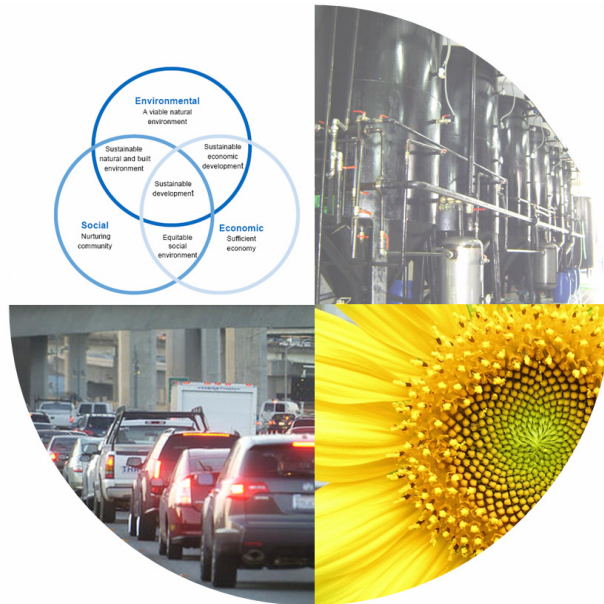


ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ ΤΜΗΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ



Καύσιμα Μεταφορών & Αειφόρος Ανάπτυξη

Ομάδα Εργασίας:

Βουλουβούτης Αλέξανδρος, Χ.Μ.

Κουρίδης Χαρίτων, Μ.Μ.

Κουφοδήμος Γεώργιος, Μ.Μ.

Μπεζεργιάννη Στέλλα, Χ.Μ.

Φονταράς Γεώργιος, Μ.Μ.

Θεσσαλονίκη 6 Ιουνίου 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	7
1.1	Γενικά.....	7
1.2	Στοιχεία για την Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας.....	8
1.2.1	Γενικά στοιχεία	8
1.2.2	Χρήση ενέργειας.....	9
1.3	Ρύπανση Περιβάλλοντος από Μεταφορές	10
1.4	Ενεργειακές Ανάγκες Μεταφορών σε Ελλάδα και ΠΚΜ	14
1.4.1	Ενεργειακές ανάγκες μεταφορών.....	14
1.4.2	Καταγραφή δυναμικότητας παραγωγής συμβατικών καυσίμων & αναγκών σε αργό πετρέλαιο	16
1.4.3	Προοπτικές αύξησης των ενεργειακών αναγκών στις μεταφορές	17
1.4.4	Ανάγκες βιοντίζελ και βιοαιθανόλης σύμφωνα με το νομοθετικό πλαίσιο	19
1.5	Αεριοκίνηση	23
2	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ	27
2.1	Σύγχρονες Τεχνολογίες Παραγωγής Βιοκαυσίμων	27
2.1.1	Βιομάζα	27
2.1.2	Τεχνολογίες παραγωγής βιοκαυσίμων πρώτης γενιάς	28
2.1.3	Τεχνολογίες παραγωγής βιοκαυσίμων δεύτερης γενιάς	30
2.2	Παραγωγή Βιοκαυσίμων στην Ελλάδα.....	34
2.2.1	Καταγραφή υποδομών και δυναμικότητας παραγωγής βιοκαυσίμων στη χώρα μας	34
2.2.2	Προέλευση και διαθεσιμότητα πρώτων υλών (βιομάζα).....	37
2.2.3	Δυνατότητες ανάπτυξης υπαρχουσών μονάδων και προοπτικές ανάπτυξης νέων	49
3	ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΙΑ	50
3.1	Μέθοδοι Αξιολόγησης	50
3.2	Αξιολόγηση Προοπτικών Αειφόρου Ανάπτυξης Καυσίμων Μεταφορών	56
3.2.1	Αξιολόγηση δυνατότητας συγχώνευσης βιοκαυσίμων στο ενεργειακό ισοζύγιο μεταφορών.....	56
3.2.2	Συνέπειες καλλιέργειών βιομάζας για παραγωγή βιοκαυσίμων	59
4	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	64
4.1	Ρύπανση.....	64
4.2	Κατανάλωση Ενέργειας Μεταφορών.....	64
4.3	Παραγωγή Βιοκαυσίμων	64
4.4	Αγορά και Κανονισμοί.....	65
4.5	Αειφορία.....	66
5	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΑΕΙΦΟΡΙΑΣ	67
5.1	Ενεργειακή και Περιβαλλοντική Πολιτική.....	67
5.2	Διαμόρφωση Συνείδησης.....	68
6	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	69
I	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	73
I.1	Στοιχεία ανά νομό για την ΠΚΜ.....	74
I.1.1	Νομός Κιλκίς.....	75
I.1.2	Νομός Σερρών	75
I.1.3	Νομός Χαλκιδικής.....	76
I.1.4	Νομός Πέλλας	76
I.1.5	Νομός Ημαθίας.....	77
I.1.6	Νομός Πιερίας.....	77
I.1.7	Νομός Θεσσαλονίκης.....	78
I.2	Συντελεστές εκπομπών και EURO standards	79
I.3	Προδιαγραφές καυσίμων και βιοκαυσίμων	83
I.4	Ισοζύγιο καυσίμων για το έτος 2005	86

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1-1: Ποσοστό απασχόλησης στον γεωργικό τομέα ανά νομό της Κεντρικής Μακεδονίας	8
Εικόνα 1-2: Κατανομή κατανάλωση ενέργειας στην ΠΚΜ ανά πηγή (2004)	9
Εικόνα 1-3: Κατανάλωση ενέργειας στην ΠΚΜ ανά τομέα (2004).....	10
Εικόνα 1-4: Εξέλιξη εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε Ευρώπη και Ελλάδα.....	12
Εικόνα 1-5: Εξέλιξη εκπομπών μονοξειδίου του άνθρακα σε Ευρώπη και Ελλάδα	13
Εικόνα 1-6: Εξέλιξη εκπομπών σωματιδιακής μάζας σε Ευρώπη και Ελλάδα	13
Εικόνα 1-7: Εξέλιξη εκπομπών οξειδίων του αζώτου σε Ευρώπη και Ελλάδα.....	14
Εικόνα 1-8: Κατανομή κατανάλωσης καυσίμων και οχημάτων στόλου (2005).....	14
Εικόνα 1-9: Εκτίμηση κατανάλωσης ντίζελ έως το 2010	15
Εικόνα 1-10: Εκτίμηση κατανάλωσης βενζίνης έως το 2010.....	15
Εικόνα 1-11: Κατανομή ποιοτήτων ντίζελ από διυλιστηρίων Ασπροπύργου και Θεσσαλονίκης (2005).....	16
Εικόνα 1-12: Εξέλιξη στόλου οχημάτων σε Ευρώπη και Ελλάδα.....	18
Εικόνα 1-13: Εξέλιξη κατανάλωσης καυσίμου ανά κατηγορία οχήματος σε Ευρώπη και Ελλάδα.....	18
Εικόνα 1-14: Εξέλιξη κατανάλωσης καυσίμου ανά είδος καυσίμου σε Ευρώπη και Ελλάδα.....	18
Εικόνα 1-15: Μεταβολή της συνολικής απαιτούμενης ποσότητας σε βιοκαύσιμα	22
Εικόνα 1-16: Σύγκριση εκπομπών συμβατικού λεωφορείου & λεωφορείου CNG	24
Εικόνα 1-17: Σύγκριση κατανάλωσης καυσίμου συμβατικού λεωφορείου & λεωφορείου CNG για μέση	25
Εικόνα 2-1: Τύποι βιομάζας για παραγωγή βιοκαυσίμων	28
Εικόνα 2-2: Διεργασία παραγωγής βιοντίζελ FAME.....	29
Εικόνα 2-3: Διεργασία παραγωγής συνθετικών βιοκαυσίμων (Biomass To Liquids – BTL).....	32
Εικόνα 2-4: Βιοδιυλιστήριο: Μετατροπή βιομάζας σε καύσιμα, χημικά και ενέργεια.....	34
Εικόνα 2-5: Χωρική κατανομή των εταιρειών βιοντίζελ το 2006-7	37
Εικόνα 2-6: Καλλιεργούμενες εκτάσεις και παραγόμενες ποσότητες ηλιάνθου σε εθνικό επίπεδο	39
Εικόνα 2-7: Καλλιεργούμενες εκτάσεις και παραγόμενες ποσότητες βαμβακιού σε εθνικό επίπεδο	40
Εικόνα 2-8: Κατανομή καλλιέργειας βαμβακιού στην Ελλάδα	40
Εικόνα 2-9: Κατανομή καλλιέργειας βαμβακιού στην Κεντρική Μακεδονία	40
Εικόνα 2-10: Καλλιεργούμενες εκτάσεις & παραγόμενες ποσότητες μαλακού σιταριού σε εθνικό επίπεδο	42
Εικόνα 2-11: Καλλιεργούμενες εκτάσεις & παραγόμενες ποσότητες σκληρού σιταριού σε εθνικό επίπεδο	42
Εικόνα 2-12: Κατανομή καλλιέργειας μαλακού σιταριού στην Ελλάδα	42
Εικόνα 2-13: Κατανομή καλλιέργειας μαλακού σιταριού στην Κεντρική Μακεδονία	42
Εικόνα 2-14: Κατανομή καλλιέργειας σκληρού σιταριού στην Ελλάδα	43
Εικόνα 2-15: Κατανομή καλλιέργειας σκληρού σιταριού στην Κεντρική Μακεδονία	43
Εικόνα 2-16: Καλλιεργούμενες εκτάσεις και παραγόμενες ποσότητες κριθαριού σε εθνικό επίπεδο	43
Εικόνα 2-17: Κατανομή καλλιέργειας κριθαριού στην Ελλάδα	44
Εικόνα 2-18: Κατανομή καλλιέργειας κριθαριού στην Κεντρική Μακεδονία.....	44
Εικόνα 2-19: Καλλιεργούμενες εκτάσεις και παραγόμενες ποσότητες αραβόσιτου σε εθνικό επίπεδο	44
Εικόνα 2-20: Κατανομή καλλιέργειας αραβόσιτου στην Ελλάδα	45
Εικόνα 2-21: Κατανομή καλλιέργειας αραβόσιτου στην Κεντρική Μακεδονία.....	45
Εικόνα 2-22: Καλλιεργούμενες εκτάσεις και παραγόμενες ποσότητες ζαχαρότευτλων σε εθνικό επίπεδο	45
Εικόνα 2-23: Κατανομή καλλιέργειας ζαχαρότευτλων στην Ελλάδα.....	46
Εικόνα 2-24: Κατανομή καλλιέργειας ζαχαρότευτλων στην Κεντρική Μακεδονία	46
Εικόνα 2-25: Καλλιεργούμενες εκτάσεις σε εθνικό επίπεδο	47
Εικόνα 2-26: Παραγόμενες ποσότητες σε εθνικό επίπεδο	47
Εικόνα 3-1: Διάγραμμα ροής διαδικασίας παραγωγής βιοκαυσίμου	51
Εικόνα 3-2: Ενεργειακή απόδοση και εκπομπές CO ₂ για τον κύκλο ζωής διαφόρων καυσίμων	52
Εικόνα 3-3: Ισοδύναμες εκπομπές CO ₂ ανά χιλιόγραμμο παραγόμενου βιοντίζελ.....	54
Εικόνα 3-4: Μεταβολή ενεργειακού περιεχομένου του καυσίμου με την προσθήκη βιοκαυσίμου	58
Εικόνα 3-5: Απαιτούμενες ποσότητες αζώτου, φωσφόρου και καλίου κατά την παραγωγή.....	61
Εικόνα 3-6: Εκπομπές αερίων ρύπων από τη χρήση γεωργικών μηχανημάτων	63
Εικόνα Ι-1: Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας	74

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1-1: Συνεισφορά πηγών στο σύνολο της σωματιδιακής ρύπανσης.....	11
Πίνακας 1-2: Συνεισφορά των οδικών μεταφορών [%] στις συνολικές εκπομπές (2003).....	12
Πίνακας 1-3: Δυναμικότητα διύλισης εγκατεστημένων διυλιστηρίων.....	16
Πίνακας 1-4: Δυναμικότητα διύλισης εγκατεστημένων διυλιστηρίων.....	17
Πίνακας 1-5: Εξέλιξη ενεργειακής κατανάλωσης για μεταφορές ανά είδος καυσίμου στην Ελλάδα	20
Πίνακας 1-6: Κατανάλωση καυσίμου το 2010 και απαιτούμενες ποσότητες βιοκαυσίμων*	20
Πίνακας 1-7: Σύγκριση βασικών φυσικών ιδιοτήτων διαφόρων καυσίμων	21
Πίνακας 2-1: Βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς.....	31
Πίνακας 2-2: Εταιρίες παραγωγής βιοντίζελ που έλαβαν δικαιώματα πώλησης το 2007	35
Πίνακας 2-3: Μηνιαία κατανομή βιοντίζελ ανά δικαιούχο για το έτος 2007	36
Πίνακας 2-4: Συνοπτικά στοιχεία ετήσιας παραγωγής βιομάζας και ενεργειακού δυναμικού αυτής.....	49
Πίνακας 3-1: Εκπομπές αερίων ρύπων που εκλύονται κατά την παραγωγή ενός kg εγχώριου βιοντίζελ.....	55
Πίνακας I-1: Δημογραφικά και οικονομικά στοιχεία ΠΚΜ	74
Πίνακας I-2: Βασικά χαρακτηριστικά Νομού Κιλκίς	75
Πίνακας I-3: Βασικά χαρακτηριστικά Νομού Σερρών	75
Πίνακας I-4: Βασικά χαρακτηριστικά Νομού Χαλκιδικής.....	76
Πίνακας I-5: Βασικά χαρακτηριστικά Νομού Πέλλας	76
Πίνακας I-6: Βασικά χαρακτηριστικά Νομού Ημαθίας	77
Πίνακας I-7: Βασικά χαρακτηριστικά Νομού Πιερίας	77
Πίνακας I-8: Βασικά χαρακτηριστικά Νομού Θεσσαλονίκης	78
Πίνακας I-9: Μέσοι συντελεστές εκπομπής Γαλλία, 2005 (g/kg καυσίμου).....	79
Πίνακας I-10: Μέσοι συντελεστές εκπομπής Γερμανία, 2005 (g/kg καυσίμου).....	79
Πίνακας I-11: Μέσοι συντελεστές εκπομπής Ελλάδα, 2005 (g/kg καυσίμου)	80
Πίνακας I-12: Μέσοι συντελεστές εκπομπής Ιταλία, 2005 (g/kg καυσίμου)	80
Πίνακας I-13: Μέσοι συντελεστές εκπομπής Αγγλία, 2005 (g/kg καυσίμου).....	81
Πίνακας I-14: Στόλος οχημάτων χωρών της Ευρώπης (2005).....	82
Πίνακας I-15: Προδιαγραφές βενζίνης αμόλυβδης	83
Πίνακας I-16: Προδιαγραφές ντίζελ κίνησης.....	85
Πίνακας I-17: Ισοζύγιο καυσίμων για το έτος 2005	86

Περίληψη

Τα αστικά κέντρα της χώρας μας επιβαρύνονται από έντονα προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης, που οφείλονται κυρίως στη χρήση ενέργειας για μεταφορές. Σήμερα οι ενεργειακές ανάγκες μεταφορών καλύπτουν το 1/3 της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης, ενώ αναμένεται αύξηση στα επόμενα χρόνια. Παρόμοιες τάσεις εμφανίζουν και τα επίπεδα εκπομπών των αέριων και σωματιδιακών ρύπων (Ι.Χ., δίοξοχα, λεωφορεία, φορτηγά κτλ). Μείζων θέμα στις μεγάλες πόλεις της χώρας, αποτελεί η σωματιδιακή ρύπανση που είναι συνδεδεμένη με τα πετρελαιοκίνητα, τα δίοξοχα οχήματα και τις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης, ενώ η φωτοχημική ρύπανση είναι η δεύτερη σε δριμύτητα και οφείλεται κυρίως στην αυξημένη χρήση οχημάτων.

Η αυξημένη ρύπανση των ελληνικών πόλεων δεν οφείλεται μόνο στους έντονους ρυθμούς ενεργειακής κατανάλωσης μεταφορών, αλλά και στην πλημμελή συντήρηση, την απουσία συστηματικών ελέγχων, καθώς και την παλαιότητα του στόλου των οχημάτων. Σε ότι αφορά τις εκπομπές ρύπων σύγχρονες τεχνολογίες αντιρρύπανσης μπορούν υπό προϋποθέσεις να συμβάλουν στην άμβλυνση του προβλήματος. Παράλληλα οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε εθνικό επίπεδο έχουν ξεπεράσει τα επιτρεπτά όρια της συμφωνίας του Κyoto, με σημαντική συνεισφορά από τον τομέα των μεταφορών. Η χρήση των βιοκαυσίμων (βιοντίζελ και βιοαιθανόλη) συμβάλει στη μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, και μπορεί να θεωρηθεί ως μία από τις λύσεις για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών για μεταφορές.

Οι ενεργειακές ανάγκες μεταφορών στην Ελλάδα καλύπτονται οριακά από την εγχώρια δυναμικότητα παραγωγής σε βενζίνη και ντίζελ. Το ντίζελ παρουσιάζει αυξανόμενες ελλείψεις σε σύγκριση με τη βενζίνη μολονότι δεν επιτρέπεται η χρήση του σε Ι.Χ. οχήματα στην Αθήνα και τη Θεσσαλονίκη. Η ελλειμματικότητα σε ντίζελ καλύπτεται από εισαγωγές, οι οποίες μπορούν να ισοσταθμιστούν με την προώθηση των βιοκαυσίμων και ειδικότερα του βιοντίζελ. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί αρκετές μονάδες παραγωγής βιοντίζελ, οι οποίες εντοπίζονται κυρίως στην περιοχή της Κεντρικής Μακεδονίας, όπου εμφανίζεται το 30% της εγχώριας εγκαταστημένης δυναμικότητας. Δεδομένου του ότι η τελική διάθεση του βιοντίζελ πραγματοποιείται κυρίως σε μονάδες διύλισης στο νομό Αττικής, αυτή η γεωγραφική ανισοκατανομή των μονάδων παραγωγής επιβαρύνει οικονομικά και περιβαλλοντικά το τελικό προϊόν, δρώντας ανασταλτικά ως προς τον αειφορικό χαρακτήρα του παραγόμενου βιοντίζελ. Επίσης οι μονάδες παραγωγής βιοντίζελ στηρίζονται σήμερα σε εισαγόμενες πρώτες ύλες (φυτικά έλαια) καθώς δεν υπάρχει έως τώρα σχεδιασμός για την καλλιέργεια βιομάζας που θα μπορούσε να καλύψει την εγχώρια παραγωγή βιοκαυσίμων. Αξίζει να σημειωθεί ότι η Ελληνική νομοθεσία παραμένει εγκλωβισμένη στη λογική της αποφορολόγησης συγκεκριμένων ποσοτήτων βιοντίζελ, περιορίζοντας τις προοπτικές βιωσιμότητας της νέας αυτής αγοράς.

Για να εξασφαλιστεί ο αειφορικός χαρακτήρας των βιοκαυσίμων πρέπει να ληφθούν υπ' όψη όλες οι παράμετροι παραγωγής και χρήσης τους, και να αναπτυχθούν πρωτόκολλα αξιολόγησής τους. Οι παράμετροι αυτοί περιλαμβάνουν την ενεργειακή

κατανάλωση και τις εκπομπές ρύπων κατά τα στάδια της α) καλλιέργειας για παραγωγή βιομάζας (σπορά, άρδευση, συγκομιδή, χρήση λιπασμάτων κτλ), β) μεταποίησης για παραγωγή βιοκαυσίμων (εξαγωγή ελαίων ή σακχάρων, χημική ή ενζυματική μετατροπή, διαχείριση παραπροϊόντων κτλ), γ) μεταφοράς και διάθεσης τόσο της βιομάζας όσο και των τελικών παραγόμενων βιοκαυσίμων.

Η παρούσα εργασία αποτελεί μελέτη αποτύπωσης και ανάλυσης της υφιστάμενης κατάστασης και των προοπτικών εξέλιξης στον τομέα των καυσίμων οδικών μεταφορών, καλύπτοντας ενεργειακά, τεχνολογικά και περιβαλλοντικά ζητήματα, για την Ελλάδα και την Περιφέρεια της Κεντρικής Μακεδονίας.

Παρουσιάζεται η σημερινή κατάσταση σχετικά με τις ενεργειακές ανάγκες και τις συνεπαγόμενες περιβαλλοντικές επιπτώσεις στον τομέα των μεταφορών. Γίνεται αναφορά στην εγχώρια παραγωγή συμβατικών καυσίμων και στις προοπτικές αύξησης της παραγωγής τους, για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών όπως αυτές προβλέπεται να εξελιχθούν. Αναλύεται το νομοθετικό πλαίσιο διείσδυσης των βιοκαυσίμων καθώς και η συνεισφορά τους στο συνολικό ενεργειακό ισοζύγιο.

Ακολουθώντας τις τεχνολογικές εξελίξεις αναφέρονται οι σύγχρονες εφαρμοζόμενες και εν εξελίξει μέθοδοι παραγωγής βιοκαυσίμων δεύτερης γενιάς, καθώς και τρόποι ενσωμάτωσης τους στις υπάρχουσες παραγωγικές δομές. Καταγράφεται η υπάρχουσα κατάσταση στον τομέα παραγωγής των πρώτων υλών για την παραγωγή βιοκαυσίμων πρώτης γενιάς καθώς και οι διαθέσιμες πρώτες ύλες για τα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς. Αναλύεται η εγχώρια αγορά παραγωγής και διακίνησης βιοκαυσίμων, παρουσιάζεται η επικρατούσα κατάσταση σχετικά με τη χρήση τους, και συγκρίνεται με τις μελλοντικές ανάγκες βάσει των Ευρωπαϊκών οδηγιών και των προβλέψεων ζήτησης.

Έχοντας ως γνώμονα την αειφορία, παρουσιάζονται μέθοδοι αξιολόγησης των διαδικασιών παραγωγής βιοκαυσίμων, καταγράφονται εκτιμήσεις περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την παραγωγή και χρήση τους, και αξιολογείται η δυνατότητα συγχώνευσης των βιοκαυσίμων στο ενεργειακό ισοζύγιο μεταφορών.

Τέλος παρουσιάζονται συγκεκριμένες προτάσεις για την ενίσχυση του νομοθετικού πλαισίου και της αγοράς των καυσίμων μεταφορών και των βιοκαυσίμων για τη διασφάλιση του αειφορικού χαρακτήρα τους.

1 Ενέργεια Μεταφορών και Περιβάλλον

1.1 Γενικά

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), περισσότερο από το 30% της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας αποδίδεται στον τομέα των οδικών μεταφορών, που εξαρτάται κατά 98% από εισαγόμενα συμβατικά καύσιμα (EC, 2006). Παράλληλα μέχρι το 2030 αναμένεται αύξηση κατά 50% της συνολικής κατανάλωσης καυσίμων με δεδομένη την παρούσα αύξηση στον αριθμό των οχημάτων και την ανάπτυξη των αερομεταφορών. Συγκεκριμένα για τις 15 χώρες της ΕΕ, οι εκπομπές από οχήματα αυξήθηκαν κατά 27% στον τομέα των μεταφορών ΙΧ και 51% στις μεταφορές φορτηγών για τα έτη 1990 – 2004 (ΕΕΑ, 2007). Βάσει των παραπάνω εκτιμήσεων προβλέπεται ότι το 90% της αύξησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για την περίοδο 1990-2010 θα χρεωθεί στον τομέα των μεταφορών.

Για την κάλυψη σημαντικού μέρους της αυξανόμενης κατανάλωσης καυσίμων και την ικανοποίηση των δεσμεύσεων του Κyoto, η ΕΕ επικεντρώθηκε στα βιοκαύσιμα. Για την ΕΕ τα βιοκαύσιμα αποτελούν την πιο άμεση, αλλά και πολλά υποσχόμενη λύση, δεδομένου ότι οι μηχανές εσωτερικής καύσης θα συνεχίσουν να αποτελούν την κυρίαρχη τεχνολογία στα αυτοκίνητα έως το 2030, εξακολουθώντας να χρησιμοποιούν κυρίως υγρά καύσιμα. Η Ευρώπη έχει ήδη θέσει φιλόδοξους στόχους για την ανάπτυξη του τομέα των βιοκαυσίμων θεσμοθετώντας έως το 2030 να αντικατασταθεί το 25% των καυσίμων που χρησιμοποιούνται στις οδικές μεταφορές με βιοκαύσιμα, που θα προέρχονται από μία ανταγωνιστική Ευρωπαϊκή Βιομηχανία. Παράλληλα η χρήση βιοκαυσίμων θα περιορίσει σημαντικά την εξάρτηση της ΕΕ από τις εισαγωγές ορυκτών καυσίμων διασφαλίζοντας το εγχώριο ενεργειακό ισοζύγιο, ενώ θα συμβάλει στην ανάπτυξη της αγροτικής οικονομίας, μέσω νέων ευκαιριών Έρευνας και Ανάπτυξης.

Η χρήση βιοκαυσίμων μπορεί να αυξηθεί σημαντικά από τα σημερινά επίπεδα, που αντιστοιχεί σε λιγότερο από το 2% των συνολικών καυσίμων, μέχρι πιθανώς και το 25% το 2030 σύμφωνα με το όραμα της ΕΕ. Εκτιμάται δε ότι για να παράγεται η ποσότητα βιοκαυσίμων που προβλέπει η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2003/30/EU, θα πρέπει να δεσμευτεί μεταξύ 4 - 18% της καλλιεργήσιμης γης της ΕΕ. Η δημιουργία μιας Ευρωπαϊκής Αγοράς για τα βιοκαύσιμα θα προσφέρει σημαντικές ευκαιρίες στις νέες Χώρες Μέλη, που έχουν περισσότερη κατά κεφαλή γεωργική γη, και θα διευκολύνει την εναρμόνιση του αγροτικού τομέα με την Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) της ΕΕ. Αυτή η προοπτική προϋποθέτει αφενός τη βελτιστοποίηση των καλλιεργειών ώστε να περιοριστεί η δεσμευμένη επιφάνεια και αφετέρου την αντιμετώπιση πιθανών εμπλοκών με το κύκλωμα παραγωγής τροφίμων.

Η παραγωγή βιοκαυσίμων αντιπροσωπεύει μία μεγάλη ευκαιρία για την Ευρωπαϊκή αλλά και την Εθνική Οικονομία. Η ανάπτυξη καινοτόμων τεχνολογιών μπορεί να δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας σε αγροτικές περιοχές, αλλά και σε βιομηχανίες. Επιπλέον, νέες ευκαιρίες εργασίας μπορεί να προκύψουν από ανάπτυξη της τεχνολογίας. Καινοτόμες τεχνολογίες θα χρειαστούν για την παραγωγή βιοκαυσίμων με ενεργειακά αποδοτικό τρόπο από ένα εκτεταμένο εύρος πηγών βιομάζας, με εν γένει μειωμένο κόστος παραγωγής. Το όραμα και η πολιτική της ΕΕ για την ανάπτυξη των

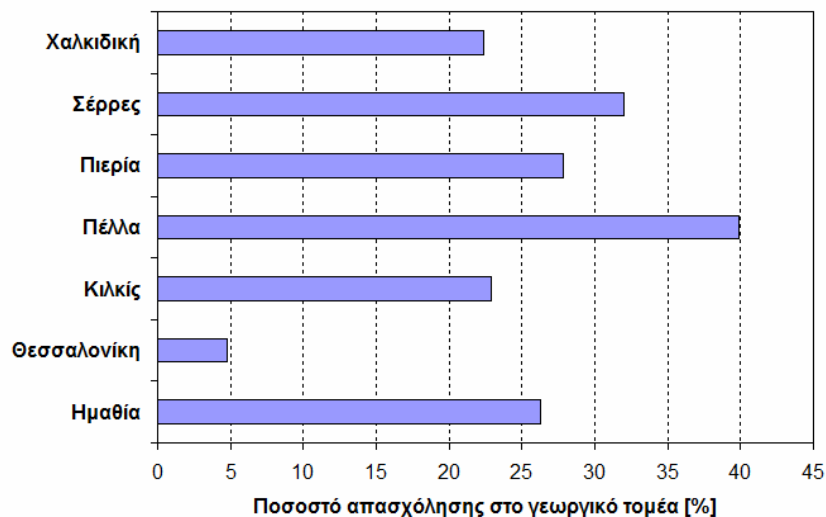
βιοκαυσίμων υιοθετήθηκε και από την εθνική πολιτική μέσω του νόμου 3423/2005 που εναρμονίζεται με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2003/30/EU. Έτσι το εθνικό νομοθετικό πλαίσιο επιβάλλει την αντικατάσταση μέχρι και 5,75% των συμβατικών καυσίμων μεταφορών από βιοκαύσιμα μέχρι το 2010 (βλ. Παράγραφο 1.4.4).

Τα βιοκαύσιμα είναι συνυφασμένα με την αιφορία, καθώς η παραγωγή τους βασίζεται στη βιομάζα και η χρήση τους προκαλεί ελάττωση των εκπομπών που συντελούν στη ρύπανση της ατμόσφαιρας και στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ωστόσο η παραγωγή βιοκαυσίμων εξαρτάται από πολλαπλούς παράγοντες που συντελούν έμμεσα ή άμεσα στην αύξηση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Για το λόγο αυτό η ΕΕ βρίσκεται σε διαδικασία αξιολόγησης των διαφόρων αλυσίδων παραγωγής βιοκαυσίμων για την εξεύρεση αυτών που εγγυώνται την αιφορία αλλά και την ανταγωνιστικότητα, μέσω μεθόδων ανάλυσης και προσδιορισμού δεικτών αιφορίας.

1.2 Στοιχεία για την Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας

1.2.1 Γενικά στοιχεία

Στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας (ΠΚΜ) κατοικεί το 17% του συνολικού πληθυσμού της χώρας. Το 55% των κατοίκων της ΠΚΜ διαμένουν στο νομό Θεσσαλονίκης, ενώ το υπόλοιπο είναι σχεδόν ομοιόμορφα καταμεμημένο στους άλλους 6 νομούς. Χαρακτηριστικό της περιφέρειας είναι η υψηλή συγκέντρωση πληθυσμού σε αστικά κέντρα. Ο οικονομικά ενεργός πληθυσμός της ΠΚΜ ανέρχεται στο 25% του συνολικού πληθυσμού της περιοχής, και στο 19% του οικονομικά ενεργού πληθυσμού της χώρας. Η ΠΚΜ παράγει το 17% του ΑΕΠ της χώρας, και το κατά κεφαλήν εισόδημα βρίσκεται κοντά στο μέσο όρο της χώρας (ΟΕ Ενέργειας ΠΚΜ, 2001).



Εικόνα 1-1: Ποσοστό απασχόλησης στον γεωργικό τομέα ανά νομό της Κεντρικής Μακεδονίας

Η Κεντρική Μακεδονία περιλαμβάνει πέντε από τους πλέον ανεπτυγμένους γεωργικά νομούς της χώρας και αποτελεί κέντρο παραγωγής βασικών προϊόντων της ελληνικής γεωργίας, μεταξύ των οποίων το ρύζι, τα ροδάκινα, το σιτάρι το κριθάρι και το βαμβάκι.

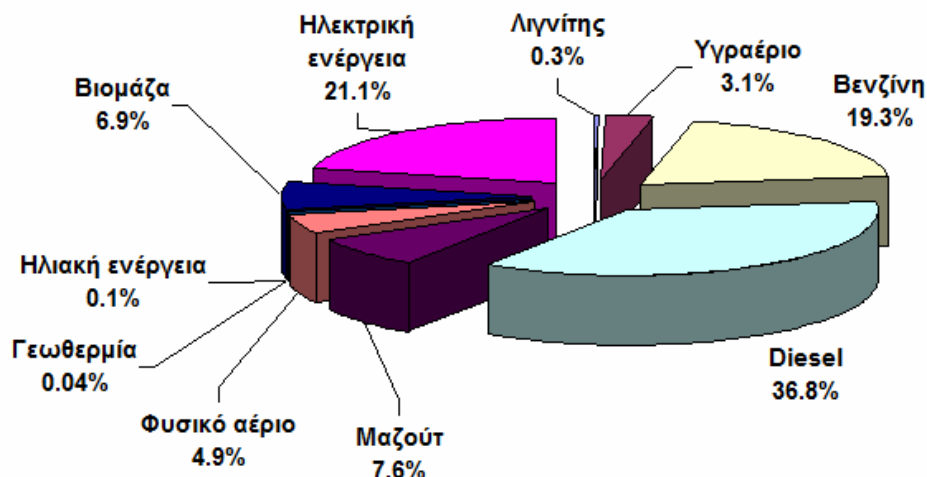
Το σημαντικό ποσοστό απασχόλησης στον τομέα της γεωργίας παρουσιάζεται στην Εικόνα 1-1 (ΕΣΑΑ, 2005).

Η αγροτική παραγωγή παρουσιάζει ενδιαφέρον, όχι μόνο για τη συνεπαγόμενη κατανάλωση ενέργειας, αλλά και για τη δυνατότητα ενεργειακής αξιοποίησης των παραπροϊόντων της. Εκτός της σημαντικής αγροτικής παραγωγής, η ΠΚΜ διαθέτει και σημαντικό δυναμικό δασικής βιομάζας. Οι δασικές εκτάσεις καταλαμβάνουν το 26% της συνολικής έκτασης της περιφέρειας αλλά η υποβάθμιση των δασών έχει ως αποτέλεσμα το 67% της παραγωγής ξυλείας να γίνεται καυσόξυλα ενώ μόλις το 33% τεχνική και βιομηχανική ξυλεία (ΕΣΑΑ, 2005).

1.2.2 Χρήση ενέργειας

Η ΠΚΜ αποτελεί σημαντική καταναλωτή ενέργειας, τόσο λόγω της ύπαρξης μεγάλων αστικών κέντρων (κυρίως το πολεοδομικό συγκρότημα Θεσσαλονίκης), όσο και λόγω των βιομηχανικών, βιοτεχνικών, αγροτικών και τουριστικών δραστηριοτήτων που αναπτύσσονται στα γεωγραφικά όριά της. Τα χαρακτηριστικά κάθε νομού επιδρούν στην κατανομή της χρήσης ενέργειας μέσα στην ΠΚΜ. Ο αγροτικός τομέας έχει αυξημένη συνεισφορά στην κατανάλωση ενέργειας σε νομούς με αγροτικές δραστηριότητες (Πέλλα 25%), ενώ η Θεσσαλονίκη ως μητροπολιτικό κέντρο και συγκοινωνιακός κόμβος, παρουσιάζει υψηλό ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας από τις μεταφορές (38%), (ΟΕ Ενέργειας ΠΚΜ, 2001).

Οι πηγές που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της ΠΚΜ είναι ηλεκτρισμός, υγρά καύσιμα, φυσικό αέριο, και σε μικρότερο βαθμό υγραέριο (LPG), βιομάζα, γεωθερμία και λιγνίτης (για θέρμανση). Μια συνοπτική παρουσίαση της σχετικής συνεισφοράς τους απεικονίζεται στην (Εικόνα 1-2) (Zabaniotou *et al*, 2007).

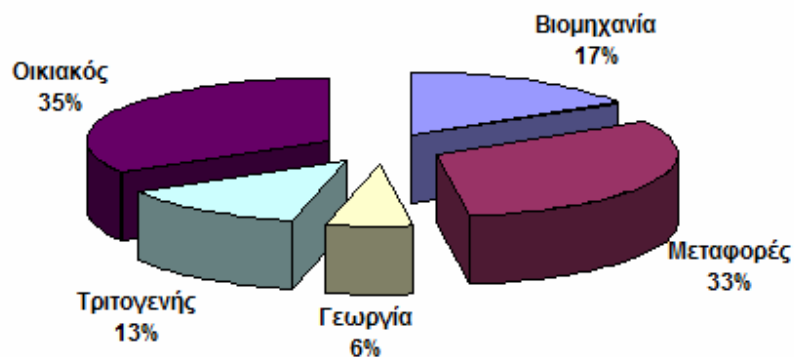


Εικόνα 1-2: Κατανομή κατανάλωση ενέργειας στην ΠΚΜ ανά πηγή (2004)

Τα υγρά καύσιμα έχουν τη μεγαλύτερη συνεισφορά (67%) με δεύτερο τον ηλεκτρισμό (21%), μεγέθη συγκρίσιμα με τα αντίστοιχα σε εθνικό επίπεδο (64% και 18% αντίστοιχα). Η ΠΚΜ καταναλώνει το 18% της βενζίνης της χώρας, το 23% του ντίζελ και το 32% του

μαζούτ. Το υψηλό ποσοστό μαζούτ αποδίδεται στη χρήση του στη βιομηχανία. Το ντίζελ καταναλώνεται κυρίως στον οικιακό τομέα (39%) και στις μεταφορές (36.5%). Η κατά κεφαλήν κατανάλωση υπερβαίνει κατά 33% το μέσο όρο της χώρας, λόγω των αυξημένων αναγκών για θέρμανση, που προκύπτουν από τη γεωγραφική θέση της ΠΚΜ. Η βενζίνη καταναλώνεται αποκλειστικά από τις μεταφορές, και η κατά κεφαλήν κατανάλωση υπερβαίνει κατά 15% τον εθνικό μέσο όρο (ΟΕ Ενέργειας ΠΚΜ, 2001).

Η κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα για το 2004 παρουσιάζεται στην Εικόνα 1-3 στην οποία φαίνεται ότι κυριαρχεί η κατανάλωση στον οικιακό τομέα και στις μεταφορές (Zabaniotou *et al*, 2007). Το σημαντικότερο καύσιμο που χρησιμοποιείται είναι η βενζίνη (58%) γεγονός ενδεικτικό της σημασίας των οδικών μεταφορών με επιβατηγά αυτοκίνητα (ΟΕ Ενέργειας ΠΚΜ, 2001).



Εικόνα 1-3: Κατανάλωση ενέργειας στην ΠΚΜ ανά τομέα (2004)

Η κατά κεφαλήν κατανάλωση βενζίνης στη Θεσσαλονίκη είναι πολύ υψηλότερη από το μέσο όρο της περιφέρειας, γεγονός που δεν ισχύει και για τον αριθμό αυτοκινήτων ανά κάτοικο. Αυτό δείχνει τη σημασία της Θεσσαλονίκης ως συγκοινωνιακού κόμβου (ΟΕ Ενέργειας ΠΚΜ, 2001).

1.3 Ρύπανση Περιβάλλοντος από Μεταφορές

Η ρύπανση του περιβάλλοντος είναι ένα πρόβλημα το οποίο έχει αρχίσει να προβληματίζει έντονα καθώς φαίνεται ότι είναι ιδιαίτερα περίπλοκο, και δεν περιορίζεται πλέον γεωγραφικά, αλλά επηρεάζει συνολικά όλη την υφήλιο.

