

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΜΗΧΑΝΟΚΙΝΗΣΗ



Σπουδαστές: Καρβούνης Χαράλαμπος Α.Μ 5391

Διαμαντής Παναγιώτης Α.Μ 5586

Επιβλέπων: Επιστημονικός Συνεργάτης Διονύσιος Παναγιωτάρας

ΠΑΤΡΑ 2014

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας και αναφέρεται στην παραγωγή και χρήση βιοκαυσίμων στη μηχανοκίνηση.

Στην εργασία μελετούντε οι μέθοδοι παραγωγής βιοκαυσίμων σε βιομηχανική κλίμακα, ο μηχανολογικός εξοπλισμός για την παραγωγή αυτών, η χρήση τους στην μηχανοκίνηση καθώς και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Ευχαριστούμε θερμά τον Επιβλέποντα καθηγητή μας Δρ. Διονύσιο Παναγιωτάρα και τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε., για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που προσέφεραν για την πραγματοποίηση της εργασίας.

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστών : Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι σπουδαστές έχουμε επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχουμε δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Οι σπουδαστές

(Όνοματεπώνυμο)

(Όνοματεπώνυμο)

.....
(Υπογραφή)

.....
(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία αναφέρεται στην παραγωγή βιοκαυσίμων και στη χρήση τους σε διαφορές εφαρμογές.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στα βιοκαύσιμα και στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Στο δεύτερο Κεφάλαιο αναφερόμαστε στα είδη των βιοκαυσίμων αναλυτικά, στον ορισμό βιομάζας στη παραγωγή των βιοκαυσίμων σε Ελλάδα, Ευρωπαϊκή Ένωση και Παγκόσμια κλίμακα και την χρήση αυτών για την παραγωγή ενέργειας.

Στο τρίτο Κεφάλαιο αναπτύσσεται η παραγωγική διαδικασία των βιοκαυσίμων για καθένα από το βιοκαύσιμα που αναπτύξαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. αναλύουμε κάθε παραγωγική διαδικασία, διαδικασίες μετεστεροποίησης, την επίδραση παραμέτρων που επηρεάζουν σημαντικά στην παραγωγή τους και την θερμογόνου δύναμης των βιοκαυσίμων.

Στο τέταρτο Κεφάλαιο μελετάται ο τεχνολογικός εξοπλισμός μιας μονάδας παραγωγής. Ο κύριος εξοπλισμός όπως ο βιοαντηδραστήρας, η διάταξη εξεγεύνισμού της πρώτης ύλης και τις δεξαμενές αποθήκευσης. Ο δευτερεύων εξοπλισμός ένα σημαντικό κομμάτι του βοηθητικού εξοπλισμού είναι ο αεροσυμπιεστής και τα λοιπά τμήματα όπως αντλίες, βάνες και τα λοιπά εξαρτήματα.

Το πέμπτο Κεφάλαιο αναφέρεται στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την παραγωγή των βιοκαυσίμων όπως βιοντήζελ και βιοαιθανόλη. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου τις εκπομπές ρύπων όπως μονοξειδίου του άνθρακα και λοιπούς ρύπους. Ακόμα στις επιπτώσεις από την χρήση των βιοκαυσίμων, αλλά και για τα πλεονεκτήματα από την χρήση αυτών για την παραγωγή ενέργειας.

Το τελευταίο κεφάλαιο είναι τα συμπεράσματα σχετικά με τα θέματα που πραγματευθήκαμε στα προηγούμενα κεφάλαια της πτυχιακής μας εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---|----|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο | 4 |
| Εισαγωγή | |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο | 10 |
| ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ | |
| 2.1 Ορισμός βιοκαυσίμων..... | 10 |
| 2.2 Χαρακτηριστικά βιοκαυσίμων..... | 10 |
| 2.3 Ορισμός βιομάζας..... | 11 |
| 2.4 Βιοκάυσιμα στην Ελλάδα..... | 14 |
| 2.5 Θετικά σημεία για την ανάπτυξη της αγοράς βιοντίζελ στην Ελλάδα..... | 16 |
| 2.6 Αρνητικά σημεία για την ανάπτυξη της αγοράς βιοντίζελ στην Ελλάδα..... | 17 |
| 2.7 Βιοκάυσιμα στην παγκόσμια αγορά..... | 17 |
| 2.8 Βιοκάυσιμα στην Ευρώπη..... | 20 |
| 2.9 Χρήση των βιοκαυσίμων ως εναλλακτική λύση για την παραγωγή ενέργειας..... | 26 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο | 28 |
| ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ | |
| 3.1 Εισαγωγή..... | 28 |
| 3.2 Διαδικασία παραγωγής (βιοντίζελ ,βιοαιθανόλης και βιομεθανίου)..... | 29 |
| 3.2.1 Βιοντίζελ..... | 30 |
| 3.2.2 Βιοαιθανόλη..... | 34 |
| 3.2.3 Βιομεθάνιο..... | 37 |
| 3.3.1 Μέθοδοι παραγωγής βιοκαυσίμου | 39 |

| | |
|---|----|
| 3.3.2 Καταλυτικές μέθοδοι μετεστεροποίησης | 41 |
| 3.3.3 Όξινο-Καταλυμένες Μέθοδοι Μετεστεροποίησης..... | 43 |
| 3.3.4 Αλκαλικές Καταλυτικές Μέθοδοι Μετεστεροποίησης..... | 45 |
| 3.3.5 Ενζυμο Καταλυτικές Μεθόδοι Μετεστεροποίησης..... | 45 |
| 3.3.6 Μη Καταλυτικές Μέθοδοι Μετεστεροποίησης..... | 46 |
| 3.3.6.1 Παραγωγή βιοντίζελ με τη διαδικασία συνδιαλύτη ΒΙΟΧ..... | 46 |
| 3.3.6.2 Υπερκρίσιμη μετεστεροποίηση αλκοόλης..... | 47 |
| 3.3.7 Επίδραση διάφορων παραμέτρων στην παραγωγή του βιοντίζελ..... | 50 |
| 3.3.8 Επίδραση της μοριακής αναλογίας..... | 50 |
| 3.3.9 Επίδραση της θερμοκρασίας..... | 50 |
| 3.3.10 Επίδραση του περιεχομένου ύδατος και του ελεύθερου | 51 |
| λιπαρού οξέος (FFA) στην παραγωγή βιοντίζελ | |
| 3.3.11 Επίδραση της περιεκτικότητας σε καταλύτες..... | 53 |
| 3.4 Ανάλυση της θερμογόνου δύναμης των βιοκαυσίμων..... | 54 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο.....58

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΟΥ

| | |
|---|----|
| 4.1 Εισαγωγή | 58 |
| 4.2 Κύριος εξοπλισμός μονάδας παραγωγής βιοκαυσίμου..... | 59 |
| 4.2.1 Τμήμα αντιδραστήρα μονάδας παραγωγής βιοκαυσίμου | 60 |
| 4.2.2 Στάδιο εξευγενισμού βιοντίζελ – απομάκρυνσης παραπροϊόντων..... | 66 |
| 4.2.3 Δεξαμενές αποθήκευσης του βιοκαυσίμου..... | 74 |
| 4.3 Βοηθητικός Εξοπλισμός..... | 79 |
| 4.3.1 Αεροσυμπιεστής(κομπρεσερ)..... | 79 |
| 4.3.2 Λοιπός βοηθητικός εξοπλισμός..... | 82 |
| 4.4 Ανάλυση του μηχανισμού –τεχνολογίας καύσης των βιοκαυσίμων..... | 87 |
| στην μηχανοκίνηση. | |
| 4.4.1 Λειτουργία Μ.Ε.Κ..... | 87 |
| 4.4.2 Γενικά για το Μεθάνιο..... | 88 |

| | |
|--|----|
| 4.4.3 Μετατροπή αυτοκινήτου από βενζίνη σε υγραέριο..... | 89 |
|--|----|

| | |
|-------------------------|-----------|
| Κεφάλαιο 5°..... | 93 |
|-------------------------|-----------|

Βιοκαύσιμα και περιβάλλον

| | |
|---|------------|
| 5.1.1 Εισαγωγή..... | 93 |
| 5.1.2 Ανάλυση κύκλου ζωής άνθρακα των βιοκαυσίμων..... | 94 |
| 5.1.3 Βιοντίζελ και περιβάλλον..... | 95 |
| 5.1.4 Βιοαιθανόλη και περιβάλλον..... | 98 |
| 5.1.5 Άλλα περιβαλλοντικά θέματα..... | 101 |
| 5.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις της χρήσης του βιοντίζελ..... | 102 |
| 5.2.1. Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)..... | 102 |
| 5.2.2 Μονοξείδιο του Άνθρακα (CO)..... | 102 |
| 5.2.3 Οξειδία του αζώτου..... | 103 |
| 5.2.4 Οξειδία του θείου..... | 104 |
| 5.2.5 Αιθάλη – Καπνός – Σωματίδια..... | 105 |
| 5.2.6 Υδρογονάνθρακες..... | 106 |
| 5.3 Ανάλυση των πλεονεκτημάτων της χρήσης βιοκαυσίμων..... | 107 |
| για την παραγωγή ενέργειας. | |

| | |
|-------------------------|------------|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6°..... | 110 |
|-------------------------|------------|

| | |
|--------------------------|------------|
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 110 |
|--------------------------|------------|

| | |
|--------------------------|------------|
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 112 |
|--------------------------|------------|

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1 Εισαγωγή

Η ατμοσφαιρική ρύπανση, η ενεργειακή ασφάλεια, η περιορισμένη ποσότητα ενεργειακών αποθεμάτων και η αύξηση της τιμής των συμβατικών καυσίμων εντείνουν τον προβληματισμό για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της παγκόσμιας κοινότητας μελλοντικά. Η αυξημένη κατανάλωση ορυκτών καυσίμων σε συνδυασμό με την μεγέθυνση του κλάδου των μεταφορών αποτελούν μια από τις κύριες αιτίες των κλιματολογικών αλλαγών και της αύξησης του διοξειδίου του άνθρακα, ένα από τα αέρια του θερμοκηπίου, που είναι υπεύθυνο για την υπερθέρμανση του πλανήτη. Η Ευρωπαϊκή Ένωση προέβη σε μέτρα για την μείωση του CO₂ και την μερική υποκατάσταση των ορυκτών καυσίμων από νέα εναλλακτικά καύσιμα με την υπογραφή διαφόρων συνθηκών και την συμμετοχή των κρατών.

Η εξάντληση των συμβατικών πηγών ενέργειας, αποθέματα αργού πετρελαίου, φυσικού αερίου και στερεών καυσίμων, και η αύξηση των τιμών των καυσίμων αυτών οφείλεται στο διπλασιασμό του πληθυσμού της γης και την ταυτόχρονη αύξηση των κατά κεφαλήν ενεργειακών καταναλώσεων. Δεδομένων των παραπάνω, το πρόβλημα ολοένα και θα εντείνεται με την πάροδο του χρόνου. Εκτός όμως από το πρόβλημα ενεργειακών αποθεμάτων, η ρύπανση του περιβάλλοντος είναι ανασταλτικός παράγοντας για τη συνεχόμενη και αλόγιστη χρήση των συμβατικών πηγών ενέργειας.

Τα κινούμενα μέσα μεταφοράς εκπέμπουν πολλούς ρύπους όπως CO, άκαυστους υδρογονάνθρακες HC, οξείδια του αζώτου NO_x, μικροσωματίδια (Particulate Matter PM), τα οποία είναι πολύ επιβλαβής για το περιβάλλον. Με την χρήση των καυσίμων αυτών απελευθερώνεται αέριο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) το οποίο όμως δεν συμπεριλαμβάνεται στους ρύπους, αλλά στα αέρια που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια από τις σοβαρότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις της εκπομπής αερίων ρύπων, που προέρχονται από την καύση των συμβατικών πηγών ενέργειας. Φαινόμενο του θερμοκηπίου ονομάζεται η φυσική διαδικασία κατά την οποία οι ακτίνες του ηλίου παγιδεύονται και αντανακλώνται στη Γη με τη βοήθεια κάποιων συγκεκριμένων αερίων, όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το όζον (O₃), τους χλωροφθοράνθρακες (CFS), το μεθάνιο (CH₄). Το "Φαινόμενο Θερμοκηπίου" αποτελεί μια φυσική διεργασία που εξασφαλίζει στη Γη μια θερμοκρασία επιφάνειας εδάφους γύρω στους 15 °C. Όμως τα τελευταία χρόνια λέγοντας "Φαινόμενο Θερμοκηπίου" δεν αναφερόμαστε στη φυσική διεργασία, αλλά στην έξαρση αυτής, λόγω της ρύπανσης της ατμόσφαιρας από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες (βιομηχανίες, αυτοκίνητα κ.ά.). Οι τελευταίες έχουν αυξήσει σημαντικά τις συγκεντρώσεις των αερίων των κατώτερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας ("αέρια θερμοκηπίου") με αποτέλεσμα την αύξηση της απορροφώμενης ακτινοβολίας και την επακόλουθη θερμοκρασιακή μεταβολή. Υπολογίζεται ότι η μέση θερμοκρασία της Γης έχει αυξηθεί κατά 0,5 με 0,6 °C από το 1880, λόγω της έξαρσης του φαινομένου και μέχρι το έτος 2100, εάν δεν ληφθούν μέτρα, η αύξηση της θερμοκρασίας θα είναι από 1,5 έως 4,5 °C.

Η στροφή στις εναλλακτικές Μορφές Ενέργειας

Ανάλογα με το είδος του καυσίμου το οποίο χρησιμοποιείται, διαφοροποιείται και η διαδικασία απελευθέρωσης των ρύπων στην ατμόσφαιρα. Ενδεικτικά, κατά την καύση του ξύλου, τα σωματίδια που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα επιδρούν αρνητικά στην ανθρώπινη υγεία. Το διοξείδιο του θείου που απελευθερώνεται κατά την ενεργειακή αξιοποίηση του κάρβουνου ή του πετρελαίου δημιουργεί την όξινη βροχή. Τέλος, η κατασκευή και λειτουργία υδροηλεκτρικών σταθμών είναι συνυφασμένη πολλές φορές με την μετακίνηση χιλιάδων ανθρώπων και την καταστροφή μεγάλης έκτασης δασών.

Οι συνιστώσες αυτής της κατάστασης οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η χρήση εναλλακτικών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι απαραίτητη. Ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) έχουν οριστεί οι ενεργειακές πηγές, οι οποίες υπάρχουν εν αφθονία στο φυσικό περιβάλλον. Οι ΑΠΕ πρακτικά είναι ανεξάντλητες, η χρήση τους δεν ρυπαίνει το περιβάλλον, ενώ η αξιοποίησή τους περιορίζεται μόνον 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, εμφανίσθηκε 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 συνεισφοράς στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλοντας στη 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. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι οι εξής :

Η Ηλιακή Ενέργεια. Για την ηλιακή ενέργεια υπάρχουν δύο ειδών συστήματα μετατροπής. Αυτά που τη μετατρέπουν σε θερμότητα, και χρησιμοποιείται κυρίως για τη θέρμανση του νερού και τη μετατροπή του σε ατμό για την κίνηση τουρμπίνων και αυτά που την μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενέργεια με τη χρήση φωτοβολταϊκών κυψελών ή συστοιχιών. Αυτή η τεχνολογία που εμφανίστηκε στις αρχές του 1970 στα διαστημικά προγράμματα των ΗΠΑ έχει μειώσει το κόστος παραγωγής ηλεκτρισμού με αυτόν τον τρόπο από \$300 σε \$4 το Watt. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούνται κυρίως σε αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές όπου η σύνδεση με το δίκτυο είναι πολύ ακριβή. Αν και όλη η γη δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία, η ποσότητά της εξαρτάται κυρίως από τη γεωγραφική θέση, την ημέρα, την εποχή και τη νεφοκάλυψη. Για παράδειγμα, η έρημος δέχεται περίπου το διπλάσιο ποσό ηλιακής ενέργειας από άλλες περιοχές.

Η Ενέργεια των θαλασσών και των ωκεανών.

Η εκμετάλλευση της γίνεται::

A). Από την ενέργεια που παράγεται από την κινητική ενέργεια των κυμάτων. Η κινητική ενέργεια των κυμάτων μπορεί να περιστρέψει μια τουρμπίνα. Η ανυψωτική κίνηση του κύματος πιέζει τον αέρα προς τα πάνω, μέσα στο θάλαμο και θέτει σε περιστροφική κίνηση την τουρμπίνα έτσι ώστε η γεννήτρια να παράγει ρεύμα. Αυτός είναι ένας μόνο τύπος εκμετάλλευσης της ενέργειας των κυμάτων. Η παραγόμενη ενέργεια είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες μιας οικίας, ενός φάρου, κ.λ.π.

B). Από τις παλίρροιες με την βοήθεια της κίνησης νερόμυλων. Η αξιοποίηση της παλιρροϊκής ενέργειας χρονολογείται από εκατοντάδες χρόνια πριν, αφού με τα νερά που δεσμεύονταν στις εκβολές ποταμών από την παλίρροια, κινούνταν νερόμυλοι. Ο τρόπος είναι απλός: Τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας στην ακτή κατά την πλημμυρίδα μπορούν να παγιδευτούν σε φράγματα, οπότε κατά την άμπωτη, τα αποθηκευμένα νερά ελευθερώνονται και κινούν υδροστρόβιλο, όπως στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Τα πλέον κατάλληλα μέρη για την κατασκευή σταθμών ηλεκτροπαραγωγής είναι οι στενές εκβολές ποταμών. Η διαφορά μεταξύ της στάθμης του νερού κατά την άμπωτη και την πλημμυρίδα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 μέτρα. Σήμερα, οι μικροί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το θαλασσινό νερό βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο. Η ηλεκτρική ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι ικανή να καλύψει τις ανάγκες μιας πόλης μέχρι και 240 χιλιάδων κατοίκων. Ο πρώτος παλιρροϊκός σταθμός κατασκευάστηκε στον ποταμό La Rance στις ακτές της Βορειοδυτικής Γαλλίας το 1962 και οι υδροστρόβιλοί του μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια καθώς το νερό κινείται κατά τη μια ή την άλλη κατεύθυνση. Άλλοι τέτοιοι σταθμοί λειτουργούν στη Ρωσία, στη θάλασσα Barents και στον κόλπο Fuhdy της Νέας Σκωτίας.

Γ). Από τις θερμοκρασιακές διαφορές του θαλασσινού νερού. Η θερμική ενέργεια των ωκεανών μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί με την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του θερμότερου επιφανειακού νερού και του ψυχρότερου νερού του πυθμένα. Η διαφορά αυτή πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,5 °C.

Η Αιολική Ενέργεια, η οποία βασίζεται στην μετατροπή της ενέργειας που υπάρχει στις κινούμενες μάζες του αέρα, σε μηχανική ενέργεια, αποδιδόμενη μέσω ενός περιστρεφόμενου άξονα που τελικά, μέσω μιας ηλεκτρογεννήτριας μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό. Υπολογίζεται ότι στο 25 % της επιφάνειας της γης επικρατούν άνεμοι μέσης ετήσιας ταχύτητας πάνω από 5,1 m/sec, σε ύψος 10m από το έδαφος. Όταν οι άνεμοι πνέουν με ταχύτητα μεγαλύτερη από αυτή την τιμή, τότε το αιολικό δυναμικό του τόπου θεωρείται εκμεταλλεύσιμο και οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις μπορούν να καταστούν οικονομικά βιώσιμες, σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα. Άλλωστε το κόστος κατασκευής των ανεμογεννητριών έχει μειωθεί σημαντικά και μπορεί να θεωρηθεί ότι η αιολική ενέργεια διανύει την "πρώτη" περίοδο ωριμότητας, καθώς είναι πλέον ανταγωνιστική των συμβατικών μορφών ενέργειας. Σήμερα, η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας γίνεται σχεδόν αποκλειστικά με μηχανές που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική και ονομάζονται ανεμογεννήτριες. Υπάρχουν δύο ειδών ανεμογεννήτριες, αυτές με κατακόρυφο άξονα και αυτές με οριζόντιο άξονα. Στην παγκόσμια αγορά έχουν επικρατήσει οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα σε ποσοστό 90 %. Η ισχύς τους μπορεί να ξεπερνά τα 500 KW και μπορούν να συνδεθούν κατευθεία στο ηλεκτρικό δίκτυο της χώρας. Έτσι μια συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, που ονομάζεται αιολικό πάρκο, μπορεί να λειτουργήσει σαν μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Στην Ελλάδα από το 1982, που εγκαταστάθηκε από τη ΔΕΗ το πρώτο αιολικό πάρκο στην Κύθνο, μέχρι και σήμερα έχουν κατασκευασθεί στην Άνδρο, στην Εύβοια, στη Λήμνο, Λέσβο, Χίο, Σάμο και στην Κρήτη εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνεμο συνολικής ισχύος πάνω από 30 Μεγαβάτ.

Τα υδροηλεκτρικά συστήματα, τα οποία εκμεταλλεύονται την υδροδυναμική ενέργεια με την βοήθεια υδροτροβίλων. Είναι η πιο αναπτυγμένη από τις ΑΠΕ γιατί παρουσιάζει και τα περισσότερα πλεονεκτήματα. Το νερό στη φύση, όταν βρίσκεται σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, έχει δυναμική ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε κινητική όταν το νερό ρέει προς χαμηλότερες περιοχές. Με τα υδροηλεκτρικά έργα (υδατοταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) γίνεται δυνατή η εκμετάλλευση της ενέργειας του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο διοχετεύεται προς κατανάλωση μέσω του ηλεκτρικού δικτύου. Φυσικά, μόνο σε περιοχές με σημαντικές υδατοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευασθούν υδατοταμιευτήρες. Συνήθως, η ενέργεια που τελικώς παράγεται με τον τρόπο αυτό, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά με άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, σε ώρες αιχμής. Στη χώρα μας η υδροηλεκτρική ενέργεια ικανοποιεί περίπου το

10% των ενεργειακών μας αναγκών. Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση υδραυλικής ενέργειας είναι αρχικά μία "καθαρή" και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα γνωστά πλεονεκτήματα. Επίσης μέσω των υδατοταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, δημιουργία υγροτόπων, αναψυχή, αθλητισμός και τέλος είναι δυνατόν να τεθεί αμέσως σε λειτουργία από τη στιγμή που θα ζητηθεί. Υπάρχουν βέβαια και μειονεκτήματα τα οποία είναι το μεγάλο κόστος κατασκευής των φραγμάτων και η περιβαλλοντική αλλοίωση στην περιοχή του υδατοταμιευτήρα.

Κυψέλες καυσίμων με χρήση υδρογόνου. Το υδρογόνο θεωρείται ως το ιδανικό καύσιμο διότι έχει υψηλή θερμογόνο δύναμη, το προϊόν της καύσης του είναι καθαρό νερό και μπορεί να μεταφέρεται σε μεγάλες αποστάσεις με μηδενικές απώλειες. Το υδρογόνο κυρίως παράγεται από φυσικό αέριο με την επίδραση υδρατμών. Πιο φιλικός τρόπος παραγωγής όμως προς το περιβάλλον είναι με ηλεκτρόλυση του νερού. Τη δεκαετία του 1960 χρησιμοποιήθηκαν κυψέλες καυσίμων για ένα διαστημικό πρόγραμμα των ΗΠΑ και τότε άρχισε να εκφράζεται το ενδιαφέρον για αυτή την μορφή ενέργειας. Η χρήση καυσίμων που περιέχουν υδρογόνο προϋποθέτει την ύπαρξη ενός μετασχηματιστή καυσίμου που να εξάγει από το καύσιμο το υδρογόνο. Υπάρχουν τριών ειδών μετασχηματιστές, ο μετασχηματιστής ατμού, μερικής οξειδωσης και ο αυτοθερμικός. Γενικά λοιπόν οι κυψέλες που χρησιμοποιούν το υδρογόνο ως καύσιμο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κίνηση οχημάτων με μηδενικές εκπομπές καυσαερίων και μεγαλύτερες αποδόσεις σε σχέση με τα συμβατικά οχήματα και με το ίδιο κόστος κατασκευής.

Γεωθερμική Ενέργεια, προέρχεται από νερό μετεωρικής ή επιφανειακής προέλευσης που κατεισδύει στουπέδαφος, θερμαίνεται και εγκλωβίζεται για ένα επανέλθει στην επιφάνεια είτε τυχαία, είτε εξαναγκασμένα με γεωτρήσεις. Το γεωθερμικό δυναμικό κάθε περιοχής σχετίζεται με τις γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της. Αποτελεί ήπια και σχετικά ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή που με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές ανάγκες. Η κύρια κατάταξη των γεωθερμικών πεδίων γίνεται με βάση τη θερμοκρασία τους. Πεδία χαμηλής ή μέσης θερμοκρασίας (50 – 150°C) αξιοποιούνται στη μεταφορά θερμότητας σε οικισμούς, θερμοκήπια, αλλά και μικρές βιομηχανικές μονάδες. Πεδία υψηλής θερμοκρασίας (άνω των 150°C) είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Οι γεωθερμικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος είναι ιδιαίτερα οικονομικές και η λειτουργία τους έχει μικρή περιβαλλοντική επίδραση. Παράγουν μόνο το 1/6 του CO₂ από ότι θα παρήγαγε μια μονάδα ίσης δυναμικότητας που λειτουργεί με φυσικό αέριο.

Αξιοποίηση της βιομάζας, η οποία παράγεται ως αποτέλεσμα τις φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών οι οποίοι μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια με μία σειρά διεργασιών. Τα τελευταία έτη η βιομάζα συμμετέχει με αυξανόμενο ποσοστό στη κάλυψη των ενεργειακών αναγκών παγκοσμίως. Αποτελεί λοιπόν μια σταθερή πηγή ενέργειας η οποία είναι δυνατόν να συμβάλλει στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών.

Πλεονεκτήματα και ανασταλτικοί παράγοντες χρήσης των ΑΠΕ

Οι ΑΠΕ έχουν πολλά αναμφισβήτητά πλεονεκτήματα, αλλά δεν στερούνται μειονεκτημάτων.

Τα κύρια πλεονεκτήματα των ΑΠΕ:

- Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από τους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους οι οποίοι με το πέρασμα του χρόνου εξαντλούνται.
- Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- Είναι γεωγραφικά διεσπαρμένες και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος. Έτσι, δίνετε η δυνατότητα να καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας τα συστήματα υποδομής ενώ παράλληλα μειώνονται οι απώλειες μεταφοράς ενέργειας.
- Δίνουν τη δυνατότητα επιλογής της κατάλληλης μορφής ενέργειας που είναι προσαρμοσμένη στις ανάγκες του χρήστη (π.χ. ηλιακή ενέργεια για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών έως αιολική ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή), επιτυγχάνοντας πιο ορθολογική χρησιμοποίηση των ενεργειακών πόρων.
- Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος, το οποίο επιπλέον δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.
- Οι επενδύσεις των ΑΠΕ είναι εντάσεως εργασίας, δημιουργώντας πολλές θέσεις εργασίας ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο.
- Μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την αναζωογόνηση υποβαθμισμένων, οικονομικά και κοινωνικά, περιοχών και πόλο για την τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση επενδύσεων που στηρίζονται στη συμβολή των ΑΠΕ (π.χ. καλλιέργειες θερμοκηπίου με γεωθερμική ενέργεια).
- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και η αξιοποίησή τους είναι γενικά αποδεκτή από το κοινό.

Εκτός από τα παραπάνω πλεονεκτήματα οι ΑΠΕ παρουσιάζουν και ορισμένα χαρακτηριστικά που δυσχεραίνουν την αξιοποίηση και ταχεία ανάπτυξή τους:

- Το διεσπαρμένο δυναμικό τους είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί σε μεγάλα μεγέθη ισχύος ώστε να μεταφερθεί και να αποθηκευθεί.
- Έχουν χαμηλή πυκνότητα ισχύος και ενέργειας και συνεπώς για μεγάλη παραγωγή απαιτούνται συχνά εκτεταμένες εγκαταστάσεις.
- Παρουσιάζουν συχνά διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητά τους που μπορεί να είναι μεγάλης διάρκειας απαιτώντας την εφεδρεία άλλων ενεργειακών πηγών ή γενικά δαπανηρές μεθόδους αποθήκευσης.
- Η χαμηλή διαθεσιμότητά τους συνήθως οδηγεί σε χαμηλό συντελεστή χρησιμοποίησης των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσής τους.
- Το κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος σε σύγκριση με τις σημερινές τιμές των συμβατικών καυσίμων παραμένει ακόμη υψηλό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Γενικά για τα βιοκαύσιμα

2.1 Ορισμός βιοκαυσίμων

Βιοκαύσιμα ονομάζονται τα καύσιμα εκείνα στερεά, υγρά ή αέρια τα οποία προέρχονται από τη βιομάζα-οργανισμοί που ζούσαν πρόσφατα ή τα μεταβολικά υποπροϊόντα τους (όπως είναι τα περιττώματα από αγελάδες) το βιοδιασπώμενο δηλαδή κλάσμα προϊόντων ή αποβλήτων διαφόρων ανθρώπινων ή ζωικών δραστηριοτήτων. Θεωρούνται ανανεώσιμα καύσιμα και κατά την καύση τους εκπέμπουν περίπου ίσες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (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 και έτσι το ισοζύγιο εκπομπών σε όλο τον κύκλο ζωής του βιοκαυσίμου είναι θεωρητικά μηδενικό. Σύμφωνα με την Οδηγία της Ε.Ε. 2003/30/ΕΚ, Ν 3423/05 για την προώθηση των καθαρότερων καυσίμων και οχημάτων στις οδικές μεταφορές είχε τεθεί ως στόχος μέχρι το 2010, το 5,75% των καυσίμων των μεταφορών να αποτελείται από βιοκαύσιμα. Έτσι, μπορούν να επιτευχθούν οι παρακάτω στόχοι:

- 1) Μείωση της ρύπανσης της ατμόσφαιρας και κάποια άλλα φαινόμενα όπως αυτά της αιθαλομίχλης και της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη.
- 2) Ο περιορισμός της εξάρτησης από το πετρέλαιο.
- 3) Η ανάπτυξη νέων γεωργικών και βιομηχανικών επενδύσεων
- 4) Η εισαγωγή εναλλακτικών γεωργικών καλλιεργειών

2.2 Χαρακτηριστικά βιοκαυσίμων

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

Κατά την καύση τους τα καύσιμα αυτά εκπέμπουν περίπου ίσες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) με τα προϊόντα 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 και έτσι το ισοζύγιο εκπομπών σε όλο τον κύκλο ζωής των βιοκαυσίμων 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 παραγόμενες εκπομπές (CO₂) το τελικό όφελος από τα καύσιμα αυτά μπορεί να είναι πολύ μεγάλο έως μηδαμινό. Για να αποφανθεί κανείς για τα περιβαλλοντικά οφέλη κάποιου βιοκαυσίμου πρέπει να πραγματοποιήσει εξειδικευμένη ανάλυση κύκλου.

2.3 Ορισμός βιομάζας

Με τον όρο βιομάζα ονομάζουμε 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. Σύμφωνα με τον Ο.Ο.Σ.Α. βιομάζα ονομάζεται ό,τι προέρχεται άμεσα ή έμμεσα (συμπεριλαμβανομένων των κτηνοτροφικών προϊόντων και των τροφίμων) από τη φωτοσύνθεση των φυτών.

Συγκεκριμένα:

- 1). Φυτικές ύλες που προέρχονται είτε από φυσικά οικοσυστήματα, όπως τα αυτοφυή φυτά και δάση, είτε από ενεργειακές καλλιέργειες (έτσι ονομάζονται τα φυτά που καλλιεργούνται ειδικά με σκοπό την παραγωγή βιομάζας για παραγωγή ενέργειας) γεωργικών και δασικών ειδών, όπως για παράδειγμα το σόργο το σακχαρούχο, το καλάμι, ο ευκάλυπτος και άλλα.
- 2). Υποπροϊόντα και κατάλοιπα φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής όπως για παράδειγμα τα άχυρα, στελέχη αραβόσιτου, στελέχη βαμβακιάς, κλαδοδέματα, κλαδιά δένδρων, φύκη, κτηνοτροφικά απόβλητα, κληματίδες και άλλα.
- 3). Υποπροϊόντα που προέρχονται από την μεταποίηση ή επεξεργασία των υλικών αυτών, όπως τα ελαιοπυρηνόξυλα, υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού, το πριονίδι και άλλα.

4). Αστικά και αγροτικά απόβλητα βιολογικής προέλευσης.

Βασικό πλεονέκτημα της βιομάζας, είναι ότι είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και ότι παρέχει ενέργεια αποθηκευμένη με χημική μορφή. Η αξιοποίησή 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 γεγονός 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. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε τους παγκόσμιους πόρους βιοενέργειας (εικ 1).

Παγκόσμιοι Πόροι Βιοενέργειας



Ενεργειακές Καλλιέργειες

Δασικοί Πόροι



Αγροτικά Απόβλητα

Εικόνα 1: Παγκόσμιοι Πόροι Βιοενέργειας (www.biofuels.gr)

Η βιομάζα αποτελεί μία δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας και είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών. Η Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας εφαρμόζεται και στη περίπτωση της βιομάζας.

Συγκεκριμένα κατά τη διάρκεια της ζωής τους τα φυτά δεσμεύοντας την ηλιακή ενέργεια με τη φωτοσύνθεση, την αποθηκεύουν στη συνέχεια στα σώματά τους με τη μορφή, πλέον, της χημικής ενέργειας. Αναλυτικότερα οι χλωροπλάστες χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια που φτάνει σε αυτά ως φως, το διοξείδιο του άνθρακα που παίρνουν από τον αέρα και το νερό που απορροφούν από την υγρασία του χώματος για να κατασκευάσουν μία σειρά χημικών ενώσεων που καλούνται υδρογονάνθρακες. Σ' αυτούς τους υδρογονάνθρακες αποθηκεύεται η ηλιακή ενέργεια ως χημική. Μέρος αυτής της ενέργειας μεταφέρεται στα ζώα, όταν αυτά τρώνε τα φυτά. Έτσι οι ζωντανοί ή οι νεκροί οργανισμοί θεωρούνται αποθήκες της ηλιακής ενέργειας. Την ενέργεια αυτή μπορεί ο άνθρωπος να αντλήσει με διάφορες μεθόδους, οι οποίες συνεχώς εξελίσσονται και να τη μετατρέψει σε μορφές πιο εύχρηστες για αυτόν λύνοντας κατά ένα μέρος το ενεργειακό του πρόβλημα και προστατεύοντας το περιβάλλον. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε τη βιομάζα ως ανανεώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον (εικ 2).



Εικόνα 2: Βιομάζα η πιο σημαντική πηγή ενέργειας. Ανανεώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον. (www.biofuels.gr)

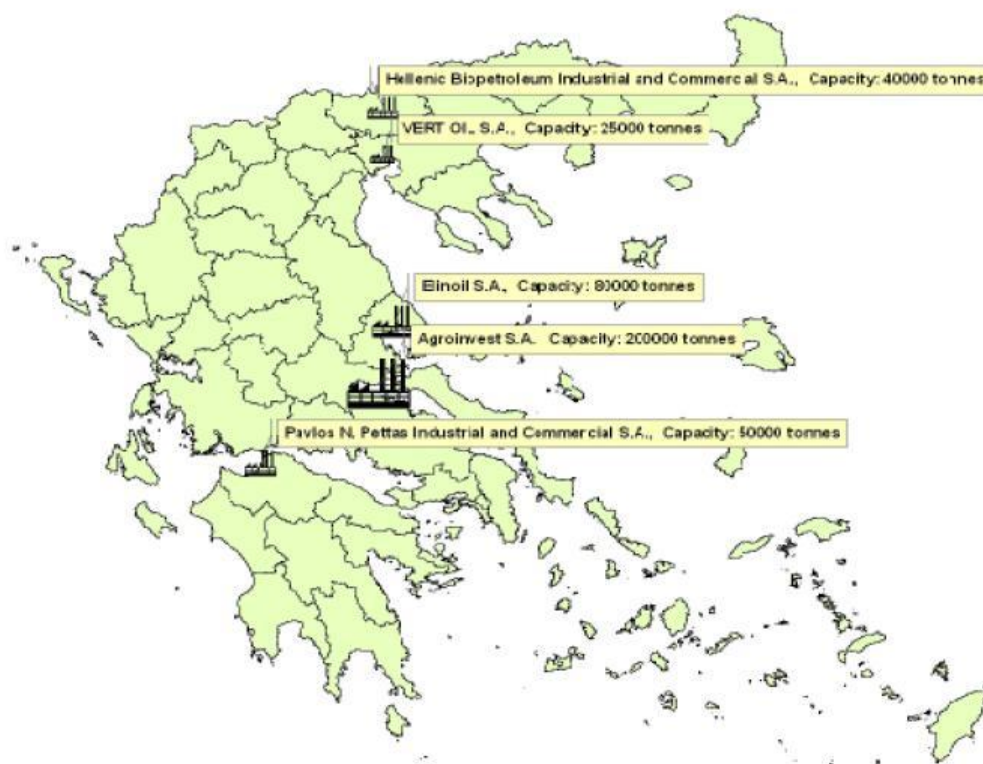
Η χρήση της βιομάζας ως πηγή ενέργειας δεν είναι νέα. Γενικά μετά την ενεργειακή κρίση του 1973, η βιομάζα άρχισε να παίζει όλο και σημαντικότερο ρόλο στην κάλυψη των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών. Σε αυτήν, εξάλλου, συγκαταλέγονται τα καυσόξυλα και οι ξυλάνθρακες που μέχρι το τέλος του περασμένου αιώνα κάλυπταν το 97% των ενεργειακών αναγκών της χώρας. Συνοψίζοντας, η βιομάζα αποτελεί μία σημαντική ανεξάντλητη και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας φιλική προς το περιβάλλον και είναι δυνατό να συμβάλλει στη ενεργειακή επάρκεια αντικαθιστώντας συνεχώς τα συνεχώς εξαντλούμενα αποθέματα ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο και άλλα).

2.4 Βιοκαύσιμα στην Ελλάδα

Η εγχώρια παραγωγή ενέργειας, στηρίζεται κατά 82% στον χαμηλής ποιότητας παραγόμενο λιγνίτη, στον οποίο στηρίζεται το 64% της παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος της χώρας (ΙΑΕ, 2002). Αν και η πολιτεία στηρίζει τη χρήση αερίου για την παραγωγή ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό της βασίζεται ακόμα στην χρήση λιγνίτη, ενώ νέες μονάδες παραγωγής έχουν αδειοδοτηθεί να κάνουν χρήση λιγνίτη, με την προϋπόθεση να μην ξεπεραστούν τα επιτρεπόμενα όρια εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου, που έχουν θεσπιστεί για τη χώρα. Η ενέργεια που προέρχονταν από ανανεώσιμες πηγές το 1998 στην Ελλάδα αποτελούσε το 5% της συνολικά παραγόμενης ενέργειας, που ανέρχεται σε 1,35 Mtoe, ή το 2,8% αυτής, αν εξαιρεθεί το ποσοστό της ενέργειας που παράγεται από μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα. Την ίδια χρονιά η ενέργεια που παρήχθη από βιομάζα αποτέλεσε το 67% της συνολικής ενέργειας στο Α.Π.Ε. δηλαδή περίπου 907 Mtoe, και προερχόταν κυρίως από την χρήση του ξύλου. Η οικιακή χρήση του ξύλου αντιπροσώπευε περίπου το 77% της υπολογισθείσας παραγόμενης ενέργειας από βιομάζα και ανερχόταν περίπου στους 702 Mtoe, ενώ η βιομηχανική χρήση της βιομάζας αντιστοιχούσε στην παραγωγή 205 Mtoe περίπου, και προερχόταν κυρίως από την εκμετάλλευση υπολειμμάτων ξυλείας, υπολειμμάτων από εκκοκκιστήρια βαμβακιού, φλοιών ρυζιού και άχυρου. Συνολικά μέχρι το 1999 είχαν καταγραφεί 60 επιχειρήσεις που λειτουργούν βασιζόμενες στην χρήση βιομάζας, στις οποίες συμπεριλαμβάνονται και εκείνες που επεξεργάζονται αστικά λύματα ή βιοαέριο που παράγεται από Χ.Υ.Τ.Α. για την παραγωγή ενέργειας.

Η συμβολή των Α.Π.Ε. στην εγχώρια παραγωγή ενέργειας ήταν κατά ποσοστό 5,2% ή 1,46 Mtoe το έτος 2000 (Κ.Α.Π.Ε., 2002). Στα πλαίσια της Ελληνικής ενεργειακής πολιτικής έχει τεθεί σαν στόχος η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, εν γένει, σε ποσοστό 20,1% μέχρι το έτος 2010. Ωστόσο ακόμα η διαδικασία αδειοδότησης για εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη. Το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) είναι το εθνικό κέντρο για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.), την Ορθολογική Χρήση Ενέργειας (Ο.Χ.Ε.) και την εξοικονόμηση ενέργειας (Ε.Ε.). Με τους Νόμους 2244/94 και 2702/99 το Κ.Α.Π.Ε. ορίσθηκε ως το Εθνικό Συντονιστικό Κέντρο στους τομείς δραστηριότητάς του. Ο κύριος σκοπός του είναι η προώθηση των εφαρμογών Α.Π.Ε./Ο.Χ.Ε./Ε.Ε. σε εθνικό και διεθνές

επίπεδο, καθώς και η κάθε είδους υποστήριξη δραστηριοτήτων στους παραπάνω τομείς συνυπολογίζοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Συγκεκριμένα το Κ.Α.Π.Ε. ασχολείται με την μελέτη της εφαρμογής διαφόρων νέων πηγών ενέργειας στον ελληνικό χώρο. Η έρευνα αφορά το παραγωγικό δυναμικό, τον απαραίτητο τεχνολογικό εξοπλισμό και τα οικονομικά χαρακτηριστικά της χρήσης αυτών των νέων ενεργειακών πηγών. Ιδιαίτερα υποσχόμενες ενεργειακές πηγές στην Ελλάδα αποτελούν η ηλιακή και η αιολική ενέργεια λόγω των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν στο χώρο. Διάφορα οικονομικά κίνητρα δίνονται σήμερα από την κυβέρνηση με απώτερο σκοπό να προωθηθούν οι διάφορες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην χώρα μας. Τα διάφορα οικονομικά κίνητρα δίνονται με την μορφή είτε άμεσων επιδοτήσεων ή με την μορφή φορολογικών ελαφρύνσεων ενώ προσπάθειες γίνονται έτσι ώστε να μειωθεί το κόστος εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων ενεργειακών πηγών. Στη παρακάτω εικόνα βλέπουμε τις κύριες Ελληνικές μονάδες παραγωγής βιοντίζελ (εικ 3).



Εικόνα 3:Κύριες Ελληνικές μονάδες παραγωγής βιοντίζελ (www.cres.gr)

Από το σύνολο της παραγόμενης από ανανεώσιμες πηγές, ενέργειας στην Ελλάδα το 67% προέρχεται από εκμετάλλευση της βιομάζας. Το μεγαλύτερο ποσοστό της χρησιμοποιούμενης βιομάζας, περίπου 74% ,αποτελούν ποσότητες ξύλου, που καίγονται απ' ευθείας, για την παραγωγή θερμότητας σε επίπεδο οικίας. Το υπόλοιπο 26% της παραγόμενης από την βιομάζα ενέργειας προήλθε από καύση παραπροϊόντων ξυλείας, διαφόρων καλλιεργειών και αγρόβιομηχανιών, όπως επίσης και από το βιοαέριο που παράγεται σε Χ.Υ.Τ.Α. κατά την επεξεργασία αστικών λυμάτων. Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τις μεγαλύτερες εταιρίες παραγωγής βιοκαυσίμου

στην Ελλάδα σε τόνους.(πιν1)

Πίνακας 1:Εταιρίες παραγωγής βιοκαυσίμου στην Ελλάδα (www.biofuels.gr)

| Εταιρίες Βιοκαυσίμων | Παραγωγή (Τόνοι) |
|-----------------------------|-----------------------------|
| ΕΛΒΙ.ΚΙΛΚΙΣ | 41.000 |
| Π.Ν Πέτος Πάτρα | 24.000 |
| VEST OIL | 8.000 |
| Ελίν Βιοκαυσιμα | 5.000 |
| Μύλοι Σόγια | 4.000 |
| Βιοντήζελ | 1.500 |

2.5 Θετικά σημεία για την ανάπτυξη της αγοράς βιοντίζελ στην Ελλάδα.

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

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

2.6 Αρνητικά σημεία για την ανάπτυξη της αγοράς βιοντίζελ στην Ελλάδα

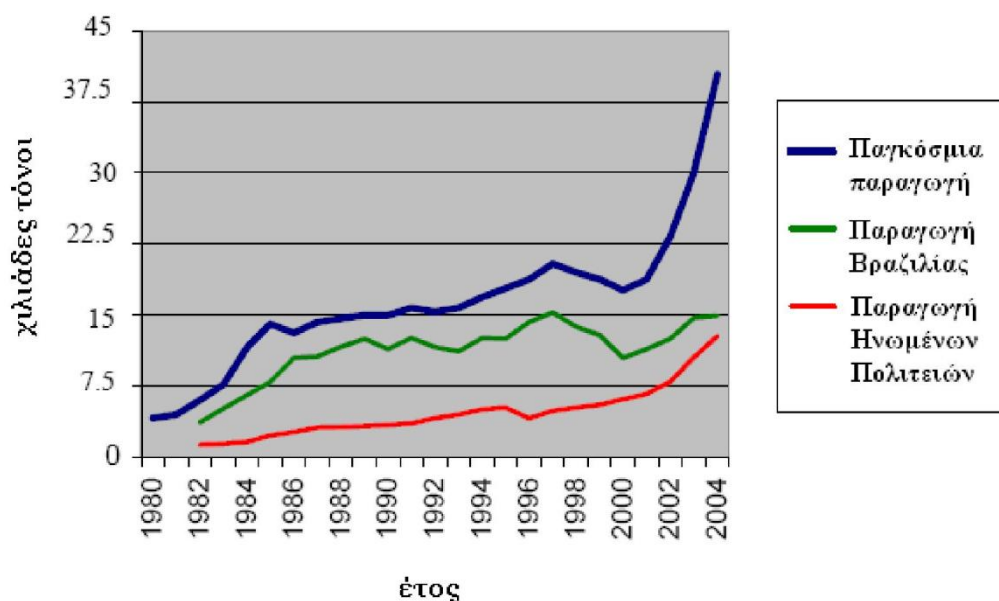
Το σημαντικότερο ίσως μειονέκτημα αποτελεί η περιορισμένη δυνατότητα για

εγχώρια παραγωγή πρώτων υλών, λόγω των δυσμενών κλιματικών συνθηκών και ποιό συγκεκριμένα τού θερμού κλίματος το οποίο απαιτεί άρδευτικά έργα και το οποίο ανεβάζει το κόστος της επένδυσης, και σε συνδυασμό με το υψηλό κόστος αγροτικής παραγωγής στην χώρα μας συγκρινόμενο με τις ανταγωνιστικές αγορές πρώτων υλών των Βαλκανικών χωρών, καθιστούν την επένδυση σε μία ενεργειακή καλλιέργεια στην Ελλάδα όχι τόσο ασφαλή και συμφέρουσα για έναν επενδυτή. Σέ νομικό επίπεδο η επιλογή μιας ετήσιας κατανομής αποφορολογουμένων ποσοτήτων βιοντίζελ, και η απουσία ενός μακροετούς σχεδίου και εξασφάλισης νομικά μιας εταιρίας στην κατανομή αποφορολογουμένων ποσοτήτων βιοντίζελ δημιουργεί ανασφάλεια και αθέμιτο ανταγωνισμό στην αγορά. Σε τεχνικό επίπεδο η αδυναμία έως τώρα να καλυφθούν τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN 14214 για το βιοντίζελ και ΕΛΟΤ EN 590 για τα μείγματα έως και 5% σε βιοντίζελ καθώς και αδυναμία χρήσης καθαρού βιοντίζελ στις μεταφορές αποτελούν μειονέκτημα.

