

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ (ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ – ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ)
ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:

ΝΤΑΛΙΑΝΗΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ
ΣΙΟΥΝΤΡΗΣ ΠΑΝΤΕΛΗΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:

κ. ΣΤΑΘΑΤΟΣ ΗΛΙΑΣ

ΠΑΤΡΑ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2014

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναφέρεται στα βιοκαύσιμα (βιοντίζελ και βιοαιθανόλη) και τη χρήση τους στον τομέα των μεταφορών. Βιοκαύσιμα ονομάζονται τα καύσιμα εκείνα στερεά, υγρά ή αέρια τα οποία προέρχονται από τη βιομάζα, το βιοδιασπώμενο δηλαδή κλάσμα προϊόντων ή αποβλήτων διάφορων ανθρωπίνων δραστηριοτήτων. Η βιοαιθανόλη και το βιοντίζελ μπορούν να αναμειχθούν ή να αντικαταστήσουν απευθείας τη βενζίνη και το ντίζελ αντίστοιχα.

Τα τελευταία χρόνια το ενδιαφέρον στράφηκε στην εκμετάλλευση των βιοκαυσίμων και συγκριμένα στη χρήση του βιοντίζελ και της βιοαιθανόλης, καθώς αυτές οι πηγές ενέργειας παρουσιάζουν χαρακτηριστικά τα οποία είναι συμβατά με τις απαιτήσεις των διεθνών συμβάσεων για τον περιορισμό επιβλαβών επιπτώσεων προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

Το όφελος δεν αφορά μόνο το περιβάλλον αλλά και την οικονομία, αφού με τη μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και ειδικά το πετρέλαιο, θα έχουμε περιορίσει τον κίνδυνο οικονομικής δυσπραγίας όπως πολύ συχνά συμβαίνει σε περιόδους πετρελαϊκών κρίσεων.

Τέλος θα αναφερθούμε στα μειονεκτήματα και τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν τα βιοκαύσιμα συγκριτικά με τις ήδη υπάρχουσες πηγές ενέργειας καθώς και την αναγκαιότητα για άμεση μελλοντική χρήση τους στο τομέα των μεταφορών με σκοπό την περιβαλλοντική και οικονομική ανάκαμψη.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο **πρώτο** κεφάλαιο, αυτό της εισαγωγής θα πραγματοποιηθεί μια ιστορική αναδρομή στη βιομάζα και στη σημασία της εμφάνισης της με κάθε μορφής ενέργειας για τον άνθρωπο.

Στο **δεύτερο** κεφάλαιο θα παρουσιαστεί μια κατάταξη των καυσίμων με κριτήρια τα οποία αφορούν την προέλευση, το είδος της πρώτης ύλης, τη φυσική τους κατάσταση αλλά και το χαρακτηρισμό τους ως ανανεώσιμες ή μη πηγές ενέργειας.

Στο **τρίτο** κεφάλαιο θα αναφερθούμε εκτός από τον ορισμό των βιοκαυσίμων στην παραγωγή και τη χρησιμότητα τους.

Στο **τέταρτο** κεφάλαιο αναπτύσσονται οι διαδικασίες τις οποίες μπορούμε να πάρουμε ενέργεια από την βιομάζα. Διεργασίες όπως η πυρόλυση, η αεριοποίηση, η καύση, η αναερόβια χώνευση και η αλκοολική ζύμωση παρουσιάζονται με τρόπο, ο οποίος χωρίς να εμβαθύνει σε τομείς εκτός γνωστικού αντικείμενου, δίνει μια εικόνα για το πώς μπορούμε να εκμεταλλευθούμε την βιομάζα.

Στο **πέμπτο** κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε τις πρώτες ύλες και τους τρόπους παραγωγής και χρήσης της βιοαιθανόλης.

Στο **έκτο** κεφάλαιο θα κάνουμε πλήρη αναφορά στην παραγωγή και στα χαρακτηριστικά του βιοντίζελ.

Στο **έβδομο** κεφάλαιο θα αναφερθούμε στην εφαρμογή του βιοντίζελ και της βιοαιθανόλης στον τομέα της αυτοκίνησης.

Στο **όγδοο** κεφάλαιο θα αναλύσουμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του βιοντίζελ και της βιοαιθανόλης στον οικονομικό και περιβαλλοντικό τομέα.

Στο **ένατο** κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα και στην Ευρώπη που υποστηρίζει την παραγωγή και χρήση βιοκαυσίμων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1.1 Η ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΑΙ Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	9
1.2 ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΗΜΕΡΑ	10
1.2.1 Το κάρβουνο.....	10
1.2.2 Το πετρέλαιο	10
1.2.3 Η πυρηνική ενέργεια	11
1.3 ΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ).....	12
1.3.1 Υδατόπτωση.....	12
1.3.2 Ενέργεια κυμάτων, παλιρροϊκών κινήσεων και θαλάσσιων ρευμάτων	13
1.3.3 Ηλιακή ενέργεια	13
1.3.4 Γεωθερμική ενέργεια.....	14
1.3.5 Αιολική ενέργεια	15
1.3.6 Βιομάζα	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	19
ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	21
3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ	21
3.1.2 Ιστορική αναδρομή βιοκαυσίμων	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο	24
ΒΙΟΜΑΖΑ	24
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	24
4.1.2 Υπολειμματικές μορφές βιομάζας.....	25
4.1.3 Ενεργειακές καλλιέργειες.....	26
4.2 ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....	27

4.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	28
4.3.1 Ζύμωση	28
4.3.2 Καύση.....	29
4.3.3 Πυρόλυση.....	30
4.3.4 Αεριοποίηση.....	30
4.3.5 Ανθρακοποίηση-Υγροποίηση	31
4.3.6 Μετεστεροποίηση	32
4.4 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ.....	32
4.4.1. Καύση ξύλου και υπολειμμάτων.....	33
4.4.2. Παραγωγή βιοκαυσίμων.....	33
4.4.3. Παραγωγή ηλεκτρικής-θερμικής ενέργειας	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο	34
ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ	34
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΒΙΟΚΑΥΣΜΑ	34
5.2 ΜΟΡΦΗ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ.....	35
5.3. ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ	36
5.4. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ.....	37
5.4.1 Περιγραφή της διαδικασίας.....	38
5.5 ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ	39
5.5.1 Παραγωγή αιθανόλης από καλαμπόκι	39
5.5.2 Παραγωγή αιθανόλης από ζαχαροκάλαμο	41
5.5.3 Παραγωγή αιθανόλης από φύκια	42
5.5.4 Παραγωγή αιθανόλης από γλυκό σόργο	43
5.5.5 Παραγωγή αιθανόλης από ζαχαρότευτλα	44
5.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ/ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ.....	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο	46
ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ.....	46
6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	46
6.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ	49
6.3 ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΚΑΙ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ	53
6.4 ΚΑΛΛΙΕΡΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ	54
6.4.1 Ηλίανθος.....	56
6.4.2 Η ελαιοκράμβη.....	56
6.4.3 Η σόγια.....	58
6.4.4. Σουσαμιά.....	58
6.4.5 Αγριαγκινάρα	59

6.4.6 Αραχίδα	59
6.4.7. Βαμβάκι.....	60
6.4.8 Λινάρι.....	61
6.4.9 Ελαιοδοτικά δένδρα και θάμνοι	61
6.5 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ	62
6.5.1 Η διαδικασία παραγωγής βιοντίζελ συνοπτικά.....	62
6.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ^ο	67
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΚΑΙ ΤΗΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΣΗΣ	67
7.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	67
7.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΙΓΜΑΤΩΝ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ	68
7.2.1 Βιοντίζελ B20.....	68
7.2.2 Βιοντίζελ B100.....	69
7.3 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ.....	69
7.4 ΜΙΓΜΑΤΑ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ.....	71
7.4.1 Μετατροπές που απαιτούνται για μίγματα μεγαλύτερα του 5%	71
7.5 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ.....	72
7.5.1. Volvo Bi-Fuel.....	72
7.5.2 Κινητήρας αιθανόλης για το Saab 9-5	73
7.5.3 Honda – FFV(flexible fuel vehicle)	74
7.5.4 Peugeot και Citroen επενδύουν στα βιοκαύσιμα.....	75
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ^ο	76
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ.....	76
8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	76
8.1.1 Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂).....	76
8.1.2 Μονοξείδιο του Άνθρακα (CO)	77
8.1.3 Οξείδια του αζώτου.....	78
8.1.4 Οξείδια του θείου	79
8.1.5 Αιθάλη – Καπνός – Σωματίδια.....	79
8.1.6 Υδρογονάνθρακες	80
8.2 ΒΙΟΑΠΟΙΚΟΔΟΜΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ.....	82
8.2.1 Συμπέρασμα	82
8.3 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ.....	82
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	82
8.4 ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	85

8.5 ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ: ΤΑ ΣΥΝ ΚΑΙ ΤΑ ΠΛΗΝ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ.....	87
ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	87
8.6 Η ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ Η ΜΟΙΡΑ ΤΩΝ ΑΓΡΟΤΩΝ.....	87
8.6.1 Η κλιματική αλλαγή.....	87
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ^ο	89
ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....	89
ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ - ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.....	89
9.1 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ.....	89
9.2 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	90
9.3 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.....	90
9.4 Η ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΥΓΡΑ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ.....	92
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	93
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	94

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μεγάλη και συνεχώς αυξανόμενη κατά κεφαλή κατανάλωση ενέργειας, καθώς και η ανάπτυξη του πληθυσμού έχουν σαν άμεσο αποτέλεσμα την επιβάρυνση του περιβάλλοντος με αρκετά υψηλά ποσοστά ρύπων, που σε πολλές περιοχές της υφηλίου έχουν ξεπεράσει τα επιτρεπτά όρια. Μακροπρόθεσμα, η απορρόφηση αυτών των ρυπογόνων ουσιών από τη φύση δεν καθίσταται δυνατή αφού προκύπτουν από ευρεία κατανάλωση οργανικών και μη οργανικών υλικών. Οι αρνητικές επιπτώσεις που είχε τον περασμένο αιώνα η βιομηχανική ανάπτυξη εις βάρος της φύσης παρατηρούνται πλέον σε κάθε έκφανση και μπορούν να μετρηθούν τόσο σε τοπικό επίπεδο όσο και σε παγκόσμια κλίμακα. Έως σήμερα αυτά τα προβλήματα έμειναν άλυτα, ειδικά σε περιπτώσεις που ήλθαν σε αντιπαράθεση με οικονομικά συμφέροντα. Η ανάπτυξη και η οικονομική ευημερία φαίνεται να λειτουργεί ως μόνος γνώμονας και να έχει προτεραιότητα έναντι της ποιότητας ζωής, της διαφύλαξης της ανθρώπινης υγείας αλλά και της διάσωσης σπάνιων και υπό εξαφάνιση ειδών του ζωικού και φυτικού βασιλείου.

Καλούμαστε, λοιπόν, να δούμε με υπευθυνότητα το πρόβλημα της ρύπανσης τόσο γιατί το περιβάλλον γίνεται άμεσα επικίνδυνο για την υγεία όσο και επειδή η ρύπανση έρχεται σε αντίθεση με την οικονομική ανάπτυξη του πρωτογενούς τομέα και της βιομηχανίας τροφίμων. Συνεπώς η μελέτη πρέπει να επικεντρωθεί σε τεχνολογίες που αν όχι ελαχιστοποιούν, εκμηδενίζουν τις ρυπογόνες παραγωγικές διαδικασίες και αντικαθιστούν τις ρυπογόνες ύλες με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η πιθανή πλέον απειλή της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής, η ρύπανση της ατμόσφαιρας, η συνεχώς αυξανόμενη ενεργειακή ζήτηση του αναπτυσσόμενου κόσμου και αναπόφευκτα η εξάντληση των ορυκτών καυσίμων έχουν κάνει το βιώσιμο ενεργειακό εφοδιασμό ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα ολόκληρου του πλανήτη. Όπως έχει ήδη αναφερθεί και αναλυθεί, η μοναδική διέξοδος από την καταστροφή του περιβάλλοντος και την κατασπατάληση των αποθεμάτων ενέργειας είναι η στροφή στις καθαρές – ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η σπατάλη των ενεργειακών πόρων τις τελευταίες δεκαετίες και η υπερκαταναλωτική νοοτροπία των ανεπτυγμένων χωρών οδήγησαν στα σημερινά οικονομικά και ενεργειακά αδιέξοδα. Οι απαιτήσεις της σύγχρονης κοινωνίας σε ηλεκτρική ενέργεια συνεχώς αυξάνονται όπως επίσης και η ποιότητα της παρεχόμενης ενέργειας. Είναι πλέον κοινώς αποδεκτός ο παραλληλισμός του βιοτικού επιπέδου μιας χώρας με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Πολλές φορές όμως, η εκμετάλλευση των ενεργειακών πόρων αποβαίνει σε βάρος της κοινωνίας λόγω των δυσμενών περιβαλλοντολογικών συνεπειών που αυτή συνεπάγεται με κυρίαρχο το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η ανθρώπινη παρέμβαση τις τελευταίες δεκαετίες οδήγησε στην υπερβολική αύξηση κάποιων αερίων του θερμοκηπίου και κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα, με συνέπεια την αφύσικη αύξηση της θερμοκρασίας.

Προς αποφυγή της επέκτασης των δυσάρεστων συνεπειών τέτοιων ή ανάλογων φαινομένων εμφανίζεται μια ροπή προς την πράσινη ανάπτυξη και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Έχοντας υπόψη μας τα προβλήματα που προαναφέραμε, καταλαβαίνουμε την ανάγκη αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, μια εκ των οποίων είναι και τα βιοκαύσιμα.

Με τον όρο «βιοκαύσιμα» εννοούμε ό,τι μπορεί να παράγει ενέργεια και προέρχεται από βιομάζα. Τα υγρά βιοκαύσιμα, βιοαιθανόλη και βιοντίζελ, χρησιμοποιούνται στις μεταφορές αντί της βενζίνης και του πετρελαίου κίνησης, αντίστοιχα. Η γρήγορη και σχετικά εύκολη βιολογική τους σύνθεση, σε αντίθεση με τη μακροχρόνια και κάτω υπό ειδικές συνθήκες δημιουργία του αργού πετρελαίου, τα κατατάσσει στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και θεωρούνται φιλικά προς το περιβάλλον.

Συγκρινόμενα με τα ορυκτά καύσιμα, παρουσιάζουν περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα στη χρήση τους, ενώ εξετάζοντας όλο τον κύκλο ζωής τους μπορεί να εμφανίσουν και σημαντικά μειονεκτήματα. Τα τελευταία χρόνια, ο συνδυασμός περιβαλλοντικών, οικονομικών, εθνικών και γεωπολιτικών παραμέτρων σε παγκόσμιο επίπεδο, οδήγησε στη θέσπιση διαφόρων μέτρων και κινήτρων για την αύξηση της χρήσης τους.

Η εξέταση και η αποτίμηση, όμως, τόσο των πλεονεκτημάτων, όσο κυρίως των μειονεκτημάτων από τη ραγδαία αύξηση της χρήσης των υγρών βιοκαυσίμων, θα συμβάλλει στη διατήρηση του ανανεώσιμου χαρακτήρα τους και στην αποτροπή δημιουργίας σοβαρών περιβαλλοντικών/κλιματικών προβλημάτων με μη αναστρέψιμες οικονομικές και κοινωνικές συνέπειες.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζουμε μία αρχική προσέγγιση του θέματος των βιοκαυσίμων. Επιχειρούμε να προσεγγίσουμε το ζήτημα της αξιολόγησης του κύκλου ζωής καυσίμων που προέρχονται από βιομάζα, όπως η βιοαιθανόλη και το βιοντίζελ. Συγκρίνοντας την ανάλυση κύκλου ζωής (AKZ) αυτών και των συμβατικών καυσίμων, όπως η βενζίνη και το ντίζελ εξάγουμε συμπεράσματα τόσο περιβαλλοντικά, όσο και οικονομικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Η ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΑΙ Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η εξέλιξη της ανθρωπότητας είναι στενά συνδεδεμένη με τη χρήση ενέργειας. Δεν είναι τυχαίο ότι οι ονομασίες των ιστορικών περιόδων της ανθρωπότητας, λίθινη εποχή, εποχή του σιδήρου ή του χαλκού, προέκυψαν από τις διαφορετικές μορφές ενέργειας που οι άνθρωποι διαχειρίζονταν στις αντίστοιχες εποχές. Σ' όλη την ιστορική του πορεία, ο άνθρωπος χρησιμοποίησε με εφευρετικότητα τις δυνατότητες που του παρείχε απλόχερα η φύση, τη δύναμη της φωτιάς, του νερού, του ανέμου και του ήλιου, με στόχο τη βελτίωση των συνθηκών της διαβίωσης του.

Στους πιο πρόσφατους αιώνες, χρησιμοποίησε την ενέργεια από την καύση του κάρβουνου και του πετρελαίου και βρήκε τρόπο να τη μετατρέπει στην περισσότερο εξευγενισμένη των μορφών της, τον ηλεκτρισμό. Στα μέσα του 20^{ου} αιώνα, ένας νέος τρόπος παραγωγής ενέργειας ήρθε να δημιουργήσει ελπίδες, για ριζική επίλυση του παγκόσμιου ενεργειακού προβλήματος, η πυρηνική ενέργεια. Πολύ γρήγορα, όμως, δραματικά γεγονότα ήλθαν να επιβεβαιώσουν, χωρίς περιθώρια αμφισβήτησης, την αδυναμία μας να διασφαλίσουμε την ελεγχόμενη παραγωγή της πυρηνικής ενέργειας και την αποφυγή ατυχημάτων.

Επιπλέον, άρχισαν να επιβεβαιώνονται, με επιστημονικά τεκμηριωμένο τρόπο, οι προβλέψεις για σημαντικές επιβαρυντικές συνέπειες της μέχρι σήμερα συμπεριφοράς του ανθρώπου στο οικοσύστημα, εξαιτίας της αλόγιστης χρήσης των συμβατικών καυσίμων και πολλών, φαινομενικά αθώων, τεχνολογικών προϊόντων. Η παραγωγή και χρήση της ενέργειας που προέρχεται από τα συμβατικά καύσιμα δημιούργησαν μια σειρά από περιβαλλοντικά προβλήματα με αιχμή τους, το γνωστό σε όλους μας, φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η υπερθέρμανση του πλανήτη αλλά και η υποβάθμιση του περιβάλλοντος σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο δεν αφήνουν κανένα περιθώριο εφησυχασμού. Σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την αλλαγή του κλίματος (IPCC) προβλέπεται θέρμανση του πλανήτη κατά 0.2°C ανά δεκαετία, ενώ υποθέτοντας πως τα επίπεδα συγκέντρωσης αερίων του θερμοκηπίου παραμένουν σε εκείνα του 2000, αναμένεται επίσης αύξηση, κατά 0.1°C ανά δεκαετία. Εάν δεν ληφθούν μέτρα, προβλέπεται ότι η αύξηση της στάθμης της θάλασσας θα είναι σύμφωνα με την πλέον συντηρητική εκτίμηση 18-38cm ή 26-59cm σύμφωνα με το πλέον απαισιόδοξο σενάριο για τα μελλοντικά επίπεδα εκπομπής. Προβλέπεται επίσης ότι θα σημειωθεί αύξηση κατά 1.4 έως 5.8 βαθμούς έως τα τέλη του αιώνα. Όλες οι περιοχές του κόσμου θα αντιμετωπίσουν σοβαρές συνέπειες, τόσο για τις οικονομίες τους, όσο και για τα οικοσυστήματά τους. Για το λόγο αυτό η διεθνής ερευνητική κοινότητα και η ενεργειακή βιομηχανία έχουν στρέψει το ενδιαφέρον τους σε σύγχρονες “καθαρές” τεχνολογίες παραγωγής με βελτιωμένη, ενεργειακά και περιβαλλοντικά, απόδοση, όπως είναι η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ).

1.2 ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΗΜΕΡΑ

Το σύνολο των πηγών ενέργειας, που ο άνθρωπος έχει στη διάθεση του διακρίνεται σε δυο κύριες κατηγορίες. Στις πηγές εκείνες που βασίζονται σε υπάρχοντα αποθέματα μέσα στο στερεό φλοιό της γης, με συγκεκριμένη διάρκεια ζωής, και σ' αυτές που καθημερινά και αέναα μας παρέχονται σε βαθμό ήπιας εκμετάλλευσης.

Στις πρώτες ανήκουν τα ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, κάρβουνο), αναφερόμενα και ως συμβατικά καύσιμα και η χαρακτηριστικά, μη ήπια μορφή ενέργειας, η πυρηνική ενέργεια.

Οι δεύτερες, έχουν βασική τους προέλευση τον ήλιο. Η ακτινοβολούμενη από τον ήλιο ενέργεια, που φτάνει στη γη, εκτός από τη γενικότερη συμβολή της στη δημιουργία, ανάπτυξη και διατήρηση της ζωής στον πλανήτη μας, δίδει ακατάπαυστα ενέργεια, με διάφορες μορφές αξιοποίησης. Άμεσα θερμαίνει, εξατμίζει μεγάλες ποσότητες θαλασσινού νερού και συντηρεί τον γνωστό φυσικό κύκλο, δημιουργώντας τις λίμνες και τα ποτάμια, που αποτελούν πρόσθετη πηγή ενέργειας (υδατοπτώσεις). Θέτει σε κίνηση τις αέριες μάζες της ατμόσφαιρας (αιολική ενέργεια), δημιουργεί τα κύματα (ενέργεια κυμάτων) και συμβάλλει στη δημιουργία των θαλασσιών ρευμάτων. Απορροφούμενη από συνδυασμένα υλικά παράγει ηλεκτρισμό (φωτοβολταϊκό φαινόμενο), συμβάλλει στην ανάπτυξη της χλωρίδας, η καύση δε των φυτικών προϊόντων παράγει ενέργεια (βιομάζα).

Οι κύριες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι κάρβουνο, το πετρέλαιο και η πυρηνική ενέργεια.

1.2.1 Το κάρβουνο

Αποτέλεσε για πολλά χρόνια μέχρι σήμερα, την κύρια καύσιμη ύλη. Σ' αυτό βασίστηκε κατά κύριο λόγο, η βιομηχανική επανάσταση. Μεγάλο μέρος της σημερινής παγκόσμιας βιομηχανικής παραγωγής βασίζεται στην ενέργεια από την καύση του ορυκτού άνθρακα.

1.2.2 Το πετρέλαιο

Είναι γνωστό από την αρχαιότητα, αλλά η βιομηχανική του εκμετάλλευση άρχισε στα τέλη του 15ου αιώνα. Η παγκόσμια παραγωγή του εντατικοποιήθηκε από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα, ενώ από τα μέσα του 20^{ου}, οι ρυθμοί εκμετάλλευσης πήραν εκρηκτικές διαστάσεις. Σήμερα, μετά από δυο πετρελαϊκές κρίσεις (1973 και 1979) και τη διαπίστωση ορατών πλέον επιπτώσεων στο περιβάλλον μας, συνειδητοποιούμε την ανάγκη αλλαγής τρόπου ζωής μας και αναζήτησης λύσεων από το χώρο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Παράλληλα, αποκτά ιδιαίτερο νόημα η εφαρμογή αυστηρότερης πολιτικής στον τομέα της ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας.

Τα συμβατικά καύσιμα καλύπτουν το 85% της καταναλισκόμενης ενέργειας στις αναπτυγμένες χώρες και το 55% στις υπό ανάπτυξη. Στις τελευταίες, το ποσοστό χρήσης πετρελαίου, ως ενεργειακής πηγής, συνεχίζει να αυξάνει, ενώ στις αναπτυγμένες χώρες παρατηρείται τάση μείωσής του, με σταδιακή διεύθυνση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Εκτιμάται ότι τα υπάρχοντα αποθέματα των πηγών αυτών θα επαρκέσουν ακόμα για περίπου 200 χρόνια για το κάρβουνο, 60 χρόνια για το φυσικό αέριο και 50 χρόνια για το πετρέλαιο.

Η καύση του άνθρακα, του πετρελαίου και των παραγώγων του δίδει, ως άμεσα προϊόντα το CO₂, τα οξείδια του αζώτου και του θείου. Οι αυξημένες ποσότητες των αερίων αυτών, που εισέρχονται στην ατμόσφαιρα, αποτελούν μια μόνιμη απειλή για το μέλλον μας, προκαλώντας ισχυρές κλιματικές αλλαγές και επιβαρυντική απόκλιση από τις κανονικές συνθήκες ισορροπίας του φαινομένου του θερμοκηπίου.



Σχήμα 1.1: Παραγωγή ρύπων από την καύση του άνθρακα, του πετρελαίου και των παραγώγων του.

1.2.3 Η πυρηνική ενέργεια

Από το 1945 και μετά, προστέθηκε στις μεγάλης ισχύος πηγές ενέργειας, η πυρηνική, στην οποία αρχικά βασίστηκαν πολλές ελπίδες. Η Γαλλία είναι από τις χώρες που έδωσαν μεγάλη έμφαση στην ανάπτυξή της, χρησιμοποιώντας, κατά την περίοδο της δεκαετίας του '70, το μη πειστικό πια επιχείρημα της παραγωγής καθαρής ηλεκτρικής ενέργειας. Σήμερα αντιλαμβανόμαστε με απόγνωση, την αδυναμία μας να λύσουμε το πρόβλημα της ανεξέλεγκτης διασποράς των πυρηνικών όπλων ή της διασφαλισμένης αποθήκευσης των πυρηνικών αποβλήτων και αισθανόμαστε τρόπο για τα ολοένα και πιο πιθανά πυρηνικά ατυχήματα.

Η πυρηνική ενέργεια προορίζεται, στο βαθμό που έχει αναπτυχθεί σήμερα, κυρίως για παραγωγή ηλεκτρισμού βάσης, δηλαδή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σταθερής ισχύος χωρίς δυνατότητα κάλυψης των διακυμάνσεων ζήτησης. Καλύπτει το 6,5% της παγκόσμιας ενεργειακής ζήτησης και το 17% της παγκοσμίως παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Το περιορισμένο των κοιτασμάτων του βασικού υλικού (Ουράνιο), τα πυρηνικά απόβλητα και η απειλητική πιθανότητα ολοσχερούς καταστροφής του κόσμου μας, είτε από την υποτιθέμενη

υπό έλεγχο πυρηνική αντίδραση, είτε από την ανεξέλεγκτη διασπορά των πυρηνικών όπλων, βάζουν φρένο στη χρήση τους.

Όλες οι μεγάλης πυκνότητας ισχύος συμβατικές πηγές ενέργειας, εκτός από την αδιαμφισβήτητη προσφορά τους στην ανάπτυξη της τεχνολογίας και της επιστήμης και τη μεγάλη συμβολή τους στη βελτίωση της διαβίωσης του ανθρώπου, συνδέονται δυστυχώς, με πολύ σοβαρές και εμφανώς αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Έτσι, ενισχύεται διεθνώς η άποψη για μερική, σε πρώτη φάση, αντικατάστασή τους με άλλες πηγές ενέργειας, που να μη ρυπαίνουν και να ενσωματώνονται φιλικά στο περιβάλλον, τις λεγόμενες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

1.3 ΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ)

Οι ΑΠΕ πρακτικά είναι ανεξάντλητες, η χρήση τους δεν ρυπαίνει το περιβάλλον ενώ η αξιοποίησή τους περιορίζεται μόνο από την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδεκτών τεχνολογιών που θα έχουν σαν σκοπό την δέσμευση του δυναμικού τους. Το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη των τεχνολογιών αυτών εμφανίστηκε αρχικά μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1974 και παγιώθηκε μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων την τελευταία δεκαετία. Για πολλές χώρες, οι ΑΠΕ αποτελούν μια εγχώρια πηγή ενέργειας με ευνοϊκές προοπτικές συνεισφορές στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλοντας στην μείωση της εξάρτησης από το ακριβό εισαγόμενο πετρέλαιο και στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού τους εφοδιασμού. Παράλληλα, συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος, καθώς έχει πλέον διαπιστωθεί ότι ο ενεργειακός τομέας είναι ο κλάδος που ευθύνεται κατά κύριο λόγο για τη ρύπανση του περιβάλλοντος.

Οι μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι η υδατόπτωση, η ενέργεια κυμάτων, παλιρροϊκών κινήσεων και θαλάσσιων ρευμάτων, η φωτοβολταϊκή ηλεκτρική ενέργεια, η γεωθερμική ενέργεια, η αιολική ενέργεια και η βιομάζα.

1.3.1 Υδατόπτωση

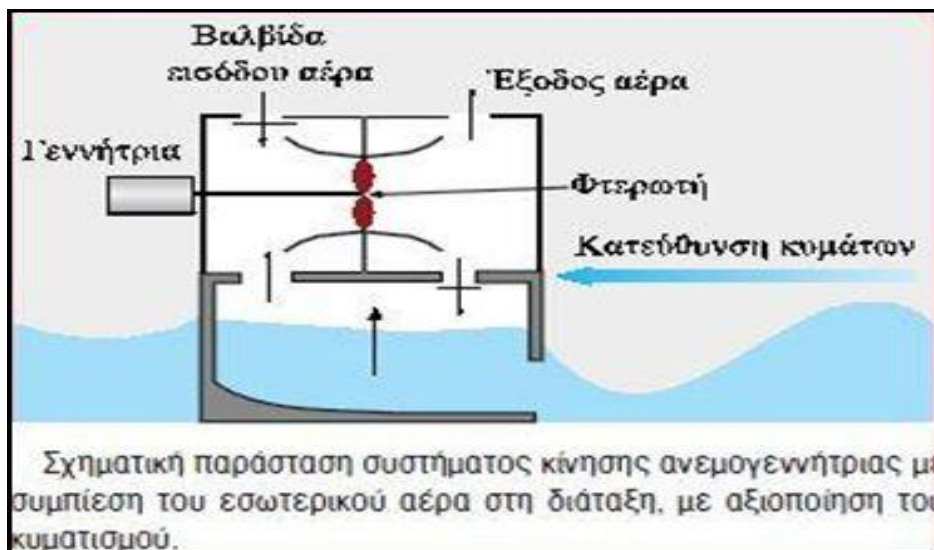
Αποτελεί έναν από τους πιο φυσικούς τρόπους παραγωγής μεγάλης ισχύος, οικολογικά καθαρής, ηλεκτρικής ενέργειας, με ανανεώσιμη συμπεριφορά. Εκμεταλλευόμαστε την ύπαρξη φυσικών λεκανών συλλογής των όμβριων υδάτων σε συγκεκριμένες περιοχές, με κατάλληλη εδαφική διαμόρφωση, κατασκευάζοντας φράγματα. Η υδατόπτωση κινεί υδροστρόβιλους, που με την σειρά τους θέτουν σε κίνηση ηλεκτρογεννήτριες. Η δημιουργία τεχνητών λιμνών με φράγματα έχει περιορισμένη εφαρμογή λόγω των απαιτούμενων ειδικών εδαφικών χαρακτηριστικών. Επιπλέον, σε πολλές περιπτώσεις η κατασκευή ενός φράγματος, παρότι η περιοχή καλύπτει τα τεχνικά κριτήρια, μπορεί να προκαλέσει σημαντική οικολογική καταστροφή και ενδεχομένως μετακίνηση πληθυσμού, λόγω της κατάκλισης με νερό εκτεταμένων εύφορων και με ιδιαίτερη φυσική ομορφιά περιοχών. Η υδροηλεκτρική παραγωγή ενέργειας καλύπτει, περίπου το 7% της παγκόσμιας ενεργειακής παραγωγής.



Σχήμα 1.2: Το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο του Λάδωνα, στην Αρκαδία.

1.3.2 Ενέργεια κυμάτων, παλιρροϊκών κινήσεων και θαλάσσιων ρευμάτων

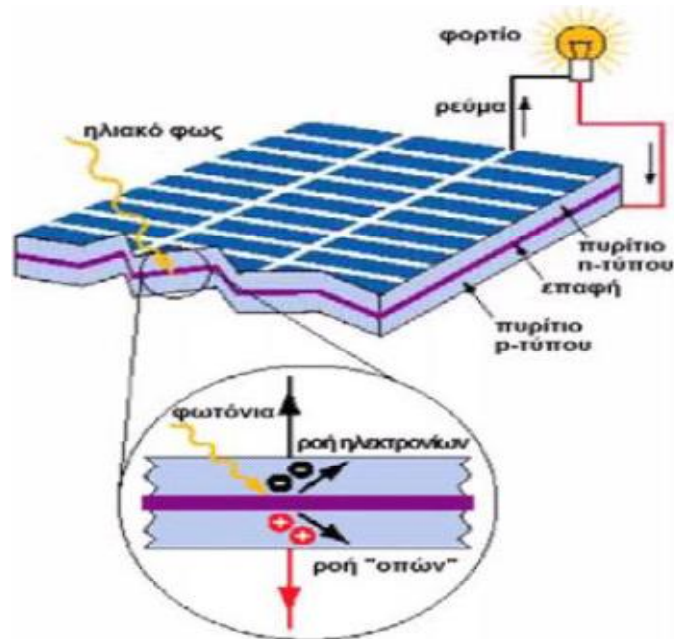
Η παραγωγή ενέργειας από τα κύματα ή τις παλιρροϊκές κινήσεις, έχει αξιοποιηθεί σε συγκεκριμένες θέσεις, όπου το ύψος των κυμάτων και η διάρκεια κυματισμού καθώς και η ταχύτητα των θαλασσίων ρευμάτων επιτρέπουν την ενεργειακή αξιοποίησή τους.



1.3.3 Ηλιακή ενέργεια

Το ενδιαφέρον για την ηλιακή ενέργεια εντάθηκε όταν, χάρη στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο, διαπιστώθηκε η πρακτική δυνατότητα της εύκολης, άμεσης και αποδοτικής μετατροπής της σε ηλεκτρική ενέργεια με την κατασκευή φωτοβολταϊκών γεννητριών. Τα φωτοβολταϊκά είναι από τις πλέον υποσχόμενες τεχνολογίες για την περιβαλλοντικά ήπια παραγωγή ενέργειας και την απεξάρτηση από το πετρέλαιο, ενώ το κόστος τους είναι ήδη

ανταγωνιστικό σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής σε αρκετές εφαρμογές ηλεκτροπαραγωγής. Κάθε εγκαταστημένο κιλοβάτ φωτοβολταϊκών συμβάλλει ετησίως στην αποφυγή εκπομπής περίπου 1,5 τόνου CO₂, προστατεύοντας ουσιαστικά το περιβάλλον και την υγεία των πολιτών.



Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο σε μια ηλιακή κυψέλη

1.3.4 Γεωθερμική ενέργεια

Αφορά την ενέργεια των θερμών νερών (ή ατμών του νερού), που αναβλύζουν μέσα από ηφαιστειακές διόδους ή ρήγματα του υπεδάφους. Σύμφωνα με την επικρατέστερη θεωρία, η θέρμανση των γεωθερμικών ρευστών αποδίδεται κυρίως, στην εκλυόμενη ενέργεια κατά τη διάσπαση των ραδιενεργών ισοτόπων στο στερεό φλοιό της γης. Όταν η θερμοκρασία των γεωθερμικών ρευστών είναι χαμηλή, η ενέργειά τους χρησιμοποιείται κυρίως για την θέρμανση κτιρίων, θερμοκηπίων, κτηνοτροφικών μονάδων, ιχθυοκαλλιεργειών κ.α. , ενώ στις περιπτώσεις που η θερμοκρασία των ατμών είναι υψηλή (>150°C), μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Σχήμα 1.3: Γεωθερμική γεώτρηση στη Ν.Κεσσάνη (Ν. Ξάνθης)

1.3.5 Αιολική ενέργεια

Η εγκατάσταση αιολικών συστημάτων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνεμο, με χρήση ανεμογεννητριών οριζόντιου ή κατακόρυφου άξονα πτερυγίων, βρίσκεται σήμερα σε εντυπωσιακή εξέλιξη. Στη χώρα μας λειτουργούν αρκετά αιολικά πάρκα, με ισχύ από μερικές εκατοντάδες kW έως μερικές δεκάδες MW, κυρίως διασυνδεδεμένα με το δίκτυο της ΔΕΗ.

Το αιολικό δυναμικό, δηλαδή η μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου, σε πολλά σημεία της χώρας μας βρίσκεται σε εξαιρετικά υψηλά επίπεδα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στα νησιά του Αιγαίου το αιολικό δυναμικό παρουσιάζει μια μέση ετησίως τιμή, από 7 έως 11 m/s, το οποίο υπερκαλύπτει την αποδοτική για τις ανεμογεννήτριες, περιοχή ταχυτήτων ανέμου και κατ' επέκταση τις απαιτήσεις σε ηλεκτρική ενέργεια των νησιών αυτών. Συνεπώς, ο νησιωτικός χώρος αποτελεί ιδανικό πεδίο εφαρμογής της τεχνολογίας των αιολικών συστημάτων.



Σχήμα 1.4: Αιολικό πάρκο στην περιοχή Αχλάδια Σητείας Κρήτης, ισχύος 27,5MW

1.3.6 Βιομάζα

Με τον όρο βιομάζα χαρακτηρίζουμε οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Η ενέργεια που είναι δεσμευμένη στις φυτικές ουσίες προέρχεται από τον ήλιο. Με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα. Οι ζωικοί οργανισμοί προσλαμβάνουν αυτή την ενέργεια με την τροφή τους και αποθηκεύουν ένα μέρος της. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα μετά την επεξεργασία και τη χρήση της, ενώ αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας γιατί στην πραγματικότητα είναι αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια που δεσμεύτηκε από τα φυτά κατά τη φωτοσύνθεση. Η βιομάζα είναι η πιο παλιά και διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Όλα τα παραπάνω υλικά, που άμεσα ή έμμεσα προέρχονται από το φυτικό κόσμο αλλά και τα υγρά απόβλητα και το μεγαλύτερο μέρος από τα αστικά

απορρίμματα (υπολείμματα τροφών, χαρτί κ.ά.) των πόλεων και των βιομηχανιών μπορούν να μετατραπούν σε ενέργεια.

