

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΣΤΟ Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ ΜΕ ΚΑΥΣΗ ΓΙΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Μελέτη που συντάχθηκε από το Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας, του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής και Αγροτικού Περιβάλλοντος Παραγωγής από ομάδα με επικεφαλής τον Καθ. Θ.Α. Γέτμο και μέλη τους Σπ. Φουντά, Αρ. Ταγαράκη και Ν. Γιαννόπουλος σε συνεργασία με την ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Λάρισας, κατόπιν ανάθεσης και με χρηματοδότηση της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Λάρισας

Ν. Ιωνία 2006

Πρόλογος

Η μελέτη αυτή έγινε από το Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας, του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος σε συνεργασία με την Αναπτυξιακή Εταιρεία της Ν.Α. Λάρισας. Η μελέτη ανατέθηκε από τη Ν.Α. Λάρισας τον Ιανουάριο του 2006 και καλύπτει τις συνθήκες της περιόδου αυτής. Η περίοδος αυτή χαρακτηρίζεται από σημαντικές διακυμάνσεις της τιμής του αργού πετρελαίου. Φαίνεται ότι τιμές των \$ ΗΠΑ 70 ανά βαρέλι θα παραμείνουν για αρκετό διάστημα με προοπτική κατά ορισμένους μελετητές να φτάσουν και τα \$ ΗΠΑ 100. Παρ' όλο που οι τιμές των καυσίμων θα ανεβούν τον επόμενο χειμώνα στη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές του πετρελαίου θέρμανσης του χειμώνα του 2006.

Στόχος της μελέτης είναι να συγκεντρώσει και να παρουσιάσει τα στοιχεία που μπορούν να συμβάλλουν στην ανάπτυξη μια τοπικής δραστηριότητας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αξιοποίηση τοπικά παραγόμενης στερεής βιομάζας. Έγινε προσπάθεια να αναλυθούν οι βασικές παράμετροι της οικονομικότητας μιας μονάδας συμπαραγωγής με βάση της στερεή βιομάζα που παράγεται σήμερα ως υπόλειμμα διαφόρων δραστηριοτήτων του ανθρώπου (γεωργία, δάση, βιομηχανία) αλλά και στοιχεία για τη δυνατότητα παραγωγής πρώτης ύλης από άμεσες ενεργειακές καλλιέργειες.

Στα επόμενα έτη η χώρα μας πρέπει να ασχοληθεί συστηματικά με την αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) για να μπορέσει να ανταποκριθεί στις διεθνείς της υποχρεώσεις (Συνθήκη ΚΙΟΤΟ, Ευρωπαϊκή Ένωση). Η βιομάζα είναι μια ανανεώσιμη πηγή με σχεδόν μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Κυρίως όμως είναι μια μορφή που σήμερα παράγεται και μένει αχρησιμοποίητη. Η αξιοποίηση της βιομάζας θα δώσει σημαντικές διεξόδους σε ένα δυναμικό του γεωργικού τομέα που σήμερα κινδυνεύει να μείνει χωρίς εισόδημα και να εγκαταλείψει την ύπαιθρο. Η δημιουργία απασχόλησης σε μεγάλο ποσοστό με χρήση υπάρχοντος εξοπλισμού και το επιπλέον εισόδημα που θα δημιουργηθεί θα δώσουν σημαντικά κίνητρα παραμονής των αγροτών στα χωριά τους. Η προτεινόμενη αξιοποίηση των υπολειμμάτων καλλιεργειών πρέπει να γίνει με μέτρο και να συνοδευτεί από μέτρα αποκατάστασης της αφαιρούμενης οργανικής ουσίας μέσω καλλιεργειών φυτοκάλυψης.

Η μελέτη βασίστηκε κυρίως σε στοιχεία που έχουν συγκεντρωθεί τοπικά στο Ν. Λαρίσης για την παραγωγή των υπολειμμάτων τα τελευταία δέκα περίπου έτη. Στοιχεία από τη βιβλιογραφία χρησιμοποιήθηκαν για τις αναλύσεις στοιχείων που δεν έχουν εφαρμοστεί στο Νομό.

Η ομάδα εργασίας που συνέταξε τη μελέτη θέλει να εκφράσει τις ευχαριστίες της προς το Νομάρχη Λάρισας Λουκά Κατσαρό που της έδωσε την ευκαιρία να κάνει αυτή τη μελέτη. Άριστη συνεργασία και αμέριστη συμπαράσταση υπήρξε από τη πλευρά της αρμόδιας Αντινομάρχου κ Καραλαριώτου και την ευχαριστούμε. Τέλος ευχαριστούμε τα μέλη της επιτροπής παρακολούθησης Χ. Κανναβό, Διευθυντή Γεωργικής Ανάπτυξης της ΝΑ Λάρισας και Καθηγητή Κ. Κίττα για τη βοήθεια και τις παρατηρήσεις τους

Ν. Ιωνία, 2006

Περιεχόμενα

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Εισαγωγή..... | 5 |
| Κεφάλαιο 1. Εκτίμηση της παραγόμενης στο Νομό βιομάζας σε μορφή φυτικών υπολειμμάτων καλλιεργειών, υπολειμμάτων υλοτομιών και αποβλήτων εργοστασίων επεξεργασίας γεωργικών και δασικών προϊόντων..... | 8 |
| 1.1. Εισαγωγή..... | 8 |
| 1.2. Υλικά και μέθοδοι..... | 8 |
| 1.2.1 Παραγωγή υπολειμμάτων καλλιεργειών. | 9 |
| 1.2.2. Παραγωγή αποβλήτων ζωικών εκτροφών | 9 |
| 1.2.3. Παραγωγή υπολειμμάτων υλοτομιών | 9 |
| 1.2.4 Παραγωγή αποβλήτων βιομηχανιών. | 10 |
| 1.2.5 Χωρική κατανομή | 12 |
| 1.3 Αποτελέσματα και συζήτηση..... | 13 |
| 1.3.1 Παραγωγή υπολειμμάτων καλλιεργειών | 13 |
| 1.3.2 Παραγωγή Ζωικών αποβλήτων | 15 |
| 1.3.3 Παραγωγή υπολειμμάτων υλοτομιών από τα δάση της περιοχής | 15 |
| 1.3.4 Εκτίμηση της παραγόμενης βιομάζας από βιομηχανίες του νομού..... | 16 |
| Κεφάλαιο 2. Ανάλυση των τεχνολογιών συγκομιδής και εκτίμηση του κόστους συγκομιδής με χρήση διαφόρων τεχνολογιών. Ανάλυση προβλημάτων μεταφοράς και αποθήκευσης. Διερεύνηση δυνατότητας διαδοχικής τροφοδοσίας με διάφορες πρώτες ύλες | 19 |
| 2.1 Εισαγωγή..... | 19 |
| 2.1.1 Σιλοκοπτικά | 19 |
| 2.1.2 Χρήση μηχανημάτων παραγωγής ξηρού χόρτου..... | 20 |
| 2.2. Άχυρο χειμερινών σιτηρών | 21 |
| 2.3 Υπολείμματα καλαμποκιού | 22 |
| 2.4. Στελέχη βαμβακιού | 23 |
| 2.5 Κλαδιά δένδρων μετά το κλάδεμα..... | 24 |
| 2.6 Εκτίμηση του κόστους των μηχανημάτων και των εργασιών | 26 |
| 2.7 Υπολείμματα υλοτομιών..... | 26 |
| 2.8 Υπολείμματα βιομηχανιών | 27 |
| Κεφάλαιο 3. Διαστασιολόγηση μονάδας καύσης βιομάζας για συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας με βάση το υπάρχον δυναμικό βιομάζας και τη δυνατότητα χρήσης της παραγόμενης θερμότητας. | 28 |
| 3.1 Εισαγωγή..... | 28 |
| 3.2 Μονάδες συμπαραγωγής..... | 28 |
| Κεφάλαιο 4. Ανάλυση των δυνατών χρήσεων της παραγόμενης θερμότητας και σενάρια αξιοποίησης. | 32 |
| Κεφάλαιο 5. Ανάλυση του συνολικού κόστους παραγωγής της ενέργειας με βάση τις δυνατές χρήσεις και υποκατάσταση άλλων συμβατικών πηγών ενέργειας. ... | 35 |
| 5.1 Λειτουργία της Μονάδας Συμπαραγωγής με βιομάζα..... | 35 |
| 5.2. Τα προϊόντα και η διάθεσή τους..... | 36 |
| 5.2.1 Χρήση θερμότητας σε σύστημα τηλεθέρμανσης..... | 37 |
| 5.2.2 Διάθεση θερμότητας σε θερμοκήπιο | 38 |
| 5.2.3 Χρήση φυσικού αερίου αντί Μαζούτ | 39 |
| 5.2.4 Ξηραντήριο μηδικής | 39 |
| 5.2.5 Οικονομικό αποτέλεσμα | 41 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Κεφάλαιο 6. Μελέτη άλλων δυνατών χρήσεων βιομάζας π.χ για παραγωγή πελετοποιημένου υλικού για θερμικές χρήσεις σε θερμοκήπια, θέρμανση κατοικιών κλπ | 45 |
| 6.1 Εισαγωγή..... | 45 |
| 6.2 Συμπύκνωση βιομάζας..... | 45 |
| 6.3 Ο θρυμματισμός της βιομάζας..... | 46 |
| 6.4 Η ξήρανση της βιομάζας..... | 47 |
| 6.5 Η παραγωγή πελετών, κλπ..... | 51 |
| Κεφάλαιο 7. Αντικατάσταση σημερινών καλλιεργειών με καλλιέργεια φυτών για παραγωγή ενέργειας..... | 56 |
| 7.1 Εισαγωγή..... | 56 |
| 7.2 Ενεργειακά φυτά για καύση..... | 56 |
| 7.3 Σύγκριση Μίσχανθου και Καλαμποκιού | 56 |
| 7.3.1 Εισαγωγή..... | 57 |
| 7.3.2 Η καλλιέργεια του μίσχανθου..... | 57 |
| Τρόποι πολλαπλασιασμού | 57 |
| Έδαφος-Κλίμα | 58 |
| Εχθροί-ασθένειες | 58 |
| Λίπανση | 59 |
| Συγκομιδή | 59 |
| Παραγωγή | 60 |
| 7.3.3 Οικονομικό ισοζύγιο παραγωγής μίσχανθου | 60 |
| 7.3.4 Καλαμπόκι | 62 |
| 7.3.5 Σύγκριση των δύο καλλιεργειών..... | 63 |
| 7.4 Σύγκριση σίτου με αγριοαγγινάρα..... | 64 |
| 7.4.1 Αγριαγκινάρα..... | 64 |
| 7.4.2 Καλλιεργητική τεχνική αγκινάρας (<i>Cynara Scolymus</i>)..... | 66 |
| 7.4.3 Οικονομικότητα των καλλιεργειών αγροαγγινάρας, χειμερινών σιτηρών (σίτου)..... | 67 |
| 6.2.1 Δαπάνες €/στρ..... | 67 |
| 7.5 Καλλιέργειες για παραγωγή υγρών καυσίμων Φυτικά Λάδια..... | 69 |
| 7.6 Παραγωγή αλκοόλης..... | 72 |
| 7.6.1 ΣΟΡΓΟ..... | 72 |
| 7.7 Επιπτώσεις από την αξιοποίηση του δυναμικού..... | 76 |
| Ελληνική Βιβλιογραφία..... | 78 |
| Διεθνή Βιβλιογραφία..... | 79 |

Εισαγωγή

Ο Νομός Λάρισα, ένας από τους τέσσερις νομούς της Περιφέρειας Θεσσαλίας αποτελεί ένα από τους σημαντικότερους νομούς που παράγουν γεωργικά προϊόντα. Ο Νομός Λάρισα έχει συνολική έκταση 526.150 εκταρίων από τα οποία το 47,1% (247.680) είναι πεδινές εκτάσεις, 25,4% (133.470 εκτάρια) είναι ημιορεινές και 27,5% (145.000 εκτάρια) ορεινές. Από αυτές τις εκτάσεις 240.576 εκτάρια δηλαδή το 48% της Θεσσαλίας είναι καλλιεργούμενες εκτάσεις με 97.532 εκτάρια ή 40,5% περίπου αρδευόμενα. Ο Νομός Λάρισα έχει μια σημαντική ποικιλία καλλιεργειών όπως φαίνεται στο διάγραμμα 1. Οι περισσότερες καλλιέργειες παράγουν μια σειρά από προϊόντα. Κάποια χρήσιμα για τα οποία καλλιεργούνται και κάποια υπολείμματα τα οποία ο αγρότης πρέπει να διαχειριστεί κατάλληλα για να μην εμπλακούν στην επόμενη καλλιέργεια. Τέτοια υπολείμματα είναι το άχυρο των χειμερινών σιτηρών και του καλαμποκιού που σήμερα κατά κανόνα είτε χρησιμοποιούνται στις ζωικές εκτροφές είτε καίγονται, τα στελέχη του βαμβακιού (σήμερα τεμαχίζονται και ενσωματώνονται στο έδαφος), τα κλαδιά του κλαδέματος (σήμερα καίγονται) κλπ.

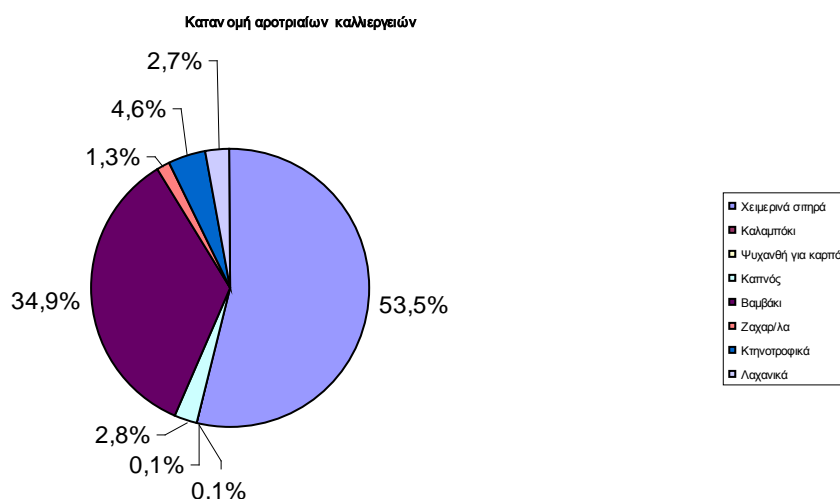


Σχήμα 1. Κατανομή των καλλιεργειών του Ν. Λάρισα

Ο Νομός Λάρισα διαθέτει μια σημαντική κτηνοτροφία που περιλαμβάνει όλα τα αγροτικά ζώα. Οι μονάδες παράγουν σημαντικές ποσότητες κοπριάς κάθε έτος η οποία μπορεί να διατεθεί για παραγωγή ενέργειας κυρίως μέσω αναερόβιας μεθανικής ζύμωσης. Η χρήση για παραγωγή ενέργειας θα βοηθήσει σημαντικά στην ανακύκλωσή της στη γεωργία με προφανή πλεονεκτήματα για την γεωργία και κυρίως για το περιβάλλον.

Ο Νομός Λάρισα διαθέτει μεγάλες δασικές εκτάσεις. Πολλά από τα δάση υλοτομούνται και παράγουν χρήσιμη ξυλεία. Από τα υλοτομούμενα είδη ένα ποσοστό απολαμβάνεται ως χρήσιμη ξυλεία (περίπου το 50%) ένα μικρό ποσοστό από το υπόλοιπο χρησιμοποιείται για καυσόξυλα και το υπόλοιπο παραμένει στο δάσος όπου αποσυντίθεται.

Ο Νομός Λάρισας διαθέτει και μια σημαντική βιομηχανία και βιοτεχνία. Η έρευνα των βιομηχανιών παρουσιάζει τις επιχειρήσεις του Πίνακα 1. Η βιομηχανία αυτή παράγει μια σειρά χρήσιμων προϊόντων και παράλληλα υποπροϊόντα που χαρακτηρίζονται ως απόβλητα που οι επιχειρήσεις πρέπει να διαχειριστούν για να μη ρυπάνουν το περιβάλλον. Κάποιες από αυτές έχουν αναπτύξει τεχνολογίες και χρησιμοποιούν μέρος των αποβλήτων ενώ άλλες διαθέτουν τα περισσότερα σε νόμιμες ή παράνομες χωματερές.



Σχήμα 2. Κατανομή καλλιιεργειών του Ν. Λάρισας

Πίνακας 1. Κατανομή βιομηχανιών –βιοτεχνιών Ν. Λάρισας κατά είδος δραστηριότητας

| A/A | Είδος επιχείρησης | Αριθμός |
|-----|---------------------------------------------------|---------|
| 1 | Κατασκευή επίπλων | 120 |
| 2 | Μορισσανίδες - Παρκέτα | 4 |
| 3 | Ξύλινων κιβωτιών | 5 |
| 4 | Ξυλουργεία | 57 |
| 5 | Πριστήρια ξυλείας | 13 |
| 6 | Επεξεργασίας ξύλου | 3 |
| 7 | Σπαστήρια ξηρών καρπών | 14 |
| 8 | Εκκοκκιστήρια Βάμβακος | 13 |
| 9 | Ελαιοτριβεία | 27 |
| 10 | Μεταποίηση γεωργικών προϊόντων - κανσερβοποιία | 6 |

Είναι προφανές ότι μια μεγάλη ποσότητα υλικού παράγεται ως υποπροϊόν των οικονομικών δραστηριοτήτων του Νομού. Πολλά από τα προϊόντα αυτά έχουν βιολογική προέλευση και αποτελούν βιομάζα που μπορεί να αξιοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Μια από τις δυνατότητες είναι η αξιοποίηση μέσω καύσης για παραγωγή ενέργειας σε μορφή ηλεκτρισμού και θερμότητας.

Αντικείμενο της παρούσας μελέτης είναι η εκτίμηση του υπάρχοντος δυναμικού του Νομού, η εκτίμηση των μεθόδων και του κόστους συγκομιδής και συγκέντρωσής τους, η μετατροπή τους σε ενέργεια με καύση με χρήση κατάλληλης τεχνολογίας και η κατάλληλη αξιοποίηση της παραγόμενης ενέργειας. Η μελέτη θα καλύψει τα ακόλουθα:

1. Εκτίμηση της παραγόμενης στο Νομό βιομάζας σε μορφή φυτικών υπολειμμάτων καλλιεργειών, υπολειμμάτων υλοτομιών και αποβλήτων εργοστασίων επεξεργασίας γεωργικών και δασικών προϊόντων. Τα στοιχεία θα καταγραφούν κατά κοινοτικό διαμέρισμα και θα παρουσιαστούν σε χάρτες GIS.
2. Ανάλυση των τεχνολογιών συγκομιδής και εκτίμηση του κόστους συγκομιδής με χρήση διαφόρων τεχνολογιών. Ανάλυση προβλημάτων μεταφοράς και αποθήκευσης. Διερεύνηση δυνατότητας διαδοχικής τροφοδοσίας με διάφορες πρώτες ύλες.
3. Διαστασιολόγηση μονάδας καύσης βιομάζας για συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας με βάση το υπάρχον δυναμικό βιομάζας και τη δυνατότητα χρήσης της παραγόμενης θερμότητας.
4. Ανάλυση των δυνατών χρήσεων της παραγόμενης θερμότητας και σενάρια αξιοποίησης.
5. Ανάλυση του συνολικού κόστους παραγωγής της ενέργειας με βάση τις δυνατές χρήσεις και υποκατάσταση άλλων συμβατικών πηγών ενέργειας.
6. Μελέτη άλλων δυνατών χρήσεων βιομάζας π.χ για παραγωγή πελετοποιημένου υλικού για θερμικές χρήσεις σε θερμοκήπια, θέρμανση κατοικιών κλπ
7. Μελέτη για χρήση βιομάζας από ενεργειακές καλλιέργειες με σενάρια κόστους παραγωγής και δυνατότητα υποκατάστασης σημερινών καλλιεργειών στα πλαίσια της νέας ΚΑΠ.

Κεφάλαιο 1. Εκτίμηση της παραγόμενης στο Νομό βιομάζας σε μορφή φυτικών υπολειμμάτων καλλιέργειών, υπολειμμάτων υλοτομιών και αποβλήτων εργοστασίων επεξεργασίας γεωργικών και δασικών προϊόντων.

1.1. Εισαγωγή

Όπως προαναφέρθηκε η κάθε δραστηριότητα του ανθρώπου παράγει χρήσιμα προϊόντα και υποπροϊόντα. Η Γεωργία παράγει ως κύρια προϊόντα τρόφιμα και πρώτες ύλες για τις ανθρώπινες ανάγκες αλλά ταυτόχρονα και σημαντικές ποσότητες υποπροϊόντων ή αποβλήτων. Η διαχείριση τους απαιτεί σημαντικές προσπάθειες από τους αγρότες και κόστος. Στο παρόν κεφάλαιο θα γίνει μια προσπάθεια εκτίμησης των παραγόμενων ποσοτήτων και των ποιοτικών τους χαρακτηριστικών καθώς και της κατανομής τους στο χώρο ενώ η παραγωγή κατ' έτος θεωρείται σχετικά σταθερή.

Οι γεωργικές καλλιέργειες παράγουν κάθε χρόνο σημαντικές ποσότητες υπολειμμάτων που οι αγρότες διαχειρίζονται συνήθως με γνώμονα την απαλλαγή τους από αυτά. Συνήθως προσπαθούν να τα κάψουν ή να τα ενσωματώσουν στο έδαφος. Οι ζωικές εκτροφές παράγουν επίσης σημαντικές ποσότητες κοπριάς και ούρων που μπορούν να δώσουν σημαντικά ποσά ενέργειας.

Η βιομάζα δασικής προέλευσης αφορά τα προϊόντα καλλιέργειας (αραιώσεων) και καθαρισμού των δασών, τα υπολείμματα των υλοτομιών και τα υπολείμματα επεξεργασίας του ξύλου στο δάσος. Σύμφωνα με εκτιμήσεις το θεωρητικό δυναμικό της βιομάζας στην Ελλάδα δασικής προέλευσης ανέρχεται σε 73 εκατομμύρια τόνους. Αντίστοιχες εκτιμήσεις για τη Θεσσαλία και το Ν. Λάρισα. Φαίνονται στον Πίνακα 2

Πίνακας 2 .Συνολική ετήσια παραγωγή δασικής βιομάζας

| Θεσσαλία | 7312827 |
|-----------------|----------------|
| Καρδίτσα | 1406253 |
| Λάρισα | 1126189 |
| Μαγνησία | 1961393 |
| Τρίκαλα | 2818992 |

Στοιχεία από Αποστολάκη και άλλους (1987)

1.2. Υλικά και μέθοδοι

Η παραγόμενη βιομάζα από τις διάφορες δραστηριότητες συναντάται σε διάφορες μορφές, σε διάφορες εποχές του έτους, έχει διάφορα ποιοτικά χαρακτηριστικά και παράγεται σε διαφορετικές πυκνότητες.

Σε πρώτη φάση καταγράφηκαν τα παραγόμενα είδη, οι εποχές που παράγονται καθώς και η μορφή τους. Από δειγματοληψίες στους αγρούς της περιοχής της Λάρισας μετρήθηκαν οι παραγόμενες ποσότητες καθώς και ορισμένα ποιοτικά

χαρακτηριστικά τους όπως η υγρασία τους, η θερμογόνος δύναμη ανά μονάδα ξηρού προϊόντος. Τα στοιχεία αυτά είναι απαραίτητα σε κάθε μελέτη αξιοποίησης των υπολειμμάτων καλλιεργειών. Επί πλέον στοιχεία όπως η στοιχειακή ανάλυση των υπολειμμάτων ελήφθησαν από τη βιβλιογραφία (Παράρτημα).

Οι παραγόμενες ποσότητες βιομάζας κατανεμήθηκαν χωρικά στο Νομό. Η βιομάζα που παράγουν οι αγροί της κάθε παλαιάς κοινότητας, θεωρήθηκε ότι βρίσκεται συγκεντρωμένη στον οικισμό. Με χρήση λογισμικού GIS (Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών) παρήχθησαν θεματικοί χάρτες που παρουσιάζουν την παραγωγή βιομάζας σε κάθε κοινότητα. Οι χάρτες είναι θεματικοί, πχ χάρτες παραγωγής στελεχών βμαμβακιού ή συνολικής βιομάζας από υπολείμματα κλαδέματος.

1.2.1 Παραγωγή υπολειμμάτων καλλιεργειών.

Οι δειγματοληψίες έγιναν μετά την περίοδο συγκομιδής ή μετά το κλάδεμα στα δένδρα από γνωστή επιφάνεια. Συγκεντρώθηκε όλο το υλικό που παρέμεινε στο χωράφι. Το υλικό ζυγίστηκε και έγινε αναγωγή της παραγωγής στο στρέμμα. Δείγματα του υλικού μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο όπου έγινε προσδιορισμός της υγρασίας με ξήρανση σε πυριαντήριο (48 ώρες σε 72 °C) και προσδιορίστηκε η θερμογόνος δύναμη της ξηράς ουσίας σε αδιαβατικό θερμιδόμετρο. Έγινε αναγωγή σε παραγωγή ξηρής βιομάζας το στρέμμα και της παραγόμενης ενέργειας ανά στρέμμα. Τέλος έγινε αναγωγή σε ισοδύναμο πετρέλαιο με βάση την ενέργεια του πετρελαίου των 45 MJ/kg. Για τη στοιχειακή ανάλυση των υπολειμμάτων χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από τη βιβλιογραφία (Παράρτημα).

1.2.2. Παραγωγή απόβλητων ζωικών εκτροφών

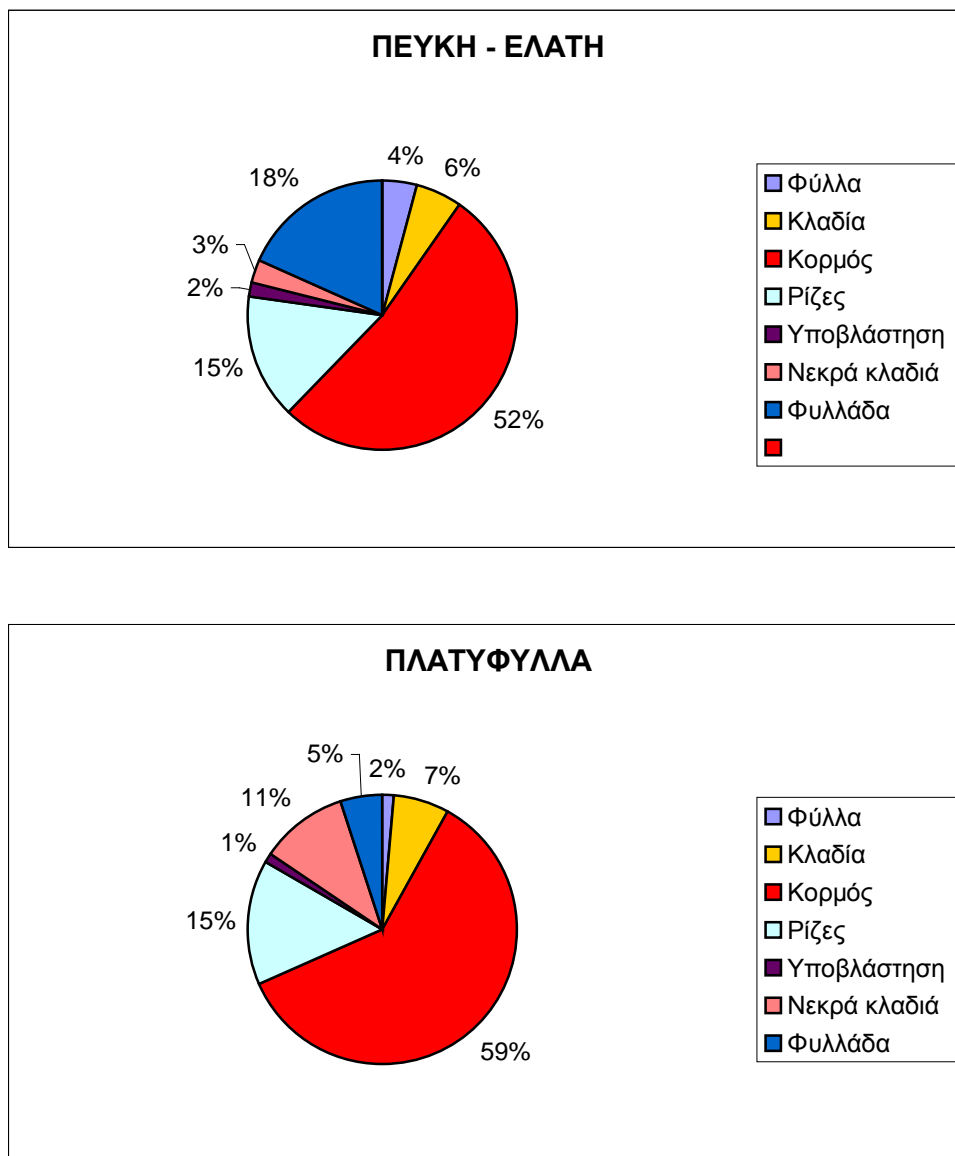
Η εκτίμηση των παραγόμενης κοπριάς και ούρων από τις ζωικές εκτροφές έγινε με βάση τον αριθμό των ζώων της κάθε κοινότητας και τα παραγόμενα απόβλητα σύμφωνα με την τυποποίηση της Αμερικανικής Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών όπως φαίνεται μεταφρασμένη στο Πίνακα 3 .

Τα ζωικά απόβλητα είναι μια ειδική κατηγορία υλικού που πρέπει να εξεταστεί χωριστά καθώς η χρήση τους για παραγωγή ενέργειας από καύση δεν ενδείκνυται λόγω μεγάλης υγρασίας τους. Επί πλέον η περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία κατάλληλα για λίπανση των καλλιεργειών κάνει τη κοπριά ένα πολύτιμο υλικό. Γι' αυτό προτείνεται η αξιοποίηση της κοπριάς να γίνει με αναερόβια ζύμωση για παραγωγή μεθανίου και ανακύκλωση του υπολείμματος στη Γεωργία. Αυτό μπορεί να συνδυαστεί με μια μονάδα επεξεργασίας υγρών λυμάτων της βιομηχανίας με υψηλό BOD₅ όπως απόβλητα ελαιουργείων, τυροκομείων κλπ

1.2.3. Παραγωγή υπολειμμάτων υλοτομιών

Η εκτίμηση βασίστηκε στην παραγωγή χρήσιμης ξυλείας από τα δάση της περιοχής σύμφωνα με εκτιμήσεις της Δασικής υπηρεσίας του Νομού. Από τη βιβλιογραφία ελήφθησαν στοιχεία για τη σύνθεση του παραγόμενου προϊόντος. Η κατανομή αυτή φαίνεται στο Σχήμα 3 για τις δύο κατηγορίες δασικών ειδών.

Ο υπολογισμός της δασικής βιομάζας έγινε μέσα από τις διαχειριστικές μελέτες των δασαρχείων του νομού Λάρισας που καλύπτουν την διαχείριση των επί μέρους δασικών εκτάσεων για μια ορισμένη χρονική διάρκεια συνήθως πενταετίας ή δεκαετίας. Η διαχειριστική μελέτη άλλοτε περιορίζεται στα όρια των δασικών εκτάσεων μίας κοινότητας αλλά υπάρχουν και διαχειριστικές μελέτες δασών που περιλαμβάνουν περισσότερες της μίας κοινότητας. Για τον Νομό Λάρισας έχουμε τις διαχειριστικές μελέτες των δασών που φαίνονται στο Πίνακα 4.



Διάγραμμα 3. Κατανομή μερών δασικών δένδρων

1.2.4 Παραγωγή αποβλήτων βιομηχανιών.

Όπως ελέγχθη ο Νομός διαθέτει μια μεγάλη ποικιλία βιομηχανικών μονάδων. Πολλές από αυτές μεταποιούν Γεωργικά προϊόντα. Τα παραγόμενα υποπροϊόντα είναι χρήσιμη βιομάζα που μπορεί να αξιοποιηθεί άμεσα. Προκειμένου να συγκεντρωθούν στοιχεία ερωτήθηκαν τηλεφωνικά όλες οι βιομηχανίες και βιοτεχνίες που εμφανίζονται στα στατιστικά στοιχεία της ΕΣΥΕ. Με βάση το όνομα βρέθηκε το

τηλέφωνό τους και έγινε άμεση επαφή. Από κάθε επιχείρηση έγινε προσπάθεια να ληφθούν στοιχεία για τις ποσότητες προϊόντων που επεξεργάζονται, για τις ποσότητες των υποπροϊόντων που παράγουν, το ποσοστό των υποπροϊόντων που αξιοποιούν οι ίδιες και για τη τύχη των υπολοίπων. Με τον τρόπο αυτό έγινε δυνατή η εκτίμηση των παραγόμενων υποπροϊόντων. Η συγκέντρωση των στοιχείων αυτών απεδείχθη αρκετά δύσκολη καθώς πολλές επιχειρήσεις που φαίνονταν στα στατιστικά στοιχεία είχαν πάψει να λειτουργούν. Για όσες επιχειρήσεις δεν βρέθηκε στον τηλεφωνικό κατάλογο καταχώρηση θεωρήθηκε ότι δεν λειτουργούν. Επίσης πολλές επιχειρήσεις δεν απαντούσαν στα ερωτήματα ή απέφευγαν να απαντήσουν.

| Πίνακας 4. Διαχειριστικές μελέτες των Δασών του Ν. Λάρισας | |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Διαχειριστική Μελέτη του Δάσους | ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ |
| ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ | Αμπελακίων-Τεμπών-Ευαγγελισμού-Ελάτειας-Πουρναρίου-Συκουρίου |
| ΒΕΡΔΙΚΟΥΣΙΑΣ | Βερδικούσιας-Τσαριτσάνης |
| ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ-ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗΣ | Ελασσόνας – Τσαριτσάνης |
| ΚΑΡΥΑΣ | Καρυάς |
| ΚΑΡΥΤΣΑΣ | Καρυτσας |
| ΚΑΤΩ-ΟΛΥΜΠΟΥ | Καλλιπεύκης-Κρανιάς-Ραψάνης-Πυργετού |
| ΚΙΣΣΑΒΟΥ | Δημόσιο Δάσος |
| ΚΟΚΚΙΝΟΠΗΛΟΥ | Κοκκινιτηλού |
| ΚΟΝΟΣΠΟΛΗΣ-ΔΙΑΒΑΣ | - |
| ΜΑΥΡΟΒΟΥΝΙΟΥ | Ελάφου-Αμυγδαλής-Σκήτης-Ποταμιά |
| ΜΕΓΑΛΟΒΡΥΣΟΥ | Μεγαλοβρύσου |
| ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ | Μελιβοίας |
| ΟΜΟΛΙΟΥ | Ομολίου |
| ΠΟΛΥΔΕΝΡΙΟΥ | Ιδιωτικό(Σκήτης-Σκλήθρου-Ποταμιάς) |
| ΣΚΛΗΘΡΟΥ | Σκλήθρου |
| ΣΤΟΜΙΟΥ | Στομίου |
| ΤΣΑΚΝΙΑΣ | Τσακνιάς |
| ΤΣΑΠΟΥΡΝΙΑΣ | Τσαπουρνιάς |

Η γενική δυσπιστία για τις πιθανές χρήσεις των στοιχείων και ο φόβος για τυχόν επιπτώσεις από κακή διαχείριση των αποβλήτων ή υποπροϊόντων φαίνεται να οδηγεί πολλές επιχειρήσεις σε περιορισμένης αξιοπιστίας απαντήσεις. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τις μικρές επιχειρήσεις ενώ αντίθετα οι περισσότερες μεγάλες έδωσαν ικανοποιητικά στοιχεία. Αυτό κάνει την εκτίμηση περισσότερο αξιόπιστη καθώς κυρίως υποπροϊόντα από μεγάλες μονάδες είναι ευκολότερο να αξιοποιηθούν. Έγινε προσπάθεια διασταύρωσης των στοιχείων με σύγκριση ομοειδών επιχειρήσεων καθώς και με βάση το ποσοστό υπολειμμάτων ως προς τα επεξεργαζόμενα προϊόντα αλλά και με βάση την εγκατεστημένη ισχύ των επιχειρήσεων. Πιστεύεται ότι η προσέγγιση των ποσοτήτων είναι ικανοποιητική για μια τέτοια μελέτη. Τα χαρακτηριστικά των υποπροϊόντων φαίνονται στο Πίνακα 5 από τον οποίο έγινε η εκτίμηση του δυναμικού ενέργειας.

