέτουν τα δικά του όρια στην επιτρεπτή οξύτητα των καυσίμων με την Wartsila να δέχεται την ανώτατη τιμή των 5mg KOH/g και την MAN B&W να δέχεται ως ανώτατη τιμή τα 4mg KOH/g, ενώ ο Αμερικανικός και Ευρωπαϊκός Οργανισμός κατάταξης προϊόντων, θέτουν τα δικά τους όρια στα 8mg KOH/g και 5mg KOH/g αντίστοιχα. Η οξύτητα του βιοντίζελ ενδέχεται να προκαλέσει όπως είπαμε, προβλήματα διάβρωσης σε τμήματα της μηχανής του πλοίου. Για την αντιμετώπιση του φαινομένου συνίσταται είτε η

παρέμβαση στην διαδικασία παραγωγής του βιοντίζελ, με την παραγωγή καυσίμου χαμηλής οξύτητας, είτε η παρέμβαση στην μηχανή του πλοίου με αντικατάσταση των ευπαθών τμημάτων και των μετάλλων που δρουν ως καταλύτες, με νέα αντιοξειδωτικού χαρακτήρα^[58].

ΠΑΡΕΜΒΥΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΚΑΥΤΣΟΥΚ

Καθώς το βιοντίζελ χαρακτηρίζεται ως καύσιμο μεγαλύτερης οξύτητας από τα συμβατικά H.F.O. και M.D.O., η καταπόνηση των παρεμβυσμάτων από καουτσούκ αυξάνεται. Το βιοντίζελ θα συμπεριφερθεί ως διαλυτικό μέσο, πράγμα που ενδέχεται να προκαλέσει προβλήματα καθώς τείνει να μαλακώσει και τελικώς να καταστρέψει τα ελαστικά παρεμβύσματα του συστήματος καυσίμου του πλοίου και των αντλιών.

Το πρόβλημα και σε αυτήν την περίπτωση επιλύεται με την αντικατάσταση των ευπαθών τμημάτων της μηχανής με νέα συνθετικής φύσης, ανθεκτικά στην διαλυτική ικανότητα του βιοντίζελ^[59].

ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Ένα ακόμα σημαντικό χαρακτηριστικό του βιοντίζελ, που πρέπει να ληφθεί υπόψη από τους καταναλωτές, είναι οι κατώτερες ιδιότητες που διαθέτει, από αυτές του συμβατικού ορυκτού ντίζελ, σε χαμηλές θερμοκρασίες. Μπορεί στην χώρα μας να συναντάμε σχετικά ήπιους χειμερινούς μήνες, ο κλάδος της ναυτιλίας όμως δεν περιορίζεται στα χωρικά ύδατα της χώρας μας, καθώς αποτελεί μια οικονομική δραστηριότητα διεθνούς χαρακτήρα, επομένως θα ήταν σημαντικό να αναφερθούμε στα πιθανά προβλήματα που ενδέχεται να παρουσιαστούν κατά τους χειμερινούς μήνες^[60].

Όπως έχουμε αναφέρει και σε προηγούμενο τμήμα της εργασίας, το βιοντίζελ έχει κατώτερα χαρακτηριστικά σαν καύσιμο, από το συμβατικό ντίζελ, παρουσία ψυχρών καιρικών συνθηκών. Πιο συγκεκριμένα, αν λάβουμε υπόψη μας τις τιμές για τα σημεία θόλωσης (cloud point), ροής (pour point) και φραξίματος των φίλτρων (Cold Filter Plugging Point - CFPP) θα δούμε ότι το βιοντίζελ υστερεί σε σύγκριση με τα παραδοσιακά ναυτιλιακά καύσιμα.

Σημαντικό είναι επίσης να αναφέρουμε ότι βιοντίζελ έχει υποστεί συγκεκριμένη επεξεργασία, έτσι ώστε να διαθέτει χαμηλότερο ιξώδες (κινηματικό ιξώδες, cSt) από τα αυτούσια φυτικά έλαια. Το χαρακτηριστικό αυτό βέβαια πρέπει να αναφέρουμε εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό και από την πρώτη ύλη, δηλαδή το είδος του ενεργειακού φυτού που χρησιμοποιήθηκε κατά την διαδικασία παραγωγής του βιοντίζελ. Το ιξώδες των διάφορων ποικιλιών βιοντίζελ πρέπει να ελέγχεται όσο αφορά την καταλληλότητά του για σημαντικά τμήματα του κινητήρα του πλοίου, όπως είναι η αντλία καυσίμου και οι εγχυτήρες καυσίμου.

Όπως και στην περίπτωση των συμβατικών ναυτιλιακών καυσίμων H.F.O. και M.D.O. έτσι και το βιοντίζελ απαιτεί κάποια προετοιμασία έτσι ώστε να μπορέσει να γίνει η χρήση του από την μηχανή του πλοίου και πιο συγκεκριμένα από τμήματα του συστήματος. Όλα τα καύσιμα που προαναφέραμε πριν την καύση προθερμαίνονται έτσι ώστε να μειωθεί το ιξώδες, να μπορούν να κυκλοφορήσουν ανεμπόδιστα από τις σωληνώσεις και να μπορούν να λειτουργήσουν απρόσκοπτα οι αντλίες, οι φυγοκεντρωτές κ.α.. Η κατασκευή της αντλίας θα θέσει τα όρια για τις επιτρεπόμενες τιμές του ιξώδους του καυσίμου, τόσο για τις ανώτατες όσο και για τις κατώτατες τιμές. Επομένως η διατήρηση της θερμοκρασίας του συστήματος στα αποδεκτά όρια είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας στον οποίο θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία, κυρίως σε περιπτώσεις ψυχρών καιρικών συνθηκών, προς αποφυγή ζημιών^[61]. Ακολουθεί ο πίνακας 8, όπου παρουσιάζονται χαρακτηριστικές τιμές για το βιοντίζελ και για τα συμβατικά ναυτιλιακά καύσιμα που αναφέραμε και προηγουμένως.

	BIODIESEL	M.D.O.	H.F.O.
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ 15⁰C	860-900 kg/m ³	<900 kg/m ³	975-1010 kg/m ³
ΙΞΩΔΕΣ 40⁰C/50⁰C	3.5-5 cSt	<11 cSt	<700 cSt 50 ⁰ C
ΣΗΜΕΙΟ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ	>120 ⁰ C	>60 ⁰ C	>60 ⁰ C
ΘΕΙΟ	<10 ppm	<20.000 ppm	<50.000 ppm

Πίνακας 8.

Ένα cSt αντιστοιχεί στην τιμή του ιξώδους του νερού στους 20°C. Τα πιο γνωστά ναυτιλιακά βαριά καύσιμα I.F.O. 180 και I.F.O. 380, έχουν τιμή ιξώδους 180 και 380 cSt αντίστοιχα στους 50°C, ενώ για το M.D.O. η αντίστοιχη τιμή κυμαίνεται μεταξύ 1-10 cSt στους 40°C. Τα συμβατικά βαριά καύσιμα προθερμαίνονται και την στιγμή που περνούν από τους εγχυτήρες, έχουν τιμή ιξώδους 13-14 cSt, οπότε με την χρήση του βιοντίζελ στις μηχανές των πλοίων δεν αναμένεται να παρουσιαστεί κάποιο πρόβλημα, εφόσον η θερμοκρασία του συστήματος διατηρείται στα σωστά επίπεδα.

Οι κατώτερες ιδιότητες του βιοντίζελ παρουσία ψυχρών καιρικών συνθηκών και προκειμένου να αποφευχθούν οι όποιες βλάβες στο σύστημα καυσίμου των πλοίων, μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά με την χρήση πρόσθετων καυσίμου (fuel additives). Τα πρόσθετα καυσίμου είναι συνήθως πολυμερικές ενώσεις που δεν επιτρέπουν την ένωση των παραφινικών κρυστάλλων, σε επίπεδο όπου παρεμποδίζεται η απρόσκοπτη ροή του βιοντίζελ. Τα πρόσθετα καυσίμου βελτιώνουν τις ψυχρές ιδιότητες του βιοντίζελ κατά 3°C με την προσθήκη 1000 ppm προϊόντος^[62].

Καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η θερμοκρασία του συστήματος καυσίμου είναι ένας σημαντικότερος παράγοντας που συμβάλει στη σωστή λειτουργία της μηχανής, απαιτείται η ακριβής ρύθμιση και διατήρησή της, καθώς πτώση ή άνοδος της από τα επιτρεπτά όρια θα οδηγήσει στα δυσάρεστα προβλήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω. Η χρήση λοιπόν βιοντίζελ για την κίνηση των πλοίων επιβάλλει εκτός από τα πρόσθετα καυσίμου για την βελτίωση των ιδιοτήτων του και την εγκατάσταση πιθανών νέων συσκευών όπως θερμοαντήρες και ψυκτήρες που θα ελέγχουν και θα ρυθμίζουν την θερμοκρασία του συνολικού συστήματος.

ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

Λόγω της διαβρωτικής ικανότητας του βιοντίζελ που αναφέραμε και σε προηγούμενο τμήμα της εργασίας, θα πρέπει να εξετάσουμε την δυνατότητα των δεξαμενών αποθήκευσης των πλοίων να διαχειριστούν το βιοκαύσιμο.

Οι συμβατικές αντιοξειδωτικές δεξαμενές αποθήκευσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την χρήση βιοντίζελ χωρίς να παρουσιάζονται ιδιαίτερα προβλήματα αρκεί ο καταναλωτής να λάβει υπόψη του το φαινόμενο του φραξίματος

των φίλτρων στην περίπτωση όπου προηγουμένως γινότανε χρήση κάποιου συμβατικού ναυτιλιακού καυσίμου.

Οι δεξαμενές καυσίμου οι οποίες είναι εγκατεστημένες επί των πλοίων διαθέτουν ρυθμιζόμενη θερμοκρασία με βάση πάντα το χρησιμοποιούμενο καύσιμο και κατ'επέκταση τις ιδιότητές του. Η θερμοκρασία του καυσίμου θα πρέπει πάντοτε να διατηρείται σε επίπεδα τουλάχιστον 10-15°C πάνω από το σημείο θόλωσης (cloud point)^[63]. οπότε σύμφωνα και με ό τι προαναφέραμε σχετικά με τις ιδιότητες του βιοντίζελ και τις επιτρεπτές τιμές θερμοκρασίας στο σύστημα, το επίπεδο της θερμοκρασίας στις δεξαμενές αποθήκευσης δεν θα αποτελούσε πρόβλημα κατά την εναλλαγή του περιεχόμενου καυσίμου από συμβατικό ναυτιλιακό καύσιμο σε βιοντίζελ.

Η χρήση βιοντίζελ αναμένεται να αλλοιώσει τα τοιχώματα της δεξαμενής αποθήκευσης γρηγορότερα από τα συμβατικά Heavy Fuel και Marine Diesel Oil. Λόγω της γήρανσης του καυσίμου και του φαινομένου της οξείδωσης, το οποίο θα οδηγήσει στην αύξηση του αριθμού TAN για το βιοντίζελ, θα παρατηρηθούν αύξηση της διαβρωτικής δραστηριότητας και σχηματισμοί ιζημάτων τα οποία και σε αυτήν την περίπτωση θα οδηγήσουν στο φράξιμο των φίλτρων καυσίμου. Παράγοντες όπως οι υψηλές θερμοκρασίες, η ηλιακή ακτινοβολία και το ατμοσφαιρικό οξυγόνο θα επιταχύνουν την διαδικασία γήρανσης του βιοντίζελ και θα οδηγήσουν σε ανεπιθύμητα αποτελέσματα σε συντομότερο χρονικό διάστημα^[64].

Το φαινόμενο της οξείδωσης ωστόσο δεν παρατηρείται στον ίδιο βαθμό για όλα τα είδη του παραγόμενου βιοντίζελ. Το βιοντίζελ που διαθέτει μεγάλο αριθμό κορεσμένων λιπαρών οξέων, χαρακτηρίζεται ως πιο σταθερό, σχετικά με το φαινόμενο της οξείδωσης. Ο Αμερικανικός Οργανισμός ASTM προτείνει ως μέγιστο χρόνο αποθήκευσης για τα λιγότερο σταθερά είδη βιοντίζελ τους οκτώ μήνες, δύο περισσότερους από την αντίστοιχη περίοδο που προτείνει το National Biodiesel Board. Σύμφωνα με τα παραπάνω λοιπόν όταν απαιτούνται μακροχρόνιες περίοδοι αποθήκευσης στις δεξαμενές καυσίμων των πλοίων, απαιτείται η παράλληλη χρήση προϊόντων που δρουν ανασταλτικά εμποδίζοντας την οξείδωση.

Τέλος σημαντικό είναι να αναφερθούμε στην ιδιότητα του βιοντίζελ να απορροφά νερό και στα πιθανά προβλήματα που αυτή η ιδιότητα μπορεί να οδηγήσει για τις δεξαμενές αποθήκευσης. Το βιοντίζελ ενδέχεται να περιέχει μικρές ποσότητες νερού, ενώ επίσης χαρακτηρίζεται ως υγροσκοπικό, δηλαδή μπορεί να απορροφήσει νερό από την ατμοσφαιρική υγρασία. Η παρουσία νερού θα οδηγήσει σε πλήθος προβλημάτων όπως είναι η εμφάνιση μικροοργανισμών (biological growth), η μείωση της θερμοκρασίας κατά την καύση με αποτέλεσμα την δημιουργία μεγαλύτερης ποσότητας καπνού, την εμφάνιση δυσκολιών κατά την εκκίνηση της μηχανής και την μειωμένη απόδοση, η επιτάχυνση της οξείδωσης, η εμφάνιση του φαινομένου της ευλογιάσης (pitting) στα πιστόνια της μηχανής και τέλος καθώς το νερό παγώνει και δημιουργούνται κρύσταλλοι η θερμοκρασία του βιοντίζελ μειώνεται και επιδεινώνονται οι ήδη κατώτερες ιδιότητες του παρουσία ψυχρών συνθηκών (gelling)^[65].

5.5 ΜΙΓΜΑΤΑ ΜΙΚΡΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Ακολουθώντας το παράδειγμα που έχει εφαρμοστεί στα χερσαία μέσα μεταφοράς, στα πλαίσια της προσπάθειας για την μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης, ενδιαφέρον θα είχε η εξέταση της υιοθέτησης κανόνων για την υποχρεωτική χρήση μιγμάτων βιοντίζελ και συμβατικών ναυτιλιακών καυσίμων με περιορισμένη χρήση του πρώτου σε συγκεντρώσεις έως 20% και στον τομέα της ναυτιλίας.

Τα μίγματα μικρής συγκέντρωσης είναι εκείνα τα οποία το ποσοστό του βιοντίζελ δεν ξεπερνά το 20%, ενώ το υπόλοιπο μίγμα θα συμπληρώνεται από κάποιο από τα ήδη γνωστά συμβατικά ναυτιλιακά καύσιμα H.F.O. και M.D.O.. Για τα μίγματα αυτά στην πλειονότητα των περιπτώσεων οι ίδιοι οι κατασκευαστές παρέχουν τις ανάλογες εγγυήσεις για την σωστή και χωρίς προβλήματα λειτουργία των μηχανών τους, με τα μίγματα τις περισσότερες φορές να αφορούν το γνωστό B5, δηλαδή 5% βιοντίζελ αναμειγμένο με 95% συμβατικό H.F.O. και σε μικρότερο αριθμό περιπτώσεων το B20, δηλαδή 20% βιοντίζελ και 80% ναυτιλιακό καύσιμο. Μάλιστα μια πολυετής έρευνα πάνω στην χρήση B20 σε κινητήρες όπου λειτουργούσαν σε ένα ευρύ φάσμα κλιματικών συνθηκών από το National Biodiesel Board, κατέληξε στο συμπέρασμα

ότι μια τέτοια πρακτική είναι αποδεκτή και με περιορισμένο αριθμό προβλημάτων κατά την εφαρμογή της^[66].

Το μικρής συγκέντρωσης μίγμα που χρησιμοποιείται από τον μεταφορικό τομέα, τουλάχιστον για τα χερσαία μέσα μεταφοράς, είναι το B5. Το τεχνικό υπόβαθρο πίσω από αυτήν την υιοθέτηση είναι ότι μίγματα με συγκεντρώσεις έως 5%, θεωρούνται ως πρόσθετα καυσίμου και για αυτό τον λόγο γίνονται αποδεκτά από όλους τους κατασκευαστές κινητήρων.

