



Τ.Ε.Ι. ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
(πρ. Τ.Ε.Ι. Πάτρας & πρ. Τ.Ε.Ι. Μεσολογίου)

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ Μ.Υ.Π

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ :

ΑΡΓΥΡΗΣ ΣΠΥΡΟΣ

ΦΡΙΔΑΚΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ :

ΧΑΛΒΑΝΤΖΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	4
Περίληψη.....	5
Εισαγωγή.....	6
Κεφάλαιο 1 ^ο Κατανάλωση ενέργειας στον πρωτογενή τομέα	7
1.1 Ενεργειακές ανάγκες στον γεωργικό τομέα.....	7
1.2 Πηγές Κατανάλωσης.....	9
1.3 Κόστος	10
1.4 Επιπτώσεις στο περιβάλλον	12
Κεφάλαιο 2 ^ο Εναλλακτικά καύσιμα	15
2.1 Εισαγωγή.....	15
2.1.1 Ορισμός.....	15
2.1.2 Ιστορική Αναδρομή.....	16
2.1.3 Χαρακτηριστικά	17
2.2 Βιομάζα.....	20
2.2.1 Ορισμός.....	20
2.2.2 Περιγραφή Παραγωγής Ενέργειας.....	21
2.3 Βιοαιθανόλη.....	27
2.3.1 Χαρακτηριστικά Βιοαιθανόλης.....	28
2.3.2 Κόστος.....	30
2.3.3 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις	32
2.4 Biodiesel	35
2.4.1.Ιστορική αναδρομή.....	35
2.4.2 Ο ρόλος του φυτικού ελαίου ως καύσιμο	36
2.4.3 Χρήσεις του biodiesel	38
2.4.4 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις	39

2.4.5 Κόστος.....	40
2.5 LPG	42
2.5.1 Εισαγωγή.....	42
2.5.2 Φυσικές Ιδιότητες.....	43
2.5.2.1 Πυκνότητα του LPG.....	44
2.5.2.2 Θερμαντική ικανότητα	44
Κεφάλαιο 3 ^ο Δυνατότητα άμεσης χρήσης στα γεωργικά μηχανήματα	45
3.1 Χρήση LPG σε πετρελαιοκινητήρα	45
3.1.1 Κίνηση.....	45
3.1.2 Αυτονομία	46
3.1.3 Υποχρεωτικά Συστήματα Εγκατάστασης LPG με βάση της οδηγίες ECE R67	49
3.2 Συστήματα ανάμειξης πετρελαιοκινητήρων με LPG	50
3.2.1 Λειτουργία του LPG ως συμπλήρωμα του Diesel	51
3.2.2 Τρόποι εισαγωγής LPG	53
3.3 Πτώση Κόστους.....	58
3.4 Η Χρήση Biodiesel Σε Πετρελαιοκινητήρα γεωργικού μηχανήματος	60
3.5 Χρήση Βιοαιθανόλης άμεσα στα γεωργικά μηχανήματα.....	61
3.5.1 Μίγματα βιοαιθανόλης για τους κινητήρες.....	61
Κεφάλαιο 4 ^ο Συμπεράσματα	64
Βιβλιογραφία	65

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον εισηγητή του θέματος κ. Χαλβαντζή Χρήστο κυρίως για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε, και την υπομονή που έκανε κατά τη διάρκεια υλοποίησης της πτυχιακής εργασίας. Όπως επίσης και τον κ. Μπιζρέμη Παναγιώτη για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του, για την επίλυση διάφορων θεμάτων.

Θα ήθελα επίσης να απευθύνω τις ευχαριστίες μας στους γονείς μας, οι οποίοι στήριξαν τις σπουδές μας με διάφορους τρόπους, φροντίζοντας για την καλύτερη δυνατή μόρφωση μας.

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας είναι να γίνει ανάλυση των εναλλακτικών καυσίμων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον τομέα της γεωργίας και των μεταφορών. Μέσα από μία ενδελεχή μελέτη μπορεί να γίνει κατανοητό πως αυτά τα καύσιμα μπορούν να ωφελήσουν την κίνηση των οχημάτων αλλά και την οικολογική ισορροπία μέσω της παραγωγής λιγότερων βλαβερών ρύπων.

Στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται μια αναφορά στις ενεργειακές ανάγκες στον πρωτογενή τομέα. Παρουσιάζονται τα πεδία όπου είναι αναγκαία η ενέργεια στον τομέα της γεωργίας. Επίσης γίνεται ανάλυση του κόστους της χρήσης των μέχρι τώρα συμβατικών καυσίμων αλλά και τα προβλήματα που προκαλούνται στο περιβάλλον εξαιτίας των ρύπων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, αναλύεται ιστορικά η εξέλιξη και τελικά η καθιέρωση των εναλλακτικών καυσίμων και πως αυτά κατάφεραν να ενταχθούν στην αγορά της ενέργειας. Γίνεται μία ανάλυση της διαδικασίας παραγωγής και η χρήση των εναλλακτικών καυσίμων ή αλλιώς βιοκαύσιμα.

Το τρίτο κεφάλαιο εξειδικεύεται στην χρήση που μπορεί να γίνει σε πετρελαιοκινητήρες της βιοαιθανόλης, του biodiesel και του LPG, κυρίως στα γεωργικά μηχανήματα. Αναλύεται πόση ενέργεια για κίνηση παράγεται από τα προαναφερθέντα εναλλακτικά καύσιμα, συγκριτικά με την βενζίνη και το πετρέλαιο καθώς και τι μειονεκτήματα μπορεί να έχουν όσο αφορά την άμεση χρήση τους στους πετρελαιοκινητήρες.

Εισαγωγή

Ειδικά κατά την περασμένη δεκαετία έχει σημειωθεί ιδιαίτερη πρόοδος στην μείωση των ποσοστών ρύπανσης από τα οχήματα. Οι παραγόμενοι ρύποι μέσω της εκδήλωσης διαφόρων φαινομένων, όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η τρύπα του όζοντος, έχουν επιβαρύνει πολύ περισσότερο την περιβαλλοντική υγεία που έχει άμεση επίπτωση και στην υγεία του ανθρώπου.

Στη σημερινή εποχή, μείζον ζήτημα αποτελεί και η κατανάλωση της ενέργειας λόγω ποικίλων ανθρωπίνων δραστηριοτήτων. Η ενέργεια που παράγεται και καταναλώνεται από τα ορυκτά καύσιμα, είναι πλέον περιορισμένη και οδήγησε την ανθρωπότητα στην αναζήτηση περαιτέρω εκμετάλλευσης νέων πηγών ενέργειας, τις γνωστές ανανεώσιμες.

Η βιομηχανία παραγωγής πετρελαίου παίζει σημαντικό ρόλο, κάνοντας επενδύσεις ώστε να παράγει πιο καθαρές μορφές βενζίνης και πετρελαίου, μέσα από νέες τεχνολογίες, ώστε τα καυσαέρια να είναι φιλικά προς το περιβάλλον. Σύμφωνα με μελέτες και μετρήσεις η προσπάθεια αυτή θα συνεχιστεί αδιάκοπα μέχρι το 2015.

Η παρούσα διπλωματική πραγματεύεται το πώς τα οχήματα μπορούν να βελτιώσουν την ποιότητα των ρύπων τους, χρησιμοποιώντας εναλλακτικά καύσιμα, τα οποία θα μειώσουν τους ρύπους. Συγκεκριμένα όσο αφορά την γεωργική δραστηριότητα, η παραγωγή ενέργειας από φυτικές πηγές, ενισχύει σημαντικά αυτή την προσπάθεια.

Όσο αφορά τα οχήματα, θα πρέπει να γίνουν ορισμένες μετατροπές σε αυτά, σε συνδυασμό με την αντικατάσταση, την ολική ή την μερική, των καθιερωμένων καυσίμων των οχημάτων όπως είναι η βενζίνη και το πετρέλαιο, με καύσιμα εναλλακτικού χαρακτήρα.

Κεφάλαιο 1^ο

Κατανάλωση ενέργειας στον πρωτογενή τομέα

1.1 Ενεργειακές ανάγκες στον γεωργικό τομέα

Η ενέργεια λαμβάνει πολύ σημαντικό ρόλο στην καθημερινή ζωή του ανθρώπου. Ο άνθρωπος είναι εξαρτώμενος από την ενέργεια σχετικά με τον τομέα των μεταφορών, την κατοικία, την λειτουργία της βιομηχανίας αλλά και την εκμετάλλευση των δραστηριοτήτων που γίνονται στην γεωργία (Ντότα , 2008).

Μετά το 1950 ο τομέας της γεωργίας ήταν αποκλειστικά βασισμένος στην ηλιακή ενέργεια. Με το ξέσπασμα της πράσινης επανάστασης, ο τομέας της γεωργίας είχε διαθέσιμη ενέργεια, η οποία προέκυψε από ορυκτά καύσιμα, κάτι που οδήγησε στο να διατίθεται κατά 50 φορές περισσότερη ενέργεια (Ντότα , 2008).

Η *Πράσινη Επανάσταση*, κατά την διάρκεια της δεκαετίας του 1960, ήταν το επιστέγασμα για έρευνες γενετικού περιεχομένου καθώς και πειράματα που διήρκησαν 30 χρόνια. Ο στόχος ήταν να εφαρμοστούν καινοτόμες μέθοδοι και να δημιουργηθούν ποικίλα φυτικά είδη που θα είχαν την μέγιστη δυνατή απόδοση ανά στρέμμα.

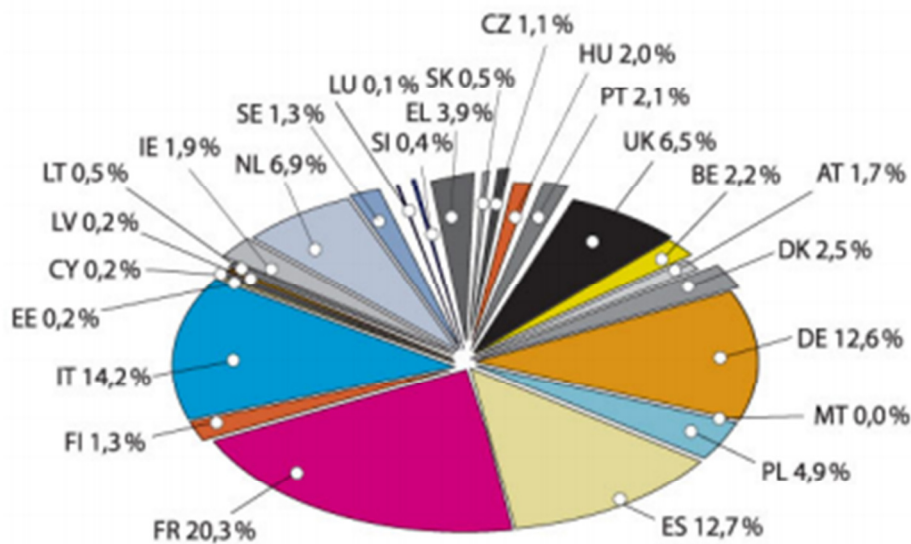
Η επανάσταση αυτή συσχετιζόταν περισσότερο με την ανάπτυξη κυρίως μονοκαλλιεργειών που διέπονταν από υψηλή ποιότητα αλλά και απόδοση, που θα προέκυπταν από την χρήση και εφαρμογή μεθόδων γενετικής μηχανικής σε κύρια είδη καρπών όπως είναι τα δημητριακά. Επίσης, η παραγωγή που αυξήθηκε οφειλόταν στην υψηλή χρήση λιπασμάτων και φαρμάκων για τα ζιζάνια σε συνδυασμό με την άρδευση. Αυτό οδήγησε μέσα από σωστή οργάνωση, στην αυξημένη παραγωγή της πλειοψηφίας των ανεπτυγμένων χωρών (ΚΠΕ Καστοριάς, 2013).

Στην σημερινή εποχή ο τομέας της γεωργίας μπορεί να καταναλώνει αν συνδυαστεί με άλλες δραστηριότητες και ορυκτά καύσιμα αλλά και ανανεώσιμες πηγές εξίσου. Οι δραστηριότητες που σημειώνονται απελευθερώνουν ρυπογόνα στοιχεία στην ατμόσφαιρα, που οδηγούν σε περιβαλλοντικά προβλήματα. Ο αγροτικός τομέας παγκοσμίως απαιτεί το 7% μόνο των ορυκτών πόρων του πλανήτη. (Ντότα , 2008)

Εντούτοις, η σχέση ανάμεσα στην γη και την ενέργεια μπορεί να αντιστραφεί, δηλαδή η γη να βοηθήσει στην παραγωγή ενέργειας. Η γεωργία μπορεί να ενισχύσει την παραγωγή ενέργειας μέσα από τα βιοκαύσιμα τα οποία παραμένουν σε χαμηλό επίπεδο όσο αφορά την παραγωγή τους.

Η πλειοψηφία των αρδευτικών δικτύων δεν παρουσιάζουν μεγάλη απόδοση όσο θα ήταν δυνατή. Μετά από πληθώρα μελετών ανακαλύφθηκε ότι περίπου το ¼ της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται είναι χάριν της μειωμένης αποδοτικότητας που παρουσιάζουν οι αντλίες (Ντότα , 2008).

Πέρα από αυτό, χρησιμοποιείται πολύ περισσότερο νερό από ότι είναι αναγκαίο στην πραγματικότητα και αυτό οδηγεί σε ανώφελα έξοδα. Τα αρδευτικά δίκτυα όταν είναι λάθος σχεδιασμένα διέπονται από ανεπαρκή πίεση (Ντότα , 2008).



Διάγραμμα 1.1 Μερίδιο Στην Γεωργία κάθε κράτους μέλους της ΕΕ

Πηγή *europa.eu*

1.2 Πηγές Κατανάλωσης

Κάποιες από τις δραστηριότητες που έχουν να κάνουν με κατανάλωση νερού έχουν ως αποτέλεσμα την κατανάλωση ενέργειας. Όταν το νερό μεταφέρεται από τα χαμηλότερα υψόμετρα απαιτεί κατανάλωση ενέργειας. Το ίδιο συμβαίνει όταν είναι αναγκαίο να αντληθεί νερό από γεωτρήσεις. Υπάρχει μεγάλο πλήθος γεωτρήσεων εκτός από τις σημειακές γεωτρήσεις, που απαιτούν μεγάλα ποσά ενέργειας. Αν και η επιβίωση του ανθρώπου απαιτεί την άντληση του νερού από την Γη, πολλές φορές αν ξεπερνάει τα όρια του βάθους, που μπορεί να προσεγγίσει τα 200 ή ακόμα και τα 500 μέτρα, αυτό μπορεί να δημιουργήσει περιβαλλοντικά προβλήματα τα οποία αντιτίθενται στις αρχές της βιωσιμότητας, της οικονομικότερης χρήσης και της εξασφάλισης της απόδοσης στην χρήση ενέργειας, της εξοικονόμησης αλλά και της προστασίας του περιβάλλοντος. Μέσα όμως από διάφορες μεθόδους όπως είναι η χρήση ταμιευτήρων αντί γεωτρήσεων τα πλεονεκτήματα είναι πολλά, υποστηρίζοντας ταυτόχρονα την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος (Ντότα , 2008).

Στον πρωτογενή τομέα απαιτούν ενέργεια οι ακόλουθες δραστηριότητες:

- Η χρήση των μηχανημάτων για εργασίες στα αγροτεμάχια που απαιτούν την χρήση υγρών καυσίμων
- Η θέρμανση των θερμοκηπίων που απαιτούν στερεά καύσιμα
- Η χρήση των αντλιών για την άντληση του νερού μέσα από τις γεωτρήσεις από μεγάλο βάθος. Σε αυτές τις περιπτώσεις απαιτείται ηλεκτρική ενέργεια ή να χρησιμοποιηθεί βενζίνη ή πετρέλαιο
- Στις κτηνοτροφικές μονάδες είναι απαραίτητη η ηλεκτρική ενέργεια για την θέρμανση αλλά και την επεξεργασία που χρειάζονται οι τροφές των ζώων για να καταναλωθούν (Ντότα , 2008).
- Τομείς Ανάπτυξης Των ζώων
- Τομείς της σποράς
- Τομείς της συγκομιδής
- Τομείς της λίπανσης (Σκούτα, 2013)

Πέρα από τα προβλήματα που προκαλεί ή υπεράρδευση πρέπει να σημειωθούν σαν προβλήματα και η αλάτωση, η διάβρωση και η ερημοποίηση. Μέσω αυτών επηρεάζονται οι εκτάσεις και έτσι υποβαθμίζεται η ποιότητα των νερών, λόγω της ύπαρξης των τοξικών στραγγισμάτων και των χημικών προϊόντων. Ο εντοπισμός του σεληνίου για παράδειγμα, στα νερά που έχουν αποστραγγιστεί, μπορεί να αποτελέσουν εμπόδιο για μετέπειτα αρδεύσεις (Κρεββαθιανάκη, 2012).

- Θέρμανση Θερμοκηπίων

Όταν λειτουργεί ένα θερμοκήπιο είναι αναγκαία η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τον φωτισμό του αλλά και για την λειτουργία των διάφορων συσκευών που έχουν θερμική ενέργεια.

Φυσικά αυτή η κατανάλωση της ενέργειας δεν είναι πάγια τακτική των θερμοκηπίων, ιδιαίτερα των παραδοσιακών, αλλά καθίσταται απαραίτητη στα πλέον σύγχρονα, κυρίως σε όσα έχουν απαιτητικές καλλιέργειες. Η ενέργεια που χρησιμοποιείται συνήθως είναι η ηλεκτρική, και για να θερμανθεί το θερμοκήπιο χρησιμοποιείται κυρίως το πετρέλαιο.

Πέρα όμως από τις προαναφερόμενες πηγές ενέργειας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η ηλιακή που αξιοποιείται μέσω διαφόρων συστημάτων που έχουν δημιουργηθεί για να εξυπηρετήσουν αυτό το σκοπό. Εντούτοις, η ηλιακή ενέργεια δεν δύναται να καλύψει όλες τις ανάγκες των θερμοκηπίων, διότι η ισχύς του δεν είναι τελείως φερέγγυα. Για παράδειγμα σε ένα ηλιοθερμικό σύστημα, θα πρέπει να γίνει ταυτόχρονη χρήση και άλλης πηγής ενέργειας ώστε να καλυφθούν όλες οι ανάγκες θέρμανσης του θερμοκηπίου.

Η στερεά βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για σκοπούς θέρμανσης του θερμοκηπίου. Για παράδειγμα στην Κρήτη χρησιμοποιείται το ελαιοπυρηνόξυλο που έχει υψηλή θερμιδική αξία και κοστίζει 0,055 €/Kg, τιμή που είναι πολύ πιο χαμηλή από το πετρέλαιο. (Βουρδουμπάς, 2010).

- Γεωργία

Η χρήση πετρελαίου είναι απαραίτητη στον τομέα της γεωργίας με στόχο την παραγωγή έργου των γεωργικών μηχανημάτων, των τρακτέρ και ποικίλων αγροτικών εργαλείων όπως είναι οι αντλίες ψεκασμού, οι αντλίες άρδευσης, τα άροτρα και οι πρέσες (Σκούτα, 2013).

Ως γνωστόν ειδικά το έτος 2013, η τιμή του πετρελαίου έχει αυξηθεί κατακόρυφα.

Για την ακρίβεια, οι υψηλές τιμές του επηρεάζουν άμεσα το κόστος παραγωγής, την ενέργεια και τις εισροές, που με τη σειρά τους αυξάνονται και αυτές, όπως και οι μεταφορές (Βογιατζάκης & Δεληγιάννη, 2012).

1.4 Επιπτώσεις στο περιβάλλον

Παραγωγή Ενέργειας και Ρύπανση του Περιβάλλοντος

Η παραγωγή ενέργειας λόγω χρήσης συμβατικών καυσίμων είναι συναφής με την περιβαλλοντική ρύπανση και κυρίως με την ατμοσφαιρική. Ως ένα σημείο είναι κάτι αναπόφευκτο, αλλά μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με την εφαρμογή ορισμένων μεθόδων.

Κάποια από τα είδη της ρύπανσης είναι τα ακόλουθα :

- Το Φαινόμενο του θερμοκηπίου

Είναι κάτι που εμφανίζεται σε παγκόσμιο επίπεδο και ο λόγος που επικρατεί τόσο πολύ είναι οι αυξημένες εκπομπές των ουσιών σε αέρια μορφή που ευθύνονται για αυτό, και οδηγούν σε αύξηση της θερμοκρασίας. Αναπόφευκτα, τα αποτελέσματα είναι η τάση προς κλιματικές αλλαγές και η παγκόσμια αύξηση των ποσοτήτων θερμότητας. Τα βασικά αέρια του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα(CO₂), οι χλωροφθοράνθρακες (CFC), τα οξειδία του αζώτου και το όζον (O₃) στην τροπόσφαιρα. Εντούτοις , μεγάλη μερίδα επιστημόνων ισχυρίζεται ότι δεν είναι αποκλειστικά ευθύνη των ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Όταν τα ορυκτά καύσιμα καίγονται παράγουν το μεγαλύτερο μέρος του διοξειδίου του άνθρακα. Η ενέργεια που παράγεται ευθύνεται επίσης για ένα μεγάλο κομμάτι παραγωγής μεθανίου, νιτρικών οξειδίων αλλά και χλωροφθορανθράκων.



Διάγραμμα 1.3 Συμμετοχή των Ανθρωπογενών Ρύπων στο φαινόμενο του θερμοκηπίου

Πηγή epp.eurostat.ec.europa.eu

- Η όξινη βροχή

Το φαινόμενο όξινη βροχή κάνει την εμφάνιση του σε υπερτοπικό επίπεδο και οι εκπομπές των στοιχείων θείου και αζώτου γίνονται χάρη στην καύση του γαιάνθρακα και του πετρελαίου (Ανδρίτσος, 2008).