Γενικά, ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Πρακτικά, στον όρο βιομάζα εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. Πιο συγκεκριμένα, σ' αυτήν περιλαμβάνονται:

- Οι φυτικές ύλες που προέρχονται είτε από φυσικά οικοσυστήματα, όπως π.χ. τα αυτοφυή φυτά και δάση, είτε από τις ενεργειακές καλλιέργειες (έτσι ονομάζονται τα φυτά που καλλιεργούνται ειδικά με σκοπό την παραγωγή βιομάζας για παραγωγή ενέργειας) γεωργικών και δασικών ειδών, όπως π.χ. το σόργο το σακχαρούχο, το καλάμι, ο ευκάλυπτος κ.ά.
- τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής, όπως π.χ. τα άχυρα, στελέχη αραβόσιτου, στελέχη βαμβακιάς, κλαδοδέματα, κλαδιά δένδρων, φύκη, κτηνοτροφικά απόβλητα, οι κληματίδες κ.ά.
- τα υποπροϊόντα που προέρχονται από τη μεταποίηση ή επεξεργασία των υλικών αυτών, όπως π.χ. τα ελαιοπυρηνόξυλα, υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού, το πριονίδι κ.ά.
- το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων



Σχήμα 1.5: Σακχαρότευτλα και άχυρο ως πρώτη ύλη για τη βιομάζα

Η ενέργεια της βιομάζας (βιοενέργεια ή πράσινη ενέργεια) είναι δευτερογενής ηλιακή ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια μετασχηματίζεται από τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης. Οι βασικές πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται είναι το νερό και ο άνθρακας τα οποία βρίσκονται άφθονα στη φύση. Όπως έχει αναφερθεί η βιομάζα είναι ανανεώσιμη καθώς απαιτείται μία σύντομη περίοδος για να αναπληρωθεί ότι χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας. Για τις διάφορες τελικές χρήσεις της βιομάζας υιοθετούνται διαφορετικοί όροι, όπως "βιοισχύς" ο οποίος περιγράφει τα συστήματα που χρησιμοποιούν πρώτες ύλες βιομάζας αντί

των ορυκτών καυσίμων (φυσικό αέριο, άνθρακα) για ηλεκτροπαραγωγή, ή όπως «βιοκαύσιμα» ο οποίος αναφέρεται κυρίως στα υγρά καύσιμα μεταφορών που υποκαθιστούν πετρελαϊκά προϊόντα όπως βενζίνη ή ντίζελ.

Βασικό πλεονέκτημα της βιομάζας είναι ότι είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και ότι παρέχει ενέργεια αποθηκευμένη με χημική μορφή. Η αξιοποίηση της μπορεί να γίνει με μετατροπή της σε μεγάλη ποικιλία προϊόντων με διάφορες μεθόδους και τη χρήση σχετικά απλής τεχνολογίας. Σαν πλεονέκτημά της καταγράφεται και το ότι κατά την παραγωγή και την μετατροπή της δεν δημιουργούνται οικολογικά και περιβαλλοντολογικά προβλήματα. Από την άλλη, σαν μορφή ενέργειας η βιομάζα χαρακτηρίζεται από πολυμορφία, χαμηλό ενεργειακό περιεχόμενο, σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα, λόγω χαμηλής πυκνότητας και/ή υψηλής περιεκτικότητας σε νερό, εποχικότητα, μεγάλη διασπορά, κλπ. Τα χαρακτηριστικά αυτά συνεπάγονται πρόσθετες, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, δυσκολίες στη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευσή της. Σαν συνέπεια το κόστος μετατροπής της σε πιο εύχρηστες μορφές ενέργειας παραμένει υψηλό.

1.3.6.1 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Βιομάζας

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας είναι τα ακόλουθα:

- Η αποτροπή του φαινομένου του θερμοκηπίου, το οποίο οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) που παράγεται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Η βιομάζα δεν συνεισφέρει στην αύξηση της συγκέντρωσης του ρύπου αυτού στην ατμόσφαιρα γιατί, ενώ κατά την καύση της παράγεται CO_2 , κατά την παραγωγή της και μέσω της φωτοσύνθεσης επαναδεσμεύονται σημαντικές ποσότητες αυτού του ρύπου.
- Η αποφυγή της επιβάρυνσης της ατμόσφαιρας με το διοξείδιο του θείου (SO_2) που παράγεται κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων και συντελεί στο φαινόμενο της “όξινης βροχής”. Η περιεκτικότητα της βιομάζας σε θείο είναι πρακτικά αμελητέα.
- Η μείωση της ενεργειακής εξάρτησης, που είναι αποτέλεσμα της εισαγωγής καυσίμων από τρίτες χώρες, με αντίστοιχη εξοικονόμηση συναλλάγματος.
- Η εξασφάλιση εργασίας και η συγκράτηση των αγροτικών πληθυσμών στις παραμεθόριες και τις άλλες γεωργικές περιοχές.

Τα μειονεκτήματα που συνδέονται με τη χρησιμοποίηση της βιομάζας και αφορούν, ως επί το πλείστον, δυσκολίες στην εκμετάλλευσή της, είναι τα εξής:

- Ο μεγάλος όγκος της ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας και η μεγάλη περιεκτικότητά της σε υγρασία.
- Η δυσκολία στη συλλογή, μεταποίηση, μεταφορά και αποθήκευσή της, έναντι των ορυκτών καυσίμων.

- Οι δαπανηρότερες εγκαταστάσεις και εξοπλισμός που απαιτούνται για την αξιοποίηση της βιομάζας, σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας.
- Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της.

Εξ αιτίας των παραπάνω μειονεκτημάτων και για την πλειοψηφία των εφαρμογών της, το κόστος της βιομάζας παραμένει, συγκριτικά προς το πετρέλαιο, υψηλό. Ήδη, όμως, υπάρχουν εφαρμογές στις οποίες η αξιοποίηση της βιομάζας παρουσιάζει οικονομικά οφέλη. Επιπλέον, το πρόβλημα αυτό βαθμιαία εξαλείφεται, αφ' ενός λόγω της ανόδου των τιμών του πετρελαίου, αφ' ετέρου και σημαντικότερο, λόγω της βελτίωσης και ανάπτυξης των τεχνολογιών αξιοποίησης της βιομάζας. Τέλος, πρέπει κάθε φορά να συνυπολογίζεται το περιβαλλοντικό όφελος, το οποίο, αν και συχνά δεν μπορεί να αποτιμηθεί με οικονομικά μεγέθη, εντούτοις είναι ουσιαστικής σημασίας για την ποιότητα της ζωής και το μέλλον της ανθρωπότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

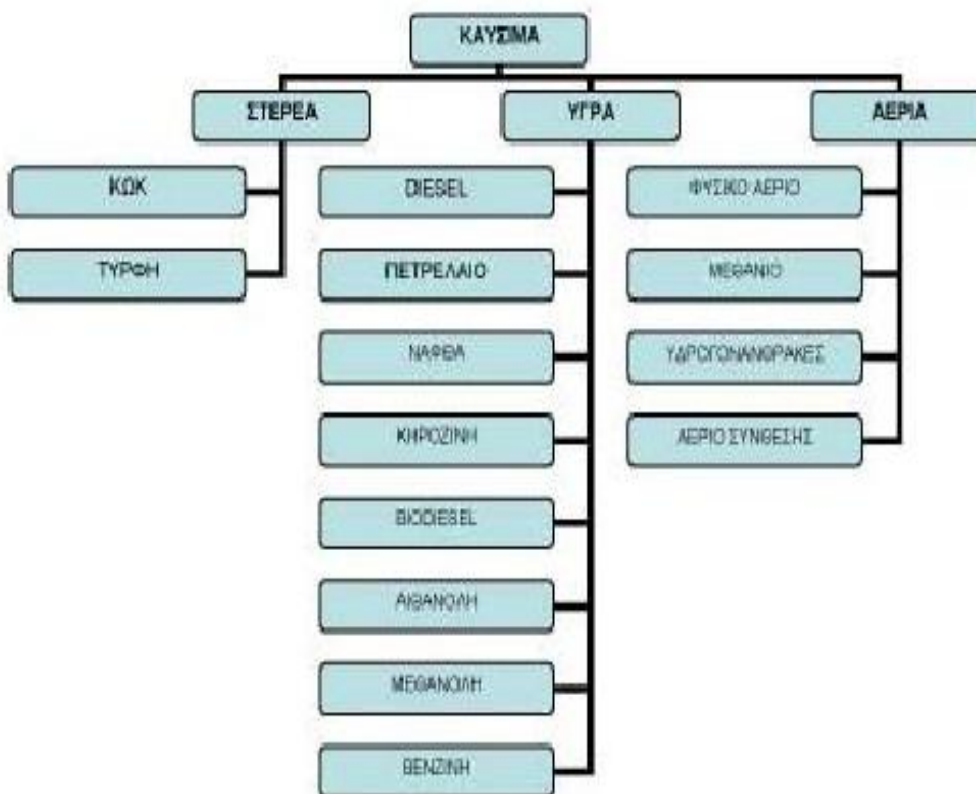
ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Είναι γεγονός ότι τα καύσιμα μπορούν να διαχωριστούν και να κατηγοριοποιηθούν με διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα τα καύσιμα μπορούν να διακριθούν, ανάλογα με την προέλευση τους, σε πρωτογενή και δευτερογενή. Ως πρωτογενή καύσιμα χαρακτηρίζονται τα καύσιμα τα οποία χρησιμοποιούνται σχεδόν όπως απαντώνται στη φύση. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν: το πετρέλαιο, η ορυκτοί άνθρακες και το φυσικό αέριο. Με τον όρο δευτερογενή καύσιμα αναφερόμαστε στα καύσιμα τα οποία προκύπτουν ύστερα από κατεργασία πρωτογενών πόρων και τέτοια μπορεί να είναι το κοκ, τα απορρίμματα και οι ξυλάνθρακες.

Ένας παράλληλος τρόπος διάκρισης των καυσίμων βασίζεται στην προέλευση τους. Κατ' αυτόν τον τρόπο τα καύσιμα τα οποία προέρχονται από υπολείμματα ζωντανών οργανισμών (όπως το πετρέλαιο) χαρακτηρίζονται ως ορυκτά καύσιμα. Αντίθετα τα καύσιμα τα οποία παράγονται ύστερα από κατεργασία έτερων, θερμογόνων ή μη, πηγών, χαρακτηρίζονται ως συνθετικά καύσιμα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα της κατηγορίας αυτής είναι το φωταέριο, το προπάνιο και το βουτάνιο.

Ο επικρατέστερος ίσως τρόπος ο οποίος μας επιτρέπει μια ασφαλή και κατανοητή από όλο το φάσμα του πληθυσμού, κατηγοριοποίηση των καυσίμων βασίζεται στο διαχωρισμό τους με βάση τη φυσική κατάσταση στην οποία αυτά βρίσκονται. (Σχ. 2.1)

Όπως γίνεται αντιληπτό η κατάταξη αυτή περιλαμβάνει καύσιμα σε υγρή, αέρια και στερεά κατάσταση. Ως υγρά καύσιμα αναφερόμαστε μεταξύ άλλων στο πετρέλαιο και σε ένα σημαντικό αριθμό από τα προϊόντα τα οποία λαμβάνονται ύστερα από την κατεργασία αυτού (βενζίνη, κηροζίνη, ντίζελ κ.τ.λ.). Χαρακτηριστικά παραδείγματα αερίων καυσίμων είναι το φυσικό αέριο και το φωταέριο, ενώ τέλος σαν στερεά καύσιμα θεωρούνται το ξύλο και οι ορυκτοί άνθρακες.



Σχήμα 2.1: Διάρθρωση καυσίμων με βάση τη φυσική κατάσταση

Τέλος μια πρόσφατη διάκριση, όχι μόνο των καυσίμων αλλά και γενικότερα κάθε πηγής ενέργειας, είναι το ανανεώσιμο του χαρακτήρα τους. Τα καύσιμα τα οποία προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, παρουσιάζουν ενδιαφέρον όχι μόνο λόγω των οικονομικών πλεονεκτημάτων τα οποία συνοδεύουν τη χρήση τους, αλλά και λόγω της ευεργετικής επίδρασης την οποία έχουν πάνω στο περιβάλλον. Αυτές πηγές οι ενέργειας χαρακτηρίζονται από σχετικά μικρή επιβάρυνση του οικοσυστήματός μας.

Προσανατολιζόμενοι προς αυτή την κατεύθυνση στην παρούσα εργασία θα αναπτυχθεί ιδιαίτερα ο τομέας των βιοκαυσίμων. Τα βιοκαύσιμα αποτελούν τα τελευταία 25 χρόνια μία σημαντική πηγή παραγωγής ενέργειας ενώ απαντώνται σε κάθε μορφής κατάσταση δηλαδή και στην υγρή και στην αέρια και στην στερεά μορφή. Ταυτόχρονα οι εφαρμογές των βιοκαυσίμων αγγίζουν το σύνολο σχεδόν των δραστηριοτήτων του ανθρώπου και όπως θα γίνει κατανοητό τα οφέλη από την χρησιμοποίησή τους είναι πολλαπλά και εντοπίζονται τόσο σε οικονομικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

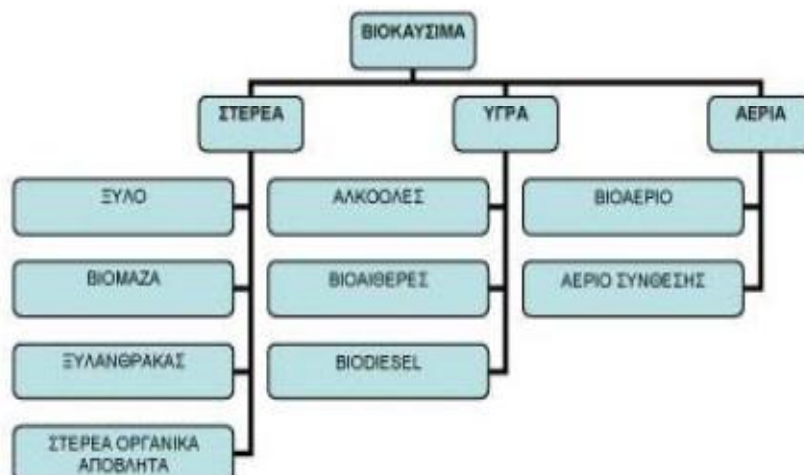
Όπως έχει αναφερθεί και στην προηγούμενη παράγραφο μία σημαντική διαφοροποίηση των καυσίμων βασίζεται στον όρο ανανεωσιμότητα. Η χρήση του παραπάνω όρου μπορεί να θεωρηθεί ότι απορρέει από την προσπάθεια ανάπτυξης μιας σειράς κριτηρίων οι οποίες αντανακλούν την ανάγκη της κοινωνίας για ενεργειακή και οικονομική ανεξαρτησία. Στα πλαίσια αυτά και ανάμεσα στα καύσιμα τα οποία ανήκουν στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι και τα βιοκαύσιμα.

Με τον όρο βιοκαύσιμα ορίζουμε τα καύσιμα τα οποία προέρχονται είτε από υπολείμματα και προϊόντα προσφάτως νεκρωθέντων οργανισμών είτε από τη χρησιμοποίηση ενεργού βιολογικού υλικού.

Ο παραπάνω ορισμός μπορεί πολλές φορές να προκαλέσει σημαντικά ερωτηματικά. Έτσι κάτω από αυτό το πρίσμα το πετρέλαιο και ο άνθρακας θα μπορούσαν να αποτελούν μία μορφή βιοκαυσίμων, αφού η ύπαρξη τους οφείλεται στα υπολείμματα οργανισμών οι οποίοι έζησαν στη γη πριν από αρκετές χιλιάδες χρόνια. Αυτός όμως ο χρονισμός είναι και η ειδοποιός διαφορά μεταξύ ορυκτών καυσίμων και βιοκαυσίμων. Έτσι τα βιοκαύσιμα αναφέρονται, κατά συνθήκη, σε οργανισμούς και προϊόντα οργανισμών τα οποία νεκρώθηκαν έως και δέκα έτη πριν από τη χρησιμοποίησή τους. Με τον τρόπο αυτό ο ρυθμός δημιουργίας τους είναι σε θέση να προσεγγίσει το ρυθμό κατανάλωσης και να δικαιολογήσει την ερμηνεία του όρου ανανεώσιμα.

Τα βιοκαύσιμα όπως και κάθε γενικότερη κατηγορία καυσίμων μπορούν με την σειρά τους να διακριθούν σε επιμέρους κατηγορίες και συνήθως αυτός ο διαχωρισμός περιλαμβάνει τη διάκριση με βάση τη φυσική κατάσταση στην οποία αυτά βρίσκονται. Έτσι τα βιοκαύσιμα, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, μπορεί να απαντώνται σε υγρή, στερεή ή αέρια κατάσταση.

Στο επόμενο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η παραπάνω διαφοροποίηση και αναφέρονται χαρακτηριστικά παραδείγματα.



Σχήμα 3.1: Διάρθρωση βιοκαυσίμων

Τα στερεά βιοκαύσιμα αποτέλεσαν ιστορικά τα πρώτα υλικά παραγωγής ενέργειας και σήμερα το ξύλο, η βιομάζα, ο ξυλάνθρακας και τα στερεά οργανικά απόβλητα αναγνωρίζονται ως τα κυριότερα από αυτά.

Τα υγρά βιοκαύσιμα έχουν αποκτήσει τα τελευταία εικοσιπέντε περίπου χρόνια ένα διαρκώς αυξανόμενο ενδιαφέρον, γεγονός το οποίο συνδέεται με την αύξηση της τιμής του πετρελαίου και των προϊόντων του.

3.1.2 Ιστορική αναδρομή βιοκαυσίμων

Κάνοντας μια σύντομη ιστορική αναδρομή τα υγρά βιοκαύσιμα έχουν αρχίσει να εξετάζονται και να χρησιμοποιούνται από τις πρώτες μέρες ύπαρξης της βιομηχανίας αυτοκινήτου. Έτσι ο NikolausAugustOtto ο εφευρέτης του κινητήρα καύσης σχεδίασε τον κινητήρα ώστε να λειτουργεί με αιθανόλη ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$). Ταυτόχρονα ο Rudolf Diesel ο εφευρέτης της μηχανής Diesel ξεκίνησε την λειτουργία της μηχανής χρησιμοποιώντας φυσικό πετρέλαιο. Ο Henry Ford σχεδίασε αρχικά το Ford Model T, ένα αυτοκίνητο η παραγωγή του οποίου διήρκεσε από το 1903 έως το 1926, ώστε να χρησιμοποιεί αποκλειστικά αιθανόλη και ο ίδιος επιθυμούσε διακαώς τη χρησιμοποίηση ηλεκτρικής ενέργειας ως κινητήριας δύναμης. Εντούτοις η ανακάλυψη των πετρελαιοπηγών της Πενσυλβάνιας, η πρόοδος στην έρευνα πάνω στα πετροχημικά προϊόντα και η σημαντική ελάττωση της τιμής του ορυκτού πετρελαίου και των προϊόντων του κατέστησαν αυτό ως την υπ' αριθμόν 1 επιλογή στα καύσιμα ιδιαίτερα όσον αφορά τις μεταφορές.

Παρόλα αυτά πριν ακόμα από τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο τα βιοκαύσιμα άρχισαν να προσελκύουν το ενδιαφέρον πολλών κρατών που τα έβλεπαν σαν ένα ελκυστικό εναλλακτικό τρόπο παραγωγής ενέργειας σε σχέση με το εισαγόμενο πετρέλαιο. Χώρες όπως η Γερμανία παρήγαγαν ένα μείγμα από βενζίνη με αλκοόλη προερχόμενης από τη ζύμωση αμύλου από πατάτα το οποίο έμεινε γνωστό ως Reichskraftspirit. Στην Μεγάλη Βρετανία η αλκοόλη αναμίχθηκε με πετρέλαιο σε ένα σχέδιο το οποίο εκπονήθηκε από την εταιρεία DistillersCompanyLtd δίδοντας το προϊόν Discol το οποίο διοχετεύθηκε στην αγορά από την Esso. Μετά το τέλος του πολέμου φθηνά καύσιμα προερχόμενα από τη Μέση Ανατολή περιόρισαν και πάλι το ενδιαφέρον για οτιδήποτε άλλο καύσιμο, μέχρι την ενεργειακή κρίση του 1973 και του 1979 όποτε τόσο σε κυβερνητικό επίπεδο αλλά και σε καθαρά ερευνητικό η μελέτη των βιοκαυσίμων επανήλθε στο προσκήνιο. Μετά το 1986 το ενδιαφέρον αυτό ελαττώθηκε ξανά ακριβώς λόγω της νέας ελάττωσης στην τιμή των καυσίμων. Μετά το 2000 όμως η τιμή των καυσίμων χαρακτηρίζεται επεικώς ως απρόβλεπτη, ενώ ήδη οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) έχουν αυξηθεί με γεωμετρική πρόοδο δημιουργώντας το φαινόμενο του θερμοκηπίου, επηρεάζοντας και επιβαρύνοντας πλέον καθοριστικά το κλίμα στον πλανήτη μας. Ταυτόχρονα είναι σε όλους πια γνωστό ότι τα αποθέματα των ορυκτών καυσίμων είναι πεπερασμένοι φυσικοί πόροι οι οποίοι αναμένονται να εξαντληθούν τα επόμενα 100-150 χρόνια.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω αλλά και τη σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα χρησιμοποίηση υγρών καυσίμων (κυρίως παραγώγων του πετρελαίου) στα μέσα μεταφοράς, η έρευνα στον χώρο των υγρών βιοκαυσίμων είναι από τους σημαντικότερους τομείς για τους οποίους σχεδιάζεται (και ως ένα βαθμό εφαρμόζεται ήδη) η διαδικασία απεξάρτησης από το πετρέλαιο. Χαρακτηριστικότερα παραδείγματα αυτής της κατηγορίας καυσίμων είναι οι αλκοόλες (αιθανόλη, προπανάλη και βουτανίου), οι βιοαιθέρες και φυσικά το βιοντίζελ. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το βιοντίζελ και η βιοαιθανόλη χρησιμοποιούνται ήδη για την κίνηση επίγειων μέσων μεταφοράς. Ειδικά στη Γερμανία σημαντικός αριθμός πρατηρίων υγρών

καυσίμων παρέχει όχι καθαρό ντίζελ, αλλά ντίζελ το οποίο περιέχει ένα ποσοστό βιοντίζελ, ενώ αρκετά είναι και τα πρατήρια τα οποία παρέχουν 100% βιοντίζελ.

Τέλος στα αέρια βιοκαύσιμα η προσοχή μας εστιάζεται στο βιοαέριο και στο αέριο σύνθεσης, το οποίο όπως έχουμε αναφέρει είναι μείγμα CO/H₂ (synthesisgas ή εν συντομία syngas). Το αέριο σύνθεσης παράγεται από ατελή καύση της βιομάζας η οποία οδηγεί όχι προς CO₂ και νερό αλλά προς μονοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο. Οι διαδικασίες με τις οποίες πραγματοποιείται αυτή η παραγωγή, περιλαμβάνουν κατά κύριο λόγο την αεριοποίηση της βιομάζας αλλά και την πυρόλυση. Το βιοαέριο, συνίσταται κατά κύριο λόγο από μεθάνιο. Η παραγωγή του περιλαμβάνει την χρησιμοποίηση μικροοργανισμών, οι οποίοι μέσω της αναερόβιας χώνευσης του βιοαποικοδομήσιμου μέρους των αστικών αποβλήτων, παράγουν το ενεργειακά πολύτιμο βιοαέριο. Όπως έχει ήδη αναφερθεί η διαίρεση κάθε κατηγορίας καυσίμων και φυσικά και των βιοκαυσίμων μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους, παράλληλους, τρόπους.

Μία σύγχρονη προσέγγιση πάνω στο αντικείμενο αυτό, περιλαμβάνει τη διάκριση των βιοκαυσίμων σε βιοκαύσιμα πρώτης, δεύτερης και τρίτης γενιάς. Ως βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς ορίζουμε τα καύσιμα τα οποία προέρχονται από ζάχαρη, άμυλο, φυτικό ή ζωικό λίπος και τα οποία ύστερα από χημικές και βιοχημικές μετατροπές μετατρέπονται στο κατάλληλο ενεργειακό υπόστρωμα. Κοινό χαρακτηριστικό όλων των παραπάνω πρώτων υλών είναι το γεγονός ότι με τον ένα ή με τον άλλο τρόπο μπορούν να αποτελέσουν μέρος της διατροφικής αλυσίδας του ανθρώπινου είδους. Ως βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς χαρακτηρίζονται τα βιοκαύσιμα τα οποία προέρχονται από πρώτες ύλες οι οποίες δεν ενσωματώνονται στη διατροφική αλυσίδα. Τέτοιες πρώτες ύλες περιλαμβάνουν βιοκαύσιμα από κελουλόζη καθώς και από ξύλο ή ακόμα καλύτερα από βιομάζα. Τέλος ως Τρίτη γενιά βιοκαυσίμων αναφερόμαστε σε καύσιμα τα οποία προέρχονται από καλλιέργεια φυκιών (algae) μία πηγή με εξαιρετικά υψηλή ενεργειακή απόδοση. Υπολογίζεται ότι η καλλιέργεια φυκιών αποφέρει 30 φορές περισσότερη ενέργεια σε σύγκριση με την αντίστοιχη καλλιέργεια φυτών όπως η σόγια. Σε συνδυασμό μάλιστα με το κόστος του πετρελαίου, δεν είναι αφύσικο το γεγονός ότι καύσιμα από τα συγκεκριμένα φύκια είναι ευρέως πλέον γνωστά με την ονομασία oilgae.

Συμπληρώνοντας την μελέτη διαίρεσης των βιοκαυσίμων θα λέγαμε ότι μια κατηγοριοποίηση των βιοκαυσίμων βασίζεται και στη δυνατότητα άμεσης χρησιμοποίησης αυτών ή όχι. Με τον όρο βιοκαύσιμα άμεσης χρησιμοποίησης χαρακτηρίζουμε εκείνα τα βιοκαύσιμα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μία πετρελαιομηχανή, χωρίς να υφίστανται τροποποιήσεις αυτής. Βέβαια με την εξέλιξη της τεχνολογίας πάνω στους κινητήρες ο εν λόγω ορισμός θεωρείται ότι παρουσιάζει σημαντικά προβλήματα. Αυτό γιατί ενώ ένα καύσιμο μπορεί να λειτουργεί σε έναν κινητήρα, δεν σημαίνει ότι μπορεί να λειτουργήσει σε όλους. Ειδικά οι σύγχρονοι κινητήρες είναι πολύ πιο ευαίσθητοι στο χρησιμοποιούμενο καύσιμο λειτουργίας σε σύγκριση με τους παλαιότερους.

Ολοκληρώνοντας την αναφορά μας πάνω στη διαίρεση των καυσίμων και ειδικά για τα υγρά βιοκαύσιμα θα λέγαμε ότι οι σύγχρονες απαιτήσεις επιβάλλουν το σχεδιασμό κινητήρων με δυνατότητα λειτουργίας και με βιοκαύσιμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΒΙΟΜΑΖΑ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σήμερα η βιομάζα περιλαμβάνει εκτός από το ξύλο και άλλα υλικά τα οποία προέρχονται από αγροκαλλιέργειες και απόβλητα αυτών, θαλάσσια φυτά, ταχύτατα αναπτυσσόμενα δέντρα και φυτά, αστικά και βιομηχανικά απόβλητα, καθώς και ζωικά απόβλητα. Θα πρέπει να τονισθεί ότι τα καύσιμα προϊόντα δεν είναι και τα μόνα τα οποία μπορούν να παραχθούν από την βιομάζα. Έτσι για παράδειγμα μια σειρά χρήσιμων προϊόντων θα μπορούσαν να ληφθούν από τα υποπροϊόντα της καλλιέργειας ρυζιού με χαρακτηριστικότερο την κελουλόζη και αντίστοιχες ενώσεις, οι οποίες χρησιμοποιούνται στην παραγωγή χαρτιού και αιθανόλης (βιοαιθανόλης).

Με δεδομένο ότι η ανάλυση των διαφόρων πηγών ενέργειας από βιομάζα θα μπορούσε να αποτελέσει αντικείμενο μιας πολύ πιο εκτεταμένης μελέτης, στην παρούσα εργασία θα αναφερθούμε στη χρησιμότητα: α) του ξύλου, β) σε αστικά και βιομηχανικά απόβλητα και γ) σε ενέργεια από αγροκαλλιέργειες.

Αυτό το οποίο έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, είναι το ότι παρά το γεγονός ότι τα βιοκαύσιμα παρουσιάζουν ένα εξαιρετικά εκτεταμένο φάσμα προέλευσης, χαρακτηρίζονται από ένα ομοιόμορφο ενεργειακό προφίλ συγκρινόμενα με τον πετρέλαιο ή τον άνθρακα.

Η βιομάζα είναι η πιο παλιά και διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Ο πρωτόγονος άνθρωπος, για να ζεσταθεί και να μαγειρέψει, χρησιμοποίησε την ενέργεια(θερμότητα) που προερχόταν από την καύση των ξύλων, που είναι ένα είδος βιομάζας.

Τα γεωργικά υπολείμματα, αναγόμενα σε ζωικά (π.χ. κοπριά) και φυτικά, όπως άχυρο, υπολείμματα από καλλιέργειες ρυζιού, σακχαροκαλάμων, καλαμποκιού, σόγιας αλλά και καρυδιών και άλλων καρπών αποτελούν μία πλούσια ενεργειακή πηγή. Ποσότητες από τα υπολείμματα αυτά μπορούν να αξιοποιηθούν ενεργειακά παράγοντας θερμότητα ικανή να καλύψει τις ανάγκες μικρών αγροτικών, βιομηχανικών και βιοτεχνικών μονάδων ή για τηλεθέρμανση κτιρίων.

Σε δάση που υποαξιοποιούνται είτε λόγω έλλειψης ζήτησης ξύλου καινοτόμων διαδικασιών και προϊόντων, όπως τα ενεργειακά προϊόντα είτε λόγω γεωγραφικής απομόνωσης και υψηλού κόστους μεταφοράς του ξύλου, μπορεί να γίνει εκμετάλλευση για παραγωγή ενέργειας. Το δυναμικό βιομάζας σε αυτές τις περιπτώσεις περιλαμβάνει τη βιομάζα του κορμόξυλου και των υπολειμμάτων συγκομιδής.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι σύγχρονη πηγή βιομάζας. Περιλαμβάνουν όλα τα μονοετή ή πολυετή φυτά που καλλιεργούνται με σκοπό να χρησιμοποιηθεί η παραγόμενη βιομάζα για την παραγωγή καυσίμων. Οι σημαντικότερες από αυτές είναι το σόργο, γλυκό και ινώδες, η ελαιοκράμβη, οι σπόροι μουστάρδας, τα καλάμια και οι λόχμες, ο μίσχανθος και ο ευκάλυπτος. Στην Ελλάδα, η σημαντικότερη ετήσια ενεργειακή καλλιέργεια είναι το γλυκό σόργο το οποίο μπορεί άνετα να αποδώσει μέχρι και ένα τόνο βιοαιθανόλη το στρέμμα.

Εξετάζοντας τους τρόπους με τους οποίους μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την βιομάζα για παραγωγή ενέργειας ο πιο απλός εντοπίζεται ασφαλώς στην απευθείας καύση του υλικού. Η θερμότητα η οποία παράγεται μπορεί απευθείας να χρησιμοποιηθεί σε διαδικασίες όπως η θέρμανση του νερού ή μέσω μιας ατμογεννήτριας στην παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Στον αναπτυσσόμενο κόσμο διάφοροι τύποι βιομάζας όπως ο ξυλάνθρακας και τα απόβλητα αγροκαλλιιεργειών χρησιμοποιούνται από πολύ παλιά για οικιακή χρήση, ειδικά σε τομείς που έχουν να κάνουν με την θέρμανση χώρων.

Οι τρόποι με τους οποίους εκμεταλλευόμαστε την βιομάζα είναι πλέον πολύ πιο σύνθετοι και οι πραγματοποιούμενες διεργασίες περιλαμβάνουν χημική, βιοχημική ή θερμική κατεργασία προκειμένου να παραχθούν στερεά, υγρά ή αέρια καύσιμα με σημαντικό ενεργειακό περιεχόμενο, εύκολη δυνατότητα μεταφοράς και ως εκ τούτου κατάλληλα για εμπορική χρήση. Σήμερα η βιομάζα καλύπτει περίπου το 15% των ενεργειακών αναγκών της υψηλίου με δυνατότητα να καλύψει και μεγαλύτερα ακόμη ποσοστά.

Εντούτοις παρά τη γενικότερη στροφή και προσπάθεια μεγιστοποίησης της χρήσης της βιομάζας ο τρόπος με τον οποίο αυτή αξιοποιείται, ειδικά σε χώρες του τρίτου κόσμου, είναι άναρχος και πολλές φορές επιζήμιος για το ίδιο το φυσικό περιβάλλον. Για παράδειγμα θα πρέπει να εξετάζεται σοβαρά αν με τη χρήση της βιομάζας έχουμε θετικό ισοζύγιο όσον αφορά την παραγωγή ενέργειας. Αυτό γιατί η παραγωγή βιοκαυσίμων, από τις αντίστοιχες πρώτες ύλες, απαιτεί ενέργεια η οποία καταναλώνεται για την ανάπτυξη των καλλιεργειών, για τη μεταφορά της πρώτης ύλης καθώς και για την λειτουργία της μονάδας παραγωγής. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου αυτή η διαδικασία συνοδεύεται από αρνητικό ενεργειακό ισοζύγιο.

Επιπλέον αφού για την παραγωγή βιοκαυσίμων απαιτούνται εξαιρετικά υψηλές ποσότητες πρώτων υλών θα πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα το γεγονός της υπερβολικής ανάπτυξης ενεργειακών καλλιεργειών ή μονοκαλλιεργειών οι οποίες λειτουργούν σε βάρος αντιστοιχών που αποσκοπούν στη παραγωγή τροφίμων. Γενικά η ύπαρξη του διλήματος καλλιέργειες για τρόφιμα ή ενέργεια αποτελεί ίσως ένα από τα μειονεκτήματα της όλης διαδικασίας και σίγουρα κίνητρο για την ανάπτυξη βιοκαυσίμων δεύτερης και τρίτης γενιάς.

Στην πράξη υπάρχουν δύο τύποι βιομάζας. Πρώτον, οι υπολειμματικές μορφές (τα κάθε είδους φυτικά υπολείμματα και ζωικά απόβλητα και τα απορρίμματα) και δεύτερον η βιομάζα που παράγεται από ενεργειακές καλλιέργειες.

4.1.2 Υπολειμματικές μορφές βιομάζας

4.1.2.1 Βιομάζα γεωργικής προέλευσης

Η γεωργική βιομάζα που θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας διακρίνεται στη βιομάζα των υπολειμμάτων των γεωργικών καλλιεργειών (στελέχη, κλαδιά, φύλλα, άχυρο, κλαδοδέματα κ.λπ.) και στη βιομάζα των υπολειμμάτων επεξεργασίας γεωργικών προϊόντων (υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού, πυρηνόξυλο, πυρήνες φρούτων κ.λπ.).

4.1.2.2 Βιομάζα ζωικής προέλευσης

Το διαθέσιμο δυναμικό βιομάζας ζωικής προέλευσης, περιλαμβάνει κυρίως απόβλητα εντατικής κτηνοτροφίας από πτηνοτροφεία, χοιροστάσια, βουστάσια και σφαγεία.

4.1.2.3 Βιομάζα δασικής προέλευσης

Η βιομάζα δασικής προέλευσης που αξιοποιείται ή μπορεί να αξιοποιηθεί για ενεργειακούς σκοπούς συνίσταται στα καυσόξυλα, στα υπολείμματα καλλιέργειας των δασών (αραιώσεων, υλοτομιών), στα προϊόντα καθαρισμών για την προστασία τους από πυρκαγιές καθώς και στα υπολείμματα επεξεργασίας του ξύλου.

4.1.2.4 Αστικά απόβλητα

Είναι το οργανικό τμήμα των αστικών αποβλήτων.

4.1.3 Ενεργειακές καλλιέργειες

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι διάφορες παραδοσιακές καλλιέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων, είτε φυτά που δεν καλλιεργούνται, προς το παρόν εμπορικά, όπως ο μίσχανθος, η αγριαγκινάρα και το καλάμι που το τελικό προϊόν τους προορίζεται για την παραγωγή ενέργειας και βιοκαυσίμων. Οι σημαντικότερες παγκοσμίως χρήσης της βιομάζας που προέρχεται από ενεργειακές καλλιέργειες, σε ανεπτυγμένες χώρες παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Χώρα	Καλλιέργεια	Τελικό προϊόν	Χρήσεις	Τόνοι ή στρέμματα/έτος
Βραζιλία	ζαχαροκάλαμο	αλκοόλη	καύσιμο μεταφοράς	9 εκατομμύρια τόνοι/έτος
ΗΠΑ	καλαμπόκι	αλκοόλη	καύσιμο μεταφοράς	4 εκατομμύρια τόνοι/έτος
Γαλλία	ζαχαρότευτλα, σιτάρι, κ.λ.π.	αλκοόλη	καύσιμο μεταφοράς	75.000 τόνοι/έτος
Άλλες χώρες της Ε.Ε.	ελαιοκράμβη & ηλιάνθος	βιοντήζελ	καύσιμο μεταφοράς	500.000 τόνοι/έτος
Σουηδία	ιπιά	ψιλοτεμαχισμένο ξύλο	καύση	1.700.000 στρέμματα/έτος

Σ χ 4.1: Ενεργειακές καλλιέργειες μεγάλης κλίμακας

Οι ενεργειακές καλλιέργειες διακρίνονται σε δυο κατηγορίες:

- **Ετήσιες:**

Σακχαρούχο ή γλυκό σόργο (*Sorghumbicolor*), ινώδες σόργο (*Sorghumbicolor*), κενάφ (*Hibiscuscannabinus*), ελαιοκράμβη (*Brassicaparvus*), βρασσική ή αιθίοπια (*Brassicacarinata*).

- **Πολυετείς:**

1. Γεωργικές: Αγριαγκινάρα (*Cynaracardunculus*), καλάμι (*Arundodonax*), μίσχανθος (*Miscanthus*), switchgrass (*Panicumvirgatum*).

2. Δασικές: Ευκάλυπτος (*Eucalyptuscamaldulensis*), ψευδακακία (*Robiniapseudoacacia*).

