

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΣΕΡΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

***ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΩΣ
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ***



ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ ΜΑΡΙΝΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΚΛΕΪΔΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΣΕΡΡΕΣ 2015

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο τη διερεύνηση των δυνατοτήτων αξιοποίησης της βιομάζας καθώς και την ειδικότερη συμβολή της στον καθημερινά μεταβαλλόμενο τομέα της ενέργειας.

Ερευνώνται οι διάφοροι τύποι βιομάζας, τα χαρακτηριστικά τους και η διαθεσιμότητα τους. Λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά του κάθε τύπου και τις διαθέσιμες τεχνολογίες μετατροπής, μελετάται η δυνατότητα αξιοποίησης της βιομάζας προς θερμότητα ηλεκτρική ενέργεια και βιοκαύσιμα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ Α.Π.Ε.	
1.1 Γενικά για τις Α.Π.Ε.....	4
1.2 Είδη Α.Π.Ε.....	5
1.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των Α.Π.Ε.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΒΙΟΜΑΖΑ	
2.1 Γενικά για τις μορφές βιομάζας.....	12
2.2 Γενικές εφαρμογές βιομάζας.....	14
2.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα βιομάζας.....	16
2.4 Δυναμικό της βιομάζας στην Ελλάδα.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ & ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	
3.1 Ενεργειακές καλλιέργειες.....	20
3.2 Βιομάζα ζωικής προέλευσης.....	22
3.3 Υπολειμματικές μορφές βιομάζας.....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΩΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ	
4.1 Οικιακή θέρμανση με βιομάζα.....	26
4.2 Παραγωγή θερμότητας σε βιομηχανίες.....	27
4.3 Θέρμανση θερμοκηπίων.....	28
4.4 Βιομάζα για τηλεθέρμανση.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	
5.1 Άμεση καύση βιομάζας.....	31
5.2 Παραγωγή βιοαερίου.....	34
5.3 Αεριοποίηση.....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΥΓΡΑ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ	
6.1 Γενικά.....	38
6.2 Βιοντίζελ.....	40
6.3 Βιοαιθανόλη.....	44
7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	47
8 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	48

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

1.1 Γενικά για τις Α.Π.Ε

Ως ανανεώσιμες χαρακτηρίζονται οι πηγές ενέργειας που ανανεώνονται συνεχώς και ταχέως(συγκρινόμενες π.χ. με τους χρόνους που απαιτούνται για την δημιουργία άνθρακα, πετρελαίου, φυσικού αερίου) επιτρέποντας τη σταθερή και αξιόπιστη χρήση τους. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας συνεχίζουν να μας παρέχουν ενέργεια σε βάθος χρόνου και το ενεργειακό τους δυναμικό είναι σχεδόν ανεξάντλητο.

Οι κυριότερες πηγές ενέργειας αυτού του είδους είναι:

- Η ενέργεια του ήλιου (ηλιακή ενέργεια)
- Η ενέργεια των ανέμων (αιολική ενέργεια)
- Η θερμότητα που περιέχει και ελευθερώνει η γη (γεωθερμική ενέργεια)
- Η ενέργεια των υδατοπτώσεων (υδροηλεκτρική ενέργεια)
- Η ενέργεια των κυμάτων, ρευμάτων, ωκεανών καθώς και
- Η ενέργεια ζώσας ύλης (βιομάζα)

Στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θεωρούμε ότι ανήκει και η γεωθερμική ενέργεια αυτή δηλαδή η ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τις ειδικότερες γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της κάθε περιοχής.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα για την στροφή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η υδροηλεκτρική ενέργεια. Από μελέτες που έχουν γίνει και με βάση το γεγονός της μείωσης των εκπομπών εκκίνων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, ένας εφικτός στόχος για το έτος 2020 αποτελεί ότι θα χρησιμοποιείται

κατά 50% περισσότερη υδροηλεκτρική ενέργεια στην Ε.Ε σε σχέση με σήμερα.

Επίσης αναφέρεται ότι περισσότερο από το 80% της προβλεπόμενης αυξήσεως θα πρέπει να γίνει στις υπό ανάπτυξη χώρες. Παρ' όλα αυτά η συμμετοχή της υδροηλεκτρικής ενέργειας στη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας λόγω της αλόγιστης χρήσης των συμβατικών μορφών ενέργειας θα μειωθεί ελαφρώς.

Σε ότι αφορά τις λοιπές ανανεώσιμες προβλέπεται να είναι οι ταχύτερα αναπτυσσόμενες πρωτογενείς μορφές ενέργειας. Η ετήσια αύξηση αναμένεται να είναι 2.8%. Παρά τον σημαντικό αυτό ρυθμό, η συμμετοχή των ανανεώσιμων το 2020 εκτιμάται μόλις στο 3% από το σημερινό 2%.

1.2 Είδη Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θεωρούνται σήμερα οι πιο φιλικές προς το περιβάλλον πηγές ενέργειας γιατί δίνουν στον καταναλωτή ένα εναλλακτικό τρόπο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αυτόν με τη χρήση άνθρακα, πυρηνικής ενέργειας, φυσικού αερίου και πετρελαίου. Σήμερα οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος που λειτουργούν με άνθρακα παράγουν το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας στον κόσμο. Όμως αυτή η φτηνή μέθοδος προκαλεί τη μεγαλύτερη καταστροφή στο περιβάλλον με την εκπομπή ρύπων (αέριων και σωματιδιακών) όπως το διοξείδιο του θείου και οξείδια του αζώτου, σε συνδυασμό με το νερό της βροχής δημιουργούν την όξινη βροχή και συμβάλλουν στη αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη.

Τα είδη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι τα ακόλουθα:

> Ηλιακή ενέργεια

Ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον ήλιο. Τέτοιες είναι το φως ή φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα ή θερμική ενέργεια καθώς και διάφορες ακτινοβολίες ή ενέργεια ακτινοβολίας.

Η ηλιακή ενέργεια στο σύνολό της είναι πρακτικά ανεξάντλητη, αφού προέρχεται από τον ήλιο, και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της.

Όσον αφορά την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, θα μπορούσαμε να πούμε ότι χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες εφαρμογών: τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, και τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.

> Αιολική ενέργεια

Η αιολική ενέργεια δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία, γιατί η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης προκαλεί τη μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από τη μια περιοχή στην άλλη, δημιουργώντας έτσι τους ανέμους. Είναι μια ήπια μορφή ενέργειας, φιλική προς το περιβάλλον, πρακτικά ανεξάντλητη, γι' αυτό και είναι ανανεώσιμη. Αν υπήρχε η δυνατότητα, με την σημερινή τεχνολογία να καταστεί εκμεταλλεύσιμο το συνολικό αιολικό δυναμικό της γης, εκτιμάται ότι η παραγόμενη σε ένα χρόνο ηλεκτρική ενέργεια θα ήταν υπερδιπλάσια από τις ανάγκες της ανθρωπότητας στο ίδιο διάστημα. Υπολογίζεται ότι στο 25% της επιφάνειας της γης επικρατούν άνεμοι μέσης ετήσιας ταχύτητας πάνω από 5,1m/s, σε ύψος 10m πάνω από το έδαφος. Όταν οι άνεμοι πνέουν με ταχύτητα μεγαλύτερη από αυτή την τιμή, τότε το αιολικό δυναμικό του τόπου θεωρείται εκμεταλλεύσιμο και οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις μπορούν να καταστούν οικονομικά

βιώσιμες, σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα.

Τα σύγχρονα συστήματα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας αφορούν κυρίως μηχανές που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια και ονομάζονται «ανεμογεννήτριες». Το κόστος κατασκευής των ανεμογεννητριών έχει μειωθεί σημαντικά και μπορεί να θεωρηθεί ότι η αιολική ενέργεια διανύει την πρώτη περίοδο ωριμότητας, καθώς είναι πλέον ανταγωνιστική των συμβατικών μορφών ενέργειας.

> Γεωθερμική ενέργεια

Γεωθερμική ενέργεια ονομάζεται η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμφανίζεται με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού. Η ενέργεια αυτή σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τις ειδικότερες γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Είναι μια ήπια και σχετικά ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή, που με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές ανάγκες. Οι γεωθερμικές περιοχές συχνά εντοπίζονται από τον ατμό που βγαίνει από σχισμές του φλοιού της γης ή από την παρουσία θερμών πηγών. Για να υφίσταται διαθέσιμο θερμό νερό ή ατμό σε μια περιοχή πρέπει να υπάρχει κάποιος υπόγειος ταμιευτήρας αποθήκευσης του κοντά σε ένα θερμικό κέντρο. Στην περίπτωση αυτή, το νερό του ταμιευτήρα που συνήθως είναι βρόχινο νερό που έχει διεισδύσει στους βαθύτερους ορίζοντες της γης, θερμαίνεται και ανεβαίνει προς την επιφάνεια. Τα θερμικά αυτά ρευστά εμφανίζονται στην επιφάνεια είτε με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού όπως προαναφέρθηκε είτε αντλούνται με γεώτρηση και αφού χρησιμοποιηθεί η θερμική τους ενέργεια γίνεται επανέγχυση του ρευστού στο έδαφος με δεύτερη γεώτρηση. Έτσι ενισχύεται η μακροβιότητα του ταμιευτήρα και αποφεύγεται η θερμική ρύπανση του περιβάλλοντος.

> Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η ενέργεια η οποία στηρίζεται στην εκμετάλλευση της μηχανικής ενέργειας του νερού των ποταμών και της μετατροπής της σε ηλεκτρική ενέργεια με τη βοήθεια στροβίλων και ηλεκτρογεννητριών.

Η ενέργεια αυτή διαχέεται στη φύση από δίνες και ρεύματα, καθώς το

νερό ρέει κατηφορικά σε ρυάκια, χείμαρρους και ποτάμια μέχρι να φτάσει στη θάλασσα. Όσο μεγαλύτερος είναι ο όγκος του αποθηκευμένου νερού και όσο ψηλότερα βρίσκεται, τόσο περισσότερη είναι η ενέργεια που περιέχει.

Η δυνατότητα αποταμίευσης ενέργειας ως υδροδυναμικής (και όχι ως θερμικής με τα γνωστά προβλήματα απωλειών, ή ηλεκτρικής σε πανάκριβους και ως εκ τούτου περιορισμένης χωρητικότητας συσσωρευτές), καθώς επίσης η ανανεωσιμότητά της καθιστούν την υδροηλεκτρική ενέργεια σημαντική εναλλακτική / συμπληρωματική λύση στο ενεργειακό - περιβαλλοντικό πρόβλημα, δεδομένης και της "καθαρότητάς" της. Επιπλέον δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι οι υδατοπτώσεις είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται και για άλλες ανάγκες: ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, διαχείριση υδάτων, συντήρηση υδροβιότοπων, αναψυχή, αθλητισμό.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, που στηρίζεται στην εκμετάλλευση των ποταμών και των τεχνητών ή φυσικών φραγμάτων.