- Πετρέλαιο

Πολύ σημαντικό πρόβλημα προκαλεί η ρύπανση λόγω του πετρελαίου. Τα διάφορα προϊόντα διύλισης, τα λιπαντικά όπως και διάφοροι διαλύτες που είναι προϊόντα της χημικής βιομηχανίας πετρελαίου μπορεί να προκαλέσουν μη αναστρέψιμη μόλυνση. Η ρύπανση που είναι αποτέλεσμα της διαρροής του κατά τις χερσαίες μεταφορές μπορεί να αποβεί καταστροφική λόγω της τοξικότητας, χάριν στην παρουσία των αδιάλυτων υδρογονανθράκων, των πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων και των πτητικών αρωματικών ενώσεων. Αυτοί αποτελούν απειλή για τους χερσαίους οργανισμούς, τους μικροοργανισμούς καθώς και την χλωρίδα του εδάφους (Αϊνατζή & Πατεράκη , 2010)

Πλήθος χωρών έχουν θεσπίσει πολύ αυστηρές προδιαγραφές όσο αφορά τις εγκαταστάσεις όπου παίρνουμε το πετρέλαιο αλλά και προγράμματα που σχετίζονται με τον καθαρισμό του εδάφους λόγω ύπαρξης παλαιών ανενεργών πλέον εγκαταστάσεων. Τα θέματα που προκαλεί το πετρέλαιο στο περιβάλλον αποτελούν ζήτημα της περιβαλλοντικής τοξικολογίας, αντικείμενο πολλών ερευνών. Το ζήτημα της ρύπανσης αλλά και της εξυγίανσης των μολυσμένων εδαφών έχει αποτελέσει ειδικό τομέα της περιβαλλοντικής επιστήμης και της διαχείρισης αποβλήτων.

- Υγρά Καύσιμα

Τα υγρά καύσιμα περιλαμβάνουν μεγάλη ποικιλία πετρελαίων για θέρμανση. Τα πετρέλαια αυτά έχουν την ονομασία πετρέλαια εξωτερικής καύσεως για θέρμανση και πετρέλαια μηχανών ολικής ενέργειας.

Τα καύσιμα που προκύπτουν από τους ελαφρότερους υδρογονάνθρακες είναι τα ακόλουθα : η βενζίνη, το πετρέλαιο diesel, τα καύσιμα πυραύλων, τα ελαφρά πετρέλαια για την θέρμανση και τα πετρελαερία ή υγραέρια που έχουν υγροποιηθεί.

Τα πετρέλαια θερμάνσεως διαχωρίζονται σε ελαφρά πετρέλαια θερμάνσεως και σε βαριά πετρέλαια θερμάνσεως. Στην Ελλάδα χρησιμοποιούταν το βαρύ πετρέλαιο ή αλλιώς μαζούτ 1500 και το πετρέλαιο diesel ή αλλιώς ελαφρύ πετρέλαιο.

Το μαζούτ είχε την μεγαλύτερη ευθύνη για την μόλυνση του περιβάλλοντος. Συγκεκριμένα το πιο ρυπαντικό συστατικό το οποίο εκλύεται από τη καύση του μαζούτ είναι το διοξείδιο του θείου (SO₂) (Τσαρτσάλης , 2012).

Κεφάλαιο 2^ο

Εναλλακτικά καύσιμα

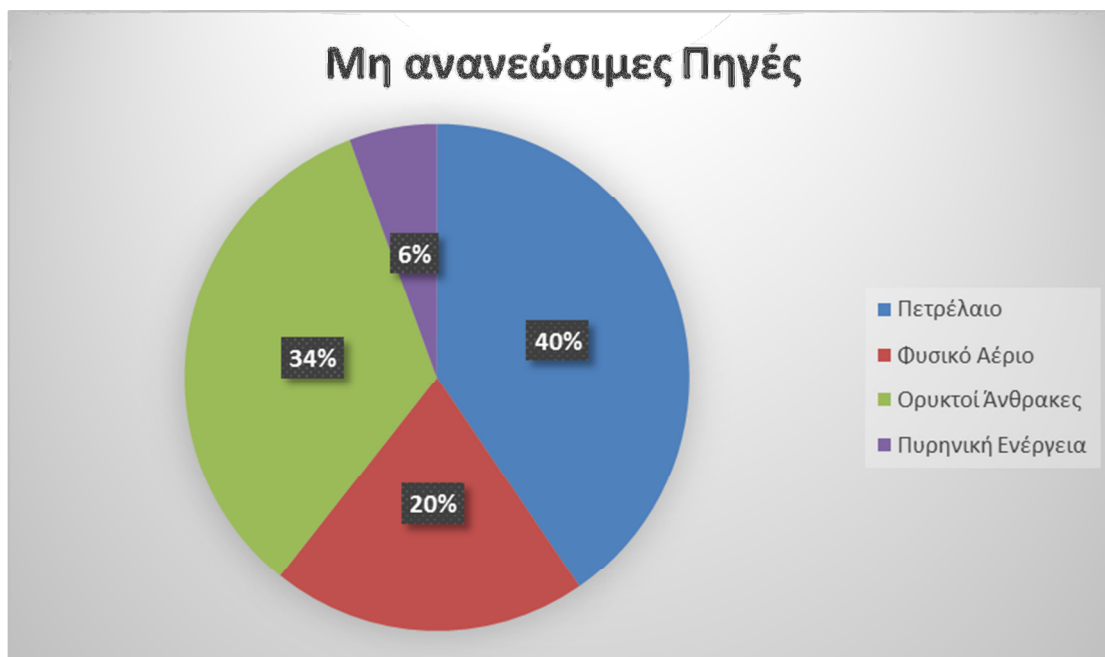
2.1 Εισαγωγή

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία εναλλακτικών καυσίμων ώστε να αντικατασταθούν τα κλάσματα του πετρελαίου. Μία πολύ σημαντική παράμετρος για την επιλογή ενός εναλλακτικού καυσίμου είναι από πού προέρχεται. Ο στόχος είναι ουσιαστικά η μείωση των επικίνδυνων για το περιβάλλον αλλά και για τον άνθρωπο αερίων που εκπέμπονται αλλά επίσης η ανάγκη για εναλλακτικές μορφές προκύπτει και από το γεγονός ότι τα ορυκτά καύσιμα εξαντλούνται. Τέτοια αέρια είναι αυτά που δεν προκύπτουν από το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Για να μειωθεί η εκπομπή τους θα πρέπει να προέρχονται από βιολογική καύση, δηλαδή τα αέρια να προκύπτουν από προϊόντα που κάνουν ανακύκλωση των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου (Μπαλαφούτης, 2012).

2.1.1 Ορισμός

Με τον όρο βιοκαύσιμα εννοείται κάθε καύσιμο υλικό που μπορεί να είναι και των τριών μορφών , υγρό, στερεό και αέριο , και προέρχεται από την βιομάζα. Τα καύσιμα κίνησης είναι κυρίως τα αέρια και τα υγρά βιοκαύσιμα, τα οποία μπορούν να αντικαταστήσουν ικανοποιητικά τα συμβατικά καύσιμα μεταφορών και αυτά είναι τα ακόλουθα (Μπαλαφούτης, 2012):

- 1) Βενζίνη
- 2) Υγραέριο
- 3) Συμπιεσμένο Φυσικό Αέριο
- 4) Πετρέλαιο



Διάγραμμα 2.1 Μη ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

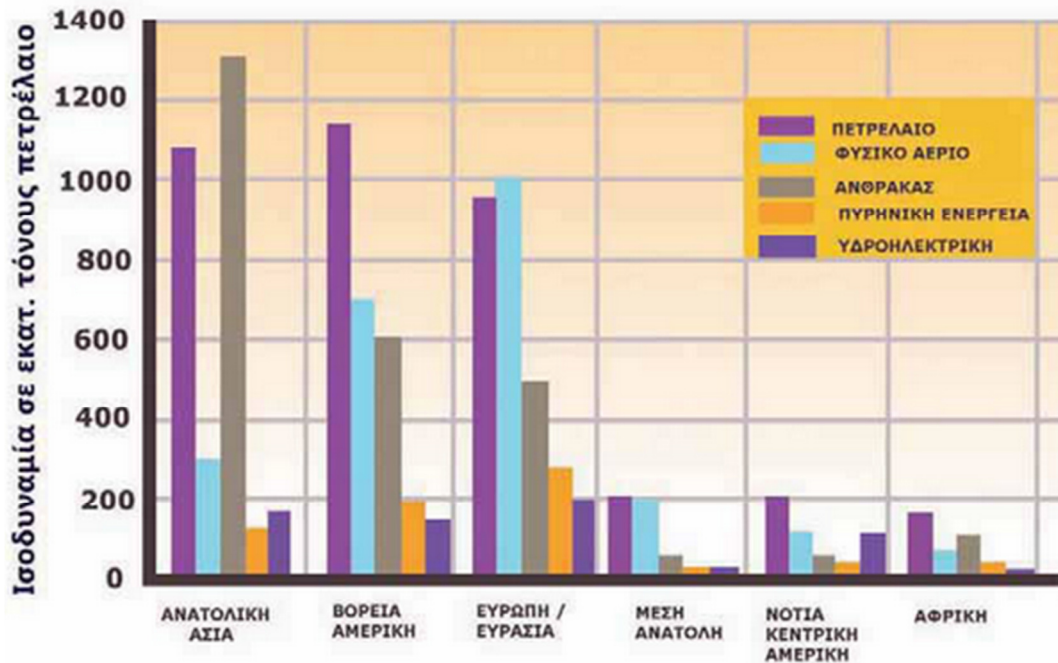
Πηγή epp.eurostat.ec.europa.eu

2.1.2 Ιστορική Αναδρομή

Τα πρώτα καύσιμα που χρησιμοποιήθηκαν από τον άνθρωπο αναφέρονται στην κατηγορία των βιοκαυσίμων. Ο άνθρωπος χρησιμοποίησε, το λίπος, τα φυτικά λάδια, το ξύλο αλλά και τα αποστάγματα από οργανικά υλικά τα οποία ανήκουν στην κατηγορία των βιοκαυσίμων. Η ανθρωπινή ανάγκη για καύσιμα χαμηλού κόστους αλλά μεγάλης ενεργειακής ισχύος μετά το πέρας της βιομηχανικής επανάστασης, έκανε αναγκαία την χρήση ορυκτών καυσίμων, που ήταν άνθρακας στην αρχή και αργότερα παράγωγα του πετρελαίου, πράγμα το οποίο επιβάρυνε την χρήση των παραδοσιακών βιοκαυσίμων.

Όπως αναφέρθηκε και πριν, το φαινόμενο του θερμοκηπίου και άλλες αιτίες θέρμανσης του πλανήτη, είναι άμεσα συνδεδεμένα με τα καύσιμα που περιέχουν άνθρακα, που λόγω καύσης εκπέμπουν διοξείδιο του άνθρακα. Έτσι λόγω οικολογικής συνειδήσεως και σεβασμού προς το περιβάλλον, ο άνθρωπος στράφηκε προς τα βιοκαύσιμα που σιγά σιγά αντικαθιστούν τα συμβατικά καύσιμα (Κατικαρίδης & Κοτανίδης , 2013).

ΧΡΗΣΗ ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ



Διάγραμμα 2.2 Χρήση Μη Ανανεώσιμων Πηγών στον Κόσμο το 2003

Πηγή ebooks.edu.gr

2.1.3 Χαρακτηριστικά

Τα βιοκαύσιμα προέρχονται από οργανικά προϊόντα και ανήκουν στην κατηγορία των ανανεώσιμων καυσίμων. Λόγω της κατηγορίας αυτής μπορούν να χαρακτηριστούν ως ανανεώσιμα καύσιμα. Όλα τα ανανεώσιμα καύσιμα έχουν τις πιο χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, στην διάρκεια της ζωής τους, συγκριτικά με τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα. Αυτό είναι κάτι που προσδιορίζεται άμεσα από την χρήση τους, την προέλευση τους αλλά και τον τρόπο που παράγονται και διανέμονται. Όταν καίγονται αυτά τα καύσιμα παράγουν την ίδια ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα με αυτά που προέρχονται από πετρέλαιο, αλλά επειδή προέρχονται από οργανικά υλικά, ο άνθρακας που περιέχεται έχει δεσμευτεί στην διάρκεια που αναπτύσσεται η οργανική ύλη και δεν βγαίνει στην ατμόσφαιρα, αλλά επανέρχεται μετά την διαδικασία της καύσης. Αποτελεσματικά το ισοζύγιο των εκπομπών στην διάρκεια ζωής του βιοκαυσίμου είναι μηδενικό.

Στην όλη διαδικασία παραγωγής και διακίνησης της πρώτης ύλης, μεσολαβούν στάδια όπως η εξόρυξη, διύλιση, αποθήκευση, μεταφορά, κατά τις οποίες παράγεται επιπλέον διοξείδιο του άνθρακα. Τα οφέλη μπορεί να είναι πολύ μεγάλα αλλά και μηδαμινά.

Για να εξασφαλιστεί το όποιο όφελος όσο αφορά το περιβάλλον κάποιου βιοκαυσίμου θα πρέπει να αναλυθεί ενδελεχώς ο κύκλος ζωής τους (Κατικαρίδης & Κοτανίδης , 2013).

Το κύριο πλεονέκτημα της βιομάζας, από την οποία προκύπτουν τα βιοκαύσιμα, είναι ότι είναι μια πηγή που ανανεώνεται και ότι η παροχή ενέργειας από αυτή γίνεται χημικά. Η βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί μέσω της εξέλιξης της σε ευρεία ποικιλία προϊόντων, που γίνονται μέσα από διάφορες μεθόδους και με την εφαρμογή διαφόρων τεχνικών.

Ένα από τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα είναι ότι δεν προκαλεί επιβάρυνση στο περιβάλλον και διατάραξη στην οικολογία. Εντούτοις, περιέχει χαμηλά επίπεδα ενέργειας, σε σύγκριση με τα επίπεδα της ενέργειας που εξασφαλίζουν τα ορυκτά καύσιμα. Αυτό οφείλεται κυρίως στην χαμηλή πυκνότητα, στην εποχικότητα, στην περιεκτικότητα νερού ιδιαιτέρως όταν αυτή είναι υψηλή, στο ότι βρίσκεται σε διάφορα μέρη, αλλά και σε άλλους παράγοντες.

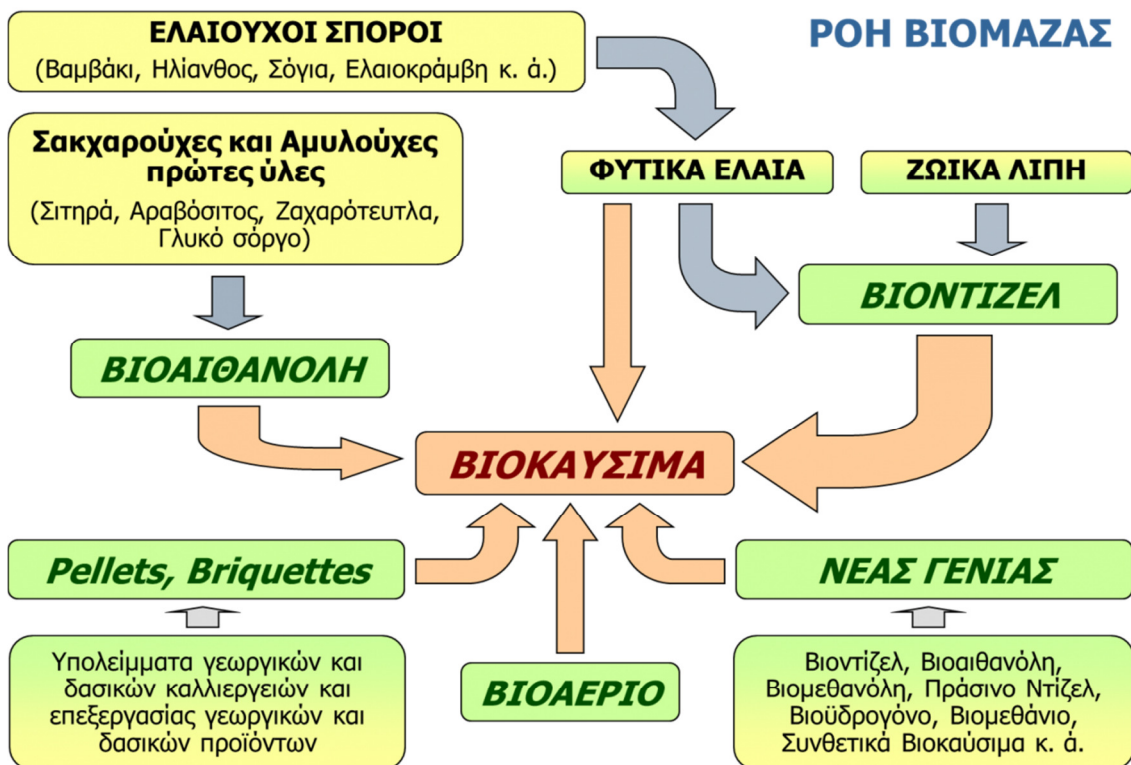
Αυτό προϋποθέτει επιπρόσθετες δυσκολίες στο να συλλεχθούν, να μεταφερθούν και να αποθηκευτούν τα βιοκαύσιμα. Ως αποτέλεσμα έχει το υψηλό κόστος για να μετατραπούν σε μορφές ενέργειας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν πιο εύκολα :

Τα πλεονεκτήματα τους είναι τα ακόλουθα :

- Η περιεκτικότητα τους σε θείο μπορεί να περιορίσει σημαντικά τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα, του στοιχείου που ευθύνεται για την όξινη βροχή και κατά συνέπεια για την διάβρωση του εδάφους.
- Όταν η βιομάζα αξιοποιείται για την παραγωγή ενέργειας, δημιουργούνται εναλλακτικές καλλιέργειες (όπως διάφορα είδη ελαιοκράμβης, καλάμι κα) και αναπτύσσονται εναλλακτικές αγορές.
- Επειδή η βιομάζα βρίσκεται τοπικά, η αξιοποίηση της βοηθά πολύ στο να μην εξαρτώνται οι κάτοικοι μιας περιοχής από τα εισαγόμενα καύσιμα και την καλυτέρευση του εμπορικού ισοζυγίου και έτσι να εξοικονομήσουν ενέργεια και χρήματα.

Τα μειονεκτήματα τους είναι τα ακόλουθα :

- Λόγω της αυξημένης τοπικότητας που απαντάται η βιομάζα και της παραγωγής που γίνεται εποχιακά, είναι δύσκολη η συνεχής τροφοδοσία με πρώτες ύλες, οι οποίες αξιοποιούν την ενέργεια της βιομάζας.
- Δυστυχώς υπάρχει μεγάλος όγκος και περιεκτικότητα σε υγρασία, συγκριτικά με τα ορυκτά καύσιμα, τα οποία καθιστούν δύσκολη την εκμετάλλευση της ενέργειας της βιομάζας.
- Παρουσιάζεται δυσκολία κατά την μεταφορά, την συλλογή όπως και της αποθήκευσης της βιομάζας και έτσι το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησης αυξάνεται.
- Τέλος απαιτείται η εφαρμογή σύγχρονων και βελτιωμένων τεχνολογιών και εξοπλισμός που κοστίζει αρκετά συγκριτικά με την εκμετάλλευση των συμβατικών καυσίμων. (Μεμάκη , 2009).



Εικόνα 2.1 Παραγωγική διαδικασία Βιοκαυσίμων

Πηγή www.agroenergy.gr

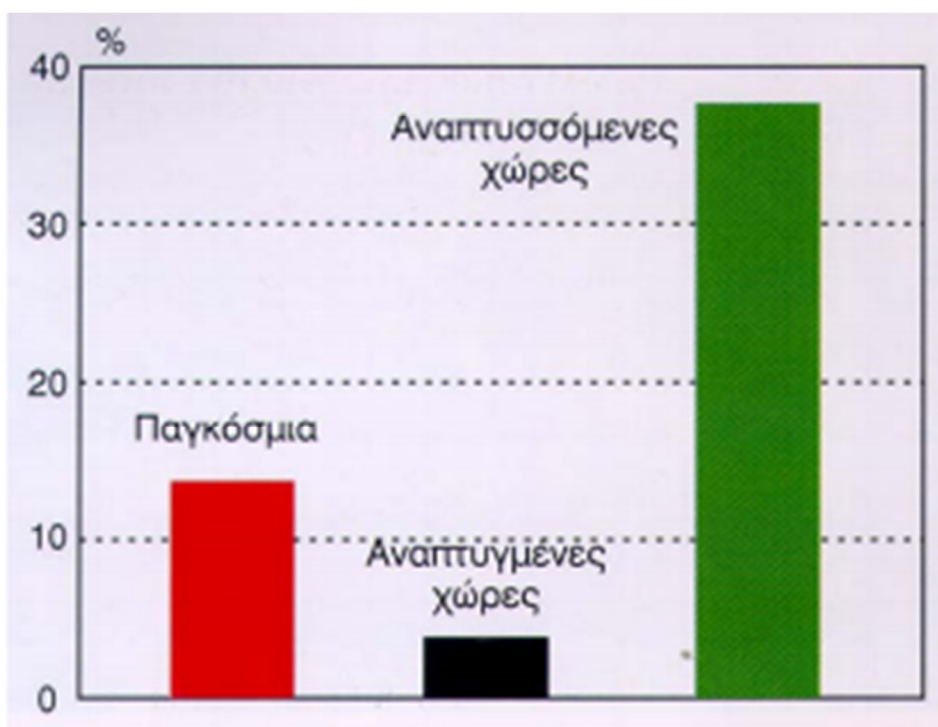
2.2 Βιομάζα

2.2.1 Ορισμός

Βιομάζα είναι όποιο υλικό μπορεί να παραχθεί από οργανικά υλικά. Για παράδειγμα είναι προϊόντα του δάσους όπως το ξύλο, τα απόβλητα που προκύπτουν από κτηνοτροφικές μονάδες αλλά και αυτά που προκύπτουν από τις βιομηχανίες τροφίμων. Αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν καύσιμα για την παραγωγή ενέργειας.

Τα pellets ή αλλιώς συσσωματώματα, προέρχονται από την μηχανική συμπίεση πριονιδιού αλλά χωρίς να υπάρχουν προσμίξεις ούτε χημικών ούτε συγκολλητικών ουσιών.

Οι φυτικές ουσίες είναι γεμάτες από ενέργεια και προέρχονται από τον ήλιο. Μέσω της δέσμευσης της ηλιακής ενέργειας και της μετατροπής τους σε ενέργεια, μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης, τα φυτά μετατρέπουν την ενέργεια του ηλίου σε βιομάζα.



Διάγραμμα 2.3 Η συμμετοχή της βιομάζας (%) στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας

Πηγή www.cie.org.cy

2.2.2 Περιγραφή Παραγωγής Ενέργειας

Η πρόσληψη της ενέργειας γίνεται με την πρόσληψη της τροφής από τους ζωικούς οργανισμούς και μετά γίνεται η αποθήκευση της. Η ενέργεια της αποδίδεται μέσω της βιομάζας, αφού επεξεργαστεί και είναι έτοιμη μετά να χρησιμοποιηθεί. Αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας καθώς υπάρχει αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια που έχει δεσμευτεί από τα φυτά κατά την διαδικασία της φωτοσύνθεσης.