4.2 ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

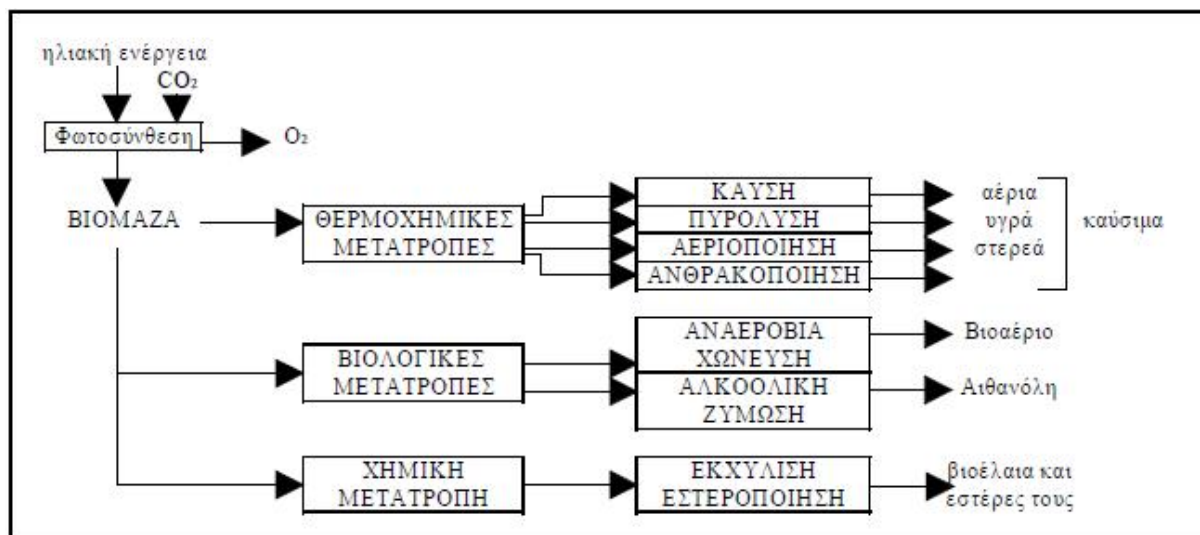
Στο κεφάλαιο το οποίο ακολουθεί παρουσιάζονται οι κυριότερες από τις διαδικασίες οι οποίες χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοκαυσίμων και οι οποίες βασίζονται στη βιομάζα ως πρώτη ύλη. Κατά την εφαρμογή αυτών των διαδικασιών μπορεί να έχουμε:

α) βιοχημικές μετατροπές της βιομάζας, οι οποίες μέσω αλκοολικής ζύμωσης μπορεί να οδηγήσουν στην παραλαβή υγρών καυσίμων ενώ μέσω αναερόβιων διαδικασιών ή ζυμώσεων έχουν ως αποτέλεσμα την παραγωγή βιοαερίου. Η αλκοολική ζύμωση καλλιεργειών όπως το ζαχαροκάλαμο οδηγεί στην παραγωγή αιθανόλης. Η αιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μηχανές εσωτερικής καύσης και τα τελευταία χρόνια αποτελεί μια εναλλακτική μορφή καυσίμου με ιδιαίτερη ανάπτυξη στην Βραζιλία και τις Η.Π.Α. Στις χώρες αυτές η αιθανόλη αναμιγνύεται με την βενζίνη προκειμένου να χρησιμοποιηθεί σαν καύσιμο αυτοκινήτων. Μάλιστα με σχετικά μικρές μετατροπές του κινητήρα ενός αυτοκινήτου, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μόνο αιθανόλη χωρίς να χρειαστεί ανάμιξη με βενζίνη. Η αναερόβια χώνευση της βιομάζας αποτελεί μια πρακτική η οποία εφαρμόζεται με σχετική επιτυχία σε περιοχές όπως η Ινδία και η Κίνα. Το οργανικό μέρος κάθε μορφής βιομάζας είτε προέρχεται από βιομηχανικά απόβλητα είτε από ζωικά απόβλητα είτε από απόβλητα αγροκαλλιεργειών μπορούν να αποικοδομηθούν μέσω αναερόβιων διαδικασιών παράγοντας μεθάνιο (CH_4) και διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Το αέριο αυτό καλείται βιοαέριο (*biogas*) και αποτελεί καθαρό καύσιμο το οποίο δεσμευόμενο χρησιμοποιείται σε διάφορες διεργασίες όπως η θέρμανση ή η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

β) η χημική μετατροπή χρησιμοποιεί κυρίως χημικές διεργασίες κατά τις οποίες το καύσιμο το οποίο παράγεται προέρχεται από χημικές τροποποιήσεις λιπαρών οξέων φυτικής ή ζωικής προέλευσης. Το βιοντίζελ (*biodiesel*) είναι ο κυριότερος εκφραστής αυτής της κατηγορίας και σε επόμενο κεφάλαιο θα ασχοληθούμε εκτενώς με τις διεργασίες παραλαβής του, καθώς και με τις ιδιαιτερότητες και τα πλεονεκτήματα της χρήσης του.

γ) Τέλος η θερμική κατεργασία αποτελεί μια αποτελεσματική μέθοδο απόκτησης του ενεργειακού περιεχομένου ιδιαίτερα στην περίπτωση του ξύλου αλλά και σε κάθε μορφή βιομάζας η οποία περιέχει λιγνίνη ή κελουλόζη. Κατά την κατεργασία αυτή το ξύλο αλλά και κάθε παρόμοιο υλικό μπορεί να μετατραπεί σε στερεό υγρό ή αέριο καύσιμο, με την πυρόλυση να αποτελεί από την έναρξη του πολιτισμού την πιο κοινή θερμοχημική μετατροπή της βιομάζας σε εμπορικό καύσιμο.

Στο Σχ. 4.2 το οποίο ακολουθεί παρουσιάζονται σχηματικά οι παραπάνω διαδικασίες καθώς και τα προϊόντα τα οποία λαμβάνουμε με την εφαρμογή της κάθε μίας από αυτές.



Σχήμα 4.2: Παραγωγή ενέργειας από διάφορες κατεργασίες της Βιομάζας

Στις αμέσως επόμενες υποενότητες θα αναπτυχθούν οι κυριότερες από τις παραπάνω διαδικασίες, με τις οποίες μπορούμε να εκμεταλλευθούμε το ενεργειακό περιεχόμενο της βιομάζας, χωρίς να γίνεται ιδιαίτερη διάκριση αναφορικά με τις πηγές προέλευσής της.

4.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Η ενεργειακή μετατροπή της βιομάζας μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους:

4.3.1 Ζύμωση

Η ζύμωση αποτελεί μία από τις πλέον εφαρμοζόμενες διαδικασίες παραγωγής καυσίμων, ενώ η χρησιμοποίηση φυτών για την παραγωγή βιοαερίου αποτελεί πλέον μια διαδικασία ρουτίνας. Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιούνται κυρίως υπολείμματα αγροκαλλιεργειών και το κύριο προϊόν μιας τέτοιας διεργασίας είναι αέριο περιεκτικότητας 64% σε μεθάνιο (CH₄). Η μετατροπή της βιομάζας σε βιοαέριο επιτυγχάνεται με την βοήθεια μιας σειράς παραγόντων οι οποίοι περιλαμβάνουν: α) μικρόβια τα οποία βοηθούν στην αποσύνθεση και υδρόλυση του φυτικού υλικού, β) οξεόφιλα βακτήρια τα οποία διαλύουν τη βιομάζα σε υδατικό διάλυμα και γ) αυστηρώς αναερόβια βακτήρια υπεύθυνα για την δημιουργία μεθανίου. Ο χρόνος ο οποίος απαιτείται προκειμένου να έχουμε μια σταθεροποιημένη και υψηλή παραγωγή αερίου είναι της τάξης των λίγων (4-6) μηνών και προκειμένου να επιτύχουμε τα βέλτιστα αποτελέσματα θα πρέπει η σύσταση της πρώτης ύλης να μην διαφοροποιείται. Η θερμοκρασία για την δράση των μικροοργανισμών οριοθετείται περίπου στους 30°C ελάχιστα δηλαδή παραπάνω από την τυπική μέση θερμοκρασία. Ως ένα επιπλέον βήμα για την περαιτέρω αξιοποίηση της ενέργειας αυτής θα μπορούσε να είναι η μετατροπή του παραγόμενου μεθανίου σε υδρογόνο. Η εν λόγω διαδικασία αν και δεν γίνεται

πάντα αποδεκτή από οικονομικής απόψεως, μπορεί να χρησιμοποιηθεί με χρήση της παρούσης τεχνολογίας έχοντας ως οροφή μια απόδοση της τάξης του 45%.

4.3.1.2 Αναερόβια ζύμωση

Η αναερόβια ζύμωση προσφέρει τη δυνατότητα παραγωγής ενέργειας και συγχρόνως επιφέρει μια σημαντική μείωση στη μόλυνση του περιβάλλοντος από τα αστικά, αγροτικά και βιομηχανικά οργανικά υπολείμματα. Η αναερόβια ζύμωση επίσης παράγει καλής ποιότητας στερεά και υγρά λιπάσματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη γεωργία. Η δυνατότητα επεξεργασίας απόβλητων σε αναερόβιες συνθήκες, έχει προσελκύσει τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς επιτυγχάνεται σημαντική μείωση του οργανικού φορτίου σε βεβαρημένα απόβλητα με συμπαραγωγή βιοαερίου.

Η αναερόβια ζύμωση είναι ένα σύνολο βιοχημικών αντιδράσεων, που πραγματοποιούνται από μικροοργανισμούς που δρουν απουσία αέρα, στις οποίες πολύπλοκα οργανικά μόρια μετατρέπονται σε χημικά απλούστερα. Το προϊόν των αντιδράσεων είναι κατά ένα μέρος αέριο (βιοαέριο) και περιέχει μια ορισμένη ποσότητα μεθανίου. Το υπόλοιπο μέρος του προϊόντος παρέχει μια συγκέντρωση μεταλλικών αλάτων η οποία το καθιστά ένα καλό λίπασμα που μπορεί να διατεθεί άμεσα στη γεωργία.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διεργασία της χώνευσης και τα όρια μεταβολής τους για τον έλεγχο της χώνευσης των ζωικών και αγροτικών θρεπτικών αποβλήτων χωρίζονται σε:

- Χημικούς,
- Φυσιικούς,
- Υδραυλικούς.

4.3.1.3 Αλκοολική ζύμωση

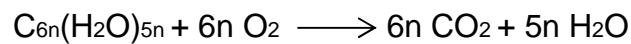
Η αλκοολική ζύμωση αποσκοπεί στην παραγωγή αιθανόλης από τα αγροτικά και δασικά προϊόντα και υποπροϊόντα, που συνήθως είναι φτηνά, διότι μένουν ανεκμετάλλευτα. Η αιθανόλη αρχικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο βενζίνης με μια αναλογία βενζίνης-αιθανόλης 20%. Για την πλήρη υποκατάσταση της βενζίνης από αλκοόλη απαιτούνται ορισμένες αλλαγές στους κινητήρες.

Η διεργασία συνίσταται στην υδρόλυση με χρήση θειικού οξέος ή ενζύμων, για να παραχθούν γλυκόζη και ξυλόζη. Τα σάκχαρα αυτά ζυμώνονται και παράγεται αιθανόλη, ενώ ως υπόλειμμα σε ποσοστό 20-30% της υδρόλυσης είναι η λιγνίνη, από την οποία μπορεί να παραχθεί ενέργεια με άμεση καύση ή πυρόλυση. Στην Ελλάδα που υπάρχουν μεγάλες ποσότητες λιγνίτη, μπορεί να παραχθεί με χαμηλό κόστος μεθανόλη η οποία μπορεί επίσης να αποτελέσει καύσιμο αυτοκινήτων. Τέλος εξελισσόμενα τα αλκοολούχα καύσιμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν αμιγή (απόλυτη αιθανόλη και μείγματα νερού και αιθανόλης/ μεθανόλης).

4.3.2 Καύση

Η καύση προσφέρει την πιο άμεση διαδικασία από πλευράς ανάκτησης του ενεργειακού περιεχομένου του προς καύση υλικού. Η τεχνολογία για την καύση πρώτων υλών πλούσιων σε άνθρακα είναι γνωστή από πολύ παλιά. Συγκρινόμενη με άλλες

διαδικασίες οι οποίες έχουν ως στόχο την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα αποτελεί μια απλή και σε αρκετές περιπτώσεις αποδοτική διαδικασία, ενώ η βιομάζα η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί προέρχεται από διάφορες πηγές και οι οποίες περιλαμβάνουν, για παράδειγμα, ξύλο, αγροτικά υπολείμματα ακόμα και αστικά στερεά απόβλητα. Κατά την καύση της βιομάζας το οξυγόνο, το οποίο υπάρχει σε επαρκή ποσότητα, οξειδώνει το οργανικό μέρος προς διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και νερό, το οποίο απελευθερώνεται υπό την μορφή υδρατμών. Η εξίσωση η οποία περιγράφει την καύση της βιομάζας είναι:



Η θερμοκρασία κατά την οποία πραγματοποιείται η διαδικασία της καύσης, κυμαίνεται μεταξύ 1000-1500°C. Κατά τον σχεδιασμό ενός συστήματος καύσης της βιομάζας πρέπει να ληφθεί υπ' όψη ότι η διαδικασία απαιτεί τρεις παράγοντες για να αρχίσει και να συνεχίσει να υπάρχει. Αυτοί οι παράγοντες είναι η πρώτη ύλη, το οξυγόνο και η θερμότητα. Ο έλεγχος της καύσης γίνεται με τον έλεγχο των τριών αυτών παραγόντων. Είναι αυτονόητο ότι για την αύξηση της απόδοσης σε μία καύση θα πρέπει η περιεκτικότητα της βιομάζας σε υγρασία να είναι χαμηλή και συνήθως ζητείται να είναι μικρότερη του 20%. Επίσης όταν η βιομάζα βρίσκεται υπό την μορφή πολύ μικρών κόκκων είναι επιθυμητό να μετατραπεί σε μπριγκέτες πράγμα το οποίο επιτυγχάνεται με την μορφοποίηση της σε κατάλληλα μηχανήματα με υψηλή πίεση. Επιπλέον πολλές φορές απαιτείται τεμαχισμός της βιομάζας σε μικρά κομμάτια προκειμένου να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες συσκευές όπως φούρνους για καύση.

4.3.3 Πυρόλυση

Η ενεργειακή μετατροπή της βιομάζας με την πυρόλυση γίνεται θερμαίνοντας την φυτική ύλη η οποία αποσυντίθεται και παράγει λόγω απουσίας του αέρα(οξυγόνο), βιοάνθρακα, βιοέλαιο και βιοαέριο. Η πυρόλυση γίνεται σε κλειστά δοχεία, σε θερμοκρασία 500-600°C η οποία επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση μέρους της βιομάζας. Η περιεκτικότητα της βιομάζας σε νερό πρέπει να είναι μικρότερη από 40%.

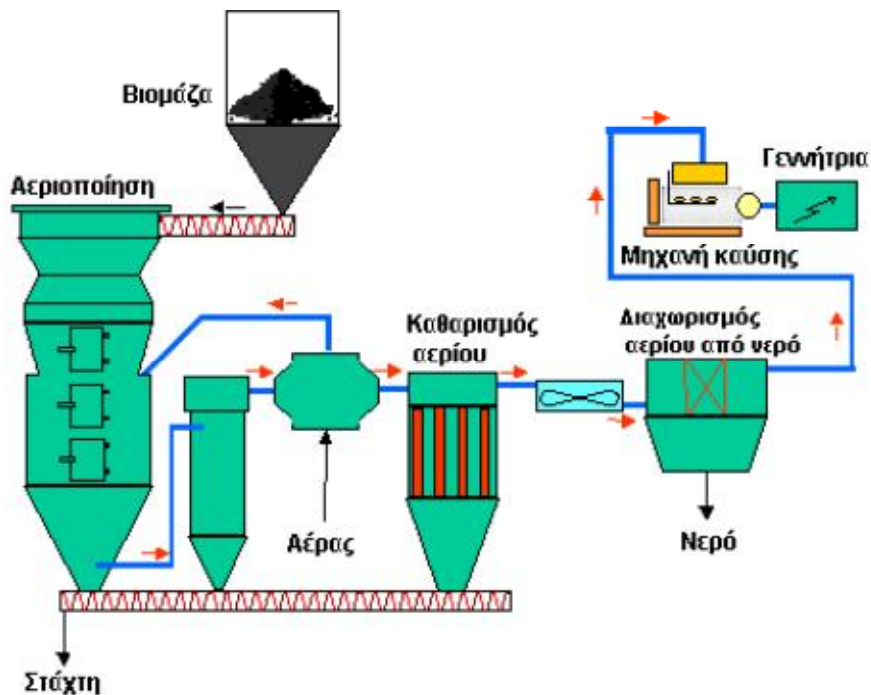
Η αντίδραση είναι εσωθερμική και δεν χρειάζεται παρά μόνο μικρά ποσά εξωτερικής ενέργειας. Χαρακτηριστικά θα πρέπει να αναφερθεί ότι ένας τόνος ξηρού ξύλου με πυρόλυση αποδίδει 300kg ξυλάνθρακα, 140 m³ βιοαέριο, 14 lt μεθυλική αλκοόλη, 53 lt οξικό οξύ, 8 lt εστέρες, 3 lt ακετόνη, 76 lt ξύλου, 12 lt λάδι και 30 kg πίσσα. Η ενεργειακή απόδοση της βιομάζας φθάνει το 90%, ενώ για τις ενεργειακές ανάγκες της μεθόδου καταναλώνεται το 10% του παραγόμενου αερίου. Τα αέρια που παράγονται κατά την πυρόλυση και που δεν συμπυκνώνονται, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, για την λειτουργία της μονάδας ή να χρησιμοποιηθούν για διεργασίες ξήρανσης και θέρμανσης.

4.3.4 Αεριοποίηση

Η αεριοποίηση είναι μια διεργασία που ακολουθεί αυτή της πυρόλυσης και συντελεί στην ενεργειακή μετατροπή της βιομάζας σε αέριο και διαχωρίζονται σε δύο περιπτώσεις.

Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται αέρας, παρουσιάζονται μεγάλες ποσότητες αζώτου και το μίγμα των αερίων που παράγεται έχει θερμαντική ισχύ 1.700 kcal/m^3 . Το αέριο αυτό ονομάζεται φτωχό και αποδίδει κατά την καύση του μηχανική ενέργεια.

Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται οξυγόνο, δεν παρουσιάζεται αζώτο στο μίγμα των παραγόμενων αερίων και η θερμαντική ισχύς ανέρχεται στις 2.950 kcal/m^3 . Αν χρησιμοποιηθεί ατμός σε θερμοκρασία 1.000°C αυξάνεται αρκετά η θερμαντική αξία των αερίων αλλά και το ποσοστό υδρογόνου και μονοξειδίου του άνθρακα.



Σχ. 4.3: Διάταξη αεριοποίησης γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων

4.3.5 Ανθρακοποίηση-Υγροποίηση

Η διεργασία της ανθρακοποίησης στοχεύει στην δημιουργία ξυλάνθρακα μέσω του εμπλουτισμού του προϊόντος σε άνθρακα και την απομάκρυνση των υπόλοιπων υγρών και στερεών συστατικών του. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η θερμαντική αξία και η καύση γίνεται καθαρότερη. Η απαιτούμενη θερμοκρασία είναι $300-6000\text{C}$ και η διάρκεια εξαρτάται από την υγρασία και το είδος του ξύλου. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η θερμαντική αξία κυμαίνεται μεταξύ $5.500-8.000 \text{ kcal/kg}$, για 60-80% περιεκτικότητα σε άνθρακα.

Η διεργασία της υγροποίησης αποσκοπεί στη δημιουργία υγρών καυσίμων υψηλής θερμαντικής αξίας. Οι δύο βασικές κατηγορίες μεθόδων είναι :

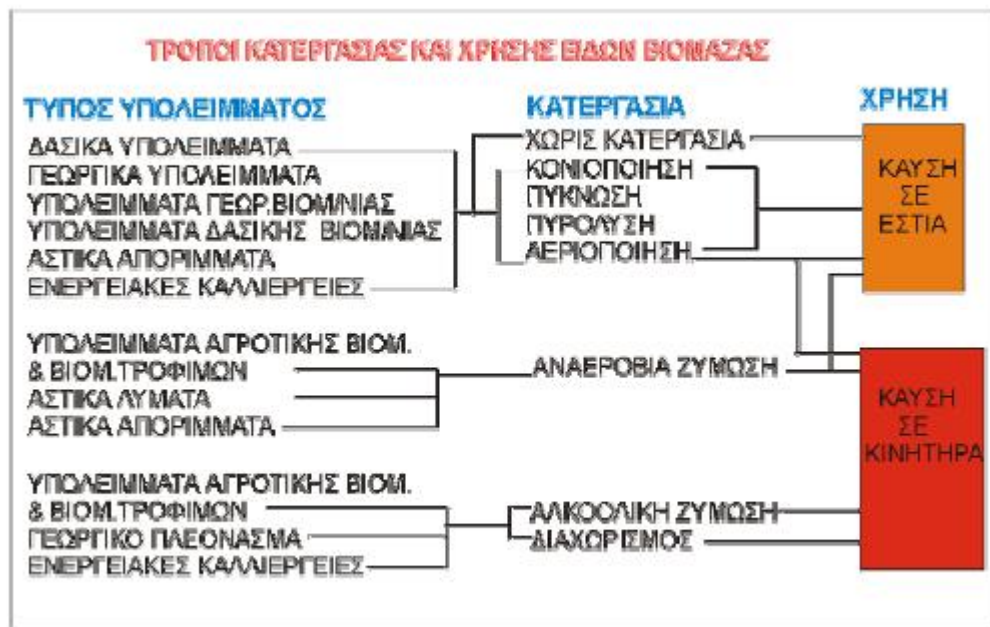
- Υγροποίηση με ταχεία πυρόλυση
- Υγροποίηση με καταλυτική υδρογονόλυση σε υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις.

Με την πρώτη μέθοδο παράγεται ξυλάνθρακας θερμαντικής αξίας 7800-8200 kcal/kg και λάδι θερμαντικής αξίας 6800-7800 kcal/kg, ενώ με τη δεύτερη παράγεται μόνο λάδι θερμαντικής αξίας 8300-8900 kcal/kg.

4.3.6 Μετεστεροποίηση

Ο κύριος τρόπος παραγωγής βιοντίζελ είναι η μετεστεροποίηση των ελαίων. Ελαιούχα φυτά, ζωϊκά λίπη, χρησιμοποιημένα λάδια και προϊόντα σφαγίων με χημικές μεθόδους παράγουν βιοντίζελ.

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται συνολικά οι τρόποι κατεργασίας και χρήσης βιομάζας όπως αναφέραμε.



Σχ.4.4: Τρόποι κατεργασίας και χρήσης της βιομάζας

4.4 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Η μέθοδος παραγωγής ενέργειας από τη βιομάζα μπορεί να γίνει με διαφορετικούς τρόπους. Εξαρτάται από το είδος της βιομάζας, όπως περιγράφεται στις υποενότητες που ακολουθούν.

4.4.1. Καύση ξύλου και υπολειμμάτων

Η καύση ξύλου αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας που παράγεται από τη βιομάζα στην Ευρώπη και τον υπόλοιπο κόσμο. Οι αποδόσεις της διαδικασίας καύσεως έχουν πλησιάσει το 30% σε μικρή αλλά και μεγάλης κλίμακας θερμικά εργοστάσια. Έχουν επίσης μειωθεί σημαντικά και οι ατμοσφαιρικοί ρύποι. Στο μέλλον, μπορεί να αναπτυχθεί αυτή η τεχνολογία σε μικρές μονάδες και σε μεγάλα εργοστάσια καύσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας για συστήματα θέρμανσης, από ξύλο, υπολείμματα ξύλου, άχυρα και πρώτες ύλες με περιεκτικότητα σε υγρασία μέχρι 60%.

4.4.2. Παραγωγή βιοκαυσίμων

Η παραγωγή και χρήση βιοκαυσίμων σαν εναλλακτικό καύσιμο, έχει προοδεύσει σημαντικά. Η αιθανόλη που παράγεται από ζάχαρη, καλαμπόκι και σιτάρι χρησιμοποιείται σαν καύσιμο για τα οχήματα. Το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οχήματα ή για ορισμένους κινητήρες εσωτερικής καύσης. Το βιοντίζελ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μηχανές ντίζελ για οχήματα.

4.4.3. Παραγωγή ηλεκτρικής-θερμικής ενέργειας

Οι μονάδες παραγωγής ενέργειας από τη βιομάζα χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- μικρά συστήματα για κατοικίες (περίπου 10 Kw),
- συστήματα τηλεθέρμανσης για πολλά κτίρια (μέχρι μερικά MW), και
- μεγάλης κλίμακας μονάδες για τηλεθέρμανση ή/και ηλεκτροπαραγωγή (μερικά 100 MW).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΒΙΟΚΑΥΣΜΑ

Βιοκαύσιμα (biofuels) ονομάζονται τα καύσιμα εκείνα στερεά, υγρά ή αέρια τα οποία προέρχονται από τη βιομάζα, το βιοδιασπώμενο δηλαδή κλάσμα προϊόντων ή αποβλήτων διαφόρων ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Καλλιέργειες που είτε περιέχουν άμυλο σαν κύριο συστατικό, όπως οι πατάτες και το καλαμπόκι, εφόσον υδρολυθούν, και μετατραπεί το περιεχόμενο άμυλο σε σάκχαρο, ή καλλιέργειες σακχαροκαλάμων, με κατάλληλη διεργασία (αναερόβια βιολογική) μετατρέπουν το περιεχόμενο σάκχαρο σε αλκοόλη και αποδίδουν τελικά αιθανόλη. Η βιοαιθανόλη που προκύπτει μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις μεταφορές, σε μηχανές εσωτερικής καύσης είτε άμεσα σε κατάλληλα τροποποιημένες μηχανές είτε έμμεσα με τη χρήση μιγμάτων αυτής με βενζίνη κατά 10%- 20%, δίχως μετατροπή του κινητήρα. Βιοκαύσιμα, επίσης εξάγονται από στελέχη φυτών συνηθισμένων καλλιεργειών στον Ελλαδικό χώρο, όπως το βαμβάκι, ο ηλιάνθος, ο καπνός, δημητριακά και καλαμπόκι.

Η βιοαιθανόλη και το βιοντίζελ, τα κύρια βιοκαύσιμα στις μέρες μας, μπορούν να αναμειχθούν ή να αντικαταστήσουν απευθείας τη βενζίνη και το ντίζελ αντίστοιχα. Η χρήση των βιοκαυσίμων μειώνει τις τοξικές εκπομπές της ατμόσφαιρας, τη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου, την εξάρτηση από το εισαγόμενο πετρέλαιο ενώ ενισχύει σημαντικά την γεωργική και αγροτική οικονομία.

Ιστορικά τα πρώτα καύσιμα που χρησιμοποιήθηκαν από τον άνθρωπο ανήκαν στην κατηγορία των βιοκαυσίμων. Έτσι το ξύλο, το λίπος, τα φυτικά λάδια αλλά και τα αποστάγματα οργανικής προέλευσης εμπίπτουν στην κατηγορία των βιοκαυσίμων.

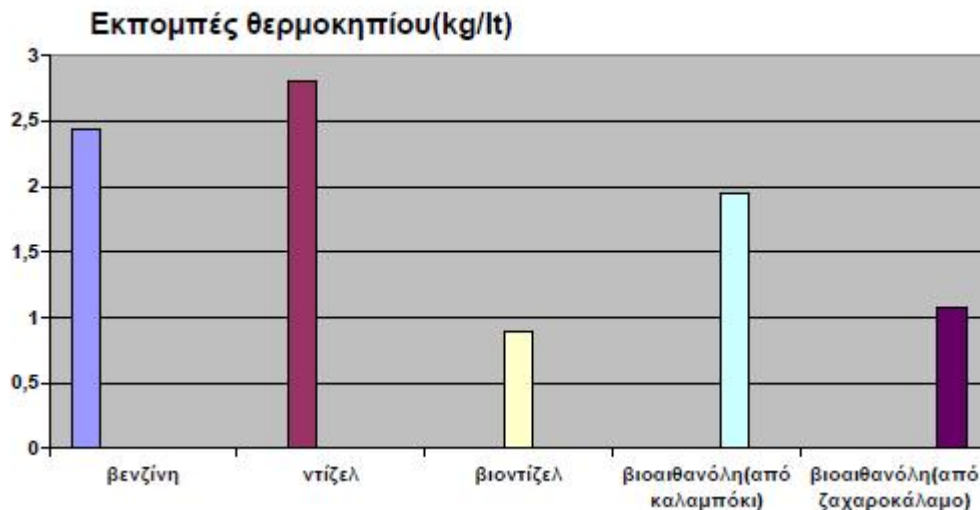
Η μεγάλη ανάγκη για φθηνά καύσιμα μεγάλου ενεργειακού περιεχομένου μετά την βιομηχανική επανάσταση, η οποία συνεχίζει αυξανόμενη έως σήμερα, ενίσχυσε σημαντικά τη χρήση ορυκτών καυσίμων, άνθρακα αρχικά και πετρελαϊκών παραγώγων αργότερα, σε βάρος των παραδοσιακών βιοκαυσίμων. Τα προβλήματα θέρμανσης του πλανήτη, τα οποία σχετίζονται άμεσα με το περιεχόμενο των καυσίμων σε άνθρακα και το εκπεμπόμενο κατά την καύση διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) έχουν δημιουργήσει κατά τα τελευταία χρόνια ένα κλίμα στροφής προς βιοκαύσιμα τα οποία καλούνται να υποκαταστήσουν σταδιακά τα συμβατικά καύσιμα.

Τα βιοκαύσιμα προερχόμενα από οργανικά προϊόντα θεωρούνται ανανεώσιμα καύσιμα. Ως ανανεώσιμα καύσιμα έχουν το χαρακτηριστικό των χαμηλότερων εκπομπών CO₂ στο συνολικό κύκλο ζωής τους σε σχέση με τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα, στοιχείο που εξαρτάται άμεσα από την προέλευση τους, τη χρήση τους αλλά και τον τρόπο παραγωγής και διανομής τους.

Κατά την καύση τους τα καύσιμα αυτά, εκπέμπουν περίπου ίσες ποσότητες CO₂ με τα αντίστοιχα πετρελαϊκής προέλευσης. Επειδή όμως είναι οργανικής προέλευσης ο άνθρακας τον οποίο περιέχουν έχει δεσμευτεί κατά την ανάπτυξη της οργανικής ύλης από την ατμόσφαιρα στην οποία επανέρχεται μετά την καύση κι έτσι το ισοζύγιο εκπομπών σε όλο τον κύκλο ζωής του βιοκαυσίμου είναι θεωρητικά μηδενικό.

Στην πράξη επειδή κατά την παραγωγή και διακίνηση της πρώτης ύλης αλλά και των ίδιων των βιοκαυσίμων υπεισέρχονται και άλλες δραστηριότητες κατά τις οποίες παράγονται εκπομπές CO₂ το τελικό όφελος από τα καύσιμα αυτά μπορεί να είναι από πολύ μεγάλο έως μηδαμινό (σχήμα 5.1).

Για να αποφανθεί κανείς ασφαλώς για τα περιβαλλοντικά οφέλη κάποιου βιοκαυσίμου πρέπει να πραγματοποιήσει εξειδικευμένη ανάλυση κύκλου ζωής.



Σ. χ. 5.1: Συγκριτικό διάγραμμα εκπομπών θερμότητας από συμβατικά καύσιμα και από βιοκαύσιμα

5.2 ΜΟΡΦΗ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ

Τα βιοκαύσιμα διαχωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με την κατάσταση που βρίσκονται. Στα στερεά, στα υγρά και στα αέρια. Στη μορφή των υγρών βιοκαυσίμων περιλαμβάνονται η βιοαιθανόλη, το βιοντίζελ, το υγροποιημένο πετρελαϊκό αέριο (LPG – liquidpetroleumgas) και το φυσικό αέριο (υγροποιημένο, LNG – liquidnaturalgas ή υπό πίεση, CNG– compressednaturalgas).

Στην παγκόσμια αγορά, τα υγρά βιοκαύσιμα και κυρίως το βιοντίζελ και η βιοαιθανόλη κυριαρχούν αυτή την περίοδο ως τα πιο τεχνικώς εφικτά και εμπορικά διαθέσιμα εναλλακτικά καύσιμα. Στη παρούσα μελέτη, όπως προαναφέρθηκε, θα ασχοληθούμε αποκλειστικά με την παραγωγή και τη διάθεση των παραπάνω βιοκαυσίμων ως καύσιμα σε μεταφορικά μέσα.

5.3. ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ

Από τα προηγούμενα κεφάλαια έχουν ήδη τονισθεί τα πολλαπλά οφέλη τα οποία προκύπτουν από την ανάπτυξη μεθοδολογιών οι οποίες αποσκοπούν στην εκμετάλλευση της βιομάζας. Τα βιοκαύσιμα τα οποία παράγονται και τα οποία μπορεί να είναι σε στερεή, υγρή, ή αέρια κατάσταση έχουν ως στόχο να αντικαταστήσουν “παραδοσιακού τύπου” καύσιμα όπως η βενζίνη και το ντίζελ. Μια σειρά προϊόντων όπως για παράδειγμα η αιθανόλη, το βιοντίζελ, το βιοαέριο, διάφορα οξυγονούχα καύσιμα, το υδρογόνο βρίσκουν ήδη εφαρμογή στη παραγωγή ενέργειας.

Το πρώτο καύσιμο που χρησιμοποιήθηκε ως υποκατάστατο της βενζίνης σε κινούμενα οχήματα είναι η βιοαιθανόλη. Η βιοαιθανόλη στην ουσία είναι η αιθανόλη που παράγεται κυρίως από την αλκοολική ζύμωση της ζάχαρης. Μπορεί επίσης να συντεθεί βιομηχανικά από την χημική αντίδραση του αιθυλενίου με ατμό.

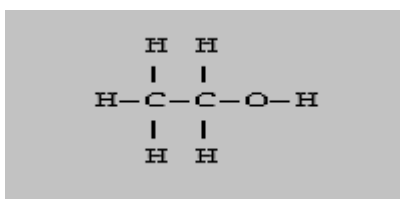
Οι κύριες πηγές ζάχαρης που απαιτούνται για την παραγωγή αιθανόλης προέρχονται από ενεργειακές καλλιέργειες, δηλαδή από καλλιέργειες που αναπτύσσονται ειδικά για ενεργειακούς σκοπούς. Οι καλλιέργειες αυτές μπορεί να είναι το σόργο, τα τεύτλα, το καλαμπόκι, το σιτάρι, τα άχυρα, το ξύλο ιτιάς και άλλων δέντρων, το πριονίδι, ο μίσχανθος, η αγριαγκινάρα και άλλες. Παράλληλα, βρίσκονται σε εξέλιξη έρευνες σχετικά με την αξιοποίηση των δημοτικών στερεών αποβλήτων για την παραγωγή βιοαιθανόλης.

Η αιθανόλη ή αιθυλική αλκοόλη είναι ένα άχρωμο διαυγές υγρό. Είναι βιοαποικοδομήσιμη, χαμηλής τοξικότητας και προκαλεί πολύ μικρή περιβαλλοντική μόλυνση αν χυθεί στο περιβάλλον. Κατά την τέλεια καύση της παράγεται διοξείδιο του άνθρακα και νερό.

Η αιθανόλη είναι ένα καύσιμο υψηλού αριθμού οκτανίων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο αύξησης του αριθμού οκτανίου της βενζίνης. Με την ανάμιξή της με τη βενζίνη επιτυγχάνουμε επίσης τον εμπλουτισμού του καυσίμου μίγματος σε οξυγόνο, με αποτέλεσμα μια πιο ολοκληρωμένη καύση, άρα και μειωμένες εκπομπές επικίνδυνων καυσαερίων.

Μίγματα καυσίμου-αιθανόλης με βενζίνη πωλούνται ευρύτατα στις Ηνωμένες Πολιτείες. Το πιο συνηθισμένο μίγμα είναι αυτό που αποτελείται από 10% αιθανόλη και 90% βενζίνη (E10). Οι κινητήρες των συμβατικών οχημάτων δεν απαιτούν μετατροπή για να κινηθούν με (E10) και επιπλέον η χρήση (E10) δεν έχει καμία επίπτωση στην εγγύηση του οχήματος.

Η αιθανόλη έγινε γνωστή στην ανθρωπότητα από τα προϊστορικά ακόμη χρόνια σαν κύριο συστατικό των αλκοολούχων ποτών. Η αιθυλική αλκοόλη, γνωστή και ως αιθανόλη, είναι μια εύφλεκτη, άχρωμη χημική ένωση, μία από τις αλκοόλες που βρίσκεται συχνότερα μέσα στα οινοπνευματώδη ποτά. Στην κοινή διάλεκτο, αναφέρεται συχνά και ως οινόπνευμα. Ο χημικός τύπος είναι C_2H_5OH και η μοριακή δομή είναι:



Σ. χ. 5.2: Μοριακή Δομή Αιθανόλης

Η καθαρή αιθανόλη έχει σημείο ζέσης 78,5°C και σημείο τήξης στους -114,5°C κάνοντας την ιδανική για χρήση σαν συστατικό αντιψυκτικών υγρών. Η πυκνότητά της είναι 789 gr/L, η οποία είναι 20% λιγότερη από αυτή του νερού. Είναι εύκολα διαλυτή στο νερό και είναι από μόνη της ένα καλό διαλυτικό και χρησιμοποιείται στα αρώματα και στα χρώματα.

Η αιθανόλη, η οποία έχει ίδια χημική σύσταση με τις αλκοόλες που βρίσκονται στα οιοπνευματώδη ποτά, μπορεί να φτάσει έως και 96% καθαρότητα κατ' όγκο κατά την απόσταξη και είναι τόσο καθαρή όσο και το νερό. Αυτό είναι αρκετό για την άμεση καύση της αιθανόλης. Για το συνδυασμό με τη βενζίνη, απαιτείται καθαρότητα από 99,5% έως 99,9%, ανάλογα με τη θερμοκρασία, ώστε να αποφευχθεί ο διαχωρισμός. Αυτές οι τιμές καθαρότητας επιτυγχάνονται με πρόσθετες βιομηχανικές διαδικασίες.

Η αιθανόλη στο νερό είναι ένα αζεοτροπικό μίγμα το οποίο δεν μπορεί να υποστεί καθαρότητα πέρα από 96% με τη διαδικασία της απόσταξης.

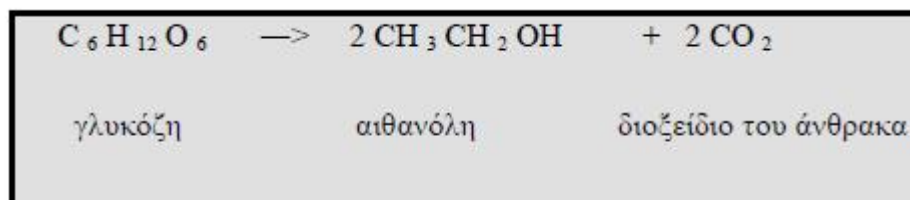
5.4. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

Η βιοαιθανόλη παράγεται από τη βιομάζα με δυο σημαντικές αντιδράσεις όπως θα αναφέρουμε στη συνέχεια.

