



ΛΑΡΙΣΑΣ



Εργαστήριο Ποιοτικού
Ελέγχου Προϊόντων Ξύλου
Επίπλου & Ξυλοκατασκευών

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΛΑΡΙΣΑΣ -
ΤΜΗΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΞΥΛΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΠΛΟΥ -
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΟΙΟΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΞΥΛΟΥ – ΕΠΙΠΛΟΥ &
ΞΥΛΟΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ**

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΝΕΩΝ ΑΓΡΟΤΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΤΕΙ ΛΑΡΙΣΑΣ

**«Δυνατότητες παραγωγής και διάθεσης βιοκαυσίμων από
γεωργικά προϊόντα – Πιλοτική εφαρμογή»**

Επιστημονικός υπεύθυνος Δρ. Γεώργιος Νταλός



Καρδίτσα 2011

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα πλαίσια της διερεύνησης των δυνατοτήτων χρήσης της βιομάζας στη χώρα μας, μέσω του έργου «**ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΝΕΩΝ ΑΓΡΟΤΩΝ**» και του προγράμματος «*Δυνατότητες παραγωγής και διάθεσης βιοκαυσίμων από γεωργικά προϊόντα – Πιλοτική εφαρμογή*», του Τμήματος Σχεδιασμού Τεχνολογίας Ξύλου – Επίπλου του Τ.Ε.Ι. Λάρισας, έγινε μία έρευνα σχετικά με τη δυνατότητα χρήσης των βιοκαυσίμων που προέρχονται από τα υπολείμματα της γεωργικής παραγωγής, ξυλώδους μορφής, για την παραγωγή συμπυκνωμάτων ξύλου γνωστά και με τον όρο **wood pellets** ή **wood briquettes**.

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Γενικά.

Το ενεργειακό πρόβλημα το οποίο αντιμετωπίζουν σήμερα οι περισσότερες χώρες του κόσμου, γίνεται ακόμη πιο έντονο λόγω των διαρκώς αυξανόμενων τιμών του πετρελαίου διεθνώς, αλλά και λόγω των διαρκώς μειούμενων ποσοτήτων των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, λιγνίτης κ.λ.π.) τις οποίες επιμένουμε πεισματικά να χρησιμοποιούμε για την κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών. Πέρα από την ενεργειακή κρίση και τον οικονομικό της αντίκτυπο στις διεθνείς αγορές και τον οικογενειακό προϋπολογισμό, έρχεται να προστεθεί και η αρνητική, περιβαλλοντική και πολιτική διάσταση του προβλήματος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση του φαινομένου του θερμοκηπίου εξαιτίας των μεγάλων ποσοτήτων καυσαερίων που εκπέμπονται από τη χρήση συγκεκριμένων καυσίμων, με απρόβλεπτες, πολλές φορές, συνέπειες για το περιβάλλον, αλλά και η πολιτική αστάθεια που επικρατεί σε περιοχές του πλανήτη οι οποίες διαδραματίζουν κάποιο ρόλο, μικρό ή μεγάλο, σε θέματα παγκόσμιου ενεργειακού ενδιαφέροντος (Μ. Ανατολή, Ν. Αμερική).

Όσον αφορά τη χώρα μας, καθημερινά διαπιστώνουμε την έντονη ενεργειακή της εξάρτηση από το πετρέλαιο και τα ενεργειακά του παράγωγα, επιβαρύνοντας το φυσικό περιβάλλον με τις εκπομπές καυσαερίων, αλλά και τον προϋπολογισμό της χώρας καθώς δαπανώνται κάθε χρόνο τεράστια ποσά για εισαγωγή πετρελαίου και τη χρήση ορυκτών καυσίμων. Επιπλέον, αποτελεί υποχρέωση και της χώρας μας, οι περαιτέρω μειώσεις των εκπομπών καυσαερίων που απαιτούνται για να επιτευχθεί ο μακροπρόθεσμος στόχος της σύμβασης-πλασίου των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή κλίματος, που συνίσταται στη σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων θερμοκηπιακών αερίων στην ατμόσφαιρα σε επίπεδο το οποίο θα απέτρεπε την επικίνδυνη ανθρωπογενή παρέμβαση στο κλίμα (Οδηγία 2006/32/ΕΚ). Ως εκ τούτου, απαιτούνται συγκεκριμένες πολιτικές και μέτρα. Η χρήση των βιοκαυσίμων αποτελεί μία περιβαλλοντικά αποδεκτή και οικονομικά συμφέρουσα πολιτική προς αυτή την κατεύθυνση με ταυτόχρονη ανάπτυξη της αγροτικής οικονομίας στη χώρα μας.

Για να μπορεί κάποιος να αναλύσει ένα όρο όμως θα πρέπει πρώτα να τον οριοθετήσει ώστε να μπορεί κάθε στιγμή να ελέγχει αν έχει ξεφύγει από αυτόν. Έτσι για τα βιολογικά καύσιμα μια αρκετά καλή προσέγγιση είναι ότι αφορά οποιαδήποτε καύσιμα που παράγονται από οργανισμούς που πρόσφατα διαβίωσαν ή τα μεταβολικά υποπροϊόντα τους, όπως το λίπασμα από τις αγελάδες, κλπ. Είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, αντίθετα από άλλους φυσικούς πόρους όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας και τα πυρηνικά καύσιμα. Μια άλλη προσέγγιση θα μπορούσε να είναι η εξής: βιοκαύσιμα είναι οποιαδήποτε καύσιμα με ένα 80% κατά ελάχιστο περιεχόμενο από τον όγκο των υλικών τους να προέρχονται από ζωντανούς οργανισμούς που συγκομίζονται μέσα στα δέκα έτη από την κατασκευή τους.

Όπως ο άνθρακας και το πετρέλαιο, έτσι και η βιομάζα είναι μια μορφή αποθηκευμένης ηλιακής ενέργειας. Η ενέργεια του ήλιου "συλλαμβάνεται" μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης στην ανάπτυξη των οργανισμών. Ένα βασικό πλεονέκτημα των βιολογικών καυσίμων σε σύγκριση με τους περισσότερους άλλους τύπους καυσίμων είναι ότι αυτά είναι βιοδιασπάσιμα, και έτσι σχετικά αβλαβή στο περιβάλλον.

Αποτελεί ένα από τα πλέον υποσχόμενα ενεργειακά αποθέματα της γης. Ενεργειακές καλλιέργειες αλλά και ανεκμετάλλευτα γεωργικά υπολείμματα, απόβλητα κτηνοτροφικών μονάδων, δασικά υπολείμματα κ.ά. μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ενέργειας.



Εικ. 1. Ρίζες και πρέμνο δέντρου που θα παραμείνει αναξιοποίητο ως υπόλλειμα μετά την υλοτομία.

Η βιομάζα είναι μία από τις πιο ήπιες μορφές ενέργειας, ανεξάντλητη κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις και φιλική προς το περιβάλλον. Το κύριο χαρακτηριστικό της είναι ότι πρόκειται για ένα καθαρά φυσικό προϊόν.



Εικ. 2 Γλυκό σόργο

Σήμερα, ο όρος βιοκαύσιμα χρησιμοποιείται συνήθως για υγρά καύσιμα που προέρχονται από βιομάζα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον τομέα των μεταφορών. Τα πιο συνηθισμένα στο εμπόριο είναι το βιοντήζελ κι η βιοαιθανόλη (www.erotec.gr). Βιοντίζελ και βιοαιθανόλη μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα αντί της βενζίνης και του πετρελαίου και ως προσθετικά καυσίμου αλλά και ως υποκατάστατο του ντίζελ σε πετρελαιοκινητήρες (www.ethnos.gr/article).

Το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) παρουσιάζει μια ενδιαφέρουσα ταξινόμηση των ενεργειακών καλλιεργειών στο Σχήμα 1



Σχήμα 1. Ταξινόμηση ενεργειακών καλλιεργειών

Για παραγωγή βιοντήζελ το ΚΑΠΕ αναφέρει τον ηλίανθο, την ελαιοκάμψη και την αγριαγκινάρα. Για παραγωγή βιοαιθανόλης αναφέρει τα σιτηρά, τον αραβόσιτο και το γλυκό σόργο. Σε μια τρίτη κατηγορία, το ΚΑΠΕ αναφέρει φυτά όπως το καλάμι, τον ευκάλυπτο και το μίσχανθο, γρήγορης ανάπτυξης, που δίνουν βιομάζα για παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Στον Πίνακα 1 δίνονται εκτιμήσεις του ΚΑΠΕ για τις αποδόσεις ορισμένων ενεργειακών καλλιεργειών σε βιοντήζελ και βιοαιθανόλη (www.agrotypos.gr/arthra). Στην Ελλάδα, τη σημαντικότερη ετήσια ενεργειακή καλλιέργεια αποτελεί το γλυκό σόργο (Εικ. 2), το οποίο μπορεί άνετα να αποδώσει μέχρι και ένα τόνο βιοαιθανόλη το στρέμμα (www.ee3.org/travaux_eleves/energy_s2el/bioenergy%20pippas.doc).