Αποτελεί την πρώτη και την πιο διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Ήδη από τα χρόνια των πρωτόγονων ανθρώπων, ο άνθρωπος χρησιμοποιούσε την ενέργεια για να εξυπηρετήσει τις ανάγκες επιβίωσης τους, όπως είναι το κάψιμο των ξύλων, που αποτελεί βιομάζα.

Σχετικά με την αγροτική δραστηριότητα, η χρήση της βιομάζας είναι τόσο διαδεδομένη και σήμερα στους πληθυσμούς της Αφρικής, της Ινδίας και της Λατινικής Αμερικής. Αυτό επίσης συμβαίνει και στην Ευρώπη. Σε όλες τις χώρες οι άνθρωποι χρησιμοποιούν την βιομάζα για να ζεσταθούν, να παράγουν φως και άλλα.

Τα υλικά που έχουν φυτική προέλευση, αλλά και τα αστικά απορρίμματα όπως είναι το χαρτί μπορούν να μετατραπούν σε ενέργεια (Κατκαρίδης & Κοτανίδης, 2013).

Η ενέργεια που προκύπτει από την βιομάζα ή αλλιώς καλούμενη ως βιοενέργεια ή πράσινη ενέργεια θεωρείτο δευτερογενής ηλιακή ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια υπόκειται σε μετασχηματισμό μέσω της φωτοσύνθεσης από τα φυτά. Ως πρώτες ύλες έχουμε το νερό και τον άνθρακα που βρίσκονται σε αφθονία στην φύση (Κατκαρίδης & Κοτανίδης, 2013).

Η βιομάζα είναι η μοναδική πηγή που μπορεί να βρεθεί στη φύση με περιεκτικότητα σε άνθρακα που τα αποθέματά της καθίστανται ικανά να χρησιμοποιηθούν ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων.

Ενώ τα καύσιμα δεν είναι ανανεώσιμα, η βιομάζα είναι μία ανανεώσιμη πηγή λόγω του ότι απαιτείται ένα σύντομο χρονικό διάστημα με στόχο να αναπληρωθεί ό,τι χρησιμοποιείται σαν πηγή ενέργειας. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολλοί διαφορετικοί όροι. Για παράδειγμα ο χαρακτηρισμός *βιοισχύς* είναι η περιγραφή των συστημάτων που κάνουν χρήση πρώτων υλών βιομάζας αντί για τα συνηθισμένα ορυκτά καύσιμα όπως είναι ο άνθρακας και το φυσικό αέριο με σκοπό την ηλεκτροπαραγωγή.

Εντούτοις με τον όρο *βιοκαύσιμα* γίνεται αναφορά κατά κύριο λόγο στα υγρά καύσιμα των μεταφορών που αντικαθιστούν προϊόντα πετρελαίου όπως είναι το diesel και η βενζίνη (Κατκαρίδης & Κοτανίδης , 2013).

Επιπλέον λόγοι της χαμηλής ενεργειακής διαθεσιμότητας και άλλους πέραν της χαμηλής πυκνότητας αναλύονται παρακάτω (Κατκαρίδης & Κοτανίδης , 2013) :

- Υψηλή περιεκτικότητα σε νερό

Η περιεκτικότητα σε υγρασία είναι η ποσότητα νερού που υπάρχει στη βιομάζα και η μέτρηση της γίνεται ως ποσοστό επί του βάρους του υλικού. Αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα στην ενεργειακή μετατροπή της βιομάζας, και αυτό συμβαίνει είτε πρόκειται για θερμοχημική μετατροπή όπως είναι η καύση ή για βιοχημική όπως είναι η ζύμωση. Με στόχο να γίνει αντιληπτή η επιρροή της συγκεκριμένης ιδιότητας όσο αφορά την ποιότητα της βιομάζας, θα πρέπει να τονιστεί ότι η αύξηση της από το 0 μέχρι το 40% θα μειώσει την θερμογόνο δύναμή της σε ποσοστό 66%.

Το ποσοστό της υγρασίας μπορεί να είναι μικρότερο του 10%, για ορισμένα αγροτικά υπολείμματα όπως είναι το άχυρο και τα τσόφλια και πάνω από 60%, όπως είναι για την βαγιάση. Σχετικά με το ξύλο, που αποτελεί κύρια πηγή μεγάλων ποσοτήτων βιομάζας, έχει υπολογιστεί ότι έχει κατά μέσο όρο περιεκτικότητα σε νερό ανάμεσα από 40 και 50%. Σχετικά με την βιομάζα που προκύπτει από κτηνοτροφικά απόβλητα όπως είναι η κοπριά ή από οργανικά υγρά απόβλητα όπως είναι το τυρόγαλα σημειώνεται ότι έχει πολύ υψηλή υγρασία, πράγμα το οποίο καθιστά πολύ πιο εύκολη την μεταφορά της μέσα από αντλίες.

Η περιεκτικότητα σε υγρασία είναι προερχόμενη από διαφορετικούς τρόπους και έτσι μπορεί να εκφραστεί διαφορετικά. Είναι δηλαδή είτε σε υγρή βάση είτε σε ξηρή βάση. Επειδή η υγρασία επιδρά βαρύτερα στις διαδικασίες της ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας, η βάση στην οποία μετρείται θα πρέπει να είναι σαφής. Ο πιο συχνός τρόπος που εκφράζεται η υγρασία της βιομάζας είναι σε υγρή βάση.

Οι βιοχημικές διεργασίες όπως είναι η αναερόβια χώνευση καθιστούν απαραίτητη την χρήση υλικών που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία με αποτέλεσμα να γίνει η επιτυχής η μετατροπή τους σε ενέργεια, εν αντιθέσει με τις θερμοχημικές όπως είναι η καύση, και αυτό γιατί η υψηλή υγρασία θα επιδράσει αρνητικά στην ενεργειακή τους απόδοση.

Αναλυτικότερα, η αεριοποίηση, παρόλο που περιλαμβάνεται στις θερμοχημικές διεργασίες, χρειάζεται ένα ποσό υγρασίας από την πρώτη ύλη, και αυτό διότι με αυτό τον τρόπο γίνεται αύξηση της περιεκτικότητας του υδρογόνου στο προϊόν που προκύπτει στο τέλος δηλαδή το αέριο σύνθεσης. Λόγω του ότι το υδρογόνο έχει μεγάλη ποσότητα έκλυσης ενέργειας κατά την διάρκεια της καύσης του, θα ήταν καλό να είναι σε μεγάλη αναλογία στο τελικό καύσιμο αέριο. Θεωρείται ότι η βιομάζα που έχει περιεκτικότητα σε υγρασία πιο μικρή από 30% προκαλεί ελάχιστη αύξηση μόνο της συνολικής απόδοσης.

Σε σχέση με τη βιομάζα που προκύπτει από εργασίες στη γεωργία είτε πρόκειται για αυτούσια είτε πρόκειται για παραπροϊόν η περιεκτικότητα της βιομάζας σε υγρασία είναι εξαρτώμενη κατά πολύ σε μεγάλο βαθμό από τις καιρικές συνθήκες κατά την περίοδο που συλλέγεται (Biomass Energy, 2013).

Παρακάτω παρουσιάζεται περιεκτικότητα σε υγρασία για ποικίλες πηγές βιομάζας

Πίνακας 2.1: Συνήθης υγρασία για διάφορες πηγές βιομάζας (σε υγρή βάση)

Πηγή Βιομάζας	Περιεκτικότητα σε υγρασία (υγρή βάση)
Θρύμματα ξύλου	10-60 %
Pellets ξύλου	8-12 %
Άχυρο	20-30 %
Πριονίδι	15-60 %
Υπολείμματα βαμβακιού	10-20 %
Switchgrass	30-70 %
Βαγάσση	40-60 %
Κοπριά αγελάδας	88-94 %
Κοπριά χοίρου	90-97 %
Κοπριά πουλερικού	75-80 %
Τυρόγαλα	93-97 %
Ενσίρωμα καλαμποκιού	65-75 %
Γλυκό σόργο	20-70 %
Άγριαγκινάρα	15-20 %

- Περιεκτικότητα σε Τέφρα

Η ποσότητα και η στάχτη στη βιομάζα είναι εξαρτώμενη από πολλούς παράγοντες ανάμεσα στις οποίες περιλαμβάνεται η προέλευση της βιομάζας, οι συνθήκες της καλλιέργειας και της συλλογής της. Επίσης εξαρτάται από το είδος της λίπανσης της καλλιέργειας, την αποθήκευσή της αλλά και από τις συνθήκες μεταφοράς της.

Πέρα από αυτό, πολύς μεγάλης σημασίας είναι η διαδικασία της προεπεξεργασίας της βιομάζας πριν αυτή εισαχθεί στη διεργασία που θα μετατραπεί σε καύσιμα ή σε ενέργεια. Το μεγαλύτερο μέρος των προαναφερόμενων παραμέτρων μπορεί να διαχειριστεί, άρα υπάρχει πιθανότητα να μειωθούν οι υψηλές τιμές τέφρας σε επίπεδο που θα είναι αποδεκτό. Η ποσότητα σε τέφρα μπορεί να έχει σίγουρη τιμή λόγω είτε της βιομάζας αλλά μπορεί να είναι μεταβαλλόμενη κατά την διάρκεια της συλλογής, της μεταφοράς, της αποθήκευσης και της επεξεργασίας. Επομένως, το ποσό της περιεκτικότητας σε τέφρα μπορεί να είναι μεταβλητό από την μία πηγή βιομάζας στην άλλη.

Σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση, η μεγάλη περιεκτικότητα σε τέφρα θα έχει επίπτωση όσο αφορά την αξιοποίηση της ενέργειας της βιομάζας.

Ο κυριότερος λόγος, που λιγότερη ποσότητα τέφρας είναι επιθυμητή, έχει να κάνει με το κατά πόσο επιδρά στο περιεχόμενο της ενέργειας της βιομάζας.

Συγκριτικά με την υγρασία, η τέφρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εκτιμηθεί η μη καύσιμη ανόργανη ύλη της βιομάζας, διότι έχει μεγάλη επίδραση στην ποσότητα της ενέργειας. Η παράμετρος της υγρασίας και της τέφρας είναι πολύ περισσότερο υπεύθυνες για τις διακυμάνσεις της ενέργειας της κάθε βιομάζας. Σε περίπτωση που η υγρασία και η τέφρα αγνοηθούν, αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα σχεδόν ίδιο ενεργειακό περιεχόμενο. Με σκοπό να γίνει κατανοητό το αποτέλεσμα της τέφρας, θεωρείται πως το περιεχόμενο της ενέργειας της υπολειμματικής φυτικής βιομάζας με μηδαμινή τέφρα και υγρασία υπολογίζεται περίπου 4,7 kWh/kg. Σε περίπτωση που η υγρασία αυξηθεί σε ποσοστό 15% και η τέφρα παραμένει ακόμα μηδαμινή, το περιεχόμενο της ενέργειας θα πέσει στις 4,2 kWh/kg. Εντούτοις, αν αυξηθεί και η τέφρα στο 2% θα υπάρξει επιπλέον πτώση του ενεργειακού περιεχομένου στα 3,9 kWh/kg. Η βιομάζα που έχει υγρασία 15% και τέφρα 10% θα έχει ενέργεια σχεδόν περίπου 3,6 kWh/kg. Θα πρέπει να τονιστεί ότι η ποσότητα σε τέφρα θα πρέπει να είναι συγκρίσιμη για υλικά που έχουν την ίδια υγρασία.

Στην πλειοψηφία των διεργασιών όπου αξιοποιείται η ενέργεια της βιομάζας δεν λαμβάνεται σοβαρά υπόψιν μόνο η ποσότητα της τέφρας αλλά και η χημική της σύσταση, διότι η τέφρα οδηγεί στην παραγωγή αποβλήτου που θα πρέπει να υποστεί επεξεργασία και μετά απομάκρυνση. Η χημική σύσταση της τέφρας επηρεάζει τις θερμοχημικές διεργασίες μετατροπής όπως είναι η καύση, η αεριοποίηση και η πυρόλυση, εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται. Η τέφρα που τήκεται, που μπορεί να γεννηθεί ανάλογα με την χημική σύνθεση της στάχτης, μπορεί να απομακρυνθεί και να συλλεχθεί δύσκολα αλλά μπορεί να προκαλέσει και επικαθίσεις στα μέρη του μηχανολογικού εξοπλισμού. Αυτό μπορεί να αυξήσει το κόστος συντήρησης, το κόστος που λειτουργεί αλλά και όλη κατά επέκταση την επένδυση. Αποκλειστικά, μόνο υπό συγκεκριμένες συνθήκες και για συγκεκριμένες πρώτες ύλες μπορεί να γεννηθεί τέφρα που θα είναι ικανή να χρησιμοποιηθεί σαν ωφέλιμο παραπροϊόν και να έχει εμπορική αξία.

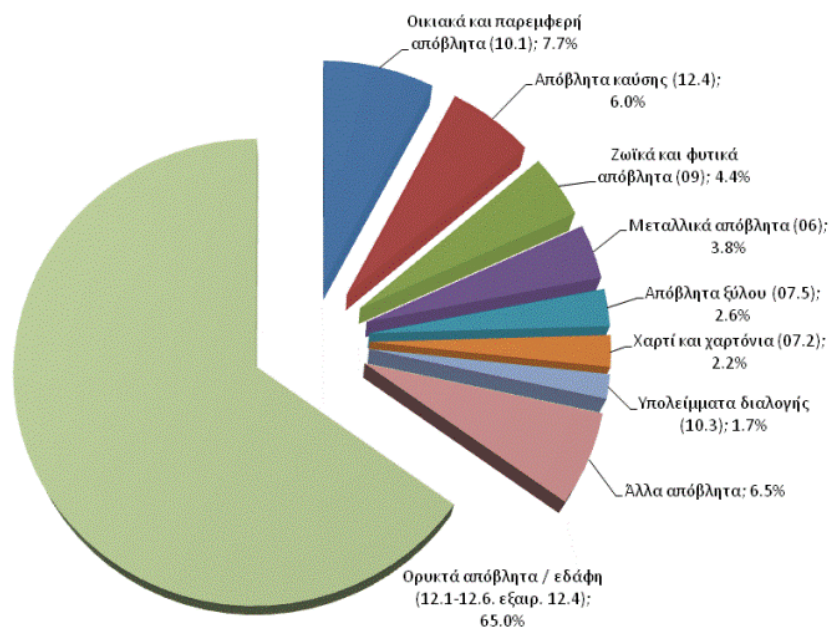
Κατά τις διαδικασίες της βιοχημικής μετατροπής δεν υπάρχει σαφήνεια όσο αφορά την επίδραση της τέφρας. Παρόλα αυτά, έχει αποδειχθεί περίτρανα ότι τα ανόργανα συστατικά παίζουν ανασταλτικό ρόλο στη ζύμωση της βιομάζας όπως και στην διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης αποβλήτων.

Όσο έχει να κάνει με τα pellets της βιομάζας, υπάρχει επίσημη διατύπωση ότι είναι αναγκαία η πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε τέφρα pellets με σκοπό να καλυφθούν οι προδιαγραφές της Ελλάδος και της Ευρώπης. Αναλογικά, όσο λιγότερη είναι η ποσότητα της τέφρας, τόσο πιο μικρές είναι η ποσότητες της στάχτης που παράγονται στα συστήματα θέρμανσης των σπιτιών ώστε να ωφεληθούν και να διευκολυνθούν οι καταναλωτές. Σε ενδεχόμενη περίπτωση που τα pellets προέρχονται από καθαρό ξύλο δεν είναι και πολύ δύσκολο να επιτευχθούν οι μικρές ποσότητες τέφρας, διότι η καθαρή ξυλεία περιέχει πολύ μικρή ποσότητα τέφρας που μπορεί να είναι λιγότερη και από το 1%. Εν αντιθέσει, η πλειοψηφία των αγροτικών υπολειμμάτων έχουν πολύ μεγαλύτερη ποσότητα σε στάχτη, εξ ου και ο λόγος που η ποσότητα της τέφρας είναι πολύ μεγαλύτερη. Γι' αυτό καθίσταται απαραίτητο να θεσπιστούν πρότυπα όσο αφορά τα αγροτικά pellets που θα μετρούν σοβαρά αυτό τον περιορισμό (Biomass Energy, 2013).

Παρακάτω ακολουθεί η περιεκτικότητα της τέφρας σε ποικίλες πηγές βιομάζας :

Πίνακας 2.2 Περιεκτικότητα της τέφρας σε ποικίλες πηγές βιομάζας

Πηγή Βιομάζας	Περιεκτικότητα σε τέφρα (%κ. β., ξηρή βάση)
Υπολείμματα βαμβακιού	7 %
Άχυρο σιταριού	4 %
Ξύλο λεύκας	1 %
Switchgrass	4 %
Ξύλο ελάτης	1 %
Άχυρο κριθαριού	6 %
Υπολείμματα ρυζιού	13 %
Υπολείμματα σακχαροκάλαμου	11 %



Διάγραμμα 2.4 Πηγές Βιομάζας

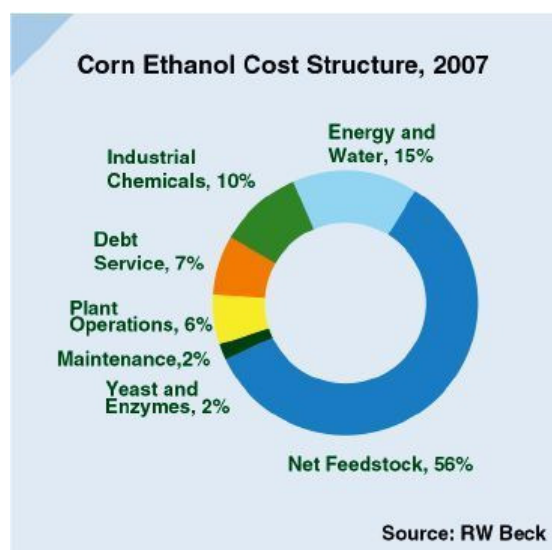
Πηγές viomaza.info

2.3 Βιοαιθανόλη

Η ιστορική διαδρομή της βιοαιθανόλης ως ένα καύσιμο κίνησης αρχίζει το 1908 την περίοδο που ο Henry Ford κατασκεύασε το πρώτο αυτοκίνητο, το λεγόμενο αλκοολοκίνητο μοντέλο Ford T, διατυπώνοντας ότι :«τα καύσιμα του μέλλοντος θα προέρχονται από μήλα, ζιζάνια ή ροκανίδια».

Στην σημερινή εποχή όλα τα οχήματα είναι δυνατόν να κάνουν χρήση τα δείγματα βενζίνης E5 ή E10, που περιέχουν 5 ή 10% αιθανόλη αντίστοιχα, χωρίς να γίνει καμία διαδικασία μετατροπής. Αναλυτικότερα, η αιθανόλη διαθέτει 113 οκτάνια και χρησιμοποιείται με σκοπό την αύξηση του αριθμού των οκτανίων που έχει η βενζίνη αλλά και για τη βελτίωση της ποιότητας της βενζίνης. Λειτουργεί δηλαδή σαν βελτιωτικό καυσίμου όπως είναι ο ETBE (αιθυλο-τριτοταγής-βουτυλαιθέρας) και METBE(μεθυλοτριτοβουτυλαιθέρας).

Η πώληση του γίνεται συνήθως στα πρατήρια σαν μείγμα E10 με 10% αιθανόλη μαζί με 90% βενζίνη. Η βιομηχανία των αυτοκινήτων έχει βγάλει στο εμπόριο μοντέλα, τα λεγόμενα Flexible Fuel Vehicle(οχήματα ευέλικτου καυσίμου).Ένα όχημα ευέλικτου καυσίμου (FFV) ή όχημα διπλού καυσίμου (κοινώς ονομάζεται flex-fuel όχημα) είναι ένα όχημα εναλλακτικών καυσίμων με κινητήρα εσωτερικής καύσης που προορίζεται να λειτουργεί με περισσότερα από ένα καύσιμα, όπου συνήθως βενζίνη αναμειγνύεται είτε με αιθανόλη ή καύσιμο μεθανόλης. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούν το μείγμα E85 που είναι 85% αιθανόλη μαζί με 15% βενζίνη, ή και άλλα μείγματα αιθανόλης σε συνδυασμό με βενζίνη όπως είναι το Ford Focus ή το Saab BioPower. Ο αριθμός οκτανίων του μείγματος E85 είναι σχεδόν 105 (Κατκαρίδης & Κοτανίδης , 2013).





Διάγραμμα 2.5 Παρουσίαση Κατανομής Κόστους Βιοαιθανόλης του 2007 στην Ευρώπη

Πηγή www.agmrc.org

2.3.1 Χαρακτηριστικά Βιοαιθανόλης

Η παρασκευή της βιοαιθανόλης γίνεται μέσω της διεργασίας της ζύμωσης και εμπεριέχει οξυγόνο περίπου στο 35%. Κατά την διεργασία παραγωγής, έχουμε την διαδικασία όπου η βιομάζα μετατρέπεται σε σάκχαρα, μετά την διαδικασία ζύμωσης των σακχάρων σε βιοαιθανόλη και ως τελική διαδικασία τον καθαρισμό της.

Όταν η βιοαιθανόλη παράγεται από δημητριακά ή καλαμπόκι δηλαδή από άμυλο, ή ζαχαρότευτλα, ζαχαροκάλαμο, γλυκό σόργο και γενικά σάκχαρα είναι απλουστευμένη και πραγματοποιείται μέσω της διαδικασίας της αλκοολικής ζύμωσης. Τα εργοστάσια όπου παράγεται η βιοαιθανόλη είναι στην ουσία μεγάλου όγκου αποστακτήρια.

Αν η πρώτη ύλη είναι το ζαχαροκάλαμο ή ακόμα και το γλυκό σόργο, τα μέρη τους, δηλαδή τα καλάμια γίνονται θρύσαλα και στο προϊόν που αλέθεται πραγματοποιείται μηχανικά με πίεση αποχύμωση και στην συνέχεια προσθέτοντας ζεστό νερό πραγματοποιείται εκχύλιση και τέλος η συγκέντρωση του υδατικού σακχαρούχου διαλύματος.

Κάτι το οποίο συμβαίνει αντίθετα με το ζαχαροκάλαμο και το σόργο, όπου γίνεται απευθείας λήψη των σακχαρούχων χυμών των βλαστών, στο σιτάρι, στο κριθάρι, και στο καλαμπόκι, που ανήκουν στα σιτηρά, είναι αναγκαία η προσθήκη των αμυλασών που είναι ακριβά ένζυμα και υπεύθυνα για την διάσπαση ή αλλιώς υδρόλυση του αμύλου σε σάκχαρα.