Όπως όμως έχουμε αναφέρει και σε προηγούμενο τμήμα της εργασίας και έχουν αποδείξει πρακτικά παραδείγματα, τα μίγματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν δεν είναι απαραίτητο να περιορίζονται στο μικρό αυτό ποσοστό. Σύμφωνα με έρευνα του ερευνητικού Ινστιτούτου Great Lakes Maritime η χρήση μιγμάτων βιοντίζελ και συμβατικών ναυτιλιακών καυσίμων σε ποσοστό μέχρι 20%, δεν οδηγούσε σε οποιοδήποτε πρόβλημα στο σύστημα καυσίμου και στην μηχανή του πλοίου^[67].

Επομένως μίγματα υψηλότερων συγκεντρώσεων, ακόμα και B100, δηλαδή καθαρό βιοντίζελ, μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τον ναυτιλιακό τομέα, με τις ανάλογες μικρής έκτασης τροποποιήσεις στις μηχανές των πλοίων, ενώ θα είχε ενδιαφέρον και αδιαμφισβήτητο περιβαλλοντικό όφελος η θέσπιση κανόνων για την υποχρεωτική χρήση μιγμάτων μικρής συγκέντρωσης βιοντίζελ από τον ναυτιλιακό τομέα, σαν ένα πρώτο στάδιο της προσπάθειας για την διεύθυνση του βιοντίζελ και στον τομέα των θαλασσίων μεταφορών.

5.6 ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΚΑΙ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Η εναλλαγή στα χρησιμοποιούμενα καύσιμα στα πλοία δεν είναι κάτι το καινούργιο ακόμα και στο ίδιο ταξίδι. Ένα παράδειγμα που θα μπορούσαμε να δώσουμε είναι οι αυστηρότερες περιβαλλοντικές ρυθμίσεις που ισχύουν στην κάθε επικράτεια και η υποχρέωση λόγω αυτών των πλοίων να αλλάξουν τα χρησιμοποιούμενα καύσιμα με καθαρότερα, προκειμένου να μειωθούν οι επιβλαβείς εκπομπές στο λιμάνι του εκάστοτε κράτους.

Το βιοντίζελ θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στην ίδια μηχανή πλοίου και να εναλλάσσεται με το συμβατικό Η.Φ.Ο. χωρίς να προκαλείται κάποιο πρόβλημα. Πιθανά σημεία όπου μπορεί να χρειαστεί παρέμβαση είναι όπως έχουμε αναφέρει ξανά το σύστημα καυσίμου του πλοίου και οι δεξαμενές αποθήκευσης καυσίμου, ενώ τα διαφορετικά χαρακτηριστικά των δύο καυσίμων, για παράδειγμα η οξειδωτική δραστηριότητα και η προετοιμασία (θέρμανση των καυσίμων υπό διαφορετικές συνθήκες) πριν την κυκλοφορία του στο σύστημα, ενδέχεται να απαιτήσουν ξεχωριστούς χώρους αποθήκευσης^[68].

Την παραπάνω άποψη ενστερνίζονται και οι άνθρωποι της γνωστής Wartsila, σύμφωνα με την οποία η εναλλαγή μεταξύ βιοντίζελ και συμβατικών ναυτιλιακών καυσίμων δεν ενέχει κινδύνους για την μηχανή του πλοίου. Ωστόσο το σύστημα καυσίμου και η προθέρμανση των καυσίμων ενδέχεται να χρειαστούν κάποιες μετατροπές όπως έχουμε άλλωστε προαναφέρει^[69].

5.7 ΚΟΣΤΟΣ ΧΡΗΣΗΣ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ

Καθώς τα καύσιμα (bunker fuels) αντιπροσωπεύουν σχεδόν το 85% του κόστους ταξιδιού ενός εμπορικού πλοίου, είναι σημαντικό να εξετάσουμε τι σημαίνει από οικονομικής άποψης ο εφοδιασμός ενός πλοίου της ποντοπόρου ναυτιλίας με βιοντίζελ αντί της συνήθους πρακτικής.

Στην περιοχή της Κεντρικής Ευρώπης η τιμή διάθεσης του βιοντίζελ που παράγεται από το φυτό ελαιοκράμβη (RME), καθορίζονταν στα μέσα Νοεμβρίου του 2007 στα €925/τόν ή στα \$1.191,34/MT^[70], ενώ στην περιοχή του Ρότερνταμ οι τιμές για τα καθαρά φυτικά έλαια, πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοντίζελ, καθορίζονταν στα €0,704/λίτρο για το έλαιο του φυτού ελαιοκράμβη, στα €0,652/λίτρο για το έλαιο προερχόμενο από σόγια και στα €0,537/λίτρο το έλαιο φοίνικα^[71].

Με τα διαθέσιμα στοιχεία 2007 για τις τιμές διάθεσης του βιοντίζελ αλλά και των συμβατικών ναυτιλιακών καυσίμων, θα προβούμε σε έναν υπολογισμό των επιπέδων του κόστους για ένα εμπορικό πλοίο και του τι συνεπάγεται η εγκατάλειψη των συμβατικών ναυτιλιακών καυσίμων και αντικατάστασή του με μίγματα βιοντίζελ.

Υποθέτουμε ένα εμπορικό Panamax 75.000 τόνων νεκρού βάρους, το οποίο καταναλώνει 44 μετρικούς τόνους καυσίμου την ημέρα, ενώ πλέει με 13,5 ναυτικούς κόμβους. Με την ταχύτητα αυτή θα διανύσει μια αυθαίρετα επιλεγμένη διαδρομή, από το Los Angeles των Η.Π.Α. προς το Hong Kong της Κίνας σε 18,69 ημέρες^[72], δηλαδή το κυκλικό του ταξίδι θα ολοκληρωθεί σε 37,38, χωρίς να συμπεριλάβουμε τις ημέρες φορτοεκφόρτωσης στα λιμάνια ή τυχόν καθυστερήσεις λόγω συνώστισμού, απεργιών κακοκαιρίας ή άλλων αστάθμητων παραγόντων.

Κατά την διάρκεια του ταξιδιού το πλοίο καταναλώνει βαρύ μαζούτ HFO 380, το συμβατικό δηλαδή ναυτιλιακό καύσιμο του οποίου η μέση τιμή διαμορφώνονταν το 2007 στα \$505/MT^[73]. Υποθέτοντας ότι ένα εμπορικό πλοίο πραγματοποιεί κατά μέσο όρο οκτώ κυκλικά ταξίδια τον χρόνο, με δεδομένη την κατανάλωση των 44 MT την ημέρα, οι ετήσιες ανάγκες σε καύσιμα ανέρχονται στο επίπεδο των 13.157,76 MT τον χρόνο. Το 2007 λοιπόν για ένα τυπικό Panamax θα απαιτούνταν \$6.644.588 τον χρόνο προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες του πλοίου, κάνοντας χρήση των συμβατικών ναυτιλιακών καυσίμων. Στην περίπτωση όπου αντί της συνήθους πρακτικής χρησιμοποιούνταν B20, δηλαδή μίγμα αποτελούμενο από 20% βιοντίζελ και 80% συμβατικό ναυτιλιακό καύσιμο, με την τιμή του να διαμορφώνεται το ίδιο έτος στα \$779,24/MT, οι κεφαλαιακές ανάγκες για την κάλυψη του κόστους των καυσίμων σχεδόν διπλασιάζονται στα \$10.253.052,9 τον χρόνο. Τέλος εξετάζοντας την περίπτωση της χρήσης καθαρού βιοντίζελ B100 το κόστος πλέον ανέρχεται στα \$13.414.073,16 το χρόνο πράγμα αναμενόμενο αν αναλογιστεί κανείς την διαφορά της τιμής διάθεσης των δύο καυσίμων, με το B100 να ξεπερνά το B20 κατά \$0,78.

