

ΠΑΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

**ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ – ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΠΑΚΑΤΣΕΛΟΥ ΟΛΓΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΙΩΑΝΝΗΣ ΒΑΚΡΟΣ

2013

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Πρώτα απ' όλα θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής μου εργασίας κ. **ΙΩΑΝΝΗ ΒΑΚΡΟ** για το μεγάλο ΝΑΙ, που μου είπε όταν του ζήτησα να με αναλάβει και για όλες τις πολύτιμες συμβουλές του. Τον ξάδελφο μου **ΝΙΚΟ ΣΙΑΚΚΟΥΛΗ**, γιατί χωρίς αυτόν δεν θα είχα καταφέρει τίποτα. Ακόμη ήθελα να ζητήσω ένα μεγάλο συγγνώμη από την οικογένειά μου, τον άνδρα μου, **Κώστα**, και την κόρη μου, **Σοφία**, για τις πολλές ώρες που τους άφηνα μόνους τους και να τους ευχαριστήσω για την υποστήριξή τους.

Αφιερώνω αυτήν την εργασία εκτός από τον άνδρα μου, **Κώστα** και την κόρη μου **Σοφία**, στην ανιψιά μου **Ευανθία** που δίνει μάχη με τη λευχαιμία και της εύχομαι όλα να πάνε καλά.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	8

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1.ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.1.Ιστορική αναδρομή.....	10
1.2. Ηλιακή ενέργεια (Φωτοβολταϊκά Συστήματα).....	13
1.2.1. Τρόπος λειτουργίας του φωτοβολταϊκού συστήματος.....	15
1.2.2.Είδη φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	15
1.2.3.Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	16
1.3. Αιολική Ενέργεια (Ανεμογεννήτριες).....	19
1.3.1.Ανεμογεννητριες.....	20
1.3.2.Είδη ανεμογεννητριών.....	21
1.3.3.Πλεονεκτήματα Αιολικής Ενέργειας.....	22
1.3.4.Μειονεκτήματα Αιολικής Ενέργειας.....	24
1.4. Βιοενέργεια (Βιομάζα).....	25
1.4.1.Τύποι Βιομάζας.....	26
1.4.2. Μορφές Βιοενέργειας.....	27
1.5. Υδροηλεκτρική Ενέργεια (<10MW).....	28
1.5.1.Τρόποι λειτουργίας.....	28

1.5.2.Κατηγορίες Υδροηλεκτρικών έργων.....	29
1.5.3.Πλεονεκτήματα Υδροηλεκτρικής Ενέργειας.....	30
1.5.4.Μειονεκτήματα Υδροηλεκτρικής Ενέργειας.....	31
1.6. Ενέργεια από τα κύματα της θάλασσας.....	32
1.6.1. Κυματική Ενέργεια σε Παγκόσμιο επίπεδο.....	33
1.7.Παριροιακή Ενέργεια.....	34
1.8. Γεωθερμική Ενέργεια.....	35
1.8.1 Εφαρμογές Γεωθερμικής Ενέργειας.....	36
1.8.2.Πλεονεκτήματα Γεωθερμικής Ενέργειας.....	38
1.9 Περιβαλλοντικά Προβλήματα και η Βιωσιμότητα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.....	39
1.10 Βιωσιμότητα των πηγών ενέργειας.....	40
1.11 Μέτρα για την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.....	42

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2. ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ-ΒΙΟΜΑΖΑ

2.1 Ορισμός βιοενέργειας.....	45
2.2. Ορισμός βιομάζας.....	45
2.3. Ιστορία βιομάζας.....	47
2.4. Η βιομάζα ως Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας.....	48
2.5 Σύγχρονες Εφαρμογές Βιομάζας.....	49

2.6 Πηγές Βιομάζας.....	50
2.7. Πλεονεκτήματα –Μειονεκτήματα βιομάζας.....	56
2.7.1. Πλεονεκτήματα βιομάζας.....	56
2.7.2. Μειονεκτήματα βιομάζας.....	57
2.8. Τεχνολογίες Μετατροπής Βιομάζας.....	58
2.8.1 Αναερόβια χώνευση.....	58
2.8.2 Παραγωγή Μπρικκετών και Σφαιριδίων.....	59
2.8.3 Πυρόλυση.....	60
2.8.4. Αεριοποίηση.....	60
2.8.5. Παραγωγή Ξυλοκάρβουνου.....	61
2.8.6 Παράλληλη καύση.....	61
2.8.7 Παραγωγή Αιθανόλης.....	62
2.9. Εφαρμογές βιομάζας.....	63
2.9.1. Βιοκαύσιμα.....	63
2.9.2. Παραγωγή Ηλεκτρισμού.....	63
2.9.3 Θερμότητα και Ατμός.....	63
2.9.4 Καύσιμα Αέριο.....	64
2.10. Περιορισμοί χρήσης βιομάζας.....	64
2.11. Χρήση βιομάζας.....	65
2.12. Τελευταίες εξελίξεις: Περίπτωση Pellets.....	66
2.13. Το μέλλον της βιομάζας.....	67

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

3. Ενεργειακές Καλλιέργειες στην Ελλάδα.....	71
3.1 Είδη ενεργειακών καλλιεργειών.....	72
3.1.1.Ετήσιες ενεργειακές καλλιέργειες.....	77
3.1.1.1.Ηλίανθος.....	77
3.1.1.2. Κενάφ.....	79
3.1.1.3. Γλυκό σόργο.....	80
3.1.1.4. Ελαιοκάμβη.....	81
3.1.2. Πολυετείς καλλιέργειες.....	82
3.1.2.1. Καλάμι.....	82
3.1.2.2. Μίσχανθος.....	83
3.1.2.3. Switchgrass.....	84
3.1.2.4. Αγριαγκινάρα.....	85
3.1.3. Δασικές ενεργειακές καλλιέργειες.....	86
3.1.3.1 Ευκάλυπτος.....	86
3.1.3.2 Ψευδακακία.....	87
3.2. Πλεονεκτήματα ενεργειακών καλλιεργειών.....	88
3.3. Αξιοποίηση ενεργειακών καλλιεργειών.....	89
3.3.1. Biodiesel.....	90

3.3.2.Βιοαιθανόλη.....	91
3.4. Εγκατάσταση και διαχείριση Βιομάζας από ενεργειακές καλλιέργειες.....	92
3.4.1.Συγκομιδή.....	94
3.4.2.Αποθήκευση.....	94
3.4.3.Μεταφορά.....	95
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	96
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	98

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια λόγω της αύξησης του φαινομένου του θερμοκηπίου, της οικονομικής κρίσης και της αύξησης της τιμής του πετρελαίου, όλοι, βιομηχανίες, βιοτεχνίες, επιχειρήσεις, ακόμα και οικογένειες, στρέφονται σε άλλους τρόπους παραγωγής ενέργειας, για να καλύψουν τις ανάγκες τους για θέρμανσης ή ψύξη και γενικότερα τις ενεργειακές τους ανάγκες.

Μεγάλο ρόλο σε αυτή την αλλαγή έπαιξαν και οι Ευρωπαϊκοί Νόμοι που υποχρεώνουν τις επιχειρήσεις να στραφούν για την παραγωγή ενέργειας στις Ανανεώσιμες Μορφές Ενέργειας.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας: Αιολική, Ηλιακή, Βιοενέργεια (Βιομάζα), Υδροηλεκτρική Ενέργεια (<10MW), Ενέργεια από τα κύματα της θάλασσας, Γεωθερμική Ενέργεια, Παλιρροιακή Ενέργεια.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται εκτενέστερη αναφορά στην Βιοενέργεια – Βιομάζα. Δηλαδή στον ορισμό της Βιοενέργειας και της Βιομάζας, στις πηγές Βιομάζας, στα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της Βιομάζας, στις Τεχνολογίες Μετατροπής Βιομάζας και τις εφαρμογές της Βιομάζας.

Τέλος στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις ενεργειακές καλλιέργειες που αναπτύσσονται στην Ελλάδα και δίνονται στοιχεία για το Κενάφ, Γλυκό σόργο, Ελαιοκάμβη, Καλάμι, Μίσχανθος, Switchgrass, Αγριαγκινάρα, Ευκάλυπτος, Ψευδακακία, τα Πλεονεκτήματα ενεργειακών καλλιεργειών και την Αξιοποίηση ενεργειακών καλλιεργειών στην Ελλάδα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.1. Ιστορική αναδρομή

Η μορφή που έχει σήμερα ο τεχνολογικός πολιτισμός του πλανήτη μας οφείλεται σε πολύ μεγάλο βαθμό στην κατανάλωση ενέργειας. Ανάμεσα στις μορφές ενέργειας που χρησιμοποιούμε οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ιδιαίτερα η ηλιακή έχουν σημαντικό ρόλο διαχρονικά. Ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) μπορούν να οριστούν οι ενεργειακές πηγές (ο ήλιος, το νερό, ο άνεμος, η βιομάζα, κλπ.) που υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό περιβάλλον. Είναι οι πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, σχεδόν αποκλειστικά, μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα, οπότε και στράφηκε στην εντατική χρήση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων.

Η σημαντικότητα των ΑΠΕ, κυρίως αυτή της αιολικής ενέργειας και ενέργειας από την ροή υδάτινων μαζών (π.χ. ποτάμια), ιστορικά διαμορφώνεται σε υψηλά επίπεδα, με το επίπεδο εκμετάλλευσης αυτών να υποδηλώνει το επίπεδο ανάπτυξης του εκάστοτε πολιτισμού. Η αξιοποίηση των ΑΠΕ ακολουθεί φθίνουσα πορεία αρχικά με την εφεύρεση των μηχανών εξωτερικής καύσης (ατμομηχανές-μέσα του 17ου αιώνα), η οποία σηματοδοτεί και την απαρχή της βιομηχανικής επανάστασης.

Για τη λειτουργία των μηχανών εξωτερικής καύσης αρχικά χρησιμοποιείται η βιομάζα, σύντομα όμως εδραιώνεται η χρήση των ορυκτών άνθρακα. Η χρήση των μηχανών εξωτερικής καύσης και κατά συνέπεια του ορυκτού άνθρακα ως καύσιμο εντείνεται σταδιακά και, τελικά, εδραιώνονται για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα και στον τομέα των μεταφορών, με την εμφάνιση των ατμόπλοιων, τα οποία σταδιακά αρχίζουν να αντικαθιστούν τα ιστιοφόρα και την χρήση αιολικής ενέργειας.

Κατά τον 19ο αιώνα εμφανίζονται οι πρώτες μηχανές εσωτερικής καύσης, που κάνουν χρήση υδρογονανθράκων σε υγρή μορφή (πετρέλαιο) και αρχίζουν να εφαρμόζονται και στον τομέα των χερσαίων μέσων μεταφοράς και σταδιακά επικρατούν στις μεταφορές συνολικά (ναυσιπλοΐα, αερομεταφορές). Έτσι το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής του πετρελαίου διατίθεται στις μεταφορές. Η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας δεν έχει επιτευχθεί ακόμη.

Την πρώτη υποτυπώδη ηλεκτρική γεννήτρια εφευρίσκει ο Michael Faraday στα μέσα του 19ου αιώνα. Χάρη στην ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας ξεκινούν την λειτουργία τους οι πρώτοι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, που λειτουργούσαν κυρίως βάσει υδροηλεκτρικής ενέργειας (τέλη 19ου αιώνα), ενώ ο πρώτος σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ο οποίος έκανε εξ ολοκλήρου χρήση στερεών υδρογονανθράκων τέθηκε σε λειτουργία στις Η.Π.Α. το 1920. Λίγα χρόνια αργότερα, το 1953, μετά από επίπονη επιστημονική έρευνα λειτουργεί ο πρώτος σταθμός ηλεκτρικής ενέργειας από ατομική ενέργεια. Έτσι με το πέρασμα των χρόνων άρχισαν να χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο εξαντλήσιμες πηγές ενέργειας τόσο στο χώρο των μεταφορών όσο και στη βιομηχανία.

Όμως κυρίως τα τελευταία χρόνια η ανθρωπότητα συνειδητοποίησε τα τεράστια περιβαλλοντικά προβλήματα που άρχισαν να δημιουργούνται από την ολοένα και αυξανόμενη χρήση των ορυκτών και υγρών καυσίμων και έστρεψε το ενδιαφέρον της στην χρησιμοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το ενδιαφέρον για την ευρύτερη αξιοποίηση των ΑΠΕ, καθώς και για την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδοτικών τεχνολογιών που δεσμεύουν το δυναμικό τους παρουσιάσθηκε αρχικά μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1979 και παγιώθηκε την τελευταία δεκαετία, μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Τα εγγενή πλεονεκτήματα των ΑΠΕ και κυρίως η ουσιαστική συμβολή τους στην ενεργειακή απεξάρτηση της ανθρωπότητας από τους εξαντλήσιμους ενεργειακούς πόρους, επιτάσσουν αυτήν τη στροφή.

Σήμερα για πολλές χώρες, οι ΑΠΕ αποτελούν μία σημαντική εγχώρια πηγή ενέργειας, με μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης σε τοπικό και εθνικό επίπεδο. Συνεισφέρουν σημαντικά στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό και εισαγόμενο πετρέλαιο και στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού τους εφοδιασμού. Παράλληλα, συντελούν και στην προστασία του περιβάλλοντος, καθώς έχει πλέον διαπιστωθεί ότι ο ενεργειακός τομέας είναι ο πρωταρχικός υπεύθυνος για τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Πραγματικά, σχεδόν το 95% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης οφείλεται στην παραγωγή, το μετασχηματισμό και τη χρήση των συμβατικών καυσίμων (άνθρακας και πετρέλαιο).

Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος από την κατανάλωση υγρών καυσίμων γίνεται άμεσα αντιληπτή με την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου που οφείλεται στην αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂. Τα αναπτυσσόμενα έθνη, ανάμεσα σε αυτά και η Ευρωπαϊκή Ένωση, προσπαθούν να θεσπίσουν όρια μείωσης των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου. Φαίνεται ότι ο πλέον πρόσφορος τρόπος για να μπορέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση να ανταποκριθεί στο φιλόδοξο στόχο που έχει θέσει, για σημαντικό περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), είναι η χρήση ΑΠΕ σε μεγαλύτερο βαθμό και κατά συνέπεια απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ανάπτυξη των ΑΠΕ. Όμως η επίτευξη αυτού του στόχου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες που λειτουργούν ανασταλτικά, όπως το κόστος εγκατάστασης/λειτουργίας/συντήρησης, το επίπεδο ενεργειακής απόδοσης μετατροπής που επιτυγχάνεται και τα επίπεδα τιμών των υδρογονανθράκων, και ιδιαίτερα αυτό του πετρελαίου.

Πιο συγκεκριμένα το κόστος εγκατάστασης/λειτουργίας/συντήρησης προσδιορίζεται από την τεχνολογία που εφαρμόζεται και διαμορφώνεται από

εξωγενείς παράγοντες που σχετίζονται με το κόστος παραγωγής ανά μονάδα (manufacturing marginal cost) συστημάτων εκμετάλλευσης ΑΠΕ, όπως αυτό διαμορφώνεται από τα επίπεδα ζήτησης αυτών και τις εθνικές και διεθνείς ενεργειακές πολιτικές. Ενώ το επίπεδο ενεργειακής απόδοσης μετατροπής προσδιορίζεται από το επίπεδο ανάπτυξης της (κατά περίπτωση) τεχνολογίας που χρησιμοποιείται σε ότι αφορά την εκμετάλλευση του ενεργειακού περιεχομένου της εκάστοτε ΑΠΕ.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν όλα τα παραπάνω, γίνεται σαφές ότι είναι σημαντική τόσο η κατανόηση του βασικού τρόπου λειτουργίας με τον οποίο είναι δυνατή η ενεργειακή εκμετάλλευση της εκάστοτε ΑΠΕ, αλλά και το πως (η τεχνολογία) προσδιορίζει την εμπορική βιωσιμότητα αυτής.

1.2. Ηλιακή ενέργεια (Φωτοβολταϊκά Συστήματα)

Ηλιακή ενέργεια ¹ 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

¹ Σελ. 17: <<Εξέλιξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε Ευρωπαϊκή Ένωση και Ελλάδα>>. Διπλωματική εργασία Καρτσώρη Φοίβου. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας 2013

δηλαδή την άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική τάση με τη χρήση ενός ημιαγωγού.

Η στροφή προς την ηλιακή ενέργεια εξυπηρετεί δύο τουλάχιστον ανάγκες, την ανάγκη σε ενέργεια και την **ανάγκη να προστατευτεί το περιβάλλον**. Κάθε κιλοβατώρα ηλεκτρισμού που προμηθευόμαστε από το δίκτυο της ΔΕΗ και παράγεται από ορυκτά καύσιμα, επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με ένα τουλάχιστον κιλό διοξειδίου του άνθρακα αφού μια από τις κύριες γραμμές παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος είναι η καύση ορυκτών, κυρίως αλλά και υγρών, καυσίμων.

Το διοξείδιο του άνθρακα είναι το σημαντικότερο “αέριο του θερμοκηπίου” που συμβάλλει στις επικίνδυνες κλιματικές αλλαγές. Η στροφή στις καθαρές πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή, αποτελεί τη μόνη διέξοδο για την αποτροπή των κλιματικών αλλαγών που απειλούν σήμερα τον πλανήτη. Επιπλέον, η χρήση της ηλιακής ενέργειας μέσω των φωτοβολταϊκών συστημάτων συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα καρκινογόνα μικροσωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κ.λπ.), οι οποίοι επιφέρουν σοβαρές βλάβες στην υγεία και το περιβάλλον.

Ένας ακόμη λόγος για να επιλέξει κάποιος τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι το οικονομικό όφελος, στις περιπτώσεις εκείνες που παρέχονται κίνητρα και υπάρχει ξεκάθαρη πολιτική στήριξης της ηλιακής τεχνολογίας. Όταν, για παράδειγμα, παρέχεται ενισχυμένη τιμή της πωλούμενης ηλιακής κιλοβατώρας (όπως ισχύει πλέον και στη χώρα μας), τότε, ο καταναλωτής όχι μόνο κάνει απόσβεση της επένδυσης αλλά έχει και ένα λογικό κέρδος από την παραγωγή και τροφοδοσία πράσινης ενέργειας στο δίκτυο. Στις περιπτώσεις πάλι των αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων σε εφαρμογές εκτός δικτύου, η ανταγωνιστική τεχνολογία είναι οι πανάκριβες στη λειτουργία τους, θορυβώδεις και ρυπογόνες ηλεκτρογεννήτριες, οπότε τα φωτοβολταϊκά είναι μια συμφέρουσα εναλλακτική λύση.

1.2.1. Τρόπος λειτουργίας του φωτοβολταϊκού συστήματος.

Η λειτουργία των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι πολύ απλή. Το ηλιακό φως είναι ουσιαστικά μικρά πακέτα ενέργειας που λέγονται φωτόνια. Τα φωτόνια περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματος του ηλιακού φάσματος. Το γαλάζιο χρώμα ή το υπεριώδες π.χ. έχουν περισσότερη ενέργεια από το κόκκινο ή το υπέρυθρο. Όταν λοιπόν τα φωτόνια προσκρούσουν σε ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο (που είναι ουσιαστικά ένας "ημιαγωγός"), άλλα ανακλώνται ή διαθλώνται, και άλλα απορροφώνται από το φωτοβολταϊκό. Αυτά τα τελευταία φωτόνια είναι που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Τα φωτόνια αυτά αναγκάζουν τα ηλεκτρόνια του ημιαγωγού να μετακινηθούν από τη ζώνη σθένους η οποία είναι πλήρης στη ζώνη αγωγιμότητας η οποία αρχικά είναι κενή. Η μετακίνηση των ηλεκτρονίων δημιουργεί κενά στη ζώνη σθένους αφού κάποια ηλεκτρόνια λείπουν οπότε τα εναπομείναντα ηλεκτρόνια μπορούν να κινηθούν ενώ παράλληλα και τα ηλεκτρόνια στην ζώνη αγωγιμότητας κινούνται. Η κίνηση των ηλεκτρονίων με κατάλληλο εξωτερικό κύκλωμα μπορεί να εκμεταλλευτεί ως ηλεκτρικό ρεύμα αφού ως γνωστόν ο ηλεκτρισμός δεν είναι τίποτε άλλο παρά κίνηση ηλεκτρονίων. Σ' αυτή την απλή αρχή της φυσικής λοιπόν βασίζεται μια από τις πιο εξελιγμένες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρισμού στις μέρες μας.

1.2.2. Είδη φωτοβολταϊκών συστημάτων

Όταν τα φωτοβολταϊκά εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ένα 5-19% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική (με τη σημερινή τεχνολογία, η οποία πάντως βελτιώνεται). Το ποσοστό αυτό εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιούμε. Κάποια είδη φωτοβολταϊκών τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται είναι τα εξής:

- τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά

- τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά
- τα φωτοβολταϊκά “λεπτού υμενίου” .

Η επιλογή του είδους των φωτοβολταϊκών είναι συνάρτηση των αναγκών, του διαθέσιμου χώρου ή ακόμα και της οικονομικής ευχέρειας του χρήστη.

1.2.3.Πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων

Σε κάθε περίπτωση όλα τα φωτοβολταϊκά μοιράζονται τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- μηδενική ρύπανση
- αθόρυβη λειτουργία
- αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής (που φθάνει τα 30 χρόνια)
- απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές
- δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες
- ελάχιστη συντήρηση

Τα φωτοβολταϊκά είναι μία από τις πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες της νέας εποχής που ανατέλλει στο χώρο της ενέργειας. Μιας νέας εποχής που θα χαρακτηρίζεται ολοένα και περισσότερο από τις μικρές αποκεντρωμένες εφαρμογές σε ένα περιβάλλον απελευθερωμένης αγοράς. Τα μικρά, ευέλικτα συστήματα που μπορούν να εφαρμοστούν σε επίπεδο κατοικίας, εμπορικού κτιρίου ή μικρού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής (όπως π.χ. τα φωτοβολταϊκά, τα μικρά συστήματα συμπαραγωγής, οι μικροτουρμπίνες και οι κυψέλες καυσίμου) αναμένεται να κατακτήσουν ένα σημαντικό μερίδιο της ενεργειακής αγοράς στα χρόνια που έρχονται. Ένα επιπλέον κοινό αυτών των νέων τεχνολογιών είναι η φιλικότητά τους προς το περιβάλλον.

Η ηλιακή ενέργεια είναι καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.

Τα φωτοβολταϊκά, τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρικό ρεύμα, θεωρούνται τα ιδανικά συστήματα ενεργειακής μετατροπής καθώς χρησιμοποιούν την πλέον διαθέσιμη πηγή ενέργειας στον πλανήτη και παράγουν ηλεκτρισμό, που αποτελεί την πιο χρήσιμη μορφή ενέργειας.

Επιπλέον τα φωτοβολταϊκά παρέχουν τον απόλυτο έλεγχο στον καταναλωτή και άμεση πρόσβαση στα στοιχεία που αφορούν την παραγόμενη και καταναλισκόμενη ενέργεια. Τον καθιστούν έτσι πιο προσεκτικό στον τρόπο που καταναλώνει την ενέργεια και συμβάλλουν μ' αυτό τον τρόπο στην **ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση της ενέργειας**. Δεδομένου ότι η παραγωγή και κατανάλωση του ηλιακού ηλεκτρισμού γίνονται τοπικά, αποφεύγονται οι σημαντικές απώλειες της μεταφοράς και διανομής του ηλεκτρισμού και κατ' αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 10% σε σχέση με τη συμβατική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του δικτύου.

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν αθόρυβη λειτουργία, αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής, δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες, δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (στο δίκτυο ή σε συσσωρευτές) και απαιτούν ελάχιστη συντήρηση.

Όσον αφορά στα **περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα** των φωτοβολταϊκών, αυτά είναι αδιαμφισβήτητα. Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά, και άρα όχι από συμβατικά καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης ενός περίπου κιλού διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (με βάση το σημερινό ενεργειακό μείγμα στην Ελλάδα και τις μέσες απώλειες του δικτύου). Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα του ενός κιλοβάτ, αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,3 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν δύο στρέμματα δάσους. Επιπλέον, συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα

αιωρούμενα μικροσωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κλπ.).

Η βαθμιαία αύξηση των μικρών ηλεκτροπαραγωγών μπορεί να καλύψει αποτελεσματικά τη διαρκή αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία σε διαφορετική περίπτωση θα έπρεπε να καλυφθεί με μεγάλες επενδύσεις για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από μικρούς παραγωγούς μπορεί να περιορίσει επίσης την ανάγκη επενδύσεων σε νέες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Το κόστος μιας νέας γραμμής μεταφοράς είναι πολύ υψηλό, αν λάβουμε υπόψη μας πέρα από τον τεχνολογικό εξοπλισμό και θέματα που σχετίζονται με την εξάντληση των φυσικών πόρων και τις αλλαγές στις χρήσεις γης. Οι διάφοροι μικροί παραγωγοί “πράσινης” ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν ιδανική λύση για τη μελλοντική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στις περιπτώσεις όπου αμφισβητείται η ασφάλεια της παροχής.