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

2.7 Βιοκάουσιμα στην παγκόσμια αγορά

Οι Βραζιλία και Η.Π.Α. παράγουν το 72% περίπου της βιοαιθανόλης του πλανήτη με την εν λόγω βιομηχανία να γνωρίζει ραγδαία ανάπτυξη. Ήδη ακούγονται προτάσεις για δημιουργία καρτέλ βιοαιθανόλης από τις δύο χώρες αντίστοιχου με τον ΟΠΕΚ (Οργανισμός Πετρελαιοπαραγωγών Κρατών). Στη παρακάτω εικόνα βλέπουμε την παραγωγή βιοαιθανόλης σε χιλιάδες τόνου παγκοσμίως(εικ4).



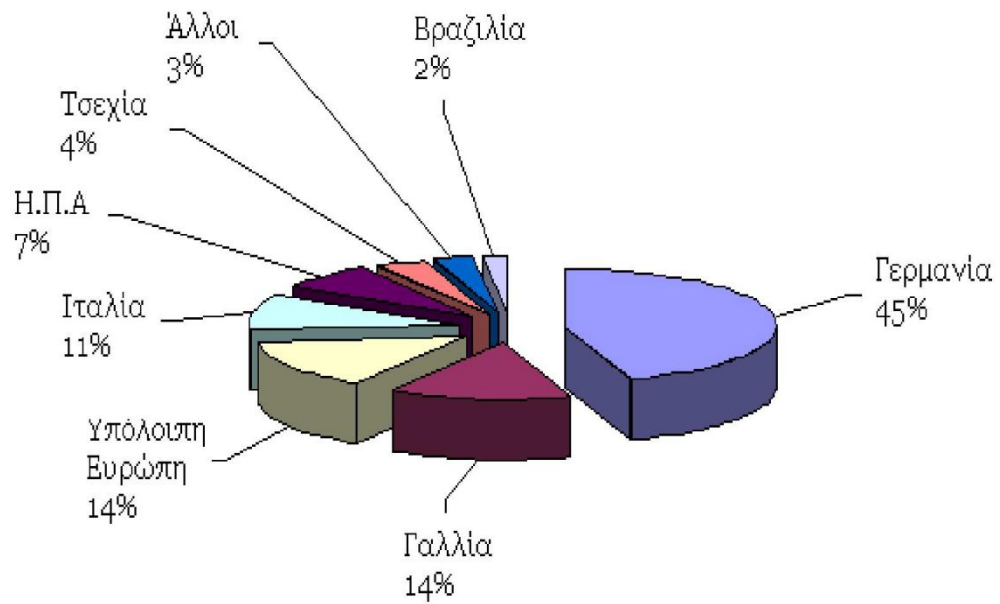
Εικόνα 4:Παραγωγή βιοαιθανόλης (Λυχναράς Β. 2006)

Επίσης,σε χώρες όπως η Κίνα και η Ινδία έχουν επίσης ξεκινήσει τεράστια προγράμματα ανάπτυξης της βιομηχανίας βιοαιθανόλης.Πρόσφατα και η ρωσική κυβέρνηση ανακοίνωσε πρόγραμμα ανάπτυξης της βιομηχανίας βιοαιθανόλης, επιδοτώντας την κατασκευή 30 νέων εργοστασίων συνολικής ετήσιας δυναμικότητας 2.000.000 τόνων.

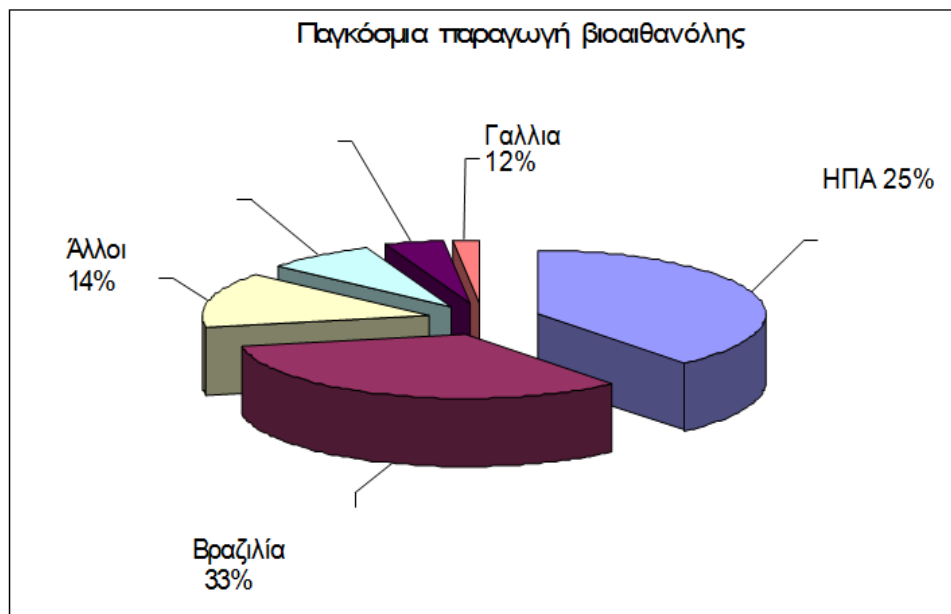
Στην Ευρώπη, η Γερμανία, η Γαλλία, η Σουηδία και η Ισπανία είναι κυρίως οι χώρες που παράγουν βιοαιθανόλη, αλλά καλύπτουν μόνο ένα μικρό μέρος της παγκόσμιας αγοράς. Η παραγωγή βιοαιθανόλης αυξάνεται με πολύ γρήγορους ρυθμούς.

Όσον αφορά τη Βραζιλία, από τη δεκαετία του '60 η αιθανόλη ήταν ένα παραπροϊόν της βιομηχανίας ζάχαρης το οποίο αποφασίστηκε να αξιοποιηθεί. Έτσι, το ενεργειακό θαύμα στα βιοκαύσιμα ξεκινά το 1973, όταν ο τότε δικτάτορας στρατηγός Γκάζιελ, λόγω της πετρελαϊκής κρίσης (εμπάρκο ΟΠΕΚ) και της εκτόξευσης των τιμών πετρελαίου παγκοσμίως, δημιούργησε το 30ετές πρόγραμμα υποκατάστασης της βενζίνης από βιοαιθανόλη. Τότε δόθηκαν γενναίες επιδοτήσεις και χρηματοδότησε την κατασκευή εργοστασίων παραγωγής βιοαιθανόλης, εγκατέστησε αντλίες βιοαιθανόλης σε όλα τα πρατήρια καυσίμων της χώρας και έδωσε φορολογικά κίνητρα για τα αλκοολοκίνητα οχήματα. Προφανώς τα αποτελέσματα είναι θεαματικά διότι η κυβέρνηση έχει ανακοινώσει ότι χάρη στην αιθανόλη και στην αύξηση της εγχώριας παραγωγής πετρελαίου, η Βραζιλία σταματά πλέον την εισαγωγή πετρελαίου και καθίσταται ενεργειακά αυτόνομη. Σήμερα, περισσότερα από τα μισά αυτοκίνητα που κυκλοφορούν στη χώρα είναι αλκοολοκίνητα, ενώ τα υπόλοιπα καταναλίσκουν μίγμα βενζίνης-αλκοόλης σε αναλογία 75%-25% αντίστοιχα. Η καλλιέργεια του ζαχαροκάλαμου αναμένεται να διπλασιαστεί την επόμενη δεκαετία. Στην εικόνα 5 βλέπουμε την παγκόσμια παραγωγή βιοντίζελ και στην εικόνα 6 την παγκόσμια παραγωγή βιοαιθανόλης.

Παγκόσμια παραγωγή βιοντίζελ



Εικόνα 5: Παγκόσμια Παραγωγή Βιοντίζελ (Αναγνωστόπουλος Χ. 2006)



Εικόνα 6: Παγκόσμια Παραγωγή Βιοαιθανόλης (Αναγνωστόπουλος Χ. 2006)

Η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι μακράν ο κύριος παραγωγός βιοντίζελ σε παγκόσμιο επίπεδο. Η παγκόσμια παραγωγή βιοντίζελ το 2005 ήταν περίπου 4 Mt. Η παραγωγή βιοντίζελ στην Ε.Ε. παρουσίασε μέση ετήσια αύξηση 34,5% κατά την περίοδο 1992-2003, η οποία αντιστοιχεί σε επίπεδο παραγωγής 26 φορές μεγαλύτερο από αυτό του 1992. Το 2006 η παραγωγή βιοντίζελ στην Ε.Ε. ανήλθε σε 4.890.000 τόνους (εικ5) σημειώνοντας αύξηση 54% σε σχέση με το 2005. Η Γερμανία παράγει το μισό βιοντίζελ της Ευρώπης (54%) και μέρος του διατίθεται σε 1.900 πρατήρια καυσίμων, ενώ μεγάλες παραγωγές είναι η Γαλλία και η Ιταλία. Σήμερα στην ΕΕ λειτουργούν περίπου 200 εργοστάσια παραγωγής βιοντίζελ με δυναμικότητα παραγωγής που ξεπερνά τους 10.000.000 τόνους. Σύμφωνα με τους στόχους της Κομισιόν, η Ευρωπαϊκή Ένωση θα πρέπει να καταναλώνει 11.000.000 τόνους βιοντίζελ μέχρι το 2010 και διπλάσια περίπου ποσότητα μέχρι το 2020.

Στις Η.Π.Α. που είναι η δεύτερη παραγωγός βιοντίζελ σε παγκόσμιο επίπεδο, η παραγωγή από 25 εκατομμύρια γαλόνια το 2004 18-πλασιάστηκε στα 450 εκατομμύρια γαλόνια το 2007. Σχετικά με τη βιομηχανία στις Η.Π.Α., λειτουργούν 45 μονάδες παραγωγής βιοντίζελ, ενώ άλλες 54 βρίσκονται υπό κατασκευή. Η δυναμικότητα της βιομηχανίας παραγωγής βιοντίζελ των Η.Π.Α. σήμερα υπολογίζεται στα 1,85 δις γαλόνια. Μάλιστα μεγάλες εταιρείες που δραστηριοποιούνται στην παραγωγή βιοαιθανόλης, στρέφονται πλέον και στην παραγωγή βιοντίζελ. Το 30% των Αμερικάνων αγροτών χρησιμοποιεί ήδη ένα ποσοστό βιοντίζελ στα καύσιμα των αγροτικών οχημάτων τους.

2.8 Βιοκαύσιμα στην Ευρώπη

Η καλλιέργεια βιοκαυσίμων στην Ευρωπαϊκή Ένωση, (για περισσότερα στοιχεία βλέπε πίνακα 2,3 εικόνες 8,9 για την παραγωγή και την κατανάλωση βιοκαυσίμων στη Ευρώπη) στο βαθμό στον οποίο στοχεύει επίσημα έως το 2020, θα έχει ως συνέπεια δραματικές αυξήσεις στις τιμές των τροφίμων και απώλεια τεράστιων εκτάσεων καλλιεργήσιμων εδαφών και δασικών εκτάσεων, σύμφωνα με αποτελέσματα έρευνας του Ινστιτούτου Ευρωπαϊκής Περιβαλλοντικής Πολιτικής (IEEP). Η Ευρωπαϊκή Ένωση στοχεύει ως το 2020, το 10% της συνολικής κατανάλωσης καυσίμων να καλύπτεται από βιοκαύσιμα. Ο στόχος αυτός όμως, ίσως αποδειχτεί καταστροφικός. Σύμφωνα με εκτιμήσεις της έρευνας του IEEP, αν τα κράτη-μέλη προσπαθήσουν να επιτύχουν αυτό το στόχο του 10%, θα υπάρξει απώλεια καλλιεργήσιμων εδαφών έκτασης ανάλογης του Βελγίου ή της Ιρλανδίας.

Τα συμβατικά βιοκαύσιμα, αν τα κράτη της Ε.Ε. συνεχίσουν την ίδια πολιτική, θα καλύπτουν το 8,8% της ενέργειας που απαιτείται για τις μεταφορές το 2020. Επιπλέον, ποσοστό άνω του 90% θα προέρχονται από αντικατάσταση καλλιεργειών τροφίμων. Η έρευνα αναφέρει ότι, τα ευρωπαϊκά κράτη δεν έχουν λάβει υπόψη όσο θα έπρεπε τις έμμεσες και άμεσες συνέπειες από τη χρήση βιοκαυσίμων. Οι σημαντικότερες από

αυτές είναι:

- 1) η απώλεια τεράστιων δασικών εκτάσεων και η έμμεση αλλαγή χρήσης γης (Indirect Land Use Change ILUC), η εκτόπιση δηλαδή και μετατόπιση καλλιεργειών προκειμένου να καλυφθούν με καλλιέργειες βιοκαυσίμων, με αποτέλεσμα την αύξηση των εκπομπών ρύπων διοξειδίου του άνθρακα
- 2) η απώλεια καλλιεργήσιμων εδαφών που τώρα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τροφίμων, με αποτέλεσμα την αύξηση των τιμών τροφίμων σε ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο,
- 3) η ερημοποίηση των περιοχών λόγω των μονοκαλλιεργειών βιοκαυσίμων, μέσω της υποβάθμισης των γαιών
- 4) η εντονότερη χρήση χημικών με ό,τι αυτό συνεπάγεται,
- 5) η επιβάρυνση των υδάτινων πόρων λόγω των τεράστιων ποσοτήτων νερού που απαιτούνται για τις καλλιέργειες αυτές.

Όμως, η συνολική υποβάθμιση χλωρίδας και πανίδας, η μακροπρόθεσμη αύξηση των εκπομπών ρύπων και η αύξηση των τιμών των τροφίμων εξαιτίας της πτώσης της παραγωγής τους, φαίνεται ότι προσκρούουν πάνω σε τεράστια επιχειρηματικά συμφέροντα. Σύμφωνα με έκθεση της ActionAid Hellas, «Ο στόχος του 10% δεν είναι ο μόνος λόγος αύξησης της κατανάλωσης βιοκαυσίμων στην ΕΕ. Το 2006, υπολογίστηκε με συντηρητικούς υπολογισμούς ότι η βιομηχανία βιοκαυσίμων της ΕΕ, υποστηριζόταν από οικονομικά κίνητρα αξίας 4,4 δισεκατομμυρίων ευρώ. Υποθέτοντας ότι θα διατηρηθεί το ίδιο ύψος επιδοτήσεων, η βιομηχανία θα επιδοτηθεί με περίπου 13,7 δισεκατομμύρια ευρώ το χρόνο, για να επιτύχει το στόχο του 2020». Την ίδια στιγμή, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή τηρεί σιγή ιχθύος σχετικά με το ποιες εταιρίες περιλαμβάνονται στα επτά υπό έγκριση από τις Βρυξέλλες σχέδια, για ανάπτυξη καλλιεργειών βιοκαυσίμων στην Ευρωπαϊκή Ένωση Επιπλέον, το IEEP κατακρίνει την πολιτική πολλών κρατών της Ε.Ε. να προσπαθούν να επιτύχουν το στόχο του 10% ως ποσοστό ενέργειας που θα καλύπτει τον τομέα των μεταφορών, μέσω εκτεταμένων εισαγωγών από κράτη της Αφρικής, της Ασίας και της Λατινικής Αμερικής, αντί να προωθήσουν νέες τεχνολογίες και καινοτομίες φιλικές προς το περιβάλλον.

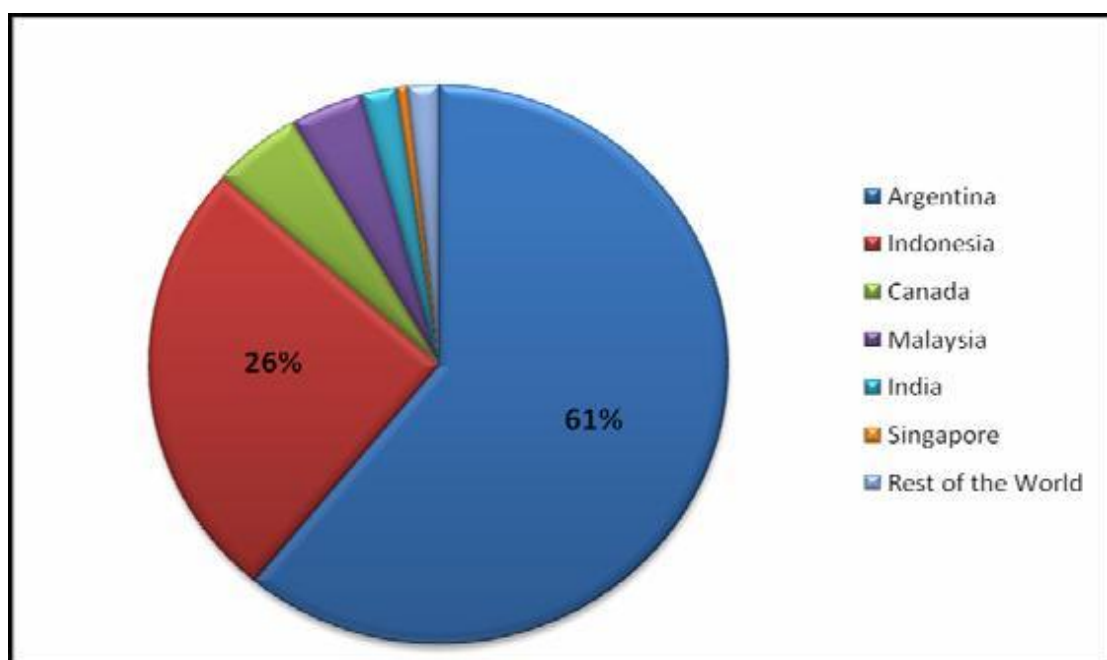
Οι μακροπρόθεσμες συνέπειες της επίτευξης του 10%, θα είναι ισοδύναμες με την εισαγωγή 26 εκατομμυρίων νέων οχημάτων στους ευρωπαϊκούς δρόμους, ενώ σύμφωνα με εκτιμήσεις της ActionAid το 2009, πιθανή επίτευξη του στόχου του 10% από τα κράτη μέλη της Ε.Ε., θα έχει ως αποτέλεσμα 100 εκατομμύρια περισσότεροι άνθρωποι στον κόσμο, να υποφέρουν από έλλειψη τροφίμων.

Πίνακας 2: Παραγωγή βιοντήζελ στην ΕΕ (www.cres.gr)

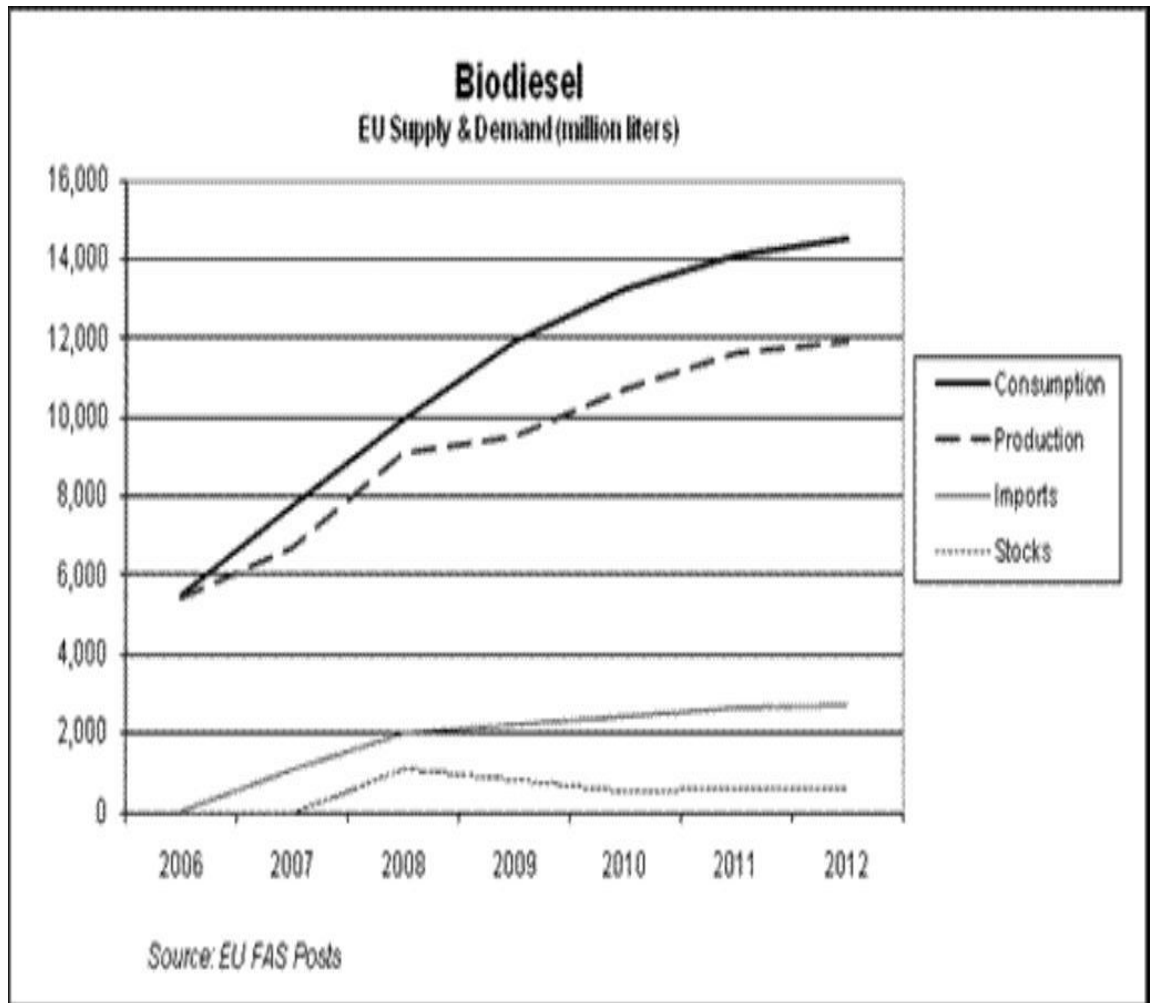
| | Παραγωγή 2009 | Παραγωγή 2010 σε τόνους |
|-------------------------|---------------|-------------------------|
| Αυστρία | 310 | 289 |
| Βέλγιο | 416 | 435 |
| Βουλγαρία | 25 | 30 |
| Κύπρος | 9 | 6 |
| Τσεχία | 164 | 181 |
| Δανία/Σουηδία | 233 | 246 |
| Εσθονία | 24 | 3 |
| Φίλανδία | 220 | 288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

Πίνακας 3: Κατανάλωση βιοντίζελ στην ΕΕ (www.cres.gr)

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



Εικόνα 8:Εισαγωγές Βιοντίζελ στην ΕΕ (www.cres.gr)



Εικόνα 9: Παραγωγή, κατανάλωση, εισαγωγές βιοντίζελ στην ΕΕ 2006-2012. Στον άξονα y έχουμε εκατομμύρια λίτρα και στον άξονα x έτη. (www.biofuels.gr)

2.9 Χρήση των βιοκαυσίμων ως εναλλακτική λύση για την παραγωγή ενέργειας

Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού Θερμότητας (ΣΗΘ-διαδικασία ή Combined Heat Power (CHP) ή Cogeneration Process) ονομάζεται η ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και αξιοποιήσιμης θερμότητας μέσω της ίδιας διεργασίας. Επίσης, συνδυάζοντας και μία μηχανή απορρόφησης είναι δυνατή και η ανάπτυξη ενός συστήματος τριπαραγωγής ή, αλλιώς, Συμπαραγωγής Θερμότητας Ψύξης και Ηλεκτρισμού (CHCP-Combined Heat Cooling and Power) μέσω του οποίου μέρος της παραχθείσας ενέργειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ψύξη ή κλιματισμό). Η τεχνολογία Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας μπορεί να εφαρμοστεί ευρύτατα. Σε όλες τις περιπτώσεις συντελεί στην εξοικονόμηση σημαντικών χρηματικών ποσών μέσω της μειωμένης κατανάλωσης καυσίμου που επιτυγχάνεται. Η συνολική απόδοση των διατάξεων συμπαραγωγής τείνει ορισμένες φορές μέχρι το 90%, αναλόγως του συστήματος στο οποίο εφαρμόζεται. Κατά τη λειτουργία ενός συμβατικού θερμοηλεκτρικού σταθμού, μεγάλα ποσά θερμότητας αποβάλλονται στο περιβάλλον είτε μέσω των ψυκτικών κυκλωμάτων (συμπυκνωμάτων ατμού, πύργων ψύξης, ψυγείων νερούκινητήρων diesel.) είτε μέσω των καυσαερίων (αεριοστροβίλων, εμβολοφόρων κινητήρων).

Η ανάπτυξη θερμότητας πραγματοποιείται, συνήθως, από τα καυσαέρια των συστημάτων συμπαραγωγής. Υπάρχουν δυο τρόποι εκμετάλλευσης της ανακτημένης θερμότητας από τα καυσαέρια των συστημάτων αυτών:

1. Η απευθείας χρήση τους για παροχή θερμότητας σε διάφορες διεργασίες της ίδιας βιομηχανικής μονάδας.
2. Η έμμεση χρήση τους με τη βοήθεια εναλλακτών θερμότητας για την παραγωγή ατμού ή θερμού νερού. Ο ατμός που λαμβάνεται μπορεί να καλύψει τις ανάγκες για θέρμανση εσωτερικών χώρων, για βιομηχανικές διεργασίες ή για αύξηση της απόδοσης σε ηλεκτρική ενέργεια του συστήματος (με χρήση συστημάτων συνδυασμένου κύκλου αεριοστροβίλου/ατμοστροβίλου). Το θερμό νερό που δύναται να παραχθεί χρησιμοποιείται είτε για τη θέρμανση εσωτερικών χώρων είτε σε κατάλληλες βιομηχανικές διεργασίες. Έτσι, ενώ οι συμβατικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής έχουν βαθμό απόδοσης 30-45 %, ο βαθμός απόδοσης των συστημάτων συμπαραγωγής κυμαίνεται στο 80-85 %. Επίσης, εκτιμάται ότι με χρήση διατάξεων ΣΗΘ μειώνεται κατά, περίπου, 40 % η κατανάλωση καυσίμου σε σχέση με τον συμβατικό τρόπο παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας σε ξεχωριστές μονάδες. Η μείωση της κατανάλωσης καυσίμου που επιτυγχάνεται με την συμπαραγωγή, συντελεί γενικά στη μείωση και των εκπεμπόμενων ρύπων. Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι ενδεχόμενη η αύξηση των ρύπων σε τοπική κλίμακα, γεγονός το οποίο επιβάλλει ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή του είδους της μονάδας και του πρόσθετου εξοπλισμού της.

Παραγωγή θερμότητας από βιοκαύσιμο (βιοαέριο)

Το βιοκαύσιμο μπορεί να τροφοδοτήσει μηχανές εσωτερικής καύσης, καυστήρες ή αεριοστρόβιλους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. Μέσω της διάταξης που περιγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο, καθίσταται δυνατή η ηλεκτροπαραγωγή από βιοαέριο. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από την καύση του βιολογικού αερίου χρησιμοποιείται προς κάλυψη των ιδίων αναγκών της εγκατάστασης και το πλεόνασμα μπορεί να πωλείται στη ΔΕΗ. Καθ' όλη τη διαδικασία παράγεται θερμότητα η οποία μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί στην κάλυψη των θερμικών αναγκών της εγκατάστασης, στη θέρμανση/ψύξη των χώρων και στην παραγωγή ατμού. Η θερμότητα που παράγεται θα μπορούσε να καλύψει ανάγκες βιομηχανιών, βιοτεχνιών, μικρών και μεγάλων επιχειρήσεων που απαιτούν θερμικά φορτία για την παραγωγική τους διαδικασία. Ένα άλλο πεδίο είναι η θέρμανση κτιρίων και κατοικιών με τη δημιουργία δικτύου τηλεθέρμανσης. Η κάλυψη ιδίων αναγκών παρουσιάζει το πλεονέκτημα της μείωσης των συνολικών εκπεμπόμενων από την εγκατάσταση ρύπων. Αυτή η αρχή λειτουργίας έρχεται σε αντίθεση με τη συνήθη πρακτική, όπου για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρισμό και θερμότητα αγοράζεται ενέργεια από το δίκτυο και η θερμότητα παράγεται τοπικά από την καύση σε έναν λέβητα κ.λπ. Τα συστήματα συνδυασμένης παραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας παράγουν ταυτόχρονα ηλεκτρική και θερμική ενέργεια σε ένα ενιαίο, ολοκληρωμένο σύστημα. Η θερμική ενέργεια που ανακτάται σε ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση ή ψύξη στη βιομηχανία ή τα κτίρια. Η εκμετάλλευση της θερμότητας που σε άλλη περίπτωση θα χανόταν, οδηγεί σε συνολική απόδοση αυτών των ολοκληρωμένων συστημάτων πολύ μεγαλύτερη από αυτή των μεμονωμένων συστημάτων. Η συνολική απόδοση του συστήματος προκύπτει από μια αλληλεπίδραση μεταξύ των μεμονωμένων βαθμών απόδοσης των συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής και ανάκτησης θερμότητας. Δεδομένου ότι από ένα σύστημα συμπαραγωγής προκύπτουν δύο ή περισσότερα χρησιμοποιήσιμα ενεργειακά προϊόντα, ο καθορισμός του συνολικού βαθμού απόδοσης των συστημάτων αυτών είναι πιο σύνθετος απ' ό,τι στα απλά συστήματα. Το βιοαέριο μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο μεταφορών, μετά την διαδικασία του καθαρισμού, δηλαδή την απομάκρυνση των σωματιδίων, H_2S , NH_3 , H_2O και την αναβάθμισή του, δηλαδή την απομάκρυνση CO_2 και προσθήκη προπανίου. Χρήση του βιοαερίου ως καύσιμο μεταφορών απαντάται στη Σουηδία, Ελβετία, Γαλλία και Γερμανία ενώ στη Σουηδία και στη Γερμανία, το βιοαέριο διοχετεύεται και στο δίκτυο του φυσικού αερίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

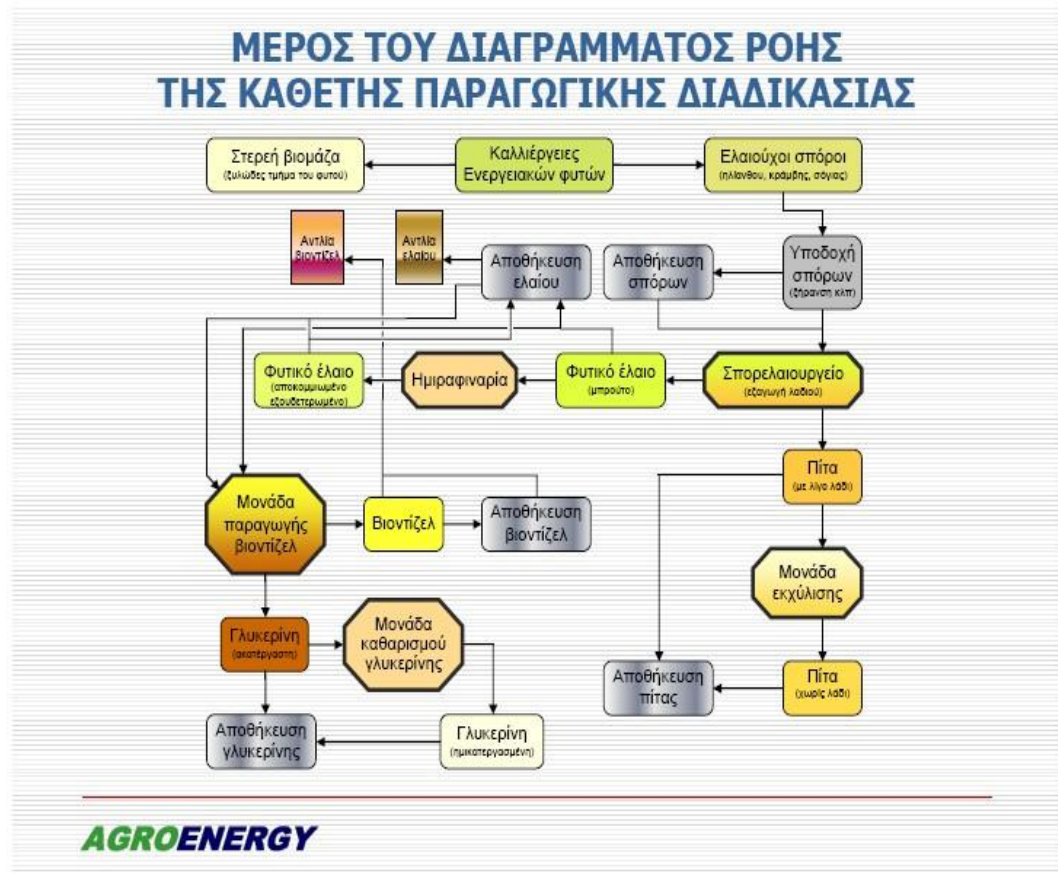
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ

3.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με την οδηγία 2003/30/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Ένωσης στα κράτη-μέλη της βιοκαύσιμα θεωρούνται τα ακόλουθα προϊόντα :

1. Βιοντίζελ
2. Βιοιθανόλη
3. Βιομεθάνιο
4. Βιοαέριο
5. Βιομεθανόλη
6. Βιοδιμεθυλαιθέρας
7. Βιο-ΕΤΒΕ (αιθυλοτριτοβουτυλαιθέρας)
8. Βιο-ΜΤΒΕ (μεθυλοτριτοβουτυλαιθέρας)
9. Συνθετικά βιοκαύσιμα
10. Βιουδρογόνο
11. Καθαρά φυτικά έλαια

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε το διάγραμμα της κάθετης παραγωγικής διαδικασίας (εικ.10).



Εικόνα 10:Διάγραμμα Παραγωγικής διαδικασίας (www.agroenergy.com)

3.2 Διαδικασία παραγωγής (βιοντίζελ ,βιοαιθανόλης και βιομεθανίου)

Βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς

Τα βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς ή τυπικά βιοκαύσιμα θεωρούνται τα καύσιμα τα οποία παράγονται με συμβατικές μεθόδους. Τα βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς αφορούν αφενός το βιοντίζελ, το οποίο παράγεται από φυτικά έλαια, όπως σπόροι ηλίανθου, τα οποία με μια απλή χημική αντίδραση, την εστεροποίηση, μετατρέπονται σε βιοντίζελ και αφετέρου στη βιοαιθανόλη, η οποία παράγεται από αλκοολική ζύμωση σακχαρούχων και αμυλούχων φυτών, όπως τα σιτηρά, τα ζαχαρότευτλα, το ζαχαροκάλαμο και άλλα φυτά. Τα βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς βρίσκονται σε άμεσο ανταγωνισμό με την αγορά των τροφίμων, αλλά και με τις αγορές των ζωοτροφών και των βιομηχανικών υλικών. Ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις δεν είναι οικονομικά βιώσιμα χωρίς επιδότηση.

Βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς

Τα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς παράγονται με πρωτοποριακές διεργασίες και από περισσότερους τύπους βιομάζας από ότι τα βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς. Τα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς (2G) περιλαμβάνουν τη βιομάζα αποβλήτων, τους μίσχους του σίτου, του καλαμποκιού, του ξύλου, και άλλων συγκομιδών. Χρησιμοποιούν τη βιομάζα στην υγρή τεχνολογία. Επιπλέον, προκύπτουν και από την αεριοποίηση της βιομάζας με την οποία παράγονται η βιομεθανόλη (biomethanol) DMF, το βιο-DME (βιοδιμεθυλαιθέρας), το diesel Fisher Tropsch (βιοβενζίνη, κηροζίνη), το ντίζελ βιουδρογόνου (diesel biohydrogen), οι βιοαλκοόλες και το ξύλινο ντίζελ. Παράγονται με τη μετατροπή της λιγνο-κυτταρινούχας βιομάζας σε αιθανόλη και συνθετικό βιοντίζελ. Παράγονται από μεγαλύτερο φάσμα πρώτων υλών, όπως γεωργικά και δασικά είδη και υπολείμματα όπως άχυρο, κλαδοδέματα και ξύλο. Θεωρούνται περισσότερο φιλικά προς το περιβάλλον από τα προηγούμενα διότι προέρχονται από πρώτες ύλες που είναι είτε υπολειμματικές μορφές είτε φυτικά είδη που μπορούν να εκμεταλλευτούν λιγότερο γόνιμα εδάφη, καθώς και χαμηλής ποιότητας νερό, όπως το νερό που έχει χρησιμοποιηθεί σε εργοστάσια ή κτηνοτροφικές μονάδες, και έχουν περιορισμένες απαιτήσεις σε λιπάσματα – φυτοφάρμακα. Ωστόσο το κόστος παραγωγής βιοκαυσίμων δεύτερης γενιάς παραμένει ακόμα σε σχετικά υψηλά επίπεδα.

Βιοκαύσιμα τρίτης γενιάς

Τα βιοκαύσιμα τρίτης γενιάς (ή βιοκαύσιμα αλγών) είναι βιοκαύσιμα τα οποία παράγονται από τα υψηλά αέρια της Παράγουν 30 φορές περισσότερη πετροχημικής βιομηχανίας (άλγη). Ενέργεια ανά στρέμμα από τις συγκομιδές εδάφους, όπως η σόγια. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αυξημένο ενδιαφέρον για τα άλγη καλλιέργειας (algaculture). Το πλεονέκτημά τους έναντι των άλλων καυσίμων είναι η βιοδιάσπασή τους και η μικρή επιβάρυνση στο περιβάλλον.

3.2.1 Βιοντίζελ

Ορισμός βιοντίζελ

Το βιοντίζελ είναι μεθυλεστέρας βιολογικής προέλευσης, ποιότητας ντίζελ, ο οποίος παράγεται κυρίως από ελαιούχους σπόρους (ηλίανθος, ελαιοκράμβη, σόγια, βαμβακόσπορος κ.α.) αλλά και από ζωικά λίπη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε μόνο του ή σε μίγμα με ντίζελ σε πετρελαιοκινητήρες ως υποκατάστατο του πετρελαίου ντίζελ. Είναι γνωστό και ως FAME (Fatty Acid Methyl Esters). Είναι καύσιμο φιλικό προς το περιβάλλον.

Διαδικασία παραγωγής

Ο κύριος τρόπος παραγωγής του βιοντίζελ είναι η μετεστεροποίηση των φυτικών ελαίων (τριγλυκερίδια) μία σχετικά απλή βιομηχανική διαδικασία που τα μετατρέπει σε εστέρες τριγλυκεριδίων με μεθανόλη ή αιθανόλη. Οι καθαροί εστέρες τριγλυκεριδίων είναι άριστα υποκατάστατα του πετρελαίου χωρίς να χρειάζεται καμία μετατροπή στη μηχανή. Με κάποιες μετατροπές στη μηχανή είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν απευθείας και τα καθαρά τριγλυκερίδια (χωρίς δηλαδή να έχουν μετατραπεί σε εστέρες. Για την παραγωγή βιοντίζελ χρησιμοποιούνται, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, σπορέλαια (κραμβέλαιο, ηλιέλαιο, σογιέλαιο, βαμβακέλαιο) ενώ είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν και μεταχειρισμένα φυτικά έλαια (τηγανέλαια) ή ζωικά λίπη. Τα έλαια που αποτελούν την πρώτη ύλη διηθούνται και υφίστανται μία προκαταρκτική επεξεργασία ώστε να αφαιρεθεί το νερό και μολυσματικοί παράγοντες και στη συνέχεια αναμιγνύονται με μία αλκοόλη συνήθως μεθανόλη και έναν καταλύτη (συνήθως υδροξείδιο του νατρίου ή του καλίου). Ο καταλύτης διασπά τα μόρια του ελαίου σε μεθυλεστέρες λιπαρών οξέων και γλυκερόλη. Η βιομηχανική παραγωγή του βιοντίζελ προσφέρει επίσης δύο πολύτιμα υποπροϊόντα: τη γλυκερίνη που χρησιμοποιείται στη φαρμακοβιομηχανία (καλλυντικά) και τη συμπυκνωμένη ζωοτροφή που παράγεται από τα φυτικά υπολείμματα που προκύπτουν από την σύνθλιψη των ελαιούχων σπόρων. Η πώληση των παραπάνω υποπροϊόντων αποτελεί σημαντική οικονομική παράμετρο της παραγωγής βιοντίζελ. Αν και είναι η πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοντίζελ και βιολιπαντικών, τα χρησιμοποιημένα μαγειρικά έλαια καταλήγουν στον νεροχύτη, αντί να αναγεννώνται, καθώς η ανακύκλωσή τους δεν είναι υποχρεωτική από την ισχύουσα νομοθεσία. Ελαιόλαδο, πυρηνέλαιο, καλαμποκέλαιο, ηλιέλαιο, βαμβακέλαιο, ρυπογόνα «καμένα» λάδια καταλήγουν στο αποχετευτικό δίκτυο ή στους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων, προκαλώντας ζημιές στις υποδομές. Από την απόρριψη των μαγειρικών λαδιών φράζουν τα αποχετευτικά δίκτυα, με αποτέλεσμα η ΕΥΔΑΠ να ξοδεύει εκατοντάδες χιλιάδες ευρώ ετησίως για την απόφραξή τους, ενώ και στις μονάδες βιολογικού καθαρισμού των αστικών λυμάτων δημιουργούν προβλήματα, εφόσον μπλοκάρουν την αερόβια διαδικασία. Η κατανάλωση βρώσιμων λαδιών στην Ελλάδα υπολογίζεται σε 470.000 τόνους ετησίως, ωστόσο δεν ανακτάται ούτε το 4% αυτής της ποσότητας, σύμφωνα με τις εταιρείες οι οποίες δραστηριοποιούνται στον τομέα. Τα λάδια που πετάμε στον νεροχύτη μας και κατά συνέπεια στην αποχέτευση, θα καταλήξουν είτε σε κάποια βιολογική μονάδα επεξεργασίας λυμάτων, είτε στον υδροφόρο ορίζοντα, εξηγεί ο χημικός-μηχανικός και διευθύνων σύμβουλος της εταιρείας συλλογής χρησιμοποιημένων μαγειρικών ελαίων Revive, κ. Θεόδωρος Γεράκης. Το λάδι έχει την ιδιότητα να απλώνεται σε ένα λεπτό στρώμα και να καλύπτει τεράστιες ποσότητες νερού. Το νερό κάτω από το λάδι σταματάει να οξυγονώνεται με αποτέλεσμα να σταματούν οι αερόβιες διαδικασίες. Αυτό έχει δυσμενέστατη επίδραση στους βιολογικούς καθαρισμούς, αλλά και γενικότερα στο οικοσύστημα. Η εταιρεία Revive ιδρύθηκε το 2006 και δραστηριοποιείται στη συλλογή των χρησιμοποιημένων μαγειρικών λαδιών (τηγανέλαια), τα οποία αποτελούν την πρώτη ύλη για τη βιομηχανία παραγωγής βιοντίζελ. Περισσότερες από 2.500 επιχειρήσεις πανελλαδικά, διάφορων κατηγοριών, όπως εστιατόρια, ταβέρνες, ξενοδοχεία, catering και νοσοκομεία, συνεργάζονται με την εταιρεία. Το 2006 η Revive συνέλεξε 70.000 λίτρα τηγανελαίων για να συνεχίσει με 750.000 λίτρα το 2007, 1,2 εκατ. λίτρα το 2008, 1,6 εκατ. λίτρα το 2009 και, όπως λέει ο κ. Γεράκης, το 2010 αναμένεται να ξεπεράσει τα 2 εκατ. λίτρα. Όλα τα φυτικά λάδια είναι κατάλληλα για την παραγωγή βιοντίζελ. Στην Ευρώπη το πιο συνηθισμένο είναι το κραμβέλαιο, στην Αμερική το σογιέλαιο και στην Ασία το παλμέλαιο (φοινικέλαιο). Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται το ηλιέλαιο, το βαμβακέλαιο, το αραβοσιτέλαιο, καθώς και το ελαιόλαδο. Σημειωτέον ότι τα μηχανέλαια (ορυκτά λιπαντικά) ανακυκλώνονται με διαφορετική διαδικασία και δεν

πρέπει να τα αναμειγνύουμε με τα λάδια φυτικής προέλευσης. Τα μαγειρικά αυτά λάδια μετατρέπονται σε βιοντίζελ και βιολιπαντικά, που είναι πιο φιλικά για το περιβάλλον, αφού ρυπαίνουν λιγότερο από τα συμβατικά. Η Revine συλλέγει χρησιμοποιημένα μαγειρικά έλαια, μεταξύ άλλων, από το Προεδρικό Μέγαρο, τους δήμους Ελληνικού και Αλίμου, από αλυσίδες σουίπερ μάρκετ και εστίασης κ.ά. Για κάθε λίτρο μαγειρικού λαδιού από τα νοικοκυριά, αποδίδονται τρία λεπτά του ευρώ στην Περιβαλλοντική Οργάνωση WWF Ελλάς. Από το 2010 η Revine παραδίδει τα τηγανέλαια στο μεγαλύτερο και πλέον σύγχρονο εργοστάσιο παραγωγής βιοντίζελ στην Ελλάδα της εταιρείας G F ENERGY AEBE, το οποίο βρίσκεται στο Σουσάκι Αγίων Θεοδώρων Κορινθίας. Τα περιβαλλοντικά οφέλη από τη χρήση του βιοντίζελ είναι πολλά. Μείωση της εκπεμπόμενης αιθάλης και του παραγόμενου διοξειδίου του θείου. Επίσης, σημαντική μείωση του διοξειδίου του άνθρακα (λόγω του ανανεώσιμου χαρακτήρα του βιοντίζελ), με συνέπεια την άμβλυνση του Φαινομένου του Θερμοκηπίου.