Φυσικά το πρόβλημα της ρύπανσης έχει αναδειχθεί ως ένα από τα πιο σημαντικά τα τελευταία χρόνια, αλλά η αρχή έχει γίνει εδώ και αρκετές δεκαετίες με τη βιομηχανική επανάσταση να αποτελεί σταθμό στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Στην Ευρώπη η πρώτη επίσημη ενέργεια για την αντιμετώπιση της ρύπανσης γίνεται το 13^ο αιώνα στην Αγγλία όπου απαγορεύτηκε η καύση γαιάνθρακα από τον Βασιλιά Εδουάρδο τον 1^ο. Σήμερα με την υπογραφή διαφόρων πρωτοκόλλων, την ίδρυση περιβαλλοντικών οργανισμών αλλά και την ευαισθητοποίηση του κοινού για περιβαλλοντικά θέματα γίνεται μία προσπάθεια καταγραφής και αντιμετώπισης του παγκόσμιου αυτού φαινομένου.

Μία από τις μεγαλύτερες πηγές ρύπανσης σήμερα είναι οι μεταφορές. Οι αέριοι ρύποι που εκπέμπονται έχουν καταστροφικές συνέπειες στη φύση, στα κτίρια αλλά

φυσικά και στον άνθρωπο. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου επιδεινώνεται από τις μεταφορές καθώς είναι άμεσα συνδεδεμένο με τις εκπομπές CO₂. Καθώς η παραγωγή βιοκαυσίμων στηρίζεται στην βιομάζα, ο κύκλος ζωής του άνθρακα ελαττώνεται δίνοντας τα βιοκαύσιμα ένα σημαντικό προβάδισμα έναντι των ορυκτών καυσίμων όσον αφορά τις εκπομπές CO₂. Πλέον και η μαζική αποψίλωση των δασών με σκοπό την παραγωγή βιοκαυσίμων φαίνεται πως λαμβάνει σημαντικές διαστάσεις. Τα δάση δρουν ως φυσικά φίλτρα και καθαρίζουν την ατμόσφαιρα, αλλά η σημαντική μείωσή τους ενισχύει το φαινόμενο. Η όξινη βροχή, που δημιουργείται από την συσσώρευση χημικών ενώσεων (SO_x, NO_x, CO, CO₂) στα σύννεφα. Εκεί αντιδρούν με την ατμόσφαιρα και παράγονται όξινες ενώσεις οι οποίες πέφτουν στη γη μέσω της βροχής καταστρέφοντας το περιβάλλον. Η όξινη βροχή όμως αποτελεί και απειλή για τα κτίρια και κατά συνέπεια και για τα ιστορικά μνημεία, παράγοντας ιδιαίτερα σημαντικός για χώρες με πολιτιστική κληρονομιά όπως η Ελλάδα.

Σημαντική επίσης ρύπανση προκύπτει και από τα υλικά του οχήματος, τόσο κατά τη χρήση (ελαστικά, μπαταρίες) όσο και μετά το τέλος του χρόνου ζωής του οχήματος. Πολλά από αυτά τα υλικά είναι τοξικά αλλά και δεν ανακυκλώνονται. Τέλος η σωματιδιακή ρύπανση που τόσο ταλαιπωρεί ιδιαίτερα τις Ελληνικές πόλεις έχει άμεση εξάρτηση από τις μεταφορές. Η σωματιδιακή ρύπανση έχει καταστροφικές συνέπειες στον ανθρώπινο οργανισμό επηρεάζοντας το καρδιοαναπνευστικό σύστημα με την εμφάνιση χρόνιας βρογχίτιδας, καρκίνων του πνεύμονα αλλά και σημαντικά προβλήματα στην λειτουργία της καρδιάς. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι πλέον δε μελετάται μόνο η σωματιδιακή ρύπανση που προέρχεται από την καύση του κινητήρα αλλά και η σωματιδιακή ρύπανση που προέρχεται από τη φθορά του ελαστικού (τριβή με το δρόμο), από τη φθορά των φρένων του οχήματος και από την απαναιώρηση των σωματιδίων του δρόμου. Παρακάτω (Πίνακας 1-1) φαίνεται η συνεισφορά της συγκεκριμένης πηγής στο σύνολο της σωματιδιακής ρύπανσης.

Πίνακας 1-1: Συνεισφορά πηγών στο σύνολο της σωματιδιακής ρύπανσης

Χώρα	Πηγή	PM10 [kt]	PM2.5 [kt]	TSP [kt]	PM10 [%]	PM2.5 [%]	TSP [%]
Ελλάδα	Λάστιχα, φρένα, δρόμος	1,5	0,6	20,9	2,4	1,4	21,5
	Μεταφορές	9,2	8,2	28,6	14,7	19,6	29,4
	Σύνολο χώρας	62,4	41,9	97,2			
EU15	Λάστιχα, φρένα, δρόμος	63,1	23,9	866,5	3,1	1,7	24,7
	Μεταφορές	338,1	298,4	1150,9	16,6	20,9	32,8
	Σύνολο EU15	2030,6	1424,4	3512,0			

(Πηγή: CEPMEIP, 2003, <http://www.air.sk/tno/cepmeip/>)

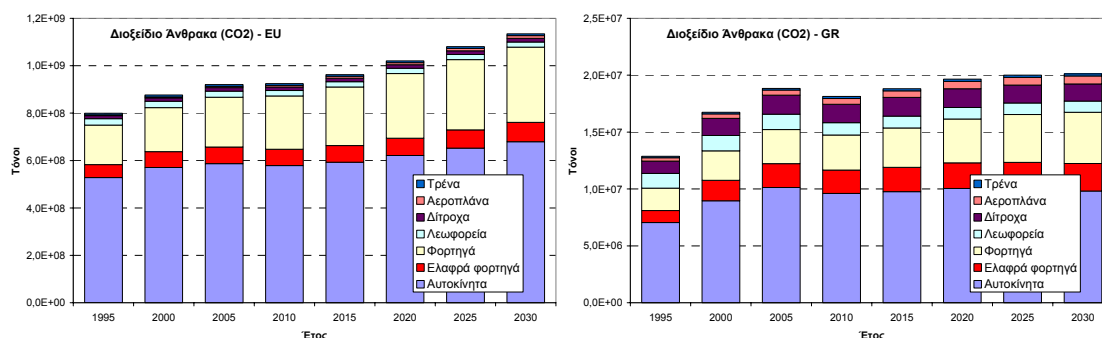
Στην Ευρώπη, και από μεριάς Ευρωπαϊκής Ένωσης το συντονισμό της αντιμετώπισης του προβλήματος έχει αναλάβει ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος σύμφωνα με τον οποίο οι μεταφορές συνεισφέρουν σε μεγάλο ποσοστό στις εκπομπές των κύριων αέριων ρύπων (Πίνακας 1-2).

Πίνακας 1-2: Συνεισφορά των οδικών μεταφορών [%] στις συνολικές εκπομπές (2003)

Περιοχή	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂	NH ₃	PM ₁₀
EU10	12,3	0,41	4,5	36,0	30,4	47,8	1,94	0,6	10,0
EU15	24,5	0,74	7,3	41,9	46,9	22,8	1,21	2,4	18,4
EU25	22,6	0,68	6,92	41,0	43,8	26,2	1,44	2,1	16,4

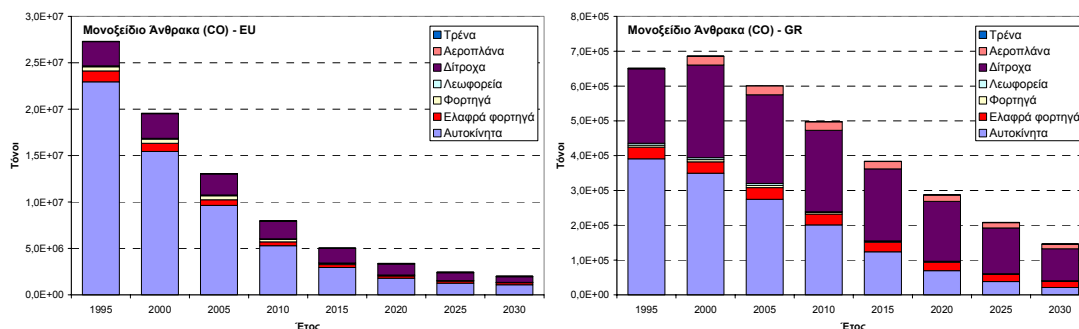
Τα τελευταία χρόνια υπάρχει αυξημένο ενδιαφέρον σχετικά με τις συνέπειες των μεταφορών, στο οικοσύστημα και στην ποιότητα ζωής. Για το λόγο αυτό η Ευρωπαϊκή Ένωση χρηματοδοτεί ερευνητικά προγράμματα τα οποία δίνουν απαντήσεις, τόσο για την κατάσταση στην Ευρώπη αυτή τη χρονική περίοδο όσο και για την εξέλιξή της. Μέσω ενός τέτοιου προγράμματος αναπτύχθηκε το μοντέλο TREMOVE το οποίο υπολογίζει αλλά και προβλέπει τις συνολικές εκπομπές ρύπων σε επίπεδο χώρας. Το μοντέλο είναι οικονομικό και χρησιμοποιεί στατιστικά οικονομικά στοιχεία για την πρόβλεψη των εκπομπών (όπως κόστος νέων τεχνολογιών, κόστος καυσίμου, φορολογία κ) αλλά και στατιστικά στοιχεία για τον στόλο των οχημάτων με σκοπό τη δημιουργία «χρονοσειράς» για την αποτύπωση της κατάστασης σε κάθε χώρα. Η συγκέντρωση των δεδομένων από το συγκεκριμένο μοντέλο οδηγεί σε πολύ ενδιαφέροντα συμπεράσματα.

Η πληθυσμιακή αύξηση και η αυξημένη χρήση μέσων μεταφοράς έχουν ως συνέπεια την αύξηση των εκπεμπόμενων ρύπων που σχετίζονται με την κατανάλωση καυσίμου, όπως το διοξείδιο του άνθρακα (Εικόνα 1-4) και τα βαρέα μέταλλα αύξηση που όμως δεν αναμένεται ιδιαίτερα σημαντική κυρίως λόγω των νέων τεχνολογιών (EURO V και EURO VI), οι οποίες σκοπό έχουν τη μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα.



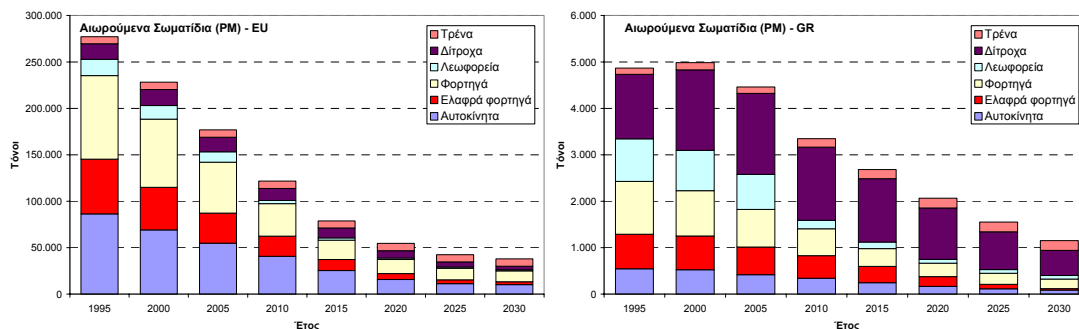
Εικόνα 1-4: Εξέλιξη εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε Ευρώπη και Ελλάδα

Η προσπάθεια αυτή οδηγεί και σε σημαντική μείωση των παραγόμενων ρύπων παρόλη την αύξηση του πληθυσμού των οχημάτων όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 1-5 όπου απεικονίζεται η εξέλιξη εκπομπών CO. Από τα διαγράμματα φαίνεται και η σημαντική διαφορά στους στόλους των οχημάτων της Ευρώπης και της Ελλάδας.



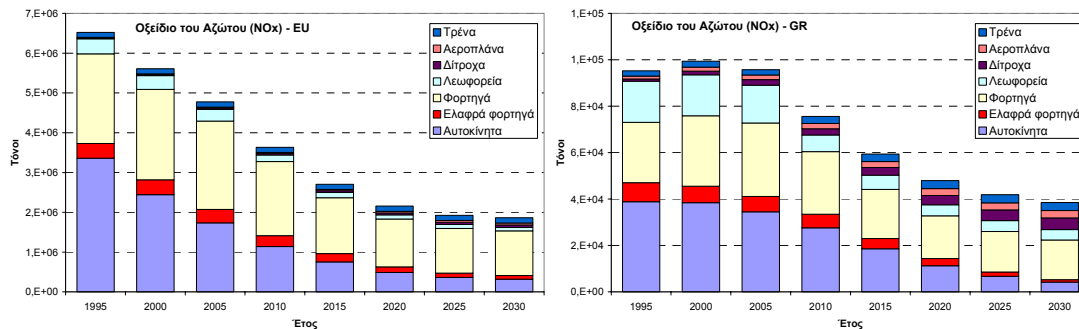
Εικόνα 1-5: Εξέλιξη εκπομπών μονοξειδίου του άνθρακα σε Ευρώπη και Ελλάδα

Τα ίδια συμπεράσματα μπορεί κανείς να αντλήσει και από την Εικόνα 1-6 που αναφέρεται στη σωματιδιακή ρύπανση στην Ελλάδα. Από εδώ ίσως και να προκύψουν λύσεις για την αντιμετώπιση του προβλήματος, που φαίνεται πως ενισχύεται από τη χρήση των λεωφορείων παλαιότερης τεχνολογίας. Η χρήση νέων τεχνολογιών όπως προβλέπεται και στο διάγραμμα για τις χρονιές 2010 έως 2030 μειώνει σημαντικά τις σωματιδιακές εκπομπές. Η ύπαρξη όμως μεγάλου αριθμού δίτροχων στο στόλο της Ελλάδος αλλάζει την σημαντικότητα των δίτροχων ως πηγή, καθώς φαίνεται πως μετά το 2015 οι σωματιδιακές εκπομπές από τα δίτροχα ξεπερνούν το 50% των συνολικών εκπομπών. Οι προβλέψεις που παρουσιάζονται βασίζονται στην πολύ σημαντική παραδοχή, ότι οι στόλοι των οχημάτων θα ανανεώνονται κανονικά και τα καινούρια οχήματα που θα εισάγονται στον στόλο θα είναι οχήματα νέας τεχνολογίας και κατά συνέπεια θα έχουν μειωμένες εκπομπές σε σχέση με τα οχήματα που αντικαθιστούν. Στην αντίθετη περίπτωση δεν θα επιτευχθεί η αναμενόμενη μείωση των εκπομπών.



Εικόνα 1-6: Εξέλιξη εκπομπών σωματιδιακής μάζας σε Ευρώπη και Ελλάδα

Στην Εικόνα 1-7 το ποσοστό των εκπομπών οξειδίων του αζώτου (NOx) από τα λεωφορεία και τα δίτροχα είναι σημαντικά υψηλότερο από ότι το αντίστοιχο ποσοστό της Ευρώπης.



Εικόνα 1-7: Εξέλιξη εκπομπών οξειδίων του αζώτου σε Ευρώπη και Ελλάδα

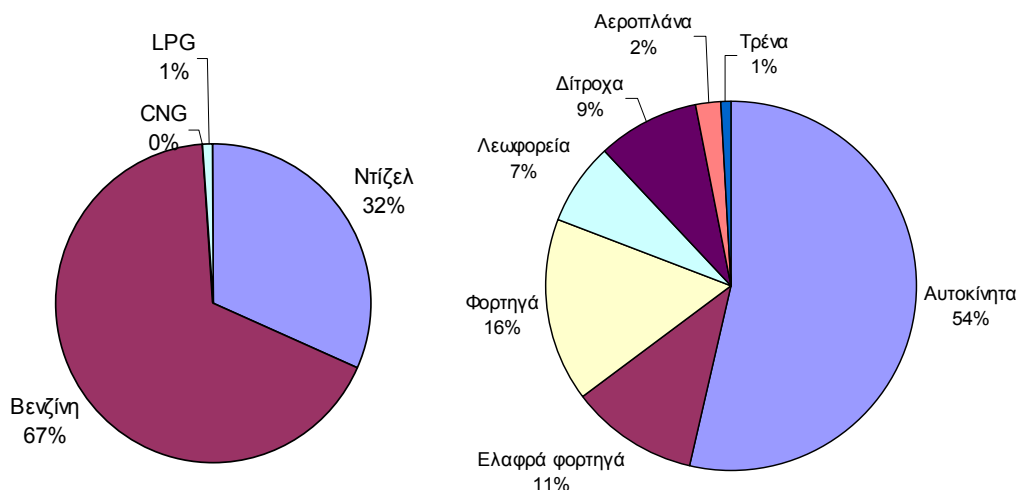
Αυτό οφείλεται τόσο στο γηρασμένο στόλο των λεωφορείων της Ελλάδας, όσο και στη σημαντική χρήση δίτροχων που γίνεται στη χώρα μας, κυρίως λόγω των καιρικών συνθηκών που ευνοούν τη χρήση τους.

Από μελέτες που έχουν γίνει στην περιοχή του Νομού Θεσσαλονίκης προκύπτει ότι ο πληθυσμός των οχημάτων της περιοχής αποτελεί το 10% του συνολικού πληθυσμού της Ελλάδος, συνεισφέροντας αντίστοιχα στις συνολικές εκπομπές (Σαμαράς *et al*, 2000).

1.4 Ενεργειακές Ανάγκες Μεταφορών σε Ελλάδα και ΠΚΜ

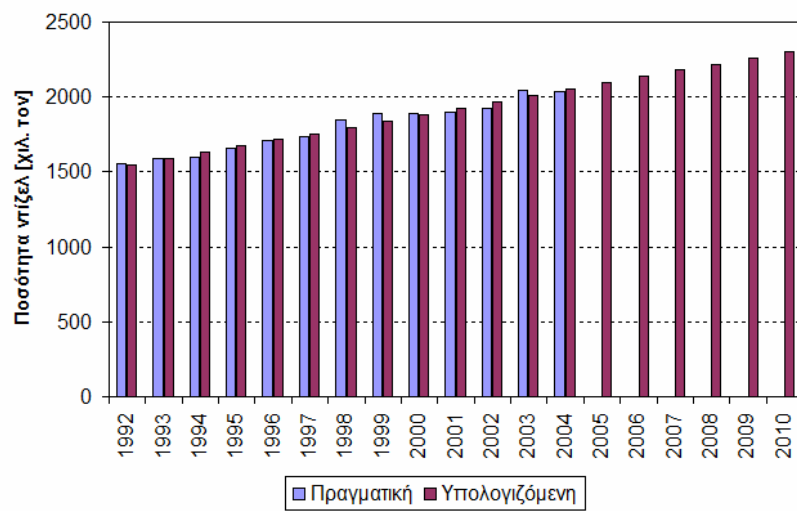
1.4.1 Ενεργειακές ανάγκες μεταφορών

Η ελληνική αγορά χαρακτηρίζεται από την μεγάλη απαίτηση σε ποσότητες βενζίνης καθώς η πετρελαιοκίνηση εφαρμόζεται μόνο σε οχήματα δημόσια χρήσης ή σε οχήματα ΙΧ, τα οποία όμως δεν επιτρέπεται να εισέρχονται σε αστικά κέντρα. Έχει σχολιαστεί και σε άλλες μελέτες η δυσκολία της απελευθέρωσης χρήσης πετρελαίου ντίζελ σε ΙΧ εντός των πόλεων καθώς οι υποδομές που θα επιτρέπουν τον έλεγχο κατά της νοθείας και της σωστής λειτουργίας των συστημάτων επεξεργασίας καυσαερίων των οχημάτων με καύσιμο ντίζελ δεν θεωρούνται επαρκείς.

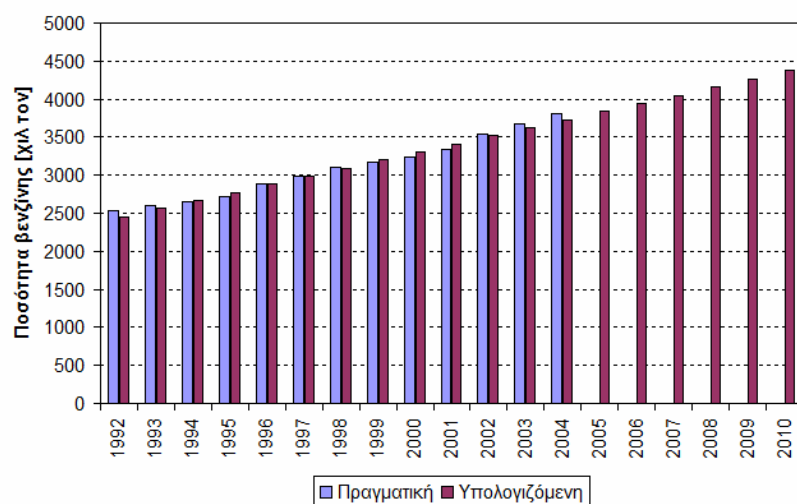


Εικόνα 1-8: Κατανομή κατανάλωσης καυσίμων και οχημάτων στόλου (2005)

Εξάλλου σε περίπτωση μη-συμμόρφωσης στις παραπάνω προϋποθέσεις οι συνέπειες είναι πολύ δυσμενείς για το ήδη επιβαρημένο με αέριους ρύπους αστικό περιβάλλον στην Ελλάδα και ιδιαίτερα στον τομέα των εκπομπών σωματιδίων. Έτσι αναμένεται να παραμείνει αυξητική η τάση κατανάλωσης βενζίνης, τουλάχιστον σε βραχυπρόθεσμο ορίζοντα, και η ενεργειακή εξάρτηση από αυτό το καύσιμο θα είναι μεγαλύτερη από αυτήν του ντίζελ όπως προδιαγράφεται και από την εκτιμώμενη εξέλιξη κατανάλωσης στην Ελλάδα (ΥΠΑΝ, 2007).



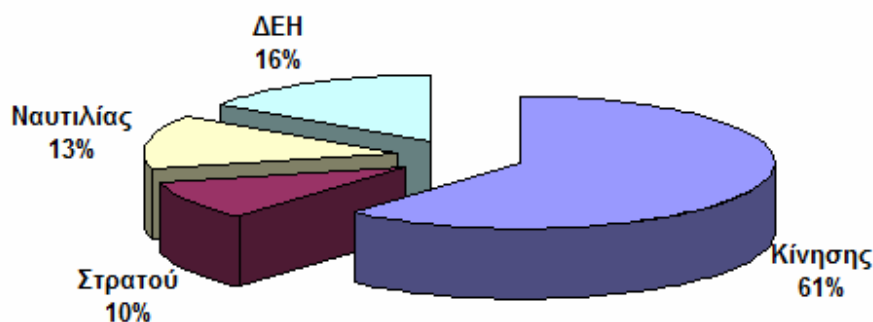
Εικόνα 1-9: Εκτίμηση κατανάλωσης ντίζελ έως το 2010



Εικόνα 1-10: Εκτίμηση κατανάλωσης βενζίνης έως το 2010

Ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζει η κατανομή των διαφόρων ποιοτήτων ντίζελ για μεταφορές καθώς αυτό δεν ικανοποιεί σε όλες τις περιπτώσεις τις προδιαγραφές για ντίζελ κίνησης. Έτσι παράγονται και ειδικές ποιότητες (στρατού, ΔΕΗ, ναυτιλίας) στις

οποίες δεν γίνεται ανάμιξη βιοντίζελ. Εάν οι προδιαγραφές αυτών των ποσοτήτων επέτρεπαν και την ανάμιξη βιοντίζελ τότε οι ποσότητες που θα μπορούσαν να υποκατασταθούν με βιοντίζελ θα ήταν μεγαλύτερες και θα ενίσχυαν την προσπάθεια επίτευξης του τελικού στόχου για το 2010. Ενδεικτικά εμφανίζεται η κατανομή της συνολικής παραγωγής των Διυλιστηρίων Ασπροπύργου και Θεσσαλονίκης για το έτος 2005 (Εικόνα 1-11).



Εικόνα 1-11: Κατανομή ποιοτήτων καυσίμων ντίζελ από παραγωγή διυλιστηρίων Ασπροπύργου και Θεσσαλονίκης για το έτος 2005

1.4.2 Καταγραφή δυναμικότητας παραγωγής συμβατικών καυσίμων & αναγκών σε αργό πετρέλαιο

Η υπάρχουσα δυναμικότητα παραγωγής συμβατικών καυσίμων προέρχεται βασικά από τα τέσσερα διυλιστήρια που είναι εγκατεστημένα στην Ελλάδα και επαρκούν για την κάλυψη των αναγκών σε καύσιμα προϊόντα στην Ελλάδα. Βέβαια σε μικρό βαθμό γίνονται και εισαγωγές ή εξαγωγές προϊόντων κατά διαστήματα οι οποίες συσχετίζονται με τις βραχυπρόθεσμες ανάγκες ή τα οικονομικά της συγκεκριμένης περιόδου. Για παράδειγμα μπορεί το καλοκαίρι να αγοράζονται ποσότητες βενζίνης για την συμπλήρωση των απαιτούμενων ποσοτήτων σε περιόδους υψηλής κατανάλωσης ή το χειμώνα πετρέλαιο θέρμανσης καθώς τα περιθώρια κέρδους από το πετρέλαιο κίνησης είναι συνήθως αρκετά υψηλότερα και οι μονάδες είναι γενικά προσανατολισμένες στην παραγωγή αυτής της ποιότητας καυσίμου.

Η δυναμικότητα διύλισης στην Ελλάδα ανέρχεται περίπου στα 410.000 bpd (βαρέλια ανά ημέρα) και ανά διυλιστήριο διαχωρίζεται σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα. Για λόγους συντήρησης κυρίως αυτή η δυναμικότητα δεν παραμένει σταθερή σε ετήσια βάση. Έτσι η ετήσια ποσότητα που διυλίζεται εκτιμάται στα 20-21 εκ τόνους.

Πίνακας 1-3: Δυναμικότητα διύλισης εγκατεστημένων διυλιστηρίων

Διυλιστήριο	Ασπροπύργου	Ελευσίνας	Θεσσαλονίκης	Κορίνθου (ΜΟΗ)
Δυναμικότητα διύλισης (σε βαρέλια / ημέρα)	146.000	100.000	67.000	100.000

(Πηγή: ΕΛ.Π.Ε.)

Πάντως εκτιμάται ότι οι ανάγκες για το 2010 όπως προβλέπεται από την τρέχουσα αυξητική τάση θα κυμανθούν σε 450.000 bpd αλλά οι σχεδιαζόμενες επενδύσεις στα υπάρχοντα διυλιστήρια θα μπορούν να καλύψουν την αναμενόμενη ζήτηση κυρίως μέσω επενδύσεων που αφορούν στην παραγωγή προϊόντων που εμφανίζουν αύξηση ζήτησης (βενζίνες, πετρέλαιο ντίζελ) σε βάρος βαρύτερων προϊόντων που η ζήτησή τους σταδιακά μειώνεται (μαζούτ και άλλα υπολείμματα απόσταξης).

Παρακάτω εμφανίζεται η πραγματοποιηθείσα διύλιση από τα διυλιστήρια των ΕΛΠΕ, η οποία σε γενικές γραμμές μπορεί να χαρακτηριστεί σταθερή. Για τα έτη 2000 και 2001 δεν υπάρχουν στοιχεία για το διυλιστήριο της Ελευσίνας καθότι η συγχώνευση του με τον Όμιλο Ελληνικά Πετρέλαια έγινε το 2002

Πίνακας 1-4: Δυναμικότητα διύλισης εγκατεστημένων διυλιστηρίων (ktoe)

Έτος	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Ασπρόπυργος	6.868	6.673	6.885	7.056	6.425	7.225
Θεσσαλονίκη	3.141	3.315	3.132	3.276	3.341	3.485
Ελευσίνα	-	-	4.072	4.015	4.164	4.396
Σύνολο	10.009	9.988	14.089	14.347	13.930	15.106

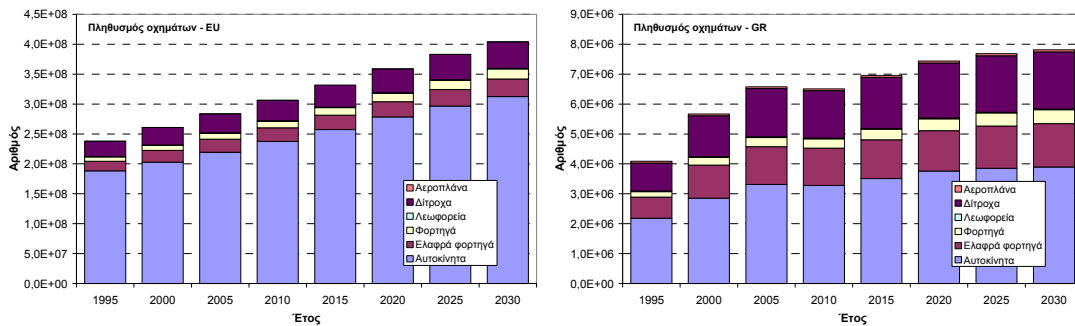
(Πηγή: ΕΛ.ΠΕ.)

Όπως ίσως φαίνεται η αγορά της Βόρεια Ελλάδας καλύπτεται οριακά από την υπάρχουσα εγκατάσταση η οποία είναι και αναλογικά χαμηλότερης δυνατότητας μετατροπής λιγότερο σύνθετη από του Ασπρόπυργου και περιστασιακά η τροφοδοσία συμπληρώνεται και με μεταφορές από τις μονάδες της Αθήνας.

1.4.3 Προοπτικές αύξησης των ενεργειακών αναγκών στις μεταφορές

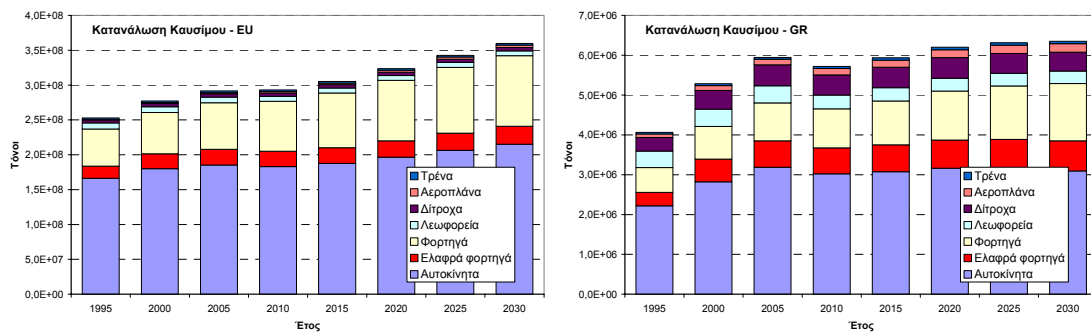
Ο παγκόσμιος χάρτης των ενεργειακών αναγκών από τις μεταφορές βρίσκεται σε μία συνεχή μεταβολή, ιδιαίτερα σήμερα με τη ραγδαία ανάπτυξη χωρών της Ασίας όπως η Κίνα και η Ινδία. Πρόσφατα Ινδική εταιρία κατασκευής αυτοκινήτων ανακοίνωσε την παραγωγή αυτοκινήτου σε πολύ χαμηλή τιμή κάτι που αναπόφευκτα θα αυξήσει τις ενεργειακές ανάγκες της χώρας συμπαρασύροντας πιθανότατα και την τιμή του πετρελαίου σε ακόμη υψηλότερα επίπεδα.

Τα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζουν τα αποτελέσματα των υπολογισμών προβλέψεων για τον πληθυσμό και την κατανάλωση καυσίμου του μοντέλου REMOVE. Το REMOVE είναι ένα μοντέλο πρόβλεψης εξέλιξης στόλου, κατανάλωσης και εκπομπών με βάση οικονομικά κριτήρια αλλά και νομοθεσίες που ισχύουν ή πρόκειται να ισχύουν στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Χρησιμοποιείται για να εξεταστούν οικονομικές, περιβαλλοντικές ή άλλες πολιτικές και η επίδρασή τους στις εκπομπές των ρύπων από τις μεταφορές. Η βάση του μοντέλου είναι στατιστικά στοιχεία και ενημερωμένες μεθοδολογίες που οδηγούν σε ασφαλείς προβλέψεις για τις εξελίξεις στην περιοχή της Ευρώπης. Παρόλα αυτά το μοντέλο σε καμία περίπτωση δεν υποκαθιστά την πραγματικότητα, αλλά υποδεικνύει τις τάσεις που υπάρχουν στο παρόν ή θα δημιουργηθούν στο μέλλον, με άλλα λόγια βοηθάει στην αξιολόγηση επιλογών που αφορούν τις μεταφορές στην Ευρώπη.



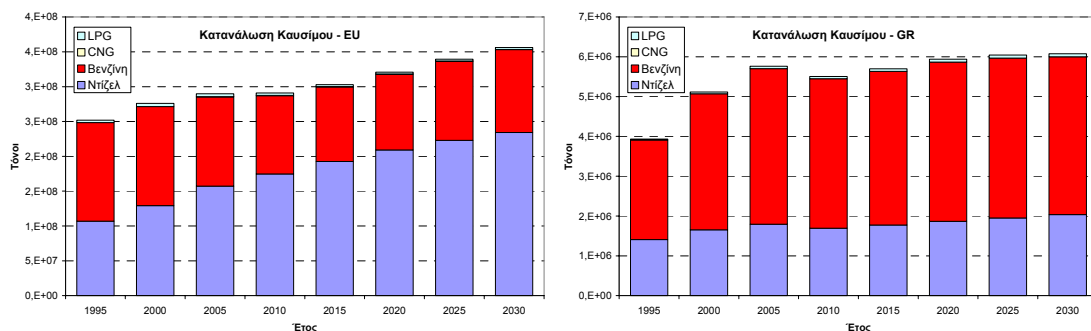
Εικόνα 1-12: Εξέλιξη στόλου οχημάτων σε Ευρώπη και Ελλάδα

Η Ευρώπη ακολουθεί και αυτή αυξητική τάση στον πληθυσμό των οχημάτων (Εικόνα 1-12), και παρόλη την εισαγωγή νέων τεχνολογιών στα οχήματα παρατηρείται αυξητική τάση και στην κατανάλωση του καυσίμου (Εικόνα 1-13).



Εικόνα 1-13: Εξέλιξη κατανάλωσης καυσίμου ανά κατηγορία οχήματος σε Ευρώπη και Ελλάδα

Προβλέπεται μία αύξηση της συνολικής κατανάλωσης καυσίμου στην Ευρώπη της τάξης του 10% τα επόμενα 10 χρόνια. Στην Ελλάδα η αντίστοιχη αναμενόμενη αύξηση είναι περίπου 8,4%. Στην περιοχή του νομού Θεσσαλονίκης η αύξηση του πληθυσμού είναι εντονότερη οπότε και η αύξηση του στόλου των οχημάτων εκτιμάται ότι θα κυμανθεί σε επίπεδα μεγαλύτερα του εθνικού μέσου όρου (TREMOVE).



Εικόνα 1-14: Εξέλιξη κατανάλωσης καυσίμου ανά είδος καυσίμου σε Ευρώπη και Ελλάδα

Η Εικόνα 1-14 δείχνει μία πολύ ενδιαφέρουσα τάση που υπάρχει στην Ευρώπη για χρήση όλο και περισσότερων οχημάτων με κινητήρα ντίζελ, κάτι που δεν ακολουθεί η

Ελλάδα όπου η χρήση των αντίστοιχων οχημάτων είναι απαγορευμένη στα μεγάλα αστικά κέντρα. Η συγκεκριμένη ιδιαιτερότητα πρέπει να προβληματίσει ιδιαίτερα διότι τα ντίζελ οχήματα έχοντας μειωμένη κατανάλωση σε σχέση με τα αντίστοιχα βενζινοκίνητα ίσως βοηθήσουν την Ελλάδα να μειώσει ακόμη περισσότερο τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αλλά και την εξάρτησή της από το πετρέλαιο.

1.4.4 Ανάγκες βιοντίζελ και βιοαιθανόλης σύμφωνα με το νομοθετικό πλαίσιο

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), μέσω της κοινοτικής οδηγίας 2003/30/ΕΚ αναγνώρισε θεσμικά τα βιοκαύσιμα και το σημαντικό ρόλο που αυτά θα διαδραματίσουν στο άμεσο μέλλον στην Ευρώπη, θέτοντας το απαραίτητο νομικό πλαίσιο για την πώληση και χρήση τους εντός της ΕΕ. Παράλληλα τέθηκαν ενδεικτικοί στόχοι υποκατάστασης των συμβατικών καυσίμων με βιοκαύσιμα για όλα τα κράτη μέλη. Η Οδηγία προέβλεπε ότι έως το τέλος του 2005, η συμμετοχή των βιοκαυσίμων στο εθνικό σύνολο των καυσίμων που χρησιμοποιούνται για τις μεταφορές θα έπρεπε να ανέρχεται στο 2%. **Το ποσοστό αυτό υπολογίζεται επί του συνολικού ενεργειακού περιεχομένου του ντίζελ και της βενζίνης** που χρησιμοποιούνται για τις μεταφορές, ενώ ο αντίστοιχος στόχος για το έτος 2010 ορίστηκε στο 5,75%. Τέλος η ΕΕ έχει θέσει ως στόχο για το 2020 το 10% και επεξεργάζεται τη σχετική νομοθεσία (ΕΠΒ, 2007).

Παρά το ιδιαίτερο βάρος το οποίο δόθηκε στα βιοκαύσιμα από πλευράς Ευρωπαϊκής Επιτροπής, όπως έχει συμβεί και σε άλλους τεχνολογικούς τομείς, η Ελληνική πραγματικότητα αποδείχθηκε εξαιρετικά δυσκίνητη στο θέμα των βιοκαυσίμων. Η υιοθέτηση μέτρων ένταξης των βιοκαυσίμων στην Ελληνική οικονομία καθυστέρησε σημαντικά, και η ενσωμάτωση της οδηγίας 2003/30/ΕΚ στην Ελληνική νομοθεσία πραγματοποιήθηκε το έτος 2005.

Σήμερα η υποστήριξη για τα βιοκαύσιμα ή άλλα καύσιμα ΑΠΕ για τις μεταφορές έχει μεταφερθεί στην ελληνική νομοθεσία (νόμος 3243/2005) και μέχρι το έτος 2007 χορηγούνταν πλήρης φορολογική απαλλαγή για τη χρήση του βιοντίζελ, προκειμένου να ενθαρρυνθεί η ανάπτυξη του τομέα. Λόγω της καθυστερημένης προσαρμογής, ο στόχος του 2 % διείσδυσης στην εθνική αγορά για το 2005 δεν επετεύχθη παρά το γεγονός ότι στην Ελλάδα μπορεί αναπτυχθεί αξιόλογο δυναμικό παραγωγής βιοκαυσίμων.