> Ενέργεια της θάλασσας

Η θάλασσα, η οποία αποτελεί ανεξάντλητη αλλά ταυτόχρονα ανεκμετάλλευτη πηγή ενέργειας, παρέχει τρεις τομείς ενεργειακής εκμετάλλευσης: **α)** Τη θερμική ενέργεια των ωκεανών **β)** Την ενέργεια των κυμάτων **γ)** Την ενέργεια των παλιρροιών.

> Βιομάζα

Γενικά μετά την ενεργειακή κρίση του 1973, η βιομάζα άρχισε να παίζει όλο και σημαντικότερο ρόλο στην κάλυψη των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών.

Σήμερα η αξιοποίηση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας, θεωρείται ότι είναι μία μέθοδος παραγωγής ενέργειας, η οποία είναι δυνατό να συμβάλει στην ενεργειακή επάρκεια μετά την εξάντληση των αποθεμάτων του αργού πετρελαίου, του ορυκτού άνθρακα και του φυσικού αερίου.

Ο όρος βιομάζα χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει:

- α) Τα υλικά ή καλύτερα τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής δασικής και αλιευτικής παραγωγής.
- β) Τα προϊόντα ή τα υποπροϊόντα, τα οποία προέρχονται από τη βιομηχανική επεξεργασία των υλικών αυτών.
- γ) Τα αστικά απόβλητα, στερεά (σκουπίδια) και υγρά (λύματα).
- δ) Τις φυσικές ύλες που προέρχονται είτε από φυσικά οικοσυστήματα (π.χ. αυτοφυή φυτά-δάση) είτε από τεχνητές φυτείες αγροτικού ή δασικού τύπου.

Σήμερα υπάρχουν αξιόλογες ποσότητες αδιάθετων γεωργικών και δασικών υποπροϊόντων που, μαζί με τα οικιακά απορρίμματα και την κτηνοτροφική κοπριά, καθώς και τις ενεργειακές καλλιέργειες επαρκούν για να καλύψουν το σύνολο των θερμικών και ενεργειακών μας αναγκών, εάν βέβαια ήταν δυνατή η αξιοποίηση τους σε όλες τις ενεργειακές απαιτήσεις.

Προφανώς, οι χώρες εκείνες που καταναλώνουν ενέργεια, που προέρχεται από βιομάζα, σε σημαντικές αναλογίες, είναι εκείνες, που βρίσκονται στο στάδιο της ανάπτυξης π.χ. στην Αφρική 65% της ενέργειας προέρχεται από βιομάζα, στην Ινδία το 50% και στη Λατινική Αμερική το 45%. Αντίθετα, στην Ελλάδα η ενέργεια αυτή χρησιμοποιείται περιορισμένα.

Η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα παρουσιάζει υψηλό κόστος συλλογής, επεξεργασίας των υλικών και έχει μικρό ενεργειακό περιεχόμενο σε σχέση με ίση μάζα οργανικού ορυκτού καύσιμου.

1.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των Α.Π.Ε

Τα κύρια πλεονεκτήματα των Α.Π.Ε. είναι τα εξής :

α. Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από τους εξαντλήσιμους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους.

β. Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.

γ. Είναι γεωγραφικά διεσπαρμένες και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, δίνοντας τη δυνατότητα να καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες μεταφοράς ενέργειας.

δ. Δίνουν τη δυνατότητα επιλογής της κατάλληλης μορφής ενέργειας που είναι προσαρμοσμένη στις ανάγκες του χρήστη (π.χ. ηλιακή ενέργεια για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών έως αιολική ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή), επιτυγχάνοντας ορθολογικότερη χρησιμοποίηση των ενεργειακών πόρων.

ε. Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος, το οποίο επιπλέον δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.

ζ. Οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης των Α.Π.Ε. διατίθενται σε μικρά μεγέθη και έχουν μικρή διάρκεια κατασκευής, επιτρέποντας έτσι τη γρήγορη ανταπόκριση της προσφοράς προς τη ζήτηση ενέργειας, με επαναλαμβανόμενα συστήματα σε πολλές περιπτώσεις.

η. Οι επενδύσεις των Α.Π.Ε. δημιουργούν σημαντικό αριθμό νέων θέσεων εργασίας, ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο.

θ. Μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών και πόλο για την τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση επενδύσεων που στηρίζονται στη συμβολή των Α.Π.Ε. (π.χ. θερμοκηπιακές καλλιέργειες με γεωθερμική ενέργεια).

ι. Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και η αξιοποίησή τους είναι γενικά αποδεκτή από το κοινό.

Εκτός από τα παραπάνω πλεονεκτήματα οι Α.Π.Ε. παρουσιάζουν και ορισμένα χαρακτηριστικά που δυσχεραίνουν την αξιοποίηση και ταχεία ανάπτυξή τους:

α. Το διεσπαρμένο δυναμικό τους είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί σε μεγάλα μεγέθη ισχύος, να μεταφερθεί και να αποθηκευθεί.

β. Έχουν χαμηλή πυκνότητα ισχύος και ενέργειας και συνεπώς για μεγάλες ποσότητες ισχύος απαιτούνται συχνά εκτεταμένες εγκαταστάσεις.

γ. Παρουσιάζουν συχνά διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητά τους που μπορεί να είναι μεγάλης διάρκειας απαιτώντας την εφεδρεία άλλων ενεργειακών πηγών ή γενικά δαπανηρές μεθόδους αποθήκευσης.

δ. Η χαμηλή διαθεσιμότητά τους συνήθως οδηγεί σε χαμηλό συντελεστή χρησιμοποίησης των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσής τους.

ε. Το κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος σε σύγκριση με τις σημερινές τιμές των συμβατικών καυσίμων είναι ακόμη υψηλό.

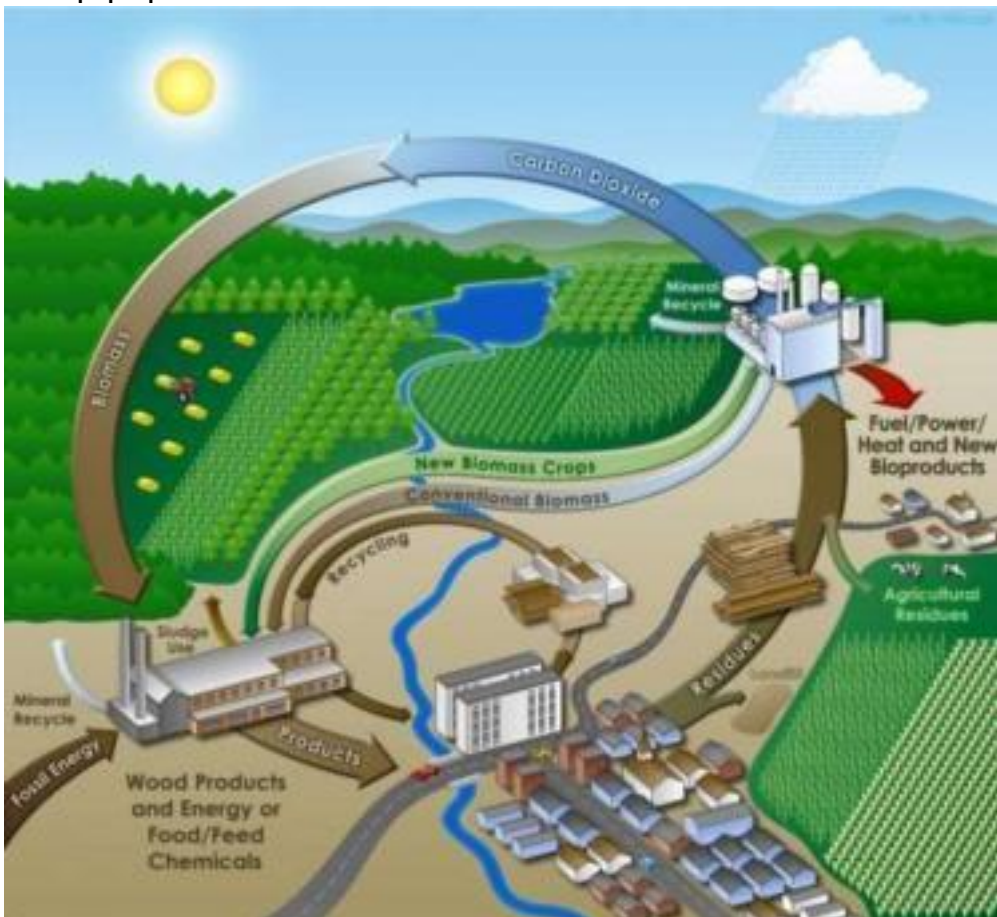
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΒΙΟΜΑΖΑ

2.1. Γενικά για τις μορφές βιομάζας

Με τον όρο βιομάζα ονομάζουμε οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Η ενέργεια που είναι δεσμευμένη στις φυτικές ουσίες προέρχεται από τον ήλιο. Οι ζωικοί οργανισμοί αυτή την ενέργεια την προσλαμβάνουν με την τροφή τους και αποθηκεύουν ένα μέρος της. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα, μετά την επεξεργασία και τη χρήση της.

Η βιομάζα είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας γιατί στην πραγματικότητα είναι αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια που δεσμεύτηκε από τα φυτά κατά τη φωτοσύνθεση.

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε τον κύκλο ζωής της βιομάζας όπως προαναφέραμε.



Στην πράξη υπάρχουν δύο τύποι βιομάζας. Πρώτον οι υπολειμματικές μορφές (τα κάθε είδους φυτικά υπολείμματα και ζωικά απόβλητα και τα απορρίμματα) και δεύτερον η βιομάζα που παράγεται από ενεργειακές καλλιέργειες(όπου θα αναφερθούμε αργότερα στο κεφάλαιο 3).

Υπολειμματικές μορφές βιομάζας

I. Βιομάζα γεωργικής προέλευσης

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

II. Βιομάζα ζωικής προέλευσης

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

III. Βιομάζα δασικής προέλευσης

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

IV. Αστικά απόβλητα

Είναι το οργανικό τμήμα των αστικών αποβλήτων.

2.2 Γενικές εφαρμογές βιομάζας

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

-Η καύση ξύλου και υπολειμμάτων

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

-Παραγωγή βιοκαυσίμων

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

-Παραγωγή Ηλεκτρικής - Θερμικής ενέργειας

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

- μικρά συστήματα για κατοικίες
- συστήματα τηλεθέρμανσης για πολλά κτίρια και
- μεγάλης κλίμακας μονάδες για τηλεθέρμανση ή/και ηλεκτροπαραγωγή .

Η τεχνολογία για μονάδες παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας έχει αναπτυχθεί και δοκιμασθεί αρκετά, όπως διακρίνουμε παρακάτω:

~Θέρμανση θερμοκηπίων: Σε περιοχές της χώρας όπου υπάρχουν μεγάλες ποσότητες διαθέσιμης βιομάζας, χρησιμοποιείται η βιομάζα σαν καύσιμο σε κατάλληλους λέβητες για τη θέρμανση θερμοκηπίων.

~Θέρμανση κτιρίων με καύση βιομάζας σε ατομικούς/κεντρικούς λέβητες:
Σε ορισμένες περιοχές της Ελλάδας χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση κτιρίων ατομικοί/κεντρικοί λέβητες πυρηνόξυλου.