Στάδια παραγωγής βιοντίζελ

- Φάση ξήρανσης σπορέλαιων.
- Φάση τροφοδοσίας μεθανόλης καταλύτη.
- Φάση αντίδρασης (μετεστεροποίηση).
- Καθαρισμοί βιοντίζελ.
- Απομάκρυνση γλυκερίνης-μεθανόλης-σαπουνιών από το βιοντίζελ.
- Φυγοκέντρηση βιοντίζελ.
- Ξήρανση-ψύξη βιοντίζελ-απόσταξη μεθανόλης.
- Καθαρισμός γλυκερίνης.
- Απόσταξη μεθανόλης.
- Διάσπαση σαπώνων σε λιπαρά οξέα.
- Απομάκρυνση υγρασίας-υπολείμματα μεθανόλης.
- Διατήρηση ατμών μεθανόλης.
- Συμπύκνωση σε συμπυκνωτές και ανάκτησή της.
- Κλασματική απόσταξη και ανάκτησή της

Επειδή η διαδικασία είναι απλή, βιοντίζελ είναι δυνατό να παραχθεί σε πολλές εγκαταστάσεις από μονάδες μικρής κλίμακας (αγροκτήματα) με ημερήσια παραγωγή 50-500 λίτρων ημερησίως έως και μονάδες βιομηχανικής κλίμακας που επεξεργάζονται 100000 τόνους ή και περισσότερο. Αυτό κάνει δυνατή την παραγωγή σε τοπικό επίπεδο, μέσω της δημιουργίας σχημάτων συνεταιριστικής παραγωγής μεταξύ προμηθευτών πρώτης ύλης έως και μεγάλων βιομηχανικών σχημάτων. Η Ευρωπαϊκή Ένωση (E.E.25) είναι ο κύριος παραγωγός βιοντίζελ σε παγκόσμιο

επίπεδο. Στην Ευρώπη, 70% του εμπορικά παραγόμενου βιοντίζελ προέρχεται από ελαιοκράμβη, ενώ το υπόλοιπο παράγεται από ηλίανθο και άχρηστα φυτικά και ζωικά έλαια (από τη βιομηχανία τροφίμων). Υπάρχουν περίπου 40 μονάδες επεξεργασίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση, οι οποίες εντοπίζονται κυρίως στη Γερμανία, την Ιταλία, την Αυστρία, τη Γαλλία και τη Σουηδία. Από τις παραγωγές χώρες ηγετικό ρόλο κατέχει η Γερμανία. Το 2006 η παραγωγή βιοντίζελ της Ε.Ε. υπερέβη τους 3.180 τόνους σημειώνοντας αύξηση 86% σε σχέση με το προηγούμενο έτος. Η παραγωγή βιοντίζελ ανά εκτάριο εξαρτάται από την πρώτη ύλη (λεπτομέρειες ακολουθούν για την πρώτη ύλη στον πίνακα 5). Κατά μέσο όρο στην Ευρώπη παράγονται περίπου 1230 λίτρα ανά εκτάριο. Μόνο με κάποιες μέτριες βελτιώσεις στην ετήσια παραγωγή αναμένεται, ότι προκειμένου το βιοντίζελ να αντικαταστήσει το συμβατικό ντίζελ ως το 2010 θα χρειαστεί το 15% της καλλιεργήσιμης γης ποσοστό που υπερβαίνει αυτό που ήδη χρησιμοποιείται για ενεργειακές καλλιέργειες. Προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης αναμένεται να υπάρξει μεγαλύτερη προώθηση των ενεργειακών καλλιεργειών και χρήση αποθεματικής γης ενώ πιθανή είναι επίσης και η αύξηση της εισαγωγής φοινικέλαιου.

Πίνακας 4: Οι αποδόσεις του βιοντίζελ σε κιλά ανά στρέμμα ανάλογα με το είδος καλλιέργειας (www.cres.gr)

| Βιοκαύσιμο | Πρώτη ύλη | Απόδοση | Απόδοση (Κιλά / στρέμμα) | Απόδοση (Λίτρα/στρέμμα) |
|------------|-----------|---------|-----------------------------|----------------------------|
| Βιοντίζελ | Ηλίανθος | 120-210 | 40-70 | 43-75 |
| | Σόγια | 160-240 | 27-41 | 29-44 |
| | Βαμάκι | 120-160 | 17-23 | 18-25 |

Πλεονεκτήματα χρήσης βιοντίζελ

Ως προϊόν ανανεώσιμων πηγών ενέργειας το βιοντίζελ παρουσιάζει τα παρακάτω πλεονεκτήματα :

- Είναι καθαρό, μη τοξικό, βιοαποικοδομήσιμο καύσιμο.
- Δεν περιέχει αρωματικές ενώσεις και οι εκπομπές των ρυπαντών οξειδίου 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 (SOx) στα καυσαέρια τα οποία αποτελούν έναν από τους κυριότερους ρύπους του ντίζελ. Στο βιοντίζελ η περιεκτικότητα σε θείο είναι πάρα πολύ μικρή, σχεδόν μηδενική.
- Περιέχει αρκετό οξυγόνο (περίπου 10% κ.β.) που καθιστά την καύση του 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 από ότι στο συμβατικό ντίζελ.

- Δεν αυξάνει τα επίπεδα του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην ατμόσφαιρα, το οποίο είναι υπεύθυνο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και κατ' επέκταση για τις κλιματικές αλλαγές στον πλανήτη. Μελέτες για το βιοντίζελ δείχνουν ότι, βάσει των υπάρχουσών μεθόδων επεξεργασίας, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μπορούν να μειωθούν από 40-60% (χρησιμοποιώντας ως πρώτη ύλη την ελαιοκράμβη). Η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που απελευθερώνεται κατά τη διάρκεια της καύσης αφομοιώνεται στη συνέχεια από το φυτό κατά τη φωτοσύνθεση. Οι αποτελεσματικές τεχνολογίες επεξεργασίας, που αναπτύσσονται σήμερα, αναμένεται να οδηγήσουν σε μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έως και 90% τα επόμενα χρόνια.
- 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. 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.
- Η απόδοση ενός πετρελαιοκινητήρα που κινείται με καθαρό ντίζελ κυμαίνεται τουλάχιστον στα επίπεδα του συμβατικού ντίζελ.

Μάλιστα, το βιοντίζελ είναι κατάλληλο για τους ήδη υπάρχοντες πετρελαιοκινητήρες, όπου δεν χρειάζεται να γίνει σχεδόν καμία μετατροπή ακόμα και αν χρησιμοποιηθεί αμιγές βιοντίζελ.

3.2.2 Βιοαιθανόλη

Ορισμός βιοαιθανόλης

Το πρώτο βιοκαύσιμο που χρησιμοποιήθηκε ως υποκατάστατο της βενζίνης σε κινούμενα οχήματα είναι η βιοαιθανόλη. Η βιοαιθανόλη παράγεται κυρίως από την αλκοολική ζύμωση της ζάχαρης. Μπορεί επίσης να συντεθεί βιομηχανικά από την χημική αντίδραση του αιθυλενίου με τον ατμό. Οι κύριες πηγές ζάχαρης που απαιτούνται για την παραγωγή αιθανόλης προέρχονται από ενεργειακές καλλιέργειες. Οι καλλιέργειες αυτές μπορεί να είναι το σόργο, τα τεύτλα, το καλαμπόκι, το σιτάρι, το άχυρο 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 Βραζιλία και οι Η.Π.Α είναι παραδοσιακά, οι κύριοι παραγωγοί βιοαιθανόλης και ως πρώτη ύλη χρησιμοποιούν ζαχαροκάλαμο και καλαμπόκι. Στην Ευρώπη, η εμπορική παραγωγή της βιοαιθανόλης στηρίζεται σε σακχαρούχα, κυτταρινούχα και αμυλούχα φυτά όπως το σιτάρι (50%), το κριθάρι (20%), και το ζαχαρότευτλο (30%) καθώς επίσης και το γλυκό σόργο, το άχυρο και άλλα. Το 2005, η παραγωγή βιοαιθανόλης στην Ε.Ε. υπερέβει τα 910 εκατομμύρια λίτρα, σημειώνοντας αύξηση 73% σε σύγκριση με το 2004. Τα κύρια ευρωπαϊκά κέντρα παραγωγής βρίσκονται στην Ισπανία, τη Γερμανία, την Σουηδία και τη Γαλλία. Στην Ελλάδα δεν έχουν αναπτυχθεί ακόμη

μονάδες παραγωγής βιοαιθανόλης(το κόστος παραγωγής τηςβιοαιθανόλης από διαφορετικές πρώτες ύλες στον πίνακα 6).

Διαδικασία παραγωγής

Η επεξεργασία για την παραγωγή αιθανόλης εξαρτάται από την πρώτη ύλη .Όταν χρησιμοποιείται σακχαρώδης πρώτη ύλη, όπως τα ζαχαρότευτλα, οι καρποί συνθλίβονται και μουςκεύονται προκειμένου να διαχωριστεί το σακχαρώδες συστατικό τους. Στη συνέχεια, στον πολτό προστίθεται μαγιά για τη ζύμωση των σακχάρων και την παραγωγή αλκοόλης και διοξειδίου του άνθρακα. Στη συνέχεια, το υγρό κλάσμα διυλίζεται για την παραγωγή αιθανόλης στην απαιτούμενη συγκέντρωση. Όταν η αιθανόλη πρόκειται να αναμιχθεί με βενζίνη, το υπολειπόμενο νερό αφαιρείται για την παραγωγή «άνυδρης» αιθανόλης. Όταν χρησιμοποιούνται δημητριακά ως πρώτη ύλη, η διαδικασία παραγωγής ξεκινά με τον διαχωρισμό, τον καθαρισμό και την άλεση των καρπών. Αμυλάσες (ένζυμα) χρησιμοποιούνται για την μετατροπή των αμύλων σε ζυμώσιμα σάκχαρα. Από αυτό το σημείο και μετά, η επεξεργασία είναι παρόμοια με αυτή των σακχαρούχων ειδών, αν και συνήθως χρησιμοποιούνται ορυκτά καύσιμα (συνήθως φυσικό αέριο) για την παραγωγή της θερμότητας επεξεργασίας. Η διαδικασία μετατροπής των καρπών σε αιθανόλη αποδίδει ακόμη ορισμένα υποπροϊόντα , όπως ζωοτροφές πλούσιες σε πρωτεΐνες (ξηρές ζύμες σιταριού ποτοποιιών, DDGS) και σε ορισμένες περιπτώσεις, γλυκαντικά, ανάλογα με την συγκεκριμένη πρώτη ύλη και την επεξεργασία που χρησιμοποιείται. Η παραγωγή βιοαιθανόλης απαιτεί πιο πολύπλοκη επεξεργασία σε σχέση με το βιοντίζελ και για τον λόγο αυτό λαμβάνει χώρα σε βιομηχανική κλίμακα. Συνήθως οι εγκαταστάσεις παραγωγής βιοαιθανόλης αποδίδουν μεταξύ 60.000 και 200.000 τόνων ετήσια. Για να καλυφθούν οι ανάγκες τους, απαιτείται μεγάλη ποσότητα πρώτων υλών και κατά συνέπεια, μεγάλη έκταση καλλιεργήσιμης γης. Κατά μέσο όρο στην Ευρώπη παράγονται περίπου 2.790 λίτρα ανά εκτάριο (7,0 μετρικοί τόνοι σπόροι ανά εκτάριο και 400 λίτρα ανά μετρικό τόνο). Αναμένεται ότι προκειμένου η βιοαιθανόλη να αντικαταστήσει το 5% των αναγκών σε πετρέλαιο μέχρι το 2010, απαιτείται το 5% της καλλιεργήσιμης γης, ποσοστό που καθιστά πιθανή την επίτευξη του στόχου για τη βιοαιθανόλη.

Πλεονεκτήματα χρήσης της βιοαιθανόλης

Η αιθανόλη ή αιθυλική αλκοόλη (C₂H₅OH) :

□ Είναι ένα άχρωμο διαυγές υγρό, βιοαποικοδομήσιμο, χαμηλής τοξικότητας και προκαλεί πολύ μικρή περιβαλλοντική μόλυνση αν χαθεί στο περιβάλλον. Μελέτες για τη βιοαιθανόλη δείχνουν ότι, βάσει των υπάρχουσών μεθόδων επεξεργασίας, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μπορούν να μειωθούν από 20-40% (χρησιμοποιώντας ως πρώτη ύλη τα σιτηρά). Η βιοαιθανόλη από ζαχαρότευτλα οδηγεί σε μείωση κατά 40-55%. Κατά την τέλεια καύση της, παράγεται διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και νερό. Είναι καθαρότερο καύσιμο από τα αντίστοιχα συμβατικά, μειώνοντας πολλές εκπομπές όπως αυτές του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και του θείου (SO₂), μονοξειδίου του άνθρακα (CO) αλλά και πτητικών υδρογονανθράκων. Οι ρυπάνσεις των υδάτων έχουν μικρής διάρκειας δυσμενή περιβαλλοντικά αποτελέσματα που διαρκούν μερικές ώρες, ενώ εκείνες των πετρελαιοειδών διαρκούν μερικά έτη. Όσον αφορά τους κινδύνους ρύπανσης των θαλασσών είναι

ουσιαστικά ανύπαρκτοι, λόγω της παραγωγής και κατανάλωσης επί τόπου μειώνοντας τις ανάγκες και τους κινδύνους μεταφοράς

□ Μπορεί να χρησιμοποιηθεί, είτε ως έχει, είτε σε πρόσμιξη με τα συμβατικά καύσιμα στους βενζινοκινητήρες και πετρελαιοκινητήρες. Αποτελεί καύσιμο υψηλού αριθμού οκτανίων και υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο αύξησης του αριθμού οκτανίων της βενζίνης. Μίγματα βιοαιθανόλης μέχρι 25% με βενζίνη και μέχρι 15% με πετρέλαιο χρησιμοποιούνται χωρίς μετατροπή του κινητήρα, ενώ απλή βιοαιθανόλη χρησιμοποιείται σε βενζινοκινητήρες με μικρές μετατροπές καθώς και σε κινητήρες σύγχρονης τεχνολογίας. Συγκεκριμένα, δύναται να χρησιμοποιηθεί σε μίγμα 5% με βενζίνη σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρότυπο ποιότητας EN 228. Η χρήση τέτοιου μίγματος δεν απαιτεί μετατροπή του κινητήρα. Αναμειγμένη με βενζίνη, πωλείται ευρύτατα στις Ηνωμένες Πολιτείες αφού οι κινητήρες των συμβατικών οχημάτων δεν απαιτούν μετατροπή για να κινηθούν με E10. Το E10 είναι το συνηθέστερο μίγμα, αποτελούμενο από 10% αιθανόλη και 90% βενζίνη. Η χρήση του, μάλιστα, δεν επηρεάζει την εγγύηση του οχήματος. Επιπρόσθετα, η βιοαιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κινητήρες αντί του πετρελαίου ντίζελ, αναμειγνυόμενη με ειδικό πρόσθετο, που συμβάλλει στην ευκολία έναρξης καύσης (αυτανάφλεξη με συμπίεση).

□ Επιτυγχάνει, ακόμη, τον εμπλουτισμό του καύσιμου μίγματος σε οξυγόνο, με την ανάμιξή της με την βενζίνη, με αποτέλεσμα μια πιο ολοκληρωμένη καύση και συνεπώς μειωμένες εκπομπές επικίνδυνων καυσαερίων.

□ Μπορεί εύκολα να παραχθεί σε περιοχές που διαθέτουν ή παράγουν σάκχαρα, άμυλο και κυτταρινούχες ουσίες, αποκεντρώνοντας έτσι την παραγωγή και διάθεση των καυσίμων. Συμβάλλει έτσι και στην ενίσχυση της περιφερειακής ανάπτυξης, στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας στις αγροτικές περιοχές και συνεπώς στη συγκράτηση του αγροτικού πληθυσμού στις εστίες του.

□ Εξασφαλίζει σημαντικές προϋποθέσεις για εντατικοποίηση της γεωργίας, αυξάνοντας ταυτόχρονα και την οικονομική αποδοτικότητα των καλλιεργούμενων εκτάσεων. Μάλιστα η παραγόμενη ανά στρέμμα ή εκτάριο ποσότητα βιοαιθανόλης συγκριτικά με άλλα βιοκαύσιμα, είναι πολύ μεγαλύτερη και επιτυγχάνεται σε πολλές περιπτώσεις με μειωμένες ή μηδενικές αζωτούχες λιπάνσεις, οι οποίες είναι ενεργειοβόρες και ρυπογόνες. Τα υποπροϊόντα που λαμβάνονται κατά την παραγωγή της βιοαιθανόλης έχουν μεγάλη οικονομική αξία και χρησιμοποιούνται για καύση σε λέβητες, παραγωγή βιοαερίου, σαν λίπασμα ή ζωοτροφή και στη χημική βιομηχανία, μειώνοντας έτσι σημαντικά το κόστος παραγωγής.

□ Μεταγγίζεται ταχύτερα και οι κίνδυνοι ατυχημάτων και πυρκαγιών είναι κατά πολύ μειωμένοι, έναντι της βενζίνης και του πετρελαίου.

Πίνακας5:Εκτιμώμενο κόστος παραγωγής Βιοαιθανόλης από διάφορες πρώτες ύλες.& Παραγόμενα βιοκαύσιμα από διάφορα φυτά-αποδόσεις ανά στρέμμα σε σπόρο και έλαιο.(Riley C. 2006)

| Πρώτη ύλη | Κόστος (Εύρω/Μ ³) | Απόδοση (κιλά /στρεμα) | Απόδοση σε Βιοκαύσιμο (λίτρα /στρέμα) |
|-------------|-------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| Τεύλα | 230-530 | 6000 | 600 |
| Σιτάρι | 600 | 150-800 | 45-240 |
| Σόργο Γλύκο | 155-230 | 7000-10000 | 675-900 |
| Αραβόσιτος | 230-250 | 900 | 270 |

3.2.3 Βιομεθάνιο

Οι κύριες πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιομεθανίου μέσω αναερόβιας χώνευσης (ΑΧ) είναι οι εξής: αστικά και κτηνοτροφικά στερεά απορρίμματα, υπολείμματα τροφίμων από οικιακές ή εμπορικές εγκαταστάσεις, κηπευτικά ή γεωπονικά απορρίμματα. Επιπλέον, για τη διαδικασία ΑΧ μπορούν να χρησιμοποιηθούν και εξειδικευμένα είδη, όπως χόρτο νομής. Η κοινή πρώτη ύλη είναι τα αστικά στερεά απόβλητα, όπου η ΑΧ ενσωματώνεται στην διαδικασία επεξεργασίας αποβλήτων. Οι υπόλοιπες πηγές απορριμμάτων είναι κατά κανόνα, περισσότερο διασκορπισμένες και είναι πιθανόν να υπάρχουν δυσκολίες στην συλλογή των απορριμμάτων.(στον πίνακα 7 θα δούμε τις εκπομπές ρύπων διαφόρων βιοκαυσίμων)

Διαδικασία παραγωγής

Υπάρχουν τρία στάδια στην παραγωγή του βιομεθανίου :

α . Η προ-επεξεργασία για την διαλογή και την προετοιμασία των απορριμμάτων.

β. Η χώνευση, κατά την οποία το υλικό διασπάται για την παραγωγή βιοαερίου

γ. Η αναβάθμιση, κατά την οποία το ακατέργαστο βιοαέριο αναβαθμίζεται μέσω της αφαίρεσης του διοξειδίου του άνθρακα και άλλων μολυσματικών παραγόντων, για την παραγωγή καυσίμου με υψηλή περιεκτικότητα σε μεθάνιο (περίπου 95% περιεκτικότητα σε μεθάνιο).Η διαδικασία της χώνευσης διαρκεί περίπου 15-20 ημέρες,ανάλογα με την πρώτη ύλη και την τεχνολογία που χρησιμοποιείται. Η ποσότητα του παραγόμενου βιοαερίου και το επίπεδο μεθανίου στο βιοαέριο εξαρτάται τόσο από την πρώτη ύλη, όσο και από την τεχνολογία μετατροπής. Γενικότερα, τα αστικά και κτηνοτροφικά απόβλητα παράγουν λιγότερο αέριο από τα υπολείμματα τροφίμων. Μια κοινή μονάδα χώνευσης που επεξεργάζεται αστικά απόβλητα παράγει 100m³ μεθανίου ανά τόνο αποβλήτων, ενώ μια εξειδικευμένη μονάδα επεξεργασίας διαφόρων αποβλήτων παράγει περίπου 300m³ μεθανίου ανά τόνο αποβλήτων.Εκτός του βιοαερίου, η διαδικασία της ΑΧ προσφέρει επίσης, ένα στερεό και υγρό υλικό το οποίο αποτελεί εξαιρετικό λίπασμα. Το

υλικό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την βελτίωση της ποιότητας του εδάφους και την αντικατάσταση των λιπασμάτων που στηρίζονται σε ορυκτά συστατικά.

Πλεονεκτήματα χρήσης του βιομεθανίου

- Για το βιομεθάνιο, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι κατά 20% χαμηλότερες σε σύγκριση με τη βενζίνη και περίπου 5% χαμηλότερες σε σύγκριση με το ντίζελ.
- Το βιομεθάνιο είναι ανανεώσιμο καύσιμο.
- Με την επεξεργασία οργανικών αποβλήτων απομακρύνεται μία εν δυνάμει πηγή εκπομπής μεθανίου, η οποία προκύπτει, όταν τα εν λόγω απόβλητα αποσυντίθενται με φυσικό τρόπο.
- Όταν τα δύο παραπάνω στοιχεία συνδυαστούν και το βιομεθάνιο εξεταστεί επί του κύκλου ζωής - μπορούν να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 100% και άνω. Ανάλογα με την πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται για την παραγωγή βιομεθανίου, η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κυμαίνεται από 75% (εάν χρησιμοποιηθούν αστικά απόβλητα) έως και 200% (εάν χρησιμοποιηθούν υγρά κτηνοτροφικά απόβλητα).

Πίνακας6: Σύγκριση ενέργειας και εκπομπών βιοκαυσίμων/ορυκτών καυσίμων (Αναγνωστόπουλος Χ. 2006)

| Βιοκαύσιμο | Κατανάλωση καυσίμου Λίτρα/100 χλμ | NO % Ανα όχημα Γραμ/χλμ | CO ανα Όχημα Γραν/χλμ | HC ανα Όχημα Γραν/χλμ | PM ανα Όχημα Γραν/χλμ |
|-------------|--------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Βιοντίζελ | 5-10% | +4-6% | -3% | -6.8% | -3% |
| Βιοαιθανόλη | 50% | +3-4% | -4,5% | -8.9% | -4% |
| Βιομεθάνιο | 25% | -5% | -7.4% | + 2.3% | -2.1% |

Βιοαέριο

Το βιοαέριο είναι ένα καύσιμο αέριο το οποίο παράγεται από βιομάζα ή και από το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων, κτηνοτροφικών κυρίως όπως είναι τα λύματα των χοιροστασιών και πτηνοτροφικών το οποίο έχει τη δυνατότητα να καθαριστεί ώστε να επιτευχθεί ποιότητα αντίστοιχη του φυσικού αερίου. Πρόκειται, για το προϊόν αναερόβιας χώνευσης οργανικών απορριμμάτων (βιομηχανικών, αστικών) αναβαθμίζεται με κατάλληλες τεχνικές σε 95% μεθάνιο και μπορεί στη συνέχεια, να χρησιμοποιηθεί σε οχήματα που λειτουργούν με φυσικό αέριο. Επίσης, το παραγόμενο βιοαέριο μπορεί να καεί σε λέβητες, ειδικές μηχανές εσωτερικής καύσης ή ειδικές στροβιλομηχανές για την παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρικής ενέργειας. Στην περίπτωση των κτηνοτροφικών αποβλήτων, η παραγωγή του βιοαερίου λαμβάνει χώρα σε ειδικές εγκαταστάσεις, απλούστερες ή συνθετότερες, ανάλογα με το είδος της εφαρμογής. Σ'αυτές τις εγκαταστάσεις, εκτός από το βιοαέριο, παράγεται και οργανικό λίπασμα πολύ καλής ποιότητας του οποίου η διάθεση στην αγορά μπορεί

να συμβάλλει στην οικονομική βιωσιμότητα μιας τέτοιας εφαρμογής. Στην Ελλάδα σήμερα, υπάρχουν περίπου 33.000 αγελαδοτροφικές μονάδες με 723.000 ζωικό πληθυσμό, 36.000 χοιροτροφικές μονάδες με 970.000 ζωικό πληθυσμό, 100 σφαγεία, 2.700 ελαιολιβερά, 25 πυρηνελαιουργεία και ένας σημαντικός αριθμός βιομηχανικών τροφίμων. Στην περίπτωση των αστικών απορριμμάτων, το βιοαέριο παράγεται στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ). Η μάζα του μπορεί να αρχίσει μετά από το δεύτερο ή τρίτο χρόνο της απόθεσης αυτών των απορριμμάτων και εξαρτάται από την ποσότητα τους. Από την άλλη πλευρά, η ποσότητα του βιοαερίου που μαστεύεται εξαρτάται κυρίως από την περιεκτικότητα των αποτιθέμενων απορριμμάτων σε οργανικά υλικά, καθώς και από την ποιότητα του υλικού επικάλυψης των στρώσεων. Αυτό θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο στεγανό, ώστε να επιτυγχάνεται η αναερόβια χώνευση, εμποδίζοντας, ταυτόχρονα, την απαέρωση του παραγόμενου βιοαερίου.

Βιομεθανόλη

Ονομάζεται η μεθανόλη η οποία παράγεται από βιομάζα.

Βιομεθυλαιθέρας

Ονομάζεται ο διμεθυλαιθέρας ο οποίος παράγεται από βιομάζα.

Βιο-ETBE (αιθυλοτριτοβουτυλαιθέρας)

Ονομάζεται το καύσιμο το οποίο παράγεται από βιομεθανόλη. Το κατ' όγκον ποσοστό βιο-ETBE, το οποίο υπολογίζεται ως βιοκαύσιμο ανέρχεται σε 47%.

Βιο-MTBE (μεθυλοτριτοβουτυλαιθέρας)

Ονομάζεται το καύσιμο το οποίο παράγεται από βιομεθανόλη. Το κατ' όγκον ποσοστό βιο-MTBE που υπολογίζεται ως βιοκαύσιμο ανέρχεται σε 36%.

Συνθετικά βιοκαύσιμα

Ονομάζονται οι συνθετικοί υδρογονάνθρακες, μείγματα συνθετικών υδρογοναθράκων που έχουν παραχθεί από βιομάζα.

Βιουδρογόνο

Ονομάζεται το υδρογόνο το οποίο παράγεται από βιομάζα ή από βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων

3.3.1 Μέθοδοι παραγωγής βιοκαυσίμου

Η αντίδραση μετεστεροποίησης προχωρά με τον καταλύτη ή χωρίς κανένα καταλύτη με τη χρήση κύριων ή δευτερευόντων μονοϋδρικών αλειφατικών αλκοολών που έχουν 1–8 άτομα άνθρακα. Υπάρχουν διάφορες διαδικασίες μετεστεροποίησης που μπορούν να ενωθούν για να συνθέσουν το βιοντίζελ: (α) όξινο καταλυμένες μέθοδοι μετεστεροποίησης, (β) αλκαλικές καταλυτικές μέθοδοι μετεστεροποίησης, (γ) ένζυμο καταλυτικές μέθοδοι μετεστεροποίησης και (δ) οι μη-καταλυτικές μέθοδοι μετεστεροποίησης. Μεταξύ των αλκοολών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην

αντίδραση μετεστεροποίησης είναι η μεθανόλη, η αιθανόλη, η προπανόλη, η βουτανόλη και η αμυλική αλκοόλη. Η μεθανόλη και η αιθανόλη είναι οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες. Η μεθανόλη είναι προτιμότερη λόγω του χαμηλότερου κόστους της και των φυσικών και χημικών πλεονεκτημάτων της (πολική και κοντύτερη αλυσίδα αλκοόλης). Ο πίνακας 8 παρουσιάζει σύγκριση των διάφορων μεθόδων μετεστεροποίησης με μεθανόλη.

Πίνακας 7: Σύγκριση των διάφορων μεθόδων μετεστεροποίησης με μεθανόλη
(Αναγνωστόπουλος Χ. 2006)

| Μέθοδος | Θερμοκρασία Αντίδρασης (K) | Χρόνος Αντίδρασης (min) |
|-------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Όξινη Καταλυτική Διαδικασία | 303-338 | 60-360 |
| Τριφθοριούχα Βόριο-μεθανόλη | 360-390 | 20-50 |
| Μεθοξείδιο του νατρίου | 293-298 | 4-6 |
| Μη-καταλυτική ή υπερκίσιμη μεθανόλη | 523-573 | 6-12 |
| Καταλυτική υπερκίσιμη μεθανόλη | 523-573 | 0,5-1,5 |

Triacylglycerols (φυτικά έλαια και λίπη) είναι εστέρες των μακρών αλυσίδων καρβοξυλικών οξέων που συνδυάζονται με τη γλυκερίνη. Τα καρβοξυλικά οξέα $\{R-C(=O)-O-H\}$ μπορούν να μετατραπούν σε μεθυλικούς εστέρες $\{R-C(=O)-O-CH_3\}$ από τη δράση ενός παράγοντα μετεστεροποίησης. Οι παράμετροι που έχουν επιπτώσεις στο σχηματισμό μεθυλικού εστέρα είναι η θερμοκρασία αντίδρασης, η πίεση, η μοριακή αναλογία, η περιεκτικότητα σε ύδωρ, και η περιεκτικότητα σε ελεύθερο λιπαρό οξύ. Παρατηρήθηκε ότι η αύξηση της θερμοκρασίας αντίδρασης είχε μια ευνοϊκή επιρροή στην παραγωγή της μετατροπής εστέρα. Η παραγωγή του αλκυλικού εστέρα αυξήθηκε όταν αυξήθηκε η μοριακή αναλογία λαδιού-αλκοόλης. Η μετεστεροποίηση αποτελείται από διάφορες διαδοχικές, αντιστρέψιμες αντιδράσεις. Το τριγλυκερίδιο μετατρέπεται σταδιακά σε διγλυκερίδιο, μονογλυκερίδιο, και, τελικά, τη γλυκερίνη στο οποίο 1 mol των αλκυλικών εστέρων αφαιρείται σε κάθε βήμα.

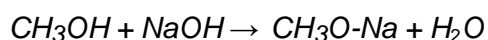
Ο σχηματισμός των αλκυλικών εστέρων από μονογλυκερίδια θεωρείται το βήμα που καθορίζει το ποσοστό αντίδρασης, δεδομένου ότι τα μονογλυκερίδια είναι η σταθερότερη ενδιάμεση ένωση.

3.3.2 Καταλυτικές μέθοδοι μετεστεροποίησης

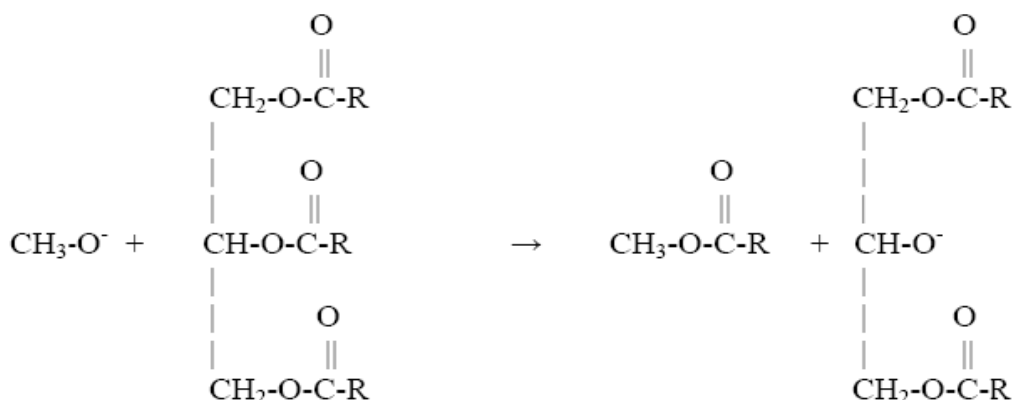
Τα φυτικά έλαια μπορούν να μετεστεροποιηθούν με τη θέρμανση τους με μια μεγάλη περίσσεια άνυδρης μεθανόλης και ενός καταλύτη.

Η αντίδραση μετεστεροποίησης μπορεί να καταλυθεί από τα αλκάλια, τα οξέα, ή τα ένζυμα. Διάφορες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας διάφορα έλαια ως πρώτη ύλη, διάφορες αλκοόλες (μεθανόλη, αιθανόλη, βουτανόλη), καθώς επίσης και διάφορους καταλύτες, συμπεριλαμβανομένων ομογενών όπως το υδροξείδιο του νατρίου (NaOH), το υδροξείδιο του καλίου (KOH), και το θειικό οξύ (H₂SO₄), και ετερογενών όπως lipases (ένζυμα αποικοδόμησης λιπών), οξείδιο του ασβεστίου (CaO) και οξείδιο του μαγνησίου (MgO).

Δύο από τους πιο συνηθισμένους καταλύτες οι οποίοι χρησιμοποιούνται στην αντίδραση μετεστεροποίησης είναι NaOH και KOH. Αυτοί οι καταλύτες λειτουργούν αντιδρώντας με την αλκοόλη σύμφωνα με την αντίδραση που δίνεται παρακάτω



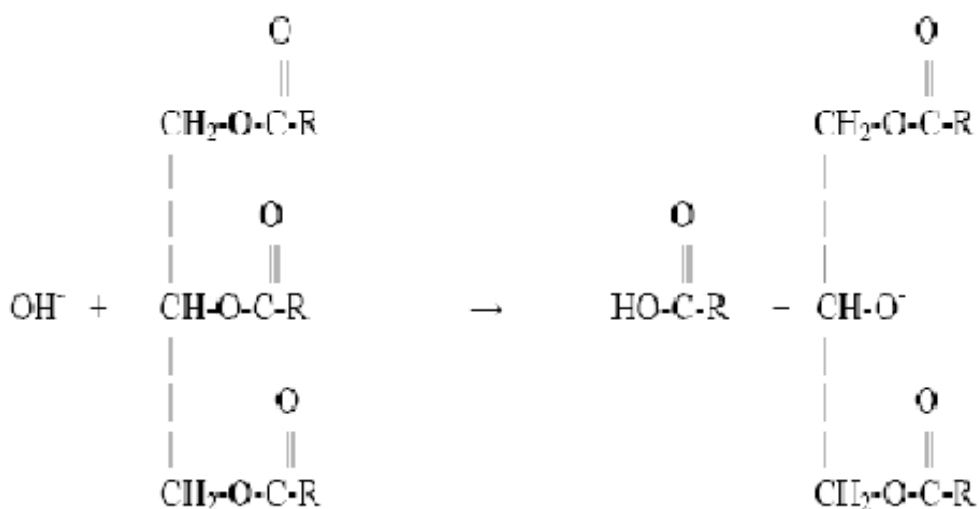
Παρόμοια με το H₂O το οποίο αποτελείται από H⁺ και OH⁻, το CH₃O⁻ Na μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από το CH₃O⁻ και Na⁺. CH₃O είναι το είδος που αντιτίθεται την ομάδα του εστέρα στο μόριο γλυκερίνης με τον ακόλουθο τρόπο (φαίνεται στην εικόνα 11)



Εικόνα 11: Αλκοξειδίο + Τριγλυκερίδια □ Μεθυλεστέρες + Ανιόν τριγλυκεριδίων
(Κ.Α.Π.Ε.1998)

Ενώ το μόριο εστέρα είναι πλήρες μετά από αυτήν την αντίδραση, το ανιόν τριγλυκεριδίων χρειάζεται να πάρει ένα πρωτόνιο για να δώσει ένα σταθερό προϊόν (τριγλυκεριδίων σε αυτή την περίπτωση). Εάν αυτό το πρωτόνιο λαμβάνεται από την μεθανόλη, τότε ο καταλύτης αλκοξειδίου θα παραχθεί όπως παρουσιάζεται παρακάτω στην εικόνα 12. Διάφορες άλλες αντιδράσεις θα μπορούσαν να υπάρξουν όπου θα επέτρεπαν στο ανιόν τριγλυκεριδίου να πάρει ένα πρωτόνιο από τα ελεύθερα λιπαρά οξέα και το νερό. Η παρουσία

νερού έχει αρνητικές επιπτώσεις στη μετεστεροποίηση επειδή το ανιόν τριγλυκεριδίων θα αντιδράσει με το νερό για να διαμορφώσει το OH-, το οποίο μπορεί να συμπεριφερθεί με παρόμοιο τρόπο με το CH₃-O- αλλά μεθυλεστέρες.



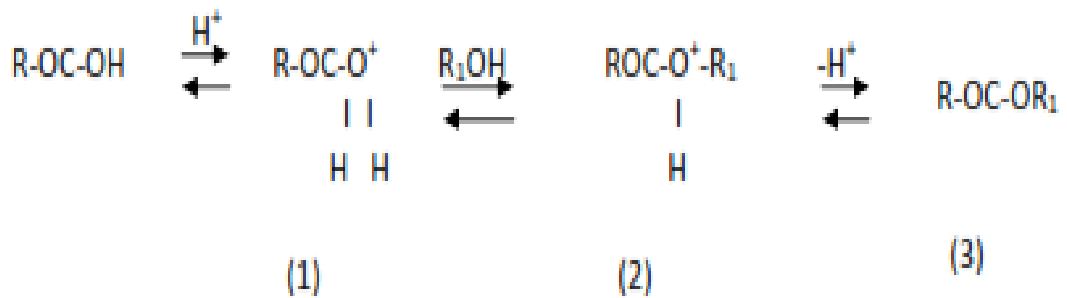
Εικόνα 12 Υδροξείδιο + Αλκαλικοί εστέρες Ελεύθερα λιπαρά οξέα (Κ.Α.Π.Ε. 1998).

Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα μπορούν να αντιδράσουν με Na⁺ και να παραχθεί σαπούνι. Η παρουσία μικρής ποσότητας νερού στο σύστημα είναι επιτρεπτή, επειδή το R-O⁻ είναι ισχυρότερη βάση σε σχέση με το OH⁻ έτσι η ταχύτητα της αντίδρασης μετεστεροποίησης είναι υψηλότερη σε σχέση με αυτήν της «σαπωνοποίησης» της γλυκερίνης όπου οδηγεί σε ελεύθερα λιπαρά οξέα. Η ισορροπία της ακόλουθης αντίδρασης (σχηματισμός των ελεύθερων λιπαρών οξέων από τον εστέρα) είναι μετατοπισμένη στην αριστερή πλευρά. Ως αποτέλεσμα του αργού ρυθμού αντίδρασης, μόνο πολύ μικρά ποσά ελεύθερων λιπαρών οξέων παράγονται κατά τη διάρκεια της αντίδρασης μετεστεροποίησης όταν η αντίδραση πραγματοποιείται χωρίς νερό. Επιπλέον επειδή το OH⁻ είναι ασθενέστερη βάση σε σχέση με το R-O⁻ οι ομάδες του εστέρα στα μόρια των τριγλυκεριδίων θα αντιδράσουν λιγότερο με το OH⁻ από ότι με το R-O⁻. Όταν είναι περισσότερος ο καταλύτης (ή νερό) η παραπάνω αντίδραση γίνεται επικρατέστερη και προκαλεί τον ενισχυμένο σχηματισμό μονό- και διγλυκεριδίων μορίων αντί των αντιδράσεων με όλες τις δυνατές θέσεις στο μόριο της γλυκερίνης. Κατά συνέπεια, η επίδραση μεγάλης ποσότητας καταλύτη ή μεγάλης ποσότητας νερού οδηγεί στο ίδιο αποτέλεσμα, δηλαδή, ενισχυμένος

σχηματισμός ανεπιθύμητων μονό και διγλυκεριδίων καθώς επίσης και των ελεύθερων λιπαρών οξέων. Μεγάλη ποσότητα καταλύτη μπορεί να οδηγήσει στο σχηματισμό σαπουνιών όταν οι συνθήκες ενισχύουν την παραγωγή των ελευθέρων λιπαρών οξέων.

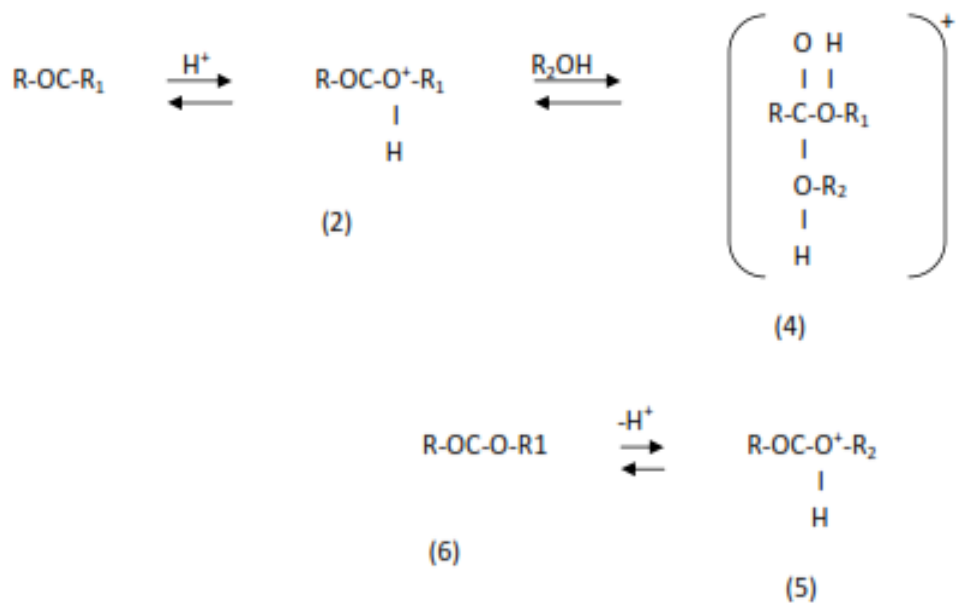
3.3.3 Όξινο-Καταλυμένες Μέθοδοι Μετεστεροποίησης

Στις κύριες όξινο-καταλυμένες μέθοδοι μετεστεροποίησης χρησιμοποιείται μεθανικό θειικό οξύ, σιδηρούχο άλας θειικού οξέος, σουλφονικό οξύ, μεθανολικό υδροχλώριο, και μεθανολικό τριφθοριούχο βόριο. Το θειικό οξύ, το υδροχλωρικό οξύ, και το σουλφονικό οξύ προτιμώνται συνήθως ως όξινοι καταλύτες. Ο καταλύτης διαλύεται στη μεθανόλη με το έντονη ανάδευση σε έναν μικρό αντιδραστήρα. Το έλαιο μεταφέρεται στον αντιδραστήρα βιοντίζελ και έπειτα το μίγμα καταλυτών/αλκοόλης αντλείται στο έλαιο. Η διαδικασία μετεστεροποίησης καταλύεται από το Bronsted οξέα, κατά προτίμηση από τα σουλφονικά και θειικά οξέα. Αυτοί οι καταλύτες δίνουν πολύ υψηλές παραγωγές στους αλκυλικούς εστέρες, αλλά οι αντιδράσεις είναι αργές. Η μοριακή αναλογία αλκοόλης/φυτικού ελαίου είναι ένας από τους κύριους παράγοντες που επηρεάζουν τη μετεστεροποίηση. Η περίσσεια αλκοόλης ευνοεί το σχηματισμό των αλκυλικών εστέρων. Αφ' ετέρου, ένα υπερβολικό ποσό αλκοόλης καθιστά την αποκατάσταση της γλυκερίνης δύσκολη, έτσι ώστε η ιδανική αναλογία αλκοόλης/ελαίου πρέπει να καθιερωθεί εμπειρικά, εξετάζοντας κάθε μεμονωμένη διαδικασία. Η εικόνα 13 παρουσιάζει το μηχανισμό όξινο-καταλυμένης εστεροποίησης των λιπαρών οξέων. Το αρχικό βήμα είναι η προσθήκη πρωτονίου στο οξύ για να δώσει ένα ιόν οξονίου (1), το οποίο μπορεί να υποβληθεί σε μια αντίδραση ανταλλαγής με μια αλκοόλη για να σχηματιστεί το ενδιάμεσο (2), και αυτό μπορεί στη συνέχεια να χάσει ένα πρωτόνιο για να γίνει ένας εστέρας (3). Κάθε βήμα στη διαδικασία αυτή είναι αντιστρέψιμο, αλλά παρουσία μιας μεγάλης περίσσειας αλκοόλης, το σημείο ισορροπίας της αντίδρασης μετατοπίζεται έτσι ώστε η εστεροποίηση προχωρά ουσιαστικά στην ολοκλήρωση.



Εικόνα 13: Μηχανισμός όξινο-καταλυμένης εστεροποίησης των λιπαρών οξέων. (Κ.Α.Π.Ε.1998)

Η εικόνα 14 παρουσιάζει το μηχανισμό της όξινο-καταλυμένης μετεστεροποίησης των φυτικών ελαίων. Σε αυτήν την περίπτωση, η αρχική προσθήκη πρωτονίου του εστέρα ακολουθείται από την προσθήκη του ανταλλάξιμης αλκοόλης για να δώσει το ενδιάμεσο (4), το οποίο μπορεί να χωριστεί μέσω της ειδικής μετάβασης (5) για να δώσει τον εστέρα (6).



Εικόνα 14: Μηχανισμός όξινο-καταλυμένης μετεστεροποίησης των φυτικών ελαίων (Κ.Α.Π.Ε.1998).

3.3.4 Αλκαλικές Καταλυτικές Μέθοδοι Μετεστεροποίησης

Στην αλκαλική καταλυτική μέθοδο μετεστεροποίησης με μεθανόλη, ο καταλύτης (KOH ή NaOH) διαλύεται στη μεθανόλη με έντονη ανάδευση σε έναν μικρό αντιδραστήρα. Το έλαιο μεταφέρεται σε έναν αντιδραστήρα βιοντίζελ και έπειτα το μίγμα καταλύτη/αλκοόλης αντλείται στο έλαιο. Το τελικό μίγμα αναδεύεται έντονα για 2 ώρες σε 340K σε πίεση. Μια επιτυχημένη αντίδραση μετεστεροποίησης δημιουργεί δύο υγρές φάσεις: εστέρα και ακατέργαστη γλυκερίνη.

Η αλκαλικό-καταλυμένη μετεστεροποίηση των φυτικών ελαίων προχωρά γρηγορότερα από την όξινο-καταλυμένη αντίδραση. Το πρώτο βήμα είναι η αντίδραση της βάσης με την αλκοόλη, παράγοντας αλκοξειδίο και πρωτονιοδοτούμενο καταλύτη. Η επίθεση των ηλεκτρονιοδωτών του αλκοξειδίου στην καρβονυλική ομάδα των τριγλυκεριδίων παράγει έναν τετραεδρικό μεσάζοντα, από το οποίο διαμορφώνονται ο αλκυλικός εστέρας και το αντίστοιχο ανιόν διγλυκεριδίου. Διγλυκερίδια και μονογλυκερίδια μετατρέπονται από τον ίδιο μηχανισμό σε ένα μίγμα αλκυλικών εστέρων και γλυκερίνης. Αλκαλικά αλκοξειδία μετάλλων (ως CH_3ONa για τη μεθανόλυση) είναι οι πιο ενεργοί καταλύτες δεδομένου ότι δίνουν πολύ υψηλές παραγωγές (> 98%) σε σύντομα χρονικά διαστήματα αντίδρασης (30 λεπτά) ακόμα κι αν εφαρμόζονται σε χαμηλές μοριακές συγκεντρώσεις (0,5 mol%). Εντούτοις, απαιτούν την απουσία ύδατος, η οποία τους καθιστά ακατάλληλους για τιστυπικές βιομηχανικές διαδικασίες.

Διάφορες λεπτομερείς συνταγές έχουν δοθεί για την καταλυτική μετεστεροποίηση με μεθοξειδίο του νατρίου. Η μεθοδολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί αρκετά και σε μεγάλη κλίμακα αν χρειαστεί. Η αντίδραση μεταξύ του μεθοξειδίου του νατρίου στη μεθανόλη και ενός φυτικού ελαίου είναι πολύ γρήγορη. Έχει αποδειχθεί ότι τα τριγλυκερίδια μπορούν να μετεστεροποιηθούν τελείως σε 2–5 λεπτά σε θερμοκρασία δωματίου. Το ανιόν μεθοξειδίου παρασκευάζεται με τη διάλυση των καθαρών μετάλλων σε άνυδρη μεθανόλη. Το μεθοξειδίο του νατρίου (0,5–2 M) σε μεθανόλη επιδρά στη μετεστεροποίηση των τριγλυκεριδίων πολύ πιο γρηγορότερα από άλλους παράγοντες μετεστεροποίησης. Στις ισοδύναμες μοριακές συγκεντρώσεις με ίδια δείγματα τριγλυκεριδίων, το μεθοξειδίο του καλίου επιδρά στην πλήρη εστεροποίηση πιο γρηγορότερα από ότι το μεθοξειδίο του νατρίου. Λόγω των κινδύνων στο χειρισμό του μεταλλικού καλίου, το οποίο έχει πολύ υψηλή θερμότητα στην αντίδραση με τη μεθανόλη, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιηθεί το μεθοξειδίο του νατρίου στη μεθανόλη. Η αντίδραση είναι γενικά πιο αργή με τις αλκοόλες μεγαλύτερου μοριακού βάρους. Όπως με την όξινη κατάλυση, οι αδρανείς διαλύτες πρέπει να προστεθούν για να διαλύσουν τα απλά λιπίδια προτούναπροχωρήσει η μεθανόλυση.