Η ΕΕ έχει κινήσει διαδικασίες παράβασης κατά της Ελλάδας σχετικά με αυτήν την αποτυχία. (IEA, 2006). Η Ελλάδα έχει επίσης υιοθετήσει το στόχο της Οδηγίας για το έτος 2010, δηλαδή το 5,75% των ενεργειακών αναγκών σε καύσιμα να καλύπτεται με καύσιμα από ΑΠΕ.

Οι μέχρι σήμερα ενδείξεις συνηγορούν στην αποτυχία επίτευξης και του στόχου αυτού όπως θα παρουσιαστεί στη συνέχεια. Σύμφωνα με στοιχεία του 2008 (ΥΠΑΝ 2008), για την κάλυψη του 2% των καυσίμων των οδικών μεταφορών το 2005 θα απαιτούνταν σχεδόν 117 ktoe βιοκαυσίμων που αντιστοιχεί περίπου σε 144ktons βιοκαυσίμων, τη στιγμή που οι διαθέσιμες ποσότητες το 2007 παρέμειναν αρκετά χαμηλότερες. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι οι φορολογικές απαλλαγές για το βιοντίζελ (δεν υπάρχει πρόβλεψη για τη βιοαιθανόλη) που δόθηκαν από το υπουργείο ήταν: 51.000 κυβικά μέτρα (κ.μ.) για το 2005, 91.000 κ.μ. για το 2006, 114.000 κ.μ. και για το 2007 (45, 80, 100ktons αντίστοιχα). Υποκατάστατα της βενζίνης δεν αποφορολογήθηκαν.

Σύμφωνα με το Υπουργείο Ανάπτυξης η διείσδυση των βιοκαυσίμων το έτος 2007 ανήλθε μόλις στο 1,4%, αρκετά χαμηλότερα του στόχου του έτους 2010. Επίσης κρίνοντας από το ρυθμό αύξησης της παραγωγής αμφίβολος παραμένει και ο στόχος του 5,75% έως το τέλος του 2010.

Πίνακας 1-5: Εξέλιξη ενεργειακής κατανάλωσης για μεταφορές ανά είδος καυσίμου στην Ελλάδα

Είδος καυσίμου	Έτος	1992	2004	2010
Βενζίνη (ktoe)		2.532	3.814	4.390
Ντίζελ κίνησης (ktoe)		1.557	2.036	2.304

(Πηγή: ΥΠΑΝ, 2007)

Οι 384 ktoe βιοκαυσίμων που αντιπροσωπεύουν το 5,75% της εγχώριας κατανάλωσης του έτους 2010 αντιστοιχούν σε 558 ktons βιοκαυσίμων όπως φαίνεται παρακάτω (Πίνακας 1-6). Μετά το 2010, και με την προϋπόθεση της αύξησης του ποσοστού ανάμιξης βιοκαυσίμων στα καύσιμα στο 10%, οι ανάγκες αυτές προβλέπεται να διπλασιασθούν.

Πίνακας 1-6: Κατανάλωση καυσίμου το 2010 και απαιτούμενες ποσότητες βιοκαυσίμων*

Καύσιμο	Κατανάλωση 2010 (ktoe)	Αναγκαία υποκατάστατα (ktoe)	Αναγκαία υποκατάστατα (ktons βιοκαυσίμου)
Βενζίνη	4390	252	410
Ντίζελ	2289	131	148
Σύνολο	6679	384	558

* Αν θεωρηθεί ότι το 5,75% του ενεργειακού περιεχομένου της βενζίνης υποκαθίσταται από βιοαιθανόλη και το αντίστοιχο του ντίζελ από βιοντίζελ
(Πηγή: ΥΠΑΝ, 2007)

Σε ότι αφορά την υποκατάσταση των καυσίμων με βιοκαύσιμα ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στα δεδομένα που προκύπτουν λόγω της διαφοράς των φυσικών ιδιοτήτων μεταξύ βιοκαυσίμων και συμβατικών καυσίμων. Γενικά τα βιοκαύσιμα λόγω της παρουσίας οξυγόνου αλλά και της διαφορετικής αναλογίας ατόμων υδρογόνου προς τα άτομα άνθρακα στο μόριό τους έχουν χαμηλότερες θερμογόνες δυνάμεις από τα συμβατικά. Ιδιαίτερα τα υποκατάστατα βενζίνης έχουν σημαντικά μικρότερο ενεργειακό περιεχόμενο πράγμα που σημαίνει ότι για να καλυφθεί το ίδιο ποσοστό της ενέργειας των καυσίμων των μεταφορών αποκλειστικά από βιοαιθανόλη ή αιθυλο-τριτοταγή βουτυλαιθέρα (ETBE) χρειάζονται μεγαλύτερες ποσότητες βιοκαυσίμου απ' ότι αν καλύπτονταν αποκλειστικά από βιοντίζελ. Όπως παρουσιάζεται παρακάτω (Πίνακας 1-7) αν η υποκατάσταση των συμβατικών καυσίμων με βιοκαύσιμα πραγματοποιηθεί με βιοαιθανόλη για το 5,75% του ενεργειακού περιεχομένου της βενζίνης και με βιοντίζελ για το πετρέλαιο κίνησης τα τελικά μίγματα θα περιέχουν 8,9% κατ' όγκο βιοαιθανόλη και 6,1% βιοντίζελ αντίστοιχα (9,3% και 6,5% κατά βάρος). Επίσης λόγω της διαφοράς στη θερμογόνο δύναμη τα τελικά μίγματα βενζίνης-αιθανόλης, ντίζελ-βιοντίζελ θα έχουν 3,1%

και 0,4% μικρότερο ενεργειακό περιεχόμενο κατά όγκο αντίστοιχα (3,6% και 0,7% κατά βάρος αντίστοιχα). Αν αντί για βιοαιθανόλη προσθέσουμε ETBE, όπου ως βιοκαύσιμο θεωρείται το 47% της μάζας του, τα ισοδύναμα ποσοστά αντικατάστασης είναι 15% κατ' όγκο και 14,9% κατά βάρος ενώ η μείωση του ενεργειακού περιεχομένου του μίγματος σε σχέση με τη βενζίνη είναι 2,7%.

Πίνακας 1-7: Σύγκριση βασικών φυσικών ιδιοτήτων διαφόρων καυσίμων

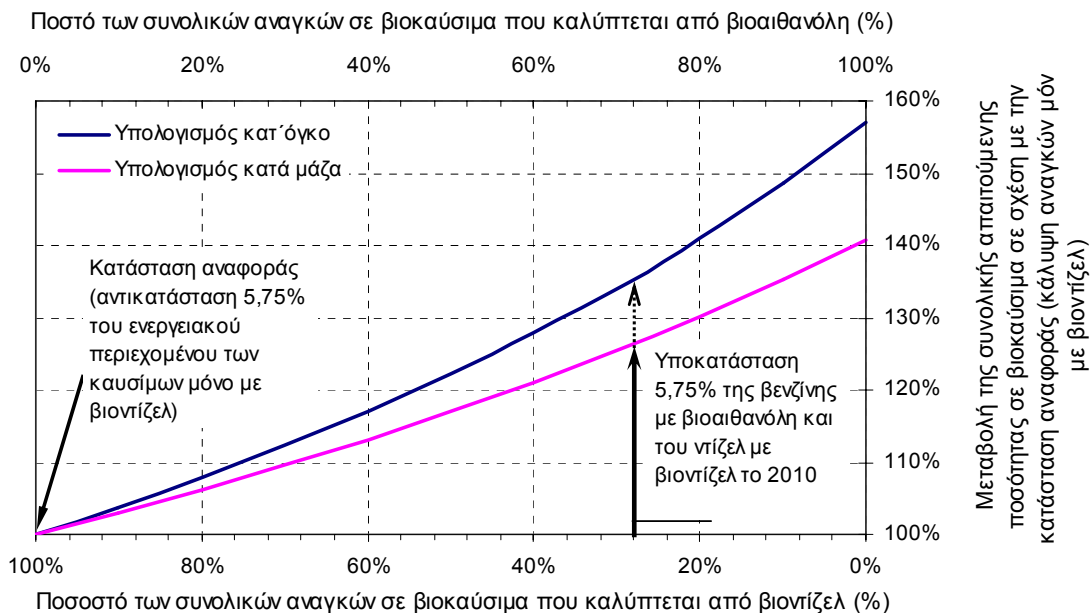
	Βενζίνη	Αιθανόλη	ETBE ¹	Ντίζελ	Βιοντίζελ
Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη (kJ/l)	32.795	21.237	26.820	35.659	33.344
Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη (kJ/kg)	43.727	26.917	36.000	42.705	37.891
Πυκνότητα (kg/l)	0,75	0,79	0,75	0,84	0,88
Ποσοστό μάζας βιοκαυσίμου που αντιστοιχεί σε 1kg μίγματος προδιαγραφών 5,75%	5,75%	9,3%	14,9%	5,75%	6,5%
Ποσοστό όγκου βιοκαυσίμου που αντιστοιχεί σε 1l μίγματος προδιαγραφών 5,75%	5,75%	8,9%	15,0%	5,75%	6,1%
Μεταβολή στο ενεργειακό περιεχόμενο του μίγματος σε σχέση με το συμβατικό καύσιμο από την αντικατάσταση 5,75% του ενεργειακού περιεχομένου (κ.β.)		-3,6%	-2,6%		-0,7%
Μεταβολή στο ενεργειακό περιεχόμενο του μίγματος σε σχέση με το συμβατικό καύσιμο από την αντικατάσταση 5,75% του ενεργειακού περιεχομένου (κ.ο.)		-3,1%	-2,7%		-0,4%

Στο σημείο οφείλει να τονιστεί ότι η κοινοτική νομοθεσία αναφέρεται στην αντικατάσταση του 5,75% του συνολικού ενεργειακού περιεχομένου των καυσίμων χωρίς όμως να προδιαγράφει πως και με ποια υποκατάστατα θα γίνει η αντικατάσταση αυτή. Έτσι κάθε κράτος μέλος μπορεί να επιλέξει αν θα στραφεί σε υποκατάστατα του πετρελαίου κίνησης ή της βενζίνης σε ίσα ποσοστά ή αν θα χρησιμοποιήσει αυξημένα υποκατάστατα του ενός καυσίμου έναντι του άλλου – για παράδειγμα υψηλότερες

¹ Ο ETBE θεωρείται ανανεώσιμο καύσιμο σε ποσοστό 47% καθότι κατά την παραγωγική διαδικασία η παρασκευή ETBE απαιτεί 53% κ.β. ισοβουτυλένιο (που θεωρείται συμβατικός υδρογονάνθρακας και παράγεται σε διυλιστήρια από κλασσικές διεργασίες) ενώ το υπόλοιπο 47% κ.β. είναι το συστατικό της αιθανόλης που αν προέρχεται από βιοχημικές μεθόδους υδρόλυσης κυτταρινών και ζύμωσης των σακχάρων που προκύπτουν θεωρείται ως ανανεώσιμο καύσιμο

συγκεντρώσεις βιοντίζελ στο ντίζελ απ' ότι αιθανόλης στη βενζίνη ώστε να καλυφθούν οι απαιτήσεις. Η ευελιξία αυτή που παρέχει το νομοθετικό πλαίσιο είναι ιδιαίτερα σημαντική, διότι επιτρέπει σε κάθε κράτος μέλος να εφαρμόσει τη πολιτική του ανάλογα με τα χαρακτηριστικά και τις απαιτήσεις της οικονομίας του. Η χάραξη μιας πολιτικής διαφορετικών ποσοστών υποκατάστασης στη βενζίνη και το ντίζελ μοιάζει αυτή τη στιγμή να είναι πιο συμφέρουσα για την Ελλάδα για λόγους που θα παρουσιαστούν σε επόμενη παράγραφο και πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπ' όψιν από την Ελληνική πολιτεία.

Η χρήση μιας πολιτικής διαφορετικών ποσοστών υποκατάστασης μεταβάλλει και τις συνολικές ανάγκες σε βιοκαύσιμα, εξαιτίας των διαφορετικών φυσικών χαρακτηριστικών που έχει το καθένα. Ενδεικτικό είναι το παρακάτω διάγραμμα (Εικόνα 1-15) στο οποίο παρουσιάζεται η ποσοστιαία αύξηση στις συνολικές ανάγκες σε βιοκαύσιμα –σε μάζα και όγκο- με την εισαγωγή της βιοαιθανόλης στο ισοζύγιο των βιοκαυσίμων.



Εικόνα 1-15: Μεταβολή της συνολικής απαιτούμενης ποσότητας σε βιοκαύσιμα ως προς την ελάχιστη (πλήρης κάλυψη των αναγκών με βιοντίζελ) συναρτήσε της αύξησης της συμμετοχής της αιθανόλης στο ισοζύγιο βιοκαυσίμων. Η μαύρη γραμμή συμβολίζει την αναλογία βιοντίζελ για κάλυψη του 5,75% της ενέργειας της βενζίνης με αιθανόλη και του ντίζελ με βιοντίζελ.

Έτσι αν η ενέργεια που πρέπει να υποκατασταθεί καλυφθεί αποκλειστικά με βιοντίζελ έχουμε την ελάχιστη ποσότητα σε βιοκαύσιμα (=100%) ενώ όσο αυξάνει η συμμετοχή της βενζίνης αυξάνει και η συνολικά απαιτούμενη ποσότητα. Η πλήρης κάλυψη των αναγκών με βιοαιθανόλη θα ισοδυναμούσε με 40% περισσότερη μάζα βιοκαυσίμων και 57% περισσότερο όγκο. Έτσι το 2010 αν όλη η απαιτούμενη ποσότητα σε βιοκαύσιμα καλυπτόταν από βιοαιθανόλη θα χρειαζόταν 618 ktons βιοαιθανόλης (825 χιλιάδες κυβικά μέτρα), οδηγώντας σε συγκέντρωση περίπου 13% κ.ο. στα καύσιμα. Αν υποθέσουμε ότι λόγω αδυναμίας υποκατάστασης βενζίνης με βιοαιθανόλη ο εθνικός στόχος θα υλοποιηθεί μόνο με την υποκατάσταση του ντίζελ με βιοντίζελ τότε με όμοιους υπολογισμούς προκύπτει η ανάγκη επιπλέον παραγωγής επιπλέον 290ktons βιοντίζελ

και η συνολική απαιτούμενη ποσότητα βιοντίζελ που πρέπει να παραχθεί ανέρχεται στους 439ktons. Σε μια τέτοια περίπτωση το ποσοστό του βιοντίζελ στο ντίζελ κίνησης θα ανέλθει στο 18% κ.ο. Όπως θα φανεί και στη συνέχεια, τέτοιες ποσότητες βιοντίζελ είναι δυνατό να προκύψουν από την ήδη εγκατεστημένη δυναμικότητα των εγχώριων μονάδων παραγωγής. Η εικόνα που θα παρουσιαζόταν από τη χρήση άλλων υποκατάστατων όπως ETBE για βενζίνη και καθαρά φυτικά έλαια για το ντίζελ είναι παρεμφερής.

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι στους παραπάνω υπολογισμούς δεν έχουν συμπεριληφθεί οι καταναλώσεις καυσίμων μεταφορών που απαιτούνται για αεροσκάφη (με συμβατικά καύσιμα κηροζίνης), ή πλοία (με κύριο καύσιμο το μαζούτ), καθώς για τα καύσιμα αυτά δεν έχουν υποδειχθεί συγκεκριμένα υποκατάστατα. Έτσι οι υπολογισμοί περιορίζονται στις οδικές μεταφορές.

Κλείνοντας την παράγραφο αυτή θα πρέπει να σχολιαστεί ότι βάσει της ισχύουσας κοινοτικής νομοθεσίας τα βιοκαύσιμα υποκατάστατα του ντίζελ δεν περιορίζονται μόνο στους μεθυλεστέρες των λιπαρών οξέων (βιοντίζελ). Η καθιέρωση του βιοντίζελ ως κύριου βιοκαυσίμου στην Ευρωπαϊκή αγορά στηρίχθηκε στις συναφείς φυσικές ιδιότητες του με το πετρέλαιο κίνησης, στη δυνατότητα βιομηχανικής παραγωγής του από ποικίλες πρώτες ύλες και στο χαμηλό σχετικά κόστος. Παρόλα αυτά, η λύση του βιοντίζελ δεν είναι η μόνη η οποία μπορεί να εξεταστεί σε ότι αφορά την ελληνική αγορά βιοκαυσίμων και σίγουρα δεν θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως αποκλειστική. Στην ευρωπαϊκή οδηγία 2003/30/ΕΕ αναφέρεται ότι τα φυτικά έλαια καθώς και τα μίγματά τους, εφόσον δεν είναι χημικά τροποποιημένα, είναι συμβατά με τον οικείο κινητήρα και δεν επιδρούν αρνητικά στις εκπομπές αερίων ρύπων του οχήματος, θεωρούνται βιοκαύσιμα. Είναι λοιπόν σαφές πως ένα φυτικό λάδι ή το μίγμα αυτού με συμβατικό πετρέλαιο μπορεί να θεωρηθεί βιοκαύσιμο αντίστοιχο του βιοντίζελ εφόσον πληροί τις νομοθετημένες προδιαγραφές. Σε μια χώρα όπως η Ελλάδα, με ανεπτυγμένη γεωργία το γεγονός αυτό αποκτά ιδιαίτερη σημασία διότι ενδεχομένως παρέχει μια σημαντική διέξοδο τόσο για την επίτευξη των ευρωπαϊκών στόχων όσο και για το μέλλον της ελληνικής γεωργίας. Μελέτες του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ) και άλλων ερευνητικών φορέων του εξωτερικού δείχνουν πως η χρήση αυτή είναι δυνατή υπό προϋποθέσεις ενώ μπορεί να αποδειχθεί οικονομικά και περιβαλλοντικά βιωσιμότερη από τη χρήση βιοντίζελ (Fontaras et al 2007a,b). Η Ελλάδα οφείλει να συγκεντρώσει, να αξιολογήσει και να προωθήσει όλες τις δυνατότητες οι οποίες παρέχονται για την αποδοτικότερη εισαγωγή των βιοκαυσίμων στο σύστημα καυσίμων της χώρας σύμφωνα με τις εγχώριες ανάγκες και ιδιαιτερότητες.

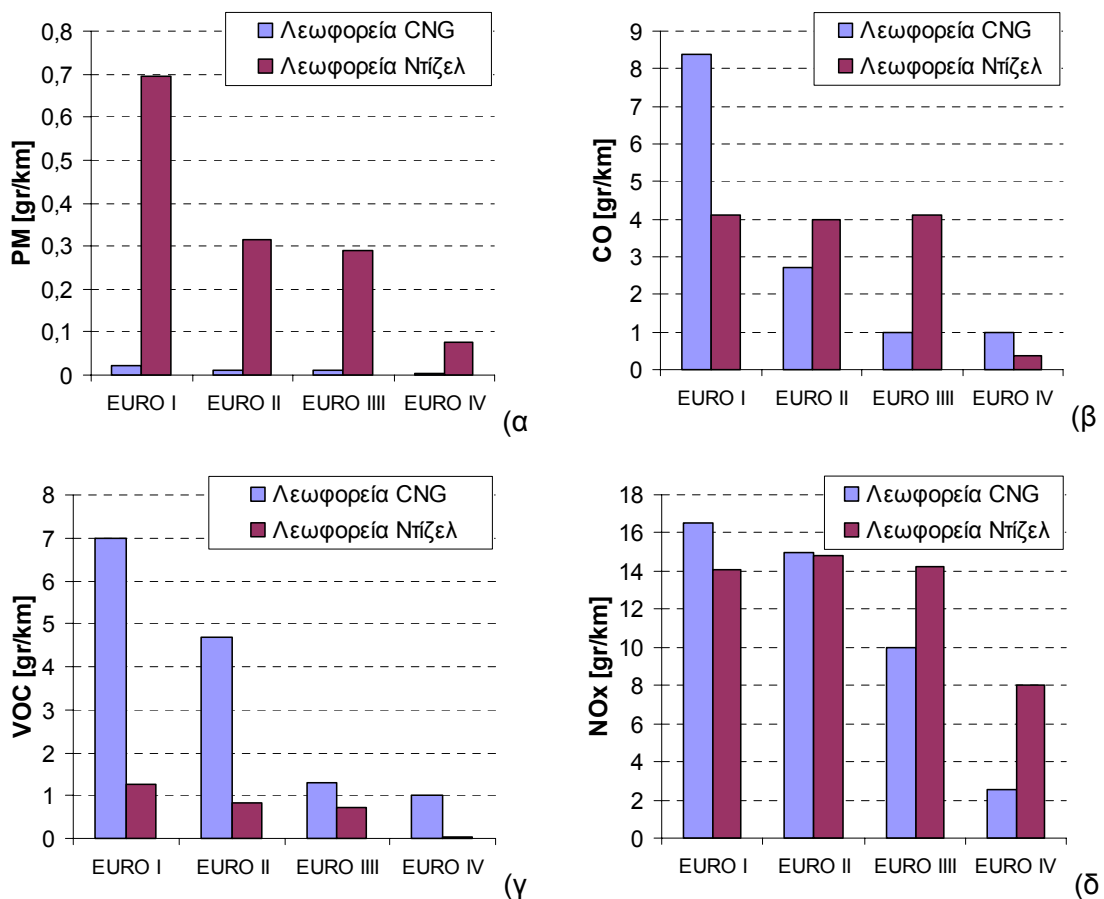
1.5 Αεριοκίνηση

Η χρήση του φυσικού αερίου ως καύσιμο μεταφορών αποτελεί σήμερα μια από τις προτεινόμενες λύσεις στο πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης των αστικών κέντρων. Το φυσικό αέριο αποθηκεύεται στα οχήματα σε φιάλες ειδικών προδιαγραφών αντοχής και ασφάλειας υπό υψηλή πίεση (~250 bar), εξ' ου και αποκαλείται Συμπιεσμένο Φυσικό Αέριο (Compressed Natural Gas, CNG). Ο ανεφοδιασμός των οχημάτων φυσικού αερίου γίνεται από εξειδικευμένους σταθμούς οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με το τοπικό δίκτυο παροχής φυσικού αερίου.

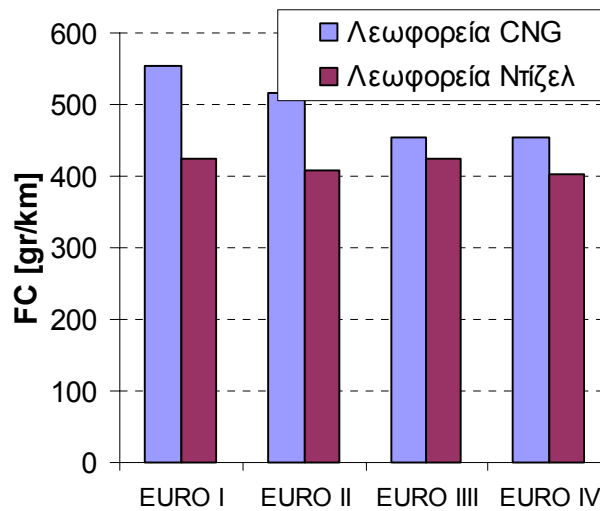
Η πλέον διαδεδομένη χρήση της αεριοκίνησης σήμερα είναι σε ελεγχόμενους στόλους οχημάτων όπως τα αστικά λεωφορεία και τα απορριματοφόρα οχήματα, καθώς είναι εφικτός ο πλήρης προγραμματισμός των αναγκών ανεφοδιασμού περιορίζοντας την ανάγκη ύπαρξης εκτεταμένου δικτύου σταθμών ανεφοδιασμού. Στην Αθήνα, κυκλοφορούν σήμερα 414 λεωφορεία φυσικού αερίου της Εταιρίας Θερμικών Λεωφορείων (ΕΘΕΛ).

Ο κινητήρας που χρησιμοποιείται στα οχήματα φυσικού αερίου είναι κινητήρας εσωτερικής καύσης. Οι κινητήρες CNG ιδιαίτερα των λεωφορείων και λοιπών βαρέων οχημάτων παρουσιάζουν ορισμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά καθώς συνήθως πρόκειται για τροποποιημένους κινητήρες ντίζελ οι οποίοι όμως λειτουργούν ως κινητήρες βενζίνης αφού φέρουν σπινθηριστή (μπουζί). Έτσι οι κινητήρες φυσικού αερίου συνδυάζουν ορισμένα από τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των δυο τεχνολογιών.

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται οι συντελεστές εκπομπής συμβατικού πετρελαιοκίνητου λεωφορείου και αεριοκίνητου λεωφορείου (CNG) πόλης για τους βασικούς ρύπους (CO, NOx, VOC, PM) και την κατανάλωση καυσίμου (FC).



Εικόνα 1-16: Σύγκριση εκπομπών α-PM, β-CO, γ-VOC, δ-NOx συμβατικού λεωφορείου ντίζελ και λεωφορείου κινούμενου με φυσικό αέριο (CNG) για μέση ταχύτητα κίνησης 15km/h



Εικόνα 1-17: Σύγκριση κατανάλωσης καυσίμου συμβατικού λεωφορείου ντίζελ και λεωφορείου κινούμενου με φυσικό αέριο (CNG) για μέση ταχύτητα κίνησης 15km/h

Η μέση ταχύτητα η οποία ελήφθη για τους υπολογισμούς αυτούς ήταν 15km/h. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη μελέτη των αποτελεσμάτων συμβαδίζουν με τα όσα αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία (Nylund & Lawson 2000, Owen και Coley 1995, Ahlvik 2001, Ayala et al. 2002) και συνοψίζονται στα εξής:

- Η κατανάλωση καυσίμου φέρεται να είναι μικρότερη στην περίπτωση του ντίζελ καθώς ο βαθμός απόδοσης του κινητήρα αυτού έναντι του κινητήρα φυσικού αερίου παραμένει υψηλότερος. Την τάση της κατανάλωσης ακολουθούν και οι εκπομπές του αερίου θερμοκηπίου CO₂. Στην εκτίμηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου πρέπει να συμπεριληφθούν και οι εκπομπές μεθανίου οι οποίες εμφανίζονται κατά τον ανεφοδιασμό και τη χρήση. Η σημαντικότητά τους έγκειται στο γεγονός ότι σε οριζόντια εκατονταετίας το μεθάνιο έχει 21 φορές υψηλότερο δυναμικό θέρμανσης του πλανήτη (GWP) από ότι το CO₂. Αναλύσεις κύκλου ζωής δείχνουν ότι οι συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τα οχήματα CNG είναι υψηλότερες από τις εκπομπές συμβατικών οχημάτων (Concawe 2007).

- Οι εκπομπές NO_x των κινητήρων CNG είναι γενικά χαμηλότερες απ' ότι των ντίζελ. Παρόλα αυτά σε δημοσιευμένες επιστημονικές μελέτες τα αποτελέσματα παρουσιάζουν μεγάλη μεταβλητότητα με αποτέλεσμα υπό ορισμένες συνθήκες οι κινητήρες φυσικού αερίου να εμφανίζουν ακόμη και υψηλότερες τιμές εκπομπών NO_x.

- Οι εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων (VOC) και υδρογονανθράκων είναι χαμηλότερες για τα συμβατικά λεωφορεία σε σχέση με τα λεωφορεία CNG. Αντίστοιχες τάσεις παρατηρούνται και για το CO αν και πολύ χαμηλά επίπεδα εκπομπών μονοξειδίου μπορούν να επιτευχθούν με χρήση οξειδωτικού καταλύτη και στην περίπτωση του CNG.

- Το μεγάλο όφελος των κινητήρων CNG σε σχέση με τους αντίστοιχους πετρελαιοκινητήρες είναι η μείωση της εκπεμπόμενης σωματιδιακής μάζας. Η παραπάνω παρατήρηση αφορά σε κινητήρες χωρίς συστήματα μετεπεξεργασίας

καυσαερίου όπως παγίδες καπνού. Σε περιπτώσεις όπου εφαρμοστούν παγίδες αιθάλης σε κινητήρες νίζελ, οι εκπομπές των δύο καυσίμων καθίστανται συγκρίσιμες.

- Ορισμένες έρευνες αναφέρουν ότι μη νομοθετημένοι ρύποι οι οποίοι είναι τοξικοί μπορούν να μειωθούν κατά τη χρήση αερίων καυσίμων όπως το CNG.

Από τα παραπάνω προκύπτει το συμπέρασμα ότι η εφαρμογή ή μη αεριοκίνητων οχημάτων για τη βελτίωση της ποιότητας του αστικού αέρα είναι ένα ζήτημα το οποίο χρίζει ειδικής, σε κάθε περίπτωση, μελέτης. Τα χαρακτηριστικά του υφιστάμενου στόλου ο οποίος θα αντικατασταθεί, οι συνθήκες λειτουργίας, η δυνατότητα χρήσης συστημάτων καθαρισμού του καυσαερίου είναι στοιχεία που πρέπει να αξιολογηθούν ώστε να προκύψει κάποιο συμπέρασμα σχετικά με την εφαρμοσιμότητα και την αποδοτικότητα της αεριοκίνησης. Επίσης στην ίδια κατεύθυνση ιδιαίτερα σημαντικοί παράγοντες που πρέπει να συνεκτιμηθούν είναι το κόστος καθώς και η διαθεσιμότητα των καυσίμων αλλά και οι δυνατότητες ασφαλούς και αποτελεσματικού ανεφοδιασμού. Η συνολική αποτίμηση των παραπάνω είναι απαραίτητη πριν από την πρόταση εφαρμογής οχημάτων φυσικού αερίου σε οποιοδήποτε Ελληνικό αστικό κέντρο.

2 Παραγωγή βιομάζας και βιοκαυσίμων

Η παραγωγή βιομάζας και βιοκαυσίμων γίνεται σήμερα με σύγχρονες μεθόδους τόσο στην ΕΕ όσο και στη χώρα μας. Η παραγωγή βιοκαυσίμων στηρίζεται τόσο σε τεχνολογίες παραγωγής και συλλογής της βιομάζας, όσο και σε τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας σε καύσιμα. Νέες τεχνολογίες αλλά και προοπτικές αναβάθμισης των υπάρχουσών τεχνολογιών αποτελούν το μοχλό ανάπτυξης της νέας αυτής μορφής καυσίμων μεταφορών.

2.1 Σύγχρονες Τεχνολογίες Παραγωγής Βιοκαυσίμων

Σήμερα υπάρχει τεράστιο ερευνητικό και επιχειρηματικό ενδιαφέρον γύρω από τις καλλιέργειες που αποσκοπούν στην παραγωγή ενέργειας (βιοκαύσιμα, βιοενέργεια κτλ) συμπεριλαμβανομένου ποικιλίες βέλτιστης απόδοσης και προσαρμοστικότητας σε συγκεκριμένες εδαφοκλιματικές συνθήκες, τεχνολογίες συγκομιδής βιομάζας κτλ. Παράλληλα οι διεργασίες μεταποίησης των ποικίλων τύπων βιομάζας για την παραγωγή βιοντίζελ, βιοαιθανόλης, βιοαερίου και άλλων ειδών βιοκαυσίμων αποτελούν τη βάση για την οικονομική βιωσιμότητα του νέου αυτού τύπου ενέργειας μεταφορών. Σήμερα υπάρχουν διάφορες σύγχρονες και αρκετά δοκιμασμένες τεχνολογίες παραγωγής βιομάζας και βιοκαυσίμων πρώτης γενιάς, καθώς και νέες πρωτοποριακές τεχνολογίες για την παραγωγή βιοκαυσίμων δεύτερης και τρίτης γενιάς.

2.1.1 Βιομάζα

Ο σύνθετος όρος βιομάζα (βιο-μάζα) αναφέρεται στην κατηγορία ύλης από την οποία αποτελούνται οι οργανισμοί φυτικής και ζωικής προέλευσης, καθώς και τα παράγωγά τους. Σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία (Ν. 3423/2005) ως βιομάζα ορίζεται:

“το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων που προέρχονται από τις γεωργικές, συμπεριλαμβανομένων φυτικών και ζωικών ουσιών, τις δασοκομικές και τις συναφείς βιομηχανικές δραστηριότητες, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών αποβλήτων και αστικών λυμάτων και απορριμμάτων”

Η παραγωγή βιοκαυσίμων στηρίζεται στην βιομάζα, που αποτελεί την πρώτη ύλη παραγωγής τους. Η βιομάζα περιλαμβάνει ενεργειακές καλλιέργειες καθώς και υπολείμματα ή παραπροϊόντα φυτικής ή ζωικής προέλευσης. Σε παγκόσμιο επίπεδο το συνολικό δυναμικό βιομάζας ισοδυναμεί με το 200πλάσιο της ενέργειας που χρησιμοποιείται για παραγωγή τροφής, χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Εκτιμάται ότι μέχρι το 2020 η ενεργειακή γεωργία θα καλύπτει πάνω από το 30% των εναλλακτικών πηγών ενέργειας (Δαναλάτος, 2007). Για την περίπτωση της Ελλάδας, η συνολική καλλιεργήσιμη έκταση είναι 35,8 εκατ. στρέμματα, που αντιστοιχούν σε περισσότερο από 29% της έκτασης της χώρας (ΚΑΠΕ, 2006).

Συγκεκριμένα για τις ενεργειακές καλλιέργειες στη χώρα μας αυτές καλύπτουν λιγότερο από το 1% της συνολικής καλλιεργήσιμης έκτασης, οι περισσότερες εκ των οποίων βρίσκονται σε πειραματικές εκτάσεις. Η καλλιέργειά τους στοχεύει στην εξεύρεση των πιο κατάλληλων καλλιεργειών και ποικιλιών τους, βάσει μελετών γύρω από την

προσαρμοστικότητά τους στις τοπικές εδαφοκλιματικές συνθήκες. Ως αποτέλεσμα, η παραγωγή βιοντίζελ στη χώρα μας μέχρι και το 2007 στηρίχθηκε σε εισαγόμενες πρώτες ύλες. Για το λόγο αυτό είναι σημαντικό να διευρυνθεί η Ελληνική γεωργία προς τις ενεργειακές καλλιέργειες και να αξιοποιήσει το δυναμικό της.

Στην κατηγορία των ενεργειακών καλλιεργειών περιλαμβάνονται οι ελαιούχες καλλιέργειες (ηλίανθος, ελαιοκράμβη, σόγια, βαμβάκι κτλ), οι αμυλούχες (καλαμπόκι, σιτηρά, πατάτα κτλ) καθώς και οι ζαχαρούχες (γλυκό σόργο, ζαχαρότευτλο, ζαχαροκάλαμο κτλ). Σήμερα οι ελαιούχες καλλιέργειες προορίζονται για την παραγωγή βιοντίζελ ενώ οι αμυλούχες και οι ζαχαρούχες καλλιέργειες για την παραγωγή βιοαιθανόλης. Υπάρχουν και άλλες ενεργειακές καλλιέργειες όπως η αγριαγκινάρα, ο μίσχανθος κτλ που προορίζονται κυρίως για στερεό βιοκαύσιμο (είτε για θέρμανση, είτε για ηλεκτρισμό).



Εικόνα 2-1: Τύποι βιομάζας για παραγωγή βιοκαυσίμων

2.1.2 Τεχνολογίες παραγωγής βιοκαυσίμων πρώτης γενιάς

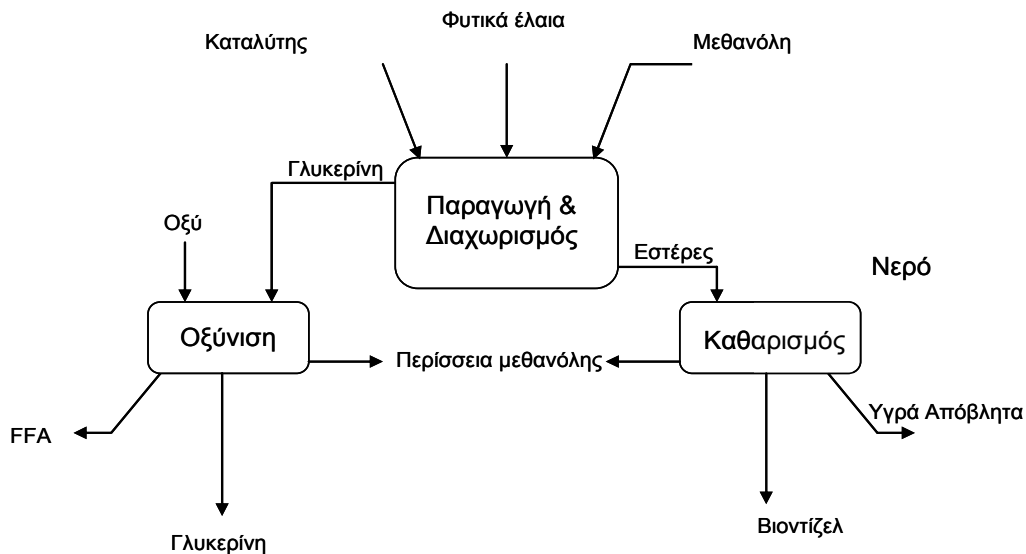
Το βιοντίζελ και η βιοαιθανόλη είναι τα υγρά βιοκαύσιμα που σήμερα παράγονται με συμβατικές μεθόδους, ενώ στη χώρα μας μόνο το πρώτο παράγεται. Το βιοαέριο είναι ένα συνθετικό φυσικό αέριο που παράγεται από απόβλητα αλλά στη χώρα μας δεν έχει ακόμη εφαρμογή.

Βιοντίζελ

Το βιοντίζελ είναι το μοναδικό υγρό βιοκαύσιμο που παράγεται στη χώρα μας. Χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο του συμβατικού ντίζελ ορυκτής προέλευσης καθώς έχει περιβαλλοντικά φιλικές ιδιότητες (μειωμένη περιεκτικότητα σε SO_x, CO, αρωματικές ενώσεις). Το βιοντίζελ σήμερα παράγεται από την μετεστεροποίηση των οξέων φυτικών ελαίων και είναι γνωστό και ως FAME (Fatty Acid Methy Esters). Η πρώτη ύλη για την παραγωγή FAME βιοντίζελ είναι τα φυτικά σπορέλαια από διάφορες καλλιέργειες όπως

ο ηλιόσπορος, το βαμβάκι, η ελαιοκράμβη, η σόγια, το καλαμπόκι, κτλ, καθώς και τα χρησιμοποιημένα φυτικά έλαια.

Η παραγωγή βιοντίζελ από φυτικά έλαια ακολουθεί τη διεργασία που περιγράφεται στην Εικόνα 2-2. Τα φυτικά έλαια έρχονται σε επαφή με περίσσεια μεθανόλης όπου λαμβάνει χώρα η αντίδραση της μετεστεροποίησης παρουσία βασικού ή όξινου καταλύτη (ανάλογα με τη φύση του φυτικού ελαίου). Το παραγόμενο διφασικό μίγμα διαχωρίζεται. Οι παραγόμενοι εστέρες καθαρίζονται και συλλέγονται δίνοντας το προϊόν βιοντίζελ καθώς και γλυκερίνη, η οποία πρέπει να εξευγενιστεί για να χρησιμοποιηθεί περαιτέρω (βιομηχανία φαρμάκων και καλλυντικών).