Ο λόγος που το άμυλο είναι κατάλληλο για να υποστεί την διαδικασία της ζύμωσης και να γίνει παραγωγή της βιοαιθανόλης είναι οι μακριές αλυσίδες μορίων γλυκόζης. Κατά την διάρκεια της παραγωγής της βιοαιθανόλης είναι αναγκαία η υδρόλυση του αμύλου για να διασπαστεί σε σάκχαρα που μπορούν να υποστούν ζύμωση. Είναι η επονομαζόμενη διαδικασία της σακχαροποίησης και προκαλεί επιπλέον κόστος στην παραγωγή.

Η διαδικασία της ζύμωσης του σακχαρούχου διαλύματος χωρίζεται σε στάδια και γίνεται σε πολύ μεγάλες δεξαμενές που ονομάζονται ζυμωτήρες, μαζί με την προσθήκη των κατάλληλων σακχαρομυκήτων. Πρόκειται κατά κύριο λόγο για στελέχη του *Saccharomyces cerevisiae*. Όταν προκύψει το τελικό προϊόν της ζύμωσης θα γίνει καθαρισμός με την διαδικασία της φυγοκέντρισης ή της διήθησης, με αποτέλεσμα το υγρό που προκύπτει να καταλήγει στην τελική δεξαμενή, όπου και εκεί θα γίνει ο διαχωρισμός και η άρση της καθαρής βιοαιθανόλης. Με την διαδικασία της ζύμωσης θα παραχθεί βιοαιθανόλη που θα περιέχει σημαντική ποσότητα νερού.

Στην πορεία θα ακολουθήσει απόσταξη της βιοαιθανόλης, με σκοπό να απομακρυνθεί το μεγαλύτερο μέρος του νερού, με αποτέλεσμα να παραχθεί μία μείξη που αποτελείται από 95% βιοαιθανόλη και 5% νερό.

Η ονομασία αυτού του μείγματος είναι ένυδρη βιοαιθανόλη. Αν το 5% του νερού που έχει μείνει έχει απομακρυνθεί τότε θα έχουμε ως προϊόν την άνυδρη βιοαιθανόλη που καθίσταται κατάλληλη για ανάμειξη με βενζίνη. Η διαδικασία όπου θα γίνει η λήψη της βιοαιθανόλης θα αποτελέσει και το τελευταίο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας και θα περιλαμβάνει την απόσταξη μαζί με την αφυδάτωση με θέρμανση. Ομολογουμένως, το προαναφερθέν και τελευταίο στάδιο είναι το πιο ενεργοβόρο αλλά και αυτό με το μεγαλύτερο κόστος όλης της παραγωγής και κατέχει μεγάλη βαρύτητα στην διαδικασία της βιομηχανικής παραγωγής βιοαιθανόλης.

Η αιθανόλη έχει ιδανικά χαρακτηριστικά ως καύσιμο για μηχανές εσωτερικής καύσης με την ανάφλεξη σπινθήρα. Εμπεριέχετε μεγαλύτερος αριθμός οκτανίων που συνεπάγεται αύξηση της αντικροτικής συμπεριφοράς συγκριτικά με την βενζίνη, και αυτό έχει ως απόρροια οι μηχανές καύσης να λειτουργούν με μεγαλύτερο πηλίκο συμπίεσης χωρίς να προκαλείται χτύπημα στον κινητήρα, προσδίδοντας καλύτερη και πιο καθαρή απόδοση. Εξ ου και ο λόγος που χρησιμοποιείται σαν βελτιωτικό της βενζίνης σε ελάχιστα ποσοστά (Στούρνας & et al , 2002).

Ο μέγιστος αριθμός οκτανίων σε συνδυασμό με την υψηλότερη θερμοκρασία που εξατμίζεται, καθιστούν την αλκοόλη πολύ πιο αποτελεσματική ως καθαρό καύσιμο συγκριτικά με την βενζίνη. Θα έπρεπε όμως να αναφερθεί ότι η καθαρή αιθανόλη υπολογίζεται ότι έχει σχεδόν 33% λιγότερη ενέργεια σε σχέση με την βενζίνη, λόγω της περισσότερης περιεκτικότητας της σε οξυγόνο. Όταν τα καύσιμα αναμειγνύονται σε χαμηλά ποσοστά (έως 10-15%), θα πρέπει να σημειωθεί ότι ένα λίτρο αιθανόλης θα ισοδυναμεί με ένα λίτρο βενζίνης και αυτό γιατί η χαμηλή περιεκτικότητα του οξυγόνου, λόγω της μικρής αναλογίας της βιοαιθανόλης ως προς τη βενζίνη, θα προσφέρει βελτίωση στην απόδοση του καυσίμου όπως αναφέρθηκε πιο πριν. Εντούτοις σε πιο μεγάλα ποσοστά το ποσό της βιοαιθανόλης που απαιτείται ώστε να πραγματοποιηθεί η ίδια απόσταση με ένα όχημα που κάνει χρήση μόνο βενζίνης είναι πιο μεγάλη. Για παράδειγμα ένα λίτρο αιθανόλης ισοδυναμεί με 0,68 λίτρα βενζίνης (Komioti , 2005).

Η ανάμειξη της αιθανόλης με την βενζίνη ή το diesel μπορεί να οδηγήσει στην μείωση της κατανάλωσης της βενζίνης. Αυτό συμβαίνει διότι αυξάνονται τα οκτάνια ή τα κετάνια αντιστοίχως, οδηγώντας σε μία πιο ολοκληρωμένη καύση, η οποία θα μειώσει και τις εκπομπές του μονοξειδίου του άνθρακα. Εντούτοις, αν οι αλληλεπιδράσεις δεν είναι κάτω από ιδανικές συνθήκες θα προκαλέσουν μια μικρή αλλά αύξηση των ατμών για μείγματα τα οποία θα έχουν την βιοαιθανόλη σε μικρή περιεκτικότητα δηλαδή γύρω στο 10%. Η αντιστάθμιση αυτού του φαινομένου μπορεί να πραγματοποιηθεί κάνοντας μείωση της τάσης των ατμών της βενζίνης που επρόκειτο να αναμειχθεί (Σοφιάκη, 2008).

2.3.2 Κόστος

Το κόστος της πρώτης ύλης αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα για το κόστος που παράγονται τα βιοκαύσιμα. Στη Βραζιλία, οι πρώτες ύλες καλύπτουν το 66% όλου του κόστους για την παραγωγή της βιοαιθανόλης. Αυτό ισχύει και τις σακχαρούχες, αλλά και για τις αμυλούχες ύλες, που αποτελούν τα πιο κύρια συστατικά της ανθρώπινης διατροφής και αυτός είναι ένας λόγος που έχουν μεγαλύτερο κόστος από τις κυτταρινικές ουσίες. Αναλυτικότερα, τα κυτταρινικά υλικά, για παράδειγμα το ξύλο και τα φυτά με ίνες, είναι μία πιο οικονομική επιλογή για πρώτη ύλη, και επειδή είναι σε άφθονες ποσότητες αλλά και επειδή δεν λαμβάνουν μέρος στην διατροφική αλυσίδα του ανθρώπου. Φυσικά, οι τεχνολογικές εφαρμογές για να διασπαστούν τα κυτταρινικά υλικά σε σάκχαρα είναι επίσης δαπανηρές.

Ένας άλλος παράγοντας που αυξάνει το κόστος είναι η καλλιέργεια αλλά και η μεταφορά των κυτταρινικών πρώτων υλών στα κατάλληλα εργοστάσια βιοαιθανόλης (Δρίτσας & Κόγιου , 2008).

Εκτός όμως από αυτά που προαναφέρθηκαν, κάτι ακόμα που πρέπει να σημειωθεί είναι κάτι που έχει να κάνει με την σύγκριση του κόστους της βενζίνης και βιοαιθανόλης. Η βιοαιθανόλη διαθέτει 67% του ενεργειακού περιεχομένου που είναι η θερμογόνο δύναμη μετρούμενη κατ' όγκο της βενζίνης. Επομένως, φανερώνεται η οικονομία που δίνει η χρήση της βιοαιθανόλη προς το καταναλωτικό κοινό όταν η τιμή που πωλείται είναι πολύ χαμηλότερη συγκριτικά με της βενζίνης.

Από μελέτες της Επιτροπής Πληροφοριών Ενέργειας (E.I.A - Energy Information Association), το κόστος για να παραχθεί η βιοαιθανόλη από καλαμπόκι στην Αμερική, το 2007 κόστιζε 1,25 \$ ανά γαλόνι. Επίσης, κατά τον σύλλογο UNICA (Brazilian Sugarcane Industry Association), η φθηνότερη βιοαιθανόλη που κοστίζει 0,75 \$ ανά γαλόνι σύμφωνα με μετρήσεις του 2007. Κατέχει το μονοπώλιο της χώρας, όπου η βιοαιθανόλη προκύπτει από ζαχαροκάλαμο και κατέχει θέση ανταγωνιστική σε σχέση με τα ορυκτά υγρά καύσιμα.

Όσο αφορά τα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπου παρατηρούνται χαμηλότεροι ρυθμοί ανάπτυξης, η βιοαιθανόλη που παράγεται κατέχει ανταγωνιστική θέση σε σχέση με την βενζίνη για τιμές που είναι περίπου 90 € για κάθε βαρέλι. Επίσης για το 2010 υπολογιζόταν ότι μέσω της έρευνας και της τεχνολογικής ανάπτυξης στο πεδίο των βιοκαυσίμων το κόστος θα έπεφτε στο 30% (Δρίτσας & Κόγιου , 2008).

Παρακάτω φαίνεται το κόστος για κάποιες ενδεικτικές πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοαιθανόλης, σύμφωνα με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας το 2006 (ΚΑΠΕ, 2006).

Πίνακας 2.3 Ενδεικτικό κόστος πρώτων υλών για την παραγωγή βιοαιθανόλης

Ζαχαροκάλαμο	200 ευρώ/στρέμμα
Τεύτλα	230-530 ευρώ/στρέμμα
Γλυκό Σόργο	155-230 ευρώ/στρέμμα
Σιτάρι	600 ευρώ/στρέμμα
Λιγνοκυταρινούχες πρώτες ύλες	140 -350 ευρώ/στρέμμα
Καλαμπόκι	230-320 ευρώ/στρέμμα
Πατάτες	760 ευρώ/στρέμμα

Η παραγωγή της βιοαιθανόλης έχει δύο έως τρεις φορές μεγαλύτερο κόστος από την παράγωγή της βενζίνης από αργό πετρέλαιο. Σημειώνεται επιρροή του κόστους επιπλέον από το υψηλό κόστος κεφαλαίου για εξοπλισμό που χρειάζεται για την παραγωγή και για τις διεργασίες που χρειάζονται για την υδρόλυση και τη ζύμωση. Σε περίπτωση επιβολής του φόρου καυσίμου, η τιμή της βιοαιθανόλης είναι υψηλή, γι' αυτό και θα πρέπει να μειωθεί ο φόρος, ώστε να υπάρχει ανταγωνιστική τιμή.

Όπως συμβαίνει και με το biodiesel, τέτοιες μειώσεις είναι συχνό φαινόμενο στην Ευρώπη, και λειτουργούν σαν κίνητρα ώστε να ενθαρρυνθούν για την μεγαλύτερη χρήση της βιοαιθανόλης (Δελλής & Ρέτζιος , 2010).

2.3.3 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

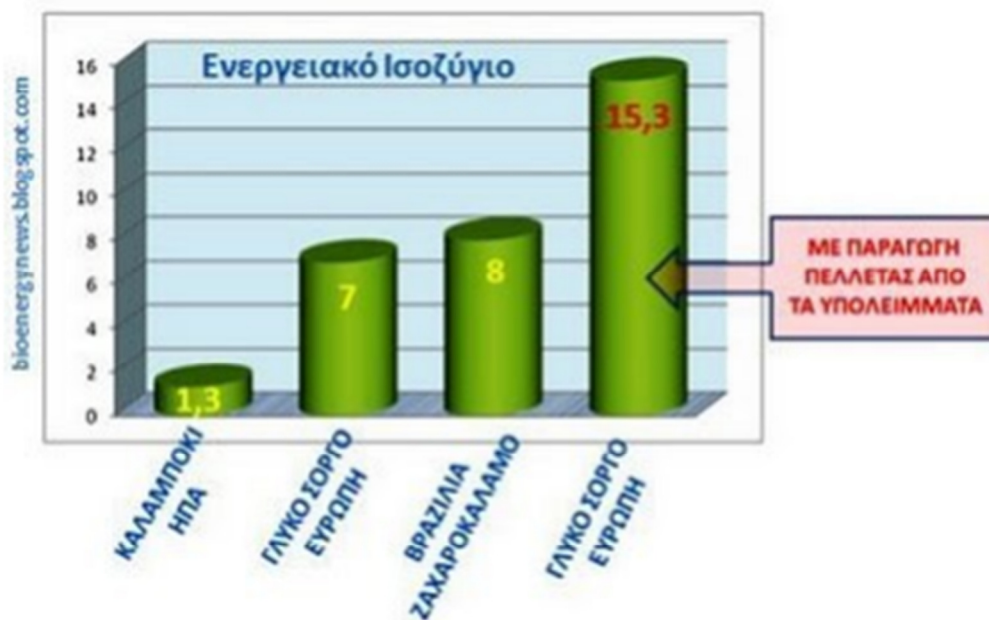
Πέρα από την πτώση της μη σημειακής ρύπανσης που μπορεί να αποδοθεί σε εκπομπές αέριων ρύπων, η διαδικασία και η χρήση παραγωγής της βιοαιθανόλης δεν δύναται να προκαλέσει σημαντική σημειακή ρύπανση, όπως μπορεί να συμβεί για παράδειγμα σε ενδεχόμενα ατυχήματα ή από διαρροές πετρελαιοειδών, καθώς έχει πολύ χαμηλά ποσοστά τοξικότητας συγκριτικά με τα πετρελαιοειδή και έχει την ικανότητα να είναι άμεσα βιοαποδομήσιμη στο νερό και το έδαφος (Δρίτσας & Κόγιου , 2008).

Θα πρέπει να ξεκαθαριστεί πως τα αποτελέσματα των εκπομπών διαφέρουν ανάλογα με την πρώτη ύλη και τη μέθοδο παραγωγής. Λοιπόν, θα πρέπει να επικεντρωθούμε στις καθαρές εκπομπές CO₂ λόγω χρήσης βιοαιθανόλης σαν καύσιμο. Αναλυτικότερα θα πρέπει να λάβουμε υπόψιν το σύνολο των εκπομπών στην διάρκεια της παραγωγής, δηλαδή κατά την καλλιέργεια και την βιομηχανία και την καύση (Δρίτσας & Κόγιου , 2008).

Για παράδειγμα στην Αμερική, η οποία χρησιμοποιεί καλαμπόκι για να παραχθεί βιοαιθανόλη, η μείωση των εκπομπών CO₂ είναι μόνο 15-25% συγκριτικά με τη βενζίνη. Εν αντίθεση στην Βραζιλία που χρησιμοποιείται το ζαχαροκάλαμο, συνεπάγεται μείωση μέχρι και 90% των εκπομπών CO₂ συγκριτικά με τη βενζίνη. Η χρήση της κυτταρινικής βιοαιθανόλης προκαλεί πτώση των εκπομπών CO₂ κατά 70-90%, και στην περίπτωση που κατά την διάρκεια της παραγωγής πραγματοποιηθεί συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού προερχόμενη από τη βιομάζα, τότε οι εκπομπές CO₂ εκμηδενίζονται δηλαδή σημειώνεται 100% μείωση.

Όσο αφορά την μείωση των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου η βιοαιθανόλη προερχόμενη από το καλαμπόκι είναι η λιγότερο ικανοποιητική, Εντούτοις ορισμένες έρευνες αποδεικνύουν ότι παρουσιάζει αύξηση στις εκπομπές CO₂. Το μεγαλύτερο κέρδος όσο αφορά την μείωση των εκπομπών CO₂ επιτυγχάνεται με τη χρήση ζαχαροκάλαμου από την Βραζιλία ή η χρήση πρώτων υλών όπως είναι τα κυτταρινικά απόβλητα.

Θα πρέπει επίσης να εξεταστεί το ενεργειακό ισοζύγιο της αλυσίδας παραγωγής βιοαιθανόλης. Το ενεργειακό ισοζύγιο είναι η ποσότητα των εισροών δηλαδή η ενέργεια που δαπανώνται στην διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας και προκύπτει από ορυκτά καύσιμα συγκριτικά με την τελική ενέργεια που δίνει η αιθανόλη δηλαδή τις εκροές. Όσο αφορά το ενεργειακό ισοζύγιο, η Αμερική σημειώνει τις χειρότερες επιδόσεις, διότι καταναλώνεται μία μονάδα ορυκτού καυσίμου με σκοπό να παραχθούν μόνο 1,3 μονάδες βιοαιθανόλης. Έτσι, είναι αναγκαίο ένα λίτρο βενζίνης για να παραχθεί βιοαιθανόλη που είναι ίση με 1,3 λίτρα βενζίνης.



Εικόνα 2.2 Ενεργειακό Ισοζύγιο σε Ευρώπη και Αμερική για το 2008

Πηγή bioenergynews.blogspot.com

Το 2004, έγινε μελέτη της κατανάλωσης της ενέργειας και των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου όσο αφορά τη βιοαιθανόλη από το ζαχαροκάλαμο. Μελετήθηκαν δύο περιπτώσεις, όπου η πρώτη έλαβε τη μέση κατανάλωση της ενέργειας μαζί με τα υλικά στη βιομηχανία βιοαιθανόλης και η δεύτερη δήλωσε τη καλύτερη πρακτική στο πεδίο που ευνοεί τις χαμηλότερες εκπομπές. Τέθηκε ως δεδομένο ότι μία άμεση σύγκριση ανάμεσα σε όλες τις μηχανές βιοαιθανόλης, gasohol που είναι βενζίνη με αναλογία 10% βιοαιθανόλη και βενζίνης δεν είναι δυνατή. Γι' αυτό το λόγο υπέθεσαν ότι δεν πρόκειται να σημειωθεί καμία αλλαγή στην εξοικονόμηση των καυσίμων όταν συμβαίνει η ανάμειξη της άνυδρης βιοαιθανόλης με βενζίνη σκεπτόμενοι ότι η αναλογία 1:1 είναι αποδεκτή. Σχετικά με την ένυδρη βιοαιθανόλη, η μελέτη θεώρησε ότι ένα λίτρο ένυδρης βιοαιθανόλης ισοδυναμεί με 0,7 λίτρα βενζίνης. Τα καθαρά αποθέματα εκπομπών αερίων θερμοκηπίου υπολογίστηκαν από 87% ως 96%, εξαρτώμενα από την περίπτωση και τον τύπο της βιοαιθανόλης (Δρίτσας & Κόγιου , 2008).

Μία μελέτη που πραγματοποιήθηκε το 2002 οργανωμένη από την U.S Department of Agriculture (U.S.D.A) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η βιοαιθανόλη που παράγεται από καλαμπόκι δίνει 34% επιπλέον ενέργεια από αυτή που έχει ανάγκη για να παραχθεί

Άλλη μελέτη της U.S.D.A, έδειξε ότι αυτό το ποσοστό ανέβηκε στο 67% (Sharouri & et al , 2004).

Μία όμως μελέτη, που έρχεται σε αντίθεση με τις άλλες, δείχνει ότι για να παραχθούν 10,6 δισεκατομμύρια λίτρα βιοαιθανόλης, η Αμερική χρησιμοποιεί σχεδόν 3,3 εκατομμύρια στρέμματα εδάφους. Αυτές οι εκτάσεις απαιτούν τεράστιες ενεργειακές εισαγωγές για λίπανση, αντιμετώπισης ζιζανίων και συγκέντρωσης του καλαμποκιού.

Κατά Pimentel και Patzek (2005), παίρνοντας δεδομένα και από τις 50 πολιτείες των ΗΠΑ και κάνοντας συμψηφισμό όλων των ενεργειακών εισαγωγών συμπεριλαμβανομένης της κατασκευής και της επισκευής αγροτικών μηχανημάτων αλλά και του αναγκαίου εξοπλισμού ζύμωση-απόσταξης, έφτασαν στο συμπέρασμα ότι η παραγωγή βιοαιθανόλης δεν δίνει το όφελος της καθαρής ενέργειας. Έχουν συμπεράνει ότι πιθανότατα απαιτεί περισσότερη ενέργεια από τα ορυκτά καύσιμα για να παραχθεί συγκριτικά με αυτό που θα παράγει. Σε υπολογισμούς που γίνανε, η παραγωγή βιοαιθανόλης προερχόμενη από καλαμπόκι απαιτεί 1,29 γαλόνια ορυκτών καυσίμων σε αναλογία ανά γαλόνι βιοαιθανόλης που θα παραχθεί, και η παραγωγή ενός γαλονιού ντίζελ προερχόμενη από σόγια χρειάζεται 1,27 γαλόνια από ορυκτά καύσιμα.

Πέρα από αυτό, λόγω της συγκριτικά χαμηλής ενεργειακής πυκνότητας της βιοαιθανόλης, σχεδόν τρία γαλόνια της βιοαιθανόλης είναι αναγκαία για να αντικαταστήσουν δύο γαλόνια βενζίνης. Το συμπέρασμα ήταν ότι κάθε λίτρο βιοαιθανόλης χρειάζεται 29% παραπάνω ενέργεια από ορυκτά καύσιμα, συγκριτικά με αυτή που παράγουν (Pimentel & Patzek, 2005).