3.3.5 Ένζυμο-Καταλυτικές Μέθοδοι Μετεστεροποίησης

Το βιοντίζελ μπορεί να ληφθεί από το ένζυμο ή τις βιοκαταλυτικές μεθόδους μετεστεροποίησης. Η μετεστεροποίηση μπορεί να πραγματοποιηθεί χημικά ή ενζυματικά. Σε πρόσφατη εργασία τρία διαφορετικά ένζυμα αποικοδόμησης λιπών (*chromobacterium viscosum*, *candida rugosa*, και χοιρινό πάγκρεας) καλύφθηκαν για μια αντίδραση μετεστεροποίησης του ελαίου *jatropha* σε ένα σύστημα χωρίς διαλύτη για να παραγάγουν το βιοντίζελ μόνο τα ένζυμα αποικοδόμησης λιπών από το *C. viscosum*. Βρέθηκε να δίνουν την αξιόλογη παραγωγή. Η αδρανιστοποίηση του ενζύμου αποικοδόμησης λιπών (*C. viscosum*) σε celite-545 ενίσχυσε την παραγωγή βιοντίζελ στο 71% από το 62% της απόδοσης με τη χρησιμοποίηση της ελεύθερης συντονισμένης ενζυμικής προετοιμασίας με χρόνο διαδικασίας 8 ωρών σε 113K. Το ακινητοποιημένο ένζυμο αποικοδόμησης λιπών *C. viscosum* μπορεί να

χρησιμοποιηθεί για την αιθανόλυση του ελαίου. Φάνηκε ότι η ακινητοποίηση των ενζύμων αποικοδόμησης λιπών και η βελτιστοποίηση της κατάστασης της μετεστεροποίησης οδήγησαν στην επαρκή παραγωγή του βιοντίζελ στην περίπτωση της ένζυμο- βασισμένης διαδικασίας.

Αν και οι ένζυμο-καταλυμένες διαδικασίες μετεστεροποίησης δεν αναπτύσσονται ακόμα εμπορικά, νέα αποτελέσματα έχουν αναφερθεί σε πρόσφατα άρθρα και σε διπλώματα ευρεσιτεχνίας. Οι κοινές πτυχές αυτών των μελετών συνιστώνται στη βελτιστοποίηση των όρων αντίδρασης (διαλύτης, θερμοκρασία, pH, τύπος μικροοργανισμού που παράγει το ένζυμο, κ.λπ.) προκειμένου να καθιερωθούν τα κατάλληλα χαρακτηριστικά για μια βιομηχανική εφαρμογή. Εντούτοις, οι παραγωγές αντίδρασης καθώς επίσης και οι χρόνοι αντίδρασης είναι ακόμα δυσμενείς έναντι των βασικό-καταλυμένων συστημάτων αντίδρασης. Λόγω της έτοιμης διαθεσιμότητάς τους και της ευκολίας με τις οποίες μπορούν να αντιμετωπιστούν, τα υδρολυτικά ένζυμα έχουν εφαρμοστεί ευρέως στην οργανική σύνθεση.

3.3.6 Μη-Καταλυτικές Μέθοδοι Μετεστεροποίησης

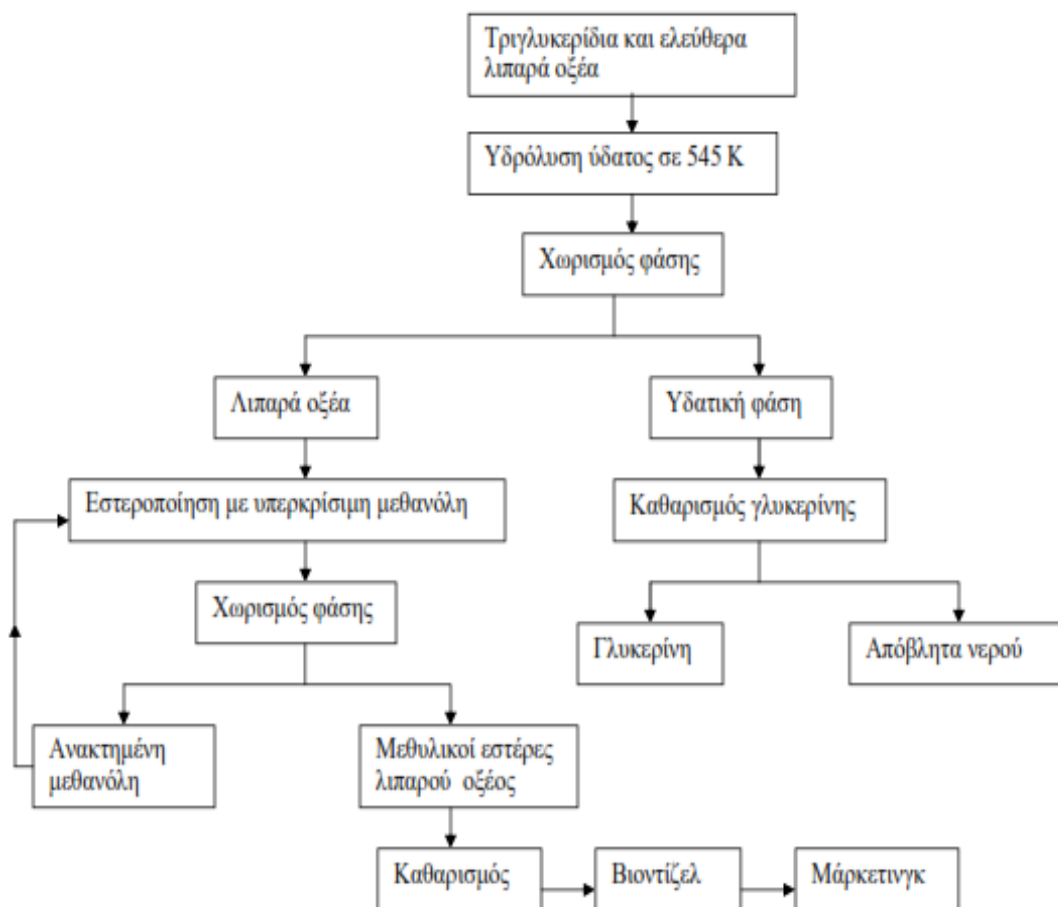
3.3.6.1 Παραγωγή βιοντίζελ με τη διαδικασία συνδιαλύτη BIOX

Η διαδικασία BIOX (συνδιαλύτης) είναι μια νέα καναδική διαδικασία που αναπτύσσεται αρχικά από τον καθηγητή Δαβίδ Βοοσοκ του πανεπιστημίου του Τορόντο που έχει προσελκύσει την ιδιαίτερη προσοχή. Ο Δρ Βοοσοκ έχει μετασχηματίσει τη διαδικασία παραγωγής μέσω της επιλογής των αδρανών διαλυτών που παράγουν ένα πλούσιο-λάδι ενός συστήματος μιας φάσης. Αυτή η αντίδραση ολοκληρώνεται πάνω από 99% σε δευτερόλεπτα σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος, έναντι των προηγούμενων διαδικασιών που απαιτούσαν αρκετές ώρες. Η BIOX είναι επιχείρηση ανάπτυξης τεχνολογίας που είναι μια κοινοπραξία του πανεπιστημίου του ιδρύμα καινοτομιών του Τορόντο και της επιχείρησης Μάντισον. Η κατοχυρωμένη με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας διαδικασία παραγωγής του BIOX μετατρέπει πρώτα τα ελεύθερα λιπαρά οξέα (FFA) (μέσω της όξινης εστεροποίησης) στο 10% της περιεκτικότητας των FFA και έπειτα τα τριγλυκερίδια (μέσω της μετεστεροποίησης), μέσω της προσθήκης ενός συν-διαλύτη, σε δύο στάδια, ενιαίας φάσης, συνεχής διαδικασία στις ατμοσφαιρικές πιέσεις και τις θερμοκρασίες σχεδόν-περιβάλλοντος. Ο διαλύτης έπειτα ανακυκλώνεται και επαναχρησιμοποιείται συνεχώς στη διαδικασία. Το μοναδικό χαρακτηριστικό γνώρισμα της διαδικασίας BIOX είναι ότι χρησιμοποιεί αδρανείς διαλύτες σε μια μονόδρομη αντίδραση που διαρκεί μόνο δευτερόλεπτα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και ατμοσφαιρική πίεση. Οι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη στοχεύουν να παραγάγουν το βιοντίζελ που έχει ανταγωνιστικό κόστος με το πετροντίζελ. Η διαδικασία BIOX χειρίζεται όχι μόνο τις πρώτες ύλες τροφοδοσίας που βασίζονται στο σιτάρι αλλά και τα μαγειρικά λίπη, όπως και τα ζωικά λίπη. Η διαδικασία BIOX χρησιμοποιεί έναν διαλύτη τετραυδροφουράνιο, για να διαλυτοποιήσει τη μεθανόλη. Οι επιλογές συνδιαλυτών έχουν ως σκοπό να υπερνικήσουν τους αργούς χρόνους αντίδρασης που προκαλούνται από την εξαιρετικά χαμηλή διαλυτότητα της αλκοόλης στη φάση του τριγλυκεριδίου. Το αποτέλεσμα είναι μια γρήγορη αντίδραση, της τάξης 5–10 λεπτών, και κανένα υπόλειμμα καταλυτών είτε στον εστέρα, είτε στη φάση γλυκερίνης.

3.3.6.2 Υπερκρίσιμη μετεστεροποίηση αλκοόλης

Στην συμβατική μετεστεροποίηση των ζωικών λιπών και των φυτικών ελαίων

για την παραγωγή του βιοντίζελ, τα ελεύθερα λιπαρά οξέα και το ύδωρ δημιουργούν πάντα αρνητικά αποτελέσματα δεδομένου ότι η παρουσία ελεύθερων λιπαρών οξέων και ύδατος προκαλεί το σχηματισμό σαπουνιών, καταναλώνει όλο το καταλύτη, και μειώνει την αποτελεσματικότητα των καταλυτών, όλα αυτά οδηγούν σε μια χαμηλή μετατροπή. Η αντίδραση μετεστεροποίησης μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας είτε βασικούς είτε όξινους καταλύτες, αλλά αυτές οι διαδικασίες απαιτούν το σχετικά χρονοβόρο και περίπλοκο χωρισμό του προϊόντος και του καταλύτη, το οποίο οδηγεί σε μεγάλες δαπάνες παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας. Για να αντιμετωπίσουν αυτά τα προβλήματα, οι Kusdiana, Saka και Demirbas έχουν προτείνει ότι τα καύσιμα βιοντίζελ μπορούν να προετοιμαστούν από το φυτικό έλαιο μέσω μη-καταλυτικής μετεστεροποίησης με την υπερκρίσιμη μεθανόλη (SCM). Μια νέα διαδικασία παραγωγής καυσίμων βιοντίζελ έχει αναπτυχθεί με τη μη-καταλυτική υπερκρίσιμη μέθοδο μεθανόλης. Η υπερκρίσιμη μεθανόλη θεωρείται ότι μπορεί να λύσει τα προβλήματα που συνδέονται με τη διφασική φύση των κανονικών μιγμάτων μεθανόλης/ελαίου με τη διαμόρφωση μιας ενιαίας φάσης ως αποτέλεσμα της χαμηλότερης αξίας της διηλεκτρικής σταθεράς της μεθανόλης στην υπερκρίσιμη περιοχή. Κατά συνέπεια, η αντίδραση είναι πλήρης σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα. Έναντι των καταλυτικών διαδικασιών διά της βαρομετρικής πίεσης, η διαδικασία της υπερκρίσιμης μεθανόλης είναι μη-καταλυτική, περιλαμβάνει έναν πολύ απλούστερο καθαρισμό των προϊόντων, έχει χαμηλότερο χρόνο αντίδρασης, είναι φιλικότερη προς το περιβάλλον, και απαιτεί τη χαμηλότερη ενεργειακή χρήση. Εντούτοις, η αντίδραση απαιτεί θερμοκρασίες από 525–675 K και πιέσεις 35–60 MPa. Η στοιχειομετρική αναλογία για την αντίδραση της μετεστεροποίησης απαιτεί 3 mol αλκοόλης και 1 mol τριγλυκεριδίου για να παράγει 3 mol εστέρα λιπαρού οξέος και 1 mol γλυκερίνης. Οι υψηλές μοριακές αναλογίες οδηγούν στη μεγαλύτερη παραγωγή εστέρα σε πιο σύντομο χρονικό διάστημα. Σε μια μελέτη, τα φυτικά έλαια μετεστεροποιήθηκαν από 1:6 σε 1:40 μοριακές αναλογίες φυτικού ελαίου-αλκοόλης στους καταλυτικούς και εξαιρετικά κρίσιμες συνθήκες αλκοόλης. Η εικόνα 15 παρουσιάζει τη συνεχή διαδικασία παραγωγής βιοντίζελ δύο-σταδίων με το υποκρίσιμο ύδωρ και την υπερκρίσιμη μεθανόλη. Σε πρώτο στάδιο τα τριγλυκερίδια υδρολύονται γρήγορα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα σε πίεση 10 MPa και θερμοκρασία 445 K. Όταν η πίεση μειώνεται το μίγμα χωρίζεται αμέσως σε δύο φάσεις και η φάση ύδατος μπορεί να χωριστεί για να ανακτήσει τη γλυκερίνη. Η μεθανόλη γίνεται υπερκρίσιμη σε πίεση 10 MPa και θερμοκρασία 445 K, και τον γρήγορο σχηματισμό έγκαιρης υπερκρίσιμης κατάστασης των μεθυλικών εστέρων από τα λιπαρά οξέα. Ο πίνακας 9 παρουσιάζει τις συγκρίσεις μεταξύ της μεθόδου καταλυτικής μεθανόλης και της μεθόδου υπερκρίσιμης μεθανόλης για το βιοντίζελ από τα φυτικά έλαια μέσω της μετεστεροποίησης. Η διαδικασία υπερκρίσιμης μεθανόλης είναι μη-καταλυτική, περιλαμβάνει τον απλούστερο καθαρισμό και έχει χαμηλότερο χρόνο αντίδρασης. Επομένως, η μέθοδος υπερκρίσιμης μεθανόλης θα ήταν αποτελεσματικότερη και πιο αποδοτική από την κοινή εμπορική διαδικασία.



Εικόνα 15:Συνεχής διαδικασία παραγωγής βιοντίζελ με το υποκρίσιμο ύδωρ και τα υπερκρίσιμα στάδια μεθανόλης. (Λυχναράς Β. 2006)

Συγκρίσεις μεταξύ της μεθόδου καταλυτικής μεθανόλης (MeOH) και της μεθόδου υπερκρίσιμης μεθανόλης (SCM) για το βιοντίζελ από φυτικά έλαια μέσω μετεστεροποίησης.

Πίνακας8:Καταλυτική μετεστεροποίηση υπερκρίσιμης μεθανόλης(Λυχναράς Β. 2006)

| | Διαδικασία καταλυτικής MeOH | SCM μέθοδος |
|--|---|---------------------------------------|
| Μεθυλίωση του μέσου | Μεθανόλη | Μεθανόλη |
| Καταλύτης Θερμοκρασία αντίδρασης | Αλκάλια (NaOH ή KOH) 303–338 | Κανένα 523–573 |
| (K) Πίεση αντίδρασης (MPa) | 0.1 | 10–25 |
| Χρόνος αντίδρασης (min) | 60–360 | 7–15 |
| Παραγωγή μεθυλικού εστέρα(wt%) Αφαίρεση για τον | 96 | 98 |
| καθαρισμό | καταλύτης, γλυκερίνη, σαπούνια Σαπωνοποιημένα | |
| Μυρωδιά από την εξάτμιση | προϊόντα Μυρωδιά σαπουνιών | εστέρες, ύδωρ Ευχάριστη μυρωδιά |

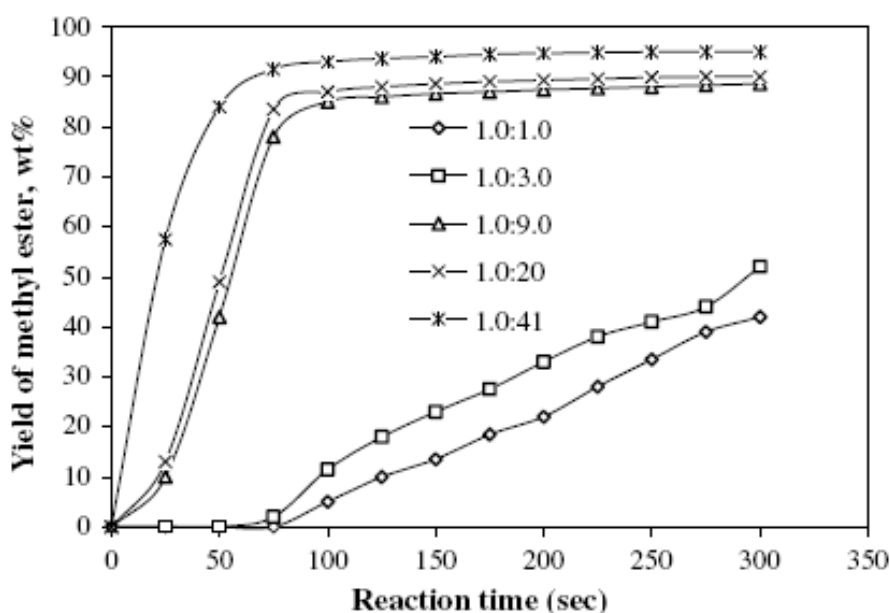
Καταλυτική μετεστεροποίηση υπερκρίσιμης μεθανόλης πραγματοποιείται σε έναν λέβητα πίεσεως παρουσία 1–5% NaOH, CaO, και MgO ως καταλύτης σε 520 K. Στην μέθοδο καταλυτικής μετεστεροποίησης υπερκρίσιμης μεθανόλης, η μετατροπή ανέρχεται σε 60–90% για το πρώτο λεπτό. Η αντίδραση μετεστεροποίησης του ακατέργαστου ελαίου του σιναπόσπορου με την υπερκρίσιμη/υποκρίσιμη μεθανόλη παρουσία μιας σχετικά χαμηλής ποσότητας (1%) του NaOH πραγματοποιήθηκε επιτυχώς, κατά την οποία δεν εμφανίστηκε σχηματισμός σαπουνιών.

3.3.7 Επίδραση διάφορων παραμέτρων στην παραγωγή του βιοντίζελ

Οι παράμετροι που έχουν επιπτώσεις στο σχηματισμό μεθυλικού εστέρα είναι η θερμοκρασία αντίδρασης, η πίεση, η μοριακή αναλογία, η περιεκτικότητα σε ύδωρ, και η περιεκτικότητα σε ελεύθερο λιπαρό οξύ. Είναι εμφανές ότι στις υποκρίσιμες καταστάσεις της αλκοόλης, το ποσοστό αντίδρασης είναι τόσο χαμηλό και αυξανόμενο βαθμιαία όσο αυξάνεται είτε η πίεση είτε η θερμοκρασία. Οι σημαντικότερες μεταβλητές που έχουν επιπτώσεις στην παραγωγή μεθυλικού εστέρα κατά τη διάρκεια της αντίδρασης μετεστεροποίησης είναι η μοριακή αναλογία της αλκοόλης στο φυτικό έλαιο και η θερμοκρασία αντίδρασης.

3.3.8 Επίδραση της μοριακής αναλογίας

Η παραγωγή του αλκυλικού εστέρα αυξήθηκε όταν αυξήθηκε η μοριακή αναλογία του ελαίου στην αλκοόλη. Στην υπερκρίσιμη μέθοδο μετεστεροποίησης αλκοόλης, η παραγωγή της μετατροπής αυξάνεται 50–95% στα πρώτα 10 λεπτά. Υψηλότερες μοριακές αναλογίες είχαν σαν αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη παραγωγή εστέρα σε πιο σύντομο χρονικό διάστημα. Τα φυτικά έλαια μετεστεροποιήθηκαν 1:6–1:40 μοριακές αναλογίες φυτικού ελαίου–αλκοόλης στις καταλυτικές και υπερκρίσιμες συνθήκες αλκοόλης. Η εικόνα 16 παρουσιάζει την επίδραση της μοριακής αναλογίας του φυτικού ελαίου στη μεθανόλη στην παραγωγή του μεθυλικού εστέρα. Όπως φαίνεται στο σχήμα, το ελαιοδοχείο βαμβακόσπορων μετεστεροποιείται στις μοριακές αναλογίες μεθανόλης–φυτικού ελαίου 1:1, 1:3, 1:9,–1:20 και 1:40 στις υποκρίσιμες και τις SCM συνθήκες.

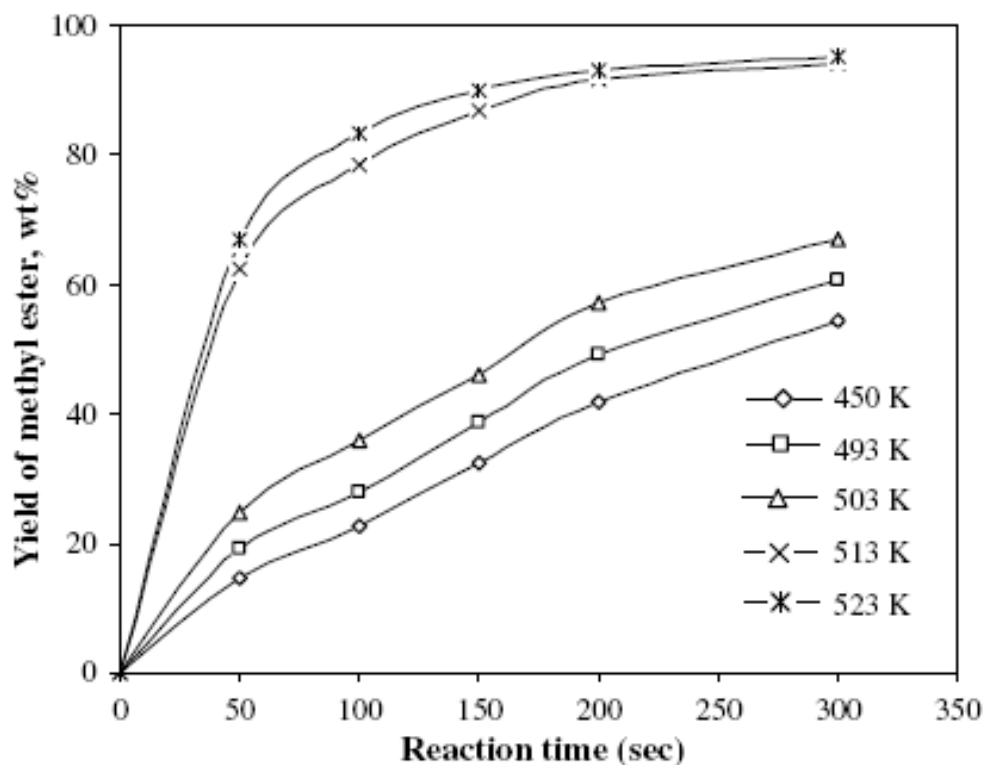


Εικόνα 16: Επίδραση της μοριακής αναλογίας του φυτικού ελαίου στη μεθανόλη στην παραγωγή του μεθυλικού εστέρα. Θερμοκρασία: 513K δείγμα: μεθυλεστέρας από το πετρέλαιο βαμβακόσπορων. Στον άξονα y έχουμε απόδοση μεθεστέρα και στον x χρόνο. (MC Kentry P. 2001)

3.3.9 Επίδραση της θερμοκρασίας

Παρατηρήθηκε ότι η αύξηση της θερμοκρασίας αντίδρασης, ειδικά στις υπερκρίσιμες συνθήκες, είχε μια ευνοϊκή επιρροή στην παραγωγή της μετατροπής εστέρα. Στην αλκαλική (NaOH ή KOH) αντίδραση μετεστεροποίησης, η θερμοκρασία που διατηρείται από τους ερευνητές κατά τη διάρκεια των διαφορετικών σταδίων κυμαίνεται μεταξύ 318 και 338 K. Το σημείο βρασμού της μεθανόλης είναι 337,9 K. Η υψηλότερη θερμοκρασία θα εξατμίσει

την αλκοόλη και θα οδηγήσει σε πολύ μικρότερη παραγωγή. Μια μελέτη έδειξε ότι σε θερμοκρασία υψηλότερη από 323 K ασκείται αρνητική επίδραση στην παραγωγή προϊόντων για το καθαρό λάδι, αλλά έχει θετική επίδραση για τα πετρελαιοειδή απόβλητα με τα υψηλότερα ιξώδη. Η εικόνα 17 παρουσιάζει χαρακτηριστικό παράδειγμα της σχέσης μεταξύ του χρόνου αντίδρασης και της θερμοκρασίας. Παρατηρήθηκε ότι η αύξηση της θερμοκρασίας αντίδρασης, ειδικά στις υπερκρίσιμες θερμοκρασίες, είχε μια ευνοϊκή επιρροή στη μετατροπή εστέρα.



Εικόνα17:Αλλαγές στο ποσοστό παραγωγής των μεθυλικών εστέρων όπως συμπεριφέρεται με την υποκρίσιμη και υπερκρίσιμη μεθανόλη σε διαφορετικές θερμοκρασίες ως συνάρτηση του χρόνου αντίδρασης.Μοριακή αναλογία του φυτικού ελαίου σε μεθυλική αλκοόλη 1:41.Δείγμα: έλαιο. Στον άξονα y έχουμε απόδοση μεθεστέρα και στον άξονα x χρόνο (Mc Kentry P. 2001)

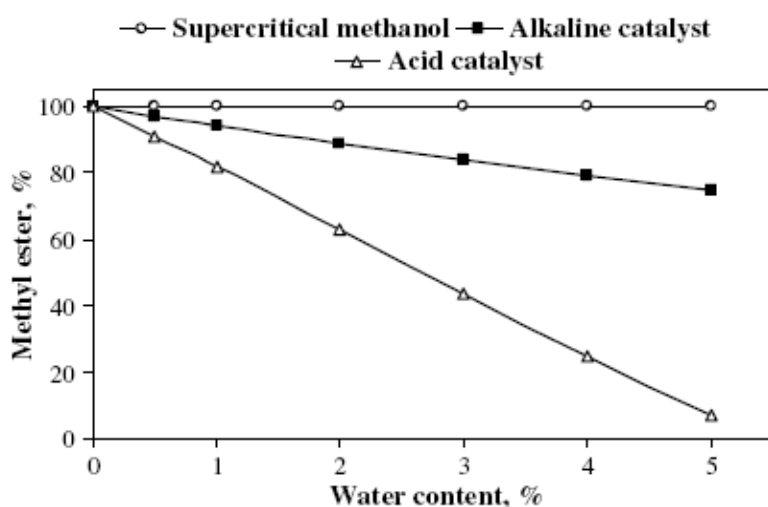
3.3.10 Επίδραση του περιεχομένου ύδατος και του ελεύθερου λιπαρού οξέος (FFA) στην παραγωγή βιοντίζελ

Στη διαδικασία της μετεστεροποίησης, το φυτικό έλαιο πρέπει να έχει έναν αριθμό οξύτητας λιγότερο από 1 και όλα τα υλικά πρέπει να είναι ουσιαστικά άνυδρα. Εάν ο αριθμός οξύτητας είναι μεγαλύτερος από 1, περισσότερο NaOH ή KOH εγχέεται για να εξουδετερώσει τα ελεύθερα λιπαρά οξέα. Το νερό μπορεί να προκαλέσει το σχηματισμό σαπουνιών και αφρίσματα σαπουνία που προκύπτουν μπορούν να προκαλέσουν μια αύξηση στο ιξώδες, τον σχηματισμό ζελατίνας και αφρίσματος, και να καταστήσουν δύσκολο το χωρισμό της γλυκερίνης.

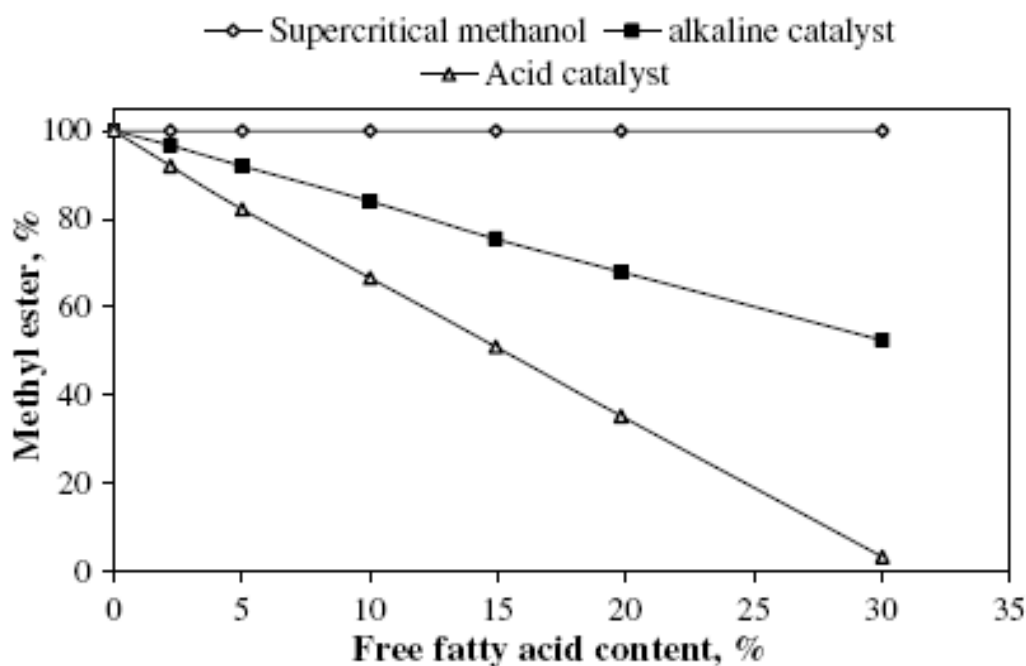
Η περιεκτικότητα σε ύδωρ είναι ένας σημαντικός παράγοντας σε μια τυπική καταλυτική μετεστεροποίηση του φυτικού ελαίου. Σε μια τυπική μετεστεροποίηση των λιπών και των φυτικών ελαίων για την παραγωγή βιοντίζελ, τα ελεύθερα λιπαρά οξέα και το ύδωρ παράγουν πάντα αρνητικά αποτελέσματα δεδομένου ότι η παρουσία ελεύθερων λιπαρών οξέων και ύδατος προκαλεί το σχηματισμό σαπουνιών, καταναλώνει τον καταλύτη, και μειώνει την αποτελεσματικότητα καταλυτών. Η παρουσία ύδατος και FFA στην πρώτη ύλη

προκαλούν το σχηματισμό σαπουνιών και μια μείωση στην παραγωγή του αλκυλικού εστέρα, καταναλώνουν τον καταλύτη και μειώνουν την αποτελεσματικότητά του. Συγχρόνως η παρουσία ύδατος είχε μια θετική επίδραση στην παραγωγή των μεθυλικών εστέρων όταν αντικαταστάθηκε η μεθανόλη σε θερμοκρασία δωματίου από την υπερκρίσιμη μεθανόλη. Η παρουσία ύδατος είχε αμελητέα επίδραση στη μετατροπή ενώ χρησιμοποιούσε ως καταλύτη το ένζυμο αποικοδόμησης λιπών.

Στις συμβατικές καταλυμένες μεθόδους, η παρουσία ύδατος έχει αρνητικά αποτελέσματα στις παραγωγές των μεθυλικών εστέρων. Εντούτοις, σε μια μελέτη η παρουσία ύδατος είχε θετικές επιπτώσεις στο σχηματισμό των μεθυλικών εστέρων στην υπερκρίσιμη μέθοδο μεθανόλης. Η εικόνα 18 παρουσιάζει τις μεταβολές για τις παραγωγές των μεθυλικών εστέρων ως συνάρτηση της περιεκτικότητας σε σχέση με το νερό στην μετεστεροποίηση των τριγλυκεριδίων. Η εικόνα 19 παρουσιάζει τις μεταβολές για τις παραγωγές των μεθυλικών εστέρων ως συνάρτηση της περιεκτικότητας σε σχέση με το ελεύθερο λιπαρό οξύ στην παραγωγή βιοντίζελ.



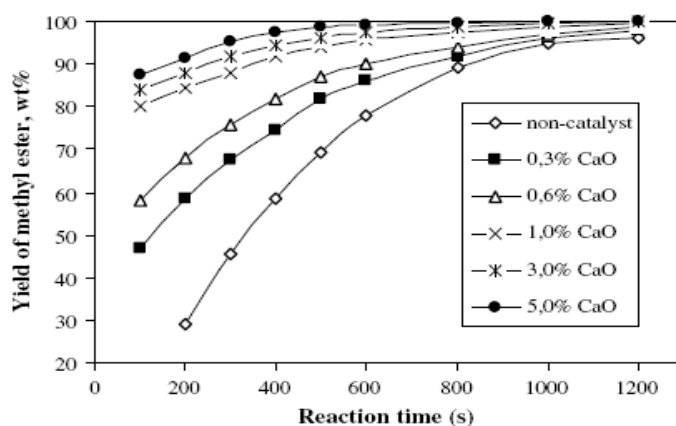
Εικόνα 18: Παραγωγή των μεθυλικών εστέρων ως συνάρτηση της περιεκτικότητας σε σχέση με το νερό στη μετεστεροποίηση των τριγλυκεριδίων. Στον άξονα y έχουμε μεθεστέρα και στον x περιεκτικότητα σε νερό. (Mc Kentry P.2001)



Εικόνα19: Παραγωγή των μεθυλικών εστέρων ως συνάρτηση της περιεκτικότητας σε σχέση με το ελεύθερο λιπαρό οξύ στην παραγωγή βιοντίζελ.(McKentryP.2001).

3.3.11 Επίδραση της περιεκτικότητας σε καταλύτες

Η εικόνα 20 παρουσιάζει τη σχέση μεταξύ του χρόνου αντίδρασης και της περιεκτικότητας σε καταλύτη. Μπορεί να βεβαιωθεί ότι το CaO μπορεί να επιταχύνει τη μετατροπή μεθυλικού εστέρα από ηλιέλαιο σε θερμοκρασία 525 K και πίεση 24 MPa ακόμα κι αν προστέθηκε ένα μικρό ποσοστό καταλύτη (0,3% του ελαίου). Η ταχύτητα της μετεστεροποίησης προφανώς βελτιώθηκε καθώς η αναλογία του CaO αυξήθηκε από 0,3% σε 3%. Εντούτοις, η περαιτέρω αύξηση της αναλογίας του CaO σε 5% οδήγησε σε λίγη αύξηση στην παραγωγή μεθυλικού εστέρα.



Εικόνα 20: Επίδραση της αναλογίας του CaO στην παραγωγή μεθυλικού εστέρα. Θερμοκρασία: 525 K μοριακή αναλογία της μεθανόλης στο ηλιέλαιο Στον άξονα y έχουμε απόδοση μεθεστέρα και στον x χρόνο.(Mc Knetry P. 2001)

3.4 Ανάλυση της θερμογόνου δύναμης των βιοκαυσίμων

Σε περίπτωση που χρησιμοποιούνται εναλλακτικά καύσιμα, πρέπει να καθοριστεί το ενεργειακό τους περιεχόμενο. Όταν υπάρχουν εισαγωγές (καταναλώσεις) θερμότητας με τη μορφή ατμού, απαιτείται η μέτρηση της ροής του ατμού με το ίδιο πρότυπο που χρησιμοποιείται και για τις εξαγωγές ατμού. Η ακριβής εκτίμηση της θερμογόνου δύναμης ορισμένων εναλλακτικών καυσίμων (όπως τα ακατέργαστα αστικά απόβλητα) είναι εξαιρετικά δύσκολη. Όταν η αβεβαιότητα στη μέτρηση της κατανάλωσης ενέργειας υπερβαίνει το $\pm 2\%$, θα πρέπει να εξεταστούν μέθοδοι έμμεσου υπολογισμού, χρησιμοποιώντας για παράδειγμα τη “μέθοδο των απωλειών” σε συνδυασμό με μια αξιόπιστη μέτρηση της παραγόμενης ενέργειας, προκειμένου να μειωθεί η αβεβαιότητα κάτω από $\pm 2\%$. Στη “μέθοδο των απωλειών”, αθροίζονται όλες οι πιθανές απώλειες της εγκατάστασης ΣΗΘ, για παράδειγμα απώλειες καπνοδόχου, απώλειες περιβλήματος, κλπ. Συνήθως, οι απώλειες μπορούν να εκτιμηθούν σε ποσοστό $\pm 5\%$, οπότε αν οι απώλειες αντιπροσωπεύουν το 40% της καταναλισκόμενης ενέργειας, η συνολική αβεβαιότητα στον προσδιορισμό της απόδοσης θα είναι $\pm 2\%$. (Η μέθοδος εξηγείται στο πρότυπο “BS 845: Part 2: 1987”, ή σε ισοδύναμες μεθόδους DIN ή ASME). Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιείται η υψηλότερη τιμή του εύρους αβεβαιότητας.

Θερμογόνος Δύναμη Εναλλακτικών Καυσίμων.

Για στερεά και υγρά καύσιμα, η θερμογόνος δύναμη που προσδιορίζεται στο εργαστήριο με τη χρήση θερμιδόμετρου τύπου οβίδας (bomb calorimeter) αντιστοιχεί την ανώτερη θερμογόνο δύναμη (GCV) σε σταθερό όγκο. Για τα στερεά καύσιμα, αυτό πραγματοποιείται εν γένει σε καύσιμα που έχουν υποστεί ξήρανση με αέρα (δηλαδή ένα δείγμα του καυσίμου που έχει αφεθεί να ξηραθεί σε ισορροπία με το περιβάλλον του, σε ξηρό και καλά αεριζόμενο περιβάλλον). Επειδή η εναπομένουσα (εγγενής) υγρασία στο δείγμα έχει επίπτωση στον προσδιορισμό της θερμογόνου δύναμης, η υγρασία προσδιορίζεται χωριστά μέσω ξήρανσης του δείγματος στους 105°C σε κλίβανο μέχρις ότου να μην υφίσταται περαιτέρω απώλεια βάρους. Στη συνέχεια εφαρμόζεται ένας συντελεστής διόρθωσης ώστε να προκύψει η ανώτερη θερμογόνος δύναμη του καυσίμου σε ξηρή βάση. Για αέρια καύσιμα, η θερμογόνος δύναμη που προσδιορίζεται στο εργαστήριο με τη χρήση θερμιδόμετρου αερίων καυσίμων αντιστοιχεί στην ανώτερη θερμογόνο δύναμη σε σταθερή πίεση. Με τις εξελιγμένες τεχνικές ανάλυσης αερίων που είναι διαθέσιμες, ο υπολογισμός της θερμογόνου δύναμης αερίου καυσίμου, με βάση τις τυπικές τιμές των θερμογόνων δυνάμεων των συστατικών στοιχείων του αερίου καυσίμου, έχει αντικαταστήσει σε μεγάλο βαθμό τη χρήση θερμιδομετρητών αερίων καυσίμων. Η διάκριση μεταξύ ανώτερης (GCV) και κατώτερης θερμογόνου δύναμης (NCV) είναι σημαντική. Κατά τον προσδιορισμό της ανώτερης θερμογόνου δύναμης, τα προϊόντα της καύσης ψύχονται έως τους 15°C. Αυτό σημαίνει ότι το σύνολο σχεδόν των υδρατμών, είτε σχηματίζονται από την καύση του υδρογόνου εντός του καυσίμου ή με την εξάτμιση της υγρασίας του καυσίμου, συμπυκνώνεται σε υγρό νερό. Αυτή η συμπύκνωση απελευθερώνει λανθάνουσα θερμότητα, η οποία περιλαμβάνεται ως εκ τούτου στην ανώτερη θερμογόνο δύναμη. Οι υποστηρικτές της κατώτερης θερμογόνου δύναμης ισχυρίζονται ότι επειδή η εν λόγω λανθάνουσα θερμότητα δεν μπορεί να ανακτηθεί σε εγκαταστάσεις καύσης, όπως οι λέβητες, θα πρέπει να αφαιρείται. Αυτό οδηγεί στην κατώτερη θερμογόνο δύναμη, η οποία είναι περισσότερο αντιπροσωπευτική της θερμότητας που παράγεται στην πράξη κατά τη διαδικασία της καύσης. Η διαφορά μεταξύ ανώτερης (GCV) και κατώτερης θερμογόνου δύναμης (NCV) εξαρτάται από την περιεκτικότητα του καυσίμου σε υγρασία και υδρογόνο. Για το φυσικό αέριο, το οποίο είναι ξηρό και αποτελείται κυρίως από μεθάνιο (25% υδρογόνο και 75% άνθρακα κατά βάρος), η κατώτερη θερμογόνος δύναμη είναι περίπου 10% μικρότερη από την ανώτερη θερμογόνο δύναμη. Για τα περισσότερα ξηρά καύσιμα η διαφορά είναι μικρότερη από 10%, κατά κανόνα 4% - 6% για το κάρβουνο και τα πετρελαϊκά καύσιμα, αλλά μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερη για τα καύσιμα που περιέχουν μεγάλο ποσοστό

υγρασίας. Για το ξύλο που περιέχει 60% υγρασία, ο λόγος της κατώτερης θερμογόνου δύναμης του ξύλου προς την αντίστοιχη τιμή της ανώτερης (NCV / GCV) είναι περίπου 0,75.

Προσδιορισμός Θερμογόνου Δύναμης Εναλλακτικών Καυσίμων.

Για τα αέρια εναλλακτικά καύσιμα, συνίσταται η συνεχής ανάλυση του αερίου καυσίμου με χρωματογράφο ή ισοδύναμο όργανο, κάνοντας χρήση τεχνικών επεξεργασίας προσδιορισμού της στοιχειομετρικής ανάλυσης και της θερμογόνου δύναμης. Στην περίπτωση που γίνεται αφαίρεση της υγρασίας από το δείγμα πριν από την ανάλυση, πρέπει να γίνει και ποσοτικοποίηση της υγρασίας ώστε να προσδιοριστεί η θερμογόνος δύναμη σε συνθήκες “καύσης” (as-fired). Σε περίπτωση απουσίας συνεχούς ανάλυσης, πρέπει να λαμβάνονται δείγματα από τη γραμμή τροφοδοσίας για εργαστηριακή ανάλυση με επαρκή συχνότητα ώστε να διατηρείται ένα αξιόπιστο αρχείο με τις τιμές της θερμογόνου δύναμης. Για στερεά και υγρά εναλλακτικά καύσιμα, η θερμογόνος δύναμη πρέπει να καθορίζεται μέσω θερμιδομετρίας χρησιμοποιώντας δείγματα που έχουν συλλεχθεί και προετοιμαστεί σύμφωνα με τα κατάλληλα πρότυπα. Απαιτείται επίσης ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας του καυσίμου σε υγρασία σε συνθήκες “καύσης”. Εκτιμάται ότι η αντιπροσωπευτική δειγματοληψία ορισμένων εναλλακτικών στερεών καυσίμων παρουσιάζει σημαντικές πρακτικές δυσκολίες. Ωστόσο, ακόμη και αν είναι αποδεκτή μία από τις εναλλακτικές προσεγγίσεις που περιγράφονται παρακάτω, απαιτείται ένα υποστηρικτικό σύστημα δειγματοληψίας και ανάλυσης, συμπεριλαμβανομένου του καθορισμού της περιεκτικότητας σε υγρασία. Για τα στερεά και υγρά καύσιμα, μια εναλλακτική λύση στη θερμιδομετρία, η οποία ωστόσο επίσης στηρίζεται στη αντιπροσωπευτική δειγματοληψία, είναι η στοιχειομετρική ανάλυση του καυσίμου. Αυτό απαιτεί τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας του καυσίμου σε άνθρακα, υδρογόνο, θείο, οξυγόνο και άζωτο. Η ανάλυση που προκύπτει μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί με μια εμπειρική αναλυτική σχέση για τον υπολογισμό της ανώτερης θερμογόνου δύναμης του καυσίμου σε ξηρή βάση (GCV_{dry}). Μια τέτοια αναλυτική σχέση, η οποία έχει υιοθετηθεί ευρέως για τα βιοκαύσιμα, έχει δημοσιευτεί στο βιβλίο “Coal Conversion Systems: Technical Data Book” (1978) από το Αμερικάνικο Ινστιτούτο Τεχνολογίας Φυσικού Αερίου (US Institute of Gas Technologies - IGT). Παρόλο που η αναλυτική σχέση αρχικά προήλθε από στοιχεία σχετικά με τον άνθρακα, έχει δώσει αποδεκτά αποτελέσματα για ένα ευρύ φάσμα ανθρακούχων υλικών, συμπεριλαμβανομένης της βιομάζας και άλλων καυσίμων.

$$GCV_{dry}, MJ/kg = 0,341C + 1,322H - 0,12(O+N) + 0,0686S - 0,0153Ash$$

GCV_{dry} = ανώτερη θερμογόνος δύναμη του καυσίμου σε ξηρή βάση

C = περιεκτικότητα κατά βάρος (%) του ξηρού καυσίμου σε άνθρακα

H = περιεκτικότητα κατά βάρος (%) του ξηρού καυσίμου σε υδρογόνο

O = περιεκτικότητα κατά βάρος (%) του ξηρού καυσίμου σε οξυγόνο

N = περιεκτικότητα κατά βάρος (%) του ξηρού καυσίμου σε άζωτο

S = περιεκτικότητα κατά βάρος (%) του ξηρού καυσίμου σε θείο

Ash = περιεκτικότητα κατά βάρος (%) του ξηρού καυσίμου σε τέφρα.

Για τα στερεά εναλλακτικά καύσιμα, ιδιαίτερα τη βιομάζα, υπάρχει δημοσιευμένος ένας τεράστιος όγκος δεδομένων. Η Ερευνητική Επιτροπή Βιομηχανικών και Αστικών Αποβλήτων του Αμερικάνικου Συλλόγου Μηχανολόγων Μηχανικών (American Society of Mechanical Engineers - ASME) δημοσίευσε δύο εκθέσεις το 1974 και το 1978. Η εργασία αυτή επεκτάθηκε το 1986 υπό την αιγίδα και χρηματοδότηση του Γραφείου Τεχνολογίας Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας του Υπουργείου Ενέργειας των ΗΠΑ, παρέχοντας

πληροφορίες για περισσότερες από 600 ουσίες στην έκθεση με τίτλο “Thermodynamic Data for Biomass Conversion and Waste Incineration” από το Επιστημονικό Ινστιτούτο Ηλιακής Ενέργειας (Solar Energy Research Institute), που δημοσιεύθηκε αργότερα από την ASME. Η έκθεση αυτή μπορεί να βρεθεί στο Γραφείο Επιστημονικής και Τεχνικής Πληροφόρησης (OSTI) του Υπουργείου Ενέργειας των ΗΠΑ.