Η τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δεν δοκιμάζεται από δαπανηρές ενεργειακές απώλειες που αντιμετωπίζει το ηλεκτρικό δίκτυο (απώλειες, οι οποίες στην Ελλάδα ανέρχονται σε 10,6% κατά μέσο όρο). Από την άλλη, η μέγιστη παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού συμπίπτει χρονικά με τις ημερήσιες αιχμές της ζήτησης (ιδίως τους καλοκαιρινούς μήνες), βοηθώντας έτσι στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου, στην αποφυγή black-out και στη μείωση του συνολικού κόστους της ηλεκτροπαραγωγής, δεδομένου ότι η κάλυψη αυτών των αιχμών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή. Σημειωτέον ότι, κάθε ώρα black-out κοστίζει στην εθνική οικονομία 25-40 εκατ. ευρώ.

Τέλος τα φωτοβολταϊκά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως **δομικά υλικά** παρέχοντας τη δυνατότητα για καινοτόμους αρχιτεκτονικούς σχεδιασμούς, καθώς διατίθενται σε ποικιλία χρωμάτων, μεγεθών, σχημάτων και μπορούν να παρέχουν ευελιξία και πλαστικότητα στη φόρμα, ενώ δίνουν και δυνατότητα διαφορετικής διαπερατότητας του φωτός ανάλογα με τις ανάγκες του σχεδιασμού.

Αντικαθιστώντας άλλα δομικά υλικά (π.χ. κεραμοσκεπές ή υαλοστάσια σε προσόψεις) συμβάλλουν στη μείωση του συνολικού κόστους μιας κατασκευής

(ιδιαίτερα σημαντικό στην περίπτωση των ηλιακών προσόψεων σε εμπορικά κτίρια). Στην περίπτωση μάλιστα των υαλοστασίων σε προσόψεις εμπορικών κτιρίων, διατίθενται σήμερα διαφανή φωτοβολταϊκά με θερμομονωτικές ιδιότητες αντίστοιχες με αυτές των υαλοστασίων χαμηλής εκπεμφιμότητας (low-e), τα οποία επιτυγχάνουν (πέραν της ηλεκτροπαραγωγής) και εξοικονόμηση ενέργειας 15-30% σε σχέση με ένα κτίριο με συμβατικά απλά υαλοστάσια.

Ως **μειονέκτημα** θα μπορούσε να καταλογίσει κανείς στα φωτοβολταϊκά συστήματα το κόστος τους, το οποίο, παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις παραμένει ακόμη αρκετά υψηλό. Μια γενική ενδεικτική τιμή είναι 2700 ευρώ ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (kW) ηλεκτρικής ισχύος.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι μια τυπική οικιακή κατανάλωση απαιτεί από 1,5 έως 3,5 κιλοβάτ, το κόστος της εγκατάστασης δεν είναι αμελητέο. Το ποσό αυτό, ωστόσο, μπορεί να αποσβεστεί σε περίπου 5-6 χρόνια και το Φ/Β σύστημα θα συνεχίσει να παράγει δωρεάν ενέργεια για τουλάχιστον άλλα 25 χρόνια.

Επίσης, το πιο βασικό μειονέκτημά τους είναι ότι με την παρούσα τεχνολογία η παραγωγή ενός φωτοβολταϊκού είναι ιδιαίτερα απαιτητική ενεργειακά και χρειάζεται περίπου 5 χρόνια λειτουργίας του φωτοβολταϊκού προκειμένου να απαλειφθεί το ενεργειακό αποτύπωμα της παρασκευής του.

1.3. Αιολική Ενέργεια (Ανεμογεννήτριες)

Η αιολική ενέργεια ² είναι η ενέργεια του ανέμου που προέρχεται από τη μετακίνηση αερίων μαζών της ατμόσφαιρας. Η ενέργεια αυτή χαρακτηρίζεται

² Σελ. 14 <<Εξέλιξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε Ευρωπαϊκή Ένωση και Ελλάδα>>. Διπλωματική εργασία Καρασιώρη Φοίβου. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας 2013

"ήπια μορφή ενέργειας" και περιλαμβάνεται στις "καθαρές" πηγές όπως συνηθίζονται να λέγονται οι πηγές ενέργειας που δεν εκπέμπουν ή δεν προκαλούν ρύπους.

Η αιολική ενέργεια αποτελεί σήμερα μια ελκυστική λύση στο πρόβλημα της ηλεκτροπαραγωγής. Το «καύσιμο» είναι άφθονο, αποκεντρωμένο και δωρεάν. Δεν εκλύονται αέρια θερμοκηπίου και άλλοι ρύποι, και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι μικρές σε σύγκριση με τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα.

Επίσης, τα οικονομικά οφέλη μιας περιοχής από την ανάπτυξη της αιολικής βιομηχανίας είναι αξιοσημείωτα. Το συνολικό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό της Ελλάδας μπορεί να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των ηλεκτρικών αναγκών της.

1.3.1.Ανεμογεννήτριες

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας γίνεται εφικτή με την εγκατάσταση και λειτουργία ανεμογεννητριών. Η βασική αρχή λειτουργίας των ανεμογεννητριών είναι πολύ απλή και έχει σχέση με τη μετατροπή της κινητικής ενέργειας του άνεμου πρώτα σε μηχανική ενέργεια, μέσω της δέσμευσης αυτής κάνοντας χρήση κατάλληλα σχεδιασμένων αεροδυναμικών συσκευών (ρότορας ανεμογεννήτριας). Η κινητική ενέργεια που παράγεται μετατρέπεται σε μηχανική (σύστημα μετάδοσης κίνησης) και μετά σε ηλεκτρική ενέργεια (ηλεκτρική γεννήτρια).

1.3.2.Είδη ανεμογεννητριών

Υπάρχουν πολλών ειδών ανεμογεννήτριες οι οποίες κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες :

Οριζοντίου άξονα, των οποίων ο δρομέας είναι τύπου έλικα και βρίσκεται συνεχώς παράλληλος με την κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους

Κατακόρυφου άξονα, ο οποίος παραμένει σταθερός και είναι κάθετος προς την επιφάνεια του εδάφους. Η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το μέγεθος της και την ταχύτητα του ανέμου. Το μέγεθος είναι συνάρτηση των αναγκών που καλείται να εξυπηρετήσει και ποικίλει από μερικές εκατοντάδες μέχρι μερικά εκατομμύρια Watt. Οι τυπικές διαστάσεις μιας ανεμογεννήτριας 500 kW είναι: Διάμετρος δρομέα, 40 μέτρα και ύψος 40-50 μέτρα , ενώ αυτής των τριών MW οι διαστάσεις είναι 80 και 80–100 μέτρα αντίστοιχα.

Παρόλο που δεν υφίσταται κανένας καθοριστικός λόγος, εκτός ίσως από την εμφάνιση, στην αγορά έχουν επικρατήσει αποκλειστικά οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα, με δύο ή τρία πτερύγια. Μια τυπική ανεμογεννήτρια οριζοντίου άξονα αποτελείται από τα εξής μέρη:

- το δρομέα, που αποτελείται από **δύο ή τρία πτερύγια** από ενισχυμένο πολυεστέρα. Τα πτερύγια προσδένονται πάνω σε μια πλήμνη είτε σταθερά, είτε με τη δυνατότητα να περιστρέφονται γύρω από το διαμήκη άξονα τους μεταβάλλοντας το βήμα
- το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, αποτελούμενο από τον κύριο άξονα, τα έδρανα του και το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών, το οποίο προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στη σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας. Η ταχύτητα περιστροφής παραμένει σταθερή κατά την κανονική λειτουργία της μηχανής

- την ηλεκτρική γεννήτρια, σύγχρονη ή επαγωγική με 4 ή 6 πόλους η οποία συνδέεται με την έξοδο του πολλαπλασιαστή μέσω ενός ελαστικού ή υδραυλικού συνδέσμου και μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική και βρίσκεται συνήθως πάνω στον πύργο της ανεμογεννήτριας. Υπάρχει και το σύστημα πέδης το οποίο είναι ένα συνηθισμένο δισκόφρενο που τοποθετείται στον κύριο άξονα ή στον άξονα της γεννήτριας
- το σύστημα προσανατολισμού, αναγκάζει συνεχώς τον άξονα περιστροφής του δρομέα να βρίσκεται παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου
- τον πύργο, ο οποίος στηρίζει όλη την παραπάνω ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση. Ο πύργος είναι συνήθως σωληνωτός ή δικτυωτός και σπανίως από οπλισμένο σκυρόδεμα
- τον ηλεκτρονικό πίνακα και τον πίνακα ελέγχου, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στη βάση του πύργου. Το σύστημα ελέγχου παρακολουθεί, συντονίζει και ελέγχει όλες τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας, φροντίζοντας για την απρόσκοπτη λειτουργία της.

1.3.3. Πλεονεκτήματα αιολικής ενέργειας

Η αιολική ενέργεια αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, που σημαίνει ότι δεν εξαντλείται, σε αντίθεση με την ενέργεια από συμβατικά καύσιμα. Χαρακτηρίζεται ως μια καθαρή μορφή και ήπια προς το περιβάλλον ενέργεια, που η χρήση της δεν επιβαρύνει τα οικοσυστήματα των περιοχών εγκατάστασης και παράλληλα αντικαθιστά ιδιαίτερα ρυπογόνες πηγές ενέργειας, όπως το κάρβουνο, το πετρέλαιο και την πυρηνική ενέργεια.

Για τη χώρα μας ισχύουν ειδικά και τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Διαθέτουμε πολύ υψηλό αιολικό δυναμικό, ενδεικτικά στα νησιά του Αρχιπελάγους εμφανίζονται άνεμοι σημαντικής ταχύτητας και διάρκειας σχεδόν ολόκληρο το έτος.
- Απεριόριστες δυνατότητες σύστασης αιολικών εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας σε μια αγορά με σημαντικό αριθμό αναξιοποίητων θέσεων εγκατάστασης.
- Απεξάρτηση της χώρας μας από τα εισαγόμενα καύσιμα, τα οποία οδηγούν αφ' ενός σε συναλλαγματική αιμορραγία τη χώρα μας, αφετέρου σε εξάρτηση της από χώρες εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Η υψηλή σεισμικότητα της χώρας μας εγκυμονεί κινδύνους για τις θερμοηλεκτρικές και κυρίως τις πυρηνικές εγκαταστάσεις, με αποτέλεσμα να θεωρείται προβληματική στο άμεσο μέλλον η κατασκευή πυρηνικών μονάδων στη χώρα μας.
- Η σημαντική διασπορά και ανομοιομορφία του κόστους παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας στα διάφορα τμήματα της χώρας μας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ότι ακόμα και σε περίπτωση που η μέση τιμή διάθεσης της ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας θα είναι ελαφρώς κατώτερη του οριακού κόστους της παραγόμενης αιολικής KWh, σε αρκετά νησιά της χώρας μας το κόστος παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολλαπλάσιο, ενίοτε και υπερδεκαπλάσιο, του οριακού κόστους παραγωγής της Δ.Ε.Η.
- Η δυνατότητα τόνωσης της ελληνικής κατασκευαστικής δραστηριότητας με προϊόντα υψηλής Εγχώριας Προστιθέμενης Αξίας (Ε.Π.Α.) και συγκριτικά χαμηλού επενδυτικού κόστους, όπως θα μπορούσε να αποτελέσει η απόφαση συμπαραγωγής ανεμογεννητριών στην χώρα μας, συνεισφέροντας ταυτόχρονα και στη μείωση της ανεργίας.

- Η υψηλή Ε.Π.Α. η οποία συνοδεύει την απόφαση εγχώριας παραγωγής ανεμογεννητριών. Η εκτιμώμενη Ε.Π.Α. μπορεί να φθάσει και να υπερβεί με τη σταδιακή απόκτηση εμπειρίας και στο 90% του συνολικού κόστους μιας ανεμογεννήτριας, ενισχύοντας ταυτόχρονα την εθνική οικονομία.
- Η αξιόλογη εγχώρια ήλεκτρο-μηχανολογική εμπειρία, καθώς και τα το σημαντικό επιστημονικό-ερευνητικό ενδιαφέρον και δραστηριότητα στη γνωστική περιοχή της αιολικής ενέργειας.

1.3.4. Μειονεκτήματα αιολικής ενέργειας

- Οι ανεμογεννήτριες μπορεί να προκαλέσουν τραυματισμούς ή θανατώσεις πουλιών, κυρίως αποδημητικών γιατί τα ενδημικά «συνηθίζουν» την παρουσία των μηχανών και τις αποφεύγουν. Γι' αυτό καλύτερα να μην κατασκευάζονται αιολικά πάρκα σε δρόμους μετανάστευσης πουλιών. Σε κάθε περίπτωση, πριν τη δημιουργία ενός αιολικού πάρκου ή και οποιασδήποτε εγκατάστασης ΑΠΕ θα πρέπει να έχει προηγηθεί Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ).
- Πάντως η συχνότητα ατυχημάτων πουλιών σε αιολικά πάρκα είναι πολύ μικρότερη αυτής των ατυχημάτων με αυτοκίνητα. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας και την αυστηρότερη επιλογή του τόπου εγκατάστασης (π.χ. πλωτές πλατφόρμες σε ανοικτή θάλασσα) το παραπάνω πρόβλημα, αλλά και ο θόρυβος από τη λειτουργία των μηχανών, έχουν σχεδόν λυθεί.

1.4. Βιοενέργεια (Βιομάζα)

Η **βιοενέργεια**³ είναι ένα είδος ανανεώσιμης ενέργειας προερχόμενη από τη βιομάζα. Με τον όρο **βιομάζα** εννοούμε το ζωντανό και μη ζωντανό βιολογικό υλικό το οποίο χρησιμοποιείται για την παραγωγή βιοενέργειας. Συνήθως προέρχεται από φυτικά υλικά παραγόμενα από τη φωτοσύνθεση. Τα φυτά μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης χρησιμοποιούν την ηλιακή ακτινοβολία, και κατ' επέκταση την ηλιακή ενέργεια, για την αποθήκευση ενέργειας εντός του φυτικού ιστού υπό την μορφή χημικής ενέργειας.

Τα πιο συνήθη φυτά τα οποία καλλιεργούνται για την παραγωγή βιομάζας είναι τα ακόλουθα: κράμβη, ζαχαροκάλαμο, σόργο, καλάμι, κλπ. Τα ζωικά απόβλητα από κτηνοτροφικές μονάδες (υγρή βιομάζα), διάφορα φυτικά υπολείμματα (πριονίδια, μη εκμεταλλεύσιμη ξυλεία, κλπ.) από βιομηχανικές μονάδες παραγωγής, και βιολογικής προέλευσης απόβλητα (υγρή βιομάζα), επίσης χρησιμοποιούνται ως βιομάζα για την παραγωγή βιοενέργειας.

Η παραγωγή βιοενέργειας από την καύση βιομάζας ή υποπροϊόντων αυτής (π.χ. βιοκαύσιμα) αποτελεί μια από τις κύριες πηγές ενέργειας για τις χώρες του τρίτου κόσμου. Οι κυριότερες χρήσεις της βιομάζας είναι αυτές της παραγωγής θερμότητας, ηλεκτρικής ενέργειας, παραγωγής βιοκαύσιμων για την λειτουργία μηχανών εσωτερικής καύσης, κυρίως για τον κλάδο των μεταφορών, και την παραγωγή κατασκευαστικών υλικών.

Η χρήση της βιομάζας για την παραγωγή βιοκαύσιμων παρουσιάζει ιδιαίτερο επενδυτικό και επιχειρηματικό ενδιαφέρον λόγω των υψηλών τιμών

³ Σελ. 27 <<Διερεύνηση δυνατοτήτων παραγωγής και αξιοποίηση βιοαερίου στην περιοχή του Μετσόβου>> Διπλωματική εργασία Καλλιόπη Λιαντανιώτη. Εθνικό Μετσόβιο Πανεπιστήμιο Αθήνα 2011

πετρελαίου, γεγονός που σε συνδυασμό με τις συνθήκες κρίσης σε ορισμένους κλάδους γεωργικής παραγωγής, μπορεί να αποτελέσει μια αποτελεσματική και επιτυχή διέξοδο από την κρίση, με την καλλιέργεια φυτών για παραγωγή βιοκαυσίμων.

Η σημασία των βιοκαυσίμων σε ότι αφορά την ικανοποίηση των ενεργειακών αναγκών γίνεται ακόμα πιο εμφανής εάν αναλογισθούμε ότι περίπου το 51,5% της ημερήσιας παραγωγής πετρελαίου διατίθεται για τις ανάγκες του κλάδου μεταφορών.

1.4.1. Τύποι βιομάζας

Ακατέργαστη βιομάζα⁴ είναι ανεπεξέργαστα υλικά από ζωντανές ουσίες. Κύρια παραδείγματα τέτοιων προϊόντων είναι πολύ ώριμα δένδρα ακατάλληλα για ξυλεία ή για παραγωγή χαρτιού, γεωργικά προϊόντα όπως γρασίδι, σπαρτά και ζωικά περιττώματα, και υδρόβια προϊόντα, όπως φύκια και άλλα θαλάσσια φυτά.

Δευτερεύουσα βιομάζα⁵ είναι οποιοδήποτε υλικό αρχικά προερχόμενο από ακατέργαστη βιομάζα, με τη διαφορά ότι υποβάλλεται σημαντικές χημικές και φυσικές αλλαγές. Παραδείγματα τέτοιας βιομάζας είναι το χαρτί, το δέρμα, το βαμβάκι, προϊόντα φυσικού καουτσούκ και χρησιμοποιημένα μαγειρικά λάδια. Η βιομάζα χρησιμοποιείται για την παραγωγή διαφόρων μορφών βιοενέργειας, εμπιριέχοντας καύσιμα κίνησης, θέρμανσης και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

⁴ Σελ.30 <<Διερεύνηση δυνατοτήτων παραγωγής και αξιοποίηση βιοαερίου στην περιοχή του Μετσόβου>>.Διπλωματική εργασία Καλλιόπη Λιαντινιώτη, Εθνικό Μετσόβιο Πανεπιστήμιο Αθήνα 2011

⁵ Σελ.31 <<Διερεύνηση δυνατοτήτων παραγωγής και αξιοποίηση βιοαερίου στην περιοχή του Μετσόβου>>.Διπλωματική εργασία Καλλιόπη Λιαντινιώτη, Εθνικό Μετσόβιο Πανεπιστήμιο Αθήνα 2011

1.4.2.Μορφές βιοενέργειας

Η βιοενέργεια έχει παραδοσιακή και μοντέρνα μορφή. Η παραδοσιακή μορφή βιοενέργειας περιέχει καυσόξυλα για την παραγωγή θέρμανσης. Η μοντέρνα μορφή βιοενέργειας περιέχει προϊόντα που προέρχονται από τη μετατροπή βιομάζας σε ηλεκτρικό ρεύμα και καύσιμο κίνησης. Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι μοντέρνων προϊόντων βιοενέργειας.

- Η **βιοαιθανόλη** παράγεται από συστατικά αμύλου και κυτταρίνης στη βιομάζα, η οποία εκπέμπει λιγότερα βλαβερά αέρια. Η βενζίνη αναμιγνύεται με τη βιοαιθανόλη ώστε να ελαττώσει τις βλαβερές για το περιβάλλον επιπτώσεις των καυσίμων κίνησης. Πολλές αυτοκινητοβιομηχανίες αναπτύσσουν συστήματα μηχανών τα οποία να δέχονται καύσιμα με υψηλά επίπεδα βιοαιθανόλης στη προσπάθεια να μειώσουν την εκπομπές βλαβερών αερίων.
- Το **βιοντίζελ**⁶ παράγεται από νέα και ανακυκλώσιμα φυτικά έλαια, όπως καλαμπόκι και λινάρι, και ψηλά έλαια παραγόμενα από πολτοποιημένο ξύλο, δασοκομικά και αγροτικά κατάλοιπα. Το βιοντίζελ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ντίζελ μηχανές, μολαταύτα δεν είναι ευρέως διαδεδομένο προς κατανάλωση διότι είναι σχετικά πιο ακριβό για να παραχθεί σε αντίθεση με το συμβατικό ντίζελ.
- Το **βιοαέριο**⁷ παράγεται από συγκεκριμένο γένος βακτηρίων. Με την απουσία οξυγόνου, τα βακτήρια αποσυνθέτουν τη βιομάζα, όπως ζωικά περιττώματα και επιχρωματωμένα σκουπίδια, ώστε να παραχθεί καύσιμο αέριο αποτελούμενο από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα.

⁶Σελ.28, <<Διερεύνηση δυνατοτήτων παραγωγής και αξιοποίηση βιοαερίου στην περιοχή του Μετσόβου>>.Διπλωματική εργασία Καλλιόπη Λιαντινιώτη. Εθνικό Μετσόβιο Πανεπιστήμιο Αθήνα 2011

⁷ Σελ 29<<Διερεύνηση δυνατοτήτων παραγωγής και αξιοποίηση βιοαερίου στην περιοχή του Μετσόβου>>.Διπλωματική εργασία Καλλιόπη Λιαντινιώτη. Εθνικό Μετσόβιο Πανεπιστήμιο Αθήνα 2011

Το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φυσικό αέριο εναλλακτικό για θέρμανση και ηλεκτρικό.

1.5. Υδροηλεκτρική Ενέργεια (<10MW)

Η **υδροηλεκτρική ενέργεια**⁸ είναι η ενέργεια που παράγεται από την πτώση του νερού των μικρών ή μεγάλων ποταμών, υδρορευμάτων και πηγών, σε υδροτροχούς, με αποτέλεσμα την περιστροφή τους και την παραγωγή μηχανικού ή ηλεκτρικού ρεύματος. Αποτελεί μία ανανεώσιμη μορφή ενέργειας, η οποία χρησιμοποιήθηκε από τα πρώτα βήματα ανάπτυξης των ηλεκτρικών εφαρμογών, κυρίως με την κατασκευή φραγμάτων και την δημιουργία υδάτινων ταμιευτήρων μεγάλων ποταμών.

Τα τελευταία όμως χρόνια αναπτύσσεται ραγδαία η τεχνική των «Μικρών Υδροηλεκτρικών», ισχύος μέχρι 10 MW, τα οποία εγκαθίστανται σε μικρά σχετικά ρέματα και έχουν περιορισμένη επίπτωση στο περιβάλλον, αφού περιλαμβάνουν απλώς μία υδροληψία, έναν αγωγό υπό πίεση και τον υδροστρόβιλο. Βασικής σημασίας τόσο για την αποδοτικότητα της επένδυσης όσο και για τις επιπτώσεις στο περιβάλλον, είναι η κατάλληλη επιλογή της θέσεως και η όλη σχεδίαση του έργου.

1.5.1. Τρόπος λειτουργίας

Η μετατροπή της ενέργειας των υδατοπτώσεων με τη χρήση υδροηλεκτρικών έργων (υδατοταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) παράγει την υδροηλεκτρική ενέργεια. Οι υδροηλεκτρικές μονάδες εκμεταλλεύονται τη φυσική διαδικασία του κύκλου του νερού. Κάθε μέρα ο πλανήτης μας αποβάλλει μια μικρή ποσότητα νερού καθώς η υπεριώδης ακτινοβολία

⁸Σελ. 56 <<Εξέλιξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε Ευρωπαϊκή Ένωση και Ελλάδα>>. Διπλωματική εργασία Κατασώρη Φοίβου. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας 2013

διασπάζει τα μόρια του νερού σε ιόντα. Ταυτόχρονα νέες ποσότητες νερού εμφανίζονται λόγω της ηφαιστειακής δραστηριότητας, έτσι ώστε η συνολική ποσότητα του νερού να διατηρείται περίπου σταθερή.

Η λειτουργία των υδροηλεκτρικών μονάδων βασίζεται στην κίνηση του νερού λόγω διαφοράς μανομετρικού ύψους μεταξύ των σημείων εισόδου και εξόδου. Για το σκοπό αυτό κατασκευάζεται ένα φράγμα που συγκρατεί την απαιτούμενη ποσότητα νερού στον δημιουργούμενο ταμιευτήρα.

Κατά τη διέλευσή του από τον αγωγό πτώσεως κινεί έναν στρόβιλο ο οποίος θέτει σε λειτουργία τη γεννήτρια. Μία τουρμπίνα που είναι εγκατεστημένη σε μεγάλη μονάδα μπορεί να ζυγίζει μέχρι 172 τόνους και να περιστρέφεται με 90 rpm. Η ποσότητα του ηλεκτρισμού που παράγεται καθορίζεται από αρκετούς παράγοντες. Δύο από τους σημαντικότερους είναι ο όγκος του νερού που ρέει και η διαφορά μανομετρικού ύψους μεταξύ της ελεύθερης επιφάνειας του ταμιευτήρα και του στροβίλου.