2.4 Biodiesel

2.4.1 Ιστορική αναδρομή

Από την έναρξη του 20ου αιώνα το φυτικό έλαιο χρησιμοποιήθηκε ως καύσιμο σε μηχανή diesel. Στην διάρκεια του δεύτερου παγκόσμιου πολέμου, το φυτικό έλαιο ελέγχθηκε στις μηχανές diesel, ενώ κατά την μέση της δεκαετίας του 1940, έγινε χρήση των μεθυλικών και αιθυλικών εστέρων φυτικού ελαίου στη Γαλλία και στο Βέλγιο σαν καύσιμα για τα λεωφορεία. Λόγω της μεγάλης κατανάλωσης συμβατικού ενεργειακού πόρου και της αυξανόμενης εκπομπής ρύπων είχε ξεσπάσει μια έντονη αναζήτηση των εναλλακτικών καυσίμων εδώ και πολλά χρόνια. Έχουν προταθεί πολλές λύσεις σχετικά με τη διαθεσιμότητα και την εφαρμογή οικολογικών καυσίμων, τα οποία θα μπορούσαν να βρεθούν εντός της χώρας. Ως εναλλακτικά καύσιμα έχουν θεωρηθεί η μεθανόλη, το υγροποιημένο φυσικό αέριο, το συμπιεσμένο φυσικό αέριο, η αιθανόλη, το υγροποιημένο αέριο πετρελαίου, και τα φυτικά έλαια. Στην διάρκεια της δεκαετίας του '30 και της δεκαετίας του '40 έγινε χρήση των φυτικών ελαίων ως καύσιμα diesel μερικές φορές, αλλά κυρίως μόνο σε επείγουσες καταστάσεις. Πέρα από αυτό, από έρευνες είχε βγει το συμπέρασμα ότι τα φυτικά έλαια θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν τα λεγόμενα συμβατικά καύσιμα στις σύγχρονες μηχανές diesel καθώς διαθέτουν παραπλήσια θερμογόνο δύναμη με αυτή των diesel καυσίμων. Ωστόσο, η χρήση τους στις συγκεκριμένες μηχανές diesel άμεσων εγχύσεων οριοθετείται από ποικίλες δυσμενείς φυσικές ιδιότητες, και κυρίως από το ιξώδες τους, το οποίο είναι σχεδόν 11-17 φορές πιο υψηλό από αυτό που έχουν τα καύσιμα diesel. Επομένως, το φυτικό έλαιο επιφέρει τη ελλιπή ατμοποίηση του καυσίμου, την φτωχή καύση, και την απόθεση του άνθρακα στους εγχυτήρες. Ως αποτέλεσμα έχουμε να μπλοκάρουν οι μηχανές εσωτερικής καύσης.

2.4.2 Ο ρόλος του φυτικού ελαίου ως καύσιμο

Τα φυτικά έλαια χρησιμοποιήθηκαν σαν εναλλακτικά καύσιμα και αυτό έγινε περίπου έναν αιώνα πριν, όταν ο Rudolph Diesel, ο εφευρέτης της μηχανής diesel δοκίμασε αρχικά το έλαιο προερχόμενα από φιστίκια σε μηχανή συμπίεσης σαν καύσιμο. Ο Rudolph Diesel θεώρησε ότι η χρήση των φυτικών ελαίων για τα καύσιμα μηχανών μπορεί να φαινόταν αναξιοποίητη τότε, αλλά με την πάροδο του χρόνου τα έλαια αυτά μπορούσαν να αποδειχθούν τόσο σημαντικά όσο το πετρέλαιο και ο άνθρακας σήμερα. Εντούτοις, λόγω της χαμηλής τιμής των συγκεκριμένων πετρελαιοειδών τέτοια συμβατικά καύσιμα δεν έχουν αναπτυχθεί ακόμα.

Τα φυτικά έλαια είναι ριζικής σημασίας για την ανάπτυξη των εναλλακτικών καυσίμων. Εντούτοις, είχαν γεννηθεί πολλά προβλήματα που συνδέονταν άμεσα με την άμεση χρήση στη μηχανή diesel και κυρίως στη μηχανή άμεσων εγχύσεων. Τα προβλήματα ήταν τα ακόλουθα (Van Gerpen & et al, 2004):

- Ο σχηματισμός του άνθρακα στους εγχυτήρες σε μεγάλο βαθμό
- Θέματα λίπανσης
- Προσκόλληση λαδιού σε μορφή δακτυλίου
- Οι εναποθέσεις άνθρακα
- Η πήξη σαν απόρροια ενδεχομένων μολύνσεων που περιλαμβάνεται στο έλαιο

Άλλα προβλήματα που μπορούν να προκληθούν από την χρήση των φυτικών ελαίων και των ζωικών λιπών είναι τα ακόλουθα :

- Οι πολύ πιο χαμηλές πτητικότητες, που επιφέρουν εναποθέσεις στη μηχανή εξαιτίας της ατελούς καύσης και των μη κατάλληλων χαρακτηριστικών της εξάτμισης.
- Το ποσό της περιεκτικότητας των ακόρεστων ενώσεων, γεγονός το οποίο οδηγεί σε σχηματισμό ρητινωδών προϊόντων
- Ο υψηλός βαθμός ιξωδών που υπολογίζονται περίπου 11 – 17 φορές πιο υψηλά από τα καύσιμα diesel
- Η αύξηση της καπνιάς

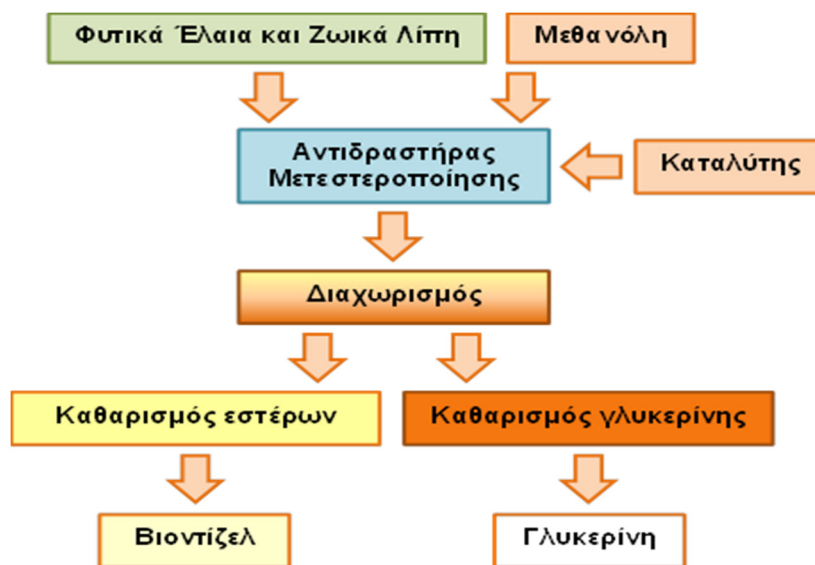
Σε γενικές γραμμές αυτά τα ζητήματα μπορούν να εμποδίσουν την αξιοποίηση μη επεξεργασμένων φυτικών ελαίων. Εντούτοις υπάρχουν πολλά αντιπαραδείγματα μιγμάτων υπολογισμένα σε ποσοστό 20-25% με πετρέλαιο diesel που χρησιμοποιούνται για πιο μεγάλες περιόδους.

Επιπλέον θα πρέπει να ξεκαθαριστεί ότι τα παραπάνω ζητήματα αφορούν στα μεγάλα μόρια τριγλυκεριδίων και την υψηλότερη μοριακή μάζα και δεν έχουν να κάνουν με την μετατροπή της μηχανής ανάλογα με τις συνθήκες χρήσης και το έλαιο που χρησιμοποιείται.

Για την αντιμετώπιση του υψηλού ιξώδους των φυτικών ελαίων έχουν εφαρμοστεί ποικίλες μέθοδοι προσέγγισης, ώστε να μειωθεί :

- Η διάλυση 25 μερών φυτικού ελαίου με 75 μέρη καυσίμου, σε αναλογία 25:75 diesel
- Η πύρωση
- Οι ανθρακικές μακριές αλυσίδες αλκοόλης
- Η διαδικασία της μετεστερεοποίησης με μεθανόλη ή αιθανόλη για τους εστέρες προϊόντων λιπαρού οξέος, γνωστοί και ως καύσιμα biodiesel.

Η διαδικασία της μετεστεροποίησης είναι η βασική τεχνική που χρησιμοποιείται για να αντιμετωπιστούν αυτά τα τεχνικά προβλήματα, και κυρίως του υψηλού ιξώδους, παρά το γεγονός ότι σημειώνεται αύξηση κόστους (Κορωνίου , 2008).



Εικόνα 2.3 Διάγραμμα Παραγωγής Biodiesel και Γλυκερίνης

Πηγή www.agroenergy.gr

2.4.3 Χρήσεις του biodiesel

Η ολόκληρη ονομασία είναι μεθυλεστέρες λιπαρού οξέος ή FAME και η παραγωγή τους γίνεται από οικιακούς και ανανεώσιμους πόρους αλλά και από φυσικές και ανανεώσιμες πηγές. Τέτοια είναι τα χρησιμοποιημένα φυτικά έλαια και ζωικά λίπη με τον εμπλουτισμό τριγλυκεριδίων και λιπαρών οξέων. Το βιολογικό πετρέλαιο όπως ακριβώς και το πετρέλαιο diesel, χρησιμοποιείται σε μηχανές που κάνουν συμπίεση και ανάφλεξη με μηδαμινές ή ελάχιστες μετατροπές. Έχει παραπλήσιες φυσικές ιδιότητες με το συμβατικό diesel.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα φυσικά χαρακτηριστικά του φυσικού πετρελαίου

Πίνακας 2.4 Φυσικά χαρακτηριστικά του Biodiesel

Κινηματικό ιξώδες στους 40°C	3,7 έως 5,8
Ειδική πυκνότητα	0,87 έως 0,89
Υψηλότερη θερμαντική αξία (btu/lb)	16.928 ως 17.996 btu/lb
Αριθμός κετανίου	46 ως 70
Θείο, % κβ	0,0 έως 0,0024 %
Σημείο διαχύσεως °C	-11 έως 16 °C
Σημείο ροής °C	60 έως 135 °C
Χαμηλότερη θερμαντική αξία (btu/lb)	15.700 ως 16.735 btu/lb
Αριθμός ιωδίου	-15 έως 13

Πηγή: *Biodiesel Handling and Use Guidelines*, K. Shine Tyson, National Renewable Energy Laboratory, NREL/TP-580-30004, September 2001

Το biodiesel είναι μια πολύ καλή εναλλακτική λύση αντικατάστασης των καυσίμων diesel πετρελαίου λόγω των ακόλουθων ιδιοτήτων :

1. Είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας
2. Δίνει μειωμένες εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου
3. Προσφέρει τη δυνατότητα για μειωμένη εξάρτηση από το ακατέργαστο αργό πετρέλαιο.
4. Δίνει τη δυνατότητα για την βελτίωση των αγροτικών οικονομιών
5. Προσφέρει μειωμένες εκπομπές καύσης κυρίως για διάφορα οξείδια για SOx
6. Είναι δυνατόν να είναι βιοδιασπάσιμο
7. Είναι δυνατή η χρήση του χωρίς την τροποποίηση των μηχανών
8. Προσφέρει καλύτερη απόδοση μηχανών
9. Σημειώνεται βελτιωμένη καύση λόγω της περιεκτικότητας σε οξυγόνο
10. Σημειώνεται χαμηλή τοξικότητα
11. Δίνει τη δυνατότητα να συνδυαστεί σε όποια αναλογία με το συμβατικό βιοδιασπάσιμο πετρέλαιο στα καύσιμα diesel
12. Δυνατότητα χρήσης στους λέβητες ή τους φούρνους με στόχο να γίνει η χρήση τους στα πετρέλαια θέρμανσης (Κορωνίου , 2008).

2.4.4 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

Πολλές επιστημονικές έρευνες διαβεβαιώνουν οι εκπομπές τις καύσης biodiesel έχουν πολύ μικρότερη επιβλαβή επίδραση στην ανθρώπινη υγεία συγκριτικά με το καύσιμο πετρέλαιο diesel. Επειδή κατά την καύση του biodiesel, σε σχέση με το diesel, απελευθερώνονται σε μειωμένα επίπεδα ενώσεις πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων και νιτροδών, ουσίες οι οποίες κατηγορούνται ότι προκαλούν πιθανώς καρκίνο.

Το βιολογικό πετρέλαιο λαμβάνει θέση ισχύος συγκριτικά με το πετρέλαιο diesel, διότι έχει υψηλότερο σημείο ανάφλεξης και έτσι καθίσταται πιο ασφαλές σε σχέση με την διαχείριση, την αποθήκευση και τη μεταφορά. Το σημείο ανάφλεξης του βιολογικού πετρελαίου είναι πιο ψηλά από 150°C, ενώ του συμβατικού πετρελαίου είναι στους 77°C. Επίσης είναι δυνατόν να αποθηκευτεί στις δεξαμενές diesel και να είναι διαθέσιμο μέσω άντλησης με κανονικό εξοπλισμό. Αυτό όμως δεν μπορεί να γίνει στην περίπτωση που υπάρχουν κρύες καιρικές συνθήκες, όπου είναι απαραίτητες θερμάστρες ή αναδευτήρες των δεξαμενών.

Κάθε γαλόνι βιολογικού πετρελαίου ισοδυναμεί με 0,95 γαλόνια πετρελαίου diesel. Σημειώνει μεγάλη ενεργειακή απόδοση. Σε κάθε μονάδα συμβατικής ενέργειας που υπόκειται σε χρήση για να παραχθεί βιολογικό πετρέλαιο, γεννιούνται 3,37 μονάδες ενέργειας του βιολογικού πετρελαίου. Λόγω του ότι το βιολογικό πετρέλαιο δεν παρουσιάζει τοξικότητα και είναι βιοδιασπάσιμο, αποτελεί ιδανικό καύσιμο για χρήση σε ευαίσθητα περιβάλλοντα όπως είναι οι εκβολές λιμνών, ποταμών και εθνικά πάρκα.

Εντούτοις, τα χαρακτηριστικά του biodiesel ως διαλύτη είναι δυνατόν να επιφέρουν κάποια προβλήματα όταν γίνεται χρήση τους αρχικά στις μηχανές diesel. Τα πολλών ειδών ιζήματα και η λάσπη που προκαλούνται στις παλαιότερες δεξαμενές αποθήκευσης diesel μπορούν να διασκορπιστούν κατά την διάρκεια της αρχική χρήσης του biodiesel, με αποτέλεσμα τα φίλτρα να μην λειτουργούν ικανοποιητικά, αλλά μόλις γίνει η αφαίρεση των παραγόντων μόλυνσης καμία συντήρηση δεν προκύπτει. Πέρα από αυτό, το καθαρό biodiesel δεν παρουσιάζει συμβατότητα με το φυσικό καουτσούκ. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να οδηγήσει στην αλλοίωση ορισμένων μερών του συστήματος που είναι κατασκευασμένα από φυσικό καουτσούκ όπως τα εμβύσματα, οι μάνικες, και οι τσιμούχες οι οποίες υπάρχουν σε οχήματα που έχουν κατασκευαστεί σε οχήματα πριν το 1993. Επίσης, έχει γίνει αναφορά ότι το biodiesel προκαλεί την αλλοίωση των πολυμερικών υλικών όπως είναι ο αφρός πολυουρεθάνιο (Κορωνίου, 2008).

2.4.5 Κόστος

Το αρχικό κόστος του biodiesel είναι το κόστος της πρώτης ύλης που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του, δηλαδή των ελαίων. Είναι απαραίτητα περίπου 7,3 lb δηλαδή 3,3 kg σογιέλαιου για την παραγωγή ενός γαλονιού δηλαδή 4 l t biodiesel. Η τιμή που κυμαίνεται το σογιέλαιο είναι κυμαινόμενη αλλά τα τελευταία χρόνια από το 1999 έως το 2004 ήταν ανάμεσα στα 0,15\$ και 0,25\$/lb. Επομένως, αυτό συνεπάγεται ότι το κόστος της πρώτης ύλης, θα κυμαίνονταν ανάμεσα στα 1,10\$ και 1,83\$ ανά γαλόνι., δηλαδή μεταξύ 0,29\$ και 0,48\$/ lt ή 0,24€ και 0,4€/lt. Οι περισσότερες εκτιμήσεις των δαπανών παραγωγής biodiesel είναι ανάμεσα στα 0,20\$ έως 0,50\$ ανά γαλόνι, σε συνδυασμό με τις μεγάλες εγκαταστάσεις στο πολύ χαμηλό όριο της διακύμανσης και τις μικρές εγκαταστάσεις στο ανώτερο.

Η αξία της κατασκευής των νέων εγκαταστάσεων για να παραχθεί το biodiesel υπολογίζεται σχεδόν στο 1,00\$ ανά γαλόνι για παραγωγή ενός έτους. Επομένως στις παραπάνω τιμές προστίθεται το κόστος παραγωγής και απόσβεσης εγκαταστάσεων που κυμαίνεται από 0,27€/lt ως 0,33€/lt.

Θα πρέπει να αναφέρονται ότι ένα από τα παραπροϊόντα της διαδικασίας της μετεστερεοποίησης είναι η γλυκερίνη η οποία μπορεί να αυξήσει κατά πολύ το κόστος αν υπόκειται σε καθαρισμό. Μέσα από την αξία της γλυκερίνης ακυρώνεται στην ουσία το κόστος της αλκοόλης και του καταλύτη. Κατά την περίοδο του 2004, η τιμή της ήταν σταθερή αλλά στην μετέπειτα περίοδο που διευρύνθηκε η αγορά, σημειώθηκε πλεόνασμα και έτσι μειώθηκε η τιμή της.

Κανονικά θα πρέπει η τιμή πώλησης biodiesel θα πρέπει να είναι πιο υψηλή από ότι κοστίζει η πρώτη ύλη, με σκοπό να καλυφθεί το κόστος της επεξεργασίας, της μεταφοράς, της διανομής και να προκύψει και κέρδος (Κατικαρίδης & Κοτανίδης , 2013).

Για δεδομένα 2010 έως σήμερα, το κόστος της παραγωγικής διαδικασίας ήταν και είναι ως ακολούθως :

Πίνακας 2.5 : Κόστος Παραγωγικής Διαδικασίας

Κόστος Λαδιού	760 €/tn
Τιμή Γλυκερίνης	22 €/tn
Κόστος Μεθανόλης	280 €/tn

Πηγή: Τριανταφύλλου, Μ. Οικονομική και Επιχειρησιακή Στρατηγική. Πανεπιστήμιο Πειραιώς. (2008-2010).

Το κόστος ανά λίτρο για μία μονάδα παραγωγής είναι σχεδόν 0,894 ευρώ. Το συγκεκριμένο κόστος όμως είναι ενδεικτικό καθώς επέρχεται μεταβολή που εξαρτάται από τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιεί η κάθε μονάδα παραγωγής και επεξεργασίας biodiesel αλλά και πόσο τις χρησιμοποιεί. Επίσης μπορεί να επηρεάζεται και από επιχειρηματικούς παράγοντες που είναι για παράδειγμα η συμφωνία με τους προμηθευτές (Τριανταφύλλου, 2008-2010).

2.5 LPG

2.5.1 Εισαγωγή

Ο όρος υγραέριο αφορά οποιοδήποτε προϊόν το οποίο έχει ως βάση ένα μίγμα που περιέχει ορισμένους από τους ακόλουθους υδρογονάνθρακες:

- Προπάνιο C_3H_8
- Προπένιο (προπυλένιο) C_3H_6
- Κανονικό βουτάνιο C_4H_{10}
- Ισοβουτάνιο C_4H_{10} ή $(CH_3)_3CH$
- Ισοβουτυλένιο C_4H_8
- Βουτένιο (βουτυλένιο) C_4H_8
- Αιθάνιο C_2H_6

Αυτοί οι υδρογονάνθρακες είναι αέρια, τα οποία συνήθως υπόκεινται σε υγροποίηση για τη μεταφορά και αποθήκευση.

Το υγραέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καυσαέριο, ως ψυκτικό μέσο στα ψυγεία και στους καταψύκτες αλλά μπορεί να παίξει και το ρόλο προωθητικού αεροζόλης πάντα σε σύγκριση με την ελάχιστη βλαπτικότητα για το στρώμα του όζοντος της ατμόσφαιρας. Επίσης, χρησιμοποιείται και σαν καύσιμο για τους κινητήρες, που είναι το αντικείμενο της μελέτης μας.

Το LPG είναι το υγροποιημένο βουτάνιο που εσωκλείεται στις ευρέως γνωστές φιάλες camping gaz, και το φωταέριο που αποτελείται από αέρια που έχουν υγροποιηθεί και προέρχονται από απόσταξη λιθάνθρακα. Αποτελούν πολύ γνωστούς τύπους υγραερίων.

Η λέξη γκάζι μπορεί να χρησιμοποιηθεί πιο συχνά σαν γενικότερος όρος αναφορικά μαζί με όλα τα καύσιμα μίγματα σε μορφή αερίου που αποτελούνται από μεθάνιο μέχρι και πεντάνιο. Επίσης πιο γενικής έννοιας ήταν η προγενέστερη χρήση του όρου γκάζι για όλα τα αέρια αλλά και υγρά ορυκτά καύσιμα.

Το LPG, που αποτελεί συντόμευση του όρου *liquified petroleum gas*, είναι το υγροποιημένο αέριο πετρελαίου και αποτελείται από ελαφριάς σύστασης κλάσματα αργού πετρελαίου, τα οποία έχουν την μορφή αερίου κάτω από τυπικές ατμοσφαιρικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας. Εδώ γίνεται ένας διαχωρισμός αυτών των αερίων που είναι κλάσματα υδρογονανθράκων.

Τα αέρια κλάσματα υπόκεινται σε διαχωρισμό κατά την διάρκεια της διύλισης που γίνεται στο αργό πετρέλαιο και οδηγούνται σε δεξαμενές όπου αποθηκεύονται για άλλες χρήσεις. Τα υγρά κλάσματα είναι χρήσιμα για να παρασκευαστούν υγρά καύσιμα όπως diesel και βενζίνη. Αναφορά στον όρο LPG μπορεί να γίνει στα κλάσματα που αφαιρούνται από το φυσικό αέριο πριν αυτό να προοριστεί για κατανάλωση.

Το υγραέριο LPG αποτελείται από ένα υγρό μίγμα από υδρογονάνθρακες, που εμπεριέχει προπάνιο και βουτάνιο και δύναται να χρησιμοποιηθεί σε μηχανοκίνητα οχήματα που έχουν κινητήρες βενζίνης. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα υποπροϊόν φυσικού αερίου και αργού πετρελαίου το οποίο παράγεται και διατίθεται σε διυλιστήρια πετρελαίου.

2.5.2 Φυσικές Ιδιότητες

Το LPG έχει υψηλή περιεκτικότητα σε οκτάνια που είναι άνω των 110. Επίσης έχει πιο υψηλή θερμοκρασία ανάφλεξης από τη βενζίνη δηλαδή 450-510 °C ενώ η βενζίνη έχει 257 °C. Επιπλέον δεν περιέχεται μόλυβδος στο υγραέριο. Όμως το μεγαλύτερο πλεονέκτημα που έχει είναι ότι έχει πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο είναι υπερβολικά επιβλαβές για την ατμόσφαιρα και έτσι η ιδιότητα του αυτή το κατατάσσει ανάμεσα στα λιγότερο ρυπογόνα καύσιμα.

Επίσης, το LPG αποθηκεύεται σε υγρή μορφή, αλλά γίνεται χρήση του σε πτητική κατάσταση ύστερα από εξάτμιση. Επειδή υγροποιείται αυξάνεται η πυκνότητα της ενέργειας που έχει συσσωρευτεί, πράγμα το οποίο έχει μεγάλη βαρύτητα σε περίπτωση που το υγραέριο χρησιμοποιηθεί στους κινητήρες αυτοκινήτων. Για παράδειγμα από 1 λίτρο LPG στην υγρά κατάσταση θα προκύψουν 260 λίτρα LPG στη πτητική κατάσταση.