Όπως φαίνεται και από τα παραπάνω το κόστος των φυτικών ελαίων έχει αυξηθεί σημαντικά τα προηγούμενα χρόνια. Παρόλα αυτά οι ειδικοί αναμένουν να ακολουθήσει σημαντική μείωση της τιμής τους, ως αποτέλεσμα της αυξημένης παραγωγής που προβλέπεται τα επόμενα χρόνια, στα πλαίσια της στροφής πολλών χωρών προς την υιοθέτηση των βιοκαυσίμων. Επίσης θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη και οι λεγόμενοι περιβαλλοντικοί φόροι, δηλαδή οι φόροι που επιβάλλονται στα καύσιμα, όπως τα συμβατικά ναυτιλιακά. Οι φόροι αυτοί αναμένεται να αυξηθούν σημαντικά τα επόμενα χρόνια, στα πλαίσια των διεθνών περιβαλλοντικών πρακτικών για την βιώσιμη ανάπτυξη και την περιβαλλοντική προστασία. Επίσης συγκεκριμένα για τον τομέα της ναυτιλίας, σημαντικές είναι και οι αναμενόμενες

αυξήσεις στην φορολογία του διοξειδίου του θείου, το οποίο εκλύεται σε σημαντικές ποσότητες κατά την καύση των συμβατικών ναυτιλιακών καυσίμων. Τα παραπάνω αναμένεται να αλλάξουν την μέχρι τώρα εικόνα και να δούμε το χάσμα ανάμεσα στο βιοντίζελ και τα συμβατικά καύσιμα να μειώνεται, ακόμα και να αντιστρέφεται.

6. Η ΝΕΑ ΓΕΝΙΑ

6.1 ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ 2^{ης} ΓΕΝΙΑΣ

Το έντονο ενεργειακό πρόβλημα που φαίνεται να αντιμετωπίζουν ολοένα και περισσότερες χώρες του πλανήτη αλλά και η διαμάχη η οποία έχει ξεσπάσει, με τους πολέμιους των βιοκαυσίμων πρώτης γενιάς, να αντιπαραθέτουν ζητήματα σίτισης, οδήγησαν τους επιστήμονες στην εξεύρεση αποτελεσματικότερων και οικονομικά αποδοτικότερων λύσεων. Έτσι έχουμε και την εμφάνιση του βιοντίζελ 2^{ης} γενιάς.

Το βιοντίζελ δεύτερης γενιάς προέρχεται από την επεξεργασία περισσότερων τύπων βιομάζας, συγκριτικά με το παραδοσιακό βιοντίζελ, το οποίο προέρχεται από την επεξεργασία μόνο του καρπού ή του ανθού της πρώτης ύλης, δηλαδή των διαφόρων ειδών ενεργειακών φυτών. Η υπολειμματική βιομάζα όπως ονομάζεται που χρησιμοποιείται στην παραγωγή βιοντίζελ 2^{ης} γενιάς, μπορεί να περιλαμβάνει τηγανέλαια, γεωργικά υπολείμματα, έλαια ψαριών, ζωικά λίπη, απόβλητα κτηνοτροφικών μονάδων αλλά και ενεργειακά φυτά στο σύνολό τους, κάνοντας δηλαδή χρήση των μίσχων, του φλοιού και των φύλλων των φυτών. Ακολουθεί κατάλληλη επεξεργασία με πρωτοποριακές μεθόδους και έτσι συνθέτεται το βιοντίζελ δεύτερης γενιάς, το οποίο τελικώς παρουσιάζει πλεονεκτήματα έναντι τόσο του συμβατικού ντίζελ, όσο και του παραδοσιακού βιοντίζελ πρώτης γενιάς.

Ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα για την διαδικασία που αναφέραμε παραπάνω, αποτελεί η έρευνα που διεξάγεται από το Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ), το Ινστιτούτο Τεχνικής Χημικών Διεργασιών (ΙΤΧΗΔ) και το Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Καυσίμων και Υδρογονανθράκων (ΕΠΚΥ) υπό τον συντονισμό και την επίβλεψη της Δρ. Στέλλα Μπεζεργιάννη στα πλαίσια του κοινοτικού προγράμματος LIFE+.

Το ερευνητικό πρόγραμμα BIOFUELS-2G όπως έχει ονομαστεί επεξεργάζεται την δυνατότητα παραγωγής βιοντίζελ 2^{ης} γενιάς κάνοντας χρήση χρησιμοποιημένου τηγανέλαιου ως πρώτη ύλη. Το τηγανέλαιο είναι μια μορφή πρώτης ύλης εξαιρετικά οικονομική και διατίθεται σε αρκετές ποσότητες από τα 150.000 περίπου σημεία μαζικής εστίασης σε όλη την Ελληνική επικράτεια. Επίσης η απόδοση σε βιοντίζελ ύστερα από την επεξεργασία φτάνει περίπου το 90%, με αποτέλεσμα να χαρακτηρίζεται ως μια ιδιαίτερος αποδοτική διαδικασία που θα μπορούσε κάλλιστα να αποτελέσει λύση στο πρόβλημα της υπερεκμετάλλευσης των γεωργικών εκτάσεων και της διατήρησης της βιοποικιλότητας στις διάφορες περιοχές του πλανήτη. Τέλος η χρήση του τηγανέλαιου, λύνει το πρόβλημα της μεταχείρισης του και των δυσμενών περιβαλλοντικών επιδράσεων που έχει η ακατέργαστη απόρριψή του στο περιβάλλον.

Το τηγανέλαιο μετατρέπεται σε βιοντίζελ 2^{ης} γενιάς με την μέθοδο Fischer-Tropsch. Η διαδικασία Fischer-Tropsch (Fischer-Tropsch Synthesis) στην ουσία αποτελείται από μια σειρά χημικών αντιδράσεων οι οποίες τελικώς μετατρέπουν ένα μίγμα από μονοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο σε υγρούς υδρογονάνθρακες και νερό^[74].



Η πρώτη ύλη εισάγεται στον αντιδραστήρα με την παρουσία ενός καταλύτη και υδρογόνου. Ύστερα το μίγμα εξέρχεται από τον αντιδραστήρα και περνάει διαμέσου ενός διαχωριστή υψηλής πίεσης ο οποίος διαχωρίζει το υγρό από το αέριο προϊόν. Στην συνέχεια το υγρό προϊόν περνάει διαμέσου ενός δοχείου καθίζησης όπου διαχωρίζεται από το νερό και τελικώς αφού λάβει χώρα η απόσταξη η όλη διαδικασία καταλήγει στην παραγωγή βιοντίζελ 2^{ης} γενιάς. Την διαδικασία που μόλις αναφέραμε εφαρμόζει και το ΕΚΕΤΑ στα πλαίσια του προγράμματος BIOFUELS-2G, ενώ ενδεικτικά μπορούμε να αναφέρουμε ότι η εισαγωγή 7200 lit υδρογόνου και 14.4 lit τηγανέλαιου σαν πρώτη ύλη, θα αποδώσει στο τέλος της διαδικασίας 13.2 lit βιοντίζελ, απόδοση 91,6% κ.ο^[75].

Η παρουσία υδρογόνου κατά την διαδικασία παραγωγής (υδρογονοκατεργασία) χρησιμοποιείται κυρίως για την καταλυτική σταθεροποίηση των πετρελαϊκών προϊόντων ή/και για την απομάκρυνση από τα προϊόντα στοιχείων όπως το θείο, το άζωτο, το οξυγόνο, τα αλογόνα και τυχόν ίχνη μετάλλων^[76].

Το παραγόμενο βιοντίζελ υπερτερεί στις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά από το παραδοσιακό βιοντίζελ. Πιο συγκεκριμένα διαθέτει τις ιδιότητες που παρατίθενται παρακάτω:

Πυκνότητα: 0,7904 gr/ml

Θείο: 1,54 ppm

Δείκτης Κετανίου: 77,23

Σημείο Ανάφλεξης: 116 °C

Κινηματικό Ιξώδες (40 °C): 3,54 cst

H₂O: 0,0013% wt

TAN: 0 mg KOH/g

Οξειδωτική σταθερότητα: >22hr

CFPP: -20 °C

6.2 BIONTIZEΛ 3^{ης} ΓΕΝΙΑΣ

Από πολλούς το λεγόμενο βιοντίζελ 3^{ης} γενιάς, αποτελεί την μόνη λύση ικανή να αντικαταστήσει επαρκώς τα συμβατικά καύσιμα, καλύπτοντας ικανοποιητικά τόσο την ζήτηση με προσφορά επαρκούς ποσότητας, όσο και το κόστος παραγωγής το οποίο δύναται να συγκρατηθεί σε χαμηλά επίπεδα.