Εκφράσεις Θερμογόνου Δύναμης Εναλλακτικών Καυσίμων και Μετατροπές

Η ανώτερη θερμογόνος δύναμη σε συνθήκες “καύσης” (as fired) (GCV_{af}), λαμβάνει υπόψη την περιεκτικότητα του καυσίμου σε υγρασία στα όρια της εγκατάστασης ΣΗΘ. Συχνά χρησιμοποιείται ο όρος ανώτερη θερμογόνος δύναμη “παραλαβής” (as-received) (GCV_{ar}), εννοώντας την ανώτερη θερμογόνος δύναμη του δείγματος του καυσίμου που παραλαμβάνεται στο εργαστήριο (πριν από κάθε επεξεργασία) και που λαμβάνει υπόψη την περιεκτικότητα αυτού σε υγρασία. Αν θεωρήσουμε ότι δεν υπάρχει καμία διαφορά στην περιεκτικότητα σε υγρασία μεταξύ των αποθεμάτων και του δείγματος του εργαστηρίου, οι δύο τιμές της θερμογόνου δύναμης είναι πανομοιότυπες. Για λόγους συνέπειας με την υπόλοιπη βιβλιογραφία, η παραπάνω θεώρηση αναγνωρίζεται ως σωστή και θα γίνεται χρήση της σύντμησης GCV_{ar} (ανώτερη θερμογόνος δύναμη “παραλαβής”) αντί για GCV_{af} . (ανώτερη θερμογόνος δύναμη σε συνθήκες “καύσης”) Η πλειονότητα των αναλυτικών προσδιορισμών για τα στερεά καύσιμα πραγματοποιούνται σε δείγματα που έχουν υποστεί ξήρανση με αέρα μέχρι να φθάσουν σε ισορροπία με την ατμόσφαιρα του εργαστηρίου. Αν και τα εν λόγω αποτελέσματα αναφέρονται σε συνθήκες ξήρανσης με αέρα (*air-dried – ad*), σε πολλές περιπτώσεις είναι αναγκαίο να μετατραπούν σε άλλες βάσεις, όπως για παράδειγμα σε ξηρή βάση (*dry*), σε ξηρή βάση χωρίς τέφρα (*dry ash-free – daf*) ή, σπάνια για τη βιομάζα, σε ξηρή βάση χωρίς ανόργανες ουσίες (*dry mineral matter-free – dmmf*).

Η ανώτερη θερμογόνος δύναμη “παραλαβής” (GCV_{ar}) μπορεί να υπολογιστεί αν είναι γνωστή η ανώτερη θερμογόνος δύναμη σε ξηρή βάση (GCV_{dry}) ή σε ξηρή βάση χωρίς τέφρα (GCV_{daf}) ως εξής:

$$GCV_{ar} = GCV_{dry} \times (100 - m) / 100$$

$$GCV_{dry} = GCV_{daf} \times (100 - Ash_{dry}) / 100$$

Όπου: m = περιεκτικότητα κατά βάρος (%) του καυσίμου σε υγρασία (“παραλαβή”) = $100 \times \text{βάρος υγρασίας} / (\text{βάρος ξηρού καυσίμου} + \text{βάρος υγρασίας})$

Ash_{dry} = περιεκτικότητα κατά βάρος (%) του καυσίμου σε τέφρα (σε ξηρή βάση)

Επειδή, όμως, η αξιολόγηση και η υποβολή εκθέσεων για εγκαταστάσεις ΣΗΘ απαιτεί, βάσει της οδηγίας της ΕΕ, την χρήση της κατώτερης θερμογόνου δύναμης (NCV), πρέπει να καθίσταται δυνατή η μετατροπή των τιμών από τη μία βάση στην άλλη.

Οι ακόλουθες μετατροπές απαιτούν γνώση της περιεκτικότητας του καυσίμου σε υδρογόνο, τέφρα και υγρασία:

$$GCV_{dry} = NCV_{dry} + (2,442 \times 8,936 \times H_{dry}) / 100$$

$$NCV_{dry} = GCV_{dry} - (2,442 \times 8,936 \times H_{dry}) / 100$$

$$NCV_{ar} = NCV_{dry} \times (100 - m) / 100 - 2,442 \times m / 100$$

$$NCV_{dry} = NCV_{daf} \times (100 - Ash_{dry}) / 100$$

Όπου:

GCV = ανώτερη θερμογόνος δύναμη, MJ/kg

NCV = κατώτερη θερμογόνος δύναμη, MJ/kg

m = περιεκτικότητα κατά βάρος (%) του καυσίμου σε υγρασία (“παραλαβή”)

H_{dry} = περιεκτικότητα κατά βάρος (%) του καυσίμου σε υδρογόνο (σε ξηρή βάση)

2,442 = λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης του νερού στους 25°C, MJ/kg

8,936 = kg νερού που σχηματίζεται από την καύση 1-kg υδρογόνου

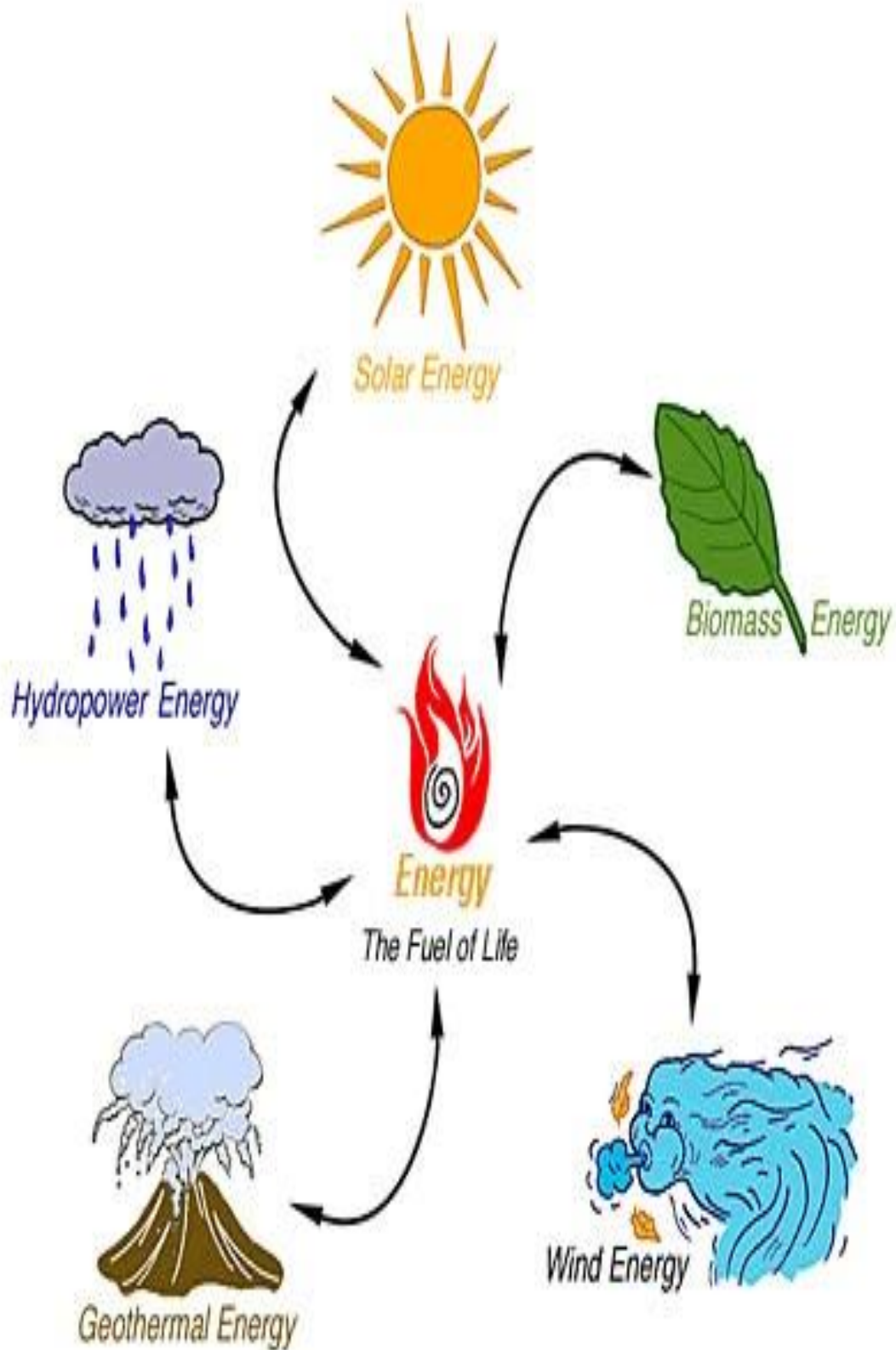
.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Τεχνολογικός εξοπλισμός για την παραγωγή βιοκαυσίμων

4.1 Εισαγωγή

Η τεχνολογία μπορεί να μετατραπεί από σημαντικό μέρος του προβλήματος σε καθοριστικό στοιχείο της λύσης. Η πράσινη ανάπτυξη δεν χρειάζεται λιγότερη ή πιο πρωτόγονη τεχνολογία. Οι περισσότερες από τις παλιές τεχνολογίες δεν είναι περιβαλλοντικά φιλικές, αφού υστερούν στην εξοικονόμηση πόρων και στην αποσύνδεση. Είναι αναγκαία σήμερα η άμεση τεχνολογική αντιμετώπιση παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων όπως η κλιματική αλλαγή, η ατμοσφαιρική ρύπανση, η οξίνιση και διάβρωση των εδαφών, η εξάντληση και ρύπανση των υδατικών πόρων, η αύξηση της ποσότητας και επικινδυνότητας των αποβλήτων. Χάρη στην χρήση βελτιωμένων και αποδοτικότερων τεχνολογιών μπορούν να επιτευχθούν χαμηλότερες εισροές υλικών και ενέργειας και χαμηλότερες εκροές ρύπων. Γενικά, ο τρόπος εκμετάλλευσης των φυσικών πόρων συνδέεται άμεσα με το είδος της χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας. Ήπιες τεχνολογίες είναι όσες εξασφαλίζουν ανανεωσιμότητα των πόρων και προστασία του περιβάλλοντος, ενώ δεν δημιουργούν κοινωνικούς κινδύνους, όπως π.χ. καταστροφικά ατυχήματα. Το τελευταίο χαρακτηριστικό επιδέχεται διαφορετικές ερμηνείες, π.χ. η πλειοψηφία των οικολογικών κινημάτων θεωρεί ότι η υπερβολική συγκέντρωση εξουσίας από τους τεχνοκράτες αποτελεί κοινωνικό κίνδυνο. Η ορθολογική χρήση των φυσικών πόρων και η χρησιμοποίηση ηπιότερων τεχνολογιών είναι σε ένα βαθμό ζήτημα οικονομικό, διότι αυξάνεται σημαντικά το κόστος εκμετάλλευσης, άρα και το κόστος του τελικού προϊόντος, καθιστώντας την ανάπτυξη πιο ακριβή. Η υλική βάση μιας τέτοιας εξέλιξης προκύπτει με επιταχυνόμενο ρυθμό, μέσω νέων προϊόντων που επιτρέπουν παραγωγή φιλικότερη προς το περιβάλλον. Παραδείγματα αποτελούν οι καθαρότερες τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας, βιομηχανικών και αγροτικών προϊόντων, οι διάφορες αντιρρυπαντικές τεχνολογίες, η ανακύκλωση στερεών, υγρών και αέριων αποβλήτων, η εξοικονόμηση ενέργειας, νερού και άλλων φυσικών πόρων, η υποκατάσταση επικίνδυνων ή τοξικών προϊόντων, η υποκατάσταση μη αναγκαίων μεταφορών μέσω πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών. Τεχνολογίες αιχμής, όπως η βιοτεχνολογία ή τα νέα υλικά μπορούν, με κατάλληλη πολιτική, να εξυπηρετήσουν το τρίπτυχο αειφορία- ανταγωνιστικότητα- απασχόληση. Σημαντικές περιβαλλοντικές βελτιώσεις των τελευταίων ετών προέκυψαν από τεχνικές λύσεις, όπως η υποκατάσταση ουσιών που καταστρέφουν το στρατοσφαιρικό όζον, η αμόλυβδη βενζίνη, οι καταλυτικοί μετατροπείς, η μετάβαση από κάρβουνο και πετρέλαιο σε φυσικό αέριο, χωρίς να επηρεαστούν αρνητικά τα επίπεδα ζωής. Στην εικόνα 21 φαίνονται οι εναλλακτικοί τρόποι παραγωγής ενέργειας.



Εικόνα 21:Εναλλακτικοί τρόποι παραγωγής ενέργειας (agroenergy.com)

4.2 Κύριος εξοπλισμός μονάδας παραγωγής βιοκαυσίμου

Για την παραγωγή βιοκαυσίμου από μία μονάδα παραγωγής βιομηχανικού μεγέθους χρειάζεται ο κατάλληλος εξοπλισμός για αυτή την διαδικασία στο παρακάτω κεφάλαιο θα δούμε τον κύριο εξοπλισμό της μονάδας.(μονάδα παραγωγής βιοκαυσίμου εικόνα 22)



Εικόνα 22: Μονάδα παραγωγής βιοκαυσίμου.(www.biofuels.gr)

Μια τέτοια μονάδα παραγωγής στον κύριο εξοπλισμό της πρέπει να έχει τα εξής ώστε να έχουμε το σωστό αποτέλεσμα βάση των ευρωπαϊκών προτύπων για τα πετρελαιοειδή.

- 1) Αντιδραστήρας από ειδικό χάλυβα για μεγάλη αντοχή στις θερμοκρασίες και τις πιέσεις, όπου είναι βασικό μέρος της εγκατάστασης εκεί γίνεται όλη η διαδικασία παραγωγής βιοκαυσίμου από την βιομάζα που υπάρχει στη μονάδα μας
- 2) Διάταξη εξευγενισμού και πλύσης του προϊόντος επίσης το τελευταίο τμήμα της είναι για την ξήρανση του βιοκαυσίμου όπου είναι και η τελευταία στάση του κύριου εξοπλισμού πριν την αποθήκευση του προϊόντος βιοκαυσίμου.
- 3) Δεξαμενές αποθήκευσης του βιοκαυσίμου.

Τώρα θα δώσουμε μια πλήρη εικόνα και τεχνικά χαρακτηριστικά των παραπάνω για την καλύτερη κατανόηση.

4.2.1 Τμήμα αντιδραστήρα μονάδας παραγωγής βιοκαυσίμου

Βιοαντιδραστήρας (ή χωνευτής)

Τις κύριες διατάξεις της μονάδας αποτελούν οι αντιδραστήρες χώνευσης, όπου θαπραγματοποιείται η αποσύνθεση της πρώτης ύλης, απουσία οξυγόνου, και θα παράγεται βιοκαύσιμο. Η αναερόβια χώνευση θα λαμβάνει χώρα σε δύο στάδια, για καλύτερο έλεγχο της διεργασίας και μεγαλύτερη παραγωγή βιοκαυσιμου. Στους αντιδραστήρες αναερόβιας χώνευσης θα παράγεται συνεχώς βιοαέριο χωρίς διακοπή για την τροφοδοσία τους με πρώτη ύλη και την απομάκρυνση των ήδη χωνευμένων υλικών. Έτσι παράγεται μια σταθερή και προβλέψιμη ποσότητα βιοαερίου και χωνευμένου υπολείμματος. Οι αντιδραστήρες χώνευσης πρώτου σταδίου διαθέτουν σύστημα τροφοδοσίας με πρώτη ύλη και συστήματα εξαγωγής του παραγόμενου βιοαερίου και της μερικώς χωνεμένης πρώτης ύλης προς τον αντιδραστήρα χώνευσης δεύτερου σταδίου. Ο αντιδραστήρας χώνευσης δεύτερου σταδίου θα διαθέτει σύστημα επικοινωνίας με τους αντιδραστήρες χώνευσης πρώτου σταδίου και το δίκτυο εξόδου του βιοαερίου προς τη μηχανή εσωτερικής καύσης (M.E.K.). Οι αντιδραστήρες χώνευσης θα είναι μονωμένοι και θερμαινόμενοι 5.500 m^3 , διαμέτρου 19,5 m και ύψους 18,5 m, ο καθένας, από ενισχυμένο σκυρόδεμα, εξωτερικά θερμικά μονωμένοι και εσωτερικά θα φέρουν γυάλινη επίστρωση. Εκεί η χώνευση θα πραγματοποιείται στη μεσοφιλική ζώνη (περίπου στους 42°C). Οι αντιδραστήρες θα είναι εφοδιασμένοι με διάταξη μηχανικής αργής ανάδευσης (δύο πτερυγίων), ο άξονας των οποίων θα είναι τοποθετημένος στην κορυφή του κάθε αντιδραστήρα. Αυτή η διάταξη θα αναδεύει την υφιστάμενη βιομάζα και την εισερχόμενη πρώτη ύλη με σκοπό την ομογενοποίηση του μείγματος και την καλύτερη εξέλιξη της διεργασίας χώνευσης. Το υπόστρωμα (βιολογική μάζα) των αντιδραστήρων χώνευσης πρώτου σταδίου οδηγείται μέσω κλειστού κυκλώματος στους εναλλάκτες θερμότητας, όπου θερμαίνεται και επαναπροωθείται στους αντιδραστήρες. Και οι δύο αντιδραστήρες θα διαθέτουν διατάξεις προσθήκης και αφαίρεσης υγρού, σε περίπτωση που αυτό απαιτείται για τη βελτίωση της διαδικασίας της αναερόβιας χώνευσης. Το ρεύμα εξόδου από τους αντιδραστήρες χώνευσης πρώτου σταδίου οδηγείται στον αντιδραστήρα χώνευσης δεύτερου σταδίου, ο οποίος θα είναι κατασκευασμένος, στη βάση και στα πλευρικά του τοιχώματα, από οπλισμένο σκυρόδεμα, θα έχει χωρητικότητα 5.800 m^3 , και θα είναι εφοδιασμένος με δύο μηχανικές διατάξεις ανάμιξης, που θα τίθενται σε λειτουργία με ασυνεχή τρόπο. Εξωτερικά θα είναι επικαλυμμένος με φύλλα σιδήρου και ενδιάμεσως (διάκενο σκυροδέματος και φύλλων σιδήρου) με θερμομόνωση, ώστε η διεργασία της αναερόβιας χώνευσης να μπορεί να συνεχιστεί απρόσκοπτα στις μεσόφιλες ή θερμόφιλες συνθήκες λειτουργίας. Επιπλέον, θα διαθέτει ειδική οροφή διπλής μεμβράνης συνολικού όγκου 2.500 m^3 , όπου θα αποθηκεύεται το παραγόμενο βιοκαύσιμο. Στην εικόνα 23 φαίνεται μια διάταξη αντιδραστήρων μονάδας βιοκαυσίμων.



Εικόνα 23: Διάταξη Αντιδραστήρων Μονάδας Βιοκαυσίμων (www.biofuels.gr)

Τύποι αντιδραστήρων

Οι αντιδραστήρες μπορούν να ταξινομηθούν σε ορισμένες γενικές κατηγορίες ανάλογα με: (1) τον τρόπο λειτουργίας τους, (2) τον αριθμό των φάσεων που συνυπάρχουν στον αντιδραστήρα, (3) τα πρότυπα ροής και ανάμιξης, και (4) τη μεταβολή ή όχι της θερμοκρασίας.

Αντιδραστήρες Συνεχούς, Ημι-συνεχούς και Ασυνεχούς Λειτουργίας

Ανάλογα με τον τρόπο τροφοδοσίας των αντιδρώντων και απομάκρυνσης των προϊόντων, οι χημικοί αντιδραστήρες διακρίνονται σε αντιδραστήρες συνεχούς, ημισυνεχούς και ασυνεχούς λειτουργίας. Στους αντιδραστήρες ασυνεχούς λειτουργίας τα αντιδρώντα και προϊόντα της αντίδρασης παραμένουν στον αντιδραστήρα χωρίς να έχουμε οποιαδήποτε εκροή ή εισροή μάζας στον αντιδραστήρα. Μετά το τέλος της αντίδρασης, το τελικό αντιδρών μίγμα απομακρύνεται, και στη συνέχεια ο αντιδραστήρας φορτώνεται με νέο αντιδρών υλικό. Στους ασυνεχείς αντιδραστήρες οι συνθήκες της αντίδρασης (συγκέντρωση, θερμοκρασία ή και πίεση των αντιδρώντων), είναι δυνατό να μεταβάλλονται με το χρόνο, που σημαίνει ότι η λειτουργία του αντιδραστήρα θα είναι δυναμική.

Στους αντιδραστήρες συνεχούς λειτουργίας, τα αντιδρώντα τροφοδοτούνται συνεχώς στην είσοδο του συστήματος και τα προϊόντα απομακρύνονται επίσης συνεχώς. Η λειτουργία των συνεχών αντιδραστήρων μπορεί να είναι μόνιμη ή δυναμική. Στους συνεχείς αντιδραστήρες μόνιμης λειτουργίας η εισροή μάζας στον αντιδραστήρα είναι σταθερή και ίση με την εκροή μάζας απ' αυτόν. Αντίθετα, στους συνεχείς αντιδραστήρες δυναμικής λειτουργίας η εισροή μάζας δεν είναι σταθερή και γενικά δεν είναι ίση με την εκροή μάζας από τον αντιδραστήρα. Συνήθως, οι συνεχείς αντιδραστήρες λειτουργούν στη μόνιμη κατάσταση, και πιο σπάνια (π.χ. στάδιο εκκίνησης (startup), ή διακοπής (shutdown) η λειτουργία τους είναι δυναμική.

Πολλές φορές η λειτουργία των αντιδραστήρων μπορεί να είναι ημι-συνεχής. Στην περίπτωση αυτή, ο αντιδραστήρας φορτώνεται αρχικά μ' ένα ή περισσότερα συστατικά, ενώ τα υπόλοιπα αντιδρώντα προστίθενται συνεχώς στον αντιδραστήρα κατά τη διάρκεια της αντίδρασης, με ή

χωρίς ταυτόχρονη απομάκρυνση των προϊόντων της αντίδρασης από τον αντιδραστήρα. Πολλές οργανικές συνθέσεις (αλογονώσεις, νιτρώσεις κλπ.) τελούνται με τον τρόπο αυτό. Οι αντιδραστήρες ημισυνεχούς λειτουργίας χρησιμοποιούνται κυρίως στις περιπτώσεις εκείνες, που θέλουμε να διατηρήσουμε τη συγκέντρωση ενός αντιδραστήριου χαμηλή, ώστε να επιτύχουμε καλύτερο έλεγχο της θερμοκρασίας (λόγω του υψηλού θερμοτονισμού της αντίδρασης) ή και να ελαττώσουμε την παραγωγή ανεπιθύμητων παραπροϊόντων.

Ομογενείς και Ετερογενείς Αντιδραστήρες

Ανάλογα με τον αριθμό φάσεων που συνυπάρχουν στον αντιδραστήρα, οι χημικοί αντιδραστήρες μπορούν να διακριθούν σε ομογενείς και ετερογενείς. Στους ομογενείς αντιδραστήρες τα αντιδρώντα και τα προϊόντα της αντίδρασης σχηματίζουν μία και μόνο ομογενή φάση. Αντίθετα, στους ετερογενείς αντιδραστήρες, δύο ή και περισσότερες φάσεις συνυπάρχουν στο χώρο του αντιδραστήρα. Για παράδειγμα, ένας στερεός καταλύτης και μια αέρια ή υγρή φάση αποτελούν ένα ετερογενές σύστημα. Οι ετερογενείς αντιδραστήρες μπορεί να είναι καταλυτικοί ή μη καταλυτικοί. Για παράδειγμα, οι κλίβανοι της τσιμεντοποιίας, οι αντιδραστήρες αεροποίησης του άνθρακα, είναι ετερογενείς μη καταλυτικοί αντιδραστήρες. Η ύπαρξη δύο ή περισσότερων φάσεων στον αντιδραστήρα έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση φυσικών φαινομένων μεταφοράς μάζας, θερμότητας και ορμής, τα οποία θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη στην ανάλυση και σχεδιασμό ενός χημικού αντιδραστήρα.

Αντιδραστήρες Πλήρους Ανάμιξης και Αντιδραστήρες Εμβολικής Ροής

Ανάλογα με τις συνθήκες ροής και ανάμιξης που επικρατούν στον αντιδραστήρα, οι χημικοί αντιδραστήρες διακρίνονται σε αντιδραστήρες πλήρους ανάμιξης και σε αντιδραστήρες εμβολικής ροής (απουσία οποιασδήποτε ανάμιξης). Οι δύο παραπάνω ταξινομήσεις περιγράφουν τις δύο ακραίες ιδανικές καταστάσεις ανάμιξης στους χημικούς αντιδραστήρες. Πρέπει να σημειώσουμε ότι η κατάσταση ανάμιξης σ' έναν βιομηχανικό αντιδραστήρα είναι δυνατό να περιγράφεται από κάποιο μοντέλο που δεν ακολουθεί ακριβώς τις παραπάνω ακραίες ιδανικές καταστάσεις. Στις περιπτώσεις αυτές, οι μη ιδανικές συνθήκες ανάμιξης στον αντιδραστήρα αναλύονται με τη βοήθεια της συνάρτησης κατανομής των χρόνων παραμονής του αντιδρώντος ρευστού στον αντιδραστήρα.

Στους ιδανικούς αντιδραστήρες πλήρους ανάμιξης, η συγκέντρωση των αντιδρώντων και προϊόντων είναι ανεξάρτητη του χώρου του αντιδραστήρα. Το ίδιο ισχύει και για τη θερμοκρασία του αντιδρώντος μίγματος. Αντίθετα, στους ιδανικούς αντιδραστήρες καθόλου ανάμιξης ένας στοιχειώδης όγκος του αντιδρώντος ρευστού κινείται διαμέσου του χώρου του αντιδραστήρα χωρίς καθόλου να αναμιγνύεται με τους γειτονικούς στοιχειώδεις όγκους του κινούμενου ρευστού. Συνθήκες πλήρους ανάμιξης μπορεί να επιτύχουμε σε αντιδραστήρες συνεχούς, ημισυνεχούς και συνεχούς λειτουργίας με τη χρησιμοποίηση κατάλληλου συστήματος ανάδευσης. Αντίθετα, συνθήκες εμβολικής ροής επιτυγχάνουμε σε αυλωτούς αντιδραστήρες συνεχούς λειτουργίας όταν η ροή του αντιδρώντος μίγματος διαμέσου του αυλού είναι τυρβώδης, δηλαδή ο αριθμός Reynolds είναι σαφώς μεγαλύτερος από 2.0×10^3 .

Ισοθερμοκρασιακοί και Μη Ισοθερμοκρασιακοί Αντιδραστήρες

Από άποψη μεταβολής ή όχι της θερμοκρασίας του αντιδρώντος μίγματος στον αντιδραστήρα, διακρίνουμε τους αντιδραστήρες σε ισοθερμοκρασιακούς, όταν η θερμοκρασία παραμένει αμετάβλητη, και σε μη ισοθερμοκρασιακούς, όταν η θερμοκρασία του αντιδρώντος μίγματος μεταβάλλεται χρονικά ή με την απόσταση. Οι μη ισοθερμοκρασιακοί αντιδραστήρες μπορεί να λειτουργούν αδιαβατικά ή με εναλλαγή θερμότητας. Η εναλλαγή της θερμότητας στους ισοθερμοκρασιακούς και στους μη ισοθερμοκρασιακούς, μη αδιαβατικούς αντιδραστήρες γίνεται

με τη βοήθεια ενός ψυκτικού ή θερμαντικού, ανάλογα με το θερμοτονισμό της αντίδρασης. Στις περιπτώσεις αυτές, ο αντιδραστήρας λειτουργεί και σαν εναλλάκτης θερμότητας. Στους μη ισοθερμοκρασιακούς αντιδραστήρες η θερμοκρασία μεταβάλλεται με το χρόνο (π.χ., αντιδραστήρες ασυνεχούς λειτουργίας), ή με την απόσταση (π.χ., αυλωτούς αντιδραστήρες συνεχούς λειτουργίας). Στις περιπτώσεις αυτές, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η επίδραση της θερμοκρασίας επί της σταθεράς χημικής ισορροπίας της αντίδρασης, της ταχύτητας της αντίδρασης και των φυσικών ιδιοτήτων του αντιδρώντος μίγματος. Η μεταβολή της θερμοκρασίας του αντιδρώντος μίγματος προσδιορίζεται από την ταυτόχρονη επίλυση των εξισώσεων μάζας και ενέργειας που διέπουν τη λειτουργία του χημικού αντιδραστήρα.

Τύποι Χημικών Αντιδραστήρων

Οι προηγούμενες ταξινομήσεις περιλαμβάνουν τους περισσότερους τύπους βιομηχανικών αντιδραστήρων. Από άποψη φυσικού σχεδιασμού, οι χημικοί αντιδραστήρες διακρίνονται σε αντιδραστήρες ανάδευσης, αυλωτούς αντιδραστήρες, αυλωτούς αντιδραστήρες σταθερής κλίνης, αντιδραστήρες ρευστοστερεής κλίνης, περιστρεφόμενους κλιβάνους κλπ. Στη συνέχεια, περιγράφονται εν συντομία ορισμένοι χαρακτηριστικοί τύποι χημικών αντιδραστήρων, τους οποίους λεπτομερώς θα μελετήσουμε στα επόμενα κεφάλαια του βιβλίου.

Αντιδραστήρες Ασυνεχούς Λειτουργίας και Πλήρους Ανάμιξης

Γενικά οι αντιδραστήρες ασυνεχούς λειτουργίας χρησιμοποιούνται για αντιδράσεις που τελούνται σε υγρή φάση. Επειδή το κόστος λειτουργίας των ασυνεχών αντιδραστήρων είναι συνήθως υψηλότερο του κόστους των αντιδραστήρων συνεχούς λειτουργίας, οι αντιδραστήρες αυτοί χρησιμοποιούνται κυρίως στην παραγωγή μικρών ποσοτήτων ειδικών προϊόντων, για παράδειγμα φάρμακα, πολυμερή, προϊόντα ζύμωσης, κλπ. Οι αντιδραστήρες ασυνεχούς λειτουργίας είναι κυλινδρικά δοχεία τα οποία φέρουν σύστημα ανάδευσης και εξωτερικό μανδύα ή/και εσωτερική σπείρα θέρμανσης – ψύξης. Το αντιδρών μίγμα αναδεύεται συνεχώς, έτσι ώστε η συγκέντρωση των αντιδρώντων και η θερμοκρασία να είναι ανεξάρτητες της θέσης στον αντιδραστήρα.

Ο πλήρης κύκλος λειτουργίας ενός ασυνεχούς αντιδραστήρα περιλαμβάνει τα ακόλουθα επιμέρους στάδια:

1. Φόρτωση του αντιδραστήρα με τα αντιδρώντα υλικά
2. Τέλεση της χημικής αντίδρασης (-σεων)
3. Απομάκρυνση των προϊόντων της αντίδρασης
4. Καθαρισμός και προετοιμασία του αντιδραστήρα

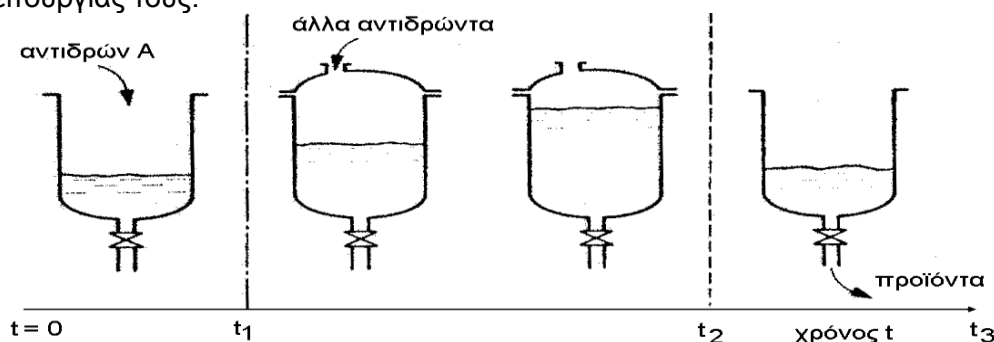
Αντιδραστήρες Ημι-συνεχούς Λειτουργίας και Πλήρους Ανάμιξης

Οι αντιδραστήρες ημι-συνεχούς λειτουργίας (Semi-Batch Reactors) έχουν το πλεονέκτημα του καλού ελέγχου της θερμοκρασίας του αντιδρώντος μίγματος και παρέχουν τη δυνατότητα περιορισμού της παραγωγής ανεπιθύμητων παραπροϊόντων. Οι αντιδραστήρες αυτοί είναι κυλινδρικά δοχεία πλήρους ανάδευσης και λειτουργούν κάτω από χρονικά μεταβαλλόμενες συνθήκες. (φαίνονται στην εικόνα 24)

Η ημι-συνεχής λειτουργία ενός αντιδραστήρα μπορεί να οφείλεται:

1. Στη συνεχή απομάκρυνση των προϊόντων της αντίδρασης
2. Στη συνεχή προσθήκη ενός ή περισσότερων αντιδραστηρίων στον αντιδραστήρα.
3. Στη συνεχή προσθήκη αντιδραστηρίων και ταυτόχρονη απομάκρυνση προϊόντων από τον αντιδραστήρα.

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις ο ρυθμός εισαγωγής μάζας στο σύστημα δεν είναι ίσος με το ρυθμό απομάκρυνσης μάζας απ' αυτό. Οι αντιδραστήρες ημι-συνεχούς λειτουργίας χαρακτηρίζονται για τους σχετικά χαμηλούς ρυθμούς παραγωγής και το υψηλό κόστος λειτουργίας τους.

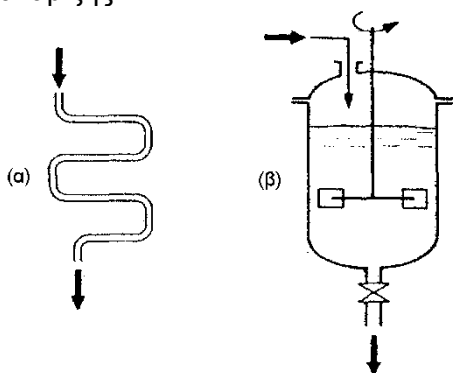


Εικόνα 24: Ημι-συνεχής αντιδραστήρας (Αναγνωστόπουλος Χ. 2006)

Αντιδραστήρες Συνεχούς Λειτουργίας και Πλήρους Ανάμιξης

Οι αντιδραστήρες του τύπου αυτού (Continuous Stirred Tank Reactor) λειτουργούν συνήθως στη μόνιμη κατάσταση που σημαίνει ότι η εισροή μάζας στον αντιδραστήρα είναι σταθερή και ίση με την εκροή μάζας απ' αυτόν(στην εικόνα 25 βλέπουμε το σχήμα των αντιδραστήρων). Οι συγκεντρώσεις των αντιδρώντων και των προϊόντων, όπως επίσης η θερμοκρασία του αντιδρώντος μίγματος, είναι ανεξάρτητες της θέσης τους στο χώρο του αντιδραστήρα. Η θερμοκρασία και οι συγκεντρώσεις όλων των συστατικών στην έξοδο του αντιδραστήρα είναι ίδιες με εκείνες που επικρατούν μέσα στον αντιδραστήρα.

Το ιδανικό αυτό μοντέλο αντιδραστήρα είναι κατάλληλο για τη διεξαγωγή χημικών αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα σε υγρή φάση. Για αντιδράσεις σε αέρια φάση, πλήρης ανάμιξη των αντιδραστήριων είναι πιο δύσκολο να επιτευχθεί. Στις περιπτώσεις αυτές, διατάξεις αντιδραστήρων εμβολικής ροής με ανακύκλωση μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προσεγγίσουν τη συμπεριφορά των αντιδραστήρων συνεχούς λειτουργίας και πλήρους ανάμιξης



Εικόνα 25: Αντιδραστήρες συνεχούς λειτουργίας: (α) αυλωτός αντιδραστήρας, (β) ροή μέσα από αναδύμενο αντιδραστήρα. (Αναγνωστόπουλος Χ. 2006)

Συστοιχία Αντιδραστήρων Συνεχούς Λειτουργίας και Πλήρους Ανάμιξης

Σε πολλές βιομηχανικές εφαρμογές όταν ο απαιτούμενος όγκος του αντιδραστήρα είναι μεγάλος ή η αντίδραση είναι ισχυρά εξώθερμη ή και για άλλους λόγους (καλύτερη ανάμιξη, καλύτερος

έλεγχος των συνθηκών αντίδρασης), είναι προτιμότερο να χρησιμοποιήσουμε μία συστοιχία αντιδραστήρων (Continuous Stirred Tank Reactor Train. Στην περίπτωση αυτή, το ρεύμα εξόδου ενός αντιδραστήρα αποτελεί το ρεύμα εισόδου (τροφοδοσία) του επόμενου αντιδραστήρα.

Αντιδραστήρες Εμβολικής Ροής (Plug Flow Reactor)

Οι αντιδραστήρες αυτοί ονομάζονται και αυλωτοί αντιδραστήρες εμβολικής ροής, λόγω της φυσικής τους διαμόρφωσης (αυλοί) και των συνθηκών ροής (εμβολικής ροής). Στους αντιδραστήρες εμβολικής ροής οι συγκεντρώσεις των αντιδραστηρίων και η θερμοκρασία μεταβάλλονται κατά την αξονική κατεύθυνση, αλλά είναι ανεξάρτητες της ακτινικής θέσης τους στον αντιδραστήρα (επικρατούν ομοιόμορφες συνθήκες σε μία διατομή του αντιδραστήρα). Το ιδανικό αυτό μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην ανάλυση της λειτουργίας ενός αυλωτού ομογενούς αντιδραστήρα (ύπαρξη μίας μόνο φάσης) ή ενός αυλωτού ετερογενούς αντιδραστήρα (ύπαρξη δύο φάσεων ενός καταλύτη και μιας υγρής ή αέριας φάσης

Ετερογενείς Αντιδραστήρες

Στους παραπάνω χαρακτηριστικούς τύπους χημικών αντιδραστήρων θα μπορούσε κανείς να προσθέσει τους ετερογενείς αντιδραστήρες ρευστοστερεάς κλίνης (fluidized bed reactors), και αντιδραστήρες σταθερής κλίνης (fixed bed reactors). Οι αντιδραστήρες ρευστοστερεάς κλίνης μπορούν να λειτουργήσουν συνεχώς ή ασυνεχώς. Τα πρότυπα ανάμιξης και ροής στους αντιδραστήρες αυτούς είναι σύνθετα.

Έτσι, η μαθηματική ανάλυση τέτοιων αντιδραστήρων είναι αρκετά περίπλοκη. Οι καταλυτικοί αντιδραστήρες ρευστοστερεάς κλίνης έχουν υψηλό κόστος κατασκευής, πράγμα που περιορίζει τη χρησιμοποίησή τους σε μεγάλης κλίμακας διεργασίες.

Τα κύρια πλεονεκτήματα των αντιδραστήρων αυτού του τύπου είναι:

- Δεν υπάρχουν μεγάλες θερμοκρασιακές διαφορές στην κλίνη, δηλαδή επιτυγχάνουμε άριστο έλεγχο της θερμοκρασίας.
- Η απομάκρυνση και αναγέννηση του καταλύτη μπορεί να γίνει χωρίς να σταματήσει η λειτουργία του αντιδραστήρα.

4.2.2 Στάδιο εξευγενισμού βιοντίζελ – απομάκρυνσης παραπροϊόντων

Η διαδικασία εξευγενισμού είναι παρά πολύ σημαντική στην παραγωγή του βιοκαυσίμου για να πραγματοποιηθεί αυτή η διαδικασία έχουμε μια διάταξη με φυγοκεντρικούς διαχωριστές. Κατά τη φυγοκεντρική κατακάθιση η κινητήρια δύναμη του διαχωρισμού δεν είναι η βαρύτητα (όπως στην προηγούμενη αλλά η φυγόκεντρος δύναμη, που είναι κατά πολύ ισχυρότερη από αυτή. Οι φυγοκεντρικοί διαχωριστές (ή ταξινομητές) παρουσιάζουν ορισμένα πλεονεκτήματα σε σχέση με τους διαχωριστές στερεών που λειτουργούν απλά με την επίδραση της βαρύτητας, όπως π.χ. είναι αποτελεσματικότεροι για το διαχωρισμό των λεπτομερών σωματιδίων από τα υγρά (ή των μικρών σταγόνων από τα αέρια) και έχουν πολύ μικρότερο μέγεθος για καθορισμένη (αντίστοιχη) δυναμικότητα, σε σχέση με τις συσκευές απλής κατακάθισης, επομένως προτιμώνται σε αρκετές περιπτώσεις στερεού-υγρού διαχωρισμού της βιομηχανικής παραγωγικής διαδικασίας. Το αποτέλεσμα της εφαρμογής της φυγοκέντρωσης είναι η αύξηση της ταχύτητας του διαχωρισμού, σε σύγκριση με την εφαρμογή της απλής κατακάθισης, όπου το πεδίο βαρύτητας είναι ομοιογενές ($G = mg$). Στους φυγοκεντρικούς διαχωριστές (ή ταξινομητές) τα σωματίδια κινούνται υπό την επίδραση της σχετικής δύναμης διαχωρισμού ακτινωτά προς τα έξω,

δηλ. κατά τη διεύθυνση της απομάκρυνσης από τον άξονα περιστροφής, ενώ στο πεδίο της βαρύτητας κάθετα προς τα κάτω.

Φυγοκέντριση είναι η διαδικασία διαχωρισμού ετερογενών συστημάτων, π.χ. στερεού/υγρού (αιωρημάτων), ή υγρού/υγρού (γαλακτωμάτων), με τη βοήθεια (εφαρμογή) ενός πεδίου φυγοκεντρικών δυνάμεων. Τα μηχανήματα μέσα στα οποία λαμβάνει χώρα, ονομάζονται φυγόκεντροι (centrifuges) και αποτελούνται από ένα περιστρεφόμενο κυλινδρικό ρότορα (άξονα), που είναι τοποθετημένος σ' ένα ομοαξονικό κυλινδρικό πλαίσιο και μπορεί να έχει διάτρητα ή μη τοιχώματα. Οι φυγόκεντρος δημιουργήθηκαν με σκοπό να επιτευχθεί υψηλότερη ταχύτητα διαχωρισμού των ετερογενών συστημάτων, σε σύγκριση με αυτή που επιτυγχάνεται στις εγκαταστάσεις κατακάθισης (ή διήθησης), που λειτουργούν απλά με την επίδραση της βαρύτητας.

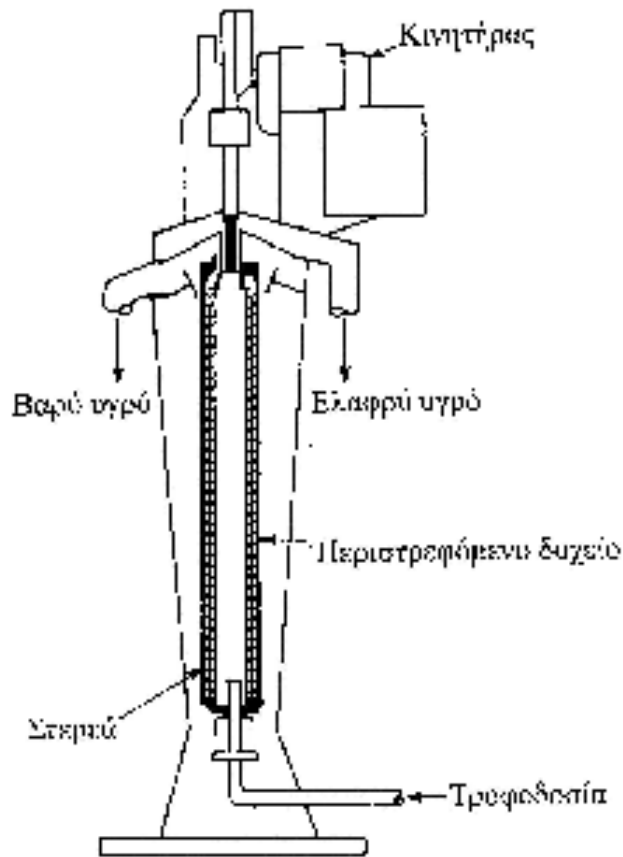
Στις φυγόκεντρος κατακάθισης (με μη-διάτρητα τοιχώματα) η λειτουργία τους είναι απλή, καθώς ο διαχωρισμός που λαμβάνει χώρα είναι παρόμοιος με την (απλή) κατακάθιση, με τη διαφορά ότι η κινητήρια δύναμη στην περίπτωση αυτή δεν θα είναι η βαρύτητα, αλλά η φυγοκεντρική δύναμη. Η βαρύτερη φάση (π.χ. τα στερεά) προσκολλάται στα περιστρεφόμενα τοιχώματα του ρότορα σχηματίζοντας ένα στρώμα (λάσπης), ενώ η ελαφρότερη φάση (π.χ. νερό) μετακινείται κοντά στον άξονά του και απομακρύνεται με την υπερχείλιση (Σχήμα 18.1).

Στις φυγόκεντρος διήθησης (που έχουν διάτρητα τοιχώματα), ο διαχωρισμός (φυγοκεντρική διήθηση) ακολουθεί τις ίδιες βασικές αρχές με τη διήθηση, με τη διαφορά όμως ότι στην περίπτωση αυτή η κινητήρια δύναμη (διαφορά πίεσης), αντικαθίσταται από τη φυγοκεντρική δύναμη. Οι συσκευές αυτές θα εξεταστούν στο κεφάλαιο της διήθησης.

Οι κυριότεροι τύποι φυγοκέντρων κατακάθισης συνεχούς λειτουργίας που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία, διαφέρουν ως προς το σχήμα (κυλινδρικό, κωνικό) και την τοποθέτηση του ρότορα (οριζόντια, κατακόρυφη), καθώς επίσης και στον τρόπο απομάκρυνσης των στερεών. Η κυλινδρική διάταξη (tubular) παράγει γενικά αρκετά διαυγές υγρό, αλλά το στρώμα των στερεών που διαχωρίζεται, περιέχει αρκετά μεγάλη ποσότητα νερού. Το αντίθετο συμβαίνει με τις κωνικές διατάξεις. Οι κυριότεροι τύποι των φυγοκεντρικών διαχωριστών, που χρησιμοποιούνται κυρίως για το διαχωρισμό δύο μη-αναμιξιμών υγρών, είναι οι αυλοειδείς φυγοκεντρικές συσκευές και οι φυγοκεντρικές συσκευές με δίσκους.