Εικόνα 2-2: Διεργασία παραγωγής βιοντίζελ FAME

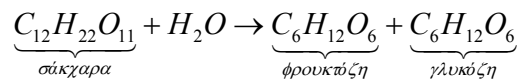
Τα κυριότερα παραπροϊόντα που παράγονται είναι η πίτα (cake) που προκύπτει από την συμπύεση των ελαιούχων σπόρων και η γλυκερίνη από το στάδια της μετεστεροποίησης. Η πίτα είναι ένα υψηλής πρωτεϊνικής αξίας συμπλήρωμα ζωοτροφής. Η παραγόμενη γλυκερίνη δύσκολα καθαρίζεται / εξευγενίζεται για περαιτέρω διάθεση αλλά σε υψηλή καθαρότητα μπορεί να διατεθεί στην φαρμακοβιομηχανία καθώς και στη βιομηχανία καλλυντικών.

Βιοαιθανόλη

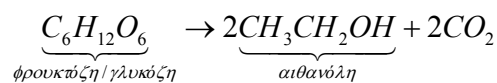
Σήμερα η βιοαιθανόλη, καλύπτει το 90% της παγκόσμιας κατανάλωσης βιοκαυσίμων, όμως δεν παράγεται ακόμα στη χώρα μας. Η διαδικασία παραγωγής της στηρίζεται στη μέθοδο της ενζυματικής υδρόλυσης. Οι πρώτες ύλες (βιομάζα) είναι τα ζαχαρούχα φυτά και υπολείμματα (ζαχαρότευτλο, ζαχαροκάλαμο, γλυκό σόργο, μελάσα κ.α.), καθώς και αμυλούχα φυτά (δημητριακά, καλαμπόκι, πατάτα κτλ). Για τον λόγο αυτό η παραγωγική διαδικασία βιοαιθανόλης δεν είναι και τόσο οικονομική αλλά και μακροπρόθεσμα μπορεί να προκαλέσει έντονα κοινωνικά προβλήματα λόγω του επακόλουθου ανταγωνισμού μεταξύ τροφίμων και ενέργειας

Η βιομάζα υφίσταται τη διεργασία της *υδρόλυσης* κατά την οποία τα μεγάλα μόρια σακχαρόζης / αμύλου διασπώνται σε μικρότερα μόρια σακχάρων, τα οποία μπορούν να

ζυμωθούν και να μετατραπούν σε αιθανόλη. Καταλυτική είναι η παρουσία του ενζύμου invertase που συμβάλει στη μετατροπή σακχάρων σε γλυκόζη και φρουκτόζη, όπως φαίνεται στην παρακάτω απλοποιημένη αντίδραση:



Στη συνέχεια τα σάκχαρα (φρουκτόζη και γλυκόζη) υφίστανται τη ζύμωση, μία μέθοδο πολύ διαδεδομένη στη βιομηχανία τροφίμων. Κατά τη ζύμωση, οι σακχαρομύκητες συντελούν στο μεταβολισμό της ζάχαρης απουσία οξυγόνου προς αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα, όπως φαίνεται με την παρακάτω αντίδραση:



Αξίζει να σημειωθεί ότι η φύση της βιομάζας που χρησιμοποιείται για την παραγωγή βιοαιθανόλης είναι ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει την απόδοση της διεργασίας, η οποία ωστόσο δεν μπορεί να υπερβεί το 66% σύμφωνα με την στοιχειομετρία των παραπάνω αντιδράσεων. Αξίζει να σημειωθεί ότι η έρευνα σήμερα στρέφεται στην εξεύρεση ενζύμων που θα μετατρέπουν όλο και μεγαλύτερα ποσοστά της βιομάζας σε βιοαιθανόλη, και συγκεκριμένα τα μέρη των ημι-κυτταρινών και της λιγνίνης. Στο μέλλον η παραγωγή βιοαιθανόλης θα αυξηθεί δραστικά λόγω της αναμενόμενης αυτής εξέλιξης στον τομέα της βιοτεχνολογίας, που θα μας φέρει στα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς.

Η διεργασία της ζύμωσης παράγει αρχικά ένα αραιό υδατικό διάλυμα αλκοόλης που για να εμπλουτιστεί απαιτεί απόσταση που είναι μια ενεργοβόρα διεργασία. Σε σχέση με την αιθανόλη η παραγωγή βιοντίζελ είναι λιγότερο ενεργοβόρα και αποτελείται από στάδια χαμηλότερης θερμοκρασίας και πίεσης.

2.1.3 Τεχνολογίες παραγωγής βιοκαυσίμων δεύτερης γενιάς

Η ελάττωση των φυσικών ενεργειακών αποθεμάτων με γοργούς ρυθμούς αλλά και τα περιβαλλοντικά προβλήματα που προέκυψαν από την αλόγιστη χρήση τους είναι μία πραγματικότητα. Τα βιοκαύσιμα 2^{ης} γενιάς θεωρούνται τόσο από τους ερευνητές όσο και από τους τεχνολογικούς αναλυτές ως μία πολλά υποσχόμενη απάντηση που αναμένεται να αλλάξει το ενεργειακό αλλά και κατ' επέκταση το οικονομικό-πολιτικό τοπίο της Ευρώπης αλλά και ολόκληρου του πλανήτη.

Τα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς χαρακτηρίζονται ως τα βιοκαύσιμα που παράγονται με πρωτοποριακές διεργασίες και από περισσότερους τύπους βιομάζας από ότι τα βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς. Στα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς ανήκουν τα συνθετικά βιοκαύσιμα που παράγονται από θερμοχημικές και καταλυτικές διεργασίες όπως πυρόλυση, αεριοποίηση, και Fischer-Tropsch (Πίνακας 2-1). Επίσης στην κατηγορία αυτή ανήκει και η βιοαιθανόλη που παράγεται από λιγνοκυτταρινικό υλικό, το οποίο δεν αξιοποιείται σήμερα. Το υδρογόνο από αέριο σύνθεσης καθώς και το βιοαέριο αποτελούν τα κύρια αέρια βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς.

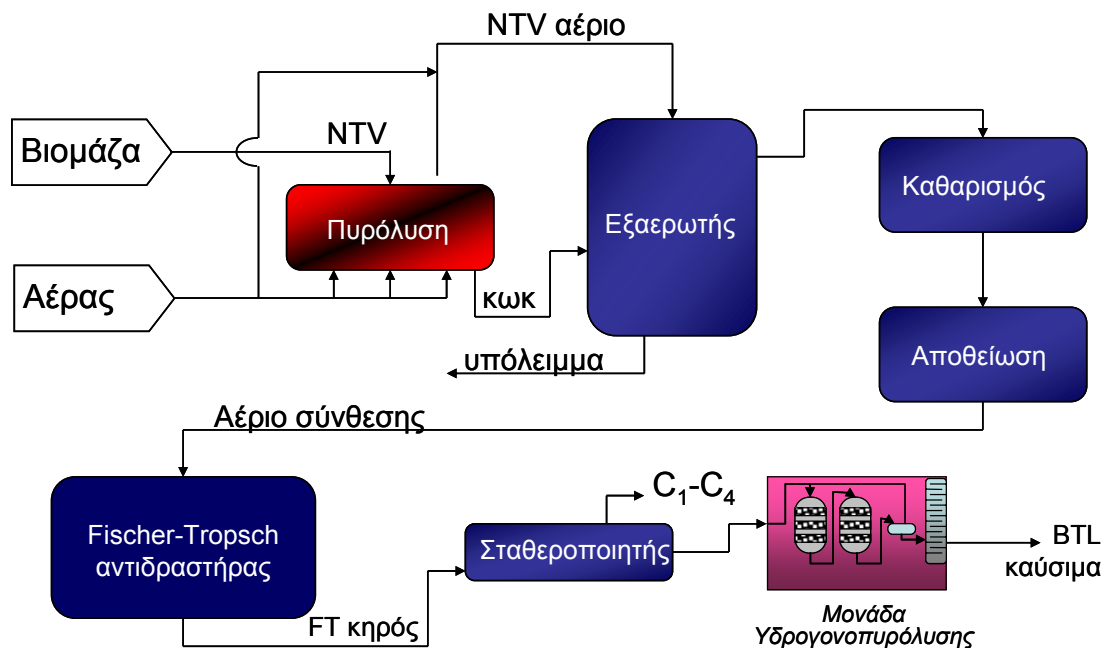
Πίνακας 2-1: Βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς

Τύπος Βιοκαυσίμου	Ονομασία	Διεργασία
Συνθετικά βιοκαύσιμα	Fischer-Tropsch Βιοντίζελ	Εξαέρωση, wgs, σύνθεση, HDC
	Αλκοόλη από αέριο σύνθεσης	Εξαέρωση, σύνθεση
	HTU ντίζελ	HTU, HDO, διύλιση
	Ντίζελ πυρόλυσης	Πυρόλυση, HDO, διύλιση
Βιομεθανόλη	Μεθανόλη	Εξαέρωση, wgs, σύνθεση
Βιοαιθανόλη	Αιθανόλη από κυτταρίνη	Υδρόλυση, Ζύμωση, απόσταξη
Βιο-MTBE	MTBE	Σύνθεση
Βιοδιμέθυλαιθέρας	DME	Εξαέρωση, wgs, σύνθεση
Βιο-υδρογόνο	Υδρογόνο από αέριο σύνθεσης	Εξαέρωση, wgs, απομάκρυνση CO ₂
Βιοαέριο	Φυσικό αέριο από αέριο σύνθεσης	Εξαέρωση, wgs, σύνθεση, απομάκρυνση CO ₂ -H ₂ O
	Συνθετικό φυσικό αέριο	Εξαέρωση

Πηγή: (Μπεζεργιάννη, 2006)

Συνθετικά Βιοκαύσιμα

Στην κατηγορία των συνθετικών βιοκαυσίμων ανήκει το βιοντίζελ που παράγεται μέσω της διεργασίας *Fischer-Tropsch*. Πρόκειται για μία διεργασία μετατροπής βιομάζας σε υγρά καύσιμα ή BTL (Bio-mass To Liquid) η οποία συνδυάζει τόσο την εξαέρωση της βιομάζας όσο και την καταλυτική μετατροπή του παραγόμενου αερίου (CO+H₂) σε βιοκαύσιμα και κυρίως βιοντίζελ (Εικόνα 2-3). Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω της δυνατότητας επεξεργασίας υπολειμμάτων ως πρώτη ύλη αλλά και εξαιτίας του υψηλού βαθμού μετατροπής σε υγρό καύσιμο άριστων προδιαγραφών. Η διεργασία BTL οδηγεί και στην παραγωγή ελαφρύτερων υδρογονανθράκων όπως η βιομεθανόλη και βιοαιθανόλη.



Εικόνα 2-3: Διεργασία παραγωγής συνθετικών βιοκαυσίμων (Biomass To Liquids – BTL)

Ακόμα στην κατηγορία των συνθετικών βιοκαυσίμων ανήκουν και τα προϊόντα υδρογονοεπεξεργασίας προϊόντων πυρόλυσης βιομάζας όπως το HTU ντίζελ και το ντίζελ πυρόλυσης. Οι δύο αυτές τεχνικές υπόσχονται πολλά αφού μπορούν να εκμεταλλευτούν πολύ περισσότερους τύπους βιομάζας συμπεριλαμβανομένων και των αγροτικών και βιομηχανικών αποβλήτων, ενώ παράλληλα προσφέρουν περισσότερο από ενός είδους προϊόντα (βιο-αέριο, βιοντίζελ, βιοέλαιο κτλ).

Βιοιθανόλη και Βιοιθέρες

Τη βιοιθανόλη συναγωνίζονται τα βιοκαύσιμα βιο-MTBE (methyl tert-butyl ether) και βιοδιμέθυλαιθέρας ή βιο-DME (dimethyl ether). Το βιο-MTBE παράγεται από βιομεθανόλη και χρησιμοποιείται ως πρόσθετο βενζίνης για αύξηση του αριθμού οκτανίου, αλλά η χρήση του έχει αρχίσει να περιορίζεται λόγω προβλημάτων μόλυνσης του νερού που έχουν αναφερθεί από διαρροές βενζίνης. Το DME ωστόσο συνεχίζει να παρουσιάζει ενδιαφέρον ως βιοκαύσιμο. Παράγεται είτε από φυσικό αέριο είτε αέριο σύνθεσης από την εξαέρωση βιομάζας. Η χρήση είναι ωστόσο ακόμη περιορισμένη λόγω προβλημάτων μεταφοράς και ασφάλειας της χρήσης του. Το MTBE χρησιμοποιείται κατά βάση για την αύξηση του αριθμού οκτανίων της βενζίνης ιδιαίτερα μετά την απομάκρυνση των μολυβδούχων προσθέτων. Σε αντικατάσταση του MTBE του οποίου η παραγωγική διαδικασία περιλαμβάνει την σύνθεση ισοβουτενίου και μεθανόλης και είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρα προτείνεται η παραγωγή ETBE. Για την παραγωγή του ETBE χρησιμοποιείται αιθανόλη που μπορεί να προέλθει από καλλιέργειες. Πλεονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι το ETBE μπορεί να προστεθεί σε μεγαλύτερες ποσότητες στη βενζίνη χωρίς να δημιουργούνται προβλήματα από την υπερβολική αύξηση της τάσης ατμών του καυσίμου. Αυτό το διαφοροποιεί από την βιοιθανόλη που μπορεί να προστεθεί σε περιορισμένο ποσοστό στην βενζίνη χωρίς να

απαιτούνται τροποποιήσεις στην λειτουργία και ρύθμιση του κινητήρα. Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι η τροποποίηση μιας μονάδας παραγωγής MTBE ώστε να παράγει ETBE απαιτεί ελάχιστες αλλαγές. Σημειώνεται εδώ ότι στο διυλιστήριο Ασπροπύργου λειτουργεί μονάδα παραγωγής MTBE.

Βιοαέριο και Βιο-υδρογόνο

Καύσιμο αέριο καθώς και καθαρό μείγμα αερίων συστατικών CO και H₂, είναι δυνατόν να παραχθούν από τη βιομάζα μέσω της αεριοποίησης. Η αεριοποίηση είναι θερμοχημική διεργασία μετατροπής στερεών, υγρών και αερίων καυσίμων σε μείγμα αερίου το οποίο αποτελείται κυρίως από CO, H₂ και CO₂. Καύσιμα συστατικά και επιθυμητά προϊόντα είναι τα CO, H₂ ενώ το CO₂ αποτελεί ανεπιθύμητο παράγωγο το οποίο απομακρύνεται.

Στην περίπτωση χρήσης CH₄ η σύσταση του τελικού προϊόντος είναι υψηλή σε CO και H₂, ενώ στην περίπτωση χρήσης στερεών και υγρών καυσίμων η καθαρότητα είναι μειωμένη λόγω της ύπαρξης και άλλων χημικών ενώσεων (ενώσεις αζώτου και θείου, βαρείς και ελαφρύς υδρογονάνθρακες). Η ποιότητα του τελικού προϊόντος ρυθμίζεται ελέγχοντας τις συνθήκες της διεργασίας και κάνοντας χρήση κατάλληλων καταλυτών.

Οι δυνατότητες χρήσης των προϊόντων της αεριοποίησης είναι πολλές και διαχωρίζονται σε εφαρμογές παραγωγής ενέργειας και σε εφαρμογές παραγωγής προϊόντων προστιθέμενης αξίας. Στην πρώτη περίπτωση το αέριο μπορεί να αξιοποιηθεί ως καύσιμη ύλη για συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού σε ατμολέβητες, μηχανές εσωτερικής καύσης, αεριοστροβίλους, και κελιά καυσίμου. Όσον αφορά την παραγωγή προϊόντων προστιθέμενης αξίας το αέριο όντας φορέας CO και H₂ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή συνθετικών καυσίμων μέσω της διεργασίας Fischer Tropsch.

Τέλος το βιο-υδρογόνο ή υδρογόνο που παράγεται από την αεριοποίηση της βιομάζας αποτελεί το μέλλον των βιοκαυσίμων 2ης γενιάς, αφού θα συμπληρώσει την παραγωγή / χρήση του υδρογόνου που θεωρείται το καύσιμο που θα κυριαρχήσει μετά το 2030. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση σπιτιών ή κτιρίων αλλά ακόμα και για κίνηση σε κατάλληλα τροποποιημένες μηχανές.

Βιοδιυλιστήριο

Άμεσα συνδεδεμένο με τα βιοκαύσιμα 2^{ης} γενιάς είναι το βιοδιυλιστήριο, που είναι μία μονάδα παραγωγής που συγκεντρώνει διεργασίες μετατροπής βιομάζας σε καύσιμα, ενέργεια και χημικά (Εικόνα 2-4). Η αρχή του σχεδιασμού τους βασίζεται στην εκμετάλλευση των διαφορετικών ιδιοτήτων των συστατικών της βιομάζας και των ενδιάμεσων προϊόντων. Τα βιοδιυλιστήρια, πέρα των βιοκαυσίμων και των χημικών, παράγουν επίσης ενέργεια, είτε για αυτονομία της διεργασίας είτε προς εμπορική εκμετάλλευση. Τα τυπικά βιοδιυλιστήρια αποτελούνται από δύο παράλληλες διεργασίες μετατροπής βιομάζας, μία θερμοχημική και μία βιοχημική. Κατά τη θερμοχημική διεργασία η βιομάζα εξαερώνεται και το παραγόμενο αέριο σύνθεσης μετατρέπεται σε καύσιμα και χημικά, ενώ ένα μέρος του χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας. Κατά τη βιοχημική διεργασία τα συστατικά κυτταρίνης και ημι-κυτταρίνης της βιομάζας μετατρέπονται σε σάκχαρα με κατάλληλα ένζυμα και στη συνέχεια με ζύμωση

λαμβάνεται βιοαιθανόλη που χρησιμοποιείται ως καύσιμο ή ως αλκοόλη. Το υπόλειμμα της βιοχημικής διεργασίας καίγεται για την παραγωγή θερμότητας ή και ενέργειας.



Εικόνα 2-4: Βιοδιυλιστήριο: Μετατροπή βιομάζας σε καύσιμα, χημικά και ενέργεια μέσω βιοχημικής και θερμοχημικής μετατροπής

Τα βιοδιυλιστήρια μπορούν να ενσωματωθούν τόσο με συμβατικά διυλιστήρια αργού πετρελαίου όσο και με μονάδες παραγωγής χάρτου, ζαχάρεως ή ελαίων. Στην περίπτωση ενσωμάτωσης με συμβατικά διυλιστήρια στόχος είναι η βέλτιστη ομαδοποίηση των τμημάτων που κατεργάζονται αργό πετρέλαιο με τα τμήματα που επεξεργάζονται βιομάζα ώστε να είναι δυνατή η βέλτιστη χρήση ενέργειας όπως την χαμηλής στάθμης θερμότητα που προέρχεται από τον τομέα διύλισης καθώς και βοηθητικών ρευμάτων όπως το υδρογόνο. Η αεριοποίηση του υγρού υπολείμματος βιομηχανιών χαρτοπολτού με επακόλουθη σύνθεση χημικών / καυσίμων είναι μία υποσχόμενη δυνατότητα της ενσωμάτωσης του βιοδιυλιστηρίου με μονάδες χαρτοβιομηχανίας. Τέλος η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να αποτελεί τη βάση της ενσωμάτωσης ενός βιοδιυλιστηρίου με μονάδες παραγωγής ζάχαρης.

2.2 Παραγωγή Βιοκαυσίμων στην Ελλάδα

2.2.1 Καταγραφή υποδομών και δυναμικότητας παραγωγής βιοκαυσίμων στη χώρα μας

Αν και όπως αναφέρθηκε στο πρώτο κεφάλαιο η διείσδυση των βιοκαυσίμων στην Ελληνική αγορά άρχισε σε σχέση με την Ευρώπη, από το 2005 οπότε και ψηφίστηκε ο σχετικός νόμος, έως σήμερα έχουν αναπτυχθεί σημαντικές υποδομές παραγωγής βιοντίζελ στη χώρα. Επωφελούμενοι από το ευνοϊκό επενδυτικό περιβάλλον, αλλά και αναγνωρίζοντας τις τάσεις έντονης ανάπτυξης που γνώρισε η αγορά βιοντίζελ στην Ευρώπη την τελευταία πενταετία, πολλοί επιχειρηματίες έσπευσαν να επενδύσουν στην παραγωγή των βιοκαυσίμων. Σύμφωνα με στοιχεία του υπουργείου ανάπτυξης (ΥΠΑΝ, 2007) οι εταιρίες οι οποίες έλαβαν δικαιώματα πώλησης ποσοτήτων βιοντίζελ στην Ελλάδα είναι αυτές που παρουσιάζονται παρακάτω (Πίνακας 2-2) μαζί με τις αντίστοιχες πληροφορίες για το ύψος της αποφορολόγησης που έλαβαν και με εκτιμήσεις της δυναμικότητας παραγωγής τους.

Πίνακας 2-2: Εταιρίες παραγωγής βιοντίζελ που έλαβαν δικαιώματα πώλησης το 2007

Εταιρία	Εκτιμώμενη Δυναμικότητα (t/έτος)	Αποφορολογημένες ποσότητες 2007 (m³)
ΕΛΒΙ (Κιλκίς)	40.000	34.000
Πέττας (Πάτρα)	50.000	31.000
Agroinvest (Φθιώτιδα)	175.000	11.500
VertOil (Θεσσαλονίκη)	35.000	9.000
ΕΛΙΝ Βιοκαύσιμα (Βόλος)	40.000	8.000
Staff Colour Energy (Λάρισα)	10.000	5.000
ΕΤΒ Βιοκαύσιμα (Αθήνα)	Εμπορική	4.000
ΒΙΟΝΤΗΖΕΛ ΕΠΕ (Λαγκαδάς)	30.000	3.500
Εκκοκκιστήρια-Κλωστήρια Β. Ελλάδος (Κομοτηνή)	30.000	3.000
Βιοντίζελ (Αθήνα)	Εμπορική	2.000
Βιοενέργεια Παπαντωνίου (Ν. Μουδανιά)	10.000	1.200
DP Lubrificant SRL (Ιταλία)	Εμπορική	1.000
MILL OIL Hellas (Θεσσαλονίκη)	10.000	800
Σύνολο	420.000	114.000

Ο αριθμός των εταιριών οι οποίες μπορούν να παράγουν βιοντίζελ στην Ελλάδα εκτιμάται πως έχει αυξηθεί κατά το 2007, όπως επίσης και η δυναμικότητα των υφιστάμενων εγκαταστάσεων.

Σε ότι αφορά τη βιοαιθανόλη δεν έχουν ακόμα αναπτυχθεί εγκαταστάσεις παραγωγής ενώ εδώ και αρκετά χρόνια έχουν δημοσιευτεί οι προθέσεις των Ελληνικών κυβερνήσεων για μετατροπή δυο εργοστασίων της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης σε εργοστάσια παραγωγής βιοαιθανόλης. Η υπόθεση αυτή βρίσκεται ακόμη σήμερα (Μάρτιος 2008) εν εξελίξει.

Η σημαντική ανάπτυξη των βιομηχανιών βιοντίζελ οδήγησε στη διαμόρφωση εγκατεστημένων δυναμικών παραγωγής αρκετά μεγαλύτερων του 5,75% του ενεργειακού περιεχομένου του ντίζελ. Έτσι όλοι οι παραγωγοί αναγκάζονται να δεσμεύουν πολύ μικρό ποσοστό των δυναμικών παραγωγής τους, ενώ αρκετά από τα

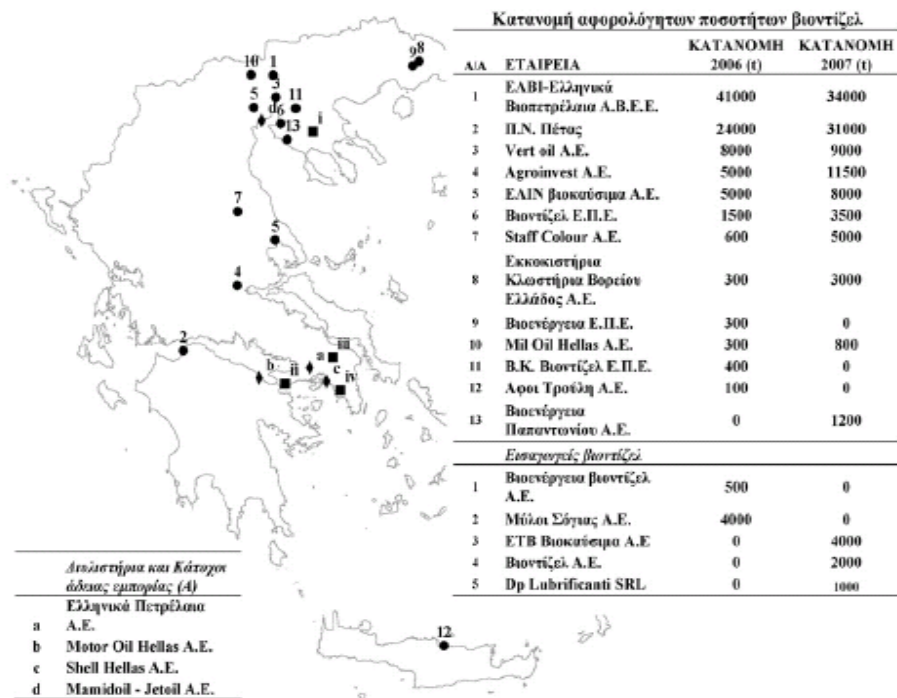
παραπάνω εργοστάσια δουλεύουν περιορισμένο αριθμό ημερών κάθε μήνα ή και καθόλου ώστε να καλύψουν τις περιορισμένες μηνιαίες ποσότητες που τους έχουν κατανεμηθεί (Πίνακας 2-3). Το χαρακτηριστικό αυτό περιορίζει την ανταγωνιστικότητα και τη βιωσιμότητα των Ελληνικών παραγωγών, οι οποίοι οφείλουν να κατευθυνθούν και σε αγορές του εξωτερικού.

Πίνακας 2-3: Μηνιαία κατανομή βιοντίζελ ανά δικαιούχο για το έτος 2007

Α/Α	Δικαιούχος εταιρία	Μηνιαία ποσότητα αυτούσιου βιοντίζελ (χιλιόλιτρα)											
		ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΪ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕ.	ΔΕΚ.
1	ΕΚΚΟΚΚΙΣΤΗΡΙΑ - ΚΛΩΣΤΗΡΙΑ ΒΟΡΕΙΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ Α.Ε.	0	0	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
2	ΕΤΒ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ Α.Ε.	0	0	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
3	ΠΑΥΛΟΣ Ν. ΠΕΤΤΑΣ Α.Β.Ε.Ε.	2.700	2.200	2.700	2.500	2.800	2.800	2.800	2.600	2.600	2.500	2.400	2.400
4	ΒΙΟΝΤΗΖΕΛ Ε.Π.Ε.	0	0	0	300	500	400	400	400	400	400	400	300
5	ΒΙΟDIESEL Α.Ε.	0	0	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
6	VERT OIL Α.Ε.	1.200	600	800	700	800	800	800	700	700	700	600	600
7	AGROINVEST Α.Ε.Β.Ε.	2.700	600	900	800	900	900	900	800	800	800	700	700
8	STAFF COLOUR - ENERGY Α.Β.Ε.Ε.	200	300	550	500	550	550	550	400	450	350	300	300
9	ΕΛ.ΒΙ. - ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΒΙΟΠΕΤΡΕΛΑΙΑ Α.Β.Ε.Ε.	2.700	2.700	3.000	2.800	3.000	3.000	3.000	2.900	2.900	2.800	2.600	2.600
10	ΕΛΙΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ Α.Ε.	0	0	0	0	1.100	1.200	1.200	1.000	1.000	900	800	800
11	MIL OIL HELLAS Α.Ε.	0	0	0	0	0	100	150	150	150	100	100	50
12	DP LUBRIFICANTI SRL	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
13	ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΑΠΑΝΤΩΝΙΟΥ Α.Ε.	0	0	0	0	0	200	250	200	200	150	100	100
ΣΥΝΟΛΟ		9.500	6.400	8.950	8.600	10.650	10.950	11.050	10.150	10.200	9.700	9.000	8.850

(Πηγή: ΥΠΑΝ, 2008)

Η πραγματοποίηση εξαγωγών εγχώριου ντίζελ προς άλλες χώρες μέλη της ΕΕ, πλην της Βουλγαρίας, δυστυχώς δεν ευνοείται εξαιτίας της γεωγραφικής τοποθέτησης των περισσότερων μονάδων. Πολλά από τα εργοστάσια αυτά βρίσκονται όπως φαίνεται στην Εικόνα 2-5 σε περιοχές οι οποίες δεν ευνοούν τη μεταφορά του προϊόντος και των πρώτων υλών με πλοίο. Έτσι αναγκαστικά η όποια μεταφορά του βιοντίζελ πρέπει να γίνεται με βυτία σε μικρές παρτίδες, γεγονός το οποίο αυξάνει σημαντικά το κόστος μεταφοράς, μειώνει τον αειφορικό χαρακτήρα του καυσίμου και δεν προτιμάται από τον τελικό αποδέκτη ο οποίος πρέπει να πραγματοποιήσει μεγαλύτερο αριθμό ποιοτικών ελέγχων για μια δεδομένη ποσότητα προϊόντος.



Εικόνα 2-5: Χωρική κατανομή των εταιρειών που έλαβαν αποφορολογημένες ποσότητες βιοντίζελ το 2006-7

(Πηγή: Μπαμπάση, 2007)

Τα προαναφερθέντα αποτελούν απότοκα μιας «άναρχης» ανάπτυξης η οποία έλαβε χώρα την τελευταία τριετία κυρίως εξαιτίας της έλλειψης συνολικού εθνικού στρατηγικού σχεδιασμού για τα βιοκαύσιμα. Εκτιμάται πως για να καταστεί η βιομηχανία παραγωγής βιοντίζελ ανταγωνιστική και βιώσιμη σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, και να μην ακολουθήσει τη φθίνουσα τροχιά των λοιπών Ελληνικών βιομηχανιών, πρέπει να υποστηριχθεί από την πολιτεία. Η υποστήριξη αυτή δεν θα πρέπει να έχει τη μορφή επιδοτήσεων αλλά να προκύπτει θεσμικά ως απόρροια μιας ολοκληρωμένης στρατηγικής για τα βιοκαύσιμα. Επίσης όπως αναφέρθηκε η Ελλάδα έχει συμφέρον να επενδύσει σε μεγαλύτερα ποσοστά βιοντίζελ έναντι της βενζίνης μέτρο το οποίο θα βοηθήσει στη στήριξη της εγχώριας βιομηχανίας και γεωργικής παραγωγής.

2.2.2 Προέλευση και διαθεσιμότητα πρώτων υλών (βιομάζα)

Η βιομάζα ως πρώτη ύλη είτε για παραγωγή ενέργειας είτε για παραγωγή βιοκαυσίμων μπορεί να διαχωριστεί σε δύο κατηγορίες. Τη βιομάζα υπολειμματικής μορφής και τις ενεργειακές καλλιέργειες (Χρήστου *et al*, 2005).

Ως βιομάζα υπολειμματικής μορφής χαρακτηρίζονται οι ποσότητες που προκύπτουν ως υποπροϊόντα δραστηριοτήτων παραγωγής εμπορεύσιμων προϊόντων και χαρακτηρίζονται από την εξαιρετικά χαμηλή ή ακόμη και αρνητική αξία, καθώς η τελική τους διάθεση πολλές φορές επιφέρει οικονομικό κόστος.

Η υπολειμματική βιομάζα παρά την μέχρι πρότινος αρνητική οικονομική και περιβαλλοντική επίπτωση στις δραστηριότητες παραγωγής προϊόντων, έχει αρχίσει να κερδίζει έδαφος ως αξιοποιήσιμη ύλη. Ο λόγος είναι το ενεργειακό περιεχόμενό της και η ανάπτυξη τεχνολογιών αξιοποίησής της, είτε για απευθείας παραγωγή ενέργειας, είτε για την παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας όπως τα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς. Στην κατηγορία υπολειμματικής βιομάζας ανήκουν τα παρακάτω είδη:

- ποσότητες βιομάζας αγροτικής ή δασικής προέλευσης, οι οποίες προκύπτουν ως υπολείμματα κατά τη διεξαγωγή αντίστοιχων δραστηριοτήτων (συγκομιδή αγροτικών προϊόντων, υλοτόμηση, κλπ),
- ποσότητες οι οποίες προκύπτουν ως παραπροϊόντα της διαδικασίας παραγωγής αγροτοβιομηχανικών ή κτηνοτροφικών προϊόντων,
- οργανικό / βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιοτεχνικών και αστικών αποβλήτων.

Ως ενεργειακές καλλιέργειες ορίζονται τα καλλιεργούμενα και τα αυτοφυή είδη, τα οποία παράγουν βιομάζα με απώτερο στόχο την παραγωγή θερμικής ή/και ηλεκτρικής ενέργειας (Χρήστου *et al*, 2005). Η παραγωγή ενέργειας καθίσταται δυνατή είτε με την απευθείας χρήση της βιομάζας (θερμοχημικές διεργασίες ενεργειακής αξιοποίησης όπως καύση, αεριοποίηση κλπ) είτε με την παραγωγή προϊόντων υψηλού ενεργειακού περιεχομένου, τα οποία εν συνεχεία αξιοποιούνται κατάλληλα (βιοκαύσιμα, έλαια πυρόλυσης κλπ). Στην κατηγορία των ενεργειακών καλλιεργειών εντάσσονται:

- είδη τα οποία παραδοσιακά καλλιεργούνται για την παραγωγή τροφίμων προϊόντων όπως είναι το σιτάρι, το κριθάρι, το καλαμπόκι, τα ζαχαρότευτλα κλπ., από τα οποία όμως είναι δυνατή η παραγωγή και υγρών βιοκαυσίμων όπως το βιοντίζελ και η βιοαιθανόλη.
- είδη υψηλής παραγωγικότητας τα οποία είναι είτε δασικής (ψευδακακία, ευκάλυπτος κλπ) είτε γεωργικής (αγριαγκινάρα, μίσχανθος κλπ) προέλευσης.

Όσον αφορά την παραγωγή βιοκαυσίμων τα διάφορα είδη βιομάζας κατηγοριοποιούνται ως προς τη δυνατότητα χρήσης τους για την παραγωγή βιοκαυσίμων είτε πρώτης γενιάς είτε δεύτερης γενιάς.

Στην πρώτη κατηγορία εντάσσονται οι καλλιέργειες παραγωγής ελαιούχων σπόρων από τους οποίους εξάγονται φυτικά έλαια και εν συνεχεία παράγεται βιοντίζελ, και οι καλλιέργειες σακχαρούχων ειδών από τα οποία παράγεται βιοαιθανόλη.

Στην περίπτωση των βιοκαυσίμων 2^{ης} γενιάς η πρώτη ύλη για την παραγωγή τους είναι η πάσης φύσης λιγνινοκυτταρινούχα βιομάζα είτε αυτή αποτελεί το κύριο καλλιεργήσιμο προϊόν (π.χ. ενεργειακές καλλιέργειες υψηλής αποδοτικότητας σε βιομάζα) είτε προκύπτει σε υπολειμματική μορφή, δηλαδή ως υποπροϊόν (π.χ. υπολείμματα ξυλείας).

Σε εθνικό επίπεδο οι καλλιέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων πρώτης γενιάς είναι στην περίπτωση του βιοντίζελ, ο ηλιάνθος, το βαμβάκι, η αγριαγκινάρα και η ελαιοκράμβη και στην περίπτωση της βιοαιθανόλης το σιτάρι, το κριθάρι, ο αραβόσιτος, τα τεύτλα και το γλυκό σόργο. Επίσης καλλιέργειες υψηλής απόδοσης σε λιγνινοκυτταρινούχα ύλη, οι οποίες παρουσιάζουν

ενδιαφέρον και έχουν μελετηθεί από το ΚΑΠΕ είναι ο ευκάλυπτος ο μίσχανθος και η ψευδακακία (ΚΑΠΕ, 2006).

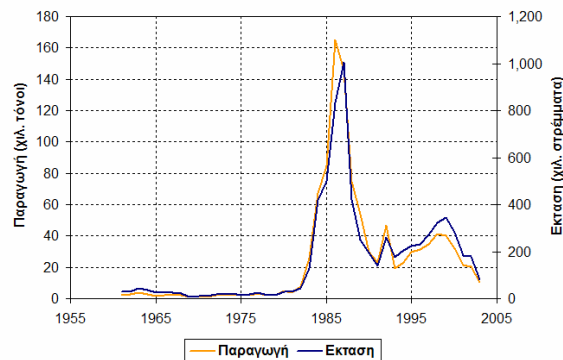
Ηλίανθος

Ο ηλίανθος είναι ετήσιο φυτό το οποίο ανήκει στην οικογένεια *compositae*. Σύμφωνα με στοιχεία του οργανισμού Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), για το έτος 2002 σε παγκόσμια κλίμακα η καλλιεργούμενη έκταση ανήλθε στα 195 εκατομμύρια στρέμματα, ενώ συνολικά παρήχθησαν 24,2 εκατομμύρια τόνοι. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο καλλιεργήθηκαν πάνω από 100 εκατομμύρια στρέμματα, ενώ στην Ελλάδα οι καλλιεργηθείσες εκτάσεις ανήλθαν στα 0,17 εκατομμύρια στρέμματα (ΚΑΠΕ, 2006).

Στην Ελλάδα ο ηλίανθος αποτελεί σημαντικό είδος, και η καλλιέργειά του συγκεντρώνεται κυρίως στο βόρειο-ανατολικό τμήμα της χώρας.

Η διακύμανση της συνολικά καλλιεργημένης έκτασης, καθώς και η συνολική παραγωγή σε ηλίανθο, κατά τα τελευταία χρόνια σε εθνικό επίπεδο, σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, παρουσιάζουν την εξέλιξη που φαίνεται στην Εικόνα 2-6 (ΥΠΑΑ&Τ).

Παραδοσιακά ο ηλίανθος καλλιεργείται ως πηγή φυτικού ελαίου διατροφής. Εκτός από πηγή βρώσιμων ελαίων, ο ηλίανθος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοντίζελ.