Όταν αναφερόμαστε στην άλγη εννοούμε τα φύκη (algae). Τα φύκη είναι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί και περιέχουν χλωροφύλλη όπως η χλωρίδα της ξηράς, αλλά δεν διαφοροποιούνται σε ρίζες, μίσχους ή φύλλα. Μπορούν να κυμανθούν από απλούς μονοκύτταρους μικροοργανισμούς που δεν ξεπερνούν το 0,001 χιλιοστό (φυτοπλαγκτόν) έως αρκετά σύνθετους πολυκύτταρους οργανισμούς. Τα φύκη, ειδικά τα μικροσκοπικά είδη, μπορούν να απαντηθούν κυρίως σε αλμυρά και γλυκά νερά, όπως σε θάλασσες, λίμνες και λιμνοθάλασσες. Μάλιστα ορισμένα είδη έχοντας

προσαρμοστεί κατάλληλα, μπορούν να ευδοκιμήσουν σε αφθονία ακόμα και σε θερμές ή ψυχρές ερημικές εκτάσεις. Το ενδιαφέρον που συγκεντρώνουν τα φύκη είναι τεράστιο όχι μόνο για τον σημαντικότερο ρόλο που αυτά διαδραματίζουν σε ένα οικοσύστημα και σε πλήθος άλλων τομέων όπως η γεωργία, η κτηνοτροφία, η παρασκευή καλλυντικών και φαρμάκων κ.α., αλλά και για τις δυνατότητες που προσφέρουν στην παραγωγή βιοντίζελ και άλλων βιοκαυσίμων^[77].

Τα φύκη και ιδιαίτερα τα μικροφύκη ενδείκνυνται για την απασχόλησή τους στην παραγωγή βιοντίζελ, καθώς διαθέτουν δύο πολύ σημαντικές ιδιότητες, την μεγάλη απόδοση σε έλαιο συγκριτικά με όλα τα προηγούμενα είδη πρώτης ύλης που έχουμε αναφέρει και την ταχύτατη αύξηση της βιομάζας τους, η οποία διπλασιάζεται ανά δεύτερη ημέρα, γεγονός που συνεπάγεται περισσότερες σοδειές σε ετήσια βάση. Απαντώνται σε αφθονία σε διάφορες περιοχές και έτσι μπορεί να ξεπεραστεί το εμπόδιο της επαρκούς διαθεσιμότητας βιοκαυσίμου και να τροφοδοτούνται τομείς οι οποίοι είναι ιδιαίτερα ενεργειακά απαιτητικοί, με μεγάλες ποσότητες καυσίμου όπως ο τομέας της ναυτιλίας^[78]. Ο πίνακας 9. που ακολουθεί καταδεικνύει αυτά που προαναφέραμε.

1^η ΥΛΗ	ΒΙΟΜΑΖΑ (ΜΤ/εκτάριο/χρόνο)
Σόγια	1-2,5
Ελαιόκράμβη	3
Φοινικέλαιο	19
Jatropha	7,5-10
Μικροάλγη	14-255

Πίνακας 9.

Πρόσφατη έρευνα στις Η.Π.Α., μια χώρα που διαθέτει ημερησίως 1 δις δολάρια στις εισαγωγές πετρελαίου, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι 17% του εισαγόμενου πετρελαίου που προορίζεται αποκλειστικά για τον τομέα των μεταφορών, θα μπορούσε να αντικατασταθεί από υποκατάστατο καύσιμο προερχόμενο από φύκη^[78].

Επίσης η χρήση των φυκών για την παραγωγή βιοντίζελ είναι ιδιαίτερος ελκυστική για δύο ακόμη λόγους. Πρώτον γιατί τα φύκη και το προϊόν τους, το βιοντίζελ 3^{ης} γενιάς, είναι βιοδιασπώμενα και αβλαβή για το περιβάλλον και δεύτερον γιατί κατά την διαδικασία της φωτοσύνθεσης τα φύκη καταναλώνουν διοξείδιο του άνθρακα και

ήλιο για να το μετατρέψουν σε βιομάζα, ενώ έχουν την δυνατότητα να μετατρέψουν το σύνολο του δεσμευμένου διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο αποτελεί την κύρια τροφή τους μαζί με άλλα αέρια που επίσης σε μεγάλες συγκεντρώσεις οδηγούν σε περιβαλλοντικά προβλήματα.

6.2.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΑΠΟ ΜΙΚΡΟΑΛΓΗ

Το πρώτο βήμα στην παραγωγική διαδικασία είναι η επιλογή του καταλληλότερου είδους άλγης, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί σαν πρώτη ύλη και τελικώς θα μας αποδώσει το βιοντίζελ. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στην περιεκτικότητα του προς επιλογή είδους, σε λιπίδια και υδρογονάνθρακες, τα οποία στο τέλος της διαδικασίας θα συνεισφέρουν στην απόδοση μεγαλύτερης ποσότητας βιοντίζελ. Επίσης θα πρέπει να γίνει ο κατάλληλος έλεγχος έτσι ώστε να εξακριβωθεί η δυνατότητα του είδους να ευδοκιμήσει στις εκάστοτε κλιματικές συνθήκες και η προσαρμογή του να λάβει χώρα ανεμπόδιστα^[79].

Εφόσον ολοκληρωθούν τα παραπάνω στη συνέχεια έχουμε την καλλιέργεια των φυκών. Η καλλιέργεια μπορεί να γίνει με τρεις τρόπους^[80]:

1. Σε ανοιχτές δεξαμενές
2. Σε κλειστές δεξαμενές
3. Σε φωτοβιοαντιδραστήρες

Οι τρεις αυτές μέθοδοι διαφέρουν λόγω της αποδοτικότητας που προσφέρουν και των διαφορετικών προβλημάτων που καθεμιά παρουσιάζει. Η πιο οικονομική λύση είναι η πρώτη, αυτή των ανοικτών δεξαμενών, η οποία όμως παρουσιάζει σημαντικά προβλήματα όπως μόλυνση των φυκών, εξάτμιση, μερική απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας, ανάπτυξη παρασίτων και άλλα. Όλα τα προηγούμενα μπορούν να οδηγήσουν το σύστημα σε χαμηλή παραγωγικότητα, κατάσταση την οποία βελτιώνει η δεύτερη μέθοδος. Οι κλειστές δεξαμενές μοιάζουν με θερμοκήπια στα οποία οι συνθήκες καλλιέργειας μπορούν εύκολα να επηρεαστούν και να ελεγχθούν κατά βούληση. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να αντιμετωπιστούν τα περισσότερα από τα

προβλήματα που προαναφέραμε και ακόμα είναι δυνατή η τροφοδοσία των φυκών με επιπλέον διοξείδιο του άνθρακα, γεγονός που συνεπάγεται μεγαλύτερη ανάπτυξη αυτών. Τέλος σαν βέλτιστη λύση από τους ειδικούς παρουσιάζονται οι φωτοβιοαντιδραστήρες. Πρόκειται για ένα απόλυτα ελεγχόμενο σύστημα που οδηγεί σε ακόμα μεγαλύτερη απόδοση της καλλιεργητικής πράξης. Οι φωτοβιοαντιδραστήρες ενσωματώνουν στην όλη διαδικασία κάποιο είδος φωτεινής πηγής, ενώ κάθε ημιδιαφανές δοχείο ή σωλήνας που επιτρέπει την διέλευση του φωτός από το εσωτερικό του, μπορεί να θεωρηθεί σαν ένας φωτοβιοαντιδραστήρας. Η μέθοδος αυτή αποτελεί την μέχρι τώρα πιο αποδοτική αλλά και πιο απαιτητική σε κεφαλαιακές ανάγκες.

Οι Η.Π.Α. είχαν, ήδη από την δεκαετία του 1970, ξεκινήσει τις έρευνες πάνω στην παραγωγή βιοκαυσίμων από άλγη. Οι έρευνες σταμάτησαν την δεκαετία του 1990 λόγω της πεποίθησης ότι η παραγωγή τους δεν θα μπορούσε να ανταγωνιστεί τις χαμηλές τιμές του πετρελαίου, όμως πλέον έχουν έρθει πάλι στο προσκήνιο σαν η πιο πιθανή εναλλακτική λύση για την αποδέσμευση από το πετρέλαιο^[81].