~Παραγωγή ενέργειας σε γεωργικές βιομηχανίες: Βιομάζα για παραγωγή ενέργειας χρησιμοποιείται από γεωργικές βιομηχανίες στις οποίες η βιομάζα προκύπτει σε σημαντικές ποσότητες σαν υπόλειμμα ή υποπροϊόν της παραγωγικής διαδικασίας και έχουν αυξημένες απαιτήσεις σε θερμότητα. Εκκοκκιστήρια, πυρηνελαιουργεία, βιομηχανίες ρυζιού καθώς και βιοτεχνίες κονσερβοποίησης καίνε τα υπολείμματά τους (υπολείμματα εκκοκκισμού, πυρηνόξυλο, φλοιοί και κουκούτσια, αντίστοιχα) για την κάλυψη των θερμικών τους αναγκών ή/και μέρος των αναγκών τους σε ηλεκτρική ενέργεια.

~Παραγωγή ενέργειας σε βιομηχανίες ξύλου: Τα υπολείμματα βιομηχανιών επεξεργασίας ξύλου (πριονίδι, πούδρα, ξακρίδια κλπ) χρησιμοποιούνται για τη κάλυψη των θερμικών αναγκών της διεργασίας καθώς και για την θέρμανση των κτιρίων.

~Τηλεθέρμανση: Ο όρος αυτός αναφέρεται στην παροχή και μεταφορά θερμικής ενέργειας από μια κεντρική μονάδα παραγωγής προς έναν αριθμό περιφερειακών καταναλωτών, μέσω ενός δικτύου αγωγών μεταφοράς.

~Παραγωγή ενέργειας σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού και Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ): Το βιοαέριο που παράγεται από την αναερόβια χώνευση των υγρών αποβλήτων σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού, και των απορριμμάτων σε ΧΥΤΑ καίγεται σε μηχανές εσωτερικής καύσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Παράλληλα μπορεί να αξιοποιείται η θερμική ενέργεια των καυσαερίων και του ψυκτικού μέσου των μηχανών για να καλυφθούν ανάγκες της διεργασίας ή/και άλλες ανάγκες θέρμανσης (π.χ. θέρμανση κτιρίων).

~Συμπαγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από βιομάζα: Είναι η συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας από την ίδια αρχική πηγή ενέργειας. Τα συστήματα συμπαγωγής έχουν ως κύριο χαρακτηριστικό τους την ανάκτηση του μεγαλύτερου μέρους της παραγόμενης θερμικής ενέργειας, η οποία αν δεν μεσολαβήσει κάποια άλλη διεργασία, αποτελεί απλώς απώλεια προς το περιβάλλον, επιτυγχάνοντας με τον τρόπο αυτό εξοικονόμηση πόρων και βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

2.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα βιομάζας

Η βιομάζα έχει πολλά πλεονεκτήματα αλλά παράλληλα χαρακτηρίζεται και από κάποια προβλήματα .

Τα βασικότερα **πλεονεκτήματα** της βιομάζας είναι:

1. Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου επειδή οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα που απελευθερώνονται κατά την καύση της βιομάζας δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία της βιομάζας.
2. Η μηδαμινή ύπαρξη του θείου στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή.

3. Εφόσον η βιομάζα είναι εγχώρια πηγή ενέργειας, η αξιοποίησή της σε ενέργεια συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου, στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και στην εξοικονόμηση του συναλλάγματος, και
4. Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας σε μια περιοχή, αυξάνει την απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με τη χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών (διάφορα είδη ελαιοκράμβης, σόργο, καλάμι κ.λπ.) τη δημιουργία εναλλακτικών αγορών για τις παραδοσιακές καλλιέργειες (ηλίανθος κ.ά.) και τη συγκράτηση του πληθυσμού στις εστίες τους, συμβάλλοντας έτσι στη κοινωνικό-οικονομική ανάπτυξη της περιοχής. Μελέτες έχουν δείξει ότι η παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων έχει θετικά αποτελέσματα στον τομέα της απασχόλησης τόσο στον αγροτικό όσο και στο βιομηχανικό χώρο.

Τα βασικότερα προβλήματα που αφορούν την χρήση της βιομάζας είναι:

1. Ο αυξημένος όγκος και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα δυσχεραίνουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.
2. Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της βιομάζας δυσκολεύουν την συνεχή τροφοδοσία με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας.
3. Βάση των παραπάνω παρουσιάζονται δυσκολίες κατά τη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευση της βιομάζας που αυξάνουν το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησης.
4. Οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας απαιτούν υψηλό κόστος εξοπλισμού, συγκρινόμενες με αυτό των συμβατικών καυσίμων.

2.4 Δυναμικό της βιομάζας στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, τα κατ' έτος διαθέσιμα γεωργικά και δασικά υπολείμματα ισοδυναμούν ενεργειακά με 3-4 Mtoe, ενώ το δυναμικό των ενεργειακών καλλιεργειών μπορεί άνετα να ξεπεράσει εκείνο των γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων. Το ποσό αυτό αντιστοιχεί στο 30-40% της ποσότητας του πετρελαίου που καταναλώνεται ετησίως στην χώρα μας (1t ξηρής βιομάζας αντιστοιχεί ενεργειακά σε 0,4t πετρελαίου, περίπου). Εντούτοις, με τα σημερινά δεδομένα, καλύπτεται μόλις το 3% περίπου των ενεργειακών αναγκών της με την χρήση της διαθέσιμης βιομάζας.

Η βιομάζα στη χώρα μας χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή, κατά τον παραδοσιακό τρόπο, θερμότητας στον οικιακό τομέα (μαγειρική, θέρμανση), για την θέρμανση θερμοκηπίων, σε ελαιουργία, καθώς και, με την χρήση πιο εξελιγμένων τεχνολογιών, στη βιομηχανία (εκκοκκιστήρια βαμβακιού, παραγωγή προϊόντων ξυλείας, ασβεστοκάνιμοι κ.α.). Η χρήση, όμως, αυτή είναι σε περιορισμένη κλίμακα.

Ως πρώτη ύλη σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται παραπροϊόντα της βιομηχανίας ξύλου, ελαιοπυρηνόξυλα, κουκούτσια ροδάκινων και άλλων φρούτων, τσόφλια αμυγδάλων, βιομάζα δασικής προέλευσης, άχυρο σιτηρών, υπολείμματα εκκοκκισμού κ.α.

Παρόλα αυτά, οι προοπτικές αξιοποίησης της βιομάζας στην χώρα μας είναι εξαιρετικά ευοίωνες, καθώς υπάρχει σημαντικό δυναμικό, μεγάλο μέρος του οποίου είναι άμεσα διαθέσιμο. Παράλληλα, η ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι, σε πολλές περιπτώσεις, οικονομικά ανταγωνιστική αυτής που παράγεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

Από πρόσφατη απογραφή, έχει εκτιμηθεί ότι το σύνολο της άμεσα διαθέσιμης βιομάζας στην Ελλάδα συνίσταται από περίπου 7,5Mtoe υπολειμμάτων γεωργικών καλλιεργειών (σιτηρών, αραβοσίτου, βαμβακιού, καπνού, ηλίανθου, κλαδοδεμάτων, κληματίδων, πυρηνόξυλου κ.α.) καθώς και από 2,7Mtoe δασικών υπολειμμάτων

υλοτομίας (κλάδοι, φλοιοί κ.α.). Πέραν του ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αυτής της βιομάζας παραμένει αναξιοποίητο, πολλές φορές αποτελεί αιτία δυσάρεστων καταστάσεων (πυρκαγιές, εξάπλωση ασθενειών κ.α.). Από τις παραπάνω ποσότητες βιομάζας, το ποσοστό τους εκείνο που προκύπτει σε μορφή υπολειμμάτων κατά την δευτερογενή παραγωγή προϊόντων (εκκοκκισμός βαμβακιού, επεξεργασία ξύλου, μεταποίηση γεωργικών προϊόντων κ.α.), είναι άμεσα διαθέσιμο, δεν παρουσιάζει προβλήματα μεταφοράς και μπορεί να τροφοδοτήσει άμεσα διάφορα συστήματα παραγωγής ενέργειας. Έτσι, η εκμετάλλευση του μπορεί να καταστεί οικονομικά συμφέρουσα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ & ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

3.1 Ενεργειακές καλλιέργειες

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι καλλιεργούμενα ή αυτοφυή είδη, παραδοσιακά ή νέα, τα οποία παράγουν βιομάζα ως κύριο προϊόν και που προορίζεται για διάφορους ενεργειακούς σκοπούς όπως παραγωγή θερμότητας, ηλεκτρικής ενέργειας και παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων. Οι παραδοσιακές καλλιέργειες των οποίων το τελικό προϊόν θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας και βιοκαυσίμων θεωρούνται επίσης ενεργειακές καλλιέργειες. Παραδείγματος χάρη, το σιτάρι, το κριθάρι, ο αραβόσιτος, τα ζαχαρότευτλα κι ο ηλίανθος ανήκουν σε αυτή την κατηγορία. Τα φυτά που δεν καλλιεργούνται προς το παρόν εμπορικά, όπως ο μίσχανθος, η αγριαγκινάρα και το καλάμι χαρακτηρίζονται ως νέες καλλιέργειες, απευθύνονται αποκλειστικά για παραγωγή βιομάζας και το τελικό προϊόν τους είναι υψηλής παραγωγικότητα βιομάζα, ανά μονάδα γης.

Στην Ελλάδα, οι πιο συνήθεις καλλιέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων είναι ο ηλίανθος, το σιτάρι, το κριθάρι, ο αραβόσιτος, τα τεύτλα και το γλυκό σόργο και οι οποίες λόγω των ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών, προσφέρονται για ενεργειακή αξιοποίηση μιας και αποδίδουν υψηλές στρεμματικές αποδόσεις.Γενικώς μπορούν να αξιοποιηθούν οι εξής τύποι φυτών: δασικές καλλιέργειες, δημητριακά, σακχαρώδεις καλλιέργειες, κτηνοτροφικές καλλιέργειες, ελαιούχες καλλιέργειες και υδρόβια φυτά.