1. Υδρόλυση. Η παραγωγή σακχαρούχου χυμού από αμυλούχες πρώτες ύλες είναι περισσότερο σύνθετη. Το άμυλο μετατρέπεται (υδρολύεται) σε ζυμώσιμα (απλά) σάκχαρα (γλυκόζη, μαννόζη και μαλτόζη). Μετά από μηχανική και θερμική κατεργασία το άμυλο υδρολύεται (σακχαροποιείται) με οξέα ή ένζυμα. Σημαντικό ρόλο για το είδος των προκατεργασιών έχουν:

- Ο βαθμός κρυσταλλικότητας της κυτταρίνης, και
- Το ποσοστό των ημικυταρρινών και της λυγνίνης

2. Ζύμωση. Είναι μια σειρά από χημικές αντιδράσεις που μετατρέπουν τα σάκχαρα σε αιθανόλη. Η αντίδραση ζύμωσης προκαλείται από βακτήρια ή ζύμες, τα οποία τρέφονται με σάκχαρα. Η αιθανόλη και το διοξείδιο του άνθρακα παράγεται όπως η ζάχαρη που καταναλώνεται. Η απλουστευμένη εξίσωση της αντίδρασης αυτής φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

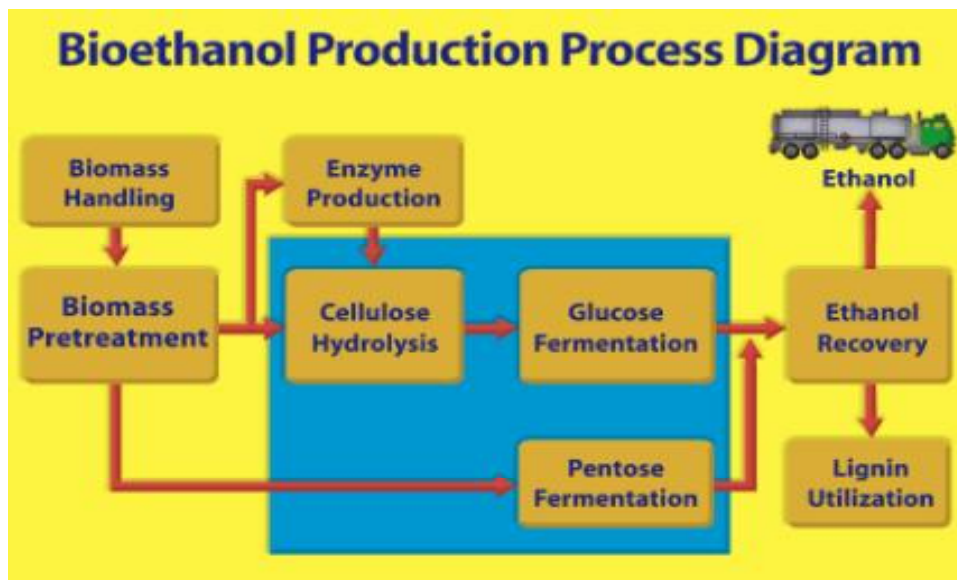


Σ.χ.5.3: Χημική αντίδραση ζύμωσης αιθανόλης

5.4.1 Περιγραφή της διαδικασίας

Οι βασικές διεργασίες για τη μετατροπή των καλλιεργειών της ζάχαρης και του αμύλου είναι γνωστές και χρησιμοποιούνται σήμερα εμπορικά. Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται σχηματικά η παραγωγή βιοαιθανόλης από την βιομάζα.

Είναι χαρακτηριστικό ότι τα είδη των φυτών που χρησιμοποιούνται συνήθως για την παραγωγή βιοαιθανόλης συνήθως έχουν μεγαλύτερη αξία ως πηγές τροφίμων από ότι ως πηγές καυσίμων. Βέβαια υπάρχουν και ορισμένες εξαιρέσεις σε αυτό. Για παράδειγμα, η Βραζιλία χρησιμοποιεί τις τεράστιες καλλιέργειες ζαχαροκάλαμου για την παραγωγή καυσίμων για τις ανάγκες της μεταφοράς. Η σημερινή αμερικάνικη βιομηχανία καυσίμου αιθανόλης βασίζεται κυρίως στο άμυλο των πυρήνων του καλαμποκιού το οποίο όμως αποτελεί μία από τις βασικότερες πηγές τροφής.



Σ. χ. 5.4: Διάγραμμα ροής παραγωγικής διαδικασίας βιοαιθανόλης

Τα στάδια της όλης διαδικασίας περιγράφονται αναλυτικότερα παρακάτω.

Χειρισμός βιομάζας (biomasshandling). Η βιομάζα περνάει μέσω ενός βήματος για να κάνει ευκολότερο το χειρισμό της και τη διαδικασία παραγωγής αιθανόλης πιο αποτελεσματική. Για παράδειγμα, τα γεωργικά κατάλοιπα περνάνε από μια διαδικασία αλέσεως και το ξύλο περνάει μέσω διαδικασίας σμίλευσης, για να επιτευχθεί ένα ενιαίο μέγεθος σωματιδίου.

Προεπεξεργασία βιομάζας(biomasspretreatment). Σε αυτό το βήμα, η ημικυτταρίνη της βιομάζας είναι κατανεμημένη σε απλά σάκχαρα. Η χημική αντίδραση που ονομάζεται υδρόλυση συμβαίνει όταν αραιό θειικό οξύ αναμιγνύεται με τη βιομάζα πρώτης ύλης. Σε αυτή την αντίδραση υδρόλυσης, οι σύνθετες αλυσίδες των σακχάρων που απαρτίζουν την ημικυτταρίνη έχουν σπάσει, ελευθερώνοντας απλά σάκχαρα.

Παραγωγή ενζύμου (enzyme production). Τα ένζυμα που χρησιμοποιούνται για την υδρόλυση της κυτταρίνης της βιομάζας έχουν μεγαλώσει σε αυτό το βήμα.

Υδρόλυση κυτταρίνης (cellulose hydrolysis). Σε αυτό το βήμα, η υπόλοιπη κυτταρίνη υδρολύεται σε γλυκόζη. Σε αυτή την αντίδραση ενζυματικής υδρόλυσης, κυτταρινούχα ένζυμα χρησιμοποιούνται για να σπάσουν τις αλυσίδες των σακχάρων που απαρτίζουν την κυτταρίνη, απελευθερώνοντας γλυκόζη.

Ζύμωση της γλυκόζης (glucose fermentation). Η γλυκόζη μετατρέπεται σε αιθανόλη, μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται ζύμωση. Η ζύμωση είναι μια σειρά από χημικές αντιδράσεις που μετατρέπουν τα σάκχαρα σε αιθανόλη.

Πεντόζη ζύμωση (pentose fermentation). Η ημικυτταρίνη της βιομάζας είναι πλούσια σε άνθρακα των πέντε σακχάρων, που καλούνται και πεντόζες. Η ξυλόζη, η πιο διαδεδομένη πεντόζη, αποδεσμεύεται από την αντίδραση ημικυτταρινούχας υδρόλυσης. Σε αυτό το βήμα, η ξυλόζη έχει υποστεί ζύμωση χρησιμοποιώντας γενετικά κατασκευασμένα βακτηρία.

Ανάκτηση αιθανόλης (ethanol recovery). Σε αυτό το βήμα, η αιθανόλη διαχωρίζεται από τα άλλα συστατικά. Το τελευταίο βήμα αφυδάτωσης αφαιρεί τυχόν εναπομείναντα νερό από την αιθανόλη.

Αξιοποίηση λυγνίνης (lignin utilization). Η λυγνίνη και άλλα υποπροϊόντα της διαδικασίας - από βιομάζα σε αιθανόλη - μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για τη διαδικασία παραγωγής αιθανόλης.

5.5 ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

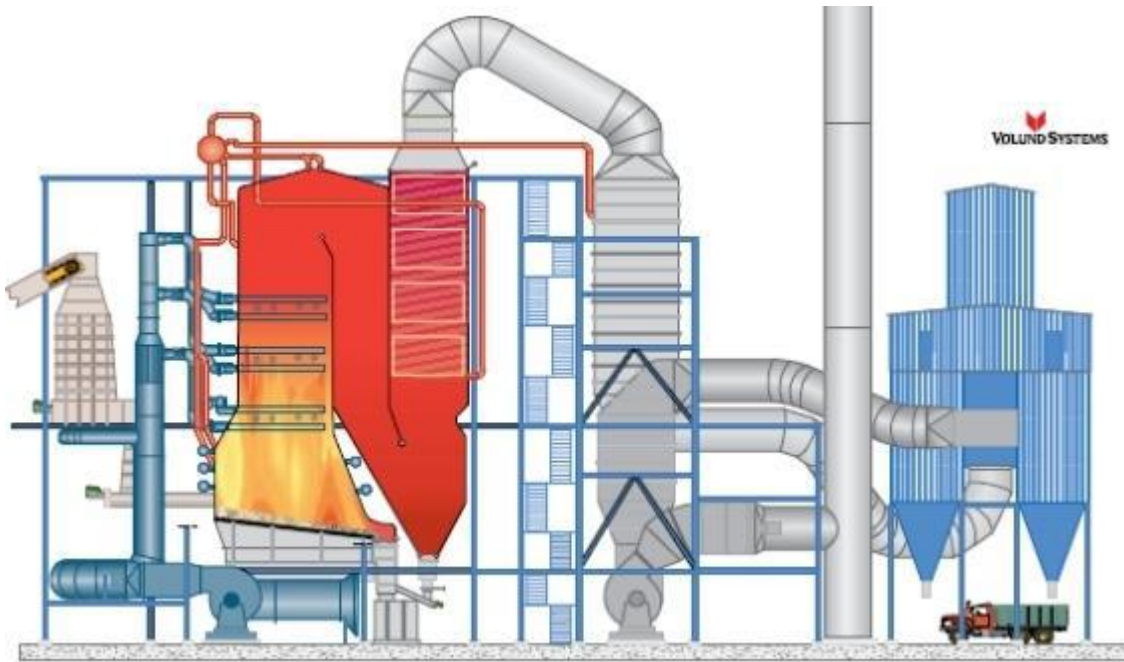
5.5.1 Παραγωγή αιθανόλης από καλαμπόκι

Με βάση τις σημερινές μεθόδους από δέκα στρέμματα καλαμπόκι παράγονται σχεδόν 2.500 λίτρα αιθανόλης το χρόνο.

Για να αναπτυχθεί όμως το καλαμπόκι, απαιτούνται μεγάλες δόσεις ζιζανιοκτόνων και αζωτούχων λιπασμάτων. Συνεπώς, το έδαφος διαβρώνεται περισσότερο σε σχέση με οποιαδήποτε άλλη καλλιέργεια. Επιπλέον, για την παραγωγή αιθανόλης από καλαμπόκι καταναλώνεται σχεδόν ίση ποσότητα ορυκτών καυσίμων με αυτή που η ίδια η αιθανόλη υποκαθιστά.

Για την παραγωγή αιθανόλης από καλαμπόκι ακολουθούνται οι τυπικές διαδικασίες ενός μεγάλου αποστακτηρίου. Το καλαμπόκι αλέθεται και αναμειγνύεται με νερό και θερμαίνεται ενώ με την προσθήκη ενζύμων το άμυλο διασπάται σε σάκχαρα. Μέσα στη δεξαμενή ζύμωσης οι σακχαρομύκητες μετατρέπουν τα σάκχαρα σε αλκοόλη η οποία στη συνέχεια διαχωρίζεται από το νερό με απόσταξη.

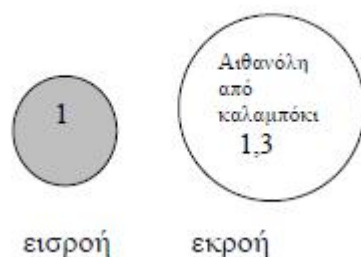
Ότι περισεύει από αυτή τη διαδικασία δηλαδή τα υπολείμματα της απόσταξης χρησιμοποιείται ως τροφή για τις αγελάδες, ενώ ένα μέρος από τα πλούσια σε άζωτο λύματα διοχετεύεται στα χωράφια για λίπασμα. Από αυτή τη διαδικασία όμως παράγονται και μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα γεγονός που αμαυρώνει το πράσινο προφίλ της αιθανόλης.



Σ. χ 5.5 : Μονάδα παραγωγής βιοαιθανόλης

Στα περισσότερα εργοστάσια αιθανόλης ο απαραίτητος για τη διαδικασία της απόσταξης ατμός προέρχεται από την καύση φωταερίου ή όλο και πιο συχνά από γαιάνθρακα. Οι εκπομπές που προκαλούνται από αυτή την καύση προστίθενται στο CO₂ που παράγεται από τη μαγιά. Επιπλέον για την καλλιέργεια και την ανάπτυξη του καλαμποκιού χρησιμοποιείται αζωτούχο λίπασμα το οποίο παράγεται από φυσικό αέριο και απαιτείται εκτεταμένη χρήση πετρελαιοκίνητων γεωργικών μηχανημάτων.

Όσον αφορά το ενεργειακό ισοζύγιο, η ενέργεια που προέρχεται από ορυκτά καύσιμα και χρησιμοποιείται για την παραγωγή του καυσίμου (εισροή) συγκριτικά με την ενέργεια που περιέχεται στο καύσιμο (εκροή) είναι 1 προς 1,3 όπως φαίνεται στο σχήμα 5.6.



Σ. χ. 5.6: Ενεργειακό ισοζύγιο

Σύμφωνα με τις μελέτες σχετικά με το ενεργειακό ισοζύγιο της παραγωγής αιθανόλης από καλαμπόκι στην Αμερική, δηλαδή την ποσότητα ενέργειας που προέρχεται από τα ορυκτά καύσιμα και χρησιμοποιείται για την παρασκευή της σε αντιδιαστολή προς την ενέργεια που αυτή παράγει, η αιθανόλη είναι χαμένο παιχνίδι αφού για την παραγωγή της απαιτεί περισσότερα ρυπογόνα ορυκτά καύσιμα από αυτά που υποκαθιστά. Άλλες πάλι

μελέτες δίνουν στην αιθανόλη ένα σχετικό πλεονέκτημα. Όμως ότι και να λένε οι αριθμοί, η αιθανόλη από καλαμπόκι δεν αποτελεί πανάκεια για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για την παραγωγή και κατά την κατανάλωση παρουσιάζονται στο σχήμα 5.7.

2,44	1,94
Βενζίνη	αιθανόλη από καλαμπόκι
<i>Κιλά/λίτρο</i>	<i>21% λιγότερες</i>

Σ. χ 5.7: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου με παραγωγή αιθανόλης από καλαμπόκι

5.5.2 Παραγωγή αιθανόλης από ζαχαροκάλαμο

Το κλειδί στη ραγδαία αύξηση της ζήτησης αιθανόλης είναι το ζαχαροκάλαμο και αυτό γιατί τα 10 στρέμματα από αποδίδουν 5.700-7.600λίτρα αιθανόλης ποσότητα υπερδιπλάσια από αυτή του καλαμποκιού.

Είναι χαρακτηριστικό ότι ενώ, το άμυλο από τους κόκκους του καλαμποκιού πρέπει να διαχωριστεί σε σάκχαρο με την προσθήκη ακριβών ενζύμων προκρινόμενου να γίνει η ζύμωση, το 20% του καλαμιού στο ζαχαροκάλαμο είναι ήδη σάκχαρο και η ζύμωση του ξεκινά σχεδόν αμέσως μετά τη συγκομιδή του.

Τα χωράφια από ζαχαροκάλαμο δίνουν μέχρι και επτά σοδειές πριν χρειαστεί να ξαναφυτευτούν και τα διυλιστήρια ανακυκλώνουν τα λύματα τους μετατρέποντας τα σε λίπασμα. Τα περισσότερα από αυτά δεν χρησιμοποιούν ούτε ορυκτά καύσιμα ούτε ηλεκτρικό ρεύμα. Επιπλέον η θέρμανση και η ενέργεια προέρχονται από την καύση των υπολειμμάτων ζαχαροκάλαμων που συνήθως παράγουν ένα μικρό πλεόνασμα ενέργειας. Ακόμα και τα φορτηγά που μεταφέρουν ζαχαροκάλαμο και τα γεωργικά μηχανήματα καίνε ένα μείγμα πετρελαίου και αιθανόλης.

Σύμφωνα λοιπόν με τις εκτιμήσεις των επιστημόνων η παραγωγή και η καύση αιθανόλης από το ζαχαροκάλαμο προκαλεί 55-90% λιγότερες εκπομπέςCO₂ από ότι η βενζίνη όπως μπορούμε να δούμε στο παρακάτω σχήμα 5.8.

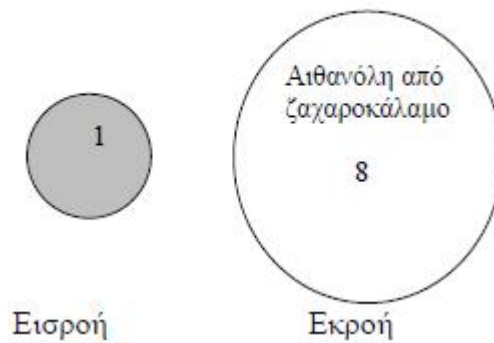
2,44	1,08
Βενζίνη	αιθανόλη από ζαχαροκάλαμο
<i>Κιλά/λίτρο</i>	<i>56% λιγότερες</i>

Σ. χ. 5.8: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου με παραγωγή αιθανόλης από Ζαχαροκάλαμο

Παρ' όλα αυτά το ζαχαροκάλαμο έχει και τα δικά του προβλήματα όπως:

- Η συγκομιδή των ζαχαροκάλαμων γίνεται με τα χέρια. Πρόκειται για μια εργασία εξουθενωτική,
- Για να διευκολυνθεί η κοπή του ζαχαροκάλαμου συνήθως πριν τη συγκομιδή γίνεται καύση των χωραφιών. Έτσι ο αέρας γεμίζει κάπνα ενώ ελευθερώνεται μεθάνιο και πρωτοξείδιο του αζώτου, δυο δραστικά αέρια του θερμοκηπίου, και
- Ακόμη οι εκτάσεις ζαχαροκάλαμου που προβλέπεται ότι θα διπλασιαστούν μέσα στην επόμενη δεκαετία εξαπλώνονται συμβάλλοντας στην αποψίλωση των δασών.

Όσον αφορά το ενεργειακό ισοζύγιο η ενέργεια από ορυκτά καύσιμα για την παραγωγή του καυσίμου (εισροή) συγκριτικά με αυτήν που αποδίδει (εκροή) είναι 1 προς 8 όπως φαίνεται και στο σχήμα 5.9.



Σ. χ. 5.9: Ενεργειακό ισοζύγιο

5.5.3 Παραγωγή αιθανόλης από φύκια

Δεν υπάρχει κάποια καλλιέργεια θαύμα για την παραγωγή καύσιμου, η οποία θα επιλύσει τα ενεργειακά μας προβλήματα και παράλληλα δε θα είναι επιβλαβής για το περιβάλλον.

Μια καλλιέργεια όμως η οποία μπορεί να πλησιάσει το ιδανικό για την παραγωγή βιοαιθανόλης είναι τα φύκια των λιμνών και των θαλασσών αφού μπορούν και αναπτύσσονται μέσα σε λύματα και στο θαλασσινό νερό, όπου δε χρειάζονται τίποτε άλλο εκτός από το φως του ήλιου και το διοξείδιο του άνθρακα για να ευδοκιμήσουν.

Ο τρόπος της παραγωγικής διαδικασίας είναι παρόμοιος με εκείνη του καλαμποκιού και του ζαχαροκάλαμου μόνο που σε αυτή την περίπτωση δεν απαιτούνται επιπλέον εισροές ενέργειας για την παραγωγή της βιοαιθανόλης.

Ενώ τα δέκα στρέμματα καλαμποκι παράγουν σχεδόν 2.500 λίτρα αιθανόλη το χρόνο και τα 10 στρέμματα ζαχαροκάλαμου αποδίδουν 5.700-7.600 λίτρα αιθανόλης δέκα στρέμματα από φύκια μπορούν θεωρητικά να μας προσφέρουν πάνω από 45.000 λίτρα βιοκαύσιμα το χρόνο.

Λίγες είναι σήμερα οι επιχειρήσεις που δοκιμάζουν να μετατρέψουν αυτό το φυτό σε καύσιμο. Η GreenfuelTechnologies στο Κέιμπριτζ της Μασαχουσέτης ηγείται αυτού του εγχειρήματος. Αυτή η εταιρεία έχει αναπτύξει την εξής διαδικασία: Χρησιμοποιεί φύκια μέσα σε πλαστικούς σωλήνες με τη βοήθεια των οποίων απορροφά το CO₂ που αναδίδουν οι καμινάδες των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής. Τα φύκια δεν περιορίζουν απλώς τα αέρια ενός εργοστασίου που είναι υπεύθυνα για την υπερθέρμανση του πλανήτη άλλα ταυτόχρονα καταβροχθίζουν και άλλους ρύπους. Από κάποια φύκια παράγεται άμυλο, το οποίο μετά από επεξεργασία μας δίνει αιθανόλη από άλλα παίρνουμε σταγονίδια ελαίου που μετά το βράσιμο μετατρέπονται σε βιοντίζελ ή ακόμα και σε καύσιμο αεριωθούμενων. Όμως το καλύτερο από όλα είναι ότι υπό κατάλληλες συνθήκες τα φύκια διπλασιάζουν τον όγκο τους και εκτός αυτού δίνουν σοδειά κάθε μέρα ενώ μπορούν να καλλιεργηθούν και σε μεγάλο εύρος κλιματικών συνθηκών και ποιότητας εδαφών μέσα σε λίγες ώρες.

Στο σχήμα 5.10 που ακολουθεί φαίνεται πως ακριβώς τοποθετούνται τα φύκια πάνω στους σωλήνες έτσι ώστε να απορροφούν το CO₂ και οι εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούνται για την μετέπειτα κατεργασία τους.



Σ. χ. 5.10: Παραγωγική διαδικασία βιοαιθανόλης από φύκια

5.5.4 Παραγωγή αιθανόλης από γλυκό σόργο

Το γλυκό σόργο είναι μια άνυδρη καλλιέργεια που χρησιμοποιεί πολύ λιγότερο νερό από ότι το ζαχαροκάλαμο και το καλαμπόκι και για την καλλιέργεια του δεν απαιτείται τροπικό κλίμα. Οι αποδόσεις του γλυκού σόργου ποικίλουν, ανάλογα με την περιοχή, τις κλιματικές συνθήκες, τη γονιμότητα του εδάφους και τις καλλιεργητικές τεχνικές, που εφαρμόζονται. Η απόδοση σε χλωρή βιομάζα κυμάνθηκε από 5 έως 8 τόνους /στρέμμα ενώ σε μεμονωμένες περιπτώσεις παρατηρήθηκαν αποδόσεις που έφτασαν τους 14τόνους/στρέμμα.

Σύμφωνα με πειραματικά δεδομένα, που βασίζονται στο χλωρό βάρος των στελεχών και στην περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα, μπορεί να εξασφαλιστεί, θεωρητικά, μέση παραγωγή αιθανόλης 675 λίτρων /στρέμμα.

5.5.5 Παραγωγή αιθανόλης από ζαχαρότευτλα

Η εκμετάλλευση καλλιέργειας ζαχαρότευτλων για την παραγωγή βιοαιθανόλης είναι από τις καλύτερες, από την άποψη ότι έχει χαμηλότερες απαιτήσεις σε νερό. Η συνολική παραγωγή τους και η καλλιεργούμενη έκταση αυξήθηκαν βαθμιαία (0,40 εκατομμύρια στρέμματα το 1991 και 0,48εκατομμύρια στρέμματα το 2000), με μια ετήσια παραγωγή των 2,6 εκατ. Τόνων και των 3,0 εκατ. τόνων, αντίστοιχα. Τέλος οι μέσες αποδόσεις ζαχαρότευτλων ανέρχονται περίπου σε 6.760 κιλά/ στρέμμα.

Στο πίνακα που ακολουθεί βλέπουμε τις αποδόσεις των πιο σημαντικών πρώτων υλών για την παραγωγή βιοαιθανόλης.

Πρώτη Ύλη	Απόδοση (κιλά/στρ.)	Απόδοση σε βιοκαύσιμο (κιλά/στρ.)	Απόδοση σε βιοκαύσιμο (λίτρα/στρ.)
Σιτάρι	150 – 800	36 – 190	45 – 240
Αραβόσιτος	900	213	270
Τεύτλα	6.000	475	600
Σόργο	7.000 10.000	553 - 790	675 - 900

Αποδόσεις διαφόρων φυτών ανά στρέμμα σε σπόρο και αλκοόλη για παραγωγή βιοαιθανόλης

5.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ/ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση της βιοαιθανόλης είναι:

A. Πολιτικό-οικονομικές επιπτώσεις:

- Μείωση ενεργειακής εξάρτησης,
- Υπεραξία αγροτικών υλών,
- Αύξηση θέσεων εργασίας και αγροτικού εισοδήματος, και
- Συγκράτηση αγροτικού πληθυσμού.
-

B. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις:

- Ανανεώσιμη πρώτη ύλη,
- Σημαντική ελάττωση ρύπανσης αφού εκπέμπουν λιγότερα CO₂, CO, υδρογονάνθρακες.

Τα μειονεκτήματα που συνδέονται με τη χρήση της βιοαιθανόλης είναι τα εξής:

- **Παραγωγή από γεωργικά προϊόντα και υποπροϊόντα.** Στα προϊόντα είναι υψηλό το κόστος σακχαρούχων και αμυλούχων προϊόντων (τεύτλα, καλαμπόκι κ.α) που χρησιμοποιούνται ανταγωνιστικά για την παραγωγή τροφίμων (καύσιμα αντί τρόφιμα). Τα υποπροϊόντα εμφανίζουν λιγνοκυτταρινούχα κατάλοιπα και είναι δύσκολη η συλλογή, η μεταφορά και η αποθήκευσή τους.
- **Τεχνολογικά χαρακτηριστικά.** Παρουσιάζει μεγαλύτερη τάση ατμών από τη βενζίνη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

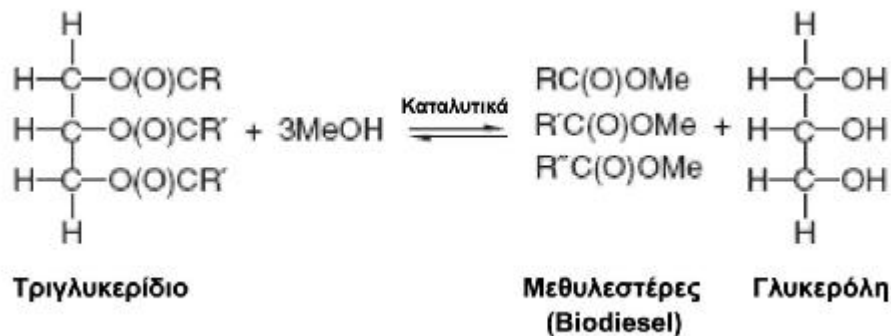
6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα υποσχόμενο βιοκαύσιμο, παραπλήσιο και άριστο υποκατάστατο του συμβατικού ντίζελ, είναι το βιοντίζελ, το οποίο προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (βιομάζα) όπως είναι τα φυτικά έλαια, τα ζωικά λίπη καθώς και υπολείμματα λιπαντικών ουσιών με τη μέθοδο της μετεστεροποίησης των τριγλυκεριδίων, που αποτελούν το κύριο συστατικό τους. Αποτελεί ένα άριστο υποκατάστατο του συμβατικού ντίζελ και μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτούσιο ή σε μίγματα με αυτό στους ήδη υπάρχοντες πετρελαιοκινητήρες.

Το ενδιαφέρον μας για το βιοντίζελ πηγάζει ακριβώς από την σημασία του ντίζελ ως καύσιμο. Έτσι τόσο σε επίπεδο μεταφορών όσο και για την παραγωγή ηλεκτρικής και μηχανικής ενέργειας το ντίζελ αποτελεί ένα από τα κυριότερα μέσα για την παραγωγή ενέργειας. Έτσι σε τομείς όπως οι επίγειες μεταφορές, οι θαλάσσιες μεταφορές, η γεωργία, η βιομηχανία, αλλά και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας το ντίζελ διαδραματίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο ως καύσιμη πρώτη ύλη. Εξαιτίας μάλιστα αυτής της ευρύτητας της χρησιμοποίησης του ντίζελ σε όλο το φάσμα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων σε χώρες όπως οι ΗΠΑ η χρήση του είναι συνυφασμένη με την ισχύ της οικονομίας. Είναι κατανοητό το γεγονός ότι με την αύξηση της χρήσης ενός βιοκαυσίμου όπως το βιοντίζελ η βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος τουλάχιστον όσον αφορά την εμφάνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι δεδομένη.

Το βιοντίζελ είναι το γενικό όνομα με το οποίο χαρακτηρίζουμε τα καύσιμα τα οποία προέρχονται από εστεροποίηση ελαίων φυτικής προέλευσης. Όπως προαναφέρθηκε σε αυτή την διαδικασία δεν μετέχουν μόνο έλαια φυτικής προέλευσης αλλά και ζωικά λίπη καθώς και υπολείμματα λιπαντικών ουσιών. Αυτή η εστεροποίηση μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας μεθανόλη ή αιθανόλη και περιγράφεται από την αντίδραση η οποία παρουσιάζεται στην αντίδραση 6.1.

(6.1)



Το βιοντίζελ το οποίο παράγεται με αυτόν τον τρόπο μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας (ή στη χειρότερη των περιπτώσεων με ελάχιστες τροποποιήσεις) σε ένα κινητήρα Diesel. Μάλιστα σε πολλές χώρες οι κατασκευαστές κινητήρων κατασκευάζουν τις μηχανές τους με κάλυψη χρήσης βιοντίζελ μέχρι και ποσοστό 100% χωρίς να έχουν παρατηρηθεί ιδιαίτερα προβλήματα κατά την χρήση αυτή. Σε γενικές γραμμές αποτελεί καύσιμη ύλη με εξαιρετικά χαρακτηριστικά και θεωρείται ως μια ιδιαίτερα σημαντική περίπτωση παραγωγής ενέργειας χρησιμοποιώντας ως πρώτη ύλη τη βιομάζα.

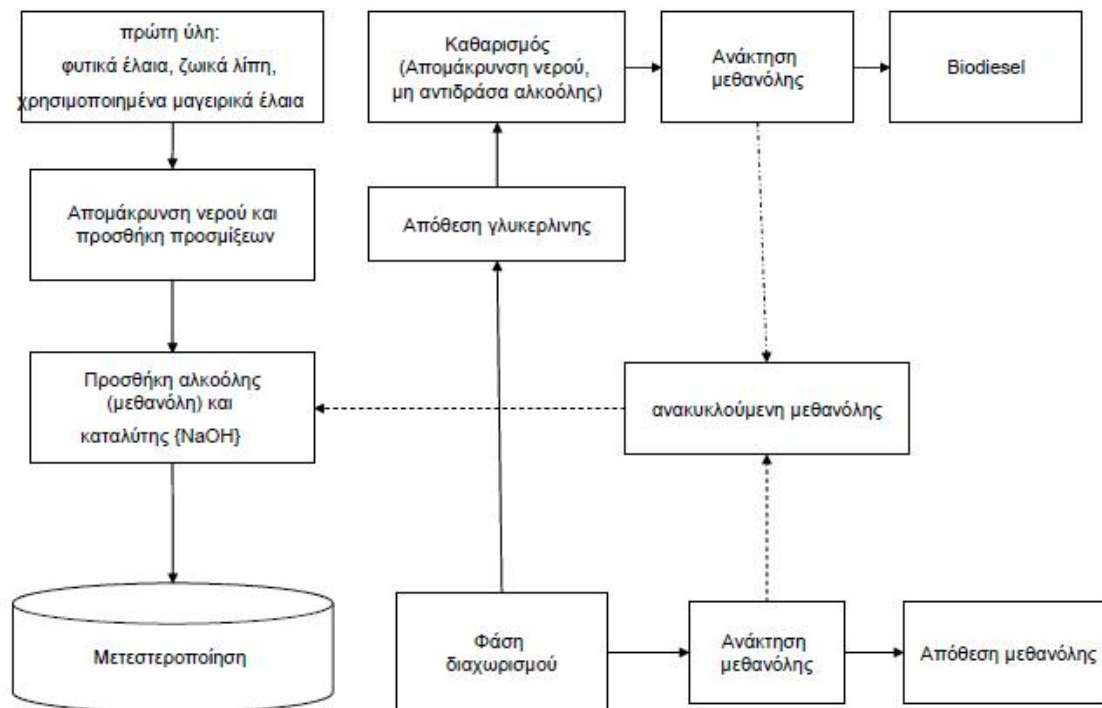


Σ. χ 6.2: Χρώμα και υφή του βιοντίζελ

Σε γενικές γραμμές το βιοντίζελ παράγεται από το έλαιο των καρπών συγκεκριμένων καλλιεργειών με χαρακτηριστικότερα παραδείγματα αυτά της σόγιας, του σιναπιού, της καρύδας, του καλαμποκιού και του ηλίανθου. Βέβαια σαφώς και υπάρχουν δεκάδες άλλες καλλιέργειες οι καρποί των οποίων μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ελαίου, το οποίο μπορεί να δώσει βιοντίζελ και ανάλογα με την γεωγραφική περιοχή μπορεί να επιλεγούν οι καταλληλότερες.

Κατά την διαδικασία παραγωγής αυτό το οποίο συμβαίνει είναι η εκχύλιση, με τη βοήθεια πίεσης, του ελαίου και στη συνέχεια η αντίδρασή του με άλλες ενώσεις σε μια απλή σχετικά χημική αντίδραση. Το αποτέλεσμα της παραπάνω αντίδρασης είναι η παραλαβή του βιοντίζελ και ο σχηματισμός ενός σάπωνα. Ακολουθεί απομάκρυνση του παραπροϊόντος και μια τελική διήθηση προκειμένου το προϊόν να είναι κατάλληλο προς άμεση χρήση. Το παραπροϊόν της αντίδρασης το οποίο είναι η γλυκερίνη αποτελεί υλικό με ιδιαίτερη σημασία αφού αποτελεί πρώτη ύλη για τη παραγωγή σαπουνιών αλλά και άλλων προϊόντων στο χώρο της φαρμακευτικής και της κοσμετολογίας. Υπολογίζεται ότι πρακτικά για κάθε δέκα μέρη παραγόμενου βιοντίζελ παράγεται ένα μέρος βάρους γλυκερίνης.

Παρ' όλη όμως την αρχική σημασία της γλυκερίνης αυτή η οποία λαμβάνεται με την παραπάνω διαδικασία παρουσιάζει μειωμένη οικονομική αξία αφού περιέχει σημαντικό ποσό νερού και υπολείμματα καταλυτών και πρέπει να επανακαθαριστεί προκειμένου, να αποκτήσει καθαρότητα μεγαλύτερη το 98% όποτε και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραλαβή προϊόντων. Επιπλέον η κατακόρυφη αύξηση της παραγωγής βιοντίζελ έχει προκαλέσει και αλματώδη αύξηση στη παραγωγή της γλυκερίνης και κατά συνέπεια πτώση στην διεθνή τιμή αυτής. Στο σχ6.3 το οποίο ακολουθεί παρουσιάζεται σχηματικά η σύνθεση του βιοντίζελ.



Σ. χ. 6.3 : Σχηματική αναπαράσταση παρασκευής βιοντίζελ

Το βιοντίζελ αποτελεί ίσως το πιο σημαντικό από τα εναλλακτικά καύσιμα τα οποία είναι σε θέση να υποκαταστήσουν το πετρέλαιο και παράγεται από πηγές οι οποίες είναι φυσικές και προέρχονται τόσο από την άμεση χρησιμοποίηση των καρπών των καλλιεργειών που ήδη αναφέραμε πιο πάνω, όσο και από άχρηστα έλαια μαγειρικής προέλευσης ή ζωικά λίπη.

Στη παρούσα φάση η αξιοποίηση των παραπάνω πρώτων υλών, σε παγκόσμιο επίπεδο, δεν είναι αρκετή προκειμένου να υποκαταστήσουμε σε επαρκή βαθμό τη χρησιμοποίηση των ορυκτών υγρών καυσίμων. Με την ολοένα όμως και αυξανόμενη παραγωγή του βιοντίζελ, μπορούμε να ελαττώσουμε σε σημαντικό βαθμό την εξάρτηση από το πετρέλαιο και τα παράγωγά του, ενώ επιπλέον το όφελος από τον περιορισμό ρύπων υπεύθυνων για την εμφάνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι τεράστια.

Τόσο τα φυτικά έλαια όσο και τα ζωικά λίπη ανήκουν σε μια κατηγορία χημικών ενώσεων τα οποία είναι γνωστά ως Λιπίδια. Τα λιπίδια αποτελούν προϊόντα μεταβολισμού των ζωντανών οργανισμών και απαντώνται ευρέως στη φύση. Αν και οι λειτουργίες τις οποίες επιτελούν ή συμμετέχουν είναι πολλές, κυρίως είναι γνωστά για την ενεργειακή τους χωρητικότητα. Τα περισσότερα από τα λιπίδια μπορούν εύκολα να διαλυθούν σε κοινούς οργανικούς διαλύτες γεγονός το οποίο σημαίνει ότι παρουσιάζουν ισχυρό υδρόφοβο χαρακτήρα. Εάν ένα λιπίδιο είναι στερεό σε θερμοκρασία 25°C λέγεται λίπος, σε αντίθετη περίπτωση χαρακτηρίζεται ως έλαιο. Ουσιαστικά τα λίπη είναι ζωικής προέλευσης ενώ τα έλαια φυτικής. Και στις δύο όμως περιπτώσεις είναι υπό την μορφή τριγλυκεριδίων τα οποία είναι τριεστέρες της γλυκερόλης και ελεύθερων λιπαρών οξέων.

Η παραγωγή του βιοντίζελ αν και έχει τις βάσεις της αρκετά παλαιότερα θεωρείται από τις πιο σύγχρονες ερευνητικά στο χώρο της παραγωγής καυσίμων αφού λόγοι τόσο περιβαλλοντικοί όσο και οικονομικοί επιτάσσουν την ανεξάρτηση από τα παράγωγα των ορυκτών καυσίμων. Παρά το γεγονός ότι η συμπεριφορά του βιοντίζελ σε ένα κινητήρα είναι απολύτως συγκρίσιμη με αυτήν του ντίζελ είναι απαραίτητο για την επιτυχημένη χρήση και

εμπορία του βιοντίζελ σε παγκόσμιο επίπεδο η ανάγκη ανάπτυξης κάποιων κανόνων καταλληλότητας και αξιοπιστίας του προς διάθεση καύσιμου υλικού.

<u>Ιδιότητες</u>	<u>Βιοντίζελ</u>	<u>Συμβατικό Ντίζελ</u>
Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη (kcal/kg)	9040	10200
Σημείο Ανάφλεξης ⁸ (°C)	91 – 135	77
Πυκνότητα (kg/l) στους 15 °C	0,88	0,84
Μοριακό Βάρος (kg/kmol)	296	170 – 200
Αριθμός Κετανίων	54	50
Περιεκτικότητα O ₂ (κ.β. %)	9,2 – 11,0	0- 0,6

Σ. χ. 6.4 : Ιδιότητες Βιοντίζελ-Ντίζελ

Πρέπει να σημειωθεί ότι όπως και για την αιθανόλη έτσι και στην περίπτωση του βιοντίζελ μπορούμε να έχουμε μείγματα του καυσίμου με καθαρό ντίζελ. Έτσι με την ένδειξη B100 αναφερόμαστε σε 100 % καθαρό βιοντίζελ, ενώ κατ' αντιστοιχία με όσα έχουμε ήδη αναφέρει καύσιμα με την ένδειξη B20 αντιστοιχούν σε 20% καθαρό βιοντίζελ και 80% ντίζελ.

Στις παραγράφους οι οποίοι ακολουθούν δίνεται μία όσο το δυνατόν πιο αναλυτική εικόνα σχετικά με την παραγωγή του βιοντίζελ.