Η εξέλιξη των μεθόδων παραγωγής σε συνδυασμό με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των φυκών και των προοπτικών που προσφέρει η καλλιέργεια και εκμετάλλευση τους, μπορούν να οδηγήσουν στον αποτελεσματικό και απρόσκοπτο εφοδιασμό διαφόρων ενεργοβόρων οικονομικών δραστηριοτήτων, όπως η ναυτιλία, που μέχρι σήμερα οποιαδήποτε εναλλακτική εκτός του πετρελαίου απορρίπτονταν, λόγω των εμποδίων που παρουσιάζονταν.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως είδαμε και από την ανάλυση που προηγήθηκε σε αυτή την εργασία, οι ενεργειακές ανάγκες των διαφόρων περιοχών του πλανήτη αυξάνονται συνεχώς, ως απόρροια των επίσης συνεχώς αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών επιμέρους τομέων της οικονομικής δραστηριότητάς τους. Σαν αποτέλεσμα έχουμε την αύξηση της κατανάλωσης πετρελαίου, το οποίο αποτελεί και την πιο δημοφιλή και διαδεδομένη πηγή ενέργειας ήδη από την δεκαετία του 1900.

Οι περισσότερες χώρες τόσο στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όσο και σε άλλα σημεία του πλανήτη, δεν έχουν την δυνατότητα να επιτύχουν αυτάρκεια στην κάλυψη αυτών των αναγκών, ενώ επίσης οι περισσότερες είτε δεν είχαν την «τύχη» να διαθέτουν μεγάλα κοιτάσματα πετρελαίου στο υπέδαφος της επικράτειάς τους, είτε δεν διαθέτουν την τεχνολογία, την τεχνογνωσία και την κεφαλαιακή επάρκεια ώστε να προβούν στην εξόρυξή του. Σαν αποτέλεσμα έχουμε την διαμόρφωση μια ολιγοπωλιακής αγοράς, στην οποία μάλιστα κατά το πέρασμα των χρόνων παρατηρούμε μεγάλες διακυμάνσεις όσο αφορά την τιμή διάθεσης του πετρελαίου και των παραγώγων του, σε συνδυασμό με μια σταθερά ανοδική τάση της τιμής του.

Όλα τα παραπάνω σε συνδυασμό με τα συνεχή μέτρα τα οποία λαμβάνονται για την προστασία του περιβάλλοντος από εθνικούς και διεθνείς φορείς, αναμένονται να έχουν αρνητικό αντίκτυπο στον τομέα της ναυτιλίας από άποψη κόστους. Οι ενέργειες για την προώθηση εναλλακτικών πηγών ενέργειας, όπως είδαμε και σε κεφάλαιο που προηγήθηκε, δεν αφήνουν αδιάφορο τον τομέα της ναυτιλίας, ενώ η χρήση του βιοντίζελ στις μηχανές των πλοίων μπορεί να εφαρμοστεί χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα και με σχετικά μικρό κόστος. Επίσης η τάση για υποκατάσταση του πετρελαίου έως ένα βαθμό είναι πλέον εμφανής και στο εσωτερικό των ναυτιλιακών εταιρειών, οι οποίες επενδύουν μεγάλα ποσά για την έρευνα εναλλακτικών πηγών ενέργειας και της συμβατότητάς τους.

Η χρήση όμως του βιοντίζελ από τον τομέα της ναυτιλίας παρουσιάζει κάποια προβλήματα τα οποία θα πρέπει να αντιμετωπιστούν έτσι ώστε να προχωρήσει η διάδοση του βιοκαυσίμου. Εκτός από το σχετικά υψηλότερο κόστος του βιοντίζελ 1^{ns} γενιάς συγκριτικά με τα συμβατικά ναυτιλιακά καύσιμα και της περιορισμένης παραγόμενης ποσότητας σε παγκόσμιο επίπεδο οι εταιρείες αναφέρουν και κάποια ακόμη προβλήματα τα οποία επιζητούν λύσεις. Αυτά είναι:

- Η ικανότητα αποθήκευσης του βιοντίζελ στις δεξαμενές αποθήκευσης των πλοίων (storage tanks).
- Η αντίδραση του βιοντίζελ με συγκεκριμένα υλικά.
- Η ανάπτυξη μικροοργανισμών (biological growth).
- Οι κατώτερες ιδιότητες σε ψυχρές κλιματικές συνθήκες, συγκριτικά με τα συμβατικά ναυτιλιακά καύσιμα.

- Οι αυξημένες εκπομπές οξειδίων του αζώτου.
- Οι διαφορές της διατιθέμενης ποιότητας παγκοσμίως, σαν απόρροια της διαφορετικής χρησιμοποιούμενης πρώτης ύλης.
- Η χρήση πρώτων υλών οι οποίες χρησιμοποιούνται και σαν τροφή.

Σε μικρότερο βαθμό το βιοντίζελ 2^{ης} γενιάς και σε μεγαλύτερο το βιοντίζελ 3^{ης} γενιάς από μικροάλγη αντιμετωπίζουν επιτυχώς όλα τα παραπάνω προβλήματα που αναφέραμε. Επικεντρώνοντας την προσοχή μας στο βιοντίζελ 3^{ης} γενιάς, το οποίο κατά την γνώμη μου είναι και το επικρατέστερο για την διαδοχή του πετρελαίου, σημαντικά βήματα πρέπει να γίνουν ακόμα τόσο από τεχνολογικής άποψης έτσι ώστε να μειωθεί σημαντικά το κόστος παραγωγής του όσο και από την μεριά της επαρκούς παραγωγής ώστε να επιτυγχάνεται ο διαρκής και απρόσκοπτος εφοδιασμός των πλοίων στα διάφορα σημεία του πλανήτη.

Στην παρούσα φάση, όποιες εταιρείες το κάνουν, δραστηριοποιούνται στο κομμάτι της πειραματικής χρήσης βιοντίζελ, καταγράφοντας την συμπεριφορά του καυσίμου στην μηχανή και άλλους παράγοντες όπως η απόδοση της μηχανής, η συνύπαρξη του βιοντίζελ με συγκεκριμένα τμήματα της μηχανής και του συστήματος καυσίμου, η δυνατότητα αποθήκευσης του βιοντίζελ, η συμπεριφορά του παρουσία χαμηλών θερμοκρασιών κ.α.. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Lasse Kragh Andersen, senior environmental specialist στην Maersk Maritime Technology, *"Exploring the behavior of our engines and storage tanks; and knowing the change in air emissions by using FAME blends onboard will give us valuable knowledge of the opportunities and challenges"*.

Τα επόμενα χρόνια αναμένονται επαναστατικά βήματα στον τομέα των εναλλακτικών πηγών ενέργειας γενικά και ειδικότερα στην παραγωγή και διάθεση του βιοντίζελ. Ο τομέας της ναυτιλίας μπορεί να επωφεληθεί από αυτό και με την σειρά του να συμβάλει όχι μόνο στην βιωσιμότητα και την ανάπτυξη του ίδιου του κλάδου της ναυτιλίας αλλά και στην βιωσιμότητα του πλανήτη μας.

"At Maersk Maritime Technology we see the development of the technology behind shipping and biofuel as a big and exciting business opportunity,"

Nils Smedegaard Andersen, CEO A.P. Møller - Maersk

“...we want to be ready when sustainable biofuels become available in large volumes,” Jacob A. Sterling, GM Sustainability at Maersk Line.

МАЕРСК ЛАЙН

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ/ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Το ερωτηματολόγιο που ακολουθεί δημιουργήθηκε στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας πτυχιακής εργασίας με σκοπό την αναζήτηση μιας πιο εμπειριστατωμένης άποψης για το βιοντίζελ, από παράγοντες που δραστηριοποιούνται στην αγορά και συγκεκριμένα στον τομέα της ναυτιλίας.

ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΚΑΙ ΥΙΟΘΕΤΗΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιείται στα πλαίσια πτυχιακής εργασίας από φοιτητή του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών στη Ναυτιλία του Πανεπιστημίου Πειραιώς.

Σκοπός της έρευνας είναι η διερεύνηση της δυνατότητας υιοθέτησης του βιοντίζελ ως καύσιμο, από τον τομέα της εμπορικής ναυτιλίας.

Σας ευχαριστώ εκ των προτέρων για τη συμμετοχή σας στην έρευνα και δηλώνω ότι είμαι στη διάθεσή σας, σε περίπτωση επιθυμίας σας για κοινοποίηση των αποτελεσμάτων της έρευνας.