1.2.5 Χωρική κατανομή

Η παραγόμενη βιομάζα των υπολειμμάτων των καλλιεργειών και των υλοτομιών είναι διασκορπισμένη σε όλη την επιφάνεια του Νομού. Η βιομηχανία είναι λιγότερο διασπαρμένη αλλά και αυτή βρίσκεται σε διάφορα σημεία του Νομού.

Η αξιοποίηση της βιομάζας προϋποθέτει συγκέντρωσή της σε σημεία όπου θα εγκατασταθούν μονάδες μετατροπής της σε ενέργεια. Η θέση όπου θα ιδρυθούν οι μονάδες μετατροπής πρέπει να εξασφαλίζει επάρκεια πρώτης ύλης σε απόσταση που να εξασφαλίζει χαμηλό κόστος μεταφοράς. Η συγκέντρωση απαιτεί μεταφορά ογκωδών υλικών που επιβαρύνουν ουσιαστικά το κόστος παραγωγής της ενέργειας. Η εκτίμηση του κόστους μεταφοράς προϋποθέτει τη γνώση της κατανομής της βιομάζας στο Νομό. Τοποθέτηση της παραγόμενης βιομάζας στην ακριβή θέση της στο χώρο είναι πολύ δύσκολη αλλά κυρίως άνευ αξίας καθώς οι καλλιέργειες αλλάζουν από χρόνο σε χρόνο. Για διευκόλυνση των εκτιμήσεων έγινε η παραδοχή ότι η βιομάζα που παράγεται στην περιφέρεια κάθε Κοινότητας είναι συγκεντρωμένη στην έδρα της Κοινότητας.

Πίνακας 5: Ποιοτικά χαρακτηριστικά υπολειμμάτων των γεωργικών βιομηχανιών.

| Υπόλειμμα | Συντελεστής υπολογισμού υπολείμματος (%) | Ποσοστό υγρασίας % | Θερμογόνος δύναμη (MJ/kg) |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------|---------------------------|
| Ενδοσπέρμιο αμυγδάλων | 60 | 15 | 19,4 |
| Ελαιοπυρήνας μετά την εξαγωγή λαδιού με συμπίεση | 40% | 45 | 17 |
| Ελαιοπυρήνας μετά την χημική εξαγωγή λαδιού | 3 % | 15 | 15,6 |
| Πυρήνας ροδάκινων | 5 | 15-20 | 20,8 |
| Εκκοκκιστήρια Βάμβακος | 6 | 8-15 | 17.5 |
| Μονάδες επεξεργασίας ξύλου | 20-30 | 10 | 19 |
| | | | |

Με τον τρόπο αυτό έγινε δυνατή η χωρική απεικόνιση των παραγόμενων ποσοτήτων με λογισμικό Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS). Παρήχθησαν μια σειρά από θεματικούς χάρτες που παρουσιάζουν την παραγωγή βιομάζας σε κάθε κοινότητα που εμφανίζεται με χρώμα που αντιστοιχεί στην παραγόμενη ποσότητα. Οι χάρτες έχουν γίνει για κάθε μορφή βιομάζας καθώς και για το σύνολό της. Σε κάθε χάρτη μπορούν να προσδιοριστούν στοιχεία όπως η συνολική παραγωγή ανά ορισμένη περιφέρεια. Οι χάρτες αυτοί μπορούν να αποτελέσουν τη βάση εκτίμησης του δυναμικού και διαστασιολόγησης μονάδων μετατροπής.

Το κόστος μεταφοράς παραμένει ένας σημαντικός παράγοντας στη διαμόρφωση του κόστους παραγωγής της ενέργειας;. Διάφορες βιβλιογραφικές πηγές δίνουν διαφορετικά στοιχεία για την μέγιστη αποδεκτή απόσταση μεταφοράς που προφανώς επηρεάζονται από: τους τύπους των οχημάτων, τις συνθήκες που επικρατούν στους δρόμους κλπ. Σε μια μελέτη στις αρχές της δεκαετίας του 1990 (Γέμτος και Τσιρίκογλου 1992) το κόστος φόρτωσης, μεταφοράς και εκφόρτωσης – τοποθέτησης σε στοίβες κυλινδρικών δεμάτων βαμβακιού με μια μικρού μεγέθους πλατφόρμα (χωρητικότητα 8 δεμάτων ή περίπου 1,6 τόνων) έφτασε στις 5,5 δρχ /κιλό ξηράς ουσίας για απόσταση μεταφοράς 1,7 km (μισός δρόμος αγροτικός με σκύρα και μισός ασφαλτός). Είναι προφανές ότι το κόστος μεταφοράς αποτελεί σημαντικό παράγοντα και πρέπει να βρεθούν κατάλληλα οχήματα π.χ. οι μεγάλες πλατφόρμες μεταφοράς σύσπορου βαμβακιού θα μπορούσαν να βρουν χρήση στη μεταφορά της βιομάζας.

1.3 Αποτελέσματα και συζήτηση.

1.3.1 Παραγωγή υπολειμμάτων καλλιέργειών

Από τις μετρήσεις που έγιναν στο Νομό Λάρισας προέκυψαν τα αποτελέσματα που φαίνονται στον Πίνακα 6 για τα υπολείμματα καλλιέργειών και στον Πίνακα 7 για τα υπολείμματα του κλαδέματος.

Πίνακας 6. Υγρασία και θερμογόνος δύναμη των υπολειμμάτων καλλιέργειών κατά το χρόνο παραγωγής τους.

| Είδος | Μέρος φυτού | Υγρασία μετά τη συγκομιδή % | Παραγωγή ξηράς ουσίας (kg/στρ.) | Θερμογόνος Δύναμις MJ/kg ΞΟ |
|--------------------|-------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Καλαμπόκι | Σύνολο | 14,7 | 1010 | 18,0 |
| | Ρόκα | 16,5 | 110 | 18,5 |
| Βαμβάκι | Υπέργειο | 39,9 | 254 | 18,0 |
| | Ρίζα | 55,7 | 58 | 18,5 |
| Ηλίανθος | Σύνολο | 20,3 | 332 | 17,3 |
| Άχυρο σίτου | Υπέργειο | 5 | 217 | 18,5 |
| Άχυρο κριθής | Υπέργειο | 5 | 120 | 18,2 |
| Ντομάτα | Υπέργειο | 65 | 46,9 | 17,3 |
| Καπνός | | | | |
| Ανατολικού τύπου | Υπέργειο | 45 | 37,5 | 16,2 |
| Αμερικάνικου τύπου | Υπέργειο | 45 | 143,6 | 18,2 |
| Ζαχαρότευτλα | Υπέργειο | 70 | 340 | 17,1 |

Στον Πίνακα 8 δίδονται στοιχεία για τη μορφή που τα υπολείμματα βρίσκονται στο χωράφι μετά τη συγκομιδή καθώς και οι εργασίες που πρέπει να γίνουν για συγκομιστούν. Στον Πίνακα 9 δίδονται οι χρόνοι παραγωγής των υπολειμμάτων καλλιεργειών. Είναι προφανές ότι η βιομάζα παράγεται όλο το χρόνο σε διάφορες μορφές και μια προσπάθεια αξιοποίησής της πρέπει να περιλαμβάνει όλες τις μορφές ώστε να ελαχιστοποιηθεί η αποθήκευση. Η βιομάζα είναι ένα ογκώδες υλικό που χρειάζεται μεγάλους χώρους για την αποθήκευσή της. Ακόμα και αποθήκευση σε μεγάλα κυλινδρικά δέματα στο ύπαιθρο απαιτεί εκτάσεις με σημαντικό κόστος. Επομένως πρέπει να γίνει κάθε προσπάθεια ώστε να ελαχιστοποιηθεί η αποθήκευση.

Πίνακας 7 Παραγωγή και χαρακτηριστικά υπολειμμάτων κλαδέματος

| Φυτό | Υγρασία % | Παραγωγή σε ξηρά ουσία (kg/στρ) | Θ.Δ. MJ/kg | Χονδρά κλαδιά % | Λεπτά κλαδιά % |
|-----------|--------------|------------------------------------------|---------------|-----------------------|----------------------|
| Ελιά | 723 | 37,2 | 19,0 | 66 | 34 |
| Αχλαδιά | 960 | 48,7 | 18,7 | 51 | 49 |
| Βερικοκιά | 1226 | 55,1 | 17,8 | 71 | 29 |
| Ροδακινιά | 972 | 52,1 | 18,8 | 70 | 30 |
| Αμπέλι | 755 | 32,1 | 18,7 | | 100 |

Στον Πίνακα του παραρτήματος δίδονται στοιχεία για τη στοιχειακή ανάλυση των υπολειμμάτων καλλιεργειών από στοιχεία της βιβλιογραφίας.

Πίνακας 9 Χρόνοι παραγωγής βιομάζας από υπολείμματα καλλιεργειών στη διάρκεια του έτους

| Μήνες | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| Άχυρο Σιτηρών | | | | | | ← | → | | | | | |
| Άχυρο Καλαμποκιού – Ηλίανθος | | | | | | | | | ← | → | | |
| Βαμβακιές | | | | | | | | | | | ← | → |
| Κλαδέματα δένδρων | ← | → | | | | | | | | | | ← |

Στους θεματικούς χάρτες που παρήχθησαν με λογισμικό GIS δίδεται η παραγωγή των διαφόρων υπολειμμάτων ως ακολούθως:

- Χάρτης παραγωγής υπολειμμάτων (στελεχών) βαμβακιού με χαρακτηριστική υψηλή παραγωγή στις περιοχές της Λάρισας και των Φαρσάλων
- Υπολειμμάτων κλαδέματος με χαρακτηριστικές περιοχές υψηλής παραγωγής τις περιοχές Τυρνάβου, Αγιάς και Συκουρίου

γ) Υπολειμμάτων χειμερινών σιτηρών με χαρακτηριστικές περιοχές υψηλής παραγωγής τις ξηρικές εκτάσεις μεταξύ Λάρισας και Φαρσάλων.

δ) Συνολική παραγωγή υπολειμμάτων καλλιεργειών

ε) Χάρτης της παραγόμενης ενέργειας από τα υπολείμματα των καλλιεργειών που δείχνει χαρακτηριστικές περιοχές μεγάλης παραγωγής

1.3.2 Παραγωγή Ζωικών αποβλήτων

Οι παραγόμενες ποσότητες κοπριάς και ούρων κατά Κοινότητα φαίνονται στο Πίνακα του Παραρτήματος. Η κοπριά παράγεται σε δύο μορφές. Είτε χωριστά η στερεή κοπριά και τα ούρα οπότε έχουμε να διαχειριστούμε δύο διαφορετικά προϊόντα είτε και τα δύο μαζί σε μορφή ρευστού (Slurry). Στο θεματικό χάρτη φαίνεται η παραγωγή κοπριάς και ούρων από τις μονάδες του Νομού. Με χαρακτηριστικές περιοχές υψηλής παραγωγής στον άξονα Λάρισας, Τυρνάβου, Ελασσόνας.

1.3.3 Παραγωγή υπολειμμάτων υλοτομιών από τα δάση της περιοχής

Από τους πίνακες υλοτομίας υπολογίσθηκε η δασική βιομάζα που παράγεται κάθε χρόνο από κάθε δάσος και βάσει των διαχειριστικών μελετών που είχαμε στην διάθεσή μας παρουσιάζεται συγκεντρωτικά η παραγόμενη κατ' έτος βιομάζα. Η δημιουργία των πινάκων έγινε κατά τέτοιο τρόπο ώστε να διευκολύνεται η ενημέρωση του πίνακα επειδή η κάθε διαχειριστική μελέτη καλύπτει διαφορετικό χρονικό διάστημα διαχείρισης του κάθε δάσους.

Ο Πίνακας 10 περιέχει τον συνολικό όγκο που υλοτομείται ή πρόκειται να υλοτομηθεί σύμφωνα με την διαχειριστική μελέτη για την περίοδο που αυτή συντάσσεται και ο Πίνακας του παραρτήματος δίδει τον όγκο που υλοτομείται ή πρόκειται να υλοτομηθεί από κάθε δασικό είδος και σύμφωνα με την διαχειριστική μελέτη.

| Πίνακας 10. Συγκεντρωτικά στοιχεία υλοτομιών των δασών του Νομού Λάρισας | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|
| Διαχειριστικές Μελέτες | Διαχειριστική Περίοδος | 1982-1990 σε m ³ | 1991-2000 σε m ³ | 2001-2010 σε m ³ | Σύνολο Διαχειρ. Περιόδου σε m ³ |
| ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ-ΠΟΥΡΝΑΡΙΟΥ | 1996-2005 | 0 | 2240 | 1816 | 4056 |
| ΒΕΡΔΙΚΟΥΣΙΑΣ | 1997-2006 | 0 | 15348 | 22414 | 37762 |
| ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ-ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗΣ | 1998-2007 | 0 | 620 | 0 | 620 |
| ΚΑΡΥΑΣ | 2001-2010 | 0 | 0 | 9186 | 9186 |
| ΚΑΡΥΤΣΑΣ | 1990-1999 | 330 | 2417 | 0 | 2747 |
| ΚΑΤΩ-ΟΛΥΜΠΟΥ | 1982-1990 | 41945 | 0 | 0 | 41945 |
| ΚΙΣΣΑΒΟΥ | 2000-2009 | 0 | 13832 | 90460 | 104292 |
| ΚΟΚΚΙΝΟΠΗΛΟΥ | 1999-2008 | 0 | 17010 | 56716 | 73726 |
| ΚΟΝΟΣΠΟΛΗΣ-ΔΙΑΒΑΣ | 2001-2010 | 0 | 0 | 3660 | 3660 |
| ΜΑΥΡΟΒΟΥΝΙΟΥ | 1993-2002 | 0 | 5308 | 992 | 6300 |
| ΜΕΓΑΛΟΒΡΥΣΟΥ | 1999-2003 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ | 2000-2004 | 0 | 2664 | 8370 | 11034 |
| ΟΜΟΛΙΟΥ | 1989-1997 | 1016 | 4298 | 0 | 5314 |
| ΠΟΛΥΔΕΝΔΡΙΟΥ | 1993-1997 | 0 | 36125 | 0 | 36125 |
| ΣΚΛΗΘΡΟΥ | 2000-2004 | 0 | 2874 | 14416 | 17290 |
| ΣΤΟΜΙΟΥ | 1991-1999 | 0 | 5068 | 0 | 5068 |
| ΤΣΑΚΝΙΑΣ | 1999-2003 | 0 | 2222 | 7542 | 9764 |
| ΤΣΑΠΟΥΡΝΙΑΣ | 1997-2006 | 0 | 2260 | 0 | 2260 |
| Σύνολο | | | | | 371149 |

.Η παραγόμενη δασική βιομάζα έχει θερμογόνο ικανότητα της τάξεως των 17-20 MJ/kg ενώ η υγρασία κατά το χρόνο παραγωγής υπερβαίνει το 45%. Υπάρχει δυνατότητα να αφηθεί η βιομάζα στο έδαφος για διάστημα αρκετό ώστε να περιοριστεί η υγρασία

Στο θεματικό χάρτη φαίνονται οι περιοχές που παράγουν δασική βιομάζα στο Νομό δηλαδή η περιοχή Αγιάς (Κίσαβος) , Μαυροβουνίου και Ολύμπου. Η παραγόμενη βιομάζα είναι μικρή σχετικά με τις εκτιμήσεις των Αποστολάκη και άλλων (1987).

1.3.4 Εκτίμηση της παραγόμενης βιομάζας από βιομηχανίες του νομού

Τα βιομηχανικά υποπροϊόντα που είναι δυνατό να αξιοποιηθούν ενεργειακά προέρχονται κυρίως από τις βιομηχανίες επεξεργασίας γεωργικών και δασικών προϊόντων. Τα υποπροϊόντα που ενδιαφέρουν κυρίως για ενεργειακή αξιοποίηση και διερευνάται η διαθεσιμότητά τους είναι υποπροϊόντα στερεάς μορφής.

Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον από την άποψη της ενεργειακής αξιοποίησης παρουσιάζουν τα υπολείμματα από τα εκκοκιστήρια βαμβακιού και από τις

βιομηχανίες και βιοτεχνίες επεξεργασίας ξύλου. Επίσης, μεγάλη συμμετοχή έχουμε από το ενδοσπέρμιο αμυγδάλων και πυρήνες ροδάκινων. Εδώ, πρέπει να τονίσουμε ότι παρόλη την μεγάλη παραγωγή σε αμύγδαλα και ροδάκινα, αξιοποίηση των υποπροϊόντων αυτών των καλλιεργειών είναι μικρή. Τέλος, μία μικρή συμμετοχή έχουμε και από τα ελαιοτριβεία του νομού, όπου ο πυρήνας (πυρηνόξυλο) μπορεί να διατίθεται σαν στερεό καύσιμο.

Οι Πίνακες του παραρτήματος δίνουν μια συγκέντρωση της παραγωγής των διαφόρων μονάδων με βάση τόσο το προϊόν το οποίο παράγεται όσο και το προϊόν το οποίο απομένει μετά από χρήση μέρους του προϊόντος από πολλές μονάδες. Ειδικότερα οι πίνακες δίνουν την παραγωγή των εκκοκκιστηρίων, των ελαιουργείων, των σπαστήρων αμυγδάλου, των βιομηχανιών μεταποίησης νωπών γεωργικών προϊόντων και των βιομηχανιών και βιοτεχνιών ξύλου.. Δίδονται στοιχεία για τον όγκο του προϊόντος και για το παραγόμενο υποπροϊόν ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις δίδονται και στοιχεία για την χρήση τους από τις εταιρείες. Στον Πίνακα 11 δίδονται στοιχεία για την παραγωγή των υποπροϊόντων στη διάρκεια του έτους. Όπως είναι φυσικό υπάρχουν βιομηχανίες που παράγουν υλικό όλο το χρόνο αλλά και πολλές που το παράγουν εποχιακά.

Πίνακας11 . Χρόνοι παραγωγής υπολειμμάτων υλοτομιών και βιομηχανικών υποπροϊόντων και αποβλήτων

| Μήνες | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| Υπολείμματα Υλοτομιών | | | | | | ← | → | | | | | |
| Υπολείμματα εκκοκκιστηρίων | ← | → | | | | | | | | ← | → | |
| Υπολείμματα κονσερβοποιίας | | | | | | ← | → | | | | | |
| Υπολείμματα βιομηχανίας ξύλου | ← | → | | | | | | | | | | → |
| Υπολείμματα σπαστηρίων ξηρών καρπών | | | | | | | | ← | → | | | |
| Υπολείμματα σπορελαιουργείων | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

Στους θεματικούς χάρτες δίδονται στοιχεία για την κατανομή της παραγόμενης βιομάζας στο Νομό. Στους χάρτες παρουσιάζονται τα στοιχεία για:

- Α) τα εκκοκκιστήρια που είναι συγκεντρωμένα στον άξονα Λάρισας – Φαρσάλων
- Β) των ελαιουργείων που είναι συγκεντρωμένα στις περιοχές Συκουρίου, Αγιάς.
- Γ) των κονσερβοποιών κυρίως ροδάκινου που βρίσκονται γύρω από τη Λάρισα
- Δ) των μονάδων παραγωγής επίπλων και των ξυλουργείων που είναι συγκεντρωμένα στη περιοχή της Λάρισας

Ε) στο χάρτη αυτό φαίνονται συγκεντρωμένα τα στοιχεία για τη συνολικά παραγόμενη βιομάζα από τη βιομηχανία του Νομού με συγκεντρώσεις στη Λάρισα και Φάρσαλα.

Κεφάλαιο 2. Ανάλυση των τεχνολογιών συγκομιδής και εκτίμηση του κόστους συγκομιδής με χρήση διαφόρων τεχνολογιών. Ανάλυση προβλημάτων μεταφοράς και αποθήκευσης. Διερεύνηση δυνατότητας διαδοχικής τροφοδοσίας με διάφορες πρώτες ύλες.

2.1 Εισαγωγή

Η βιομάζα όταν παράγεται μπορεί να είναι διασπαρμένη στο χωράφια ή στα δάση ή να είναι συγκεντρωμένη στη βιομηχανία. Στη πρώτη περίπτωση η βιομάζα πρέπει να συγκομιστεί, να συσκευαστεί σε μονάδες υψηλής πυκνότητας ώστε να μεταφερθεί στη μονάδα μετατροπής με το χαμηλότερο δυνατόν κόστος. Η συγκομιδή της βιομάζας έχει απασχολήσει σημαντικά τη βιομηχανία κατασκευής γεωργικού εξοπλισμού καθώς το κόστος συγκομιδής και μεταφοράς είναι κρίσιμα για την οικονομικότητα της αξιοποίησης. Κατ' αρχή είναι λογικό να χρησιμοποιηθούν μηχανήματα που χρησιμοποιούνται σήμερα για τη συγκομιδή χόρτου. Η βιομάζα είναι ένα ογκώδες υλικό το οποίο απαιτεί ανάλογους χειρισμούς με το χόρτο. Η αύξηση της χρήσης των μηχανημάτων συγκομιδής του χόρτου θα έχει επί πλέον σημαντική επίπτωση στη μείωση των επιπτώσεων των αποσβέσεων ανά μονάδα παραγόμενου προϊόντος. Είναι πιθανόν ότι εάν αρχίσει μια εκτεταμένη συγκομιδή και αξιοποίηση της βιομάζας να αναπτυχθούν μηχανήματα ειδικά για κάθε περίπτωση. Τα μηχανήματα συγκομιδής του χόρτου που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι δύο κατηγοριών. Τα μηχανήματα για παραγωγή ξηρού χόρτου σε δέματα και τα σιλοκοπτικά.

2.1.1 Σιλοκοπτικά

Τα σιλοκοπτικά είναι μηχανήματα που συγκομίζουν το χόρτο με υψηλή υγρασία για ενσίρωση μια μέθοδο συντήρησης του χόρτου με υψηλή υγρασία. Το χόρτο τεμαχίζεται σε μικρά τεμάχια μεγέθους εκατοστών και εκτοξεύονται στα οχήματα μεταφοράς. Ο τεμαχισμός της βιομάζας είναι οπωσδήποτε χρήσιμος καθώς διευκολύνεται η τροφοδοσία των καυστήρων. Παρουσιάζουν όμως μια σειρά μειονεκτήματα που θα δημιουργήσουν αρκετά προβλήματα όπως:

α) Είναι συνήθως προσαρμοσμένα στο καλαμπόκι και επομένως λειτουργούν για αποστάσεις μεταξύ των σειρών 80 εκατοστών άρα δεν κάνουν για το βαμβάκι. Χρησιμοποίηση σιλοκοπτικών μετά από κοπή και συγκέντρωση των υπολειμμάτων είναι επίσης δυνατή γι' αυτές τις περιπτώσεις.

β) Καταναλώνουν μεγάλα ποσά ενέργειας για τον τεμαχισμό και την εκτόξευση που επιβαρύνουν τη διαδικασία.

γ) Το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι η υψηλή υγρασία των στελεχών. Τα τεμαχισμένα στελέχη δεν μπορούν να αποθηκευτούν διότι ανάβουν (θέρμανση από δράση μικροοργανισμών σε υγρό υπόστρωμα). Θα πρέπει επομένως να συνδυαστούν με ξήρανση οπότε αυξάνεται το κόστος είτε με άμεση καύση με τις νέες τεχνολογίες που μπορούν να καίνε υψηλής υγρασίας υπολείμματα.

δ) Σημαντικό πρόβλημα επίσης είναι η αδυναμία αποθήκευσης στο ύπαιθρο διότι η βροχή διεισδύει στο σωρό και προκαλεί καταστροφή του προϊόντος.

Για τα προαναφερθέντα προβλήματα θεωρείται ότι σε πρώτη φάση πρέπει να προτιμηθεί η συσκευασία σε δέματα και η σταδιακή μεταφορά τους στη μονάδα μετατροπής.

2.1.2 Χρήση μηχανημάτων παραγωγής ξηρού χόρτου

α) Τα μηχανήματα για παραγωγή ξηρού χόρτου σε δέματα περιλαμβάνουν μια σειρά εργασιών όπως κοπή των στελεχών, συγκέντρωση των στελεχών, δεματοποίηση, φόρτωση των δεμάτων σε οχήματα μεταφοράς και μεταφορά. Η κοπή των στελεχών γίνεται είτε με παλινδρομικά χορτοκοπτικά είτε με περιστροφικά. Η συγκέντρωση του χόρτου για δεματοποίηση γίνεται με χορτοσυλλέκτες διαφόρων τύπων. Η συσκευασία – δεματοποίηση του χόρτου γίνεται με μια σειρά μηχανών που μπορούν να καταταγούν σε τέσσερις κατηγορίες:

1. Χορτοδετικές για μικρά ορθογώνια δέματα. Τα δέματα βάρους 20 – 40 κιλών είναι συσκευασμένα με σχοινί ή σύρμα. Τα δέματα έχουν διαστάσεις και πυκνότητα που φαίνεται στον Πίνακα 2.1
2. Χορτοδετικές για μεγάλα κυλινδρικά δέματα βάρους από 200 –1000 κιλά. Τα δέματα συσκευάζονται με σχοινί ή λεπτό δίκτυ
3. Χορτοδετικές για μεγάλα ορθογώνια δέματα βάρους από 200-1000 κιλά συσκευασμένα με σχοινί
4. Κυβοποιητικές μηχανές παράγουν το χόρτο συμπιεσμένο σε μικρούς κύβους ή κυλινδρικά στοιχεία μεγέθους 0,5 έως 5 εκατοστών.

Ο κάθε τύπος μηχανήματος έχει τα δικά του πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα καθώς και καταλληλότητα για συγκομιδή βιομάζας. Οι χορτοδετικές για μικρά ορθογώνια δέματα είναι οι περισσότερο διαδεδομένες στη χώρα μας. Η χρήση τους για συγκομιδή βιομάζας παρουσιάζει δύο προβλήματα. α) τον τρόπο τροφοδοσίας που αναγκάζει το χόρτο να περάσει από ένα μαχαίρι στο έμβολο συμπίεσης που όταν η βιομάζα είναι υγρή ή ξυλώδεις παθαίνει εμπλοκές β) η διακίνηση των δεμάτων γίνεται κυρίως με τα χέρια που αυξάνει το κόστος. Οι χορτοδετικές για μεγάλα ορθογώνια δέματα έχουν το βασικό μειονέκτημα ότι είναι μηχανήματα μεγάλης αρχικής αξίας και για να αποσβεστούν πρέπει να αυξηθεί ουσιαστικά η χρήση τους. Τα ορθογώνια δέματα έχουν ουσιαστικό πλεονέκτημα στη μεταφορά και αποθήκευση καθώς εκμεταλλεύονται καλύτερα δεδομένους όγκους (μεταφορικού μέσου, αποθήκης). Το κύριο μειονέκτημα είναι η δυσκολία αποθήκευσής τους στο ύπαιθρο. Πρέπει να είναι σκεπασμένα για να μη εισχωρήσει το νερό της βροχής μέσα στη βιομάζα και να την καταστρέψει. Η κάλυψη έχει προβλήματα και κόστος.

Τα μεγάλα κυλινδρικά δέματα έχουν αρχίσει να εισάγονται στη περιοχή. Έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα όπως την τροφοδοσία του υλικού από ένα μεγάλο άνοιγμα που επιτρέπει τροφοδοσία τόσο ξυλώδους υλικού όσο και υγρού χωρίς προβλήματα. Έχουν επίσης σημαντικό πλεονέκτημα τη δυνατότητα αποθήκευσης στο ύπαιθρο σε ξηρά υποστρώματα χωρίς κάλυψη καθώς το νερό της βροχής δεν εισέρχεται στα δέματα. Ως κύριο μειονέκτημα πρέπει να θεωρηθεί η κακή εκμετάλλευση του όγκου μεταφοράς και αποθήκευσης καθώς και η μικρή σχετικά απόδοση καθώς τα μηχανήματα δεν είναι συνεχούς λειτουργίας..

Το κόστος συγκομιδής της βιομάζας μπορεί να βρεθεί με δύο τρόπους. Με βάση τις τιμές της αγοράς που παίρνουν οι επαγγελματίες ιδιότητες μηχανημάτων με την υπόθεση ότι οι τιμές για το χόρτο ισχύουν για τη βιομάζα, είτε με βάση την αξία των

μηχανημάτων και υποθέσεις για την ετήσια χρήση, την απόδοση στο χωράφι και το κόστος επισκευών και συντήρησης. Οι δύο μέθοδοι θα χρησιμοποιηθούν παράλληλα για να δοθεί μια ικανοποιητική εικόνα του κόστους.

2.2. Άχυρο χειμερινών σιτηρών

Μετά τη συγκομιδή του καρπού, το άχυρο αφήνεται σε σειρές στο χωράφι από την Θ/Α. Το υλικό είναι αρκετά ξηρό στη χώρα μας για ασφαλή αποθήκευση. Η συσκευασία με κοινές χορτοδετικές μικρών ορθογωνίων δεμάτων (διακίνηση με τα χέρια) είναι η συνήθης πρακτική

Το κόστος συσκευασίας σε δέματα περίπου 25 κιλών ανέρχεται από 0,6 έως 0,8 €/δέμα (Οι τιμές αναφέρονται στο καλοκαίρι του 2005) . Η μεταφορά και η τοποθέτηση σε σωρούς από 0,40 έως 0,50 €/δέμα. Η μεταφορά εκτιμάται σε 270€ για μεταφορά 300 δεμάτων σε απόσταση περίπου 50-100 km. Συνήθως ο παραγωγός πληρώνεται για το άχυρο περίπου το κόστος οργώματος που είναι 10 €/στρέμμα, με παραγωγή 5-6 δεμάτων το στρέμμα. Η ανάλυση του κόστους με τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.1.

.Πίνακας 2.1 Κόστος συγκομιδής άχυρου χειμερινών σιτηρών (€/kg)

| | Χαμηλές τιμές | Υψηλές τιμές |
|------------------------|---------------|--------------|
| Παραγωγή kg/στρέμμα | 210 | 210 |
| Παραγωγός € | 10 | 10 |
| Δεματοποίηση €/στρέμμα | 3,6 | 4,8 |
| Φόρτωμα - ξεφόρτωμα | 2,4 | 3,0 |
| Μεταφορά | 3,0 | 5,4 |
| Συνολικό κόστος | 19 | 23,2 |
| Κόστος € ανά κιλό | 0,09 | 0,11 |

Το κόστος αυτό μπορεί να μειωθεί με χρήση νέων μηχανημάτων μεγάλης απόδοσης και με πλήρη εκμηχάνιση της εργασίας. Τέτοια μηχανήματα είναι:

- μεγάλων ορθογωνίων δεμάτων
- μεγάλων κυλινδρικών δεμάτων

Με τα μηχανήματα αυτά μπορεί να μειωθεί σημαντικά το κόστος συσκευασίας και διακίνησης, καθώς η μηχανική εργασία είναι πολύ φθηνότερη από την ανθρώπινη. Επί πλέον είναι μεγάλων αποδόσεων. Τέτοια μηχανήματα δεν εργάζονται σε μεγάλη έκταση στην Ελλάδα και δεν υπάρχουν ακριβή στοιχεία. Η εκτίμηση του κόστους συγκομιδής με κυλινδρικά δέματα παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.2.

Πίνακας 2.2 Εκτίμηση κόστους συγκομιδής άχυρου χειμερινών σιτηρών με κυλινδρικά δέματα (€/kg)

| | |
|------------------------|-------|
| Παραγωγή kg/στρέμμα | 210 |
| Παραγωγός € | 10 |
| Δεματοποίηση €/στρέμμα | 1,8 |
| Φόρτωμα – ξεφόρτωμα | 0,4 |
| Μεταφορά | 3,0 |
| Συνολικό κόστος | 15,2 |
| Κόστος ανά κιλό | 0,072 |

Ένα μεγάλο πλεονέκτημα των μεγάλων κυλινδρικών δεμάτων είναι η δυνατότητα αποθήκευσης στο ύπαιθρο ιδιαίτερα σε συσκευασία με δίχτυ. Αυτό περιορίζει σημαντικά τόσο το κόστος αποθήκευσης όσο και τους απαιτούμενους χώρους, καθώς τα δέματα μπορούν να μείνουν στους αγρούς και να μεταφερθούν σταδιακά.