6.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

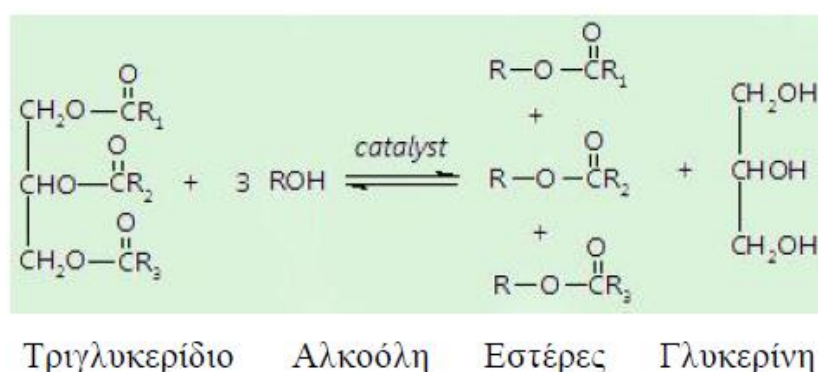
Η μέθοδος παραγωγής βιοντίζελ που εφαρμόζεται παγκόσμια σε βιομηχανικό επίπεδο συνίσταται στην αντίδραση (μετεστεροποίηση) των τριγλυκεριδίων με κάποια αλκοόλη μικρού μοριακού βάρους. Τα τριγλυκερίδια είναι τριεστέρες της γλυκερόλης, δηλ. της 1,2,3-προπανοτριόλης, με λιπαρά οξέα(μονοκαρβοξυλικά οξέα μεγάλης ανθρακικής αλυσίδας) και αποτελούν το κύριο συστατικό (σε ποσοστό μέχρι και 98% κ. β.) των φυτικών ελαίων και ζωικών λιπών. Στον Πίνακα 6.5 δίνεται η σύσταση των τριγλυκεριδίων ορισμένων γνωστών φυτικών ελαίων και ζωικών λιπών απ' όπου παράγεται το βιοντίζελ.

Έλαια και Λίπη	14:0	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3
Σογιέλαιο	-	6-10	2-5	20-30	50-60	5-11
Καλαμποκέλαιο	1-2	8-12	2-5	19-49	3 4-62	ίχνη
Φυστικέλαιο	-	8-9	2-3	50-65	20-30	-
Ελαιόλαδο	-	9-10	2-3	73-84	10-12	ίχνη
Βαμβακέλαιο	0-2	20-25	1-2	23-35	40-50	ίχνη
Κραμβέλαιο(2)	-	4.3	1.3	59.9	21.1	13.2
Κραμβέλαιο(3)	-	3.0	0.8	13.1	14.1	9.7
Κίτρινο Λίπος	2.43	23.24	12.96	44.32	6.97	0.67

Πίνακας 6.5
Τυπική σύσταση διαφόρων ελαίων και λιπών για την παραγωγή βιοντίζελ.

Στη διαδικασία παραγωγής, ως αλκοόλη χρησιμοποιείται συνήθως η μεθανόλη λόγω του χαμηλού κόστους και των φυσικών και χημικών πλεονεκτημάτων που διαθέτει. Ειδικοί καταλύτες (βάσεις, οξέα και ένζυμα) βοηθούν την αντίδραση, η οποία πραγματοποιείται σε χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες.

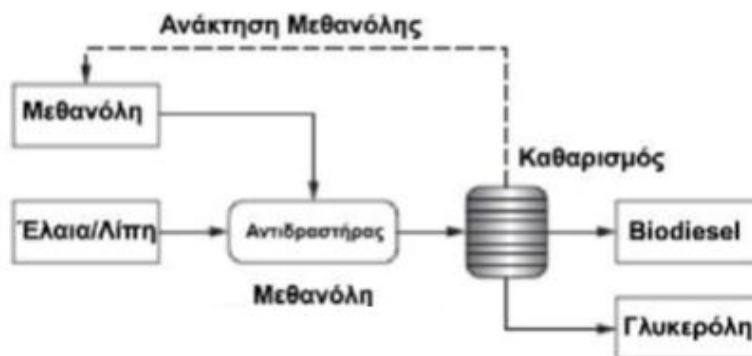
Κατά τη διάρκεια της αντίδρασης μετεστεροποίησης τα λιπαρά τμήματα του τριγλυκεριδίου αντικαθίστανται από το υδροξύλιο της αλκοόλης οπότε παράγονται αλκυλεστέρες λιπαρών οξέων και ως ενδιάμεσα διγλυκερίδια και μονογλυκερίδια, τα οποία με τη σειρά τους δίνουν νέους αλκυλεστέρες. Στο τέλος της αντίδρασης έχουν παραχθεί οι αλκυλεστέρες των λιπαρών οξέων(μεθυλεστέρες εφόσον ως αλκοόλη έχει χρησιμοποιηθεί η μεθανόλη), οι οποίοι αποτελούν το βιοντίζελ, και γλυκερίνη ως παραπροϊόν. Ακολουθεί κατάλληλος διαχωρισμός των προϊόντων και καθαρισμός του παραγόμενου βιοντίζελ. Στο σχήμα 6.6 φαίνεται συνοπτικά η αντίδραση μετεστεροποίησης τριγλυκεριδίου με αλκοόλη.



Σχ. 6.6: Αντίδραση Μετεστεροποίησης Τριγλυκεριδίου

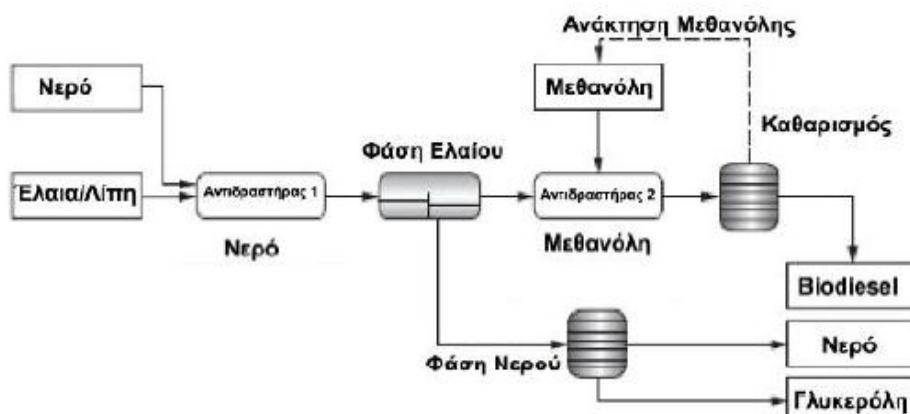
Το είδος του καταλύτη που χρησιμοποιείται στην αντίδραση μετεστεροποίησης είναι σημαντικός παράγοντας, αφού καθορίζει την ποιότητα που πρέπει να έχουν οι πρώτες ύλες. Οι συνθήκες της αντίδρασης (θερμοκρασία, πίεση και αναλογίες των ποσοτήτων των αντιδραστηρίων) καθώς και τα στάδια διαχωρισμού των προϊόντων επίσης καθορίζονται από την ποιότητα των πρώτων υλών σε συνδυασμό με το είδος του καταλύτη. Οι διεργασίες στις οποίες βασίζεται η έως τώρα ανάπτυξη των μονάδων παραγωγής βιοντίζελ πρώτης γενιάς σε ολόκληρο τον κόσμο χρησιμοποιούν ως καταλύτες κυρίως ισχυρές βάσεις (NaOH ή KOH, CH₃ONa κ.ά.), οι οποίες διαλύονται στη μεθανόλη, σπανίως δε ισχυρά οξέα (πυκνό H₂SO₄).

Εκτός όμως από τις όποιες καταλυτικές διαδικασίες χρησιμοποιούνται για την σύνθεση του βιοντίζελ, πρόσφατα έχουν παρουσιασθεί εξαιρετικά αποτελεσματικές διαδικασίες οι οποίες δεν έχουν καταλυτικό χαρακτήρα. Οι παραπάνω διεργασίες πραγματοποιούνται με χρησιμοποίηση μεθανόλης η οποία βρίσκεται σε υπερκρίσιμη κατάσταση (SCM) και αποτελούν μια πολλά υποσχόμενη τεχνική. Στο σχ.6.7 το οποίο ακολουθεί παρουσιάζεται σχηματικά ο ένας τρόπος με τον οποίο μπορούμε να οδηγηθούμε στην παραγωγή βιοντίζελ. Κατά την διαδικασία αυτή η αντίδραση μετατροπής πραγματοποιείται με την χρησιμοποίηση μεθανόλης.



Σ. χ. 6.7: Παραγωγή βιοντίζελ με μετεστεροποίηση ελαίων/λιπών σε ένα στάδιο

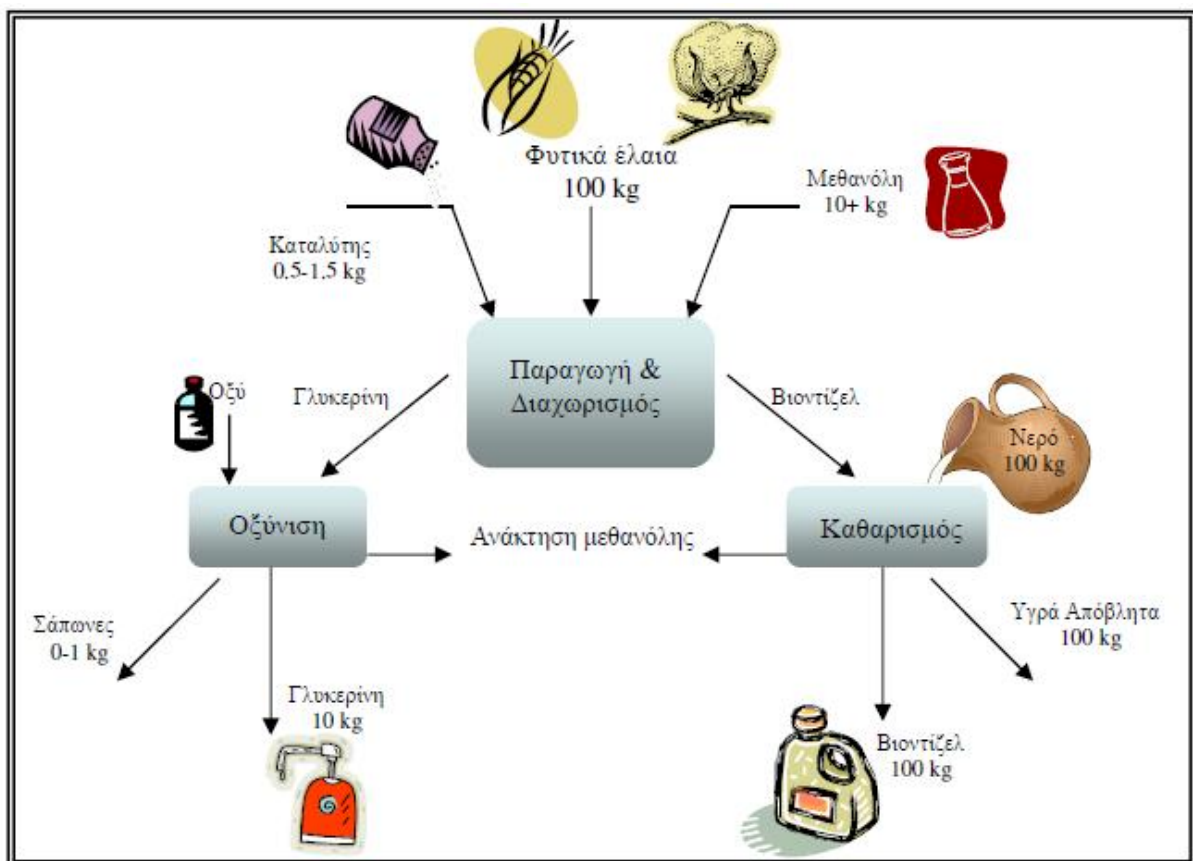
Προκειμένου να επιτύχουμε ακόμα πιο ήπιες συνθήκες αντίδρασης πραγματοποιήθηκαν περαιτέρω προσπάθειες, οι οποίες οδήγησαν στην ανάπτυξη μιας τεχνικής δύο σταδίων η οποία παρουσιάζεται στο σχήμα 6.8 το οποίο ακολουθεί.



Σ. χ. 6.8: Παραγωγή βιοντίζελ με μετεστεροποίηση ελαίων/λιπών σε δύο στάδια

Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή τα λίπη και τα έλαια τα οποία χρησιμοποιούμε υπόκεινται σε μια αρχική κατεργασία με νερό το οποίο βρίσκεται σε υπερκρίσιμη κατάσταση. Με τον τρόπο αυτό υδρολύονται οι εστέρες των λιπαρών οξέων δημιουργώντας ελεύθερα λιπαρά οξέα. Μετά την υδρόλυση το μείγμα της αντίδρασης συνίσταται σε ένα διφασικό σύστημα το οποίο περιέχει μία οργανική φάση (άνω στοιβάδα) και μία υδατική φάση (κάτω στοιβάδα). Στην οργανική φάση περιέχονται τα λιπαρά οξέα ενώ η υδατική φάση περιέχει γλυκερόλη και νερό. Αποτέλεσμα αυτής της προσέγγισης είναι ο διαχωρισμός των δύο φάσεων και η επίδραση μεθανόλης στην φάση η οποία περιέχει τα λιπαρά οξέα σχηματίζοντας τους επιθυμητούς εστέρες.

Η παραπάνω επίδραση της μεθανόλης πραγματοποιείται με την μεθανόλη να είναι σε υπερκρίσιμη κατάσταση και συγκεκριμένα σε θερμοκρασία 270 °C και πίεση 7 Μπα. Ακολουθεί απομάκρυνση της περισσειας της μεθανόλης καθώς και του νερού το οποίο παράγεται κατά την αντίδραση αυτή. Το βιοντίζελ το οποίο παράγεται με τον τρόπο αυτό είναι τώρα έτοιμο να χρησιμοποιηθεί. Συγκρίνοντας την διαδικασία αυτή με την προηγούμενη η οποία πραγματοποιήθηκε σε ένα στάδιο, θα λέγαμε ότι ενώ στην περίπτωση αυτή η βασική αντίδραση σχηματισμού του βιοντίζελ είναι η εστεροποίηση στην προηγούμενη είναι η μετεστεροποίηση.



Σχηματική παρουσίαση διαδικασίας παραγωγής βιοντίζελ.

6.3

ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΚΑΙ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ

Το βιοντίζελ είναι ένα υγρό το χρώμα του οποίου μεταβάλλεται από χρυσαφί έως σκούρο καφέ αναλόγως με την πηγή προέλευσης από την οποία το παραλαμβάνουμε. Πρακτικά είναι μη αναμίξιμο με το νερό και έχει υψηλό σημείο ζέσεως και χαμηλή τάση ατμών. Το σημείο ανάφλεξης του βιοντίζελ είναι περίπου (150°C, 302°F) πολύ πιο υψηλό από αυτό του ντίζελ από πετρέλαιο (64°C, 266°F), κάτι το οποίο το κάνει να αναφλέγεται δύσκολα. Η πυκνότητα του βιοντίζελ είναι 0.88g/cm³ μικρότερου αυτού του νερού. Παρά το γεγονός ότι δεν αναμιγνύεται με το νερό εντούτοις μπορεί να περιέχει μικρές ποσότητες νερού οι οποίες οφείλονται στον υγροσκοπικό χαρακτήρα τον οποίο παρουσιάζει επιδεικνύοντας συμπεριφορά ανάλογη με αυτήν της αιθανόλης. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην ύπαρξη έστω και μικρών ποσοτήτων δι-γλυκεριδίων τα οποία έχουν παραμείνει από ατελή πιθανόν αντίδραση μετεστεροποίησης. Τα μόρια αυτά είναι λίγο πιο πολικά από το βιοντίζελ και επιτρέπουν την ανάμιξη του νερού με το καύσιμο. Το νερό το οποίο συσσωρεύεται μπορεί να μειώσει την ενέργεια η οποία εκλύεται κατά την καύση του καυσίμου και να μειώσει έτσι την ισχύ του κινητήρα προκαλώντας αυξημένες εκπομπές καπνού, προβλήματα ξεκινήματος και διάβρωση του κινητήρα.

Επιπλέον το νερό αυξάνει την ανάπτυξη της ταχύτητας σχηματισμού μικροβίων τα οποία μπορεί να σχηματίσουν αποικίες, να επικαθήσουν και να φράξουν τμήματα του συστήματος καυσίμων. Είναι πολύ συχνό φαινόμενο οι κάτοχοι θερμαινόμενων δεξαμενών βιοντίζελ να αντιμετωπίζουν σχεδόν σε ετήσια βάση την ανάπτυξη μικροοργανισμών σε αυτά. Το βιοντίζελ θεωρείται μη τοξικό, έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο και το ιξώδες του είναι ανάλογο με αυτό του ντίζελ που προέρχεται από πετρέλαιο. Για τον λόγο αυτό άλλωστε μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας σε κινητήρα ντίζελ ή μαζί με ντίζελ σε διάφορες αναλογίες.

Το βιοντίζελ έχει επίσης πολύ καλές λιπαντικές ιδιότητες και ως εκ τούτου χρησιμοποιείται προκειμένου να ενισχύσει την λιπαντική ικανότητα άλλων καυσίμων. Εξαιτίας αυτής της λιπαντικής του ικανότητας το βιοντίζελ βοηθά στη αύξηση του χρόνου ζωής του κινητήρα στην ελάττωση των χτυπημάτων κατά την λειτουργία του καθώς και στην ελάττωση του θορύβου. Η θερμική ισχύ του βιοντίζελ είναι 37.27 MJ/L και μικρές μεταβολές σε αυτή την τιμή οφείλονται στην προέλευση του βιοντίζελ.

Το βιοντίζελ δεν έχει καθόλου περιεκτικότητα σε θείο. Το βιοντίζελ είναι καλύτερος διαλύτης από το ντίζελ και μπορεί να διαλύσει ορισμένα αποθέματα τα οποία έχουν επικαθήσει στον κινητήρα. Θα πρέπει να δοθεί προσοχή όμως γιατί αυτές οι διαλυμένες αποθέσεις μπορεί να έχουν διαστάσεις οι οποίες δεν τους επιτρέπουν να διέλθουν από το φίλτρο καυσίμου και έτσι αυτό να βουλώσει. Αν λοιπόν ο κινητήρας χρησιμοποιούσε προηγουμένως ντίζελ θα χρειαστεί αλλαγή του φίλτρου σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα. Γενικά η συμπεριφορά του απέναντι σε διάφορα υλικά μπορεί να ποικίλει και θα πρέπει να ελέγχεται όσο το δυνατόν πιο λεπτομερώς η δυνατότητα προσβολής αυτών από το βιοντίζελ.

Σε γενικές γραμμές όσον αφορά τα πλαστικά, το υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο είναι απόλυτα συμβατό με το βιοντίζελ. Το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) αποικοδομείται με αργούς ρυθμούς ενώ το πολυστυρένιο διαλύεται ταχύτατα αμέσως μόλις έρθει σε επαφή με το βιοντίζελ.

Σε σχέση με τα μέταλλα το βιοντίζελ επηρεάζει τα υλικά τα οποία έχουν βάση τον χαλκό (μπρούντζος) και επηρεάζει ίσως λίγο περισσότερο τον ψευδάργυρο τον κασσίτερο και τον μόλυβδο. Το ανοξείδωτο ατσάλι καθώς και το αργίλιο παραμένουν ανεπηρέαστα.

Με τα ελαστικά το βιοντίζελ μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα γεγονός το οποίο πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη χρήση του σε κάποια παλαιότερα αμάξια.

Ένα σημείο το οποίο πρέπει να προσέχεται ιδιαίτερος είναι το σημείο νέφωσης ή αλλιώς η θερμοκρασία όπου το καθαρό βιοντίζελ μετατρέπεται σε γέλη (gel). Το σημείο αυτό μπορεί να ποικίλει και εξαρτάται από την προέλευσή του βιοντίζελ. Βιοντίζελ το οποίο προέρχεται από κατεργασία του ελαίου της canola αρχίζει να μετατρέπεται σε gel σε θερμοκρασία $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ή αλλιώς στους $14\text{ }^{\circ}\text{F}$. Αντίθετα βιοντίζελ παραγόμενο από σκληρό φυτικό ή ζωικό λίπος μετατρέπεται σε gel στου $+16\text{ }^{\circ}\text{C}$ δηλαδή $61\text{ }^{\circ}\text{F}$. Σε γενικές γραμμές οι κινητήρες που χρησιμοποιούν βιοντίζελ μπορεί να παρουσιάσουν προβλήματα σε χαμηλές θερμοκρασίες αφού το βιοντίζελ παγώνει σχετικά εύκολα. Επειδή όμως το ποσοστό του βιοντίζελ που συνήθως υπάρχει στο καύσιμο είναι χαμηλό δεν δημιουργούνται προβλήματα. Τα προβλήματα ξεκινούν σε μεγάλες περιεκτικότητες βιοντίζελ στο καύσιμο.

6.4 ΚΑΛΛΙΕΡΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

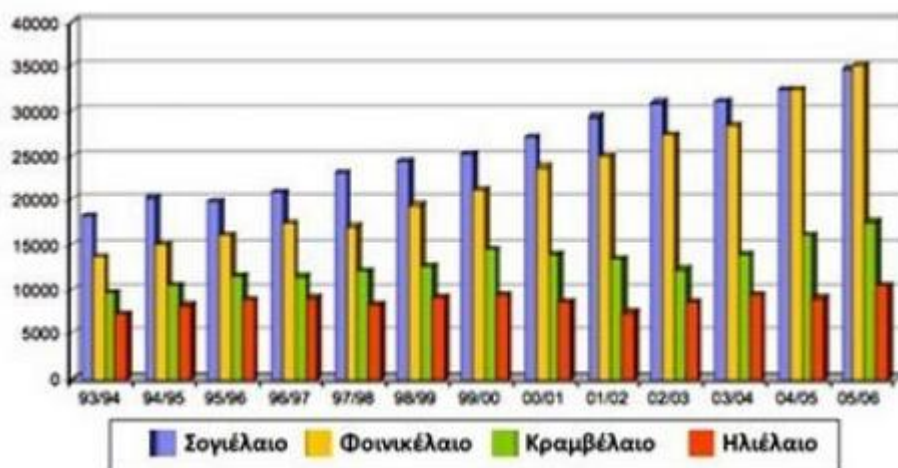
Σήμερα το βιοντίζελ πρώτης γενιάς παράγεται κυρίως από ελαιούχους σπόρους καλλιεργειών όπως η ελαιοκράμβη, η σόγια και ο ηλίανθος, από δένδρα όπως ο φοίνικας και η καρύδα, αλλά μπορεί να παραχθεί και από διάφορους θάμνους. Τα παραγόμενα φυτικά λάδια μετατρέπονται με κατάλληλη επεξεργασία σε βιοντίζελ.



Η περιεκτικότητα των διαφόρων σπόρων σε λάδι δίνεται στο παρακάτω πίνακα:

Σπόροι και άλλες πρώτες ύλες	Έλαιο (%)		
	Τυπική	Ελάχιστη	Μέγιστη
Αραχίδα	47,5	36,1	44,4
Σόγια	17,5	16,0	19,4
Ελαιοκράμβη	39	40	43
Ηλιανθος	42	36,2	43,9
Βαμβάκι	-	13,0	18
Αποξηραμένη καρύδα (copra)	63,5	-	-
Σπόροι φοίνικα	46	-	-
Λινάρι	37	29,7	38,5
Ρετσηνολαδιά	47	45	46
Καλαμπόκι (σπόροι)	48	35	
Αγριαγκινάρα	-	15	25
Σπόρος καπνόφυτων	-	38	40
Τοματόςπορος	30	-	-
Jatropha	-	-	40

Σχετικά με την παγκόσμια παραγωγή, τα τελευταία 10 χρόνια η παραγωγή του σογιέλαιου και του φοινκέλαιου σχεδόν έχουν διπλασιαστεί, κυριαρχώντας στην παγκόσμια αγορά. Κατά την ίδια περίοδο η παραγωγή του κραμβέλαιου και το ηλιέλαιου έχουν μεταβληθεί ελάχιστα. Στο διάγραμμα φαίνεται η παραγωγή φυτικών ελαίων από τις κυριότερες ελαιοδοτικές καλλιέργειες στον κόσμο την τελευταία δεκαετία.



Διάγραμμα: Παγκόσμια παραγωγή των κυριότερων φυτικών ελαίων σε 1.000 τόνους

Στη συνέχεια συνοψίζονται τα κυριότερα ελαιοδοτικά φυτά που καλλιεργούνται παγκοσμίως, τα οποία χρησιμοποιούνται ή δοκιμάζονται για ενεργειακούς σκοπούς.

6.4.1 Ηλίανθος

Ο ηλίανθος (*Helianthus annuus*) είναι μονοετής καλλιέργεια, κατάγεται από την Κ. και Ν. Αμερική και μεταφέρθηκε στην Ευρώπη από ισπανούς εξερευνητές. Η καλλιέργεια του ηλίανθου έγινε δημοφιλής το 18^ο αιώνα.

Η Ρωσία παράγει τις μεγαλύτερες ποσότητες ηλιόσπορου και ακολουθείται από την Ανατολική Ευρώπη, την Αργεντινή και την ΕΕ. Οι χώρες που εξάγουν τις μεγαλύτερες ποσότητες ηλιέλαιου είναι η Αργεντινή, οι ΗΠΑ και η Ανατολική Ευρώπη. Η Ε.Ε παράγει 2,7 εκατ. τόνους ηλιόσπορου/έτος και εισάγει 1,6 εκατ. τόνους.

Η Ιταλία που είναι η τρίτη μεγαλύτερη παραγωγός βιοντίζελ στην Ευρώπη, χρησιμοποίησαν πρώτη ύλη κυρίως ηλίανθο, με το 10% της παραγωγής βιοντίζελ της Ε.Ε να προέρχεται από το συγκεκριμένο φυτό.

Στη χώρα μας η απόδοση σε σπόρο κυμαίνεται από 100-400 κιλά/στρέμμα (ξερική ή ποτιστική) οπότε η μέγιστη παραγωγή σε βιοκαύσιμο ανά στρέμμα είναι περίπου 150 λίτρα. Τεράστιες καταστροφές προκαλούνται στην παραγωγή (μείωση ως 80%) από τα πουλιά και χρειάζεται λήψη κατάλληλων μέτρων. Σύμφωνα με τα μέχρι στιγμής αποτελέσματα, είναι η καταλληλότερη καλλιέργεια για παραγωγή βιοντίζελ στην Ελλάδα.

Το 2001, περίπου το 13 % της παγκόσμιας παραγωγής ελαιόσπορων ήταν ηλιέλαιο, με την Ευρωπαϊκή Ένωση να είναι μία από τις πρωτοπόρες παραγωγούς. Η περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι ποικίλλει από 25% έως 48 % και η ακατέργαστη πρωτεΐνη από 15 έως 20%. Η περιεκτικότητα σε λάδι των ποικιλιών που καλλιεργούνται στην Ελλάδα κυμαίνεται από 40 έως 45 % και η ακατέργαστη πρωτεΐνη από 15 μέχρι 20 %. Οι αντίστοιχες αποδόσεις σε σπόρο ποικίλλουν από 1,3 έως 3 tn/ha (τόνους ανά εκτάριο).

Το ηλιέλαιο είναι η κύρια αγροτική παραγωγή μεταξύ των ελαϊκών φυτών που καλλιεργούνται σήμερα στην Ελλάδα και ευδοκμεί κυρίως στις βορειότερες περιοχές της χώρας (Μακεδονία, Θράκη). Πρέπει να σημειωθεί ότι η καλλιεργούμενη έκταση και η παραγωγή σπόρου σημείωσε σπουδαία άνοδο την τελευταία δεκαετία.



Εικόνα 6.4.1.: Ηλίανθος

6.4.2 Η ελαιοκράμβη

Η ελαιοκράμβη είναι ετήσιο φυτό με παρόμοιες τεχνικές καλλιέργειας με εκείνες των χειμερινών σιτηρών. Θετικά είναι τα αποτελέσματα, όσον αφορά στην προσαρμοστικότητα και την παραγωγικότητα της καλλιέργειας. Συγκεκριμένα, οι αποδόσεις σε σπόρο καθώς και σε ξηρή βιομάζα ανάλογα με την ποικιλία, τις καλλιεργητικές τεχνικές και τις επικρατούσες

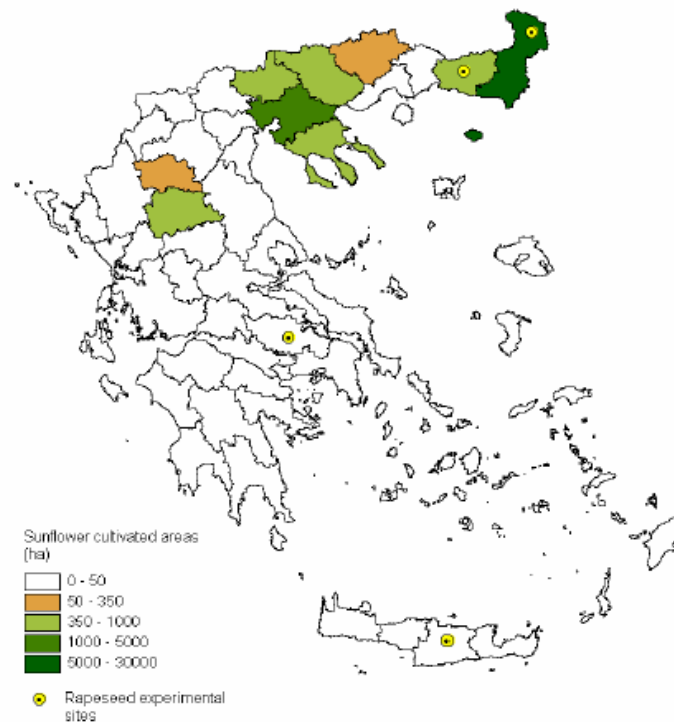
εδαφοκλιματικές συνθήκες κυμάνθηκαν από 150 έως 300 κιλά/στρέμμα και 300 ως 800 κιλά/στρέμμα, αντίστοιχα. Ιδιαίτερα μέριμνα πρέπει να ληφθεί όσον αφορά στην επιλογή ποικιλιών, ζιζανιοκτονία, εποχή συγκομιδής, κ.ά.

Ο σπόρος της ελαιοκράμβης περιέχει συνήθως 30 – 50 % λάδι και ακατέργαστη πρωτεΐνη 10 – 45 %. Στην Ελλάδα, ελαιοκράμβη μπορεί να καλλιεργηθεί το χειμώνα ή την άνοιξη. Άρχισε να καλλιεργείται τα τελευταία 2 - 3 χρόνια, για τη χρήση του κραμβέλαιου στην παραγωγή βιοντίζελ. Σύμφωνα με τα πρώτα αποτελέσματα, η ελαιοκράμβη ενδείκνυται για καλλιέργεια μόνο στη βόρεια Ελλάδα.



Εικόνα 6.4.2.: Ελαιοκράμβη

Ο χάρτης που ακολουθεί δείχνει τις περιοχές που καλλιεργείται ηλιάνθος, καθώς επίσης και σπόροι ελαιοκράμβης.



Σ. χ. 6.4.3: Περιοχές της Ελλάδας όπου καλλιεργούνται ορισμένα ενεργειακά φυτά

6.4.3 Η σόγια

Η σόγια (*Glycinemax*) είναι μία από τις παλαιότερες μονοετείς καλλιέργειες, κατάγεται από την Α. Ασία και ανήκει στην οικογένεια των ψυχανθών δηλαδή αζωτοδεσμευεί. Το σογιέλαιο αποτελεί το 19,5% του σπόρου.

Η παγκόσμια παραγωγή σόγιας ανήλθε στους 156 Mtons το 1999–2000, με αποδόσεις που κυμαίνονταν από 2,3 έως 4 tn/εκτάριο παραγωγή που αντιπροσωπεύει το 52 % της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής ελαιόσπορων. Το σογιέλαιο καλλιεργείται κυρίως για τους σπόρους του οι οποίοι χρησιμοποιούνται εμπορικά για ανθρώπινη κατανάλωση, ζωοτροφή και εκχύλιση λαδιού. Οι σπόροι της περιέχουν συνήθως 15–22 % λάδι, ενώ η πρωτεΐνη κυμαίνεται από 40 μέχρι 50 %. Η μέση απόδοση από την καλλιέργεια της σόγιας είναι 1,5–3,5 tn/εκτάριο.

Στην Ελλάδα, η σόγια ευδοκίμει στην Ήπειρο και στη νότια Πελοπόννησο. Πρέπει να αναφερθεί ότι η καλλιεργούμενη έκταση όπως και η παραγωγή σόγιας μειώθηκε δραματικά την τελευταία δεκαετία, ενώ αντίστοιχα αυξήθηκαν οι εισαγωγές της.



Εικόνα 6.4.4: Λοβοί και σπόροι σόγιας

6.4.4. Σουσαμιά

Η σουσαμιά, είναι μονοετές φυτό και ο σπόρος του περιέχει από 44 μέχρι και 63 % έλαιο και 19-26 % ακατέργαστη πρωτεΐνη. Η σουσαμιά αποδίδει 0,5–2,5 tn/εκτάριο, αναλόγως της ποικιλίας, του κλίματος και τις τεχνικές καλλιέργειας που εφαρμόζονται. Για κερδοφόρα εμπορική παραγωγή απαιτούνται 2 tn/εκτάριο, ποσοστό που έχει επιτευχθεί σε πολλές χώρες.



Εικόνα 6.4.5: Σπόροι και άνθη σουσαμιάς

6.4.5 Αγριαγκινάρα

Η αγριαγκινάρα είναι πολυετές φυτό της Μεσογειακής ζώνης και ήταν γνωστή στους αρχαίους Αιγυπτίους, Έλληνες και Ρωμαίους. Σήμερα αναπτύσσεται αυτοφυώς σε πολλά μέρη του κόσμου, αλλά τα τελευταία 15 χρόνια μελετάται συστηματικά από τους επιστήμονες και φαίνεται ότι είναι ένα πολλά υποσχόμενο ενεργειακό φυτό για τις χώρες της Μεσογείου για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας από τη βιομάζα του.

Εκτός από τη βιομάζα που είναι το κύριο προϊόν της καλλιέργειας, ο σπόρος της αγριαγκινάρας περιέχει μέχρι 25 % λάδι που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή βιοντίζελ. Η καλλιέργεια παράγει 100-200 κιλά σπόρου ανά στρέμμα που μεταφράζεται σε μέγιστη παραγωγή 50 λίτρων βιοκαυσίμου ανά στρέμμα. Ήδη στην Κ. Ελλάδα καλλιεργούνται πιλοτικά 4.000 στρέμματα αγριαγκινάρας για παραγωγή βιοντίζελ.



Εικόνα 6.4.6: Καλλιέργεια αγριαγκινάρας, ταξιανθίες και σπόροι

6.4.6 Αραχίδα

Η αραχίδα είναι το γνωστό αράπικο φιστίκι. Είναι μονοετής καλλιέργεια και κατάγεται από τη Βραζιλία. Καλλιεργείται παγκόσμια σαν ετήσια σοδειά, κυρίως για τον καρπό του. Το περιεχόμενο λάδι στον καρπό του φιστικιού είναι 40 – 50 % και η πρωτεΐνη 25 – 40 %. Παράγονται 0,3 έως 4 tn/εκτάριο, αναλόγως κλίματος, ποικιλίας και μεθόδων καλλιέργειας. Η μέση σοδειά για το ελληνικό κλίμα είναι 2,6 tn/εκτάριο.

Στην Ελλάδα, το φιστίκι καλλιεργείται αποκλειστικά για τον καρπό του, ο οποίος καταναλώνεται κυρίως ως ξηρός καρπός και σπόρος. Η καλλιέργειά του κυριαρχεί στην Πελοπόννησο και σε μικρότερο ποσοστό στη Μακεδονία. Εδώ, πρέπει να σημειωθεί ότι η καλλιεργούμενη έκταση όπως και η παραγωγή αραχίδας μειώθηκε δραματικά την τελευταία δεκαετία.



Εικόνα 6.4.7.: Καλλιέργεια αραχίδας, καρποί και σπόροι

6.4.7. Βαμβάκι

Το βαμβάκι αποτελεί μια από τις πιο δυναμικές παραγωγές στην Ελλάδα. Καλλιεργείται στην κεντρική και νότια Ελλάδα. Η καλλιεργήσιμη έκταση και η παραγωγή βαμβακόσπορου, έχει σχεδόν διπλασιαστεί την τελευταία δεκαετία. Χρησιμοποιείται στα υφάσματα, σε πλαστικά υλικά, στην παραγωγή λαδιού και στις βιομηχανίες σαπουνιών, όπως επίσης και ως ζωοτροφή και λίπασμα. Όμως, το βαμβακέλαιο θεωρείται και σαν δυνατή πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοντίζελ στην Ελλάδα.

Η Κίνα έχει τη μεγαλύτερη παραγωγή στον κόσμο. Ακολουθούν η Ινδία, οι ΗΠΑ, η Ρωσία, το Πακιστάν και η Βραζιλία. Στην Ελλάδα καλλιεργούνται περίπου 1.300.000 στρέμματα και η ετήσια παραγωγή φτάνει τους 39.000 τόνους. Το μεγαλύτερο μέρος του ελληνικού βαμβακιού καταναλώνεται εγχώρια ενώ το υπόλοιπο εξάγεται κυρίως σε μορφή νημάτων. Στην Ελλάδα μια μέση παραγωγή βαμβακιού ανέρχεται στα 300 - 400 kg/στρέμμα.



Εικόνα 6.4.8.: Βαμβάκι

6.4.8 Λινάρι

Το λινάρι (*Linus usitatissimum*) είναι μονοετής καλλιέργεια και κατάγεται από τη Μεσόγειο. Οι Αιγύπτιοι το 2500 π. Χ. το χρησιμοποιούσαν ως κλωστικό για το ρουχισμό τους.



Φυτά και άνθη λιναριού

Σήμερα καλλιεργείται κυρίως σε Ευρώπη, Καναδά, Αργεντινή και ΗΠΑ, για την ίνα και το σπόρο του. Στην Ελλάδα αν και είχε πρωτοκαλλιεργηθεί λινάρι τον 5ο αιώνα π. Χ, σήμερα δεν καλλιεργείται. Οι μέσες αποδόσεις είναι περίπου 150-200 κιλά σπόρος στο στρέμμα και ο σπόρος του περιέχει 34-37% έλαιο. Στις ΗΠΑ επιτυγχάνονται παραγωγές σε σπόρο μέχρι 400 κιλά/στρέμμα.

6.4.9 Ελαιοδοτικά δένδρα και θάμνοι

Εκτός βέβαια από τα ελαιούχα φυτά μεγάλης καλλιέργειας, για παραγωγή βιοντίζελ χρησιμοποιούνται και τροπικά φυτά όπως ο φοίνικας, η καρύδα και η jatropa.

Ο φοίνικας καλλιεργείται σε τροπικές χώρες και παράγονται 200 κιλά φοινικέλαιο ανά στρέμμα. Λόγω της υψηλής ζήτησης του προϊόντος στην παγκόσμια αγορά, σήμερα γίνεται ένα τεράστιο περιβαλλοντικό έγκλημα σε τροπικές αναπτυσσόμενες χώρες (Μαλαισία, Ινδονησία) όπου καταστρέφονται τροπικά δάση για να καλλιεργηθεί ο φοίνικας.