Η ποσότητα ηλεκτρισμού που παράγεται είναι ανάλογη των δύο αυτών μεγεθών. Συνεπώς, ο παραγόμενος ηλεκτρισμός εξαρτάται από την ποσότητα του νερού του ταμιευτήρα. Για το λόγο αυτόν μόνο σε περιοχές με σημαντικές βροχοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευαστούν υδροηλεκτρικά έργα. Συνήθως η ενέργεια που τελικώς παράγεται, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά ως προς άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, καλύπτοντας φορτία αιχμής. Στη χώρα μας η υδροηλεκτρική ενέργεια ικανοποιεί περίπου το 9% των ενεργειακών μας αναγκών σε ηλεκτρισμό.

1.5.2.Κατηγορίες υδροηλεκτρικών έργων

Τα υδροηλεκτρικά έργα ταξινομούνται σε μεγάλης και μικρής κλίμακας. Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα διαφέρουν σημαντικά από της μεγάλης κλίμακας σε ότι αφορά τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Οι μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικές μονάδες απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και

τεράστιων δεξαμενών με σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η κατασκευή φραγμάτων περιορίζει τη μετακίνηση των ψαριών, της άγριας ζωής και επηρεάζει ολόκληρο το οικοσύστημα καθώς μεταβάλλει ριζικά τη μορφολογία της περιοχής. Αντίθετα, τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά εγκαθίστανται δίπλα σε ποτάμια ή κανάλια και η λειτουργία τους παρουσιάζει πολύ μικρότερη περιβαλλοντική ενόχληση.

Για το λόγο αυτό, οι υδροηλεκτρικές μονάδες μικρότερης δυναμικότητας των 30 MW χαρακτηρίζονται ως μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα και συμπεριλαμβάνονται μεταξύ των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Κατά τη λειτουργία τους, μέρος της ροής ενός ποταμού οδηγείται σε στρόβιλο για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας και συνακόλουθα ηλεκτρικής μέσω της γεννήτριας. Η χρησιμοποιούμενη ποσότητα νερού κατόπιν επιστρέφει στο φυσικό ταμειυτήρα ακολουθώντας τη φυσική της ροή.

1.5.3.Πλεονεκτήματα της υδροηλεκτρικής ενέργειας

Τα κύρια πλεονεκτήματα της υδροηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από μονάδες μικρής και μεγάλης κλίμακας είναι:

- Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι δυνατό να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις απαιτηθεί, σε αντίθεση με τους θερμικούς σταθμούς που απαιτούν σημαντικό χρόνο προετοιμασίας,
- Είναι μία "καθαρή" και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα προαναφερθέντα συνακόλουθα οφέλη (εξοικονόμηση συναλλάγματος, φυσικών πόρων, προστασία περιβάλλοντος),
- Μέσω των υδατοταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, δημιουργία υγροτόπων, περιοχών αναψυχής και αθλητισμού.

1.5.4.Μειονεκτήματα της υδροηλεκτρικής ενέργειας

- Ως μειονεκτήματα αναφέρονται μόνο αποτελέσματα που σχετίζονται με τη δημιουργία έργων μεγάλης κλίμακας, όπως:
- Το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εγκατάστασης εξοπλισμού,
- καθώς και ο συνήθως μεγάλος χρόνος που απαιτείται για την αποπεράτωση του έργου,
- Η έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση της περιοχής του έργου (συμπεριλαμβανομένων της γεωμορφολογίας, της πανίδας και της χλωρίδας), καθώς και η ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, η υποβάθμιση περιοχών, οι απαιτούμενες αλλαγές χρήσης γης. Επιπλέον, σε περιοχές δημιουργίας μεγάλων έργων παρατηρήθηκαν αλλαγές του μικροκλίματος, αλλά και αύξηση της σεισμικής επικινδυνότητας τους. Για τους λόγους αυτούς, η διεθνής πρακτική σήμερα προσανατολίζεται στην κατασκευή έργων μικρότερης κλίμακας, όπως η δημιουργία μικρότερων φραγμάτων, οι συστοιχίες μικρών υδροηλεκτρικών έργων και οι μονάδες μικρής κλίμακας. Η περιβαλλοντική επέμβαση σε ότι αφορά την εκμετάλλευση υδροηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί ένα μείζον θέμα σε ότι αφορά την ευρύτερη κοινωνική αποδοχή αυτής. Με τον όρο περιβαλλοντική επέμβαση εννοούμε την επίδραση που έχουν στο οικοσύστημα οι διάφορες εργασίες εγκατάστασης και λειτουργίας.
- Σε ότι αφορά τους σταθμούς παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας με ισχύ μικρότερη αυτή των 10MW, η περιβαλλοντική επέμβαση αυτών είναι περιορισμένη λόγω των περιορισμένων αναγκαίων εργασιών εγκατάστασης /λειτουργίας αυτών.

1.6. Ενέργεια από τα κύματα της θάλασσας

Ένας ακόμη τρόπος να αντλήσουμε ενέργεια από τους υδάτινους πόρους είναι με τη χρήση της ενέργειας που παράγουν τα θαλάσσια κύματα. Η **ενέργεια από τα κύματα**⁹ παράγεται από την κίνηση των κυμάτων στην θαλάσσια επιφάνεια που προκαλείται από τους κατά τόπους ανέμους.

Η κυματική ενέργεια αποτελεί μία μη συνηθισμένη χαμηλής συχνότητας πηγή ενέργειας η οποία θα πρέπει να μετατραπεί σε συχνότητα της τάξεως των 60 Hertz πριν ενσωματωθεί στο ηλεκτρικό δίκτυο. Παρόλο που τα τελευταία χρόνια πολλά συστήματα έχουν επινοηθεί μόνο ένα μικρό ποσοστό έχει δοκιμαστεί και αξιολογηθεί για την αξιοπιστία τους. Επιπρόσθετα, ελάχιστα από αυτά έχουν δοκιμαστεί στην θάλασσα υπό πραγματικές συνθήκες εξομοίωσης ενώ τα περισσότερα έχουν αξιολογηθεί σε εργαστηριακές δεξαμενές. Ένα σύστημα κυματικής ενέργειας μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε σημείο στον ωκεανό και να παράγει ενέργεια, μπορεί να είναι αγκυρωμένο στο πυθμένα ή πλωτό ανοιχτά της θάλασσας, ή σύστημα εγκαταστημένο στα παράλια ή στα ρηχά νερά. Ένα τέτοιο σύστημα μπορεί επίσης να είναι ολικά βυθισμένο στο νερό η να είναι τοποθετημένο πάνω από την θαλάσσια επιφάνεια σε μία πλωτή πλατφόρμα. Παρά τις δυνατότητες που παρουσιάζουν τα συστήματα κυματικής ενέργειας τα περισσότερα πρωτότυπα αυτών έχουν εγκατασταθεί στις ακτές. Η αισθητική επίδραση ενός συστήματος στο περιβάλλον εξαρτάται από τον τύπο που θα υιοθετηθεί, έτσι ένα σύστημα μερικώς βυθισμένο ή τοποθετημένο λίγα χιλιόμετρα μακριά δεν επηρεάζει την εναρμόνιση του συστήματος στο φυσικό περιβάλλον. Αντίθετα συστήματα κυματικής ενέργειας τοποθετημένα στις ακτές μπορεί να επιδράσουν αρνητικά στην όλη αισθητική και να μετατρέψουν ένα φυσικό περιβάλλον σε άκρωσ βιομηχανικό.

⁹ Σελ 56, <<<Εξέλιξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε Ευρωπαϊκή Ένωση και Ελλάδα>>. Διπλωματική εργασία Καρτσώρη Φοίβου. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας 2013

Έτσι προσοχή απαιτείται τόσο στην μορφή του συστήματος που πρόκειται να υιοθετηθεί καθώς και πως θα εναρμονιστεί με την υπάρχουσα αρχιτεκτονική τοπίου και το φυσικό ανάγλυφο της περιοχής. Η συνεργασία του μελετητή αρχιτέκτονα και μηχανολόγου μηχανικού κρίνεται απαραίτητη και επιτακτική για αρμονικό σχεδιασμό. Κατά την δεκαετία του '70 μόνο δύο χώρες κατάφεραν να αναδείξουν τις δυνατότητες των συστημάτων κυματικής ενέργειας μέσα από τα ερευνητικά τους προγράμματα, η Ιαπωνία και η Μεγάλη Βρετανία. Οι επίμονες προσπάθειες των ερευνητών τους κατάφεραν να βελτιώσουν την απόδοση παραγωγικότητας των συστημάτων αυτών. Σε γενικές γραμμές τα συστήματα μπορούν να διαχωριστούν σε δύο κατηγορίες, τα σταθερά και τα πλωτά.

1.6.1.Κυματική ενέργεια σε παγκόσμιο επίπεδο

Η ενέργεια του θαλάσσιου κυματισμού είναι, όπως όλες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ανεξάντλητη. Υπολογίζεται ότι η αξιοποίηση του 1% του κυματικού δυναμικού του πλανήτη μας θα κάλυπτε στο τετραπλάσιο την παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση.

Τα υψηλότερα επίπεδα κυματικής ενέργειας στον Πλανήτη μας εμφανίζονται μεταξύ του 30ου και 60ου παράλληλου και στα δύο ημισφαίρια. Στις δυτικοευρωπαϊκές ακτές επικρατεί ιδιαίτερα ισχυρός κυματισμός με μέση ισχύ της τάξης των 40-70 kW ανά μέτρο μετώπου κύματος. Το κυματικό δυναμικό της χώρας μας είναι το υψηλότερο της Μεσογείου, με μέση ισχύ η οποία σε ορισμένες περιοχές του Αιγαίου ξεπερνάει τα 15 kW/m.

Η τεχνικά εκμεταλλεύσιμη ενέργεια από τα κύματα για τα κράτη της Ε.Ε. υπολογίζεται συνολικά σε 150-230 TWh/έτος¹⁰, από τα οποία περίπου 5 TWh/έτος αντιστοιχούν στις ελληνικές θάλασσες. Το ποσό αυτό αντιστοιχεί

¹⁰ TWh : Τεραβατώρες (TWh) ηλεκτρικής ενέργειας (ή 150-230 δισ. Κιλοβατώρες)

περίπου στο 10% της κατανάλωσης ηλεκτρισμού στη χώρα μας. Τα πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης ΑΠΕ εστιάζονται στο γεγονός ότι η παραγόμενη ενέργεια σχετίζεται με σχεδόν μηδενικό κόστος παραγωγής, ενώ το κόστος συντήρησης διαμορφώνεται σε παρά πολύ χαμηλά επίπεδα. Τέλος, η δυναμικότητα σε ότι αφορά την παραγωγή ενέργειας είναι πολύ μεγάλη, με το μόνο σημαντικό μειονέκτημα να εστιάζεται στο γεγονός ότι η παραγωγή ενέργειας δεν είναι συνεχής και εξαρτάται από την παρουσία κυμάτων.

1.7. Παλιρροϊκή Ενέργεια

Παλιρροιακή ενέργεια, αποκαλούμενη μερικές φορές και **παλιρροιακή δύναμη**¹¹, είναι μια μορφή υδρενέργειας που μετατρέπει την ενέργεια από τις παλίρροιες σε ηλεκτρική ενέργεια ή άλλες χρήσιμες μορφές ενέργειας.

Το φαινόμενο της παλίρροιας έχει να κάνει με την πλανητική έλξη που εξασκεί τόσο η σελήνη, όσο και οι άλλοι πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος στην γη, με την ένταση αυτού προσδιορίζεται από τη θέση του σημείου επί της επιφανείας της γης, στο οποίο εμφανίζεται. Η ενεργειακή εκμετάλλευση της μεταβολής της στάθμης της θάλασσας λόγω της παρουσίας του φαινομένου της παλίρροιας, ορίζεται ως παλιρροϊκή ενέργεια και αποτελεί άλλη μια εφαρμογή ΑΠΕ. Η αξιοποίηση της παλιρροϊκής ενέργειας χρονολογείται εκατοντάδες χρόνια πριν, αφού με τα νερά που δεσμεύονταν στις εκβολές ποταμών από την παλίρροια, κινούνταν νερόμυλοι. Ο τρόπος είναι ο εξής: Τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας στην ακτή κατά την πλημμυρίδα μπορούν να παγιδευτούν σε φράγματα, οπότε κατά την άμπωτη

¹¹ Σελ. 51, <<Αξιολόγηση συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Προβλέψεις με Εναλλακτικά Σενάρια σε Περιφερειακό και Εθνικό επίπεδο.>> Διδακτορική Διατριβή. Στυλιανού Παπαζήση Πανεπιστήμιο Πειραιά 1998.

τα αποθηκευμένα νερά ελευθερώνονται και κινούν υδροστρόβιλο, όπως στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια.

Τα πλέον κατάλληλα μέρη για την κατασκευή σταθμών ηλεκτροπαραγωγής είναι οι στενές εκβολές ποταμών. Η διαφορά μεταξύ της στάθμης του νερού κατά την άμπωτη και την πλημμυρίδα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 μέτρα. Η ηλεκτρική ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι ικανή να καλύψει τις ανάγκες μιας πόλης μέχρι και 240 χιλιάδων κατοίκων. Ο πρώτος παλιρροϊκός σταθμός κατασκευάστηκε στον ποταμό La Rance στις ακτές της Βορειοδυτικής Γαλλίας το 1962 και οι υδροστρόβιλοί του μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια καθώς το νερό κινείται κατά τη μια ή την άλλη κατεύθυνση. Άλλοι τέτοιοι σταθμοί λειτουργούν στη Ρωσία, στη θάλασσα Barents και στον κόλπο Fuhdy της Νέας Σκωτίας. Τα συστήματα εκμετάλλευσης παλιρροϊκής ενέργειας μετατρέπουν τη δυναμική ενέργεια που προκύπτει από την μεταβολή της στάθμης της θάλασσας, μέσω κατάλληλων διατάξεων / μοντέλων, σε ηλεκτρική ενέργεια. Λόγω της περιοδικότητας του παλιρροϊκού φαινομένου η παραγωγή ενέργειας περιορίζεται σε 10 ώρες ημερησίως. Η παλιρροϊκή ενέργεια αποτελεί μια από τις «καθαρότερες» ΑΠΕ με το σημαντικότερο πρόβλημα να εστιάζεται στην περιβαλλοντική επίδραση την οποία έχει, λόγω της κατασκευής του παλιρροϊκού φράγματος και την διατάραξη την οποία αυτό φέρει στο τοπικό οικοσύστημα.

1.8. Γεωθερμική Ενέργεια

Γεωθερμική ενέργεια¹² ονομάζεται η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμφανίζεται με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού. Η

¹² Σελ. 37 <<Αξιολόγηση συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Προβλέψεις με Εναλλακτικά Σενάρια σε Περιφερειακό και Εθνικό επίπεδο.>> Διδακτορική Διατριβή. Στυλιανού Παπαζήση Πανεπιστήμιο Πειραιά 1998.

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 ατμός 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.

1.8.1.Εφαρμογές γεωθερμικής ενέργειας

Οι εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας ποικίλουν ανάλογα με τη θερμοκρασία και περιλαμβάνουν:

- Την ηλεκτροπαραγωγή, όταν η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από 90 °C,
- Τη θέρμανση χώρων με καλοριφέρ για θερμοκρασία μεγαλύτερη των 60 °C, με αερόθερμα για θερμοκρασία μεγαλύτερη των 40 °C, με ενδοδαπέδιο σύστημα για θερμοκρασία μεγαλύτερη των 25 °C,
- ψύξη και κλιματισμό (με αντλίες θερμότητας απορρόφησης για θερμοκρασία μεγαλύτερη των 60 °C, ή με υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας για θερμοκρασία μεγαλύτερη των 30 °C)

- θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών επειδή τα φυτά αναπτύσσονται γρηγορότερα και γίνονται μεγαλύτερα με τη θερμότητα (θερμοκρασία μεγαλύτερη των 25 °C), ή και για αντιπαγετική προστασία
- τις ιχθυοκαλλιέργειες (θερμοκρασία μεγαλύτερη των 15 °C) επειδή τα ψάρια χρειάζονται ορισμένη θερμοκρασία για την ανάπτυξή τους
- τις βιομηχανικές εφαρμογές όπως αφαλάτωση θαλασσινού νερού όταν η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από 60 °C, ξήρανση αγροτικών προϊόντων, κλπ
- τα θερμά λουτρά για θερμοκρασία που κυμαίνεται στους 25-40 °C
Εκτός από τα γεωθερμικά πεδία, η σημερινή τεχνολογία επιτρέπει την εκμετάλλευση της θερμότητας πετρωμάτων μικρού βάθους, καθώς και υπόγειων ή και επιφανειακών υδάτων χαμηλής θερμοκρασίας για θέρμανση και κλιματισμό. Η τεχνολογία αυτή περιλαμβάνει σωλήνα μεγάλου μήκους και μικρής διαμέτρου τοποθετημένης εντός του εδάφους, είτε εντός γεωτρήσεων και η οποία αποτελεί τον υπόγειο εναλλακτή θερμότητας, σε συνδυασμό με υδρόψυκτη αντλία θερμότητας η οποία παρέχει θέρμανση ή ψύξη στο κτήριο. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας καταναλώνουν το 1/4 του ηλεκτρικού ρεύματος από μια ηλεκτρική αντίσταση και το 1/2 από ένα κλιματιστικό. Εάν υπολογιστεί το κόστος ενέργειας καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του συστήματος, οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας στοιχίζουν λιγότερο από ένα σύστημα που καταναλώνει πετρέλαιο ή φυσικό αέριο.

Μελλοντικά, η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας θα γίνεται από θερμά ξηρά πετρώματα, τα οποία βρίσκονται παντού σε βάθη από 3-5km, μέσω τεχνητής κυκλοφορίας νερού θερμοκρασίας έως 150 °C.

1.8.2.Πλεονεκτήματα γεωθερμικής ενέργειας

Η γεωθερμική ενέργεια έχει σημαντικά **πλεονεκτήματα** τα οποία μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

- Λιγότερη μόλυνση για το περιβάλλον με την μη χρήση ορυκτών μετάλλων
- Για την κατασκευή μιας γεωθερμικής μονάδας παραγωγής ηλεκτρισμού δεν χρειάζεται μεγάλη έκταση γης
- Αξιοπιστία. Σε σχέση με όλα τα άλλα ήδη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας όπως την αιολική και την ηλιακή, η γεωθερμική
- ενέργεια μπορεί να παράγει ηλεκτρισμό με συνεχή διάρκεια 24 ώρες το 24ωρο χωρίς να εξαρτάται από φυσικές αιτίες που μπορεί να την παρεμποδίσουν.
- Χαμηλές τιμές ηλεκτρικού ρεύματος επειδή οι μονάδες γεωθερμίας έχουν χαμηλό κόστος λειτουργίας.
- Η Γεωθερμική ενέργεια είναι στην ουσία ανεξάντλητη
- Όπως και οι υπόλοιπες ΑΠΕ, η γεωθερμία παρέχει ασφάλεια των ενεργειακών προμηθειών μειώνοντας την εξάρτηση από συμβατικές πηγές καυσίμων.

Χάρη στα παραπάνω πλεονεκτήματα, η γεωθερμική ενέργεια έχει αναδειχθεί σε μια εξαιρετική λύση οπουδήποτε είναι δυνατόν να υπάρχουν επενδυτικές ευκαιρίες για την αξιοποίησή του.

1.9 Τα Περιβαλλοντικά Προβλήματα και η Βιωσιμότητα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Τα Περιβαλλοντικά Προβλήματα

Στην παράγραφο αυτή θα επιχειρηθεί να γίνει μία συνοπτική παρουσίαση των σημαντικότερων (με γνώμονα τη βλαπτικότητα και τη κλίμακα εμφάνισης) περιβαλλοντικών προβλημάτων και των τρόπων με τον οποίο η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να συμβάλει στον αποτελεσματικό περιορισμό των προβλημάτων αυτών. Ένα από τα μεγαλύτερα περιβαλλοντικά προβλήματα που απασχολεί τους επιστήμονες τις τελευταίες δεκαετίες είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η διατήρηση της απαραίτητης θερμοκρασίας στη γη οφείλεται στη λειτουργία του πρωταρχικού φαινομένου του θερμοκηπίου, που είναι μία φυσική λειτουργία της ατμόσφαιρας. Το φαινόμενο για το οποίο μιλάμε εδώ είναι η διαταραχή του πρωταρχικού εξαιτίας της ανθρώπινης δραστηριότητας (βιομηχανία, μεταφορές). Θα περιοριστούμε σε μία επισκόπηση της διαταραχής του φαινομένου που προκαλείται από το αέριο διοξείδιο του άνθρακα CO₂ (προϊόν της καύσης του χημικού στοιχείου άνθρακα C), που υπάρχει σε όλα τα ορυκτά καύσιμα και βέβαια είναι βασικό στοιχείο των φυτών κυρίως αλλά και όλων των έμβιων οργανισμών. Στο μεγαλύτερο μέρος της παγκόσμιας ιστορίας η συγκέντρωση του CO₂ στη ατμόσφαιρα ήταν 270 ppm (ή 0,027%). Όμως, από την αρχή της βιομηχανικής επανάστασης μέχρι σήμερα ανέβηκε στα 330 ppm και ευελπιστούν, με πλήρη υλοποίηση του Κιότο, να το σταθεροποιήσουν στα 450 ppm. Τα απαισιόδοξα σενάρια προβλέπουν υπέρβαση του 550 ppm σε λίγες δεκαετίες. Τα ερωτήματα που τίθενται είναι πολλά όπως:

Πόσο γρήγορα θα εξελίχθη το φαινόμενο;

Πού θα σταθεροποιηθεί και πότε;

Ποια θα είναι η έκταση των συνεπειών του;

Ενδέχεται να ακολουθήσουν δευτερογενή φαινόμενα που θα δρουν πολλαπλασιαστικά – επιταχυντικά (π.χ. διακοπή των ωκεάνιων ρευμάτων, απορρόφηση ακόμη μεγαλύτερης ηλιακής θερμότητας από τις εκτάσεις ξηράς που θα αποκαλύπτουν οι πάγοι με το λιώσιμό τους κ.λπ.);

Άλλο ένα σημαντικό περιβαλλοντικό ζήτημα που αξίζει να σημειωθεί είναι η εξάντληση του όζοντος στη στρατόσφαιρα η οποία οφείλεται κυρίως στη χρήση χλωροφθορανθράκων (CFCs), οι οποίοι αντιδρούν με την ηλιακή ακτινοβολία με αποτέλεσμα την αναγέννηση του χλωρίου Cl το οποίο με τη σειρά του διασπά το όζον (O₃). Τέλος, αξίζει να γίνει αναφορά στο φαινόμενο της όξινης βροχής (acid rain) η οποία έχει πολλαπλές επιπτώσεις στους υδρόβιους οργανισμούς καθώς επίσης προκαλεί διάβρωση μνημείων και οικοδομικών υλικών.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση των επιβλαβών επιπτώσεων του φαινομένου του θερμοκηπίου, αλλά και άλλων περιβαλλοντικών προβλημάτων, προσφέροντας εναλλακτική λύση σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα μια και κατά τη χρήση τους δεν απελευθερώνονται οξειδία του θείου και του αζώτου και όζον στην ατμόσφαιρα όπως συμβαίνει κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων (μαζούτ, πετρέλαιο κλπ). Για το λόγο αυτό, η χρήση τους τα επόμενα χρόνια είναι επιτακτική εφόσον οι ενεργειακές ανάγκες όλο ένα και αυξάνονται με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητη η χρήση «νέων» πηγών. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνεται η βιωσιμότητα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας .

1.10 Βιωσιμότητα των Πηγών Ενέργειας

Σχετικά με την βιωσιμότητα των πηγών ενέργειας που εξετάστηκαν στις προηγούμενες παραγράφους, σίγουρα είναι πολύ σημαντικό το γεγονός, ότι είναι ανεξάντλητες και λιγότερο ρυπογόνες για το περιβάλλον σε αντιδιαστολή με τα συμβατικά καύσιμα. Βέβαια, τόσο η βιομάζα όσο και η γεωθερμική

ενέργεια απαιτούν σωστή διαχείριση προκειμένου να χρησιμοποιηθούν με βιώσιμο τρόπο. Για όλες τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές, ο ρυθμός αξιοποίησης τους από τον άνθρωπο θα ήταν απίθανο να προσεγγίσει τον ρυθμό αναπλήρωσης τους από τη φύση, αν και η χρήση όλων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας υπόκειται σε διάφορους πρακτικούς περιορισμούς

Επιπλέον, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η ανανεώσιμη ενέργεια είναι και βιώσιμη υπό την έννοια ότι οι επιπτώσεις της στο περιβάλλον είναι λιγότερο επιζήμιες από αυτές των ορυκτών και των πυρηνικών καυσίμων. Παρόλα αυτά, η ανάπτυξη και χρήση των ΑΠΕ προκαλεί, σε πολλές περιπτώσεις, σημαντικές περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Εκτός αυτού, προκύπτουν και αρκετοί πρακτικοί περιορισμοί με αποτέλεσμα να χρειάζονται μεγάλες επιφάνειες γης με σκοπό τη συλλογή ενέργειας, που οδηγεί στην καταστροφή του φυσικού τοπίου. Ακόμα, όπως ήδη έχει αναφερθεί, το κόστος τέτοιων εγκαταστάσεων δεν είναι συγκρίσιμο με αυτό των συμβατικών καυσίμων. Σίγουρα, στο μέλλον οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα μπορούσαν να γίνουν περισσότερο ανταγωνιστικές, εφόσον μειωθεί το κόστος τους ή από την άλλη πλευρά εάν αυξηθεί το κόστος των ορυκτών καυσίμων.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ενδέχεται να φαίνονται ελκυστικές από πολλές πλευρές, αλλά το ερώτημα σε τι βαθμό μπορούν να συμβάλουν στην κάλυψη των παγκόσμιων αναγκών σε ενέργεια παραμένει αναπάντητο. Η κατανάλωση ενέργειας μιας χώρας, έχει άμεση σχέση με την ποιότητα ζωής των κατοίκων της, για παράδειγμα, στις υποανάπτυκτες χώρες η κατανάλωση ισχύος που αντιστοιχεί σε κάθε κάτοικο είναι 0,5 kW, ενώ στις ανεπτυγμένες χώρες ανέρχεται στα 10 kW.

1.11 ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι προσεγγίσεις που έχουν προταθεί για σωστότερη και ορθολογιστική χρήση της ενέργειας θα μπορούσαν να χωριστούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

1. Αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
2. Αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας.
3. Χρήση καθαρών τεχνολογιών ορυκτών και πυρηνικών καυσίμων.

Με στόχο την ενίσχυση και ορθολογιστικότερη αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας η ευρωπαϊκή επιτροπή ανακοίνωσε το πακέτο μέτρων για την ενέργεια και την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών. Πιο συγκεκριμένα, για το σύνολο των Κρατών-Μελών μέχρι το 2020, προβλέπεται:

- 20% μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου (GHG) σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.
- 20% διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στην τελική κατανάλωση ενέργειας (ηλεκτρισμός, θερμότητα, μεταφορές).
- 20% εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας.
- 10% αύξηση του ποσοστού των βιοκαυσίμων.

Οδηγίες που αφορούν τα ακόλουθα:

Περιορισμός εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου την περίοδο 2013-2020.

Πρώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

Σχετικά με αυτές τις Οδηγίες, υπάρχουν επιμέρους προτάσεις για τις χώρες – μέλη. Για την Ελλάδα, ο στόχος είναι το 18% επί της τελικής κατανάλωσης της ενέργειας να προέρχεται από ΑΠΕ, μέχρι το 2020, με ενδιάμεσους ελέγχους υλοποίησης το 2014, το 2016 και το 2018. Ακόμη, εισάγεται ο θεσμός της εμπορίας πιστοποιητικών εγγύησης προέλευσης από ΑΠΕ, μεταξύ των χωρών – μελών. Στην παρούσα εργασία θα εξεταστεί η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και πιο συγκεκριμένα του βιοαερίου που παράγεται από Χώρους Υγειονομικής Ταφής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2.1 Ορισμός βιοενέργειας

Βιοενέργεια¹³ ονομάζεται η χημική ενέργεια που αποθηκεύεται σε φυτά και ζώα (τα οποία τρέφονται με φυτά ή άλλα ζώα), ή στα απόβλητα που αυτά παράγουν. Κατά τη διάρκεια διαδικασιών μετατροπής όπως η καύση, η βιομάζα απελευθερώνει την ενέργειά της, υπό τη μορφή θερμότητας ενώ παράγεται διοξείδιο του άνθρακα που έρχεται να αντικαταστήσει το διοξείδιο του άνθρακα που απορροφούνταν όσο το φυτό αναπτυσσόταν. Οι εφαρμογές της βιοενέργειας είναι εξαιρετικά ποικίλες και περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων την παροχή θέρμανσης, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και τα καύσιμα οχημάτων. Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα (π.χ. με την καύση ξύλων για θέρμανση και μαγείρεμα) ή έμμεσα, αν τη μετατρέψουμε σε υγρό ή αέριο καύσιμο (π.χ. αιθανόλη από καλλιέργειες ζαχαρότευτων ή βιοαέριο από ζωικά απόβλητα).

2.2 Ορισμός βιομάζας.

Με τον όρο **βιομάζα**¹⁴ εννοούμε οποιοδήποτε υλικό προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς. Ειδικότερα, η βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς, περιλαμβάνει κάθε τύπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή στερεών, υγρών και/ ή αέριων καυσίμων. Γενικά, λοιπόν, με τον όρο βιομάζα εννοούμε τα προϊόντα και τα κατάλοιπα φυτικής, ζωικής και δασικής παραγωγής, τα παραπροϊόντα που προέρχονται από τη βιομηχανική επεξεργασία αυτών, τα αστικά λύματα και τα σκουπίδια.

¹³ Σελ.2, *Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας –βιομάζα>>.Γεωργάκη Δέσποινα.Ανάβρυτα 2010-2011*

¹⁴ Σελ.7, <<βιομάζα- βιοκαύσιμα –βιοενέργεια. Η εναλλακτική πρόταση στην πετρελαική κρίση.>>Δ.Ε.Τ.Η.Π Πτολεμαίδα 2005

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. Γενικά θα μπορούσε να αναφερθεί, ότι η χρήση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας είναι η αντιστροφή της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης.

Η βιομάζα μπορεί να θεωρηθεί ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας καθώς το CO₂ που ελευθερώνει κατά την καύση της έχει ήδη απομακρυνθεί κατά την ανάπτυξη του φυτού και θα επαναχρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη της νέας βιομάζας. Επίσης, απαιτείται η δέσμευση της ηλιακής ενέργειας από το φυτό. Η ενέργεια της βιομάζας (βιοενέργεια ή πράσινη ενέργεια) είναι δευτερογενής ηλιακή ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια μετασχηματίζεται από τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης.

Η βιομάζα, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, είναι ένα καύσιμο φιλικό προς το περιβάλλον καθώς δεν συμμετέχει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου ενώ ταυτόχρονα μειώνει την κατανάλωση συμβατικών καυσίμων σε εθνικό επίπεδο με προφανή οφέλη για την χώρα. Η βιομάζα για παραγωγή θερμότητας προέρχεται από διαφορετικές πηγές όπως καυσόξυλα, δασικά υπολείμματα, γεωργικά υπολείμματα π.χ. άχυρο από την παραγωγή σιτηρών, υπολείμματα από αγροτικές εργασίες π.χ. σοδειές που έχουν υποβληθεί σε επεξεργασία ή σοδειές που καλλιεργούνται για να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα.

Τα υπολείμματα ξύλου, των βιομηχανιών επεξεργασίας ξύλου, μπορούν να αξιοποιηθούν ενεργειακά όπως και τα αστικά απορρίμματα. Σε μεγάλες ευρωπαϊκές πόλεις όπως η Βιέννη, η Φραγκφούρτη και η Κολωνία λειτουργούν εργοστάσια ηλεκτρικής ενέργειας με καύσιμη ύλη τα σκουπίδια των κατοίκων τους. Η ολική ποσότητα στερεών απορριμμάτων στις ΗΠΑ από το 1970 έως 1994 αυξήθηκε κατά 70%, αλλά την ίδια περίοδο το ποσοστό

απορριμμάτων που ανακυκλώθηκε ή λιπασματοποιήθηκε αυξήθηκε από 7% στο 23%.

Μια περιοχή της Ελλάδας με σημαντικό ενεργειακό δυναμικό βιομάζας είναι η Ήπειρος. Περιοχή που διαθέτει σημαντικά διαθέσιμα γεωργικά, δασικά και ζωικά υπολείμματα που θα μπορούσαν να καλύψουν μεγάλο μέρος των αναγκών της, τόσο σε τοπικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο νομού. Ένα παράδειγμα είναι η αξιοποίηση της βιομάζας προς παραγωγή θερμότητας ικανής να χρησιμοποιηθεί για την κάλυψη των αναγκών μικρών βιομηχανικών ή βιοτεχνικών μονάδων από τα απόβλητά τους ή ακόμα και για την τηλεθέρμανση κτιρίων μέσω ενός μικρού δικτύου τηλεθέρμανσης. Επίσης, εκτός από παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση ζωικών υπολειμμάτων ή συλλογή βιομάζας από υπολείμματα ξύλου είναι δυνατή η καλλιέργεια ενεργειακών φυτών όπως της αγριαγκινάρας με σκοπό την παραγωγή βιοκαυσίμων (π.χ. βιοαιθανόλη). Δυστυχώς, η εκμετάλλευση της βιομάζας συναντά αρκετά προβλήματα στην πρακτική εφαρμογή, γίνονται όμως προσπάθειες για την ανάπτυξη προγραμμάτων με σκοπό την αξιοποίησή της

2.3 Ιστορία βιομάζας

Η βιομάζα είναι η πρώτη πηγή ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος. Οι πρώτοι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν αποκλειστικά βιομάζα για καύσιμη ύλη. Η θερμότητα που απελευθερωνόταν κατά τη διάρκεια της καύσης, χρησιμοποιήθηκε από τους πρώτους ανθρώπους για:

- α) να ζεσταθούν
- β) να προφυλαχτούν (δηλαδή για να φοβίσουν τα άγρια ζώα)
- γ) να δουν το βράδυ (λίπος ζώων και λάδι σε λυχνάρια και καντήλια, δάδες και δαυλούς, κεριά κ.α.)
- δ) αλλά και για να μαγειρέψουν

Αργότερα χρησιμοποίησαν τη φωτιά για να ψήσουν τον πυλό και να κατασκευάσουν αγγεία και άλλα αντικείμενα και για να λιώσουν μέταλλα και να κατασκευάσουν ισχυρότερα όπλα και άλλα εργαλεία, αλλά και για να εξουδετερώσουν ασθένειες. Αλλά και μέχρι σήμερα, πολλοί φτωχοί αγροτικοί πληθυσμοί, ιδίως της Αφρικής, της Ινδίας και της Λατινικής Αμερικής, για να ζεσταθούν, να μαγειρέψουν και να φωτιστούν χρησιμοποιούν ξύλα, φυτικά υπολείμματα (άχυρα, πριονίδια, άχρηστους καρπούς ή κουκούτσια...) και ζωικά απόβλητα (κοπριά, λίπος ζώων, άχρηστα αλιεύματα...). Πέρασαν πολλά χρόνια μέχρι ο άνθρωπος να εκμεταλλευτεί και άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως το νερό και τον άνεμο δημιουργώντας κυρίως ανεμόμυλους, υδρόμυλους και άλλες απλές μηχανικές κατασκευές.

2.4 Η βιομάζα ως Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας

Η βιοενέργεια ή πράσινη ενέργεια είναι δευτερογενής ηλιακή ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια μετασχηματίζεται από τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης. Οι βασικές πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται, είναι το νερό και ο άνθρακας, που είναι άφθονα στη φύση. Η μόνη εκ φύσεως πηγή ενέργειας με άνθρακα που τα αποθέματά της να είναι ικανά να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων, είναι η βιομάζα. Αντίθετα από αυτά, η βιομάζα είναι ανανεώσιμη καθώς απαιτείται μόνο μια σύντομη χρονική περίοδος για να αναπληρωθεί ότι χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας. Εν γένει, για τις διάφορες τελικές χρήσεις υιοθετούνται διαφορετικοί όροι. Έτσι, ο όρος "βιοισχύς" περιγράφει τα συστήματα που χρησιμοποιούν πρώτες ύλες βιομάζας αντί των συνήθων ορυκτών καυσίμων (φυσικό αέριο, άνθρακα) για ηλεκτροπαραγωγή, ενώ ως "βιοκαύσιμα" αναφέρονται κυρίως τα υγρά καύσιμα μεταφορών που υποκαθιστούν πετρελαϊκά προϊόντα, π.χ. βενζίνη ή ντίζελ.

Βασικό πλεονέκτημα της βιομάζας είναι ότι είναι μια ανανεώσιμη πηγή

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

2.5 Σύγχρονες εφαρμογές βιομάζας

Σήμερα, οι κύριες εφαρμογές με καύσιμο βιομάζα είναι:

-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 μεγάλες ποσότητες σαν υπόλειμμα ή υποπροϊόν της παραγωγικής διαδικασίας και έχουν αυξημένες απαιτήσεις σε θερμότητα. Στα 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 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.

-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 τις διεργασίας και άλλες ανάγκες θέρμανσης (πχ θέρμανση κτιρίων).

-Υγρά βιοκαύσιμα: Σήμερα, ο όρος βιοκαύσιμα χρησιμοποιείται συνήθως για υγρά καύσιμα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον τομέα των μεταφορών. Τα πιο συνηθισμένα στο εμπόριο είναι το βιοντήζελ, που 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, κυτταρινούχα κι αμυλούχα φυτά (σιτάρι, καλαμπόκι, σόργο, τεύτλα, κ.ά.) και χρησιμοποιείται είτε ως έχει σε βενζινοκινητήρες που έχουν υποστεί μετατροπή είτε σε μίγμα με βενζίνη σε κανονικούς βενζινοκινητήρες είτε τέλος να μετατραπεί σε ETBE (πρόσθετο βενζίνης).

2.6 Πηγές Βιομάζας

Οι πιθανές πηγές βιομάζας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ενεργειακή μετατροπή καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα υλικών. Η χρήση της βιομάζας μπορεί να διαχωριστεί σε δύο κατηγορίες:

- σύγχρονη βιομάζα,
- παραδοσιακή βιομάζα.

Η σύγχρονη βιομάζα¹⁵ αναφέρεται σε μεγάλης κλίμακας χρήση και στόχο έχει να υποκαταστήσει τα παραδοσιακά καύσιμα και περιλαμβάνει ξερά κλαδιά από το δάσος και τα γεωργικά υπολείμματα, τα οικιακά απόβλητα, το βιοαέριο και τα βιοκαύσιμα από ενεργειακές καλλιέργειες (όπως έλαια από φυτά ή/και φυτά που περιέχουν άμυλο και σάκχαρα). Αντίθετα η παραδοσιακή βιομάζα¹⁶ αναφέρεται σε μικρότερης κλίμακας χρήσεις και σε λιγότερο αναπτυσσόμενες περιοχές και κράτη. Περιλαμβάνει τα καυσόξυλα και το κάρβουνο για οικιακή χρήση, την ήρα του ρυζιού, άλλα φυτικά υπολείμματα και την κοπριά ζώων.

Οι κυριότερες πηγές βιομάζας είναι:

- **Αγροτικές φυτείες**

Υπάρχουν πολλές αγροτικές καλλιέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ενεργειακοί πόροι, όπως το ζαχαροκάλαμο, το καλαμπόκι, ο ηλιανθος, η σόγια κλπ. Τα περισσότερα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή υγρών καυσίμων, όπως η αιθανόλη ή το βιοπετρέλαιο. Τα πιο γνωστά είναι το ζαχαροκάλαμο και το καλαμπόκι. Στην Βραζιλία π.χ υπάρχουν περίπου 4 εκατομμύρια αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν αιθανόλη για την κίνηση τους. Στην Ευρώπη, ΗΠΑ, Αυστραλία, ενισχύεται οικονομικά η χρήση αυτών των καλλιεργειών για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων.

Υπάρχουν επίσης καρποί (σπόροι, κουκούτσια κλπ.), που περιέχουν ένα μεγάλο ποσοστό ελαίου, όπως ο ηλιόσπορος, ο ελαιόκαρπος κ.α., που συνθλίβονται και το έλαιο που παράγουν μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα ως βιοκαύσιμο ή ως θερμαντικό καύσιμο. Η χρήση του βιοκαυσίμου βοηθάει στην μείωση των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου (περίπου 3.2 kg ισοδυνάμου διοξειδίου του άνθρακα ανά κιλό βιοκαυσίμου), στην κατά 99 % μείωση των εκπομπών διοξειδίου του θείου, στην κατά 39% μείωση των

¹⁵ Σελ. 8, Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας –Βιομάζα>>.Γεωργάκη Δέσποινα.Ανάβρυτα 2010-2011

¹⁶ Σελ. 8, Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας –Βιομάζα>>.Γεωργάκη Δέσποινα.Ανάβρυτα 2010-2011

αιωρουμένων σωματιδίων, στην υψηλή τους βιοαποδομησιμότητα, και στην ασφάλεια της ενεργειακής προσφοράς, καθώς υπάρχει τοπική παραγωγή.

- **Αγροτικά Υπολείμματα**

Κάθε χρόνο παράγονται μεγάλες ποσότητες υπολειμμάτων από σπαρτά και καλλιέργειες οι οποίες όμως σε πολύ μικρό ποσοστό εκμεταλλεύονται. Τέτοιου είδους υπολείμματα είναι ο φλοιός του ρυζιού, τα ζαχαροκάλαμα (γνωστό ως *bagasse*), φλοιοί καρυδών, ξηρών καρπών, και δημητριακών. Στην Ελλάδα τέτοιο υπόλειμμα είναι το πυρηνόξυλο το οποίο παράγεται στις μεγάλες ελαιοπαραγωγούς περιοχές (Λέσβος, Πελοπόννησος, κλπ.). Από μελέτες έχουν δείξει ότι είναι συμφέρεει να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ενέργειας χαμηλού κόστος. Η μετατροπή της βιομάζας μπορεί να οδηγήσει στην παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού.

- **Ζωικά Απόβλητα**

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία ζωικών αποβλήτων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πηγές βιομάζας. Οι πιο συνηθισμένες είναι κοπριά από γουρούνια, κοτόπουλα και βοοειδή, καθώς αυτά τα ζώα μεγαλώνουν σε περιορισμένους χώρους και παράγουν μεγάλες ποσότητες αποβλήτων μέσα σε μικρή επιφάνεια. Στο παρελθόν μάζευαν αυτά τα απόβλητα και τα πουλούσαν ως λιπάσματα, ή απλά τα άπλωναν σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Τα τελευταία χρόνια όμως με την αυστηρότερη νομοθεσία για περιβαλλοντικών ελέγχων, όσον αφορά τις οσμές και την ρύπανση των νερών, αυξάνεται η ανάγκη για διαχείριση αυτών των αποβλήτων, έτσι ανοίγει ο δρόμος για πιθανή εκμετάλλευση της παραγωγής ενέργειας από απόβλητα.

Η πιο συνηθισμένη διαδικασία μετατροπής αυτών των αποβλήτων είναι μέσω της αναερόβιας χώνευσης που θα περιγραφεί στα επόμενα κεφάλαια. Πολύ επιγραμματικά, αναερόβια χώνευση της βιομάζας είναι ουσιαστικά η βακτηριακή αποδόμηση σύνθετων οργανικών μορίων σε πιο απλά μόρια - μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα, η οποία γίνεται σε συνθήκες έλλειψης

οξυγόνου. Η αναερόβια χώνευση της βιομάζας διαρκεί από δύο τρεις εβδομάδες και γίνεται σε τρεις θερμοκρασιακές ζώνες που κυμαίνονται μεταξύ των 20 και 55 βαθμών Κελσίου. Συνήθως αποφεύγεται η αποθήκευση του παραγόμενου βιοαερίου, γιατί απαιτεί μεγάλους αποθηκευτικούς χώρους και κοστίζει αρκετά. Αντίθετα, συνήθως, χρησιμοποιείται αμέσως για την παραγωγή ενέργειας.

Το προϊόν από την αναερόβια χώνευση είναι ένα «βιοαέριο» που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για μηχανές εσωτερικής καύσης και παραγωγή ηλεκτρισμού, ή για άμεση καύση για μαγείρεμα και θέρμανση νερού και χώρων. Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη για την αναερόβια χώνευση απόβλητα από την βιομηχανία τροφίμων και τους βιολογικούς καθαρισμούς.

- **Μαύρο ρευστό**

Το μαύρο ρευστό είναι ένα προϊόν αποβλήτων που παράγεται από την βιομηχανία χαρτιού. Το ρευστό αυτό μπορεί να πυρολυθεί ή αεριοποιηθεί και χρησιμοποιηθεί ως βιομάζα. Ερευνητικές προσπάθειες έχουν αναπτύξει μια διεργασία ρευστοποιημένης κλίνης με ταχεία πυρόλυση που μπορεί να μετατρέψει το μαύρο υγρό σε βιοκαύσιμο. Στην συνέχεια μπορεί να μετατραπεί σε καύσιμο κατάλληλο για τις μηχανές των αυτοκινήτων.

- **Απόβλητα της βιομηχανίας ζαχάρεως**

Η βιομηχανία ζαχάρεως από ζαχαροκάλαμο παράγει μεγάλους όγκους μπαγκάσσας (bagasse: το υπόλειμμα του ζαχαροκάλαμου) που είναι μια μεγάλη δυναμική ενεργειακή πηγή βιομάζας καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη για παραγωγή ατμού και ηλεκτρισμού. Οι περισσότεροι μύλοι ζάχαρης στην Αυστραλία και ΗΠΑ παράγουν ηλεκτρισμό με τον τρόπο αυτό, αλλά έχουν και την δυνατότητα να εξάγουν μεγάλες ποσότητες ηλεκτρισμού από αυτή την ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

- **Δασικές Φυτείες**

Το ξύλο είναι μια σημαντική ενεργειακή πηγή σε πολλές χώρες του κόσμου, ιδίως στην Ασία, την Αφρική, και την Νότια Αμερική και υπάρχει το δυναμικό

για να γίνει μια σημαντική ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και σε άλλα μέρη του κόσμου. Τα πιο κατάλληλα δένδρα για αυτές τις δασικές φυτείες είναι εκείνα που αναπτύσσονται με γρήγορους ρυθμούς και που μετά την κοπή μεγαλώνουν εκ νέου με εκβλαστήματα από την ρίζα. Το ξύλο μπορεί να καεί για παραγωγή ατμού και ηλεκτρισμού, για θέρμανση στο μαγείρεμα, για θέρμανση νερού και χώρων ή να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ξυλοκάρβουνου.

- **Δασικά Υπολείμματα**

Τα δασικά υπολείμματα παράγονται από εργασίες όπως αραίωμα των δένδρων, ξεχέρωση για διάνοιξη δρόμων, απογύμνωση κορμών, καθώς και φυσική φθορά. Η επεξεργασία του ξύλου επίσης παράγει σημαντικές ποσότητες υπολειμμάτων. Αυτά τα απόβλητα τις περισσότερες φορές δεν χρησιμοποιούνται, όμως είναι δυνατόν να συλλεχθούν και να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμη ύλη.

- **Βιομηχανικά Απόβλητα**

Η βιομηχανία τροφίμων παράγει ένα μεγάλες ποσότητες αποβλήτων και παραπροϊόντων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βιομάζα. Αυτά τα απόβλητα παράγονται από όλους τους τομείς της βιομηχανίας τροφίμων από την παραγωγή κρέατος μέχρι την παραγωγή γλυκών και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ενεργειακή πηγή.

Στα στερεά απόβλητα περιλαμβάνονται φλοιοί και κομμάτια από φρούτα και λαχανικά, τρόφιμα τα οποία κρίνονται ακατάλληλα για βρώση και δεν περνούν τους ποιοτικούς ελέγχους, ιζήματα από φίλτρα κλπ. Συνήθως καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής και επιβαρύνουν τον προϋπολογισμό της ίδιας της βιομηχανίας τροφίμων.

Κατά την διάρκεια του πλυσίματος του κρέατος, των φρούτων και των λαχανικών, της αποφλοιώσης των καρπών, την προπαρασκευή του μαγειρέματος του κρέατος, των ψαριών, καθώς και κατά την διάρκεια της οινοπαραγωγής παράγονται μεγάλες ποσότητες υγρών αποβλήτων. Αυτά

περιέχουν σάκχαρα, άμυλο και άλλη διαλυμένη και στερεά οργανική ύλη σε αρκετά αραιή μορφή. Για αυτά τα βιομηχανικά απόβλητα υπάρχει το δυναμικό να χωνευτούν αναερόβια προς παραγωγή βιοαερίου ή να ζυμωθούν για παραγωγή αιθανόλης, και υπάρχουν αρκετά αντίστοιχα παραδείγματα.