Πίνακας: Θερμογόνος δύναμη διάφορων ειδών βιομάζας (ξηρού βάρους)

Είδος	Υψηλή θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)	Χαμηλή θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)
Αγροτικά υπολείμματα		
Καλαμπόκι	17.6-18.5	16.8-18.1
Ζαχαροκάλαμο βαγάσης	17.3-19.4	17.7-17.9
Σιτάρι	16.1-18.9	15.1-17.7
Φλοιοί & κλαδέματα	15.8-20.5	
Ποώδεις καλλιέργειες		
Μίσχανθος	18.1-19.6	17.8-18.1
Switchgrass	18.0-19.1	16.8-18.6
Λοιπά χόρτα	18.2-18.6	16.9-17.3
Μπαμπού	19.0-19.8	
Ξυλώδεις καλλιέργειες		
Μαύρη χαρουπιτιά	19.5-19.9	18.5
Ευκάλυπτος	19.0-19.6	18.0
Λεύκα	19.0-19.7	17.7
Ιτιά	18.6-19.7	16.7-18.4
Δασικά υπολείμματα		
Σκληρή ξυλεία	18.6-20.7	
Μαλακή ξυλεία	18.6-21.1	17.5-20.8
Αστικά υπολείμματα		
MSW	13.1-19.9	12.0-18.6
RDF	15.5-19.9	14.3-18.6
Εφημερίδες	19.7-22.2	18.4-20.7
Χαρτόνια	17.3-18.5	
Κερωμένα κουτιά	27.3	

3.2 Βιομάζα ζωικής προέλευσης

Η ζωικής προέλευσης βιομάζα εντάσσεται στην κατηγορία των υπολειμματικών μορφών βιομάζας, γίνεται όμως ιδιαίτερη μνεία, λόγω της προέλευσής της και κυρίως λόγω του μεγάλου δυναμικού της στον ελλαδικό χώρο. Το βασικό απόβλητο όλων των κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων είναι η ζωική κοπριά, μπορούν όμως να αξιοποιηθούν και δέρματα και εντόσθια .

Σε μικρή κλίμακα, η ανακύκλωση των κτηνοτροφικών αποβλήτων επιτυγχάνεται ήδη με τη χρησιμοποίηση του ζωικού υπολείμματος ως εδαφοβελτιωτικού σε γεωργικές εκτάσεις ή και σαν διατροφικό συμπλήρωμα για τα ίδια τα ζώα της κτηνοτροφικής μονάδας. Το ζήτημα της αποτελεσματικής διαχείρισής της γίνεται ακόμα πιο έντονο κατά την μαζική εκτροφή ζώων (συνήθως βοοειδών, χοίρων και πουλερικών) σε περιορισμένους και συστεγασμένους χώρους. Ο ιδανικότερος τρόπος διαχείρισης αυτών των αποβλήτων είναι η χρησιμοποίησή τους για την παραγωγή βιοενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, με τη βοήθεια της τεχνολογίας της αναερόβιας χώνευσης τα υγρά ζωικά απόβλητα μετατρέπονται σε βιοαέριο, ένα εναλλακτικό και «πράσινο» βιοκαύσιμο. Μετά την παραγωγή του, το βιοαέριο τροφοδοτείται σε σύστημα συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, καθώς επίσης υπάρχει και η δυνατότητα εισαγωγής στο υπάρχον δίκτυο φυσικού αερίου μιας και το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως υποκατάστατο του, αφού όμως προηγηθεί η κατάλληλη επεξεργασία για την αναβάθμιση του.

Η βιομάζα συνεπώς, που λαμβάνεται από την εκτροφή ζώων ως απόβλητο, όχι μόνο δεν είναι άχρηστη, αλλά αποτελεί μια πολύ σημαντική πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με φιλικό για το περιβάλλον και τον άνθρωπο τρόπο. Συνιστά έναν ανεκμετάλλευτο πλούτο, τον οποίο έχουν αναγνωρίσει όλες οι αναπτυγμένες χώρες εδώ και χρόνια, γι αυτό και επενδύουν σε αυτόν διαρκώς. Στην Ελλάδα όμως, η απορριπτόμενη βιομάζα από τα απόβλητα κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων παραμένει ανεκμετάλλευτη μέχρι σήμερα για λόγους που σχετίζονται κατά κύριο λόγο με το υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης (που αποθαρρύνει την ιδιωτική πρωτοβουλία), τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της ελληνικής υπαίθρου (μικρές και απομακρυσμένες μεταξύ τους κτηνοτροφικές μονάδες, έντονο ανάγλυφο) και την έλλειψη

συνεργασίας μεταξύ διαφορετικών τοπικών συντελεστών παραγωγής (εκτροφείς, τοπικές αρχές διοίκησης, Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού κλπ).

Πίνακας: Υψηλές θερμογόνες δυνάμεις κοπριών ζώων

Κοπριά ζώων	Θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)
Βοοειδή για κρέας	17.25
Βοοειδή προς γάλα	17.00
Άλλα βοοειδή	16.66
Χοίροι	15.91
Πουλερικά για αυγά	15.50
Πουλερικά για βρώση	15.91
Γαλοπούλες	15.65
Αρνιά & πρόβατα	17.05
Άλογα & ιπποειδή	14.00

3.3 Υπολειμματικές μορφές βιομάζας

Με τον όρο «υπολειμματικές μορφές βιομάζας» υποδηλώνονται τα παραπροϊόντα και κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής, και δασικής παραγωγής, τα παραπροϊόντα τα οποία προέρχονται από τη βιομηχανική επεξεργασία των υλικών αυτών, τα αστικά λύματα και σκουπίδια.

Υπολείμματα γεωργικής προέλευσης: Η Ελλάδα λόγω της έντονης αγροτικής δραστηριότητας που τη χαρακτηρίζει διαθέτει μεγάλες ποσότητες ετήσιων υπολειμμάτων και υποπροϊόντων γεωργικής προέλευσης εκ των οποίων το μεγαλύτερο μέρος μένει ανεκμετάλλευτο. Η συνηθέστερες πρακτικές σήμερα για την απόρριψή τους είναι να επιστρέφονται στο έδαφος, να καίγονται, να αφήνονται προς αποσύνθεση ή να αποτελούν απόθεμα βοσκής. Τα γεωργικά υπολείμματα ενδείκνυνται για μετατροπή σε υγρά καύσιμα ή για παραγωγή ενέργειας μέσω θερμοχημικών μεθόδων.

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

Υπολείμματα ξύλου

Το ξύλο είναι το συνηθέστερο υλικό προς καύση και απαντάται σε μεγάλες ποσότητες και διάφορες μορφές. Η υπολειμματική βιομάζα προέλευσης ξύλου που αξιοποιείται ή μπορεί να αξιοποιηθεί για ενεργειακούς σκοπούς συνίσταται στα καυσόξυλα, στα υπολείμματα καλλιέργειας δασών (αραιώσεων, υλοτομιών), στα προϊόντα καθαρισμών για την προστασία τους από πυρκαγιές (φλοιοί, κλαδιά,) καθώς και στα υπολείμματα επεξεργασίας του ξύλου (πριονίδι)

Υπολείμματα ζωικής προέλευσης

Το διαθέσιμο δυναμικό υπολειμματικής βιομάζας ζωικής προέλευσης περιλαμβάνει κυρίως απόβλητα εντατικής κτηνοτροφίας από πτηνοτροφεία, χοιροτροφεία, βουστάσια και σφαγεία (κοπριά, δέρματα, εντόσθια, άχρηστα αλιεύματα κλπ). Η απουσία μονάδων διαχείρισης των αποβλήτων, δημιουργεί κινδύνους τόσο για την μόλυνση του περιβάλλοντος όσο και για την δημόσια υγεία, για αυτό η συλλογή και αξιοποίησή τους ως βιοαέριο είναι ιδιαίτερα ελκυστική.

Αστικά απορρίματα&απόβλητα:Ως βιομάζα αστικών αποβλήτων χαρακτηρίζεται το οργανικό τμήμα (βιοαποικοδομήσιμο) των αστικών στερεών αποβλήτων καθώς επίσης και η ιλύς που προκύπτει από τη βιολογική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων.

Αστικά απορρίματα	Υψηλή θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)
Βιοστερεά υγειονομικής ταφής	15,4
Βιοστερεά διαχωρισμένα	15,4
Χαρτιά/χαρτόνια υγειονομικής ταφής	17,8
Ξυλεία υγειονομικής ταφής	19,3
Φύλλα, χορτάρια, κλαδέματα κλπ υγειονομικής ταφής	15
Πολλαπλής σύνθεσης υγειονομικής ταφής	8,9
Τροφή υγειονομικής ταφής	14
MSW βιομάζα διαχωρισμένη	16,7

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΩΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

4.1 Οικιακή θέρμανση με βιομάζα

Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση κτιρίων σε τζάκι, σόμπα ή σύστημα κεντρικής θέρμανσης. Η καύση ξύλων σε σόμπες είναι ευρύτατα διαδεδομένη σήμερα σε αγροτικά σπίτια, όπου υπάρχουν μεγάλες ποσότητες βιομάζας, κυρίως από το κόψιμο δένδρων και κυρίως ελιάς. Τα παραδοσιακά τζάκια έχουν βαθμό απόδοσης, που κυμαίνεται μεταξύ 10-20%, ενώ μερικές σύγχρονες κατασκευές τζακιών επιτυγχάνουν υψηλούς βαθμούς απόδοσης της τάξης του 60-80% και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση ολόκληρης της κατοικίας.

Τα συστήματα κεντρικής θέρμανσης με χρήση ξύλων ή πυρηνόξυλου χρησιμοποιούνται σαν εναλλακτική λύση των συστημάτων θέρμανσης με καυστήρα πετρελαίου ή φυσικού αερίου. Στην περίπτωση αυτή ο ιδιοκτήτης αγοράζει το πυρηνόξυλο σε σακιά από ένα πυρηνελαιουργείο και κατά τακτά χρονικά διαστήματα γεμίζει το σιλό του καυστήρα.

Το κόστος του καυστήρα για χρήση πυρηνόξυλου είναι ελαφρά μεγαλύτερο από εκείνο του πετρελαίου ή του υγραερίου. Όμως, το κόστος του πυρηνόξυλου σε σχέση με την ενεργειακή του αξία είναι χαμηλότερο από του πετρελαίου ή του υγραερίου. Η ενεργειακή αξία του ξύλου και του πυρηνόξυλου είναι περίπου 3500kcal/kg δηλαδή περίπου το ένα τρίτο του πετρελαίου. Για τη θέρμανση μιας κατοικίας με πυρηνόξυλο με ανάγκες 15.000 kcal/h και εφόσον ο βαθμός απόδοσης του συστήματος κεντρικής θέρμανσης είναι 70%, απαιτούνται περίπου 6 χλγ/ώρα πυρηνόξυλου. Εφόσον στην ίδια κατοικία χρησιμοποιηθεί ντήζελ και ο βαθμός απόδοσης του συστήματος θέρμανσης είναι 80%, απαιτούνται περίπου 1,875 kg/h ντήζελ. Επομένως, είναι αρκετά συμφέρουσα η θέρμανση κτιρίων με πυρηνόξυλο αντί του ντήζελ, τουλάχιστον με τις σημερινές τιμές των καυσίμων.

4.2 Παραγωγή θερμότητας σε βιομηχανίες

Πολλές βιομηχανίες οι οποίες έχουν αυξημένες απαιτήσεις σε θερμότητα καταφεύγουν στην εγκατάσταση μονάδων καύσης βιομάζας για την παραγωγή της. Φούρνοι, ασβεστοκάμινοι, εκκοκκιστήρια, πυρηνελαιουργεία, βιομηχανίες ρυζιού καθώς και βιοτεχνίες κονσερβοποίησης κ.ά. έχουν καθιερώσει τη χρήση της κυρίως λόγω του ότι η βιομάζα προκύπτει σε σημαντικές ποσότητες σαν υπόλειμμα ή υποπροϊόν της παραγωγικής τους διαδικασίας, αλλά και της χαμηλής τιμής της σε σχέση με τη θερμιδική αξία της, όπως προαναφέρθηκε για το πυρηνόξυλο.