Δένδρα και καρποί του φοίνικα

Από τον καρπό του φοίνικα λαμβάνονται δύο είδη λαδιών. Το φοινικέλαιο (σκούρο κίτρινο έως κίτρινο-κόκκινο χρώμα με άρωμα βιολέτας και γλυκιά γεύση), το οποίο προέρχεται από τη σάρκα του καρπού και το λάδι που προέρχεται από τους σπόρους του καρπού (λευκό ή κίτρινο με ευχάριστη οσμή και γεύση). Η σύνθεσή του τελευταίου μοιάζει με αυτή του λαδιού από καρύδα). Το φοινικέλαιο είναι πρωτογενές υλικό και δεν μπορεί να

χρησιμοποιηθεί απευθείας για την παραγωγή βιοντίζελ και πρέπει πρώτα να επεξεργαστεί ή και να επανεπεξεργαστεί. Η Μαλαισία παράγει το μισό περίπου φοινικέλαιο του πλανήτη. Σχετικά με την παραγωγή λαδιού από την καρύδα η ψίχα αρχικά αποξηραίνεται μέχρι η υγρασία να φθάσει 5-7%. Στη συνέχεια από την αποξηραμένη ψίχα λαμβάνεται το λάδι.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι αποδόσεις των σημαντικότερων πρώτων υλών για την παραγωγή βιοντίζελ.

Πρώτη Ύλη	Απόδοση (κιλά/στρ.)	Απόδοση σε βιοντίζελ (κιλά/στρ.)	Απόδοση σε βιοντίζελ (λίτρα/στρ.)
Ηλίανθος	120 – 210	40 – 70	43 – 75
Ελαιοκράμβη	120 – 250	40 – 83	43 – 90
Βαμβάκι	120 – 160	17 – 23	18 – 25
Σόγια	160 - 240	27 - 41	29 - 44

Αποδόσεις διαφόρων φυτών ανά στρέμμα σε σπόρο και λάδι για παραγωγή βιοντίζελ

6.5 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

6.5.1 Η διαδικασία παραγωγής βιοντίζελ συνοπτικά

Το βιοντίζελ είναι μεθυλεστέρας που παράγεται με μετεστεροποίηση των φυτικών ελαίων και παραγωγή εστέρων των τριγλυκεριδίων. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ακόμη φθηνότερου βιοντήζελ, εκτός από ελαιούχοι σπόροι και μεταχειρισμένα φυτικά έλαια (τηγανόλαδα) ή και ζωικά λίπη (πχ ως απόβλητα σφαγείων). Η εξαγωγή του ελαίου από τους σπόρους γίνεται μηχανικά ή χημικά. Το βιοντήζελ έχει θερμογόνο δύναμη 15% μικρότερη από αυτή του πετρελαίου. Ένα γενικό σχήμα της παραγωγικής αλυσίδας βιοντίζελ δίνεται στο παρακάτω σχήμα.:

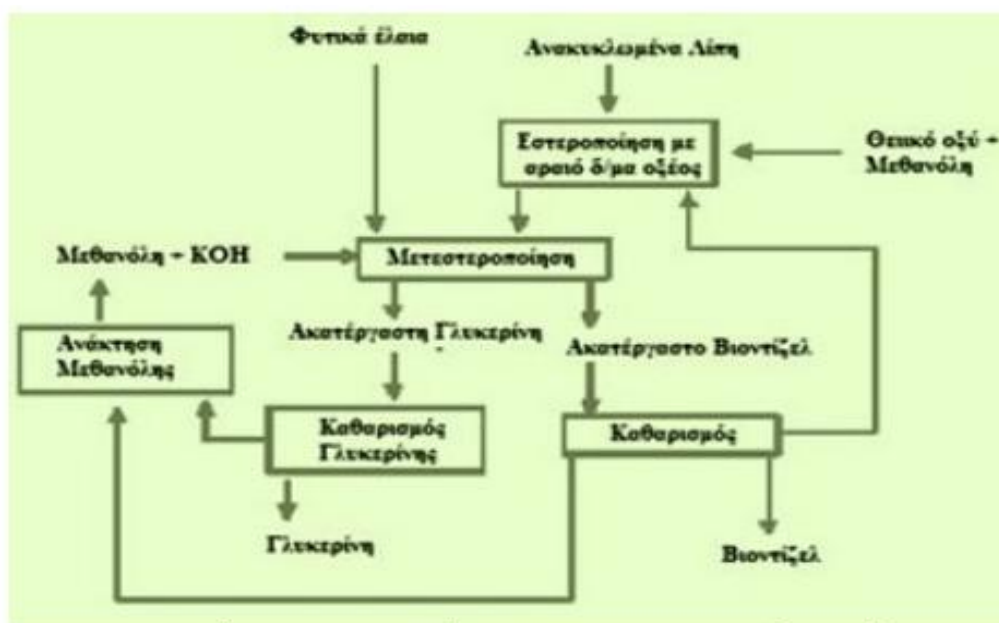


Διαγραμματική απεικόνιση της παραγωγή βιοντίζελ

Με την υπάρχουσα τεχνολογία τα έλαια (τριγλυκερίδια) μετατρέπονται με μια απλή διαδικασία σε εστέρες των τριγλυκεριδίων, με μεθανόλη ή και αιθανόλη. Οι καθαροί εστέρες των τριγλυκεριδίων είναι άριστα υποκατάστατα του πετρελαίου χωρίς να χρειάζεται καμία μετατροπή στον κινητήρα..

6.5.1.1 Τα Στάδια της παραγωγικής διαδικασίας συνοψίζονται στα εξής:

- 1) Εξευγενισμός πρώτης ύλης
- 2) Μετεστεροποίηση πρώτης ύλης
- 3) Καθαρισμός βιοντίζελ (πλύσεις)
- 4) Εξευγενισμός γλυκερίνης
- 5) Ανάκτηση μεθανόλης



Διαδικασία μετεστεροποίησης για την παραγωγή βιοντίζελ

Κατά την παραγωγική διαδικασία τα άνυδρα έλαια (τριγλυκερίδια) θερμαίνονται με μεθανόλη σε αλκαλικό περιβάλλον (με βασικό καταλύτη) και προκύπτει μίγμα μεθυλεστέρων και γλυκερίνης που ανακτάται σαν πολύτιμο παραπροϊόν. Το υδροξείδιονατρίου και το μεθοξείδιο του νατρίου χρησιμοποιούνται ευρέως ως καταλύτες, όμως η χρήση επαναχρησιμοποιούμενου καταλύτη λίπανσης και υπερκρίσιμο διοξείδιο του άνθρακα είναι περισσότερο φιλική προς το περιβάλλον.

Τα βασικά παραπροϊόντα της βιομηχανικής παραγωγής είναι γλυκερίνη και κέικ(πρωτεϊνούχος κτηνοτροφική πίτα που χρησιμοποιείται ως ζωοτροφή). Η γλυκερίνη έχει υψηλή αξία διότι χρησιμοποιείται στη βιομηχανία τροφίμων, την ποτοποιία, την βιομηχανία καλλυντικών, τη φαρμακοβιομηχανία και σαπυνοποιία κ.α. Η κτηνοτροφική πίτα έχει επίσης μεγάλη αξία ως ζωοτροφή διότι είναι πλούσια σε πρωτεΐνες (10-45%).

Κλείνοντας, πρέπει να αναφερθεί ότι το βιοντίζελ είναι πολύ εύκολο να παρασκευαστεί και σε επίπεδο ατομικό, δηλαδή ως οικιακό βιοντίζελ. Είναι διαθέσιμος στην αγορά φθηνός εξοπλισμός παραγωγής βιοντίζελ (αξίας 1500 ευρώ περίπου) ώστε είναι δυνατή η παραγωγή σε επίπεδο φάρμας. Έτσι μπορεί ο κάθε γεωργός που καλλιεργεί ενεργειακά φυτά (π.χ. ελαιοκράμβη, ηλίανθο) να παρασκευάζει το δικό του καύσιμο για την κίνηση των γεωργικών μηχανημάτων και οχημάτων, μία πρακτική που χρησιμοποιείται κατά κόρον από τους αμερικανούς αγρότες.

6.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

Ως προϊόν ανανεώσιμων πηγών ενέργειας το βιοντίζελ είναι καθαρό, μη τοξικό και βιοαποικοδομήσιμο καύσιμο, δεν περιέχει αρωματικές ενώσεις και οι εκπομπές των ρυπαντών οξειδίων του θείου, μονοξειδίου του άνθρακα, άκαυστων υδρογονανθράκων και αιθάλης που προέρχονται από την καύση του στις μηχανές ντίζελ είναι πολύ χαμηλές. Η παρουσία του θείου στα καύσιμα ευθύνεται για τα οξείδια του θείου (SO_x) στα καυσαέρια τα οποία αποτελούν έναν από τους κυριότερους ρύπους του ντίζελ. Στο βιοντίζελ η περιεκτικότητα σε θείο είναι πάρα πολύ μικρή, σχεδόν μηδενική. Επίσης, το βιοντίζελ περιέχει αρκετό οξυγόνο (περίπου 10% κ.β.) που καθιστά την καύση λιγότερο ατελή, με αποτέλεσμα η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε μονοξείδιο του άνθρακα(CO), σε άκαυστους υδρογονάνθρακες (H/C) και σε αιθάλη να είναι πολύ μικρότερη απ' ότι στο συμβατικό ντίζελ.

Επιπλέον, η καύση του βιοντίζελ δεν αυξάνει το επίπεδο του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (το οποίο είναι υπεύθυνο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου), αφού η ποσότητα του CO₂ που απελευθερώνεται κατά τη διάρκεια της καύσης αφομοιώνεται στη συνέχεια από το φυτό κατά τη φωτοσύνθεση.

Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει το τυπικό προφίλ εκπομπών από την καύση του καθαρού βιοντίζελ (B100), αλλά και ενός από τα πλέον συνηθισμένα μίγματά του με συμβατικό ντίζελ το οποίο αποτελείται από 20% βιοντίζελ και 80% ντίζελ (B20), χρησιμοποιώντας ως αναφορά τις εκπομπές από την καύση του πετρελαϊκού ντίζελ.

Εκπομπές % για B100 και B20 σε σύγκριση με του συμβατικού ντίζελ		
Εκπομπή	B100*	B20*
Μονοξείδιο του άνθρακα	-48%	-12%
Άκαυστοι υδρογονάνθρακες	-67%	-20%
Σωματίδια	-47%	-12%
Οξείδια του αζώτου	+10%	+2%
Οξείδια του Θείου	-100%	-20%
Τοξικά αέρια	-60% έως -90%	-12% έως -20%

*B100 (100% Βιοντίζελ), B20 (μίγμα αποτελούμενο από 20% Βιοντίζελ και 80% ντίζελ)

Εκτός από το γεγονός ότι πλεονεκτεί ως ανανεώσιμο καύσιμο το βιοντίζελ εμφανίζει παρόμοιες φυσικοχημικές ιδιότητες με το συμβατικό ντίζελ, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις έχει και καλύτερα χαρακτηριστικά από αυτό, όπως μεγαλύτερο σημείο ανάφλεξης οπότε είναι ασφαλέστερο στη χρήση, μικρότερη ποσότητα θείου αλλά μεγαλύτερη λιπαντική ικανότητα λόγω του οξυγόνου που περιέχει και μεγαλύτερο αριθμό κετανίου. Η μείωση του περιεχόμενου θείου που επιβάλλεται στα ορυκτά καύσιμα έχει αρνητική επίδραση στη λίπανση του κινητήρα γιατί μειώνονται οι λιπαντικές ενώσεις του θείου. Έτσι, τα διωλιστήρια κάνουν χρήση πανάκριβων και ταυτόχρονα μη βιοαποικοδομήσιμων πρόσθετων για την επαναφορά της λιπαντικότητας του καυσίμου.

Η προσθήκη, όμως, του βιοντίζελ στο πετρελαϊκό ντίζελ, ακόμα και σε περιεκτικότητες μικρότερες από 1% κ.β., επαναφέρει τη λιπαντική ικανότητα του καυσίμου, οπότε με τη χρήση του βιοντίζελ παρατείνεται η ζωή του πετρελαιοκινητήρα και τα διωλιστήρια εξοικονομούν αρκετά χρήματα. Ο μεγαλύτερος αριθμός κετανίου που παρουσιάζει το βιοντίζελ έναντι του συμβατικού ντίζελ αντισταθμίζει το γεγονός ότι κατά την καύση του το βιοντίζελ απελευθερώνει ενέργεια μικρότερη από την ενέργεια που απελευθερώνει το συμβατικό ντίζελ.

Έτσι η απόδοση ενός πετρελαιοκινητήρα που κινείται με καθαρό βιοντίζελ κυμαίνεται τουλάχιστον στα επίπεδα του συμβατικού ντίζελ. Επίσης, το βιοντίζελ είναι κατάλληλο για τους ήδη υπάρχοντες πετρελαιοκινητήρες, όπου δεν χρειάζεται να γίνει σχεδόν καμία μετατροπή ακόμα και αν χρησιμοποιηθεί αμιγές βιοντίζελ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΚΑΙ ΤΗΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΣΗΣ

7.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η ιστορία καταγράφει ότι ο Rudolf Diesel, ένας γερμανός μηχανικός, παρουσίασε τη μηχανή εσωτερικής καύσης πριν από έναν αιώνα περίπου. Από τότε, έχει σημειωθεί μεγάλη ανάπτυξη όχι μόνο από σχεδιαστικής άποψης αλλά και στην κατεύθυνση εύρεσης του καταλληλότερου καυσίμου ή και εναλλακτικών. Οι μηχανές εσωτερικής καύσης (μηχανές ντίζελ) χρησιμοποιούνται ευρέως ως δυναμικές πηγές για μέτριας και σκληρής χρήσης εφαρμογές εξαιτίας της χαμηλότερης κατανάλωσης καυσίμου και των χαμηλότερων εκπομπών μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και άκαυστων υδρογοναναθράκων (HC), συγκρινόμενες με τις βενζινοκίνητες μηχανές.

Για πολλά χρόνια, η διαθεσιμότητα των οικονομικών πετρελαϊκών καυσίμων που προέρχονταν από τα μεσαία στάδια της απόσταξης δεν έδινε αφορμή για στροφή και πειραματισμό με εναλλακτικά ανανεώσιμα καύσιμα για τις μηχανές εσωτερικής καύσης. Όμως, μετά από την κρίση του πετρελαίου το 1970 κι έπειτα, το ερευνητικό ενδιαφέρον επεκτάθηκε στο χώρο των εναλλακτικών καυσίμων. Από τότε έχουν γίνει πολλές προτάσεις που αφορούσαν τη διαθεσιμότητα και παραγωγή ενός φιλικού προς το περιβάλλον καυσίμου που θα μπορούσε να παραχθεί εγχώρια. Πολλά εναλλακτικά καύσιμα προτάθηκαν, συμπεριλαμβανομένων της μαιθανόλης, της αιθανόλης, του συμπιεσμένου φυσικού αερίου, το υγροποιημένο πετρελαϊκό αέριο, το υγρό φυσικό αέριο καθώς και τα φυτικά έλαια. Τα καύσιμα αυτά, εκτός των φυτικών ελαίων, είναι εναλλακτικά της βενζίνης.

Η χρήση των φυτικών ελαίων σε μηχανές ντίζελ είναι τόσο παλιά όσο και η ίδια η μηχανή πετρελαίου. Κι αυτό γιατί ο εφευρέτης της πετρελαιομηχανής Rudolf Diesel, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, σύμφωνα με αναφορές χρησιμοποίησε φιστικέλαιο για καύσιμο για επιδεικτικούς σκοπούς (1900). Ο ίδιος είχε πει: “Η χρήση των φυτικών ελαίων ως καύσιμα μπορεί να μοιάζει ευκαταφρόνητη αυτή τη στιγμή. Τέτοια έλαια όμως μπορεί με το πέρασμα του χρόνου να γίνουν τόσο σημαντικά όσο είναι το πετρέλαιο και το κάρβουνο σήμερα” κι απ’ ότι έδειξε το μέλλον, τα λεγόμενά του δικαιώθηκαν. Το 1930 – 1940 έγιναν και κάποιες άλλες επιτυχημένες δοκιμές με τη χρήση φυτικών ελαίων. Τα καύσιμα και η ενεργειακή κρίση στα τέλη της δεκαετίας του 1970 και στις αρχές του 1980, όπως επίσης και οι συνοδευόμενες ανησυχίες για την εξάντληση των μη ανανεώσιμων πηγών παγκοσμίως, παρείχαν το ερέθισμα για την αναζήτηση εναλλακτικών έναντι των συμβατικών και βασισμένων στο πετρέλαιο καυσίμων. Εκατοντάδες επιστημονικά άρθρα και ποικίλες άλλες αναφορές απ’ όλο τον κόσμο που ασχολούνταν με τα φυτικής προέλευσης καύσιμα έκαναν την εμφάνισή τους. Εξελίχθηκαν από απλώς πειραματικά καύσιμα σε αρχικά στάδια εμπορευματοποίησης. Παρά ταύτα, οι οικονομικές και τεχνικές όψεις που απαιτούν περαιτέρω ανάπτυξη και έρευνα είναι ποικίλες.

7.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΙΓΜΑΤΩΝ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

Το βιοντίζελ μπορεί να αντικαταστήσει τελείως το συμβατικό πετρέλαιο κίνησης ή να αναμιχθεί με αυτό σε διαφορετικές αναλογίες για χρήση του σε πετρελαιοκινητήρες. Η πρακτική της ανάμιξης είναι συνηθισμένη σε πολλές χώρες, με ποσοστό του 5% (δηλαδή το 5% βιοντίζελ και το 95% πετρέλαιο κίνησης).

Οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του βιοντίζελ μοιάζουν πολύ με του ορυκτού πετρελαίου και οι συμβατικοί κινητήρες δεν χρειάζονται μετατροπές για να χρησιμοποιήσουν μίγματα έως 5%.

Οι περισσότεροι σύγχρονοι κινητήρες μπορούν να λειτουργήσουν με μίγματα έως 30%, αλλά πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή, καθώς η χρήση μιγμάτων που περιέχουν πάνω από 5% βιοντίζελ μπορεί να ακυρώσει αρκετές από τις εγγυήσεις των κατασκευαστών.

Είναι σημαντικό το βιοντίζελ να είναι υψηλής ποιότητας. Το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 590, για το πετρέλαιο κίνησης επιτρέπει ανάμιξη μέχρι 5% βιοντίζελ. Η χρήση 100% βιοντίζελ πρέπει να ικανοποιεί το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 14214. Όσον αφορά στην περιβαλλοντική απόδοση της χρήσης του βιοντίζελ, η χρήση 100% βιοντίζελ (πράγμα σπάνιο) μπορεί να μειώσει τις καθαρές εκπομπές CO₂ κατά 40-50%, αντίστοιχα η χρήση μίγματος 5% μειώνει το CO₂ κατά 2-5%. Επίσης, το βιοντίζελ περιέχει αρκετό οξυγόνο (10% κ.β.) που καθιστά την καύση λιγότερο ατελή, με αποτέλεσμα η περιεκτικότητα σε μονοξείδιο του άνθρακα (CO), άκαυστους υδρογονάνθρακες (H/C) και σε αιθάλη να είναι πολύ μικρότερη απ' ό,τι στο συμβατικό ντίζελ.

Οι εκπομπές σωματιδίων από την καύση καθαρού βιοντίζελ (B100) μειώνονται κατά 47%, ενώ απ' την καύση μίγματος 20% βιοντίζελ και 80% ντίζελ (B20), μειώνονται κατά 12%. Αντίθετα, οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NO_x) από τη χρήση βιοντίζελ είναι μεγαλύτερες απ' αυτές που προέρχονται από τη χρήση συμβατικού ντίζελ. Πιο συγκεκριμένα, από την καύση καθαρού βιοντίζελ (B100) εκπέμπονται 10% περισσότερα NO_x σε σχέση με το συμβατικό ντίζελ, ενώ από την καύση μίγματος βιοντίζελ (B20) οι εκπομπές NO_x είναι μεγαλύτερες κατά 2%.

Η χρήση φυτικών ελαίων και μεθυλεστέρων από ελαιοκράμβη έχουν ως αποτέλεσμα λιγότερες εκπομπές οξειδίων του αζώτου. Επίσης, όταν χρησιμοποιούνται εστέρες λιπαρών οξέων σόγιας παρατηρούνται ελαφρώς μειωμένες εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα, οξειδίων του αζώτου και αιθάλης σε σχέση με το πετρέλαιο, ενώ οι εκπομπές άκαυστων υδρογονανθράκων μειώνονται κατά 50%.

7.2.1 Βιοντίζελ B20

Το βιοντίζελ μπορεί να χρησιμοποιηθεί καθαρό ή μίγμα σε οποιαδήποτε αναλογία με το ντίζελ No2 ή το ντίζελ No1 (κηροζίνη). Οι περισσότεροι χρήστες χρησιμοποιούν ένα μίγμα 20% βιοντίζελ με 80% ντίζελ (B20) για ποικίλους λόγους:

- 1) Το B20 ελαχιστοποιεί τον αντίκτυπο του κόστους του βιοντίζελ στον χρήστη.
- 2) Ένα μίγμα 20% κρατά τις αυξήσεις των εκπομπών NO_x μικρό (1-4%) και μέσα τα επιτρεπόμενα όρια εκπομπής για τις μηχανές εσωτερικής καύσης.
- 3) Ένα μίγμα 20% δίνει τα οφέλη της μείωσης των ρύπων με τη μείωση της αιθάλης, των στερεών ρύπων, των υδρογονανθράκων, του μονοξειδίου του άνθρακα και του διοξειδίου του άνθρακα κατά τουλάχιστον 10% σε κάθε ένα.
- 4) Το B20 δεν δημιουργεί σημαντικά προβλήματα με βούλωμα φίλτρων και το σχηματισμό ιζήματος που μπορούν να προκύψουν από την αλληλεπίδραση μεταξύ

του βιοντίζελ και των συσσωρευμένων ιζημάτων και της λάσπης που σχηματίζεται στις δεξαμενές αποθήκευσης ντίζελ.

- 5) Το B20 ελέγχει την αύξηση στο σημείο θόλωσης και το σημείο απόχυσης ως ένα σημείο που μπορούν να ελέγξουν οι πρόσθετες ουσίες κρύας εκκίνησης.
- 6) Θα προκύψουν λίγα προβλήματα συμβατότητας με υλικά με μίγμα B20. Τα ποιο πλούσια μίγματα θα προκαλέσουν περισσότερα προβλήματα με τις λαστιχένιες τσιμούχες, φλάντζες και μάνικες εκτός αν έχουν αντικατασταθεί με υλικά ανθεκτικά στο βιοντίζελ.
- 7) Η χρήση του μίγματος B20 επιφέρει μια εξισορρόπηση μεταξύ του κόστους, των εκπομπών, του κρύου καιρού, της συμβατότητας των υλικών, και των ζητημάτων διαλυτικής ικανότητας. Είναι μια καλή αφετηρία για τους νέους χρήστες επειδή αντιμετωπίζουν προβλήματα σπάνια. Οι χρήστες πρέπει να είναι προσεκτικοί κατά την μετάβαση από το B20 προς τα υψηλότερα μίγματα δεδομένου ότι ο κίνδυνος για εμφάνιση προβλημάτων αυξάνεται. Αυτά τα προβλήματα μπορούν να ρυθμιστούν αλλά πρέπει να σχεδιαστούν με προσοχή οι στρατηγικές για την επίλυση τους.

7.2.2 Βιοντίζελ B100

Υψηλότερα μίγματα έχουν χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια εκτεταμένων χρονικών περιόδων και μερικοί εμπορικοί στόλοι χρησιμοποιούν B100. Το B100 έχει φυσικές και χημικές ιδιότητες παρόμοιες με του πετρελαίου (ντίζελ) και μπορεί σε μερικές περιπτώσεις να χρησιμοποιηθεί σε υπάρχον εφαρμογές πετρελαίου με ελάχιστη ή καμία τροποποίηση στη μηχανή ή στο σύστημα τροφοδοσίας με καύσιμα. Ενώ το B100 μπορεί να χρησιμοποιηθεί όπως το καθαρό καύσιμο στις εφαρμογές πετρελαίου υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ του βιοντίζελ B100 και των συμβατικών καυσίμων (ντίζελ), που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το χειρισμό ή τη χρησιμοποίηση του B100. Η χρήση του βιοντίζελ B20 και των χαμηλότερων μιγμάτων μειώνει ή αποβάλλει τα ζητήματα που περιγράφονται εδώ:

- 1) Το B100 είναι ένας καλός διαλύτης. Αυτό μπορεί να ελαττώσει ή/ και να διαλύσει τα ιζήματα στις δεξαμενές καυσίμων και την τροφοδότηση των συστημάτων κατά τη διάρκεια του χρόνου.
- 2) Το B100 δεν είναι συμβατό με μερικά μέταλλα και πλαστικά.
- 3) Το B100 δεν είναι συμβατό με μερικές τσιμούχες, μάνικες και φλάντζες. Το B100 μπορεί να μαλακώσει και να υποβιβάσει ορισμένους τύπους λαστιχένιων ενώσεων που βρίσκονται στις μάνικες και τις φλάντζες.
- 4) Το B100 παγώνει στις υψηλές θερμοκρασίες από ότι τα συμβατικά καύσιμα ντίζελ και αυτό πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τον χειρισμό ή τη χρήση του B100.

7.3 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

Οι κατασκευαστές μηχανών και οι εγκαταστάσεις βιοντίζελ στα διαφορετικά μέρη του κόσμου χρησιμοποιούν τα ελαφρώς διαφορετικά πρότυπα για το βιοντίζελ. Ουσιαστικά όλες οι σύγχρονες εξουσιοδοτήσεις μηχανών ντίζελ επιτρέπουν τη χρήση του βιοντίζελ υπό τον όρο ότι ανταποκρίνεται σε ορισμένες προδιαγραφές που φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

		ΕΥΡΩΠΗ	ΓΕΡΜΑΝΙΑ	Η.Π.Α	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΝΤΗΖΕΛ
Προδιαγραφή		EN 14214:2003	DIN V 51608	ASTM D6751	EN 590:1999
Ισχύει για		FAME(Fatty Acid Methyl Esters)	FAME	FAAE	Diesel
Πυκνότητα 15°C	g/cm ³	0.86-0.90	0.875-0.90		0.82- 0.845
Ιξώδες 40°C	mm ² /s	3.5-5.0	3.5-5.0	1.9-6.0	2.0-4.5
Απόσταξη	% @ °C			90%,360°C	85%,350° C - 95%,36°C
Σημείο ανάφλεξης	°C	120 min	110 min	130 min	55 min
CFPP	°C	* country specific	summer 0 spr/aut -10 winter -20		* country specific
Σημείο σύσνεφων	°C			* report	
Θείο	mg/kg	10 max	10 max	15 max	350 max
CCR 100%	%mass		0.05 max	0.05 max	
Υπόλειμμα άνθρακα (10%dist.residue)	%mass	0.3 max	0.3 max		0.3 max
Θειωμένη τέφρα	%mass	0.02 max	0.03 max	0.02 max	

Νερό	mg/kg	500 max	300 max	500 max	200 max
Cu διάβρωση max	3h/50°C	1	1	3	1
Σταθερότητα οξειδωσης	hrs; 110°C	6 hours min			N/A (25 g/m ³)
Αριθμός δεκαεξανίου		51 min	49 min	47 min	51 min
Οξνη αθα	mgKOH /g	0.5 max	0.5 max	0.8 max	
Μεθανόλη	%mass	0.20 max	0.3 max		
Περιεκτικότητα σε εστέρα	%mass	96.5 min			
μονογλυκερίδιο	%mass	0.6 max	0.8 max		
δυγλυκερίδιο	%mass	0.2 max	0.4 max		
τριγλυκερίδιο	%mass	0.2 max	0.4 max		
Ελεύθερη γλυκερίνη	%mass	0.02 max	0.02 max	0.02 max	
Τελική γλυκερίνη	%mass	0.25 max	0.25 max	0.24 max	

Τελική γλυκερίνη	%mass	0.25 max	0.25 max	0.24 max	
Άξια ιωδίου		120 max	115 max		
Λινολενικό οξύ	%mass	12 max			
C(x4) και μεγαλύτεροι ακόρεστοι εστέρες	%mass	1 max			
Φώσφορο	mg/kg	10 max	10 max	10 max	
Αλκαλικότητα	mg/kg		5 max		
Gp I μέταλλα(Na,K)	mg/kg	5 max			
GpII μέταλλα(Ca,Mg)	mg/kg	5 max			
PAHs	%mass				11 max
Lubricity / wear	µm at 60°C				460 max

Παγκόσμιες προδιαγραφές ντίζελ-βιοντίζελ

7.4 ΜΙΓΜΑΤΑ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρότυπο ποιότητας EN 228, η βιοαιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μίγμα 5% με βενζίνη. Η χρήση τέτοιου μίγματος δεν απαιτεί μετατροπή του κινητήρα. Οι ιδιοκτήτες οχημάτων που λειτουργούν με μίγματα βιοαιθανόλης πρέπει να ακολουθούν τις οδηγίες του κάθε κατασκευαστή. Κάποιοι κατασκευαστές οχημάτων προδιαγράφουν ως μέγιστη περιεκτικότητα βιοαιθανόλης σε μίγμα με βενζίνη το 5% κατ' όγκο, ενώ άλλοι προδιαγράφουν σαν μέγιστο ποσοστό το 10%. Αν αυτό το όριο ξεπεραστεί, τότε δεν ισχύουν οι εγγυήσεις του οχήματος.

Επίσης, σε τροποποιημένους κινητήρες μπορεί να χρησιμοποιηθεί 100% μίγμα βιοαιθανόλης, παρόλο που για την αντιμετώπιση του προβλήματος της εκκίνησης σε χαμηλές θερμοκρασίες απαιτείται η χρήση ενός μικρού ποσοστού πτητικού καυσίμου, συνήθως βενζίνης. Μίγμα 5% βιοαιθανόλης με βενζίνη κατ' όγκο σημαίνει 3,4% κατά αναλογία ενέργειας, εφόσον το ενεργειακό περιεχόμενο της βιοαιθανόλης είναι περίπου τα δύο τρίτα αυτού της βενζίνης.

7.4.1 Μετατροπές που απαιτούνται για μίγματα μεγαλύτερα του 5%

Σε οχήματα πολλαπλών καυσίμων και συγκεκριμένα σε οχήματα, που λειτουργούν με χρήση βιοαιθανόλης, αυτή λειτουργεί ως “βελτιωτικό οκτανίων”. Προσθέτοντας δηλαδή 10% βιοαιθανόλη στη βενζίνη, ο αριθμός οκτανίων της βενζίνης αυξάνεται κατά δύο μονάδες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του φαινομένου της προανάφλεξης του καυσίμου και επιπλέον υπάρχει δυνατότητα αύξησης της σχέσης συμπίεσης, με αποτέλεσμα την καλύτερη καύση, άρα και την αύξηση της απόδοσης του κινητήρα.

Ένα μίγμα καυσίμου με 10% βιοαιθανόλη φυσιολογικά θα έχει μια περιεκτικότητα σε οξυγόνο περίπου 3,5%, η οποία και επηρεάζει την αναλογία αέρα – καυσίμου. Για τον λόγο αυτό, είναι συνήθως απαραίτητο οι κινητήρες να έχουν μειωμένη αναλογία αέρα - καυσίμου, ώστε να αντισταθμίζεται και το οξυγόνο που περιέχεται στη βιοαιθανόλη του μίγματος.

Τα συστήματα ελέγχου του κινητήρα, που διαθέτουν τα περισσότερα σύγχρονα αυτοκίνητα, μπορούν να ρυθμίσουν ηλεκτρονικά την αναλογία αέρα – καυσίμου, ώστε να διατηρηθεί η σωστή αναλογία, όταν η βιοαιθανόλη εισάγεται στον κινητήρα. Για κάποια οχήματα, το μέγιστο περιεχόμενο οξυγόνου που μπορούν να αντισταθμίσουν είναι 3,5% (δηλαδή μίγμα με 10% βιοαιθανόλη).

Τα μίγματα βιοαιθανόλης έχουν υψηλότερη λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης από την 100% καθαρή βενζίνη. Για αυτό τον λόγο τα μίγματα αυτά παρουσιάζουν μεγαλύτερη δυσκολία στην εκκίνηση όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι χαμηλή (χειμώνας). Λόγω αυτού του προβλήματος κάποια οχήματα διαθέτουν μια μικρή δεξαμενή που περιέχει καθαρή βενζίνη για την εκκίνηση του κινητήρα του οχήματος κατά τις ψυχρές ημέρες του χειμώνα.

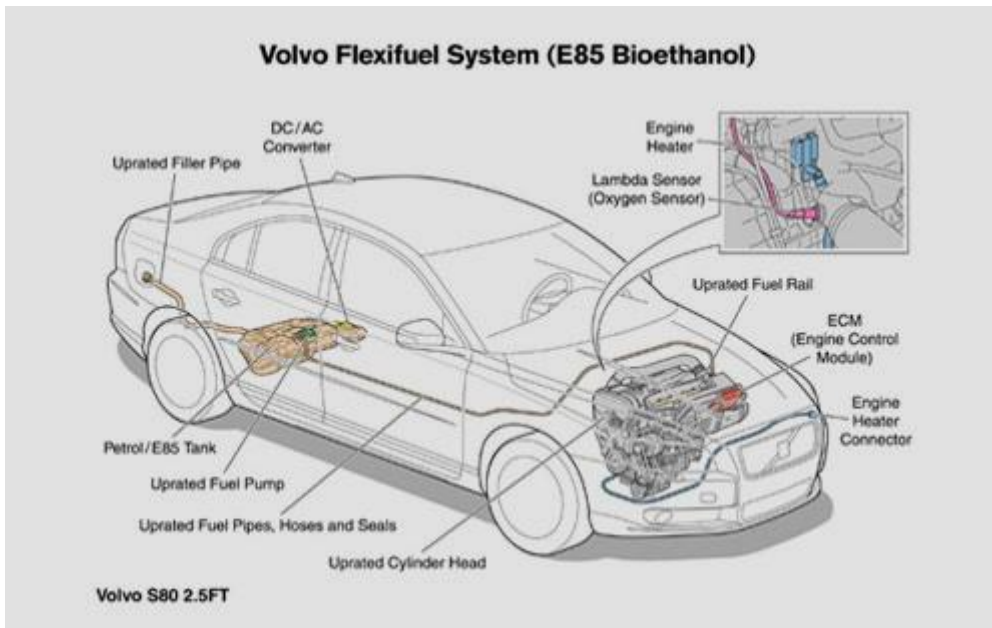
7.5 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Ήδη στην αυτοκινητοβιομηχανία υπάρχουν οι πρώτες εφαρμογές των βιοκαυσίμων. Αυτά αποτελούν μία μεγάλη πρόκληση για την αυτοκινητοβιομηχανία για δύο λόγους: προσφέρουν άμεσο εναλλακτικό υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων και η χρήση τους βοηθά στη μείωση εκπομπών αερίων που ευνοούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

7.5.1. Volvo Bi-Fuel

Τα μοντέλα της Volvo, το S40 και V50 FlexiFuel βασίζονται σε κινητήρα των 1.8 λίτρων όπου έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν ως καύσιμο οποιοδήποτε μίγμα βενζίνης και βιοαιθανόλης E85 (μίγμα 15% βενζίνης και 85% αιθανόλης). Το σύστημα διαχείρισης κινητήρα του αυτοκινήτου παρακολουθεί το μίγμα στο ρεζερβουάρ και αυτόματα τροποποιεί ανάλογα τόσο την έγχυση όσο και την ανάφλεξη.

Βέβαια τα μοντέλα VolvoFlexiFuel προσφέρονται προς το παρόν μόνο στη σουηδική αγορά. Αυτή τη στιγμή υπάρχουν πάνω από 320 πρατήρια βιοαιθανόλης E85 στη Σουηδία και κάθε μήνα κατασκευάζονται περισσότερα. Η επέκταση της υποδομής βιοαιθανόλης θα συνεχίσει να συμβαδίζει με τη ζήτηση, ενώ το μέλλον προβλέπεται ιδιαίτερα λαμπρό. Καθώς τα VolvoFlexiFuel κατατάσσονται στα οικολογικά οχήματα στη Σουηδία, η κυβέρνηση της επιδοτεί την αγορά αυτών καθώς οι ιδιοκτήτες αυτών των αυτοκινήτων δικαιούνται 20% μείωση στη φορολογία εταιρικών αυτοκινήτων σε σύγκριση με ένα αντίστοιχο βενζινοκίνητο μοντέλο. Πολλές τοπικές αρχές προσφέρουν ακόμα δωρεάν στάθμευση και άλλες επιδοτήσεις. Επιπλέον, τα αυτοκίνητα FlexiFuel φορολογούνται λιγότερο και απαλλάσσονται από τα τέλη κυκλοφοριακής συμμόρφωσης στη Στοκχόλμη.



Σχήμα 7.1
VolvoFlexiFuel

7.5.2 Κινητήρας αιθανόλης για το Saab 9-5

Ένα δεύτερο παράδειγμα χρήσης βιοκαυσίμου από αυτοκίνητα είναι το μοντέλο της Saab 9-5. Σε αυτή την περίπτωση ο δίλιτρος κινητήρας turbo εναλλακτικών καυσίμων ο οποίος λειτουργεί με αιθανόλη προστίθεται στη γκάμα του Saab 9-5 από το 2005. Ο εναλλακτικής καύσης κινητήρας του Saab9-5 μπορεί να αποφέρει βελτιωμένη κατανάλωση καυσίμου κάτω από συνθήκες μέσου προς πλήρους φορτίου. Παρ' όλο που η οικονομία καυσίμου σε αστικό και μεικτό κύκλο δεν αναμένεται να παρουσιάσει βελτίωση, δοκιμές καταδεικνύουν ότι ένα ωφέλιμο κέρδος της τάξης του 15% αναμένεται σε υψηλότερες ταχύτητες. Αυτό συμβαίνει γιατί πλέον δε χρειάζεται εμπλουτισμός καυσίμου για τη μείωση της θερμοκρασίας του κινητήρα.



Σχήμα 7.2
Saab Biopower E100

Οι κινητήρες turbo είναι απόλυτα ταιριαστοί στην προσπάθεια εκμετάλλευσης των πλεονεκτημάτων της αιθανόλης και η εργασία των ειδικών της Saab με τον κινητήρα αυτό, δείχνει ότι υπάρχει ευρύ πεδίο ανάπτυξης για το καύσιμο E85. Το τελευταίο διαθέτει τον πραγματικά υψηλό αριθμό οκτανίων 105 RON και είναι μίγμα κατά 85% αιθανόλης/βενζίνης, παράγοντας έτσι μια σημαντική αύξηση της τάξης του 20% στη μέγιστη ισχύ του κινητήρα, από 150 σε 180 bhp.