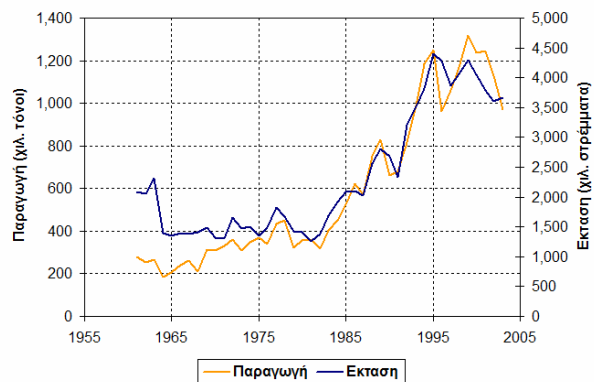
Εικόνα 2-6: Καλλιεργούμενες εκτάσεις και παραγόμενες ποσότητες ηλίανθου σε εθνικό επίπεδο

Το 2003 παρήχθησαν στην ΕΕ, η οποία είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός βιοντίζελ σε παγκόσμια κλίμακα, 1.504.000 τόνοι βιοντίζελ, από το οποίο περισσότερο από 10% προήλθε από ηλίανθο (ΚΑΠΕ, 2006).

Βαμβάκι

Το βαμβάκι αποτελεί τα τελευταία χρόνια το κυριότερο φυτό μεγάλης καλλιέργειας στην Ελλάδα με το συνολικό ετήσιο όγκο παραγωγής σύσπορου βαμβακιού (ίνες και σπόρος μαζί) να κυμαίνεται στους 1.000.000 τόνους. Αποτελεί την πρώτη ύλη μεταποιητικών βιομηχανιών, όπως εκκοκκιστήρια, κλωστήρια, υφαντουργεία, μονάδες παραγωγής φυτικών ελαίων και ζωοτροφών (ΟΠΕΚΕΠΕ).

Τα παράγωγα προϊόντα που προκύπτουν από το σύσπορο βαμβάκι κατά την εκκόκκησή του είναι εκκοκκισμένο βαμβάκι σε ποσοστό 34% κ.β., βαμβακόσπορος 52% κ.β. και απορρίμματα εκκοκκισμού 10% κ.β. (το υπόλοιπο 4% κ.β. είναι φύρα). Όπως φαίνεται το σημαντικότερο προϊόν που προκύπτει κατά την εκκόκκιση του βάμβακος από άποψη παραγόμενων ποσοτήτων, είναι ο βαμβακόσπορος από τον οποίο μπορεί να παραχθεί βαμβακέλαιο σε ποσοστό 12% κ.β. και βαμβακόπιτα 76% κ.β. (το 12% κ.β. είναι φύρα), (ΟΠΕΚΕΠΕ).

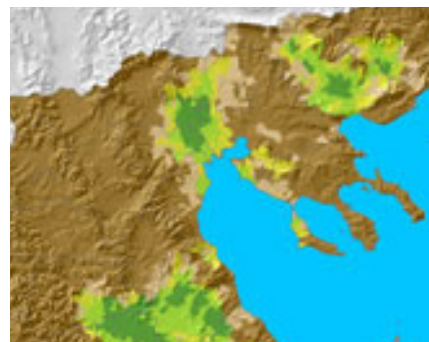


Εικόνα 2-7: Καλλιεργούμενες εκτάσεις και παραγόμενες ποσότητες βαμβακιού σε εθνικό επίπεδο

Το βαμβάκι καλλιεργείται σε μεγάλες εκτάσεις και η βασική γεωγραφική του κατανομή αρχίζει νότια από το νομό Βοιωτίας και φτάνει βόρεια μέχρι τη Θράκη. Πρώτοι νομοί στη χώρα σε επίπεδο καλλιεργούμενων εκτάσεων είναι οι νομοί Λάρισας και Καρδίτσας, και ακολουθούν πολλοί άλλοι μεταξύ των οποίων εξέχουσες θέσεις κατέχουν οι νομοί Ροδόπης, Βοιωτίας, Φθιώτιδας, Θεσσαλονίκης και Σερρών (ΟΠΕΚΕΠΕ).



Εικόνα 2-8: Κατανομή καλλιέργειας βαμβακιού στην Ελλάδα



Εικόνα 2-9: Κατανομή καλλιέργειας βαμβακιού στην Κεντρική Μακεδονία

Από τη συνολική εγχώρια γεωργική έκταση γης (38.037.000 στρέμματα), οι καλλιέργειες βαμβακιού καλύπτουν το 9,6% καθώς ανέρχονται στα 3.645.000 στρέμματα, παράγοντας 1.223.000 τόνους σύσπορου βαμβακιού (ΥΠΑΑ&Τ).

Αγριαγκινάρα

Η αγριαγκινάρα, είναι πολυετές είδος αγκαθιού, που καλλιεργείται παραδοσιακά σε περιοχές της μεσογειακής ζώνης και είναι πολύ καλά προσαρμοσμένη στο ξηρό κλίμα. Όντας χειμερινό φυτό δίνει το μέγιστο των αποδόσεων ακόμη και χωρίς άρδευση, καθώς φθάνει στο μέγιστο της παραγωγής βιομάζας εκμεταλλευόμενο τις βροχοπτώσεις. Επιπλέον, λόγω του εύρωστου ριζικού συστήματος που διαθέτει, προστατεύει από τη διάβρωση τα επικλινή κι άγονα εδάφη (ΚΑΠΕ, 2006).

Από πειράματα, που έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία χρόνια, τόσο στην Ισπανία, όσο και στην Ελλάδα, αποδεικνύεται ότι η αγριαγκινάρα είναι ένα φυτό, με πολύ καλή προσαρμοστικότητα και υψηλές αποδόσεις.

Η θερμογόνο δύναμη, για τα διάφορα μέρη του φυτού κυμαίνεται από 14.550 kJ/kg, για τα φύλλα και σε 24750 kJ/kg, για τους σπόρους. Η διαφορά οφείλεται στην υψηλή περιεκτικότητα των σπόρων σε έλαια. Τα φύλλα, τα οποία έχουν μικρή θερμογόνο δύναμη, παρουσιάζουν μεγάλη περιεκτικότητα σε τέφρα, περίπου 14% κ.β. Στα υπόλοιπα φυτικά μέρη, το ποσοστό της τέφρας κυμαίνεται από 3,3% ως 5,3% κ.β.

Η αγριαγκινάρα μπορεί να αξιοποιηθεί ενεργειακά είτε για την παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας είτε ως πρώτη ύλη για την εξαγωγή φυτικού ελαίου.

Ελαιοκράμβη

Η ελαιοκράμβη είναι ετήσιο φυτό, κι ανήκει στη οικογένεια των Σταυρανθών ή Βρασσικίδων. Καλλιεργείται κυρίως ως πρώτη ύλη για την παραγωγή ελαίου και σε μικρότερη έκταση για την παραγωγή ζωοτροφών. Η ελαιοκράμβη θεωρείται παγκοσμίως ως το τρίτο σημαντικότερο ελαιοπαραγωγό φυτό, μετά τη σόγια και το φοινικέλαιο (ΚΑΠΕ, 2006).

Ο σπόρος της ελαιοκράμβης έχει 30 - 50% κ.β. περιεκτικότητα σε λάδι. Μετά την εξαγωγή του ελαίου, τα υπολείμματά τα οποία ονομάζονται πίτα, χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφή καθώς έχουν υψηλή πρωτεϊνική περιεκτικότητα (10- 45% κ.β.).

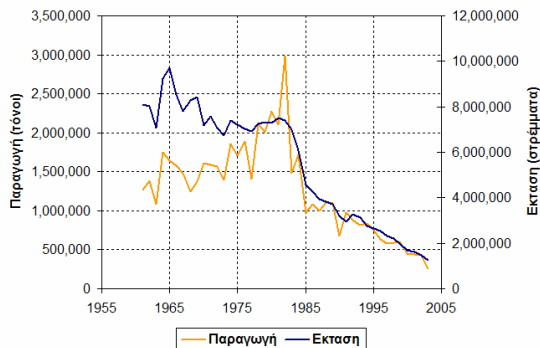
Από πειράματα, που πραγματοποιήθηκαν τα τελευταία χρόνια στις μεσογειακές χώρες (Ευρωπαϊκό Δίκτυο για την ελαιοκράμβη: FAIR CT98 – 1946) προέκυψαν θετικά αποτελέσματα, όσον αφορά στην προσαρμοστικότητα και την παραγωγικότητα της καλλιέργειας (ΚΑΠΕ, 2006).

Σιτάρι

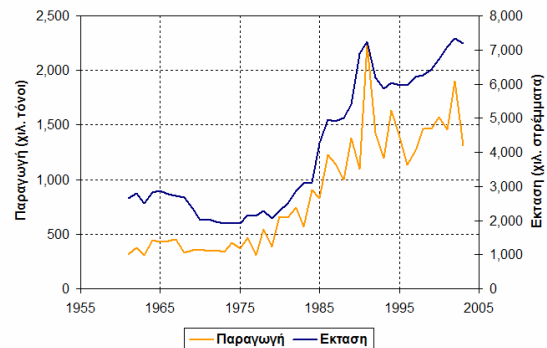
Το σιτάρι είναι ετήσιο φυτό και ανήκει στην οικογένεια των δημητριακών (*graminae*). Θεωρείται παγκοσμίως ως το σημαντικότερο δημητριακό με συνολική παραγωγή 573,4 εκατομμυρίων τόνων το 2002. Στην Ελλάδα το σιτάρι (σκληρό και μαλακό) είναι το πιο διαδεδομένο ετήσιο φυτό και η καλλιέργειά του εκτείνεται σε όλη τη χώρα (Εικόνα 2-12, Εικόνα 2-14).

Η συνολικά καλλιεργούμενη έκταση το έτος 1999 ήταν 6,3 εκατομμύρια στρέμματα για το σκληρό και 2 εκατομμύρια στρέμματα για το μαλακό με παραγωγή 1,5 και 0,48 εκατομμύρια τόνους αντίστοιχα. Η συνολική παραγωγή του σιταριού στην Ελλάδα ξεπέρασε τους 2 εκατομμύρια τόνους το 2002. Οι αποδόσεις σε σπόρο ως ποσοστό επί

του συνολικού βάρους του υπέργειου τμήματος του φυτού και των δύο τύπων κυμαίνονται από 30-56% (ΚΑΠΕ, 2006).



Εικόνα 2-10: Καλλιεργούμενες εκτάσεις & παραγόμενες ποσότητες μαλακού σιταριού σε εθνικό επίπεδο

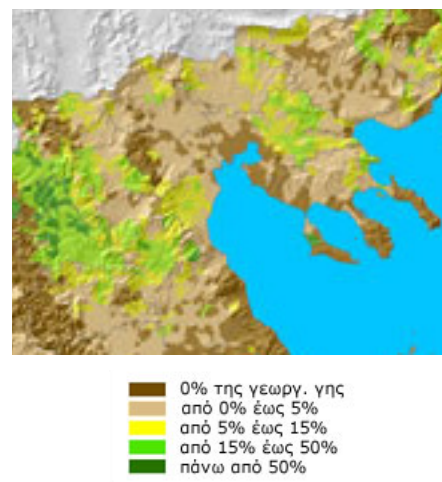


Εικόνα 2-11: Καλλιεργούμενες εκτάσεις & παραγόμενες ποσότητες σκληρού σιταριού σε εθνικό επίπεδο

Η διακύμανση της συνολικά καλλιεργημένης έκτασης, καθώς και η συνολική παραγωγή σε μαλακό και σκληρό σιτάρι, κατά τα τελευταία χρόνια σε εθνικό επίπεδο, σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων, παρουσιάζουν την εξέλιξη που φαίνεται στα παραπάνω διαγράμματα (Εικόνα 2-10, Εικόνα 2-11).



Εικόνα 2-12: Κατανόμη καλλιέργειας μαλακού σιταριού στην Ελλάδα



Εικόνα 2-13: Κατανόμη καλλιέργειας μαλακού σιταριού στην Κεντρική Μακεδονία

Από τη συνολική εγχώρια γεωργική έκταση γης (38.037.000 στρέμματα), οι καλλιέργειες σκληρού σιταριού καλύπτουν το 18,9% και του μαλακού σιταριού το 3,3% καθώς ανέρχονται στα 7.191.000 στρέμματα και στα 1.259.000 στρέμματα αντίστοιχα, παράγοντας 1.724.000 τόνους σκληρού και 368.000 μαλακού σιταριού (ΥΠΑΑ&Τ).



Εικόνα 2-14: Κατανομή καλλιέργειας σκληρού σιταριού στην Ελλάδα



0% της γεωργ. γης
 από 0% έως 5%
 από 5% έως 15%
 από 15% έως 50%
 πάνω από 50%

Εικόνα 2-15: Κατανομή καλλιέργειας σκληρού σιταριού στην Κεντρική Μακεδονία

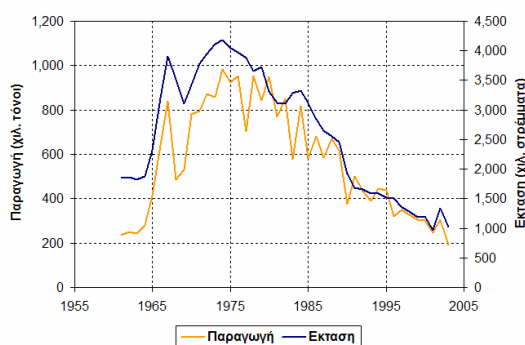
Τα τελευταία χρόνια υπάρχει έντονη δραστηριότητα στη χρήση του σιταριού ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοαιθανόλης. Στη Γαλλία το έτος 2002 τα σιτηρά για παραγωγή βιοαιθανόλης αντιπροσώπευαν το 20% (56.600 τόνους) (ΚΑΠΕ, 2006).

Κριθάρι

Το κριθάρι είναι ετήσιο φυτό και ανήκει στην οικογένεια των δημητριακών (*graminae*) και περιέχει άφθονο άμυλο. Χρησιμοποιείται κυρίως ως ζωοτροφή και για την παραγωγή αλκοολούχων ποτών (ΚΑΠΕ, 2006).

Σύμφωνα με στοιχεία του FAO, η συνολική παγκόσμια παραγωγή του κριθαριού έφτασε στους 137 εκατομμύρια τόνους το 2002.

Η διακύμανση της συνολικά καλλιεργούμενης έκτασης, καθώς και η συνολική παραγωγή σε κριθάρι, κατά τα τελευταία χρόνια σε εθνικό επίπεδο, σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, παρουσιάζουν την εξέλιξη που φαίνεται στην Εικόνα 2-16.

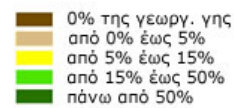


Εικόνα 2-16: Καλλιεργούμενες εκτάσεις και παραγόμενες ποσότητες κριθαριού σε εθνικό επίπεδο

Η καλλιέργεια κριθαριού είναι διάσπαρτη σε ολόκληρη τη χώρα όπως φαίνεται στην γεωγραφική κατανομή (Εικόνα 2-17, Εικόνα 2-18).



Εικόνα 2-17: Κατανομή καλλιέργειας κριθαριού στην Ελλάδα



Εικόνα 2-18: Κατανομή καλλιέργειας κριθαριού στην Κεντρική Μακεδονία

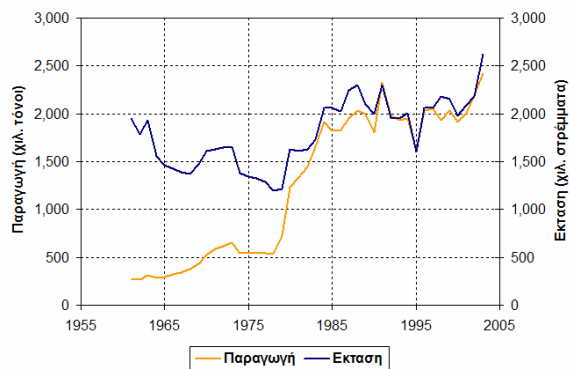
Από τη συνολική εγχώρια γεωργική έκταση γης (38.037.000 στρέμματα), οι καλλιέργειες κριθαριού καλύπτουν το 2,5% καθώς ανέρχονται στα 940.000 στρέμματα, παράγοντας 234.000 τόνους κριθαριού (ΥΠΑΑ&Τ).

Αραβόσιτος

Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία του FAO, η παγκόσμια παραγωγή αραβόσιτου έφθασε στους 604 εκατομμύρια τόνους το 2002, καλλιεργούμενη σε 1.383 εκατομμύρια στρέμματα. Από αυτά, πάνω από 280 εκατομμύρια στρέμματα καλλιεργήθηκαν στις ΗΠΑ και 134 εκατομμύρια στρέμματα στην Ευρώπη (ΚΑΠΕ, 2006).

Σε εθνικό επίπεδο οι καλλιεργούμενες εκτάσεις ανήλθαν στα 2,2 εκατομμύρια στρέμματα.

Η διακύμανση της συνολικά καλλιεργούμενης έκτασης, καθώς και η συνολική παραγωγή σε αραβόσιτο, κατά τα τελευταία χρόνια σε εθνικό επίπεδο, σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, παρουσιάζουν την εξέλιξη που φαίνεται στην Εικόνα 2-19.



Εικόνα 2-19: Καλλιεργούμενες εκτάσεις και παραγόμενες ποσότητες αραβόσιτου σε εθνικό επίπεδο

Η καλλιέργεια αραβόσιτου είναι διάσπαρτη σε ολόκληρη τη χώρα όπως φαίνεται στην γεωγραφική κατανομή (Εικόνα 2-20, Εικόνα 2-21).



Εικόνα 2-20: Κατανομή καλλιέργειας αραβόσιτου στην Ελλάδα



0% της γεωργ. γης
 από 0% έως 5%
 από 5% έως 15%
 από 15% έως 50%
 πάνω από 50%

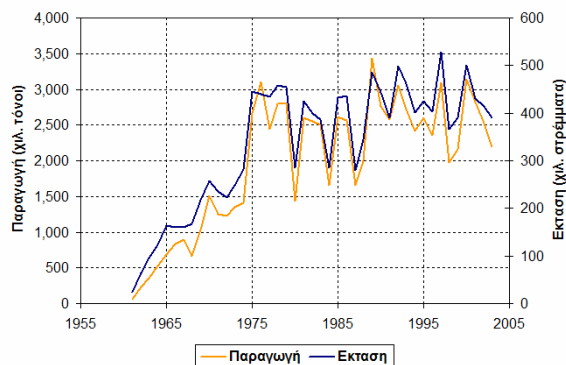
Εικόνα 2-21: Κατανομή καλλιέργειας αραβόσιτου στην Κεντρική Μακεδονία

Τα τελευταία δεκαπέντε χρόνια, ο αραβόσιτος χρησιμοποιείται και ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοαιθανόλης, με κυριότερη χώρα παραγωγό τις ΗΠΑ στην οποία τα τελευταία δεκατέσσερα χρόνια η παραγωγή βιοαιθανόλης έχει υπερτριπλασιαστεί και από 8 εκατομμύρια τόνους το 1989 έφθασε στους 28 εκατομμύρια τόνους το 2003 (ΚΑΠΕ, 2006).

Ζαχαρότευτλα

Τα ζαχαρότευτλα είναι διετής τύπος τεύτλου, που καλλιεργείται εμπορικά λόγω της υψηλής περιεκτικότητας των ριζών του σε σάκχαρα. Οι ρίζες των τεύτλων περιέχουν έως και 20% κ.β. σάκχαρα (επί χλωρής βάσης) κάνοντάς το τη δεύτερη πιο σημαντική πηγή σακχάρων μετά από το ζαχαροκάλαμο. Σύμφωνα με τον FAO η συνολική παγκόσμια παραγωγή έφθασε τους 257 εκατομμύρια τόνους το 2002, καλλιεργούμενη σε περισσότερα από 60 εκατομμύρια στρέμματα (ΚΑΠΕ, 2006).

Από αυτά 5,5 εκατομμύρια στρέμματα καλλιεργήθηκαν στις ΗΠΑ και περισσότερα από 40 εκατομμύρια στρέμματα στην Ευρώπη. Στην Ελλάδα, η καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων είναι διάσπαρτη σε όλη τη χώρα. Αν και η συνολική παραγωγή τους μειώθηκε ελάχιστα, η συνολικά καλλιεργημένη έκταση αυξήθηκε βαθμιαία (0,4 εκατομμύρια στρέμματα το 1991 και 0,43 εκατομμύρια στρέμματα το 1999), με την ετήσια παραγωγή 2,6 και 2,4 εκατομμύρια τόνους αντίστοιχα (ΚΑΠΕ, 2006).

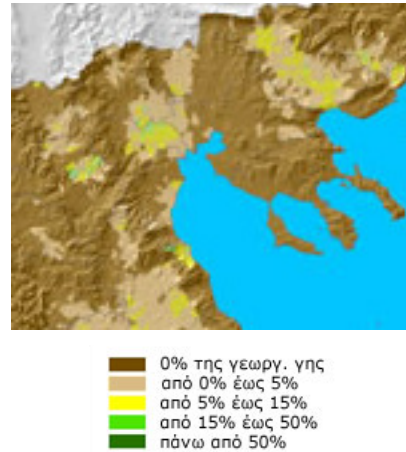


Εικόνα 2-22: Καλλιεργούμενες εκτάσεις και παραγόμενες ποσότητες ζαχαρότευτλων σε εθνικό επίπεδο

Σύμφωνα με το FAO, οι ελληνικές μέσες αποδόσεις ζαχαρότευτλων ανέρχονται σε 6.250 κιλά ανά στρέμμα. Αξίζει να αναφερθεί ότι αυτές οι αποδόσεις είναι από τις υψηλότερες που παρατηρούνται στις ευρωπαϊκές χώρες. Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής ζαχαρότευτλων στην Ελλάδα χρησιμοποιείται για παραγωγή ζάχαρης, καθώς και για ζωοτροφή (ΚΑΠΕ, 2006).



Εικόνα 2-23: Κατανομή καλλιέργειας ζαχαρότευτλων στην Ελλάδα



Εικόνα 2-24: Κατανομή καλλιέργειας ζαχαρότευτλων στην Κεντρική Μακεδονία

Από τη συνολική εγχώρια γεωργική έκταση γης (38.037.000 στρέμματα), οι καλλιέργειες ζαχαρότευτλων καλύπτουν το 1% καθώς ανέρχονται στα 363.000 στρέμματα, παράγοντας 2.291.000 τόνους ζαχαρότευτλων (ΥΠΑΑ&Τ).

Τα τελευταία χρόνια, τα ζαχαρότευτλα χρησιμοποιούνται και ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοαιθανόλης. Η Γαλλία είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός βιοαιθανόλης από ζαχαρότευτλα στον κόσμο. Εκτιμάται ότι το 2003, το 80% (62.000 τόνοι) της παραγόμενης βιοαιθανόλης στη Γαλλία προήλθε από ζαχαρότευτλα, και το υπόλοιπο από άλλα δημητριακά φυτά (ΚΑΠΕ, 2006).

Γλυκό σόργο

Το γλυκό σόργο είναι μονοετές φυτό, με μεγάλη φωτοσυνθετική ικανότητα, υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα, υψηλό ποσοστό σε διαλυτά σάκχαρα και κυτταρίνες, και σχετικά χαμηλές απαιτήσεις σε άρδευση και λίπανση. Προσαρμόζεται εύκολα σε διάφορα είδη εδαφών και σε ποικίλες κλιματικές συνθήκες.

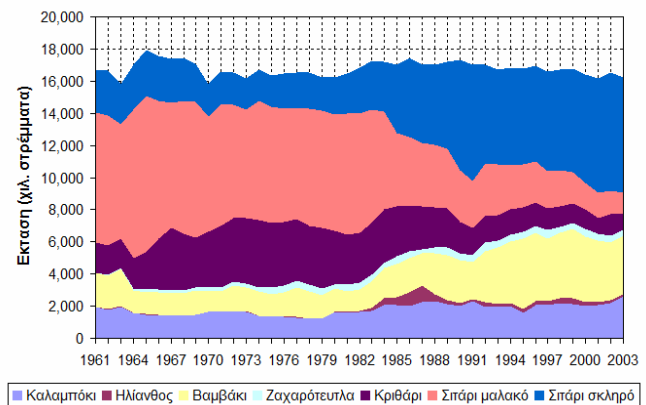
Στην Ελλάδα έχουν εξεταστεί την τελευταία δεκαετία αρκετές ποικιλίες των οποίων οι αποδόσεις ποικίλουν, ανάλογα με την περιοχή, τις κλιματικές συνθήκες, τη γονιμότητα του εδάφους και τις καλλιεργητικές τεχνικές, που εφαρμόζονται. Από τους παράγοντες που εξετάστηκαν, η άρδευση αποτελεί καθοριστικό στοιχείο για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων, ενώ η αζωτούχος λίπανση δεν έδειξε να επηρεάζει καθοριστικά τις αποδόσεις.

Η αναλογία σε σάκχαρα, ποικίλει από 9 - 13% κ.β. (επί του χλωρού) των στελεχών. Μετά την επεξεργασία της πρώτης ύλης, παραμένουν σημαντικές ποσότητες υπολείμματος υψηλής θερμογόνου δύναμης, οι οποίες επαρκούν για να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες τόσο της παραγωγής όσο και της μετατροπής του σόργου σε αλκοόλη (ΚΑΠΕ, 2006).

Τα προαναφερθέντα είδη αποτελούν ως επί το πλείστον παραδοσιακές καλλιέργειες.

Η χρονολογική εξέλιξη των καλλιεργούμενων εκτάσεων και των παραγόμενων ποσοτήτων για τις σημαντικότερες καλλιέργειες σε εθνικό επίπεδο δίνεται σε διαγράμματα (Εικόνα 2-25, Εικόνα 2-26).

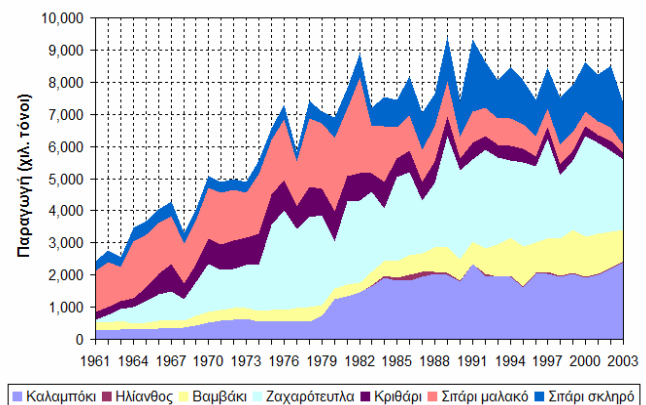
Αντίστοιχα στοιχεία δεν είναι διαθέσιμα για την ελαιοκράμβη η οποία αποτελεί είδος το οποίο πρόσφατα έχει ενταχθεί στις εγχώριες καλλιέργειες.



Εικόνα 2-25: Καλλιεργούμενες εκτάσεις σε εθνικό επίπεδο

Η χρήση των καλλιεργειών μέχρι το έτος 2003, για το οποίο είναι διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία, αφορούσε αποκλειστικά την παραγωγή βρώσιμων και μεταποιητικών προϊόντων.

Η ενσωμάτωση της οδηγίας 30/2003 για τα βιοκαύσιμα στην ελληνική νομοθεσία και η εμφάνιση προοπτικών αντικατάστασης παραδοσιακών γεωργικών ειδών με καλλιέργειες υψηλών ενεργειακών αποδόσεων αναμένεται να έχει άμεση επίδραση στην εξέλιξη των γεωργικών προϊόντων. Ήδη έχουν αρχίσει σε ερευνητικό στάδιο και δοκιμάζονται ενεργειακές καλλιέργειες υψηλής απόδοσης σε βιομάζα και χαμηλών απαιτήσεων σε άρδευση και φυτοπροστασία.



Εικόνα 2-26: Παραγόμενες ποσότητες σε εθνικό επίπεδο

Τα σημαντικότερα είδη καλλιεργούμενης βιομάζας ενεργειακών καλλιεργειών τα οποία σύμφωνα με έρευνα του ΚΑΠΕ παρουσιάζονται ως υποσχόμενες ενεργειακές καλλιέργειες είναι ο Ευκάλυπτος, η Ψευδακακία και ο Μίσχανθος.

Ευκάλυπτος

Τα δύο σημαντικότερα είδη ευκαλύπτου για τις μεσογειακές χώρες είναι ο *Eucalyptus globules Labil* και *Eucalyptus camaldulensis Dehnh*. Μετά από έρευνας οι οποίες διεξήχθησαν σε εθνικό επίπεδο σχετικά με την αξιολόγηση των ειδών ευκαλύπτου προέκυψαν ενθαρρυντικά αποτελέσματα σχετικά με την ικανότητα προσαρμογής, το ρυθμό αύξησης και την παραγωγικότητα σε βιομάζα. Από τις καλλιέργειες ευκαλύπτου παράγεται βιομάζα η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί για παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και για την παραγωγή βιοκαυσίμων 2^{ης} γενιάς (ΚΑΠΕ, 2006).

Ψευδακακία

Η ψευδακακία είναι φυτό ψυχανθές, πολυετές, δενδρώδες που χαρακτηρίζεται από ταχύτατη ανάπτυξη του υπέργειου μέρους, σημαντική παραγωγή βιομάζας και εξαιρετική αναβλάστηση μετά την κοπή. Η ψευδακακία θεωρείται πολύ παραγωγικό φυτό σε βιομάζα (ΚΑΠΕ, 2006).

Μίσχανθος

Ο μίσχανθος είναι αγροστώδες, πολυετές, ριζωματώδες φυτό που κατάγεται από τις χώρες της νοτιοανατολικής Ασίας και καλλιεργείται στην Ευρώπη εδώ και πολλά χρόνια, σαν καλλωπιστικό φυτό. Στην Ελλάδα παρουσιάζει πολύ καλή προσαρμοστικότητα, σε αρδευόμενες εκτάσεις, έχει καλές αποδόσεις και η περιεκτικότητά του σε υγρασία είναι σχετικά χαμηλή (ΚΑΠΕ, 2006).

Υπολειμματική βιομάζα – υφιστάμενη κατάσταση

Εκτός από τις καλλιέργειες παραδοσιακών και ενεργειακών ειδών, σημαντική πηγή βιομάζας είναι τα αγροτοβιομηχανικά και γεωργικά υπολείμματα. Αυτή η κατηγορία βιομάζας αποτελεί πρώτη ύλη είτε για την παραγωγή στερεής καύσιμης ύλης για ενεργειακές εφαρμογές (καύση, πυρόλυση, αεριοποίηση), είτε για την παραγωγή βιοκαυσίμων δεύτερης γενιάς.

Μελέτη η οποία διεξήχθη στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας (ΟΕ Ενέργειας ΠΚΜ, 2001), καταδεικνύει το σημαντικό ενεργειακό δυναμικό της υπολειμματικής βιομάζας, η οποία προκύπτει είτε κατά τις γεωργικές δραστηριότητες, είτε κατά τις βιομηχανοποιημένες διαδικασίες παραγωγής των τελικών αγροτικών προϊόντων. Οι αξιοποιήσιμες πρώτες ύλες είναι προϊόντα ξυλείας, πυρήνες και κελύφη καρπών, καθώς και στελέχη και κλαδέματα διαφόρων ειδών βιομάζας.

Το διαθέσιμο ενεργειακό δυναμικό υπό μορφή αγροτικών παραπροϊόντων, καθώς και η ενεργειακή ισοδυναμία με το πετρέλαιο παρουσιάζεται στη συνέχεια (Πίνακας 2-4).

Από τον πίνακα προκύπτει ότι το ενεργειακό δυναμικό της διαθέσιμης αγροτικής βιομάζας, η οποία παράγεται στα όρια της ΠΚΜ, ανέρχεται στους 568.828 toe. Το ποσό αυτό σύμφωνα με τη διεξαχθείσα μελέτη (ΟΕ Ενέργειας ΠΚΜ, 2001) είναι επαρκές για την κάλυψη του ~10% της εγχώριας ετήσιας κατανάλωσης πετρελαίου για θερμικές χρήσεις.

Πίνακας 2-4: Συνοπτικά στοιχεία ετήσιας παραγωγής βιομάζας και ενεργειακού δυναμικού αυτής

Τύπος καλλιέργειας	Συνολική καύσιμη ύλη (τόνοι)	Θερμογόνος δύναμη (kcal/kg)	Ενεργειακό δυναμικό βιομάζας (Mcal)	Τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου
Απορρίμματα εκκοκκισμού	32.769	3.500	114.692	11.469
Στελέχη βαμβακιού	281.019	4.200	1.180.280	118.028
Άχυρο ρυζιού	64.000	2.900	185.600	18.560
Ορυζοφλοιός	25.600	2.900	74.240	7.424
Στελέχη καλαμποκιού	445.000	4.300	1.913.500	191.350
Κλαδέματα ροδακινιάς	152.460	4.500	686.070	68.607
Πυρήνες ροδακίνου	29.400	3.500	102.900	10.290
Κλαδέματα ελιάς	318.000	4.500	1.431.000	143.100
Συνολική ποσότητα τόνων ισοδυνάμου πετρελαίου				568.828

(Πηγή: ΟΕ Ενέργειας ΠΚΜ, 2001)

2.2.3 Δυνατότητες ανάπτυξης υπάρχουσών μονάδων και προοπτικές ανάπτυξης νέων

Όπως προαναφέρθηκε, η παραγωγή βιοκαυσίμων στην Ελλάδα συγκεντρώνεται σε εταιρείες παραγωγής βιοντίζελ. Στην Ελλάδα υπάρχουν 12 καταγεγραμμένες μονάδες παραγωγής βιοντίζελ που υπόκεινται στο ειδικό ποσοστό της αποφορολόγησης καθώς και μία Ιταλική. Παραπάνω (Πίνακας 2-2) παρουσιάζεται η δυναμικότητα των κυριότερων μονάδων βιοντίζελ καθώς και η παραγωγή τους το 2007, η οποία συμπίπτει με την ποσόστωση που τους έχει διανεμηθεί και υπόκειται σε ειδικό φορολογικό καθεστώς.

Η συνολική δυναμικότητα των μονάδων βιοντίζελ ξεπερνά τα 600,000 m³/έτος, η οποία είναι 400% μεγαλύτερη από την αναγκαία αντικατάσταση του 5,75% του καυσίμου ντίζελ από βιοντίζελ όπως προβλέπεται από το νόμο 3423/2005. Συνεπώς η καταγεγραμμένη δυναμικότητα των μονάδων παραγωγής βιοντίζελ επαρκεί για τις ανάγκες που επιβάλλει η Ελληνική νομοθεσία, ενώ υπάρχει διαθέσιμη ποσότητα για την αύξηση του ποσοστού αντικατάστασης ή ακόμη και της δυνατότητας αυτούσιας χρήσης βιοντίζελ σε ναυλωμένους στόλους.

Στην περίπτωση της βιοαιθανόλης δεν υπάρχουν ακόμη μονάδες παραγωγής. Ωστόσο, σύμφωνα με υπουργικές αποφάσεις έχει ήδη δρομολογηθεί η μετατροπή δύο εργοστασίων της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης (Λάρισας και Ξάνθης) για την παραγωγή βιοαιθανόλης (Christodoulou, 2006) από πρώτη ύλη τεύτλα, δημητριακά και μελάσα. Σύμφωνα με μελέτη της γερμανικής εταιρείας IPRO, τα δύο εργοστάσια μπορούν αρχικά να λειτουργήσουν με δυναμικότητα παραγωγής 200.000 m³/έτος βιοαιθανόλης, ενώ η δυναμικότητα έχει προοπτικές να αυξηθεί στα 300.000 m³/έτος.

3 Βιοκαύσιμα και αειφορία

3.1 Μέθοδοι Αξιολόγησης

Τα περιβαλλοντικά οφέλη από τη χρήση των βιοκαυσίμων τα οποία αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία είναι ποικίλα και σχετίζονται τόσο με την παραγωγή τους, όσο και με τη χρήση τους. Ανάμεσα σε αυτά ξεχωρίζουν:

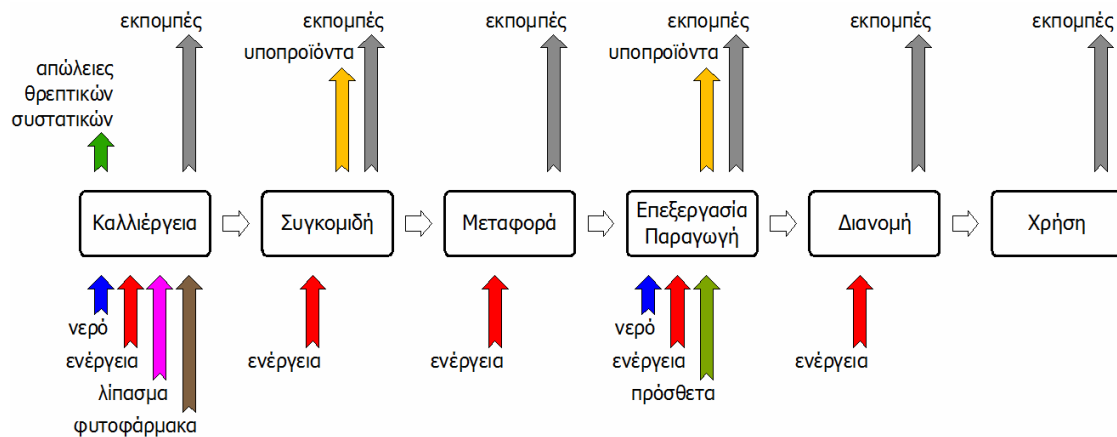
- Χαμηλές εκπομπές CO₂ προς το περιβάλλον –χαμηλότερες σε σύγκριση με αυτές των ορυκτών καυσίμων-
- Ελάχιστες εκπομπές SO₂ κατά την τελική χρήση τους
- Ανανεωσιμότητα
- Βιοαποικοδομησιμότητα

Εντούτοις τα βιοκαύσιμα μπορούν να προέρχονται από πρώτες ύλες ποικίλης προέλευσης, ενώ στη διαδικασία παραγωγής τους εφαρμόζονται διεργασίες των οποίων το περιβαλλοντικό κόστος μπορεί να διαφοροποιείται ανάλογα με τις συνθήκες και τις εκάστοτε πρακτικές. Για τους λόγους αυτούς, το περιβαλλοντικό προφίλ του τελικού προϊόντος διαφέρει ανάλογα με τη φύση του βιοκαυσίμου αλλά και με τον τόπο, το χρόνο και τη μέθοδο παραγωγής του. Για τη σωστή αξιολόγηση της βιωσιμότητας αλλά και των περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων που προσφέρει στην περίπτωση της Ελλάδας το οποιοδήποτε βιοκαύσιμο, είναι αναγκαία η ανάλυση του συνόλου των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα από την παραγωγή μέχρι την τελική κατανάλωση του, γνωστή και ως Ανάλυση Κύκλου Ζωής.