Υπάρχει ικανότητα συμπίεσης και αποθήκευσης στην υγρή κατάσταση του LPG για να αποθηκευτεί εύκολα και να μεταφερθεί εύκολα. Με την πάροδο του χρόνου δεν μεταβάλλονται ούτε οι ιδιότητες ούτε η κατάσταση του.

Είναι δυνατόν να αποθηκεύεται για μεγάλο χρονικό διάστημα δίχως να απωλέσει την αποδοτικότητα αλλά και την ποιότητά του.

Επίσης ο αριθμός οκτανίων στο γκάζι είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό στη βενζίνη αλλά και στο των κετανίων πετρέλαιο diesel. Αυτό καθορίζεται από το ποσοστό του προπανίου και βουτανίου, που είναι ανάμεσα στα 90 και 110 οκτάνια.

Εντούτοις, η απόδοση της ενέργειας του LPG είναι πιο χαμηλή από τα κλασσικά καύσιμα, καθώς έχει πιο μικρό ποσό της ενέργειας ανά μονάδα του όγκου παρά το γεγονός ότι είναι πιο υψηλή στη μονάδα μάζας. Αυτό συνεπάγεται μεγαλύτερη καύση συγκριτικά με τη βενζίνη έως 10-20%, αλλά παρόλα αυτά η τιμή αγοράς του, η οποία είναι κατά το ήμισυ χαμηλότερη από την τιμή της βενζίνης, αντικαθιστά την μεγαλύτερη απαίτηση σε καύσιμο για να παραχθεί το ίδιο έργο.

Επειδή η φυσική κατάσταση του LPG είναι η αέρια δεν είναι αναγκαίο να υπόκειται σε ψεκασμό στους θαλάμους καύσης του κινητήρα όπως η βενζίνη, γι' αυτό το λόγο έχει πιο αποδοτική καύση και παρέχει μεγαλύτερη ασφάλεια στον κινητήρα. Η καύση του LPG είναι σχετικά καθαρή, δίχως εκπομπές καπνού και σκόνης. Αυτός είναι και ο βασικός λόγος που προκαλείται μικρότερη ρύπανση στο περιβάλλον (Τσαπαλιάρης , 2012).

2.5.2.1 Πυκνότητα του LPG

Η πυκνότητα είναι ένα μέγεθος που εξαρτάται από την θερμοκρασία και την σύνθεση του μίγματος.

Όταν η θερμοκρασία αυξάνεται, η ποσότητα υπόκειται σε διαστολή για να γεμίσει ένα μεγαλύτερο όγκο. Να σημειωθεί ότι σύμφωνα με τους νόμους της Θερμοδυναμικής όσο ο όγκος αυξάνεται, η πυκνότητα μειώνεται λόγω σχέσης αντιστρόφων μεγεθών.

Το βουτάνιο έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το προπάνιο. Ένα ιδιαίτερα αξιοσημείωτο πλεονέκτημα του LPG, όσο αφορά την χρήση του στα οχήματα, είναι ότι η μικρή σχετικά πίεση που έχει μπορεί να αποθηκευτεί σε υγρή κατάσταση σε συγκεκριμένη δεξαμενή καυσίμου στο όχημα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί όπως προειπώθηκε σαν την βενζίνη (Ανδρέου , 2013).

2.5.2.2 Θερμαντική ικανότητα

Στον θάλαμο καύσης του κινητήρα, όσο πιο μεγάλη ομοιογένεια του καύσιμου μείγματος υπάρχει, τόσο πιο βέλτιστη και ολοκληρωμένη καύση γίνεται. Είναι λογικό το γεγονός ότι δύο αέρια, και συγκεκριμένα το υγραέριο και ο αέρας, έρχονται πολύ πιο εύκολα σε ανάμειξη όταν διαχέεται το ένα μετά το άλλο, και όχι όταν έχουμε ένα καύσιμο που ουσιαστικά είναι μείγμα, δηλαδή βενζίνη και αέρας.

Ο λόγος είναι ότι θα πρέπει πρώτα να γίνει εξαέρωση της βενζίνης και ύστερα να γίνει ανάμειξη των ατμών με τον αέρα ώστε να μετατραπεί το καύσιμο σε μείγμα διότι δεν θα είναι τόσο ομογενές όσο με το υγραέριο (Ανδρέου , 2013).

Κεφάλαιο 3^ο

Δυνατότητα άμεσης χρήσης στα γεωργικά μηχανήματα

3.1 Χρήση LPG σε πετρελαιοκινητήρα

3.1.1 Κίνηση

Πρακτικά, για να χρησιμοποιηθεί το υγραέριο σαν εναλλακτικό καύσιμο, αυτό που είναι αναγκαίο είναι η κατάλληλη μετατροπή στο όχημα. Ως αποτέλεσμα, το όχημα θα δύναται να χρησιμοποιεί και το υγραέριο και τη βενζίνη.

Η τροφοδοσία μπορεί να αλλαχτεί με την χρήση ενός διακόπτη και μπορεί να γίνει ακόμα και στην κίνηση. Είναι δυνατόν να προσφέρει ακόμα και διπλή αυτονομία στο αυτοκίνητο. Τα πρατήρια που διανέμουν υγραέριο αναπτύσσονται με ταχύτατους ρυθμούς και η μετατροπή των κινητήρων είναι μια απλή διαδικασία με γρήγορη απόσβεση.

Είναι και το πιο σημαντικό πλεονέκτημα στην εγκατάσταση του LPG. Αλλά πολύ σημαντικό παράγοντα αποτελεί και το κόστος. Αν χρησιμοποιηθεί το υγραέριο, το κόστος κίνησης του οχήματος θα μειωθεί κατά το ήμισυ.

Στην σημερινή εποχή, το 2013, η τιμή του υγραερίου είναι 0,80 ευρώ/λίτρο, και η τιμή της βενζίνης προσεγγίζει τα 1,7 ευρώ. Σε συμφωνία με την Ευρωπαϊκή Ένωση, η τιμή του υγραερίου θα είναι πάντα στο 50% από την τιμή της βενζίνης έως το 2019.

Η απόσβεση του κόστους εγκατάστασης για το σύστημα υγραεριοκίνησης είναι εφικτό να γίνει σε λιγότερο από ένα χρόνο, αν ένα όχημα κάνει 10.000- 12.000 χιλιόμετρα ανά έτος.

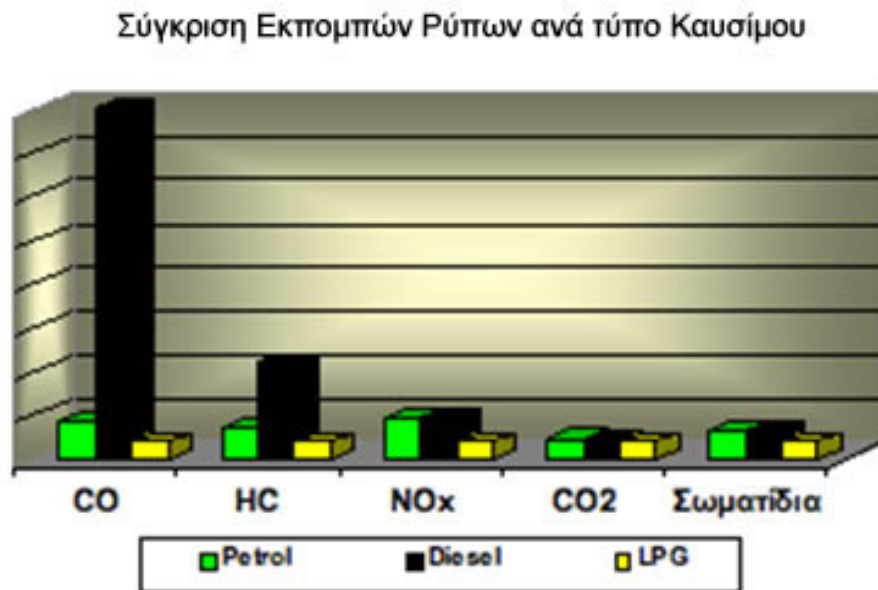
Ο λόγος που ονομάζεται *πράσινο καύσιμο* είναι ότι είναι καύσιμο φιλικό προς το περιβάλλον. Συγκριτικά με την βενζίνη οι εκπομπές του είναι πολύ πιο μειωμένες συγκριτικά με το πετρέλαιο και τη βενζίνη.

Αναλυτικότερα οι εκπομπές ρυπογόνων ουσιών ενός κινητήρα με υγραέριο είναι μειωμένες συγκριτικά με της βενζίνης και πετρελαίου στα ακόλουθα :

- σε ποσοστό 40% σε υδρογονάνθρακες (HC) από τη βενζίνη και 80% από το πετρέλαιο.
- σε ποσοστό 60% σε μονοξείδιο του άνθρακα (CO) από τη βενζίνη και 90% από το πετρέλαιο.

- σε ποσοστό 60% σε οξειδία του αζώτου (NOx) από τη βενζίνη και 60% από το πετρέλαιο.
- σε ποσοστό 10% σε διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) από τη βενζίνη και 5% από το πετρέλαιο.
- σε ποσοστό 40% σε σωματίδια από το πετρέλαιο.

Επομένως το υγραέριο συμβάλλει σημαντικά στην μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και μειώνει σε πολύ μεγάλο βαθμό την ρύπανση του περιβάλλοντος.



Διάγραμμα 3.1 Σύγκριση Εκπομπών Ρύπων Ανά Τύπο Καυσίμου

Πηγή www.elzoni.gr

3.1.2 Αυτονομία

Αν γίνει εγκατάσταση της συσκευής υγραερίου στο όχημα το σύστημα τροφοδοσίας πετρελαίου δεν παύει να ισχύει. Όποτε επιθυμεί ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το καύσιμο που θα χρησιμοποιήσει με έναν διακόπτη στο εσωτερικό του οχήματος όταν ακόμα και αυτό είναι κινούμενο. Επομένως, το ενδεχόμενο έλλειψης πρατηρίου με γκάζι δεν αποτελεί πρόβλημα καθώς μπορεί ανά πάσα στιγμή να γίνει χρήση πετρελαίου.

Επίσης υπάρχουν λιγότερες φθορές και έτσι αραιότερη συντήρηση. Και ο κινητήρας και ο καταλύτης έχουν μειωμένες φθορές, επειδή το υγραέριο καίγεται πιο καθαρά και δεν αφήνει υπολείμματα, με αποτέλεσμα να επιμηκύνεται ο χρόνος ζωής του.

Ο κινητήρας που λειτουργεί με υγραέριο πρέπει να υποβάλλεται λιγότερο συχνά σε service καθώς :

1. Δεν σημειώνεται σχηματισμός επικαθίσεων σωματιδίων άνθρακα δηλαδή στάχτη στους κυλίνδρους
2. Το υγραέριο επιφέρει λιγότερη ρύπανση των λιπαντικών, επειδή δεν διαλύεται σε αυτά
3. Τα φίλτρα και τα λάδια αλλάζονται πιο αραιά
4. Δεν μπορεί να γίνει νόθευση του υγραερίου. Επομένως αποφεύγονται οι φθορές στον κινητήρα λόγω νοθευμένου καυσίμου.

Επιπλέον πλεονέκτημα είναι και η ασφάλεια. Παρέχει μεγάλα επίπεδα ασφάλειας η χρήση υγραερίου διότι :

1. Δεν μπορεί να σημειωθεί έκρηξη καθώς η πίεση στο εσωτερικό της δεξαμενής και ανυπαρξία οξυγόνου αποκλείουν κάθε πιθανότητα.
2. Σε ενδεχόμενη διαρροή το αέριο οδηγείται στο περιβάλλον και δεν συσσωρεύεται στο γύρω χώρο όπως γίνεται στα υγρά καύσιμα.
3. Οι δεξαμενές και οι συσκευές στα οχήματα ελέγχονται σε υψηλές πιέσεις, έχουν λάβει τις απαραίτητες πιστοποιήσεις και καλύπτουν όλες τις αυστηρότερες ευρωπαϊκές προδιαγραφές.
4. Τέλος, η εγκατάσταση δεν έρχεται σε επαφή με την καμπίνα των επιβατών.

Θα παρουσιάσουμε τα πλεονεκτήματα σε σχέση με τους μη ελεγχόμενους ρύπους

1. Οι εκπομπές πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων (PAH) και αλδευδών όπως είναι η φορμαλδεύδη, η ακεταλδεύδη και η ακρολεΐνη είναι πολύ χαμηλότερες συγκριτικά με τα οχήματα diesel
2. Οι εκπομπές βενζολίου, τολουολίου, ξυλολίου (BTX) είναι πολύ πιο χαμηλές συγκριτικά με οχήματα που κινούνται με βενζίνη.
3. Το νέφος που μπορεί να προκληθεί είναι πολύ πιο χαμηλό στην διάρκεια του καλοκαιριού σε σχέση με αυτή που έχει το πετρέλαιο

Θα παρουσιάσουμε ένα πίνακα με τα παράγωγα των καυσαερίων ανά καύσιμο.

Ρύπανση LPG σε σχέση με Αμόλυβδη Βενζίνη & Πετρέλαιο Κίνησης

Πίνακας 3.1 Ρύπανση LPG σε σχέση με Αμόλυβδη Βενζίνη & Πετρέλαιο Κίνησης

Ρύπος	Μείωση συγκριτικά με την Αμόλυβδη	Μείωση συγκριτικά με το Πετρέλαιο Κίνησης
CO (Μονοξείδιο του άνθρακα)	-55%	-94%
HC(Υδρογονάνθρακας)	-45%	-81%
NO _x (Οξείδια του αζώτου)	-58%	-57%
CO ₂ (διοξείδια του άνθρακα)	-12%	-4%
Σωματίδια	-	-39%

Πηγή: Τσαπαλιάρης, 2012

Τα σχετικά υψηλά σε αριθμό οκτάνια του LPG δίνουν την δυνατότητα της αύξησης της αναλογίας συμπίεσης και απόδοσης καυσίμου. Τα μικροσωματίδια περιέχονται σε μικρότερα ποσοστά στις εκπομπές καυσαερίων συγκριτικά με τους κινητήρες diesel, κάνοντας πιο ευνοϊκή τη χρήση για τις αστικές περιοχές. Επίσης, τα χαμηλά επίπεδα εκπομπής ρύπων βοηθούν στην βελτίωση του φαινομένου του θερμοκηπίου αλλά και στην μείωση των πρόδρομων ουσιών που προέρχονται από οξείδια του αζώτου.

Το υγραέριο έχει :

- ✓ Μηδαμινή ποσότητα τοξικών συστατικών.
- ✓ Πολύ χαμηλά επίπεδα του θείου που εκπέμπουν μηδαμινές ποσότητες διοξειδίου του θείου.

Τα προβλήματα θα προκαλούνταν αν το υγραέριο που είναι μίγμα προπανίου και βουτανίου δεν ήταν σε μια συγκεκριμένη αναλογία. Ενδεχομένως αν το ποσοστό βουτανίου είναι πιο υψηλό από το προβλεπόμενο, τότε πιθανότατα να υπάρχουν προβλήματα στον κινητήρα του οχήματος.

Στα πλαίσια της Ευρώπης, σημειώθηκαν καταγγελίες από οδηγούς υγραεριοκίνητων, όπου είχαν πρόβλημα στον κινητήρα, καθώς φάνηκε ότι λειτουργούσε με πολύ πιο υψηλό ποσοστό βουτανίου από το προτεινόμενο σε συμφωνία με τις προϋποθέσεις του DIN EN 589.

Σε γενικές γραμμές, τα συστήματα υγραεριοκίνησης, με τα οποία εξοπλίζονται τα οχήματα στην σημερινή εποχή δεν περιλαμβάνουν κάποιον αισθητήρα που θα ήταν ικανός να ανιχνεύσει την αναλογία προπανίου/βουτανίου. Θα ήταν πολύ χρήσιμο καθώς αν η αναλογία αυτή αποκλίνει σε μεγάλο βαθμό από την προεπιλογή του συστήματος, τότε μπορεί να προκληθεί κάποια βλάβη στον κινητήρα (Τσαπαλιάρης , 2012).

3.1.3 Υποχρεωτικά Συστήματα Εγκατάστασης LPG με βάση της οδηγίες ECE R67

Τα υποχρεωτικά εξαρτήματα για την εγκατάσταση χρήσης παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα :

Πίνακας 3.2 Υποχρεωτικά Συστήματα Εγκατάστασης LPG

Ο εξοπλισμός που προσαρτάται στην φιάλη
Η δεξαμενή καυσίμου ή αλλιώς φιάλη
Ο υποβιβαστής πίεσης ή αλλιώς πνεύμονας
Η αυτόματη βαλβίδα
Η χειροκίνητη βαλβίδα
Η διάταξη παροχής αερίου
Ο ρυθμιστής ροής ου αερίου
Η εύκαμπτη γραμμή σωληνώσεων καυσίμου
Η άκαμπτη γραμμή σωληνώσεων καυσίμου
Η μονάδα πλήρωσης ή αλλιώς υποδοχή
Η βαλβίδα ελέγχου ή αλλιώς βαλβίδα αντεπιστροφής
Η ανακουφιστική βαλβίδα
Η διάταξη εκτόνωσης της πίεσης που ενεργοποιείται από τη θερμοκρασία

Η βαλβίδα υπηρεσίας
Η βαλβίδα υπερχειλίσης
Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου
Το αεροστεγές περίβλημα
Οι σύνδεσμοι
Ο ελαστικός σωλήνας για τον εξαερισμό

(Ανδρέου , 2013)

3.2 Συστήματα ανάμειξης πετρελαιοκινητήρων με LPG

Τα οχήματα προχώρησαν ακόμα περισσότερο τεχνολογικά, όταν παρουσιάστηκαν τα συστήματα ανάμειξης πετρελαίου με LPG, με σκοπό κυρίως να περιοριστούν ακόμα περισσότερο οι ρύποι, όπως ουσιαστικά διατυπώθηκε και παραπάνω.

Η διαδικασία καύσης του βραδύκαυστου πετρελαίου παράγει αιθάλη και σωματίδια άνθρακα. Όταν γίνει ο εμπλουτισμός του με υγραέριο, το οποίο καίγεται σχετικά γρήγορα, επιτυγχάνεται θερμοδυναμική βελτίωση και η συνδυασμένη καύση τους προσεγγίζει το ιδανικό επίπεδο.

Όταν εφαρμοστεί ένα τέτοιο σύστημα υγρού ψεκασμού έχουμε τα ακόλουθα αποτελέσματα:

- Καμία μετατροπή του κινητήρα
- Σταθερή ανταπόκριση του κινητήρα όσο αφορά την ισχύ και την ροπή, ανεξάρτητα από το ποσοστό στο συνδυασμό καυσίμων, LPG και πετρελαίου.
- Την σταθεροποίηση της μέγιστης παροχής αερίου LPG
- Την ανάμειξη με LPG σε ποσοστό που κυμαίνεται από 30 έως 80% (Ανδρέου , 2013).

Το θέμα στο παρελθόν ήταν ότι η μίξη LPG και Diesel ήταν υπερβολική όταν οι στροφές ήταν χαμηλές και γι' αυτό το λόγο η μεγαλύτερη εξοικονόμηση των χρημάτων που μπορούσε να γίνει από τα αρχικά συστήματα ήταν από 5% έως 10%. Ωστόσο πλέον υφίσταται ένας νέος τύπος συστήματος που αντί της χρήσης του αισθητήρα προανάφλεξης για να γίνει η ρύθμιση του μείγματος, γίνεται η ρύθμιση των καυσίμων την ίδια στιγμή, που συνεπάγεται μείωση των δαπανών των καυσίμων σε όλο το εύρος των στροφών και όχι μόνο στο εύρος στροφών λειτουργίας με Diesel.

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την πτώση των ρύπων και τη βελτίωση της κατανάλωσης ανά 100 χιλιόμετρα και την ίδια στιγμή διαφαίνεται ότι επιμηκύνεται η διάρκεια ζωής του κινητήρα, με την ίδια λογική που γίνεται και στους βενζινοκινητήρες που λειτουργούν με LPG.

Οι λόγοι που επιτυγχάνεται εξοικονόμηση από τον παραπάνω συνδυασμό καυσίμων μπορεί να εξηγηθεί από τη χημική σύνθεση τους σύνθεση, διότι όσο πιο μεγάλο είναι το μόριο του καυσίμου τόσο πιο αργή είναι η καύση του και ότι τα αέρια καύσιμα καίγονται με διαφορετικό τρόπο από ότι τα υγρά. (Ανδρέου, 2013)

Η πλειοψηφία των καυσίμων είναι οι υδρογονάνθρακες HC, που σημαίνει ότι πρόκειται για ποικίλους συνδυασμούς μορίων άνθρακα και υδρογόνου. Ο πιο απλός συνδυασμός είναι το μεθάνιο και ο πιο πολύπλοκος τα βαρέα έλαια.

3.2.1 Λειτουργία του LPG ως συμπλήρωμα του Diesel

Παρά το γεγονός ότι δεν μπορεί να γίνει πλήρης αντικατάσταση του πετρελαίου στους αντίστοιχους κινητήρες, σημειώνονται μεγάλα κέρδη όσο αφορά τα καυσαέρια για τα νέα συστήματα πετρελαίου και LPG, που κάνουν χρήση ενός μείγματος μέχρι το 33% από LPG στους κινούμενους κινητήρες, δηλαδή τα οχήματα και ως το 50% στους στατικούς όπως είναι οι γεννήτριες.

Το σύστημα αυτό μπορεί να είναι από κινητήρες επιβατικών αυτοκινήτων έως τα μεγάλα φορτηγά και άλλα οχήματα βαρέου τύπου με κινητήρες βενζίνης η diesel.

Στην Βιέννη γίνεται χρήση σχεδόν 40 χρόνια κινητήρων DAF σε λεωφορεία και η εταιρεία διαθέτει πάνω από 400 λεωφορεία που κάνουν χρήση LPG και δεν έχουν σημαντικά προβλήματα.

Η τεχνολογία των συστημάτων με LPG δέχτηκε καινοτομίες από κάποιες εταιρείες, κάνοντας την ανάμειξη του LPG με το πετρέλαιο, κάνοντας ακόμα μικρότερες τις ποσότητες των εκπεμπόμενων ρύπων.

Αν επίσης ένα όχημα τύπου Euro 3, κάνει προσθήκη αυτού του συστήματος, μπορεί να κατατεθεί αυτόματα στις κατηγορίες Euro 4 και αντίστοιχα αν είναι Euro 4 σε Euro5.