Για τα μεγάλα ορθογώνια δέματα το κόστος δεματοποίησης είναι λίγο μεγαλύτερο αλλά είναι μειωμένο το κόστος μεταφοράς. Προϋπόθεση η εντατική χρήση του μηχανήματος, που είναι μεγάλου κόστους αλλά και απόδοσης.

Μέρος του άχυρου (ύψους 10-20 εκ.) μένει στο χωράφι. Μπορεί και αυτό να κοπεί (χορτοκοπτικό), να συγκεντρωθεί σε σειρές (χορτοσυλέκτης) και εν συνεχεία να συσκευασθεί σε δέματα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι σε μεγάλης κλίμακας εργασίες το κόστος αναμένεται να μειωθεί σημαντικά. Όταν λειτουργούσε το εργοστάσιο αχυροκυτταρίνης στην Λάρισα (δεκαετία του 1980), το κόστος προμήθειας άχυρου ήταν λιγότερο από το μισό από το κόστος στους κτηνοτρόφους της περιοχής.

Στον Πίνακα 2.3 φαίνεται το κόστος των εργασιών με βάση την κοστολόγηση των επί μέρους κονδυλίων που βασίζεται στο, Πίνακα του παραρτήματος

2.3 Υπολείμματα καλαμποκιού

Μετά τη συγκομιδή παραμένουν στο χωράφι:

- Στελέχη συνδεδεμένα με την ρίζα
- Στελέχη κομμένα
- Φύλλα - σπάδικες σε σειρές, όπως τα άφησε η Θ/Α

Είναι προφανές ότι η συλλογή απαιτεί κοπή των στελεχών με χορτοκοπτικό. Προκαταρκτικές δοκιμές έδειξαν ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί χορτοκοπτικό με παλινδρομικά μαχαίρια διότι «μπουκώνει». Καλά αποτελέσματα έδωσε χορτοκοπτικό με περιστρεφόμενους δίσκους.

Η εκτίμηση του κόστους και η ανάλυσή του παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.4.

Πίνακας 2.4 Κόστος συγκομιδής άχυρου καλαμποκιού (€/kg)

| | Χαμηλές τιμές | Υψηλές τιμές | Με κυλινδρικά δέματα |
|------------------------|---------------|--------------|----------------------|
| Παραγωγή kg/στρέμμα | 1000 | 1000 | 1000 |
| Παραγωγός € | 10 | 10 | 10 |
| Κοπή | 4 | 5 | 4 |
| Δεματοποίηση €/στρέμμα | 24 | 32 | 12 |

| | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|
| Φόρτωμα – ξεφόρτωμα | 16 | 20 | 8 |
| Μεταφορά | 25 | 36 | 25 |
| Συνολικό κόστος | 79 | 103 | 55 |
| Κόστος ανά κιλό | 0,079 | 0,103 | 0,055 |

Εργασίες μεγάλης κλίμακας μπορούν να κατεβάσουν το κόστος ακόμα περισσότερο.

2.4. Στελέχη βαμβακιού

Τα στελέχη βαμβακιού με υψηλό βαθμό ξυλοποιήσεως, αφήνονται στο χωράφι χωρίς να κοπούν μετά την συγκομιδή του συσπόρου βαμβακιού. Σε εργασία στις Η.Π.Α., κατασκευάστηκε ένα μηχάνημα με δύο τροχούς, κάθετους προς την σειρά των φυτών. Οι τροχοί περιστρέφονται ο ένας στον άλλο, πιάνουν τα στελέχη και τα εκριζώνουν. Τα στελέχη με τις ρίζες αφήνονται να ξεραθούν στο χωράφι τόσο τα ίδια όσο και τυχόν χώματα που θα προσκολληθούν στις ρίζες. Μετά την ξήρανση συγκεντρώνονται και συσκευάζονται είτε σε μεγάλα κυλινδρικά δέματα είτε σε μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για τη συμπίεση συσπόρου βαμβακιού (compactors). Στο Ισραήλ έγινε προσπάθεια συγκομιδής του υπέργειου τμήματος με μέρος της ρίζας με κοπή λίγο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους..

Έρευνα στην Ελλάδα έδειξε ότι, με τις επικρατούσες συνθήκες, η συγκομιδή με εκρίζωση δεν είναι εύκολη λόγω του χώματος που προσκολλάται στις ρίζες. Δοκιμάστηκε μια μέθοδος με κοπή των στελεχών και συγκομιδή όλου του υπέργειου τμήματος. Τα στελέχη έχουν υγρασία περίπου 40% και επομένως δεν είναι δυνατή η ασφαλής αποθήκευσή τους. Συσκευασία σε μεγάλα κυλινδρικά δέματα απέδειξε ότι είναι δυνατή η συσκευασία και η αποθήκευση στο ύπαιθρο χωρίς προβλήματα, με την προϋπόθεση ξηρού υποστρώματος τοποθέτησης των δεμάτων. Αποδείχθηκε επίσης ότι σε 20 ημέρες του Δεκεμβρίου τα στελέχη έχασαν υγρασία από 40% σε κάτω του 20%.

Η εκτίμηση του κόστους παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.5.

Πίνακας 2.5. Κόστος συγκομιδής στελεχών βαμβακιού (€/kg)

| | Χαμηλές τιμές | Υψηλές τιμές | Με κυλινδρικά δέματα |
|------------------------|---------------|--------------|----------------------|
| Παραγωγή kg/στρέμμα | 250 | 250 | 250 |
| Παραγωγός € | 10 | 10 | 10 |
| Κοπή | 4 | 5 | 4 |
| Γύρισμα | 2 | 2 | 2 |
| Δεματοποίηση €/στρέμμα | 6 | 10 | 3 |
| Φόρτωμα – ξεφόρτωμα | 6 | 10 | 3 |
| Μεταφορά | 7 | 9 | 7 |
| Συνολικό κόστος | 35 | 46 | 29 |
| Κόστος ανά κιλό | 0,14 | 0,18 | 0,12 |

2.5 Κλαδιά δένδρων μετά το κλάδεμα

Τα κλαδιά μετά το κλάδεμα αφήνονται στην επιφάνεια του εδάφους. Υπάρχουν μηχανήματα που συλλέγουν τα κλαδιά από το έδαφος και τα συσκευάζουν σε μικρά κυλινδρικά δέματα. Σε άλλες λύσεις τα κλαδιά μαζεύονται στην άκρη του χωραφιού με οδοντωτές σβάρνες και συσκευάζονται σε Compactors σύσπορου βαμβακιού ή σε κάποια μορφή πρέσας. Συσκευασία των υπολειμμάτων κλαδέματος μπορεί να γίνει σε μεγάλα κυλινδρικά δέματα με τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που αναφέρθηκαν.

Ανάλογες τεχνικές έχουν χρησιμοποιηθεί για συγκέντρωση υπολειμμάτων υλοτομιών. Το κόστος συγκομιδής είναι ανάλογο με τα στελέχη του βαμβακιού αλλά με παραγωγές της τάξης των 500 kg/στρέμμα, όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.6.

Πίνακας 2.6 Κόστος συγκομιδής υπολειμμάτων κλαδέματος με κυλινδρικά δέματα (€/kg)

| | |
|------------------------|-------|
| Παραγωγή kg/στρέμμα | 500 |
| Παραγωγός € | 10 |
| Κοπή | 4 |
| Γύρισμα | 2 |
| Δεματοποίηση €/στρέμμα | 3 |
| Φόρτωμα – ξεφόρτωμα | 3 |
| Μεταφορά | 14 |
| Συνολικό κόστος | 36 |
| Κόστος ανά κιλό | 0,072 |

Τονίζεται ότι οι τιμές κόστους που αναφέρονται πιο πάνω αφορούν τιμές επαγγελματιών με γεωργικά μηχανήματα για εργασία σε μηδική σε γενικά μικρά αγροκτήματα. Η χρήση των ίδιων μηχανημάτων σε εργασίες συγκομιδής τόσο μεγάλης κλίμακας θα μειώσουν σημαντικά το κόστος συγκομιδής τόσο από μείωση των αποσβέσεων των μηχανημάτων από τη μεγαλύτερη χρήση όσο και από τη μείωση του κόστους από περιορισμό μεταφορών και απόκτηση μεγαλύτερης εμπειρίας από τα συνεργεία των εργαζόμενων. Θεωρείται δυνατή μια μείωση του κόστους σε επίπεδο 70% έως και 50% επί του αναφερομένου παραπάνω.

Με βάση τα παραπάνω, ο Πίνακας 2.7 συνοψίζει το εύρος κόστους συγκέντρωσης βιομάζας διαφόρων τύπων, λαμβάνοντας υπόψη την οικονομικότερη διαδικασία συλλογής.

Πίνακας 2.7 Εύρος κόστους συγκέντρωσης βιομάζας (€/kg)

| Πηγή βιομάζας | Υψηλή τιμή | Χαμηλή τιμή | Ενδιάμεση τιμή |
|-------------------|------------|-------------|----------------|
| Άχυρο σιτηρών | 0,10 | 0,05 | 0,07 |
| Άχυρο καλαμποκιού | 0,055 | 0,03 | 0,04 |
| Βαμβάκι | 0,12 | 0,07 | 0,09 |

| | | | |
|----------------|------|------|------|
| Κλαδιά δένδρων | 0,07 | 0,04 | 0,05 |
|----------------|------|------|------|

2.6 Εκτίμηση του κόστους των μηχανημάτων και των εργασιών

Η εκτίμηση του κόστους έγινε με βάση τιμές των μηχανημάτων της αγοράς. Θεωρήθηκε μια υπολειμματική αξία της τάξεως του 10% της αρχικής. Ο χρόνος διατήρησης των μηχανημάτων ορίστηκε σε 8 έτη για τα παρελκόμενα και 12 έτη για τον γ.ε. Ο ετήσιος χρόνος λειτουργίας του εξοπλισμού ορίστηκε στις 1000 ώρες. Οι συνήθεις χρόνοι χρήσεως του εξοπλισμού είναι κατά πολύ μικρότεροι. Για την παραγωγή χόρτου εκτιμώνται σε λιγότερο από 400 ώρες το έτος. Η χρήση όμως σε εργασίες συγκομιδής της βιομάζας εκτιμάται ότι θα αυξήσουν σημαντικά το χρόνο εργασίας. Για παράδειγμα η λειτουργία για δύο συνολικά μήνες στη συγκομιδή στελεχών βαμβακιού και καλαμποκιού με δεκάωρη ημερήσια εργασία θα καλύψει 600 ώρες λειτουργίας που αντιστοιχούν σε συγκομιδή 6000 στρεμμάτων που είναι διαθέσιμα. Η κοστολόγηση των εργασιών φαίνεται στο Πίνακα του παραρτήματος και συνοπτικά στον Πίνακα 2.8. Όπως φαίνεται η τιμή του κόστους είναι παραπλήσια με τις τιμές που παίρνουν οι επαγγελματίες του είδους. Είναι προφανές ότι υπάρχουν σημαντικά περιθώρια μείωσης του κόστους από αύξηση της απασχόλησης και από καλύτερη προμήθεια κυρίως υλικών συσκευασίας που θα προκύψει επίσης από την αυξημένη χρήση.

2.7 Υπολείμματα υλοτομιών

Από τα δάση αποκομίζεται συνήθως η χρήσιμη ξυλεία (κυρίως του κορμού) καθώς και η βιομάζα των χονδρότερων κλάδων. Η βιομάζα των υπόλοιπων κατηγοριών ήτοι λεπτών κλάδων, φυλλώματος, πρέμων και ριζών, παραμένει στο έδαφος είτε γιατί δεν συμφέρει η συλλογή της ή γιατί απαιτείται ειδικός εξοπλισμός και τεχνική.

Τα υπολείμματα είναι διάσπαρτα και η συλλογή και μεταφορά τους απαιτεί μεγάλο κόστος, δυσανάλογο με την αξία τους ως καύσιμη ύλη. Οι κλίσεις των εδαφών είναι μεγάλες και δεν επιτρέπουν την χρήση μηχανημάτων για τη συλλογή και μετατόπιση των δασικών προϊόντων. Η εκτίμηση του κόστους συγκομιδής δεν είναι δυνατόν να γίνει σε γενικευμένη μορφή. Κάθε περιοχή έχει τις δικές ιδιαιτερότητες και πρέπει

να μελετηθεί χωριστά. Μια γενική εκτίμηση είναι ότι η συγκομιδή θα γένει είτε σε μεγάλα κυλινδρικά δέματα με αντίστοιχο κόστος είτε με μετατροπή σε μικρά τεμάχια (chips) και μεταφορά σε μορφή χύδην. Το κόστος είναι παραπλήσιο με το κόστος συγκομιδής των κλαδιών κλαδέματος εφ' όσον οι η τοπογραφία δεν δημιουργεί προβλήματα πρόσβασης ή κίνησης των μηχανημάτων. Είναι προφανές ότι μέρος της βιομάζας αυτής είναι δύσκολο να συγκομιστεί και θα παραμείνει στο δάσος.

2.8 Υπολείμματα βιομηχανιών

Η αξιοποίηση των βιομηχανικών υποπροϊόντων απαιτεί συνήθως τη μεταφορά του υλικού από τη βιομηχανία στη μονάδα μετατροπής σε ενέργεια. Επομένως το κόστος αποτελείται από το κόστος μεταφοράς και τη τιμή που θα ζητήσει η βιομηχανία. Είναι προφανές ότι η διαπραγμάτευση της τιμής είναι ιδιαίτερα σημαντική. Από τα υπολείμματα της βιομηχανίας τα υποπροϊόντα των εκκοκκιστηρίων και της βιομηχανίας ξύλου είναι γενικά ξηρά ενώ των κονσερβοποιείων και των ελαιτριβείων είναι υγρά και παρουσιάζουν

Κεφάλαιο 3. Διαστασιολόγηση μονάδας καύσης βιομάζας για συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας με βάση το υπάρχον δυναμικό βιομάζας και τη δυνατότητα χρήσης της παραγόμενης θερμότητας.

3.1 Εισαγωγή

Η παραγόμενη βιομάζα σε μορφή στελεχών, συσκευασμένη σε δέματα πρέπει να μεταποιηθεί σε ενέργεια. Πολλές μέθοδοι μετατροπής έχουν χρησιμοποιηθεί ή βρίσκονται σε στάδια ερευνητικής διερεύνησης. Η εξαερίωση για παραγωγή ξυλοκάρβουνου ή κυρίως πτωχού αερίου και η πυρόλυση κυρίως η γρήγορη (flash) είναι σε πειραματικό – ερευνητικό επίπεδο. Η σήμερα αποδεκτή τεχνολογία μετατροπής είναι η καύση δηλαδή η άμεση ένωση των στοιχείων της βιομάζας με οξυγόνο της ατμόσφαιρας με παραγωγή θερμότητας. Οι υπάρχουσες σε λειτουργία εγκαταστάσεις έχουν μεγέθη από λίγα W για θέρμανση κατοικιών, γεωργικών και βιοτεχνικών, βιομηχανικών εγκαταστάσεων, μέχρι μεγάλης ισχύος μονάδες που συνήθως δίνουν συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας. Σε εγκαταστάσεις θέρμανσης η βιομάζα τροφοδοτείται σύμφωνα με τη ζήτηση θερμότητας και παύει να λειτουργεί όταν δεν υπάρχει ζήτηση θερμότητας. Η έναυση γίνεται συνήθως με τη βοήθεια καυστήρα πετρελαίου. Στις μονάδες συμπαραγωγής η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια πωλείται στο δίκτυο με την υψηλή τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ενώ υπάρχει σοβαρό πρόβλημα στην αξιοποίηση της παραγόμενης θερμότητας. Με βάση τον ισχύοντα Νόμο, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια καθώς και η ισχύς μπορεί να πωλείται στον ΔΕΣΜΗΕ σε συγκεκριμένο τιμολόγιο που ισχύει για την παραγωγή από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ). Οι σημερινές ισχύουσες χρεώσεις του τιμολογίου αυτού είναι:

- Χρέωση ενέργειας: 0,06842 €/kWh
- Χρέωση ισχύος: 1,7645 €/kW/μήνα.

Καθώς οι τιμές αυτές συνδέονται με τα τιμολόγια Μέσης Τάσης της ΔΕΗ, η διαχρονική τους τάση αναμένεται να είναι αυξητική.

Ένα σοβαρό πρόβλημα που έχει άμεση επίδραση στην οικονομικότητα των μονάδων συμπαραγωγής είναι η αξιοποίηση της θερμότητας.

3.2 Μονάδες συμπαραγωγής

Μονάδες συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και θερμότητας υπάρχουν αρκετές στον Ευρωπαϊκό χώρο. Η τεχνολογία που φαίνεται να έχει αναπτυχθεί και εφαρμόζεται με ικανοποιητικούς βαθμούς απόδοσης είναι οι μονάδες συνδυασμένου κύκλου με διαθερμικό υγρό και κύκλο Rankine. Μια τέτοιου τύπου μονάδα έχει εγκατασταθεί στην μονάδα της ΠΙΝΔΟΣ ΑΕ στα Γρεβενά, ιδιοκτησίας της εταιρεία ALFA WOOD ΑΕ με έδρα τη Λάρισα. Η μονάδα κατασκευάστηκε από Ελληνική εταιρεία που εδρεύει στη Θεσσαλονίκη και στα στοιχεία αυτά θα στηριχθεί η ανάλυση.

Η μονάδα συμπαραγωγής με καύση βιομάζας, περιλαμβάνει πέντε βασικές υπομονάδες:

- Την υπομονάδα υποδοχής της βιομάζας
- Την υπομονάδα αποθήκευσης, μεταποίησης και τροφοδοσίας της βιομάζας
- την υπομονάδα καύσης της βιομάζας και
- την υπομονάδα ηλεκτροπαραγωγής.
- Την υπομονάδα διάθεσης της θερμότητας

Η Μονάδα υποδοχής της βιομάζας., θα πρέπει να έχει υποδομή για ζύγισμα της βιομάζας ώστε να πληρώνονται οι προμηθευτές. Εάν η βιομάζα είναι ξηρή και μπορεί να αποθηκευτεί χωρίς κίνδυνο ανάματος θα οδηγείται στην αποθήκη

Η υπομονάδα αποθήκευσης, μεταποίησης και τροφοδοσίας της βιομάζας θα έχει μέγεθος που θα καλύπτει τις ανάγκες για ορισμένο χρονικό διάστημα. Προτείνεται το διάστημα των 20 ημερών ώστε να εξασφαλιστεί η λειτουργία της μονάδας σε περιόδους με βροχές, χιόνια κλπ που κάνουν αδύνατη την προσκόμιση νέων ποσοτήτων βιομάζας. Για μια μονάδα συμπαραγωγής ενός MW ηλεκτρισμού και 5,5 MW θερμότητας απαιτείται αποθηκευτικός χώρος για 1000 τόνους βιομάζας περίπου ή 4000 κυλινδρικών δεμάτων. Εάν η βιομάζα είναι υγρή και πρέπει να ξηραθεί θα πρέπει να προβλεφτεί μονάδα ξήρασης που στην παρούσα μελέτη προτείνεται να αποφευχθεί γιατί από τη μια πλευρά αυξάνει το κόστος από την άλλη η προτεινόμενη συγκομιδή σε μεγάλα κυλινδρικά δέματα μπορεί να δώσει βιομάζα με υγρασία που επιτρέπει την αποθήκευση. Μελέτη απέδειξε (Gemtos and Tsiricoglou 19) ότι η βιομάζα σε μεγάλα κυλινδρικά δέματα αποθηκευμένη στο ύπαιθρο χωρίς κάλυψη αλλά σε ξηρό υπόστρωμα μπορεί να κατεβάσει μέσα σε 20 ημέρες της υγρασία στελεχών βαμβακιού από 40% σε κάτω του 20 %. Μια μικρά καλυμμένη επιφάνεια που να καλύπτει τις ανάγκες πέντε ημερών είναι απαραίτητη για περιόδους με βροχή.

Μονάδα τροφοδοσίας του καυστήρα. Η βιομάζα που θα συγκεντρωθεί σε δέματα δεν μπορεί να τροφοδοτηθεί κατ' ευθείαν σε μορφή δεμάτων. Τα δέματα πρέπει να αποσυσκευαστούν και να τροφοδοτηθούν τα στελέχη στον καυστήρα. Η διακίνηση των μεγάλων δεμάτων θα γίνεται μηχανικά. Θα αποτίθενται στο χώρα πλησίον του καυστήρα, θα αποσυσκευάζονται και θα αφήνονται για αυτόματη τροφοδότηση στον καυστήρα. Η προτεινόμενη μονάδα μπορεί να δεχθεί βιομάζα χύδην και δεν χρειάζεται άλλη μετατροπή όπως τεμαχισμό ή συμπύκνωση σε πελέτες.

Η υπομονάδα καύσης της βιομάζας είναι το μέρος όπου γίνεται η καύση της βιομάζας. Ο καυστήρας παράγει θερμότητα από την καύση της βιομάζας. Η θερμότητα που παράγεται τροφοδοτείται σε διαθερμικό λάδι, το οποίο στη συνέχεια θερμαίνει νερό προς παραγωγή ατμού, που χρησιμοποιείται από τη μονάδα ηλεκτροπαραγωγής.

Η υπομονάδα ηλεκτροπαραγωγής βασίζεται στον οργανικό κύκλο Rankine (ORC) και είναι πλήρως αυτοματοποιημένη. Κατά την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας ο ατμός μετατρέπεται σε νερό θερμοκρασίας 80°C περίπου. Το νερό αυτό θερμαίνεται στη συνέχεια σε 90°C περίπου μέσω εναλλάκτη, που ανακτά μέρος της θερμότητας των καυσαερίων. Το νερό αυτό είναι ο φορέας της διατιθέμενης θερμότητας, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα σε εφαρμογές που χρειάζονται θερμικό μέσο αυτής της θερμοκρασίας (θέρμανση κτιρίων, κατοικιών, θερμοκηπίων κλπ) ή να εισαχθεί σε δεύτερο σύστημα αύξησης της θερμοκρασίας π.χ σε θερμότητα ατμού για άλλες βιομηχανικές χρήσεις.

Η υπομονάδα διάθεσης της θερμότητας διαμορφώνεται ανάλογα με τον χρήστη. Εδώ πρέπει να προβλεφτεί και βοηθητικός καυστήρας πετρελαίου ή μαζούτ για να καλύπτει του χρήστες σε περιόδους προβλημάτων της λειτουργίας (συντήρηση, βλάβες κλπ)

Τα κύρια χαρακτηριστικά της μονάδας παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά της μονάδας συμπαραγωγής με βιομάζα

| Φορέας θερμότητας | Διαθερμικό λάδι, κλειστό κύκλωμα | |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------|
| Ονομαστική θερμοκρασία διαθερμικού ελαίου (είσοδος / έξοδος μονάδας ΣΗΘ) | 300/250 | °C |
| Ροή διαθερμικού ελαίου | 52,0 | kg/s |
| Εισερχόμενη ισχύς από διαθερμικό λάδι | 6380 | kW |
| Ροή ζεστού νερού | 62,0 | kg/s |
| Θερμοκρασία ζεστού νερού (είσοδος/έξοδος) | 60/80 | °C |
| Θερμική ισχύς στο ζεστό νερό | 5115 | kW |
| Θερμοκρασία ζεστού νερού στην έξοδο του οικονομητή | 81,5 | °C |
| Θερμική ισχύς στο ζεστό νερό στην έξοδο του οικονομητή | 5514 | kW |
| Διαθέσιμη ηλεκτρική ισχύς στην έξοδο | 1100 | kW |
| Ηλεκτρική γεννήτρια | Ασύγχρονη, 1250 kW | |
| Απόδοση λέβητα διαθερμικού ελαίου | 80% | |
| Απαιτούμενη ενέργεια από βιομάζα | 7975 | kW |
| Συνολική απόδοση μονάδας | 83% | |

Δεχόμενοι μια συνολική απόδοση της μονάδας στο 80% και μια συνεχή λειτουργία της μονάδας των 335 ημερών και 30 ημέρες για τις απαραίτητες συντηρήσεις κλπ τότε η μονάδα θα λειτουργεί με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά (Πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.2 Χαρακτηριστικά μονάδας συμπαραγωγής.

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--|
| Χρόνος λειτουργίας ημέρες | 335 | |
| Χρόνος λειτουργίας σε δευτερόλεπτα | 28944 X 10 ³ | |
| Χρόνος λειτουργίας σε ώρες | 8040 | |
| Ισχύς λειτουργίας MW | 6,5 | |
| Παραγόμενη ενέργεια MJ | 168636 X10 ³ | |
| Ενέργεια τροφοδοσία β.α. 0,80 | 210795 X10 ³ | |
| Απαιτούμενη ξηρή ουσία βιομάζας με μέση ΘΙ 18 MJ/kg σε τόνους | 11710,84 | |
| Με απόληψη του 80% της βιομάζας σε τόνους | 14638,55 | |
| Με μέση παραγωγή βιομάζας 300 kg/στρέμμα η απαιτούμενη έκταση είναι σε στρέμματα | 48750 | |

Η υπάρχουσα τεχνολογία επιτρέπει την κατασκευή μονάδων με διαθερμικό λάδι και κύκλο Rankine, μέχρι μέγεθος 1,5 Mw ηλεκτρισμού και 8,25 MW θερμότητας. Επομένως οι τιμές του Πίνακα μπορούν να αυξηθούν κατά 50%.

Είναι προφανές ότι με την παραγόμενη βιομάζα στο Νομό πολλές μονάδες συμπαραγωγής αυτού του μεγέθους μπορούν να γίνουν και να υποστηριχτούν ακόμα και με τυχόν αλλαγή των καλλιεργειών με τη νέα ΚΑΠ. Καθώς οι προτεινόμενες νέες καλλιέργειες όπως η ελαιοκράμβη, ο ηλίανθος κλπ παράγουν επίσης σημαντικές ποσότητες υπολειμμάτων που μπορούν να αξιοποιηθούν. Το κύριο πρόβλημα που πρέπει να λυθεί είναι η αξιοποίηση της θερμότητας που όπως φαίνεται είναι το κλειδί της οικονομικότητας των μονάδων.

Κεφάλαιο 4. Ανάλυση των δυνατών χρήσεων της παραγόμενης θερμότητας και σενάρια αξιοποίησης.

Η διάθεση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι εύκολη καθώς σύμφωνα με την υπάρχουσα νομοθεσία η διάθεση γίνεται άμεσα στο Εθνικό δίκτυο στις τιμές ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ

Η διάθεση της παραγόμενης θερμότητας είναι δυσκολότερη, καθώς προϋποθέτει την ύπαρξη σχετικά μεγάλων καταναλωτών θερμότητας πλησίον της μονάδας, οι οποίοι να μπορούν να απορροφήσουν τη θερμότητα σε όλη (σχεδόν) τη διάρκεια του έτους. Εφαρμογές όπως η θέρμανση χώρων και θερμοκηπίων καλύπτουν τη ζήτηση μόνο κατά τη διάρκεια της περιόδου θέρμανσης (χειμώνας). Ο ιδανικός πελάτης θα ήταν μία ή περισσότερες βιομηχανικές μονάδες που χρησιμοποιούν θερμότητα για τις διεργασίες τους και λειτουργούν σχεδόν όλο το χρόνο.

Η θερμική ισχύς της μονάδα συμπαραγωγής είναι 5,5 MW που αντιστοιχούν σε 19,8 kWh/s ή 71280 kWh/h ή 1710720 kWh/ημέρα και 51.321.600 kWh/μήνα. Αυτή είναι η θερμότητα που πρέπει να καταναλωθεί από το χρήστη για να υπάρξει πλήρης αξιοποίηση.

Είναι προφανές ότι πρέπει να διαμορφωθούν μια σειρά σεναρίων για την αξιοποίηση της παραγόμενης θερμότητας από τη μονάδα συμπαραγωγής. Μια σειρά σεναρίων θα διαμορφωθούν και θα μελετηθούν για να δώσουν μια εικόνα των πιθανών λύσεων.

Σενάριο 1. Χρήση της θερμότητας από βιομηχανία που χρησιμοποιεί συνεχώς θερμότητα όλο το χρόνο. Τέτοιες μονάδες είναι τα βαφεία υφασμάτων. Ο Ν. Λάρισας διαθέτει τέτοιες μονάδες σε διάφορες περιοχές όπως η ΒΠΠΕ Λάρισας, το Μορφοχώρι (ΠΥΡΑΜΙΣ), Στη περίπτωση αυτή η παραγόμενη θερμότητα θα διατίθεται άμεσα και η λειτουργία της μονάδας θα είναι συνεχής με μέγιστα οφέλη.

Σενάριο 2. Σε περιοχές που δεν έχουν βιομηχανίες με συνεχή λειτουργία όπως περιοχές με μονάδες κονσεβοποιίας που θα μπορούσαν χρησιμοποιήσουν την θερμότητα για μια περίοδο περίπου πέντε μηνών. Στη περίπτωση αυτή πρέπει να αναπτυχθούν δραστηριότητες που χρησιμοποιούν θερμότητα στη διάρκεια των χειμερινών μηνών.. Τέτοιες χρήσεις είναι η τηλεθέρμανση οικισμών που μπορεί να καλύψει περίπου πέντε μήνες. Εναλλακτικά μπορεί να αναπτυχθεί μια σειρά θερμοκηπίων που να χρησιμοποιούν την θερμότητα για παραγωγή καλλιεργειών υπό κάλυψη. Εκτιμάται ότι η παραγόμενη θερμότητα από μια μονάδα συμπαραγωγής (5,5 MW) καλύπτει τις ανάγκες περίπου 75 στρεμμάτων θερμοκηπίων.

Σενάριο 3. Σε περιοχές όπου δεν υπάρχει σήμερα χρήστης θερμότητας θα πρέπει να δημιουργηθούν χρήσεις που θα αξιοποιήσουν την παραγόμενη θερμότητα. Ένα τέτοιο σενάριο θα μπορούσε να αναπτύξει δραστηριότητες όπως θερμοκήπια για το χειμώνα (75 στρέμματα γυάλινων θερμοκηπίων όπως πιο πάνω) και μια μονάδα ξήρανσης μηδικής ή άλλων χόρτων το καλοκαίρι..Ο συνδυασμός των δύο δραστηριοτήτων θα επέτρεπε την χρήση της θερμότητας όλο το χρόνο ενώ παράλληλα θα συνέβαλλε στη αναδιάρθρωση των καλλιεργειών και τη δημιουργία νέων δραστηριοτήτων στις αγροτικές περιοχές του Νομού. Τα ξηραντήρια μηδικής και άλλων χόρτων είναι δύο τύπων.:

α) Τα ξηραντήρια τύπου τύμπανου που η θερμοκρασία ξήρανσης είναι της τάξεως των 1000°C Στη περίπτωση αυτή η παραγόμενη θερμότητα 90 °C δεν επαρκεί και

πρέπει να χρησιμοποιηθεί δεύτερος καυστήρας πετρελαίου ή κάρβουνου για να επιτευχθεί η θέρμανση του αέρα.

β) Ξηραντήρια με αλυσίδα κίνησης του χόρτου και ξήρανση με αέρα χαμηλής σχετικά θερμοκρασίας (περίπου 250 °C). Στην περίπτωση αυτή είναι δυνατή είτε η διακοπή της παραγωγής ηλεκτρισμού και διοχέτευση του διαθερμικού λαδιού για θέρμανση του αέρα στην επιθυμητή θερμοκρασία είτε πάλι η χρήση του θερμού νερού των 90 °C με πρόσθετη χρήση καυστήρα πετρελαίου ή κάρβουνου ή βιομάζας.

Σενάριο 4. Το σενάριο αυτό παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον αν πραγματοποιηθεί στην περιοχή επένδυση της EBZ για παραγωγή αιθανόλης από Γλυκό Σόργο ή άλλα παρόμοια υλικά. Όπως είναι γνωστό ή η αιθανόλη παράγεται από την ζύμωση των σακχάρων του χυμού, με τις νέες τεχνολογίες που αναπτύσσονται μπορεί να ζυμωθεί και μέρος των κυτταρινών. Η παραγόμενη αλκοόλη έχει υψηλή περιεκτικότητα σε νερό που πρέπει να εξατμιστεί για να χρησιμοποιηθεί είτε άμεσα ως καύσιμο των βενζινομηχανών είτε για παραγωγή εστέρων με φυτικά λάδια για παραγωγή βιο-ντιζελ. Η απόσταξη της αλκοόλης συνήθως γίνεται με χρήση του υπολείμματος των στελεχών που δεν μπορεί να ζυμωθεί. (Vance Morey et al. 2005). Η μονάδα επομένως θα έχει επενδύσει σε καυστήρες και λοιπό υλικό και επομένως θα μπορεί εύκολα να χρησιμοποιήσει θερμότητα από τη μονάδα συμπαραγωγής ή να κάνει επένδυση συμπαραγωγής και να χρησιμοποιεί τη θερμότητα για την απόσταξη της αλκοόλης όλο το χρόνο.

Η διερεύνηση των σεναρίων αυτών θα γίνει με βάση στοιχεία των βιομηχανιών της περιοχής για να εντοπιστούν μονάδες χρήστες και επομένως κατάλληλοι χώροι εγκατάστασης των μονάδων συμπαραγωγής.

Ζήτηση θερμότητας από Βιομηχανίες του Νομού

Ο Πίνακας των βιομηχανιών του Ν. Λάρισας που καταρτίζει η ΕΣΥΕ δίνει μια πρώτη εικόνα των βιομηχανιών που έχουν εγκατεστημένη θερμική ισχύ και ατμολέβητες που είναι πιθανοί χρήστες της θερμότητας που παράγεται από τις μονάδες συμπαραγωγής. Οι μονάδες αυτές φαίνονται στο Πίνακα του Παραρτήματος. Τα στοιχεία παρουσιάζουν τα συνήθη προβλήματα των στατιστικών της χώρας που πολλές φορές είναι ελλιπή ή διατηρούν μονάδες που έχουν κλείσει πριν από χρόνια. Άμεση επικοινωνία με επιχειρήσεις του Νομού έδωσε τα στοιχεία που φαίνονται στον Πίνακα 4.1. Μεγάλοι καταναλωτές θερμότητας όπως π.χ η ΒΙΟΚΑΡΠΙΕΤ δεν αναφέρονται καθώς έχουν ήδη μονάδα συμπαραγωγής με φυσικό αέριο και παίρνουν από εκεί τη θερμότητα.