Ορισμένα πυρηνελαιουργεία διαθέτουν μονάδες διαχωρισμού του πυρηνόξυλου σε ένα κυτταρινούχο τμήμα και σε ένα άλλο τμήμα πλούσιο σε πρωτεΐνες, που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία ζωοτροφών. Το κυτταρινούχο τμήμα του πυρηνόξυλου, μετά το διαχωρισμό του, έχει μεγαλύτερη θερμογόνο δύναμη από το πυρηνόξυλο πριν το διαχωρισμό.

Επίσης, με παρόμοιο τρόπο η παραγωγή θερμότητας από βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κάλυψη αναγκών σε ΒΙ.ΠΕ.

4.3 Θέρμανση θερμοκηπίων

Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία για θέρμανση γεωργικών και κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων, για ξήρανση γεωργικών προϊόντων κ.ά. Τα τελευταία 15 χρόνια η παραγωγή θερμότητας με καύση βιομάζας για θέρμανση θερμοκηπίων εξαπλώθηκε με γρήγορους ρυθμούς στη χώρα μας. Αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην αφθονία και στο μηδαμινό κόστος των πρώτων υλών τα οποία είναι υποπροϊόντα ή υπολείμματα της ίδιας της εγκατάστασης, αλλά και λόγω των εθνικών και ευρωπαϊκών πόρων που διατέθηκαν για την κατασκευή θερμοκηπίων με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, με έμφαση στη βιομάζα.

Μία μέθοδος θέρμανσης θερμοκηπίων με χρήση βιομάζας που τείνει να καθιερωθεί είναι η θέρμανση με καύση πυρηνόξυλου. Το θερμό νερό που παράγεται κυκλοφορώντας σε επιδαπέδιο σύστημα σωληνώσεων που βρίσκεται εντός του θερμοκηπίου θερμαίνει το χώρο. Το πυρηνόξυλο μεταφέρεται με αυτοματισμό στον καυστήρα. Στην περίπτωση επιδαπέδιου συστήματος πλαστικών σωληνώσεων η θερμοκρασία του θερμού νερού κυμαίνεται στους 50 °C. Σημαντικό πλεονέκτημα των συστημάτων αυτών είναι ότι αυτοματοποιούνται πλήρως και μπορούν να επιτύχουν πλήρη έλεγχο της θερμοκρασίας εντός του θερμοκηπίου. Γενικώς η κάθε εγκατάσταση καύσης βιομάζας πρέπει να σχεδιαστεί ανάλογα με το υποπροϊόντα και τις ανάγκες του κάθε θερμοκηπίου. Στην Ελλάδα η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ιδιαίτερα όταν τα θερμοκήπια βρίσκονται κοντά σε ελαιοπαραγωγικές περιοχές, οι οποίες είναι αρκετές και που υπάρχει διαθέσιμο ελαιοπυρηνόξυλο.

Τα συστήματα αυτά θέρμανσης παρουσιάζουν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- χαμηλό κόστος καυσίμου
- δυνατότητα πλήρους αυτοματισμού
- ύπαρξη τοπικά της ενεργειακής πρώτης ύλης.

Τα συστήματα θέρμανσης με βιομάζα απαρτίζονται συνήθως από τα εξής μέρη:

- αποθήκη βιομάζας
- σιλό τροφοδοσίας του καυστήρα
- καυστήρας
- σύστημα διανομής της θερμότητας
- εξοπλισμός ελέγχου και ασφαλείας

4.4 Βιομάζα για τηλεθέρμανση

Στην περίπτωση της τηλεθέρμανσης με καύση βιομάζας παράγεται θερμό νερό σε έναν κεντρικό καυστήρα και το θερμό νερό μεταφέρεται με έναν καλά μονωμένο υπόγειο σωλήνα στην περιοχή χρήσης του. Η πτώση της θερμοκρασίας του νερού είναι κάτω του 1°C ανά 1Km σωλήνα. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η προμήθεια θέρμανσης χώρων καθώς και θερμού νερού χρήσης σε ένα σύνολο κτιρίων ή ακόμα και σε μια ολόκληρη πόλη, από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας.

Κάθε κτίριο, που είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο, μπορεί να χρησιμοποιήσει το θερμό νερό για να καλύψει τις ανάγκες θέρμανσής του. Χρησιμοποιούνται συνήθως δύο κεντρικοί σωλήνες, σε κλειστό δίκτυο, ένας για τη προσαγωγή του θερμού νερού και ένας για την απαγωγή του και την επαναφορά του στο λέβητα για αναθέρμανση.

Στην Ελλάδα δίκτυο τηλεθέρμανσης διαθέτουν η Πτολεμαΐδα, η Κοζάνη, το Αμύνταιο και η Μεγαλόπολη, προς το παρόν σε κανένα από αυτά τα δίκτυα η θέρμανση δε γίνεται με καύση βιομάζας. Ενδιαφέρουσα εγκατάσταση συστήματος τηλεθέρμανσης μικρότερης κλίμακας έχει υλοποιήσει η ελληνική βιομηχανία ΕΛΑΪΣ. Πρόκειται για την παροχή ζεστού νερού από το εργοστάσιο προς σχολικό συγκρότημα τεσσάρων σχολείων απέναντι από τις εγκαταστάσεις της, εξασφαλίζοντας τη δωρεάν θέρμανση όλο το 24ωρο σε 2.000 μαθητές.

Εργοστάσιο	Δυναμικότητα (MWth)	Κατάσταση
Πτολεμαΐδα	50	Σε λειτουργία
Κοζάνη	67	Σε λειτουργία
Αμύνταιο	40	Σε λειτουργία
Μεγαλόπολη	20	Σε λειτουργία
Φλώρινα	70	Υπό κατασκευή
177 MWth εγκατεστημένες		
70 MWth υπό κατασκευή		

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

5.1 Άμεση καύση βιομάζας

Η καύση είναι μια αερόβια διαδικασία από την οποία μετασχηματίζεται η χημική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στην οργανική ύλη σε ενεργειακά προϊόντα, άρα και σε ηλεκτρισμό, με την χρήση διαφόρων ειδών εξοπλισμού όπως κλίβανους, φούρνους, ατμοστρόβιλους στροβιλοκινητήρες κ .α

Από την καύση της βιομάζας παράγονται θερμά αέρια σε θερμοκρασίες γύρω στους 800 °C με 1000 °C. . Η καύση προτιμάται για πρώτες ύλες των οποίων η περιεκτικότητα σε υγρασία δεν υπερβαίνει το 50%, εκτός και αν έχουν προ-ξηραθεί. Η κλίμακα των εργοστασίων καύσης κυμαίνεται από πολύ μικρή (οικιακή) μέχρι βιομηχανική 5-500 MW, το οποίο αποτελεί έναν ακόμα λόγο για την ευρεία διάδοσή της.

Στα συστήματα καύσης βιομάζας που είναι σε εμπορική χρήση σε όλο τον κόσμο, χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνολογίες άμεσης καύσης, οι οποίες διαμορφώνονται κυρίως βάση της τοπικής διαθεσιμότητας σε πρώτες ύλες. Σε γενικές γραμμές με την άμεση καύση δεν υφίσταται ιδιαίτερος περιορισμός όσον αφορά την πρώτη ύλη. Εργοστάσια αποκλειστικά καύσης βιομάζας μπορούν να καίνε ένα μεγάλο εύρος καυσίμων, συμπεριλαμβανομένων και αποβλήτων.

Επίσης, η χρήση της βιομάζας ως συμπληρωματικό καύσιμο σε μονάδες που καίνε άνθρακα είναι μια ιδιαίτερα ελκυστική πρακτική εξαιτίας της υψηλής απόδοσης μετασχηματισμού που επιτυγχάνεται στις μονάδες αυτές. Γενικά, η καθαρή απόδοση για μονάδες καύσης βιομάζας κυμαίνεται από 20% έως 40%. Οι μεγαλύτερες αποδόσεις επιτυγχάνονται στα συστήματα ισχύος άνω των 100 MW ή όταν πρόκειται για τεχνολογίες συνδυασμένης καύσης βιομάζας με άλλα καύσιμα.

Ο πιο συνήθης κύκλος καύσης βιομάζας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι ο κύκλος Rankine (στρόβιλος ατμού) τα βασικά στάδια του οποίου είναι τα ακόλουθα:

1. Παράγεται ατμός σε ατμολέβητα βιομάζας
2. Οδηγείται στον ατμοστρόβιλο όπου παράγεται ηλεκτρισμός
3. Αποβάλλει τη θερμότητα και μέσω συμπυκνωτή και αντλίας ξαναγυρνά στο λέβητα
4. Δυνατότητα συστήματος ανάκτησης θερμότητας από τα καυσαέρια του λέβητα επιτυγχάνοντας μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης
5. Αν αντί για νερό το κύκλωμα κυκλοφορεί άλλο ρευστό (π.χ. λάδι) ονομάζεται οργανικός κύκλος Rankine.

Ο πιο συνήθης εξοπλισμός καύσης βιομάζας εν ισχύ είναι ο λέβητας διασποράς τροφοδοσίας (spreader stoker broiler) που ενσωματώνει αυτόματη τροφοδοσία καυσίμου και διανομή της βιομάζας πάνω από μετακινούμενη σχάρα, στον όροφο της οποίας το καύσιμο καίγεται χρησιμοποιώντας αέρα από ένα θάλαμο τοποθετημένο κάτω από την σχάρα. Ως εναλλακτικές τεχνολογίες απευθείας καύσης βιομάζας είναι οι ακόλουθες:

- Καυστήρες τροφοδοσίας σωρού (pile burners)
- Λέβητες όπου η καύση γίνεται με την καύσιμη ύλη σε αιώρηση (suspension-fired boilers)
- Καυστήρες κυκλοφορούμενης ρευστοποιημένης κλίνης (circulating fluidized bed combustors - CFBC)
- Καυστήρες κοχλάζουσας ρευστοποιημένης κλίνης (bubbling fluidized bed combustors – BFBC)

Παρόλο που η καύση συνιστά την απλούστερη αλλά και την περισσότερο ανεπτυγμένη από όλες τις διαδικασίες, εγείρονται αρκετοί προβληματισμοί εξαιτίας των προβλημάτων που παρουσιάζει. Οι κυριότερες επιφυλάξεις αναφέρονται στα επιβλαβή συστατικά που υπάρχουν στα καυσαέρια, καθώς και στα διαχειριστικά προβλήματα από τα στερεά κατάλοιπα που παράγονται. Πολλές φορές η θέσπιση περιβαλλοντικών προτύπων για τα χαρακτηριστικά των καυσαερίων από μονάδες καύσης καθιστά αναγκαία την εγκατάσταση συστημάτων καθαρισμού, επιβαρύνοντας τελικά το κόστος λειτουργίας τους. Επίσης, η βιομάζα ως στερεό καύσιμο είναι πολύ ογκώδης και είναι δύσκολο να μεταφερθεί σε μεγάλες αποστάσεις. Έτσι, συχνά προτιμάται να γίνει μετατροπή του στερεού σε αέριο καύσιμο με άλλες θερμικές διαδικασίες. Το πλεονέκτημα των αερίων καυσίμων είναι ότι καίγονται χωρίς κατάλοιπα, διανέμονται ευκολότερα και μετατρέπονται εύκολα σε υγρά ή χημικά προϊόντα.