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (A.K.Z.) είναι μια τεχνική εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων που συνδέονται με κάποιο προϊόν, διεργασία ή δραστηριότητα προσδιορίζοντας και ποσοτικοποιώντας την ενέργεια και τα υλικά που χρησιμοποιούνται, καθώς και τα απόβλητα που απελευθερώνονται στο περιβάλλον, εκτιμώντας τις επιπτώσεις από τη χρήση της ενέργειας και των υλικών καθώς και των αποβλήτων και αναγνωρίζοντας και εκτιμώντας τις δυνατότητες περιβαλλοντικών βελτιώσεων. Μέσω των πρακτικών αυτών η ΑΚΖ προσπαθεί να δώσει απάντηση σε ερωτήματα όπως:

- Ποιες είναι οι συνολικές ροές άνθρακα από και προς το περιβάλλον κατά την Α.Κ.Ζ. των διαφόρων βιοκαυσίμων; Ποιες οι διαφορές με τις συνολικές εκπομπές του άνθρακα κατά την Α.Κ.Ζ. του καυσίμου ντίζελ; Ποια από αυτά τα καύσιμα πλεονεκτούν στον συγκεκριμένο τομέα;
- Ποιες είναι οι αποδόσεις ενέργειας των διαφόρων καυσίμων;
- Ποιες είναι οι συνολικές συνεισφορές ως προς τις εκπομπές αερίων ρύπων από και προς το περιβάλλον κατά την παραγωγή και χρήση τόσο των βιοκαυσίμων όσο και του ντίζελ; Ποιο πλεονεκτεί έναντι του άλλου;
- Υπάρχουν πιθανά πλεονεκτήματα σε ορισμένα στάδια ζωής των δυο καυσίμων που αντισταθμίζουν ενδεχόμενες επιβαρύνσεις σε κάποια άλλα στάδια ζωής;

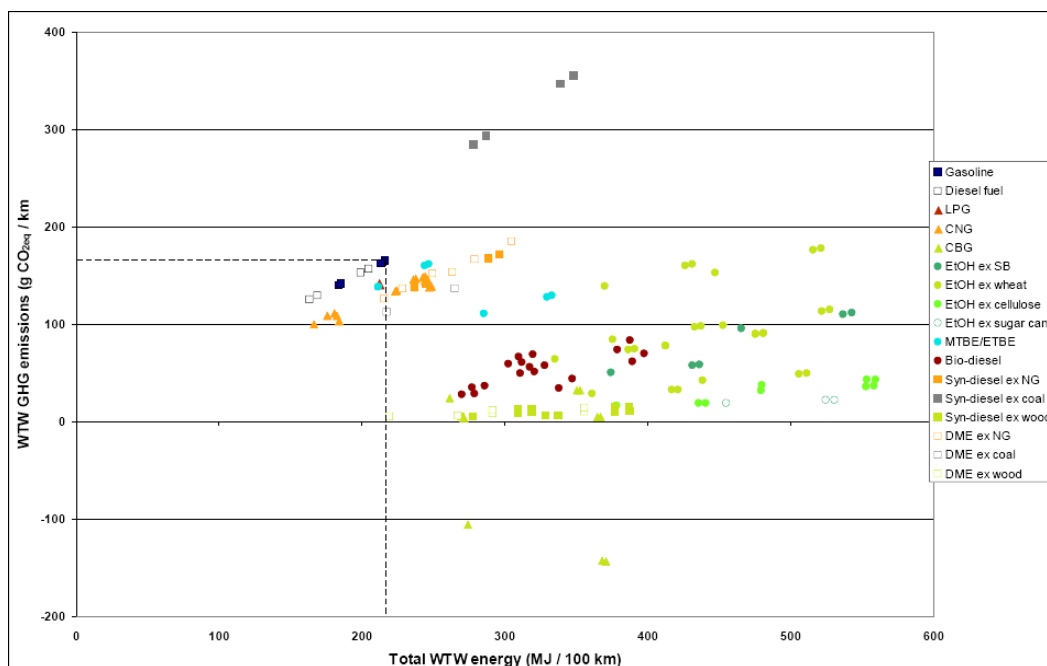
Το γενικό διάγραμμα ροής, οι παροχές ενέργειας και οι εκπομπές καυσαερίων κατά την παραγωγή ενός βιοκαυσίμου συνοψίζεται στην Εικόνα 3-1.



Εικόνα 3-1: Διάγραμμα ροής διαδικασίας παραγωγής βιοκαυσίμου

Σε παγκόσμιο επίπεδο δημοσιευμένες μελέτες συνοψίζουν τα συμπεράσματα αναλύσεων κύκλου ζωής για διάφορα βιοκαύσιμα (IEA 2004, CONCAWE 2007, Farrel *et al* 2006, Zah *et al* 2007, Hammerschlag 2006, Fleming *et al* 2006, Quirin *et al* 2006, Wang 2005a, Elsayed *et al* 2003, CSIRO 2001). Σε ότι αφορά τη βιοαιθανόλη η εξοικονόμηση αερίων του θερμοκηπίου από τη χρήση της ως καύσιμο οχημάτων κυμαίνεται από 0-70% ανάλογα με την πρώτη ύλη και την τεχνολογία παραγωγής της. Το κέρδος σε εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου είναι σημαντικά μεγαλύτερο όταν πρόκειται για βιοαιθανόλη παραγόμενη από λιγνοκυταρινούχα βιομάζα και μπορεί να κυμανθεί μεταξύ 60-100% (Delucchi, 2006). Σύμφωνα με τη μελέτη Well-to-Wheels (CONCAWE, 2007) η χρήση της βιοαιθανολής οδηγεί σε μέσες μειώσεις 30% έως 65% των εκπομπών CO₂, ενώ αντίστοιχες τιμές παρουσιάζονται και σε άλλες εργασίες (Sharougi 2002, 2004). Παρόλα αυτά υπάρχουν αναφορές σύμφωνα με τις οποίες η παραγωγή βιοαιθανόλης μπορεί να απαιτεί περισσότερη ενέργεια απ' αυτή που περιέχεται στο τελικό προϊόν, γεγονός που καθιστά το βιοκαύσιμο μη ανανεώσιμο (Pimentel and Patzek, 2005). Το γεγονός αυτό καταδεικνύει τη διασπορά που μπορούν να παρουσιάζουν αποτελέσματα τέτοιων μελετών καθώς και το βαθμό στον οποίο οι συνθήκες παραγωγής επηρεάζουν το χαρακτήρα του καυσίμου.

Σε ότι αφορά το βιοντίζελ, οι τιμές μείωσης των εκπομπών παρουσιάζουν επίσης σημαντική διασπορά, το εύρος της οποίας εξαρτάται κυρίως από τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται, τις διεργασίες παραγωγής τους και κατόπιν από παράγοντες όπως η μέθοδος παρασκευής του βιοκαυσίμου αλλά και η χρήση των παραπροϊόντων. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Kaltschmitt *et al* 1997, Delucchi 2006) ο λόγος εκπομπών CO₂ του βιοντίζελ προς τον αντίστοιχο του ορυκτού πετρελαίου κυμαίνεται μεταξύ 0,8 και 0,4 με μια μέση τιμή περίπου 0,45 (55% μείωση των εκπομπών). Ένα γενικά αποδεκτό εύρος μείωσης των εκπομπών θερμοκηπίου μέσω της χρήσης βιοντίζελ είναι περίπου 45-60%, αν και οι πραγματικές τιμές καθορίζονται σε κάθε περίπτωση από τις διεργασίες παραγωγής της πρώτης ύλης αλλά και του τελικού προϊόντος (CONCAWE, 2007).



Εικόνα 3-2: Ενεργειακή απόδοση και εκπομπές CO₂ για τον κύκλο ζωής διαφόρων καυσίμων (Πηγή: CONCAWE, 2007)

Πέρα από το όφελος σε εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου το οποίο συνεπάγεται η χρήση βιοκαυσίμων, οι πιθανές αυξήσεις ή μειώσεις σε άλλους παράγοντες που επιβαρύνουν το περιβάλλον θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Και σε αυτή την περίπτωση οι μελέτες κύκλου ζωής που απαντώνται στη βιβλιογραφία δίνουν αποτελέσματα των οποίων οι τιμές παρουσιάζουν σημαντικές αποκλίσεις ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις οδηγούν και σε αντικρουόμενα συμπεράσματα. Η παραγωγή βιοκαυσίμων συσχετίζεται με αύξηση της οξίνισης, του ευτροφισμού, εκπομπών αερίων που καταστρέφουν το όζον, εκπομπών σωματιδίων PM10, εκπομπών N₂O και άλλων ρύπων (Quirijn *et al* 2004, Kaltschmitt *et al* 1997, Delucchi 2006). Τα φαινόμενα αυτά διαφοροποιούνται σημαντικά ανάλογα με το γεωγραφικό τομέα στον οποίο πραγματοποιείται η μελέτη και τις εκάστοτε ισχύουσες πρακτικές.

Η χρήση σε κινητήρες εσωτερικής καύσης των βιοκαυσίμων πρώτης γενιάς γενικά δεν περιορίζει τις εκπομπές αερίων ρύπων των οχημάτων παρόλα αυτά υπό προϋποθέσεις παρατηρούνται μειώσεις σε συμβατικούς ρύπους όπως HC, PM και αύξηση σε άλλους όπως τα NO_x. Το κέρδος στις εκπομπές CO₂ προκύπτει στο σύνολο του κύκλου ζωής και όχι κατά την χρήση του βιοκαυσίμου.

Τέλος πρέπει να αναφερθεί ότι υπάρχει έντονη ανησυχία και προβληματισμός για τις κοινωνικές επιπτώσεις των βιοκαυσίμων σε παγκόσμιο επίπεδο. Τα βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς προέρχονται στο μεγαλύτερο ποσοστό τους από πρώτες ύλες οι οποίες είναι βρώσιμες. Η συνεχής αύξηση της ζήτησης των βιοκαυσίμων προκαλεί αύξηση της τιμής των βρώσιμων πρώτων υλών γεγονός το οποίο ενισχύει το φαινόμενο του υποσιτισμού κυρίως σε υποανάπτυκτες χώρες του κόσμου. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η μεγάλη

αύξηση στην τιμή του καλαμποκιού και του σιταριού που παρατηρήθηκε το έτος 2007, κατά πολλούς αποδίδεται μεταξύ άλλων και στην αύξηση της ζήτησης των βιοκαυσίμων.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων κύκλου ζωής και της βιωσιμότητας των βιοκαυσίμων τα οποία απαντώνται στη διεθνή βιβλιογραφία, μπορούν να θεωρούνται ενδεικτικά αλλά όχι αντιπροσωπευτικά στην περίπτωση της Ελλάδας. Η Ελλάδα οφείλει να πραγματοποιήσει αντίστοιχες στοχευμένες μελέτες στο πλαίσιο μιας συνολικής προσέγγισης των μελλοντικών δράσεων στον τομέα της γεωργίας και της Ελληνικής αγοράς βιοκαυσίμων. Στην κατεύθυνση αυτή μια πρώτη σύντομη ανάλυση πραγματοποιήθηκε από το ΑΠΘ, σε συνεργασία με άλλους φορείς με θέμα την αξιολόγηση της παραγωγής του εγχώριου βιοντίζελ. Στα πλαίσια αυτής χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από πειραματικές ενεργειακές καλλιέργειες και από δυο βιομηχανικές μονάδες, ένα σποροελαιουργείο και ένα εργοστάσιο παραγωγής βιοντίζελ (ΠΑΒΕΤ *et al* 2008). Τα βασικά σημεία της συγκεκριμένης ανάλυσης συνοψίζονται στα παρακάτω.

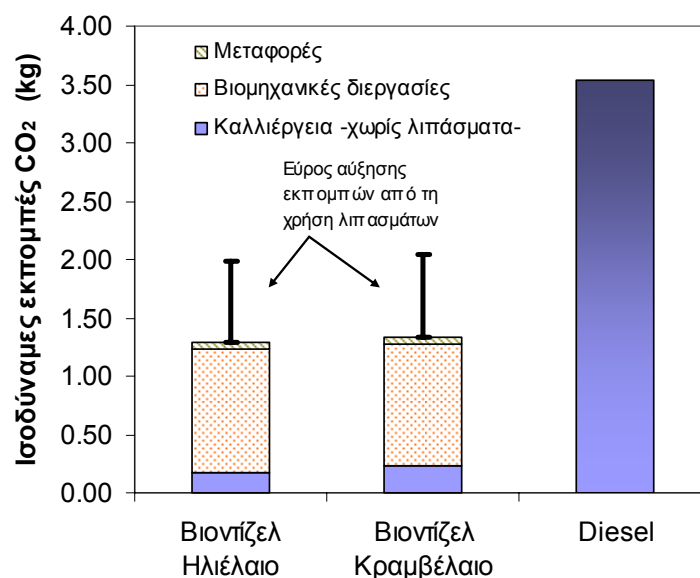
Σε ότι αφορά τις πρώτες ύλες χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από μη αρδευόμενες καλλιέργειες ελαιοκράμβης και ηλίανθου (Zanakis *et al* 2007). Σε πολλές περιοχές της Ελλάδας όπου πραγματοποιούνται συστηματικές γεωργικές καλλιέργειες αντιμετωπίζονται σημαντικά προβλήματα έλλειψης νερού, υφαλμύρωσης των υπογείων υδάτων και ξηρασίας. Σε ορισμένες περιπτώσεις το ενεργειακό κόστος για την άντληση των ποτιστικών υδάτων (ο υδροφόρος ορίζοντας φτάνει στα 60-90m ενώ στη Θεσσαλία έχουν αναφερθεί βάθη γεωτρήσεων έως 800m), καθιστά ασύμφορη οικονομικά και ζημιολόγο περιβαλλοντικά την παραγωγή του τελικού προϊόντος (Daskalaki and Voudouris 2007, Lambrakis and Kallergis 2001). Οι συνθήκες αυτές αναμένεται να επιδεινωθούν τα επόμενα χρόνια. Για τους λόγους αυτούς θεωρείται πως οι μελλοντικές ενεργειακές καλλιέργειες θα πρέπει να έχουν τις ελάχιστες δυνατές απαιτήσεις σε άρδευση ώστε να είναι οικονομικά και περιβαλλοντικά βιώσιμες. Ένας ακόμη παράγοντας ο οποίος επηρεάζει σημαντικά τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά την παραγωγή των βιοκαυσίμων είναι η χρήση λιπασμάτων. Η ποσοτικοποίηση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από τη χρήση λιπασμάτων είναι μια σύνθετη διαδικασία διότι εξαρτώνται από τον τύπο και την υγρασία του εδάφους, το είδος της καλλιέργειας, την ποσότητα του λιπάσματος που χρησιμοποιείται και άλλους παράγοντες (McManus *et al*, 2004). Για τους υπολογισμούς ελήφθησαν ενδεικτικά εύρη τιμών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τη χρήση λιπασμάτων.

Η μέση στρεμματική απόδοση των ξηρικών καλλιεργειών ηλίανθου και ελαιοκράμβης που εξετάστηκαν ήταν 240kg και 160kg ανά στρέμμα αντίστοιχα. Η μέση περιεκτικότητα σε φυτικά έλαια για τις καλλιέργειες αυτές κυμάνθηκε στα επίπεδα του 42%. Σε ότι αφορά τις βιομηχανικές διεργασίες τα φυτικά έλαια παράγονται συνήθως με έκθλιψη. Γενικά η μέθοδος αυτή είναι προτιμητέα της εκχύλισης με εξάνιο, διότι καθιστά ευκολότερη τη διάθεση της παραγόμενης πίτας ως ζωοτροφή. Οι βασικές ενεργειακές ανάγκες των βιομηχανικών εγκαταστάσεων παραγωγής φυτικών ελαίων και μετεστεροποίησης καλύπτονται από ηλεκτρισμό. Δεδομένου του ότι στην Ελλάδα η πλειοψηφία της ηλεκτρικής ενέργειας παράγεται από λιγνιτικούς θερμοηλεκτρικούς σταθμούς, η χρήση ηλεκτρικού ρεύματος κατά την παραγωγή του βιοντίζελ είναι μια σημαντική πηγή επιπρόσθετων εκπομπών CO₂, αλλά και άλλων αερίων ρύπων στον κύκλο ζωής του βιοκαυσίμου. Επιπλέον σε διάφορα στάδια της παραγωγής

χρησιμοποιείται ως καύσιμο μαζούτ για να καλυφθούν κυρίως θερμικές ανάγκες, παράγοντας ο οποίος επιβαρύνει επίσης τον κύκλο ζωής του προϊόντος με εκπομπές ρύπων. Επίσης η γλυκερίνη η οποία παράγεται ως παραπροϊόν της μετεστεροποίησης τη στιγμή αυτή στην Ελλάδα χρησιμοποιείται ως καύσιμο σε βιομηχανικούς κλιβάνους (λχ βιομηχανίες τσιμέντου) μιας και οι εναλλακτικές αγορές για το προϊόν αυτό είναι ελάχιστες. Ο άνθρακας όμως ο οποίος περιέχεται στη γλυκερίνη ισούται με τον άνθρακα της μεθανόλης που συμμετέχει στη μετεστεροποίηση. Συνεπώς, το καύσιμο αυτό δεν πρέπει να θεωρείται ανανεώσιμο και οι εκπομπές από την καύση του πρέπει να προσμετρώνται στις εκπομπές CO₂ του τελικού βιοκαυσίμου.

Οι μεταφορές των υλικών στις διάφορες φάσεις της παραγωγής αλλά και κατά την τελική διακίνηση του βιοκαυσίμου αποτελούν επίσης πηγή εκπομπών αερίων ρύπων που επιβαρύνουν τον κύκλο ζωής του βιοκαυσίμου. Εκτιμάται ότι από το χωράφι ως το διυλιστήριο πραγματοποιούνται περίπου 800χλμ μεταφορών (Fontaras G. and Samaras Z, 2008). Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο, η πλειοψηφία των εργοστασίων βιοντίζελ της χώρας βρίσκεται στη βόρεια και κεντρική Ελλάδα ενώ τα περισσότερα διυλιστήρια βρίσκονται στην Αττική. Αυτή η γεωγραφική ανισοκατανομή αυξάνει τα μεταφορικά κόστη και έχει αρνητική επίδραση στο περιβαλλοντικό προφίλ του βιοκαυσίμου.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω στην Εικόνα 3-3 παρουσιάζει μια πρώτη εκτίμηση των ισοδύναμων εκπομπών CO₂ ανά χιλιόγραμμο παραγόμενου βιοντίζελ στην Ελλάδα. Οι περισσότερες εκπομπές ρύπων παράγονται στη βιομηχανική φάση της ζωής του προϊόντος, κυρίως λόγω του μεγάλου περιβαλλοντικού κόστους που συνεπάγεται η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 3-3: Ισοδύναμες εκπομπές CO₂ ανά χιλιόγραμμο παραγόμενου βιοντίζελ

Οι μεταφορές των πρώτων υλών, των ενδιάμεσων και τελικών προϊόντων ευθύνονται περίπου για το 5% των εκπομπών CO₂. Οι βασικές καλλιεργητικές ασχολίες για τις ξηρικές καλλιέργειες που εξετάστηκαν δημιουργούν περίπου 0,18-0,23 kg CO₂ ανά kg

παραγόμενου βιοντίζελ, ποσότητα η οποία μπορεί να είναι σημαντικά υψηλότερη εάν ληφθούν υπόψη οι εκπομπές από τη χρήση λιπασμάτων. Το εύρος της αύξησης λόγω των λιπασμάτων εκφράζεται από τις γραμμές σφάλματος που παρουσιάζονται στο διάγραμμα. Όπως φαίνεται η χρήση βιοντίζελ ελληνικής παραγωγής από εγχώριες ξηρικές καλλιέργειες παρουσιάζει 40-65% λιγότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου απ' ό,τι το ορυκτό ντίζελ. Η χρήση ποτιστικών καλλιεργειών μπορεί να μειώσει σημαντικά τους αριθμούς περιορίζοντας ή αναιρώντας τον αειφορικό χαρακτήρα του βιοκαυσίμου.

Επιπρόσθετα προς τις εκπομπές CO₂ ο Πίνακας 3-1 συνοψίζει τις εκπομπές άλλων αερίων ρύπων από την παραγωγή του βιοντίζελ. Τα επίπεδα των εκπομπών αυτών παραμένουν σχετικά χαμηλά με εξαίρεση τις εκπομπές τέφρας, οι οποίες σχετίζονται με την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από την καύση λιγνίτη.

Πίνακας 3-1: Εκπομπές αερίων ρύπων που εκλύονται κατά την παραγωγή ενός kg εγχώριου βιοντίζελ

Εκπομπές ρύπων (g/kg βιοντίζελ)	Ηλιέλαιο	Κραμβέλαιο
HC	0,41	0,52
CO	1,18	1,46
SO ₂	6,46	6,55
NO _x	5,36	6,39
P.M.	0,84	0,95
VOC	0,04	0,04
Ash	51,17	51,41

Ανακεφαλαιώνοντας, ο αειφορικός χαρακτήρας των βιοκαυσίμων καθορίζεται από διάφορους παράγοντες. Ειδικότερα τα βιοκαύσιμα 1^{ης} γενιάς μπορεί υπό ακραίες συνθήκες να σχετίζονται ακόμα και με αύξηση των εκπομπών θερμοκηπίου. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία η χρήση βιοαιθανόλης και βιοντίζελ παράγει 30-65% και 45-60% λιγότερο CO₂ αντίστοιχα. Μια πρώτη εκτίμηση για το εγχώριο παραγόμενο βιοντίζελ συμβαδίζει πλήρως με τα βιβλιογραφικά δεδομένα με το εκτιμώμενο εύρος να βρίσκεται μεταξύ 40-65%. Οι αριθμοί αφορούν σε φυτικά έλαια από ηλίανθο και ελαιοκράμβη ξερικής καλλιέργειας. Το πότισμα των ενεργειακών καλλιεργειών αυξάνει σημαντικά τις στρεμματικές αποδόσεις αλλά αναμένεται να έχει σημαντικό αντίκτυπο στον αειφορικό χαρακτήρα του βιοκαυσίμου, ειδικά σε περιοχές με έλλειψη υδατικών πόρων και χαμηλό υδροφόρο ορίζοντα.

Η Ελλάδα οφείλει να χαράξει εθνική στρατηγική για τα βιοκαύσιμα και τις ενεργειακές καλλιέργειες όπου θέματα όπως η ανάλυση κύκλου ζωής των εγχώριων βιοκαυσίμων αλλά και η βιωσιμότητα των ενεργειακών καλλιεργειών θα μελετηθούν διεξοδικά και σε βάθος, ξεχωριστά για τις διάφορες γεωγραφικές περιοχές της χώρας, ώστε να αναγνωριστούν οι περιβαλλοντικά και οικονομικά βέλτιστες πρακτικές. Στην κατεύθυνση αυτή θα σημαντικό εργαλείο θα αποτελέσει η θέσπιση πιστοποιητικού αειφορίας για όλα τα προϊόντα (βιοκαύσιμα και πρώτες ύλες) τα οποία χαρακτηρίζονται ως ενεργειακά.

Τέλος τα βιοκαύσιμα 2^{ης} γενιάς παρουσιάζουν ευνοϊκότερα χαρακτηριστικά σε σχέση με τα ήδη καθιερωμένα και η πολιτεία οφείλει να υποστηρίξει συστηματικά την παρουσία τους στην ελληνική αγορά βιοκαυσίμων.

3.2 Αξιολόγηση Προοπτικών Αειφόρου Ανάπτυξης Καυσίμων Μεταφορών

3.2.1 Αξιολόγηση δυνατότητας συγχώνευσης βιοκαυσίμων στο ενεργειακό ισοζύγιο μεταφορών

Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 1.4.4, εξαιτίας των καθυστερήσεων που παρατηρήθηκαν στην εισαγωγή των βιοκαυσίμων στην εγχώρια αγορά, η Ελλάδα οφείλει σήμερα να καλύψει σημαντικό έδαφος σε σχέση με άλλους κοινοτικούς εταίρους (Γερμανία, Ισπανία κ.α.) σε θέματα τόσο παραγωγής όσο και αξιοποίησης των βιοκαυσίμων. Δεδομένης της αδυναμίας παραγωγής βιοαιθανόλης δε, το ενδεχόμενο μελλοντικών εισαγωγών βιοκαυσίμων παραμένει ανοιχτό. Μέχρι σήμερα η εισαγωγή των βιοκαυσίμων στην ελληνική αγορά πραγματοποιήθηκε με την παραγωγή μεθυλεστέρων φυτικών ελαίων (βιοντίζελ) για χρήση σε κινητήρες ντίζελ. Τα προϊόντα αυτά γνωρίζουν ιδιαίτερη ανάπτυξη σε όλα τα Ευρωπαϊκά κράτη λόγω του χαμηλότερου κόστους και της ευκολίας παραγωγής τους σε σχέση με τ' αντίστοιχα των βενζινοκινητήρων (βιοαιθανόλη κ.α.) και κατέχουν το συντριπτικό μερίδιο της Ευρωπαϊκής αγοράς βιοκαυσίμων.

Σύμφωνα με τα δεδομένα που περιέχει ο Πίνακας 1-6 για την κάλυψη των στόχων του 2010 θα απαιτηθούν περίπου 410 ktons βιοαιθανόλης και 148 ktons βιοντίζελ, με την υπόθεση ότι αντικαθίσταται το 5,75% του ενεργειακού περιεχομένου της βενζίνης με βιοαιθανόλη και του ντίζελ με βιοντίζελ. Η υποκατάσταση της βενζίνης με βιοαιθανόλη σε πρώτο στάδιο και ίσως στη συνέχεια με ETBE (ο οποίος μπορεί να αναμιχθεί σε μεγαλύτερο ποσοστό στη βενζίνη χωρίς να αλλοιώνει τις προδιαγραφές που απαιτούνται για τάση ατμών του μίγματος ή ψυχρή εκκίνηση) δεν φαίνεται να επιτυγχάνεται άμεσα τουλάχιστον με εγχώρια παραγόμενες ποσότητες. Αυτό γιατί οι απαιτούμενες υποδομές και κυρίως η μετατροπή των μονάδων παραγωγής ζάχαρης σε μονάδες παραγωγής βιοαιθανόλης δεν είναι ακόμα ούτε καν στο στάδιο του σχεδιασμού. Για να ανταποκριθεί λοιπόν η Ελλάδα στις απαιτήσεις που παρουσιάστηκαν θα πρέπει είτε να προβεί σε εισαγωγές και παραγωγή βιοκαυσίμων που υποκαθιστούν τη βενζίνη όπως βιοαιθανόλη. Εναλλακτικά η χώρα θα μπορεί να είναι σύμφωνη με τις κοινοτικές απαιτήσεις αν υποκαταστήσει μεγαλύτερα ποσοστά πετρελαίου κίνησης ώστε να καλυφθεί το έλλειμμα βιοκαυσίμων στη βενζίνη, πρακτική η οποία συμβαδίζει πλήρως με τα όσα προβλέπει η Ευρωπαϊκή νομοθεσία. Το κόστος εισαγωγής της βιοαιθανόλης είναι σχετικά υψηλό ενώ η καλλιέργεια των απαιτούμενων πρώτων υλών ακόμα βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο. Ως εκ τούτου έως το 2010 αναμένεται να αντικατασταθεί ποσοστό της βενζίνης από βιοκαύσιμα πολύ μικρότερο του προβλεπόμενου 5,75%. Έτσι εκτιμάται ότι η ανάγκη βιοκαυσίμων, υποκατάστατων του πετρελαίου κίνησης στην πραγματικότητα θα ξεπεράσει κατά πολύ το 5,75% το παραγόμενου ντίζελ κίνησης.

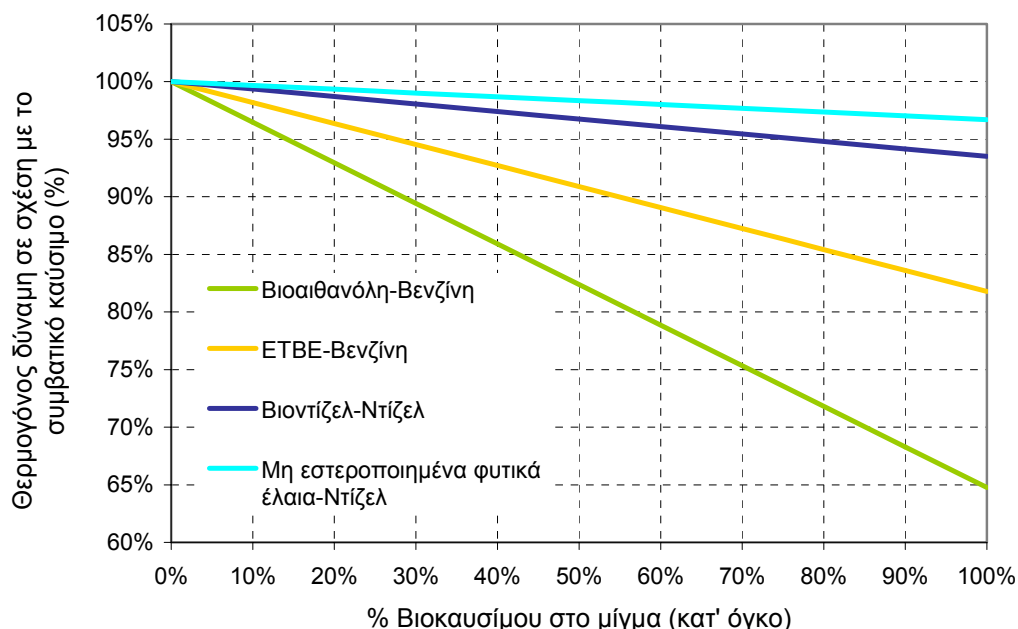
Εκτός όμως από το αυξημένο κόστος εισαγωγής και την διαφαινόμενη αδυναμία εγχώριας παραγωγής υπάρχουν και αρκετοί ακόμα τεχνικοί και οικονομικοί λόγοι για τους οποίους η Ελλάδα πρέπει να στηρίξει τη χρήση υποκατάστατων του πετρελαίου

έναντι της βενζίνης. Βασικός εξ αυτών είναι το γεγονός ότι η Ελλάδα όπως παρουσιάζεται και στα στοιχεία του Πίνακα I-17 του παραρτήματος είναι ελλειμματική σε ντίζελ και πλεονασματική σε βενζίνη. Η εικόνα αυτή οφείλεται κυρίως στις αυξημένες ανάγκες σε ντίζελ θέρμανσης οι οποίες ξεπερνούν αυτές του ντίζελ κίνησης. Σύμφωνα με τα στοιχεία αυτά το 2005 στην Ελλάδα εισήχθησαν 3.757 ktoe εξήχθησαν 1.480 ktoe ντίζελ (θέρμανσης και κίνησης) οδηγώντας σε ένα έλλειμμα 2.277 ktoe. Τα αντίστοιχα δεδομένα για τις εισαγωγές-εξαγωγές βενζίνης φανερώνουν ένα σχεδόν ισοσκελισμένο ισοζύγιο. Μέρος του προβλήματος αυτού μπορεί να ξεπεραστεί σε βάθος χρόνου με την εισαγωγή του φυσικού αερίου ως καύσιμο θέρμανσης. Όμως μια πιθανή μελλοντική απελευθέρωση της πετρελαιοκίνησης στα δύο μεγάλα αστικά κέντρα θα επιδεινώσει το πρόβλημα αναιρώντας το όφελος αυτό. Η κατάσταση αυτή έχει ως αποτέλεσμα την πραγματοποίηση εισαγωγών για την κάλυψη των αναγκών ντίζελ (κυρίως θέρμανσης) και την εξαγωγή των πλεονασμάτων βενζίνης στο εξωτερικό η οποία αναμένεται να συνεχιστεί και στο άμεσο μέλλον. Κάθε τόνος βενζίνης που υποκαθίσταται με βιοκαύσιμα προστίθεται στο πλεόνασμα βενζίνης και κάθε τόνος υποκατάστατου που προστίθεται στο ντίζελ κίνησης αφαιρείται αντίστοιχα από τις εισαγόμενες ποσότητες. Θεωρείται ότι είναι προς το συμφέρον της χώρας το ισοζύγιο των παραγόμενων καυσίμων να είναι κατά το δυνατό ισοσκελισμένο ώστε να αποφεύγονται διαδικασίες εισαγωγών-εξαγωγών μεταφορών κτλ. Επίσης εν όψει μιας επικείμενης απελευθέρωσης του ντίζελ η ανισορροπία αυτή θα δημιουργήσει ακόμα μεγαλύτερες ανάγκες εισαγωγών ντίζελ. Υπό την οπτική αυτή η υποκατάσταση του ντίζελ με βιοκαύσιμα θεωρείται ευνοϊκή ενώ η υποκατάσταση της βενζίνης προβληματική.

Μια δεύτερη παρατήρηση έχει να κάνει με τα φυσικά χαρακτηριστικά των καυσίμων και το πως αυτά μπορούν να επιδράσουν στα οχήματα του στόλου. Στην Εικόνα 3-4 παρουσιάζεται η μεταβολή του ενεργειακού περιεχομένου ενός μίγματος συμβατικού καυσίμου-βιοκαυσίμου συναρτήσει της κατ' όγκο περιεκτικότητας σε βιοκαύσιμο. Όπως γίνεται αντιληπτό τα υποκατάστατα του ντίζελ όταν βρίσκονται σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις στο καύσιμο (<20% κ.ο.) οδηγούν σε μειώσεις του ενεργειακού περιεχομένου της τάξης του 1-2%. Αντίθετα τα υποκατάστατα βενζίνης σε ποσοστά 10% κ.ο. οδηγούν σε θερμογόνους δυνάμεις 2,3% (ETBE) και 3,2% (αιθανόλη) χαμηλότερες από αυτή της συμβατικής βενζίνης. Τα οχήματα τα οποία δεν είναι ρυθμισμένα ώστε να αντιλαμβάνονται τέτοιες μεταβολές στην ποιότητα του καυσίμου αναμένεται να παρουσιάσουν αντίστοιχες μειώσεις της αποδιδόμενης ισχύος αλλά και αυξήσεις της κατανάλωσης καυσίμου. Το αντεπιχείρημα της αύξησης του αριθμού οκτανίου του μίγματος βιοκαυσίμου-βενζίνης που αντιπαραβάλλεται στα παραπάνω προβλήματα δεν αναιρεί την προβλεπόμενη επιδείνωση της κατανάλωσης καθώς τα περισσότερα οχήματα του στόλου δεν διαθέτουν μηχανισμούς αξιοποίησης καυσίμων υψηλού αριθμού οκτανίου. Τέλος πρέπει να υπογραμμιστεί ότι τα συστήματα τροφοδοσίας καυσίμου των οχημάτων πραγματοποιούν τη ρύθμιση της παροχής καυσίμου ογκομετρικά και όχι σύμφωνα με τη μάζα. Ως εκ τούτου η πλήρης αξιολόγηση των επιπτώσεων της χρήσης των βιοκαυσίμων πρέπει να πραγματοποιείται με όρους όγκου και όχι μαζών.

Τέλος όπως προαναφέρθηκε, η χρήση υποκατάστατων βενζίνης αυξάνει σημαντικά τις συνολικές απαιτούμενες ποσότητες βιοκαυσίμων σε απόλυτα μεγέθη (βλ. Εικόνα 1-15 παράγραφος 1.3.4). Παρά την πρόσφατη άνοδο στις τιμές των πρώτων υλών, η

τιμή του των υποκατάστατων του ντίζελ είναι συγκρίσιμη αυτών της βενζίνης ανά μονάδα όγκου ενώ παραμένει χαμηλότερη ανά μονάδα περιεχόμενης ενέργειας. Η επιβολή φόρου στα βιοκαύσιμα θα αυξήσει κι άλλο την ψαλίδα της διαφοράς. Όσο λοιπόν ενισχύεται η συμμετοχή της βιοαιθανόλης, γίνεται χρήση ολοένα μεγαλύτερων ποσοτήτων ενός καυσίμου του οποίου το ενεργειακό περιεχόμενο είναι ακριβότερο. Είναι αντιληπτό το αποτέλεσμα που θα έχει μια τέτοια πρακτική στο κόστος των καυσίμων κίνησης, τα οποία θα πρέπει να επιβαρυνθούν με το επιπλέον κόστος των υποκατάστατων βενζίνης. Η χρήση συνεπώς μεγαλύτερων ποσοτήτων βιοκαυσίμων στο ντίζελ σε σχέση με τη βενζίνη θα διατηρήσει χαμηλότερα τις τιμές των καυσίμων, με ότι αυτό συνεπάγεται για την οικονομία της χώρας, αλλά θα αποτρέψει και την αύξηση του λειτουργικού κόστους των οχημάτων.



Εικόνα 3-4: Μεταβολή ενεργειακού περιεχομένου του καυσίμου με την προσθήκη βιοκαυσίμου

Η κάλυψη όλων των αναγκών σε βιοκαύσιμα μέσω του ντίζελ κίνησης θα οδηγούσε όπως παρουσιάστηκε στο πρώτο κεφάλαιο σε συγκεντρώσεις βιοκαυσίμου της τάξης του 18%. Οι υπάρχουσες εγκαταστάσεις έχουν αρκετή δυναμικότητα για να καλύψουν το ενδεχόμενο μιας τέτοιας ζήτησης. Το ποσοστό αυτό βέβαια είναι αρκετά αυξημένο σε σχέση με το αποδεκτό από τους κατασκευαστές αν και υπάρχουν οχήματα ειδικότερα παλαιότερης τεχνολογίας τα οποία θα μπορούσαν να λειτουργήσουν με βιοντίζελ ή και ειδικώς επεξεργασμένα φυτικά έλαια σε αυτές τις συγκεντρώσεις χωρίς προβλήματα. Η εισαγωγή εντούτοις βιοκαυσίμων στο ντίζελ κίνησης της αγοράς σε τόσο μεγάλες συγκεντρώσεις δημιουργεί σε κάθε περίπτωση θέματα αξιοπιστίας κινητήρων και ιδιαίτερα τμημάτων του συστήματος έγχυσης οχημάτων τεχνολογίας common rail. Η ανάπτυξη δεσμευμένων στόλων οι οποίοι θα τροποποιηθούν ώστε να χρησιμοποιούν μίγματα με 20% βιοκαύσιμο μπορεί να προσφέρει μια πολύ αποτελεσματική διέξοδο στην κατεύθυνση αυτή. Τα οχήματα δεσμευμένου στόλου λόγω της ομοιομορφίας

κατασκευής και χρήσης αλλά και του γεγονότος ότι είναι ελεγχόμενα μπορούν απευθείας ή έπειτα από ειδική προσαρμογή να κινηθούν με μίγματα βιοκαυσίμων-ντίζελ συγκεντρώσεων 20% κ.ο. και μεγαλύτερων χωρίς επιπτώσεις στην απόδοση και τις εκπομπές ρύπων. Τέτοιοι ελεγχόμενοι στόλοι είναι τα μέσα μαζικής μεταφοράς, στόλοι βαρέων οχημάτων μεταφορών, βοηθητικά οχήματα χωματοουργικών και άλλων εργασιών κτλ. Φυσικά είναι δύσκολο να επιτευχθεί πλήρης κάλυψη των στόχων μόνο μέσω υποκατάστατων του ντίζελ, όμως με συντονισμένη χρήση βιοκαυσίμων και στα δυο καύσιμα η χώρα αυξάνει τις πιθανότητες να φέρει σε πέρας τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης ενώ αποκτά ένα δυναμικό και ανταγωνιστικό υπόβαθρο στα βιοκαύσιμα.