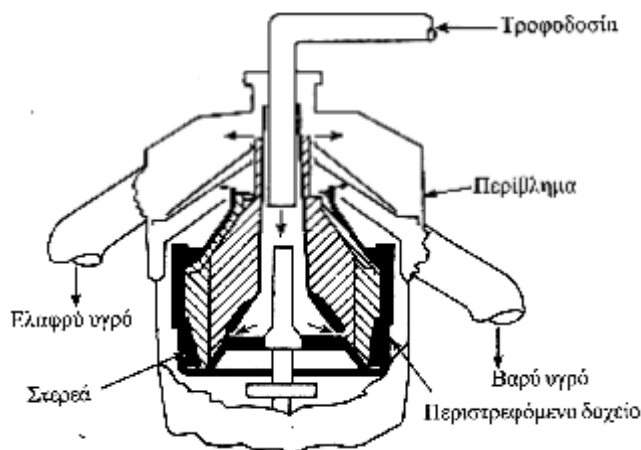
Συσκευές φυγόκεντρος κατακάθισης

Η αυλοειδής (ή αυλοφόρος) φυγόκεντρος υγρού-υγρού φαίνεται στο Σχήμα 18.2. Το δοχείο είναι ψηλό και στενό, διαμέτρου 100-150 mm και περιστρέφεται μέσα σε ένα σταθερό περίβλημα με περίπου 1500 rpm. Η τροφοδοσία εισέρχεται μέσα από ένα σταθερό ακροφύσιο, που βρίσκεται στον πυθμένα του δοχείου και διαχωρίζεται εξαιτίας της φυγοκέντρισης σε δύο ομόκεντρα στρώματα υγρού μέσα στο δοχείο (ανάλογα με την πυκνότητά τους), τα οποία απομακρύνονται από κατάλληλες (διαφορετικές) εξόδους με τη βοήθεια βαλβίδων και φραγμάτων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα χρήσης των μηχανημάτων αυτών μπορεί να θεωρηθεί η εφαρμογή τους στα ελαιοτριβεία δύο φάσεων για το διαχωρισμό του λαδιού από το νερό. (στην παρακάτω εικόνα 26 βλέπουμε το σχέδιο της φυγοκεντρικής κατακάθισης)



Εικόνα 26:Αυλοειδής φυγόκεντρο. (Αναγνωστόπουλος Χ. 2006)

Η φυγόκεντρος με δίσκους (η σχηματική απεικόνιση ακολουθεί στην εικόνα 27 αναλυτικά τα μέρη της συσκευής) (disc centrifuge) χρησιμοποιείται κυρίως για τον αποτελεσματικό διαχωρισμό γαλακτωμάτων σε δύο φάσεις (π.χ. στη βιομηχανία γάλακτος), δηλ. στο βαρύτερο (νερό) και στο ελαφρύτερο (κρέμα, λιπαρά) υγρό, καθώς επίσης γενικότερα σε βιοτεχνολογικές εφαρμογές, π.χ. διαχωρισμός των κυττάρων του ζυμομύκητα από το θρεπτικό διάλυμα (broth) παραγωγής του. Η συσκευή αυτή αποτελείται από ένα δοχείο σχετικά μικρού πλάτους, με επίπεδο πυθμένα και κωνική κορυφή, διαμέτρου 200-500 mm, που περιστρέφεται γύρω από ένα κατακόρυφο άξονα. Μέσα στο δοχείο υπάρχουν δίσκοι τοποθετημένοι ο ένας κοντά στον άλλο, οι οποίοι στην πραγματικότητα είναι κώνοι μεταλλικού ελάσματος που βρίσκονται ο ένας πάνω στον άλλο. Οι δίσκοι αυτοί περιλαμβάνουν κατάλληλες διόδους επικοινωνίας, μέσω των οποίων διέρχεται το υγρό και περιστρέφονται μαζί με το δοχείο. Η τροφοδοσία εισέρχεται από πάνω προς τον πυθμένα της συσκευής και ρέει μέσα από τις διόδους προς τα επάνω και γύρω από τους δίσκους. Το βαρύτερο υγρό μετακινείται προς τα έξω και προς τα κάτω, ενώ το ελαφρύτερο υγρό προς το κέντρο του δοχείου και προς τα πάνω, οπότε σχηματίζονται δύο στρώματα υγρού, που εκρέουν προς χωριστά στόμια εξόδου.

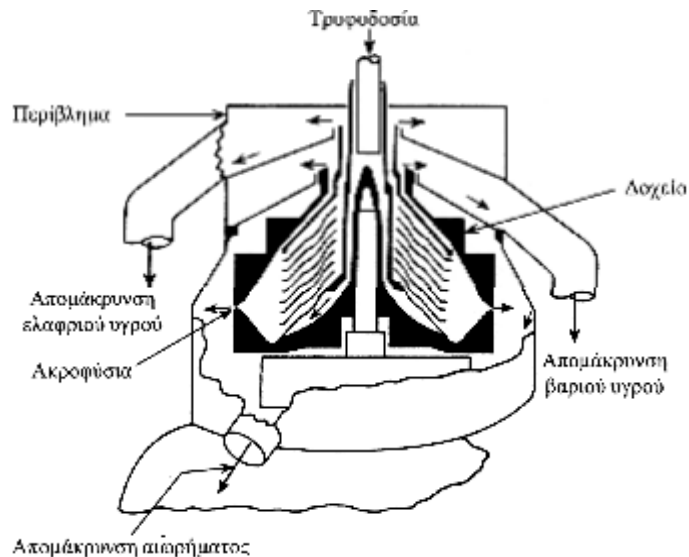


Εικόνα 27 : Φυγόκεντρο με δίσκους. (Αναγνωστόπουλος Χ. 2006)

Στις φυγόκεντρος με δίσκους η διεπιφάνεια μεταξύ των δύο υγρών υφίσταται σημαντική διατμητική τάση, επειδή η μία φάση ρέει προς τη μία κατεύθυνση και η άλλη προς την αντίθετη. Η διάτμηση αυτή βοηθά σημαντικά στην καταστροφή των γαλακτωμάτων. Στην περίπτωση αυτή, όπως και με τις δεξαμενές κατακάθισης τύπου *lamella*, με την παρουσία των δίσκων επιτυγχάνεται σημαντική αύξηση της διεπιφάνειας φυγοκέντρωσης (ή κατακάθισης αντίστοιχα). Αν το υγρό τροφοδοσίας περιέχει επίσης μικρές συγκεντρώσεις στερεών, τότε αυτά θα συσσωρεύονται στο εσωτερικό του δοχείου, οπότε θα πρέπει να απομακρύνονται περιοδικά. Αυτό μπορεί να γίνει με τη διακοπή της λειτουργίας του μηχανήματος, ανοίγοντας το δοχείο και απομακρύνοντας τα στερεά.

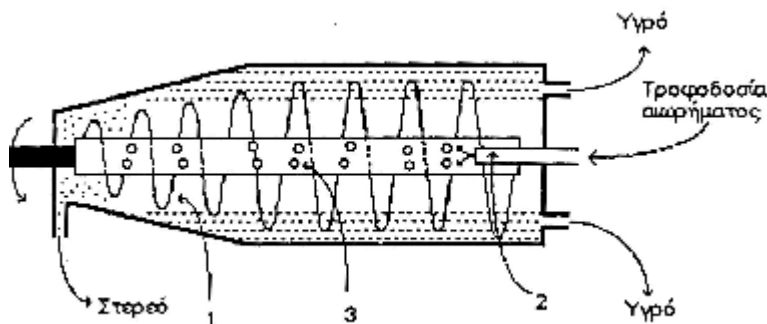
Όταν όμως το υγρό τροφοδοσίας περιέχει στερεά σε μεγαλύτερο ποσοστό, τότε θα πρέπει να υπάρχουν κατάλληλες διατάξεις για την αυτόματη απομάκρυνσή τους, καθώς οι ποσότητες των συσσωρευμένων στερεών θα είναι σημαντικές στην περίπτωση αυτή. Για το λόγο αυτό στην περιφέρεια του δοχείου (στη μέγιστη διάμετρό του) υπάρχει μία ομάδα από μικρές τρύπες ή ακροφύσια εκκένωσης, διαμέτρου 3 mm περίπου, οπότε τα στερεά που εκτοξεύονται προς την περιφέρεια του δοχείου, εξέρχονται συνεχώς (ή περιοδικώς, ελεγχόμενα από κατάλληλες βαλβίδες) από τα ακροφύσια, μαζί όμως με αρκετή ποσότητα του καθαρισμένου υγρού, το οποίο θα πρέπει να ανακυκλώνεται στη συσκευή, ώστε να αυξάνεται η συγκέντρωση των στερεών.

Οι αυλοειδείς φυγόκεντρος και οι φυγόκεντρος με δίσκους χρησιμοποιούνται κυρίως για την απομάκρυνση μικρών συγκεντρώσεων στερεών από λιπαντικά λάδια, υγρά διεργασιών, μελάνες, ή από ποτά, τα οποία θα πρέπει να είναι τελείως καθαρά (για την κατανάλωσή τους). Απομακρύνουν επίσης ζελατινώδη ή λασπώδη στερεά, που μπορούν να δημιουργήσουν απόφραξη σ' ένα φίλτρο, δηλ. χρησιμοποιούνται σαν μέθοδος προκατεργασίας της διήθησης.



Εικόνα 28: Φυγόκεντρο με δίσκους και ακροφύσια εκκένωσης. (Αναγνωστόπουλος Χ.)

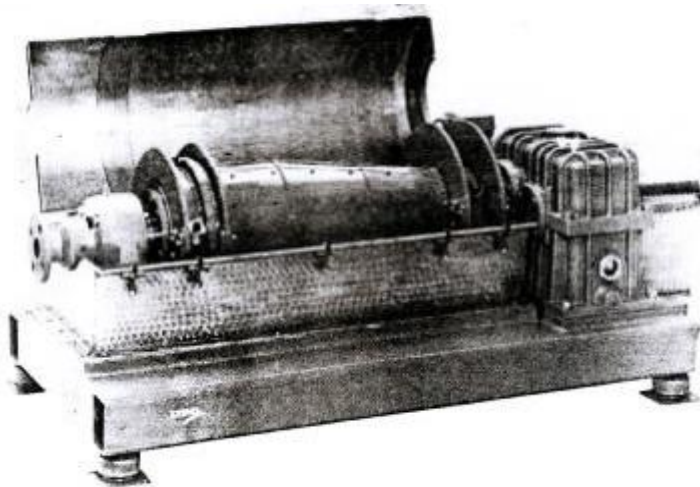
Στις φυγόκεντρος συσκευές με ακροφύσια εκκένωσης (όπως φαίνεται στην εικόνα 28) τα στερεά εγκαταλείπουν το δοχείο κάτω από την επιφάνεια του υγρού και συνεπώς μεταφέρουν (απομακρύνουν) ταυτόχρονα αρκετά σημαντικές ποσότητες υγρού. Επομένως, για το διαχωρισμό του ιζήματος τροφοδοσίας σε ένα κλάσμα διαυγούς υγρού και σε ένα βαρύ, σχετικά ξηρό ίζημα, τα καθιζάνοντα στερεά θα πρέπει να μετακινηθούν μηχανικά από το υγρό και να έχουν τη δυνατότητα να αποστραγγιστούν, ενώ βρίσκονται ακόμη υπό την επίδραση της φυγόκεντρος δύναμης. Ένα παράδειγμα διαχωριστή του τύπου αυτού αποτελεί η φυγόκεντρος με ελικοειδή μεταφορέα, στον οποίο συμβαίνει ένας συνδυασμός των πλεονεκτημάτων των δύο προηγούμενων τύπων φυγόκεντρων. Η συσκευή αυτή αποτελείται από ένα κυλινδρικό δοχείο με κωνικό άκρο, που περιστρέφεται γύρω από ένα οριζόντιο άξονα τροφοδοσία γίνεται μέσω κεντρικού (αξονικού) σωλήνα και τα στερεά συγκεντρώνονται λόγω της φυγοκέντρωσης στην εσωτερική επιφάνεια του δοχείου. Ένας ελικοειδής μεταφορέας, (φαίνεται στην εικόνα 29) ο οποίος περιστρέφεται με μικρότερη ταχύτητα και με αντίθετη φορά από το δοχείο, μετακινεί τα στερεά προς την άκρη του δοχείου σε κατάλληλα ανοίγματα εξόδου, ενώ η απομάκρυνση του (καθαρισμένου) υγρού, που ρέει σε μια σπειροειδή διαδρομή ενάντια στην κίνηση του μεταφορέα, γίνεται από διαφορετικά ανοίγματα, αντίθετα τοποθετημένα.



Εικόνα 29: Φυγόκεντρος (decanter) κατακάθισης συνεχούς λειτουργίας με ελικοειδή μεταφορέα (1), όπου (2) είναι η τροφοδοσία του αρχικού (προς επεξεργασία) αιωρήματος και (3) η μεταφορά (απομάκρυνση) των στερεών. (Αναγνωστόπουλος Χ. 2006)

Η πρακτική λειτουργία των συσκευών αυτών απαιτεί τα στερεά να είναι βαρύτερα από το υγρό και να μην αιωρούνται ξανά υπό την επίδραση του μεταφορέα. Συνήθως όμως, το υγρό που εκρέει από τις συσκευές αυτές δεν είναι τελείως απαλλαγμένο από τα στερεά και επομένως, μπορεί να χρειαστεί περαιτέρω καθαρισμός του. Οι φυγόκεντρικές συσκευές με ελικοειδή μεταφορέα κατασκευάζονται με δοχεία διαμέτρου 100-1400 mm και μπορούν να διαχωρίσουν μεγάλες ποσότητες υλικών (1-50 tn/h στερεών, ανάλογα με το μέγεθός τους). Βρίσκουν σημαντικές εφαρμογές στο διαχωρισμό λεπτόκοκκων στερεών από τα υγρά, στην αφυδάτωση λασπών (αύξηση της συγκέντρωσης των στερεών από 1-2% αρχικά, σε 20% περίπου τελικά), συνήθως με την ταυτόχρονη προσθήκη καταλλήλων (θετικά φορισμένων) πολυηλεκτρολυτών, οπότε υφίστανται προκαταρκτική κροκίδωση, ενώ χρησιμοποιούνται επίσης και σαν ταξινομητές στερεών.

Ο χρόνος παραμονής των στερεών μέσα στη φυγόκεντρη ισούται με το πηλίκο του όγκου του υγρού στο δοχείο (V) προς την ογκομετρική παροχή Q ($t=V/Q$). Στην πράξη όμως βρέθηκε, ότι ο χρόνος παραμονής στις φυγόκεντρες με μεταφορέα είναι πολύ μικρότερος, με αποτέλεσμα τον ελλιπή διαχωρισμό των στερεών. Για το λόγο αυτό τοποθετούνται ορισμένα πτερύγια στον αξονικό μεταφορέα, που βελτιώνουν την απόδοση του διαχωρισμού, καθώς με την αξονική ροή που επιτυγχάνεται, το οριακό στρώμα βρίσκεται σε συνθήκες στρωτής ροής και η κατακάθιση είναι μη-παρεμποδιζόμενη. Στην εικόνα 30 φαίνεται ένας οριζόντιος φυγόκεντρος με τύμπανο και στην εικόνα 30 φαίνεται η διάταξη εξευγενισμού σε βιομηχανική μονάδα.



Εικόνα 30:Οριζόντιος φυγόκεντρος με τύμπανο (Riley C. 2002)

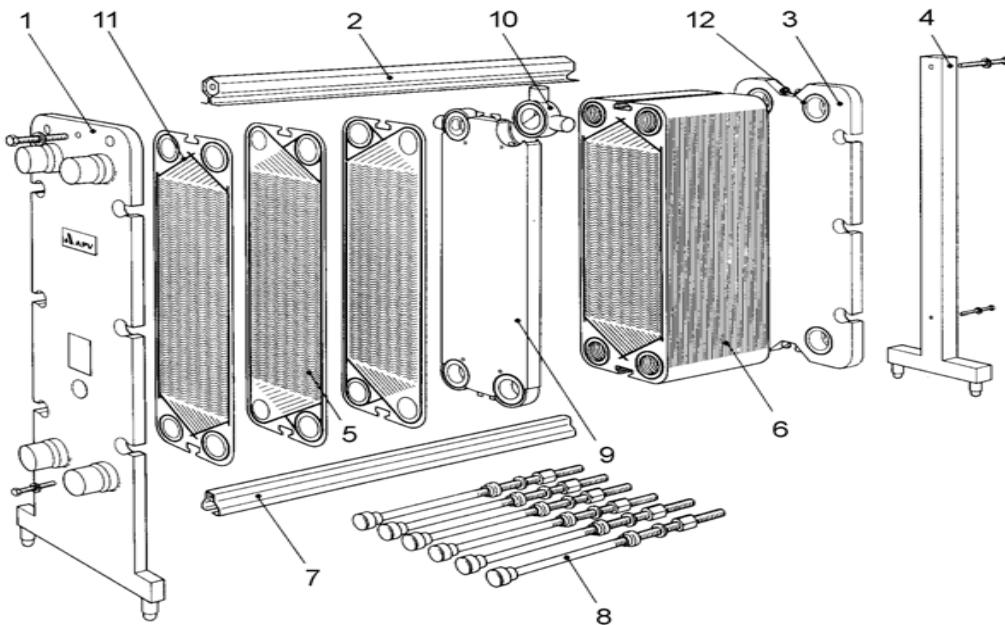


Εικόνα 31: Διάταξη εξευγενισμού σε βιομηχανική μονάδα(www.biofuels.gr)

Η ξήρανση είναι μια διαδικασία κρίσιμη για το προϊόν μας χωρίς αυτήν δεν θα μπορέσουμε να το αποθηκεύσουμε οπότε να βγει και στο εμπόριο. Επιτυγχάνεται με την χρήση ενός εναλλάκτη θερμότητας όπου ψύχεται το τελικό προϊόν ώστε να αποθηκευτεί χρησιμοποιούμε ένα πλακοειδή εναλλάκτη. Ο πλακοειδής εναλλάκτης (plate-and-frame heat exchanger) αναγνωρίζεται και με ορισμένους επιπλέον όρους όπως επίπεδος εναλλάκτης, εναλλάκτης πλακών, εναλλάκτης πλακών και πλαισίου ή στεγανοποιημένος εναλλάκτης (gasketed). Ο πρώτος πλακοειδής εναλλάκτης σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε το 1923 από τον Dr. Richard Seligman, ιδρυτή της εταιρίας Aluminum Plant and Vessel Company Ltd., ευρύτατα γνωστή σήμερα ως APV. Ένας σύγχρονος πλακοειδής εναλλάκτης απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα και αποτελείται από μία σειρά πολύ λεπτών μεταλλικών πλακών (6) ορθογωνικού σχήματος (5), μονωμένες στην εξωτερική τους περίμετρο με χρήση ελαστικού παρεμβύσματος (11), οι οποίες συγκρατούνται μέσα σε ένα μεταλλικό πλαίσιο (1). Με αυτόν τον τρόπο σχηματίζονται επίπεδες χαλύβδινες διαβάσεις ροής. Η μία από τις δύο ράβδους του πλαισίου (3), διαθέτει κατάλληλες υποδοχές με θύρες σύνδεσης (12) για τα ρεύματα ροής, ενώ η δεύτερη είναι μετακινούμενη και τοποθετείται ανάλογα με τον αριθμό των πλακών. Επιπλέον το πλαίσιο διαθέτει οδηγητικές ράβδους (2,7) οι οποίες επιτρέπουν τη σωστή και ευθυγραμμισμένη τοποθέτηση των πλακών. Για το σκοπό αυτό οι πλάκες του εναλλάκτη διαθέτουν μία εγκοπή στο μέσο κάθε πλευράς τους, ώστε να προσαρμόζονται στις οδηγητικές ράβδους. Το σύνολο των πλακιδίων και του πλαισίου συσφίγγεται με χρήση κοχλιών μεγάλου μήκους (8), διασφαλίζοντας την καλύτερη απομόνωση των σχηματισμένων καναλιών του εναλλάκτη. Σε περίπτωση που ο αριθμός των πλακών ξεπεράσει μία τιμή ανάλογη με το

μέγεθος του εναλλάκτη, τότε χρησιμοποιείται συνδετική μεταλλική πλάκα (9) και οδηγός-συνδετήρας (10) για την αποφυγή κάμψης της κάτω ράβδου.

Για την κατασκευή ενός τέτοιου τύπου εναλλάκτη, χρησιμοποιούνται συνήθως μέταλλα που μπορούν να υποστούν ψυχρή κατεργασία. Τα πλέον συνηθισμένα είναι ο ανοξείδωτος χάλυβας (AISI 304, AISI 306, AISI 316) και το τιτάνιο. Σε κάποιες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται κράματα (Incoloy 825, Inconel 625, Hastelloy C-276), ενώ σε περιπτώσεις διαβρωτικών ρευστών προτιμότερο είναι οι πλάκες να είναι από γραφίτη ή πολυμερικά υλικά. Τα παρεμβύσματα που τοποθετούνται ως σφραγίσματα ανάμεσα στις πλάκες είναι κατασκευασμένα συνήθως από ελαστικό βουτιλίου ή ελαστικό νιτριλίου. Ορισμένα άλλα συμπιεστά υλικά που προορίζονται για την κατασκευή τους είναι το νεοπρένιο, το Hypalon και το Viton.



Εικόνα 31: Πλακοειδής εναλλάκτης (www.cres.g

Το κυριότερο πλεονέκτημα του πλακοειδούς εναλλάκτη είναι ότι παρουσιάζει ευελιξία ως προς την μεταβολή του αριθμού των πλακών του. Έτσι σε περίπτωση που παραστεί ανάγκη, η ολική επιφάνεια μεταφοράς θερμότητας μπορεί να αυξηθεί προσθέτοντας τον απαιτούμενο αριθμό πλακών. Για όλους αυτούς τους λόγους ο εναλλάκτης τύπου πλακών με παρεμβύσματα βρίσκει εφαρμογή σε πολλά πεδία, μερικά από οποία είναι:

- 1) Η βιομηχανία τροφίμων (κυρίως για την παστερίωση προϊόντων)
- 2) Τα συστήματα ψύξης (κατηγορίες ψυγείων, air-condition)
- 3) Τα συστήματα θέρμανσης (κτιρίων, ξενοδοχείων)
- 4) Οι σταθμοί παραγωγής και συμπαραγωγής ενέργειας
- 5) Οι ναυτικές εφαρμογές
- 6) Η χημική βιομηχανία (πετροχημικά, λιπαντικά ή και αέρια προϊόντα)
- 7) Οι μονάδες ανακύκλωσης (π.χ. χαρτιού)

Οι σημερινοί εναλλάκτες πλακών διατίθενται από πλήθος προμηθευτών που δραστηριοποιούνται στον εξοπλισμό μεταφοράς θερμότητας, οι οποίοι διαθέτουν μεγάλη ποικιλία προϊόντων για κάθε εφαρμογή. Υπάρχουν πολλές επιλογές αναφορικά με το μέγεθος του εναλλάκτη, τα υλικά κατασκευής και τη μορφή των πτυχώσεων ή των σημείων εισόδου των ρευστών. Ωστόσο, η αντοχή του υλικού που χρησιμοποιείται για παρέμβυσμα, δεν αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις και το γεγονός αυτό αποτελεί το βασικό περιορισμό στη χρησιμοποίηση ενός πλακοειδούς εναλλάκτη. Το ανώτατο όριο των

θερμοκρασιών κυμαίνεται στους 250⁰C, ενώ η πίεση λειτουργίας περιορίζεται στα 3 MPa, επομένως ο πλακοειδής εναλλάκτης κρίνεται ακατάλληλος για χρήση σε τέτοιες περιπτώσεις. Η πτώση πίεσης είναι γενικότερα το σημείο που δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στον σχεδιασμό των εναλλακτών θερμότητας και σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να ξεπερνά το ανώτατο όριο που καθορίζεται για κάθε τύπο εναλλάκτη. Για το λόγο αυτό κατασκευάστηκε ο πλακοειδής εναλλάκτης με συγκολλημένες πλάκες (brazed plate heat exchanger), ο οποίος όμως κοστίζει επιπλέον 25-30%. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένας εναλλάκτης θερμότητας.



Εικόνα31:Εναλλάκτης θερμότητας(www.sres.gr)

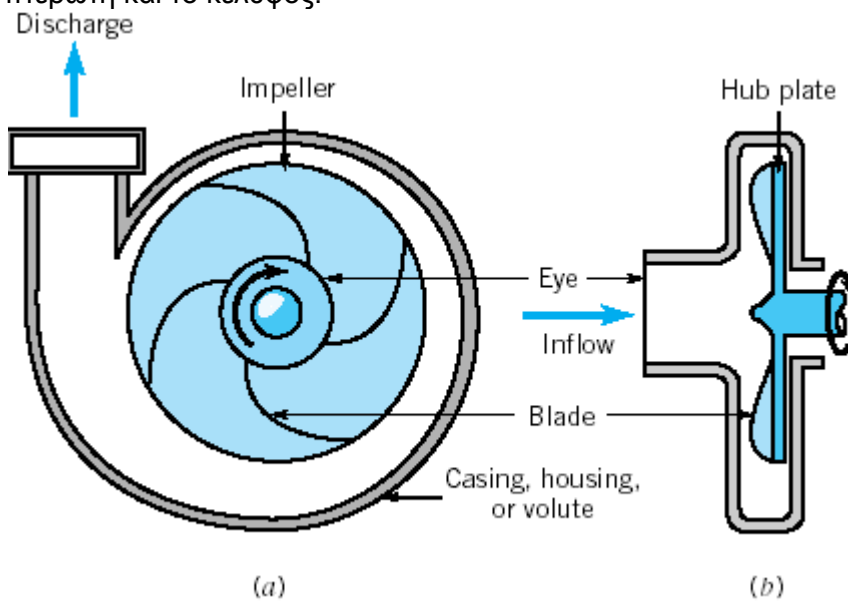
4.2.3 Δεξαμενές αποθήκευσης του βιοκαυσίμου

Οι δεξαμενές αποθήκευσης του βιοκαυσίμου θα είναι χωρητικότητας για μία βιομηχανική παραγωγή τουλάχιστον 300 τόνων (3τεμ x 100 τόνους). Η κάθε μία δεξαμενή θα πρέπει να είναι οριζόντια κυλινδρικής διαμέτρου περίπου 3,5 μέτρα και μήκους 10 μέτρα με θολωτούς πυθμένες περίβλημα των δεξαμενών είναι κατασκευασμένο από χαλύβδινα ελάσματα πάχους 6mm . Η δεξαμενή θα είναι με διπλά τοιχώματα σύμφωνα με όσα προβλέπονται από τους ευρωπαϊκούς κανονισμούς ασφαλείας. Η απόσταση μεταξύ των δύο τοιχωμάτων θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 50mm. Η κάθε δεξαμενή θα φέρει πάνω στην οροφή της ανθρωποθυρίδα για την πρόσβαση στο εσωτερικό της, στόμιο προσαγωγής βιοκαυσίμου από την μονάδα παράγωγης και στόμιο εξαερισμού. Στο κάτω μέρος της στο χαμηλότερο σημείο θα πρέπει να υπάρχει στόμιο αδειάσματος καθώς και στόμιο παροχής βιοκαυσίμου προς το σταθμό διάθεσης καυσίμου(αντλία καυσίμου). Το διάκενο μεταξύ των δύο τοιχωμάτων αφήνεται κενό ώστε σε περίπτωση διαρροής το καύσιμο να μην διαχυθεί στο περιβάλλον αλλά να παραμείνει εντός της δεξαμενής. Οι δεξαμενές πρέπει να βαφτούν με ειδικό αστάρι για την προστασία τους από τις καιρικές συνθήκες. Η αντλία καυσίμου συνδέεται με την δεξαμενή και με ένα μετρητή ώστε να μπορούμε να ελέγξουμε την τροφοδοσία και την παροχή του καυσίμου από τις δεξαμενές.



Εικόνα 32 :Φυγοκεντρική αντλία (www.bioenergy.org)

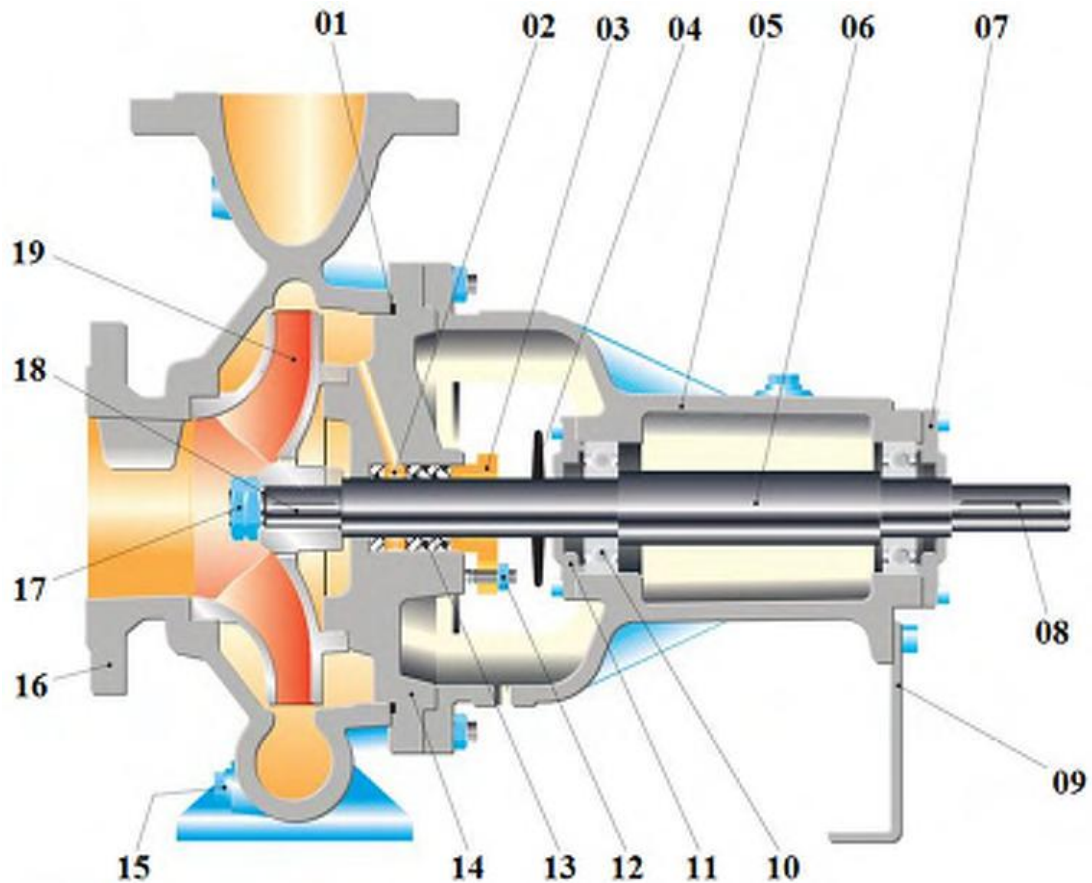
Η φυγοκεντρική αντλία είναι το πλέον διαδεδομένο μηχανήμα με την βοήθεια του οποίου προστίθεται ενέργεια κατά την ροή του ρευστού από την αξονική περιοχή προς την περιφέρεια(εικόνες 32 ,33 μια φυγοκεντρική αντλία). Η προστιθέμενη ενέργεια αυξάνει, στην γενικότερη περίπτωση, τόσο την στατική πίεση όσο και την απόλυτη ταχύτητα του ρευστού. Στην παρακάτω σχηματική παράσταση διακρίνουμε τα κύρια μέρη μιας αντλίας, την πτερωτή και το κέλυφος:



Εικόνα 33:Σχέδιο από φυγοκεντρική αντλία (www.bioenergy.org)

Τα βασικά εξαρτήματα μιας φυγοκεντρικής αντλίας είναι το κέλυφος, η φλάντζα στομίου εισόδου, το στροφείο και ο άξονας της αντλίας που δίνει την κίνηση στο στροφείο με το οποίο είναι στερεά συνδεδεμένος. Ο άξονας της αντλίας στηρίζεται συνήθως σε δύο τριβείς. Ο άξονας διαπερνά το πίσω μέρος του κελύφους όπου στεγανοποιείται για να μη διαρρέει το υγρό που βρίσκεται υπό πίεση μέσα στο κέλυφος ή για να μην εισχωρήσει αέρας, οπότε

δημιουργούνται ανωμαλίες στη λειτουργία της αντλίας και ο βαθμός απόδοσης μειώνεται κατά πολύ. Το βασικό εξάρτημα της στεγανοποίησης είναι η σαλαμάστρα, που τοποθετείται υπό μορφή δακτυλίων. Για τη στεγανοποίηση η σαλαμάστρα σφίγγεται με το στυπιοθλίπτη. Στην εικόνα 34 φαίνονται τα μέρη και η ονομασία τους μιας φυγοκεντρικής αντλίας.



Εικόνα 34: Οι ονομασίες των βασικών εξαρτημάτων από τα οποία αποτελείται η φυγοκεντρική αντλία: 01 - "Ο" δακτυλίδι, 02 - Δακτύλιος υδρολιπάνσεως της σαλαμάστρας, 03 - Στυπιοθλίπτης, 04 - Διασκορπιστής, 05 - Κουζινέτο, 06 - Άξονας αντλίας, 07 - Κάλυμμα ρουλεμάν, 08 - Σφήνα σύνδεσης της αντλίας με τον κινητήρα, 09 - Στήριγμα αντλίας, 10 - Μπίλια ρουλεμάν, 11 - Κάλυμμα ρουλεμάν, 12 - Μπουζόνι με κορμό και περικόχλιο, 13 - Σαλαμάστρα, 14 - Κάλυμμα σαλαμάστρας, 15 - Τάπα κελύφους, 16 - Φλάντζα στομίου εισόδου, 17 - Παξιμάδι στροφείου, 18 - Σφήνα σύνδεσης του στροφείου με τον άξονα, 19 - Στροφείο. (www.bioenergy.org)

Το κέλυφος της φυγοκεντρικής αντλίας (απεικόνιση του κελύφους στην εικόνα 35) έχει σπειροειδές σχήμα, και το στροφείο τοποθετείται έτσι ώστε το υγρό, το οποίο φεύγει από το στροφείο υπό την επίδραση της φυγόκεντρης δύναμης και ωθείται προς τη χοάνη κατάθλιψης, να κινείται σε αγωγό με διατομή συνεχώς αυξανόμενη. Η προοδευτική αύξηση της διατομής του αγωγού του κελύφους είναι τέτοια ώστε η παροχή ανά μονάδα επιφάνειας να είναι περίπου σταθερή σε όλη τη διαδρομή του υγρού μέσα στο κέλυφος. Κατ' αυτό τον τρόπο η ταχύτητα κίνησης του υγρού ελαττώνεται προοδευτικά και η κινητική του ενέργεια μετατρέπεται σε στατική πίεση με όσο το δυνατό μικρότερες απώλειες. Η ελάττωση αυτή της ταχύτητας του υγρού μετά την έξοδο από το στροφείο της αντλίας είναι απαραίτητη, γιατί αν το υγρό οδηγηθεί στο σωλήνα κατάθλιψης με την ταχύτητα που έχει κατά την έξοδο από το στροφείο, οι απώλειες τριβών θα είναι πολύ μεγάλες.



Εικόνα 35: Το κέλυφος της φυγοκεντρικής αντλίας (www.bioenergy.org)

Τα στροφεία μίας φυγοκεντρικής αντλίας χωρίζονται σε τρία βασικά είδη: 1) κλειστά, 2) ημίκλειστα και 3) ανοικτά. Οι αντλίες με κλειστά στροφεία (απεικονίζεται στην εικόνα 36 κλειστό στροφείο) αποτελούνται από δύο δίσκους και τα πτερύγια βρίσκονται ανάμεσα τους. Ο ένας δίσκος έχει στο κέντρο μία οπή για την είσοδο του νερού κατά την αναρρόφηση στα πτερύγια. Οι αντλίες αυτού του είδους έχουν καλύτερες αποδόσεις και δίνουν υψηλότερες πιέσεις στην έξοδο της αντλίας συγκριτικά με τα δύο επόμενα είδη, αλλά δυσκολεύεται η μεταφορά των ξένων φερτών υλών.



Εικόνα 36: Αντλία με κλειστό στροφείο (www.bioenergy.org)

Το στροφείο του ημίκλειστου τύπου (εικόνα 37) αποτελείται από ένα δίσκο. Τα πτερύγια είναι τοποθετημένα στη μία πλευρά του δίσκου και από το μέρος της αναρρόφησης του νερού. Μειονέκτημα των στροφείων αυτών είναι ότι δεν έχουν τη στεγανότητα μεταξύ πτερυγίων και τοιχώματος του σώματος της αντλίας. Για το λόγο αυτό, οι αντλίες αυτές έχουν κατά κανόνα μικρότερο βαθμό απόδοσης από ότι οι αντλίες με κλειστά στροφεία. Πλεονέκτημα όμως, είναι η εύκολη και γρήγορη πρόσβαση καθαρισμού των στερεών σωμάτων στην είσοδο των στροφείων.



Εικόνα 37: Το στροφείο του ημίκλειστου δίσκου (www.bioenergy.org)

Οι αντλίες με ανοικτά τα στροφεία (εικόνα 38) είναι απλές στην κατασκευή, έχουν μεγάλα κενά μεταξύ των πτερυγίων και αφήνουν να περάσουν χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα ξένες φερτές ύλες που περιέχονται από ακάθαρτα νερά. Ο βαθμός απόδοσης αυτών είναι μικρότερος των άλλων ειδών, λόγω της διαρροής ρευστού από τη σάλπιγγα προς το στόμιο αναρρόφησης. Στην εικόνα 39 απεικονίζεται ένα αντλιοστάσιο.



Εικόνα 38: Οι αντλίες με ανοικτά τα στροφεία. (www.bioenergy.org)



Εικόνα 39: Αντλιοστάσιο μονάδας. (www.biofuels.gr).

4.3 Βοηθητικός Εξοπλισμός

Μια σύντομη λίστα των σημαντικότερων συσκευών που αποτελούν τον εξοπλισμό της μονάδας δίνεται παρακάτω.

4.3.1 Αεροσυμπιεστής (κομπρεσερ)

Σε κάθε βιομηχανία και γενικά σε κάθε χώρο όπου απαιτείται πεπιεσμένος αέρας, υπάρχει η μονάδα παραγωγής του αέρα (αεροσυμπιεστής), ο χώρος αποθήκευσης (αεροφυλάκιο) και η επεξεργασία – καθαρισμός αυτού (ξηραντής – φίλτρα γραμμής), που εξαρτάται απόλυτα από την εφαρμογή όπου θα χρησιμοποιηθεί πρώτοι αεροσυμπιεστές που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή πεπιεσμένου αέρα, ήταν οι εμβολοφόροι και εν συνεχεία οι πτερυγιοφόροι. Μη καλύπτοντας όμως σωστά τις ανάγκες της βιομηχανίας, ήρθαν στο προσκήνιο και από τότε καθιερώθηκαν απόλυτα οι κοχλιοφόροι αεροσυμπιεστές (4 – 500 Kw, 5 – 15 bar). Οι κοχλιοφόροι αεροσυμπιεστές απευθύνονται στη συντριπτική πλειοψηφία των εφαρμογών, όπου χρειαζόμαστε έναν αεροσυμπιεστή αξιόπιστο, οικονομικό, με αρκετά μεγάλα διαστήματα συντήρησης, καλή ποιότητα παραγομένου αέρα και δυνατότητα να λειτουργεί, αν χρειάζεται, 24 ώρες το εικοσιτετράωρο, 7 ημέρες την εβδομάδα.

1. Κατ' αρχάς είναι αθόρυβοι συγκρινόμενοι με τους αντίστοιχους εμβολοφόρους, με λιγότερα κινούμενα μέρη, μικρότερες φθορές, μεγαλύτερα διαστήματα συντήρησης.
2. Μικρότερη θερμοκρασία λειτουργίας λόγω άμεσης μεταφοράς των θερμικών τους φορτίων από το λάδι προς το ψυγείο και αυξημένη αξιοπιστία.
3. Οι κοχλιοφόροι δεν απαιτούν ειδική εγκατάσταση ή σιγαστήρες ή ειδικά αντικραδασμικά στις σωληνώσεις.
4. Κατά κανόνα οι κοχλιοφόροι είναι πιο αποδοτικοί από τους εμβολοφόρους, με αποτέλεσμα την οικονομικότερη λειτουργία τους. Δεν έχουν τριβόμενα μέρη, διότι οι κοχλίες συμπίεσης στηρίζονται σε ρουλεμάν (τριβή κυλίσεως), σε αντίθεση με τους εμβολοφόρους όπου τα πιστόνια κινούνται μέσα σε έμβολα (τριβή ολισθήσεως) και η φθορά τους ξεκινάει από το ξεκίνημα της λειτουργίας τους.
5. Ο παραγόμενος αέρας είναι πιο καθαρός (λιγότερο μεταφερόμενο λάδι) με σταθερότερη πίεση ($DP \leq 0,5 \text{ bar}$) ενώ στους εμβολοφόρους η διαφορά μεταξύ min και max πίεσης.

Για τους ανωτέρω λόγους οι κοχλιοφόροι έχουν επικρατήσει απόλυτα στην αγορά, όπου απαιτείται αέρας σε πίεση 5 – 15 bar και παροχή μεγαλύτερη των 500 lit/min. Εκτός των ανωτέρω τύπων, υπάρχουν και οι Turbo compressors, οι οποίοι προς το παρόν απευθύνονται σε λίγους, μεγάλους καταναλωτές με μεγάλες παροχές και για αυτό δεν θα ασχοληθούμε με αυτούς τώρα. Ξεκινώντας λοιπόν από τον αεροσυμπιεστή, θα παρουσιάσουμε όσο πιο απλά και κατανοητά γίνεται, τις βασικές αρχές λειτουργίας ενός κοχλιοφόρου αεροσυμπιεστή.

Λειτουργία κοχλιοφόρου

Ο αέρας εισέρχεται μέσω του φίλτρου αέρος και της βαλβίδος εισαγωγής, στο μπλοκ των κοχλιών (κεφαλή). Η βαλβίδα εισαγωγής ρυθμίζει την ποσότητα του αέρα που θα εισέλθει στην κεφαλή, για την παραγωγή πεπιεσμένου αέρα. Δύο συνεργαζόμενοι (σαν οδοντωτοί τροχοί) κοχλίες, κλεισμένοι από το κέλυφος, αποτελούν το θάλαμο συμπίεσης του κοχλιοφόρου αεροσυμπιεστή. Καθώς οι κοχλίες περιστρέφονται, το σημείο επαφής των λοβών κινείται κατά τρόπο που η επαφή με το άνοιγμα αναρροφήσεως κόβεται και ο αέρας εγκλωβίζεται. Κατά τη συνέχιση της περιστροφής, ο χώρος μεταξύ των λοβών μικραίνει και έτσι δημιουργείται η συμπίεση του αέρα. Όταν η φάση της συμπίεσης έχει ολοκληρωθεί, το μίγμα του πεπιεσμένου αέρα και του ελαίου οδηγείται στον χώρο του ελαιοδιαχωριστήρα, όπου το λάδι διαχωρίζεται από τον πεπιεσμένο αέρα. Η διαδικασία διαχωρισμού, έχει δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση, ο πεπιεσμένος αέρας διαχωρίζεται από το λάδι, με φυγοκεντρισμό. Σε δεύτερη φάση, το στοιχείο του διαχωριστήρα αναλαμβάνει να απομακρύνει το υπόλοιπο λάδι, με αποτέλεσμα το ποσοστό διαφεύγοντος ελαίου να είναι της τάξεως του 2 - 4 mg/m³ αέρος. Από το ελαιοδοχείο, το ζεστό λάδι, οδηγείται στο ψυγείο, ψύχεται και μέσω του θερμοστάτη και του φίλτρου ελαίου, επιστρέφει στο μπλοκ των κοχλιών. Εάν το λάδι δεν είναι ζεστό (περίπου 73 0C), τότε ο θερμοστάτης οδηγεί το λάδι προς την κεφαλή και όχι προς το ψυγείο, έτσι ώστε ο αεροσυμπιεστής να φθάσει γρήγορα στην επιθυμητή θερμοκρασία λειτουργίας. Η κυκλοφορία του ελαίου διατηρείται από την διαφορά της πίεσης ανάμεσα στο ελαιοδοχείο και την μονάδα συμπίεσης (κεφαλή). Για την εγγύηση της συνεχόμενης κυκλοφορίας του ελαίου, υπάρχει η βαλβίδα ελαχίστης πίεσεως-αντεπιστροφής, η οποία εμποδίζει την πτώση πίεσεως στο ελαιοδιαχωριστήρα. Τέλος πρέπει να αναφέρουμε ότι η παρουσία του ελαίου έχει σκοπό:

1. να λιπαίνεται τριβόμενα μέρη
2. να μεταφέρει τα θερμικά φορτία που δημιουργούνται από τη συμπίεση, προς το ψυγείο
3. να σφραγίζει τα κενά μεταξύ των κοχλιών ώστε να πραγματοποιηθεί η συμπίεση
4. να προστατεύει τις μεταλλικές επιφάνειες

Κύκλωμα πεπιεσμένου αέρα

Ο απηλλαγμένος από το λάδι αέρας αέρας οδηγείται στον μεταψύκτη, όπου η θερμοκρασία του πέφτει, κατεβαίνει το Dew Point και το μεγαλύτερο μέρος της υγρασίας (περίπου 65%) συμπυκνώνεται (υγροποιείται). Τα συμπυκνώματα εν συνεχεία, απομακρύνονται αυτόματα μέσω του φυγοκεντρικού διαχωριστήρα συμπυκνωμάτων και της αυτόματης αποστράγγισης. Ο αεροσυμπιεστής προστατεύεται από την υπερβολική πίεση: 1ον με τον πιεσοστάτη ασφαλείας και μηχανικά με την βαλβίδα ασφαλείας, που ανοίγει πάνω από μια συγκεκριμένη τιμή.

Τρόπος λειτουργίας

Όταν ο αεροσυμπιεστής είναι σταματημένος, η βαλβίδα εισαγωγής είναι κλειστή. Όταν ξεκινάει ο αεροσυμπιεστής, μικρή ποσότητα αέρα εισέρχεται στον χώρο των κοχλιών μέσω μίας βαλβίδος by pass. Όταν η πίεση στο μπλοκ των κοχλιών ανέβει, τότε η πίεση του αέρα ανοίγει τη βαλβίδα εισαγωγής, για να αρχίσει ουσιαστικά η διαδικασία συμπίεσης και παραγωγής πεπιεσμένου αέρα. Η βαλβίδα εισαγωγής λειτουργεί αυτόματα, παίρνοντας εντολή από τον πιεσοστάτη λειτουργίας. Όταν ο αεροσυμπιεστής φτάσει στην τελική επιθυμητή πίεση P max, η βαλβίδα εισαγωγής κλείνει και ο αεροσυμπιεστής έρχεται στην κατάσταση off load. Όταν ο αεροσυμπιεστής λειτουργεί χωρίς φορτίο (off load), η βαλβίδα εισαγωγής είναι κλειστή και ο αεροσυμπιεστής δεν παράγει πεπιεσμένο αέρα. Την ίδια στιγμή, εκτονώνεται ο αέρας από το εσωτερικό του μηχανήματος και η κατανάλωση πέφτει στο 20% περίπου της ονομαστικής ισχύος του ηλεκτροκινητήρα. Μόλις η πίεση πέσει στο κάτω προκαθορισμένο όριο P min, ανοίγει ξανά η βαλβίδα εισαγωγής και ο αεροσυμπιεστής να αρχίσει πάλι να παράγει πεπιεσμένο αέρα (on load λειτουργία). Αν δεν υπάρχει κατανάλωση και επομένως η πίεση δεν πέσει κάτω από το P min, τότε μετά από ένα προκαθορισμένο (ρυθμιζόμενο), χρονικό διάστημα, ο αεροσυμπιεστής θα σταματήσει αυτόματα. Ο ανωτέρω τρόπος λειτουργίας αναφέρεται στην κλασική οδήγηση ενός κοχλιοφόρου αεροσυμπιεστή. Σήμερα ο σύγχρονος τρόπος οδήγησης είναι με INVERTER. (αεροσυμπιεστής μεταβλητής ταχύτητας).

Οι διαφορές τους είναι ουσιαστικές και περιγράφονται στη συνέχεια. Χαρακτηριστικά εκκίνησης αεροσυμπιεστή με παραδοσιακό σύστημα Αστέρος – Τριγώνου Είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος εκκίνησης

- Κατ' αρχάς ο κινητήρας εκκινεί με Αστέρα, όπου το ρεύμα εκκίνησης είναι 2,7 φορές πάνω από το ονομαστικό.

- Η ροπή του κινητήρα είναι μόνο το 1/3 της ονομαστικής ροπής και αυτό τον καταπονεί ιδιαίτερα.