- **Αστικά Στερεά Απόβλητα**

Κάθε χρόνο συλλέγονται και οδηγούνται στους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) εκατομμύρια τόνων αστικών αποβλήτων. Η σύσταση τους ποικίλλει ανάλογα με τον τόπο, την εποχή καθώς και με τον τρόπο και επιλογή της συλλογής των. Τα αστικά απόβλητα μπορούν να μετατραπούν σε ενέργεια με καύση ή με φυσική αναερόβια χώνευση στις ΧΥΤΑ. Στις βιομηχανικές χώρες υπάρχουν επίσης αρκετοί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρισμού με καύση του βιοαερίου (μεθάνιο κυρίως) που εκλύεται ως αποτέλεσμα της φυσικής αποσύνθεσης. Αυτό πριν οδηγηθεί προς καύση στις μηχανές εσωτερικής καύσης ή αεριοστρόβιλους για παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού καθαρίζεται και απομακρύνεται το διοξείδιου του θείου που πιθανώς να περιέχει.

- **Υγρά Απόβλητα**

Τα υγρά απόβλητα είναι μια πηγή βιομάζας παρόμοια με αυτή που προέρχεται από τα ζωικά απόβλητα και έχει χρησιμοποιηθεί σε αρκετές χώρες. Συνήθως τα απόβλητα επεξεργάζονται με αναερόβια χώνευση προς παραγωγή βιοαερίου. Μια τέτοια μονάδα λειτουργεί στην Ψυτάλλεια και εκμεταλλεύομενη τα απόβλητα του λεκανοπεδίου της Αθήνας παράγει ηλεκτρισμό που οδηγείται στο κεντρικό δίκτυο της ΔΕΗ. Η λάσπη που παραμένει μπορεί στην συνέχεια να καεί ή να πυρολυθεί για περαιτέρω παραγωγή βιοαερίου ή βιοπετρελαίου.

2.7 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

2.7.1. Πλεονεκτήματα βιομάζας

- Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου - επειδή οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) που απελευθερώνονται κατά την καύση της βιομάζας δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία της βιομάζας.
- Η μικρή ποσότητα σε θείο στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO_2) που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή.
- Εφόσον η βιομάζα είναι τοπικό προϊόν, η αξιοποίησή της σε ενέργεια συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου εφόσον δεν έχουμε τις διακυμάνσεις στην τιμή και την αβεβαιότητα του πετρελαίου και του φυσικού αερίου, στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και στην εξοικονόμηση του συναλλάγματος.
- Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας σε μια περιοχή, αυξάνει την απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με τη χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών (διάφορα είδη ελαιοκράμβης, σόργο, καλάμι, κενάφ) τη δημιουργία εναλλακτικών αγορών για τις παραδοσιακές καλλιέργειες (ηλίανθος κ.ά.), και ο κόσμος βρίσκει κίνητρα για να μείνει στον τόπο του, 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.

- Ένα τελευταίο πλεονέκτημα της βιομάζας έχει κάνει με το υπόλειμμα της καύσης της. Κατά την διάρκεια της καύσης της βιομάζας παράγεται λιγότερη τέφρα σε σύγκριση με το κάρβουνο και η τέφρα αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως πρόσθετο στο έδαφος για την απομάκρυνση ενώσεων που υπάρχουν στα λιπάσματα όπως ο φώσφορος και η ποτάσα.

2.7.2 Μειονεκτήματα βιομάζας

- Η βιομάζα έχει μικρή ενεργειακή πυκνότητα επομένως απαιτούνται μεγάλοι όγκοι βιομάζας, αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνεται το κόστος μεταφοράς και αποθήκευσης. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος θα πρέπει η ενεργειακή διεργασία να γίνεται κοντά σε κάποια πηγή βιομάζας, όπως μονάδα επεξεργασίας ξύλου, χαρτιού, κ.λ.π.
- Ο μεγάλος όγκος και η υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα δυσκολεύουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.
- Η ατελής καύση ξύλου παράγει αιωρούμενα σωματίδια μονοξειδίου του άνθρακα και άλλα οργανικά αέρια. Επίσης παράγεται οξείδιο του αζώτου αν η θερμοκρασία είναι υψηλή, έτσι σε μικρότερη κλίμακα η χρήση της βιομάζας μέσα στα σπίτια είναι ρυπογόνος παράγοντας.
- Υπάρχει περίπτωση η μεγάλη χρήση δασών για ενεργειακή παραγωγή να οδηγήσει σε αποψίλωση των δασών και τοπική έλλειψη καυσόξυλων, με σοβαρές οικολογικές και κοινωνικές συνέπειες. Τέτοιες περιπτώσεις έχουν παρατηρηθεί σε περιοχές όπως στο Νεπάλ, σε μέρη στην Ινδία, στην Νότια Αμερική, αλλά και στην Ελλάδα π.χ στο δάσος της Φολόης που τα τελευταία χρόνια έχει υποστεί σοβαρή οικολογική καταστροφή.
- Οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας

απαιτούν υψηλό κόστος εξοπλισμού, συγκρινόμενες με αυτό των συμβατικών καυσίμων. Η αύξηση όμως της οικονομικότητας και η συνεχώς αυξανόμενη μέριμνα για το περιβάλλον οδηγούν στην διαπίστωση ότι η βιομάζα θα είναι σε θέση στο άμεσο μέλλον να διαδραματίσει ένα σημαντικό ρόλο ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

- Τέλος, ίσως το πιο σημαντικό μειονέκτημα της βιομάζας είναι ότι η εκμετάλλευση της έρχεται σε αντίθεση με άλλες χρήσεις της γης και των νερών, όπως π.χ παραγωγή τροφίμων. Παρ'όλα αυτά θεωρείται ότι υπάρχει δυνατότητα, με την χρήση σύγχρονων γεωργικών τεχνικών, να γίνουν δασικές καλλιέργειες ακόμα και σε πυκνοκατοικημένες περιοχές.

2.8 Τεχνολογίες Μετατροπής της Βιομάζας

2.8.1 Αναερόβια Χώνευση

Η αναερόβια χώνευση¹⁷ είναι η αποσύνθεση της υγρής και πράσινης βιομάζας με την βοήθεια βακτηριακής δράσης και απουσία οξυγόνου προς παραγωγή ενός αερίου μείγματος που αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα και είναι γνωστό ως βιοαέριο. Η αναερόβια χώνευση των αστικών στερεών αποβλήτων που αποθέτονται στις ΧΥΤΑ παράγει το αέριο που είναι γνωστό ως αέριο των ΧΥΤΑ μέσω της φυσικής διαδικασίας της βακτηριακής αποσύνθεσης της οργανικής ύλης που εξελίσσεται με την πάροδο του χρόνου. Αυτό το μεθάνιο εκλύεται στην ατμόσφαιρα και συνεισφέρει τελικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Είναι δυνατόν όμως να συλλεχθεί με την χρησιμοποίηση διάτρητων σωλήνων που έχουν εισαχθεί

¹⁷ Σελ.19, <<Αξιολόγηση συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Προβλέψεις με Εναλλακτικά Σενάρια σε Περιφερειακό και Εθνικό επίπεδο.>> Διδακτορική Διατριφή. Στυλιανού Παπαζήση Πανεπιστήμιο Πειραιά 1998.

μέσα στον όγκο των αποβλήτων και με αυτό τον τρόπο να οδηγηθεί, μέσω της φυσικής διαφοράς πίεσης, για ενεργειακή εκμετάλλευση.

Το βιοαέριο παράγεται συνήθως από τα ζωικά απόβλητα, με ανάμιξη νερού, που θερμαίνονται και αναμιγνύονται μέσα σε αεροστεγείς αντιδραστήρες. Αυτοί μπορεί να έχουν διάφορα μεγέθη, από 1 m³ για μικρές οικιακές μονάδες μέχρι μονάδες μέχρι 2000 m³ για μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Το βιοαέριο μπορεί στην συνέχεια να καεί για μαγείρεμα ή θέρμανση χώρων, ή να χρησιμοποιηθεί σε μηχανές εσωτερικής καύσης για παραγωγή ηλεκτρισμού.

Εναλλακτικά, είναι δυνατόν οι νέες ΧΥΤΑ να σχεδιαστούν με τέτοιο τρόπο που να ενθαρρύνει την αναερόβια χώνευση. Σε αυτές το σύστημα των σωληνώσεων για την συλλογή του βιοαερίου τοποθετείται στην αρχή, βελτιώνοντας με αυτό τον τρόπο το όλο σύστημα, και επιτυγχάνοντας αποδόσεις που μπορεί να φθάσουν και 1000 m³/hr για μια περίοδο ζωής της τάξεως των 20 ετών. Μια τέτοια μεγάλη εγκατάσταση βρίσκεται στην Καλιφόρνια με ισχύ 46MW. Θα πρέπει να σημειωθεί όμως ότι η έμφαση είναι πλέον στην ανακύκλωση που σημαίνει ότι αναμένεται μείωση του όγκου των αποβλήτων και συνεπώς μείωση αυτού του ενεργειακού πόρου.

2.8.2 Παραγωγή Μπρικεττών και Σφαιριδίων

Οι μπρικέττες και τα σφαιρίδια¹⁸ (Briquetts and pellets) παράγονται από την συμπίεση βιομάζας σε πολύ μεγάλες πιέσεις. Αυτή η συμπίεση γίνεται σε ειδικά καλούπια, τα προϊόντα έχουν πολύ μικρότερο όγκο από τον αρχικό και συνεπώς μεγαλύτερη σχέση ενεργειακού περιεχομένου προς όγκο. Είναι συνεπώς ευκολότερα στην αποθήκευση, στην μεταφορά και στην οδήγηση προς την καύση. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα ως καύσιμη ύλη ή σε

¹⁸ Σελ.20, <<Αξιολόγηση νέων ενεργειακών και βιομηχανικών φυτών σε μεσογειακά οικοσυστήματα ολοκληρωμένη προσέγγιση>> Διδακτορική διατριβή **Νικόλαου Δ. Διαμαντίδη** Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Αθήνα 2000

μικρή κλίμακα για την τροφοδοσία λεβήτων και σομπών. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ξυλανθράκων.

Οι μεγάλοι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρισμού με βιομάζα έχουν παραπλήσιο βαθμό απόδοσης με εκείνον των συμβατικών σταθμών με υδρογονάνθρακες, όμως το κόστος κατασκευής τους είναι υψηλότερο διότι θα πρέπει ο καυστήρας να σχεδιάζεται για το υψηλότερο ποσοστό υγρασίας της βιομάζας. Η οικονομικότητα του συστήματος όμως βελτιώνεται στην περίπτωση συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού.

2.8.3. Πυρόλυση

Η **πυρόλυση**¹⁹ είναι μια θερμοχημική διεργασία για την μετατροπή στερεάς βιομάζας σε ένα πιο χρήσιμο υγρό καύσιμο. Η βιομάζα θερμαίνεται σε απουσία οξυγόνου, ή καίγεται μερικώς με περιορισμένη παροχή οξυγόνου. Παράγεται τότε ένα αέριο μείγμα πλούσιο σε υδρογονάνθρακες, ένα υγρό παρόμοιο με πετρέλαιο και ένα στερεό υπόλειμμα πλούσιο σε άνθρακα, το ξυλοκάρβουνο. Παραδοσιακά η παραγωγή του ξυλοκάρβουνου γίνεται σε σωρούς στην ύπαιθρο καλυμμένους με χώμα. Η διεργασία είναι πολύ αργή και με μικρό βαθμό απόδοσης. Νέες τεχνικές, βιομηχανικής κλίμακας επιτρέπουν στην αύξηση της παραγωγής και την εκμετάλλευση και του υγρού προϊόντος.

2.8.4 Αεριοποίηση

Η **αεριοποίηση**²⁰ είναι μια μορφή πυρόλυσης, απαιτεί όμως, μεγαλύτερη παροχή αέρα και υψηλότερες θερμοκρασίες για την βελτίωση της παραγωγής του βιοαερίου. Αυτό αποτελείται από μονοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και μεθάνιο, μαζί με άζωτο και διοξείδιο του άνθρακα. Το αέριο που παράγεται με τη διαδικασία της αεριοποίησης είναι πιο ελκυστικό από την αρχική στερεά

¹⁹ Σελ.22, <<Αξιολόγηση νέων ενεργειακών και βιομηχανικών φυτών σε μεσογειακά οικοσυστήματα ολοκληρωμένη προσέγγιση>> Διδακτορική διατριβή Νικόλαου Δ. Διαμαντίδη Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Αθήνα 2000

²⁰ Σελ. 21, <<Αξιολόγηση νέων ενεργειακών και βιομηχανικών φυτών σε μεσογειακά οικοσυστήματα ολοκληρωμένη προσέγγιση>> Διδακτορική διατριβή Νικόλαου Δ. Διαμαντίδη Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Αθήνα 2000

βιομάζα (συνήθως ξύλο ή ξυλοκάρβουνο) γιατί μπορεί να καεί για παραγωγή θερμότητας και ατμού ή να τροφοδοτήσει αεριοστρόβιλους για παραγωγή ηλεκτρισμού. Η αεριοποίηση της βιομάζας είναι η πλέον σύγχρονη μέθοδος παραγωγής ενέργειας από βιομάζα και έχουν σχεδιαστεί σταθμοί ισχύος μέχρι 50 MW. Οι σταθμοί αυτοί έχουν υψηλούς βαθμούς απόδοσης, μέχρι 50%, καθώς χρησιμοποιούν τον συνδυασμένο κύκλο των αεριοστροβίλων. Πρόβλημα εξακολουθεί να αποτελεί ο καθαρισμός του αερίου ώστε να μην υπάρχει περιβαλλοντικό πρόβλημα.

2.8.5 Παραγωγή Ξυλοκάρβουνο

Η παραγωγή ξυλοκάρβουνο²¹ είναι μια μορφή πυρόλυσης με πολύ μειωμένη παροχή οξυγόνου, όπου απομακρύνονται τα αέρια και οι υδρατμοί. Οι σύγχρονοι κλίβανοι ξυλοκάρβουνο λειτουργούν σε θερμοκρασίες 600 °C και παράγουν ξυλοκάρβουνο με βαθμό απόδοσης 25-35% της αρχικής ποσότητας βιομάζας, ενώ τα θερμά αέρια χρησιμοποιούνται για την ξήρανση της πρώτης ύλης. Το παραγόμενο ξυλοκάρβουνο έχει περιεκτικότητα σε άνθρακα της τάξεως του 75-85% και είναι χρήσιμο για θέρμανση.

2.8.6. Παράλληλη Καύση

Πολλές φορές η βιομάζα χρησιμοποιείται σε κάποιο ποσοστό ως τροφοδοτικό καύσιμο μαζί με το κάρβουνο μέσα στον κλίβανο. Η όλη διεργασία είναι αντικείμενο γενικότερης ερευνητικής προσπάθειας, οικονομικής, τεχνολογικής και περιβαλλοντικής, καθώς υπάρχει ελπίδα να χρησιμοποιηθεί στο μέλλον η βιομάζα για μερική τροφοδοσία συμβατικών σταθμών κάρβουνο (λιγνίτη, ανθρακίτη, κλπ.)

²¹ Σελ.25 <<Αξιολόγηση νέων ενεργειακών και βιομηχανικών φυτών σε μεσογειακά οικοσυστήματα ολοκληρωμένη προσέγγιση>> Διδακτορική διατριβή Νικόλαου Δ. Διαμαντίδη Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Αθήνα 2000

2.8.7. Παραγωγή Αιθανόλης

Η αιθανόλη παράγεται από ορισμένου τύπου βιομάζα που περιέχει σάκχαρα, άμυλο ή κυτταρίνη. Το πλέον γνωστό υλικό για την παραγωγή αιθανόλης είναι τα σακχαροκάλαμα, αλλά μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν το άμυλο και άλλα δημητριακά, καθώς και το ξύλο. Η επιλογή της βιομάζας είναι κρίσιμο στοιχείο διότι ένα από αυτήν προέρχεται ένα 55-80% του κόστους της αιθανόλης.

Η αιθανόλη παράγεται από μια διεργασία που είναι γνωστή ως ζύμωση. Το σάκχαρο εξάγεται από την βιομάζα με σύνθλιψη, ακολουθεί η ανάμιξη με νερό και μαγιά, και η παραμονή σε μεγάλους, θερμαινόμενους αντιδραστήρες. Η μαγιά διασπά το σάκχαρο και το μετατρέπει σε αιθανόλη. Στην συνέχεια απαιτείται απόσταξη για την απομάκρυνση του νερού και άλλων ακαθαρσιών από το αραιωμένο αλκοολούχο προϊόν (10-15% αιθανόλη). Η συμπυκνωμένη αιθανόλη (95% κ.ό.) αφαιρείται και υγροποιείται για χρήση σε μηχανές εσωτερικής καύσης.

Η Βραζιλία είναι η πλέον χαρακτηριστική περίπτωση επιτυχημένου προγράμματος αιθανόλης σε βιομηχανική κλίμακα, παράγοντας αιθανόλη από σακχαροκάλαμα. Το υπόλοιπο του φυτού μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως εξωτερική θερμότητα για την όλη διεργασία. Το στάδιο της απόσταξης διακρίνεται από μεγάλη ενεργειακή απώλεια, ιδιαίτερα το σύνθετο δευτερογενές στάδιο της απόσταξης που απαιτείται για την επίτευξη αιθανόλης με συμπύκνωση 99% ή μεγαλύτερη. Αυτό όμως αντισταθμίζεται με το γεγονός ότι το υγρό καύσιμο είναι εύκολο στην χρήση και η απαιτούμενη τεχνολογία σχετικά φθηνή και ώριμη. Το κόστος παραγωγής αιθανόλης είναι σήμερα της τάξεως του 1\$ το λίτρο.

Εφαρμογές Βιομάζας

2.9.1 Βιοκαύσιμα

Η παραγωγή βιοκαυσίμων όπως βιοαιθανόλη και βιοπετρέλαιο έχει την δυνατότητα να αντικαταστήσει σημαντικές ποσότητες συμβατικών καυσίμων σε πολλές περιπτώσεις μεταφορών. Το παράδειγμα της Βραζιλίας έχει αποδείξει ότι το όλο εγχείρημα είναι πρακτικά δυνατό σε βιομηχανική κλίμακα. Στις ΗΠΑ και στην Ευρώπη η παραγωγή αυξάνεται και τα προϊόντα έρχονται στην αγορά ως μείγματα, π.χ. το E20 είναι μείγμα 20% αιθανόλης και 80% πετρελαίου και χρησιμοποιείται στις περισσότερες μηχανές εσωτερικής καύσης χωρίς πρόβλημα. Η όλη προσπάθεια υποστηρίζεται προς το παρόν με επιχορηγήσεις, αλλά σύντομα, με την ευρεία διάδοση των ενεργειακών καλλιεργειών, την βελτίωση της τεχνολογίας και την εκμετάλλευση της οικονομίας της κλίμακας, αναμένεται να αποκτήσει μια θέση στην αγορά καυσίμων και να υποκαταστήσει μερικώς τα άλλα καύσιμα.

2.9.2. Παραγωγή ηλεκτρισμού

Ο ηλεκτρισμός από βιομάζα είναι μια μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας και μπορεί να φέρει την σφραγίδα του «πράσινου καυσίμου». Δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου καθώς αυτό που παράγει δεσμεύεται από την ατμόσφαιρα από τα φυτά κατά την διάρκεια της ανάπτυξης, και όταν οι δασικές καλλιέργειες γίνονται σε εδάφη που προηγουμένως ήσαν αποψιλωμένα, προσφέρουν επίσης μια δασική χοάνη κατακράτησης αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου.

2.9.3 Θερμότητα και Ατμός

Η καύση της βιομάζας ή του βιοαερίου παράγει θερμότητα και ατμό. Η θερμότητα είναι το πρωτεύον προϊόν και η πλέον κατάλληλη για θέρμανση κτιρίων και μαγείρεμα, ενώ μπορεί να είναι και ένα δευτερεύον προϊόν σε

συστήματα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού. Ο ατμός που παράγεται με καύση βιομάζας μπορεί να οδηγηθεί σε ατμοστρόβιλους για ηλεκτροπαραγωγή, για θέρμανση βιομηχανικών διεργασιών ή για θέρμανση μεγάλων εγκαταστάσεων.

2.9.4 Καύσιμο Αέριο

Το βιοαέριο που παράγεται από την αναερόβια χώνευση έχει μια σειρά από πιθανές χρήσεις. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μηχανές εσωτερικής καύσης, σε συστήματα με αεριοστρόβιλους-γεννήτριες για ηλεκτροπαραγωγή, για παραγωγή θερμότητας σε εμπορικές και οικιακές χρήσεις και σε ειδικά τροποποιημένα οχήματα για καύσιμο.

2.10 Περιορισμοί της Χρήσης Βιομάζας

Η βιομάζα έχει μικρή ενεργειακή πυκνότητα και συνεπώς η μεταφορά της αυξάνει το κόστος και μειώνει το καθαρό ενεργειακό προϊόν. Απαιτούνται μεγάλοι όγκοι και αυτό κάνει την μεταφορά και αποθήκευση δύσκολη. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού θα πρέπει η όλη ενεργειακή διεργασία να εγκαθίσταται κοντά σε κάποια πηγή βιομάζας, όπως μονάδα επεξεργασίας ξύλου, χαρτιού, κλπ.

Η ατελής καύση ξύλου παράγει αιωρούμενα σωματίδια, μονοξειδίο του άνθρακα και άλλα οργανικά αέρια. Αν η θερμοκρασία είναι υψηλή, έχουμε και παραγωγή οξειδίων του αζώτου. Σε μικρότερη κλίμακα, η χρήση βιομάζας μέσα στα σπίτια είναι παράγοντας αέριας ρύπανσης.

Υπάρχει η περίπτωση ότι η σε μεγάλη κλίμακα χρήση δασών για ενεργειακή παραγωγή να οδηγήσει σε αποψίλωση των δασών και τοπική έλλειψη καυσόξυλων, με σοβαρές οικολογικές και κοινωνικές συνέπειες. Τέτοιες περιπτώσεις είναι περιοχές όπως το Νεπάλ, μέρη της Ινδίας, η Νότιος Αμερική και η Αφρική στις περιοχές νότια της Σαχάρας.

Η εκμετάλλευση της βιομάζας έρχεται σε αντίθεση με άλλες χρήσεις της γης και των νερών, όπως π.χ. παραγωγή τροφίμων. Παρόλα αυτά θεωρείται ότι υπάρχει η δυνατότητα, με την χρήση σύγχρονων γεωργικών τεχνικών, να γίνουν δασικές καλλιέργειες ακόμα και σε πυκνοκατοικημένες περιοχές όπως είναι η Ευρώπη.

Στο σημερινό στάδιο η χρήση της βιομάζας για κάποιες εφαρμογές όπως παραγωγή ηλεκτρισμού δεν είναι πλήρως ανταγωνιστική σε οικονομικό επίπεδο. Η αύξηση όμως της οικονομικότητας και η συνεχώς αυξανόμενη μέριμνα για το περιβάλλον οδηγούν στην διαπίστωση ότι η βιομάζα θα είναι σε θέση στο άμεσο μέλλον να διαδραματίσει ένα σημαντικό ρόλο ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

Η παραγωγή και η επεξεργασία της βιομάζας απαιτεί πολλές φορές σημαντική ενεργειακή εισροή, όπως π.χ. για καύσιμο για αγροτικά οχήματα, για λιπάσματα, μειώνοντας κατ. αυτόν τον τρόπο το ενεργειακό ισοζύγιο της εκμετάλλευσης. Υπάρχουν σε πολλές περιπτώσεις πολιτικοί και θεσμικοί περιορισμοί της χρήσης βιομάζας, όπως π.χ. ενεργειακές πολιτικές, φόροι, επιχορηγήσεις, κλπ. που ενθαρρύνουν την χρήση συμβατικών καυσίμων. Οι τιμές αυτών δεν περιέχουν τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα της βιομάζας, αλλά και των άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

2.11. Χρήση της Βιομάζας

Σήμερα, η σύγχρονη εκμετάλλευση της βιομάζας αντιπροσωπεύει μόνον το 3% της πρωτογενούς ενεργειακής κατανάλωσης των βιομηχανικών χωρών. Στις αναπτυσσόμενες χώρες όμως ο αγροτικός πληθυσμός, που αποτελεί το 50% του παγκόσμιου πληθυσμού, εξακολουθεί να στηρίζεται στην παραδοσιακή βιομάζα, κυρίως ξύλο, για καύσιμη ύλη. Σε παγκόσμιο επίπεδο η βιομάζα αντιπροσωπεύει το 14% της πρωτογενούς ενεργειακής κατανάλωσης. Η φυσική βιομάζα της Γης αποτελεί μια ενεργειακή πηγή της τάξεως του 3,000 EJ σε ετήσια βάση, ένα μικρό ποσοστό, 2%, της οποίας χρησιμοποιείται ως καύσιμο. Δεν είναι βέβαια διαθέσιμη προς χρήση όλη αυτή η ποσότητα και μάλιστα σε ένα βιώσιμο πλαίσιο, όμως μια ανάλυση των

Ηνωμένων Εθνών εκτιμά ότι η βιομάζα έχει το δυναμικό να υποστηρίξει περίπου το ήμισυ της παγκόσμιας πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας μέχρι το 2050.