Λόγω του κόστους εφαρμόζονται βασικά σε βαρέα οχήματα. Έτσι έχουμε τα ακόλουθα:

- Μπορεί να γίνει ανάμειξη με περιεκτικότητα LPG από 30% έως και 80%
- Μπορεί να σταθεροποιηθεί η μέγιστη παροχή αερίου LPG
- Να μην υπάρχει καμία μετατροπή του κινητήρα
- Να υπάρχει μεγαλύτερη αυτονομία
- Να σημειώνεται σταθερή ανταπόκριση του κινητήρα, σε ισχύ ροπή, ανεξάρτητα από το καύσιμο
- Να σημειώνεται πτώση του πρόσθετου Ad Blue (ουρία) κατά 50 % το ελάχιστο
- Κινητήρας με πιο καθαρά καυσαέρια, με αποτέλεσμα να καταταχθεί στην επόμενη κατηγορία Euro (Ανδρέου , 2013)



Εικόνα 3.1 Δεξαμενή Diesel επάνω και LPG κάτω με χωρητικότητα 350lt

Πηγή

<http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/4303/Andreou%20Marinos.pdf?sequence=1>

Γενικά διασφαλίζεται το κόστος εγκατάστασης λόγω των ακόλουθων σημείων:

- Και σε βαρέου αλλά και σε μεσαίου τύπου πετρελαιοκινητήρες γίνεται πτώση των ρύπων αν αναμειχθεί το diesel με το LPG αλλά και με άλλα εναλλακτικά καύσιμα
- Σημειώνεται μικρός χρόνος απόσβεσης
- Δεν είναι απαραίτητο να γίνει κάποια μετατροπή από τα υπάρχοντα εξαρτήματα του κινητήρα
- Υπάρχει η επιλογή με την βοήθεια διακόπτη σε λειτουργία του κινητήρα μόνο με diesel. Σε επίπεδο ενέργειας, 1lt diesel ισοδυναμεί με 1,4 λίτρο LPG

Πίνακας 3.2 Παράδειγμα Μείωσης Κόστους Λόγω ανάμειξης Diesel με LPG

Παρακάτω έχουμε ένα παράδειγμα με ανάμειξη LPG

Μέσος όρος Ανάμειξης	25%
Σχέση Μέσης Κατανάλωσης Καυσίμων	1 προς 3
Τιμή Diesel	1.5 ευρώ /λίτρο
Τιμή LPG	0.80 ευρώ / λίτρο
Χιλιόμετρα ανά έτος	150.000
1λίτρο Diesel	1,4 λίτρο LPG (ενεργειακά)

Κόστος Καυσίμων

50.000 λίτρα Diesel x 1,5 ευρώ/λίτρο	75.000ευρώ
--------------------------------------	------------

Κόστος καυσίμων Diesel blend:

$0,75 \times 50.000 = 37.500$ λίτρα diesel → 37.500 λίτρα diesel x 1,5 ευρώ/λίτρο = 56.250 ευρώ	$0,25 \times (50.000 \times 1,4) = 17.500$ λίτρα LPG $17.500 \text{ lt} \times 0,8 \text{ €/lt} = 14.000$ ευρώ
Σύνολο 70.250 ευρώ	
Εξοικονόμηση ανά έτος $75.000 - 70.250 = 4.750$ ευρώ	

Πηγή <http://users.sch.gr/kontaxis/ekdiloseis/1204ygraeriokinisi/LPG%20INJECTIONKarabilas.pdf>

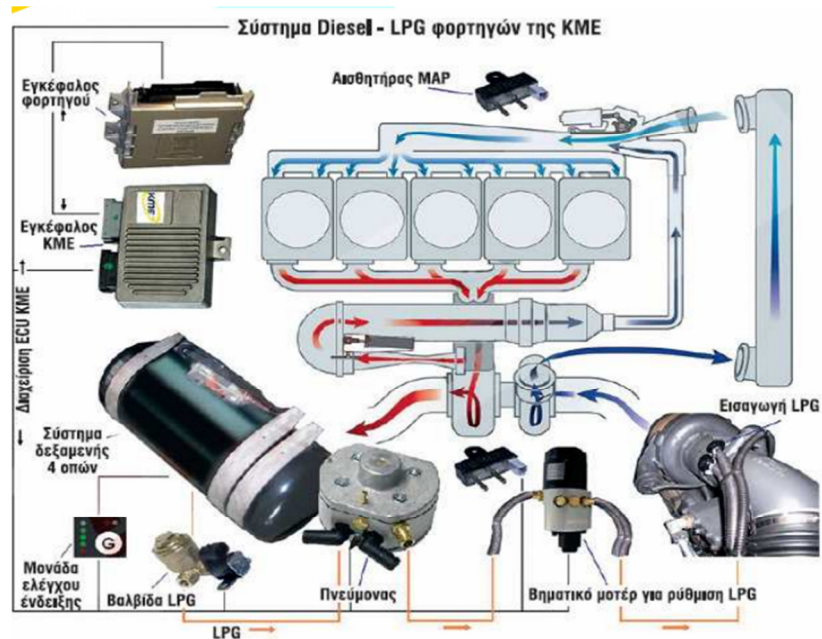
3.2.2 Τρόποι εισαγωγής LPG σε πετρελαιοκινητήρα

Τα συστήματα εγκατάστασης Ψεκασμού του LPG έχουν να κάνουν με το σύστημα τροφοδοσίας του κινητήρα και έχουμε τις ακόλουθες κατηγορίες:

- Σύστημα ψεκασμού με περιστροφικές αντλίες
- Σύστημα ψεκασμού με εμβολοφόρες αντλίες υψηλής πίεσης
- Σύστημα ψεκασμού με common rail
- Σύστημα ψεκασμού unit injector system (u.i.s)
- Σύστημα ψεκασμού unit pump system (Καραμπίλας, 2012)

Οι τρόποι εισαγωγής LPG σε πετρελαιοκινητήρα γίνονται με τα ακόλουθα συστήματα ανάμειξης

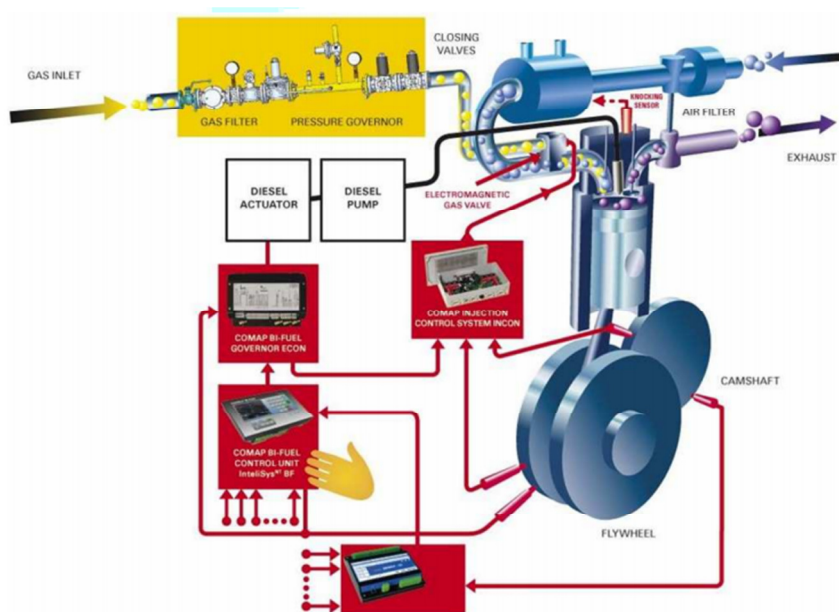
1. Σύστημα Μονού Αερίου Ψεκασμού:
 - Σύστημα Μονού Αερίου Ψεκασμού Kme
 - Σύστημα Μονού Αερίου Ψεκασμού Diesel Gas



Εικόνα 3.2 Σύστημα Diesel – LPG φορτηγών της ΚΜΕ

Πηγή

<http://users.sch.gr/kontaxis/ekdiloseis/1204ygraeriokinisi/LPG%20INJECTIONKarabilas.pdf>

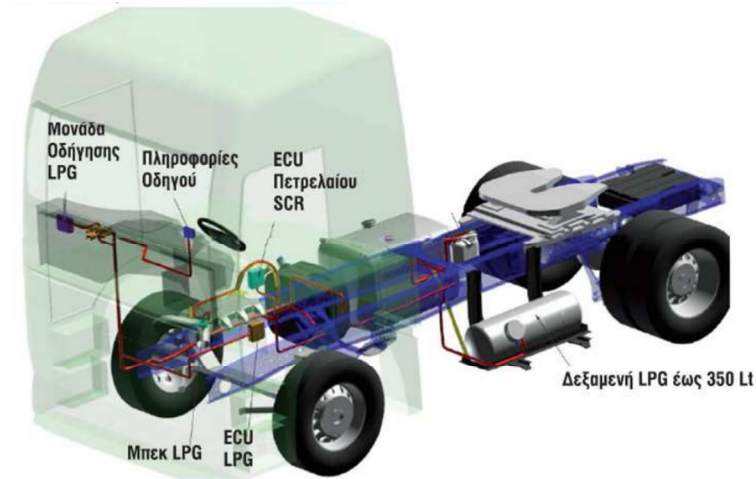


Εικόνα 3.3 Σύστημα Μετατροπής Αργόστροφων Diesel Κινητήρων CNG/LNG/LNG

Πηγή

<http://users.sch.gr/kontaxis/ekdiloseis/1204ygraeriokinisi/LPG%20INJECTIONKarabilas.pdf>

2. Σύστημα Μονού Υγρού Ψεκασμού
 - Σύστημα Μονού Υγρού Ψεκασμού Vialle

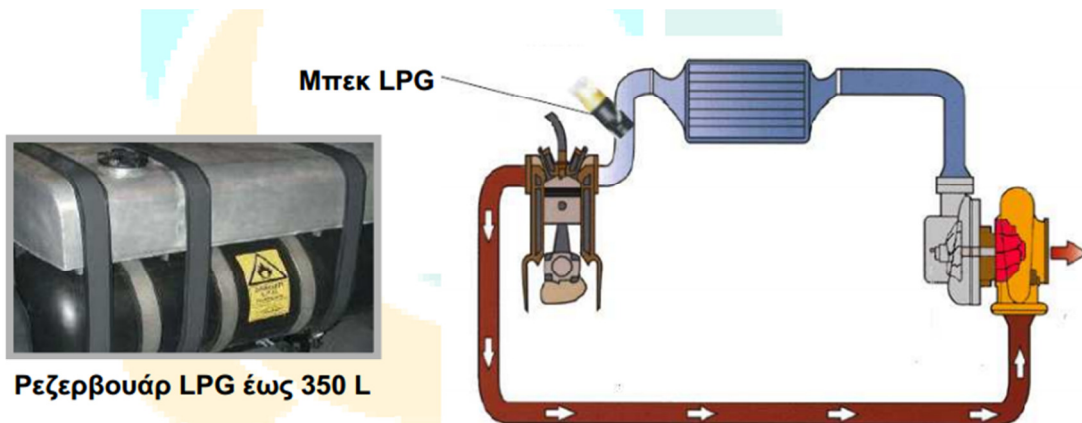


Εικόνα 3.4 Σύστημα Μονού Υγρού Ψεκασμού Πηγή

<http://users.sch.gr/kontaxis/ekdiloseis/1204ygraeriokinisi/LPG%20INJECTIONKarabilas.pdf>

Η τροφοδοσία πετρελαιοκινητήρα με LPG –Vialle LPi έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

1. Ένα σύστημα που έχει παραμετροποιηθεί κάτω από όλες τις συνθήκες
2. Μπορεί να γίνει άμεση ρύθμιση στις μεταβολές του φορτίου
3. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ενέργεια της εξάτμισης του αερίου LPG



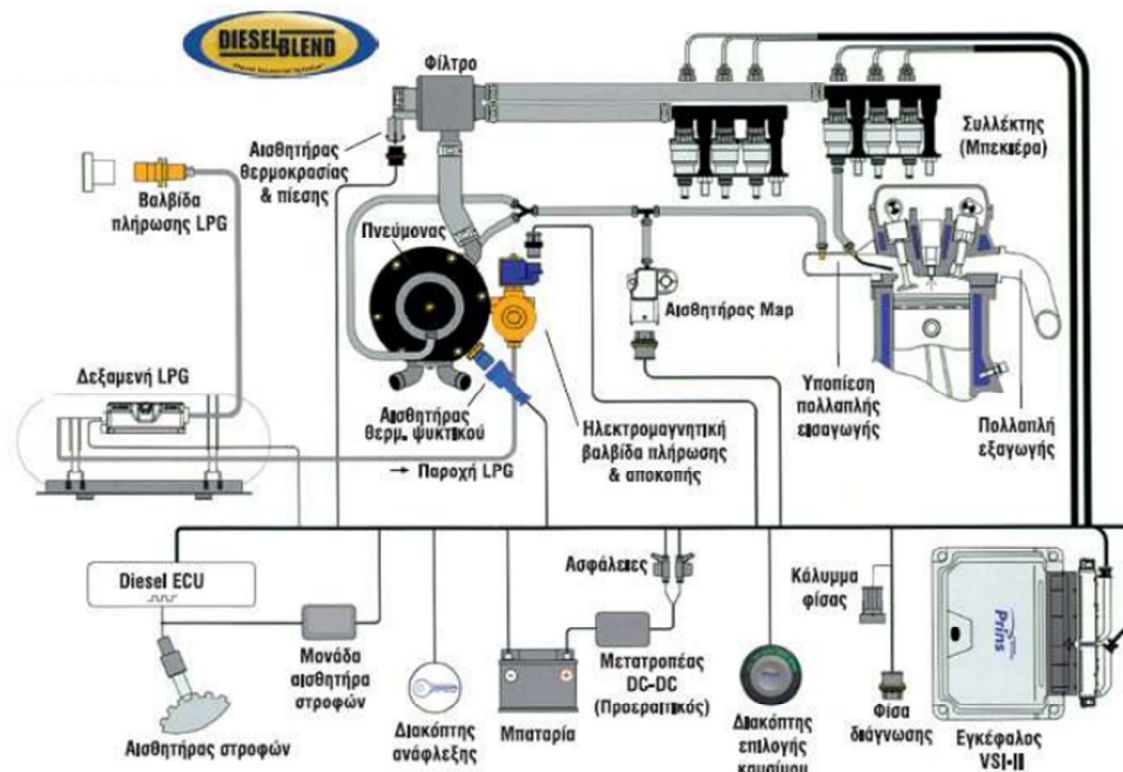
Σχεδιάγραμμα 3.1 Η τροφοδοσία πετρελαιοκινητήρα με LPG-Vialle LPi

<http://users.sch.gr/kontaxis/ekdiloseis/1204ygraeriokinisi/LPG%20INJECTIONKarabilas.pdf>

1. Στους υπερτροφοδοτούμενους πετρελαιοκινητήρες δεν μπορεί να εφαρμοστεί η συμβατική τεχνική ανάμειξης που γίνεται στο LPG εξαιτίας του κινδύνου της καύσης αλλά και λόγω της δυσκολίας στον έλεγχο που προκαλούν οι απότομες μεταβολές θερμοκρασίας.
2. Αξιοποιείται το πλεονέκτημα του φαινομένου της ενθαλπίας για να ενισχυθεί η ψύξη του intercooler
3. Η τεχνολογία για την ανάμειξη αερίου LPG (Vialle LPi) κάνει χρήση του ψεκασμού LPG σε υγρή μορφή με πίεση 5bar πάνω από την πίεση του ρεζερβουάρ και λόγω και των συνθετικών σωληνώσεων γίνεται αποφυγή της εξάτμισης του LPG μέσα στις σωληνώσεις λόγω υψηλής θερμοκρασίας του κινητήρα (Καραμπίλας , 2012)

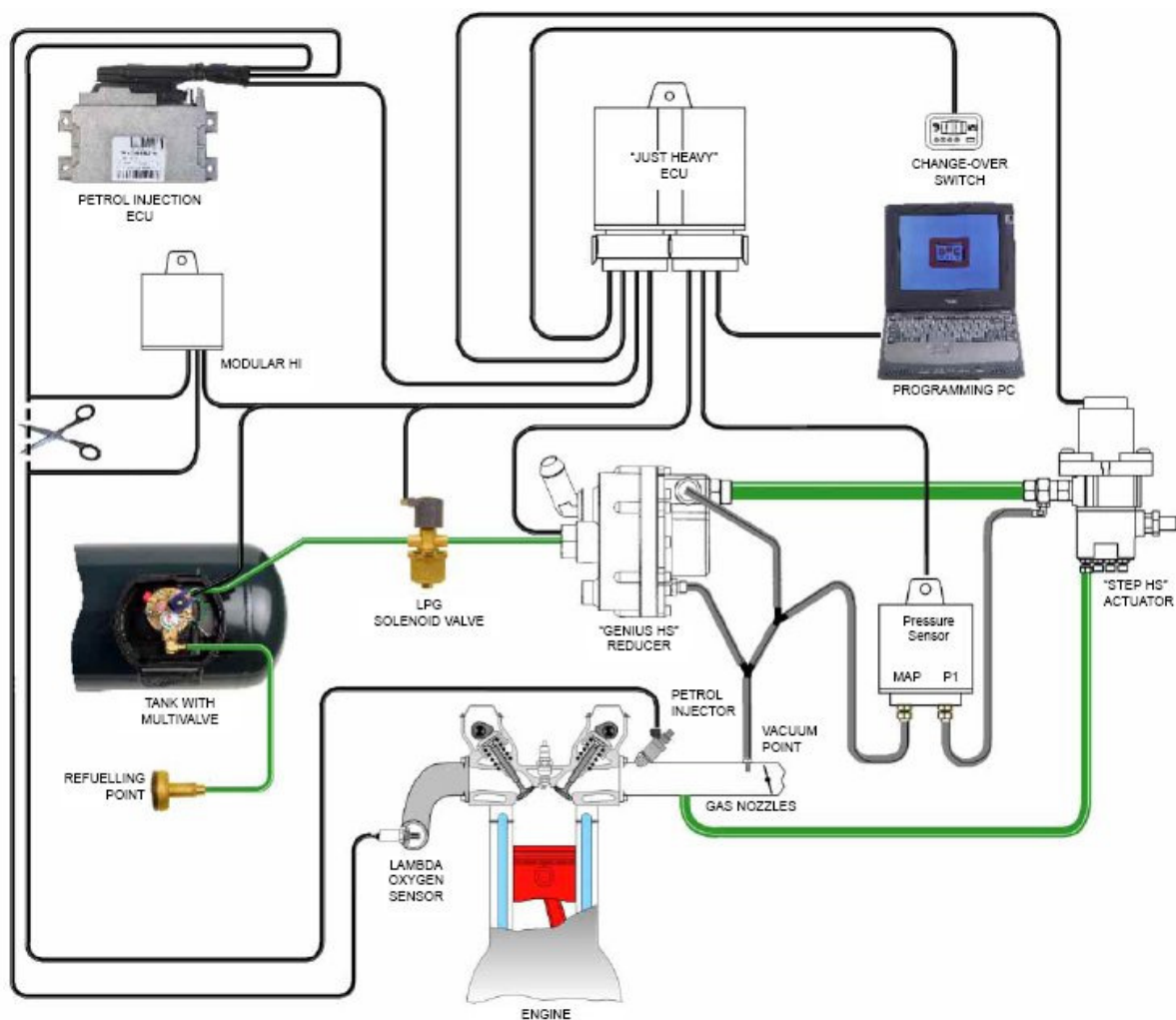
3. Σύστημα Σειριακού Αερίου Ψεκασμού

- Σύστημα Σειριακού Αερίου Ψεκασμού Prins



Σχεδιάγραμμα 3.2 Σύστημα Σειριακού Αερίου Ψεκασμού Prins Πηγή

<http://users.sch.gr/kontaxis/ekdiloseis/1204ygraeriokinisi/LPG%20INJECTIONKarabila%20s.pdf>



Σχεδιάγραμμα 3.3 Σειριακό Σύστημα LPG σε αυτοκίνητο με μόνο ψεκασμό

Πηγή www.autogas.gr

3.3 Πτώση Κόστους

Οι αναμείξεις diesel παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα καθώς βοηθούν ιδιαίτερα στην πτώση του κόστους. Καταρχάς παράγουν πολύ λιγότερους ρύπους από μεσαίου αλλά και από βαρέου τύπου πετρελαιοκινητήρες κάνοντας χρήση εναλλακτικών καυσίμων. Επίσης έχουν μικρό χρόνο απόσβεσης και δεν απαιτούν μετατροπές σχετικά με τα εξαρτήματα που ήδη υπάρχουν στον κινητήρα. Τέλος έχουν λειτουργία επιστροφής, δηλαδή με το γύρισμα ενός διακόπτη επιστρέφουν στην λειτουργία diesel (Καραμπίλας, 2012).