Πίνακας 1. Παραγόμενα βιοκαύσιμα
από διάφορα φυτά και αποδόσεις ανά στρέμμα
σε σπόρο και λάδι

Βιοκαύσιμο	Πρώτη ύλη	Απόδοση (κιλά/στρ.)	Απόδοση σε βιοκαύσιμο (λίτρα/στρ.)
Βιοντήζελ	Ηλίανθος	120-300	43-75
	Ελαιοκράμβη	120-300	43-90
	Βαμβάκι	120-160	18-25
	Σόγια	160-240	29-44
Βιοαιθανόλη	Σιτάρι	150-800	45-240
	Αραβόσιτος	900	270
	Τεύτλα	6000	600
	Σόργο	7000-10000	675-900

Ιστορική αναδρομή

Τα βιοκαύσιμα δεν είναι κάτι που ξαφνικά εμφανίστηκε στα χρόνια μας. Η εμφάνιση τους είχε πάντα να κάνει με τις ενεργειακές κρίσεις και ιδίως αυτές του πετρελαίου. Ιστορικά οι πρώτες αναφορές γίνονται από την αρχή των ημερών της αυτοκινητοβιομηχανίας. Έτσι ο Nikolaus August Otto, ο γερμανός εφευρέτης της

μηχανής εσωτερικής καύσεως, είχε στο μυαλό του η εφεύρεσή του να τρέχει με βιοαιθανόλη. Ενώ ο Rudolf Diesel, ο γερμανός εφευρέτης της μηχανής diesel, είχε στο μυαλό του η μηχανή του να δουλεύει με πετρέλαιο που θα παρήγαγε από φιστίκια. Το μοντέλο της FORD T που παραγόταν μεταξύ 1903 και 1926 χρησιμοποιούσε για να κινηθεί την βιοαιθανόλη.

Όταν όμως άρχισε η τιμή του ακατέργαστου πετρελαίου να γίνεται φθηνότερη λόγω της εξαγωγής του από βαθύτερα σημεία (χάρη στις νέες τεχνολογίες γεώτρησης που άρχισαν να χρησιμοποιούνται στο μέσο του 19ου αιώνα), τα αυτοκίνητα άρχισαν να χρησιμοποιούν για καύσιμο το πετρέλαιο. Παρόλα όμως αυτά, πριν από τον Δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο τα βιολογικά καύσιμα θεωρήθηκε πως παρέχουν μια εναλλακτική λύση στο εισαγόμενο πετρέλαιο στις χώρες όπως η Γερμανία, η οποία έφτασε να πουλήσει ένα μίγμα βενζίνης με οινόπνευμα που ζυμώθηκε από πατάτες με το όνομα Reichskraftsprit.

Στη Μεγάλη Βρετανία, αντίστοιχα οινόπνευμα από σιτάρι συνδυάστηκε με βενζίνη από τους ποτοποιούς Company Ltd με το όνομα Discol και πωλήθηκε μέσω της θυγατρικής εταιρείας Esso στο Κλήβελαντ.

Μετά από τον πόλεμο το φτηνό πετρέλαιο από τη Μέση Ανατολή ελάττωσε το ενδιαφέρον για τα βιολογικά καύσιμα το οποίο όμως επανήρθε με τις πετρελαϊκές κρίσεις του 1973 και του 1979, με αποτέλεσμα να υπάρξει πιο έντονο ενδιαφέρον από διάφορες κυβερνήσεις και από ακαδημαϊκούς για τα βιολογικά καύσιμα. Εντούτοις, το ενδιαφέρον μειώθηκε το 1986 όταν οι τιμές του πετρελαίου έγιναν φτηνότερες πάλι.

Στη σημερινή όμως κατάσταση εκτός από τις αυξανόμενες τιμές του πετρελαίου, έρχεται να προστεθούν και οι ανησυχίες σχετικά με τις εκπομπές αερίων που σχετίζονται με το φαινόμενο θερμοκηπίου (παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας) ενώ ταυτόχρονα η έλλειψη σταθερότητας στη Μέση Ανατολή ωθούν το ανανεωμένο ενδιαφέρον για τα βιολογικά καύσιμα.

Φτάνουμε λοιπόν ο Πρόεδρος των Ηνωμένων Πολιτειών George Bush να πει σε (2006) ομιλία, ότι θέλει για τις Ηνωμένες Πολιτείες, μέχρι το 2025, να αντικαταστήσει 75% του πετρελαίου που προέρχεται από τη Μέση Ανατολή.



Εικ. 3. Κλαδιά δέντρων που παραμένουν μέσα στο δάσος

Είδη που χρησιμοποιούνται για παραγωγή βιοκαυσίμων

Φτάσαμε λοιπόν στο σημείο πολλά από τα γνωστά μας γεωργικά προϊόντα να καλλιεργούνται όχι για τους γνωστούς μέχρι σήμερα σκοπούς αλλά για τη χρήση ως βιολογικά καύσιμα. Βλέπουμε στις Ηνωμένες Πολιτείες την καλλιέργεια καλαμποκιού και σόγιας σε Ευρωπαϊκές περιοχές το λινάρι και το σινάπι, στην Βραζιλία το ζαχαροκάλαμο και στην Νοτιοανατολική Ασία την παραγωγή φοινικέλαιου. Δεν σταματάμε όμως εκεί βιοδιασπώμενα υπολείμματα τόσο από βιομηχανίες, αγροτικές καλλιέργειες, δασικές βιομηχανίες αλλά και απευθείας από τα Δάση να χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας. Στα παραπάνω μπορούμε να συμπεριλάβουμε :

- Άχυρο,
- Πριονίδι,
- Φλοιό ρυζιού,
- Κλαδιά δέντρων, στελέχη βαμβακιού αμπελιού κλπ. Αλλά και
- Οικιακά απόβλητα.

Όλα τα προαναφερθέντα υλικά αποτελούν είτε άμεσα βιοκαύσιμα είτε παράγουν βιοαέριο μέσω αναερόβιας χώνευσης ή άλλων διεργασιών.

Η βιομάζα με την ευρύτερη έννοια του όρου περιλαμβάνει οποιοδήποτε υλικό προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς. Ειδικότερα, η βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς, περιλαμβάνει κάθε τύπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή στερεών, υγρών ή και αέριων καυσίμων. Στην πράξη υπάρχουν δύο τύποι βιομάζας. Πρώτον οι υπολειμματικές μορφές (τα κάθε είδους φυτικά υπολείμματα, ζωικά απόβλητα και τα απορρίμματα) και δεύτερον η βιομάζα που παράγεται από ενεργειακές καλλιέργειες. Οι υπολειμματικές μορφές βιομάζας διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες:

1. υπολείμματα που παραμένουν στον αγρό ή το δάσος μετά τη συγκομιδή του κύριου προϊόντος. Τέτοιου είδους υπολείμματα είναι το άχυρο σιτηρών, τα βαμβακοστελέχη, τα κλαδοδέματα κ.α.
2. υπολείμματα γεωργικών και δασικών βιομηχανιών όπως ελαιοπυρήνες, υπολείμματα εκκοκκισμού, πριονίδια κ.α.
3. απορρίμματα, βιομηχανικά και αστικά απόβλητα (το οργανικό τμήμα τους) (www.cres.gr).



Εικ. 4. Κλαδιά δέντρων που παραμένουν μέσα στο δάσος

Βιομάζα, συνεπαγόμενη τη χρήση της ως καύσιμο (βιοκαύσιμο), αποτελούν όλα τα υπολείμματα της δασικής ύλης που προκύπτουν από την υλοτόμηση και την επεξεργασία ξύλου, την αραίωση των φυτειών και το κλάδεμα των δέντρων. Πρόκειται για κορυφές και κλαδιά των υλοτομούμενων δέντρων τα οποία δεν έχουν εμπορική αξία και συνήθως αφήνονται να σαπίσουν επί τόπου. Σημαντικές ποσότητες υπολειμμάτων σχηματίζονται, επίσης, στα πριονιστήρια και στις μονάδες κατασκευής σανιδιών. Τα δασικά υπολείμματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ατμού θέρμανσης και/ ή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Για παράδειγμα, με καύση των δασικών υπολειμμάτων ενέργεια μπορεί να παραχθεί μέσω καυστήρων ξύλου για οικιακή χρήση και για τηλεθέρμανση.

(www.ee3.org/travaux_eleves/energy_s2el/bioenergy%20pippas.doc)

Τα γεωργικά υπολείμματα, αναγόμενα σε ζωικά (π.χ. κοπριά) και φυτικά, όπως άχυρο, υπολείμματα από καλλιέργειες ρυζιού, σακχαροκαλάμων, καλαμποκιού, σόγιας αλλά και καρυδιών και άλλων καρπών αποτελούν μία πλούσια ενεργειακή πηγή. Είναι μια μορφή βιομάζας η οποία είναι εύκολα διαθέσιμη, αλλά όχι ευρέως χρησιμοποιούμενη για ανάκτηση ενέργειας. Ποσότητες από τα υπολείμματα αυτά μπορούν να αξιοποιηθούν ενεργειακά παράγοντας θερμότητα ικανή να καλύψει τις ανάγκες μικρών βιομηχανικών και βιοτεχνικών μονάδων ή για τηλεθέρμανση κτιρίων.

Φτάσαμε λοιπόν στο παράδοξο σημείο σε χώρες όπως η Γερμανία η τροφή πολλές φορές να είναι πολύ φθηνότερη από τα καύσιμα συγκρινόμενη τις τιμές τους από την άποψη της ενέργειας.