Οι μονάδες του Πίνακα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Αυτές που λειτουργούν συνεχώς όλο το χρόνο και επομένως θα είναι μόνιμοι καταναλωτές θερμικών φορτίων και τις εποχιακές που λειτουργούν συνήθως λίγους μήνες το χρόνο κυρίως το καλοκαίρι και το φθινόπωρο. Όπως φαίνεται από τον πίνακα υπάρχουν μονάδες που θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν πλήρως ή μερικώς την παραγόμενη θερμότητα και να συμβάλουν ουσιαστικά στην οικονομικότητα της. Από τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν μια περιοχή που θα μπορούσε να καλύψει δύο μονάδες είναι η ΒΠΠΕ Λάρισας που έχει αρκετές μονάδες που καταναλώνουν θερμότητα. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα εκκοκκιστήρια βάμβακος που τα περισσότερα έχουν ήδη καυστήρες που καίνε τα υπολείμματα της εκκόκκισης του βάμβακος. Σε γενικές γραμμές καύση της μισής ποσότητας των υπολειμμάτων καλύπτει τις ανάγκες του εκκοκκιστηρίου ενώ πλήρης εκμετάλλευση των υπολειμμάτων γίνεται όταν λειτουργεί ταυτόχρονα και μονάδα σπορευλουργείου. Τα εκκοκκιστήρια είναι διεσπαρμένα στο Νομό και

επομένως θα μπορούσαν να είναι φορείς επένδυσης σε συμπαραγωγή που θα έδινε μια διέξοδο απασχόλησης με την αναμενόμενη μείωση της παραγωγής βαμβακιού. Διεσπαρμένες στο Νομό υπάρχουν πολλές μονάδες με μικρές καταναλώσεις θερμικής ενέργειας όπως τα τυροκομεία και τα μικρά ξυλουργεία. Τα τυροκομεία είναι μονάδες με καταναλώσεις της τάξεως των 100 τόνω μαζούτ ή προπανίου το χρόνο για λειτουργεία οτώ ή και περισσοτέρων μηνών που δεν μπορεί να καλύψει την παραγόμενη θερμότητα από τη μονάδα συμπαραγωγής. Μια χωρική κατανομή των καταναλωτών στο Νομό φαίνεται στο χάρτη. Είναι προφανές όπως άλλωστε αναμένονταν ότι μεγαλύτεροι καταναλωτές βρίσκονται κοντά στη Λάρισα όπου βρίσκεται και η μεγαλύτερη συγκέντρωση της βιομηχανίας. Περισσότερο κατανεμημένες στο Νομό είναι μονάδες επεξεργασίας γεωργικών προϊόντων με εποχιακή δραστηριότητα. Η κατανομή αυτή είναι ευνοϊκή για μείωση του κόστους μεταφοράς τη βιομάζας αλλά και για την εγκατάσταση καταναλωτών που παράγουν γεωργικά προϊόντα(θερμοκήπια) είτε επεξεργάζονται γεωργικά προϊόντα όπως ξηραντήρια μηδική ή άλλων χόρτων.

Στον Πίνακα των καταναλωτών ενέργειας εμφανίζεται και μια μονάδα κεραμοποιίας η οποία χρειάζεται θερμότητα σε υψηλή θερμοκρασία (1000° C για το ψήσιμο του υλικού). Τέτοιες μονάδες υπάρχουν και άλλες στο Νομό και σε διάφορες περιοχές. Η μονάδα αυτή είναι ένα παράδειγμα πιθανού χρήσης ξηρής βιομάζας σε συμπυκνωμένη μορφή. Η μονάδα αυτή έχει σήμερα ποσόστωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και επομένως α ωφεληθεί και από τη πώληση δικαιωμάτων ή περιορισμό αγορών ενώ θα υπάρξει σημαντική βελτίωση τη εικόνα της εταιρείας από τη φιλική προς το περιβάλλον πολιτική της.

Κεφάλαιο 5. Ανάλυση του συνολικού κόστους παραγωγής της ενέργειας με βάση τις δυνατές χρήσεις και υποκατάσταση άλλων συμβατικών πηγών ενέργειας.

5.1 Λειτουργία της Μονάδας Συμπαραγωγής με βιομάζα

Η μονάδα συμπαραγωγής με βιομάζα (βλ. σχηματική απεικόνιση, (Σχήμα 5.1) περιλαμβάνει δύο βασικές υπομονάδες:

- την υπομονάδα καύσης της βιομάζας και
- την υπομονάδα ηλεκτροπαραγωγής.

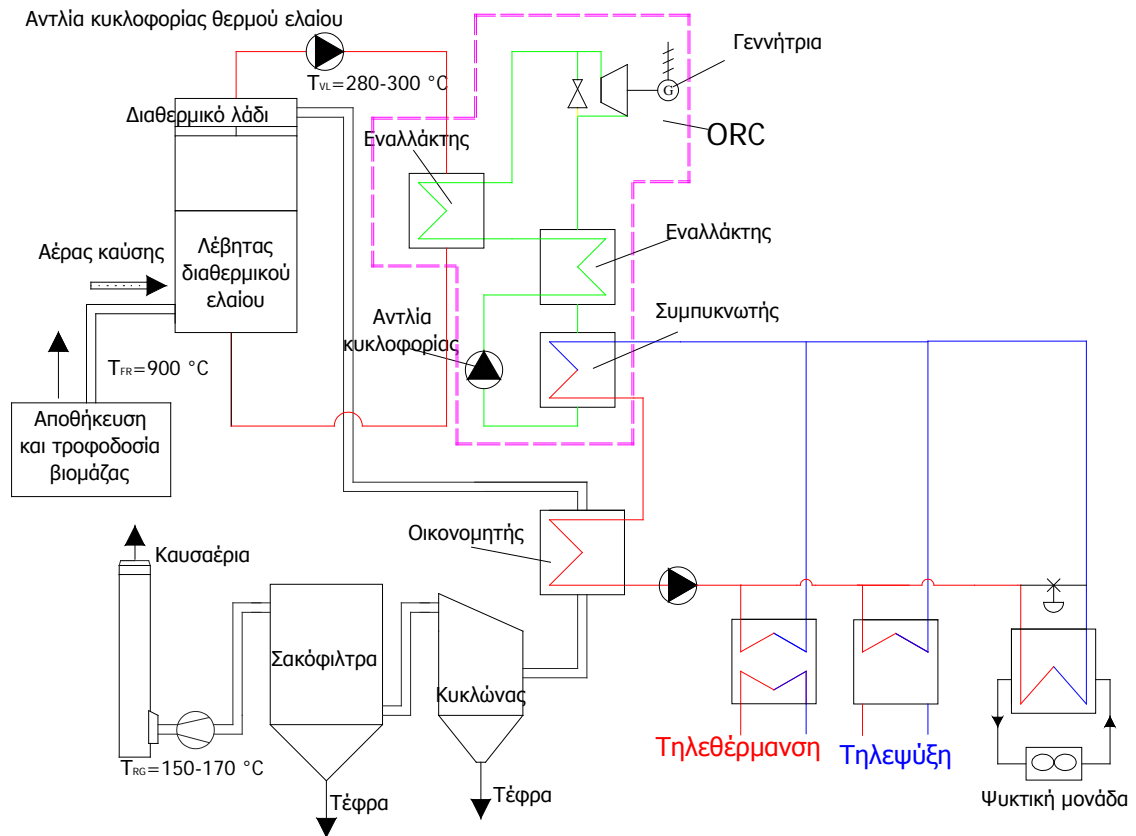
Η υπομονάδα καύσης της βιομάζας περιλαμβάνει όλες τις βοηθητικές εγκαταστάσεις που απαιτούνται για την τροφοδοσία της βιομάζας, ήτοι σπαστήρα (για όσα υλικά απαιτείται) και σύστημα ομαλής τροφοδοσίας, του οποίου μέρος μπορεί να αλλάζει ανάλογα με τη μορφή της βιομάζας που χρησιμοποιείται. Σχεδιάζεται επίσης αποθήκη βιομάζας περίπου 20 ημερών (1000 τόνοι βιομάζας), για να διασφαλίζεται η απρόσκοπτη λειτουργία της μονάδας σε περίπτωση διακοπής της συλλογής της βιομάζας για οποιοδήποτε λόγο (καιρικές συνθήκες, προβλήματα στη συνεργασία με τους προμηθευτές, κ.λπ.).

Η θερμότητα που παράγεται από την καύση της βιομάζας τροφοδοτείται σε διαθερμικό λάδι, το οποίο στη συνέχεια θερμαίνει νερό προς παραγωγή ατμού, που χρησιμοποιείται από τη μονάδα ηλεκτροπαραγωγής.

Η μονάδα ηλεκτροπαραγωγής βασίζεται στον οργανικό κύκλο Rankine (ORC) και είναι πλήρως αυτοματοποιημένη. Κατά την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας ο ατμός μετατρέπεται σε νερό θερμοκρασίας 80°C περίπου. Το νερό αυτό θερμαίνεται στη συνέχεια σε 90°C περίπου μέσω εναλλάκτη (οικονομητή), που ανακτά μέρος της θερμότητας των καυσαερίων. Το νερό αυτό είναι ο φορέας της διατιθέμενης θερμότητας, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές όπως αυτές που απεικονίζονται στο Σχήμα 5.1.

Τα κύρια χαρακτηριστικά της μονάδας παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.1 και 4.2. Επισημαίνεται ότι το καλοκαίρι η τροφοδοσία του ξηραντηρίου της μηδικής (που εξετάζεται στη συνέχεια) απαιτεί αέρα θερμοκρασίας περίπου 250°C. Για την παροχή του θερμού αέρα, η μονάδα λειτουργεί απλώς ως μονάδα καύσης της βιομάζας. Το διαθερμικό λάδι, θερμοκρασίας 280-300°C θερμαίνει τον αέρα σε εναλλάκτη λαδιού-αέρα, που θεωρούμε ότι περιλαμβάνεται στη μονάδα ξήρανσης της μηδικής, ψύχεται στη θερμοκρασία εισόδου (220-250°C) και επιστρέφει στον καυστήρα της βιομάζας. Όταν λειτουργεί σε αυτή την κατάσταση η μονάδα δεν παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Επίσης δεν γίνεται ανάκτηση της θερμότητας των καυσαερίων. Η συνολική απόδοση της μονάδας, όταν λειτουργεί με τον τρόπο αυτό είναι 77,6%. Εναλλακτικά το ξηραντήριο μπορεί να λειτουργεί με θερμότητα που παίρνει από τη μονάδα συμπαραγωγής στους 80-90°C και η άνοδος της θερμοκρασίας του αέρα να γίνεται από χωριστό καυστήρα με συμβατικά καύσιμα.

Σχήμα 5.1 Μονάδα συμπαραγωγής με βιομάζα



5.2. Τα προϊόντα και η διάθεσή τους

Τα προϊόντα μιας μονάδας Συμπαραγωγής με βιομάζα όπως προαναφέρθηκε είναι ηλεκτρική και θερμική ενέργεια. Για να είναι οικονομική η μονάδα (ώστε σε σχετικά σύντομο χρόνο να αποσβέσει την επένδυση) πρέπει να λειτουργεί και να πωλεί τα προϊόντα της στη μεγαλύτερη διάρκεια του έτους. Με βάση τον ισχύοντα Νόμο, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια καθώς και η ισχύς μπορεί να πωλείται στον ΔΕΣΜΗΕ σε συγκεκριμένο τιμολόγιο που ισχύει για την παραγωγή από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ). Οι σημερινές ισχύουσες χρεώσεις του τιμολογίου αυτού είναι:

- Χρέωση ενέργειας: 0,06842 €/kWh
- Χρέωση ισχύος: 1,7645 €/kW/μήνα.

Καθώς οι τιμές αυτές συνδέονται με τα τιμολόγια Μέσης Τάσης της ΔΕΗ, η διαχρονική τους τάση αναμένεται να είναι αυξητική.

Η διάθεση της παραγόμενης θερμότητας είναι δυσκολότερη, καθώς προϋποθέτει την ύπαρξη σχετικά μεγάλων καταναλωτών θερμότητας πλησίον της μονάδας, οι οποίοι να μπορούν να απορροφήσουν τη θερμότητα σε όλη (σχεδόν) τη διάρκεια του έτους. Εφαρμογές όπως η θέρμανση χώρων και θερμοκηπίων έχουν ανάγκες μόνο κατά τη διάρκεια της περιόδου θέρμανσης (χειμώνας). Οι κλιματικές συνθήκες της χώρας κάμουν τα συστήματα τηλεθέρμανσης λιγότερο ελκυστικά από τα αντίστοιχα των

χωρών της Βόρειας Ευρώπης όπου η λειτουργία τους φτάνει τους εννέα μήνες το χρόνο. Στην Ελλάδα η θέρμανση των κατοικιών λειτουργεί για περίπου πέντε μήνες αλλά με περιόδους πολύ χαμηλής ζήτησης ενώ η δυνατότητα παροχής ψύξης το καλοκαίρι είναι επίσης περιορισμένη. Πρέπει επομένως να αναζητηθούν χρήστες της θερμότητας οι οποίοι θα καλύψουν τη παραγωγή και θα κάνουν οικονομικά αποδοτική τη μονάδα. Ο ιδανικός πελάτης θα ήταν μία ή περισσότερες βιομηχανικές μονάδες που χρησιμοποιούν θερμότητα για τις διεργασίες τους και λειτουργούν σχεδόν όλο το χρόνο.

Η εναλλακτική λύση για την απορρόφηση των θερμικών φορτίων το καλοκαίρι είναι μια εποχική βιομηχανική μονάδα, που λειτουργεί το καλοκαίρι. Πολλές μονάδες επεξεργασίας αγροτικών προϊόντων παρουσιάζουν αυτή την εποχικότητα.

Η θεώρηση αυτή μας οδηγεί στα σενάρια που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Η εκτίμηση του κόστους παραγωγής θερμότητας από διάφορες πρώτες ύλες (πετρέλαιο θέρμανσης, μαζούτ, φυσικό αέριο) εκτιμώνται στα επόμενα ως μια βάση εκτίμηση των εσόδων της μονάδας.

5.2.1 Χρήση θερμότητας σε σύστημα τηλεθέρμανσης

Η εφαρμογή που μελετάται προβλέπει την αντικατάσταση του πετρελαίου θέρμανσης με ζεστό νερό, που παράγεται στη μονάδα συμπαραγωγής. Το ζεστό νερό μεταφέρεται από τη μονάδα συμπαραγωγής στο συγκρότημα μέσω ενός διπλού δικτύου (προσαγωγής και επιστροφής) προμονωμένων σωλήνων με ενσωματωμένα καλώδια ανίχνευσης διαρροών. Για την ομαλή κυκλοφορία του νερού στο δίκτυο τηλεθέρμανσης, απαιτείται η εγκατάσταση αντλιοστασίου. Όλες οι αντλίες διαθέτουν αναστροφέα συχνότητας για εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και πλήρη πίνακα αυτοματισμών και ελέγχου. Για την εξασφάλιση της πολυετούς ζωής του δικτύου σωληνώσεων (έως και 50 χρόνια) είναι απαραίτητη η αντιδιαβρωτική του προστασία. Η επεξεργασία του νερού περιλαμβάνει απο-οξυγόνωση, ρύθμιση pH και αποσκλήρυνση. Η μονάδα κάνει αυτόματα αναλύσεις του νερού στο δίκτυο και προσθέτει αυτόματα τα χημικά πρόσθετα που απαιτούνται.

Τέλος, για τη σύνδεση κάθε κτιρίου με το δίκτυο τηλεθέρμανσης απαιτείται η εγκατάσταση θερμικού υποσταθμού κατάλληλης ισχύος. Ο θερμικός υποσταθμός αποτελείται από τον εναλλάκτη θέρμανσης, τον εναλλάκτη Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX), αντλία κυκλοφορίας, κεντρικό ηλεκτρονικό θερμοδομητητή και όλες τις απαραίτητες μετρητικές και ασφαλιστικές διατάξεις και βάνες απομόνωσης. Ο θερμικός υποσταθμός για κάθε κτίριο παραδίδεται προσυναρμολογημένος και μονταρισμένος επί σιδερένιου σκελετού και καταλαμβάνει ελάχιστο χώρο.

Ως κίνητρο για την εγκατάσταση της τηλεθέρμανσης, το ζεστό νερό χρήσης θα πωλείται (με μακροχρόνια σύμβαση) με έκπτωση 20% επί της τιμής του εναλλακτικού καυσίμου (πετρέλαιο θέρμανσης). Με τη σημερινή τιμή των περίπου 0,60 €/l (τιμές χειμώνα 2006) και λαμβάνοντας υπόψη ότι η θερμογόνο δύναμη του καυσίμου είναι περίπου 45 MJ/kg και η πυκνότητά του 0,80 kg/l, και λαμβάνοντας μια μέση απόδοση καυστήρα ίση με 80% (36MJ θερμότητας /kg), υπολογίζεται ένα κόστος του πετρελαίου θέρμανσης είναι 75 €/MWh θερμικής ενέργειας που παράγεται. Το ζεστό νερό θα διατεθεί συνεπώς στην τιμή των **60 €/MWh** (έκπτωση 20%).

Επισημαίνεται ότι, εκτός της οικονομικότητας, η τηλεθέρμανση παρέχει πλεονεκτήματα έναντι της θέρμανσης με πετρέλαιο, καθώς:

- παρέχει υψηλότερο επίπεδο άνεσης, καθώς η θερμότητα είναι διαθέσιμη οποιαδήποτε ώρα της ημέρας
- ο καταναλωτής δεν πληρώνει προκαταβολικά για την αγορά του καυσίμου αλλά πληρώνει μόνο την κατανάλωσή του περίπου δύο μήνες μετά.

Στους υπολογισμούς παροχής της θερμότητας λαμβάνονται ακόμη υπόψη τα εξής:

- Απώλειες 5% στον εναλλάκτη (υποσταθμό) κάθε κτηρίου
- Η κατανάλωση θερμότητας είναι μεγαλύτερη κατά περίπου 8% με την τηλεθέρμανση από ότι με το πετρέλαιο, λόγω της πρόσθετης χρήσης της θερμότητας για ZNX, πράγμα που στην περίπτωση της θέρμανσης με πετρέλαιο δεν μπορεί να γίνεται τις ώρες που δεν λειτουργεί ο καυστήρας.

Ένα σύστημα τηλεθέρμανσης απαιτεί σημαντική υποδομή και αντίστοιχες επενδύσεις για να λειτουργήσει αποδοτικά. Το θερμό νερό πρέπει να μεταφερθεί στους καταναλωτές π.χ. εργατικές κατοικίες ή άλλα συγκροτήματα κατοικιών από κάποια απόσταση με μονωμένους σωλήνες για να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες. Στο κάθε συγκρότημα θα εγκατασταθεί εναλλάκτης ο οποίος θα παραλαμβάνει τη θερμότητα και θα τη διανέμει στους χώρους που θα θερμανθούν. Το όλο σύστημα θα χρειαστεί κυκλοφορητές και άλλο εξοπλισμό. Η περιγραφή και το κόστος των υλικών φαίνονται στον Πίνακα 5.1.

Πίνακας 5.1 Ανάλυση κόστους συστήματος τηλεθέρμανσης

| Κόστος επένδυσης | αριθμός | | € |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|----------------|
| Προμήθεια προμονωμένων σωλήνων τηλεθέρμανσης DN150 | 2000 | m | 88000 |
| Προμήθεια προμονωμένων σωλήνων τηλεθέρμανσης DN65 - DN25 | 1250 | m | 18750 |
| Προμήθεια ειδικών τεμαχίων (T, καμπύλες, σύνδεσμοι κ.λπ.) | | | 12810 |
| Εγκατάσταση σωληνώσεων δικτύου τηλεθέρμανσης | | | 143472 |
| Προμήθεια και εγκατάσταση θερμικών υποσταθμών καταναλωτών (50 kW) με κεντρικούς θερμιδομετρητές | 25 | τεμ. | 55000 |
| Αντλιοστάσιο και μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων | 1 | τεμ. | 22000 |
| Ηλεκτρολογικά & σύστημα ανίχνευσης διαρροών | | | 18000 |
| Μελέτη & επίβλεψη | | | 35000 |
| Συνολική επένδυση | | | 393.032 |

5.2.2 Διάθεση θερμότητας σε θερμοκήπιο

Οι συνολικές θερμικές του ανάγκες κατά τη διάρκεια της περιόδου θέρμανσης εκτιμώνται σε περίπου 30.000 MWh, αν χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή του υαλοπίνακα ή 38.000 MWh/έτος, αν χρησιμοποιηθεί πολυαιθυλένιο (που είναι φθηνότερο). Η διατιθέμενη από τη μονάδα θερμότητα καλύπτει περίπου το ήμισυ των θερμικών αναγκών του θερμοκηπίου (56% ή 44% για υαλοπίνακα και πολυαιθυλένιο αντίστοιχα), όπως φαίνεται στον Πίνακα 5,2. Οι υπόλοιπες θερμικές ανάγκες, καθώς και οι ανάγκες του θερμοκηπίου σε CO₂ καλύπτονται από καυστήρες μαζούτ, τους οποίους λειτουργεί η εταιρεία που διαχειρίζεται το θερμοκήπιο. (Η εκτίμηση γίνεται με μαζούτ, διότι εκτιμάται ότι δεν θα υπάρχει φυσικό αέριο διαθέσιμο στην περιοχή.)

Σε κάθε περίπτωση, η διάθεση της θερμότητας γίνεται με κυκλοφορία του θερμού νερού σε σωλήνες που διατρέχουν το θερμοκήπιο.

Το γεγονός ότι η θερμότητα καλύπτει περίπου το ήμισυ των θερμικών αναγκών του θερμοκηπίου επιτρέπει στη μονάδα να λειτουργεί με σχετικά υψηλή διαθεσιμότητα στη διάρκεια του χειμώνα, χωρίς να υπάρχει ανάγκη δεξαμενής νερού ή άλλης εγκατάστασης αποθήκευσης της θερμότητας, που και δαπανηρή είναι και συνεπάγεται σημαντικές απώλειες.

Η προτίμηση στην αγορά της θερμότητας από τη μονάδα εξασφαλίζεται με τη διάθεσή της με σημαντική έκπτωση (20%) επί του κόστους του μαζούτ που απαιτείται για την παραγωγή ίσης ποσότητας θερμότητας. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η θερμογόνος δύναμις του μαζούτ είναι 43 MJ/kg, η απόδοση του καυστήρα είναι περίπου 83% και η τιμή του καυσίμου 0,35 €/kg, προκύπτει κόστος του μαζούτ 35,19 € ανά παραγόμενη θερμική MWh. Συνεπώς η θερμότητα από τη μονάδα της βιομάζας διατίθεται στην τιμή των **28,20 €/MWh**.

Πίνακας 5.2 Στοιχεία πωλήσεων θερμικής ενέργειας στο θερμοκήπιο

| Στοιχεία θερμοκηπίου | | |
|-----------------------------|-----------|-----------------|
| Έκταση | στρέμματα | 75 |
| Χρησιμοποιούμενο υλικό | | υαλοπίνακας |
| Στοιχεία κατανάλωσης | | ανά έτος |
| Θερμικές απαιτήσεις | MWh | 30.025 |
| Διατιθέμενη θερμότητα | MWh | 17.187 |
| Απώλειες | | 2,5% |
| Πωλούμενη θερμότητα | MWh | 16.758 |
| Καλυπτόμενες ανάγκες | | 56% |

5.2.3 Χρήση φυσικού αερίου αντί Μαζούτ

Το φυσικό αέριο διατίθεται σήμερα σε μια τιμή κατά τι μικρότερη από της τιμή του μαζούτ. Τιμή πώλησης φυσικού αερίου 0,03240 €/kWh. Με απόδοση καυστήρα 90% το κόστος θερμότητας είναι 36 €/MWh και επομένως σύμφωνα με τα προηγούμενα θα πρέπει να διατίθεται σε τιμή 20% φθηνότερη επομένως 28,8 €/MWh

5.2.4 Ξηραντήριο μηδικής

Η μηδική είναι ένα χόρτο που αποξηραίνεται και χρησιμοποιείται ως ζωοτροφή. Οι ξηραντήρες μηδικής είναι δύο τύπων:

- περιστρεφόμενου τυμπάνου: Η ξήρανση γίνεται με ανοιχτή φλόγα σε θερμοκρασία 700-1000°C. Η ζωοτροφή εξέρχεται σε μορφή πελέτας
- τύπου «αλυσίδας»: Η μηδική φορτώνεται πάνω σε μεταφορική ταινία. Η ξήρανση γίνεται είτε με καυσαέρια είτε με καθαρό θερμό αέρα θερμοκρασίας περίπου 250°C. Ο αέρας ή τα καυσαέρια περνούν κάτω από την ταινία.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση μελετάται ξηραντήρας τύπου αλυσίδας. Στην Ευρώπη υπάρχουν πολλά ξηραντήρια αυτού του τύπου, τα οποία λειτουργούν συνήθως με μαζούτ ή/και με φυσικό αέριο. Όταν χρησιμοποιείται καθαρός αέρας γίνεται «οικολογική» ξήρανση, που οδηγεί σε υψηλότερης ποιότητας και σημαντικά υψηλότερης αξίας προϊόν (ζωοτροφή), καθώς αυτό δεν μολύνεται με διάφορους ρύπους που περιλαμβάνονται στα καυσαέρια. Λαμβάνοντας υπόψη το πρόσθετο αυτό όφελος για τον φορέα που εκμεταλλεύεται το ξηραντήριο, ο θερμός αέρας παρέχεται με ποσοστό έκπτωσης επί της τιμής του εναλλακτικού καυσίμου (μαζούτ) μικρότερο από ότι το θερμό νερό στην τηλεθέρμανση και στο θερμοκήπιο (10% έκπτωση αντί 20%). Λαμβάνοντας υπόψη ότι η θερμογόνος δύναμη του μαζούτ είναι 9.600 kcal/kg, η απόδοση του καυστήρα είναι περίπου 83% και η τιμή του καυσίμου 0,35 €/kg, προκύπτει κόστος του μαζούτ 37,78 € ανά παραγόμενη θερμική MWh. Συνεπώς η θερμότητα από τη μονάδα της βιομάζας διατίθεται στην τιμή των **34,00 €/MWh** (Πίνακας 5.3).

Πίνακας 5.3 Στοιχεία πωλήσεων θερμικής ενέργειας στο ξηραντήριο μηδικής

| Στοιχεία κατανάλωσης - πωλήσεων | | |
|------------------------------------------|---------|---------|
| Συνολική διατιθέμενη θερμότητα | MWh | 18.714 |
| Απώλειες | | 5% |
| Πωλούμενη θερμότητα | MWh | 17.779 |
| Έκπτωση (επί μαζούτ) | | 10% |
| Τιμή πώλησης | €/MWh | 34,00 |
| Συνολικά έσοδα | € | 604.446 |
| Στοιχεία λειτουργίας ξηραντηρίου | | |
| Υγρασία μηδικής στην είσοδο | | 75% |
| Υγρασία μηδικής στην έξοδο | | 10% |
| Αφαιρούμενη υγρασία ανά κιλό τροφοδοσίας | kg | 0,65 |
| Λανθάνουσα θερμότητα εξαέρωσης | MJ/kg | 2.51* |
| Απαιτούμενη θερμότητα ανά kg τροφοδοσίας | MJ/kg | 1.63 |
| Συντελεστής απόδοσης ξήρανσης | | 60% |
| Συνολική ποσότητα τροφοδοσίας μηδικής | tn/έτος | 23.522 |
| Παραγωγή ξηρού προϊόντος | tn | 8.233 |
| Λειτουργία (ώρες) | h | 3.024 |
| Τροφοδοσία μηδικής | tn/h | 7,8 |
| Στρεμματική απόδοση (επί ξηρού) | tn/στρ. | 1,5 |
| Απαιτούμενη έκταση | στρέμ. | 5.489 |

* Η λανθάνουσα θερμότητα εξαέρωσης του νερού (2.26 MJ/kg) είναι προσαυξημένη κατά περίπου 10%, δεδομένου ότι η εξάτμιση γίνεται από τη μάζα του προϊόντος και όχι από ελεύθερη επιφάνεια.

Δεδομένου ότι το κύριο εισόδημα της μονάδας προέρχεται από την πώληση ηλεκτρικού ρεύματος είναι δυνατόν να δίδεται στο ξηραντήριο θερμό νερό σε

θερμοκρασία 80-90 ° C και η επιπλέον θερμότητα να δίδεται από καύση φυσικού αερίου ή μαζούτ.

5.2.5 Οικονομικό αποτέλεσμα

Το οικονομικό αποτέλεσμα της μονάδας εκτιμάται από την αφαίρεση του κόστους από το προκύπτον εισόδημα. Το κόστος της μονάδας αποτελείται από τρία στοιχεία:
 Α) Από τις αποσβέσεις του εξοπλισμού μαζί με τους τόκους του επενδυμένου κεφαλαίου. Το αρχικό κόστος της επένδυσης μαζί με τα απαραίτητα έργα πολιτικού μηχανικού ανέρχεται σε €3.680.000. (Πίνακας 5.4) Η επένδυση μπορεί να επιδοτηθεί από τον αναπτυξιακό νόμο κατά τουλάχιστον 40% που ελαττώνει το κόστος στα €2.104.000. Εάν δεχτούμε ένα επιτόκιο δανεισμού 8% και το ίδιο για τα ίδια κεφάλαια και χρόνο απόσβεσης τα 10 έτη τότε το ετήσιο τοκοχρεολύσιο εκτιμάται από τη σχέση:

$$ET = \text{Επιτόκιο} * \text{καφάλαιο} / \{1 - (1 + \text{επιτόκιο})^{-\text{έτη απόσβεσης}}\}$$

Το επιτόκιο εκφράζεται σε δεκαδική μορφή. Δηλαδή 0.08

Πίνακας 5.4 Κόστος επένδυσης μονάδας συμπαραγωγής με βιομάζα (€)

| | |
|-------------------------------------------------|------------------|
| Μονάδα καύσης βιομάζας | 1.500.000 |
| Μονάδα ηλεκτροπαραγωγής | 1.500.000 |
| Έργα Πολιτικού Μηχανικού | 300.000 |
| Άλλα-Απρόβλεπτα (10%) | 330.000 |
| Σύνδεση με Σύστημα ΔΕΣΜΗΕ | 50.000 |
| Σύνολο επενδυτικού κόστους | 3.680.000 |
| Επιχορήγηση από Αναπτ. Νόμο 3299/04 (45%) | 1.656.000 |
| Καταβαλλόμενη επένδυση (ίδια κεφάλαια + δάνειο) | 2.024.000 |
| Άδειες, κ.λπ. | 80.000 |
| Καταβαλλόμενη επένδυση | 2.104.000 |

Σχετικά με τα επενδυτικά κόστη σημειώνεται ότι:

- Η μονάδα καύσης βιομάζας περιλαμβάνει ένα σπαστήρα, το σύστημα τροφοδοσίας της βιομάζας (με δυνατότητα προσαρμογής για διαφορετικά είδη βιομάζας) και τον υπόλοιπο βοηθητικό εξοπλισμό που απαιτείται για την τροφοδοσία της μονάδας.
- Τα έργα Πολιτικού Μηχανικού περιλαμβάνουν την κύρια μονάδα και όλα τα βοηθητικά κτήρια που απαιτούνται.
- Στην επένδυση περιλαμβάνεται ακόμη η κατασκευή εν μέρει στεγασμένης υπαίθριας αποθήκης βιομάζας περίπου 1000 τόνων.

- Στην επένδυση έχει συνυπολογιστεί και το κόστος ενός εναλλάκτη θερμότητας λαδιού-αέρα, που θα λειτουργεί κατά τους θερινούς μήνες, ανεξάρτητα αν ο εναλλάκτης αυτός θα βρίσκεται φυσικά στη μονάδα της βιομάζας ή στο ξηραντήριο της μηδικής.
- Στο παραπάνω κόστος δεν περιλαμβάνεται η αγορά γης. Θεωρούμε ότι η γη ενοικιάζεται και το ενοίκιο περιλαμβάνεται στα λειτουργικά έξοδα.
- Η επένδυση στο σύστημα τηλεθέρμανσης δεν περιλαμβάνεται στα παραπάνω κόστη. Η επένδυση αυτή εξετάζεται λεπτομερώς παρακάτω.
- Σε ό,τι αφορά τη χρηματοδότηση, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Αναπτ. Νόμου, τα απαιτούμενα ίδια κεφάλαια πρέπει να είναι κατ' ελάχιστον 25% της επένδυσης, ήτοι 1.000.000 €, συμπεριλαμβανομένων των εξόδων έκδοσης αδειών κ.λπ. Εάν ο εξοπλισμός αγοραστεί με χρηματοδοτική μίσθωση (leasing), η αξία της χρηματοδοτικής μίσθωσης θεωρείται μέρος των ιδίων κεφαλαίων.

Β) Κόστος εργασίας για το προσωπικό της επιχείρησης και τα λειτουργικά έξοδα που εκτιμάται συνολικά σε €140.000 το έτος (Πίνακας 5.5)

Πίνακας 5.5. Ετήσια λειτουργικά κόστη μονάδας συμπαραγωγής με βιομάζα

| Στοιχείο κόστους | | | Σχόλια |
|-----------------------------|--------------|----------------|-------------------------------------------------|
| Προσωπικό | άτομα | 5 | 4 εργάτες και ένας διοικητικός |
| Μοναδιαίο κόστος | €/άτομο/μήνα | 1.200 | συνολικό (μικτό) κόστος |
| Κόστος μηχανικού (επίβλεψη) | €/μήνα | 1.200 | μερικής απασχόλησης |
| Συνολικό κόστος προσωπικού | € | 86.400 | |
| Ενοίκιο γης | €/στρέμμα | 500 | |
| Απαιτήσεις γης (στρέμματα) | στρέμματα | 8 | |
| Κόστος γης | € | 4.000 | |
| Άλλα κόστη | € | 50.000 | Περιλαμβάνουν παροχές (νερό, ηλεκτρισμό, κ.λπ.) |
| Λειτουργικό κόστος | € | 140.400 | Πλην καυσίμου |

Γ) Το κόστος της βιομάζας. Η συνολική απαιτούμενη βιομάζα είναι 14.600 τόνοι με μέσο κόστος βιομάζας 79,25 €/τόνο. Το μέσο κόστος είναι ο μέσος όρος του κόστους των κλαδιών, βαμβακιών, άχυρου καλαμποκιού και χειμερινών σιτηρών. Η υπόθεση είναι ότι θα χρησιμοποιούνται ίδιες ποσότητες από κάθε είδος κάτι που δεν είναι απόλυτα ορθό.