Γενικά το πετρέλαιο είναι ένα πολύ ακριβό καύσιμο. Παρακάτω φαίνονται οι τρέχουσες τιμές του πετρελαίου σε διάφορες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΕΛ. ΠΕ. ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΑΜΟΛΥΒΔΗ		SUPER ΑΜΟΛΥΒΔΗ		ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΚΙΝΗΣΗΣ		ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ		ΥΓΡΑΕΡΙΟ ΚΙΝΗΣΗΣ	
	διυλιστηρίου	λιανικής	διυλιστηρίου	λιανικής	διυλιστηρίου	λιανικής	διυλιστηρίου	λιανικής	διυλιστηρίου	λιανικής
27-03-2014	1.261 €	0 €	1.32 €	0 €	0.992 €	0 €	0.929 €	0 €	0.565 €	0 €
26-03-2014	1.256 €	0 €	1.315 €	0 €	0.988 €	0 €	0.925 €	0 €	0.562 €	0 €
22-03-2014	1.253 €	0 €	1.311 €	0 €	0.984 €	0 €	0.923 €	0 €	0.56 €	0 €
21-03-2014	1.25 €	0 €	1.308 €	0 €	0.98 €	0 €	0.92 €	0 €	0.558 €	0 €
20-03-2014	1.251 €	0 €	1.309 €	0 €	0.979 €	0 €	0.951 €	0 €	0.559 €	0 €
19-03-2014	1.252 €	0 €	1.31 €	0 €	0.979 €	0 €	0.92 €	0 €	0.561 €	0 €
18-03-2014	1.252 €	0 €	1.311 €	0 €	0.979 €	0 €	0.92 €	0 €	0.561 €	0 €
15-03-2014	1.253 €	0 €	1.312 €	0 €	0.982 €	0 €	0.923 €	0 €	0.562 €	0 €

MOTOR OIL ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΑΜΟΛΥΒΔΗ		SUPER ΑΜΟΛΥΒΔΗ		ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΚΙΝΗΣΗΣ		ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	
	διυλιστηρίου	λιανικής	διυλιστηρίου	λιανικής	διυλιστηρίου	λιανικής	διυλιστηρίου	λιανικής
27-03-2014	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
26-03-2014	1.276 €	0 €	1.338 €	0 €	1.007 €	0 €	0.942 €	0 €
22-03-2014	1.272 €	0 €	1.334 €	0 €	1.004 €	0 €	0.941 €	0 €
21-03-2014	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
20-03-2014	1.261 €	0 €	1.323 €	0 €	0.992 €	0 €	0.931 €	0 €
19-03-2014	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
18-03-2014	1.267 €	0 €	1.329 €	0 €	0.994 €	0 €	0.935 €	0 €
15-03-2014	1.268 €	0 €	1.329 €	0 €	0.994 €	0 €	0.934 €	0 €

Εικόνα 3.5 Τρέχουσες τιμές καυσίμων στην Ελλάδα

Πηγή www.popek.gr

Χώρα/Περιοχή	€/ λίτρο	
ΕΕ/27	1.442	
Ην. Βασίλειο	1.728	
Ιταλία	1.665	
Σουηδία	1.595	
Ιρλανδία	1.591	
Ελλάδα	1.523	
Φινλανδία	1.510	
Ουγγαρία	1.464	
Πορτογαλία	1.415	
Δανία	1.413	
Τσεχία	1.411	
Σλοβακία	1.411	
Γερμανία	1.410	
Μάλτα	1.400	
Βέλγιο	1.394	
Ολλανδία	1.392	
Αυστρία	1.367	
Γαλλία	1.349	
Κύπρος	1.335	
Πολωνία	1.322	
Λετονία	1.310	
Σλοβενία	1.309	
Ρουμανία	1.300	

Εικόνα 3.6 Τιμές Πετρελαίου Κίνησης στην ΕΕ

Πηγή <http://www.politis-europe.com/cgibin/hweb?-A=2333&-V=people>

Γενικά αν γίνει ανάμειξη diesel με άλλες πηγές ενέργειας όπως πχ LPG τότε τα κέρδη καθορίζονται από τον τύπο που έχει το όχημα, την χρήση που γίνεται από τον καταναλωτή, από τα στοιχεία του φορτίου, από την μέθοδο που αναμειγνύεται το LPG ή άλλο καύσιμο και από το τι τιμή έχει το εκάστοτε καύσιμο σε μία χώρα.

Ουσιαστικά, το κέρδος οφείλεται από το πόσο υποκαθίσταται το diesel από τα καύσιμα, που για να έχουμε οικονομικότερο αποτέλεσμα θα πρέπει να έχει χαμηλότερη τιμή

(Καραμπίλας, 2012).

Παρακάτω θα παρουσιάσουμε ένα παράδειγμα με ένα όχημα τύπου MAN TGX:

Χιλιόμετρα που διανύει ανά έτος	125.000
Η κατανάλωση του	30 λίτρα στα 100 χιλιόμετρα
Μείωση Ρύπου Διοξειδίου του Άνθρακα	243 τόνους αν χρησιμοποιεί καύσιμο biodiesel
Κέρδος με βάση τις τιμές του 2013	5.000 ευρώ
Απόσβεση	22 μήνες

3.4 Η Χρήση Biodiesel Σε Πετρελαιοκινητήρα γεωργικού μηχανήματος

Οι Al-Widyan et al. που δοκίμασαν ποικίλα μείγματα biodiesel όπως B100, B75, B50 και B25 σε έναν μονοκύλινδρο, απευθείας εγχύσεως πετρελαιοκινητήρα είδαν ότι τα μείγματα τα οποία είχαν συγκριθεί με το συμβατικό diesel, παρουσίασαν μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης, χαμηλότερη ειδική κατανάλωση και χαμηλότερες εκπομπές όσον αφορά το CO και τους HC (Al-Widyan & et al , 2002).

Σε έρευνα των Carraretto et al. οι οποίοι παρήγαγαν biodiesel από μείγμα ποικίλων φυτικών ελαίων όπως το κραμβέλαιο, το σογιέλαιο και το ηλιέλαιο με την μεθοδολογία της καταλυτικής μετεστερεοποίησης, και στη πορεία το ανακάτεψαν σε διαφορετικές αναλογίες με συμβατικό diesel όπως τα B20, B30, B50, B70, B80, και B100 και στο τέλος το εφάρμοσαν σε έναν εξακύλινδρο κινητήρα άμεσης εγχύσεως, ο οποίος βρίσκεται σε αστικά λεωφορεία, συμπέραναν ότι όσο αυξάνεται η αναλογία του biodiesel στο εκάστοτε μείγμα προς καύση, τα μεγέθη της ισχύος και τη ροπής στρέψης του κινητήρα μειώνονται ελαφρώς (Carraretto & et al , 2004).

Αναλυτικότερα, κατά τον έλεγχο με B100, η πτώση αυτή ήταν στο 3 % της μέγιστης ισχύος και στο 5 % της μέγιστης ροπής στρέψης, συγκριτικά με το συμβατικό diesel. Εντούτοις, η ειδική κατανάλωση καυσίμου παρουσίασε αύξηση κατά 16 % κατά όλο το εύρος των στροφών, εξαιτίας του μεγαλύτερου ειδικού βάρους του biodiesel . Μέσα από την προσπάθειά τους να καλυτερεύσουν τα πραγματικά μεγέθη του κινητήρα έκαναν παρεμβάσεις, κανονίζοντας την ρύθμιση κατάλληλα στην προπορεία έγχυσης.

Με την μείωση της προπορείας έγχυσης κατάφεραν να ανεβάσουν το μέγεθος της ισχύος αλλά και της ροπής στρέψης περίπου στο επίπεδο του συμβατικού diesel και την ίδια στιγμή να επιτύχουν να μειώσουν την ειδική κατανάλωση καυσίμου.

Με σκοπό, να γίνει μια επαρκής εκτίμηση όσο αφορά τα οφέλη και τις ελλείψεις από την χρήση του biodiesel ως υποκατάστατο καύσιμο του συμβατικού ντίζελ, έγινε σειρά εφαρμογών και δοκιμών στον πετρελαιοκινητήρα άμεσης εγχύσεως του γεωργικού ελκυστήρα του μοντέλου ZETOR 7745. Ο προαναφερόμενος ελκυστήρας ελέγχθηκε πριν και διαπιστώθηκε ότι ήταν σε άριστη λειτουργική κατάσταση. (Carraretto & et al , 2004).

Επίσης θα πρέπει να τονιστεί ότι στο συγκεκριμένο πετρελαιοκινητήρα δεν έγινε καμία απολύτως μετατροπή. Η διαδικασία των πειραμάτων είχε ποικίλες ομάδες δοκιμών:

- Με αυτούσιο biodiesel φυτικών ελαίων (B100 όπως είναι κραμβέλαιο, μη ραφινάρισμένο, και ηλιέλαιο, ραφινάρισμένο)
- Μειγμάτων συμβατικού ντίζελ με biodiesel στις αναλογίες των B5, B30 και B50.
- Με συμβατικό diesel

Η ροπή στρέψης είναι ένα αντιπροσωπευτικό μέγεθος που βοηθά στην εκτίμηση της απόδοσης του κινητήρα και κατά συνέπεια μας βοηθά να εκτιμήσουμε κατά πόσο μπορεί ένα γεωργικό μηχάνημα να διαχειρίζεται τις στιγμιαίες υπερφορτίσεις.

Τα αποτελέσματα της έρευνας ήταν τα ακόλουθα :

- Η χρήση του biodiesel B100 και των μειγμάτων με συμβατικό diesel είναι εφικτή, χωρίς να χρειάζονται μετατροπές ή με περιορισμένες επεμβάσεις στον πετρελαιοκινητήρα του γεωργικού μηχανήματος.
- Δεν σημειώνεται σημαντική επιρροή της απόδοσης των πετρελαιοκινητήρων άμεσης εγχύσεως λόγω χρήσης μεθυλεστέρων ποικίλων φυτικών ελαίων όπως το κραμβέλαιο και το ηλιέλαιο αλλά και των μειγμάτων τους με το συμβατικό diesel όπως είναι το B5, το B30 και το B50 (Γράβαλος & et al, 2011).

3.5 Χρήση Βιοαιθανόλης στα γεωργικά μηχανήματα

3.5.1 Μίγματα βιοαιθανόλης για τους κινητήρες

Σε συνάφεια με το Ευρωπαϊκό πρότυπο ποιότητας EN 228, η βιοαιθανόλη δύναται να χρησιμοποιηθεί σε μίγμα με περιεκτικότητα 5% σε βενζίνη. Για την χρήση τέτοιου είδους μίγματος δεν είναι αναγκαία η μετατροπή του κινητήρα. Όσοι διαθέτουν τέτοια οχήματα με μίγματα βιοαιθανόλης θα πρέπει να ακολουθούν κατά γράμμα τις οδηγίες που δίνει ο κάθε κατασκευαστής.

Ορισμένοι κατασκευαστές οχημάτων προτείνουν σαν προδιαγραφή μέγιστη περιεκτικότητα βιοαιθανόλης σε μίγμα με βενζίνη το 5% κατ' όγκο, ενώ κάποιοι άλλοι δίνουν σαν προδιαγραφή το μέγιστο ποσοστό που φτάνει το 10%. Σε περίπτωση που αυτό το όριο ξεπεραστεί δεν ισχύουν οι εγγυήσεις του εκάστοτε οχήματος.

Πέρα από αυτό, σε κινητήρες που έχουν υποστεί τροποποίηση, δύναται να χρησιμοποιηθεί κατά 100% μόνο βιοαιθανόλη, παρά το γεγονός ότι για την επίλυση του ζητήματος της εκκίνησης σε χαμηλές θερμοκρασίες είναι αναγκαία η χρήση ενός μικρού ποσοστού πτητικού καυσίμου, που είναι συνήθως η βενζίνη. Αναλυτικότερα, το μίγμα 5% βιοαιθανόλης με βενζίνη κατ' όγκο σημαίνει 3,4% κατά αναλογία ενέργειας, από την στιγμή που το περιεχόμενο της ενέργειας της βιοαιθανόλης κατέχει περίπου το 66,6% της βενζίνης.

Για ορισμένα όμως μείγματα απαιτούνται άλλες μετατροπές. Συγκεκριμένα, για μείγματα μεγαλύτερα του 5% πρέπει να γίνουν άλλες μετατροπές. Σε οχήματα που έχουν πολλαπλά καύσιμα και πιο αναλυτικά σε οχήματα, που κάνουν χρήση βιοαιθανόλης, η λειτουργία της θα είναι ως βελτιωτικό οκτανίων. Κάνοντας προσθήκη δηλαδή 10% βιοαιθανόλης στη βενζίνη, ο αριθμός οκτανίων της βενζίνης θα αυξηθεί κατά δύο μονάδες. Σαν αποτέλεσμα θα έχουμε την πτώση της εκδήλωσης του φαινομένου της προανάφλεξης στο καύσιμο και επιπλέον θα υπάρχει η δυνατότητα να αυξηθεί η σχέση συμπίεσης, που οδηγεί στην καλύτερη καύση, επομένως και στην αύξηση της απόδοσης του κινητήρα.

Όταν έχουμε ένα μείγμα καυσίμου με περιεκτικότητα 10% βιοαιθανόλης λογικά θα έχει περιεκτικότητα σε οξυγόνο σχεδόν 3,5%, και συνεπώς θα επηρεάζει την αναλογία αέρα και καυσίμου. Είναι η βασική αιτία όπου είναι σχεδόν απαραίτητο οι κινητήρες να έχουν πτώση της αναλογίας αέρα στο καύσιμο, δηλαδή το μείγμα να είναι «φτωχό», ώστε να επιτυγχάνεται η αντιστάθμιση του οξυγόνου που περιέχεται στην βιοαιθανόλη του μίγματος.

Στην σημερινή εποχή, τα συστήματα ελέγχου του κινητήρα, που περιλαμβάνουν τα περισσότερα σύγχρονα αυτοκίνητα, έχουν την δυνατότητα να ρυθμίσουν ηλεκτρονικά την αναλογία αέρα και καυσίμου, με σκοπό να διατηρηθεί η σωστή αναλογία, όταν η βιοαιθανόλη θα εισέλθει στον κινητήρα. Για ορισμένα όμως οχήματα, το μεγαλύτερο ποσοστό που δύναται να αντισταθμίσουν είναι 3,5%, δηλαδή είναι ένα μίγμα με 10% βιοαιθανόλη.

Τα μίγματα που περιέχουν βιοαιθανόλη έχουν πιο υψηλή λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης από ότι έχει η 100% μόνο βενζίνη. Αυτός είναι και ο λόγος που τα μείγματα αυτά θα έχουν μεγαλύτερη δυσκολία στην εκκίνηση όταν η θερμοκρασία στο περιβάλλον θα είναι χαμηλή, δηλαδή κατά την διάρκεια του χειμώνα. Επειδή υπάρχει αυτό το πρόβλημα ορισμένα οχήματα περιλαμβάνουν μια μικρή δεξαμενή που περιέχει μόνο βενζίνη για την εκκίνηση του κινητήρα του οχήματος στην διάρκεια τω ψυχρών ημερών (Γράβαλος & et al, 2011).

Κεφάλαιο 4^ο

Συμπεράσματα

Τα εναλλακτικά καύσιμα, ιδιαίτερα τις τελευταίες δύο δεκαετίες έχουν εισέλθει δυναμικά στην αγορά της παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας. Λόγω των όλο και λιγότερων διαθέσιμων ποσοτήτων ενέργειας, ο άνθρωπος έχει επικεντρωθεί στην παραγωγή της ενέργειας με πιο οικολογικά μέσα, όπως είναι η καύση των βιοκαυσίμων.

Ένας επιπλέον λόγος είναι η όλο και αυξανόμενη τιμή των συμβατικών καυσίμων στην διάρκεια μιας όλο και χειροτερεύουσας οικονομικής ύφεσης, όπου οι άνθρωποι πλέον αδυνατούν να αποκτήσουν τα απαραίτητα ποσά βενζίνης και πετρελαίου στον τομέα των μεταφορών αλλά και της πρωτογενούς παραγωγής για τα γεωργικά μηχανήματα.

Μέσα από εξονυχιστική μελέτη και διερεύνηση των δυνατοτήτων των βιοκαυσίμων αλλά και των ενεργειακών αναγκών, είδαμε πως η παραγωγή βιοκαυσίμων όπως η βιοαιθανόλη και το biodiesel, έχει όλο και μεγαλύτερη ζήτηση σε συνάφεια με την σταθεροποίηση της τιμής τους, μετά από οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Τα βιοκαύσιμα, όπως το LPG, δύναται να χρησιμοποιηθούν δίχως καμία μετατροπή του κινητήρα άμεσα στα πετρελαιοκίνητα γεωργικά μηχανήματα, προσφέροντας ταυτόχρονα αυτονομία και μεγαλύτερη ασφάλεια στον χρήστη. Επίσης, το biodiesel εφαρμόζεται χωρίς καμία μετατροπή σε πετρελαιοκινητήρες, και μέσα από έρευνες διαπιστώθηκε ότι προσφέρει διατήρηση της απόδοσης και ασφαλή λειτουργία του κινητήρα. Σχετικά με την χρήση βιοαιθανόλης, μετατροπές μπορεί να είναι αναγκαίες αναλόγως την αναλογία των μειγμάτων. Σε περίπτωση που το μείγμα βενζίνης – βιοαιθανόλης ξεπερνάει το 5% περιεκτικότητα σε βενζίνη τότε θα πρέπει να γίνουν κάποιες μετατροπές στο κινητήρα. Επίσης θα πρέπει να τονιστεί πως μεγάλη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στην αναλογία καυσίμου αέρα, ακολουθώντας κατά γράμμα τις προϋποθέσεις που προτείνουν οι εκάστοτε κατασκευαστές.

Τα βιοκαύσιμα είναι η ενέργεια του μέλλοντος. Είναι απαραίτητο η τιμή και η διάθεση τους να είναι προσιτή ώστε να αυξηθεί ακόμα περισσότερο η ενθάρρυνση του καταναλωτικού κοινού να τα χρησιμοποιήσει. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η απεξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα, η οικονομία, η περιβαλλοντική ισορροπία και η διατήρηση της ανθρώπινης υγείας.

Βιβλιογραφία.

- Al-Widyan, I. M., & et al. (2002). Utilization of ethyl ester of waste vegetable oils as fuel in diesel engines. *Fuel Processing Technology*, 91-103.
- Biomass Energy. (2013, 7 12). *Τα βασικά χαρακτηριστικά της βιομάζας*. Ανάκτηση από Biomass Energy: <https://www.youtube.com/watch?v=mxls3ImI3G4>
- Carraretto, C., & et al. (2004). Biodiesel as alternative fuel: Experimental analysis and energetic evaluation.
- Komioti, N. (2005). *Presentation: Strategy for the deployment of biofuels in the transport sector*. S.A: Exergia.
- Pimentel, D., & Patzek, W. T. (2005). *Ethanol Production using corn, switchgrass, and wood. Biodiesel production using soybean and sunflower in Natural Resources Research*.
- Shapouri, H., & et al. (2004). *The 2001 energy balance of corn ethanol*. Washington : USDA.
- Van Gerpen, J., & et al. (2004). *Subcontractor Report Biodiesel Production Technology*. USDA/NCAUR.
- Αϊνατζή, Ο., & Πατεράκη, Α. (2010). *Μεθοδοι Διαχείρισης Ρύπανσης Εδαφών και Υπόγειων Υδάτων*. Κοζάνη : ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας.
- Ανδρέου, Μ. (2013). *Οχήματα Υγραερίου LPG*. Θεσσαλονίκης : ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης.
- Ανδρίτσος, Ν. (2008). *Ενέργεια και Περιβάλλον*. Βολος : Πανεπιστημιο Θεσσαλίας.
- Βογιατζάκης, Ε., & Δεληγιάννη, Α. (2012). *Βιβλιογραφική Ανασκόπηση Προσφάτων Επιστημονικών Ερευνών (Papers), που αφορούν στον προσδιορισμό της τιμής διεθνώς των βασικών αγροτικών προϊόντων*. Ηράκλειο : ΤΕΙ Κρήτης.
- Βουρδουμπάς, Ι. (2010). *Δυνατότητες Μηδενισμού Των Εκπομπών CO2 από την χρήση θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας Θερμοκήπια της Κρήτης*. Ηράκλειο : ΤΕΙ Κρήτης.
- Γράβαλος, Ι., & et al. (2011). *Η χρήση Βιοντίζελ στην Κίνηση των Γεωργικών Ελκυστήρων*. Λάρισα : ΤΕΙ Λάρισας.
- Δελλής, Π., & Ρέτζιος, Ε. (2010). *Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας και Σύγχρονες Τάσεις Για την Κίνηση Των Οχημάτων*. Αθήνα : Τεχνικά Χρονικά.
- Δέσποινα-Δήμητρα, Κ. (n.d.).
- Δρίτσας, Π., & Κόγιου, Π. (2008). *Η χρήση των βιοκαυσίμων (βιοντίζελ και βιοαιθανόλης) στον τομέα μεταφορών*. Θεσσαλονίκη : Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- ΚΑΠΕ. (2006).
- Καραμπίλας, Π. (2012). *Υγραεριοκίνηση. Υγραεριοκίνηση*. Αθήνα.
- Κατικαρίδης, Α., & Κοτανίδης, Π. (2013). *Εναλλακτικές Μορφές Καυσίμων*. Θεσσαλονίκη : ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης.

- Κορωνίου, Δ. (2008). *Παρασκευή και χρήση ετερογενών*. Κοζάνη : ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας.
- ΚΠΕ Καστοριάς. (2013, 12 2). *Η Πράσινη Επανάσταση*. Ανάκτηση από http://kre-kastor.kas.sch.gr/biodiversity_site/b/greenevolution.htm: http://kre-kastor.kas.sch.gr/biodiversity_site/b/greenevolution.htm
- Κρεββαθιανάκη, Ε. (2012). *Ρύπανση – Κλιματικές αλλαγές – Γεωργία*. Ηράκλειο : ΤΕΙ Κρήτης.
- Μαρτζόπουλος, Γ. (2010). *Εναλλακτικές Πηγές Ενέργειας στην Γεωργία*. Θεσσαλονίκη : Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο.
- Μεμάκη, Α. (2009). *Συγκριτική Αξιολόγηση Καλλιέργειας Ηλίανθου Σε Τρεις Νομούς(Αιτολοακαρνία, Καρδίτσα και Κιλκίς)*. Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Μπαλαφούτης, Α. Θ. (2012). *Πειραματική Διερεύνηση της Χρήσης Φυτικών Ελαίων Ως Καυσίμων Σε Κινητήρα Ανάφλεξης Συμπύεσης Γεωργικού Ελκυστήρα*. Αθήνα : Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Ντότα, Α. (2008). *Η συμβολή της ΚΑΠ στην Προστασία του περιβάλλοντος και τη Βιώσιμη Ανάπτυξη.Εφαρμογή στην περιοχή της Λίμνης Κορωνείας*. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Σκούτα, Λ. Δ. (2013). *Ανάπτυξη Προσχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια για τον Δήμο Δελφών*. Αθήνα : ΕΜΠ.
- Σοφιάκη, Ε. (2008). *Κριτική Θεώρηση της Ενεργειακής και Περιβαλλοντικής Πολιτικής της Ε.Ε για την προώθηση των βιοκαυσίμων*. Πειραιάς: Πανεπιστήμιο Πειραιώς.
- Στούρνας, Σ., & et al. (2002). *Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών*. Αθήνα: ΕΜΠ.
- Τριανταφύλλου, Μ. (2008-2010). *Οικονομική και Επιχειρησιακή Στρατηγική*. Πειραιάς : Πανεπιστήμιο Πειραιώς.
- Τσαπαλιάρης, Α. (2012). *Αυτοκίνητο - Ρύπανση - Καύσιμο*. Ηράκλειο : ΤΕΙ Κρήτης.
- Τσαρτσάλης, Χ. (2012). *Εξοικονόμηση Ενέργειας με Εφαρμογή Ηλιοθερμικών Συστημάτων*. Αθήνα : ΕΜΠ.
- Τσιακαλου, Φ. (2010). *Η διαφοροποίηση του αγροικού τομέα στον νομό Λάρισας κατά την τελευταία 30 ετία : η περίπτωση του αρδευτικού ύδατος στην πεδινή ζώνη του νομού*. Αθήνα : Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.