1. Κατά πόσο θεωρείτε ότι η αστάθεια και οι μεγάλες διακυμάνσεις στην αγορά πετρελαίου επηρεάζουν τον τομέα της ναυτιλίας;

Πάρα πολύ Αρκετά Λίγο Καθόλου

2. Το βιοντίζελ αποτελεί υποκατάστατο καύσιμο του συμβατικού ορυκτού πετρελαίου. Παράγεται από φυσικές πρώτες ύλες και έχει παρόμοιες ιδιότητες και χαρακτηριστικά με αυτά του συμβατικού ορυκτού πετρελαίου. Το γνωρίζετε;

Ναι Όχι

3. Η παραγωγή και διάθεση του βιοντίζελ στην αγορά αρχίζει να γίνεται ανταγωνιστική έναντι του συμβατικού ορυκτού πετρελαίου για τιμές του τελευταίου από \$60 έως \$70 ανά βαρέλι. Πιστεύετε ότι η τιμή του θα αποτελούσε ένα σημαντικό εμπόδιο στην διάδοση του ως καύσιμο;

Ναι Όχι

4. Η καύση του βιοντίζελ στις μηχανές των πλοίων έχει σαν αποτέλεσμα την εκπομπή σημαντικά μειωμένων ποσοτήτων βλαβερών αερίων (π.χ. Οξείδια του άνθρακα

μειωμένα κατά 12 έως 48%, Οξείδια του θείου μειωμένα 20 έως 100% κ.α.). Θεωρείτε ότι οι μειωμένες εκπομπές αερίων είναι ένα σημαντικό πλεονέκτημα του βιοντίζελ έναντι του συμβατικού πετρελαίου;

Πάρα πολύ Αρκετά Λίγο Καθόλου

5. Θεωρείτε ότι οι περιβαλλοντικοί φόροι και αυξανόμενες περιβαλλοντικές ρυθμίσεις θα επηρεάσουν τον τομέα της ναυτιλίας από άποψη κόστους, προστίμων κ.λπ.;

Πάρα πολύ Αρκετά Λίγο Καθόλου

6. Οι επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον σε περίπτωση μόλυνσης από βιοντίζελ είναι σημαντικά μικρότερες λόγω του υψηλού ρυθμού βιοδιάσπασης του βιοντίζελ και της σημαντικά μικρότερης τοξικότητάς του. Θεωρείτε σημαντική μια τέτοια ιδιότητα;

Πάρα πολύ Αρκετά Λίγο Καθόλου

7. Το βιοντίζελ 1^{ns} γενιάς παράγεται από την ενεργειακή χλωρίδα (π.χ. καλαμπόκι, σόγια). Θα επηρέαζε την επιλογή σας για χρήση του βιοντίζελ ο ισχυρισμός ατόμων ότι η παραγωγή του βιοντίζελ πιέζει ανοδικά τις τιμές των τροφίμων;

Πάρα πολύ Αρκετά Λίγο Καθόλου

8. Η χρήση του βιοντίζελ στις μηχανές των πλοίων αναμένεται να παρουσιάσει τα παρακάτω προβλήματα. Ποιο/ά θεωρείτε πιο σημαντικό/ά.

Σπηλαίωση (cavitation) στις αντλίες έκχυσης καυσίμου

Φραγή σωληνώσεων λόγω πολυμερισμού του καυσίμου, που μπορεί να προκληθεί από διαταραχή της θερμοκρασίας του συστήματος

Διάβρωση τμημάτων της μηχανής

Καταστροφή γομών, κολλών και παρεμβυσμάτων από καουτσούκ λόγω της μεγάλης οξύτητας του βιοντίζελ

Κατώτερες ιδιότητες του βιοντίζελ παρουσία ψυχρών κλιματικών συνθηκών και προβληματική ροή στο σύστημα καυσίμου

Προβλήματα στις δεξαμενές αποθήκευσης (storage tanks) λόγω της διαβρωτικής ικανότητας του βιοντίζελ

Φράξιμο φίλτρων καυσίμου λόγω της διαλυτικής ικανότητας του βιοντίζελ στην περίπτωση όπου χρησιμοποιούνταν συμβατικό ορυκτό πετρέλαιο και δεν προηγήθηκε καθαρισμός των δεξαμενών

Γνωρίζετε κάποια επιπλέον προβλήματα τα οποία μπορούν να εμφανιστούν κατά την χρήση βιοντίζελ;

Αναφέρετε εδώ...

9. Το βιοντίζελ μπορεί να αναμιχθεί σε οποιοδήποτε ποσοστό με τα συμβατικά ναυτιλιακά καύσιμα και να χρησιμοποιηθεί σαν μίγμα (π.χ. B20=20% βιοντίζελ και 80% ναυτιλιακό καύσιμο). Κάποιες από τις μεγαλύτερες εταιρείες κατασκευής μηχανών πλοίων όπως η MAN Diesel & Turbo και η Wartsila, παρέχουν εγγυήσεις για την απρόσκοπτη λειτουργία των μηχανών τους με μίγματα βιοντίζελ. Πόσο σημαντική θεωρείτε την παροχή εγγυήσεων από τους κατασκευαστές για την χρήση βιοντίζελ;

Πάρα πολύ Αρκετά Λίγο Καθόλου

10. Έχει υπολογιστεί ότι το κόστος της μετασκευής της μηχανής του πλοίου έτσι ώστε να αντιμετωπιστούν τα όποια προβλήματα προκύπτουν από την χρήση του βιοντίζελ ανέρχεται περίπου στο 5% της αξίας της μηχανής. Θεωρείτε ένα τέτοιο κόστος υψηλό;

Πάρα πολύ Αρκετά Λίγο Καθόλου

11. Η ποιότητα του βιοντίζελ καθορίζεται σε ένα βαθμό από την χρησιμοποιούμενη πρώτη ύλη. Κατά πόσο πιστεύετε ότι είναι σημαντική η ποιοτική ομοιογένεια στο προσφερόμενο βιοντίζελ σε διάφορα σημεία του πλανήτη;

Πάρα πολύ Αρκετά Λίγο Καθόλου

12. Οι ειδικοί αναμένουν σημαντική πτώση της τιμής του βιοντίζελ τα επόμενα χρόνια, ενώ η τεχνολογική εξέλιξη του θα αντιμετωπίζει αποτελεσματικά τα προβλήματα που προαναφέρθηκαν (βιοντίζελ 2ης και 3ης γενιάς). Πόσο πιθανή θεωρείτε τελικώς την υιοθέτηση βιοντίζελ ως εναλλακτικού καυσίμου από τον τομέα της ναυτιλίας;

Πάρα πολύ Αρκετά Λίγο Καθόλου

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Wikipedia.org: <http://en.wikipedia.org/wiki/Biodiesel>
Britannica.com: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/1090453/biodiesel>
2. Biofuel.org.uk: <http://biofuel.org.uk/>
3. Thinkquest.org: <http://library.thinkquest.org/07aug/01802/advocates-biodiesel.html>
4. Biodiesel.org: <http://www.biodiesel.org/resources/definitions/>
5. Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο: <http://users.sch.gr/kefkleidou/GENIKA/gen001.html>
6. Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο: <http://users.sch.gr/kefkleidou/GENIKA/gen001.html>
7. C.L. Peterson, Gregory Mölleret, 1982, National Biodiesel Board/fuel fact sheets
8. Physics4u: <http://www.physics4u.gr/energy/biodiesel.html>
9. Wikipedia.org: <http://en.wikipedia.org/wiki/Biodiesel>
10. BBC News: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/7026105.stm>
11. Directorate of Trade and Agriculture, OECD 2008 “Economic Assessment of Biofuel Support Policies”
12. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις: http://imarinakis.webs.com/biomass_energy.html
13. “Biodiesel production from waste cooking oil. Process design and technological assessment.” Y. Zhang, M.A. Dubé, D.D. McLean, M. Kates, 2003.
14. Τ.Ε.Ε. Κεντρικής & Δυτικής Θεσσαλίας, Δημερίδα για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, Λάρισα 2007
15. Περιοδικό Γεωργία & Κτηνοτροφία, Ενεργειακές Καλλιέργειες και Γεωργικά Εισοδήματα, 8/2007.
16. IEA Energy Technology essentials, Biodiesel production, 2007
17. Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο: <http://users.sch.gr/kefkleidou/SYSTASI/syst004.html>
18. Livepedia.gr: <http://www.livepedia.gr/content-providers/periskopio/BIOFUELS.pdf>,
19. Δρ. Λεωνίδας Ντζιαχρήστος, “Καύσιμα Μεταφορών & Αειφόρος Ανάπτυξη”, ΑΠΘ 2008.
20. Biodiesel Magazine: <http://biodieselmagazine.com/articles/3741/new-and-old-diesel-engines-remain-compatible-with-biodiesel>
21. Biodiesel.org: <http://www.biodiesel.org/resources/faqs/>
22. BDpedia.com: <http://www.bdpedia.com/biodiesel/char/char.html>, Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο: <http://users.sch.gr/kefkleidou/SYSTASI/syst001.html>
23. Biodiesel.org: http://www.biodiesel.org/pdf_files/fuelfactsheets/emissions.pdf
24. “Biodegradation and environmental behavior of biodiesel mixtures in the sea. An initial study.” Jared A. DeMello, Catherine A. Carmichael, Emily E. Peacock, Robert K. Nelson, J. Samuel Arey, Christopher M. Reddy, 2007.