- Στην συνέχεια, στην θέση Τρίγωνο, το ρεύμα εκκίνησης εκτινάσσεται στιγμιαία, 4 φορές επί το ονομαστικό φορτίο, έως ότου επανέλθει στο κανονικό, μετά από αρκετά δευτερόλεπτα. Φυσικό λοιπόν επακόλουθο του ανωτέρω συστήματος είναι η ιδιαίτερα αυξημένη κατανάλωση ρεύματος κατά την εκκίνηση, οι μεγάλες καταπονήσεις του κινητήρα και της κεφαλής καθώς και η εμφάνιση πολύ χαμηλών τιμών συνημιτόνου, με αποτέλεσμα τις μεγαλύτερες χρεώσεις από την ΔΕΗ. Αντιθέτως, με το σύστημα Inverter υπάρχει ομαλή εκκίνηση και δεν υπάρχουν κορυφές ρεύματος εκκίνησης, διότι ο κινητήρας ξεκινάει από πολύ χαμηλά και αναπτύσσει αργά τις στροφές του. (Ελαχιστοποίηση φθορών – κατανάλωσης ρεύματος. Με το σύστημα λοιπόν Inverter, οι στροφές του ηλεκτροκινητήρα αυξομειώνονται συνεχώς, με φυσικό επακόλουθο την αντίστοιχη μεταβολή των στροφών της κεφαλής, άρα και του παραγόμενου αέρα. Ο παραγόμενος όγκος του πεπιεσμένου αέρα (παροχή), προσαρμόζεται συνεχώς και είναι πάντα αυτός που ζητάει η κατανάλωση. Η ακριβής σχέση μεταξύ της απαιτούμενης παροχής και της αντίστοιχης κατανάλωσης ενέργειας είναι το αποτέλεσμα της χρήσης του Inverter.

Πλεονεκτήματα των αεροσυμπιεστών μεταβλητών στροφών (Inverter)

1. Ακριβής παροχή πεπιεσμένου αέρα μέσω της συνεχούς μεταβολής ταχύτητας, ώστε να ακολουθεί ακριβώς τις ανάγκες της κατανάλωσης.
2. Δεν υπάρχουν διαστήματα λειτουργίας εν κενώ (σπατάλη ενέργειας).
3. Ελεύθερη επιλογή πίεσης δικτύου μεταξύ 5 και 13 bar.
4. Σταθερή πίεση δικτύου (μέσω της μεταβολής των στροφών). Με τον τρόπο αυτό η max πίεση μειώνεται, με αποτέλεσμα την μεγάλη οικονομία ρεύματος. Είναι γνωστό ότι η μείωση κατά 1 bar της max πίεσης λειτουργίας, επιφέρει μείωση 7 – 8% της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας από τους αεροσυμπιεστές.
5. Μείωση των καταπονήσεων του κινητήρα και της κεφαλής του αεροσυμπιεστή, με αποτέλεσμα το μέγιστο των διαστημάτων συντήρησης και επομένως την μείωση των φθορών και του κόστους συντήρησης.

4.3.2 Λοιπός βοηθητικός εξοπλισμός

Μετατροπείς πίεσης (*Pressure transmitters or transducers – Honeywell*): Οι μετατροπείς πίεσης είναι συσκευές που έχουν σαν στόχο τη μέτρηση και μετάδοση ενός σήματος πίεσης από το σημείο εφαρμογής του προς το σύστημα αυτοματισμού της μονάδας. Οι συνήθεις τύποι βασίζονται στην εφαρμογή μιας συγκεκριμένης πίεσης στον ένα κλάδο μίας γέφυρας Wheatstone. Επομένως η έξοδος του αισθητήρα είναι μία συνάρτηση της εφαρμοζόμενης τάσης στα άκρα της γέφυρας και της πίεσης εισόδου που διαταράσσει την ισορροπία στη γέφυρα αλλάζοντας κάποια αντίσταση. Η τάση που εφαρμόζεται στη γέφυρα είναι 24V. Αυτή μετατρέπεται σε σήμα στην έξοδο που βρίσκεται στην περιοχή 4-20mA (ή 0-5V). Η ακρίβεια του οργάνου, συμπεριλαμβανομένων των φαινομένων της μη- γραμμικότητας και της υστέρησης, είναι της τάξης του $\pm 0.5\%$. Επίσης, το όργανο χαρακτηρίζεται από ένα ασθενές ρεύμα (offset) που είναι και το σήμα εξόδου σε μηδενική είσοδο. Το offset καθώς και η απόκλιση από την ονομαστική ευαισθησία έχουν ληφθεί υπόψη για τη λήψη των τιμών από το λογισμικό. Ένας μετρατροπέας πίεσης φαίνεται στην εικόνα 40.



Εικόνα 40: Μετατροπέας πίεσης. (www.ecotec.gr)

Ρυθμιστές μαζικής ροής θερμικής αγωγιμότητας (*Thermal mass flow controllers – Brooks*): Ο τύπος αυτός του ρυθμιστή μαζικής παροχής αποτελείται από δύο ξεχωριστά τμήματα. Το

πρώτο τμήμα είναι η μετρητική συσκευή που αποτελείται από το κύριο κανάλι της ροής και ένα παράλληλα τοποθετημένο τριχοειδή σωλήνα από όπου διέρχεται ένα μικρό τμήμα της παροχής. Το σήμα εξόδου παράγεται από τη μέτρηση της διαφοράς της θερμοκρασίας στον τριχοειδή σωλήνα πριν και μετά από μία ελαφρή θέρμανση του αερίου. Το δεύτερο τμήμα είναι μια ρυθμιστική βάνα που ρυθμίζει την παροχή στο σύστημα. Τυπικό σήμα εξόδου του οργάνου είναι τα 0-5VDC. Ένας Ρυθμιστής μαζικής ροής θερμικής αγωγιμότητας φαίνεται στην εικόνα 41.



Εικόνα 41: Ρυθμιστές μαζικής ροής θερμικής αγωγιμότητας. (www.ecotec.gr)

Μετρητικό ολικής παροχής (*Wet test meter – Ritter*): Το μετρητικό αυτό αποτελείται από ένα κοίλο περίβλημα πληρωμένο με υγρό μέσα στο οποίο περιστρέφεται ένα κοίλο τύμπανο με πτερύγια το οποίο χωρίζεται σε διαμερίσματα. Η διέλευση του αερίου διαμέσου του μετρητικού προκαλεί την περιστροφή του τύμπανου. Το τύμπανο είναι κατασκευασμένο κατά τέτοιο τρόπο ώστε όταν το περίβλημα είναι γεμισμένο με υγρό μέχρι ένα προκαθορισμένο σημείο, κάθε διαμέρισμα να γεμίζει και να αδειάζει κατά την περιστροφή. Η συσκευή περιλαμβάνει επίσης έναν ωρολογιακό μετρητή και ένα ειδικό μετατροπέα που στέλνει στον υπολογιστή 1000 παλμούς ανά περιστροφή του τύμπανου. Ο υπολογιστής μετράει τους παλμούς αυτούς και έτσι υπολογίζει τη διερχόμενη παροχή. Στην εικόνα 42 φαίνεται ένα μετρητικό ολικής παροχής.



Εικόνα 42:Μετρητικό ολικής παροχής.(www.ecotec.gr)

Θερμοζεύγη: Τα θερμοζεύγη (εικόνα 43) είναι διμεταλλικές επαφές οι οποίες όταν βρεθούν σε διαφορετική θερμοκρασία δημιουργούν μια θερμοηλεκτρική τάση ανάλογη προς τη θερμοκρασία επαφής. Το σήμα εξόδου δεν είναι γραμμική εξάρτηση της θερμοκρασίας. Η σύνδεση του θερμοζεύγους σε οποιαδήποτε μετρητική συσκευή δημιουργεί δύο επιπλέον επαφές στα σημεία τερματισμού (συνήθως με χαλκό) και η πραγματική θερμοηλεκτρική τάση πρέπει να διορθωθεί με ένα παράγοντα που είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας επαφής. Αυτή είναι γνωστή ως διόρθωση ψυχρής επαφής και λαμβάνεται υπόψη στο λογισμικό.



Εικόνα 43:Θερμοζεύγη.(www.ecotec.gr)

Ρυθμιστικές βάνες (*Pressure/Level controlling valves – Badger*): Οι ρυθμιστικές βάνες (εικόνα 44) έχουν τη δυνατότητα να λαμβάνουν οποιαδήποτε ενδιάμεση κατάσταση μεταξύ πλήρους ανοίγματος και πλήρους κλεισίματος. Ανάλογα με κάποιο σήμα ελέγχου, που στις πνευματικές βάνες είναι ένα σήμα πίεσης, το σήμα αυτό ενεργεί επί ενός διαφράγματος το οποίο είναι απευθείας συνδεδεμένο με το έλασμα που ανοιγοκλείνει το στόμιο της βάνας. Η ποσότητα της ροής που διέρχεται από τη βάνα εξαρτάται απευθείας από την πίεση του σήματος του αέρα όταν η διαφορά πίεσης στα άκρα της παραμένει σταθερή. Η πίεση αυτή ασκεί μια δύναμη στη μια πλευρά του διαφράγματος και συμπιέζει το ελατήριο που είναι τοποθετημένο στην απέναντι πλευρά. Σε μια *air-to-open* βάνα, η δύναμη που ασκεί το ελατήριο στο διάφραγμα τείνει να κλείσει τη βάνα και η δύναμη από την πίεση του αέρα τείνει να την ανοίξει. Σε μια *air-to-close* βάνα συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο. Το κανονικό εύρος ελέγχου για μια ρυθμιστική βάνα ηλεκτρικής λειτουργίας είναι 4-20mA. Ο μετατροπέας I/P μετατρέπει αυτό το ηλεκτρικό σήμα σε ένα ισοδύναμο σήμα αέρα.



Εικόνα 44: Ρυθμιστικές βάνες. (www.ecotec.gr)

Ηλεκτρικές βάνες (*Electric valves – Whitey*): Μια ηλεκτρική βάνα (εικόνα 45) είναι στην ουσία ένας ηλεκτρομαγνήτης με πυρήνα που μπορεί να κινείται ελεύθερα κατά τη διεύθυνση της βάνας. Όταν ρεύμα εφαρμόζεται στη σπείρα (ενεργοποίηση της βάνας), ο πυρήνας γυρίζει στην κανονική του θέση με τη βοήθεια ενός ελατηρίου. Στην κανονικά κλειστή βάνα, το ελατήριο κρατά τον πυρήνα σε θέση που κλείνει το στόμιο της βάνας, ενώ όταν η βάνα είναι ανοιχτή το ελατήριο σπρώχνει τον πυρήνα μακριά από το στόμιο. Η ηλεκτρομαγνητική δύναμη δεν πρέπει μόνο να ξεπερνά τη δύναμη του ελατηρίου αλλά θα πρέπει να αντισταθμίζει και οποιαδήποτε άλλη δύναμη ασκείται από το ρευστό που κινείται ενάντια. Το μέγεθος της ηλεκτρομαγνητικής δύναμης είναι συνάρτηση της διαμέτρου της σπείρας, του ποσού του ρεύματος που την διαρρέει και του αριθμού των περιελίξεων.



Εικόνα 45: Ηλεκτρικές βάνες. (www.ecotec.gr)

Αντλίες τύπου σύριγγας (*syringe pumps – ISCO*): Οι αντλίες τύπου σύριγγας (εικόνα 46) είναι ικανές να επιτύχουν πολύ μικρές και πολύ σταθερές παροχές. Η περίοδος του χρόνου στον οποίο η αντλία μπορεί να λειτουργεί συνεχώς περιορίζεται από τη χωρητικότητα της σύριγγας και το ποσό της ογκομετρικής παροχής. Η αντλία που χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του νερού διαθέτει δύο κυλίνδρους, οι οποίοι μπορούν να τροφοδοτούν και να γεμίζουν ανεξάρτητα. Κατά συνέπεια, η αντλία υποστηρίζει συνεχή λειτουργία με παροχή υγρού που κυμαίνεται μεταξύ 0.001-130ml/min. Η αντλία τροφοδοσίας των οργανικών διαθέτει ένα κύλινδρο χωρητικότητας 500cm.³



Εικόνα 46: Αντλίες τύπου σύριγγας. (www.ecotec.gr)

4.4 Ανάλυση του μηχανισμού –τεχνολογίας καύσης των βιοκαυσίμων στην μηχανοκίνηση.

4.4.1 Λειτουργία Μ.Ε.Κ(Βενζινοκινητήρας ΟΤΤΟ)

Ο βενζινοκινητήρας ΟΤΤΟ είναι ένας κινητήρας εσωτερικής καύσης, ο οποίος μετατρέπει τη θερμική ενέργεια του καυσίμου σε κινητική ενέργεια. Η καύση και η παραγωγή του έργου γίνονται σε ενιαίο χώρο και ως εκ τούτου ο κινητήρας ΟΤΤΟ(ΟΤΤΟ: Ο Νικολάους Όττο ήταν Γερμανός εφευρέτης της μηχανής εσωτερικής καύσεως, της πρώτης μηχανής στην οποία η καύση των καυσίμων γινόταν στο θάλαμο των εμβόλων).Η μετατροπή της θερμογόνου δύναμης του καυσίμου σε μηχανική στηρίζεται σ'έναν από τους νόμους της φυσικής, ο οποίος, λέγει ότι το αέριο θερμαινόμενο διαστέλλεται ή αν η θέρμανση του γίνεται με συνθήκες σταθερού όγκου αυξάνει η πίεση του.

Έτσι, στις μηχανές εσωτερικής καύσης (Μ.Ε.Κ), η πίεση που προέρχεται από τη θέρμανση του αερίου, ασκείται και πάνω στην κεφαλή ενός εμβόλου, το οποίο αναγκάζεται να κινηθεί και να δώσει, ακριβώς, με την κίνηση του αυτή, ευκαιρία εκτονώσεως στο αέριο, με αποτέλεσμα να μετατραπεί η θερμική σε μηχανική ενέργεια.Στις μηχανές εσωτερικής καύσης, χρησιμοποιείται σαν εργαζόμενο μέσο, δηλαδή σαν ουσία που υποβάλλεται στις αναγκαίες για τη λειτουργία αλλαγές καταστάσεως, ο ατμοσφαιρικός αέρας.

Αν π.χ θερμάνουμε τον αέρα που βρίσκεται μέσα στον κύλινδρο, θα αυξηθεί η θερμοκρασία και η πίεση του. Η πίεση θα ενεργήσει πάνω στο έμβολο και θα το ωθήσει προς τα κάτω και έτσι θα αποδώσει μηχανικό έργο. Αντίθετα, αν ψύξουμε τον αέρα θα επέλθει ελάττωση της θερμοκρασίας και της πίεσεως του και έτσι το έμβολο θα επανέλθει στην αρχική του θέση.

Στην πράξη βέβαια η θέρμανση και η ψύξη του αέρα πραγματοποιείται με την καύση ορισμένων άλλων ουσιών, των καυσίμων, και με την αντικατάσταση μετά από την καύση του περιεχομένου του κυλίνδρου, με καθαρό (νέο) αέρα.

Τα καύσιμα εισάγονται, σε μια ορισμένη φάση της λειτουργίας της μηχανής, στον κύλινδρο, αναμιγμένα με τον αέρα ή εμψυσούνται ή εγχύνονται στον αέρα που υπάρχει στον κύλινδρο. Με την καύση των καυσίμων μέσα στον κύλινδρο της μηχανής δημιουργούνται τα καυσαέρια, που έχουν υψηλή θερμοκρασία, πίεση και δρουν πάνω στο έμβολο. Αποτέλεσμα της ασκήσεως πίεσεως πάνω στο έμβολο, είναι η οπισθοχώρηση του και με τον τρόπο αυτό η παραγωγή μηχανικού έργου.

Σε άλλη φάση λειτουργίας της μηχανής επιβάλλεται η έξοδος των καυσαερίων, που

είναι ακόμα σχετικά θερμά, κι έτσι αποβάλλεται ποσό θερμότητας, για να 5 επακολουθήσει νέα εισαγωγή μίγματος, (ή αέρα και καυσίμου), καύση κ.τ.λ. Η ενέργεια που απελευθερώνεται κατά την καύση των παραπάνω υγρών ή αερίων είναι, κατά περίπτωση καυσίμου, διαφορετική και ανάλογη του χρησιμοποιούμενου καυσίμου και μετριέται σε μονάδες θερμότητας (Kcal,Χιλιοθερμίδες).

Το σύνολο των μονάδων που απελευθερώνεται κατά την καύση ενός (1) χιλιόγραμμου καυσίμου ονομάζεται θερμότητα καύσεως ή σε άλλη διατύπωση, θερμογόνος δύναμη του καυσίμου. Η θερμότητα καύσεως μετριέται σε Kcal/m³, αν έχουμε αέριο καύσιμο, (τα παραπάνω ισχύουν μόνο για την θεωρητική λειτουργία των κινητήρων) στην πράξη ένα μόνο μέρος εκμεταλλεύεται ο κινητήρας ΟΤΤΟ για την παραγωγή του έργου. Αυτό είναι περίπου το 25%, το υπόλοιπο απορροφάται από τα μέταλλα το σύστημα ψύξης του κινητήρα, την ακτινοβολία του κινητήρα, ή απάγεται από τα αέρια της καύσης. Όταν η παραπάνω διαδικασία ολοκληρώνεται σε τέσσερις φάσεις (χρόνους) ο κινητήρας ονομάζεται τετράχρονος.

4.4.2 Γενικά για το CH₄ Μεθάνιο

Το βιομεθάνιο είναι είτε αναβαθμισμένο βιοαέριο από αναερόβια χώνευση είτε καθαρισμένο αέριο σύνθεσης (syngas) παραγόμενο από την αεριοποίηση της βιομάζας, 100% ανανεώσιμο καύσιμο. Επίσης συμπεριλαμβάνεται το μεθάνιο από τη διαδικασία παραγωγής αερίου από ηλεκτρική ενέργεια, εφόσον η εφαρμοζόμενη ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και το υδρογόνο μετατρέπεται βιολογικά σε μεθάνιο με το διοξείδιο του άνθρακα στο χωνευτήρα. Για να καταστεί δυνατή η έγχυση του βιοαερίου στο δίκτυο του φυσικού αερίου ή η χρησιμοποίησή του ως καυσίμου οχημάτων, θα πρέπει να αναβαθμιστεί, το οποίο σημαίνει ότι το διοξείδιο του άνθρακα απομακρύνεται, ενώ το ποσοστό του μεθανίου αυξάνεται συνήθως πάνω από το 96% ούτως ώστε να πληροί τις προδιαγραφές ποιότητας του φυσικού αερίου. Δεδομένου ότι η ενεργειακή σύνθεση του βιομεθανίου είναι κοντά στο φυσικό αέριο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί παρομοίως:

- 1) Έγχυση στο δίκτυο του φυσικού αερίου και χρησιμοποίηση σαν υποκαταστατό του σε οποιαδήποτε αναλογία.
- 2) Καύσιμο για τα οχήματα.

Δεδομένου ότι η παραγωγή βιομεθανίου από την αναερόβια χώνευση μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα μεγάλο εύρος από πρώτες ύλες, τα περιβαλλοντικά του διαπιστευτήρια ποικίλλουν, αλλά είναι σημαντικά χαμηλότερα από τα ορυκτά καύσιμα. Επίσης η μείωση των εκπομπών από τη χρήση του υπολείμματος ως λίπασμα, το παραπροϊόν του βιοαερίου, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη μέτρηση της βιωσιμότητας του βιομεθανίου – Με τη χρήση του χωνεμένου υπολείμματος σαν οργανικό λίπασμα για χρήση σε καλλιέργειες και ως εδαφοβελτιωτικό, τα κόστη και οι εκπομπές από τα τεχνητά λιπάσματα της χημικής βιομηχανίας μπορούν να μειωθούν. Το βιομεθάνιο παράγεται σε 15 Ευρωπαϊκές χώρες και εγχέεται στο δίκτυο του φυσικού αερίου στις περισσότερες από αυτές. Στο σύνολο βρίσκονται πάνω από 200 μονάδες αναβάθμισης στην Ευρώπη. Το παραγόμενο βιομεθάνιο ως επί το πλείστον τροφοδοτείται στο δίκτυο του φυσικού αερίου και χρησιμοποιείται για τη παραγωγή θέρμανσης και ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ η εφαρμογή του ως καύσιμο για τα οχήματα γίνεται ολοένα και πιο δημοφιλής: στη Σουηδία το βιομεθάνιο σαν καύσιμο έχει ήδη ξεπεράσει το CNG (συμπιεσμένο φυσικό αέριο) με μερίδιο αγοράς 57%, ενώ στη Γερμανία το ποσοστό υπερδιπλασιάστηκε μέσα σε ένα χρόνο (2012), από 6% σε 15%.

| Τύπος καυσίμου | MJ/L* | MJ/kg | Οκτάνια |
|-----------------------|-------|--------------------|---------|
| Βενζίνη | 32 | 44,4 | 91 |
| CH ₄ + 60% | | | |
| προπάνιο + 40% | | | |
| βουτάνιο | | 46 | 108 |
| Αιθανόλη | 23,5 | 31,1 | 129 |
| Μεθανόλη | 17,9 | 19,9 | 123 |
| Diesel(**) | 38,6 | 45,4 | 25 |
| *Μεγατζάου/λίτρο | | **Αριθμός κετανίων | |

4.4.3 Μετατροπή αυτοκινήτου από βενζίνη σε βιοκαύσιμο

Η μετατροπή ενός αυτοκινήτου για να λειτουργεί με βιοκαύσιμο είναι μια αρκετά απλή διαδικασία και όχι ιδιαίτερα δαπανηρή. Τα κιτ μετατροπής που διατίθενται στην αγορά είναι αρκετά εξελιγμένα και εκμεταλλεύονται την τελευταία τεχνολογία ελέγχου εκπομπής καυσαερίων που χρησιμοποιείται στα σύγχρονα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα. Όλα τα κιτ περιλαμβάνουν μια φιάλη αποθήκευσης που συνήθως τοποθετείται στο χώρο αποσκευών.

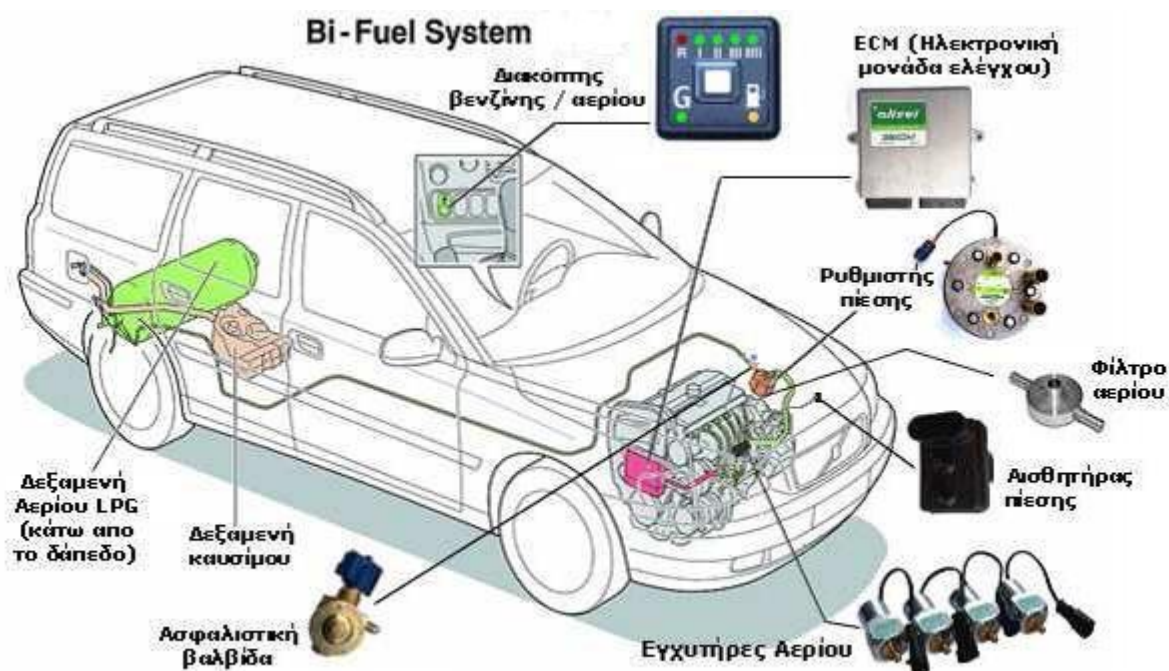
Η τελευταία τεχνική είναι η χρήση μιας δακτυλιοειδούς δεξαμενής στο χώρο της ρεζέρβας. Στην εικόνα 47 φαίνεται η μετατροπή στο χώρο των αποσκευών.



Εικόνα 47:μετατροπή στον χώρο των αποσκευών.(www.ecotec.gr)

Το βιοκαύσιμο διοχετεύεται μέσω ενός σωλήνα, σε υγρή κατάσταση, στο χώρο του κινητήρα. Στη συνέχεια, μετατρέπεται σε αέριο από μια μονάδα μετατροπής και διοχετεύεται ελεγχόμενα από το σύστημα διανομής εισόδου. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω μιας μονάδας μίξης αερίου αμέσως πριν από τη βαλβίδα ρύθμισης της ροής του καυσίμου ή με μονάδες ψεκασμού που προσαρμόζονται κατευθείαν στο σύστημα διανομής. Όταν χρησιμοποιείται το βιοκαύσιμο, οι μονάδες ψεκασμού της βενζίνης δεν λειτουργούν. Στον πίνακα του αυτοκινήτου υπάρχει πάντοτε ένας διακόπτης που επιτρέπει τη χρήση οποιουδήποτε από τους δύο τύπους καυσίμου. Όλα τα αυτοκίνητα

που διατίθενται αυτή τη στιγμή έχουν δυνατότητα χρήσης και βενζίνης και υγραερίου, με ένα διακόπτη για την επιλογή του καυσίμου που θέλετε να χρησιμοποιήσετε κάθε φορά. Η αλλαγή του καυσίμου μπορεί να γίνει και κατά την οδήγηση, σχεδόν χωρίς να γίνεται αντιληπτή. Τα πιο σύγχρονα συστήματα διοχετεύουν το αέριο σε υγρή κατάσταση στο σύστημα διανομής, με τον ίδιο τρόπο που αυτό γίνεται στα συστήματα με βενζίνη.(στην εικόνα 48 θα δούμε αναλυτικά ένα σχέδιο αυτοκινήτου με μετατροπή για καύση βιοκαυσίμου)



Εικόνα 48: Σχεδιάγραμμα εγκατάστασης βιοαερίου (CH₄) σε αυτοκίνητο Volvo S60. Το σχήμα, το μέγεθος και η θέση της ειδικής δεξαμενής (εδώ πρόκειται για μπουκάλι – σημειώνεται με πράσινο χρώμα) εξαρτάται από τις ιδιαιτερότητες του μοντέλου. (www.ecotec.gr)

Ο ανεφοδιασμός με βιοκαύσιμο δεν διαρκεί παραπάνω από τον ανεφοδιασμό με βενζίνη. Η πίεση στην αντλία, κατά τη διάρκειά του, αγγίζει τα 10 bar, ενώ μέσα στο ρεζερβουάρ του αυτοκινήτου η πίεση είναι 5 bar, ώστε το υγραέριο να παραμένει σε υγρή μορφή. Αν ανατρέξετε στη σχετική βιβλιογραφία δεν θα δυσκολευτείτε να ανακαλύψετε ότι τα αυτοκίνητα που λειτουργούν με βιοκαύσιμο εκπέμπουν κατά 10-20% λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Χαμηλότερες είναι επίσης και οι εκπομπές των υπολοίπων ρύπων, ιδιαίτερα των αρωματικών υδρογονανθράκων (μείωση έως 30%), των οξειδίων του αζώτου (NO_x) κατά 40%, ενώ το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) μειώνεται έως και κατά 50%. Τα ποσοστά που δίνουν οι διάφορες μελέτες ποικίλουν, αλλά δεν υπάρχει καμία αμφιβολία ότι το υγραέριο σε σύγκριση με τη βενζίνη είναι αισθητά πιο «καθαρό». Επίσης, σε σύγκριση με τους κινητήρες diesel, ακόμα και τους πιο σύγχρονους, οι κινητήρες που καίνε υγραέριο έχουν το μεγάλο πλεονέκτημα ότι εκπέμπουν λιγότερα σωματίδια άνθρακα.

Ο οδηγός μπορεί ανά πάσα στιγμή να επιλέξει αν θέλει να κινηθεί με βενζίνη ή υγραέριο, με το πάτημα ενός κουμπιού στο ταμπλό. Στην εικόνα 49 βλέπουμε μερικά εξαρτήματα για την σωστή λειτουργία του αυτοκινήτου.



Εικόνα 49:Μερικά εξαρτήματα για την σωστή λειτουργία του αυτοκινήτου.
(www.ecotec.gr)

Σε περίπτωση, όμως που ένα από τα δύο καύσιμα τελειώσει, το πέρασμα από το ένα καύσιμο στο άλλο γίνεται αυτόματα. Η δυνατότητα λειτουργίας είτε με ένα καύσιμο είτε με το άλλο, προσφέρει, εκτός των άλλων και αυξημένη αυτονομία, αφού ένα μέσο αυτοκίνητο μπορεί να κινηθεί με βενζίνη για τουλάχιστον 400 χιλιόμετρα και στη συνέχεια για άλλα 250 χλμ. καίγοντας υγραέριο. Κατά τη λειτουργία με υγραέριο μπορεί να υπάρχει μία πολύ μικρή μείωση της απόδοσης (μειώνεται η μέγιστη ισχύς) αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις αυτή ποσοστιαία είναι πολύ μικρή και δεν γίνεται καν αντιληπτή. Σημειώστε ότι η κατανάλωση (σε λίτρα ανά 100 χιλιόμετρα) κατά τη λειτουργία με υγραέριο είναι μεγαλύτερη, καθώς η περιεκτικότητά του σε ενέργεια (ανά μονάδα όγκου) είναι μικρότερη από της βενζίνης. Συμπληρωματικό όφελος για τον κάτοχο ενός αυτοκινήτου που καίει υγραέριο είναι το ότι η καύση του CH_4 δεν αφήνει κατάλοιπα στους κυλίνδρους του κινητήρα, γεγονός που επιδρά θετικά στη διάρκεια ζωής του (το λάδι λίπανσης της μηχανής μένει σχεδόν ανέπαφο από αλλαγή-σε αλλαγή, διατηρώντας σε μεγάλο βαθμό τις αρχικές του λιπαντικές ιδιότητες).

Κεφάλαιο 5

Βιοκαύσιμα και περιβάλλον

5.1 Εισαγωγή

Στην ατμόσφαιρα το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) συνεχώς εκπέμπεται και απορροφάται (εκπέμπεται από τις καύσεις - απορροφάται κατά τη φωτοσύνθεση). Μέχρι πριν από περίπου έναν αιώνα, που δεν υπήρχε ο ηλεκτρισμός και ο όγκος των πετρελαιοκίνητων και βενζινοκίνητων μεταφορικών μέσων ήταν αισθητά μικρότερος, το σύνολο των εκπομπών του CO₂ ήταν κατά προσέγγιση ίσο με αυτό που είχε απορροφηθεί. Με άλλα λόγια η ποσότητα του CO₂ στην ατμόσφαιρα παρέμενε σταθερή.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες σήμερα, όχι μόνο εκπέμπουν υψηλές συγκεντρώσεις CO₂ στην ατμόσφαιρα, αλλά βλάπτουν και την ικανότητα της γης να το απορροφά διαταράσσοντας τον φυσικό κύκλο ροής ενέργειας και ύλης. Έτσι, οι ανθρώπινες δραστηριότητες διαταράσσουν τον λεγόμενο κύκλο του άνθρακα με δύο τρόπους.

Από τη μία πλευρά, η αλόγιστη χρήση ορυκτών καυσίμων τα τελευταία χρόνια, έχει αυξήσει δραματικά τις εκπομπές CO₂ στην ατμόσφαιρα. Τα στοιχεία που ακολουθούν προέρχονται από την έκθεση της Διακυβερνητικής Ομάδας Ειδικών για την εξέλιξη του κλίματος (I.P.C.C.) που ολοκληρώθηκε τον Μάρτιο του 2007. Σύμφωνα με την έκθεση αυτή, το CO₂, το μεθάνιο και το οξείδιο του αζώτου, αέρια που συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή, έχουν αυξηθεί σημαντικά από το 1750, ως αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας.

Το σύνολο του CO₂ που εκπέμπεται κάθε χρόνο είναι περίπου 6 με 7 δισεκατομμύρια τόνοι. Από την ποσότητα αυτή, η φύση έχει την ικανότητα να απορροφά λιγότερο από τη μισή.

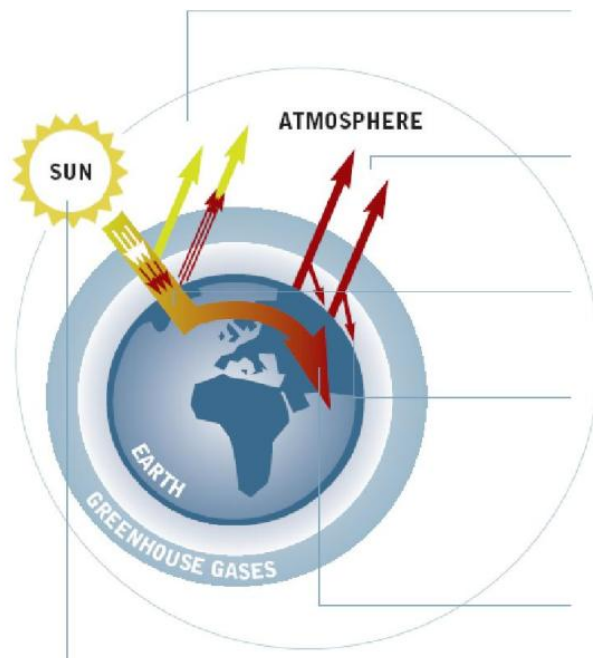
Η συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα έχει αυξηθεί από τις αρχές του αιώνα κατά 27,5%. Το ποσοστό CO₂ στην ατμόσφαιρα το 2005 (379 ppm) υπερβαίνει κατά πολύ τα φυσικά όρια των τελευταίων 650.000 ετών (180 -300 ppm).

Η κυριότερη πηγή αύξησης του διοξειδίου του άνθρακα είναι η χρήση ορυκτών καυσίμων. Το ποσοστό του μεθανίου στην ατμόσφαιρα το 2005 (1774 ppb) υπερβαίνει κατά πολύ το φυσικό όριο των τελευταίων 650.000 ετών (320 - 790 ppb). Η κυριότερη πηγή αύξησης του μεθανίου είναι πιθανότατα ο συνδυασμός των ανθρώπινων γεωργικών δραστηριοτήτων με τη χρήση ορυκτών καυσίμων. Η συγκέντρωση του οξειδίου του αζώτου αυξήθηκε από την τιμή των 270 ppb κατά την προ της βιομηχανικής εποχής στην τιμή των 319 ppb του 2005. Ποσοστό μεγαλύτερο του ενός τρίτου της αύξησης οφείλεται στην ανθρώπινη δραστηριότητα και κυρίως στη γεωργία.

Το δεύτερο μέρος της επέμβασης του ανθρώπου στον κύκλο του άνθρακα, έχει να κάνει με την καταστροφή των δασών και του φυτοπλαγκτόν των ωκεανών το οποίο αποτελεί τον κύριο παράγοντα δέσμευσης CO₂ του πλανήτη, καθώς πρόκειται για φυτικούς οργανισμούς που χρησιμοποιούν διοξείδιο το άνθρακα για τη φωτοσύνθεσή τους. Χαρακτηριστικά, μεγάλες περιοχές δασών, και ιδιαίτερα στη Νότια Αμερική και στη Νοτιοανατολική Ασία, αποψιλώθηκαν ή κάηκαν απελευθερώνοντας ακόμα περισσότερα CO₂ στην ατμόσφαιρα κατά τη διαδικασία

αυτή. Μόνο στο τροπικό υγρό δάσος της Αμαζονίας η έκταση που αποψιλώθηκε το 2004 ξεπέρασε τα 24.000 τ.χλμ. δάσους (περίπου η μισή έκταση της Ελβετίας). Περίπου 140.000 τ.χλμ. δάσους αποψιλώνονται κάθε χρόνο (έκταση μεγαλύτερη από αυτήν της Ελλάδας). Κατά συνέπεια, οι εκπομπές CO₂ έχουν αυξηθεί δραματικά, ενώ οι απορροφητές (χλωρίδα) έχουν μειωθεί. (βλέπε στην εικόνα 50 το φαινόμενο του θερμοκηπίου).

Πως όμως συνδέεται η αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα με την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη; Σε φυσιολογικές συνθήκες, ένα ποσοστό της υπέρυθρης ακτινοβολίας που φτάνει στη γη δεσμεύεται από τους υδατμούς και το διοξείδιο του άνθρακα και επανεκπέμπεται στη γη. Το αποτέλεσμα αυτού του φαινομένου είναι η γη να διατηρείται θερμή και να παρουσιάζεται το φαινόμενο της ζωής. Η αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ στην ατμόσφαιρα, συνεπάγεται δέσμευση μεγαλύτερου ποσοστού της υπεριώδους ακτινοβολίας και κατά συνέπεια μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας της Γης. Πρόκειται για το γνωστό φαινόμενο του θερμοκηπίου.



Εικόνα 50: Φαινόμενο θερμοκηπίου (www.sres.gr)

5.1.2 Ανάλυση κύκλου ζωής άνθρακα των βιοκαυσίμων

Η βιομάζα παίζει ένα σημαντικό ρόλο στην ανάλυση του κύκλου ζωής του άνθρακα στην βιόσφαιρα. Ο άνθρακας ανακυκλώνεται βιολογικά όταν τα φυτά, όπως π.χ. η σόγια, μετατρέπουν το ατμοσφαιρικό CO₂ σε διάφορα συστατικά με βάση τον άνθρακα, μέσω της βιοσύνθεσης. Ο άνθρακας αυτός τελικά επιστρέφει στην ατμόσφαιρα, καθώς οι οργανισμοί καταναλώνουν τα οργανικά συστατικά (του άνθρακα) και στην συνέχεια τον εκπέμπουν με την διαπνοή. Τα βιοκαύσιμα μειώνουν τις καθαρές εκπομπές ατμοσφαιρικού άνθρακα με δύο τρόπους:

α) συμμετέχουν στο σχετικά γρήγορο ρυθμό βιολογικής ανακύκλωσης του άνθρακα προς την ατμόσφαιρα (που εκπέμπεται από τις μηχανές) και από την

ατμόσφαιρα (μέσω της φωτοσύνθεσης)

β) υποκαθιστούν τα ορυκτά καύσιμα. Οι εκπομπές άνθρακα από τα ορυκτά καύσιμα χρειάζονται εκατομμύρια χρόνια για να απομακρυνθούν από την ατμόσφαιρα. Αντίθετα η καύση των βιοκαυσίμων συμμετέχει σε μία διαδικασία όπου επιτρέπει την σχετικά ταχύτερη ανακύκλωση του CO₂. Έτσι, ένας από τους βασικούς σκοπούς των βιοκαυσίμων είναι η αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων ώστε να υπάρχει μείωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα.

5.1.3 Βιοντίζελ και περιβάλλον

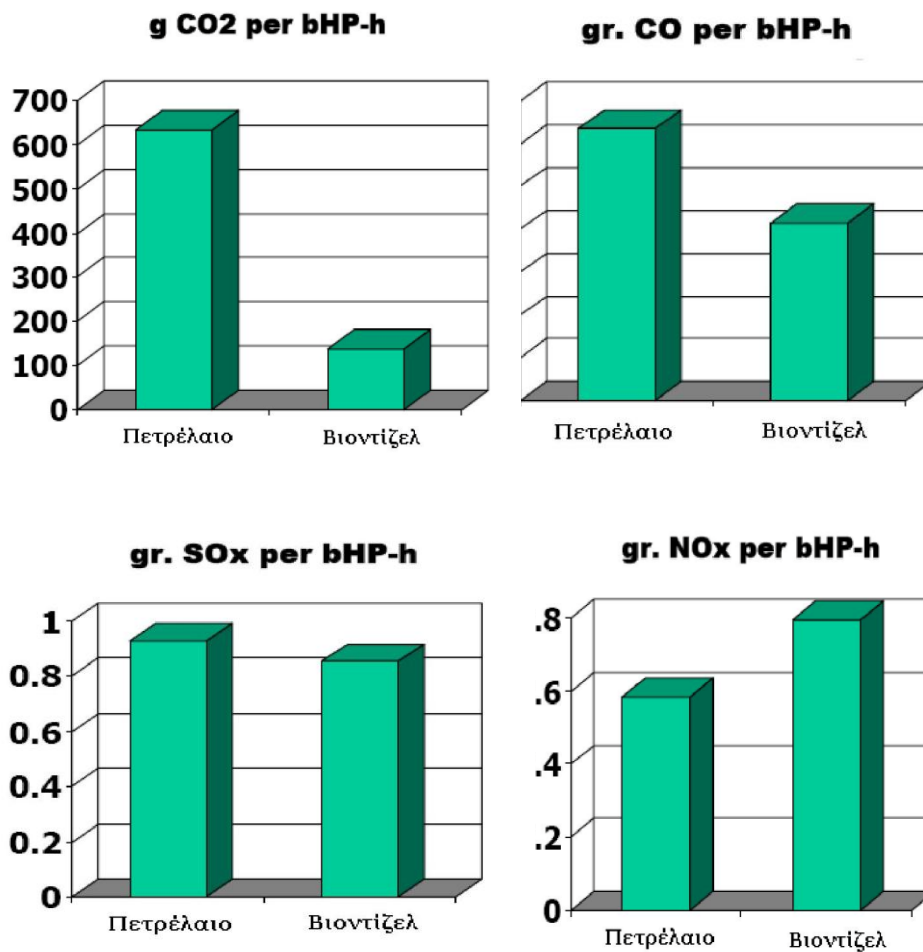
Κύρια περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των βιοελαίων είναι ότι :θεωρητικά μπορεί να είναι ουδέτερα σε CO₂,κατά την καύση τους εκπέμπονται μικρότερες ποσότητες ρύπων, είναι βιοαποικοδομήσιμα, πρακτικά δεν παράγουν οξείδια του θείου και αρωματικές (καρκινογόνες) ενώσεις,γενικότερα τα βιοέλαια συμβάλλουν στην αειφορία.Εστιάζοντας στις καθαρές εκπομπές CO₂ από τη χρήση του βιοντίζελ 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, τη μέθοδο παραγωγής και το είδος του παραγόμενου βιοντίζελ.

Γενικά, βάσει των υπάρχουσών μελετών θα μπορούσε να λεχθεί ότι η χρήση B100 (100% βιοντίζελ) μπορεί να μειώσει τις καθαρές εκπομπές του CO₂ κατά 78,5% , του CO κατά 34% και των SO_x κατά 8%, σε σχέση με το ντίζελ που προέρχεται από το αργό πετρέλαιο. Κατ' αντιστοιχία η χρήση B20 (20% βιοντίζελ) οδηγεί σε μείωση κατά 15,6% του μονοξειδίου του άνθρακα, 7% CO και 1,6% των SO_x .(Πηγή: N.R.E.L-National Renewable Energy Laboratory)Στον παρακάτω πίνακα 11 φαίνονται συγκεντρωτικά τα περιβαλλοντικά οφέλη, όσον αφορά τις εκπομπές αερίων, από τη χρήση βιοντίζελ.

Πίνακας 10 Σύγκριση των εκπομπών του πετρελαίου και βιοντίζελ (%)(Λυχναρας Β. 2006)

| Εκπομπές | B20 | B100 |
|------------------|---------|----------|
| C O ₂ | - 15,6% | -78,5 |
| CO | -7% | -34% |
| HC | - 1,4% | -7,3% |
| SO _x | -1,6% | -8% |
| NO _x | +2,5% | + 13,35% |

Επιπλέον, η χρησιμοποίηση του βιοντίζελ σε μια συμβατική πετρελαιοκίνητη μηχανή μειώνει ουσιαστικά τις εκπομπές των άκαυτων υδρογονανθράκων, των αρωματικών υδρογονανθράκων, των νιτρωμένων αρωματικών υδρογονανθράκων. Αντίθετα, με τη χρήση βιοντίζελ, οι εκπομπές των οξειδίων αζώτου (NO_x)(στον πίνακα 12 και στη εικόνα 51 θα δούμε διαφορές με την χρήση βιοντίζελ σε ρύπους) αυξάνονται κατά 13,35% στην περίπτωση του B100.



Εικόνα 51: Διαφορές σε ρύπους ανάμεσα σε ντίζελ και βιοντίζελ. Στον άξονα y έχουμε γραμμάρια και στον x ίππους την ώρα. (www.agrotia.gr)

Τα ποσοστά των αλλαγών στον κύκλο ζωής των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου από την αντικατάσταση του ντίζελ από βιοντίζελ φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Αξίζει να σημειώσουμε ότι μία έρευνα από τον Delucchi (2003) δείχνει αύξηση στον κύκλο ζωής των εκπομπών, όταν η πρώτη ύλη είναι σόγια. Οι άλλες μελέτες στο βιοντίζελ σόγιας παρουσιάζουν μείωση των εκπομπών.

Πίνακας 11 Αλλαγή στον κύκλο ζωής των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου ανά χλμ, από τη χρήση βιοντίζελ αντί πετρελαίου (www.agroenergy.com)

| Πρώτες ύλες | Τοποθεσία | Αλλαγή | Πηγή |
|-------------------|-------------|--------|---------------------------|
| Rapeseed | Germany | -21% | Armstrong and others 2002 |
| Rapeseed* | Netherlands | -38% | Novem 2003 |
| Soybeans* | Netherlands | -53% | Novem 2003 |
| Soybeans* | USA | -78% | Sheehan and Others 1998 |
| Soybeans, 2015 | USA | 173% | Delucchi 2003 |
| Tallow | Australia | 55% | Beer and others 2001 |
| Waste cooking oil | Australia | -92% | Beer and others 2001 |
| Canola | Australia | -54% | Beer and others 2001 |
| Soybean | Australia | -65% | Beer and others 2001 |

Εκτός από τη μείωση της μη σημειακής ρύπανσης που οφείλεται στις εκπομπές αερίων ρύπων, το βιοντίζελ δεν προκαλεί σημαντική σημειακή ρύπανση, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση ατυχημάτων ή διαρροών πετρελαιοειδών. Συγκεκριμένα, τα βιοέλαια βιοαποδομούνται κατά 80% σε 28 ημέρες. Αν για παράδειγμα γίνει κάποιο ναυτικό ατύχημα σε τάνκερ που μεταφέρει βιοέλαιο, το διαρρέον έλαιο στη θάλασσα κάλλιστα θα μπορούσε να αποτελέσει τροφή των ψαριών και όχι τοξικό παράγοντα όπως το πετρέλαιο.

Ένα δεύτερο κρίσιμο θέμα από περιβαλλοντικής άποψης είναι το ενεργειακό ισοζύγιο της αλυσίδας παραγωγής βιοντίζελ, δηλαδή την ποσότητα ενέργειας (εισροές) που δαπανάται κατά την παραγωγική διαδικασία και προέρχεται από ορυκτά καύσιμα σε σχέση με την τελική ενέργεια που παρέχει το βιοντίζελ (εκροές). Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (I.E.A), με τη σημερινή πρακτική καταναλώνεται 1 μονάδα ορυκτού καυσίμου για να παραχθούν 3,3 μονάδες βιοντίζελ, δηλαδή 1 λίτρο ντίζελ για παραγωγή βιοντίζελ που ισοδυναμεί με 3,3 λίτρα ντίζελ. Στην περίπτωση της παραγωγής βιοντίζελ από ελαιοκράμβη, το ενεργειακό

ισοζύγιο της παραγωγικής αλυσίδας είναι περίπου 2 εάν ληφθεί υπόψη μόνο το παραγόμενο βιοντίζελ.