2.12. Τελευταίες εξελίξεις: η περίπτωση των pellets

Ο Νόμος για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας Ν. 3468/06 παρέχει κίνητρα για την εκμετάλλευση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας.

Μια μορφή βιομάζας που έχει γίνει ιδιαίτερα δημοφιλής είναι τα pellets. Τα pellets από πριονίδι χρησιμοποιούνται εδώ και αρκετά χρόνια ως καθαρή καύσιμη ύλη στην Ευρώπη, ενώ τελευταία έχει αρχίσει να διαδίδεται η χρήση τους και στην Ελλάδα. Στην αγορά μετά την αύξηση της τιμής του πετρελαίου έχει αυξηθεί η πώληση σόμπων που λειτουργούν με την καύση τέτοιων pellets, οι οποίες διατίθενται τόσο σε κλασικό, όσο και σε μοντέρνο σχεδιασμό, και αναπαράγουν την θαλπωρή ενός τζακιού με ξύλα χωρίς τις δυσκολίες στην εγκατάσταση και συντήρηση που παρουσιάζουν τα τζάκια. Παρόλα αυτά όμως τα κίνητρα που θεωρητικά υπάρχουν δεν βοηθούν σημαντικά για τη χρήση pellets. Συγκεκριμένα:

- Υψηλό ΦΠΑ 21% στα Εγχώρια pellets, ενώ για το ανταγωνιστικό εισαγόμενο Φυσικό Αέριο ΦΠΑ 10%

- Ανυπαρξία κινήτρων αγοράς λέβητα – σόμπας βιομάζας, σε αντίθεση με τις περισσότερες χώρες της ΕΕ-27 (ακόμα και στην Κύπρο που στερείται εργοστασίων παραγωγής pellets και εργοστασίων λεβήτων βιομάζας. Σχετικά κονδύλια ΕΣΠΑ προοριζόμενα για ΑΠΕ & ΕΞΕ στην χώρα μας, εδόθησαν σε αγορά πανάκριβων εισαγόμενων κλιματιστικών !!!).

- Ανυπαρξία ενημέρωσης κοινού και Υπηρεσιών για τους λέβητες βιομάζας. Αποτέλεσμα τούτου είναι να έχουμε συχνά φαινόμενα διώξεων και μη αδειοδοτήσεων από τις Νομαρχίες σε εργοστάσια και οικίες που έχουν εγκαταστήσει λέβητες pellets.

- Ανυπαρξία ελέγχων στην αλόγιστη καύση χιλιάδων τόνων αγροτικών υπολειμμάτων. (κλαδοδέματα, στελέχη καλαμποκιού- βαμβακιού κλπ.). Μια σόμπα πέλλετς καίει κατά μέσο όρο από 0,6 έως 2,5 κιλά καυσίμου την ώρα, ενώ το κόστος των pellets αυτή τη στιγμή είναι περίπου 0,20 Ευρώ ανά κιλό. Δηλαδή είναι σαν να αγοράζεις πετρέλαιο με 0,40/λίτρο, δεδομένου ότι τα 2 κιλά πέλλετ έχουν την ίδια θερμογόνο δύναμη με 1 λίτρο πετρελαίου.

Στην Ελλάδα υπάρχει μεγάλη διαθεσιμότητα καθόσον λειτουργούν 5 εργοστάσια παραγωγής πελλετών, ενώ από το καλοκαίρι του 2010 άρχισε να λειτουργεί και ένα έκτο στο Νευροκόπι που είναι από τα μεγαλύτερα στον κόσμο.

2.13 Το μέλλον της βιομάζας

Η βιομάζα έχει την δυνατότητα να προσφέρει μια οικονομική και βιώσιμη λύση στην προσφορά ενέργειας, συνεισφέροντας παράλληλα στην αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Είναι κρίσιμης σημασίας όμως ότι η παραγωγή βιομάζας γίνεται με βιώσιμο τρόπο. Για τις αναπτυσσόμενες χώρες η πιθανή λύση είναι ο εκμοντερνισμός της χρήσης της βιομάζας με την εισαγωγή κατάλληλης τεχνολογίας, βελτιώνοντας τον βαθμό απόδοσης της μετατροπής και μειώνοντας το κόστος. Στις βιομηχανικές χώρες αναμένεται ότι η άμεση καύση των υπολειμμάτων και των αποβλήτων για ηλεκτροπαραγωγή, η παραγωγή βιοαιθανόλης και βιοπετρελαίου, και η συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού από ενεργειακές φυτείες είναι οι πλέον ενδεδειγμένες λύσεις. Στο μέλλον η ηλεκτροπαραγωγή με βιομάζα θα πρέπει να κινηθεί προς την κατεύθυνση των συστημάτων αεριοστρόβιλων και αεριοποίησης, που προσφέρονται για μεγάλους βαθμούς απόδοσης στην μετατροπή και χρήση.

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας καλούνται να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στο συνεχώς μεταβαλλόμενο γεωπολιτικό χάρτη της ενέργειας. Η βιομάζα έχει αναγνωρισθεί ως μια από τις πιο σημαντικές ανανεώσιμες πηγές

ενέργειας, κυρίως λόγω των πολλαπλών πλεονεκτημάτων που απορρέουν τόσο από την παραγωγή αλλά και από την αξιοποίηση της για ενέργεια και άλλα προϊόντα. Η ιδιαίτερη σημασία που αποδίδεται σε αυτή αντανακλάται στα επίσημα ευρωπαϊκά έγγραφα ενεργειακής πολιτικής (Λευκή Βίβλος, Com(1997)/599, Πράσινη Βίβλος COM (2000) 769, Οδηγία για ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ 2001/77EC, Συμφωνία για το Πρωτόκολλο του Κιότο (UNFCC Kyoto Protocol), Οδηγία για Βιοκαύσιμα 2003/30/EC, Οδηγία για τις εκπομπές αερίων ρύπων του θερμοκηπίου 2003/87/EC). Η βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς, περιλαμβάνει κάθε τύπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή στερεών και υγρών καυσίμων (δασική βιομάζα, φυτικά υπολείμματα, ζωικά απόβλητα και απορρίμματα και ενεργειακές καλλιέργειες). Ο ρόλος της βιομάζας στη μερική αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων είναι καθοριστικός αφού από το 2010 η βιομάζα καλύπτει το 8% των ενεργειακών αναγκών από 4% που ήταν πριν το 2010. Ειδικότερα για τις μεταφορές, η Ευρωπαϊκή οδηγία για την αύξηση χρήσης βιοκαυσίμων στις μεταφορές (2003/30/EK) ορίζει «τιμές αναφοράς» για μερίδιο αγοράς 2% βιοκαυσίμων το έτος 2005 και μερίδιο 5,75% το έτος 2010. Η ανάπτυξη του τομέα ΑΠΕ στην Ελλάδα διασφαλίζεται από συμβατικά δεσμευτικούς στόχους που απαιτούν τη συμμετοχή των ΑΠΕ με ποσοστό 40% μέχρι το 2020, από την τρέχουσα συμμετοχή του 10% . Επιπλέον, απαιτείται το 10% των σημερινών συμβατικών καυσίμων να αντικατασταθεί με βιοκαύσιμα μέχρι το 2020. Ο Επενδυτικός Νόμος της χώρας καθορίζει τους όρους και τις προϋποθέσεις για τις επενδύσεις στην Ελλάδα και παρέχει τα απαραίτητα επενδυτικά κίνητρα για επενδυτές από την Ελλάδα και το εξωτερικό ανάλογα με τον κλάδο και την περιοχή, στην οποία αφορά η επένδυση. Ο νέος Επενδυτικός Νόμος που ψηφίστηκε από την Ελληνική Βουλή τον Φεβρουάριο του 2011, εισάγει νέες αξίες, νέες διαδικασίες και νέα χρηματοδοτικά εργαλεία. Δημιουργούνται οι προϋποθέσεις για μια υγιή και εξωστρεφή επιχειρηματική δραστηριότητα.

Η ανάπτυξη της παραγωγής βιοκαυσίμων αναμένεται ότι θα προσφέρει νέες ευκαιρίες διαφοροποίησης του εισοδήματος και απασχόλησης σε αγροτικές περιοχές. Ήδη από το 2006 εφαρμόζεται στη χώρα μας η νέα κοινή αγροτική

πολιτική (ΚΑΠ) σύμφωνα με την οποία οι επιδοτήσεις αποσυνδέονται από το ύψος της παραγωγής και μεταφέρονται στον ίδιο το γεωργό, με αποτέλεσμα πολλές από τις παραδοσιακές εκτατικές καλλιέργειες να καθίστανται αντισυμβαλλόμενες, χωρίς να υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις. Οι ενεργειακές καλλιέργειες φαίνεται να είναι μια ομάδα καλλιεργειών που μπορούν να δώσουν διέξοδο στα προβλήματα που αναμένεται να αντιμετωπίσει σύντομα ο Έλληνας αγρότης.

Λαμβάνοντας υπόψη τα πολλαπλά οφέλη της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας αλλά και τις ιδιαιτερότητες του ελληνικού αγροτικού τομέα, οι καλλιέργειες αυτές αντιπροσωπεύουν μια ελκυστική λύση τόσο για την παραγωγή ενέργειας και υγρών καυσίμων όσο και για την αύξηση της ανταγωνιστικότητας του αγροτικού χώρου, την ενίσχυση της απασχόλησης και την προστασία του περιβάλλοντος.

Σύμφωνα με μελέτη του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, αυτή τη στιγμή στο Θεσσαλικό κάμπο υπάρχουν 2.000.000 περίπου στρέμματα η αξιοποίηση των οποίων μπορεί να επιφέρει κέρδος το οποίο θα ανέρχεται στα 60.000.000 ευρώ. Στο κέρδος αυτό φυσικά δεν συμπεριλαμβάνονται τα πολλαπλασιαστικά οφέλη όπως η αύξηση των θέσεων εργασίας, η συγκράτηση του πληθυσμού στην περιφέρεια, η αναδιάρθρωση των καλλιεργειών του Θεσσαλικού κάμπου, αύξηση του γεωργικού εισοδήματος, μείωση των ενεργειακών αναγκών από ορυκτά καύσιμα. Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες (European Biomass Industry Association, 2004), για παραγωγή ενέργειας από βιομάζα ύψους 133 MTOE ετησίως στην Ευρώπη, το 2020, θα δημιουργηθούν 1.500.000 νέες θέσεις εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3.1 ΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Τα τελευταία χρόνια τα προβλήματα στην ελληνική γεωργία έχουν γίνει πολύ έντονα. Προβλήματα διάθεσης της πλειοψηφίας των παραγόμενων προϊόντων αναφέρονται συνεχώς, ενώ το γεωργικό εισόδημα σε μεγάλο βαθμό στηρίζεται στις επιδοτήσεις, οι οποίες όμως σύμφωνα με την ευρωπαϊκή Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ), πρόκειται να μειωθούν σημαντικά. Η εντατικοποίηση της γεωργίας έχει προκαλέσει αξιοσημείωτη εξάντληση των υδατικών πόρων και υποβάθμιση των εδαφών. Επιπλέον, η χρήση των φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων συντελεί στην ρύπανση του περιβάλλοντος καθώς επίσης και στη μείωση του αγροτικού εισοδήματος.

Ένας παράγοντας που μπορεί να αλλάξει προς το καλύτερο το μέλλον της γεωργίας στον Ελλαδικό χώρο είναι η εισαγωγή νέων καλλιεργειών. Ανάμεσα σε αυτές οι καλλιέργειες που θα απευθύνονται στη διαμορφούμενη ενεργειακή αγορά ίσως αποτελέσουν σημαντικό παράγοντα επανώθησης της γεωργίας μας. Ήδη στην Ευρώπη έχει διαμορφωθεί σχετική αγορά και το ενδιαφέρον των παραγωγών συνεχώς αυξάνεται.

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι νέες αυτές καλλιέργειες είναι οι μεγάλες αποδόσεις, οι μικρές απαιτήσεις σε άρδευση και θρεπτικά στοιχεία, η φιλικότητα προς το περιβάλλον. Επιπλέον, είναι προωθούμενες από την Ευρωπαϊκή Ένωση, ενώ έχει γίνει ειδική ρύθμιση ώστε να μπορούν να καλλιεργηθούν σε αγρούς που είναι υπό καθεστώς αγρανάπαυσης.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είτε αφορούν παραδοσιακές καλλιέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την παραγωγή βιοκαυσίμων (ζαχαροκάλαμο και καλαμπόκι για βιοαιθανόλη, ηλίανθος για βιοντίζελ κ.λπ.) είτε νέες καλλιέργειες που δεν καλλιεργούνται προς το παρόν εμπορικά, όπως ο μίσχανθος, η αγριαγκινάρα και το καλάμι, των οποίων το τελικό προϊόν προορίζεται για τη παραγωγή ενέργειας.

Το κύριο πλεονέκτημά τους είναι ότι η σταθερή παραγωγή τους μπορεί να εξασφαλίσει μεγάλης κλίμακας, μακροπρόθεσμη προμήθεια πρώτης ύλης, με ομοιόμορφα ποιοτικά χαρακτηριστικά σε μονάδες παραγωγής βιοκαυσίμων κι ενέργειας. Ειδικά δε οι νέες καλλιέργειες παρουσιάζουν σημαντικά υψηλότερες αποδόσεις ανά εδαφική μονάδα από τις συμβατικές, γεγονός που βελτιώνει την οικονομικότητά τους, ελαχιστοποιεί τις απαιτήσεις (σε έδαφος, αγροχημικά, μεταφορικά) και τις τυχόν αρνητικές περιβαλλοντικές επιδράσεις.

Λαμβάνοντας υπόψη τα πολλαπλά οφέλη της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας αλλά και τις ιδιαιτερότητες του ελληνικού αγροτικού τομέα (αριθμητικά σημαντικός, μα γενικά μεγάλης ηλικίας αγροτικός πληθυσμός, μέσο μέγεθος γεωργικής εκμετάλλευσης στην Ελλάδα 4,3 εκτάρια, έναντι 18,2 εκταρίων στην Ευρωπαϊκή Ένωση κ.λπ. οι καλλιέργειες αυτές αντιπροσωπεύουν μια ελκυστική λύση τόσο για την παραγωγή πρώτης ύλης για την μετατροπή της σε ενέργεια κι υγρά βιοκαύσιμα όσο και για την αύξηση της ανταγωνιστικότητας του αγροτικού χώρου, την ενίσχυση της απασχόλησης και την προστασία του περιβάλλοντος από σημαντικά προβλήματα που προκύπτουν λόγω της εντατικοποίησης της γεωργίας, αφού σύμφωνα με στοιχεία της ΕΣΥΕ, η γεωργία είναι υπεύθυνη για το 85% της κατανάλωσης νερού της χώρας. Ενδεικτικά στα προβλήματα μπορούν να αναφερθούν η διάβρωση των εδαφών, η αύξηση της συγκέντρωσης των νιτρικών, η υφαλμύριση των υδάτων και αλάτωση των εδαφών, η ανεξέλεγκτη χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, η αλόγιστη χρήση αρδευτικού νερού και η ανεξέλεγκτη ανόρυξη γεωτρήσεων και υδροληψιών.

3.1 ΕΙΔΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Οι ενεργειακές καλλιέργειες αναφέρονται σε δύο κύριες κατηγορίες τις γεωργικές και τις δασικές. Στην Ελλάδα έχει εξεταστεί ένας μεγάλος αριθμός από εκείνες που θεωρούνται ως οι πλέον κατάλληλες και περισσότερα υποσχόμενες για τις μεσογειακές εδαφοκλιματικές συνθήκες.

Οι γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες διακρίνονται σε ετήσιες ή πολυετείς. Οι κυριότερες ετήσιες ενεργειακές καλλιέργειες είναι ο ηλίανθος (*Helianthus annuus L.*), το κενάφ (*Hibiscus cannabinus L.*), το γλυκό και κυτταρινούχο σόργο (*Sorghum bicolor L.*), η ελαιοκράμβη βρασική ή αιθίοπια (*Brassica napus L.*, *Brassica carinata L.*), το σιτάρι (*Triticum aestivum L.*), το κριθάρι (*Hordeum sativum/Vulgare L.*), τα ζαχαρότευτλα (*Beta vulgaris L.*) και ο αραβόσιτος (*Zea mays L.*)

Πίνακας 3.1 Ενεργειακές καλλιέργειες παραδοσιακών και νέων ειδών – Παραγόμενα Προϊόντα

Ενεργειακές Καλλιέργειες	Τελικές χρήσεις
Παραδοσιακές	
Αραβόσιτος Σιτηρά	Βιοντήζελ
Νέα είδη	
Ελαιοκάμβη Γλυκό σοργό Μίσχανθος	Βιοαιθανόλη
Αγριαγκινάρα Καλάμι Ευκάλυπτος	Θερμική & ηλεκτρική ενέργεια

Στον παραπάνω πίνακα αναφέρονται τα είδη των ενεργειακών φυτών που καλλιεργούνται στην Ελλάδα. Αρχίζοντας από τα πιο παραδοσιακά όπως είναι τα σιτηρά και ο αραβόσιτος που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοντήζελ. Ενώ τα τελευταία χρόνια με την βοήθεια των Ευρωπαϊκών επιδοτήσεων καλλιεργούνται νέα είδη όπως Ελαιοκάμβη, Γλυκό σοργό, Μίσχανθος που παράγουν την Βιοαιθανόλη και τα Αγριαγκινάρα, Καλάμι,

Ευκάλυπτος που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2 Επιδοτούμενες καλλιέργειες ενεργειακών φυτών στην Ελλάδα ανά Νομό.

Εγκατεστημένες ενεργειακές Καλλιέργειες στην Ελλάδα		
Πρόγραμμα ΠΕΠ Ανατολικής Μακεδονίας-Θράκης		
ΦΥΤΟ	ΝΟΜΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ (ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ)
Γλυκό σοργό	Ροδόπη	15
	Έβρος	25
	Δράμα	5
	Καβάλα	5
	Ξάνθη	10
Κενάφ	Ροδόπη	15
	Έβρος	25
	Ξάνθη	10
Λινάρι	Ροδόπη	15
	Έβρος	15
	Δράμα	10
Ρεσινολαδιά	Ροδόπη	15
	Έβρος	15
	Δράμα	5
	Ξάνθη	10

Μίσχανθος	Ροδόπη	15
	Έβρος	15
	Ξάνθη	20
	Δράμα	10
Ελαιοκάμβη	Ροδόπη	15
	Έβρος	20
	Ξάνθη	10
	Δράμα	5
Νομαρχία Κοζάνη		
Γλυκό σοργό	Κοζάνη	37
Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας		
Ελαιοκάμβη	Δυτική Μακεδονίας	100
QLRT CT 200201729:ΒΙΟΚΕΝΑΦ(ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ, ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ ΚΑΠΕ		
Κενάφ	Μαγνησία	5
	Βοιωτία	5
	Ροδόπη	30
Εγκατεστημένες πολυετείς καλλιέργειες ΚΑΠΕ		
Switchgrass	Βοιωτία	8
Καλάμι	Βοιωτία	6
Μίσχανθος	Βοιωτία	1

	Ξάνθη	70
Αγριαγκινάρα	Βοιωτία	1
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθήνας		
Ηλίανθος	Αττική (κτήμα Συγγρού)	4
Ιδιωτικές Πρωτοβουλίες		
Ελαιοκάμψη	Σέρρες	40
Ηλίανθος	Σέρρες	50
Σόγια	Σέρρες	10
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας		
Γλυκό Σόργο	Μαγνησία	1,5
	Καρδίτσα	1,5
Ινώδες Σόργο	Μαγνησία	1,5
	Καρδίτσα	1,5
Κενάφ	Καρδίτσα	5
Αγριαγκινάρα	Μαγνησία	2
	Καρδίτσα	1
Μίσχανθος	Μαγνησία	2

Από τον πίνακα 3.2, όπου αναφέρεται στις επιδοτούμενες ενεργειακές καλλιέργειες στην Ελλάδα ανά Νομό, προκύπτει ότι η ελαιοκάμψη έρχεται πρώτη σε καλλιέργεια, εφόσον σύμφωνα με το πίνακα καλλιεργούνται γύρω στα 190 στρ. δεύτερος έρχεται ο μίσχανθος με 133στρ.,ακολουθεί το γλυκό σόργο με 100στρ.και το κενάφ με 95στρ.,ενώ τέλος έχουμε το καλάμι και την

αγριαγκινάρα με 6στρ.και 4στρ. αντίστοιχα. Παράλληλα μπορεί να παρατηρηθεί ότι τα στοιχεία αφορούν την Βόρεια Ελλάδα, γεγονός που δείχνει ότι οι ενεργειακές καλλιέργειες αναπτύσσονται περισσότερο στην Μακεδονία και γενικότερα στην Βόρεια Ελλάδα παρά στην Στερεά Ελλάδα και στην Πελοπόννησο.

3.1.1 Ετήσιες ενεργειακές καλλιέργειες

Οι κυριότερες ετήσιες ενεργειακές καλλιέργειες είναι:

3.1.1.1 Ηλίανθος

Ο ηλίανθος²² (*Helianthus annuus* L), ετήσιο φυτό που ανήκει στην οικογένεια *Compositae*, είναι ένα από τα 67 είδη του γένους *Helianthus*. Καλλιεργείται σε μεγάλο εύρος εδαφικών και κλιματικών συνθηκών από ξηρές περιοχές με άρδευση μέχρι θερμές περιοχές χωρίς άρδευση. Καταγόμενος από την Αμερική, ο ηλίανθος εγκαταστάθηκε στην Ευρώπη τον 15ο αιώνα, ενώ το 1716 όταν άρχισε η βιομηχανική επανάσταση στην Αγγλία και αναπτύχθηκαν πολλές ερευνητικές δραστηριότητες, έγινε για πρώτη φορά εξαγωγή ελαίου από τους σπόρους του. Το έλαιο αυτό προοριζόταν για βιομηχανική χρήση, ενώ στα τέλη του 18ου αιώνα χρησιμοποιήθηκε στην ανθρώπινη διατροφή. Παγκοσμίως καταλαμβάνει σήμερα 180 εκατομμύρια στρέμματα με πρώτη χώρα τις ΗΠΑ με 10



²² <<Αύξηση Και Ανάπτυξη Του Ηλίανθου Και Του Κενάφ Για Την Παραγωγή Βιομάζας Και Βιοενέργειας Στην Κεντρική Ελλάδα >> Διατριβή Παρασκευής Αθ.Καλαβριώτου. Μυτιλήνη 2005

εκατομμύρια στρέμματα. Στην Ευρώπη, την 1η θέση κατέχει η Ισπανία με 8,5 εκατομμύρια στρέμματα, ενώ η Ελλάδα κατέχει την 8η θέση με 150-200 χιλιάδες στρέμματα, με μέση απόδοση 131-150 kg/στρ σε ξηρικές εκτάσεις και 300 kg/στρ σε αρδευόμενες εκτάσεις. Ο ηλίανθος δίδει την δυνατότητα χρησιμοποίησης όλων των τμημάτων του. Δίδει δύο τύπους σπόρων, τους μεγάλους που προορίζονται για άμεση εδώδιμη κατανάλωση και τους μικρούς που είναι κατάλληλοι για εξαγωγή ελαίου. Ο ηλίανθος είναι μονοστέλεχο φυτό με 20-30 έμμισχα φύλλα, που καταλήγει σε ένα σύνθετο άνθος (ταξιανθία). Το ύψος των καλλιεργούμενων ποικιλιών φθάνει τα 160-180 εκατοστά και η διάμετρος βάσης του βλαστού τα 2,5-3 εκατοστά. Τα χαρακτηριστικά αυτά επηρεάζονται πολύ από το περιβάλλον και τις καλλιεργητικές μεταχειρίσεις (ακτινοβολία, θερμοκρασία, εποχή και πυκνότητα σποράς, γονιμότητα εδάφους, άρδευση, λίπανση, κλπ.). Στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης, ο βλαστός είναι ευθύς, ενώ αργότερα στις περισσότερες περιπτώσεις κάμπτεται. Η κάμψη γίνεται σε ορισμένο ύψος του στελέχους, και αυτό επηρεάζει την τελική γωνία κλίσης της ταξιανθίας του φυτού. Στα μισά του βιολογικού κύκλου το φυτό αποκτά το μέγιστο ύψος του.