Από το 2005, η βιοενέργεια καλύπτει περίπου 15% της κατανάλωσης παγκόσμιας ενέργειας. Η περισσότερη βιοενέργεια καταναλώνεται στις αναπτυσσόμενες χώρες και χρησιμοποιείται για την άμεση θέρμανση, σε αντιδιαστολή με την ηλεκτρική παραγωγή. Εντούτοις, στη Σουηδία και τη Φιλανδία το 17 και 19% αντίστοιχα της ενέργειας να καλύπτεται από βιοκαύσιμα.

Εφαρμογές των βιολογικών καυσίμων για οικιακή χρήση

Μια διαδεδομένη χρήση των βιοκαυσίμων είναι το σπίτι όπου χρειαζόμαστε ενέργεια για να μαγειρέψουμε και για να το θερμάνουμε. Τα χαρακτηριστικά καύσιμα που χρησιμοποιούνται για αυτό το λόγο είναι το ξύλο, ο ξυλάνθρακας ή ξηρά κοπριά. Τα βιοκαύσιμα μπορούν να καούν σε μια ανοικτή εστία ή σε μια ειδική σόμπα. Η αποδοτικότητα αυτής της διαδικασίας μπορεί να ποικίλει ευρέως, από 10% για μια καλή ανοιχτή εστία (ακόμα λιγότερο εάν η καύση δεν γίνεται προσεκτικά) μέχρι 40% για μια ειδικά σχεδιασμένη σόμπα ξυλάνθρακα. Η ανεπαρκής χρήση των

βιοκαυσίμων μπορεί να είναι μια δευτερεύουσα αιτία της αποδάσωσης (αν και αυτό είναι αμελητέο έναντι της σκόπιμης καταστροφής για να καθαρίσει το έδαφος για τη γεωργική χρήση) αλλά το πιο σημαντικό σημαίνει ότι θα δαπανηθεί περισσότερη εργασία για τη συλλογή των καυσίμων, κατά συνέπεια η ποιότητα της καύσης των σόμπων έχει μια άμεση επιρροή στη βιωσιμότητα των βιολογικών καυσίμων.

Στην Αμερική άρχισε η επιστροφή στο κάψιμο του καλαμποκιού στις ειδικές σόμπες για να μειώσουν τους ενεργειακούς λογαριασμούς τους.



Εικ. 5. Υπολείμματα υλοτομιών

Γεωργικά υπολείμματα και υπολείμματα κατεργασίας ξύλου.

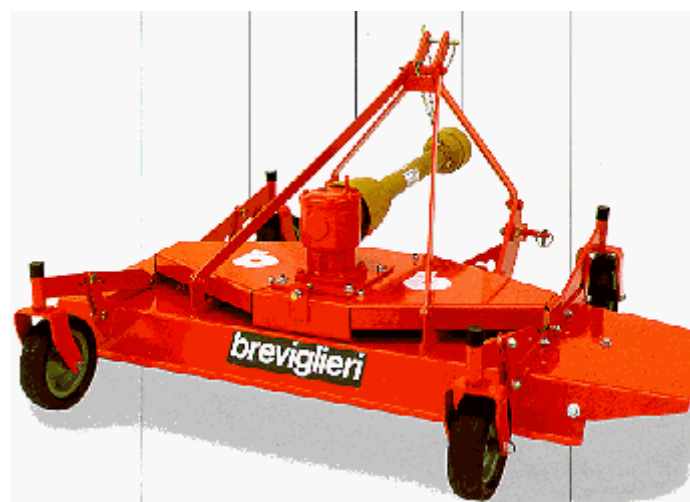
Μετά τις γενικές πληροφορίες που δόθηκαν μέχρι στιγμής θα πρέπει να περιοριστούμε στα προϊόντα που εύκολα και χωρίς ριζικές αλλαγές μπορούν να εφαρμοστούν στην περιοχή του Ελλαδικού χώρου .

Τα προϊόντα αυτά είναι εκείνα που κατά κύριο λόγο έχουν μικρή αξία μεταποίησης και ταυτόχρονα αποξυλώνονται κατά την τελευταία περίοδο της ζωής τους, γεγονός που τους αποφέρει και μικρότερη υγρασία και μεγαλύτερη θερμογόνο δύναμη.

Τέτοια υλικά κατά κύριο λόγο που καλλιεργούνται στην Ελλάδα είναι το βαμβάκι, το καλαμπόκι, ο ηλιάνθος αλλά και τα υπολείμματα από κλαδέματα τόσο οπωροφόρων δέντρων όσο και των αμπελιών. Τέλος εδώ θα πρέπει να συμπεριλάβουμε και τις μεγάλες ποσότητες των υπολειμμάτων κατεργασίας από τα πριστήρια που βρίσκονται στην περιοχή .

Τα υποπροϊόντα λοιπόν που παραμένουν στον αγρό μετά την απολαβή των καρπών ή των μερών για τα οποία γίνεται η συγκεκριμένη καλλιέργεια αποτελούν τεράστιες ποσότητες και υπολογίζονται σε αρκετά δισεκατομμύρια τόνους ετησίως σε όλο τον κόσμο (Okeke and Obi 1994) .

Η ανανέωση του ενδιαφέροντος βέβαια για τη χρησιμοποίηση των γεωργικών υπολειμμάτων δεν σταματά μόνο στη συνεπαγόμενη μείωση της μόλυνσης του πλανήτη από τα μη ανακυκλούμενα υλικά αλλά και στην πρόσθετη βοήθεια (εισόδημα) που προσφέρεται στον αγρότη με οικονομικές παροχές (Morris 1996). Επίσης σημαντική ώθηση στην αξιοποίησή τους έχει η δυνατότητα αντικατάστασης άλλων λιγνινοκυτταρινικών υλικών όπως το ξύλο, με σκοπό τη μείωση του ελλείμματος στο ισοζύγιο προσφοράς και ζήτησης του.



Εικ. 6. Στελεχοκόπτης

Για τη μείωση του ελλείμματος αυτού δύο λύσεις διαφαίνονται: α) η καλλιέργεια φυτών με μοναδικό σκοπό την παραγωγή λιγνινοκυτταρινικής βιομάζας και β) η αξιοποίηση των λιγνινοκυτταρινικών υπολειμμάτων των φυτών που ήδη καλλιεργούνται για την παραγωγή καρπών. Τα τελευταία, εκτός του ότι είναι άχρηστα για τον αγρότη πολλές φορές, όταν παραμένουν επί μακρό στον αγρό δημιουργούν και επιπρόσθετα προβλήματα για την μετέπειτα καλλιέργεια λόγω δυσκολίας κίνησης των μηχανημάτων κατά την άροση, λίπανση, φύτευση και επίσης μπορεί να αποτελέσουν εστίες μετάδοσης ασθενειών. Η άμεση λοιπόν απομάκρυνση τους από το χώρο της καλλιέργειας είναι αναγκαία. Οι συνήθεις τρόποι αξιοποίησης των γεωργικών υπολειμμάτων είναι η χρήση τους ως τροφή ζώων, ως καύσιμη ύλη για διάφορες ανάγκες (ψήσιμο, παραδοσιακές τελετές) ή η καταστροφή τους στο χώρο της καλλιέργειας με ειδικά μηχανήματα “τους καταστροφείς” (Εικ.6) με σκοπό να αποτελέσει αυτό λίπασμα για την επόμενη καλλιέργεια. Τέλος πιο συνηθισμένη είναι η ανεξέλεγκτη καύση τους στο χώρο της καλλιέργειας με όλες τις γνωστές συνέπειες (πυρκαγιές, μόλυνση). Σ’ αυτό βέβαια το πεδίο αλλά με ελεγχόμενη καύση γίνονται αρκετές έρευνες με σκοπό την παραγωγή ενέργειας (Ebeling and Jennings 1985, Μαυρογιανόπουλος 1996, Αξαόπουλος και Καλιβρούσης 1997). Ο τρόπος αυτός αξιοποίησης (παραγωγή ενέργειας) των γεωργικών υπολειμμάτων αναπτύσσεται κυρίως σε χώρες που αντιμετωπίζουν ελλείψεις στις δασικές τους βιομηχανίες σε πρώτη ύλη ξύλου. Στην χώρα μας η χρήση των υπολειμμάτων ως πηγή ενέργειας είναι εφικτή και σε ορισμένες περιπτώσεις εφαρμόζεται (καύση πυρηνόξυλου ελαιουργείων για παραγωγή ενέργειας) αλλά οι ανάγκες αντικατάστασης του ξύλου ως πρώτης ύλης σε καύσιμη ύλη είναι αρκετά μεγάλες. Είναι χαρακτηριστικό ότι το έλλειμμα που παρουσιάζει η χώρα μας σε ξύλο και προϊόντα ξύλου είναι πολύ υψηλό εάν ληφθεί υπόψη ότι για τις αντίστοιχες εισαγωγές δαπανάται ετησίως περίπου το ποσό των 777 εκατομμυρίων δολαρίων (FAO Trade yearbook 1998)

Η αξιοποίηση βέβαια των γεωργικών υπολειμμάτων για την αντικατάσταση του ξύλου δεν είναι και τόσο απλή υπόθεση. Τα γεωργικά υπολείμματα ανάλογα με το είδος του φυτού παρουσιάζουν και συγκεκριμένες δυσκολίες σε πολλές φάσεις της κατεργασίας τους. Έτσι π.χ. υπάρχει διαφορετικός τρόπος συγκομιδής, στοίβαξης, μεταφοράς, μεγάλη μεταβλητότητα στις ιδιότητες όπως στην πυκνότητα και στην αναλογία ξύλου φλοιού, στο ποσοστό εντεριώνης, των εκχυλισμάτων κ.α ανάλογα με το είδος του φυτού.