5.1.4 Βιοαιθανόλη και περιβάλλον

Κύρια πλεονεκτήματα της βιοαιθανόλης σε σχέση με τη βενζίνη είναι ότι θεωρητικά μπορεί να είναι ουδέτερα σε CO₂, κατά την καύση τους εκπέμπονται μικρότερες ποσότητες ρύπων, είναι βιοαποδομήσιμη, πρακτικά δεν παράγουν οξειδία του θείου, συμβάλλει στην αειφορία, δεν περιέχει επικίνδυνους αρωματικούς υδρογονάνθρακες, όπως για παράδειγμα βενζένιο το οποίο είναι καρκινογόνο, πλεονεκτεί και στις εκπομπές μονοξειδίου και διοξειδίου του άνθρακα. Η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 50-60% προκύπτει εάν η βιοαιθανόλη παράγεται από ζαχαρότευτλα και σιτάρι. Εάν χρησιμοποιούνται κυτταρινούχα υλικά η καθαρή μείωση μπορεί να είναι μεγαλύτερη – ίσως και μέχρι 75-80%. Αυτό συμβαίνει γιατί απαιτείται λιγότερη ενέργεια για την καλλιέργεια τέτοιων φυτών καθώς επίσης και από το γεγονός ότι κατά την φάση της παραγωγής χρησιμοποιούνται διεργασίες ενεργειακά πιο αποδοτικές, που επιτρέπουν και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. 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 αερίων 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 βιοαιθανόλης 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 Η.Π.Α., δηλαδή την παραγωγή βιοαιθανόλης 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 βιοαιθανόλης 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). Αλλαγές στις εκπομπές των αερίων θερμοκηπίου ανά χιλιόμετρο οχήματος, ως αποτέλεσμα της αντικατάστασης της βενζίνης από βιοαιθανόλη φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, όπου τα στοιχεία έχουν ληφθεί από πρόσφατες έρευνες (στον πίνακα 13 θα δούμε τις αλλαγές στους ρύπους με την χρήση βιοκαυσίμου). Η βιοαιθανόλη από το καλαμπόκι είναι η λιγότερο ικανοποιητική όσον αφορά τη μείωση των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου, ενώ κάποιες έρευνες τη δείχνουν να παρουσιάζει αύξηση στις εκπομπές. Το μεγαλύτερο κέρδος στη μείωση των εκπομπών επιτυγχάνεται από το ζαχαροκάλαμο της Βραζιλίας ή πρώτες ύλες όπως κυτταρινικά απόβλητα.

Πίνακας12: Αλλαγή στον κύκλο ζωής των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου ανά χλμ, από τη χρήση βιοαιθανόλης αντί βενζίνης (www.agroenergy.com)

| Πρώτες ύλες | Τοποθεσία | Αλλαγή | Πηγή |
|-----------------------------|------------------|--------------|---------------------------|
| Σιτάρι | Ηνωμένο Βασίλειο | -47% | Armstrong and others 2002 |
| Ζαχαρότευτλα | Βόρεια Γαλλία | -35% -56% | Armstrong and others 2002 |
| Καλαμπόκι, E90 | Η.Π.Α.,2015 | 10% | Delucchi 2003 |
| Καλαμπόκι , E10 | Η.Π.Α. | -1% | Wang and others 1999 |
| Καλαμπόκι, E85 | Η.Π.Α. | -14% -19% | Wang and Others 1999 |
| Μελάσα, E85 | Αυστραλία | -51% -24% | Beer and Others 2001 |
| Υπολλείματα Ξυλείας, E85 | Αυστραλία | -81% | Beer and others 2001 |
| Μελάσα, E10 | Αυστραλία | 1% 3% | Beer and others 2001 |
| Σάκχαρο, ένυδρο βιοαιθανόλη | Βραζιλία | -87% -95% | Macedo and thers 2004 |
| Σάκχαρο, άνυδρο βιοαιθανόλη | Βραζιλία | -91% -96% | Macedo and others 2004 |

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). Και στο ενεργειακό ισοζύγιο, το αμερικάνικο μοντέλο έχει τις χειρότερες επιδόσεις, αφού καταναλώνεται 1 μονάδα ορυκτού καυσίμου για να παραχθούν μόνο 1,3 μονάδες βιοαιθανόλης, δηλαδή 1 λίτρο βενζίνης για παραγωγή βιοαιθανόλης που ισοδυναμεί με 1,3 λίτρα βενζίνης.

Ο Macedo και άλλοι (2004) μελέτησαν την κατανάλωση ενέργειας και τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου για τη βιοαιθανόλη από το ζαχαροκάλαμο. Δυο σενάρια μελετήθηκαν, το πρώτο έλαβε τη μέση κατανάλωση της ενέργειας και τα υλικά στη βιομηχανία βιοαιθανόλης και το δεύτερο θεώρησε τη βέλτιστη πρακτική στον τομέα που συντελεί στις χαμηλότερες εκπομπές. Θεώρησαν ως δεδομένο ότι μία απευθείας σύγκριση ανάμεσα στις μηχανές βιοαιθανόλης, gasohol (βενζίνη με 10% βιοαιθανόλη) και βενζίνης δεν είναι εφικτή, και για αυτό υπέθεσαν ότι δεν

υπάρχει αλλαγή στην οικονομία των καυσίμων όταν αναμιγνύεται άνυδρη βιοαιθανόλη σε βενζίνη (E25 στη Βραζιλία) με τη λογική ότι η ισοδυναμία 1:1 είναι αποδεκτή. Για την άνυδρη βιοαιθανόλη, η μελέτη υπέθεσε ότι 1 λίτρο άνυδρης βιοαιθανόλης είναι ισοδύναμο με 0,7 λίτρα βενζίνης. Τα καθαρά αποθέματα εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κυμαίνονταν από 87% ως 96%, ανάλογα με το σενάριο και τον τύπο της βιοαιθανόλης. Η πιο πολυδιαφημισμένη συζήτηση πάνω στην ανάλυση του κύκλου ζωής των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου έλαβε χώρα στις Η.Π.Α. σχετικά με την ενέργεια που απαιτείται για την ανάπτυξη, συγκομιδή, μεταφορά και απόσταξη στη διαδικασία παραγωγής βιοαιθανόλης από καλαμπόκι. Ουσιαστική σημασία στην ισορροπία της καθαρής ενέργειας έχουν οι υποθέσεις σχετικά με το πώς αποδίδει η κατανάλωση ενέργειας ανάμεσα στη βιοαιθανόλη και τα παραπροϊόντα της καθώς και η χρήση λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων και ζιζανιοκτόνων. Μία μελέτη του 2002 που διενεργήθηκε από τη U.S. Department of Agriculture (U.S.D.A) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η βιοαιθανόλη από καλαμπόκι παράγει 34% παραπάνω ενέργεια από αυτή που χρειάζεται για να παραχθεί (Sharougi και άλλοι 2002). Σε μία άλλη μελέτη της U.S.D.A και πάλι, όπου χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από το 2001, αυτό το ποσοστό ανήλθε στο 67% (Sharougi και άλλοι 2004).

Σε αντίθεση με τις παραπάνω μελέτες, σύμφωνα με τον Pimentel για να παραχθούν 10,6 δισεκατομμύρια λίτρα βιοαιθανόλης, οι Η.Π.Α. χρησιμοποιούν περίπου 3,3 εκατομμύρια εκτάρια εδάφους, τα οποία απαιτούν κατόπιν ογκώδεις ενεργειακές εισαγωγές για λίπανση, αντιμετώπισης ζιζανίων και συγκομιδής του καλαμποκιού (Pimentel 2003).

Οι Pimentel και Patzek (2005), χρησιμοποιώντας στοιχεία και από τις 50 πολιτείες και συμψηφίζοντας όλες τις ενεργειακές εισαγωγές (συμπεριλαμβανομένης της κατασκευής και επισκευής αγροτικών μηχανημάτων και του εξοπλισμού ζύμωσης-απόσταξης) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η παραγωγή βιοαιθανόλης 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 βιοαιθανόλης από καλαμπόκι απαιτεί 1,29 γαλόνια ορυκτών καυσίμων ανά γαλόνι βιοαιθανόλης που θα παράγεται, και η παραγωγή ενός γαλονιού ντίζελ από σόγια απαιτεί 1,27 γαλόνια από ορυκτά καύσιμα.

Επιπλέον, λόγω της σχετικά χαμηλής ενεργειακής πυκνότητας της βιοαιθανόλης, περίπου τρία γαλόνια της βιοαιθανόλης απαιτούνται για να αντικαταστήσουν δύο γαλόνια βενζίνης και κατέληξαν ότι κάθε λίτρο βιοαιθανόλης απαιτεί 29% παραπάνω ενέργεια από ορυκτά καύσιμα, σε σύγκριση με αυτή που παράγουν. Το Agronne National Laboratory υπολόγισε ότι η βιοαιθανόλη που παράγεται από καλαμπόκι μείωσε την κατανάλωση ενέργειας ορυκτών καυσίμων κατά 26% και η βιοαιθανόλη που παράγεται από куτταρινική βιομάζα κατά 90%.

Οι διαφορές αυτές στο κέρδος ή στην απώλεια της καθαρής ενέργειας που υπολογίζεται από τους διάφορους μελετητές, αποδίδονται στις διαφορετικές υποθέσεις που γίνονται σχετικά με τη χρήση ενέργειας για την καλλιέργεια του καλαμποκιού, την παραγωγή νιτρικών λιπασμάτων και την παραγωγή βιοαιθανόλης (Wang 2005).

Αντιθέτως, στο βραζιλιάνικο μοντέλο καταναλώνεται 1 μονάδα ορυκτού καυσίμου για να παραχθούν 8 μονάδες βιοαιθανόλης 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 куτταρινική αιθανόλη το ενεργειακό ισοζύγιο κυμαίνεται από 2 ως 36 ανάλογα με τη μέθοδο παραγωγής.

Αξίζει να γίνει αναφορά και για το ενεργειακό ισοζύγιο της παραγωγής βιοαιθανόλης από γλυκό σόργο. Η τυπική ενεργειακή αποδοτικότητα (ενεργειακές εκροές/ενεργειακές εισροές) είναι περίπου 7, ενώ για την περίπτωση που γίνεται

παραγωγή βιοαιθανόλης από τα σάκχαρα και συμπαραγωγή στερεών καυσίμων (πελλέτες) από τα υποπροϊόντα της καλλιέργειας (υπολείμματα) τότε η αποδοτικότητα είναι 15.

5.1.5 Άλλα περιβαλλοντικά θέματα

Για την παραγωγή βιοκαυσίμων υπάρχουν και κάποιες παράπλευρες περιβαλλοντικές επιπτώσεις που δε σχετίζονται με την ατμοσφαιρική ρύπανση, αλλά με άλλα όπως με τη μόλυνση του εδάφους και του νερού.

Υπάρχει μεγάλος προβληματισμός για το τι θα συμβεί στην κατανάλωση ενέργειας όταν το καλαμπόκι, η ζάχαρη και η παραγωγή των άλλων καρπών αυξηθεί για να καλύψει την εκτενή χρήση των βιοκαυσίμων. Μελέτη του ιδρύματος Worldwatch που δημοσιεύτηκε τον Ιούνιο του 2006 δείχνει ότι, για την παραγωγή των πιο ευρέως διαθέσιμων βιοκαυσίμων σήμερα, η Βραζιλία θα χρειαστεί μόνο 3% του γεωργικού εδάφους της για να παράγει το 10% της συνολικής κατανάλωσης καυσίμων της, όμως για την κάλυψη του ίδιου ποσοστού συνολικών καυσίμων, οι Η.Π.Α. θα πρέπει να «δεσμεύσουν» το 30% της καλλιεργήσιμης γης τους και η ΕΕ το 72%. Κάποιοι υποστηρίζουν ότι τα πιο γόνιμα εδάφη με μεγάλο δείκτη βροχοπτώσεων, είναι αυτά που θα χρησιμοποιηθούν πρώτα. Όσον αφορά τα λιγότερο γόνιμα και ξηρά εδάφη που θα χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοκαυσίμων, οι απαιτήσεις για λιπάσματα και άρδευση θα αυξηθούν μεταβάλλοντας έτσι την ισορροπία της ενέργειας. Στην περίπτωση του καλαμποκιού, η παραγωγή δύναται να αυξηθεί με τη χρήση καινούργιων υβριδίων καλαμποκιού, αλλά έτσι αυξάνονται και οι απαιτήσεις σε νιτρικά λιπάσματα και ζιζανιοκτόνα. Η ευρεία και εντατική καλλιέργεια των ενεργειακών φυτών υποστηρίχθηκε από πολλούς ότι οδηγεί σε μονοκαλλιέργεια, υποβάθμιση των χρήσεων γης και σημαντικές επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα (απομάκρυνση πουλιών και εντόμων), στην παροχή νερού (λόγω αυξημένων απαιτήσεων στην άρδευση των ενεργειακών καλλιεργειών) και στην ποιότητα του εδάφους. Η μεγάλης κλίμακας παραγωγή που απαιτείται για να δώσει ικανοποιητικές ποσότητες συγκομιδής ενθαρρύνει τις βιομηχανικές μεθόδους μονοκαλλιέργειας καλαμποκιού και σόγιας με περιβαλλοντικές παρενέργειες. Η παραγωγή καλαμποκιού οδηγεί σε μεγαλύτερη εδαφολογική διάβρωση από οποιαδήποτε αμερικανική καλλιέργεια. Οι αγρότες στις κεντροδυτικές πολιτείες έχουν εγκαταλείψει την αμειψισπορά (εναλλαγή καλλιεργειών) ώστε να καλλιεργήσουν αποκλειστικά καλαμπόκι και σόγια, που αυξάνουν τη μέση εδαφολογική διάβρωση από 2,7 τόνους/στρέμμα ετησίως σε 19,7 τόνους (Pimentel, 1995).

Η παραγωγή σόγιας στις Η.Π.Α συνοδεύεται από ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά διάβρωσης, ειδικότερα σε περιοχές όπου δεν εφαρμόζονται βραχυπρόθεσμοι κύκλοι αμειψισποράς. Η απώλεια εδαφικής κάλυψης υπολογίζεται να είναι κατά μέσο όρο 16 τόνους ανά εκτάριο σόγιας στις δυτικές περιοχές των Η.Π.Α. Υπολογίζεται επίσης ότι στη Βραζιλία και την Αργεντινή η απώλεια γόνιμου εδάφους κυμαίνεται κατά μέσο όρο μεταξύ 19- 30 τόνους ανά εκτάριο, ανάλογα με τις πρακτικές διαχείρισης, το κλίμα και την κλίση. Οι γενετικά τροποποιημένες ποικιλίες σόγιας με ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα έχουν αυξήσει τη δυνατότητα μεγαλύτερης παραγωγής σόγιας για τους αγρότες, με συνέπεια πολλοί από αυτούς να έχουν αρχίσει να καλλιεργούν σε ευαίσθητα εδάφη, επιρρεπή στη διάβρωση (Jason, 2004).

Η μονοκαλλιέργεια σόγιας στη λεκάνη του Αμαζονίου έχει καταστήσει άγονο ένα μεγάλο μέρος του εδάφους. Τα φτωχά εδάφη απαιτούν περισσότερη λίπανση με βιομηχανικά λιπάσματα ώστε να φτάσουν σε ανταγωνιστικά επίπεδα παραγωγικότητας. Στη Βολιβία, η παραγωγή σόγιας επεκτείνεται ανατολικά σε περιοχές όπου τα εδάφη είναι ήδη υποβαθμισμένα. Ένα εκατομμύριο στρέμματα υποβαθμισμένων εδαφών όπου προηγουμένως καλλιεργούνταν σόγια έχουν τώρα αφευθεί για βόσκηση βοοειδών οδηγώντας σε περαιτέρω υποβάθμιση (Fearnside, 2001).

Η χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, που βασίζονται σε ενώσεις του αζώτου, του θείου και της αμμωνίας αυξάνει την οξύτητα του εδάφους και των νερών, δημιουργώντας παράλληλα σε αυτό συνθήκες ευτροφισμού. Η εγκατάλειψη της αμειψισποράς που αναφέραμε παραπάνω, έχει αυξήσει την ευπάθεια στα παράσιτα, και επομένως απαιτεί υψηλότερες εισροές φυτοφαρμάκων από τις περισσότερες καλλιέργειες (στις Η.Π.Α., περίπου 41% όλων των ζιζανιοκτόνων και το 17% όλων των εντομοκτόνων εφαρμόζεται στο καλαμπόκι, Pimentel και Lehman, 1993). Η καλλιέργεια καλαμποκιού περιλαμβάνει γενικά τη χρήση του ζιζανιοκτόνου Ατραζίνη, γνωστό για ενδοκρινικές διαταράξεις. Χαμηλές δόσεις τέτοιων ουσιών μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα ανάπτυξης παρεμποδίζοντας τις ορμονικές λειτουργίες στα βασικά σημεία ανάπτυξης ενός οργανισμού (Hayes και άλλοι, 2002).

Η Βραζιλία είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός του ζαχαροκάλαμου στον κόσμο, και παράγει 60% της παγκόσμιας βιοαιθανόλης από ζαχαροκάλαμο το οποίο καλλιεργείται σε 3 εκατομμύριο εκτάρια. Η μονοκαλλιέργεια ζαχαροκάλαμου καταναλώνει από μόνη της 13% της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στη χώρα. Οι μελέτες που πραγματοποιήθηκαν το 2002 από το EMBRAPA (Ίδρυμα Γεωργικής Έρευνας της Βραζιλίας) επιβεβαίωσαν την μόλυνση των υδάτων που συνδέθηκε με τη χρήση φυτοφαρμάκων στο υδροφόρο ορίζοντα του Guarani, για την καλλιέργεια ζαχαροκάλαμου στην επικράτεια του Σάο Πάολο.

5.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις της χρήσης του βιοντήζελ

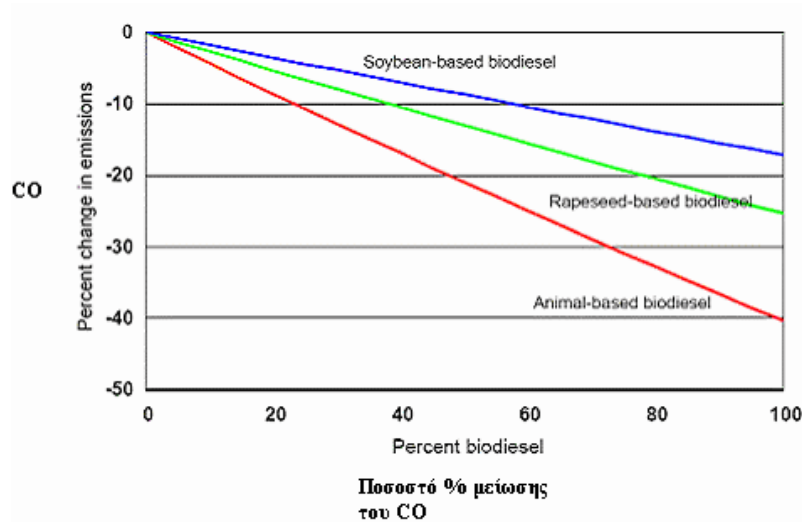
5.2.1. Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

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. (*Καλογεράτος Φάνης, Διπλωματική Εργασία*)

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 βιοντήζελ 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 βιοντήζελ ως καύσιμο οργανικής προέλευσης, θεωρείται ότι έχει μηδενικό ισοζύγιο στον κύκλο παραγωγής-κατανάλωσής του.

5.2.2 Μονοξείδιο του Άνθρακα (CO)

Το μονοξειδίο του άνθρακα είναι ένα από τα οξειδία 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 μονοξειδίο 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 οποιοσδήποτε 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. Στη παρακάτω εικόνα 52 δείχνονται οι μειώσεις που παρατηρούνται στην εκπομπή CO, με καύση βιοντίζελ που προέρχεται από τρία διαφορετικά λάδια.



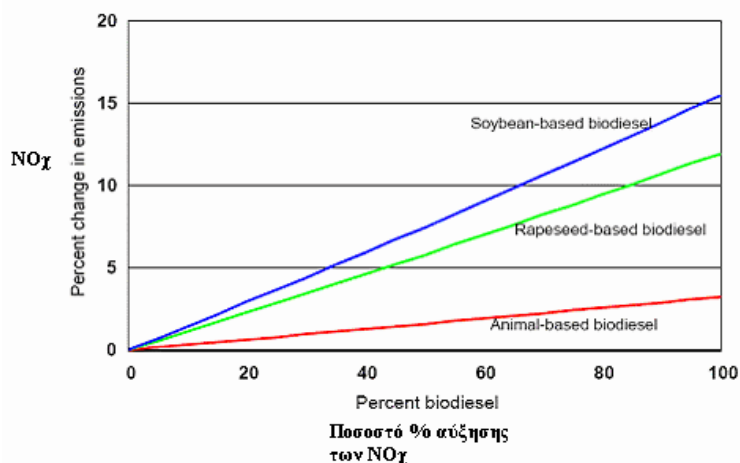
Εικόνα 52: Μείωση του CO με την χρήση βιοκαυσίμων. Στον άξονα y έχουμε ποσοστό σε εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα και στον άξονα x έχουμε ποσοστό σε βιοντίζελ. (www.actionnogenesis.com)

5.2.3. Οξειδία του αζώτου

Με το γενικό όρο οξειδία 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 οξειδία 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 οξειδία 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 (εικόνα 53) και στο οποίο παρατηρείται ότι τα οξειδία του αζώτου αυξάνονται κατά ένα ποσοστό 4 % περίπου με τη χρήση καθαρού βιοντήζελ από ζωικά λίπη, σε ποσοστό 12 % από ελαιοκράμβη και φτάνει σε ποσοστό αύξησης 15 %, με τη χρήση βιοντήζελ του οποίου η πρώτη ύλη είναι το σογιέλαιο. Το ποσοστό αυτό μειώνεται όσο μειώνεται και η συμμετοχή του βιοντήζελ στο μίγμα καυσίμου ντήζελ- βιοντήζελ. Η αύξηση αυτή οφείλεται στο υψηλό περιεχόμενο σε πολυακόρεστα, το οποίο παράγει περισσότερα NO_x από άλλο που περιέχει υψηλά επίπεδα κορεσμένων.



Εικόνα 53: Διάγραμμα αύξησης των οξειδίων του αζώτου. Στον άξονα y έχουμε ποσοστό σε εκπομπές οξειδίων του αζώτου και στον άξονα x έχουμε ποσοστό σε βιοντήζελ. (www.actionnemesis.com)

Οι οριακές τιμές που έχουν θεσπίσει τα υπουργεία Υγείας και Πρόνοιας, Ανάπτυξης, Μεταφορών και ΠΕΧΩΔΕ, για το λεκανοπέδιο της Αττικής είναι 400 μg/m³ (πρώτο στάδιο προειδοποίησης), 500 μg/m³ (πρώτη βαθμίδα μέτρων) και 700 μg/m³ (δεύτερη βαθμίδα μέτρων). Όλες οι τιμές είναι μέσες για διάστημα 1 h.

5.2.4 Οξειδία του θείου

Τα οξειδία του θείου που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα είναι κατά κύριο λόγο το διοξείδιο του θείου (SO₂) και σε μικρότερο ποσοστό το τριοξείδιο του θείου (SO₃). 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.

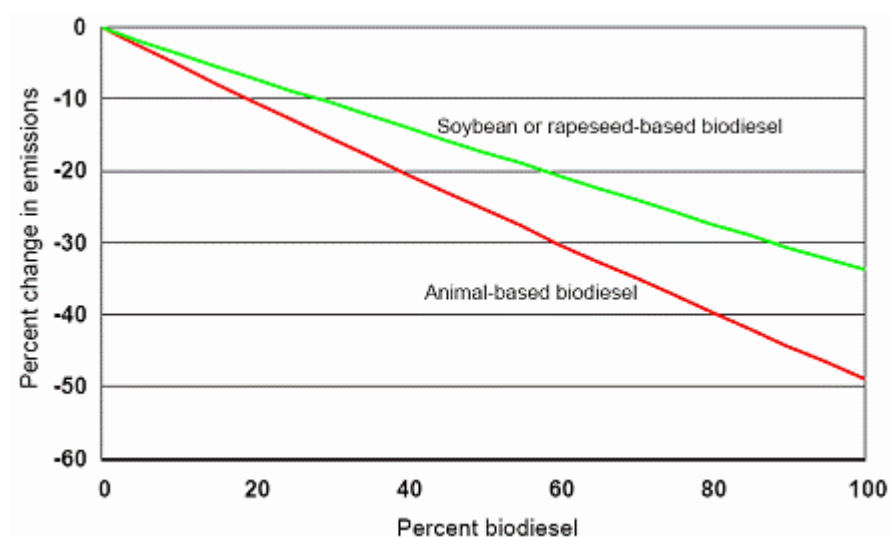
Η αύξηση των εκπομπών οξειδίων του θείου έχει ακολουθήσει την αύξηση της χρήσης των καυσίμων και ιδιαίτερα του ντίζελ. Το SO₂, είναι φυτοτοξικό επειδή καταστρέφει τη χλωροφύλλη των φυτών. Το SO₃ ενυδατώνεται με τη βροχή σε H₂SO₄. Έτσι, σχηματίζεται η όξινη βροχή, η οποία αυξάνει τη διάβρωση του εδάφους και των κτιρίων, ενώ προσβάλλει και τα φυτά. Τα οξειδία 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 SO₂ που έχουν θεσπίσει τα υπουργεία Υγείας και Πρόνοιας, Ανάπτυξης, Μεταφορών και ΠΕΧΩΔΕ, για το λεκανοπέδιο της Αττικής είναι 250 μg/m³ (πρώτο στάδιο προειδοποίησης), 300 μg/m³ (πρώτη βαθμίδα μέτρων) και 400 μg/m³ (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.

5.2.5 Αιθάλη – Καπνός – Σωματίδια

Ο όρος αιωρούμενο σωματίδιο (particulate matter - PM) 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 βιοντήζελ οι τιμές αυτές μειώθηκαν στις περισσότερες περιπτώσεις, (φαίνεται στην εικόνα 54) ακόμα και με τη χρήση τηγανισμένων λαδιών ή ακόμα και σε μίγματα με ντήζελ.

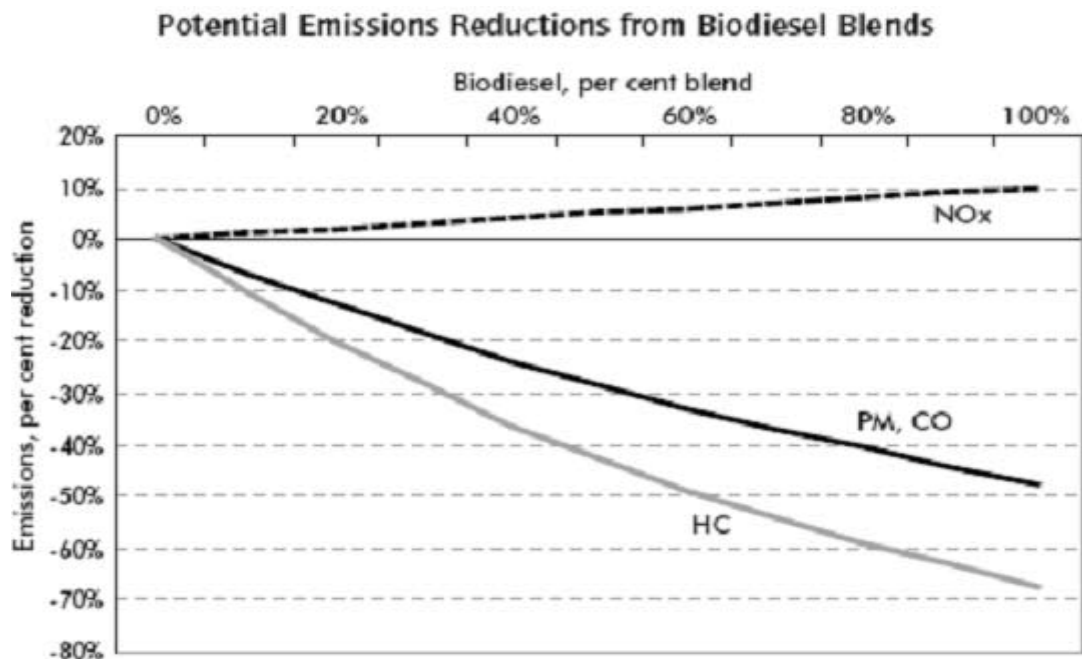


Εικόνα 54: Διάγραμμα μείωσης των σωματιδίων με χρήση βιοντήζελ από σογιέλαιο και ζωικά λίπη. Στον άξονα y έχουμε ποσοστό σε εκπομπές ρύπων και στον x έχουμε ποσοστό σε βιοντήζελ. (www.actionnemesis.com)

5.2.6 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 βιοντήζελ μειώνει κατά πολύ τους εκπεμπόμενους υδρογονάνθρακες σε σχέση με το ντήζελ. 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, (εικόνα 55 μείωση ρύπων με μείξη κανονικό ντήζελ) στα σωματίδια, στο μονοξείδιο του άνθρακα και στους υδρογονάνθρακες.



Εικόνα 55:Μείωση των εκπομπών βιοντίζελ με ανάμειξή τους κατά ένα ποσοστό με πετρελαιοκίνητο. Στον άξονα y έχουμε ποσοστό μείωσης σε εκπομπές και στον x έχουμε ποσοστό σε βιοντίζελ. (www.agroenergy.com)

5.3: Ανάλυση των πλεονεκτημάτων της χρήσης βιοκαυσίμων για την παραγωγή ενέργειας.

Τα βιοκαύσιμα καλούνται να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στο συνεχώς μεταβαλλόμενο γεωπολιτικό χάρτη της ενέργειας. Η βιομάζα έχει αναγνωρισθεί ως μια από τις πιο σημαντικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, κυρίως λόγω των πολλαπλών πλεονεκτημάτων που απορρέουν τόσο από την παραγωγή αλλά και από την αξιοποίηση της για ενέργεια και άλλα προϊόντα. Η ιδιαίτερη σημασία που αποδίδεται σε αυτή αντανακλάται στα επίσημα ευρωπαϊκά έγγραφα ενεργειακής πολιτικής (Λευκή Βίβλος, Com(1997)/599, Πράσινη Βίβλος COM (2000) 769, Οδηγία για ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ 2001/77/EC, Συμφωνία για το Πρωτόκολλο του Κιότο (UNFCCC Kyoto Protocol), Οδηγία για Βιοκαύσιμα 2003/30/EC, Οδηγία για τις εκπομπές αερίων ρύπων του θερμοκηπίου 2003/87/EC). Τα πλεονεκτήματα των βιοκαυσίμων αναλυτικότερα.

Ανανεώσιμη πηγή ενέργειας : Η παγκόσμια ενεργειακή τροφοδοσία σήμερα εξαρτάται ιδιαίτερα από τα ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, λιγνίτης, λιθάνθρακας, φυσικό αέριο). Σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα, το βιοαέριο από τη διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης είναι μονίμως ανανεώσιμο, καθώς έχει παραχθεί από βιομάζα που ανακυκλώνεται.

Συμβολή στη μείωση των εκπομπών αερίων φαινομένου του θερμοκηπίου και της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας : Η χρήση των στερεών καυσίμων, μετατρέπει τον άνθρακα, που είναι αποθηκευμένος στη γη, και τον απελευθερώνει ως διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Η αύξηση της υφιστάμενης συγκέντρωσης του CO₂ στην ατμόσφαιρα προκαλεί την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η καύση του βιοαερίου επίσης απελευθερώνει CO₂, αλλά η κύρια διαφορά, όταν συγκρίνεται με τα ορυκτά καύσιμα, είναι ότι ο άνθρακας στο βιοαέριο

ελήφθη πρόσφατα από την ατμόσφαιρα, από τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φυτών. Η παραγωγή βιοαερίου μέσω της αναερόβιας χώνευσης μειώνει παράλληλα και τις εκπομπές του μεθανίου (CH₄) και (N₂O) που εκλύονται από την αποθήκευση και τη χρήση των ζωικής κοπριάς απευθείας ως λίπασμα. Αναφορικά το δυναμικό αερίων φαινομένου του θερμοκηπίου η συνεισφορά του μεθανίου είναι 23 φορές και του νιτρώδους οξειδίου 296 φορές υψηλότερες από αυτές του CO₂.

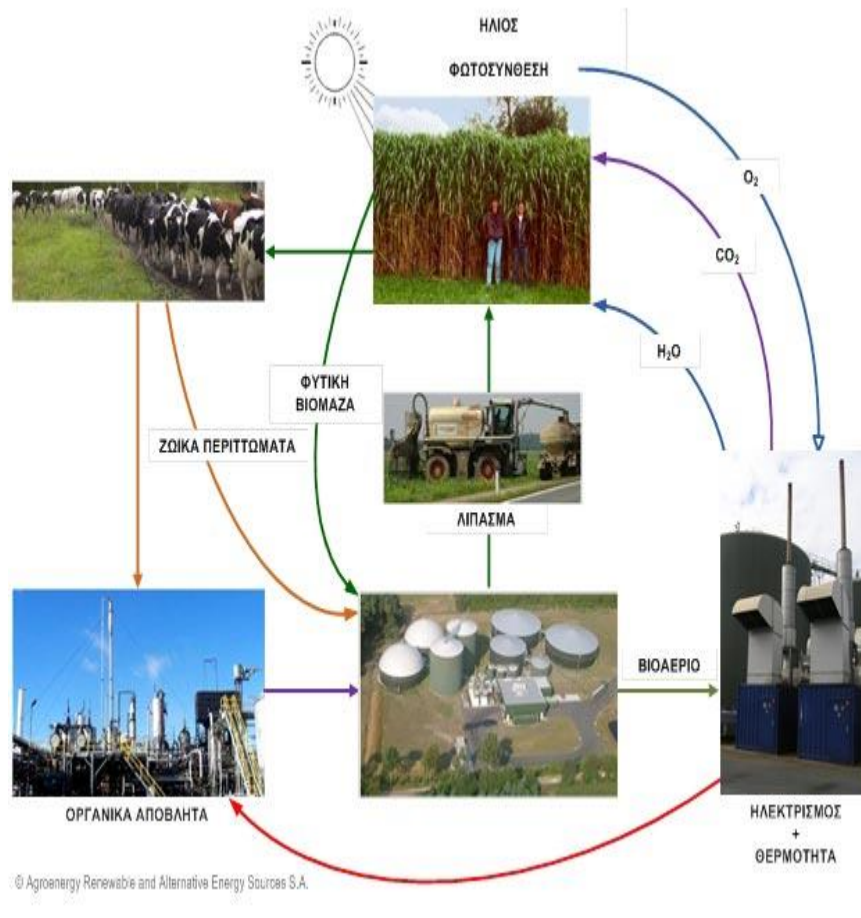
Μειωμένη εξάρτηση από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα : Τα ορυκτά καύσιμα είναι περιορισμένα και συγκεντρώνονται σε πολύ λίγες γεωγραφικές περιοχές του πλανήτη. Αυτό, για τη χώρα μας που βρίσκονται εκτός αυτής της περιοχής, δημιουργεί ένα μόνιμο και μη ασφαλές αίσθημα εξάρτησης από τις εισαγωγές ενεργειακών πόρων. Η ανάπτυξη και υλοποίηση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως είναι το βιοαέριο από ΑΧ, στηριζόμενοι σε εθνικούς και περιφερειακούς πόρους, θα αυξήσει την αειφορία και την ασφάλεια του εθνικού ενεργειακού εφοδιασμού και θα μειώσει την εξάρτηση από τις εισαγωγές ενέργειας.

Συμβολή στους στόχους της ΕΕ για την ενεργεία και την προστασία του περιβάλλοντος : Οι Ευρωπαϊκοί στόχοι της ανανεώσιμης ενεργειακής παραγωγής, της μείωσης των εκπομπών ΑΦΘ, και της αειφόρου διαχείρισης των αποβλήτων είναι βασισμένοι στην αποδοχή εκ μέρους των χωρών μελών της ΕΕ να εφαρμόσουν τα κατάλληλα μέτρα για να φθάσουν σε αυτούς. Η παραγωγή και η χρήση του βιοαερίου παρέχουν συμμόρφωση και στους τρεις αυτούς στόχους συγχρόνως.

Μείωση των αποβλήτων : Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της παραγωγής βιοαερίου είναι η δυνατότητα μετασχηματισμού των αποβλήτων σε ενέργεια. Πολλές ευρωπαϊκές χώρες αντιμετωπίζουν τα τεράστια προβλήματα που σχετίζονται με μια υπερπαραγωγή οργανικών αποβλήτων από τη βιομηχανία, τη γεωργία και τα νοικοκυριά. Η παραγωγή βιοαερίου είναι ένας άριστος τρόπος συμμόρφωσης στους όλο και περισσότερο περιοριστικούς εθνικούς και ευρωπαϊκούς κανονισμούς. Οι τεχνολογίες του βιοαερίου συμβάλλουν στη μείωση του όγκου των αποβλήτων και των δαπανών για τη διάθεση τους.

Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας : Η παραγωγή βιοαερίου απασχολεί εργατικό δυναμικό για την παραγωγή, συλλογή και μεταφορά της πρώτης ύλης, την κατασκευή του τεχνικού εξοπλισμού, την κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση των μονάδων παραγωγής βιοαερίου. Αυτό σημαίνει ότι η ανάπτυξη ενός εθνικού τομέα βιοαερίου συμβάλλει στη δημιουργία νέων επιχειρήσεων, κάποιων με σημαντικό οικονομικό δυναμικό, αυξάνει τα εισοδήματα στις αγροτικές περιοχές και δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας

Ευέλικτη και αποδοτική τελική χρήση του βιοαερίου : Το βιοαέριο είναι ένας ευέλικτος ενεργειακός φορέας, (εικόνα 56 αειφόρος κύκλος βιοαερίου) κατάλληλος για πολλές διαφορετικές εφαρμογές. Χρησιμοποιείται για τη συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ) ή αναβαθμίζεται και τροφοδοτείται στα δίκτυα φυσικού αερίου, χρησιμοποιείται ως καύσιμο οχημάτων ή σε κυψέλες καυσίμου.



Εικόνα 56: Ο αειφόρος κύκλος του βιοαερίου μέσω της Αναερόβιας Χώνευσης (www.biofuels.gr)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αδιαμφισβήτητα, το βιοντήζελ είναι ένα καύσιμο που έχει θετικές προοπτικές διότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις μεταφορές με σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον. Δεν μπορεί να ισχυριστεί κανείς ότι αποτελεί μοναδική λύση στο ενεργειακό πρόβλημα ούτε καν μόνο στις μεταφορές. Σε συνδυασμό όμως με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας συμβάλλει στη μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και στη μείωση της ρύπανσης κι αποτελεί μία πολλά υποσχόμενη λύση στο πρόβλημα εξάντλησης των ενεργειακών αποθεμάτων. Οι κανονισμοί για τις εκπομπές αερίων γίνονται ολοένα και πιο αυστηροί, συνεπώς κάθε χώρα πρέπει να μεριμνήσει προς την κατεύθυνση μείωσής τους, με τη χρήση βιοκαυσίμων.

Τα παραπάνω όμως δεν οδηγούν στο συμπέρασμα, ότι το βιοντήζελ είναι μονοσήμαντα καλή επιλογή, αφού παρόλα τα θετικά του αποτελέσματα, υπάρχει και η αρνητική πλευρά του. Συνεπώς ο τρόπος με τον οποίο θα επιτευχθούν τα βέλτιστα αποτελέσματα για την εκάστοτε χώρα, εξαρτάται από παράγοντες που αφορούν την οικονομία της, τις υπάρχουσες καλλιεργήσιμες εκτάσεις της και τον τρόπο εκμετάλλευσής τους, είτε ως παραδοσιακές καλλιέργειες, είτε ως καλλιέργειες φυτών για βιοκαύσιμα.

Τα βιοκαύσιμα 2^{ης} Γενιάς, αυτά δηλαδή που έχουν ως πρώτη ύλη υλικά που δεν ανταγωνίζονται τα τρόφιμα, αποτελούν μια ολοένα και αυξανόμενη αγορά και συγκαταλέγονται στις ΑΠΕ. Σήμερα, πολλά ερευνητικά προγράμματα και πιλοτικές εφαρμογές βρίσκονται σε εξέλιξη, και τα αποτελέσματα για την αξιοποίηση όσο των δυνατών περισσότερων και διαφορετικών αποβλήτων για την παραγωγή καυσίμων φιλικών προς το περιβάλλον, είναι άκρως ενθαρρυντικά.

Προς το παρόν, βιοντήζελ παράγεται από φυτικά έλαια και ζωικά λίπη, ενώ αιθανόλη παράγεται από ζύμωση γλυκόζης. Βέβαια, διάφορα εργοστάσια τον τελευταίο καιρό, κυρίως στην Αμερική, προσανατολίζονται στην αξιοποίηση των υπολειμμάτων όλων των ειδών των απορριμμάτων και αποβλήτων που περιέχουν κυτταρίνη, καθώς και αξιοποίηση της βιομάζας, για την παραγωγή βιοκαυσίμων.

Οι εκπομπές του βιοντήζελ είναι αρκετά μειωμένες σε σχέση με εκείνες του πετρελαϊκού ντήζελ, 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 βιοντήζελ 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 ντήζελ από βιοντήζελ, 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 βιοντήζελ 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.

Παρότι η Βιομάζα κατέχει την πρώτη θέση ανάμεσα στις ΑΠΕ στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 27, με ποσοστό άνω του 50%, στην Ελλάδα βρίσκεται στην τελευταία. Ο λόγος που τα προηγμένα κράτη επέλεξαν τη βιομάζα για κορωνίδα των ΑΠΕ, είναι το γεγονός ότι δημιουργεί τις περισσότερες μόνιμες θέσεις εργασίας σε παραγωγή και στα logistics και αποτελεί το πλέον ισχυρό αντίπαλο δέος στο πετρέλαιο.

Στην Ελλάδα, η παραγωγή βιοκαυσίμων 2^{ης} Γενιάς βρίσκεται σε πολύ μικρό επίπεδο, ενώ δεν κατάφερε να εναρμονιστεί στην οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για συμμετοχή 10% του βιοντίζελ στο συμβατικό ντίζελ το 2010. Για να γίνει εφικτή η συμμετοχή σε ποσοστό 20% του βιοντίζελ στο συμβατικό ντίζελ το 2020, απαιτούνται πολλές και σημαντικές ενέργειες. Μία από αυτές αφορά την αξιοποίηση των χρησιμοποιημένων βρώσιμων ελαίων, κυρίως γιατί στην Ελλάδα πολλές επιχειρήσεις δραστηριοποιούνται στην αγορά του φαγητού, ενώ το ελαιόλαδο που χρησιμοποιείται σε μεγάλες ποσότητες, έχει πολύ περιθώρια αξιοποίησης για την παραγωγή βιοντίζελ. Παρότι πολλές επιχειρήσεις δραστηριοποιούνται στην ανακύκλωση, το μεγαλύτερο πρόβλημα έγκειται στη συλλογή των ελαίων, καθώς η εν λόγω ανακύκλωση γίνεται σε μικρό βαθμό στις επιχειρήσεις, ενώ σε επίπεδο νοικοκυριών είναι ανύπαρκτη. Η χρήση των pellets, αν και συγκριτικά με το πετρέλαιο, για τη θέρμανση των κτιρίων είναι πιο οικονομικό, γίνεται σε πολύ μικρό βαθμό σε επίπεδο χώρας, ενώ η προβολή τους ως εναλλακτικό και οικολογικό καύσιμο είναι ελάχιστη. Οι οποίες ενέργειες γίνονται είναι μεμονωμένες και δεν αποδίδουν μέχρι στιγμής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

1. www.agronews.gr
2. www.agroenergy.com
3. www.agrotia.gr
4. www.agrotypos.gr
5. www.anatoliki.gr
6. www.american genetic sinc.com
7. www.bioenergy.org
8. www.biofuels.gr
9. www.actionbio
10. www.epirusbi.gr
11. www.ecotec.gr
12. www.sfrang.cm
13. www.biofuels.gr
14. www.ekke.gr
15. www.me.iaste
16. www.bioenergr
17. www.climateae
18. www.physic4.gr
19. http://www.soyconnection.com/soybean_oil/pdf/foodvsfuel_soy_biofuels.pdf
20. <http://europedia.moussis.eu/discus/discus-1213172230-178310-22099.tkl?lang=gr>
21. <http://www.worldenergyoutlook.org/>
22. <http://www.plant-management.gr/index.php?id=11169>
23. <http://www.sciencedirect.com/>
24. <http://www.ttgreeninstitute.com/news/latest-news/international/σημαντική-έρευνα-για-την- παραγωγή-ενέργειας-από-απόβλητα>

Βιβλιογραφία

1. Καλογεράτος Φάνης, Διπλωματική εργασία, 'Βιοντήζελ', ΕΜΠ, 2001
2. 4^η Εθνική έκθεση σχετικά με την προώθηση της χρήσης των βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για μεταφορές στην Ελλάδα την περίοδο 2005-2010
3. Κ.Τζιά, Π.Ταύκης, Β. Ωρσιοπούλου: Επιστήμη και μηχανική τροφίμων: Συστατικά ιδιότητες –ρεολογία-микροβιολογία-ποιότητα συσκευασία, Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 2007
4. Σ. Στουρνάς, Ε. Λοής, Φ. Ζαννίκος «Τεχνολογία καυσίμων και λιπαντικών» Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 2007
5. Π. Χριστακόπουλος, Ε. Τόπακας «Βιοτεχνολογία Παραγωγής βιοκαυσίμων» Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 2008
6. Παραγωγή καυσίμων και λιπαντικών "MOTOR OIL HELLAS" εκδόσεις Μοτορ Οйл Hellas
7. Καλδέλλης Ι., Καββαδίας Κ., 2001, Εργαστηριακές Εφαρμογές Ήπιων Μορφών Ενέργειας, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
8. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2003, Επίσημη εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Οδηγία 2003/30/ΕΚ, L123/42
9. Κ.Α.Π.Ε , 1998, Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας- Ενέργεια από Βιομάζα
10. Στοϊμενίδης Α., Κωτσόπουλος Θ., Μαρτζόπουλος Γ., 2005, "Βιομάζα: Εναλλακτική πηγή ενέργειας για την μείωση του κόστους παραγωγής αγροτικών προϊόντων"
11. Jungmeier G., Könighofer K. , Varela M., Lago C., 2005, "Environmental Aspects of Biofuels for Transportation in Europe - Results from the VIEWLS Review"
12. Riley C., 2002, "Bioethanol : a renewable transportation fuel from biomass".
13. Πανούτσου Κ., 2003, "Greek biofuel situation.", General liquid biofuels situation, 23-27
14. Γιάννης Ζιώμας Ατμόσφαιρα-Ατμοσφαιρική Ρύπανση, Αθήνα 2007
15. Μαρία Λοϊζίδου, Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Επιστήμη-Περιβαλλοντική Πολιτική, Αθήνα 2006
16. Άρθρο, (Μάιος 2007) "Είναι τα βιοκαύσιμα ενεργειακή λύση για το πρόβλημα της ενέργειας;"
17. Οδηγία 2003/30/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 8^{ης}

Μαΐου 2003 σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές. (17/5/2003)

18. Κωνσταντίνος.Π.Μαυρίδης Μηχανές εσωτερικής καύσης Εκδόσεις ΙΟΝ Πατρα 2002

19. Η εικόνα εξοφύλλου από τον ιστότοπο.(www.agroenergy.com).