5.2 Παραγωγή βιοαερίου

Το βιοαέριο παράγεται από την αναερόβια χώνευση ζωικών αποβλήτων-υπολειμμάτων, βιομηχανικών αποβλήτων και λυμάτων καθώς και από αστικά οργανικά απορρίμματα, κυρίως σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού και σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ).

Αναερόβια χώνευση είναι η ζύμωση των οργανικών ουσιών των απορριμμάτων απουσία οξυγόνου. Καθώς η στερεή βιομάζα αποσυντίθεται παράγεται ένα άχρωμο και άοσμο αέριο, το μεθάνιο. Το μεθάνιο είναι πλούσιο σε ενέργεια και αποτελεί το κύριο συστατικό του βιοαερίου. Η τυπική σύσταση του βιοαερίου είναι 65% μεθάνιο και 35% διοξείδιο του άνθρακα.

Το βιοαέριο καίγεται σε μηχανές εσωτερικής καύσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά μπορεί να αξιοποιηθεί και για παραγωγή θερμότητας μέσω της θερμικής ενέργειας των καυσαερίων και του ψυκτικού μέσου των μηχανών, για να καλυφθούν ανάγκες της διεργασίας ή/και άλλες ανάγκες θέρμανσης (τηλεθέρμανση κτιρίων). Επίσης μπορεί να διοχετεύει και στο δίκτυο του φυσικού αερίου ή να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτικό καύσιμο μεταφορών για μηχανές εσωτερικής καύσης. Τέλος, το εναπομένον οργανικό υπόλειμμα με διαχωρισμό, εξάτμιση και κατάλληλη τροποποίηση μπορεί να πωληθεί σαν στερεό και υγρό λίπασμα.

Κατά την ταφή των στερεών απορριμμάτων σε κατάλληλους χώρους λαμβάνεται μέριμνα κατασκευής εγκαταστάσεων και συλλογής του παραγόμενου βιοαερίου όπως έχει αναφερθεί παραπάνω. Ανάλογα με το μέγεθος του χώρου υγειονομικής ταφής των απορριμμάτων η ποσότητα του παραγόμενου βιοαερίου μπορεί να είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη. Η συλλογή του βιοαερίου από χώρους υγειονομικής ταφής γίνεται σήμερα με κατάλληλες επεμβάσεις, ακόμα και όταν δεν έχει ληφθεί μέριμνα κατασκευής των κατάλληλων συστημάτων κατά τη δημιουργία του χώρου υγειονομικής ταφής. Για τη συλλογή του τοποθετούνται κατά διαστήματα σωληνώσεις, που οδηγούν το παραγόμενο βιοαέριο στους χώρους συγκέντρωσης και αποθήκευσής του. Η ενεργειακή αξία ισοδυναμεί με το 20-40% της θερμογόνου δύναμης της βιομάζας και ένα κυβικό μέτρο βιοαερίου υποκαθιστά 0.661 diesel ή 0.751 πετρελαίου ή 0.85 κυβικά μέτρα κάρβουνου.

Η χρήση του βιοαερίου συνεπάγεται αρκετά οφέλη, τόσο σε περιβαλλοντικό όσο και σε οικονομικό επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα:

- Η πρώτη ύλη (γεωργο-κτηνοτροφικά απόβλητα, οργανικό μέρος των απορριμμάτων, κ.λ.π.) έχει συχνά μηδενική ή αρνητική αξία, ενώ τα προϊόντα της μονάδας έχουν αναμφισβήτητη εμπορική αξία.
- Βοηθάει να επιλυθούν τα προβλήματα διαχείρισης αποβλήτων και απορριμμάτων χρησιμοποιώντας τα ως πρώτη ύλη.
- Συμβολή στη μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από τρίτες χώρες.
- Σημαντικά κέρδη στις εκάστοτε εταιρείες.
- Αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, απ' την καύση της οποίας δεν εκλύονται αέρια του θερμοκηπίου.

Βασικά μεγέθη αναερόβιας χώνευσης	
1m ³ βιοαέριο	5,0 - 7,5 kWh
1m ³ βιοαέριο	1,5 - 3,0 kWh
1 μονάδα ζώου	500kg σωματικό
1 ha σοδειά καλαμποκιού	7800 – 8000 m ³
1 m ³ μεθανίου (CH ₄)	9,97 kWh
Βαθμός απόδοσης ΣΗΘ _{C I}	30 - 45%
Βαθμός απόδοσης ΣΗΘ _{θερμοτητα}	35 - 60%
Βαθμός απόδοσης ΣΗΘ _{σύνολο}	85%
Χρόνος λειτουργίας	7.500 - 8.000
Κόστη επένδυσης	
ΣΗΘ (Κινητήρας αερίου) 100 kW _{el}	900 €/kW _{el}
ΣΗΘ (Κινητήρας αερίου) 250 kW _{el}	740 €/kW _{el}
Αναερόβιος χωνευτής μέχρι 100 kW _{el}	3.000 €/kW _{el}
Αναερόβιος χωνευτής 100-350 kW _{el}	3.000 - 2.500 €/kW_{el}
Εργατικά 3	7 ώρες/kW _{el}

Παραγωγή βιοαερίου από διάφορα υποστρώματα					
Τύπος	Οργανικές Ενώσεις	C:N	DM %	VS % DM	Βιοαέριο m ³ /kg VS
Απόβλητα Χοιροστασίων	Υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπίδια	3-10	3-8	70-80	0,25-0,50
Απόβλητα βουστασίων	Υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπίδια	6-20	5-12	80	0,20-0,030
Απόβλητα πτηνοτροφείων	Υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπίδια	3-10	10-30	80	0,35-0,60
Εντόσθια	Υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπίδια	3-5	15	80	0,40-0,68
Σιτάρι	75-80% λακτόζη 20-25% πρωτεΐνες		8-10	90	0,35-0,80
Ζύμες	Υδατάνθρακες	4-10	1-5	80-95	0,35-0,78
Αχυρο	Υδατάνθρακες, λιπίδια	80-100	70-90	80-90	0,15-0,35
Χλόη		12-25	20-25	90	0,55
Απόβλητα Φρουτοποσίας		35	15-20	75	0,25-0,50
Υπολείμματα τροφίμων			10	80	0,50-0,60

5.3 Αεριοποίηση

Αεριοποίηση είναι η μετατροπή της βιομάζας σε μίγμα εύφλεκτων αερίων από τη μερική οξείδωση της οργανικής ύλης παρουσία ατμού σε υψηλές θερμοκρασίες, στην περιοχή 800-900°C. Η βιομάζα προσφέρεται για αεριοποίηση λόγω του υψηλού περιεχομένου σε πτητικά συστατικά (70-86% σε ξηρή βάση). Το παραγόμενο αέριο σύνθεσης που είναι μίγμα υδρογόνου (H), μεθανίου (CH₄) και μονοξειδίου (CO), καθώς και μικρών ποσοτήτων διοξειδίου και υδρογονανθράκων, έχει χαμηλή θερμαντική δύναμη (4-6 MJ/Nm³). Ακαθαρσίες (αλκάλια, SO₂ και τέφρα) μπορούν να απομακρυνθούν από συστήματα καθαρισμού, αφήνοντας ένα καθαρό καύσιμο αέριο με ενεργειακό περιεχόμενο περίπου το 20-25% του φυσικού αερίου. Το αέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν καύσιμο για να τροφοδοτήσει αεριοστρόβιλους για την παραγωγή ενέργειας. Ιδιαίτερα ελκυστική τεχνολογία είναι τα εργοστάσια συνδυασμένου κύκλου (BIG/CC) Biomass integrated Gasification combined Cycle. Εναλλακτικά το αέριο (syngas) μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν πρώτη ύλη στην παραγωγή υγρών καυσίμων για την μεταφορά, πχ μεθανόλης και υδρογόνου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΥΓΡΑ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ

6.1 Γενικά

Σήμερα, ο όρος βιοκαύσιμα χρησιμοποιείται συνήθως για υγρά καύσιμα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον τομέα των μεταφορών. Τα πιο συνηθισμένα στο εμπόριο είναι το βιοντίζελ, μεθυλεστέρας ο οποίος παράγεται κυρίως από ελαιούχους σπόρους (ηλίανθος, ελαιοκράμβη, κ.ά.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε μόνο του ή σε μίγμα με πετρέλαιο κίνησης σε πετρελαιοκινητήρες και η βιοαιθανόλη η οποία παράγεται από σακχαρούχα, κυταρινούχα και αμυλούχα φυτά (σιτάρι, καλαμπόκι, σόργο, τεύτλα, κ.ά.), χρησιμοποιείται είτε ως έχει σε βενζινοκινητήρες που έχουν υποστεί μετατροπή είτε σε μίγμα με βενζίνη σε κανονικούς βενζινοκινητήρες, είτε τέλος μπορεί να μετατραπεί σε ETBE (πρόσθετο βενζίνης).

Οι Ευρωπαϊκές κυβερνήσεις σκοπεύουν να αυξήσουν το μερίδιο των βιοκαυσίμων, όσον αφορά στη συνολική κατανάλωση καυσίμων της Ε.Ε. έως το 2020, θέτοντας ως εγγύηση φορολογικές μειώσεις και φοροαπαλλαγές, εφόσον η παραγωγή βιοκαυσίμων δεν είναι οικονομικά βιώσιμη λύση. Συγκεκριμένα, στις δεσμεύσεις της χώρας προς την Ευρωπαϊκή Ένωση συμπεριλαμβάνεται μεταξύ άλλων η απορρόφηση 345 χιλιάδων βιοκαυσίμων για το 2014 και 634 χιλιάδων το 2020. Οι ποσότητες αυτές έχουν υπολογιστεί και αποσταλεί από το ίδιο το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής προς τα αρμόδια όργανα της Ευρωπαϊκής Ένωσης ως αναγκαίες για να προσεγγίσει η χώρα μας το δεσμευτικό στόχο της χρήσης Αναγνώσιμων Πηγών Ενέργειας σε ποσοστό 10% του συνόλου του ενεργειακού περιεχομένου προς χρήση στις μεταφορές έως το έτος 2020.