Πληθώρα ερευνών είχαν και έχουν ως αντικείμενο την αξιοποίηση των γεωργικών υπολειμμάτων για την παραγωγή χαρτοπολτού (Κούκιος 1975, Οικονομίδης 1977, Saied 1986, Selvan et al 1983), την παραγωγή γεωφασμάτων (Geotextiles)

δηλαδή υλικών για την κάλυψη γαιών με σκοπό την προστασία τους (Dewey 1993, Gupta 1991), την κατασκευή φίλτρων και γενικά ως απορροφητικών υλών (Randall and Hautalla 1975, Langseth and Pflum 1994), την κατασκευή μονωτικών υλικών (Rowell 1995), κλπ..

Τα ξυλώδη υπολείμματα των γεωργικών καλλιεργειών που προαναφέραμε στο κύριο τους μέρος αποτελούνται από λιγνινοκυτταρινική ύλη που ομοιάζει ως προς τη χημική του σύσταση με αυτή του ξύλου όπως φαίνεται στον Πίνακα 2 (Youngquist et al 1993). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η αξιοποίηση των υπολειμμάτων αυτών σε αμιγή μορφή ή σε μίξη με ξύλο να μην παρουσιάζει γενικά ιδιαίτερες δυσκολίες.

Πίνακας 2. Χημική σύνθεση επιλεγμένων λιγνινοκυτταρινικών υλικών (Youngquist et al 1993).

Σύνθεση (%)				
Λιγνινοκυτταρινική ύλη	Κυτταρίνη Α	Λιγνίνη	Ανόργανα συστατικά	Πυρίτιο
Στέλεχος ρυζιού	28-36	12-16	15-20	9-14
Άχυρο	38-46	16-21	5-9	3-7
Κέναφ	31-39	14-19	2-5	-
Στελέχη βαμβακιού	-	22	5	3
Κελύφη ρυζιού	38	22	20	19
Ξύλο κωνοφόρων	40-45	26-34	<1	αμελητέα ποσότητα
Ξύλο πλατύφυλλων	38-48	23-30	<1	αμελητέα ποσότητα

Η αξιοποίηση αφορά διάφορα γεωργικά υπολείμματα ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή και τα είδη φυτών που υπήρχαν σε αυτήν.

Η χρήση των wood pellets και γενικότερα των βιοκαυσίμων, έχει μία θετική περιβαλλοντική προσέγγιση σε παγκόσμιο επίπεδο και έρχεται να αντικαταστήσει σε μεγάλο βαθμό την καύση πετρελαίου και ξύλου για την θέρμανση των σπιτιών (Olsson 2004). Όλο και περισσότεροι καταναλωτές αντικαθιστούν τους παλιούς καυστήρες πετρελαίου με αντίστοιχους βιομάζας. Ένας μεγάλος αριθμός διαφόρων ειδών και μοντέλων από θερμάστρες, καυστήρες και επιμέρους θερμικών εφαρμογών

των wood pellets, έχει αναπτυχθεί στην Ευρώπη, κυρίως από το 1999 και μετέπειτα. Με την αλματώδη αύξηση των τιμών του πετρελαίου και των ορυκτών καυσίμων διεθνώς, το 2005, η ζήτηση των καταναλωτών για χρήση των wood pellets έχει αυξηθεί σημαντικά και μία αξιόλογη βιομηχανία παραγωγής και διάθεσης αναπτύσσεται δυναμικά γύρω απ'αυτά. Το γεγονός αυτό, καθιστά επιτακτική την ανάγκη για την προγενέστερη μελέτη, τόσο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την καύση αυτή της βιομάζας και την ποσοτική και ποιοτική σύνθεση των καυσαερίων που προκύπτουν, όσο και των οικονομικών αποτελεσμάτων από την υιοθέτηση της χρήσης βιοκαυσίμων από τους καταναλωτές μέσα από τη διερεύνηση της κοινής γνώμης. Επίσης, κρίνεται σκόπιμη η σύγκριση των βιοκαυσίμων με τα ήδη χρησιμοποιούμενα καύσιμα, τόσο από την περιβαλλοντική όσο και από την οικονομική πλευρά.

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Στην Ελλάδα παράγονται ετησίως σημαντικές ποσότητες λιγνινοκυτταρινικής φύσεως υποπροϊόντων από διάφορες γεωργικές εκμεταλλεύσεις (άχυρα δημητριακών, ξυλώδη στελέχη βαμβακιού, καπνού, ηλίανθου και αραβόσιτου, κλαδιά οπωροφόρων δένδρων και ελαιοπυρηνόξυλο) τα οποία σε μεγάλο ποσοστό παραμένουν αναξιοποίητα.

Από τις πολυάριθμες ερευνητικές εργασίες που έγιναν διεθνώς ιδίως μετά το 1960 προκύπτει ότι ορισμένες κατηγορίες λιγνινοκυτταρινικής φύσεως υπολειμμάτων γεωργικών εκμεταλλεύσεων μπορούν αυτούσια ή σε μίξη με το ξύλο διαφόρων δασικών ειδών ν' αξιοποιηθούν επιτυχώς στην παραγωγή ενέργειας.

Ένας από τους κύριους ανασταλτικούς παράγοντες που δυσχεραίνει την αξιοποίηση των υπολειμμάτων αυτών είναι η εποχιακή διαθεσιμότητά τους η οποία οδηγεί σε μακρόχρονη αποθήκευση με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας τους λόγω προσβολών από μικροοργανισμούς. Το μειονέκτημα αυτό μπορεί να αντιμετωπισθεί με την οργάνωση κατάλληλων συνθηκών αποθήκευσης (αποφυγή επαφής με το έδαφος, επαρκής αερισμός κ.α.) και χρήση εντομοκτόνων και μυκητοκτόνων ουσιών.

Ένας άλλος παράγοντας που επιβαρύνει με πρόσθετο κόστος τη χρήση αυτών των υπολειμμάτων είναι το μικρό βάρος τους ανά χωρικό μέτρο το οποίο συνεπάγεται μεγάλα μεταφορικά έξοδα. Η σημασία του μειονεκτήματος αυτού μπορεί να μετριασθεί με αύξηση του ειδικού βάρους των υπολειμμάτων κατόπιν κατάλληλης συμπίεσης και δεματοποίησης προ της μεταφοράς τους.



Εικ. 7. Στελέχη καλαμποκιού

Τα αποτελέσματα σχετικών ερευνών που έγιναν την τελευταία 15ετία στον ελληνικό χώρο με στόχο την ορθολογικότερη αξιοποίηση ορισμένων λιγνινοκυτταρινικών υποπροϊόντων γεωργικών εκμεταλλεύσεων έδειξαν ότι τα πυρηνόξυλα του ελαιόκαρπου, τα περικόρπια των αμυγδάλων, τα κλαδιά των οπωροφόρων δέντρων, τα στελέχη του βαμβακιού και του καλαμποκιού, οι κληματσίδες, τα στελέχη της ρετσίνολαδιάς και του κέναφ και το άχυρο των σιτηρών μπορούν να υποκαταστήσουν υπό ορισμένες προϋποθέσεις το ξύλο των δασικών ειδών των ως καύσιμη ύλη σε ποσοστά 10% έως και 100%. Οι ακόλουθοι δύο λόγοι επιβάλλουν τη συνέχιση και εντατικοποίηση της έρευνας προκειμένου να γίνει μια αξιολόγηση της καταλληλότητας και άλλων λιγνινοκυτταρινικής φύσεως γεωργικών υποπροϊόντων ως εναλλακτικών του ξύλου πρώτων υλών: α) η χώρα μας είναι ελλειμματική σε ξύλο και β) από τα περίπου 5 εκατ. τόνων λιγνινοκυτταρινικών υπολειμμάτων τα οποία παράγονται ετησίως ένα μικρό μόνο ποσοστό τους αξιοποιείται ορθολογικώς (Γρηγορίου).

Στο δεύτερο σκέλος του πρώτου μέρους της έρευνας έγινε η καταγραφή των γεωργικών καλλιεργειών όπως το καλαμπόκι, το βαμβάκι, ο ηλίανθος, καλλιεργειών δηλαδή που αφήνουν λιγνοκυτταρινικό υπόλειμμα, και το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη ύλη.



Εικ. 8. Τμήμα από καλλιέργεια Ηλίανθου

Το τρίτο και τελευταίο σκέλος του πρώτου μέρους της έρευνας έχει ως σκοπό την καταγραφή των πριστηρίων και των επιχειρήσεων γενικότερα κατεργασίας ξύλου

του κάθε νομού που αφήνουν υπολείμματα κατάλληλα για την κατασκευή μοριοσανίδας ή για καύσιμα.