Η προσαρμοστικότητα του συστήματος διαχείρισης κινητήρα SaabTrionic στο στάνταρ 2λιτρο βενζινοκινητήρα turbo χαμηλής πίεσης διευκολύνει την εκ νέου βαθμονόμηση και τον προγραμματισμό για να φιλοξενήσει διαφορετικά χαρακτηριστικά χρονισμού ανάφλεξης και μίγματος καυσίμου/αέρα που απαιτεί η αιθανόλη. Η μόνη σημαντική τροποποίηση είναι η χρήση συμβατών προς την αιθανόλη υλικών για το ρεζερβουάρ, σωληνώσεις και συνδέσμους. Το σύστημα διαχείρισης του κινητήρα δε, προσαρμόζεται στον τύπο καυσίμου έτσι, ώστε να κινείται απλά με βενζίνη, όταν δεν υπάρχει διαθέσιμη αιθανόλη.

7.5.3 Honda – FFV (flexible fuel vehicle)

Η HondaMotorCo., ανακοίνωσε ότι έχει αναπτύξει το νέο σύστημα flexible fuel vehicle (FFV) το οποίο επιτρέπει σε κινητήρες βενζίνης να λειτουργούν είτε κατά 100% με αιθανόλη ή με ένα μίγμα καυσίμου αιθανόλης - βενζίνης. Μέχρι στιγμής, οι μεταβολές της αναλογίας αιθανόλης - βενζίνης επηρέαζαν την απόδοση εκκίνησης σε χαμηλές θερμοκρασίες, και προκαλούσαν μεταβολές στην αναλογία αέρα - καυσίμου και στην απόδοση κινητήρα. Αποτελούσε πρόκληση η διατήρηση μίας σταθερής δυναμικής απόδοσης, οικονομίας καυσίμου και μείωσης των ρύπων.



Σχήμα7.3
Honda F.f. v. E100

Το νέο σύστημα της Honda προσαρμόζεται σε διαφορετικές αναλογίες αιθανόλης - βενζίνης υπολογίζοντας την συγκέντρωση αιθανόλης στο μίγμα αιθανόλης - βενζίνης στην δεξαμενή καυσίμου βάσει των μετρήσεων συγκέντρωσης ρύπων στο σύστημα εκπομπών του οχήματος. Αυτό δίνει την δυνατότητα προσαρμογής σε αναλογίες αιθανόλης - βενζίνης από 20% έως και 100%, ενώ ταυτόχρονα επιτυγχάνεται εξαιρετική οικονομία καυσίμου και δυναμική απόδοση αντίστοιχη ενός αυτοκινήτου που κινείται κατά 100% με βενζίνη.

Επιπλέον, ένα σύστημα για κρύα εκκίνηση χρησιμοποιεί μία δευτερεύουσα δεξαμενή καυσίμου εξασφαλίζοντας αξιόπιστες εκκινήσεις ακόμη και σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες.

7.5.4 Peugeot και Citroen επενδύουν στα βιοκαύσιμα

Η PSA Peugeot Citroen έχει δεσμευτεί για τη χρήση βιοκαυσίμων στους κινητήρες της από το Μάρτιο 1998. Σήμερα, οι κινητήρες diesel μπορούν να κινηθούν με ένα μείγμα με αναλογία έως 30% μεθυλεστέρα φυτικού λαδιού και diesel, ενώ οι κινητήρες βενζίνης μπορούν να χρησιμοποιήσουν με αναλογία έως 10% μείγμα αιθανόλης χωρίς καμία τροποποίηση.

Ο όμιλος είναι λοιπόν ιδιαίτερα ευτυχής που η Γαλλική κυβέρνηση έχει συστήσει ότι τα βιοκαύσιμα θα αντιπροσωπεύουν 5,75% της αντίστοιχης ενεργειακής αξίας όλων των καυσίμων κινητήρων που θα πουληθούν στη χώρα έως τα μέσα του 2008, δύο χρόνια νωρίτερα από την προθεσμία που είχε προτείνει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, το 2010. Είναι βέβαια προφανές, ότι αυτός ο φιλόδοξος στόχος θα μπορούσε να επιτευχθεί μόνον εάν τα βιοκαύσιμα ήταν διαθέσιμα στους υπάρχοντες σταθμούς ανεφοδιασμού και μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε κάθε όχημα.

Ένας άλλος τρόπος να χρησιμοποιηθούν τα βιοκαύσιμα είναι στα αυτοκίνητα που διαθέτουν κινητήρες E85, οι οποίοι μπορούν να κινηθούν με οποιοδήποτε μείγμα βενζίνης και αιθανόλης με περιεκτικότητα μέχρι 85%. Αυτή η λύση απαιτεί τροποποιημένους κινητήρες, και επομένως την αγορά ενός νέου αυτοκινήτου, όπως και την ανάπτυξη δικτύων διανομής ειδικών καυσίμων.

Επομένως, η χρήση βιοκαυσίμων θα αυξηθεί μόνον εάν τα νέα αυτοκίνητα αντικαταστήσουν τα υφιστάμενα μοντέλα. Η PSA Peugeot Citroen έχει μεγάλη εμπειρία σε τεχνολογίες κινητήρων flex-fuel. Στην Ευρώπη, ο Όμιλος είναι σε θέση να προσφέρει μία μεγάλη ποικιλία οχημάτων με κινητήρες flex-fuel που συμμορφώνονται με τον κανονισμό Euro IV, με τα πρώτα μοντέλα ήδη να βρίσκονται στις αντιπροσωπείες. Τα αυτοκίνητα θα εισαχθούν στις διάφορες αγορές ανάλογα με τη ζήτηση και τη διαθεσιμότητα αντλιών πολλαπλών καυσίμων στους σταθμούς ανεφοδιασμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ

8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ατμοσφαιρική ρύπανση στις μέρες μας έχει φτάσει στα υψηλότερα επίπεδα της ανθρώπινης ιστορίας, και τη μεγαλύτερη ευθύνη γι' αυτό έχει η λειτουργία των κινητήρων των οχημάτων και ιδιαίτερα των ντιζελοκίνητων. Η χρήση των πετρελαϊκών καυσίμων σε αυτούς τους κινητήρες έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή ρυπογόνων εκπομπών. Αυτοί οι ρύποι είναι, το διοξείδιο του άνθρακα, το μονοξείδιο του άνθρακα, τα οξείδια του αζώτου και του θείου, οι υδρογονάνθρακες, τα σωματίδια, η αιθάλη, οι αλδεΐδες και οι αρωματικοί πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες. Για μερικούς από τους παραπάνω ρύπους έχουν καθοριστεί ανώτερα επιτρεπόμενα όρια από τη νομοθεσία και ονομάζονται ρυθμισμένες εκπομπές, ενώ οι υπόλοιποι ρύποι ονομάζονται μη ρυθμισμένες εκπομπές.

Το σημαντικότερο πλεονέκτημα του βιοντίζελ έναντι του πετρελαϊκού ντίζελ είναι ότι η μερική ή ολική αντικατάσταση του δεύτερου από το πρώτο στους ντιζελοκίνητους επιφέρει τη μείωση των περισσότερων από τους ρύπους που προαναφέρθηκαν. Συνεπώς, η χρήση του βιοντίζελ ως καύσιμο στους ντιζελοκίνητους παρουσιάζει, γενικά, πολλά πλεονεκτήματα όσον αφορά το περιβάλλον και τις επιπτώσεις του σε αυτό. Στη συνέχεια εξετάζονται αναλυτικά οι εκπομπές του βιοντίζελ και συγκρίνονται με τις αντίστοιχες του πετρελαϊκού καυσίμου και των φυτικών ελαίων.

8.1.1 Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

Το διοξείδιο του άνθρακα παράγεται από την αναπνοή των ζώων και των φυτών, από την καύση καυσίμων που περιέχουν άνθρακα, και από την αποσύνθεση των οργανικών ζωικών και φυτικών ουσιών. Είναι αέριο άχρωμο, με χαρακτηριστική μυρωδιά και 1,5 φορές περίπου βαρύτερο του αέρα. Βρίσκεται ελεύθερο στον ατμοσφαιρικό αέρα σε αναλογία περίπου 0,04 % κατ.όγκο. Διαλύεται εύκολα στο νερό δίνοντάς του μια υπόξινη γεύση. Είναι αδρανές αέριο. Όταν διαλυθεί στο νερό σχηματίζει το ανθρακικό οξύ το οποίο είναι πολύ ασταθές και διασπάται πάλι σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό.

Η σημαντικότερη περιβαλλοντική του επίπτωση είναι η θεωρούμενη ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου (στο οποίο έχει γίνει εκτενής αναφορά στο κεφάλαιο 2) και επακόλουθη αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη. Το μεγαλύτερο ποσοστό CO₂, στην ατμόσφαιρα προέρχεται από τις εκπομπές των οχημάτων. Η χρήση βιοντίζελ επιφέρει μείωση των εκπομπών CO₂, η οποία όμως είναι μικρή κι όχι τόσο σημαντική όσο αυτή των εκπομπών CO, που περιγράφεται στη συνέχεια. Υπενθυμίζεται ότι το βιοντίζελ ως καύσιμο οργανικής προέλευσης, θεωρείται ότι έχει μηδενικό ισοζύγιο στον κύκλο παραγωγής-κατανάλωσής του.

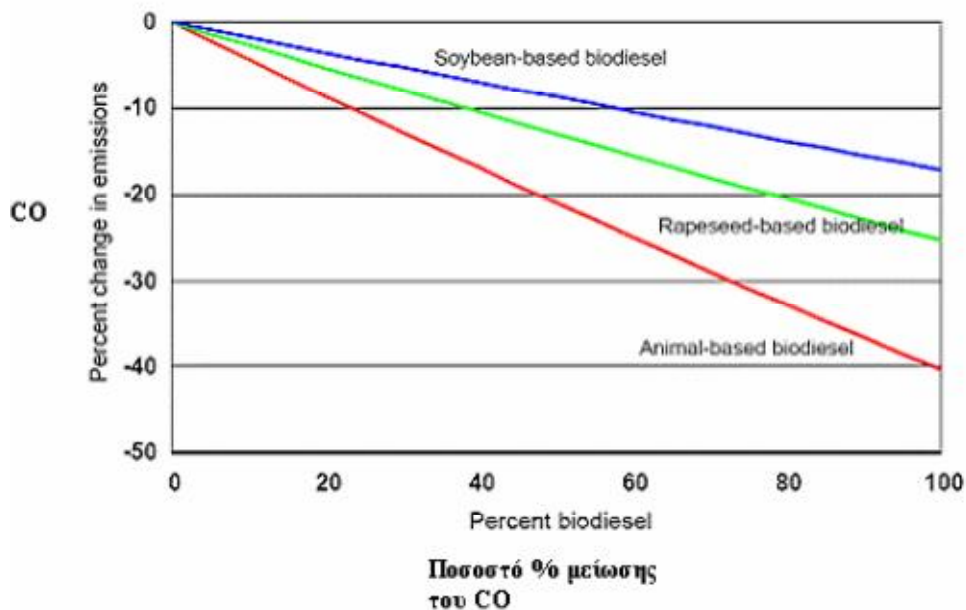
8.1.2 Μονοξείδιο του Άνθρακα (CO)

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι ένα από τα οξείδια του άνθρακα και παράγεται από τη μερική καύση του άνθρακα. Είναι αέριο άχρωμο και άοσμο. Αποτελεί μία από τις κύριες εκπομπές των οχημάτων, τα οποία και αποτελούν την κύρια πηγή παραγωγής του (56 %). Άλλες πηγές παραγωγής CO είναι οι βιομηχανίες (μεταλλουργία, χημικές), οι πυρκαγιές των δασών, και ο καπνός του τσιγάρου. Σε εσωτερικούς χώρους οι υπεύθυνες πηγές παραγωγής του είναι κάποια από τα θερμαντικά σώματα (τζάκι αερίου ή ξύλων, φραγμένο άνοιγμα καμινάδας, θερμάστρα χώρου χωρίς αερισμό).

Τα επίπεδα του CO στην ατμόσφαιρα θεωρείται ότι επηρεάζονται από τη θερμοκρασία αφού οι υψηλότερες τιμές του παρατηρούνται συνήθως τους μήνες του χειμώνα. Αυτό εξηγείται από τη δημιουργία στρώματος θερμού αέρα κάτω από το οποίο παγιδεύονται οι ρύποι σε κοντινή απόσταση από το έδαφος. Οι επιπτώσεις του για την δημόσια υγεία είναι άμεσες. Σε υψηλά επίπεδα είναι δηλητηριώδες αφού επηρεάζει άμεσα το κεντρικό νευρικό σύστημα. Ιδιαίτερα επίσης επηρεάζει ανθρώπους με καρδιακά προβλήματα.

Το CO ανήκει στις ρυθμιζόμενες εκπομπές. Οι οριακές τιμές που έχουν θεσπίσει τα υπουργεία Υγείας και Πρόνοιας, Ανάπτυξης, Μεταφορών και ΠΕΧΩΔΕ, για το λεκανοπέδιο της Αττικής είναι $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (πρώτο στάδιο προειδοποίησης), $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (πρώτη βαθμίδα μέτρων) και $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (δεύτερη βαθμίδα μέτρων). Όλες οι τιμές είναι μέσες για διάστημα 8 h.

Όπως αναφέραμε και παραπάνω το μονοξείδιο του άνθρακα είναι προϊόν ατελούς καύσης. Συνεπώς, η μερική ή ολική συμμετοχή του βιοντίζελ στην καύση μειώνει κατά πολύ τις εκπομπές CO, για λειτουργία του κινητήρα σε οποιεσδήποτε τιμές στροφών ανά λεπτό. Αυτό συμβαίνει διότι το περιεχόμενο οξυγόνο στο βιοντίζελ είναι μεγάλο με αποτέλεσμα να μη γίνεται ατελής καύση. Μάλιστα, όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό του πετρελαϊκού ντίζελ που αντικαθίσταται από βιοντίζελ, τόσο περισσότερο μειώνονται οι εκπομπές CO. Στο παρακάτω διάγραμμα δείχνονται οι μειώσεις που παρατηρούνται στην εκπομπή CO, με καύση βιοντίζελ που προέρχεται από τρία διαφορετικά λάδια.



Σχήμα 7.4: Διάγραμμα μείωσης του CO από την καύση βιοντίζελ*

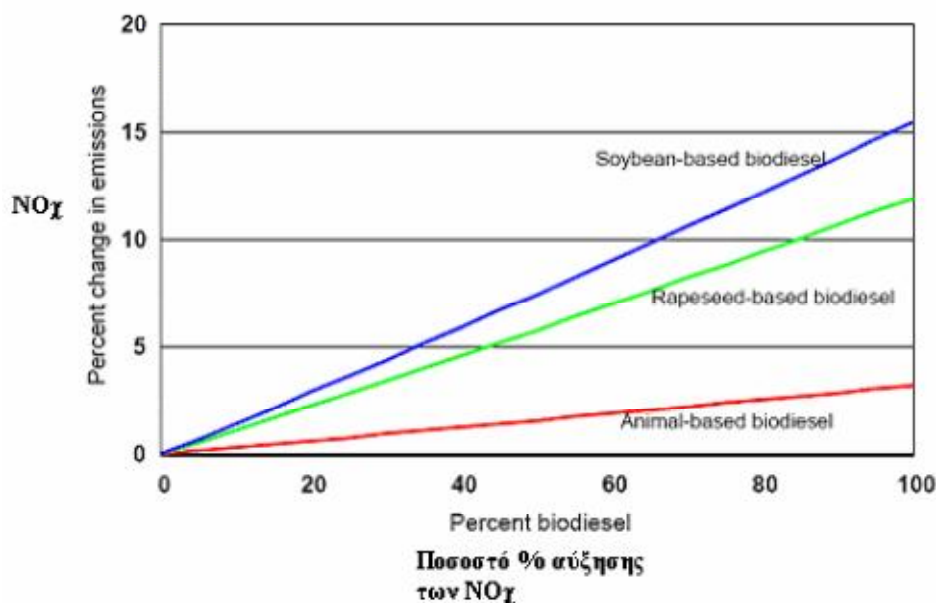
*soybean-basedbiodiesel: βιοντίζελ από σογιέλαιο,rapeseed-basedbiodiesel: βιοντίζελ από κραιμβέλαιο,animal-basedbiodiesel :βιοντίζελ από ζωικό λίπος

8.1.3 Οξείδια του αζώτου

Με το γενικό όρο οξείδια του αζώτου ορίζονται γενικά οι ενώσεις αζώτου με οξυγόνο σε διάφορες αναλογίες. Οι κυριότερες και συνηθέστερες ενώσεις από αυτές είναι το μονοξείδιο NO και το διοξείδιο του αζώτου NO₂. Τα περισσότερα από αυτά είναι άχρωμα και άοσμα. Ωστόσο το διοξείδιο του αζώτου σε συνδυασμό με τα αιωρούμενα σωματίδια σκόνης της ατμόσφαιρα διακρίνεται ως ένα κόκκινο-καφέ στρώμα πάνω από πολλές αστικές περιοχές. Παράγονται κατά την καύση των καυσίμων σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Κατά συνέπεια πηγές έκλυσης οξειδίων του αζώτου είναι κυρίως τα αυτοκίνητα, οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και γενικότερα οι βιομηχανίες.

Τα οξείδια του αζώτου ευθύνονται για τη μόλυνση της ατμόσφαιρας και με έμμεσους τρόπους διότι είναι αέρια πολύ δραστικά και αντιδρούν εύκολα μέσα στην ατμόσφαιρα επηρεάζοντας τη χημεία της και κατά συνέπεια τη σύστασή της με τη δευτερογενή δημιουργία νέων ρύπων. Είναι τοξικά αέρια και επικίνδυνοι για την υγεία ρύποι, αφού προκαλούν πολλές διαταραχές στις λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού. Ειδικά, το διοξείδιο του αζώτου δημιουργεί αναπνευστικά προβλήματα. Τα οξείδια του αζώτου παίζουν σημαντικό ρόλο στις αντιδράσεις που πραγματοποιούνται στην ατμόσφαιρα, καθώς συμμετέχουν στο σχηματισμό του φωτοχημικού νέφους και της όξινης βροχής.

Τέλος χαρακτηρίζονται ως μία από τις βασικές συνιστώσες της αλλαγής του κλίματος και του φαινομένου του θερμοκηπίου στον πλανήτη. Τα παραπάνω φαίνονται στο διάγραμμα που ακολουθεί και στο οποίο παρατηρείται ότι τα οξείδια του αζώτου αυξάνονται κατά ένα ποσοστό 4 % περίπου με τη χρήση καθαρού βιοντίζελ από ζωικά λίπη, σε ποσοστό 12 % από ελαιοκράμβη και φτάνει σε ποσοστό αύξησης 15 %, με τη χρήση βιοντίζελ του οποίου η πρώτη ύλη είναι το σογιέλαιο. Το ποσοστό αυτό μειώνεται όσο μειώνεται και η συμμετοχή του βιοντίζελ στο μίγμα καυσίμου ντίζελ-βιοντίζελ. Η αύξηση αυτή οφείλεται στο υψηλό περιεχόμενο σε πολυακόρεστα, το οποίο παράγει περισσότερα NO_x από άλλο που περιέχει υψηλά επίπεδα κορεσμένων.



Σχήμα 7.5: Διάγραμμα αύξησης των οξειδίων του αζώτου

Οι οριακές τιμές που έχουν θεσπίσει τα υπουργεία Υγείας και Πρόνοιας, Ανάπτυξης, Μεταφορών και ΠΕΧΩΔΕ, για το λεκανοπέδιο της Αττικής είναι $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (πρώτο στάδιο προειδοποίησης), $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (πρώτη βαθμίδα μέτρων) και $700 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (δεύτερη βαθμίδα μέτρων). Όλες οι τιμές είναι μέσες για διάστημα 1 h.

8.1.4 Οξείδια του θείου

Τα οξείδια του θείου που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα είναι κατά κύριο λόγο το διοξείδιο του θείου (SO_2) και σε μικρότερο ποσοστό το τριοξείδιο του θείου (SO_3). Κατά την επεξεργασία των οξειδίων του θείου παράγονται τα σουλφίδια. Έτσι δημιουργούνται κατά την καύση καυσίμων που περιέχουν θείο, όπως ο άνθρακας και το πετρέλαιο, κατά τη διαδικασία εξαγωγής άνθρακα από τα ορυκτά και κατά την παραγωγή βενζίνης από το πετρέλαιο.

Στην ατμόσφαιρα το διοξείδιο του θείου αντιδρά και σχηματίζει σουλφίδια τα οποία είναι επικίνδυνα για τη δημόσια υγεία. Εξαιτίας της διαλυτότητας του στο νερό σε συνδυασμό με την υγρασία της ατμόσφαιρας παράγει όξινες ενώσεις. Οι επιπτώσεις του διοξειδίου του θείου και γενικότερα των σουλφιδίων είναι παρόμοιες με τις επιπτώσεις των οξειδίων του αζώτου. Δημιουργούν άμεσα αναπνευστικά προβλήματα στον πληθυσμό και συνεισφέρουν στη δημιουργία τοξικής βροχής και αιωρούμενων σωματιδίων.

Η αύξηση των εκπομπών οξειδίων του θείου έχει ακολουθήσει την αύξηση της χρήσης των καυσίμων και ιδιαίτερα του ντίζελ. Το SO_2 , είναι φυτοτοξικό επειδή καταστρέφει τη χλωροφύλλη των φυτών. Το SO_3 ενυδατώνεται με τη βροχή σε H_2SO_4 . Έτσι, σχηματίζεται η όξινη βροχή, η οποία αυξάνει τη διάβρωση του εδάφους και των κτιρίων, ενώ προσβάλλει και τα φυτά. Τα οξείδια του θείου που σχηματίζονται κατά την καύση οφείλονται στο θείο που περιέχεται στο καύσιμο είτε σε στοιχειακή μορφή είτε σε οργανικές ή ανόργανες ενώσεις. Οι οριακές τιμές SO_2 που έχουν θεσπίσει τα υπουργεία Υγείας και Πρόνοιας, Ανάπτυξης, Μεταφορών και ΠΕΧΩΔΕ, για το λεκανοπέδιο της Αττικής είναι $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (πρώτο στάδιο προειδοποίησης), $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (πρώτη βαθμίδα μέτρων) και $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (δεύτερη βαθμίδα μέτρων). Όλες οι τιμές είναι μέσες για διάστημα 24 h.

Όσον αφορά στις εκπομπές, το βιοντίζελ εμφανίζει μηδενικές τιμές, λόγω της σχεδόν μηδενικής περιεκτικότητας σε θείο. Κατά τις περιπτώσεις χρήσης του σε μίγματα με ντίζελ, οι εκπομπές αυτές είναι μειωμένες ανάλογα με το ρυθμό ανάμιξης.

8.1.5 Αιθάλη – Καπνός – Σωματίδια

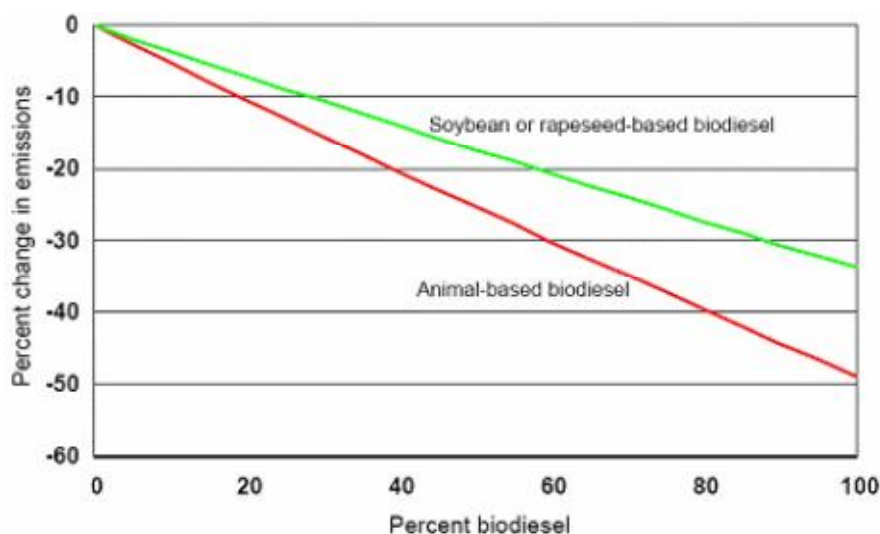
Ο όρος αιωρούμενο σωματίδιο περιγράφει τα διάφορα σωματίδια που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα. Σαν καπνός ορίζονται τα σωματίδια συμπεριλαμβανομένων σταγονιδίων και εκνεφωμάτων, που βρίσκονται σε αιώρηση στα καυσαέρια και απορροφούν, διαθλούν ή ανακλούν το φως. Στην ουσία πρόκειται για σωματίδια ελεύθερου άνθρακα (αιθάλη), τα οποία αποτελούνται κυρίως από συσσωματώματα και αδρομερή μικρότερων σωματιδίων. Ο σχηματισμός αιθάλης γίνεται στο πρώτο στάδιο της καύσης στους κινητήρες και οι παράγοντες που τον επηρεάζουν είναι ο χρόνος ψεκασμού, η καλή εκνέφωση, η καλή ανάμιξη με τον αέρα, η πίεση ψεκασμού και η γεωμετρία του θαλάμου καύσης.

Οι επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου και στην ισορροπία του φυσικού περιβάλλοντος είναι σημαντικές. Συνδέονται με ασθένειες των πνευμόνων όπως άσθμα, χρόνια βρογχίτιδα, πνευμονικές δυσλειτουργίες. Μειώνουν την ορατότητα και προκαλούν ζημιές στο φυσικό και αστικό περιβάλλον. Δημιουργούν όξινα ποτάμια και λίμνες,

διαταράσσουν την ισορροπία σε παράκτια ύδατα και γενικά σε κάθε ευαίσθητο οικοσύστημα. Ο καπνός ευθύνεται για την καταστροφή μνημείων και αρχαιοτήτων αφού καταστρέφει και λεκιάζει υλικά, όπως η πέτρα, από τα οποία είναι φτιαγμένα τα μνημεία.

Οι οριακές τιμές σωματιδίων που έχουν θεσπίσει τα υπουργεία Υγείας και Πρόνοιας, Ανάπτυξης, Μεταφορών και ΠΕΧΩΔΕ, για το λεκανοπέδιο Αττικής, είναι $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (πρώτο στάδιο προειδοποίησης), $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (πρώτη βαθμίδα μέτρων) και $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (δεύτερη βαθμίδα μέτρων). Όλες οι τιμές είναι μέσες για διάστημα 24 h. Με τη χρήση του βιοντίζελ οι τιμές αυτές μειώθηκαν στις περισσότερες περιπτώσεις, ακόμα και με τη χρήση τηγανισμένων λαδιών ή ακόμα και σε μίγματα με ντίζελ.

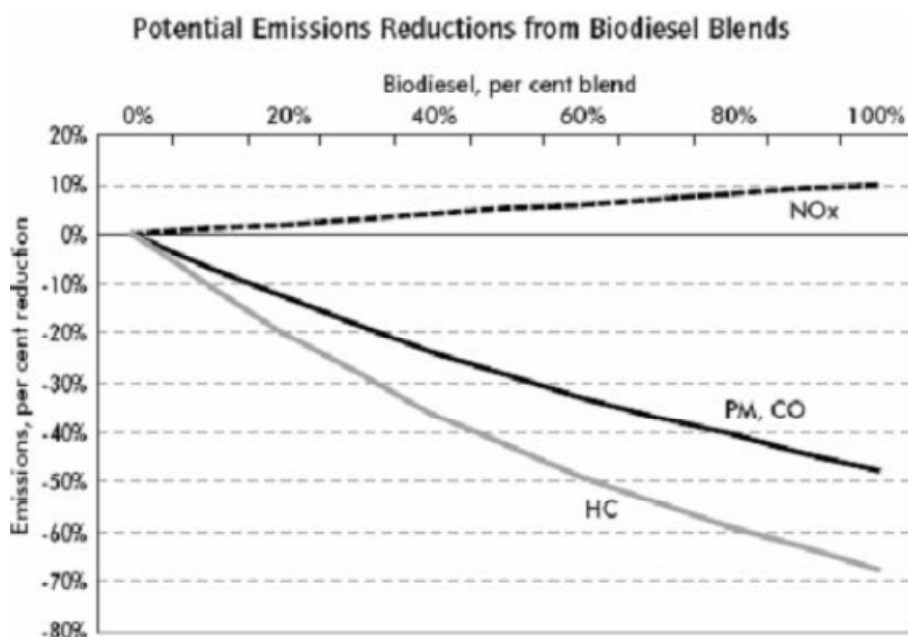
Στο διάγραμμα που ακολουθεί φαίνεται η μείωση των αιωρούμενων σωματιδίων για βιοντίζελ από σογιέλαιο, κραμβέλαιο και από ζωικό λίπος.



Σχήμα 7.6: Διάγραμμα μείωσης των σωματιδίων με χρήση βιοντίζελ από σογιέλαιο και ζωικά λίπη

8.1.6 Υδρογονάνθρακες

Οι εκπομπές υδρογονανθράκων στην ατμόσφαιρα, χαρακτηρίζονται σαν μεθάνιο και σαν υδρογονάνθρακες εκτός μεθανίου. Ένα μέρος των ανθρωπογενών εκπομπών προέρχεται από την ατελή καύση σε κινητήρες οχημάτων. Οι εκπεμπόμενοι υδρογονάνθρακες (κυρίως αλκάνια και αλκένια) αποτελούν έναν από τους βασικότερους παράγοντες που συντελούν στη δημιουργία του φωτοχημικού νέφους. Το μεθάνιο συμβάλλει ισχυρά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η χρήση βιοντίζελ μειώνει κατά πολύ τους εκπεμπόμενους υδρογονάνθρακες σε σχέση με το ντίζελ. Κυριότερος λόγος είναι η αυξημένη περιεκτικότητα σε οξυγόνο, η οποία ελαχιστοποιεί την έκταση της ατελούς καύσης. Το διάγραμμα που ακολουθεί δείχνει συγκεντρωτικά, αυτή ακριβώς τη μείωση στα οξείδια του αζώτου, στα σωματίδια, στο μονοξείδιο του άνθρακα και στους υδρογονάνθρακες.



Σχήμα 7.7: Διάγραμμα μείωσης των εκπομπών βιοντίζελ με ανάμειξή τους κατά ένα ποσοστό με πετρελαϊκό ντίζελ

Οι εκπομπές του βιοντίζελ, είναι συνήθως μειωμένες σε σχέση με τα πετρελαϊκά καύσιμα και μερικές φορές κατά πολύ. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει συγκριτικά τις μειώσεις των εκπομπών σε μίγμα B20 και καθαρό βιοντίζελ. Μίγμα B20 σημαίνει συμμετοχή του βιοντίζελ σε ποσοστό 20 % στο καύσιμο, ενώ B100 ονομάζεται το αμιγές βιοντίζελ.

Εκπομπές % για B100 και B20 σε σύγκριση με του συμβατικού		
Εκπομπή	B100	B20
Μονοξειδίο του άνθρακα	-48%	-12%
Ακαυστοι υδρογονάνθρακες	-56,3%	-20%
Σωματίδια	-55,4%	-18%
Οξείδια του αζώτου	+15%	+2%
Οξείδια του Θείου	-100%	-20%
Τοξικά αέρια	-60% έως -90%	-12% έως -20%

Εκπομπές καθαρού βιοντίζελ και σε μίγμα με ντίζελ σε ποσοστό 20%

8.2 ΒΙΟΑΠΟΙΚΟΔΟΜΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

Το βιοντίζελ είναι υψηλά βιοαποικοδομήσιμο τόσο στο νερό, όσο και στα εδαφικά περιβάλλοντα. Το 90 – 98 % του βιοντίζελ ορυκτοποιείται σε 21 - 28 ημέρες τόσο σε αερόβιες όσο και σε αναερόβιες συνθήκες. Όσον αφορά την υδατική τοξικότητα, δηλαδή την τοξικότητα που παρουσιάζει το βιοντίζελ στα υδάτινα περιβάλλοντα, αναφέρεται ότι η συγκέντρωση στην οποία είναι θανατηφόρο για τα ψάρια, είναι 1000 mg/l, επομένως χαρακτηρίζεται ως ασήμαντης τοξικότητας.

Η βελτιωμένη αποικοδομησιμότητα του βιοντίζελ έναντι του πετρελαϊκού ντίζελ οφείλεται στο ότι στα καύσιμα φυτικής προέλευσης, περιέχονται διπλοί δεσμοί και καρβοξυλικές ομάδες που διευκολύνουν την υδρόλυση και οξείδωση από βακτήρια.

8.2.1 Συμπέρασμα

Οι εκπομπές του βιοντίζελ είναι αρκετά μειωμένες σε σχέση με εκείνες του πετρελαϊκού ντίζελ, γεγονός που του δίνει προβάδισμα και κάνει την ανάγκη χρήσης του ακόμα πιο επιτακτική, αφού η αύξηση των ρύπων είναι δραματική τα τελευταία έτη. Σε αντίθεση με τα παραπάνω παρατηρείται αύξηση μόνο στις εκπομπές οξειδίων του αζώτου.

Παρόλες όμως τις θετικές του συνέπειες το βιοντίζελ δεν αποτελεί την τέλεια λύση. Οι καλλιέργειες οι οποίες απαιτούνται για την παραγωγή των πρώτων υλών είναι τεράστιες και η αντικατάσταση πολλών από τις παραδοσιακές καλλιέργειες με αντίστοιχες ενεργειακές, είναι αναπόφευκτη. Με σκοπό μάλιστα την όλο και μεγαλύτερη αντικατάσταση του πετρελαϊκού ντίζελ από βιοντίζελ, οι καλλιέργειες που θα χρησιμοποιούνται θα πληθαίνουν, με αποτέλεσμα γίνεται περισσότερο εντατική η χρήση λιπασμάτων για να παραχθεί ενέργεια, γεγονός το οποίο εκτός από μη οικονομικό, είναι και επιζήμιο για το περιβάλλον.

Με λίγα λόγια ο συνολικός περιβαλλοντικός αντίκτυπος του βιοντίζελ μπορεί να χαρακτηριστεί σημαντικός, παρόλες τις θετικές επιδράσεις του στο περιβάλλον, αν ληφθούν υπόψη οι υπόλοιπες περιβαλλοντικές παράμετροι όπως η οξύτητα των εδαφών, η χρήση λιπασμάτων, η απώλεια βιοποικιλότητας και η τοξικότητα των φυτοφαρμάκων.

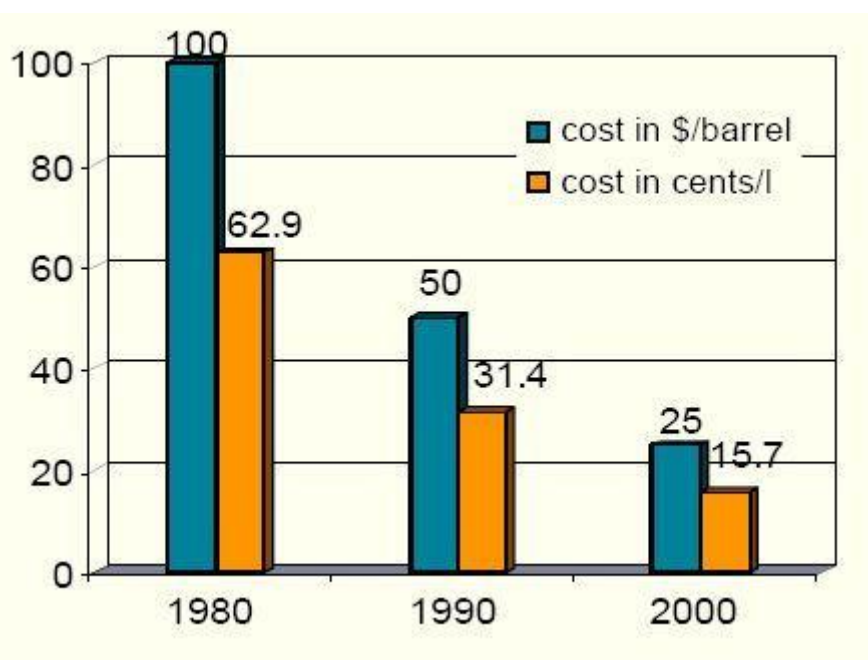
8.3 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Για την παραγωγή της βιοαιθανόλης χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη το ζαχαροκάλαμο στη Βραζιλία, αραβόσιτος στις ΗΠΑ, δημητριακά (σιτάρι, κριθάρι κ.α.) και ζαχαρότευτλα στην ΕΕ. Επίσης το γλυκό σόργο είναι μια νέα και πολλά υποσχόμενη καλλιέργεια για παραγωγή βιοαιθανόλης και παραγώγων της μέσω ζύμωσης των σακχάρων που περιέχονται στο φυτικόχυμό του. Αυτό αποκτά ιδιαίτερη αξία για περιοχές μη τροπικές όπου το ζαχαροκάλαμο δεν ευδοκμεί, όπως είναι η Ευρώπη. Στον πίνακα αναφέρεται το κόστος παραγωγής της βιοαιθανόλης από διάφορες πρώτες ύλες.

ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ	ΚΟΣΤΟΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ (€/m ³)
Ζαχαρότευτλα	230 - 530
Ζαχαροκάλαμο	170 - 200
Γλυκό Σόργο	155 - 230
Καλαμπόκι	210 - 320
Σιτάρι	600
Λιγνοκυτταρινούχες	140 - 350
Πατάτα	760

Πίνακας: Εκτιμώμενο κόστος παραγωγής βιοαιθανόλης από διάφορες πρώτες ύλες.