Η παραγωγή βιοκαυσίμων ως εναλλακτικό καύσιμο της βενζίνης μειώνει την εξάρτηση μιας χώρας από εισαγόμενα καύσιμα. Συν τοις άλλοις, δημιουργεί θέσεις εργασίας και τονώνει την αγροτική οικονομία. Η οικονομική ενίσχυση του συγκεκριμένου στόχου της Ε.Ε. δικαιολογείται συχνά από τις αναμενόμενες θετικές περιβαλλοντικές επιδράσεις, όπως ο μετριασμός της αλλαγής του κλίματος. Επίσης, τα ισοζύγια ενέργειας και αερίων του θερμοκηπίου είναι σαφώς θετικότερες, με την επιλογή της συγκεκριμένης περιβαλλοντικής πολιτικής. Εν τούτοις, η χρήση βιοντίζελ δε θεωρείται οικονομικά αποδοτική στρατηγική για τη μείωση εκπομπών αέριων ρύπων. Οι τύποι βιοκαυσίμων είναι οι ακόλουθοι:

- Βιοαιθανόλη
Αιθανόλη η οποία παράγεται από βιομάζα ή από το βιοαποικοδομίστημο κλάσμα αποβλήτων,
- Βιοντίζελ
Μεθυλεστέρας ο οποίος παράγεται από φυτικά ή ζωικά έλαια, ποιότητας ντίζελ.
- Βιομεθανόλη
Μεθανόλη η οποία παράγεται από βιομάζα.
- Βιοδιμεθυλαιθέρας
Διμεθυλαιθέρας ο οποίος παράγεται από βιομάζα.
- Βιο-ETBE (αιθυλοτριτοβουτυλαιθέρας)
ETBE ο οποίος παράγεται από βιοαιθανόλη. Το κατ' όγκον ποσοστό βιο-ETBE το οποίο υπολογίζεται ως βιοκαύσιμο ανέρχεται σε 47%.
- Βιο-MTBE (μεθυλοτριτοβουτυλαιθέρας)
Καύσιμο το οποίο παράγεται από βιομεθανόλη. Το κατ' όγκον ποσοστό βιο-MTBE που υπολογίζεται ως βιοκαύσιμο ανέρχεται σε 36%.

- Συνθετικά βιοκαύσιμα
Συνθετικοί υδρογονάνθρακες ή μείγματα συνθετικών υδρογονανθράκων που έχουν παραχθεί από βιομάζα
- Βιουδρογόνο
Υδρογόνο το οποίο παράγεται από βιομάζα ή/και από βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων για χρήση ως βιοκαύσιμο.
- Καθαρά φυτικά έλαια
Έλαια από ελαιούχα φυτά, παραγόμενα με συμπίεση, έκθλιψη ή ανάλογες μεθόδους, φυσικά ή εξευγενισμένα αλλά μη χημικώς τροποποιημένα, όταν είναι συμβατά με τον τύπο του οικείου κινητήρα και τις αντίστοιχες προϋποθέσεις όσο αφορά τις εκπομπές.

6.2 Βιοντίζελ

Επειδή η αρχική πρώτη ύλη του είναι ένα φυτικό έλαιο ή ένα ζωικό λίπος, το βιοντίζελ θεωρείται γενικά ανανεώσιμο. Δεδομένου ότι ο άνθρακας στο έλαιο ή στο λίπος προήλθε κυρίως από το διοξείδιο του άνθρακα του αέρα, το βιοντίζελ θεωρείται ότι συμβάλει πολύ λιγότερο στην παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας από ότι τα ορυκτά καύσιμα. Οι μηχανές ντίζελ που λειτουργούν με βιοντίζελ έχουν τις χαμηλότερες εκπομπές μονοξειδίου άνθρακα, άκαυτους υδρογονάνθρακες, αιωρούμενα σωματίδια, και τις αέριες τοξικές ουσίες από ότι όταν λειτουργούν με καύσιμα βασισμένα στο πετρέλαιο.

Το βιοντίζελ είναι το μόνο εναλλακτικό καύσιμο που όταν συνυπάρχει σε μίγματα βιοντίζελ - ντίζελ, σε χαμηλή συγκέντρωση μπορεί να λειτουργήσει σε συμβατικούς, μη τροποποιημένους κινητήρες ντίζελ. Το πιο συνηθισμένο μίγμα είναι ένα μίγμα 20% βιοντίζελ με 80% ντίζελ πετρελαίου, ή B20 όπως καλείται σε πρόσφατες επιστημονικές

έρευνες. Εντούτοις, στην Ευρώπη ο τρέχων κανονισμός προβλέπει ένα μέγιστο ποσοστό του σε μίγματα με ντίζελ 5,75%. Στην παρούσα κατάσταση, το βιοντίζελ απαιτεί επιχορήγηση για να ανταγωνιστεί τα καύσιμα που βασίζονται στο πετρέλαιο. Εντούτοις, οι κυβερνήσεις παρέχουν κίνητρα που ενθαρρύνουν την ταχεία ανάπτυξη της βιομηχανίας του βιοντίζελ. Τα τρέχοντα ευρωπαϊκά επίπεδα είναι 500 εκατομμύρια έως 1 δισεκατομμύριο γαλόνια/έτος. Στο εγγύς μέλλον αναμένεται αύξηση της ζήτησης και πτώση του κόστους παραγωγής, λόγω της αύξησης των πετρελαιοιδών αλλά και της ζήτησης οικολογικότερων καυσίμων.

Ο μεγαλύτερος αριθμός κετανίου που παρουσιάζει το βιοντίζελ έναντι του συμβατικού ντίζελ αντισταθμίζει το γεγονός ότι κατά την καύση του το βιοντίζελ απελευθερώνει ενέργεια μικρότερη από την ενέργεια που απελευθερώνει το συμβατικό ντίζελ. Έτσι η απόδοση ενός πετρελαιοκινητήρα που κινείται με καθαρό βιοντίζελ κυμαίνεται τουλάχιστον στα επίπεδα του συμβατικού ντίζελ. Επίσης, το βιοντίζελ είναι κατάλληλο για τους ήδη υπάρχοντες πετρελαιοκινητήρες, όπου δεν χρειάζεται να γίνει σχεδόν καμία μετατροπή ακόμα και αν χρησιμοποιηθεί αμιγές βιοντίζελ. Το βιοντίζελ είναι βιοδιασπώμενο και έχει υψηλότερο σημείο ανάφλεξης έναντι των καυσίμων ντίζελ πετρελαίου, άρα οι κίνδυνοι χειρισμού, μεταφοράς και αποθήκευσης είναι πολύ μικρότεροι από εκείνους τους κινδύνους, που συνδέονται με το συμβατικό ντίζελ. Γενικά μπορεί να αποθηκευτεί οπουδήποτε όπως ακριβώς αποθηκεύονται και τα καύσιμα ντίζελ που έχουν παραχθεί από πετρέλαιο.

Οι τιμές της μέγιστης θερμογόνου δυνάμεως (HHVs) των διαφόρων ειδών βιοντίζελ είναι ελαφρώς χαμηλότερες από αυτές της βενζίνης (46 MJ/km), του ορυκτού diesel (45MJ/km) ή του αργού πετρελαίου (42 MJ/km), αλλά υψηλότερες από αυτές του άνθρακα (32-37MJ/km).

Πίνακας: Σύγκριση χημικών ιδιοτήτων & ανώτερων θερμικών δυνάμεων μεταξύ βιοντίζελ και συμβατικού ντίζελ

Χημική Ιδιότητα	Βιοντίζελ	Ντίζελ
Τέφρα (wt%)	0,002-0,036	0,006-0,010
Θείο	0,006-0,020	0,020-0,050
Άζωτο	0,002-0,007	0,0001-0,003
Αρωματικά	0	28-38
Αριθμός ιωδίου	65-156	0
HHY (MJ/kg)	39,2-40,6	45,1-45,6

Πηγές βιοντίζελ

Το βιοντίζελ αποτελεί ένα υποσχόμενο βιοκαύσιμο, παραπλήσιο και άριστο υποκατάστατο του συμβατικού ντίζελ, χρησιμοποιείται ευρύτατα σε όλη την Ευρώπη, ενώ στις ΗΠΑ η χρήση του είναι συνεχώς αυξανόμενη. Θεωρείται ως το πλέον διαδεδομένο βιοκαύσιμο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο αυτούσιο όσο και σε διάφορες αναλογίες σε μίγματα με το συμβατικό ντίζελ. Προέρχεται από τοπικά παραγόμενες ανανεώσιμες καλλιέργειες ελαιοσπόρων (βιομάζα), όπως είναι τα φυτικά έλαια και τα ζωικά λίπη. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία βιολιπιδίων, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή βιοντίζελ.

Η πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του βιοντίζελ είναι κυρίως το έλαιο ελαιοκράμβης, που θεωρείται ιδανική πρώτη ύλη για το ευρωπαϊκό κλίμα. Επίσης χρησιμοποιείται το ηλιέλαιο, κυρίως στη Γαλλία και την Ιταλία. Σε άλλες περιοχές χρησιμοποιείται το φοινικέλαιο (Μαλαισία) και το σογιέλαιο (Αμερική). Επίσης, η μουστάρδα, η κάνναβη και τα άλγη είναι σε ερευνητικό στάδιο και φαίνονται να είναι πολλά υποσχόμενα. Τέλος, τα μη βρώσιμα έλαια όπως το έλαιο από το φυτό neem, το καστορέλαιο, το έλαιο από το δέντρο Jantropa (Ινδία), το έλαιο από το φυτό tall κ.λ.π.

Περιεκτικότητα σε οξυγόνο

Εκτός από το γεγονός ότι πλεονεκτεί ως ανανεώσιμο καύσιμο το βιοντίζελ εμφανίζει παρόμοιες φυσικοχημικές ιδιότητες με το συμβατικό ντίζελ, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις έχει και καλύτερα χαρακτηριστικά όπως μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε οξυγόνο. Η δομική περιεκτικότητα του βιοντίζελ σε οξυγόνο (11% κατά βάρος), βελτιώνει την αποδοτικότητα καύσης (καύση λιγότερο ατελή) και μειώνει το δυναμικό οξειδωσής της λόγω της αύξησης της ομοιογένειας του οξυγόνου με το καύσιμο κατά τη διάρκεια της καύσης. Λόγω αυτού του γεγονότος, η αποδοτικότητα καύσης του βιοντίζελ είναι υψηλότερη από αυτή του συμβατικού ντίζελ, καθώς επίσης και η αποδοτικότητα καύσης της μεθανόλης/ αιθανόλης είναι υψηλότερη από αυτή της βενζίνης όπως θα δούμε στο επόμενο κεφάλαιο.

Περιεκτικότητα σε θείο

Επίσης, το βιοντίζελ δεν περιέχει καθόλου θείο εξασφαλίζοντας όμως πολύ καλές λιπαντικές ικανότητες. Η μείωση του περιεχομένου θείου που επιβάλλεται στα ορυκτά καύσιμα έχει αρνητική επίδραση στη λίπανση του κινητήρα γιατί μειώνονται οι λιπαντικές ενώσεις του θείου. Έτσι, τα διυλιστήρια κάνουν χρήση πανάκριβων και ταυτόχρονα μη βιοαποικοδομήσιμων πρόσθετων για την επαναφορά της λιπαντικότητας του καυσίμου. Η προσθήκη, όμως, του βιοντίζελ στο πετρελαϊκό ντίζελ, ακόμα και σε περιεκτικότητες μικρότερες από 1% κ.β., επαναφέρει τη λιπαντική ικανότητα του καυσίμου, οπότε με τη χρήση του βιοντίζελ παρατείνεται η ζωή του πετρελαιοκινητήρα και με αυτό τον τρόπο τα διυλιστήρια εξοικονομούν αρκετά χρήματα.