Το ετήσιο κόστος της μονάδας είναι € 1.812.250 χωρίς επιδότηση και 1.591.610 με επιδότηση 40%. Στο κόστος θα πρέπει να προστεθεί και κάποιο κόστος

κυκλοφορούντος κεφαλαίου για τα υλικά και την εργασία. Δεδομένου όμως ότι α προϊόντα πωλούνται άμεσα με μια καλή διαχείριση το κόστος αυτό πρέπει να διατηρηθεί στο ελάχιστο και γι' αυτό δεν προστίθεται.

Τα στοιχεία του ετήσιου κόστους δίδονται στον Πίνακα 5. 6

Πίνακας 5.6 Οικονομικό αποτέλεσμα Κόστος επένδυσης και λειτουργίας

| | Χωρίς επιδότηση | Με επιδότηση 40% |
|------------------------------------|-----------------|------------------|
| Αρχικό κόστος επένδυσης | 3680000 | 2104000 |
| Επιτόκιο δανεισμού 8% | | |
| Απόσβεση 10 ετών τόκοι | 1472000 | 841600 |
| Συνολικό καφάλαιο και τόκοι | 5152000 | 2945600 |
| Ετήσιο τοκοχρεωλύσιο €/έτος | 515200 | 294560 |
| | | |
| Προσωπικό €/έτος | 140000 | 140000 |
| Κόστος βιομάζας | | |
| Ποσότητα τόνοι | 14600 | 14600 |
| Μέση τιμή €/τόνο | 79.25 | 79.25 |
| Συνολικό κόστος βιομάζας € | 1157050 | 1157050 |
| | | |
| Συνολικό κόστος ανά έτος | 1812250 | 1591610 |

Το εισόδημα της μονάδες θα προέρχεται από τις πωλήσεις των προϊόντων δηλαδή του ηλεκτρισμού και της θερμότητας. Η τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος είναι δεδομένη από τη ΔΕΣΜΗΕ ενώ η τιμή που θα πωληθεί η θερμότητα είναι διαφορετική ανάλογα με το καταναλωτή. Τρία σενάρια εξετάζονται στον Πίνακα 5. 6. Πώληση της θερμότητας για τηλεθέρμανση που δίνει το υψηλότερο εισόδημα αλλά με μεγαλύτερη αβεβαιότητα στη συνολική κατανάλωση. Πώληση της θερμότητας σε μονάδες εκτός δικτύου του φυσικού αερίου που χρησιμοποιούν μαζούτ και σε μονάδες που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο. Η τιμή μαζούτ και φυσικού αερίου είναι παραπλήσια και τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα 5.7. Το καθαρό εισόδημα από την επένδυση κυμαίνεται από κέρδος € 1.462.254 μέχρι ζημία € 22.755 για επένδυση χωρίς επιχορήγηση και με κέρδη από € 1.682.894 έως 197.885 με επιδότηση επένδυσης 40%. Τα κοστολόγια αυτά ανταποκρίνονται σε σημερινές συνθήκες και επιδέχονται σημαντικές βελτιώσεις κυρίως στο κόστος της πρώτης ύλης (βιομάζα) που μπορεί να μειωθεί σημαντικά με την υψηλή χρήση των μηχανημάτων αλλά και με τη μείωση του δικαιώματος του παραγωγού που έχει εκτιμηθεί σε μάλλον υψηλή τιμή.

| Πίνακας 5.7. Εισπράξεις και οικονομικό αποτέλεσμα της μονάδας | | |
|---------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Τηλεθέρμανση | | |
| Κόστος θερμού νερού από πετρέλαιο €/MWh | 81.13 | 81.13 |
| Διάθεση θερμού νερού €/MWh | 64.91 | 64.91 |
| Θερμοκήπιο ή βιομηχανία που χρησιμοποιούν μαζούτ | | |
| Κόστος θερμού νερού από μαζούτ €/MWh | 37.78 | 37.78 |
| Διάθεση θερμού νερού €/MWh | 32.22 | 32.22 |
| Βιομηχανία που χρησιμοποιεί φυσικό αέριο | | |
| Κόστος θερμού νερού από αέριο €/MWh | 36 | 36 |
| Διάθεση θερμού νερού €/MWh | 28.8 | 28.8 |
| Παραγόμενη Θερμική ενέργεια | | |
| ΜWh/έτος | | |
| Ισχύς kW | 5115 | 5115 |
| Λειτουργία ώρες | 8040 | 8040 |
| Συνολική ενέργεια MWh | 41124.6 | 41124.6 |
| Εισόδημα τηλεθέρμανση -πετρέλαιο | 2669397.786 | 2669397.786 |
| Εισόδημα θερμοκήπιο - βιομηχανία Μαζούτ | 1325034.612 | 1325034.612 |
| Εισόδημα βιομηχανία φυσικό αέριο | 1184388.48 | 1184388.48 |
| Ηλεκτρική ενέργεια | | |
| Ισχύς | 1100 | 1100 |
| Λειτουργία ώρες | 8040 | 8040 |
| Συνολική ενέργεια MWh | 8844 | 8844 |
| Τιμή €/MWh | 68.42 | 68.42 |
| Συνολικό εθσόδημα από ηλεκτρική ενέργεια € | 605106.48 | 605106.48 |
| Ετήσιο Εισόδημα πετρέλαιο | | |
| Ετήσιο Εισόδημα μαζούτ | 1930141.092 | 1930141.092 |
| Ετήσιο Εισόδημα αέριο | 1789494.96 | 1789494.96 |
| Καθαρό Εισόδημα πετρέλαιο | | |
| Καθαρό Εισόδημα μαζούτ | 117,891.09 | 338,531.09 |
| Καθαρό Εισόδημα αέριο | -22,755.04 | 197,884.96 |

Κεφάλαιο 6. Μελέτη άλλων δυνατών χρήσεων βιομάζας π.χ για παραγωγή πελετοποιημένου υλικού για θερμικές χρήσεις σε θερμοκήπια, θέρμανση κατοικιών κλπ

6.1 Εισαγωγή

Η παραγόμενη βιομάζα με χαμηλή υγρασία μπορεί να συγκομιστεί με σχετικά χαμηλό κόστος. Η συσκευασία της βιομάζας σε δέματα κάνει τη τροφοδοσία της σε καυστήρες προβληματική. Σε μεγάλες μονάδες συμπαραγωγής είναι δυνατόν να δαπανηθούν αρκετά χρήματα για τη κατασκευή μονάδων αποσυσκευασίας και αυτόματης τροφοδοσίας στο καυστήρα. Η βιομάζα όμως φαίνεται ότι απόδίδει ικανοποιητικά και με χαμηλό κόστος σχετικά με τα ορυκτά καύσιμα σε εφαρμογές που χρησιμοποιούν θερμότητα χαμηλής θερμοκρασίας όπως η θέρμανση χώρων. Η βιομάζα έχει θερμογόνο δύναμη λίγο περισσότερο από το 1/3 του πετρελαίου ενώ η τιμή της είναι κατά πολύ μικρότερη από το πετρέλαιο ακόμα και το θέρμανσης. Παρ' όλο που οι καυστήρες βιομάζας έχουν χαμηλότερους βαθμούς απόδοσης από τους καυστήρες πετρελαίου και με περισσότερα προβλήματα η διαφορά του κόστους είναι σημαντική κάνοντας τη βιομάζα ελκυστικό καύσιμο. Σε μικρές μονάδες όμως καύσης βιομάζας (θέρμανση κατοικιών, θερμοκηπίων κλπ) η επένδυση αυτή είναι μάλλον μεγάλη και ασύμφορη. Η μέχρι σήμερα χρησιμοποιούμενοι καυστήρες βιομάζας που τροφοδοτούνται με πυρηνόξυλο (υπόλειμμα σπορελαιουργείων) χρησιμοποιούν συστήματα τροφοδοσίας με κοχλίες ή με «κουβαδάκια». Η χύμα βιομάζα σε μορφή στελεχών, δεν μπορεί να τροφοδοτηθεί με τέτοιου τύπου μονάδες τροφοδοσίας και επομένως πρέπει να μεταποιηθεί. Η μεταποίηση μπορεί να έχει ως προϊόν είτε κονιοποιημένη βιομάζα που κάνει δύσκολη τη διακίνηση είτε ακόμα καλύτερα συμπυκνωμένη βιομάζα σε μορφή μικρών κυλίνδρων (pellets, wafers) ;ή μπρικετών. Στο παρόν κεφάλαιο θα γίνει μια συνοπτική περιγραφή των δυνατοτήτων, του απαιτούμενου εξοπλισμού και του εκτιμώμενου κόστους παραγωγής.

6.2 Συμπύκνωση βιομάζας

Η βιομάζα μπορεί να μεταποιηθεί σε περισσότερο συμπυκνωμένες μορφές ώστε να καταστεί δυνατή η εύκολη μεταφορά της αλλά και η εύκολη τροφοδοσία της σε μονάδες μετατροπής (καύσης). Πολλές μελέτες έχουν ασχοληθεί με τη μετατροπή αυτή. Η μετατροπή περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

1. Συσκευασία της βιομάζας σε δέματα
2. Μεταφορά στη μονάδα μεταποίησης
3. Θρυμματισμός της βιομάζας
4. Ξήρανση της βιομάζας εφ' όσον χρειάζεται
5. Συμπύκνωση της βιομάζας σε πελέτες, μπριγκέτες ή άλλης μορφής συμπύκνωση.

Η διαδικασία αυτή έχει κόστος αλλά το παραγόμενο υλικό είναι εύκολα μεταφερόμενο.

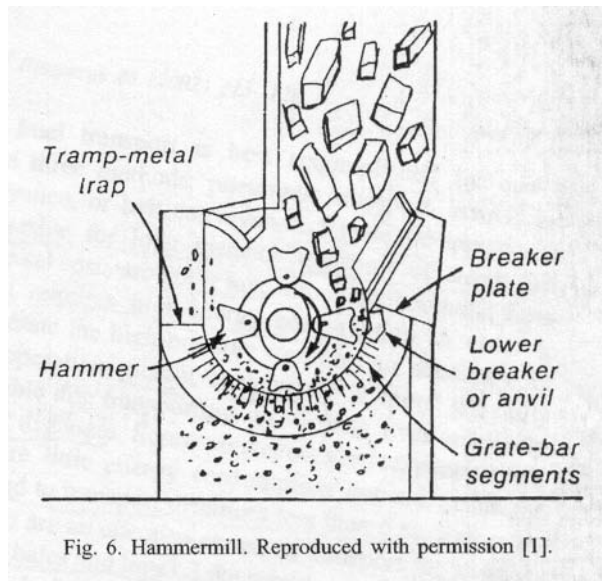
Τα δύο πρώτα στάδια έχουν αναφερθεί ήδη σε προηγούμενα κεφάλαια και έχει γίνει εκτίμηση του κόστους τους καθώς και η πυκνότητα των δεμάτων.

6.3 Ο θρυμματισμός της βιομάζας

Ο θρυμματισμός είναι απαραίτητος για τη διευκόλυνση της διακίνησης του υλικού στο ξηραντήριο και στη συνέχεια για τη συμπύκνωση. Ο θρυμματισμός της βιομάζας δημιουργεί ένα υλικό το οποίο είναι περισσότερο ομοιόμορφο και έχει την δυνατότητα ευκολότερης κίνησης μέσα σε συστήματα τροφοδοσίας με κοιλίες, με μάντες ή οτιδήποτε άλλο που επιτρέπουν και την δοσομέτρηση του υλικού αλλά και την τροφοδοσία σε συστήματα με ανακινούμενη κλίνη κ.λ.π.

Οι πιο κοινές συσκευές που χρησιμοποιούνται για τον τεμαχισμό της βιομάζας είναι τα μηχανήματα με μαχαίρια και οι σφυρόμυλοι. Τα μηχανήματα με μαχαίρια χρησιμοποιούν μαχαιρίδια πάνω σε τύμπανα ή δίσκους τα οποία περιστρέφονται με ταχύτητες μέχρι 1800 στροφές το λεπτό και λειτουργούν τεμαχίζοντας το υλικό που τροφοδοτείται μέσα από αυτά. Τα συστήματα αυτά δουλεύουν ικανοποιητικά παράγοντας τεμάχια βιομάζας με σχετικά ομοιόμορφο μέγεθος. Είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα σε μεταλλικά μέρη τα οποία υπάρχουν μέσα στη βιομάζα. Οι σφυρόμυλοι αποτελούνται επίσης από περιστρεφόμενα ελάσματα τα οποία κινούνται μέσα σε ένα ημικυκλικό κόσκινο. Η βιομάζα τροφοδοτείται μέσα στα στοιχεία με τα ελάσματα πάνω από τα σφυριά τα οποία τεμαχίζουν την βιομάζα η οποία βγαίνει έξω από το μηχάνημα μέσω των οπών των κοσκίνων που περικλείουν τα ελάσματα. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται το επιθυμητό μέγεθος των τεμαχίων της βιομάζας και με τον τρόπο αυτό μπορεί να επιτευχθεί ένα ικανοποιητικά ομοιόμορφο μέγεθος. Η σφυρόμυλοι εργάζονται καλύτερα όταν τροφοδοτούνται με υλικό με μέγεθος μικρότερο από 4 εκ. και για αυτό πολλές φορές προηγείται ένα σύστημα με μαχαιρίδια το οποίο εν συνεχεία τροφοδοτεί τον σφυρόμυλο.

Οι *ginders* έχουν αρχίσει τα τελευταία χρόνια να χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα για τεμαχισμό υπολειμμάτων δασών. Αυτά είναι μικροί σφυρόμυλοι οι οποίοι είναι κινητοί, και μεταφέρονται είτε πάνω σε τροχούς, είτε αναρτώμενοι πάνω σε γεωργικούς ελκυστήρες από τους οποίους παίρνουν κίνηση. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να μεταφέρονται στο σημείο που υπάρχει η βιομάζα να γίνεται ο τεμαχισμός και με τον τρόπο αυτό θα γίνεται ευκολότερη η μεταφορά με αύξηση της πυκνότητας του φορτίου. Αυτό επιτρέπει μια σημαντική μείωση του κόστους μεταφοράς. Για την εξασφάλιση του σωστού μεγέθους των τεμαχιδίων κάτι που είναι απαραίτητο σε ορισμένα συστήματα μετατροπής σε ενέργεια όπως είναι η εξαερίωση ή η πυρόλυση χρησιμοποιούνται κόσκινα, τα οποία επιτρέπουν τον διαχωρισμό των τεμαχιδίων σε διάφορα μεγέθη ανάλογα με τις απαιτήσεις του συστήματος.



Οι Mani και άλλοι (2004) μελέτησαν την ενέργεια που χρειάζεται για να θρυμματιστεί η βιομάζα.

Πίνακας 6.1. Κατανάλωση ενέργειας θρυμματισμού της βιομάζας

| A/A | Είδος Βιομάζας | Υγρασία % υγρή βάση | Ανοίγματα κόσκινου mm | Κατανάλωση ενέργειας KWh/t |
|-----|-------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 1 | Άχυρο σίτου | 8.3-12.1 | 0.8-3.2 | 51.55-24.66 |
| | Άχυρο κριθής | 6.9-12 | 0.8-3.2 | 53-27 |
| | Υπόλοιμα Καλαμποκιού | 6.2-12 | 0.8-3.2 | 22.07-11.04 |
| | Switchgrass | 8-12 | 0.8-3.2 | 62.55-27.63 |

6.4 Η ξήρανση της βιομάζας

Η βιομάζα όπως προαναφέρθηκε έχει σε πολλές περιπτώσεις χαμηλή υγρασία (άχυρα σιτηρών) σε άλλες όμως έχει υψηλή υγρασία για να αποθηκευτεί ασφαλώς και να συμπιεστεί για παραγωγή πελετών. Μια δυνατότητα είναι η αποθήκευση των κυλινδρικών δεμάτων στο ύπαιθρο σε ξηρό υπόστρωμα για μείωση της υγρασίας κάτω του 20% οπότε είναι δυνατή η άμεση συμπίεση του υλικού. Η βιβλιογραφία δίνει σε πολλές περιπτώσεις καλύτερη υγρασία του υλικού για συμπίεση σε επίπεδο 10% σε υγρή βάση οπότε είναι πιθανά απαραίτητη η ξήρανση.

Η ξήρανση της βιομάζας γενικά μπορεί να γίνει είτε σε μορφή στελεχών είτε τεμαχισμένη. Θα πρέπει όμως σε πολλές περιπτώσεις πρώτα να τεμαχιστεί ώστε να διευκολυνθεί η ξήρανση. Ανάλογα με τα συστήματα που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να γίνουν οι κατάλληλες μετατροπές ώστε να επιτευχθεί με καλύτερο τρόπο η ξήρανση. Θα πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι σε πολλές περιπτώσεις θα πρέπει να εκμεταλλευτούμε όσο γίνεται περισσότερο τις φυσικές συνθήκες για να επιτύχουμε την ξήρανση της βιομάζας. Η διατήρηση της βιομάζας στο χωράφι όσο το δυνατόν περισσότερο ώστε να μειωθεί η αρχική υγρασία αλλά ακόμη και η δυνατότητα

συσκευασίας της βιομάζας σε χαλαρές συσκευασίες οι οποίες θα μπορούσαν να επιτρέψουν μια απώλεια της υγρασίας κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης θα ωφελούσαν σημαντικά. Σημειώνεται ότι πειράματα που έγιναν στην περιοχή μας με κυλινδρικά δέματα από βαμβακικές αποθηκευμένα στο ύπαιθρο είτε σε ανοιχτά υπόστεγα έδειξαν ότι είναι δυνατή η ξήρανση της βιομάζας εφόσον το υπόστρωμα πάνω στο οποίο τοποθετούνται τα δέματα είναι ξηρό. Δέματα με βαμβακικές με αρχική υγρασία περισσότερο από 40% κατέληξαν μετά από ένα μήνα να έχουν υγρασία που να είναι μικρότερη από το 20%. Επίσης στα ίδια πειράματα αποδείχθηκε ότι ακόμα και η ύγρανση της βιομάζας από βροχή δεν δημιουργεί μεγάλη αύξηση της υγρασίας. Αντίθετα η υγρασία μετά από λίγες μέρες απομακρύνεται με μεγάλη ευκολία. Αυτό είναι ένα ενδιαφέρον στοιχείο κάτω από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στην χώρα μας και δίνει ένα σημαντικό πλεονέκτημα σε μεθόδους συγκομιδής βιομάζας που παράγουν χαλαρά δέματα. Διότι η ξήρανση είναι ένα στοιχείο το οποίο απαιτεί υψηλή κατανάλωση ενέργειας και προφανώς μειώνει το ενεργειακό κέρδος από την αξιοποίηση της βιομάζας. Για την αφαίρεση μιας ποσότητας νερού από τη βιομάζα θα πρέπει το νερό αυτό να εξατμιστεί. Η ενέργεια που χρειάζεται για την εξάτμιση του νερού είναι 2.3 MJ . Αυτό είναι μια σημαντική ποσότητα ενέργειας. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ξηρή βιομάζα έχει μια θερμογόνο δύναμη η οποία κυμαίνεται από 15 έως 20 MJ ανά κιλό. Η ύπαρξη υγρασίας στη βιομάζα σημαίνει ότι θα πρέπει από την ενέργεια που θα παραχθεί από τη καύση της ξηράς ουσίας να αφαιρεθεί η ενέργεια που χρειάζεται για να εξατμιστεί το νερό και επομένως μειώνεται ουσιαστικά η θερμογόνο δύναμη της βιομάζας.

Δεδομένης της υψηλής κατανάλωσης ενέργειας για την ξήρανση στις μονάδες μετατροπής βιομάζας σε ενέργεια έχει γίνει προσπάθεια να χρησιμοποιηθούν συστήματα τα οποία απαιτούν την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Για αυτό μια πρώτη προσπάθεια είναι να γίνει αξιοποίηση των αερίων που προέρχονται από την καύση ή από την θέρμανση της βιομάζας τα οποία μπορούν να διοχετευθούν μέσα στη μάζα της βιομάζας ούτως ώστε να πετύχουν την ξήρανση με ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας. Κατά τη διάρκεια της ξήρανσης της βιομάζας θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στις θερμοκρασίες που αναπτύσσονται. Σε θερμοκρασίες που ξεπερνούν τους 100°C υπάρχει κίνδυνος δημιουργίας οργανικών ενώσεων που είναι είτε πτητικές και φεύγουν από την βιομάζα είτε παράγονται μετά από κάποια αναδιάταξη των στοιχείων τους. Η θέρμανση αυτή προκαλεί μια εξαγωγή αερίων που ονομάζεται blue hells η οποία μπορεί να προκαλέσει βλάβες στους ανθρώπους. Για αυτό τα αέρια τα οποία περνούν μέσα από την βιομάζα θα πρέπει προσεκτικά να καθαρίζονται για να αποφευχθούν προβλήματα υγείας των εργαζομένων. .. Ένα άλλο στοιχείο το οποίο θα πρέπει να προσεχθεί στα συστήματα ξήρανσης της βιομάζας είναι η πιθανότητα να έχουμε ανάφλεξη της βιομάζας που μπορεί να δημιουργήσει φωτιές και αρκετά προβλήματα. Η ύπαρξη οξυγόνου σε συνδυασμό με την αύξηση της θερμοκρασίας μπορεί να προκαλέσουν την έναυση του υλικού. Για αυτό καλά είναι η περιεκτικότητα σε οξυγόνο να περιορίζεται κάτω από το 10% για να αποφεύγεται ο κίνδυνος αυτός.

Πολλοί τύποι ξηραντηρίων έχουν χρησιμοποιηθεί για την ξήρανση της βιομάζας:

A) Ένα σύστημα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα αρχικά στάδια ξήρανσης της βιομάζας είναι η συμπίεση του υλικού σε ειδικά πιεστήρια με κοχλίες. Η ιδέα είναι ότι ένα υλικό με υψηλή υγρασία της τάξεως του 60 έως 70% εάν συμπιεστεί θα υπάρξει μια έξοδος της υγρασίας και αυτό θα πρέπει να επιτρέψει μια σημαντική μείωση που μπορεί να φτάσει μέχρι το 50 έως 55% και από κει και πέρα να χρησιμοποιηθούν ξηραντήρια για να επιτευχθεί τελική ξήρανση.

β) Ξηραντήρια με δάπεδα με οπές από όπου διοχετεύεται ο αέρας ξήρανσης. Τα συστήματα αυτά που φαίνονται στο Σχήμα 1 αποτελούνται από δοχείόπυργους μέσα στα οποία τοποθετείται η βιομάζα σε στρώματα ύψους μικρότερο του μέτρου. Ο θερμός αέρας τροφοδοτείται από το κάτω μέρος και βγαίνει από επάνω. Τα συστήματα αυτά είναι κατάλληλα για μικρές μονάδες με ισχύ μικρότερη από ένα MW και παρουσιάζουν το πλεονέκτημα της απλής κατασκευής και λειτουργίας αλλά και το μειονέκτημα της ανομοιόμορφης ξήρανσης καθώς τα κατώτερα στρώματα ξηραίνονται καλύτερα από τα ανώτερα. Για αυτό θα πρέπει η βιομάζα μετά το πέρας της ξήρανσης να φαίνεται για ένα διάστημα να ισορροπήσει η υγρασία ώστε να αποφευχθεί η ανομοιομορφία του υλικού. Το πάχος του στρώματος ξήρανσης συνιστάται να είναι σχετικά μικρό από 0,4 έως 0,6 μέτρα. Η θερμοκρασία του αέρα ξήρανσης είναι συνήθως κάτω από τους 100°C ώστε να αποφεύγονται οι εκπομπές αερίων.

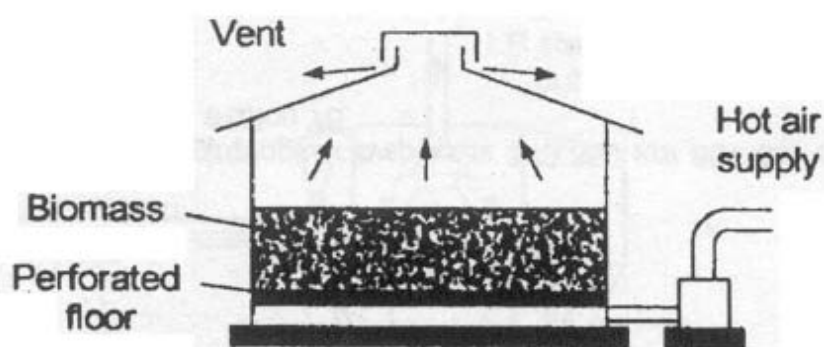


Fig. 1. Perforated floor bin dryer. Reproduced with permission [2].

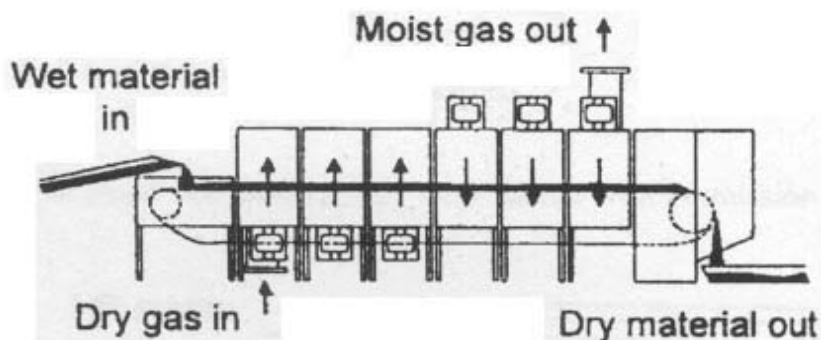


Fig. 2. Band conveyor dryer. Reproduced with permission [2].

Σχήμα 1. Ξηραντήριο με κυλινδρικό δοχείο με οπές στον πυθμένα από όπου διοχετεύεται ο αέρας ξήρανσης

Σχήμα 2. Ξηραντήριο με κινούμενο δάπεδο και τον αέρα να διοχετεύεται μέσα από το δάπεδο.

γ) Ένας δεύτερος τύπος ξηραντηρίου είναι το ξηραντήριο με κινούμενο δάπεδο που φαίνεται στο Σχήμα 2. Το υλικό τροφοδοτείται πάνω σε μια κινούμενη αλυσίδα μέσα από την οποία διέρχεται ο αέρας ξήρανσης και καθώς το υλικό κινείται σε ένα σχετικά λεπτό στρώμα επιτρέπει την ξήρανση της βιομάζας. Το σύστημα αυτό είναι

αναμφισβήτητο περισσότερο πολύπλοκο, απαιτεί μεγαλύτερη συντήρηση αλλά πετυχαίνει μια ικανοποιητική ομοιομορφία ξήρανσης της βιομάζας ενώ απαιτεί μια βιομάζα η οποία να είναι τεμαχισμένη. (Σχήμα 2)

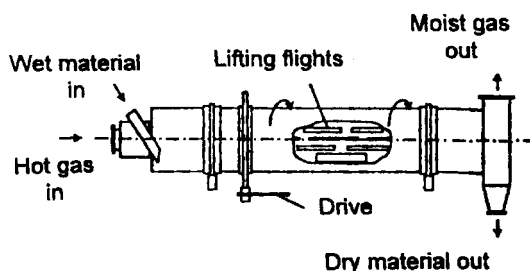


Fig. 3. Rotary cascade dryer. Reproduced with permission [2].

Σχήμα 3. Ξηραντήριο με περιστρεφόμενο τύμπανο

δ) Ένα τρίτο σύστημα είναι τα συστήματα με περιστρεφόμενο τύμπανο (Σχήμα 3). Το τύμπανο περιστρέφεται αργά με μια έως δέκα στροφές το λεπτό και η βιομάζα αναγκάζεται να ακολουθήσει μια ελικοειδή πορεία καθώς κινείται από την μια πλευρά του τυμπάνου προς την άλλη. Η κίνηση προς τα εμπρός εξασφαλίζεται από μικρή κλίση του τυμπάνου και από πτερύγια τα οποία υπάρχουν στο εσωτερικό του. Το μέσο ξήρανσης διέρχεται μέσα από τον κύλινδρο και εξασφαλίζει την ξήρανση του υλικού. Τα ξηραντήρια αυτά εξασφαλίζουν μια ικανοποιητική ξήρανση του υλικού παρουσιάζουν όμως τα προβλήματα της πολυπλοκότητας και της απαίτησης για επιμελημένη συντήρηση ενώ συνήθως χρησιμοποιούν υψηλές θερμοκρασίες οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν το πρόβλημα της δημιουργίας οργανικών στοιχείων τα οποία μπορούν να προκαλέσουν το πρόβλημα του Blue.

ε) Σε μεγάλες μονάδες μετατροπής βιομάζας, μεγαλύτερες από 10 Mwe μπορούν να χρησιμοποιηθούν συστήματα περισσότερο προηγμένα. Η ιδέα είναι να υπάρχει διοχεύτηση υπέρθερμου ατμού σε θερμοκρασία 200°C και άνω ο οποίος καθώς διέρχεται από τη βιομάζα αφαιρεί την υγρασία και με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η ξήρανση. Τέτοια συστήματα φαίνονται στα Σχήματα 4 και 5.

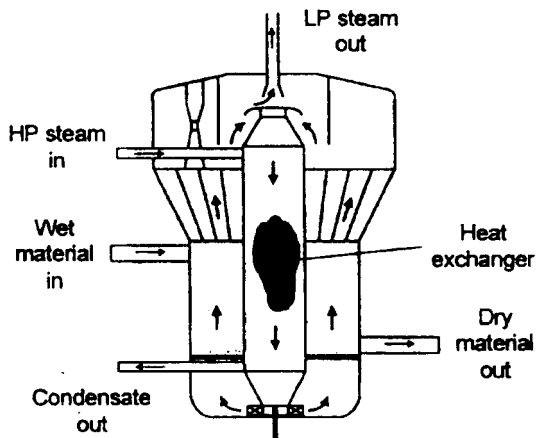


Fig. 4. Fluid bed steam dryer. Reproduced with permission [2].

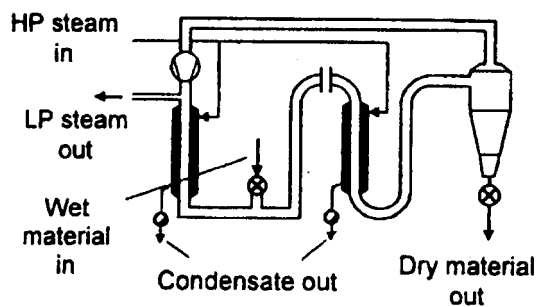


Fig. 5. Pneumatic conveying steam dryer. Reproduced with permission [2].

Σχήμα 4. Ξηραντήριο με διοχέτευση υπέρθερμου ατμού

Σχήμα 5. Ξηραντήριο με διοχέτευση υπέρθερμου ατμού

Η απαιτούμενη ενέργεια για τη ξήρανση της βιομάζας είναι ανάλογη με την περιεχόμενη υγρασία. Μπορεί να εκτιμηθεί με βάση την λανθάνουσα ενέργεια εξαερώσεως του νερού.

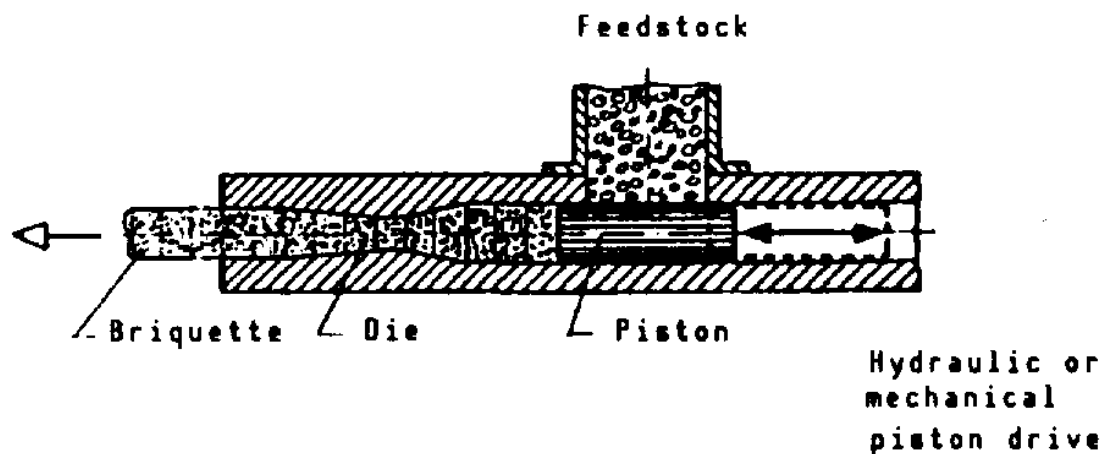
6.5 Η παραγωγή πελετών, κλπ

Η παραγωγή πελετών γίνεται σε μονάδες που συμπιέζουν ισχυρά (5-150 MPa) υλικό τεμαχισμένο σε μέσο μέγεθος 0,8-5 mm. Το υλικό συμπιέζεται σε καλούπια ορισμένου μεγέθους και εν συνεχεία ωθείται εκτός καλουπιού. Το παραγόμενο υλικό έχει πυκνότητα 650-950 kg/m³ ανάλογα με τις συνθήκες συμπίεσης (η πυκνότητα μπορεί να φτάσει και παραπάνω μέχρι 1200 kg/m³ με πολύ υψηλές πιέσεις ή διαδοχικές πιέσεις). Έρευνα από τους Mani et al. έδειξε ότι για συμπίεση στελεχών καλαμποκιού η ενέργεια συμπίεσης και εξόδου ήταν γύρω στα 12 MJ/t για πίεση 5 MPa, 20 MJ/t για πίεση 10 MPa και 30 MJ/t για πίεση 15 MPa. Παρόμοια μεγέθη έχουν βρεθεί και για τις βαμβακικές και τα άχυρα χειμερινών σιτηρών.