Όσον αφορά στην δυνατότητα ενσωμάτωσης βιοκαυσίμων στο ενεργειακό ισοζύγιο των λοιπών (εκτός των οδικών) μεταφορών, πρέπει κατ αρχήν να αποδεχτούμε ότι η υποκατάσταση των αεροπορικών καυσίμων με μίγματα που να περιέχουν και βιοκαύσιμα είναι για την ώρα μια πολύπλοκη διαδικασία που μόλις τους τελευταίους μήνες έχει αρχίσει να εφαρμόζεται πειραματικά από κατασκευαστές αεροσκαφών όπως η Airbus και η Boeing. Μάλιστα στις παραπάνω περιπτώσεις τα ανανεώσιμα καύσιμα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν βιοκαύσιμα 2^{ης} γενιάς καθώς οι προδιαγραφές για τις κηροζίνες είναι τέτοιες που δεν είναι δυνατόν τα διαδεδομένα βιοκαύσιμα 1ης γενιάς (βιοαιθανόλη, βιοντίζελ) να υποκαταστήσουν με ασφάλεια τα ορυκτά καύσιμα.

Επιπλέον μέχρι τώρα σε ορισμένες ειδικές ποικιλίες-ποιότητες ντίζελ (στρατού, ΔΕΗ κ.α.) δεν γινόταν ανάμιξη βιοντίζελ κυρίως λόγω περιορισμών σε προδιαγραφές όπως το CFPP ή το σημείο ροής. Το καθεστώς αυτό δεν αναμένεται να αλλάξει μέσα στο 2008.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση αναγνωρίζει ότι θα είναι πολύ δύσκολο αν όχι αδύνατο να επιτευχθεί ο στόχος της υποκατάστασης του ενεργειακού περιεχομένου των καυσίμων μεταφορών από βιοκαύσιμα και αυτό υποστηρίζεται και από το γεγονός της μη επίτευξης του ενδιάμεσου στόχου του 2% που είχε τεθεί για το 2005. Ο πιο ασφαλής και αποδοτικός μηχανισμός ώστε να δημιουργηθούν οι βέλτιστες συνθήκες για την επίτευξη του στόχου είναι να καταστεί υποχρεωτική για κάθε κράτος μέλος η υποκατάσταση αυτού του ποσοστού και αυτή η διαδικασία να ενσωματωθεί στις προδιαγραφές των καυσίμων που παράγουν και εμπορεύονται οι διάφοροι προμηθευτές καυσίμων (με κύριους διανομείς τα διυλιστήρια). Συμπερασματικά φαίνεται ότι η συγχώνευση βιοκαυσίμων στο ενεργειακό ισοζύγιο δεν είναι μία απλή διαδικασία και περιέχει πολλούς παράγοντες που έχουν να κάνουν με τις ιδιαιτερότητες της κάθε χώρας αλλά και με την υφιστάμενη νομοθεσία η οποία μάλιστα βρίσκεται ακόμη σε εξέλιξη και αναθεώρηση. Η Ελληνική πολιτεία οφείλει να επιταχύνει τις διαδικασίες ενσωμάτωσης των βιοκαυσίμων χαράσσοντας συγκεκριμένα μακροχρόνια στρατηγική και ενισχύοντας και διευρύνοντας το υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο.

3.2.2 Συνέπειες καλλιεργειών βιομάζας για παραγωγή βιοκαυσίμων

Η αυξημένη συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο Ευρωπαϊκό και στο εθνικό ενεργειακό ισοζύγιο καθίσταται αναγκαία προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις και να αυξηθεί η ενεργειακή αυτοδυναμία και ασφάλεια. Η βιομάζα έχει το δυναμικό να συνεισφέρει σημαντικά στο εγχώριο ενεργειακό ισοζύγιο. Παρόλα αυτά η αυξημένη χρήση γεωργικής και δασικής καλλιεργούμενης βιομάζας για

εφαρμογές ενεργειακής αξιοποίησης, θέτει το ενδεχόμενο δημιουργίας ανταγωνιστικών καλλιεργειών ως προς τα παραδοσιακά δασικά και αγροτικά είδη (ΕΕΑ, 2006). Τέτοιου είδους ανταγωνισμός, δεδομένου ότι οι καλλιεργούμενες εκτάσεις είναι πεπερασμένες, μπορεί να οδηγήσει σε μη ελεγχόμενη αντικατάσταση υφισταμένων καλλιεργειών με συγκεκριμένες εντατικές μονοκαλλιέργειες παραγωγής ενεργειακών προϊόντων.

Συνέπειες μιας τέτοιας εξέλιξης θα ήταν η διατάραξη της ισορροπίας των τοπικών οικοσυστημάτων και της βιο-ποικιλότητας, καθώς συνεπάγονται αντικατάσταση και εξάλειψη των παραδοσιακών καλλιεργειών, υποβάθμιση της ποιότητας των εδαφών λόγω της υπέρμετρης χρήσης φυσικών πόρων, και αυξημένη παραγωγή ανεπιθύμητων προϊόντων (ρύπων, επιβλαβών παραπροϊόντων).

Ο κύκλος ζωής των βιοκαυσίμων αρχίζει από το στάδιο της καλλιέργειας και ολοκληρώνεται κατά το στάδιο της τελικής χρήσης όπως παρουσιάστηκε σχηματικά παραπάνω (Εικόνα 3-1). Ιδιαίτερη σημασία κατά την ανάλυση κύκλου ζωής έχουν τα στάδια της καλλιέργειας και της συγκομιδής της πρώτης ύλης, καθώς υπάρχουν σημαντικές εισροές προϊόντων και εκροές παραγώγων. Η αναζήτηση υψηλών αποδόσεων έχει ως συνέπεια την εντατικοποιημένη κατανάλωση ενέργειας, φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, την εξάντληση των υδάτινων και εδαφικών πόρων και την αυξημένη ρύπανση.

Κατανάλωση ενέργειας

Η κατανάλωση ενέργειας στο στάδιο της καλλιέργειας και της συγκομιδής είναι σημαντική. Σε ότι αφορά το στάδιο της καλλιέργειας, ενέργεια καταναλώνεται για το όργωμα και το ράντισμα, για την κίνηση γεωργικών μηχανημάτων, την άντληση υδάτων και τη λειτουργία των αρδευτικών συστημάτων. Κατά τη συγκομιδή ενέργεια καταναλώνεται για την κίνηση και λειτουργία των μηχανημάτων διαχωρισμού και συλλογής των προϊόντων. Η διεκπεραίωση των παραπάνω εργασιών απαιτεί την κατανάλωση ενέργειας η οποία μπορεί άμεσα να εκτιμηθεί διότι προέρχεται από την καταναλισκόμενη ποσότητα ορυκτών καυσίμων.

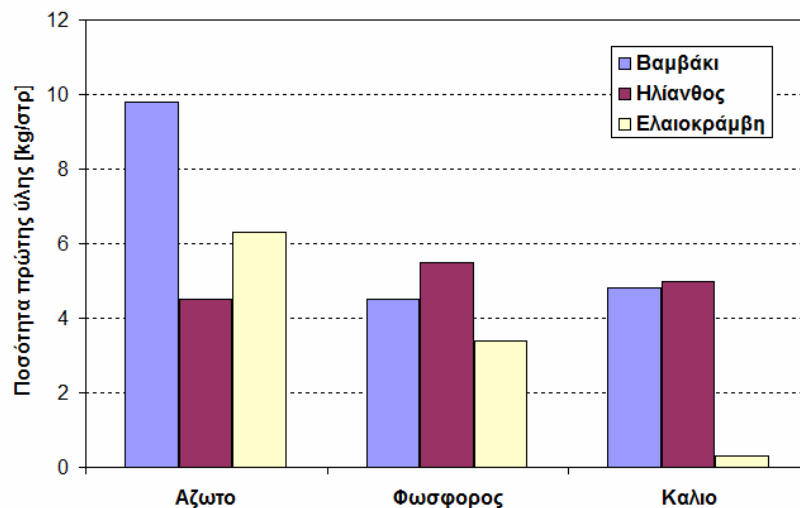
Έμμεση κατανάλωση ενέργειας προκύπτει από τη χρήση βιομηχανικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, η παραγωγή των οποίων έχει επίσης ενεργειακό κόστος. Στην περίπτωση αυτή η ενέργεια καταναλώνεται στις μονάδες παραγωγής των βιομηχανικών προϊόντων και όχι κατά την καλλιεργητική διαδικασία.

Η κατανάλωση ενέργειας είναι διαφορετική για κάθε καλλιέργεια και παρουσιάζει γεωγραφική εξάρτηση ανάλογα με τις κλιματικές και εδαφικές συνθήκες. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η άντληση των υδάτων, η οποία καθίσταται ιδιαίτερος ενεργοβόρος στις περιπτώσεις άντλησης υδάτων από μεγάλα βάθη.

Χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων

Η αναζήτηση υψηλών στρεμματικών αποδόσεων έχει προκαλέσει την υιοθέτηση εντατικών ρυθμών εκμετάλλευσης των καλλιεργειών. Η φυσική ικανότητα τους εδάφους για θρεπτική υποστήριξη των καλλιεργούμενων ειδών δεν επαρκεί, και αυτό έχει ως συνέπεια την ανάγκη υποστήριξης με χρήση βιομηχανικών λιπασμάτων. Οι απαιτούμενες ποσότητες βασικών θρεπτικών συστατικών (άζωτο, φώσφορος και κάλιο)

για τρεις συγκεκριμένες καλλιέργειες παρουσιάζονται στην Εικόνα 3-5 (Fontaras G. and Samaras Z. 2008). Η εντατικοποίηση των καλλιεργειών πολλές φορές οδηγεί στην υπέρμετρη χρήση λιπασμάτων με αποτέλεσμα την επιβάρυνση των εδαφών.



Εικόνα 3-5: Απαιτούμενες ποσότητες αζώτου, φωσφόρου και καλίου κατά την παραγωγή

Αναζητείται υψηλή ανθεκτικότητα και αντοχή των φυτών σε ασθένειες και εισβολείς οδηγώντας στη συνεχή χρήση φυτοφαρμάκων. Οι καταναλισκόμενες ποσότητες επιβαρύνουν ενεργειακά τον κύκλο ζωής των προϊόντων όπως προαναφέρθηκε, και προκαλούν ρύπανση των εδαφών και του υδροφόρου ορίζοντα με χημικές ουσίες οι οποίες είναι αδύνατον να βιοαποικοδομηθούν και να απορροφηθούν με φυσικούς μηχανισμούς από το έδαφος.

Υδάτινοι πόροι

Η άρδευση αποτελεί μία από τις βασικότερες παραμέτρους βιωσιμότητας των καλλιεργειών σε περιοχές μεσογειακού κλίματος όπως είναι η Ελλάδα. Κατά τους θερινούς μήνες το κλίμα είναι ξηρό και χαρακτηρίζεται από παρατεταμένες περιόδους ανυδρίας, γεγονός το οποίο καθιστά αναγκαία την άρδευση. Οι ποτιστικές ανάγκες διαφέρουν αρκετά στα διάφορα είδη, φθάνοντας έως και τις ξηρικές καλλιέργειες στις οποίες οι ανάγκες άρδευσης είναι μηδενικές.

Στην περίπτωση καλλιέργειας ειδών για την παραγωγή βιοκαυσίμων, η διακύμανση των αναγκών άρδευσης είναι σημαντική και τα καλλιεργούμενα είδη μπορούν να καλλιεργηθούν είτε ως ποτιστικά είτε ως ξηρικά με σημαντικά στη δεύτερη περίπτωση μειωμένες αποδόσεις. Στην περίπτωση των ενεργειακών φυτών δίνεται η ευκαιρία επιλογής καλλιεργειών υψηλής στρεμματικής απόδοσης και χαμηλών ποτιστικών απαιτήσεων.

Οι ανάγκες άρδευσης καλύπτονται είτε από υπέργειες πηγές (λίμνες, ποτάμια κτλ) είτε από υπόγεια κοιτάσματα νερού. Η διατήρηση της ισορροπίας του οικοσυστήματος επιτυγχάνεται με την ελεγχόμενη χρήση των υδάτινων πόρων, ούτως ώστε να είναι

δυνατή η φυσική αποκατάσταση. Η συσσώρευση καλλιεργειών υδροβόρων φυτών σε περιοχές χωρίς τους απαραίτητους υδατινούς πόρους οδηγεί στην εξάντληση των αποθεμάτων δημιουργώντας μη αναστρέψιμες οικολογικές καταστροφές.

Η εξάντληση των υδατινών πόρων έχει σημαντική επίπτωση στην ποιότητα των εδαφών λόγω πρόκλησης διαβρώσεων και καθιζήσεων, υποβαθμίζοντας το καλλιεργητικό δυναμικό των άλλοτε καλλιεργούμενων εδαφών. Αντίστοιχα η αλόγιστη χρήση των υπέργειων πηγών ύδατος προκαλεί διαταραχές στα τοπικά οικοσυστήματα με άμεσες συνέπειες για μοναδικά είδη χλωρίδας και πανίδας, και η εξάντληση των υπόγειων αποθεμάτων ύδατος προκαλεί τη σταδιακή υποχώρηση του υδροφόρου ορίζοντα, προκαλώντας την εισχώρηση υφάλμυρου νερού στις υπόγειες αποθήκες γλυκού νερού.

Υποβάθμιση εδαφών

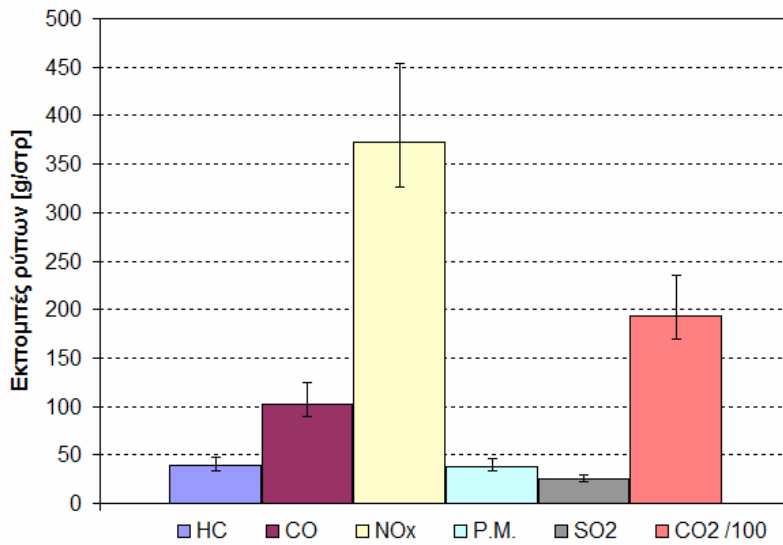
Υποβάθμιση καλείται η μερική ή ολική απώλεια της ιδιότητας του εδάφους να προσφέρει τα απαραίτητα στοιχεία και συστατικά, τα οποία είναι αναγκαία για την ανάπτυξη των φυτικών οργανισμών. Η υποβάθμιση προκαλείται τόσο από διεργασίες της φύσης, συνήθως σε ακραία μορφή (ξηρασίες, τυφώνες, κλπ), όσο και από ανθρωπογενείς δραστηριότητες όπως η υπέρμετρη άντληση υδάτων, οι εντατικές καλλιέργειες κλπ. Στον όρο εμπίπτουν διάφορες μορφές ποιοτικής υποβάθμισης όπως η διάβρωση, η ξηρασία, η συμπίεση, η έλλειψη θρεπτικών ουσιών και η χημική επιβάρυνση (οξίνιση και νιτρούπανση).

Η εδαφική υποβάθμιση συχνά οφείλεται στο συνδυασμό του κλίματος και των εντατικοποιημένων ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Στην περιοχή της Μεσογείου το κλίμα κατά τους θερινούς μήνες είναι ξηρό και χαρακτηρίζεται από παρατεταμένες περιόδους ανυδρίας κατά τη διάρκεια των οποίων πολλές φορές εκδηλώνονται μικρής διάρκειας αλλά μεγάλης έντασης βροχοπτώσεις. Ως αποτέλεσμα αυτού είναι η απώλεια σημαντικού μέρους των θρεπτικών συστατικών του εδάφους και κατά συνέπεια η ξηρασία και διάβρωσή του. Στη φυσική επιβάρυνση προστίθεται και η ανθρώπινη δραστηριότητα των εντατικοποιημένων γεωργικών δραστηριοτήτων οι οποίες προκαλούν τη χημική επιβάρυνση και απομύζηση των θρεπτικών συστατικών.

Εκπομπές αερίων ρύπων

Η εκπομπή αερίων ρύπων κατά την καλλιέργεια και τη συγκομιδή προκύπτει τόσο κατά το στάδιο των γεωργικών εργασιών, και αφορά τη χρήση μηχανημάτων τα οποία καταναλώνουν ορυκτά καύσιμα, όσο και κατά το στάδιο της παραγωγής πρώτων υλών όπως λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, και αφορά την κατανάλωση ενέργειας σε επίπεδο βιομηχανικής παραγωγής.

Σύμφωνα με μελέτη (Fontaras G. and Samaras Z. 2008), η οποία αφορά την εκπομπή αερίων ρύπων από τη χρήση γεωργικών μηχανημάτων και διεξήχθη για διάφορα είδη καλλιεργειών, οι μέσες εκπεμπόμενες ποσότητες για τους ρύπους HC, CO, NOx, PM, SO₂ και CO₂ παρουσιάζουν τη διακύμανση που φαίνεται στην Εικόνα 3-6.



Εικόνα 3-6: Εκπομπές αερίων ρύπων από τη χρήση γεωργικών μηχανημάτων

Ανάλογη εκτίμηση που να αφορά το στάδιο της βιομηχανικής παραγωγή των πρώτων υλών πρέπει να λαμβάνει υπόψη την περιβαλλοντική επιβάρυνση τόσο από τη χρήση ορυκτών καυσίμων, όσο και από τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία με τη σειρά της επιφέρει ατμοσφαιρική ρύπανση.

4 Συμπεράσματα

4.1 Ρύπανση

- Τα Ελληνικά αστικά κέντρα έχουν σημαντικότερα προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης για την οποία οφείλονται κυρίως οι οδικές μεταφορές.
- Η συνεχής αύξηση του αριθμού των οχημάτων επιβαρύνει τις συνολικές εκπομπές αερίων ρύπων και κατ' επέκταση την ποιότητα του αστικού αέρα. Ειδικότερα οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (CO₂) προβλέπεται ότι θα συνεχίσουν να αυξάνονται τα προσεχή έτη. Το γεγονός αυτό αναμένεται να δημιουργήσει σημαντικό πρόβλημα στην Ελλάδα, η οποία ήδη έχει ξεπεράσει τα όρια εκπομπών που προβλέπονται από το πρωτόκολλο του ΚΥΟΤΟ.
- Η σωματιδιακή ρύπανση αποτελεί μείζον πρόβλημα για τα Ελληνικά αστικά κέντρα καθώς συνδέεται με την υποβάθμιση της υγείας των πολιτών. Βασικοί ρυπαντές είναι τα λεωφορεία, τα φορτηγά, τα ταξί και τα δίτροχα οχήματα. Τα επίπεδα σωματιδιακής ρύπανσης πρέπει να περιοριστούν σύμφωνα με τα όσα προβλέπονται από την Ευρωπαϊκή νομοθεσία.
- Η φωτοχημική ρύπανση είναι επίσης αυξημένη με τα οχήματα ντίζελ (λεωφορεία-φορτηγά - ταξί) να αποτελούν τον κύριο ρυπαντή.
- Η πλημμελής συντήρηση, η παλαιότητα του στόλου των οχημάτων καθώς και η απουσία συστηματικών ελέγχων, αποτελούν βασικούς παράγοντες που συντελούν στην αύξηση της ρύπανσης.

4.2 Κατανάλωση Ενέργειας Μεταφορών

- Το 1/3 περίπου της ενέργειας της χώρας δαπανάται στις μεταφορές. Ανάλογη είναι η συμμετοχή των μεταφορών στο ενεργειακό ισοζύγιο της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας.
- Η ετήσια κατανάλωση βενζίνης το 2005 ανήλθε στους 3.888 ktons και του πετρελαίου κίνησης στους 2.423 ktons (Πίνακας Ι-17).
- Η εγχώρια δυναμικότητα παραγωγής βενζίνης και ντίζελ καλύπτει οριακά τις υφιστάμενες ανάγκες σε καύσιμα μεταφορών.
- Η χρήση πετρελαιοκίνητων ΙΧ οχημάτων στα δυο μεγάλα αστικά κέντρα, δεν επιτρέπεται, ωστόσο παρατηρούνται ελλείψεις σε ντίζελ στο ισοζύγιο καυσίμων της Ελλάδας. Βασική αιτία είναι οι μεγάλες ανάγκες σε ντίζελ θέρμανσης. Το έλλειμμα σε ντίζελ που δημιουργείται καλύπτεται με εισαγωγές. Η προώθηση του φυσικού αερίου ως καύσιμο θέρμανσης θα βελτιώσει το πρόβλημα, όμως η ενδεχόμενη απελευθέρωση της πετρελαιοκίνησης θα αναιρέσει το όποιο όφελος.

4.3 Παραγωγή Βιοκαυσίμων

- Δεν υπάρχει κατάλληλος σχεδιασμός για την παραγωγή της βιομάζας που θα καλύψει τις εγχώριες ανάγκες σε βιοκαύσιμα. Σήμερα η πρώτη ύλη προέρχεται

κυρίως από εισαγωγές φυτικών ελαίων από το εξωτερικό επιβαρύνοντας τον αειφορικό χαρακτήρα και την οικονομική βιωσιμότητα του τελικού προϊόντος.

- Οι τεχνολογίες παραγωγής βιοκαυσίμων πρώτης γενιάς είναι ώριμες και αξιόπιστες.
- Τα τελευταία χρόνια έχουν δημιουργηθεί αρκετές μονάδες παραγωγής βιοντίζελ οι οποίες εντοπίζονται κυρίως στην περιφέρεια κεντρικής Μακεδονίας (30% της εγχώριας εγκατεστημένης δυναμικότητας).
- Η γεωγραφική ανισοκατανομή των μονάδων παραγωγής σε σχέση με τους βασικούς αγοραστές (διυλιστήρια) επιβαρύνει την τελική τιμή του προϊόντος, ενώ η απουσία υποδομών μεταφοράς μεγάλων ποσοτήτων βιοκαυσίμων αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα για πιθανές εξαγωγές.
- Δεν υπάρχουν ακόμα εγκαταστάσεις παραγωγής βιοαιθανόλης στην Ελλάδα. Εντούτοις έχει εκφραστεί η πρόθεση των Ελληνικών κυβερνήσεων να δημιουργηθούν δύο τέτοιες μονάδες στο εγγύς μέλλον (εκτός Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας).
- Δεν υπάρχει πλάνο ανάπτυξης τεχνολογιών και προώθησης της παραγωγής βιοκαυσίμων δεύτερης γενιάς, ούτε νομοθετικό πλαίσιο της ενσωμάτωσής τους στην αγορά.

4.4 Αγορά και Κανονισμοί

- Η ενσωμάτωση των βιοκαυσίμων στο εθνικό ενεργειακό ισοζύγιο στερείται μακροχρόνιου σχεδιασμού και στρατηγικής.
- Η Ελληνική νομοθεσία προς το παρόν εξαντλείται σε μέτρα προώθησης του βιοντίζελ στην εγχώρια αγορά καυσίμων. Παραμένει εγκλωβισμένη στην λογική της αποφορολόγησης περιορισμένων ποσοτήτων βιοντίζελ, χωρίς επί της ουσίας να προωθεί την ενσωμάτωση των βιοκαυσίμων στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας με βιώσιμο τρόπο.
- Η Ελληνική νομοθεσία δεν σκιαγραφεί ένα μακροπρόθεσμο πλάνο ανάπτυξης των βιοκαυσίμων και των ενεργειακών καλλιεργειών και δεν διασφαλίζει σε ικανό βάθος χρόνου σταθερό και ευνοϊκό περιβάλλον για τους επενδυτές που θα εισέλθουν στην αγορά βιοκαυσίμων.
- Η αγορά των βιοκαυσίμων στο άμεσο μέλλον δεν είναι εγγυημένη έχοντας υπ' όψιν το γεγονός ότι από το 2008 η αποφορολόγηση θα σταματήσει, και δεν έχουν καταστεί ακόμη σαφείς οι όροι με τους οποίους καλείται να λειτουργήσει. Ειδικότερα όσο διατηρείται το καθεστώς των πωλήσεων σε 2 μόνον αγοραστές (ΕΛΠΕ και Μοτορ Όιλ), δεν είναι σαφές πως μια τόσο περιορισμένη αγορά μπορεί να λειτουργήσει αποδοτικά υπό καθεστώς ελευθέρων τιμών, χωρίς να επηρεαστεί από φαινόμενα αθέμιτου ανταγωνισμού, προσωπικών επιλογών ή ακόμα και διαφθοράς.
- Η Ελλάδα οφείλει να μελετήσει σε βάθος τις εναλλακτικές δυνατότητες προώθησης των βιοκαυσίμων και εκπλήρωσης των απαιτήσεων της κοινοτικής νομοθεσίας. Εκτιμάται ότι έμφαση πρέπει να δοθεί σε βιοκαύσιμα που υποκαθιστούν το ντίζελ κίνησης έναντι βιοκαυσίμων που υποκαθιστούν τη βενζίνη.

- Το βιοντίζελ δεν είναι το μόνο βιοκαύσιμο το οποίο μπορεί να έχει ενδιαφέρον για τη χώρα, αλλά και τα ποσοστά στα οποία διακινείται δεν είναι απαραίτητο να είναι περιορισμένα.
- Συνεχής και ουσιαστικός έλεγχος των καυσίμων και ιδιαίτερα του ντίζελ απαιτείται, για να μπορεί η ενσωμάτωση των βιοκαυσίμων να πραγματοποιηθεί σε αξιόπιστη βάση χωρίς να υπάρχει το ενδεχόμενο βλάβης ή δυσλειτουργίας του κινητήρα.
- Άλλα βιοκαύσιμα όπως φυτικά έλαια και μίγματά τους με ντίζελ, βιοαιθανόλη αλλά και αιθυλεστέρες λιπαρών οξέων, και βιοντίζελ σε ποσοστά υψηλότερα του 5,75% χρησιμοποιούνται ήδη σε άλλα Ευρωπαϊκά κράτη.
- Τέλος δεν έχουν προβλεφθεί οι απαραίτητοι μηχανισμοί ώστε να μπορούν να εισαχθούν εναλλακτικά βιοκαύσιμα στην Ελληνική αγορά καυσίμων και δεν υπάρχουν τα αναγκαία πρότυπα για να πραγματοποιηθεί αυτό.

4.5 Αειφορία

- Για να εξασφαλίζεται ο αειφορικός χαρακτήρας των βιοκαυσίμων οφείλουν να λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω παράμετροι:
 1. **Ο γεωργικός άξονας αειφορίας συμπεριλαμβάνει:**
 - την επιλογή των καταλληλότερων ενεργειακών καλλιεργειών βάσει των εκάστοτε εδαφοκλιματικών συνθηκών,
 - την ορθολογική και περιβαλλοντικά βιώσιμη άρδευση – χρήση υδάτινων πόρων,
 - την επαρκή, περιβαλλοντικά φιλική και όχι καταχρηστική εφαρμογή λίπανσης-φυτοπροστασίας,
 - την εφαρμογή βέλτιστων τεχνικών σποράς και συγκομιδής.
 2. **Ο μεταποιητικός άξονας περιλαμβάνει:**
 - την εξαγωγή ελαίων ή σακχάρων από τις πρώτες ύλες,
 - τη χημική ή ενζυματική μετατροπή για την παραγωγή βιοκαυσίμων,
 - τη διαχείριση των παραπροϊόντων (γλυκερίνη, χρησιμοποιημένο νερό κτλ),
 - τη χρήση πρόσθετων χημικών βελτιωτικών συστατικών.
 3. **Μεταφορές και διάθεση**
 - διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας βιομάζας και βιοκαυσίμων,
 - ανάμειξη με συμβατικά καύσιμα.
- Σήμερα δεν υπάρχουν οργανωμένα συστήματα αξιολόγησης του αειφορικού χαρακτήρα των παραγόμενων βιοκαυσίμων.
- Τέλος τα βιοκαύσιμα που παράγονται αυτή τη στιγμή στην Ελλάδα παρουσιάζουν περιορισμένο αειφορικό χαρακτήρα ειδικότερα όταν προέρχονται από ποτιστικές και ενεργοβόρες καλλιέργειες.

5 Προτάσεις ενίσχυσης αγοράς βιοκαυσίμων και διασφάλισης αειφορίας

5.1 Ενεργειακή και Περιβαλλοντική Πολιτική

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τις παραπάνω παρατηρήσεις προτείνεται η υιοθέτηση των ακόλουθων δράσεων από μεριάς πολιτείας και λοιπών θεσμικών φορέων:

- Δημιουργία και υιοθέτηση μακροπρόθεσμης εθνικής στρατηγικής ανάπτυξης και επέκτασης των βιοκαυσίμων στη χώρα, ύστερα από μελέτη των ιδιαιτεροτήτων και των χαρακτηριστικών της εγχώριας αγροτικής παραγωγής και αγοράς καυσίμων. Συγκεκριμένα προτείνεται η οριστικοποίηση συγκεκριμένων στόχων αναφορικά με τα ποσοστά υποκατάστασης των ορυκτών καυσίμων των μεταφορών από βιοκαύσιμα αλλά και των χρήσεων της γης για παραγωγή ενεργειακών προϊόντων.
- Θεσμοθέτηση μηχανισμών ελέγχου και έγκρισης για το σύνολο των βιοκαυσίμων και όχι μόνο για το βιοντίζελ, και πραγματοποίηση δράσεων ώστε να ενισχυθεί η άμεση προώθηση εναλλακτικών καυσίμων στην αγορά σύννομα εξασφαλίζοντας το συμφέρον του καταναλωτή. Οφείλει να διασφαλιστεί η πρόσβαση στο δίκτυο διακίνησης καυσίμων.
- Δημιουργία μηχανισμών κοστολόγησης άνθρακα στα καύσιμα των μεταφορών. Πέραν των τεχνικών δυνατοτήτων χρήσης των διαφόρων βιοκαυσίμων, οφείλουν να ελέγχονται και να αξιολογούνται και τα χαρακτηριστικά αειφορίας τους.
- Χρήση του μέγιστου δυνατού ποσοστού βιοκαυσίμων, για αρχή στο ντίζελ κίνησης και κατόπιν στη βενζίνη που κυκλοφορεί στην αγορά, μέσα από διαφανείς και ισότιμες διαδικασίες εμπορίας και πώλησης. Στα πλαίσια της κίνησης αυτής πρέπει να εξεταστεί σε συνεργασία με όλους του εμπλεκόμενους φορείς κατά πόσο οι κοινοτικοί στόχοι μπορούν να επιτευχθούν με ίση υποκατάσταση βενζίνης –ντίζελ ή συμφέρει περισσότερο τη χώρα (περιβαλλοντικά και οικονομικά), να δοθεί έμφαση στα υποκατάστατα του ντίζελ μόνο.
- Δημιουργία νομοθετικού πλαισίου υπέρ της δυνατότητας ελεύθερης χρήσης των βιοκαυσίμων από τους καταναλωτές ανεξαρτήτως ποσοστού εφόσον αυτοί το επιθυμούν.
- Εξασφάλιση σταθερού περιβάλλοντος και κανόνων λειτουργίας της αγοράς για ικανό χρονικό διάστημα ώστε να ευνοηθούν επενδύσεις σε υποδομές παραγωγής αλλά και σε αγροτική επιχειρηματικότητα.
- Προώθηση μέτρων εισαγωγής των βιοκαυσίμων σε ποσοστά υψηλότερα του 5,75% σε δεσμευμένους στόλους οχημάτων (απορριμματοφόρα, αστικά λεωφορεία, ΚΤΕΛ κτλ).
- Ανάπτυξη προδιαγραφών για τα βιοκαύσιμα που παράγονται στην Ελλάδα σύμφωνα με το συμφέρον και τις ιδιαιτερότητες της χώρας και πάντα σε συνεργασία με αντίστοιχους φορείς του εξωτερικού. Η υφιστάμενη νομοθεσία δεν εξασφαλίζει επί της ουσίας το θεσμικό πλαίσιο κυκλοφορίας βιοκαυσίμων πλην του βιοντίζελ στην Ελληνική αγορά.

- Ανάπτυξη βάσης δεδομένων του ΥΜΕΤ με τα οχήματα τα οποία διατίθενται στην Ελληνική αγορά, στην οποία θα καταγράφονται τα ενεργειακά τους χαρακτηριστικά και θα παρέχονται δημόσια πληροφορίες σχετικές με την ικανότητά τους να χρησιμοποιήσουν αυξημένο ποσοστό βιοκαυσίμων για την κίνησή τους.
- Εντατικοποίηση των ελέγχων καυσαερίου σε υψηλούς ρυπαντές (δίτροχα, βαρέα οχήματα, παλαιάς τεχνολογίας επιβατηγά) και υιοθέτηση αυστηρότερων προδιαγραφών εκπομπών. Επέκταση του μέτρου των ΚΤΕΟ και της κάρτας ελέγχου καυσαερίου στο σύνολο των οχημάτων που κυκλοφορούν στα αστικά κέντρα.
- Διαχείριση και αξιοποίηση των παραπροϊόντων που παράγονται στο σύνολο του κύκλου ζωής ενός βιοκαυσίμου (γλυκερίνη, στελέχη φυτών κτλ).
- Εισαγωγή θεσμικών μέτρων τα οποία θα διευκολύνουν την εισαγωγή και εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογιών στην κατεύθυνση της παραγωγής των βιοκαυσίμων και ιδιαιτέρως των βιοκαυσίμων 2^{ης} γενιάς.
- Συγκέντρωση της συσσωρευμένης γνώσης από επιστημονικά προγράμματα αξιολόγησης βιοκαυσίμων και ενεργειακών καλλιεργειών που έχουν πραγματοποιηθεί στην Ελλάδα, αξιοποιώντας τα συμπεράσματά τους υποβοηθώντας στη στοχοθετημένη συνέχισή τους.

5.2 Διαμόρφωση Συνείδησης

- Ενίσχυση των κινήτρων για την υιοθέτηση-ανάπτυξη νέων τεχνολογιών ενίσχυσης της οικονομίας καυσίμου οχημάτων, και περιορισμού του μη ανανεώσιμου άνθρακα στα καύσιμα (πχ απαλλαγή από τέλη κυκλοφορίας, περιορισμούς δακτυλίου, διευκόλυνση στάθμευσης σε επιλεγμένα σημεία κτλ)
- Σύνδεση των τελών κυκλοφορίας οχημάτων με την ενεργειακή απόδοση του οχήματος παρέχοντας έτσι επιπλέον κίνητρα για την διεύρυνση των στόλων χαμηλής κατανάλωσης ή των οχημάτων με δυνατότητες χρήσεις εναλλακτικών καυσίμων.
- Ενημέρωση, υποστήριξη και συντονισμός των καλλιεργητών ως προς τις δυνατότητες και προοπτικές επιλογής κατάλληλων καλλιεργειών. Η διατήρηση της γεωργικής δραστηριότητας είναι ζήτημα ζωτικής σημασίας για την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη της περιφέρειας.
- Πιλοτικά προγράμματα χρήσης βιοκαυσίμων σε υψηλά ποσοστά από ναυλωμένους στόλους (απορριματοφόρα, αστικά λεωφορεία, ταξί κτλ).
- Χρήση αυξημένων ποσοστών βιοκαυσίμων από τα δημόσια μέσα μαζικής μεταφοράς όπως συμβαίνει σε άλλες χώρες της ΕΕ.
- Προώθηση του δημόσιου διαλόγου σε θέματα βιοκαυσίμων και αειφορίας των μεταφορών καθώς και ανάπτυξης της εγχώριας αγοράς.