Βιοαποδομησιμότητα

Το βιοντίζελ είναι μη τοξικό και διασπάται περίπου 4 φορές γρηγορότερα από το συμβατικό ντίζελ. Η περιεκτικότητά του σε οξυγόνο βελτιώνει τη διαδικασία της βιοαποδόμησης.

Καθώς τα καύσιμα βιοντίζελ εμπορευματοποιούνται, η ύπαρξή τους στο περιβάλλον έχει προκαλέσει ανησυχία, δεδομένου ότι οι διαρροές πετρελαίου αποτελούν μια σημαντική πηγή ρύπανσης των

οικοσυστημάτων. Μεταξύ αυτών των ανησυχιών, ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα για τα οικοσυστήματα, είναι η ποιότητα νερού. Είναι σημαντικό να εξετάζεται η βιοαποδομησιμότητα του βιοντίζελ και το ποσοστό βιοδιάσπασης σε φυσικούς υδατικούς αποδέκτες σε περίπτωση που εισέλθουν σε υδατικό περιβάλλον, κατά τη διάρκεια της χρήσης τους ή της διάθεσης τους. Από τη βιοαποδόμηση του βιοντίζελ μπορούν να απελευθερωθούν στο περιβάλλον χημικές ουσίες.

Η βιοαποδομησιμότητα των διάφορων ειδών βιοντίζελ στο υδατικό περιβάλλον δείχνει ότι όλα τα καύσιμα βιοντίζελ βιοαποδομούνται εύκολα. Σε 28 ημέρες βιοαποδομούνται κατά 77%-89%, ενώ το ντίζελ διασπάται μόνο κατά 18% λόγω του υψηλότερου ποσοστού του υψηλού μοριακού βάρους αρωματικών ουσιών.

6.3 Βιοαιθανόλη

Το πρώτο καύσιμο που χρησιμοποιήθηκε ως υποκατάστατο της βενζίνης σε κινούμενα οχήματα είναι η βιοαιθανόλη. Η αιθανόλη ή αιθυλική αλκοόλη (C_2H_5OH) είναι ένα άχρωμο διαυγές υγρό. Είναι βιοαποικοδομήσιμη, χαμηλής τοξικότητας και προκαλεί πολύ μικρή περιβαλλοντική μόλυνση αν χυθεί στο περιβάλλον. Κατά την τέλεια καύση της παράγεται διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Η αιθανόλη είναι ένα καύσιμο υψηλού αριθμού οκτανίων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο αύξησης του αριθμού οκτανίου της βενζίνης. Με την ανάμιξή της με τη βενζίνη επιτυγχάνουμε επίσης τον εμπλουτισμού του καύσιμου μίγματος σε οξυγόνο, με αποτέλεσμα μια πιο ολοκληρωμένη καύση, άρα και μειωμένες εκπομπές επικίνδυνων καυσαερίων. Μίγματα καυσίμου βιοαιθανόλης με βενζίνη πωλούνται ευρύτατα στις Ηνωμένες Πολιτείες, όπου είναι και πιο διαδεδομένη η βιοαιθανόλη και παράγεται κυρίως από καλαμπόκι. Η αιθανόλη αναμιγνύεται με βενζίνη σε ποσοστά από 1 % έως 85%, το πιο συνηθισμένο μίγμα είναι αυτό που αποτελείται από 10% βιοαιθανόλη και 90% βενζίνη (E10). Οι κινητήρες των συμβατικών οχημάτων δεν απαιτούν μετατροπή για να κινηθούν με E10, επιπλέον η χρήση E10 δεν έχει καμία επίπτωση στην εγγύηση του οχήματος. Επίσης διαδεδομένο είναι και το μίγμα E85 (85% αιθανόλη και 15% βενζίνη) το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο από

οχήματα τύπου «flexible fuel vehicles». Όσον αφορά στην ευρωπαϊκή νομοθεσία σχετικά με την ποιότητα των καυσίμων των μεταφορών, αυτή επιτρέπει την πώληση στην Ευρωπαϊκή Ένωση, βενζίνης με αιθανόλη μέχρι 5%.

Πηγές Βιοαιθανόλης

Η βιοαιθανόλη παράγεται κυρίως από την αλκοολική ζύμωση της ζάχαρης είτε με συμβατική τεχνολογία (πρώτης γενιάς) από φυτά πλούσια σε σάκχαρα όπως ζαχαροκάλαμο, ζαχαρότευτλα, καλαμπόκι, πατάτα, τα τεύτλα, το σιτάρι, τα άχυρα, υποπροϊόντα των εσπεριδοειδών και γλυκό σόργο, είτε με εξελιγμένη τεχνολογία από βιομάζα όπως πλώδη και ξυλώδη φυτά, όπως το ξύλο ιτιάς και το πριονίδι, που παράγονται σε υποβαθμισμένες γεωργικές περιοχές με χαμηλές ή και καθόλου εισροές (λιπάσματα, φυτοφάρμακα και ενέργεια) για την παραγωγή αιθανόλης από κυτταρίνη και από βιομεθανόλη και ανώτερες αλκοόλες, όπως τη βιοβουτανόλη . Επίσης μπορεί να συντεθεί βιομηχανικά από την χημική αντίδραση του αιθυλενίου με ατμό.

Πηγές Βιοαιθανόλης

Η βιοαιθανόλη παράγεται κυρίως από την αλκοολική ζύμωση της ζάχαρης είτε με συμβατική τεχνολογία (πρώτης γενιάς) από φυτά πλούσια σε σάκχαρα όπως ζαχαροκάλαμο, ζαχαρότευτλα, καλαμπόκι, πατάτα, τα τεύτλα, το σιτάρι, τα άχυρα, υποπροϊόντα των εσπεριδοειδών και γλυκό σόργο, είτε με εξελιγμένη τεχνολογία από βιομάζα όπως πλώδη και ξυλώδη φυτά, όπως το ξύλο ιτιάς και το πριονίδι, που παράγονται σε υποβαθμισμένες γεωργικές περιοχές με χαμηλές ή και καθόλου εισροές (λιπάσματα, φυτοφάρμακα και ενέργεια) για την παραγωγή αιθανόλης από κυτταρίνη και από βιομεθανόλη και ανώτερες αλκοόλες, όπως τη βιοβουτανόλη. Επίσης μπορεί να συντεθεί βιομηχανικά από την χημική αντίδραση του αιθυλενίου με ατμό.

Πλεονεκτήματα Βιοαιθανόλης

Χαρακτηριστικά πλεονεκτήματα της αιθανόλης είναι:

- Με την χρήση 10% αιθανόλης σε μίγμα με βενζίνη μειώνεται κατά 25-30% το μονοξείδιο του άνθρακα καθώς γίνεται καλύτερη καύση.
- Με την 10% αιθανόλης σε μίγμα με βενζίνη μειώνεται κατά 6-10% το διοξείδιο του άνθρακα.
- Σε χαμηλής συγκέντρωσης μίγμα αιθανόλης μειώνονται περίπου κατά 7% οι εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων καθώς η αιθανόλη οξυγονώνει το καύσιμο.
- Καθώς η αιθανόλη δεν περιέχει θείο και βελτιώνει την καύση του καυσίμου προστατεύονται οι καταλυτικοί μετατροπείς των οχημάτων που μειώνουν τις εκπομπές ρύπων.
- Μειώνει λόγο της εγχώριας προέλευσης την εξάρτηση των χωρών από το εισαγόμενο πετρέλαιο.

7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μελέτη της βιομάζας ανέδειξε πολύ ενδιαφέροντα στοιχεία ως προς τη δυνατότητα αξιοποίησης της σε διάφορους τομείς όπως μεταφορές ηλεκτροπαραγωγή κλπ.

Σε εθνικό επίπεδο η χρήση της βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς βοηθά την αύξηση του εθνικού εισοδήματος εφόσον ενθαρρύνει την εκμετάλλευση με αποδοτικό τρόπο των αχρησιμοποίητων ή των υποεκμεταλευόμενων ειδών βιομάζας, όπως τα υπολείμματα και τα απορρίμματα που μέχρι σήμερα παραμένουν κατά το μεγαλύτερο ποσοστό τους αχρησιμοποίητα.

Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι η βιομάζα μπορεί να αποτελέσει μέρος της λύσης, όχι όμως αποκλειστική λύση του προβλήματος της αντικατάστασης των συμβατικών καυσίμων. Επίσης, προτείνεται να αναπτυχθούν οι ενεργειακές καλλιέργειες οι οποίες θα εξασφαλίσουν μεγάλη ποσότητα ποιοτικής βιομάζας με μεγάλο ενεργειακό περιεχόμενο, τοπική ανάπτυξη, νέες θέσεις εργασίας σε ένα τομέα ανταγωνιστικό και καθημερινά εξελισσόμενο και εκμετάλλευση των φτωχών σε γονιμότητα ή προβληματικών εκτάσεων. Τέλος, η παραγωγή ενέργειας με βιομάζα συνεισφέρει σημαντικά στην οικονομική και ενεργειακή απεξάρτηση της Ελλάδας από άλλες χώρες.

8 Βιβλιογραφία

- ΚΑΠΕ, «Ενεργειακές καλλιέργειες για την παραγωγή υγρών και στερεών βιοκαυσίμων στην Ελλάδα», 2006.
- ΚΑΠΕ, «Καθαρά Καύσιμα & Οχήματα», Αύγουστος 2005
- Μυρσίνη Χρήστου «Δυναμικό Βιομάζας στην Ελλάδα» Τμήμα βιομάζας ΚΑΠΕ (Νοέμβριος 2010)
- ΚΑΠΕ. Ετήσια έκθεση (2009)
- Αθανασίου Δ. Καραμπούζη. «Το ελληνικό ενεργειακό ισοζύγιο» (2010)
- Βασιλάκος Ν. «Το νέο κοινοτικό θεσμικό πλαίσιο για τις ΑΠΕ και οι πιέσεις του στον ενεργειακό τομέα » (2008)
- Υπουργείο Ανάπτυξης. Το ελληνικό ενεργειακό σύστημα (Φεβρουάριος 2009)
- Υπουργείο Ανάπτυξης. Διεύθυνση ενεργειακής πολιτικής, ενεργειακό ισοζύγιο έτους 2009
- Νικολάου Α. , Ι. Παπαμιχαήλ , Β.Λυχνάρης και Κ. Πανούτσου. Δυναμικό γεωργικών υπολειμμάτων για παραγωγή βιομάζας στην Ελλάδα
- Ιωάννης Ελευθεριάδης , Μελέτες περίπτωσης στην Ελλάδα και θέρμανση με

στερεά βιοκαύσιμα

- Δρ. Φώτιος Βακάκης. Ενεργειακές καλλιέργειες και γεωργικά εισοδήματα. Γεωργία – κτηνοτροφία (2007)
- www.biofuels.gr
- Ελληνική στατιστική αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ) www.statistics.gr
- www.repp.org/bioenergy