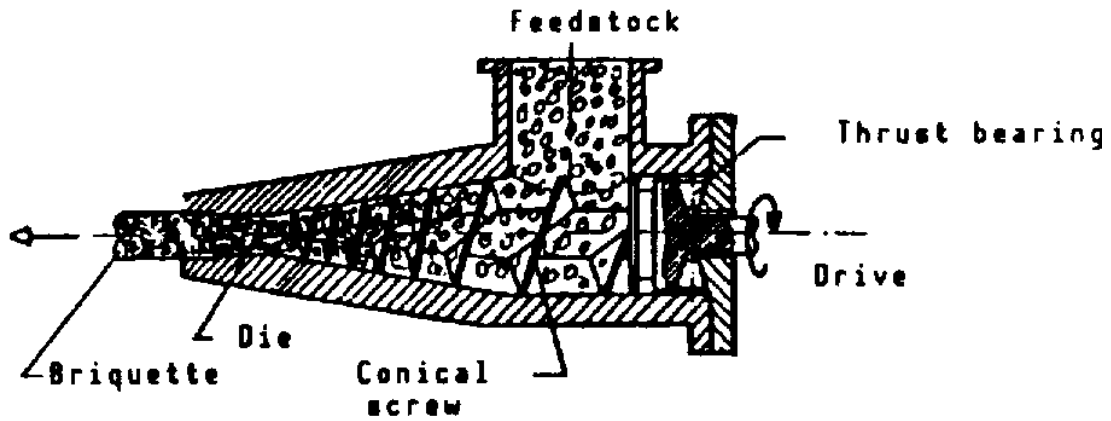


Η συμπύκνωση της βιομάζας μπορεί να γίνει με ποικιλία μηχανημάτων που ακολουθούν διάφορους τρόπους για τη συμπίεση. Μπορεί να χωριστούν σε κατηγορίες όπως:

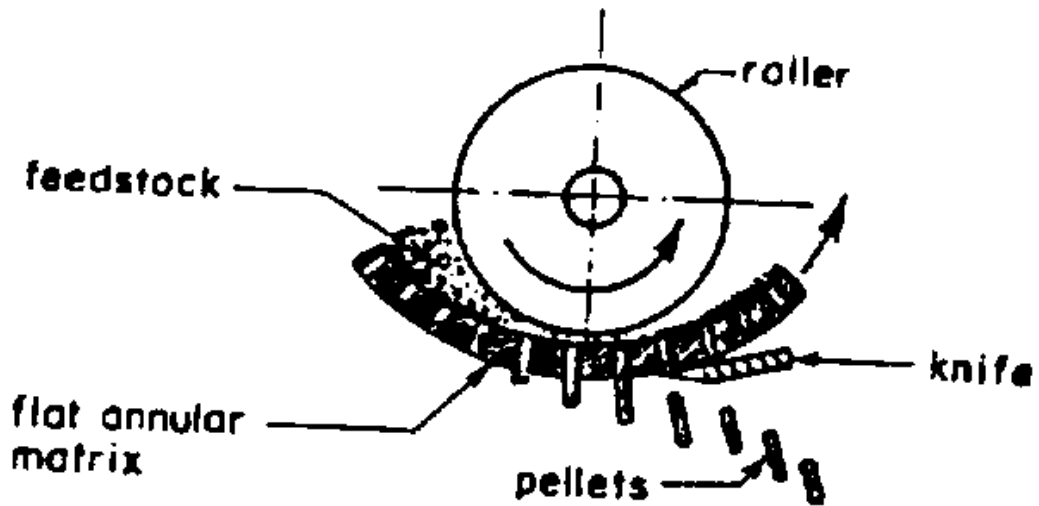
A) Μηχανήματα με υδραυλικό κύλινδρο συμπίεσης. Το έμβολο του κυλίνδρου ωθεί το υλικό σε μια στένωση από όπου εξέρχεται συμπιεσμένο.



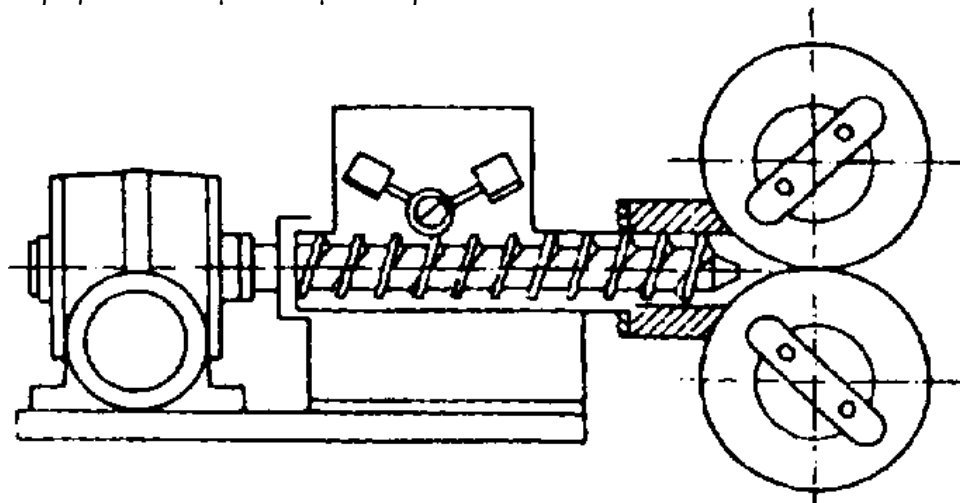
B) Μηχανήματα με κοχλία συμπίεσης. Ο κοχλίας κινεί το υλικό συνεχώς προς μια έξοδο με στένωση. Η στένωση προκαλεί τη συμπίεση του υλικού και την παραγωγή πελετών



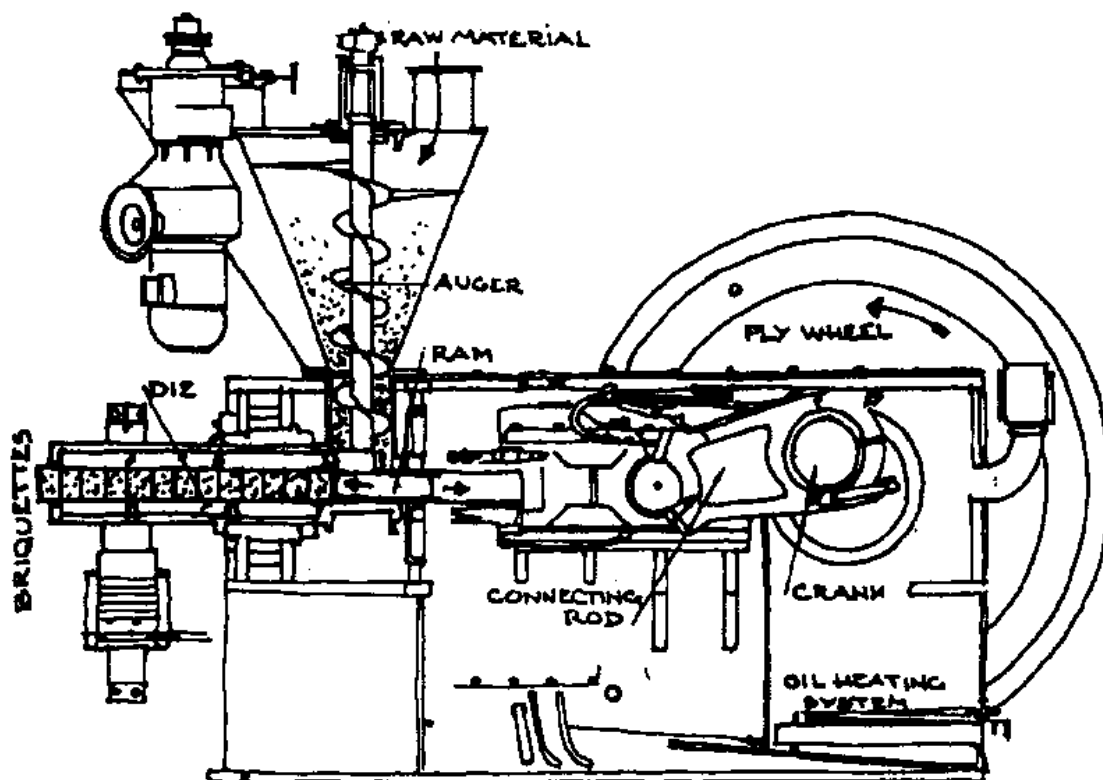
Γ) Με μηχανική συμπίεση που αναγκάζει το υλικό να εξέλθει από τα ανοίγματα ενός καλουπιού που καθορίζει και το μέγεθος του προϊόντος.



Δ) Το υλικό αναγκάζεται να περάσει μέσα από κυλίνδρους όπου συμπιέζεται και παράγεται το συμπυκνωμένο προϊόν



Μια πλήρης μονάδα συμπίεσης βιομάζας φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.



Μορφές που μπορεί να μεταποιηθεί η βιομάζα

Αναμφίβολα η μεταποίησης της βιομάζας σε πελέτες, μπριγκέτες ή wafers απαιτεί κόστος και κατανάλωση ενέργειας. Η κατανάλωση ενέργειας δεν είναι γενικά μεγάλη ανά τόνο προϊόντος ενώ η ωφέλεια από τη δυνατότητα μεταφοράς σε μεγαλύτερες αποστάσεις και τροφοδοσίας σε μικρές αποκεντρωμένες μονάδες είναι σημαντική.

Οικονομικότητα του προϊόντος.

Αν δεχτούμε εφαρμογές της συμπυκνωμένης βιομάζας για θέρμανση χώρων τότε η τιμή σύγκρισης του πετρελαίου είναι 0,60 € ανά λίτρο ή 0,75 €/kg (τιμές χειμώνα 2005). Το πετρέλαιο έχει θερμογόνο δύναμη 45 MJ/kg και συνήθως οι καυστήρες πετρελαίου έχουν αποδόσεις της τάξεως του 0,90 δηλαδή σε θερμότητα τα 40,5 MJ κοστίζουν 0,75 € ή 0,0185 €/MJ

Η θερμογόνο δύναμη της βιομάζας είναι 17-18 MJ/kg ξηράς ουσίας με τους καυστήρες να έχουν απόδοση της τάξης του 0,75-0,80 δηλαδή η βιομάζα θα αποδίδει θερμότητα 12,75 – 14,4 MJ/kg ξηράς ουσίας μείον κάποιες απώλειες για την εξάτμιση του νερού (περίπου 10%) που περιέχει η βιομάζα. Η τιμή που μπορεί να αγοραστεί η βιομάζα για ίδια τιμή – απόδοση με το πετρέλαιο θέρμανσης είναι 0,2358- 0,2664 €/kg μια τιμή που δίνει τεράστια περιθώρια πώλησης της βιομάζας. Με τιμή πώλησης 0,11-0,13 € ανά κιλό η βιομάζα θα δώσει σημαντικές δυνατότητες οικονομίας στα νοικοκυριά ενώ θα δώσει σημαντικά περιθώρια κέρδους στη μονάδα μεταποίησης.

Η πελετοποιημένη βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε βιομηχανίες που έχουν δικαιώματα εκπομπών CO₂. Ένας τόνος πετρελαίου παράγει 2,8 τόνους CO₂. 2,8 τόνοι βιομάζας αντικαθιστούν ένα τόνο πετρελαίου ή ανάλογου προϊόντος επομένως

ένας τόνος βιομάζας καλύπτει ένα τόνο CO₂ . Με δεδομένη τη τιμή του CO₂ στο χρηματιστήριο των ρύπων των 22 €/τόνο η ανταγωνιστικότητα αυτής της μορφής βιομάζας είναι εξασφαλισμένη για εταιρείες όπως η τσιμετοβιομηχανίες, η παραγωγή κεραμικών κλπ

Κεφάλαιο 7. Αντικατάσταση σημερινών καλλιεργειών με καλλιέργεια φυτών για παραγωγή ενέργειας

7.1 Εισαγωγή

Η σημερινή διαμόρφωση της κατανομής των καλλιεργειών στην Περιοχή προκαλείται από τη έκταση των επιδοτούμενων καλλιεργειών με κύρια καλλιέργεια το Βαμβάκι και δευτερευόντως το Καλαμπόκι και τα ζαχαρότευτλα για τις αρδευόμενες εκτάσεις και το σκληρό σιτάρι για τις μη αρδευόμενες. Με την εφαρμογή της νέας ΚΑΠ η υπερβολική επιδότηση του βαμβακιού που δημιούργησε τόσες στρεβλώσεις στην Ελληνική Γεωργία θα απαλειφθούν και η κατανομή των καλλιεργειών θα διαμορφωθεί με βάση τις διεθνείς τιμές των προϊόντων. Το ερώτημα που πρέπει να τεθεί είναι ποια είναι η οικονομικότητα των υπαρχόντων καλλιεργειών σε σύγκριση με τα ενεργειακά φυτά.

Τα ενεργειακά φυτά είναι καλλιέργειες που το σύνολο της παραγωγής τους χρησιμοποιείται για παραγωγή ενέργειας. Τα παραγόμενα ενεργειακά προϊόντα μπορούν να καταταγούν σε κατηγορίες όπως:

Α) Στερεή βιομάζα που μπορεί να μετατραπεί σε ενέργεια κυρίως με καύση αλλά και με ζύμωση των κυτταρινών για παραγωγή αλκοόλης. Η λιγνίνη δεν μπορεί να ζυμωθεί με τη σημερινή τεχνολογία. Αλκοόλη μπορεί να παραχθεί και από το πτωχό αέριο που παράγεται από εξαερίωση της στερεής βιομάζας.

Β) Σπόροι και άλλα υλικά που περιέχουν λάδια. Τα λάδια μπορούν να εξαχθούν με συμπίεση ή με χρήση χημικών και να χρησιμοποιηθούν είτε άμεσα σε μηχανές Diesel, είτε μετά από επεξεργασία για μείωση του ιξώδους.

Γ) Σπόροι και άλλα υλικά (σπόροι σιτηρών, άχυρα, ζαχαρότευτλα, γλυκύ σόργο κλπ) που μπορούν να ζυμωθούν για παραγωγή αλκοόλης

7.2 Ενεργειακά φυτά για καύση

Μεγάλη έρευνα έχει πραγματοποιηθεί στην ΕΕ για την εύρεση φυτών που μπορούν να δώσουν ποσότητες ξηρής βιομάζας για καύση και συμπαραγωγή. Διάφορα Δασικά είδη έχουν δοκιμαστεί σε διάφορες μορφές καλλιέργειας και κυρίως σε καλλιέργειες μικρού κύκλου (short forest rotation). Λεύκες, ιτιές και ευκάλυπτος είναι από τα είδη που έδωσαν ελπιδοφόρα αποτελέσματα. Πολλά ποώδη φυτά έχουν επίσης δοκιμαστεί και δοκιμάζονται όπως το καλάμι, ο Μίσχανθος, η αγριοαγγινάρα, το switchgrass κυρίως στις ΗΠΑ. Από τα μέχρι σήμερα αποτελέσματα έρευνας στην Ελλάδα δύο είναι οι κύριοι υποψήφιοι. Ο Μίσχανθος για τις αρδευόμενες εκτάσεις και η Αγριοαγγινάρα για τις ξηρικές. Οι καλλιέργειες αυτές θα πρέπει να συγκριθούν με αντίστοιχες καλλιέργειες που φαίνονται να είναι το καλαμπόκι για τις ποτιστικές και το σιτάρι για τις ξηρικές.

7.3 Σύγκριση Μίσχανθου και Καλαμποκιού

7.3.1 Εισαγωγή

Το *Miscanthus* είναι ένα γένος πολυετών χλοών που προέρχονται από την Ασία. Στην Ευρώπη έχει αξιολογηθεί ως νέα καλλιέργεια βιοενέργειας στην διάρκεια των προηγούμενων 5-10 ετών.

Οι περισσότερες ποικιλίες *miscanthus* που προτείνονται ως εμπορική καλλιέργεια είναι αποστειρωμένα υβρίδια (*miscanthus x giganteus*) που δημιουργήθηκαν στην Ιαπωνία.

7.3.2 Η καλλιέργεια του μίσχανθου

Η καλλιέργεια του μίσχανθου είναι πολυετής και ως εκ τούτου οι δαπάνες και εργασίες αρχικής εγκατάστασης επιβαρύνουν μια φορά μόνο τη φυτεία. Η κατεργασία εδάφους γίνεται με συμβατική κατεργασία ή με κάποια μέθοδο μειωμένης κατεργασίας. Στη πρώτη περίπτωση γίνεται μετά την προηγούμενη καλλιέργεια όργωμα και ακολουθεί η δευτερογενής κατεργασία με χρήση σβαρνών. Είναι δυνατή η χρήση βαρέως καλλιεργητή αλλά και περιστροφικού καλλιεργητή. Δεδομένου ότι κατά τα πρώτα έτη υπάρχει πρόβλημα ανταγωνισμού της καλλιέργειας από τα ζιζάνια ίσως η χρήση αρότρου να είναι η περισσότερο ενδεικνυόμενη.



Τρόποι πολλαπλασιασμού

Η ποικιλία *M. sinensis giganteus* πολλαπλασιάζεται με ριζώματα και φυτάρια με καταλληλότερο τον τρόπο με ριζώματα συνδυάζοντας ταχύτητα εφαρμογής, ομοιομορφία και μικρό κόστος εγκατάστασης.

Η εγκατάσταση με φυτάρια χαρακτηρίζεται από μεγάλη αποτελεσματικότητα αλλά με πενταπλάσιο κόστος εγκατάστασης σχετικά με τα ριζώματα. Τα φυτάρια προέρχονται από την ανάπτυξη ριζωμάτων με ένα ύψος 30-35εκ. και καλό ριζικό σύστημα. Βρέθηκε ότι τα μικρο-πολλαπλασιαζόμενα φυτεύματα είναι πιο ευαίσθητα σε δύσκολες συνθήκες (ξηρασία). Γενικά, η άρδευση των νεοφυτευμένων ριζωμάτων βελτιώνει τους ρυθμούς εγκατάστασης σε ξηροθερμικές συνθήκες. Η εκμηχάνιση της εγκατάστασης των ριζωμάτων έχει μειώσει το κόστος. Σε μια τυπική πυκνότητα φύτευσης 1000φυτών/στρ. δηλαδή 1m μεταξύ και επί των σειρών αναπτύσσεται το 2^ο

και 3^ο έτος ένα πυκνό ριζικό σύστημα που μπορεί να αξιοποιήσει άριστα το άζωτο με την μέγιστη πυκνότητα ριζών σε βάθος 40εκ (Koessler & Claudein,1998). Η απόσταση μεταξύ των σειρών μπορεί να διαφοροποιηθεί ανάλογα με τη μέθοδο συγκομιδής. Η χρήση σιλοκοπτικών για καλαμπόκι κάνει καλύτερη την απόσταση των 0,80 μ. Η φύτευση των φυταρίων μπορεί να γίνει με τα χέρια ή με μεταφυτευτικές μηχανές που χρησιμοποιούνται και για άλλες καλλιέργειες όπως ο καπνός ή η βιομηχανική τομάτα. Η εργασία με τα χέρια δεν είναι πολύ δαπανηρή καθώς ο αριθμός των φυταρίων ανά στρέμμα είναι μικρός.



Η εγκατάσταση της φυτείας μπορεί να γίνει με ριζώματα. Ένας τρόπος παραγωγής είναι με χρήση φρέζας σε παλαιές φυτείες μίσχανθου. Μετά την κοπή του υπέργειου τμήματος η φρέζα τεμαχίζει τα ριζώματα. Με κοσκίνισμα μπορεί να απομακρυνθεί το χώμα και να παραμείνουν τα ριζώματα που θα χρησιμοποιηθούν για τη φύτευση. Με τον τρόπο αυτό μειώνουμε το κόστος αλλά και αυξάνουμε την πιθανότητα κενών που πρέπει στη συνέχεια να τα συμπληρώσουμε. Το κόστος όμως εγκατάστασης μειώνεται δραστικά.

Έδαφος-Κλίμα

Ο μίσχανθος μπορεί να αξιοποιήσει ένα μεγάλο εύρος εδαφικών τύπων από αμμώδη ως αργιλώδη και εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία. Πείραμα στην περιοχή Σπερχειάδας Φθιώτιδας σε έδαφος αμμώδες και άγονο έδειξε ότι η υψηλή παραγωγή μπορεί να επιτευχθεί με άρδευση ύψους 400-500mm (Δαναλάτος 1997 και άλλοι). Το εδαφικό pH με εύρος (5-8) δεν επηρέασε την παραγωγή ξηρής ουσίας (Nielsen 1987). Όσον αφορά τις ετήσιες θερμοκρασίες και το ύψος βροχής για τις ευρωπαϊκές δοκιμές αυτές κυμαίνονται από 7,5 ως 17,5° C και 500-1000mm με περισσότερη ανάγκη σε άρδευση σε νότια γεωγραφικά πλάτη.

Εχθροί-ασθένειες

Η ζιζανιοκτονία είναι απαραίτητη πριν την εγκατάσταση της φυτείας ιδίως των πολυετών ζιζανίων με χρήση ζιζανιοκτόνων (atrazine, promyzamide, mecoprop, sulfonil κ.α.) (Rutherford and Heath 1992).

Οι ασθένειες είναι αμελητέες στην Ευρώπη. Μόνο το *Fusarium* spp αποτελεί πρόβλημα γιατί μπορεί να προσβάλλει περιστασιακά τα ριζώματα τα οποία είναι

απαραίτητο να εμβλαπίζονται πριν από την φύτευση σε μυκητοκτόνο. Εξαιτίας της συνεκτικής επιδερμίδας των φύλλων, ο μίσχανθος είναι ανθεκτικός στις ασθένειες του φυλλώματος. Δεν έχουν αναφερθεί προσβολές εντόμων στο φύλλωμα του μίσχανθου λόγω της μορφολογίας του φύλλου που είναι ινώδες και σκληρό.

Λίπανση

Η καλλιέργεια μίσχανθου χρειάζεται μικρά ποσά λιπάσματος μετά τον δεύτερο χρόνο εκτιμάται ότι αρκούν 7 μονάδες αζώτου και 3,5 μονάδες φωσφόρου ανά στρέμμα ως βασική εφαρμογή. Γίνεται προσπάθεια να καυστερεί η συγκομιδή αργά το Φθινόπωρο ώστε να μεταφέρονται όσο το δυνατόν περισσότερα στοιχεία στα ριζώματα. Επίσης γίνεται προσπάθεια κατά τη συγκομιδή να αφήνονται στο χωράφι τα κάτω φύλλα του μίσχανθου ώστε να εμπλουτίζεται το έδαφος με οργανική ουσία και να προστατεύεται από τη διάβρωση στη διάρκεια του χειμώνα.

Η καλλιέργεια του μίσχανθου ενισχύει την ανακύκλωση των θρεπτικών ουσιών στο εδαφικό σύστημα. Η ενσωμάτωση των φύλλων στο έδαφος είχε ως αποτέλεσμα την σημαντική αύξηση της περιεκτικότητας οργανικού άνθρακα και αζώτου στο έδαφος. Επιπλέον τα υπολείμματα της καλλιέργειας μίσχανθου έχουν επιπτώσεις και στην ποιότητα της οργανικής ουσίας του εδάφους (Kahle, 2001).

Συγκομιδή

Ο μίσχανθος συγκομίζεται από τον Νοέμβριο ως τον Μάρτιο με την προϋπόθεση η υγρασία των στελεχών να είναι μικρότερη του 25%. Η καθυστέρηση της συγκομιδής έχει ως συνέπεια την απώλεια σε βιομάζα με την πτώση των φύλλων ενώ βελτιώνεται η ποιότητα της καύσης της βιομάζας λόγω μείωσης της υγρασίας και την διύλιση των ανεπιθύμητων τμημάτων βιομάζας όπως C1 και K και της μείωσης της τέφρας (Jorgehsen and Sander, 1997). Επίσης η μείωση του C1, N και του νερού εκτός από τις μειωμένες εκπομπές επιβλαβών ουσιών κατά την καύση μειώνει και την ενέργεια ξήρανσης της βιομάζας (Lewandowski and Kicherer, 1997).

Η συγκομιδή μπορεί να γίνει είτε με θερισμό-ξήρανση στον αγρό και ακολούθως δεματοποίηση είτε με κοπή και ψιλοτεμαχισμό με σιλοκοπτικό μηχάνημα (2-25 cm) και μεταφορά του υλικού στο όχημα μεταφοράς. Τα σιλοκοπτικά και είναι ελκόμενα ή αναρτώμενα, συνήθως εργάζονται έξω από τον γεωργικό ελκυστήρα ώστε ο ελκυστήρας να κινείται σε συγκομισμένο μέρος του χωραφιού (Γέμτος, 2002). Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και αυτοκινούμενα μηχανήματα μεγάλων αποδόσεων που ήδη χρησιμοποιούνται για την ενσίρωση του καλαμποκιού.



Παραγωγή

Παρά την επιτυχή ανάπτυξη του μίσχανθου στις περισσότερες περιοχές η παραγωγή παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση λόγω μεγάλου αριθμού εδαφικών και κλιματικών παραγόντων καθώς και καλλιεργητικών φροντίδων. Η μέγιστη παραγωγή επιτυγχάνεται δύο-τρία χρόνια μετά την φύτευση. Επίσης, σημαντική διακύμανση έχουμε στην ανεκτικότητα του μίσχανθου σε χαμηλές θερμοκρασίες που οφείλεται στην παραλλακτικότητα των γενότυπων του μίσχανθου. Αυτό προσδίδει μεγάλη σημασία στην επιλογή ποικιλιών που θα ανταποκριθούν καλύτερα στις ανάγκες μας από το τωρινό δοκιμασμένο υλικό.

Η Ευρωπαϊκή Εταιρία Ανάπτυξης Μίσχανθου (EMI) έχει ως στόχο να διερευνήσει τη γενετική βάση του μίσχανθου μεγιστοποιώντας την παραγωγικότητα και την προσαρμογή του φυτού και να αναπτυχθούν μέθοδοι για να επιτευχθούν αυτοί οι σκοποί. Το 1997 εκτεταμένες δοκιμές ξεκίνησαν σε 15 γενότυπους σε 5 διαφορετικές τοποθεσίες της Ευρώπης από Σουηδία ως Πορτογαλία. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι αποδόσεις ως και 2,5t/έτος/στρ. (ξηρή ουσία) μπορούν να επιτευχθούν τον καιρό της συγκομιδής σε συνθήκες των περιοχών της Κ.Γερμανίας (με γεωγραφικό πλάτος 50N) ως και την Ν.Ιταλία (με πλάτος 37N) (Lewandowski, 1998).

Εκτός από την υψηλή παραγωγή ο μίσχανθος έχει και υψηλή περιεκτικότητα ξηρής ουσίας με καλά χαρακτηριστικά καύσης και χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο και άζωτο, με μικρότερες εκπομπές CO₂ και SO₂ σε σύγκριση με καύση πετρελαίου για παραγωγή θερμότητας (Lewandowski and Heinz 2003) .

Σε πειράματα που διεξήχθησαν σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας η παραγωγή ξηρής ουσίας μίσχανθου κυμάνθηκε από 2,6 ως 3,2 τόννους ανά στρέμμα ετησίως και το εκτιμώμενο ενεργειακό δυναμικό ανήλθε στα 1,38TΠΠ ανά στρέμμα. Το αυξημένο δυναμικό παραγωγής σε βιομάζα του μίσχανθου στην Ελλάδα ανοίγει μελλοντικές προοπτικές ως εναλλακτική καλλιέργεια χαμηλών εισροών και προστασίας του περιβάλλοντος (Κ.Α.Π.Ε. 1988)

7.3.3 Οικονομικό ισοζύγιο παραγωγής μίσχανθου

Αφορά την καλλιέργεια μίσχανθου ως πολυετούς καλλιέργειας με διάρκεια ζωής τα 20 χρόνια.

1.Αγορά πολλαπλασιαστικού υλικού:

Για την φύτευση ενός στρέμματος χρειάζονται 1000 φυτά με μια μέση πυκνότητα φύτευσης 1m επί των γραμμών και 1m μεταξύ των γραμμών. Για χρήση σιλοκοπτικού οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών γίνονται 0,75-0,80m. Το κόστος εργασίας για τον πολλαπλασιασμό καθώς και την μεταφορά του υλικού εκτιμάται ότι ανέρχεται σε 7,6€/έτος/στρ. (αποτελέσματα Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας 1998).

2.Φύτευση:

Υπολογίζεται ότι χρειάζονται 1,5 ανθρωπομέρες για φύτευση ενός στρέμματος και με απρόβλεπτα έξοδα το κόστος φύτευσης είναι 3,1€/έτος/στρ.

3.Λίπανση:

Εφαρμόζεται σε μικρές ποσότητες μετά το 2^ο έτος εγκατάστασης. Με 8 μονάδες αζώτου ανά έτος και στρέμμα συν τα εργατικά εκτιμάται το κόστος σε 8€/στρ/έτος.

4.Αρδευση:

Το κόστος άντλησης ανέρχεται σε 4€/στρ/έτος.

5.Μεταφορικά:

Φόρτωση-εκφόρτωση του υλικού και μεταφορά με πλατφόρμα μέχρι την μονάδα χρησιμοποίησης του με κόστος να ανέρχεται σε 1,8€/στρ/έτος.

6.Πελετοποίηση:

Το κόστος τελικής συμπύκνωσης ισούται με 46€/στρ/έτος.

7.Ενοίκιο αγρού:

Υπολογίζεται ότι το ενοίκιο ανέρχεται σε 60€/στρ/έτος.

8. Κόστος Συγκομιδής:

Η συγκομιδή του Μίσκανθου μπορεί να γίνει με δύο τρόπους.

A) Με κοπή των στελεχών με χορτοκοπτικό. Τα στελέχη μπορεί να αφηθούν στο χωράφι να χάσουν μέρος της υγρασίας εφ' όσον ο καιρός το επιτρέπει. Εν συνεχεία γίνεται συγκέντρωση των στελεχών και συσκευασία σε δέματα και μεταφορά στη μονάδα μετατροπής. Σύμφωνα με τις ισχύουσες τιμές της αγοράς το κόστος συγκομιδής δίδεται στους παρακάτω Πίνακες 7.1, 7.2 και 7.3 .

Πίνακας 7.1. Κόστος συγκομιδής Μίσκανθου σε μικρά ορθογώνια δέματα

| A/A | | Χαμηλές τιμές | Υψηλές τιμές |
|-----|------------------------|---------------|--------------|
| 1 | Παραγωγή kg/στρέμμα | 2500 | 2500 |
| 3 | Κοπή | 4 | 5 |
| 4 | Δεματοποίηση €/στρέμμα | 24 | 32 |
| 5 | Φόρτωμα - ξεφόρτωμα | 16 | 20 |
| 6 | Μεταφορά | 25 | 36 |
| 7 | Συνολικό κόστος | 69 | 93 |
| 8 | Κόστος ανά κιλό | 0,0276 | 0,037 |

Πίνακας 7.2. Εκτίμηση κόστος συγκομιδής Μίσχανθου σεε κυλινδρικά δέματα

| A/A | | Χαμηλές τιμές |
|-----|------------------------|---------------|
| 1 | Παραγωγή kg/στρέμμα | 2500 |
| 3 | Κοπή | 4 |
| 4 | Δεματοποίηση €/στρέμμα | 12 |
| 5 | Φόρτωμα - ξεφόρτωμα | 8 |
| 6 | Μεταφορά | 25 |
| 7 | Συνολικό κόστος | 45 |
| 8 | Κόστος ανά κιλό | 0,018 |

Πίνακας 7.3 :Δαπάνες παραγωγής καλλιέργειας μίσχανθου

| ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΥΛΙΚΑ | €/στρέμμα | €/kg | €/MJ |
|---------------------|-------------|-------------|----------|
| Εγκατάσταση | 10.7 | 0.004 | 0.00023 |
| Λίπανση | 8.0 | 0.003 | 0.00017 |
| Άρδευση | 30 | 0.012 | 0.00070 |
| Συγκομιδή -Μεταφορά | 45-93 | 0,018-0,037 | |
| Πελετοποίηση | 46 | 0.018 | 0.00105 |
| Κόστος σε δέμα | 93,7-141,7 | 0,047-0,056 | |
| Κόστος σε Πελετ | 139,7-187,7 | 0.065-0,074 | 0.003327 |

- Μέση στρεμματική απόδοση 2500kg/στρ
- Στον πίνακα υπολογίσαμε και έγινε επιμερισμός των δαπανών εγκατάστασης και εξοπλισμού για διάρκεια φυτείας 20 ετών καθώς αυτές οι δαπάνες γίνονται μόνο στην αρχή της εγκατάστασης της φυτείας του μίσχανθου.
- Η καλλιέργεια του μίσχανθου έχει στρεμματική ενίσχυση ως ενεργειακή καλλιέργεια ύψους 4,5€.

7.3.4 Καλαμπόκι

Οι δαπάνες που διαμορφώνουν το κόστος του καλαμποκιού ανά στρέμμα ή κιλό για παραγωγή 1350 κιλά, ταξινομούνται σε δαπάνες χρήσεως εδάφους (ενοίκιο τεκμαρτό ή πραγματικό) σε δαπάνες της τεκμαρτής ή πραγματικής εργασίας και σε δαπάνες μεταβλητού κεφαλαίου (αξία αναλώσιμων υλικών, αμοιβές ξένη μηχανική ή ανθρώπινη εργασία) – Πίνακας 7.4

Πίνακας 7.4 :Παραγωγικές δαπάνες καλλιέργειας καλαμποκιού

| Εργασίες | Δαπάνες €/στρ | Δαπάνες €/kg |
|----------------|---------------|--------------|
| Όργωμα | 15 | 0,011 |
| Καλλιεργητής | 8 | 0,006 |
| Δισκοσβάρνισμα | 8 | 0,006 |
| Λίπανση | 4 | 0,003 |
| Σπορά | 4 | 0,003 |
| Σκαλιστήρι | 5 | 0,004 |
| Άρδευση | 40 | 0,03 |
| Αλωνισμός | 15 | 0,011 |
| Φάρμακα | 15 | 0,007 |

| | | |
|--------------|-----|-------|
| Λίπασμα | 29 | 0,021 |
| Σπόρος | 16 | 0,012 |
| Κύσιμα/ρεύμα | 16 | 0,012 |
| Σύνολο | 175 | 0,10 |

- Η καλλιέργεια του καλαμποκιού έχει στρεμματική ενίσχυση 50€.
- Μέση παραγωγή καλαμποκιού 1350kg/στρ.