Οι μικρές και μεσαίες μονάδες κατεργασίας ξύλου παράγουν κάθε χρόνο σημαντικές ποσότητες υπολειμμάτων (πριονίδια, ροκανίδια, εξακρίδια, ξυλοτεμαχίδια, φλοιό, ξυλόσκονη). Μερικές από αυτές τις μονάδες/επιχειρήσεις μετατρέπουν την ποσότητα αυτή της βιομάζας σε ατμό ή θερμική ενέργεια με σκοπό να ικανοποιήσουν σε κάποιο βαθμό τις ανάγκες τους σε ενέργεια ή θέρμανση. Βέβαια, σημαντικό ποσοστό αυτών των υπολειμμάτων κατεργασίας του ξύλου διατίθεται δωρεάν ή πωλείται σε χαμηλές τιμές από μικρότερες επιχειρήσεις (συνήθως μικρές βιοτεχνίες ή πριστήρια) σε μεγαλύτερες, οι οποίες και τα εκμεταλλεύονται για την παραγωγή μοριοπλακών ή ινοπλακών. Ένα μικρότερο ποσοστό αυτών των υπολειμμάτων διατίθεται επίσης σε εκτροφεία πουλερικών ή χοίρων κυρίως από επιχειρήσεις που αντιμετωπίζουν προβλήματα διάθεσης ή μόλυνσης από τη συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων υπολειμμάτων. Μονάδες ξύλου που αξιοποιούν τα υπολείμματά τους κατά τη χειμερινή περίοδο για θέρμανση συνήθως χρησιμοποιούν κοινές σόμπες (άμεση καύση). Τα υπολείμματα της κατεργασίας ξύλου είναι βέβαια λιγνινοκυτταρινικής φύσης υπολείμματα και μπορεί να αποτελούνται τόσο από υπολείμματα ξύλου όσο και φλοιού. Γενικά, οι ποσότητες των υπολειμμάτων κατεργασίας ξύλου που παράγονται σε μία μονάδα (βιοτεχνία, πριστήριο, βιομηχανία) εξαρτάται από το είδος του ξύλου, το μέγεθος των κορμοτεμαχίων ή τις διαστάσεις της πριστής ξυλείας, την περιεχομένη υγρασία του ξύλου και ακόμα πιο σημαντικά από τον τύπο του μηχανικού εξοπλισμού. Τυπικά, όσο μικρότερο είναι το μέγεθος των κορμοτεμαχίων ή της πριστής ξυλείας που κατεργάζεται, τόσο μεγαλύτερες είναι οι ποσότητες των υπολειμμάτων. Η διαθεσιμότητα των υπολειμμάτων επηρεάζεται από το είδος της μονάδας κατεργασίας, λ.χ. μονάδες που παράγουν πριστή ξυλεία παράγουν επίσης ξυλοτεμαχίδια, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή χαρτοπολτού ή ακόμα πριονίδια ή ξυλόσκονη που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από άλλες μονάδες για την παραγωγή μοριοπλακών ή ινοπλακών.

Όσον αφορά την εκμετάλλευση των δασών στη χώρα μας, γίνεται είτε με αυτεπιστασία από τις δασικές υπηρεσίες, κατά το σύστημα της κρατικής εκμετάλλευσης που προβλέπουν οι διατάξεις του δασικού κώδικα, είτε με παραχώρηση της εκμετάλλευσης στους δασικούς συνεταιρισμούς εργασίας, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 74 του Ν. 1541/85 και του Π.Δ 126/86. Με το πρώτο σύστημα οι δασικοί συνεταιρισμοί αμοιβονται κατά μονάδα παραγόμενου προϊόντος, το οποίο στη συνέχεια διατίθεται από τα Δασαρχεία, δια δημοπρασίας, στην αγορά ενώ με το δεύτερο σύστημα το παραγόμενο προϊόν διατίθεται στην αγορά από τους συνεταιρισμούς και αποδίδεται το 12% επί των ακαθάριστων εσόδων τεχνικού ξύλου

και το 5% για τα καυσόξυλα υπέρ του Κεντρικού Ταμείου Γεωργίας Κτηνοτροφίας και Δασών και το 5% των ακαθαρίστων εσόδων υπέρ του ΟΤΑ στην περιφέρεια του οποίου βρίσκεται το δάσος (www.minagric.gr). Στο Παράρτημα δίνεται ο Δασικός Νόμος που διέπει την διαχείριση των Δασών στην Ελλάδα.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας (2003) μόνον το 19% της ελληνικής γης, των 132εκ. στρεμμάτων δηλαδή, περί τα 25εκ. στρέμματα καλύπτονται από δάση. Από αυτά το 65% ανήκουν στο Ελληνικό Δημόσιο ενώ το υπόλοιπο 35% είναι μη δημόσια δάση, μοναστηριακά και λοιπά. Όσον αφορά το δάσος ως πηγή πρώτης ύλης, βάσει των στοιχείων του Υπουργείου Γεωργίας, το συνολικό ξυλαπόθεμα προς εκμετάλλευση ανέρχεται σε 4εκ. κ.μ. ετησίως, ενώ η παραγωγή ξυλείας είναι μικρότερη των 2εκ. κ.μ.(δηλαδή πέραν του ότι το δάσος είναι μικρό δεν γίνεται και σωστή εκμετάλλευσή του). Από την παραπάνω παραγωγή τα 1,3εκ. κ.μ. πηγαίνουν για καυσόξυλα και τα 0,6εκ. κ.μ. για τις ανάγκες της βιομηχανίας επί συνόλου αναγκών άνω του 1εκ. κ.μ., υπολογιζομένων μόνο των αναγκών για παραγωγή μοριοσανίδας (www.ase.gr/content/gr/Announcements). Σημαντική ποσότητα υπολειμμάτων παραμένει μετά την υλοτομία μέσα στο δάσος με αποτέλεσμα να μετατρέπεται σε πιθανή εστία πυρκαγιάς αλλά και ανάπτυξης μυκήτων όπως αναφέρθηκε παραπάνω, προκαλώντας έτσι σημαντικές καταστροφές και υποβάθμιση των δασικών εκτάσεων. Χρειάζεται επομένως να καταβληθεί μεγάλη προσπάθεια για μια πιο ορθολογική εκμετάλλευση των ελληνικών δασών με τον καθαρισμό τους από τα υπολείμματα υλοτομίας τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη για την παραγωγή θερμικής ενέργειας συμβάλλοντας ταυτόχρονα στην προστασία και αειφόρο ανάπτυξή τους.

Τα υπολείμματα γεωργικών καλλιεργειών από την άλλη πλευρά λόγω του κόστους συλλογής και του προβλήματος διάθεσής τους παραμένουν για αποσύνθεση στον αγρό και συνήθως ενσωματώνονται στο έδαφος με το όργωμα. Για παράδειγμα τα υπολείμματα της καλλιέργειας του βαμβακιού (στελέχη) κόβονται μ' ένα μηχάνημα που λέγεται στελεχοκόπτης, απλώνονται και στη συνέχεια αναμιγνύονται με το όργωμα στο έδαφος αποτελώντας πολύτιμη οργανική ουσία. Το φθινοπωρινό όργωμα εξασφαλίζει την καλύτερη αποσύνθεση των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας γιατί δίνεται σ' αυτή περισσότερος χρόνος.



Εικ. 9. Καλλιέργεια βαμβακιού.

Σε ορισμένες περιπτώσεις (π.χ. καλαμιές) καίγονται, δημιουργώντας έτσι περιβαλλοντικά προβλήματα (μόλυνση ατμόσφαιρας από διοξείδιο του άνθρακα). Η καύση των καλαμιών στις γεωργικές εκτάσεις είναι μια πρακτική που εφαρμόζουν συχνά οι Έλληνες αγρότες με σκοπό την απομάκρυνση της «ανεπιθύμητης» προς αυτούς φυτικής ύλης. Αφορά υπολείμματα της γεωργικής τους παραγωγής ή αγρωστώδη βλάστηση που αναπτύχθηκε στο χωράφι τους μετά από τη συγκομιδή. Εκτιμώντας οι ίδιοι οι αγρότες πως η παρουσία των σιτοκαλαμιών θα τους δυσκολέψει κατά την εκτέλεση των γεωργικών τους εργασιών προβαίνουν στην καύση. Η εποχή που συνήθως η καύση αυτή γίνεται είναι στο τέλος του καλοκαιριού και στην αρχή της άνοιξης. Η πρακτική σκοπιμότητα είναι να μην υπάρχουν ξερά χόρτα ή καλάμια, ώστε να μπορέσουν να κάνουν το όργωμα και την σπορά. Έχει επικρατήσει στους αγρότες η άποψη ότι με αυτό τον τρόπο βελτιώνεται και η απόδοση του χωραφιού, ανεξάρτητα ότι κατά την νέα καλλιέργεια, την επόμενη χρονιά γίνεται και πάλι κατάχρηση στη χρήση λιπασμάτων. Η άροση του χωραφιού μετά το θερισμό και η αναμόχλευση της νεκρής βιομάζας στο έδαφος μπορεί να βελτιώσει μέσω της αποσύνθεσης της το έδαφος και να το εμπλουτίσει με θρεπτικά συστατικά (www.greppas.gr/anakinosis).