3.1.1.2 **Κενάφ** Το **κενάφ**²³ είναι ετήσιο φυτό μικρής ημέρας, με κυτταρίνες υψηλής ποιότητας. Πρόκειται για ένα φυτό το οποίο ευδοκίμει κυρίως σε τροπικά κλίματα και αμμοπηλώδη εδάφη, αλλά παρουσιάζει καλή προσαρμοστικότητα σε ένα μεγάλο εύρος εδαφών και κλιματολογικών συνθηκών. Τα στελέχη του αποτελούνται από ένα κεντρικό δακτύλιο με ίνες μικρού

μήκους και το φλοιό με ίνες μεγάλου μήκους. Η συγκομιδή του φυτού πραγματοποιείται από το Νοέμβριο μέχρι τον Ιανουάριο, ανάλογα με την τελική χρήση του φυτού. Αυτήν την εποχή τα φύλλα των στελεχών του έχουν πέσει λόγω του παγετού και έτσι η συγκομιδή του γίνεται ευκολότερη με μία συμβατική συλλεκτική μηχανή. Ως κυριότερες χρήσεις του φυτού θεωρούνται η παραγωγή χαρτοπολτού και δομικών υλικών, ωστόσο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για ενεργειακούς σκοπούς.

Στη Γαλλία, την Ιταλία και την Ελλάδα πραγματοποιούνται διάφορες μελέτες για την καλλιέργεια του κενάφ για την αξιολόγηση της απόδοσής του με διάφορες καλλιεργητικές μεθόδους. Σύμφωνα με πειραματικές μελέτες του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας, οι αποδόσεις του κενάφ σε ξηρή βιομάζα κυμαίνονται από 0,7 έως 2,4 τόνους ανά στρέμμα, ανάλογα με την περιοχή, την πυκνότητα φύτευσης και τις επιμέρους ποικιλίες του φυτού .

²³ Σελ.22 , <<<Αύξηση και ανάπτυξη του Ηλιάνθου και του Κενάφ για την παραγωγή Βιομάζας και Βιοενέργειας στην Κεντρική Ελλάδα >> Διατριβή Παρασκευής Αθ.Καλαβριώτου. Μυτιλήνη 2005

3.1.1.3 Γλυκό σόργο

Το γλυκό σόργο²⁴ είναι μονοετές C4 φυτό, με μεγάλη φωτοσυνθετική ικανότητα, υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα, υψηλό ποσοστό σε διαλυτά σάκχαρα και κυτταρίνες, οι χαμηλές απαιτήσεις σε άρδευση και λίπανση και η



μεγάλη ανθεκτικότητα σε υψηλές θερμοκρασίες, σε ξηρασία, σε υγρασία και σε αλατότητα. Τα στελέχη του είναι πολύ χυμώδη και πλούσια σε σάκχαρα (9-13%). Οι κυριότερες χρήσεις του γλυκού σόργου είναι στον τομέα των μεταφορών για την παραγωγή βιοαιθανόλης, για την παραγωγή σιροπιού, καθώς και για άλλους ενεργειακούς σκοπούς.

Η καλλιέργεια του γλυκού σόργου πραγματοποιείται εκτεταμένα στην Ινδία, τη Νιγηρία, τις ΗΠΑ, το Σουδάν, την Κίνα και την Αργεντινή. Οι αποδόσεις του φυτού ποικίλουν ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, το είδος του εδάφους, την άρδευση και τις καλλιεργητικές τεχνικές. Στην Ελλάδα έχουν εξεταστεί την τελευταία δεκαετία αρκετές ποικιλίες (Keller, Wray, Mh1500, κ.ά.). Σύμφωνα με πειραματικά δεδομένα του ΚΑΠΕ, η απόδοση σε χλωρή βιομάζα κυμαίνεται από 5,0 έως 8,0 τόνους ανά στρέμμα, ενώ η απόδοση σε βιοκαύσιμο κυμαίνεται από 500 έως 800 λίτρα ανά στρέμμα

²⁴Σ3λ. 17, Τεχνοοικονομική Μελέτη Ενεργειακών Καλλιεργειών Για Την Παραγωγή Και Εκμετάλλευση Βιομάζας>> Διπλωματική εργασία Μανέλης Γεώργιος, Εθνικό Μετσόβιο Πανεπιστήμιο Αθήνα 2012

3.1.1.3 Ελαιοκάμβη

Η **ελαιοκάμβη**²⁵ (*Brassica spp*) είναι ετήσιο φυτό, κι ανήκει στη οικογένεια των Σταυρανθών ή Βρασσικίδων (*Cruciferae* or *Brassicaceae*). Ο σπόρος του φυτού είναι μικρός και στρογγυλός και έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε λάδι (30-50%). Είναι ένα από τα σημαντικότερα ελαιοπαραγωγικά φυτά μαζί με τη σόγια, τον ηλίανθο και το φοίνικα. Μετά την εξαγωγή του ελαίου, τα υπολείμματά της (η λεγόμενη πίτα)



χρησιμοποιούνται στην κτηνοτροφία καθώς έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (10-45%). Αναλόγως της κλιματολογικές συνθήκες η καλλιέργεια μπορεί να είναι είτε χειμερινή είτε ανοιξιότικη. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες ποικιλίες της ελαιοκράμβης είναι η *Brassica napus L.* και η *Brassicxa carinata L.Braun*. Η *Brassica napus L.* είναι διαδεδομένη στα εύκρατα δροσερά κλίματα. Αντίθετα, η *Brassicxa carinata L.Braun*, αιθιοπικής προέλευσης, με μεγάλη φυλλική επιφάνεια παρουσιάζει καλύτερη προσαρμοστικότητα σε μεσογειακά κλίματα και εδάφη, όπως το ελληνικό. Βάση πειραμάτων που έχουν διεξαχθεί (Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία), οι αποδόσεις της καλλιέργειας σε μεσογειακά κλίματα ανάλογα με την ποικιλία του φυτού, τις καλλιεργητικές τεχνικές και την περιοχή κυμαίνονται από 150 έως 300 κιλά ανά στρέμμα σε σπόρο, 300 έως 800 κιλά ανά στρέμμα σε ξηρή βιομάζα και από 43 έως 90 λίτρα ανά στρέμμα σε βιοκαύσιμο. Οι κυριότερες χρήσεις της ελαιοκράμβης συνίστανται στην παραγωγή ελαίου, στην

²⁵ Σελ.22. «Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΕΛΑΙΟΚΡΑΜΒΗΣ» Πτυχιακή εργασία ΜΑΝΤΖΙΑΡΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ, ΒΡΑΧΝΑΚΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης. ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2009

παραγωγή βιοκαυσίμων, όπως το βιοντίζελ και στην παραγωγή ενέργειας (ξηρή βιομάζα).

3.1.2. Πολυετείς ενεργειακές καλλιέργειες

Οι κυριότερες πολυετείς γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες είναι το καλάμι (*Arundo donax* L.), ο μίσχανθος (*Miscanthus x giganteus* GREEF et DEU), το switchgrass (*Panicum virgatum*) και η αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus* L.).

3.1.2.1. Καλάμι.

Το καλάμι²⁶ ανήκει στα αγρωστώδη πολυετή φυτά με C3 φωτοσυνθετικό μηχανισμό. Είναι ένα πολύ δυναμικό φυτό που πολλαπλασιάζεται κυρίως με ριζώματα, μπορεί όμως να πολλαπλασιαστεί και με μοσχεύματα. Ο βλαστός του είναι συμπαγής ή κοίλος, ξυλώδης και λυγίζει από τον αέρα, γεγονός που βοηθάει στη διασπορά των διαφόρων σπόρων του. Τα φύλλα του είναι μακριά ταινιοειδή και στο πάνω μέρος τους έχουν μία μακριά ταξιανθία. Έχει καλή προσαρμοστικότητα και μεγάλη ανθεκτικότητα σε διάφορα εδάφη και κλίματα, ωστόσο ευδοκίμει καλύτερα σε περιοχές με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία (κοντά σε λίμνες ή ποτάμια). Κυριότερες χρήσεις του φυτού είναι η παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, χαρτοπολλτού, δομικών υλικών και άλλων ξύλινων κατασκευών .



Η συγκομιδή του καλάμιού σε μεσογειακά κλίματα πραγματοποιείται από το Νοέμβριο έως το τέλος του χειμώνα ανάλογα με την περιοχή. Η καλλιέργεια

²⁶ Σελ.19, Τεχνοοικονομική Μελέτη Ενεργειακών Καλλιεργειών Για Την Παραγωγή Και Εκμετάλλευση Βιομάζας>> Διπλωματική εργασία Μανέλης Γεώργιος, Εθνικό Μετσόβιο Πανεπιστήμιο Αθήνα 2012

πραγματοποιείται στην Ελλάδα σε ικανοποιητικές αποδόσεις, καθώς βάση των πειραμάτων που έχουν διεξαχθεί, έχει εκτιμηθεί η απόδοση της σε ξηρή βιομάζα από 0,5 έως 3 τόνους ανά στρέμμα. Η θερμαντική του αξία είναι κατά μέσο όρο 18,6 MJ/kg ξηρής ουσίας και η περιεκτικότητα του σε τέφρα 6,9%. Με βάση αυτές τις εκτιμήσεις το ενεργειακό δυναμικό του καλαμιού μπορεί να φτάσει τους 1,29 τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΙΠ) ανά στρέμμα και ανά έτος.

3.1.2.2 Μίσχανθος.

Ο μίσχανθος²⁷ (*Miscanthus sinensis*) είναι ένα πολυετές C4, ριζωματώδες φυτό, που κατάγεται από τις χώρες της νοτιοανατολικής Ασίας και καλλιεργείται ευρύτατα στην Ευρώπη, εδώ και πολλά χρόνια, σαν καλλωπιστικό φυτό. Ευδοκίμει σε ένα μεγάλο εύρος εδαφών, από αμμώδη έως αργιλώδη και σε εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία. Ο μίσχανθος πολλαπλασιάζεται με σπόρους, με ριζώματα ή και με μικρό πολλαπλασιασμό φυταρίων.



Έχει βαθύ ριζικό σύστημα (1-2 μέτρα), ύψος φυτείας έως 3 μέτρα και μπορεί να εκμεταλλεύεται το διαθέσιμο νερό ακόμα και σε βαθιά αμμώδη εδάφη. Η συγκομιδή του πραγματοποιείται από το Νοέμβριο έως το Μάρτιο, ανάλογα με την πιθανή χρήση (π.χ. για καύση βιομάζας συνιστάται η συγκομιδή να πραγματοποιείται την άνοιξη, καθώς η μειωμένη υγρασία του φυτού βελτιώνει τις συνθήκες της καύσης). Κυριότερες χρήσεις του φυτού είναι για κατασκευή

²⁷ Σελ.20<< Τεχνοοικονομική Μελέτη Ενεργειακών Καλλιεργειών Για Την Παραγωγή Και Εκμετάλλευση Βιομάζας>> Διπλωματική εργασία Μανέλης Γεώργιος, Εθνικό Μετσόβιο Πανεπιστήμιο Αθήνα 2012

δομικών υλικών και για παραγωγή ενέργειας (π.χ. μέσω καύσης). Η θερμαντική αξία των στελεχών του μίσχανθου είναι κατά μέσο όρο 17,3 MJ/kg ξηρής ουσίας, ενώ η περιεκτικότητα των στελεχών του σε τέφρα είναι 1,64% επί του ξηρού βάρους. Η καλλιέργεια δεν απαιτεί μεγάλες ποσότητες λίπανσης, ούτε άρδευση, ωστόσο η χρήση της τελευταίας αυξάνει σημαντικά τις αποδόσεις. Σύμφωνα με πειράματα που έχουν διεξαχθεί από το ΚΑΠΕ, το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών και το Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, παρατηρείται μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα του φυτού στη Βόρεια Ελλάδα, ενώ οι αποδόσεις του κυμαίνονται από 0,8 έως 3 τόνους ανά στρέμμα και ανά έτος για τα πλήρως παραγωγικά έτη του και από 500 έως 750 κιλά ανά στρέμμα κατά το έτος εγκατάστασης του φυτού (1ο έτος)

3.1.2.2. Switchgrass

Το **switchgrass**²⁸ είναι ένα πολυετές C4 φυτό, της οικογένειας των αγρωστωδών γνωστό κατά κύριο λόγο στον Καναδά και στις ΗΠΑ σαν χορτοδοτικό φυτό. Έχει βαθύ ριζικό σύστημα λεπτών ριζωμάτων που μπορεί να



ξεπεράσει τα 3 μέτρα και σχηματίζει στελέχη διαμέτρου 10 χιλιοστών. Έχει χαμηλό κόστος εγκατάστασης καθ' ότι πολλαπλασιάζεται με σπόρο και ευδοκίμει σε μεγάλο εύρος εδαφών καθώς ανάλογα με την ποικιλία του φυτού (Alamo, Blackwell, CIR, Kanlow, Pangburn), μπορεί να προσαρμοστεί είτε σε ορεινές είτε σε πεδινές περιοχές. Η προετοιμασία του αγρού είναι παρόμοια

²⁸ Σελ.22 , << Τεχνοοικονομική Μελέτη Ενεργειακών Καλλιεργειών Για Την Παραγωγή Και Εκμετάλλευση Βιομάζας>> Διπλωματική εργασία Μανέλης Γεώργιος, Εθνικό Μετσόβιο Πανεπιστήμιο Αθήνα 2012

με αυτή των παραδοσιακών ανοιξιάτικων καλλιεργειών, η εγκατάσταση του λαμβάνει χώρα το Μάιο, ενώ η άνθιση του πραγματοποιείται το καλοκαίρι (Ιούλιος – Αύγουστος).

Οι κυριότερες χρήσεις του φυτού είναι η παραγωγή στερεών και υγρών καυσίμων, χαρτοπολτου και άλλων βιομηχανικών πρώτων υλών. Το switchgrass έχει καλές αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα από το πρώτο έτος της καλλιέργειας, οι οποίες κυμαίνονται από 0,7 έως 1,4 τόνους ανά στρέμμα και ανά έτος. Ωστόσο, βάση πειραμάτων, έχει παρατηρηθεί σημαντική αύξηση της απόδοσης σε καλλιέργειες που εφαρμόστηκε λίπανση (έως και 2,5 τόνους ξηρής βιομάζας). Για περαιτέρω αύξηση της απόδοσης απαιτείται και άρδευση, η οποία ωστόσο είναι χαμηλή μεταξύ 200 και 400mm ανάλογα με τις βροχοπτώσεις

3.1.2.4. Αγριαγκινάρα



Η αγριαγκινάρα²⁹ (*Cynara cardunculus* L.), γνωστή και ως cynara στους χώρους των ενεργειακών φυτών, θα μπορούσε να αποτελέσει μία τέτοια εναλλακτική καλλιέργεια και πιστεύουμε ότι θα δώσει προοπτική και ελπίδα για τη διατήρηση ή/και ενίσχυση του απειλούμενου αγροτικού εισοδήματος

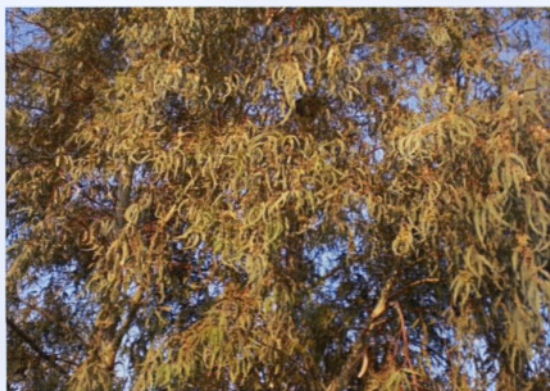
²⁹ Σελ. 5, <<Ενεργειακές Καλλιέργειες. Προοπτικές Διεξόδου στην Ελληνική Γεωργία>>. Μ.Χρήστου, Ε.Αλεξοπούλου, Μ.Μαρδίκη, Ε.Νάματοβ. Biofarm 2006

στη χώρα μας. Η αγριαγκινάρα, είναι ένα πολυετές είδος αγκαθιού, που καλλιεργείται παραδοσιακά σε κάποιες περιοχές της μεσογειακής ζώνης. Είναι πολύ καλά προσαρμοσμένη στο ξηρό κλίμα των μεσογειακών χωρών, επειδή δε είναι χειμερινό φυτό δίνει το μέγιστο των αποδόσεων, ακόμη και χωρίς άρδευση, καθώς φτάνει στο μέγιστο της παραγωγής βιομάζας εκμεταλλευόμενη τις βροχοπτώσεις. Η αγριαγκινάρα θα μελετηθεί εκτενέστερα σε επόμενο κεφάλαιο.

3.1.3. Δασικές ενεργειακές καλλιέργειες

Οι κυριότερες δασικές ενεργειακές καλλιέργειες είναι ο ευκάλυπτος (*Eucalyptus globules* Labill και *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) και η ψευδακακία (*Robinia pseudoacacia* L.).

3.1.3.1 Ευκάλυπτος



Ο ευκάλυπτος³⁰ είναι ένα αείφυλλο και δενδρώδες φυτό που κατάγεται από την Αυστραλία, με μεγάλες ετήσιες αποδόσεις και υψηλή ανθεκτικότητα. Η εγκατάσταση του λαμβάνει χώρα την άνοιξη και πολλαπλασιάζεται με

³⁰ Σελ. 22, << Τεχνοοικονομική Μελέτη Ενεργειακών Καλλιεργειών Για Την Παραγωγή Και Εκμετάλλευση Βιομάζας>> Διπλωματική εργασία Μανέλης Γεώργιος, Εθνικό Μετσόβιο Πανεπιστήμιο Αθήνα 2012

μοσχεύματα άρριζα ή ριζοβολημένα. Έχει σχετικά μεγάλο κόστος εγκατάστασης λόγω του μεγάλου ύψους του φυτού (το οποίο φτάνει και τα 5 μέτρα) και της δυσκολίας στη συγκομιδή του με χρήση ειδικού εξοπλισμού. Ωστόσο το συνολικό κόστος παραγωγής δεν είναι υψηλό, καθώς από το δεύτερο έτος και μετά απαιτεί πολύ χαμηλές εισροές καλλιέργειας. Στα Μεσογειακά κλίματα, υπάρχουν δύο κυρίως χρησιμοποιούμενα είδη ευκαλύπτου: ο *Eucalyptus globules* και ο *Eucalyptus camaldulensis*. Στην Ελλάδα, συχνότερα εμφανιζόμενο είναι το πρώτο, όμως καταλληλότερο κρίνεται το δεύτερο είδος ευκαλύπτου, το οποίο παρουσιάζει μεγαλύτερες αποδόσεις σε βιομάζα και καλύτερη προσαρμοστικότητα στα διάφορα εδάφη. Οι αποδόσεις του κυμαίνονται από 2,5 έως 4 τόνους ξηρής βιομάζας ανά στρέμμα και ανά έτος (κυρίως μετά το 3^ο έτος παραγωγής). Επιπλέον, το φυτό δεν απαιτεί άρδευση ή λίπανση καθ' ότι αυτές δεν επηρεάζουν σημαντικά την παραγωγικότητά του. Κύριες χρήσεις του είναι η παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας και χαρτοπολτού, ενώ τα φύλλα μερικών ειδών ευκαλύπτου περιέχουν ένα έλαιο γνωστό και ως ευκαλυπττέλαιο που χρησιμοποιείται στη φαρμακευτική.

3.1.3.1 Ψευδακακία

Η ψευδακακία³¹ είναι ένα ψυχανθές, δενδρώδες φυτό που κατάγεται από τη βόρειο Αφρική και έχει καλή προσαρμοστικότητα, ταχεία ανάπτυξη σε πολλών ειδών εδάφη και μεγάλο ενεργειακό περιεχόμενο. Η εγκατάσταση της πραγματοποιείται την άνοιξη και αποτελείται από σπόρους δενδρυλίων με άρριζα ή ριζοβολημένα μοσχεύματα, ενώ το ύψος του φυτού φτάνει τα 4 μέτρα. Η ψευδακακία θεωρείται ένα



³¹ <<Ενεργειακές Καλλιέργειες. Προοπτικές Διεξόδου στην Ελληνική Γεωργία>>. Μ.Χρήστου, Ε.Αλεξοπούλου, Μ.Μαρδίκη, Ε.Νάματοβ. Biofarm 2006

από τα πιο παραγωγικά ενεργειακά φυτά εξαιτίας της ταχύτατης ανάπτυξής της και της μεγάλης θερμαντικής της αξίας, η οποία εκτιμάται κατά μέσο όρο σε 19,44 MJ/kg. Οι αποδόσεις της, οι οποίες δεν επηρεάζονται από την άρδευση, κυμαίνονται από 1,7 έως 4 τόνους ξηρής βιομάζας ανά στρέμμα και ανά έτος, μετά τον τρίτο περίτροπο χρόνο. Τέλος οι κυριότερες χρήσεις της αφορούν τους τομείς της παραγωγής θερμότητας, ηλεκτρικής ενέργειας, πρώτων υλών χαρτοπολυτού και μορισανιδών.

3.2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Η ανάπτυξη των ενεργειακών καλλιεργειών προσφέρει σημαντικά περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη εκ των οποίων τα κυριότερα είναι:

- Η θετική συνεισφορά τους στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθώς γίνεται αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων με βιομάζα, και σχεδόν εκμηδενίζεται το ισοζύγιο εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Η ποσότητα CO₂ που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα κατά την καύση αφομοιώνεται από το φυτό κατά τη φωτοσύνθεση.
- Οι ενεργειακές καλλιέργειες δεν επιβαρύνουν τα φυσικά οικοσυστήματα, αν τα συστήματα παραγωγής τους σχεδιαστούν σωστά.
- Παρέχουν μεγάλη προστασία έναντι της διάβρωσης του εδάφους εξαιτίας του πλούσιου υπέργειου τμήματος και του ριζικού συστήματος των ενεργειακών (ειδικά των πολυετών) καλλιεργειών.
- Συντελούν στην προστασία της άγριας πανίδας μέσα από την αποκατάσταση τοπίων με την εγκατάσταση πολυετών ενεργειακών καλλιεργειών.
- Χρησιμεύουν ως βιολογικά φίλτρα για τον καθαρισμό λυμάτων.
- Παρουσιάζουν υψηλή αποτελεσματικότητα στη χρήση του νερού άρδευσης ή και μόνο των βροχοπτώσεων.

- Έχουν πολύ χαμηλές απαιτήσεις σε λίπανση, η χρήση της οποίας μπορεί να αυξήσει σημαντικά τις αποδόσεις.
- Απαιτούν μικρότερη χρήση των φυτοφαρμάκων και περιορίζουν την ανάπτυξη των ζιζανίων, καθ' ότι ορισμένες καλλιέργειες δρουν και ως ζιζανιοκτόνα (π.χ. η αγριαγκινάρα).
- Οι ενεργειακές καλλιέργειες παρουσιάζουν καλύτερη προσαρμογή και απόδοση σε εδάφη χαμηλής γονιμότητας.
- Αναζωογονείται η γεωργική οικονομία και ως συνέπεια πραγματοποιείται κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη των τοπικών κοινωνιών.
- Συντελείται αύξηση στην απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με την εισαγωγή νέων εναλλακτικών καλλιεργειών.
- Αυξάνουν τα γεωργικά εισοδήματα σε σύγκριση με τις μέχρι τώρα παραδοσιακές καλλιέργειες.
- Συντελούν στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα (κυρίως το πετρέλαιο) και την εξισορροπούν το εμπορικό ισοζύγιο.
- Δημιουργούν νέες αγορές για παραγωγή βιοκαυσίμων, θερμότητας και ηλεκτρισμού στην περιφέρεια.

3.3. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Οι διάφοροι διαθέσιμοι τρόποι εκμετάλλευσης της βιομάζας από ενεργειακές καλλιέργειες αφορούν είτε την άμεση καύση της, είτε την παραγωγή υγρών βιολογικών καυσίμων. Για τη δεύτερη κατηγορία οι κυριότερες μέθοδοι μετατροπής είναι (σύμφωνα με τους Thuijl, Roos, Beurskens (2003):

- Η διαδικασία άμεσης μετατροπής - εξαγωγή του φυτικού ελαίου με την ακολουθία αιθεροποίησης (biodiesel)

- Η ζύμωση των σακχάρων/ αμύλου που περιέχουν καλλιέργειες (αιθανόλη)
- Η πυρόλυση του ξύλου (πετρέλαιο πυρόλυσης, ισοδύναμο με το diesel)
- Η αεριοποίηση της βιομάζας με την περαιτέρω μετατροπή του αερίου σύνθεσης (methanol, dimethylester (DME), Fischer-Tropsch liquids)
- Η υδροθερμική αναβάθμιση της υγρής βιομάζας (πετρέλαιο HTU – ισοδύναμο με το diesel). Το biodiesel και η (βιο)αιθανόλη είναι οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται σήμερα σε μεγαλύτερη εμπορική βάση στην Ευρώπη και θα παραμείνουν τα κυρίαρχα εναλλακτικά καύσιμα στο πιο εγγύς μέλλον, ενώ οι υπόλοιπες τεχνολογίες είναι ήδη υπαρκτές αλλά βρίσκονται ακόμα είτε σε στάδιο βελτίωσης είτε σε πειραματικά στάδια .