6 Βιβλιογραφία

- Ahlvik, P., 2001. "Swedish Experiences from Low Emission City Buses: Impact on Health and Environment", US DOE, 7th Diesel Emissions Reduction Workshop (DEER), Portsmouth, VA, August 2001, <http://www.osti.gov/fcvt/deer2001/ahlvik.pdf>
- Ayala, A., N.Y. Kado, R. Okamoto, B.A. Holmén, P.A. Kuzmicky, R. Kobayashi and K.E. Stiglitz, 2002b. "Diesel and CNG Heavy-duty Transit Bus Emissions over Multiple Driving Schedules: Regulated Pollutants and Project Overview", SAE Technical Paper 2002-01-1722, <http://www.arb.ca.gov/research/cng-diesel/sae02.pdf>
- Christodoulou, P., Hellenic Sugar Industry is searching for a "light at the end of the tunnel", Sugar Industry, 131 (7), 2006
- CONCAWE, EUCAR, European Commission Joint Research Center, Well to Wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context, WELL-to-WHEELS Report Version 1c, March 2007, Available at: <http://ies.jrc.cec.eu.int/wtw.html>
- Centre of Renewable Energy Sources (CRES), "Biomass resources for pellets in Greece". In proceedings of Bionorm II: "Prenormative research on solid biofuels for improved European standards, Athens, 2007
- CSIRO, "Comparison of Transport Fuels", CSIRO report EV45A/2/F3C to the Australian Greenhouse Office, 2001
- Daskalaki P., Voudouris K., Groundwater quality of porous aquifers in Greece: a synoptic review, Environmental Geology , DOI 10.1007/s00254-007-0843-2, 2007
- Delucchi M., Lifecycle Analyses of Biofuels, Institute of Transportation Studies University of California, Davis One Shields Avenue Davis, CA 95616 May, 2006
- Dieselnet: <http://www.dieselnet.com/>
- Elsayed M. A., Matthews R, Mortimer N. D., Carbon and energy balances for a range of biofuels options. Project No. B/B6/00784/REP URN 03/836. Project carried out as part of the DTI Sustainable Energy Programme, 2003, <http://www.dti.gov.uk/>
- European Commission (EC): Biofuels in the European Union. A vision for 2030 and beyond, KI-NA-22066-EN-C, 2006.
- European Environment Agency (EEA), "How much bioenergy can Europe produce without harming the environment?", Report No7/2006, 2006
- European Environmental Agency (EEA) "Transport and environment: on the way to a new common transport policy", Report No 1/2007, 2007
- Farrell A. E., Plevin R. J., Turner B. T., Jones A. D., O'Hare M., Kammen D. M., "Ethanol Can Contribute To Energy and Environmental Goals," Science 311: 506-508, 2006

- Fleming, J. S. Habibi S., MacLean, H. L. "Investigating the Sustainability of Lignocellulosic-Derived Fuels for Light-Duty Vehicles," Transportation Research D11: 146-159, 2006
- Fontaras, G., Samaras, Z., et al. (2007a) Experimental evaluation of cottonseed oil-diesel blends as automotive fuels via vehicle and engine measurements. 8th International Conference on Engines for Automobile. Naples, 2007
- Fontaras G., Tzamkiozis T., Hatziemmanouil E. and Samaras Z., (2007b) Experimental Study on the Potential Application of Cottonseed Oil-Diesel Blends as Fuels for Automotive Diesel Engines, Trans IChemE, Part B, Process Safety and Environmental Protection, 2007, 85(B5): 396–403
- Fontaras G. and Samaras Z., "Experimental Evaluation of Various Biofuel-Diesel Blends as Diesel Engine Fuels, Presentation at the Transport Research Arena Europe: 2008", Ljubljana Slovenia April 2008
- Hammerschlag R., "Ethanol's Energy Return on Investment: A Survey of the Literature 1990 - present/' Environmental Science and Technology 40:1744-1750, 2006
- International Energy Agency (IEA), Biofuels for Transport, Organization for Economic Cooperation and Development, Paris, France, 2004
- International Energy Agency (IEA), Energy policies of IEA countries – Greece, 2006
- Kaltschmitt M., Reinhardt G. A., Stelzer T., Life cycle analysis of biofuels under different environmental aspects, Biomass and Bioenergy, Volume 12, Issue 2, pp 121-134, 1997
- Lambrakis N. and Kallergis G., Reaction of subsurface coastal aquifers to climate and land use changes in Greece: modeling of groundwater refreshing patterns under natural recharge conditions, Journal of Hydrology, Volume 245, Issues 1-4, May 2001
- McManus M., Hammond G. and Burrows C., Life-Cycle Assessment of Mineral and Rapeseed Oil in Mobile Hydraulic Systems, Journal of Industrial Ecology, Volume 7, Number 3–4, 2004
- Nylund, N.O., A. Lawson, 2000. "Exhaust Emissions from Natural Gas Vehicles: Issues related to engine performance, exhaust emissions and environmental impacts", IANGV Report, <http://www.iangv.org/html/sources/sources/reports/emissions.php>
- Owen, K., T. Coley, 1995. "Automotive Fuels Reference Book", SAE, Warrendale, PA, 2nd edition
- Pimentel D., Patzek T.W., "Ethanol Production Using Corn, Switchgrass, and Wood; Biodiesel Production Using Soybean and Sunflower", Natural Resources Research, 14(1), 2005

- Quirin, M. Gartner, S. O. Pehnt, M. Reinhardt G. A., CO₂ Mitigation Through Biofuels in the Transport Sector, Status and Perspectives, Main Report, Institute for Energy and Environmental Research, Heidelberg, Germany, 2004
- Shapouri H., Duffield J., McAloon A., and Wang M., "The 2001 Net Energy Balance of Corn-Ethanol (Preliminary)", US Department of Agriculture, 2004
- Shapouri H., Duffield J. A., and Wang M., "The Energy Balance of Corn Ethanol: An Update", US Department of Agriculture, Office of Energy Policy and New Uses, Agricultural Economics, Report No. 813, 2002
- Sheehan J., Camobreco V., Duffield J., Graboski M., An Overview of Biodiesel and Petroleum Diesel Life Cycles, National Renewable Energy Laboratory, Contract No. DE-AC02-83CH10093, May 1998, <http://www.doe.gov/bridge>
- The European Union Oil and Petroleum Industry, (<http://www.fediol.org/>)
- TREMOVE model and database (TML), (<http://www.tremove.org>)
- Wang M., "Updated Energy and Greenhouse Gas Emission Results of Fuel Ethanol," presented at the 15th International Symposium on Alcohol Fuels, San Diego, California, September 26-28, 2005a, www.transportation.anl.gov/pdfs/TA/354.pdf
- Zabaniotou A., Skoulou, V., Koufodimos G., Samaras Z., Investigation study for technological application of alternative methods for the energy exploitation of biomass / agricultural residues in Northern Greece, Thermal Science, Vol. 11, No. 3, 2007
- Zanakis G., Mariolis N., Zabaniotou A., Skoulou V., Samaras Z., Fontaras G., Integrated management study of energy crops and their residues for biofuels and energy production, Proceedings of 2nd National Biofuels and Alternative Fuels Conference, Neochori Karditsa, April 2007
- Zah R, Böni H, Gauch M., Hischer R., Lehmann M., Wäger P., Ökobilanz von Energieprodukten: Ökologische Bewertung von Biotreibstoffen, Bern, 22. Mai 2007, www.empa.ch/tsl
- Δαναλάτος, Ν., Βιώσιμες Ενεργειακές Καλλιέργειες στη Θεσσαλία, Ημερίδα «Ενεργειακές Καλλιέργειες στη Θεσσαλία», Καρδίτσα, 15 Δεκεμβρίου 2007
- Εθνικό Συμβούλιο Ανταγωνιστικότητας και Ανάπτυξης (ΕΣΑΑ), Μελέτη Επιχειρηματικότητας, 2005
- Εταιρεία Θερμικών Λεωφορείων: <http://www.ethel.gr>
- Ευρωπαϊκή Πλατφόρμα Βιοκαυσίμων (ΕΠΒ), 2007, στοιχεία τα οποία ελήφθησαν από το ιστοχώρο <http://www.biofuelstp.eu/>
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Ενεργειακές Καλλιέργειες, Τελική έκθεση, Αθήνα, 2006
- Κυβερνητική Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ), Αρ. Πρωτ. Δ1/Α/3495, Φεβρουάριος 2007

- Μπεζεργιάννη, Σ., Λάππας, Α., Βουτετάκης, Σ., Βασάλος, Ι., Βιοκαύσιμα και Βιοδιυληστήρια, Πρακτικά 8ου Εθνικού Συνεδρίου για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας, Θεσσαλονίκη, Μάρτιος 2006
- Μπαμπάση Χρυσάφεια, “Βιοκαύσιμα”, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 2007
- Μπεζεργιάννη, Σ., και Χριστοδούλου, Π., “Η ανταγωνιστικότητα παραγωγής Βιοαιθανόλης με Ελληνικές Πρώτες Ύλες”, 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο Χημικής Μηχανικής, Αθήνα, 31 Μαΐου-2 Ιουνίου 2007
- Ν.3423/2005, Εισαγωγή στην Ελληνική Αγορά των Βιοκαυσίμων και των Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων, ΦΕΚ 304-13/12/2005
- Ομάδα Εργασίας Ενέργειας, Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας (ΟΕ Ενέργειας ΠΚΜ), Τεχνολογική Προοπτική Διερεύνηση στην Κεντρική Μακεδονία, Θεσσαλονίκη, 2001
- Οργανισμός Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων Προσανατολισμού και Εγγυήσεων (Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε.), <http://www.opেকে.gr/>
- Σαμαράς Ζ., Τσιλιγκιρίδης Γ., Ζαχαριάδης Θ., Παπαγεωργίου Ι., Μιμιλίδης Μ, “Τελική έκθεση: Εγκατάσταση πλήρους και αξιόπιστου συστήματος μαθηματικών μοντέλων ατμοσφαιρικής ρύπανσης στον οργανισμό Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 2000
- Υπουργείο Ανάπτυξης (ΥΠΑΝ), “1^η Έκθεση για το Μακροχρόνιο Ενεργειακό Σχεδιασμό της Ελλάδας 2008-2020”, Μέρος Ι, Αύγουστος 2007
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (ΥΠΑΑ&Τ), (<http://www.minagric.gr/>)
- Χρήστου Μ., Αλεξοπούλου Ε., Λυχνάρης Β., Νάματοβ Ε., “Ενεργειακές καλλιέργειες στον ευρωπαϊκό και ελληνικό χώρο”, Πρακτικά διημερίδας ‘Τα βιοκαύσιμα και ο αναπτυξιακός τους ρόλος για τη βιομηχανία και τον αγροτικό τομέα’, του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 3-5 Νοεμβρίου, 2006

I ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

I.1 Στοιχεία ανά νομό για την ΠΚΜ

Η Περιφέρεια της Κεντρικής Μακεδονίας βρίσκεται στο κεντρικό τμήμα της Βόρειας Ελλάδας και περιλαμβάνει τους νομούς Θεσσαλονίκης, Σερρών, Κιλκίς, Πέλλας, Ημαθίας, Πιερίας και Χαλκιδικής.



Εικόνα I-1: Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας

Με επιφάνεια 19.147 τετρ. χλμ. καταλαμβάνει το 14,5% της συνολικής επιφάνειας της Ελλάδας όντας η μεγαλύτερη σε έκταση περιφέρεια της χώρας. Ορισμένα βασικά μεγέθη της ΠΚΜ δίνονται παρακάτω.

Πίνακας I-1: Δημογραφικά και οικονομικά στοιχεία ΠΚΜ

Νομός	Έκταση [χλμ ²]	Πληθυσμός	Εργατικό δυναμικό	Συμμετοχή στο ΑΕΠ [%]
Θεσσαλονίκης	3.683	1.057.825	416.342	11,7
Σερρών	3.968	200.916	65.181	1,2
Πέλλας	2.506	145.797	53.782	1,0
Ημαθίας	1.701	143.618	51.560	1,1
Πιερίας	1.516	129.846	45.915	0,8
Χαλκιδικής	3.254	107.156	43.450	0,9
Κιλκίς	2.519	89.056	28.641	0,6
Σύνολο	19.147	1.874.214	695.871	17,3

(Πηγή: ΕΣΣΑ, 2005)

1.1.1 Νομός Κιλκίς

Πίνακας 1-2: Βασικά χαρακτηριστικά Νομού Κιλκίς

Βασικά Χαρακτηριστικά		
Έκταση: 2.519 km ²	Πληθυσμός (2001): 89.056	Πρωτεύουσα: Κιλκίς
Α.Ε.Π. (2001): 9.655 €	Συμμετοχή σε Α.Ε.Π.: 0,6%	Εργατικό Δυναμικό: 28.641
Διάρθρωση Α.Ε.Π. / Απασχόληση κατά τομείς (%)		
	ΑΕΠ	Απασχόληση
Πρωτογενής τομέας	12,20%	24,59%
Δευτερογενής τομέας	34,70%	20,94%
Τριτογενής τομέας	53,10%	54,47%
Σημαντικότεροι κλάδοι οικονομικής δραστηριότητας – παραγόμενα προϊόντα		
Πρωτογενής τομέας	Σιτηρά, βαμβάκι, καπνός, βοοειδή, πρόβατα, γάλα	
Δευτερογενής τομέας	Τρόφιμα & ποτά, μηχανήματα, έπιπλα, κλωστοϋφαντουργικά κατεργασία & βαφή γουναρικών	
Τριτογενής τομέας	Εμπόριο, τουρισμός	

(Πηγή: ΕΣΣΑ, 2005)

1.1.2 Νομός Σερρών

Πίνακας 1-3: Βασικά χαρακτηριστικά Νομού Σερρών

Βασικά Χαρακτηριστικά		
Έκταση: 3.968 km ²	Πληθυσμός (2001): 200.916	Πρωτεύουσα: Σέρρες
Α.Ε.Π. (2001): 7.982 €	Συμμετοχή σε Α.Ε.Π.: 1,2%	Εργατικό Δυναμικό: 65.181
Διάρθρωση Α.Ε.Π. / Απασχόληση κατά τομείς (%)		
	ΑΕΠ	Απασχόληση
Πρωτογενής τομέας	21,90%	36,39%
Δευτερογενής τομέας	5,70%	15,84%
Τριτογενής τομέας	72,40%	47,77%
Σημαντικότεροι κλάδοι οικονομικής δραστηριότητας – παραγόμενα προϊόντα		
Πρωτογενής τομέας	Σιτηρά, βαμβάκι, τομάτες, ρύζι, καπνός, αιγοπροβατοτροφία χοιροτροφία,	
Δευτερογενής τομέας	Τρόφιμα & ποτά, έπιπλα, μεταλλικά προϊόντα	
Τριτογενής τομέας	Εμπόριο, τουρισμός	

(Πηγή: ΕΣΣΑ, 2005)

1.1.3 Νομός Χαλκιδικής

Πίνακας 1-4: Βασικά χαρακτηριστικά Νομού Χαλκιδικής

Βασικά Χαρακτηριστικά		
Έκταση: 3.254 km ²	Πληθυσμός (2001): 107.156	Πρωτεύουσα: Πολύγυρος
Α.Ε.Π. (2001): 12.238 €	Συμμετοχή σε Α.Ε.Π.: 0,9%	Εργατικό Δυναμικό: 34.450
Διάρθρωση Α.Ε.Π. / Απασχόληση κατά τομείς (%)		
	ΑΕΠ	Απασχόληση
Πρωτογενής τομέας	14,40%	26,23%
Δευτερογενής τομέας	12,80%	22,11%
Τριτογενής τομέας	72,80%	48,34%
Σημαντικότεροι κλάδοι οικονομικής δραστηριότητας – παραγόμενα προϊόντα		
Πρωτογενής τομέας	Σιτηρά, τομάτες, ελιές, ξυλεία αλιεία	
Δευτερογενής τομέας	Τρόφιμα & ποτά,	
Τριτογενής τομέας	Εμπόριο, τουρισμός	

(Πηγή: ΕΣΣΑ, 2005)

1.1.4 Νομός Πέλλας

Πίνακας 1-5: Βασικά χαρακτηριστικά Νομού Πέλλας

Βασικά χαρακτηριστικά		
Έκταση: 2.506 km ²	Πληθυσμός (2001): 145.797	Πρωτεύουσα: Έδεσσα
Α.Ε.Π. (2001): 8.833 €	Συμμετοχή σε Α.Ε.Π.: 1,0%	Εργατικό Δυναμικό: 53.782
Διάρθρωση Α.Ε.Π. / απασχόληση κατά τομείς (%)		
	ΑΕΠ	Απασχόληση
Πρωτογενής τομέας	17,70%	44,35%
Δευτερογενής τομέας	21,00%	16,29%
Τριτογενής τομέας	61,30%	39,36%
Σημαντικότεροι κλάδοι οικονομικής δραστηριότητας – παραγόμενα προϊόντα		
Πρωτογενής τομέας	Ροδάκινα, βαμβάκι, γάλα, μήλα, τομάτες, σιτάρι, καπνός	
Δευτερογενής τομέας	Τρόφιμα & ποτά, βιοτεχνίες κατεργασίας ξύλου, κατασκευή γεωργικών εργαλείων και μηχανημάτων, προϊόντα από καουτσούκ & πλαστική ύλη	
Τριτογενής τομέας	Εμπόριο, τουρισμός	

(Πηγή: ΕΣΣΑ, 2005)

1.1.5 Νομός Ημαθίας

Πίνακας 1-6: Βασικά χαρακτηριστικά Νομού Ημαθίας

Βασικά χαρακτηριστικά		
Έκταση: 1.701 km ²	Πληθυσμός (2001): 143.618	Πρωτεύουσα: Βέροια
Α.Ε.Π. (2001): 9.860 €	Συμμετοχή σε Α.Ε.Π.: 1,1%	Εργατικό Δυναμικό: 51.560
Διάρθρωση Α.Ε.Π. / απασχόληση κατά τομείς (%)		
	ΑΕΠ	Απασχόληση
Πρωτογενής τομέας	11,50%	29,48%
Δευτερογενής τομέας	27,00%	15,82%
Τριτογενής τομέας	61,40%	54,70%
Σημαντικότεροι κλάδοι οικονομικής δραστηριότητας – παραγόμενα προϊόντα		
Πρωτογενής τομέας	Ροδάκινα, μήλα, τομάτες, βαμβάκι, γάλα	
Δευτερογενής τομέας	Τρόφιμα & ποτά, κλωστούφαντουργικά προϊόντα, χημικά, πολλαπλασιαστικό φυτικό υλικό, επεξεργασία μαρμάρου	
Τριτογενής τομέας	Τουρισμός	

(Πηγή: ΕΣΣΑ, 2005)

1.1.6 Νομός Πιερίας

Πίνακας 1-7: Βασικά χαρακτηριστικά Νομού Πιερίας

Βασικά χαρακτηριστικά		
Έκταση: 1.516 km ²	Πληθυσμός (2001): 129.846	Πρωτεύουσα: Κατερίνη
Α.Ε.Π. (2001): 8.599 €	Συμμετοχή σε Α.Ε.Π.: 0,8%	Εργατικό Δυναμικό: 45.915
Διάρθρωση Α.Ε.Π. / απασχόληση κατά τομείς (%)		
	ΑΕΠ	Απασχόληση
Πρωτογενής τομέας	15,70%	31,02%
Δευτερογενής τομέας	7,40%	16,76%
Τριτογενής τομέας	76,90%	52,22%
Σημαντικότεροι κλάδοι οικονομικής δραστηριότητας – παραγόμενα προϊόντα		
Πρωτογενής τομέας	Σιτάρι, βαμβάκι, καπνός, τομάτες, ροδάκινα, ακτινίδια, γάλα	
Δευτερογενής τομέας	Τρόφιμα & ποτά, μάρμαρα, κατεργασία και βαφή γουναρικών, μεταλλικά προϊόντα, κατασκευές	
Τριτογενής τομέας	Εμπόριο, τουρισμός	

(Πηγή: ΕΣΣΑ, 2005)

Ι.1.7 Νομός Θεσσαλονίκης

Πίνακας Ι-8: Βασικά χαρακτηριστικά Νομού Θεσσαλονίκης

Βασικά χαρακτηριστικά		
Έκταση: 3.683 km ²	Πληθυσμός (2001): 1.057.825	Πρωτεύουσα: Θεσσαλονίκη
Α.Ε.Π. (2001): 9.655 €	Συμμετοχή σε Α.Ε.Π.: 11,7%	Εργατικό Δυναμικό: 416.342
Διάρθρωση Α.Ε.Π. / απασχόληση κατά τομείς (%)		
	ΑΕΠ	Απασχόληση
Πρωτογενής τομέας	2,40%	5,04%
Δευτερογενής τομέας	24,90%	18,90%
Τριτογενής τομέας	72,70%	76,06%
Σημαντικότεροι κλάδοι οικονομικής δραστηριότητας – παραγόμενα προϊόντα		
Πρωτογενής τομέας	Σιτάρι, βαμβάκι, τομάτες, ρύζι, γάλα	
Δευτερογενής τομέας	Τρόφιμα & ποτά, κατεργασία και βαφή γουναρικών, κατασκευές, έπιπλα, κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα	
Τριτογενής τομέας	Εμπόριο, τουρισμός	

(Πηγή: ΕΣΣΑ, 2005)

I.2 Συντελεστές εκπομπών και EURO standards

Πίνακας I-9: Μέσοι συντελεστές εκπομπής Γαλλία, 2005 (g/kg καυσίμου)

Κατηγορία	France					
	CO	NO _x	NM VOC	CH ₄	PM	CO ₂
ΙΧ-βενζίνη	59,58	9,20	7,46	0,87	0,03	3,18
ΙΧ-ντίζελ	2,04	11,76	0,44	0,06	0,75	3,14
Ελαφράς χρήσης - βενζίνη	79,38	12,76	4,77	0,26	0,02	3,18
Ελαφράς χρήσης - ντίζελ	8,35	14,49	1,55	0,08	1,97	3,14
Φορτηγά - ντίζελ	6,54	33,31	0,82	0,30	0,74	3,14
Λεωφορεία	9,25	37,44	2,76	0,52	1,33	3,14
Μοτοποδήλατα	259,96	10,97	197,77	5,19	4,70	3,18
Δίτροχα	362,44	11,31	28,68	5,62	0,62	3,18

Πίνακας I-10: Μέσοι συντελεστές εκπομπής Γερμανία, 2005 (g/kg καυσίμου)

Κατηγορία	Germany					
	CO	NO _x	NM VOC	CH ₄	PM	CO ₂
ΙΧ-βενζίνη	57,45	7,51	6,01	0,69	0,03	3,18
ΙΧ-ντίζελ	2,23	11,39	0,56	0,06	0,91	3,14
Ελαφράς χρήσης - βενζίνη	142,42	26,07	8,80	0,35	0,02	3,18
Ελαφράς χρήσης - ντίζελ	9,81	14,25	1,55	0,08	2,54	3,14
Φορτηγά - ντίζελ	7,04	36,27	1,05	0,29	1,00	3,14
Λεωφορεία	9,90	39,31	2,95	0,48	1,45	3,14
Μοτοποδήλατα	460,63	1,47	442,12	7,12	7,03	3,18
Δίτροχα	613,77	9,70	28,05	5,39	0,61	3,18

Πίνακας I-11: Μέσοι συντελεστές εκπομπής Ελλάδα, 2005 (g/kg καυσίμου)

Κατηγορία	Greece					
	CO	NO _x	NM VOC	CH ₄	PM	CO ₂
ΙΧ-βενζίνη	92,45	10,88	13,99	1,09	0,03	3,18
ΙΧ-ντίζελ	5,72	10,09	1,18	0,10	1,48	3,14
Ελαφράς χρήσης - βενζίνη	64,79	6,43	4,56	0,24	0,02	3,18
Ελαφράς χρήσης - ντίζελ	13,35	19,89	1,57	0,13	3,30	3,14
Φορτηγά - ντίζελ	6,72	33,13	1,03	0,25	0,85	3,14
Λεωφορεία	11,78	37,75	4,02	0,36	1,75	3,14
Μοτοποδήλατα	427,74	2,97	400,55	6,80	6,64	3,18
Δίτροχα	514,58	5,43	80,03	5,39	1,52	3,18

Πίνακας I-12: Μέσοι συντελεστές εκπομπής Ιταλία, 2005 (g/kg καυσίμου)

Κατηγορία	Italy					
	CO	NO _x	NM VOC	CH ₄	PM	CO ₂
ΙΧ-βενζίνη	151,00	11,46	12,07	0,86	0,02	3,16
ΙΧ-ντίζελ	3,43	11,13	0,65	0,05	0,86	3,14
Ελαφράς χρήσης - βενζίνη	103,35	11,09	7,52	0,24	0,02	3,18
Ελαφράς χρήσης - ντίζελ	7,86	16,50	1,74	0,10	1,65	3,14
Φορτηγά - ντίζελ	6,80	32,96	0,90	0,26	0,89	3,14
Λεωφορεία	10,36	35,03	3,34	0,36	1,46	3,14
Μοτοποδήλατα	438,04	2,47	412,91	6,90	6,76	3,18
Δίτροχα	533,37	8,55	34,51	5,05	0,55	3,18

Πίνακας I-13: Μέσοι συντελεστές εκπομπής Αγγλία, 2005 (g/kg καυσίμου)

Κατηγορία	UK					
	CO	NO _x	NM _{VO} C	CH ₄	PM	CO ₂
ΙΧ-βενζίνη	51,43	6,79	5,40	0,87	0,03	3,18
ΙΧ-ντίζελ	1,91	11,96	0,44	0,06	0,77	3,14
Ελαφράς χρήσης - βενζίνη	99,40	16,29	6,55	0,38	0,02	3,18
Ελαφράς χρήσης - ντίζελ	6,65	14,84	1,55	0,11	1,33	3,14
Φορτηγά - ντίζελ	6,22	31,65	0,65	0,34	0,60	3,14
Λεωφορεία	6,14	31,08	1,48	0,54	0,79	3,14
Μοτοποδήλατα	258,50	11,09	197,15	5,17	4,68	3,18
Δίτροχα	378,98	11,07	35,83	5,52	0,75	3,18

Πίνακας I-14: Στόλος οχημάτων χωρών της Ευρώπης (2005)

Country	ΙΧ-βενζίνη	ΙΧ-ντίζελ	Ελαφράς χρήσης - βενζίνη	Ελαφράς χρήσης - ντίζελ	Φορτηγά - ντίζελ	Λεωφορεία	Δίτροχα
Austria	1 960 388	1 773 203	22 431	96 635	298 567	12 461	641 138
Belgium	2 385 553	2 511 671	55 461	433 914	143 865	14 698	855 343
CH	3 379 844	480 515	172 911	119 094	87 408	6 875	515 477
CZ	2 853 780	826 556	70 920	155 428	199 605	24 044	1 178 043
Germany	32 881 756	10 865 705	428 917	1 261 998	1 622 300	102 264	7 195 963
Denmark	1 643 675	182 265	110 306	155 194	178 237	10 445	286 018
Spain	11 565 115	8 511 401	907 761	2 101 887	721 625	61 992	3 302 916
Finland	2 222 934	318 978	38 454	228 942	69 078	8 247	179 997
France	15 247 957	13 669 051	1 268 278	3 103 915	811 999	78 729	2 461 974
Greece	3 272 440	40 901	983 827	278 737	303 564	26 326	1 610 911
Hungary	2 541 569	261 446	72 202	189 210	163 158	17 270	103 758
Ireland	1 314 680	220 875	23 024	124 357	171 793	5 848	25 700
Italy	26 238 883	9 700 728	465 306	2 255 355	1 167 652	88 194	7 661 113
Luxemburg	90 752	146 818	3 323	1 207	15 568	865	27 608
Netherlands	5 424 455	1 325 355	5 871	n.a.	622 059	11 113	547 268
Norway	1 744 333	211 444	59 613	10 167	82 637	30 611	221 084
Poland	11 675 144	1 025 946	858 893	881 192	782 283	69 531	1 323 939
Portugal	2 597 600	877 521	n.a.	593 582	517 565	13 298	1 300 950
Sweden	3 950 763	225 208	152 225	145 671	101 519	16 325	498 459
SI	841 372	66 295	17 045	36 392	25 879	2 251	12 221
UK	20 621 106	5 055 719	303 521	2 471 723	583 265	79 955	1 162 096

(Πηγή EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2007
<http://reports.eea.europa.eu/EMEPCORINAIR5/en/page002.html>)

1.3 Προδιαγραφές καυσίμων και βιοκαυσίμων

Πίνακας I-15: Προδιαγραφές βενζίνης αμόλυβδης

Χαρακτηριστικά	Όρια	Μέθοδος ελέγχου προτύπου	Μέθοδος ελέγχου χημείου B.E.A.
1. Πυκνότητα στους 15°C, kg/m ³	720-775	EN ISO 12185/96 ^a EN ISO 3675 ^b	ASTM D4052 ^a ASTM D1298 ^b
2. Απόσταξη Απόσταγμα στους 70°C, %v/v α. από 1/5 έως 30/9 β. από 1/10 έως 30/4 Απόσταγμα στους 100°C, %v/v Απόσταγμα στους 150°C, %v/v ελαχ. Τελικό σημείο °C, μεγ. Υπόλειμμα, %v/v, μεγ.	20-48 22-50 46-71 75 210 2	PrEN ISO 3405/98 ^c	ASTM D86 ^c
3. Τάση ατμών στους 100°F, kPa α. από 1/5 έως 30/9 β. από 1/10 έως 30/4	45-60 50-80	prEN 13016-1/97	ASTM D5191
4. Δείκτης ατμόφραξης (VLI) ⁽¹⁾ , μεγ. (Ισχύει μόνο Απρ. – Οκτ.)	1050	PrEN ISO 3405 & PrEN ISO 130161	ASTM D5191 ASTM D86
5. Θείο, mg/kg, μεγ.	50 (10)	EN ISO 20846 EN ISO 20847** EN 20884	ASTM D6445 ^e EN ISO 20847 ^e ASTM D5453 ⁿ EN ISO 20846 ⁿ
6. Αριθμός Οκτανίου RON, ελαχ. Αριθμός Οκτανίου MON, ελαχ.	95*** 85***	EN 25164/03 ^f EN 25163/03 ^g	ASTM D2699/86 ^f ASTM D2700/86 ^g
7. Μόλυβδος, mg/l, μεγ.	5	EN 237/96 ^h	EN 237 ASTM D3237 ^h
8. Διάβρωση χαλκού ⁽²⁾ , κλάση	1	EN ISO 2160 ⁱ	ASTM D130 ⁱ
9. Κομμωδία ⁽³⁾ , mg/100ml, μεγ.	5	EN ISO 26246 ^j	ASTM D381 ^j
10. Αντοχή στην οξειδωση, min, ελαχ.	360	EN ISO 7536 ^k	ASTM D525 ^k
11. Βενζόλιο, %v/v, μεγ.	1	EN 238/96 EN 12177/98 ^l	EN 238
12. Αρωματικά, %v/v	35	ASTM D1319/95*	PrEN14517 ^l ASTM D6839
13. Ολεφίνες, %v/v	18	ASTM D1319/95*	PrEN14517 ^l ASTM D6839 ASTM D1319
14. Χρώμα	Αχρούν ως αχυρόχρου ⁽⁴⁾	Οπτική εκτίμηση	Οπτική εκτίμηση
15. Οξυγονούχες οργανικές ενώσεις ⁽⁵⁾ i) Ολικό οξυγόνο, %m/m, μεγ. ii) Συστατικά, %v/v, μεγ. Μεθανόλη ⁽⁶⁾ Αιθανόλη ⁽⁷⁾ Ισοπροπανόλη Ισοβουτανόλη Τριτοπαγής Βουτανόλη Άλλες αλκοόλες ⁽⁸⁾ Αιθέρες ⁽⁹⁾	2,7 3 5 10 10 7 7 15	PrEN 13132/98 EN 1601/97*	ASTM D4815 ^m PrEN 14517 ^m
16. Παράγωγα φωσφόρου	Απαγορεύονται		ASTM D3231
17. Ανοχή ύδατος	****		
18. Κινηζαρίνη, mg/l	3	IP 298/92	IP 298/92
19. Δειγματοληψία		ISO 3170 ISO 3171	ASTM D4057
20. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων		EN ISO 4259	EN ISO 4259

(Πηγή: ΦΕΚ 410/Β/11.04.01, ΦΕΚ 332/Β/12.02.0401 και ΦΕΚ 149/Β/17.08.05)

- 1) Είναι $VLI = 10VP + 7E70$
Όπου VLI : Δείκτης ατμόφραξης
VP : Τάση ατμών, kPa
E70 : Απόσταγμα στους 70°C, % v/v
- 2) Τρεις ώρες στους 50°C
- 3) Εκπλυθέντα
- 4) Χωρίς προσθήκη χρωστικής
- 5) Με σταθεροποιητές
- 6) Πιθανόν να απαιτεί σταθεροποιητές. Με οξύτητα μικρότερη από 0,007% m/m (ως οξικό οξύ), όταν ελέγχεται σύμφωνα με την μέθοδο ASTM D1631/91
- 7) Των οποίων το σημείο βρασμού δεν υπερβαίνει το τελικό σημείο απόσταξης της βενζίνης.
- 8) Με πέντε ή περισσότερα άτομα άνθρακα, των οποίων το σημείο βρασμού δεν υπερβαίνει το τελικό σημείο απόσταξης της βενζίνης.
- 9) Ως παραπροϊόν της σύνθεσης ορισμένων οξυγονούχων.
 - * Σε περίπτωση διαφωνίας εφαρμόζεται αυτή η μέθοδος προσδιορισμού
 - ** Μόνο για το όριο των 50ppm
 - *** Από τον αριθμό οκτανίου που προκύπτει από τις μεθόδους EN του 2003 θα αφαιρείται 0,2 O.N. και ο προκύπτων (διορθωμένος) αριθμός οκτανίου θα συγκρίνεται με την προδιαγραφή
 - **** Οι προμηθευτές θα πρέπει να εξασφαλίζουν ότι δεν θα παρατηρηθεί διαχωρισμός νερού κατά την διακίνηση του προϊόντος
 - Οι μέθοδοι με ίδιο λατινικό εκθέτη είναι τεχνικά ισοδύναμες

Πίνακας Ι-16: Προδιαγραφές ντίζελ κίνησης

	Χαρακτηριστικά	Όρια	Μέθοδος ελέγχου προτύπου	Μέθοδος ελέγχου χημείου Β.Ε.Α.
1.	Πυκνότητα στους 15°C, kg/m ³	820-845	EN ISO 3675/98* ^b EN ISO 12185/96 ^a	ASTM D1298 ^b ASTM D4052 ^a
2.	Θείο, mg/kg, μεγ.	50 (10)	EN ISO 20846 EN ISO 20847** EN 20884	ASTM D6445 ^c EN ISO 20847 ^c ASTM D5453 ^p EN ISO 20846 ^{p**}
3.	Απόσταξη		PrEN ISO 3405*/98 ^d	ASTM D86 ^d
	Συμπύκνωμα στους 250°C, %v/v μεγ.	65		
	Συμπύκνωμα στους 350°C, %v/v ελαχ.	85		
	Συμπύκνωμα στους 360°C, %v/v ελαχ.	95		
4.	Ποιότητα καύσης			
	- Δείκτης κετανίου ελαχ.	46	EN ISO 4264 ^e	ASTM D4737 ^e
	- Αριθμός κετανίου ελαχ.	51	EN ISO 5165/98 ^{(1)f}	DIN-51773 ^f
5.	Σημείο ανάφλεξης, °C, ελαχ.	55	EN 22719 ^g	ASTM D93 ^g EN 22719 ^g
6.	Νερό, mg/kg, μεγ.	200	PrEN ISO 12937/96	ASTM D1744
7.	Ανθρακούχο υπολείμμα, %m/m, μεγ. (σε υπολείμμα απόσταξης 10%)	0,30 ⁽²⁾	EN ISO D10370 ^h	ASTM D4530 ^h EN ISO D10370 ^h
8.	Τέφρα, %m/m, μεγ.	0,01	EN ISO 6245 ⁱ	ASTM D482 ^j
9.	Ιξώδες κινημ. στους 40°C, cSt	2-4,5	EN ISO 3104 ^j	ASTM D445 ^j
10.	Διάβρωση χαλκού, κλάση (3hr σε 50°C)	1	EN ISO 2160 ^k	ASTM D130 ^k
11.	Θερμοκρασία απόφραξης ψυχρού φίλτρου (CFPP), °C, μεγ.	1	EN 238/96 EN 116 ^l	EN 238 IP 309 ^l
	α. Από 1/10 έως 31/3	-5		
	β. Από 1/4 έως 30/9	+5		
12.	Αιωρούμενα σωματίδια, mg/kg, μεγ.	24	EN 12662 ^m	DIN 51419 ^m
13.	Αντοχή στην οξειδωση, g/m ³ , μεγ.	25	EN ISO 12205 ⁿ	ASTM D2274 ⁿ
14.	Χρώμα	φυσικό	Οπτική εκτίμηση	Οπτική εκτίμηση
15.	Πολυαρωματικές ενώσεις, %m/m, μεγ.	11	EN 12916 ^o	IP 391 / 95 ^o
16.	Λιπαντικότητα, διάμετρος φθοράς σωματιδίου στους 60°C, μm, μεγ.	460	ISO 12156-1	ISO 12156-1
17.	Μεθυλεστέρες λιπαρών οξέων (FAME) %v/v, μεγ.	5	EN 14078	EN 14078
18.	Βελτιωτικά καύσης ⁽³⁾		ASTM D4046	ASTM D4046
19.	Δειγματοληψία		ISO 3170 ISO 3171	ASTM D4057
20.	Αξιολόγηση αποτελεσμάτων		EN ISO 4259	ISO 4259

(Πηγή: ΦΕΚ 410/Β/11.04.01, ΦΕΚ 332/Β/12.02.041 και ΦΕΚ 149/Β/17.08.05)

- 1) Για τον αριθμό κετανίου μπορούν να εφαρμοστούν και εναλλακτικές μέθοδοι στις περιπτώσεις αμφισβητήσεων υπό την προϋπόθεση ότι οι μέθοδοι αυτές είναι μέθοδοι αναγνωρισμένης σειράς και περιλαμβάνουν δεδομένα ακριβείας τα οποία έχουν παραχθεί σύμφωνα με το ISO 4259. Η ακρίβεια της εναλλακτικής μεθόδου θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με αυτήν της ανωτέρω μεθόδου.
- 2) Το όριο του ανθρακούχου υπολείμματος ισχύει για πετρέλαιο στο οποίο δεν έχει γίνει καμία προσθήκη βελτιωτικών καύσεως. Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες το ευρισκόμενο ποσοστό του ανθρακούχου υπολείμματος είναι μεγαλύτερο από το ανωτέρω όριο, θα πρέπει να γίνεται αμέσως ανίχνευση παρουσίας νιτρικών παραγώγων με την βοήθεια της μεθόδου STM D4046 ή EN ISO 13759 και, όταν διαπιστώνεται παρουσία νιτρικών ενώσεων, δεν θα λαμβάνεται υπόψη το όριο αυτό.
- 3) Με ευθύνη των Εταιριών μετά από χορήγηση σχετικής άδειας
 - * Σε περίπτωση διαφωνίας εφαρμόζεται αυτή η μέθοδος προσδιορισμού
 - ** Μόνο για το όριο των 50ppm

- Οι μέθοδοι με ίδιο λατινικό εκθέτη είναι τεχνικά ισοδύναμες

I.4 Ισοζύγιο καυσίμων για το έτος 2005

Πίνακας I-17: Ισοζύγιο καυσίμων για το έτος 2005

	Crude Oil	Natural Gas Liquids	Refinery Feedstocks	Naphtha	Liquified Petroleum Gases	Motor Gasoline	Aviation Gasoline	Jet Kerosene	Other Kerosene	Gas/ NτρίζεΛ	Residual Fuel Oil
Unit - 1000 tonnes											
Production	89	11	0	678	655	4058	0	1721	41	5653	6956
From Other Sources	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Imports	18699	0	1412	25	11	1023	0	289	0	3757	264
Exports	-918	0	0	-213	-259	-1261	0	-811	-15	-1480	-604
International Marine Bunkers	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-384	-2542
Stock Changes	801	0	-16	-61	1	1	0	-5	-5	-271	-47
Domestic Supply	18671	11	1396	429	408	3821	0	1194	21	7275	4027
Transfers	0	0	1173	-348	8	99	0	-58	-5	140	-1006
Statistical Differences	-68	0	63	1	0	-2	0	0	0	59	62
Total Transformation	18603	11	2632	0	0	0	0	0	0	429	1606
Electricity Plants	0	0	0	0	0	0	0	0	0	424	1595
CHP Plants	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	11
Heat Plants	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Petroleum Refineries	18603	11	2632	0	0	0	0	0	0	0	0
Other Transformation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Energy Sector	0	0	0	0	59	0	0	0	0	22	437
Distribution Losses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Final Consumption	0	0	0	82	357	3918	0	1136	16	7023	1040
Industry	0	0	0	0	254	0	0	0	4	439	667
Transport	0	0	0	0	11	3888	0	1136	0	2423	326
Residential	0	0	0	0	49	0	0	0	12	2990	0
Commercial and Public Services	0	0	0	0	43	0	0	0	0	365	24
Agriculture / Forestry	0	0	0	0	0	30	0	0	0	806	23
Fishing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Other Non-Specified	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Non-Energy Use	0	0	0	82	0	0	0	0	0	0	0
- of which											
Petrochemical Feedstocks	0	0	0	82	0	0	0	0	0	0	0

(Πηγή IEA <http://www.iea.org/>)