Τα αγροτικά υπολείμματα από την καλλιέργεια βάμβακος στη Νότια Ευρώπη μετά το τέλος του βιολογικού τους κύκλου, θεωρείται ότι αποτελούν πηγή παραγωγής ενέργειας με πολύ ικανοποιητική θερμογόνο δύναμη. Επιπλέον, συγκέντρωση αυτών των αγροτικών υπολειμμάτων στο χώρο της καλλιέργειας αποτελεί το χειρότερο εχθρό για την καλλιέργεια αφού σταδιακά γίνονται πηγή παρασίτων (www.arvis.gr). Στη χώρα μας υπάρχουν σημαντικές ποσότητες βιομάζας από αγροτικά υπολείμματα, οι οποίες μένουν κατά κύριο λόγο αναξιοποίητες.

Τέλος, σύγχρονες πηγές βιομάζας είναι οι ενεργειακές καλλιέργειες που είναι καλλιεργούμενα ή αυτοφυή είδη τα οποία παράγουν βιομάζα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους ενεργειακούς σκοπούς όπως παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων κ.α. (www.cres.gr).

Στην Ελλάδα η χρήση βιομάζας στον αγροτικό/ αγροτοβιομηχανικό τομέα δεν είναι άγνωστη. Εφαρμογές που ήδη υπάρχουν αφορούν σε:

- Ξυλοβιομηχανίες : καίνε φλοιούς, θρυμματισμένο ξύλο ή/και πούδρα ξύλου για να παράγουν ατμό διεργασίας για ίδιες ανάγκες
- Επιπλοποιεία : καίνε θρυμματισμένο ξύλο για θέρμανση χώρων
- Πυρηνελαιουργεία : καίνε περίπου το μισό από το πυρηνόξυλο που παράγουν για να καλύψουν τις θερμικές ανάγκες της διεργασίας
- Εκκοκκιστήρια : καίνε το υπόλειμμα που παράγουν για να καλύψουν τις θερμικές ανάγκες της διεργασίας
- Βιομηχανίες κομπόστας : καίνε τα κουκούτσια που παράγουν για να καλύψουν τις θερμικές ανάγκες της διεργασίας
- Θερμοκήπια : θερμαίνουν τον καλυμμένο χώρο με καύση βιομάζας (www.erotec.gr).



Εικ. 10. Στελέχη βαμβακιού

Οι ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στη χώρα μας επιτρέπουν την ύπαρξη μεγάλης ποικιλίας γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων, καθώς και την εμφάνιση υψηλών αποδόσεων στις ενεργειακές καλλιέργειες. Σε συνδυασμό με το ποσοστό των αγροτών στη χώρα μας που είναι υψηλό, η βιομηχανία της βιομάζας φαίνεται θετικός παράγοντας για την εξέλιξη της γεωργικής πολιτικής της Ελλάδας.

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

Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας επομένως παρουσιάζει κάποια πλεονεκτήματα όπως:

1. περιορισμό εισαγωγών ορυκτών καυσίμων
2. εξασφάλιση εργασίας και συγκράτηση πληθυσμών στις αγροτικές περιοχές
3. περιορισμό των εκπομπών SO₂-όξινη βροχή
4. περιορισμό των εκπομπών CO₂-φαινόμενο θερμοκηπίου

Ωστόσο εμφανίζει και ορισμένες δυσκολίες που είναι:

1. ο αυξημένος όγκος και η περιεκτικότητα σε υγρασία
2. η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή
3. οι δυσκολίες στη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευση
4. το υψηλότερο κόστος εξοπλισμού (www.cres.gr)

Γίνεται λοιπόν φανερό ότι η ενεργειακή της αξιοποίηση προϋποθέτει την μελέτη των χαρακτηριστικών της ως καύσιμης ύλης.

Η δασική βιομάζα που θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας συνίσταται από τα καυσόξυλα, τους ξυλάνθρακες, τα υπολείμματα των δασικών υλοτομιών, τα προϊόντα καθαρισμών του δάσους και τα υπολείμματα που προκύπτουν από την επεξεργασία του ξύλου. Έως τώρα τα καυσόξυλα και οι ξυλάνθρακες είναι τα μόνα προϊόντα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας στην Ελλάδα.



Εικ. 11. Η μονάδα επεξεργασίας ξυλείας της “Alfa Wood Πίνδος Α.Ε.Β.Ε.” στους Μαυραναίους Γρεβενών, επεξεργάζεται ποσότητες ξυλείας για την παραγωγή ινοσανίδας μέσης πυκνότητας (MDF). Οι ποσότητες απορριμμάτων ξυλείας οι οποίες προκύπτουν κατά τη στοίβαξη και εν συνεχεία τη μεταφορά της ξυλείας προς επεξεργασία, αποτελεί σημαντική πηγή ενέργειας για την πλήρη κάλυψη των θερμικών φορτίων της βιομηχανίας.

Εκτός από τα γνωστά καυσόξυλα, η χρήση της βιομάζας γίνεται συνήθως με την καύση θρυμμάτων ξύλου (wood chips) ή συσσωματωμάτων (pellets, μικρά πεπιεσμένα κομμάτια από σκόνη ξύλου ή αγροτικά παραπροϊόντα) σε σύγχρονους λέβητες υψηλής τεχνολογίας, με αυτόματη τροφοδοσία καυσίμου και ηλεκτρονικά ελεγχόμενη παροχή αέρα, οι οποίοι είναι σε θέση να αποδώσουν περισσότερο από το

90% της ενέργειας που περιέχεται στο ξύλο για θέρμανση. Οι σύγχρονοι λέβητες ξύλου δεν παράγουν ορατό καπνό και οι εκπομπές τους είναι πολύ χαμηλές (www.greanpeace.gr). Τα woodchips προέρχονται από υπολείμματα δασοκομικών επεμβάσεων (μικρά κλαδιά, φλοιός, άχρηστα μέρη) τα οποία κόβονται σε μηχανικούς κοπτήρες. Τα pellets ξύλου συγκρινόμενα με τα υπόλοιπα καύσιμα αποτελούν μια νέα και ελκυστική μορφή καυσίμου. Όταν καίγονται τα pellets ξύλου, γίνεται εκμετάλλευση μιας πηγής ενέργειας που θα είχε καταλήξει να γίνει απόβλητο ή να είχε εναποτεθεί σε μια χωματερή. Τα pellets φτιάχνονται από υπολείμματα [πριονίδια και ρινίσματα (shavings) ξύλου] και χρησιμοποιούνται σε μεγάλες ποσότητες από συστήματα θέρμανσης στην περιφέρεια. Τα pellets δημιουργούνται από την συμπίεση των πριονιδιών σε πρέσες. Τα pellets από ξύλο έχουν αρκετά χαμηλό περιεχόμενο σε υγρασία ιδιότητα που τους προσδίδει υψηλότερη αξία καύσης από τα υπόλοιπα καυσόξυλα. Το γεγονός ότι πιέζονται (πρεσάρονται) σημαίνει ότι καταλαμβάνουν λιγότερο χώρο, άρα έχουν περισσότερη ενέργεια ανά μονάδα όγκου (υψηλότερη ογκομετρική ενέργεια). Η μείωση του όγκου συμβάλει και στην ευκολότερη και οικονομικότερη αποθήκευση τους. Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα εάν επιλέξει κάποιος τα pellets ως καύσιμη ύλη. Για την δημιουργία των pellets δεν απαιτείται να κοπούν δέντρα - παρασκευάζονται από τα κατάλοιπα των ξυλουργικών και υλοτομικών διαδικασιών. Η καύση των pellets βοηθά ουσιαστικά στην μείωση των δασικών αποβλήτων από την παραγωγή ξυλείας και από τη βιομηχανία επίπλων. Τα pellets δεν καπνίζουν ούτε εκλύουν επικίνδυνα αέρια κατά την καύση τους. Με τη χρήση αυτού του είδους την καύσιμη ύλη μειώνεται η ανάγκη για συμβατικά καύσιμα τα οποία όπως είναι γνωστό είναι βλαβερά για το περιβάλλον (www.biofuels.gr).



Εικ 12. Wood chips



Εικ . 13 Pellets

Το βασικό πλεονέκτημα των εφαρμογών βιομάζας, σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα (πετρέλαιο, αέριο), πέραν του ανανεώσιμου χαρακτήρα τους, είναι πως

είναι «ουδέτερες» ως προς τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), δε συμβάλλουν δηλαδή στην αποσταθεροποίηση του κλίματος, μιας και οι όποιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την καύση της βιομάζας «ισοσκελίζονται» από ισοδύναμες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα που απορροφήθηκαν από τα φυτά στη διάρκεια της ζωής τους.

Γεωργικά φυτικά υπολείμματα

Μιας και γίνεται η πρώτη αναφορά για την ποσότητα των γεωργικών υπολειμμάτων θα πρέπει στο σημείο αυτό να διασαφηνίσουμε ότι η βιομάζα, είναι βιολογικός όρος και αναφέρεται στο βάρος ή στη μάζα: α) των ζωντανών οργανισμών ενός φυτικού ή ζωικού είδους ανά μονάδα επιφανείας εδάφους και β) όλων των οργανισμών μιας βιοκοινωνίας. Ο αριθμός των οργανισμών ή η βιομάζα τους σε δεδομένη περιοχή και χρόνο, είναι το σταθερό βιοαπόθεμα.

Η βιομάζα είναι ένα χαρακτηριστικό μέγεθος ενός βιοτόπου. Εκφράζεται σε νωπό βάρος, ξηρό βάρος και σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (tep=tonnes d'équivalent petrole).