25. "Clean cities. Alternative fuel price report." US Department of Energy 2007.
26. "Clean cities. Alternative fuel price report." US Department of Energy 2007.
27. RNCOS 2006
28. International Energy Association (IEA) 2006.
29. "American energy: The renewable path to energy security." Worldwatch Institute and Center for American Progress, 2006.
30. "Biodiesel Boom in Europe?" Institute of Science in Society 2006.
31. "Motor Vehicles: use of biofuels" Europa.eu.
32. <http://www.ebb-eu.org/>European Biodiesel Board.
33. "Biofuels in the European Union. A vision for 2030 and beyond." Biofuels Research Advisory Council, 2006.
34. "Europe's Diesel Portfolio.", Nickolas Zeman, Biodiesel Magazine 2010.
35. "Biodiesel production and marketing in Germany, the situation and perspective.", Dieter Bockey, UFOP, 2007.
36. Association of German Biofuel Industry, 2007
37. "Biodiesel in Greece", Myrsini Christou, CRES, 2007.
38. "6^η Εθνική Έκθεση σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων στην Ελλάδα." Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2009.
39. "Biodiesel in Greece", Myrsini Christou, CRES, 2007.
40. "Global Carbon Emissions by Type." Carbon Dioxide Information Analysis Center.
41. "BP Statistical Review of World Energy" BP 2010.
42. "Alternatives to Petroleum Based Fuels for Marine Vessels", Abu R. Hasan, Daniel Pope, James A. Skurla, 2006.
43. Great Lakes Environmental Research Laboratory <http://www.glerl.noaa.gov/>
44. Abu R. Hasan, Daniel Pope, James A. Skurla, 2006.
45. "The feasibility of fueling the research vessels with biodiesel", D.J. Angus, W.G. Jackson, 2003.
46. "BioMer project shows good results for biodiesel." Biodiesel Magazine, 2005.
47. "Biodiesel Demonstration and Assessment on Tour Boats in the old port of Montreal and Lachine Canal Historic Site.", BioMer, 2005.
48. "The Earthrace Project" <http://earthrace.net/>
49. P.L. Zhou, S.H. Chan, 2003
50. "Marine biofuels enter market with a new new biodiesel bunker tanker." Biopact, 2007.
51. "Bio-Diesel" MAN Diesel & Turbo Green Technology, 2011.
52. "Alternative fuels for medium speed diesel engines.", Kai Juoperi, R&D Wartsila, Finland.

53. "Biodiesel Validation in Caterpillar Engines.", Hind Abi-Akar, National Biodiesel Conference & Expo, 2008.
54. "Biodiesel in car ferries. A feasibility study on the use of biodiesel in the Norwegian domestic fleet.", Olav A. Opdal, 2008.
55. "Cavitation and Bubble Dynamics.", C.E. Brennen, Oxford University Press, New York, 1995.
56. "Υδροδυναμικές Μηχανές Αντλίες-Υδροστρόβιλοι." Δημήτριος Ε. Παπαντώνης, Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα, 2002.
57. P.L. Zhou, S.H. Chan, 2003
58. P.L. Zhou, S.H. Chan, 2003
59. P.L. Zhou, S.H. Chan, 2003
60. "Impact of biodiesel on fuel system durability.", B. Terry, The Associated Octel Company Ltd., 2005.
61. "Perry's Chemical Engineers' Handbook", Robert H., Chilton, Cecil H. and Kirkpatrick, Sidney D., 1963.
62. "Impact of using B100 Biodiesel in Ship Engines" Kamolpatara Limratana, Sompong Pichetpinyo, Tanet Aroonsrisopon, Samai Jai-in, 2010.
63. Kai Juoperi, Wartsila, 2007
64. NREL 2004
65. Olav Anderas Opdal, 2007
66. National Biodiesel Board, 2005
67. Abu R. Hasan, Daniel Pope, James A. Skurla, 2002
68. Thomas Knudsen, Dieselfacts, 2007.
69. Kai Juoperi, Wartsila, 2007
70. Dargens Naeringsliv et al. 2007
71. Food and Agriculture Organization (FAO), 2007
72. <http://www.supremeship.com/WebWare/DistCalc/Index.asp>
73. Bunkerworld, 2007
74. "Diesel Production from Fischer-Tropsch: The Past, the Present, and New Concepts", Leckel, D., Energy Fuels, 2009.
75. http://www.8pesxm.gr/components/com_abstract/papers/102_184.pdf
76. "Τεχνολογία πετρελαίου και φυσικού αερίου", Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Σχολή χημικών μηχανικών, ΕΜΠ.
77. "Μια βουτιά, μια ματιά στους κήπους του νερού." Ελληνική Φυκολογική Εταιρεία (ΕΛ.Φ.Ε.), 2008.
78. Energy.gov <http://energy.gov/articles/study-algae-could-replace-17-us-oil-imports>
79. "Biodiesel Fuel Production from Algae as Renewable Energy." A.B.M. Sharif Hossain, Aishah Salleh, Amru Nasrulhaq Boyce, Partha Chowdhury, Mohd Naqiuddin, 2008.

80. “Άλη. Το πολλά υποσχόμενο βιοκαύσιμο για το μέλλον είναι πλέον παρόν.” Γιώργος Μακρής, Γενικός Δ/ντής AGPE Ενεργειακή Ελλάδα Ε.Π.Ε.
81. “Biodiesel Fuel Production from Algae as Renewable Energy.” A.B.M. Sharif Hossain, Aishah Salleh, Amru Nasrulhaq Boyce, Partha Chowdhury, Mohd Naqiuddin, 2008.

ΣΧΗΜΑΤΑ

1. Αντίδραση Μετεστεροποίησης, www.Wikipedia.org/wiki/Biodiesel_production
2. “Παραγωγή Βιοντίζελ 2^{ης} Γενιάς από Καταλυτική Υδρογονοεπεξεργασία Τηγανελαιών”. Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ).

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

1. U.S. Department of Energy, Historical Prices of Alternative Fuels versus Petroleum Diesel, November 2008.
2. U.S. Energy Information Administration, World Biodiesel Production by Year.
3. EU Oil and Proteinmeal Industry (FEDIOL), Worldwide Oil Production, 2007.
4. National Biodiesel Board, Biodiesel Production in the U.S.A., 2007.
5. EU Oil and Proteinmeal Industry (FEDIOL), Regional Biodiesel Production, 2007.
6. EU Oil and Proteinmeal Industry (FEDIOL), EU-27 Production by Country, 2007.
7. EU Oil and Proteinmeal Industry (FEDIOL), Energy Plants Oil Production in the EU, 2007.
8. http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Global_Carbon_Emission_by_Type_to_Y2004.png
9. http://southwestclimatechange.org/figures/ice_core_records
10. http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/statistics/ext_co2_emissions_from_transport_by_mode.pdf

ΠΙΝΑΚΕΣ

1. www.imarinakis.webs.com/biomass_energy.html
2. “Διημερίδα για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας” Ευριπίδης Λόης, Αναστασία Λάμπρου, Τ.Ε.Ε. Κεντρικής & Δυτικής Θεσσαλίας, Λάρισα 2007.
3. “Ενεργειακές Καλλιέργειες & Γεωργικά Εισοδήματα.” Περιοδικό Γεωργός και Κτηνοτροφία, 8/2007.

4. Bdpedia.com: <http://www.bdpedia.com/biodiesel/char/char.html>
5. Biodiesel.org: http://www.biodiesel.org/pdf_files/fuelfactsheets/emissions.pdf
6. US Department of Energy, Energy Efficiency & Renewable Energy.
7. “Biodiesel Demonstration and Assessment on Tour Boats in the old port of Montreal and Lachine Canal Historic Site.” BioMer, 2005.
8. MAN & BMW, 2006.
9. Oilgae.