7.3.5 Σύγκριση των δύο καλλιεργειών

Σχεδιάζοντας την αντικατάσταση της καλλιέργειας του καλαμποκιού με την καλλιέργεια του Μίσχανθου στην περιοχή του Έβρου θα πρέπει να συγκριθούν τα οικονομικά αποτελέσματα των καλλιεργειών ώστε να βγάλουμε τα συμπεράσματα που θα χρησιμοποιηθούν για την λήψη αποφάσεων σχετικά με την εισαγωγή ενός καινούργιου κλάδου σε μια Γεωργική Εκμετάλλευση. Ως οικονομικά αποτελέσματα χαρακτηρίζονται βασικά οι πρόσοδοι, τα εισοδήματα και τα κέρδη που προκύπτουν από τον συσχετισμό της αξίας της παραγωγής με τις απαιτούμενες δαπάνες για την πραγματοποίησής της. Ο δείκτης της καθαρής προσόδου μπορεί να μας δώσει σαφή εικόνα της οικονομικότητας ενός κλάδου παραγωγής. Η καθαρή πρόσοδος περιέχει το κέρδος, τους τόκους κεφαλαίου και το ενοίκιο εδάφους. Στην δική μας περίπτωση οι τόκοι και το ενοίκιο είναι ίδια ποσά και στις δύο καλλιέργειες, συνεπώς η καθαρή πρόσοδος ταυτίζεται με το κέρδος. Το κέρδος λογίζεται ως η διαφορά της ακαθάριστης προσόδου και των συνολικών δαπανών παραγωγής. Η ακαθάριστη πρόσοδος ισούται με το γινόμενο της παραγωγής επί την τιμή πώλησης του προϊόντος και δίδεται από τη σχέση:

Καθαρή Πρόσοδος= Ακαθάριστη Πρόσοδος-Συνολικές Παραγωγικές Δαπάνες

Στην καλλιέργεια καλαμποκιού έχουμε τα εξής αποτελέσματα ανά στρέμμα.

Ακαθάριστη Πρόσοδος=1350kg/στρ*0,15€/kg=202,5€/στρ+50€/στρ επιδότηση.

Παραγωγικές Δαπάνες=175€/στρ (Πίνακας).

Καθαρή Πρόσοδος με τη σημερινή επιδότηση=252,5€/στρ-175€/στρ=77,5€/στρ.

Καθαρή Πρόσοδος χωρίς τη σημερινή επιδότηση=202,5€/στρ-175€/στρ=27,5€/στρ.

Τα αντίστοιχα οικονομικά μεγέθη της καλλιέργειας του μίσχανθου είναι τα εξής:

Για μια μέση παραγωγή 2500 kg/στρ βιομάζας Μίσχανθου και προκειμένου να εισπράξουμε ως καθαρή πρόσοδο τουλάχιστον την καθαρή πρόσοδο του καλαμποκιού, δηλαδή το ποσό των 77,5€/στρ, γνωρίζοντας τις δαπάνες παραγωγής οι οποίες είναι ίσες με 93,7 €/στρ (Πίνακας ευνοϊκή περίπτωση), η ακαθάριστη πρόσοδος που θα μας καθορίσει και την ενδεικτική τιμή πώλησης του μίσχανθου θα είναι ίση με το άθροισμα καθαρής προσόδου και παραγωγικών δαπανών ήτοι

Ακαθάριστη Πρόσοδος=93,7+77,5=178,2€/στρ+4,5€/στρ επιδότηση.

Άρα, η ενδεικτική τιμή πώλησης του Μίσχανθου με τη σημερινή επιδότηση θα είναι 173,7€/στρ:2500kg/στρ=0,061€/kg.

Χωρίς τη σημερινή επιδότηση:

93,7 +27,5 = 121,2€

121,2/2500 = 0.0485 για προϊόν σε δέματα.

Εκτός από το θετικό οικονομικό αποτέλεσμα της καλλιέργειας του μίσχανθου θα έχουμε και θετικό ενεργειακό αποτέλεσμα με την χρησιμοποίηση της βιομάζας καθώς επίσης και περιβαλλοντικό όφελος από την μείωση των ρύπων CO₂ έναντι της καύσης υγραερίου. Ειδικά σε αυτήν την περιοχή που παρουσιάζει μεγάλο οικολογικό ενδιαφέρον καθώς μειώνονται και οι εισροές σε φάρμακα και λιπάσματα. Ένα πρόβλημα που θα παρουσιαστεί κατά την καύση βιομάζας του μίσχανθου θα είναι η τέφρα ως υπόλειμμα της καύσης η οποία υπολογίζεται σε 1,5-4,5% και περιλαμβάνει 30-40% SiO₂, 20-25% K, 5% P, 5,5% CaO, 5% MgO. Εδώ θα χρειαστεί μελέτη για αξιοποίηση της ως λίπασμα στην αγροτική περιοχή υποκαθιστώντας τα χημικά λιπάσματα P και K στις δένδρωδεις καλλιέργειες της περιοχής (ελαιώνες) διασκορπίζοντας την τέφρα με διασκορπιστές.

Επίσης πρόβλημα θα παρουσιαστεί και στην διαδικασία παραγωγής και αξιοποίησης της βιομάζας του μίσχανθου καθώς είναι δύσκολη η διαχείριση και αποθήκευσή της. Η βιομάζα πρέπει μετά την κοπή να παραμείνει στο χωράφι ώστε να απολέσει αρκετή υγρασία για να μπορέσει να γίνει η δεματοποίηση και αποθήκευση.

7.4 Σύγκριση σίτου με αγριοαγκινάρα

7.4.1 Αγριαγκινάρα

Ανήκει στην οικογένεια Asteraceae. Άλλες ονομασίες της είναι αγριαντζινάρα ή τρουμπελίνα. Πυκνές αποικίες εκτοπίζουν την επιθυμητή βλάστηση και την άγρια φύση και μπορούν να αποκλείσουν το ζωικό κεφάλαιο. Είναι πρόγονος της εμπορικά καλλιεργημένης, ασπόνδυλης σφαιρικής αγκινάρας [*Cynara scolymus* L.]. Μερικοί ταξινομητές θεωρούν την σφαιρική αγκινάρα και την ακανθωτή αγκινάρα τα ίδια είδη, *C. cardunculus* L. Τα δύο είδη υβριδοποιούν εύκολα, και μερικοί ακανθωτοί άγριοι τύποι αναπτύσσονται συχνά μεταξύ των σποριόφυτων σφαιρικών αγκινάρων. Η ακανθωτή αγκινάρα εισήχθη από την περιοχή της Μεσογείου ως λαχανικό και διακοσμητικό.

Είναι πολυετής θάμνος, που μπορεί να φτάσει τα 2 και περισσότερα μέτρα ύψος. Η ρίζα της είναι εύρωστη και βαθιά, τα στελέχη όρθια, χοντρά με αυλακώσεις. Τα φύλλα έχουν λευκο-πράσινο χρώμα, είναι αντίθετα, λογχοειδή, σύνθετα, με ισχυρό κεντρικό νεύρο, βαθιά διαιρεμένα, με αγκάθια. Οι ανθοφόροι βλαστοί βγαίνουν από τις μασχάλες των φύλλων και καταλήγουν σε ωοειδείς ταξιανθίες, που η βάση τους καλύπτεται από λεία, βράκτια φύλλα, που επικαλύπτονται, σχηματίζοντας μια σαρκώδη ανθοδόχη τα εξωτερικά και τα μεσαία καταλήγουν σε αγκάθια. Τα βράκτια φύλλα της είναι μικρά, σε αντίθεση με τα βράκτια της καλλιεργούμενης αγκινάρας, που είναι μεγαλύτερα και χωρίς αγκάθια. Τα ανθίδια είναι πολλά (300-400),

σωληνοειδή, ερμαφρόδιτα, με πέταλα πορφυρά ή μοβ. Τα άνθη της αγκινάρας είναι από τα αγαπημένα των μελισσών. Η γονιμοποίηση γίνεται μόνον από τα έντομα. Οι καρποί περιέχουν πολλούς σπόρους, που έχουν στην κορυφή τους αρκετά μακριά τριχίδια, που διευκολύνουν τη διασπορά τους με τον αέρα και τη διάδοση έτσι του φυτού. Οι ανθοκεφαλές εμφανίζονται νωρίς την άνοιξη, αλλά το φυτό ανθίζει όλη, από το Μάιο.



Βιότοπος: Τα φυτά μπορούν να αναπτυχθούν ικανοποιητικά σε βαριά αργιλώδη αλλά και σε ελαφρά και φτωχά σε θρεπτικά εδάφη. Δεν μπορεί να αποδώσει ικανοποιητικά στη σκιά. Μπορεί να ανεχτεί την ξηρασία. Τα φυτά μπορούν να ανέχονται τους ισχυρούς ανέμους αλλά όχι την θαλάσσια έκθεση.

Λεπτομέρειες καλλιέργειας: Προτιμούν ελαφρύ θερμό έδαφος και ανοικτή θέση σε πλήρη ηλιοφάνεια. Για καλύτερα αποτελέσματα, τα φυτά απαιτούν αφθονία υγρασίας στην περίοδο ανάπτυξης. Είναι ανεκτικό στην ξηρασία μόλις εγκατασταθεί. Αυτό το είδος αντέχει σε θερμοκρασίες περίπου -10°C . Οι υγροί χειμώνες μπορούν να κάνουν περισσότερη ζημιά από τους κρύους. Είναι πολύ διακοσμητικό φυτό λόγω του φυλλώματος και δημιουργεί ένα πολύ ελκυστικό χαρακτηριστικό γνώρισμα στον κήπο. Τα φυτά φαίνονται να είναι απρόσβλητα στις αρπαγές από τα κουνέλια. Χρησιμοποιείται κυρίως για το εδώδιμο τμήμα του αλλά λόγω της μεγάλης παραγωγής βιομάζας χωρίς να απαιτείται άρδευση θεωρείται ένα από τα φυτά που μπορούν να δώσουν ξηρή βιομάζα για καύση.

Αναπαραγωγή: Ο σπόρος σπέρνεται νωρίς την άνοιξη (τον Απρίλιο). Ο σπόρος σπέρνεται σε βάθος 2cm, βάζοντας 2 ή 3 σπόρους σε κάθε σημείο που θέλουμε ένα φυτό. Ο σπόρος χρειάζεται προστασία από τα ποντίκια.

Η εγκατάσταση μπορεί να παραφυάδες. Η αφαίρεση των παραφυάδων είναι καλύτερα να γίνει το Νοέμβριο, και να ξεχειμωνιάζουν σε ένα κρύο πλαίσιο και κατόπιν να φυτεύονται έξω τον Απρίλιο. Η διαίρεση μπορεί επίσης να πραγματοποιηθεί το Μάρτιο - Απρίλιο με τις παραφυάδες να φυτεύονται έξω κατ' ευθείαν στις μόνιμες θέσεις τους, αν και τα φυτά θα είναι μικρότερα στο πρώτο έτος τους.

Τυχαία αναπαραγωγή: Αναπαράγεται από το σπόρο. Οι περισσότεροι σπόροι πέφτουν κοντά στο μητρικό φυτό ή διασκορπίζονται μέχρι ~ 20 m με τον αέρα. Μερικοί σπόροι διασκορπίζονται σε μεγαλύτερες αποστάσεις με το νερό, την εδαφολογική μετακίνηση, τα ζώα, και τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Οι περισσότεροι σπόροι βλασταίνουν μετά από τις πρώτες βροχές που πέφτουν, αλλά κάποια βλάστηση μπορεί να εμφανιστεί όλη την διάρκεια του χρόνου υπό ευνοϊκές συνθήκες. Οι παρατηρήσεις των αγρών δείχνουν ότι οι περισσότεροι σπόροι επιζούν περίπου 5 έτη υπό τις συνθήκες του αγρού. Τα ενός έτους φυτά μερικές φορές ανθίζουν, αλλά τα περισσότερα φυτά δεν ανθίζουν μέχρι το δεύτερο έτος τους. Μεμονωμένα φυτά ζουν συχνά για πολλά έτη.



2.4.2 Καλλιεργητική τεχνική αγκινάρας (*Cynara Scolymus*)

Άρδευση: Η χρήση νερού είναι απαραίτητη για την επιτυχία μιας πρώιμης παραγωγής για την παραγωγή εδώδιμων κεφαλών. Για παραγωγή βιομάζας η αγριοαγκινάρα θα καλλιεργηθεί ξηρική ώστε να αξιοποιηθούν οι χειμερινές βροχές και να ελαχιστοποιηθεί το κόστος παραγωγής και η κατανάλωση ενέργειας.

Έλεγχος ζιζανίων: Στους πρώτους μήνες μετά την αφύπνιση της αγκινάρας από το λήθαργο (όταν οι παραφυάδες είναι ακόμα μικρές) είναι εύκολο το σκάλισμα με μηχανικά μέσα. Αργότερα, στις φυτείες με αποστάσεις γραμμών 100 - 120 cm, τα φυτά καλύπτουν όλο το χώρο που είναι στη διάθεσή τους, για αυτό με τα σκαλίσματα δύσκολα αποφεύγονται κάποιες ζημιές στις αγκινάρες.

Σήμερα υπάρχουν πολυάριθμα χημικά ζιζανιοκτόνα με αρκετή εκλεκτικότητα για τις αγκινάρες, όπως Kerb, Terflan.

Λίπανση



7.4.3 Οικονομικότητα των καλλιεργειών αγροαγκινάρας, χειμερινών σιτηρών (σίτου)

Εάν δεχτούμε μια μέση παραγωγή 350 kg /στρέμμα σίτου τότε το ισοζύγιο είναι το ακόλουθο (Πίνακας 7.5).

Πίνακας 7.5. Κόστος παραγωγής σίτου.

| Εργασίες | 6.2.1 | Δαπάνες €/στρ | Δαπάνες €/kg |
|----------------|-------|------------------|--------------|
| Καλλιεγητής | 8 | | 0,023 |
| Δισκοσβάρνισμα | 4 | | 0,011 |
| Λίπανση –Σπορά | 4 | | 0,011 |
| Αλωνισμός | 9 | | 0,026 |
| Φάρμακα | 5 | | 0,014 |
| Λίπασμα | 7 | | 0,020 |
| Σπόρος | 7 | | 0,020 |
| Σύνολο | 44 | | 0,0,126 |

Ακαθάριστο εισόδημα: Τιμή πώλησης σίτου $0.132 * 350 = 46,2$ €
Καθαρή πρόσοδος 2,2 €/στρέμμα

Εάν δεχθούμε ως έτη ζωής μιας φυτείας αγριοαγγινάρας δέκα ετών και παραγωγή 1500 kg ξηράς ουσίας το στρέμμα. Τότε το κόστος παραγωγής φαίνεται στον Πίνακα 7.6 :

Πίνακας 7.6. Κόστους παραγωγής αγριοαγγινάρας

| Αιτιολογία | €/έτος | €/kg |
|----------------|--------|--------|
| Καλλιεργητής | 0,8 | 0,0005 |
| Δισκοσβάρνισμα | 0,4 | 0,0003 |
| Λίπανση –Σπορά | 0,4 | 0,0003 |
| Σπόρος | 0,7 | 0,0005 |
| Αλωνισμός | 9 | 0,0060 |
| Φάρμακα | 5 | 0,0033 |
| Λίπασμα | 7 | 0,0047 |
| | | |
| Σύνολο | 23,3 | 0,0155 |

Για να υπάρξει ανάλογο εισόδημα με το σιτάρι η τιμή πώλησης της αγριοαγγινάρας πρέπει να είναι

Κόστος καλλιέργειας 23,3 € + εισόδημα σίτου χωρίς επιδότηση 2,2 =25,5 € / στρέμμα επομένως $25,5/1500 = 0,017$ €/kg

7.5 Καλλιέργειες για παραγωγή υγρών καυσίμων Φυτικά Λάδια

Η νέα ΚΑΠ, με την αποδέσμευση των επιδοτήσεων από το ύψος και το είδος της παραγωγής, οδηγεί την ελληνική γεωργία σε νέες ισορροπίες. Η αναμενόμενη μείωση της παραγωγής των επιδοτούμενων, μέχρι πρόσφατα προϊόντων, (κυρίως βαμβάκι, καπνός) μπορεί να είναι ωφέλιμη αρκεί να είναι ορθολογική, να μη απαξιωθούν οι μέχρι σήμερα δυναμικές καλλιέργειες και κυρίως να μη εγκαταλειφθούν οι αγροί και κατά συνέπεια η ύπαιθρος.

Στη προηγούμενη παράγραφο δόθηκαν στοιχεία για τη δυνατότητα χρήσης της ξηρής βιομάζας ενεργειακών φυτών και η οικονομικότητά τους. Η ενέργεια που παράγεται με τη σημερινή τεχνολογία μπορεί να ληφθεί ως ηλεκτρική ενέργεια ή ως θερμότητα. Σήμερα όμως μεγάλη κατανάλωση ορυκτών καυσίμων γίνεται από τα διάφορα οχήματα για μεταφορές και εργασίες στους αγρούς. Τα οχήματα αυτά χρησιμοποιούν υγρά καύσιμα σε μηχανές εσωτερικής καύσης που χρησιμοποιούν βενζίνη (κύκλος ΟΤΤΟ) ή πετρέλαιο (κύκλος DIESEL).. Η Ελλάδα, βάσει της Κοινοτικής Οδηγίας 2003/30 έχει συμβατικές υποχρεώσεις να υποκαταστήσει με βιοκαύσιμα τα καύσιμα που χρησιμοποιεί για μεταφορές σε ποσοστό 2% μέχρι 31/12/05 και σε 5.75% μέχρι το 2010. Στα πλαίσια αυτά, πολύ καλές προοπτικές ανοίγονται και για τα «ενεργειακά» φυτά για παραγωγή βιοενέργειας από λάδι. Το λάδι των ελαιούχων σπόρων (π.χ βαμβάκι, ελαιοκράμβη, ηλίανθος, σόγια κ.α) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή βιοντήζελ ενός προϊόντος που προέρχεται από μετεστεροποίηση των φυτικών λαδιών με αλκοόλη (μεθυλική σήμερα που παράγεται από ορυκτά καύσιμα αλλά με προοπτικές για χρήση και αιθυλικής που παράγεται από βιομάζα στο μέλλον) Σήμερα υπάρχουν Ευρωπαϊκές Προδιαγραφές για τη χρήση του βιοντήζελ ως πετρέλαιο κίνησης (EN 14214) ή ως πετρέλαιο θέρμανσης (EN 14213), γι' αυτό και στη χώρα μας θεωρείται ότι μπορεί να παραχθεί άμεσα και εύκολα, βιοντήζελ παρά βιοαιθανόλη. Εξάλλου, για τους παραγωγούς σπορελαίων υπάρχει το πλεονέκτημα της άμεσης χρησιμοποίησής τους για την κίνηση των γεωργικών οχημάτων .

Η Ελλάδα και ιδιαίτερα ο Ν. Λάρισα, με τις κατάλληλες αλλά και ποικιλόμορφες οικολογικές συνθήκες και την υψηλή καλλιεργητική πρακτική που εφαρμόζουν οι γεωργοί της, προσφέρεται για καλλιέργεια πολλών ενεργειακών φυτών. Η επιλογή των πλέον κατάλληλων πρέπει να εδράζεται στην προσαρμοστικότητα του φυτού στην περιοχή και στην οικονομικότητα της καλλιέργειας (απόδοση σε συνδυασμό με το κόστος παραγωγής των προϊόντων της και τιμή διάθεσης τους)

Από τα ενεργειακά ελαιοδοτικά φυτά ενδιαφέρον για την Ελλάδα παρουσιάζουν κυρίως τα παρακάτω:

1) Βαμβάκι Καλλιεργείται κυρίως ως ινωδοτικό φυτό, αλλά παράλληλα δίνει τον σπόρο του που αποτελεί περίπου το 55% του συσπόρου και ο οποίος αποδίδει λάδι σε βιομηχανική κλίμακα, περίπου 17%. Επιπλέον, η βαμβακόπιττα, πλούσια σε άμυλο και πρωτεΐνη, χρησιμοποιείται για τη διατροφή των ζώων, κυρίως των μηρυκαστικών. Ακόμη, τα βαμβακοστελέχη μπορεί να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή βιοαιθανόλης και λιγνίνης

Το βαμβακέλαιο είναι το μόνο άμεσα διαθέσιμο σε μεγάλη ποσότητα σπορέλαιο. Εξάλλου, ειδικότερα για τη Θεσσαλία εκτιμάται ότι η βαμβακοκαλλιέργεια θα παραμείνει ως σημαντική καλλιέργεια, όχι ως μονοκαλλιέργεια αλλά σε εναλλαγή με

άλλες. Η αξιοποίηση των υποπροϊόντων της για παραγωγή βιοκαυσίμων θα ενισχύσει την κλωνιζόμενη σήμερα ανταγωνιστικότητά της. Επιπλέον, ο συνδυασμός τροφοδοσίας των Εργοστασίων παραγωγής βιοντήζελ με σπορέλαια χειμερινών καλλιεργειών (π.χ. ελαιοκράμβης) κατά τους θερινούς μήνες και με βαμβακέλαιο τους χειμερινούς, θα συμβάλει στην αύξηση της βιωσιμότητάς τους.

2) Ελαιοκράμβη. Είναι από τα κύρια ελαιοδοτικά φυτά. Ανήκει στα λάχανα (γένος Brassica). Είναι ετήσιο φυτό που καλλιεργείται ως ανοιξιότιμο στη Ευρώπη ενώ μπορεί να καλλιεργηθεί ως χειμερινό στη χώρα μας. Αυτό είναι ιδιαίτερο πλεονέκτημα καθώς μπορεί να παράγει έστω και λιγότερο (ανοιξιότιμες σπορές δίνουν 300 κιλά σπόρου το στρέμμα με 38-44% λάδι έναντι περίπου 200 κιλών το στρέμμα και 37-40% λάδι) αλλά με σημαντικά μικτότερο κόστος παραγωγής και σημαντική μείωση της χρήσης αρδευτικού νερού με σημαντικές θετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Σήμερα υπάρχουν στην αγορά και υβρίδια με παραγωγή 350 200 κιλών το στρέμμα και 38-40% λάδι. Το κραιβέλαιο έχει το πλεονέκτημα ότι οι προδιαγραφές του βιοντήζελ της ΕΕ είναι προσαρμοσμένες σ' αυτό.

Η ελαιοκράμβη δεν έχει καλλιεργηθεί στην Ελλάδα. Παρ' όλο που φαίνεται ως μια πολλά υποσχόμενη καλλιέργεια πριν από την οποιαδήποτε επέκτασή της πρέπει να στηριχθεί σε επαρκή ερευνητικά αποτελέσματα και αποτελέσματα πιλοτικών επιδεικτικών καλλιεργειών. Που θα στοχεύουν στη διερεύνηση:

1. Της προσαρμοστικότητας της καλλιέργειας,
2. Στην οικονομικότητά της
3. Την ενδεδειγμένη καλλιεργητική τεχνική όπως κατάλληλες ποικιλίες, πληθυσμοί και αποστάσεις μεταξύ των φυτών, προβλήματα κατεργασίας εδάφους, σποράς και συγκομιδής (σταδιακή ωρίμανση σπόρου).

Ηλιάνθος ετήσιος (Heliantus Annuus) Είναι φυτό που καλλιεργείται ως ανοιξιότιμο για τους ελαιούχους σπόρους που έχουν από 20-45% λάδι. Η ελαιόπιτα αποτελεί καλής ποιότητας ζωοτροφή. Και το υπέργειο τμήμα μετά τη συγκομιδή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή κυτταρίνης. Καλλιεργείται σε βορειότερες περιοχές από την Ελλάδα και κυρίως στη Θράκη καλλιεργείται σε έκταση 150-200000 στρεμμάτων το χρόνο. Παλαιότερα για «πασατέμπο» και αργότερα για παραγωγή λαδιού. Ως ξηρική καλλιέργεια παράγει περίπου 150 κιλά σπόρου ενώ η ποτιστική αποδίδει 300 – 400 κιλά σπόρου το στρέμμα.

Οι ξηροθερμικές συνθήκες της Θεσσαλίας δεν φαίνεται να ευνοούν την καλλιέργειά του. Αξίζει να δοκιμαστεί η καλλιέργεια υβριδίων μικρού κύκλου (100 ημερών). Ο Ηλιάνθος φυτρώνει σε θερμοκρασίες 4° C και ίσως να μπορεί να καλλιεργηθεί με ελάχιστη άρδευση. Η κριτική περίοδος είναι 20 μέρες πριν και μετά την άνθιση και έλλειψη νερού στο διάστημα αυτό μειώνει σημαντικά τις αποδόσεις. Υπάρχει και ο κανδυλόριζος ηλιάνθος (Helianthus Turberosus) που μπορεί να καλλιεργηθεί για παραγωγή αλκοόλης.

Πιθανό φυτό παραγωγής λαδιού είναι και η σόγια αλλά η μέχρι σήμερα εμπειρία δείχνει ότι οι ξηροθερμικές συνθήκες της Θεσσαλίας δεν ευνοούν την καλλιέργεια. Παλαιότερα καλλιεργήθηκε σε μικρές εκτάσεις και εγκαταλήφθηκε. Για την παραγωγή βιοαιθανόλης φαίνεται ότι ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το σακχαρούχο σόργο. Είναι φυτό ξηρών και θερμών περιοχών και μπορεί να αποδίδει και με μικρές ποσότητες νερού γι' αυτό ονομάζεται φυτό «καμήλα». Για να

αποδώσει χρειάζεται αρκετό αρδευτικό αρκετά λιγότερο όμως από το καλαμπόκι. Γενικά θεωρείται φυτό λιτοδίαιτο.

Όπως φαίνεται από τα στοιχεία που παρατέθηκαν υπάρχουν αρκετές καλλιέργειες που μπορούν να δώσουν υγρά καύσιμα. Καμία από αυτές δεν καλλιεργείται σήμερα και πριν από οποιαδήποτε προσπάθεια διάδοσής τους πρέπει να προηγηθεί έρευνα των καλλιεργητικών τεχνικών και της εκμηχάνισής τους ώστε να παραχθεί προϊόν που να καλύπτει το κόστος παραγωγής αφήνοντας ένα κέρδος στον παραγωγό. Παράλληλα η όλη διαδικασία παραγωγής βιοακυσίμου πρέπει να έχει θετικό ενεργειακό ισοζύγιο ώστε να είναι και ενεργειακά αποδοτική.

Το παραγόμενο προϊόν από τις καλλιέργειες πρέπει να μετατραπεί ώστε να δώσει ένα ενεργειακό προϊόν. Στη περίπτωση των ελαιούχων σπόρων πρέπει να εξαχθεί το λάδι είναι με μηχανική συμπίεση είτε με χημικές μεθόδους. Η μηχανική συμπίεση είναι μια μέθοδος σχετικά απλή που μπορεί να εφαρμοστεί σε επίπεδο αγροκτήματος. Αρκετές προσπάθειες έγιναν μέχρι σήμερα για άμεση χρήση φυτικών λαδιών άμεσα σε γεωργικούς ελκυστήρες. Το μεγάλο πρόβλημα δημιουργείται από το υψηλό ιξώδες των λαδιών που κάνουν δύσκολη την έκχυσή τους σε μηχανές Diesel. Λύσεις που έχουν δοθεί χωρίς απόλυτα ικανοποιητικά αποτελέσματα είναι η μίξη με πετρέλαιο (70% πετρέλαιο 30% λάδι) η χρήση διπλών δοχείων καυσίμου για έναρξη και πέρας της λειτουργίας του καυστήρα με πετρέλαιο και το υπόλοιπο διάστημα χρήση θερμού λαδιού που μειώνει το ιξώδες κλπ. Η καλύτερη μέχρι σήμερα λύση είναι η μετεστροποίηση δηλαδή η παραγωγή εστέρων των φυτικών ελαίων με αλκοόλες που δίνει προϊόν με χαμηλό ιξώδες. Οι χημικές μέθοδοι εξαγωγής του λαδιού είναι βιομηχανικού επιπέδου και εξαγωγή μεγαλύτερα ποσοστά λαδιού.

Οι παραγόμενοι ελαιούχοι σπόροι χρησιμοποιούνται για παραγωγή φυτικών ελαίων με δύο κατευθύνσεις:

A) Με εξαγωγή λαδιού με άμεση ψυχρή συμπίεση με μικρές πρέσες με ατέρμονα κοχλύα που θα παράγουν λάδι σε επίπεδο παραγωγού. Το λάδι θα καθαριστεί με μέσα που μπορούν να διατεθούν σε ένα αγρόκτημα ή σε μια μικρή μονάδα που θα δημιουργήσουν είτε ομάδες παραγωγών ή οι τοπικοί συνεταιρισμοί δηλαδή καθάρισμα με καθίζηση, έλκπλυση και φιλτράρισμα με χάρτινα ή άλλα φίλτρα. Το παραγόμενο προϊόν θα χρησιμοποιηθεί άμεσα σε γεωργικούς ελκυστήρες ή καυστήρες θερμοκηπίων ή άλλες άμεσες γεωργικές χρήσεις σε μίγμα με πετρέλαιο Diesel σε αναλογία από 5- 40 % για να διαπιστωθεί η δυνατότητα χρήσης άμεσα από τους αγρότες που θα επωφεληθούν οικονομικά από της όλη διαδικασία. Τα τελευταία έτη έχουν δημοσιευτεί πολλά στοιχεία για την άμεση χρήση φυτικών λαδιών σε μηχανές Diesel. Έχουν προταθεί διάφορες λύσεις για αντιμετώπιση των προβλημάτων του υψηλού ιξώδους και της θερμοκρασίας έναυσης των λαδιών όπως χρήση προσθέτων, διπλά δοχεία καυσίμου, θέρμανση του καυσίμου κλπ. Οι προτεινόμενες λύσεις θα αξιολογηθούν και θα δοκιμαστούν στην γεωργική πράξη όσες κριθούν ενδιαφέρουσες για τις Ελληνικές συνθήκες. Οι δοκιμές θα γίνουν με χρήση των γ.ε. στις γεωργικές εργασίες και κατά διαστήματα (100-2000 ωρών θα γίνονται τυποποιημένες δοκιμές στο PTO με έλεγχο των καυσαερίων και των φθορών της μηχανής, της υποβάθμισης των λιπαντικών. Ανάλογες δοκιμές θα γίνουν σε καυστήρες για να βρεθούν οι άριστες ρυθμίσεις λειτουργίας.. Τέλος είναι δυνατή η μετεστεροποίηση σε επίπεδο αγροκτήματος σε μικρές μονάδες ασυνεχούς λειτουργίας.

Β) Οι παραγόμενοι σπόροι θα οδηγηθούν σε σπορευλαιοουργεία της περιοχής για παραγωγή φυτικού ελαίου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα από τους αγρότες είτε να οδηγηθεί για περαιτέρω επεξεργασία για παραγωγή εστέρα με αλκοόλη και παραγωγή βιοντήζελ.

Θα μελετηθεί η δυνατότητα αξιοποίησης των υποπροϊόντων που παράγονται κατά την παραγωγή των σπόρων και του λαδιού με ψηγή συμπίεση (στελέχη ελαιοκράμβης, και ηλίανθου) που μπορούν να έχουν διάφορες χρήσεις (ζωοτροφή, κάυση για παραγωγή ενέργειας κλπ)..

7.6 Παραγωγή αλκοόλης

Η αλκοόλη είναι προϊόν ζύμωσης σακχάρων ή και κυτταρινών που προέρχονται από σακχαροφόρα, κυτταρινούχα και αμυλούχα φυτά (π.χ γλυκό σόργο ζαχαρότευτλα, σιτάρι βαμβάκι καλαμπόκι κ.α) Ο χυμός των φυτών χρησιμοποιείται συνήθως για παραγωγή βιοαιθανόλης(οινόπνευμα)

Σύντομα όμως θα είναι έτοιμες Ευρωπαϊκές Προδιαγραφές και για τη χρήση της βιοαιθανόλης ως βενζίνη αυτούσιας ή σε μείγμα.

7.6.1 ΣΟΡΓΟ

7.6.1.1 Γενικά

Κατάγεται από την Κεντρική Αφρική και για πολλές χιλιετίδες η καλλιέργειά του ήταν περιορισμένη στην Αφρική και Ασία. Σήμερα καλλιεργείται και στην Αμερική και στην Ευρώπη (περιορισμένη έκταση).

Καλλιεργείται για τον καρπό (μέση παγκόσμια απόδοση περίπου 150kg/στρ), για τον σανό (χορτοδοτικό, διαδεδομένο στις Η.Π.Α.) και σε μικρή έκταση καλλιεργείται το ζαχαροφόρο (για σιρόπι). Μικρή έκταση καλλιεργείται και για σκούρες. Τελευταίως αποκτά ενδιαφέρον και ως φυτό βιοενέργειας.

Στην Ελλάδα καλλιεργείται σε περιορισμένη έκταση, κυρίως στη Θράκη, για κατασκευή σαρώθρων. Περιορισμένο ενδιαφέρον παρουσιάζει τελευταία και για καλλιέργεια χορτοδοτικών υβριδίων (χόρτο του Σουδάν) ύστερα από προσπάθειες του Ινστιτούτου Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών της Λάρισας (Ι.Κ.Φ. και Β.).