Η παγκόσμια παραγωγή βιομάζας προέρχεται από τα δάση (68%), τις σαβάνες και τα λιβάδια (16%) και τα καλλιεργούμενα εδάφη (8%).

Τα γεωργικά υπολείμματα με την επεξεργασία τους μπορούν να συμβάλουν στην εξοικονόμηση μεγάλου ποσού ενέργειας. Το σιτάρι (άχυρο), το καλαμπόκι (στελέχη και κότσαλα), ο ηλίανθος και το βαμβάκι (στελέχη και φύλλα) μπορούν αν χρησιμοποιηθούν ως ενεργειακά φυτά.

Η σχέση καρπού/φυτικών υπολειμμάτων είναι για το καλαμπόκι 1,033, για τον ηλίανθο 2 και για το σιτάρι 1 ((Μ. Αποστολάκης κ.α. 1987).

ΜΕΛΕΤΗ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ- ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΠΡΙΚΕΤΩΝ

Στη συνέχεια η όλη προσπάθεια επικεντρώνεται στην αξιοποίηση των υπολειμμάτων των τριών γεωργικών φυτών (αμπέλι, βαμβάκι, καλαμπόκι) τα οποία αποτελούν τα κύρια φυτά που καλλιεργούνται στην ευρύτερη περιοχή της Ελλάδας και που αποξυλώνονται.

Επίσης έρευνες έγιναν για τη χημική του σύσταση (Nagieb et.al. 1988), την αξιοποίηση του γενικότερα σαν γεωτάπητα για προστασία του εδάφους από διάβρωση ή ως τάπητα υποδοχής για τη φύτευση των σπόρων (English 1994). Σύμφωνα με σχετικές έρευνες μπορεί να αξιοποιηθούν όχι μόνο τα στελέχη αλλά και τα υπολείμματα του εκκοκκισμού του βαμβακιού για παραγωγή μονωτικών επικαλύψεων (Biblis and Wu-Chung 1980) ενώ συνήθως καιγόταν δημιουργώντας μεγάλα προβλήματα στο περιβάλλον.

Πίνακας 3. Ποσότητες υπολειμμάτων ξυλωδών στελεχών που παράγονται από τα φυτά του αμπελιού, βαμβακιού, καλαμποκιού.(χιλιάδες τόνοι)*

Κληματσίδες αμπελιού	Στελέχη καλαμποκιού	Στελέχη βαμβακιού
673 932	1 534 380	2 125 468

*Οι τιμές του πίνακα προκύπτουν από την παραγωγή υπολειμμάτων που υπολογίζεται ανά στρέμμα στη μελέτη των Αποστολάκης κ.α (1986) προσαρμοσμένες όμως στις εκτάσεις του 2002.

Το δεδομένο καλλιέργειας των συγκεκριμένων φυτών (Βαμβάκι, Καλαμπόκι, Αμπέλι) σε μεγάλες εκτάσεις στην Ελλάδα καθώς και οι μεγάλες ποσότητες ξυλωδών υπολειμμάτων που απομένουν αναξιοποίητα μετά την συγκομιδή του καρπού οδήγησαν στη σκέψη εξεύρεσης τρόπου αξιοποίησης των υπολειμμάτων αυτών (Πίνακας 3).

Τα ξυλώδη υπολείμματα των δύο φυτών που προαναφέρθηκαν είναι διαθέσιμα κατά την περίοδο του φθινοπώρου και του χειμώνα. Σαν συμπληρωματική πηγή πρώτης ύλης των βιομηχανιών για την περίοδο του καλοκαιριού επελέγησαν τα στελέχη καλαμποκιού. Κρίθηκε σκόπιμη η μελέτη τους γιατί τα υβρίδια που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα και προσαρμοσμένα στις ελληνικές συνθήκες είναι και είναι διαφορετικά από αυτά που μέχρι τώρα έχουν μελετηθεί σε άλλες χώρες. Στα στελέχη του καλαμποκιού κρίθηκε σκόπιμο επίσης να ερευνηθεί η συμπεριφορά του σε μίξη με υλικό βιομηχανίας.

Ευλώδη στελέχη γεωργικών φυτών

Βαμβάκι

Στο φυτό αυτό μελετήθηκε η καταλληλότητα των στελεχών του μετά τη συγκομιδή του βαμβακιού. Ως στέλεχος εννοείται το αποξυλωμένο μέρος του φυτού που απομένει μετά τη συγκομιδή του κυρίως προϊόντος για το οποίο καλλιεργείται το φυτό, δηλαδή το βαμβάκι. Τα στελέχη δεν φέρουν φύλλωμα επειδή το έχουν απολέσει λόγω του ψύχους. Τα στελέχη είναι ιστάμενα και συνεχίζουν να φέρουν στις άκρες των κλάδων που καρποφόρησαν τις κάψες οι οποίες μπορεί να περιέχουν και υπολείμματα βαμβακιού που δε συγκομίστηκε. Στο συγκεκριμένο φυτό έγινε έρευνα αξιοποίησής του συνολικού στελέχους με την κάψα και τα τυχόν απομείναντα υπολείμματα βαμβακιού καθώς και μετά την απομάκρυνση από αυτό της κάψας και των υπολειμμάτων βαμβακιού. Η ποικιλία που μελετήθηκε ήταν η Ακάλα-γ (Εικόνα 17).



Εικ.17. Αγρός καλλιεργούμενος με βαμβάκι

Αμπέλι

Στο φυτό αυτό μελετήθηκε η καταλληλότητα των κληματσίδων αμπελιού που προκύπτουν μετά το κλάδεμα την περίοδο του Φεβρουαρίου (Εικόνα 18). Στην περίπτωση του αμπελιού επιλέχθηκαν διάφορες ποικιλίες με βάση το μέγεθος της έκτασης των αμπελώνων που καλλιεργούνται στην Ελλάδα κατ' έτος έτσι ώστε αυτές να είναι οι πιο αντιπροσωπευτικές.



Εικ.18. Αμπελώνες πριν την κλάδευση.

Οι ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν και οι αναλογίες που η κάθε μία συμμετείχε στο τελικό προϊόν ήταν οι ακόλουθες:

Εδώδιμες ποικιλίες 40% που αποτελούνταν :

Ραζακί(31,2%)

Μοσχάτο(26,3%)

Βικτώρια(22,2%)

Κάρτιναλ(6,4%)

Λοιπά (Ιτάλια , Περλέτ) (13,9%)

Ποικιλίες για παραγωγή κρασιού 60% που αποτελούνταν:

Ξυνόμαυρο (Ναούσης) (60%)

Ροδίτης(40%)

Τα στελέχη των κληματοσίδων χρησιμοποιήθηκαν στο σύνολο τους χωρίς την αφαίρεση κάποιου μέρους τους.

Καλαμπόκι

Στο φυτό αυτό μελετήθηκε η καταλληλότητα των στελεχών που προκύπτουν μετά τη συλλογή των καρπών του. Επιλέχθηκε το πιο διαδεδομένο υβρίδιο (Pioneer 514) του καλαμποκιού Zea mays που καλλιεργείται στον Ελλαδικό χώρο (Εικόνα 19). Το στέλεχος του καλαμποκιού συνεχίζει να φέρει φύλλα ακόμη και μετά τη συγκομιδή του καρπού σε αντίθεση με τα δύο προηγούμενα φυτά. Για αυτό στην περίπτωση αυτή ερευνήθηκε η αξιοποίηση των στελεχών αμέσως μετά τη συγκομιδή δηλαδή του στελέχους μαζί με τα φύλλα.



Εικ.19. Καλλιέργεια καλαμποκιού κατά τη συγκομιδή του καρπού

Συλλογή Υλικού

Η συλλογή των παραπάνω στελεχών έγινε από διαφορετικές περιοχές.

Τα γεωργικά φυτά παρουσιάζουν το πρόβλημα της εποχικότητας. Τα στελέχη δεν είναι διαθέσιμα σε όλες τις εποχές του έτους αλλά είναι διαθέσιμα σε πολύ μεγάλες ποσότητες μόνο αμέσως μετά από τη συγκομιδή των προϊόντων για τα οποία αυτά καλλιεργούνται και για πολύ λίγο χρόνο. Η συγκομιδή πρέπει να είναι άμεση επειδή ο αγρότης θέλει σύντομα να έχει στη διάθεση του την έκταση του αγρού απαλλαγμένου υπολειμμάτων για καλλιεργητικές εργασίες προετοιμασίας του εδάφους προ της επόμενης σποράς.

Βαμβάκι

Η συλλογή των στελεχών έγινε αμέσως μετά τη συγκομιδή του βαμβακιού το οποίο συλλέχθηκε σε δύο φάσεις: μια φορά με τη μηχανή συγκομιδής και μια φορά χειρωνακτικά από έμπειρους εργάτες. Η κοπή των στελεχών έγινε χειρωνακτικά σε ύψος 5-7 cm από το έδαφος. Έγινε δηλαδή μια προσπάθεια προσομοίωσης της κοπής που θα μπορούσε να γίνει με το μηχάνημα κοπής τριφυλλιού αφού ενισχυθούν τα μαχαίρια κοπής του μηχανήματος (Εικόνες 20,21,22). Εκεί μελετήθηκε το ύψος κοπής και η δυνατότητες των μηχανημάτων γενικότερα. Η συγκομιδή των στελεχών στην παρούσα μελέτη έγινε χειρωνακτικά και με δεματοποίηση μεγάλου αριθμού στελεχών (Εικόνα 23). Κατά τη διάρκεια της κοπής και της συγκομιδής πάρθηκαν

δείγματα για τον υπολογισμό της υγρασίας. Στη συνέχεια έγινε μεταφορά των δεματοποιημένων στελεχών στο χώρο του εργαστηρίου όπου και αποθηκεύθηκαν για μικρό χρονικό διάστημα.