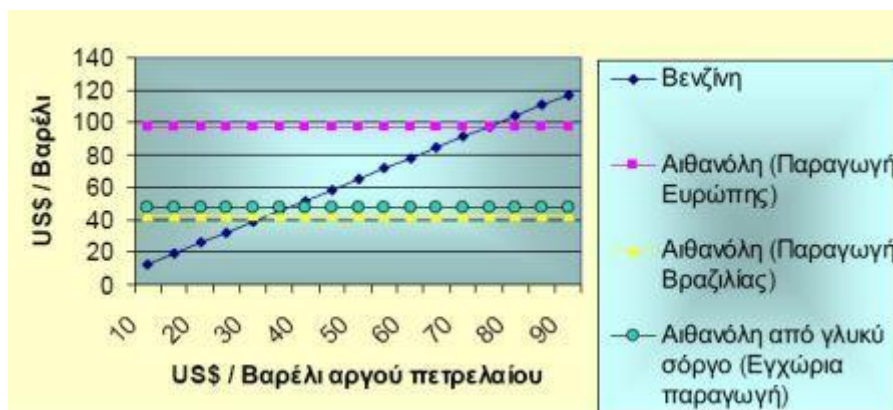
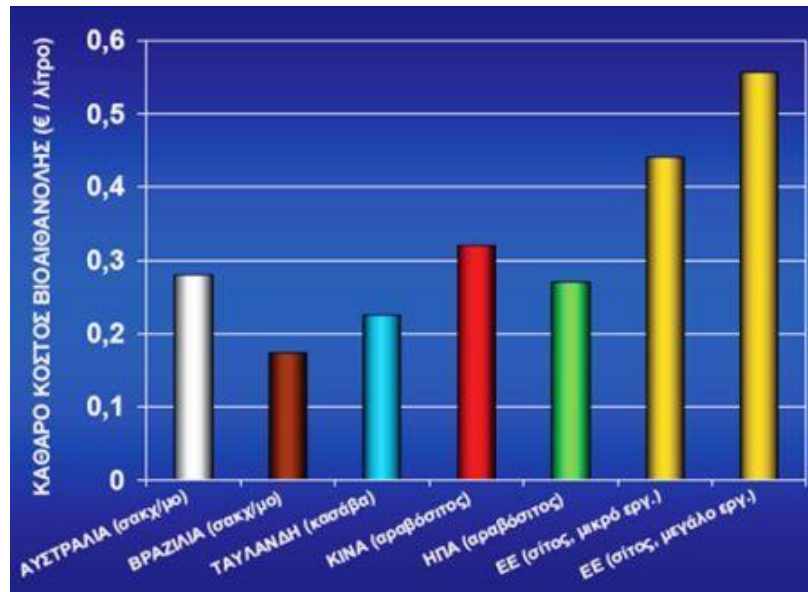
Το κόστος παραγωγής αιθανόλης από καλαμπόκι στις ΗΠΑ είναι 0,21 ευρώ/λίτρο και στα πρατήρια καυσίμων, η τιμή πώλησης του καυσίμου E85 (85% αιθανόλη + 15% βενζίνη) είναι 0,50 ευρώ/λίτρο όταν η αντίστοιχη τιμή της βενζίνης είναι 0,58 ευρώ/λίτρο (Ιούλιος 2007). Επειδή η αιθανόλη έχει 67% του ενεργειακού περιεχομένου (θερμογόνου δύναμης, κατ' όγκο) της βενζίνης, το κόστος της αιθανόλης που ισοδυναμεί με ένα λίτρο βενζίνης είναι 0,71 ευρώ/λίτρο. Η Βραζιλία παράγει ακόμη φθηνότερη βιοαιθανόλη, με κόστος παραγωγής 0,17 ευρώ/λίτρο. Η λιανική τιμή πώλησης της αιθανόλης είναι 0,55 ευρώ/λίτρο όταν η αντίστοιχη τιμή της βενζίνης είναι 0,94 ευρώ/λίτρο (Ιούλιος 2007). Το κόστος της αιθανόλης που ισοδυναμεί με ένα λίτρο βενζίνης είναι 0,74 ευρώ/λίτρο. Η Βραζιλία είναι η μοναδική χώρα παγκοσμίως όπου πλέον η βιοαιθανόλη που παράγεται από ζαχαροκάλαμο είναι ήδη ανταγωνιστική έναντι των ορυκτών υγρών καυσίμων.



Μείωση του κόστους παραγωγής της βιοαιθανόλης στη Βραζιλία

Για την ΕΕ όπου η βιομηχανία αιθανόλης είναι λιγότερο αναπτυγμένη, η παραγόμενη βιοαιθανόλη γίνεται ανταγωνιστική της βενζίνης για τιμές πετρελαίου 90 € ανά βαρέλι, ενώ υπολογίζεται ότι η έρευνα και η τεχνολογική ανάπτυξη στον τομέα των βιοκαυσίμων θα επιφέρει μείωση κόστους κατά 30% μετά το έτος 2010. Οι κύριες παραγωγοί αιθανόλης είναι η Ισπανία και η Σουηδία, με τον Ισπανικό όμιλο Abengoa να ηγείται στην Ευρώπη.

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται το κόστος παραγωγής αιθανόλης σε διάφορες χώρες από διάφορες καλλιέργειες (πρώτο διάγραμμα) και η σύγκριση των τιμών βενζίνης και αιθανόλης ως συνάρτηση της τιμής αργού πετρελαίου (δεύτερο διάγραμμα).



Προς το παρόν, η βιομηχανία αιθανόλης είναι ανύπαρκτη στην Ελλάδα, ενώ αναμένονται εξελίξεις σχετικά με τη μετατροπή από ζαχαρουργεία σε εργοστάσια βιοαιθανόλης, των εργοστασίων της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης σε Λάρισα και Ξάνθη.

Το δυναμικό παραγωγής βιοαιθανόλης των καλλιεργειών στην Ελλάδα, παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί:

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ (κλά/στρέμμα)	ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ (λίτρα/στρέμμα)
ΣΙΤΑΡΙ	150 - 800	45 - 240
ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	900	270
ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΟ	6.000	600
ΓΛΥΚΟ ΣΟΡΓΟ	7.000 - 10.000	675 - 900

Πηγή: ΚΑΠΕ

Στη Βραζιλία, ένα στρέμμα ζαχαροκάλαμου παράγει 570-760 λίτρα βιοαιθανόλης. Το γλυκό σόργο μπορεί να γίνει στο κοντινό μέλλον, το ζαχαροκάλαμο της Μεσογείου, διότι με χρήση νέων τεχνικών η στρεμματική απόδοση σε βιοαιθανόλη μπορεί να ξεπεράσει τα 1100 λίτρα.

8.4 ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

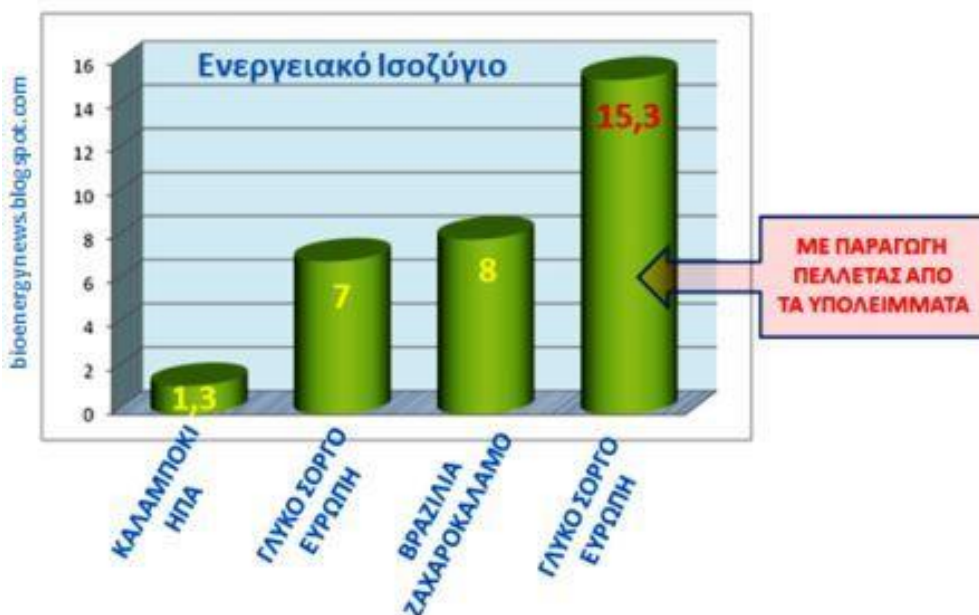
Κύρια πλεονεκτήματα της βιοαιθανόλης σε σχέση με τη βενζίνη είναι ότι θεωρητικά είναι CO₂-ουδέτερη, κατά την καύση της εκπέμπονται μικρότερες ποσότητες ρύπων, είναι βιοαποδομήσιμη και συμβάλλει στην αειφορία, ενώ πρακτικά δεν παράγονται οξείδια του θείου. Επιπρόσθετα, η αιθανόλη δεν περιέχει επικίνδυνους αρωματικούς υδρογονάνθρακες, όπως για παράδειγμα βενζένιο το οποίο είναι καρκινογόνο, ενώ πλεονεκτεί και στις εκπομπές μονοξειδίου και διοξειδίου του άνθρακα.

Ειδικότερα, η προσθήκη 5% αιθανόλης σε βενζίνη μειώνει κατά 7% τους αρωματικούς υδρογονάνθρακες και κατά 50% τις εκπομπές CO₂. Έρευνες στη Γαλλία δείχνουν ότι μίξη αιθανόλης κατά 5-7% με βενζίνη μειώνει τις εκπομπές CO κατά 15-40% με αντίστοιχες μελέτες στις ΗΠΑ να δείχνουν μείωση κατά 11-30%.

Επίσης η χρήση της βιοαιθανόλης ως καύσιμο οδηγεί σε μείωση της φωτοχημικά σχηματιζόμενης αιθαλομίχλης στην ατμόσφαιρα. Εκτός από τη μείωση της μη σημειακής ρύπανσης που οφείλεται στις εκπομπές αέριων ρύπων, η βιοαιθανόλη δεν προκαλεί σημαντική σημειακή ρύπανση, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση ατυχημάτων ή διαρροών πετρελαιοειδών, διότι έχει πολύ χαμηλή τοξικότητα σε σχέση με τα πετρελαιοειδή και είναι άμεσα βιοαποδομήσιμη στο νερό και το έδαφος.

Εστιάζοντας στις καθαρές εκπομπές CO₂ από τη χρήση αιθανόλης ως καύσιμο, δηλαδή λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των εκπομπών κατά την παραγωγή (καλλιέργεια & βιομηχανία) και την καύση, τα αποτελέσματα ποικίλουν ανάλογα με την πρώτη ύλη και τη μέθοδο παραγωγής. Στο μοντέλο των ΗΠΑ, δηλαδή την παραγωγή αιθανόλης από καλαμπόκι, η μείωση CO₂ είναι μόνο 15-25% σε σχέση με τη βενζίνη. Αντιθέτως, η αιθανόλη που παράγεται ζαχαροκάλαμο με το βραζιλιάνικο μοντέλο, συντελεί σε μείωση μέχρι και 90% των εκπομπών CO₂ σε σχέση με τη βενζίνη.

Τέλος η χρήση κυτταρινικής αιθανόλης μειώνει τις εκπομπές CO₂ κατά 70-90%, ενώ στην περίπτωση που κατά την παραγωγική διαδικασία γίνει και συμπαραγωγή θερμότητας – ηλεκτρισμού από τη βιομάζα, τότε οι εκπομπές CO₂ είναι μηδενικές (100% μείωση). Ένα άλλο σημαντικό θέμα είναι το ενεργειακό ισοζύγιο της αλυσίδας παραγωγής βιοαιθανόλης, δηλαδή την ποσότητα ενέργειας (εισροές) που δαπανάται κατά την παραγωγική διαδικασία και προέρχεται από ορυκτά καύσιμα σε σχέση με την τελική ενέργεια που παρέχει η αιθανόλη (εκροές).



Ενεργειακό Ισοζύγιο της παραγωγής βιοαιθανόλης

Και στο ενεργειακό ισοζύγιο, το αμερικάνικο μοντέλο έχει τις χειρότερες επιδόσεις, αφού καταναλώνεται 1 μονάδα ορυκτού καυσίμου για να παραχθούν μόνο 1,3 μονάδες αιθανόλης, δηλαδή 1 λίτρο βενζίνης για παραγωγή αιθανόλης που ισοδυναμεί με 1,3 λίτρα βενζίνης. Αντιθέτως, στο βραζιλιάνικο μοντέλο καταναλώνεται 1 μονάδα ορυκτού καυσίμου για να παραχθούν 8 μονάδες αιθανόλης από ζαχαροκάλαμο, με προοπτική για 9-13 μονάδες ισοδύναμου βενζίνης όταν γίνεται αξιοποίηση και των στερεών παραπροϊόντων της βιομηχανίας και χρησιμοποιηθούν αυτά για παραγωγή ενέργειας (πχ ηλεκτροπαραγωγή, πελλέτες κ.α). Στην κυτταρινική αιθανόλη το ενεργειακό ισοζύγιο κυμαίνεται από 2 ως 36 ανάλογα με τη μέθοδο παραγωγής. Στον παρακάτω πίνακα δίνεται η επιμέρους ανάλυση του ενεργειακού ισοζυγίου της βιοαιθανόλης από ζαχαροκάλαμο.

Ενεργειακή ανάλυση	Ενέργεια (MJ)
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΕΚΠΡΟΕΣ (Παραγωγή)	
Ενέργεια βιοαιθανόλης	118.851
Ενέργεια υπολειμμάτων	53.115
Σύνολο εκροών	171.966
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΠΡΟΕΣ (Δαπάνη)	
Δαπάνη ενέργειας κατά την καλλιέργεια	15.830
Δαπάνη ενέργειας στη βιομηχανία	3.236
Σύνολο εισροών	19.066
Καθαρά παραγόμενη ενέργεια	152.900

Ενεργειακό ισοζύγιο παραγωγής βιοαιθανόλης από ζαχαροκάλαμο στη Βραζιλία.

8.5 ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ: ΤΑ ΣΥΝ ΚΑΙ ΤΑ ΠΛΗΝ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η παραγωγή αιθανόλης απαιτεί εξαιρετικά υψηλά ποσά ενέργειας. Για να παραχθούν 10,6 δισεκατομμύρια λίτρα αιθανόλης, οι ΗΠΑ χρησιμοποιούν περίπου 3,3 εκατομμύριο εκτάρια εδάφους, τα οποία απαιτούν κατόπιν ογκώδεις ενεργειακές εισαγωγές για λίπανση, αντιμετώπισης ζιζανίων και συγκομιδής του καλαμποκιού. Αυτά τα 10,6δισεκατομμύρια λίτρα αιθανόλης παρέχουν μόνο 2% της βενζίνης που χρησιμοποιείται από τα αυτοκίνητα κάθε χρόνο στις Η.Π.Α.

Παρά τις μελέτες που παρουσιάζουν πλεόνασμα καθαρής ενέργειας για την παραγωγή αιθανόλης, άλλοι μελετητές χρησιμοποιώντας στοιχεία και από τις 50 πολιτείες και συμψηφίζοντας όλες τις ενεργειακές εισαγωγές (συμπεριλαμβανομένης της κατασκευής και επισκευής αγροτικών μηχανημάτων και του εξοπλισμού ζύμωση-απόσταξης) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η παραγωγή αιθανόλης δεν παράσχει όφελος καθαρής ενέργειας. Διατείνονται ότι πιθανότερα απαιτεί περισσότερη ενέργεια από ορυκτά καύσιμα για να παραχθεί από ότι θα παράγει.

Στους υπολογισμούς τους, η παραγωγή αιθανόλης από καλαμποκι απαιτεί 1,29 γαλόνια ορυκτών καυσίμων ανά γαλόνι αιθανόλης που θα παράγεται, και η παραγωγή ενός γαλονιού ντίτζελ από σόγια απαιτεί 1,27 γαλόνια ενέργειας από ορυκτά καύσιμα. Επιπλέον, λόγω της σχετικά χαμηλής ενεργειακής πυκνότητας της αιθανόλης, περίπου τρία γαλόνια της αιθανόλης απαιτούνται για να αντικαταστήσουν δύο γαλόνια βενζίνης.

8.6 Η ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ Η ΜΟΙΡΑ ΤΩΝ ΑΓΡΟΤΩΝ

Η προώθηση του "αγρο-μετώπου" των βιοκαυσίμων είναι μια απόπειρα ενάντια στην αυτάρκεια τροφίμων των αναπτυσσόμενων εθνών δεδομένου ότι τα εδάφη για την παραγωγή τροφίμων θυσιάζονται όλο και περισσότερο για να ταΐσουν τα αυτοκίνητα των ανθρώπων του παγκόσμιου Βορρά. Η παραγωγή βιοκαυσίμων έχει επίσης άμεσες επιπτώσεις στους καταναλωτές με την αύξηση του κόστους διατροφής. Εξαιτίας του γεγονότος ότι περισσότερο από 70% του καλαμποκιού στις Η.Π.Α. χρησιμοποιείται για ζωοτροφή, διπλασιάζοντας ή τριπλασιάζοντας την παραγωγή αιθανόλης μπορεί να προκαλέσει αύξηση των τιμών καλαμποκιού, και κατά συνέπεια, την τιμή του κρέατος.

8.6.1 Η κλιματική αλλαγή

Ένα από τα κύρια επιχειρήματα των υπερασπιστών των βιοκαυσίμων είναι πως αυτές οι νέες μορφές ενέργειας θα βοηθήσουν στην μετρίαση της κλιματικής αλλαγής. Ωστόσο, με την προώθηση μεγάλης κλίμακας μηχανοποιημένων μονοκαλλιεργειών που απαιτούν αγροχημικές εισροές και μηχανήματα, το πιθανότερο τελικό αποτέλεσμα είναι μια γενικότερη αύξηση στις εκπομπές του CO₂. Καθώς τα δάση που δεσμεύουν αέρια του θερμοκηπίου αποψιλώνονται για να αντικατασταθούν από καλλιέργειες βιοκαυσίμων, οι εκπομπές αυτές θα αυξάνονται παρά θα μειώνονται.

Εφόσον οι χώρες στο παγκόσμιο νότο μπαίνουν στη παραγωγή βιοκαυσίμων, το σχέδιο είναι να εξαχθεί ένα μεγάλο μέρος αυτής της παραγωγής. Η μεταφορά σε άλλες χώρες θα αυξήσει κατά πολύ τη χρήση καυσίμων και τις εκπομπές ρύπων. Επιπλέον, η μετατροπή βιομάζας σε υγρό καύσιμο σε εγκαταστάσεις μετατροπής παράγει τεράστιες αέριων του θερμοκηπίου.

Η παγκόσμια αλλαγή κλίματος δεν πρόκειται να διορθωθεί με την χρήση των βιομηχανικών βιοκαυσίμων. Θα πρέπει να υπάρξει μια ριζοσπαστική μετατροπή των τρόπου κατανάλωσης στο παγκόσμιο Βορρά. Ο μόνος τρόπος για να σταματήσει η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι η μετάβαση από τις εκτατικές βιομηχανικές καλλιέργειες στην μικρής-κλίμακας βιολογική γεωργία, και τη μείωση της παγκόσμιας κατανάλωσης καυσίμων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9^ο

ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ - ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

9.1 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ

Η ανάγκη για τη χρήση εναλλακτικών και ανανεώσιμων καυσίμων έναντι του πετρελαίου και των προϊόντων του έχει αρχίσει να παίζει έναν πολύ σημαντικό ρόλο στον ανεπτυγμένο κόσμο, τόσο για περιβαλλοντικούς όσο και για οικονομικούς και διαχειριστικούς λόγους.

Όπως είπαμε, βιοκαύσιμα χαρακτηρίζονται όλα τα στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα που προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (βιομάζα). Τα κυριότερα είναι το βιοντίζελ που παράγεται από τα φυτικά έλαια και τα ζωικά λίπη, η βιοαιθανόλη που παράγεται από τα σακχαρούχα και αμυλούχα φυτά, το βιοαέριο, κ.ά.

Για το βιοντίζελ και τη βιοαιθανόλη, συγκεκριμένα, οι επενδύσεις αναπτύσσονται ταχύτατα σε ολόκληρο τον κόσμο. Στις ΗΠΑ το 2005 η παραγωγή βιοαιθανόλης ανήλθε στους 9.000.000 τόνους και αυξάνεται κατά 30% κάθε χρόνο, ενώ η παραγωγή βιοντίζελ ξεπέρασε τους 1.000.000 τόνους, με στόχο να τριπλασιαστεί και αυτή μέχρι το 2009. Η Βραζιλία διατηρεί παγκοσμίως την πρώτη θέση στην παραγωγή βιοαιθανόλης.

Η Γερμανία παραμένει ο μεγαλύτερος παραγωγός βιοντίζελ στον κόσμο (1.700.000 τόνοι βιοντίζελ παρήχθησαν σε ένα έτος) και αυξάνει την παραγωγή του σταθερά περίπου κατά 40% κάθε χρόνο, ενώ αναπτύσσονται και μεγάλα εργοστάσια παραγωγής βιοαιθανόλης δυναμικότητας έως και 250.000 τόνων το χρόνο. Στην Ουγγαρία κατασκευάζεται το μεγαλύτερο εργοστάσιο παραγωγής βιοαιθανόλης στον κόσμο, δυναμικότητας 400.000 τόνων.

Παράλληλα, τα βιοκαύσιμα δεύτερης και τρίτης γενιάς, όπως συνθετικά βιοκαύσιμα, βιοϋδρογόνο κ.ά., βρίσκονται προ των πυλών και αναμένεται να πρωταγωνιστήσουν στα αμέσως προσεχή χρόνια.

9.2

ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Αυτή τη στιγμή, στην Ελλάδα υπάρχουν δύο εργοστάσια παραγωγής βιοντίζελ, τα οποία ήδη παραδίδουν ποσότητες βιοντίζελ, κυρίως στα διυλιστήρια (ΕΛΠΕ και ΜΟΤΟΡ ΟΪΛ) για ανάμειξη με το συμβατικό ντίζελ και διάθεση του μείγματος στην ελληνική αγορά. Το πρώτο είναι η ΕΛΒΙ στο Κιλκίς, δυναμικότητας 40.000 tn βιοντίζελ το χρόνο, που τέθηκε σε λειτουργία το φθινόπωρο του 2005. Το 74% του παραγόμενου βιοντίζελ η εταιρεία το διαθέτει στα ΕΛΠΕ, το 24% στη ΜΟΤΟΡ ΟΪΛ και ένα 2% θα απορροφήσει η Shell. Το δεύτερο είναι η Παύλος Ν. Πέττας ΑΒΕΕ-Ελαιουργία στη βιομηχανική περιοχή της Πάτρας, δυναμικότητας 65.000 tn βιοντίζελ το χρόνο, που ξεκίνησε την παραγωγή του τον Αύγουστο του 2006.

Παράλληλα, έχουν αναπτυχθεί αρκετές επιχειρηματικές πρωτοβουλίες για ίδρυση μονάδων παραγωγής βιοντίζελ σε όλη τη χώρα, ενώ η Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης προτίθεται να δραστηριοποιηθεί στην παραγωγή βιοαιθανόλης επεκτείνοντας τις εγκαταστάσεις της, κάθε μία από τις οποίες θα παράγει 150.000 tn βιοαιθανόλης το χρόνο.

Σημαντικό είναι το έργο Biosis για την ανάπτυξη βιώσιμου και ολοκληρωμένου συστήματος παραγωγής βιοντίζελ από ενεργειακές καλλιέργειες με ταυτόχρονη εκμετάλλευση των παραγόμενων παραπροϊόντων στις Περιφέρειες Δυτικής Ελλάδος, Ηπείρου και Απουλίας της Ιταλίας. Σκοπός είναι η μείωση της ενεργειακής εξάρτησης σε περιφερειακό και εθνικό επίπεδο από το πετρέλαιο, η ενίσχυση του πρωτογενούς αγροτικού τομέα και η προστασία του περιβάλλοντος.

Το έργο αυτό θα συμβάλει σημαντικά στην ουσιαστική συμμετοχή των εμπλεκόμενων Περιφερειών στις Εθνικές προσπάθειες επίτευξης των στόχων που έχουν τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση στο τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και παραγωγής και κατανάλωσης βιοκαυσίμων καθώς και στην κατάρτιση επιστημονικού προσωπικού υψηλού επιπέδου στις καινοτόμες τεχνολογίες ως αρωγούς και φορείς διάχυσής τους.

9.3 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Στην Ευρώπη έχει δρομολογηθεί η υποχρεωτική χρήση βιοκαυσίμων στα καύσιμα κίνησης σε ποσοστό τουλάχιστον 2% από 1/1/2006, με στόχο την αύξησή τους σε ποσοστό 5,75% μέχρι 31/12/2010, με βάση την οδηγία 2003/30/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η οποία προτείνει συμμετοχή των βιοκαυσίμων στην αγορά καυσίμων σε ποσοστό 20% έως το 2012. Στα ποσοστά αυτά το βιοντίζελ θα υποκαταστήσει το συμβατικό ντίζελ, ενώ η βιοαιθανόλη τη βενζίνη.

Η Κοινοτική Οδηγία στοχεύει στην ικανοποίηση των δεσμεύσεων του Πρωτοκόλλου του Κιότο σχετικά με τις κλιματικές αλλαγές και την αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου, στην ασφάλεια του εφοδιασμού κατά τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον και στην προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις μεταφορές. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Ε.Κ.), οι μεταφορές στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) ευθύνονται για το 21% των εκπομπών αερίων που συμβάλλουν στην αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη μας (φαινόμενο του θερμοκηπίου) και το ποσοστό αυτό μεγαλώνει.

Την ίδια στιγμή, η Ε.Ε. αποτελεί τον μεγαλύτερο εισαγωγέα ενέργειας στον κόσμο, χρησιμοποιώντας περίπου το 17% της παγκόσμιας ενέργειας. Παράλληλα, η παραγωγή

βιοκαυσίμων στην Ε.Ε. το 2004 είχε ανέλθει σε 2.400.000 tn, από τους οποίους 500.000 tn ήταν βιοαιθανόλη και 1.900.000 tn βιοντίζελ. Οι ποσότητες αυτές ισοδυναμούν μόνο με το 0,8% περίπου της κατανάλωσης πετρελαίου και βενζίνης στην Ε.Ε. Έτσι, επιβάλλεται η αύξηση της χρήσης των βιοκαυσίμων, η οποία θα συμβάλει στη μείωση της εξάρτησης των κρατών μελών της Ε.Ε. από τις εισαγωγές ορυκτών καυσίμων, στη μείωση των εκπομπών επικίνδυνων ρυπαντών και αερίων που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, ενώ παράλληλα θα δημιουργηθούν νέες ευκαιρίες για τους αγρότες και οικονομικές ευκαιρίες για τις αναπτυσσόμενες χώρες.

Η στρατηγική της Ε.Ε. που υιοθετήθηκε τον Φεβρουάριο του 2006 για τα βιοκαύσιμα βασίζεται στο σχέδιο για εκμετάλλευση της βιομάζας, το οποίο υιοθετήθηκε το Δεκέμβριο του 2005 και έχει αναπτυχθεί σε επτά άξονες πολιτικής: α) υποκίνηση της ζήτησης βιοκαυσίμων, β) κατάκτηση περιβαλλοντικών οφελών, γ) ανάπτυξη της παραγωγής και διανομής βιοκαυσίμων, δ) επέκταση των προμηθειών πρώτων υλών, ε) ενίσχυση των εμπορικών ευκαιριών, στ) υποστήριξη των αναπτυσσόμενων χωρών και ζ) υποστήριξη προγραμμάτων έρευνας και ανάπτυξης.

Στην Ελλάδα, με νόμο που ψηφίστηκε το Νοέμβριο του 2005(ν.3423/2005) εναρμονίζεται η Εθνική Νομοθεσία προς την Κοινοτική Οδηγία. Τα βασικότερα σημεία του νόμου είναι:

- Ο καθορισμός της συμμετοχής των βιοκαυσίμων και των άλλων ανανεώσιμων καυσίμων στην ελληνική αγορά σε ποσοστό 5,75% του συνόλου της βενζίνης και του πετρελαίου που καταναλώνονται στον τομέα μεταφορών έως την 31η Δεκεμβρίου του 2010.
- Η θέσπιση της Άδειας Διάθεσης Βιοκαυσίμων για τις επιχειρήσεις που επιθυμούν να δραστηριοποιηθούν στην παραγωγή και την εμπορία βιοκαυσίμων στη χώρα μας. Ο κάτοχος της σχετικής άδειας θα έχει το δικαίωμα παραγωγής ή εισαγωγής αυτούσιων βιοκαυσίμων και άλλων ανανεώσιμων καυσίμων και της διάθεσής τους εντός της ελληνικής επικράτειας.
- Η πρόβλεψη για την κατάρτιση του «Προγράμματος Κατανομής Ποσοτήτων Βιοκαυσίμων» που απαλλάσσονται από τον Ειδικό Φόρο Κατανάλωσης Καυσίμων (ΕΦΚΚ). Σε κάθε συμμετέχοντα στο Πρόγραμμα παρέχεται η δυνατότητα και παράλληλα επιβάλλεται η υποχρέωση διάθεσης στην ελληνική αγορά συγκεκριμένης ποσότητας βιοκαυσίμων, απαλλαγμένη από τον Ειδικό Φόρο Κατανάλωσης για την περίοδο μέχρι και το τέλος του 2010.
- Έχει ήδη ψηφιστεί και αποτελεί νόμο (ν.3340/2005) η απαλλαγή ποσοτήτων αυτούσιου βιοντίζελ από τον ΕΦΚΚ μέχρι το 2007. Συγκεκριμένα, οι αποφορολογημένες ποσότητες βιοντίζελ για το 2005 ανέρχονταν σε 51.000 tn, ενώ για τα έτη 2006 και 2007 έχουν οριστεί στους 91.000 και 114.000 tn αντίστοιχα.
- Η ρύθμιση θεμάτων σχετικά με την ανάμειξη των βιοκαυσίμων με τα αντίστοιχα συμβατά προϊόντα διύλισης του αργού πετρελαίου, την εξασφάλιση της διάθεσης των βιοκαυσίμων στην ελληνική αγορά, καθώς και θεμάτων που άπτονται της ποιότητας και της διακίνησης των βιοκαυσίμων στη χώρα μας.

Τα επενδυτικά σχέδια ίδρυσης εργοστασίων παραγωγής βιοκαυσίμων ενισχύονται μέσα από τον αναπτυξιακό νόμο, ο οποίος προβλέπει ελάχιστη επιδότηση 30%, η οποία υπό προϋποθέσεις μπορεί να φθάσει στο 55% της συνολικής επένδυσης. Το ελάχιστο ποσοστό της ίδιας συμμετοχής ανέρχεται στο 25% της επένδυσης. Ο αναπτυξιακός νόμος είναι σε συνεχή ισχύ και αιτήσεις κατατίθενται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

9.4 Η ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΥΓΡΑ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει ήδη διατυπώσει τη στρατηγική της Ένωσης για τα βιοκαύσιμα, το Φεβρουάριο του 2006. Η στρατηγική αυτή έχει τρεις στόχους: την περαιτέρω προώθηση των βιοκαυσίμων στην Ευρωπαϊκή Ένωση και σε αναπτυσσόμενες χώρες, την προετοιμασία για την ευρείας κλίμακας χρήση βιοκαυσίμων με βελτίωση της ανταγωνιστικότητάς τους από άποψη κόστους και την εξερεύνηση των ευκαιριών για αναπτυσσόμενες χώρες για την παραγωγή πρώτων υλών βιοκαυσίμων και βιοκαυσίμων. Προβλέπονται επτά άξονες πολιτικής:

- τόνωση ζήτησης για τα βιοκαύσιμα,
- αποκόμιση περιβαλλοντικών ωφελημάτων,
- ανάπτυξη της παραγωγής και διανομής βιοκαυσίμων,
- επέκταση εφοδιασμού με πρώτες ύλες,
- ενίσχυση ευκαιριών για εμπορικές συναλλαγές,
- υποστήριξη σε αναπτυσσόμενες χώρες, και
- υποστήριξη στην έρευνα και ανάπτυξη.

Τυχόν συγκριτικά μειονεκτήματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης έναντι άλλων χωρών που προκύπτουν από τις αποδόσεις καλλιεργειών ενεργειακών φυτών «πρώτης γενιάς» και μετατροπής τους σε βιοκαύσιμα με τεχνολογίες «πρώτης γενιάς», επιδιώκεται να αντιμετωπισθούν στα επόμενα έτη με ανάπτυξη ενεργειακών φυτών και τεχνολογιών μετατροπής «δεύτερης γενιάς». Η στρατηγική αυτή εντάσσεται στη γενικότερη ενεργειακή στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης με την οποία επιδιώκεται η βελτίωση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού της, η βελτίωση του περιβάλλοντος, ειδικά σε ό,τι αφορά τις εκπομπές του CO₂, και η δημιουργία νέων ευκαιριών ανάπτυξης και απασχόλησης, ιδιαίτερα της Ευρωπαϊκής υπαίθρου.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα εργασία, σχετίζονται με την καταλληλότητα του βιοντίζελ ως καύσιμο σε ντιζελοκινητήρες, η οποία εξαρτάται από τις ιδιότητές του. Επίσης, προκύπτουν συμπεράσματα για την οικονομία του βιοντίζελ, καθώς και για τις επιπτώσεις του στο περιβάλλον. Τέλος, μελετώνται οι αναλογίες των αντιδραστηρίων και γίνεται προσπάθεια προσδιορισμού του βέλτιστου συνδυασμού για την βέλτιστη τελική ποσότητα και ποιότητα βιοντίζελ.

Το βιοντίζελ αποτελεί άριστο υποκατάστατο του συμβατικού πετρελαίου ντίζελ και μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτούσιο ή σε μίγματα με αυτό στους ήδη υπάρχοντες πετρελαιοκινητήρες. Συμβάλλει στην ελάττωση των εκπομπών επικίνδυνων ρυπαντών και αερίων που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, αφού μειώνει τις εκπομπές σε διοξείδιο του άνθρακα και διοξείδιο του θείου, με τη χρήση του είτε ως αμιγές καύσιμο, είτε ως μίγμα με ντίζελ. Μειώνει την εξάρτηση από τις εισαγωγές ορυκτών καυσίμων και παράλληλα δημιουργεί νέες ευκαιρίες απασχόλησης για τους αγρότες.

Ύστερα από μελέτη των ιδιοτήτων του βιοντίζελ και σύγκριση με εκείνες του πετρελαϊκού ντίζελ, προκύπτει ότι το βιοντίζελ έχει παραπλήσιες ιδιότητες σε σχέση με το ντίζελ και συνεπώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο στις μηχανές πετρελαίου χωρίς καμία τροποποίηση της μηχανής.

Όσον αφορά την οικονομία του, το αποτέλεσμα είναι αμφίρροπο. Η τιμή του εξαρτάται κατά 80 % από το κόστος της πρώτης ύλης και εξαιτίας του γεγονότος ότι η πρώτη ύλη είναι ακριβή (σογιέλαιο, ηλιέλαιο), η τελική τιμή του βιοντίζελ, είναι επίσης υψηλή, σε ορισμένες περιπτώσεις ξεπερνάει κι εκείνη του ντίζελ. Ελάττωση στη τιμή του τελικού προϊόντος μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση μαγειρικών χρησιμοποιημένων ελαίων.

Πολλές αλήθειες και ψέματα ακούγονται το τελευταίο καιρό για τα βιοκαύσιμα. Από τη μια οι κυβερνήσεις θέλουν να προωθήσουν και να αναπτύξουν την χρήση βιοκαυσίμων και από την άλλη πολλοί άνθρωποι κατακρίνουν την προσπάθεια αυτή υποστηρίζοντας ότι είναι λάθος η ιδέα της μετατροπής των τροφίμων σε καύσιμα σε μια περίοδο κρίσης για τους φτωχούς. Εδώ γεννιέται το ερώτημα πεινά ή κλίμα; Μπορεί να λυθεί το πρόβλημα του κλίματος με τα βιοκαύσιμα χωρίς να είναι εις βάρος των φτωχών; Ερωτήσεις που δύσκολα θα απαντηθούν στο άμεσο μέλλον διότι και τα δυο θέματα είναι καυτά για τον πλανήτη. Εμείς παραθέτουμε τα συμπεράσματα μας με σκοπό όχι την απάντηση στα παραπάνω ερωτήματα αλλά στη καλύτερη και συνοπτική παρουσίαση των θετικών και αρνητικών της χρήσης των βιοκαυσίμων:

- Τα βιοκαύσιμα συμβάλλουν στην αύξηση της αγροτικής ανάπτυξης και ταυτόχρονα μειώνουν τις εκπομπές του CO₂ και την εξάρτηση από το ακατέργαστο πετρέλαιο.
- Τα βιοκαύσιμα θεωρούνται ως μια ασφαλής πηγή ενέργειας.
- Τα βιοκαύσιμα ανταγωνίζονται με τα τρόφιμα για τις καλλιέργειες, οδηγώντας σε αύξηση των τιμών των τροφίμων. Στο μέλλον αυτό θα μπορούσε να θέσει σε κίνδυνο την ικανότητα της γης να τρέφει τον διαρκώς αυξανόμενο πληθυσμό.
- Τα βιοκαύσιμα μπορούν να βοηθήσουν στη μάχη για τις κλιματικές αλλαγές αλλά η μείωση των εκπεμπόμενων του CO₂ διαφέρει σημαντικά μεταξύ των βιοκαυσίμων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

National geographic (Ελλάδα) “ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ, πανάκεια ή χίμαιρα;”, τεύχος Οκτωβρίου 2007.

Ζαχαρίας Θωμάς (2007). *Ηπιες μορφές ενέργειας II*, εκδόσεις πανεπιστημίου Πατρών

Δίας Χαραλαμπίδης, Βασίλης Π. Κονταράς, Νανά Παυλακέλλη 2001, *Αειφόρος χρήση ενέργειας*

Α. Νομικός. (Μάιος 2001), *Ο οικολογικός δρόμος της ενέργειας*, Τεχνική εκλογή τεύχος 413

Σταύρου Παπαθανασίου “ Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ”

Οι ΑΠΕ αποτελούν αναγκαία αλλά και ελκυστική επένδυση, Διεύθυνση Σχεδιασμού και Οικονομικής Ανάλυσης, Εθνική Τράπεζα της Ελλάδος, Αθήνα, 25 Ιουνίου 2008.

Κωνσταντίνος Α.Μπαλαράς, Αθανάσιος Α.Αργυρίου, Φώτιος Ε. Καραγιάννης “ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ& ΗΠΙΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ”

Γουσουριώτης Η., 2005, “Αξιολόγηση επενδυτικών σχεδίων ανάπτυξης συστημάτων θέρμανσης με στερεά βιομάζα”, 12 – 13

Πανούτσου Κ.2003, “Greek biofuel situation.”, General liquid biofuels situation, 23-27

Κ.Α.Π.Ε , 1998, *Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας- Ενέργεια από Βιομάζα*

Στοιμενίδης Α., Κωτσόπουλος Θ., Μαρτζόπουλος Γ., 2005, “Βιομάζα: Εναλλακτική πηγή ενέργειας για την μείωση του κόστους παραγωγής αγροτικών προϊόντων”

Κουλουμπής Β., 2004, “Οικονομική και περιβαλλοντική αξιοποίηση των βιοκαυσίμων – θέρμανση με βιομάζα”

Υπουργείο Ανάπτυξης, Γενική Διεύθυνση Ενέργειας, Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, 2004, Εκτεταμένη περίληψη 1ηςΕθνικής Έκθεσης για βιοκαύσιμα

Επίσης, για τη συγγραφή της πτυχιακής χρησιμοποιήθηκαν αρκετές ιστοσελίδες από το διαδίκτυο:

<http://el.wikipedia.org/>

www.greenpeace.org/greece/

www.rae.gr

www.desmie.gr

www.cres.gr

www.iea.org

www.biofuels.gr

http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass_guide.pdf

<http://www.econews.gr/tag/%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%B1%CE%B6%CE%B1/>

<http://www.desmie.gr/ape-sithya/adeiodotiki-diadikasia-kodikopoiisi-nomothesias-ape/periechomena/biomaza-biokaysima/>

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=292>

<http://1epal-kiatou.kor.sch.gr/blog/project/Biodisel.pdf>

http://bioenergynews.blogspot.gr/2008/03/blog-post_21.html

http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/treatise/8_EMP_Anastasopoulos.pdf

http://library.tee.gr/digital/kdth/kdth_3460/kdth_3460_christou.pdf

<http://www.biofuels.gr/>