7.6.1.2 Βοτανικά γνωρίσματα

Μοιάζει μορφολογικά με το καλαμπόκι εκτός από την ταξιανθία που είναι φόβη στην κορυφή του φυτού. Είναι φυτό μόνικο με άνθη διγενή ή μονογενή (οι καλλιεργούμενες ποικιλίες έχουν μονοκλινή φυτά). Τα σταχύδια είναι διανθή με ένα γόνιμο άνθος. Το γόνιμο άνθος αποτελείται (όπως το σιτάρι) από 2 λέπυρα, 3 στήμονες, 1 ύπερο που αποτελείται από μονόχωρη ωοθήκη, 2 στύλους και 2 γλωχίνες (που είναι στη βάση του υπέρου). Η ταξιανθία έχει μήκος 20-70cm. Η άνθηση διαρκεί 6-15 ημέρες.

Η ανάπτυξη είναι παρόμοια με του καλαμποκιού. Αδελφώνει πολύ και όταν θεριστεί, βγάζει άλλα αδέρφια. Με το ζεστό χειμώνα μπορεί να γίνει πολυετές. Ύψος φυτού 1,2-5,5m.

Αυτογονιμοποιείται και σταυρογονιμοποιείται σε ίσες αναλογίες. Ο κόκκος είναι μικρός, (1000 σπόροι=7-40g) στρογγυλός ή πεπλατυσμένος και διαφόρου χρώματος. Είναι C4 φυτό βραχείας φωτοπερίοδου. Η βλαστική περίοδος είναι συνήθως 100-120 ημέρες, αλλά συντομεύεται με αύξηση της θερμοκρασίας και μείωση της φωτοπερίοδου (μείωση 1 ώρας οδηγεί σε προώριση κατά 10-14 ημέρες).



7.6.1.3 Οικολογικές απαιτήσεις

Κλίμα: είναι φυτό θερμών και ξηρών περιοχών γι' αυτό και ονομάζεται φυτό “Καμήλα”. Φυτρώνει στους 7-10°C αλλά αμέσως μετά αποιτεί θερμοκρασία μεγαλύτερη από 16°C, γι' αυτό και σπέρνεται μετά το καλαμπόκι. Η άριστη θερμοκρασία αυξήσεως είναι περίπου 37°C.

Η αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες και στην ξηρασία οφείλεται σε διαφόρους παράγοντες, όπως στο πλούσιο ριζικό σύστημα, στη μικρή φυλλική επιφάνεια με κατάλληλη ανατομική κατασκευή (π.χ. παχιά αδιαπέραστη εφυμενίδα των φύλλων και του βλαστού), στο μικρό δείκτη διαπνοής και στο γεγονός ότι παραμένει σε κατάσταση λήθαργου όταν επικρατεί ξηρασία καθώς και στην ικανότητά του να αναβλαστάνει και όταν ακόμη ξηραθεί το κεντρικό στέλεχος. Εντούτοις αποδίδει ικανοποιητικά μόνο με άρδευση ή με αρκετή καλοκαιρινή βροχόπτωση.

Έδαφος: Αποδίδει ικανοποιητικά σε όλους τους τύπους εδαφών. Ανέχεται επίσης τα ελαφρώς αλατούχα και αλκαλιωμένα εδάφη. pH από 4.3 μέχρι 8.7.

7.6.1.4 Καλλιέργεια

Αμειψισπορά: Μπορεί να ακολουθήσει οποιαδήποτε καλλιέργεια αλλά είναι κακό προηγούμενο για άλλες, ιδιαίτερα εκείνες, όπως χειμερινά σιτηρά που σπέρνονται αμέσως μετά το σόργο. Εξαντλεί το έδαφος από υγρασία και κυρίως θρεπτικά στοιχεία και αφήνει πολλά υπολείμματα πλούσια σε ζάχαρα που διευκολύνουν την ανάπτυξη μικροοργανισμών οι οποίοι ανταγωνίζονται σε N τα φυτά που ακολουθούν όσο διαρκεί η αποσύνθεση του σόργου που έχει υψηλή σχέση C/N.

Κατεργασία εδάφους: Είναι πιο απαιτητικό στην προετοιμασία της σποροκλίνης από το καλαμπόκι γιατί έχει μικρότερο σπόρο.

Λίπανση: Τα υβρίδια σόργου είναι μάλλον ευαίσθητα στο χαμηλό pH και τη χαμηλή διαθεσιμότητα P και K. Γενικά λίπανση με 30-60 kg/ha P και 60-120 kg/ha K χρησιμοποιείται. Έχουν επιτευχθεί καλές αποδόσεις με λίπανση N μέχρι 200 kg/ha. Στο χορτοδοτικό μετά από κάθε κοπή προστίθενται συνήθως 2 περίπου μονάδες N/στρέμμα. Αν δεν βρέξει πρέπει να ποτίζεται στην περίπτωση που λιπαίνεται.

Σπορά: Συνιστώνται αποστάσεις γραμμών: 35-40 cm για χορτοδοτικό, 60-80 cm για καρποδοτικό αρδευόμενο και 80-100 cm για καρποδοτικό ξηρικό. Ποσότητες σπόρου: 3-4 kg/στρ για σανοδοτικό, 2-2,5 kg/στρ για καρποδοτικό. Βάθος σποράς: 3-4 cm. συνιστάται κυλίνδρισμα μετά τη σπορά. Χρησιμοποιούνται σπαρτικές σίτου. Επιθυμητός αριθμός φυτών στο καρποδοτικό 2500 φ/στρ στα ξηρικά και 5000 στα αρδευόμενα.

Άρδευση: Συνήθως απαιτεί 3 αρδεύσεις. Στις χορτοδοτικές μία πριν την πρώτη κοπή και οι 2 άλλες μετά την πρώτη και δεύτερη κοπή. Η άρδευση στο καρποδοτικό τελειώνει όταν ο καρπός είναι στο γάλα.

Αντιμετώπιση ζιζανίων: Γίνεται με μηχανικά μέσα και ζιζανιοκτόνα (είναι ευπαθές στο 2,4 D). Η ζιζανιοκτονία είναι παρόμοια με του καλαμποκιού. Θεωρείται πτωχός ανταγωνιστής στο νεαρό στάδιο, ιδιαίτερα το καρποδοτικό, αλλά αργότερα γίνεται ισχυρός ανταγωνιστής.

Συγκομιδή: Το χορτοδοτικό συγκομίζεται με χορτοκοπτική μηχανή όταν εμφανίζεται η ταξιανθία. Το καρποδοτικό συγκομίζεται με τη θεριζοαλωνιστική όταν η υγρασία του σπόρου είναι 13-14% (εκτός αν προβλέπεται να ξηραθεί μετά). Η συγκομιδή της σκούπας γίνεται όταν οι σπόροι βρίσκονται στο γάλα. Ακολουθεί ξήρανση. Ο σπόρος χωρίζεται πριν (καλύτερες σκούπες) ή μετά την ξήρανση.

7.6.1.5 Ενέργεια

Το σόργο είναι υψηλά στον κατάλογο προτεραιότητας ενεργειακών καλλιεργειών. Το γένος σόργο περιλαμβάνει σόργο σιταριού που είναι διακεκριμένα για τη δυνατότητά τους να ευδοκιμήσουν στα ξηρά κλίματα και να παράγουν άμυλο αποδοτικά. Το γλυκό σόργο είναι διακεκριμένο για τις υψηλές αποδόσεις τους των άμεσα ζυμώσιμων ζαχάρων των μίσχων και τη δυνατότητά τους να αναπτυχθούν οπουδήποτε όπου το καλαμπόκι ή η σόγια αναπτύσσεται, και το ζαχαροφόρο σόργο σιταριού που είναι διασταύρωση του σόργου σιταριού με το γλυκό σόργο συνδυάζει τα χαρακτηριστικά και των δύο τύπων. Η αιθανόλη βασισμένη στο σόργο έχει μια ευνοϊκή ενεργειακή αναλογία εισαγωγής/εξαγωγής (input-output). Επειδή τα υπολείμματα των μίσχων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τα καύσιμα και το σόργο απαιτεί λιγότερο λίπασμα από το καλαμπόκι. Οι άμεσα ζυμώσιμες ζάχαρες του μίσχου παρουσιάζουν μια πρόκληση δεδομένου ότι είναι ασταθείς έναντι του αμύλου. Εάν το γλυκό σόργο και το ζαχαροφόρο σόργο σιταριού μπορούν να γίνουν βιώσιμες ενεργειακές καλλιέργειες θα εξαρτηθεί από την επίλυση αυτού του σοβαρού προβλήματος εποχικότητας. Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας πρέπει να είναι αρκετά μεγάλες για να χειριστούν την ολόκληρη συγκομιδή σε μια περίοδο εβδομάδων, και η μετατροπή σε αιθανόλη ή άλλα ενεργειακά προϊόντα πρέπει να γίνει σε ένα ικανοποιητικό χρονικό διάστημα για να κρατήσει το κόστος της μονάδας της κύριας επένδυσης χαμηλό. Ολοκληρωμένα συστήματα είναι υπό εξέλιξη για να λύσουν το πρόβλημα της εποχικότητας. Ο δείκτης συγκομιδής των δημητριακών γενικά είναι ca 0,36, σημαίνοντας ότι το 64% του συνόλου από την επίγεια παραγωγή είναι υπόλειμμα, τουλάχιστον το 1/3 του οποίου πρέπει να αφηθεί στο χωράφι. Το "προγενέστερο" κριθάρι έχει τον δείκτη συγκομιδής από 0,48 έως 0,41 με αυξανόμενα επίπεδα λιπάσματός N. Ο σίτος κυμαίνεται συνήθως περίπου από 0,30 έως 0,35 δείκτη συγκομιδής. Το ρύζι έχει συχνά έναν υψηλό δείκτη συγκομιδής, ενώ το σόργο σιταριού έχει γενικά έναν χαμηλό δείκτη συγκομιδής. Τα δημητριακά με το κοντό άχυρο και την υψηλή απόδοση καρπού έχουν σχετικά υψηλό δείκτη συγκομιδής. Το εκτιμώμενο κόστος της αιθανόλης και της reethanol από τους σπόρους δημητριακών είναι \$0,35 ανά λίτρο και \$0,16 ανά λίτρο αντίστοιχα, η γενική ενεργειακή αποδοτικότητα, δηλ. η αναλογία της ενεργειακής αξίας της ακαθάριστης

παραγωγής υγρών καυσίμων στη συνολική απόδοση ενέργειας συμπεριλαμβανομένων των αερίων πετροχημικής βιομηχανίας είναι 0,34 για την αιθανόλη και 0,40 για την reethanol. Για κάθε τόνο της αιθανόλης που παράγεται από τους σπόρους των δημητριακών, υπάρχει ένας άλλος τόνος από ξηρό αποσταγμένο κατάλοιπο, που εκτιμείται στις Η.Π.Α. ως ζωική τροφή (Stewart και λοιποί, 1979). Το σόργο, σε 32 AM/ha μίσχο και 3 AM σιτηρά, θα δώσει 3 έως 4.000 λίτρα αλκοόλη ανά εκτάριο (Coombs and Vlitos, 1978). Ο K.C. Freeman υπολογίζει 1250-2000 γαλόνια ανά εκτάριο (Ag. Research, July 1981). Το σιτάρι από μόνο του θα μπορούσε να πωληθεί για χρήσεις εκτός από την παραγωγή αλκοόλης επειδή παρέχει μόνο το ca 5% της παραγωγής αλκοόλης (δηλ. στο γλυκό σόργο). Τα σάκχαρα στους μίσχους παρέχουν περίπου το 80% της αλκοόλης και εκείνων στις ίνες των μίσχων περίπου 15%. Στη Λουιζιάνα, Ricaud et al (1981) ανέφεραν 1070 έως 1635 γαλόνια ανά εκτάριο, που είναι ίσο με το ca 25-40 βαρέλια αιθανόλης ανά εκτάριο. Σύμφωνα με τον Bukantis (1980), η ενεργειακή αναλογία εισαγωγής/εξαγωγής για το σόργο σιταριού είναι ca 4:1 σε μη αρδευόμενα χωράφια στο Κάνσας, ca 1:1 σε αρδευόμενα χωράφια, 4.5:1 σε βρόχινα χωράφια στη Νεμπράσκα, 3-5:1 σε αρδευόμενα χωράφια, 3:1 σε βρόχινα χωράφια στο Τέξας, 1.5:1 σε αρδευόμενα χωράφια του Τέξας, 37:1 σε χωράφια χειρωνακτικής εργασίας στο Σουδάν αλλά μόνο 1:1 στην παραγωγή με ζωική-έλξη στη Νιγηρία (υποψιάζομαι ότι υπολογίζουν την τροφή για τα βόδια αλλά καθόλου τροφή για το άτομο για να κάνουν την μεγάλη διαφορά εδώ). Σύμφωνα με τον PAL και Malik (1981) το *Azospirillum brasilense* συνείσφερε 5.8-19.6 kg N/ha στη λήψη N από cv CSH-5. Η απόδοση των σιτηρών ήταν 1.167 kg/ha χωρίς λίπασμα, 1.780 kg/ha με εμβολιασμό με *Azospirillum*, 2.048 kg/ha με 10 τόνους FYM, και 2.435 kg/ha με FYM και εμβολιασμό. Ο παράγοντας άχρου υπολογίζεται σε 1, ο παράγοντας φλοιού σε 0,25. Το χαρτοδοτικό σόργο είναι μια ελπιδοφόρος πηγή ενέργειας. Το χορτοδοτικό σόργο στη περίοδο ανάπτυξης των 120 ημερών στη Καλιφόρνια παρουσίασε μέσο ποσοστό αύξησης 23 g/m²/ημέρα για την παραγωγή 27,6 MT/ha. Στην περίοδο ανάπτυξης των 83 ημερών στην Αυστραλία, το ποσοστό αύξησης ήταν 17 g/m²/ημέρα, για συνολική παραγωγή 14,1 MT/ha (Boardman, 1980).

Το παραγόμενο Σόργο θα χρησιμοποιηθεί για παραγωγή αλκοόλης. Θα γίνει εκχύλιση της χυμού και ζύμωση για παραγωγή αλκοόλης σε βιομηχανία της περιοχής. Παράλληλα θα μελετηθεί η δυνατότητα επέκτασης της ζύμωση και στα κυτταρινούχα μέρη του παραγόμενου προϊόντος ώστε να αυξηθεί η παραγωγή αλκοόλης κατά 50% περίπου. Η ζύμωση αυτή θα γίνει σε εργαστήριο του ΕΜΠ που έχει αναπτύξει σχετική τεχνολογία και θα γίνει διαθέσιμη στις επιχειρήσεις της Θεσσαλίας

7.7 Επιπτώσεις από την αξιοποίηση του δυναμικού

Σύμφωνα με τα όσα έχουν εκτεθεί η συνολική παραγόμενη βιομάζα από στερεά υλικά υπολείμματα διαφόρων δραστηριοτήτων φτάνει τους 1.070.000 τόνους περίπου δηλαδή υλικό που μπορεί να καλύψει 71 μονάδες συμπαραγωγής των 1 MWe ή 47 μονάδες 1,5 MWe με την προτεινόμενη τεχνολογία που παράγεται στη χώρα μας. MWe Στα αμέσως επόμενα γίνεται μια προσπάθεια να εκτιμηθούν οι επιπτώσεις στην οικονομία του Νομού.

1. Απασχόληση

Η απασχόληση προσωπικού θα είναι ιδιαίτερα σημαντική. Οι μονάδες θα απασχολήσουν 350 άτομα πλήρους απασχόλησης (280 άτομα εργατικό προσωπικό και 70 διοικητικό) ενώ θα υπάρξει σημαντική αύξηση της απασχόλησης γεωργών για την συγκομιδή και μεταφορά της βιομάζας. Με τις παραδοχές της μελέτης το συνολικό κόστος συγκομιδής της βιομάζας θα ανέλθει σε 5 λεπτά ανά κιλό βιομάζας δηλαδή ένα πρόσθετο εισόδημα εκατομμυρίων €. Αυτό θα δημιουργήσει αύξηση απασχόλησης σήμερα υποαπασχολούμενου προσωπικού ενώ θα δημιουργηθούν και νέες θέσεις εργασίας για κάλυψη του όλου κύκλου. Αλλά και σημαντικές παράπλευρες επιπτώσεις θα υπάρξουν από την αύξηση της δραστηριότητας σε τομείς όπως κατασκευή και πωλήσεις γεωργικού εξοπλισμού, επισκευές και συντήρηση, ανταλλακτικά κλπ εφόδια.

2. Δημιουργία εισοδήματος

Η αύξηση εισοδήματος θα προέλθει από διάφορες πηγές. Κατ' αρχήν θα υπάρξει υποκατάσταση των εισαγόμενων ορυκτών καυσίμων από μια τοπική πρώτη ύλη που θα είναι επωφελές για την τοπική οικονομία. Τα προβλεπόμενα κοστολόγια συγκομιδής της βιομάζας προβλέπουν αμοιβή €10/στρέμμα για τους παραγωγούς. Παρ' όλο που το ποσό αυτό είναι μάλλον μεγάλο (το 2006 η αμοιβή του γεωργού για το άχυρο ήταν 3-5 €/στρέμμα). Η τιμή αυτή διατηρήθηκε για να δώσει ισχυρό κίνητρο στους αγρότες να πωλήσουν τα υπολείμματα. Η τιμή όμως αυτή δίνει ένα σημαντική εισόδημα κατά στρέμμα που καλλιεργείται. Αν ληφθεί υπόψη ότι σήμερα το καθαρό εισόδημα από το σιτάρι είναι λίγα € (βλέπε σύγκριση καλλιεργειών και αγριοαγγινάρας) το πρόσθετο εισόδημα είναι σημαντικό. Επί πλέον όλο το κόστος της βιομάζας που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι εισόδημα του γεωργικού τομέα της οικονομίας. Με αναμενόμενη να αξιοποιηθεί βιομάζα της τάξης του 1.000.000 τόνων το συνολικό εισόδημα θα είναι της τάξεως των € 50-60.000.000. Επί πλέον ωφέλεια θα προκύψει από την αξιοποίηση υπολειμμάτων της βιομηχανίας ή άλλων δραστηριοτήτων που παράγουν υπολείμματα που μπορούν να αξιοποιηθούν. Αυτό που είναι ιδιαίτερα σημαντικό είναι ότι το εισόδημα αυτό θα διοχετευτεί σε αγροτικές περιοχές του Νομού που σήμερα αντιμετωπίζουν σημαντικά προβλήματα υποαπασχόλησης και έλλειψης εισοδήματος.

3. Επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από την αξιοποίηση της βιομάζας θα είναι και θετικές και αρνητικές. Θετικό είναι ότι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας χρησιμοποιείται σε αντικατάσταση ορυκτών καυσίμων. Επομένως υπάρχει άμεση και ουσιαστική ωφέλεια από την μείωση των εκπομπών του CO₂ δηλαδή αερίων του θερμοκηπίου. Η ωφέλεια είναι σημαντική καθώς το μεγαλύτερο μέρος αυτών των υπολειμμάτων (άχυρα σιτηρών, καλαμποκιού) σήμερα καίγεται. Η καύση

της βιομάζας έχει γενικά μάλλον χαμηλές αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η περιεκτικότητα της βιομάζας σε θείο είναι πολύ μικρή οπότε εκπομπές SO₂ δεν υπάρχουν. Αντίθετα υπάρχουν εκπομπές NO_x αλλά και σωματιδίων. Γενικά όμως οι εκπομπές είναι μικρές εφ' όσον η μονάδα έχει σχεδιαστεί σωστά και η διασπορά των μονάδων δεν δημιουργεί προβλήματα. Αρνητικές επιπτώσεις υπάρχουν από την αφαίρεση της βιομάζας από τους αγρούς. Η βιομάζα δίνει στο έδαφος πολύτιμη οργανική ουσία αλλά και θρεπτικά στοιχεία τα οποία χάνονται με την απομάκρυνσή της. Είναι γνωστό ότι τα Ελληνικά εδάφη έχουν ιδιαίτερα χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία κάτι που κάνει το πρόβλημα οξύτερο. Παρ' όλο που σήμερα το μεγαλύτερο ποσοστό των υπολειμμάτων καίγεται (άχυρα σιτηρών και καλαμποκιού, κλαδιά δένδρων) και επομένως η ωφέλεια από την αύξηση της οργανικής ουσίας δεν υπάρχει ουσιαστικά το πρόβλημα πρέπει να τεθεί. Η αφαίρεση των φυτικών υπολειμμάτων αφήνει το χωράφι γυμνό και επομένως επιρρεπές στη διάβρωση. Αυτό είναι ένα άλλο πρόβλημα παρ' όλο που σήμερα με την κατά κανόνα χρήση του αρότρου για τη πρωτογενή κατεργασία το έδαφος παραμένει γυμνό και εντεθειμένο στη δράση της βροχής. Μια λύση στο πρόβλημα θα ήταν η χρήση φυτών χειμερινής κάλυψης του εδάφους που από τη μια πλευρά διατηρεί το έδαφος καλυμμένο άρα το προστατεύει από τη διάβρωση από την άλλη προσθέτει στο έδαφος οργανική ουσία και εύληπτα θρεπτικά στοιχεία. Ιδιαίτερα αν το φυτό είναι ψυχανθές προσθέτει στο έδαφος πολύτιμο άζωτο.

Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Bianco, V.V., 1986. Η καλλιέργεια της αγκινάρας. Γεωργική Τεχνολογία, 35:55-60.
2. Αποστολάκη Μ., Σ. Κυρίτση, Χ. Σούτερ (1987) Το Ενεργειακό δυναμικό της βιομάζας γεωργικών και δασικών υποπροϊόντων. Ινστιτούτο Τεχνολογικών Εφαρμογών, ΕΛΚΕΠΑ Αθήνα
3. Γαλανοπούλου – Σενδούκα Στέλλα, 2002. Ειδική γεωργία 1, Βόλος 2002.
4. Γέμτος Θ.Α. (1989) Η δυνατότητα χρήσης Βιομάζας στο Θεσσαλικό χώρο. Ανακοίνωση στην Ημερίδα για το Πρόγραμμα Valoren που οργάνωσε ο ΕΟΜΜΕΧ και το ΤΕΙ Λαρίσης. Λάρισα .
5. Γέμτος Θ.Α.(1992) Η παραγωγή υπολειμμάτων καλλιεργειών στην Ελλάδα και η δυνατότητα χρήσης τους . Επιστημονική Επετηρίδα του ΤΕΙ Πειραιά 1992, τεύχος 1.
6. Γέμτος Θ.Α.(1989) Εναλλακτικές Καλλιέργειες για την Αξιοποίηση της Εκτροπής του Ανω Ρου του Αχελώου. Ανακοίνωση στο Συνέδριο: Εκτροπή του Αχελώου και Γεωργική Ανάπτυξη της Θεσσαλίας. Καρδίτσα.
7. Γέμτος, Θ.Α., Τσιρίκογλου, Θ., 1992. Η Οικονομικότητα και το Ενεργειακό Ισοζύγιο μιας Μεθόδου Συγκομιδής Στελεχών Βαμβακιού για παραγωγή ενέργειας με καύση. Τέταρτο Εθνικό Συνέδριο για τις Ηπιες Μορφές Ενέργειας του Ινστιτούτου Ηλιακής Τεχνικής, Τόμος Β, ΒΙΟ 54-65.
8. Γέμτος, Θ.Α., Μαρτζόπουλος, Γ.Γ., Τερζούδη, Χρ., 1997. Παραγωγή βιομάζας στον Ν. Λάρισας Παρουσιάστηκε στην διημερίδα του Δικτύου Βιομάζας στην Λάρισα.
9. Γέμτος, Θ.Α., 1994. Αξιοποίηση των υπολειμμάτων καλλιεργειών ως βιομάζα για παραγωγή ενέργειας. Ανακοίνωση στην Επιστημονική Ημερίδα για το Βαμβάκι, Καρδίτσα 18/9/94.
10. Δημητράκη, Κ., 1982. Πρακτική Λαχανοκομία ΡΟΤΑΜΙΤΙΣ PRESS, ΑΘΗΝΑ
11. Ραπτοπούλου, Θ., 1973. Γενική και Ειδική Λαχανοκομία, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ.
12. Σούτερ, 1992. Βιομάζα και ενεργειακή αξιοποίηση αυτής. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.
13. Σπάρτση, Ν., 1987. Γενική και Ειδική Λαχανοκομία . Ο.Ε.Δ.Β., ΑΘΗΝΑ
14. Σωτηριάδου Α. και Ι. Οργανίδη, 1977. Καλλιέργεια χειμερινών Λαχανικών: Καρότα, Παντζάρια, γκινάρες. Νέα Αγροτική Επιθεώρηση, τευχ. Οκτωβρ.: 334-336.
15. Χουδάλης, 1996. Εξέλιξη στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα. Στη: Μελέτη του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας-Γεωπονικού Πανεπιστημίου-Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού με τίτλο "Διερεύνηση δυνατοτήτων αξιοποίησης βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη ΔΕΗ")

Διεθνή Βιβλιογραφία

1. Bianchini, F., Corbetta, F. and Pistoia, M. *Fruits of the Earth*.
2. Boardman, N.K. 1980. Energy from the biological conversion of solar energy. *Phil. Trans. R. Soc. London A* 295:477–489.
3. Bown, D. *Encyclopaedia of Herbs and their Uses*. Dorling Kindersley, London. 1995 ISBN 0-7513-020-31
4. Bukantis, R. 1980. Energy inputs in sorghum production. p. 103–108. In: Pimentel, D. (ed.), *Handbook of energy utilization in agriculture*. CRC Press, Inc. Boca Raton, FL. Coombs, J. and Vlitos, A.J. 1978. An assessment of the potential for biological solar energy utilization using carbohydrates produced by higher plant photosynthesis as chemical feedstock. vol. 2. *Proc. Internat. Solar Energy Society Congress, New Delhi, India*. Pergamon Press, New York.
5. Chatto, B. *The Dry Garden*. Dent 1982 ISBN 0460045512
6. Chevallier, A. *The Encyclopedia of Medicinal Plants* Dorling Kindersley. London 1996 ISBN 9-780751-303148
7. Chiej, R. *Encyclopaedia of Medicinal Plants*. MacDonald 1984 ISBN 0-356-10541-5
8. Dalianis, C. and Panoutsou, 1996. Dry agricultural residues report. EUREC NETWORK ON BIOMASS (BIO-ELECTRICITY)) RENA CT 94-0053 Report. Centre for renewable Energy Sources)
9. Denman, C.E. 1975. Sorghum cultural practices and variety-environment interaction studies. *Res. Rep. Ag. Exp. Sta., OSU P-728*.
10. Dibb, D.W. 1983. Agronomic systems to feed the next generation. *Crops and Soils Mag. (Nov):5–6*.
11. Duke, J.A. 1978. The quest for tolerant germplasm. p. 1–61. In: ASA Special Symposium 32, Crop tolerance to suboptimal land conditions. Am. Soc. Agron. Madison, WI.
12. Duke, J.A. 1982a. Plant germplasm resources for breeding of crops adapted to marginal environments. chap. 12. In: Christiansen, M.N. and Lewis, C.F. (eds.), *Breeding plants for less favorable environments*. Wiley-Interscience, John Wiley & Sons. New York.
13. Duke, J.A. and Wain, K.K. 1981. *Medicinal plants of the world*. Computer index with more than 85,000 entries. 3 vols.
14. F. Chittendon. *RHS Dictionary of Plants plus Supplement. 1956* Oxford University Press 1951
15. Facciola, S. *Cornucopia - A Source Book of Edible Plants*. Kampong Publications 1990 ISBN 0-9628087-0-9
16. FAO. 1980a. 1979. *Production yearbook*. vol. 33. FAO, Rome.
17. *Flora Europaea* Cambridge University Press 1964
18. Gemtos T.A., Th. Tsiricoglou (1998) Energy Budget Of A Method To Harvest Cotton *Proceedings World Renewable Energy Congress Vol II p Florence, Italy*.
19. Gemtos T.A., Th. Tsiricoglou (1998) *Harvesting of Cotton Residue for Energy Production. Biomass and Bioenergy Vol 16 p 51-59*
20. Gemtos T.A., Tsiricoglou T (1997) *Biomass production in Thessaly and possible utilisation of district heating and energy production. Presented in the Meeting for Biomass Utilisation organised by the Reriphery of Thessaly*.

21. Gemtos T.A., Tsiricoglou T.I.(1992) Cotton Residue Harvesting and Storage in Greece for Energy Production. 2nd World Renewable Energy Congress, Volume 3, Pergamon Press.
22. Gill, P.S., Tahir, S.M., Al-Younis, A.H., and Younis, M.A. 1977. Preliminary studies on the cultivation of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) for the production of sugar in Iraq. Iraqi J. Agr. Sci. 12:3–9.
23. Grieve, M. 1931. A modern herbal. Reprint 1974. Hafner Press, New York.
24. Grieve. *A Modern Herbal*. Penguin 1984 ISBN 0-14-046-440-9
25. Hedrick. U. P. *Sturtevant's Edible Plants of the World*. Dover Publications 1972 ISBN 0-486-20459-6
26. Hillyard, D. 1985. Artichoke thistle. *Fremontia* 12:21-22.
Parsons, W.T. and E. Cuthbertson. 1992. Noxious Weeds of Australia. Inkata Press. Melbourne, Australia.
Thomsen C. D., G. D. Barbe, W. A. Williams and M.R. George. 1986. Escaped artichokes are troublesome pests. *California Agriculture* 40:7-9.
27. Huxley. A. *The New RHS Dictionary of Gardening*. 1992. MacMillan Press 1992 ISBN 0-333-47494-5
28. Itnal, C.J., Desai, G.S., Sajjan, G.C., and Parvatikar, S.R. 1980. Effect of supplemental nitrogen on the plant characters, grain and fodder yield of rabi sorghum under dryland conditions. *Current Research* 9(2):24–26.
29. James A. Duke. 1983. Handbook of Energy Crops
30. Ken Fern
Notes from observations, tasting etc at Plants For A Future and on field trips.
31. Lipinsky, E.S. and Kresovich, S. 1980. Sorghums as energy crops. Proceedings, Bio-Energy '80. World Congress and Exposition. April 21–24, 1980. Atlanta, GA. Washington, DC; The Bio-Energy Council. p. 91–93.
32. Logsdon, G. 1974. Sweet sorghum—four foods in one. *Organic Gardening and Farming* (Aug.):72–75.
33. Lust. J. *The Herb Book*. Bantam books 1983 ISBN 0-553-23827-2
34. Mani S. Sokhananj S., Xiaotao B., Tabil G.L. (2004) Compaction of Corn Stover ASAE paper No041160 Presented at the ASAE/CSAE conference 2004, Ottawa, Canada
35. Mani S. Tabil G.L., Sokhananj S. (2004) Grinding performance and physical properties of wheat and barley straws, corn stover and switch grass. *Biomass and Bioenergy*(27) 339-352
36. Mani S. Tabil G.L., Sokhananj S. (2006) Effects of Compressive force, particle size and moisture content on mechanical properties of biomass pellets from grasses *Biomass and Bioenergy* (30) 648-654
37. Menendez, J. and Martinez, J.F. 1980. Behaviour of legumes intercropped with forage sorghum. *Pastos y Forrajes* 3(1):83–100.
38. Miller, D.F. 1958. Composition of cereal grains and forages. National Academy of Sciences, National Research Council, Washington, DC. Publ. 585.
39. Mills. S. Y. *The Dictionary of Modern Herbalism*.
40. Morton, J.F. 1981. Atlas of medicinal plants of middle America. Bahamas to Yucatan. C.C. Thomas, Springfield, IL.
41. Organ. J. *Rare Vegetables for Garden and Table*. Faber 1960
Thompson. B. *The Gardener's Assistant*. Blackie and Son. 1878
Uphof. J. C. Th. *Dictionary of Economic Plants*. Weinheim 1959

42. Pal, U.R. and Malik, H.S. 1981. Contribution of *Azospirillum brasilense* to the nitrogen needs of grain sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] in humid subtropics. *Plant and Soil* 63(3):501–504.
43. Palmer, M.A. and Bowden, B.N. 1975. The sterols and triterpenes of *Sorghum vulgare* grains. *Phytochemistry* 14(9):2049–2053.
44. Perry, L.M. 1980. *Medicinal plants of east and southeast Asia*. MIT Press, Cambridge.
45. Phillips, R. & Rix, M. *Perennials Volumes 1 and 2*. Pan Books 1991 ISBN 0-330-30936-9
46. Reed, C.F. 1976. Information summaries on 1000 economic plants. Typescripts submitted to the USDA.
47. Ricaud, R., Martin, F.A., and Cochran, B.J. 1981. Sweet sorghum for biomass and alcohol production. *Louisiana Agr.* 24(4):18–19.
48. Simons. *New Vegetable Growers Handbook*. Penguin 1977 ISBN 0-14-046-050-0
49. Stewart, G.A., Gartside, G., Gifford, R.M., Nix, H.A., Rawlins, W.H.M., and Siemon, J.R. 1979. The potential for liquid fuels from agriculture and forestry in Australia. CSIRO. Alexander Bros., Mentone, Victoria, Australia.
50. Tanaka. T. *Tanaka's Cyclopaedia of Edible Plants of the World*. Keigaku Publishing 1976
51. Thomas. G. S. *Perennial Garden Plants* J. M. Dent & Sons, London. 1990 ISBN 0 460 86048 8
52. Tsircoglou Th., T.A.Gemtos (1998) Crop residues burning for energy production in a bunch shape. Proceedings of the International Conference «Biomass for Energy and Industry» Edited by H.Kopetz, T. Weber, W. Paltz, P. Chartier, G.L. Ferrero p 1520-1523
53. Usher. G. *A Dictionary of Plants Used by Man*. Constable 1974 ISBN 0094579202
54. Vance Morey R., Tiffany D., Hatfield D (2005) Biomass for electricity and process heat for ethanol plants. ASAE Conference, Tampa Florida. ASAE paper No 056131
55. Vilmorin. A. *The Vegetable Garden*. Ten Speed Press 0 ISBN 0-89815-041-8
56. Watt, J.M. and Breyer-Brandwijk, M.G. 1962. The medicinal and poisonous plants of southern and eastern Africa. 2nd ed. E.&S. Livingstone, Ltd., Edinburgh and London.
57. Wu Leung, Woot-Tsuen, Butrum, R.R., and Chang, F.H. 1972. Part I. Proximate composition mineral and vitamin contents of east Asian foods. In: Food composition table for use in east Asia. FAO & U.S. Dept. HEW.