3.3.1 Biodiesel

Το **biodiesel**³² (ή αλλιώς μεθυλεστέρας) είναι ένα καύσιμο που περιλαμβάνει μια ομάδα μεθυλικών εστέρων που παράγονται μέσω εστεροποιημένων φυτικών ελαίων μακριάς αλυσίδας λιπαρών οξέων από διάφορους φυτικούς ιστούς που περιέχουν έλαια. Το biodiesel διαφέρει από το γνωστό μας πετρέλαιο στο γεγονός ότι περιέχει άτομα Ο. Επειδή η πρώτη ύλη είναι είτε φυτική είτε ζωική (π.χ. ζωικό λίπος) θεωρείται ανανεώσιμη εναλλακτική πηγή καυσίμου, άριστο υποκατάστατο του συμβατικού πετρελαίου (diesel). Τα φυτικά έλαια για την παραγωγή του biodiesel προέρχονται κυρίως από ενεργειακές καλλιέργειες, είτε ετήσιες (π.χ. ελαιοκράμβη, ηλίανθος, σόγια), είτε

³² Σελ.26 << Τεχνοοικονομική Μελέτη Ενεργειακών Καλλιεργειών Για Την Παραγωγή Και Εκμετάλλευση Βιομάζας>> Διπλωματική εργασία Μανέλης Γεώργιος. Εθνικό Μετσόβιο Πανεπιστήμιο Αθήνα 2012

πολυετείς (π.χ. φοίνικες, καρυδιές), ανάλογα με την καταλληλότητα στην εκάστοτε περιοχή παραγωγής.

Το biodiesel είναι ένα εναλλακτικό υγρό καύσιμο μηχανών εσωτερικής καύσης, φιλικό προς το περιβάλλον, με ελάχιστες εκπομπές ρύπων (διοξείδιο του θείου, μονοξειδίο του άνθρακα) που μειώνει τους κινδύνους βλαβών στην ανθρώπινη υγεία και προμηθεύει τους καταναλωτές με ένα καύσιμο με μια ισορροπημένη σχέση κόστους - οφέλους. Το κόστος παραγωγής του είναι σήμερα κατά μέσο όρο 0,5 ευρώ ανά λίτρο καυσίμου. Η τιμή του όμως μπορεί να διαφέρει σημαντικά ανάλογα με το είδος της πρώτης ύλης, το μέγεθος και το είδος της εγκατάστασης παραγωγής και τις διάφορες επιμέρους διεργασίες παραγωγής του καυσίμου

Στην Ευρώπη, η σύγχρονη παραγωγή biodiesel άρχισε στην Αυστρία το 1982 και σήμερα πραγματοποιείται ευρύτατα σε πολλές χώρες της κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης (Γερμανία, Γαλλία, Δανία κ.α.). Κύρια πρώτη ύλη για την παραγωγή biodiesel είναι η ελαιοκράμβη για τις βορειότερες ευρωπαϊκές χώρες και ο ηλιάνθος για τις νοτιότερες. Στην Ελλάδα η παραγωγή του βιοπετρελαίου γίνεται παραδοσιακά από καλλιέργειες βαμβακιού. Ωστόσο, ακολουθώντας τις νέες καλλιέργειες που αναπτύχθηκαν στη Μεσόγειο (Ιταλία, Ισπανία), έχει αυξηθεί η ελληνική παραγωγή biodiesel από ηλιάνθο, καλλιέργεια με μεγαλύτερη παραγωγικότητα της τάξης των 50 λίτρων ανά στρέμμα καλλιεργήσιμης έκτασης.

3.3.2. (Βιο)αιθανόλη

Η αιθανόλη ή βιοαιθανόλη³³ είναι ένα βιοκαύσιμο που προέρχεται από την επεξεργασία μέσω συμβατικών τεχνολογιών διαφόρων φυτών πλούσια σε άμυλο ή σάκχαρα όπως τα δημητριακά, το καλαμπόκι, η πατάτα, τα

³³ Σελ.28 , << Τεχνοοικονομική Μελέτη Ενεργειακών Καλλιεργειών Για Την Παραγωγή Και Εκμετάλλευση Βιομάζας>> Διπλωματική εργασία Μανέλης Γεώργιος. Εθνικό Μετσόβιο Πανεπιστήμιο Αθήνα 2012

σακχαρότευτλα, το σακχαροκάλαμο, το γλυκό σόργο, η μελάσα, το (μαλακό) σιτάρι και το κριθάρι. Θεωρητικά, η αιθανόλη είναι δυνατόν να παραχθεί από κάθε είδος φυτού που περιέχει σάκχαρα, κατά κύριο λόγο όμως προτιμώνται τα σακχαρότευτλα, το σιτάρι και το γλυκό σόργο, καθώς επίσης τα τελευταία χρόνια και κάποιες λιγνοκυτταρινούχες πρώτες ύλες όπως το άχυρο και το ξύλο. Σε παγκόσμιο επίπεδο η περισσότερη βιοαιθανόλη παράγεται στη Βραζιλία (κυρίως από σακχαροκάλαμο) και στις ΗΠΑ (κυρίως από καλαμπόκι και μελάσα). Το κόστος παραγωγής της αιθανόλης από σακχαρότευτλα κυμαίνεται από 0,32 έως 0,54 ευρώ ανά λίτρο βιοκαυσίμου. Η τεχνολογία αυτή είναι ευρέως διαδεδομένη και με μικρά περιθώρια βελτίωσης της.

Συνεπώς, τον τελευταίο καιρό αυξάνεται η χρήση νέων πρώτων υλών, κυρίως της ξυλικής γεωργίας, οι οποία έχει σημαντικά μικρότερο κόστος παραγωγής, της τάξης των 0,2 ευρώ ανά λίτρο βιοκαυσίμου. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, οι κύριες πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αιθανόλης είναι τα σακχαρότευτλα και το σιτάρι. Πρωτοπόρες χώρες θεωρούνται η Ισπανία και η Γαλλία (βλέπε και πίνακα 1.4). Κύρια χρήση του βιοκαυσίμου είναι η ανάμειξη του με τη βενζίνη, για την παραγωγή αποδοτικότερων, οικονομικότερων και πιο φιλικών προς το περιβάλλον καύσιμα. Αποδεικνύεται πειραματικά ότι μία ανάμειξη αιθανόλης – βενζίνης σε ποσοστό μόλις 10% (η αιθανόλη), παράγεται καύσιμο με μειωμένες εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα έως και 30%.

3.4 Εγκατάσταση και διαχείριση βιομάζας από ενεργειακές καλλιέργειες

Η ανάπτυξη σχημάτων καλλιέργειας ενεργειακών ειδών είναι αναγκαίο να σχεδιαστεί πολύ προσεκτικά ώστε να διασφαλιστεί το μέγιστο όφελος για τον παραγωγό και την κοινωνία με βάση οικονομικά και περιβαλλοντικά κριτήρια. Όπως ισχύει και για τις συμβατικές καλλιέργειες, η επιλογή της περιοχής εγκατάστασης θα ήταν σκόπιμο να γίνεται μόνο όταν υπάρχει διαθέσιμη αγορά και έχει επιβεβαιωθεί η οικονομική βιωσιμότητα των καλλιεργειών (θα πρέπει μάλιστα να υπογραμμιστεί ότι η εισαγωγή ενεργειακών καλλιεργειών

σε μια συγκεκριμένη περιοχή θα καταλάβει ένα μικρό ποσοστό των διαθέσιμων γαιών). Για την επιτυχία μιας νέας καλλιέργειας, ο παραγωγός θα πρέπει να προετοιμάσει τη γη προσεκτικά. Όλα τα φυτά θα χρειαστούν ζιζανιοκτόνα στη φάση εγκατάστασης.

Οι πολυετείς καλλιέργειες όμως, μετά τον πρώτο χρόνο εγκατάσταση τους, μπορούν να επιβιώσουν χωρίς τη χρήση ζιζανιοκτόνων, στοιχείο που συνεπάγεται πως η καλλιέργεια ετήσιων φυτών απαιτεί συγκριτικά μεγαλύτερη χρήση ζιζανιοκτόνων απ' ό,τι η καλλιέργεια πολυετών. Η εγκατάσταση των ενεργειακών καλλιεργειών μπορεί να γίνει με τον υφιστάμενο εξοπλισμό εγκατάστασης των συμβατικών (π.χ. η σπορά του σόργου και της ελαιοκράμβης επιτυγχάνεται με μηχανήματα σποράς σιταριού, ενώ η φύτευση ριζωμάτων καλαμιού και μισχάνθου μπορεί να γίνει με μηχανήματα φύτευσης πατάτας).

Απαιτείται βέβαια ιδιαίτερη προσοχή, προκειμένου να επιλεγεί ανάμεσα στους τυχόν διαθέσιμους τρόπους- ο πλέον ενδεδειγμένος για την επιλεγμένη ενεργειακή καλλιέργεια καθώς επίσης να γίνουν οι απαραίτητες ρυθμίσεις ώστε να τηρούνται οι προτεινόμενες αποστάσεις και βάθος σποράς/φύτευσης. Οι απαιτήσεις των ενεργειακών καλλιεργειών σε άρδευση και σε άζωτο είναι εν γένει μικρότερες από τις αντίστοιχες των συμβατικών καλλιεργειών. Πολλές από τις προτεινόμενες ενεργειακές καλλιέργειες έχουν σημαντικές αποδόσεις σε συνθήκες μειωμένων αρδεύσεων (π.χ. καλάμι και Switchgrass), ενώ άλλες εκμεταλλεύονται τις βροχοπτώσεις και δεν απαιτούν άρδευση (π.χ. αγριαγκινάρα). Οι απαιτούμενες εισροές αγροχημικών για την προστασία των ενεργειακών καλλιεργειών είναι επίσης μειωμένες επειδή πρόκειται για νέες καλλιέργειες που δεν έχουν αναπτύξει σημαντικούς εχθρούς και ασθένειες. Επίσης, επειδή δεν έχουν τροφική χρήση δεν απαιτείται το τελικό προϊόν να έχει υψηλή ποιότητα (π.χ. απουσία προσβεβλημένων φύλλων ή φρούτων).

3.4.1. Συγκομιδή

Η σταθερή παροχή πρώτης ύλης κατά τη διάρκεια όλου του χρόνου λειτουργίας της μονάδας παραγωγής βιοενέργειας και βιοκαυσίμων θεωρείται κρίσιμος παράγοντας για τη βιωσιμότητά τους. Η επιλογή του σωστού συνδυασμού ενεργειακών καλλιεργειών μπορεί να βοηθήσει σε αυτό, καθώς και στην κλιμάκωση του χρόνου συγκομιδής και στην ταυτόχρονη μείωση των αναγκών σε αποθηκευτικό χώρο.

Μεταξύ των προαναφερόμενων πολυετών ενεργειακών φυτών μόνο η αγριαγκινάρα συγκομίζεται το καλοκαίρι. Το καλάμι, ο μίσχανθος και η ψευδακακία συγκομίζονται το χειμώνα (από το Νοέμβριο έως το Μάρτιο), πράγμα που δίνει τη δυνατότητα χρησιμοποίησης εργατικού προσωπικού και μηχανημάτων σε μια περίοδο που οι εργατικές εργασίες είναι περιορισμένες. Ο απαιτούμενος εξοπλισμός συγκομιδής μπορεί να είναι ο ήδη χρησιμοποιούμενος για συμβατικές καλλιέργειες (μηχανήματα ενσίρωσης καλαμποκιού έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς για τη συγκομιδή του καλαμιού). Παράλληλα όμως, λόγω της αναπτυσσόμενης ευρωπαϊκής αγοράς, μεγάλοι ευρωπαϊκοί κατασκευαστικοί οίκοι συνεχώς βελτιώνουν τον εξειδικευμένο εξοπλισμό συγκομιδής των ενεργειακών καλλιεργειών.

3.4.2. Αποθήκευση

Η αποθήκευση της βιομάζας των πολυετών ενεργειακών καλλιεργειών είναι απαραίτητη για την εξασφάλιση υλικού σε όλη τη διάρκεια του χρόνου, καθώς ο χρόνος συγκομιδής δεν ταυτίζεται με το χρόνο χρήσης του προϊόντος.

Η βιομάζα μπορεί να αποθηκευτεί σε μορφή ψιλοτεμαχισμένου υλικού (διαφόρων διαστάσεων), μπάλας, δεματιού ή συσσωματώματος (pellets). Τα δεμάτια συνήθως αποθηκεύονται σε απλές εσωτερικές εγκαταστάσεις, που είτε σκεπάζονται με κάποιο πλαστικό υλικό είτε όχι (γενικά συνίσταται η

κάλυψη με αδιάβροχο πλαστικό υλικό για να αποφεύγονται αυξομειώσεις της υγρασίας).

Το φιλοτεμαχισμένο και συμπιεσμένο υλικό καθώς και οι μπάλες αποθηκεύονται αποτελεσματικότερα σε στεγασμένες εγκαταστάσεις, πλην όμως μπορούν να αποθηκεύονται και υπαίθρια. Σπάνια αποθηκεύονται σε ειδικές εγκαταστάσεις, όπως είναι τα σιλό διαφόρων τύπων. Οι συνθήκες αποθήκευσης και ειδικά η υγρασία του υλικού καθορίζουν την ποιότητά του.

Αν η θρυμματισμένη βιομάζα είναι ιδιαίτερα υγρή, υπάρχει κίνδυνος η θερμοκρασία της να ανέβει ταχύτατα (λόγω έντονης ανάπτυξης μικροβιακής δραστηριότητας) και να αποσυντεθεί. Αυτό οδηγεί σε απώλεια ξηρής ουσίας, απώλεια ενεργειακού περιεχομένου, κίνδυνο για τη δημόσια υγεία με τη διασπορά σπορίων διάφορων μικροοργανισμών και κίνδυνο πυρκαγιάς.

3.4.3. Μεταφορά

Μια μέση ακτίνα 20-40 χιλιομέτρων θεωρείται ικανοποιητική ώστε να περιοριστεί το κόστος μεταφοράς και τα κυκλοφοριακά προβλήματα. Μονάδες μικρού μεγέθους που βρίσκονται κοντά στις φυτείες μπορούν να εξυπηρετηθούν με απλούς ελκυστήρες και πλατφόρμες. Ωστόσο, σε μεγαλύτερες μονάδες θα πρέπει να γίνει μια εποχιακή χρήση φορτηγών, ώστε να εξασφαλιστεί η συνεχής τροφοδοσία της μονάδας. Κρίνεται σκόπιμο η βιομάζα να μεταφέρεται σε πιο εξελιγμένη μορφή (δέματα, pellets κ.α) έτσι ώστε να διευκολύνονται οι συνθήκες μεταφοράς. Παρ' όλα αυτά η τελική επιλογή θα εξαρτηθεί από το πού είναι ευκολότερο να πραγματοποιηθεί ο εξευγενισμός της βιομάζας: στο πεδίο συγκομιδής/συλλογής ή κοντά στην μονάδα ενεργειακής επεξεργασίας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας είναι φανερό ότι αποτελούν ίσως την πλέον ενδεδειγμένη λύση για την αντιμετώπιση των προβλημάτων στον ενεργητικό τομέα και στο περιβάλλον. Τα διάφορα προβλήματα που παρουσιάζουν και σχετίζονται με θέματα όπως η αποδοτικότητα, η μετατροπή τους σε ενέργεια, η αισθητική τους καθώς και τα διάφορα κοινωνικά προβλήματα για την εφαρμογή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, σιγά σιγά θα αντιμετωπιστούν με την βοήθεια της επιστήμης, την συνεχή ενημέρωση και την συνεχή προσπάθεια για εξέλιξη στην εμφάνιση και στο τρόπο λειτουργίας. Κάθε ανανεώσιμη μορφή έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, επομένως η καθεμία χρειάζεται διαφορετικούς χειρισμούς για να μπορέσει να ενταχθεί ομαλά στην κοινωνία και με την μέγιστη αποδοχή.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει εντάξει στην Πολιτική της, τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και προσπαθεί να τις εδραιώσει σε όλα τα κράτη-μέλη της μέσω διαφόρων οδηγιών και επιδοτήσεων. Η Ελλάδα, ως κράτος – μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, εναρμονίζεται με την στρατηγική της, στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και προσπαθεί να εκμεταλλευτεί τις δυνατότητες-ιδιαιτερότητες της για την καλύτερη ένταξή της στις Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας. Μέσα σε όλα τα άλλα (ήλιος, άνεμος, νερό) γίνεται προσπάθεια εκμετάλλευσης των προϊόντων της Ελληνικής Γης (σιτάρι, καλάμι και γεωργικά υπολείμματα).

Το αρχικό κεφάλαιο που απαιτείται για την εγκατάσταση μηχανισμών εκμετάλλευσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας είναι πολλές φορές απαγορευτικό για τους ιδιώτες επενδυτές, αυτό καθιστά απαραίτητη την αύξηση των επιδοτήσεων και των κρατικών χρηματοδοτήσεων, για να αυξηθούν τα κίνητρα και η δραστηριότητα στο τομέα αυτό. Επίσης η φορολογική απαλλαγή των υποψηφίων

επενδυτών είναι ένα πολύ σημαντικό κίνητρο για να στραφεί ο κόσμος στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Στην Ελληνική Γη μπορεί να καλλιεργηθούν αρκετά είδη ενεργειακών φυτών από τα οποία επιγραμματικά τα πιο σημαντικά είναι: (ηλίανθος, κενάφ, γλυκό σοργό, ελαιοκάμψη, καλάμι, μίσανθος, switchgrass, αγριαγκινάρα, ευκάλυπτος, ψευδακακία,). Οι καλλιέργειες αυτές μπορούν να προσφέρουν τόσο σε οικονομικό – αγροτικό επίπεδο, προσφέροντας εναλλακτικές πηγές εισοδήματος για τους αγρότες και τους παραγωγούς ενέργειας, όσο και στη μείωση της ενεργειακής εξάρτησης της χώρας μέσω του περιορισμού των εισαγωγών του πετρελαίου και των παραγώγων του.

Στα περιβαλλοντικά προγράμματα, κάθε τύπου θα πρέπει να γίνεται σαφές ότι η προστασία του περιβάλλοντος δεν έρχεται σε αντίθεση με την οικονομία, αντίθετα τα αυστηρά περιβαλλοντικά πρότυπα δημιουργούν κίνητρα που αυξάνουν την ανταγωνιστικότητα της οικονομίας και την επιχειρηματικότητα. Η διατήρηση της καλής ποιότητας περιβάλλοντος βοηθά στην διατήρηση καλής ποιότητας βιοτικού επιπέδου και ποιότητα ζωής. Θα πρέπει να συνεργαστούν η κοινωνία, η βιομηχανία και η διοίκηση ώστε να επιτευχθεί η αποσύνδεση των πιέσεων στο περιβάλλον από την οικονομική μεγέθυνση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) <<Η Παραγωγή Βιομάζας Για Ενεργειακούς Σκοπούς Ως Εναλλακτική Χρήση Της Ελληνικής Γης. Οικονομικές Και Κοινωνικές Διαστάσεις.>> Διδακτορική Διατριβή **Στέλιου Ροζάκη**, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Δεκέμβριος 2000.
- 2) <<Αξιολόγηση Νέων Ενεργειακών Και Βιομηχανικών Φυτών Σε Μεσογειακά Οικοσυστήματα Ολοκληρωμένη Προσέγγιση>> Διδακτορική Διατριβή **Νικόλαου Δ. Διαμαντίδη** Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Αθήνα 2000
- 3) <<Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας –Βιομάζα>>. **Γεωργάκη Δέσποινα**. Ανάβρυτα 2010-2011
- 4) <<Αξιολόγηση Νέων Ενεργειακών Και Βιομηχανικών Φυτών Σε Μεσογειακά Οικοσυστήματα >> . Διδακτορική Διατριβή. **Διαμαντίδης Νικόλαος**. Εθνικό Μετσόβιο Πανεπιστήμιο Αθήνα 2000
- 5) <<Ενεργειακές Καλλιέργειες. Προοπτικές Διεξόδου Στην Ελληνική Γεωργία>>. Μ.Χρήστου, Ε.Αλεξοπούλου ,Μ.Μαρδίκης, Ε.Νάματοβ . ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ Biofarm 2006
- 6) <<Ο Κλάδος Των Ανανεώσιμων Καυσίμων Στην Ελλάδα: Προβλήματα Και Προοπτικές>> Ίδρυμα Οικονομικών Και Βιομηχανικών Ερευνών. Αθήνα 2010
- 7) <<Αύξηση Και Ανάπτυξη Του Ηλίανθου Και Του Κενάφ Για Την Παραγωγή Βιομάζας Και Βιοενέργειας Στην Κεντρική Ελλάδα >> **Διατριβή Παρασκευής Αθ.Καλαβριώτου**. Μυτιλήνη 2005

- 8) <<Ενεργειακά Αποδοτικές Δημόσιες Προμήθειες: Θεσμικό Πλαίσιο>> Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Και Ενέργειας. **Λουίζα Παπαμικρούλη** Μυτιλήνη 2013.
- 9) <<Η Παραγωγή Βιομάζας Για Ενεργειακούς Σκοπούς Ως Εναλλακτική Χρήση Της Ελληνικής Γης.Οικονομικές Και Κοινωνικές Διαστάσεις>>Διδακτορική Διατριβή **Ροζάκη Στέλιου** .Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών 2002
- 10)<<Εξέλιξη Των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας Σε Ευρωπαϊκή Ένωση Και Ελλάδα>>. Διπλωματική Εργασία **Καρατσώρη Φοίβου**. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας 2013
- 11)<<Ενέργεια Και Περιβάλλον Χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας Στην Κύπρο>> Πτυχιακή Μελέτη **Κωνσταντία Σιεητάνη** Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο **Αθήνα 2008**.
- 12)<<Ανανεώσιμες Και Μη Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας>>. **Διατριβή Θεοφανόπουλος**. Πανεπιστήμιο Πειραιά
- 13)<<Βιομάζα- Βιοκαύσιμα –Βιοενέργεια. Η Εναλλακτική Πρόταση Στην Πετρελαϊκή Κρίση.>> **Δ.Ε.Τ.Η.Π Πτολεμαΐδα 2005**
- 14)<<Καλλιέργειες Για Παραγωγή Βιοενέργειας Και Βιολικών >> Κ.Α.Π.Ε **Δρ.Εφη Αλεξοπούλου** Θεσσαλονίκη 2012
- 15)<<Αξιολόγηση Λιβαδικών Φυτών Για Την Παραγωγή Βιοενέργειας>>**Ιωάννης Παππάς, Ζωή Κούκουρα** Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης 2005.
- 16)«Συγκριτική Αξιολόγηση Καλλιέργειας Ηλίανθου Σε Τρεις Νομούς (Αιτωλοακαρνανία, Καρδίτσα Και Κιλκίς)>> Πτυχιακή **Μεμάκη Άννα**. **Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθήνα 2009**.
- 17)<<Αξιολόγηση Συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Προβλέψεις Με Εναλλακτικά Σενάρια Σε Περιφερειακό Και Εθνικό

Επίπεδο.>> Διδακτορική Διατριβή. **Στυλιανού Παπαζήση**
Πανεπιστήμιο Πειραιά 1998.

18)<<Διερεύνηση Δυνατοτήτων Παραγωγής Και Αξιοποίηση Βιοαερίου
Στην Περιοχή Του Μετσόβου>>. Διπλωματική Εργασία **Καλλιόπη**
Λιαντινιώτη. Εθνικό Μετσόβιο Πανεπιστήμιο Αθήνα 2011

19)<<Παραγωγή Βιοαερίου Και Αναερόβια Χώνευση Προεπεξεργασμένου
Και Μη Ελαιοπολτού>>. Διδακτορική Διατριβή **Κάλφα Χαραλάμπου**.
Πάτρα 2007

20)<<Παραγωγή Βιοντήζελ Με Επεξεργασία Φυτικών Ελαίων>> Πτυχιακή
Εργασία **Απαζίδου Όλγα, Μπάκα Φλώρα**. Σητεία 2011

21)Αξιολόγηση Νέων Ενεργειακών Και Βιομηχανικών Φυτών Σε
Μεσογειακά Οικοσυστήματα>> Διδακτορική Διατριβή **Νικολάου**
Διαμαντίδη. Εθνικό Μετσόβιο Πανεπιστήμιο. Αθήνα 2000.

22)<<Δυνατότητες Καλλιέργειας Ενεργειακών Φυτών Στον Ελληνικό
Χώρο>>. Κ.Α.Π.Ε **Ελευθεριάδης Ιωάννης**.

23)<< Τεχνοοικονομική Μελέτη Ενεργειακών Καλλιεργειών Για Την
Παράγωγή Και Εκμετάλλευση Βιομάζας>> Διπλωματική Εργασία
Μανέλης Γεώργιος. Εθνικό Μετσόβιο Πανεπιστήμιο Αθήνα 2012.

24)«Η Καλλιέργεια Της Ελαιοκράμβης» Πτυχιακή Εργασία **Μαντζιαρη**
Κωνσταντίνα, Βραχνακης Θεόδωρος.Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Κρήτης. Ηράκλειο 2009