Εικ.20. Μηχάνημα κοπής τριφυλλιού με ενισχυμένα μαχαίρια κοπής



Εικ.21 . Μηχανή κοπής βαμβακιού σε λειτουργία με τη βοήθεια γεωργικού ελκυστήρα



Εικ.22. Κοπή των στελεχών βαμβακιού .



Εικ.23. Μηχανοποίηση της φάσης συγκέντρωσης των στελεχών σε γραμμές.



Εικ.24. Δεματοποιημένα στελέχη βαμβακιού

Αμπέλι

Η συγκομιδή των κληματσίδων έγινε ανάλογα με την ποικιλία από τις ανάλογες περιοχές καλλιέργειας.

Αφού έγινε δειγματοληψία για την υγρασία κατά τη στιγμή της συγκομιδής οι κληματσίδες δεματοποιήθηκαν ανά ποικιλία και μεταφέρθηκαν στο χώρο του Εργαστηρίου για σύντομη αποθήκευση (Εικόνα 25).



Εικ.25. Δεματοποιημένες κληματσίδες αμπελιού

Καλαμπόκι

Η κοπή των στελεχών έγινε αμέσως μετά από τη συγκομιδή των καρπών του φυτού. Το μεγαλύτερο ποσοστό των στελεχών του φυτού βρισκόταν στο έδαφος (Εικόνα 26) αφού η μηχανή συλλογής του καλαμποκιού περνά από πάνω τους γεγονός που δυσκολεύει την προσπάθεια συλλογής τους με μηχανοποιημένο τρόπο αν και ο Mak et al (1985) με μία πατέντα τους υποστηρίζουν το αντίθετο.

Η κοπή έγινε χειρωνακτικά σε ύψος 5-7 cm από το έδαφος. Έγινε δηλαδή προσπάθεια προσομοίωσης του ύψους κοπής με αυτό που μπορεί να κάνει η μηχανή ενσύρωσης που χρησιμοποιείται στις καλλιέργειες καλαμποκιού για παραγωγή ζωοτροφών. Στη συνέχεια από μερικά στελέχη έγινε απομάκρυνση των φύλλων και δεματοποιήθηκαν. Επίσης δεματοποιήθηκαν και στελέχη με φύλλα όπως επίσης και μόνο φύλλα. Στη συνέχεια το δεματοποιημένο υλικό μεταφέρθηκε σε χώρο του εργαστηρίου.



Εικ. 26. Στελέχη καλαμποκιού πεσμένα στο έδαφος μετά τη συγκομιδή του καρπού

Θρυμματισμός γεωργικών υπολειμμάτων

Τα στελέχη των γεωργικών φυτών που συλλέχθηκαν χρησιμοποιήθηκαν ως πρώτη ύλη για την παραγωγή, με τεχνικές θρυμματισμού, κατάλληλων ξυλοτεμαχιδίων

Η πρώτη συσκευή-μηχάνημα θρυμματισμού ή καλύτερα προθρυμματισμού που χρησιμοποιήθηκε μετέτρεψε τα στελέχη σε τεμαχίδια μεγάλων διαστάσεων. Το μηχάνημα αυτό ήταν ένας αυτοκινούμενος σπαστήρας τύπου Vermeer (Εικόνα 27) που διαθέτει λεπίδες κοπής που βρίσκονται κάθετα διατεταγμένες στη διεύθυνση

τροφοδοσίας του υλικού. Στο μηχάνημα αυτό είναι δυνατόν να ρυθμισθεί η ταχύτητα τροφοδοσίας του υλικού αλλά και η ταχύτητα περιστροφής των λεπίδων μέσα στο θάλαμο θρυμματισμού. Όμως δεν είναι δυνατή η αλλαγή της γωνίας των μαχαιριών. Το θρυμματισμένο υλικό μέσα από μία διάταξη χοάνης εκσφενδονίζεται από το πάνω μέρος όπου και μπορεί να συλλεχθεί. Η όλη συσκευή παίρνει κίνηση από πετρελαιοκινητήρα που διαθέτει η ίδια γεγονός που την καθιστά ικανή να μεταφερθεί στον αγρό και να θρυμματίσει κανείς επιτόπου ξυλώδη υπολείμματα. Έτσι μπορεί να αυξηθεί η χωρική πυκνότητα της πρώτης ύλης (δεματοποιημένα στελέχη καταλαμβάνουν μεγαλύτερο όγκο από το θρυμματισμένο υλικό) και να μειωθούν με αυτό τον τρόπο τα έξοδα μεταφοράς της πρώτης ύλης στο εργοστάσιο.



Εικ.27. Μηχανή θρυμματισμού τύπου Vermeer.

Στο θρυμματισμένο υλικό που παράχθηκε με τους ανωτέρω συνδυασμούς έγινε κλασματική ανάλυση με κοσκίνιση και από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, επιλέχθηκε κατά φυτό ο καταλληλότερος τρόπος θρυμματισμού.

Η εμφάνιση που παρουσίαζε το υλικό μετά τον προθρυμματισμό δείχνεται στις Εικόνες 28,29 και 30.



Εικ.28. Προθρυμματισμένες κληματσίδες αμπελιού



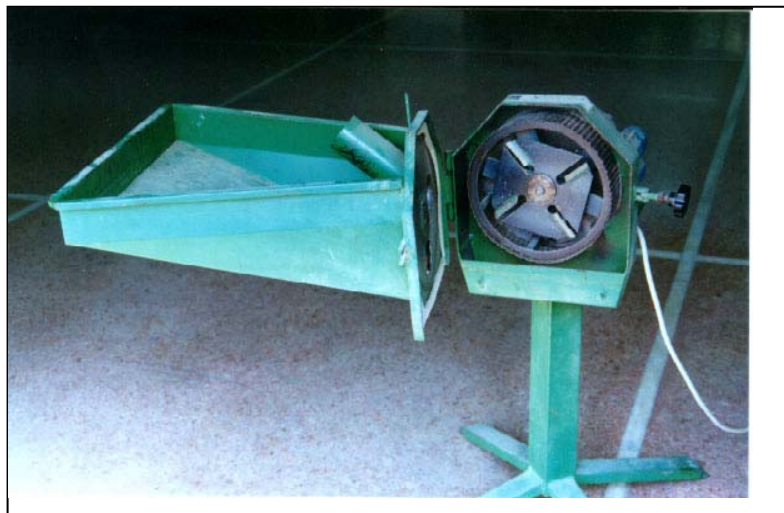
Εικ.29. Προθρυμματισμένα στελέχη βαμβακιού



Εικ.30 . Προθρυμματισμένα στελέχη καλαμποκιού

Στη συνέχεια το υλικό που επελέγη οδηγήθηκε στη δεύτερη συσκευή θρυμματισμού. Η συσκευή θρυμματισμού τύπου Zuchetto Lafert (Εικόνα 31) φέρει όπως και η προηγούμενη λεπίδες κοπής που είναι κάθετες προς τη διεύθυνση τροφοδοσίας. Πρόσθετα όμως διαθέτει και σφύρες για τη μείωση του πάχους των τεμαχιδίων. Η συσκευή παίρνει κίνηση από ηλεκτροκινητήρα. Για να επιτευχθεί το κατάλληλο μέγεθος των τεμαχιδίων υπάρχουν διαφράγματα (κόσκινα) που τοποθετούνται περιφερειακά στο θάλαμο κοπής. Τα διαφράγματα φέρουν οπές με

διάφορες διαμέτρους από 1 mm έως 10mm. Μικρές ποσότητες από το υλικό προθρυμματισμού κάθε φυτού θρυμματίστηκαν στο σπαστήρα θρυμματισμού με χρησιμοποίηση διαφραγμάτων με οπές διαφόρων διαμέτρων. Το υλικό που κάθε φορά προέκυπτε αξιολογούνταν με κλασματική ανάλυση. Με βάση τα αποτελέσματα των κλασματικών αναλύσεων έγινε η επιλογή του καλύτερου τρόπου θρυμματισμού στο μηχάνημα αυτό.



Εικ.31. Σπαστήρας τύπου Laffert Zucheto

Η κλασματική ανάλυση έγινε σε κατάλληλο εργαστηριακό μηχάνημα τύπου Allgaier με κόσκινα που έφεραν οπές 8mm, 5mm, 3mm, 1,5mm, 0,8mm, και 0,5mm (Εικόνα 32)

Τα ξυλοτεμαχίδια μετά το θρυμματισμό ξηράθηκαν σε εργαστηριακό ξηραντήριο μέχρι υγρασίας 3%.



Εικ.32. Ξυλοτεμαχίδια που προέκυψαν από τις κληματσίδες αμπελιού, τα στελέχη βαμβακιού και τα στελέχη καλαμποκιού (από αριστερά προς τα δεξιά).

Υπολείμματα κατεργασίας ξύλου από βιομηχανίες

Παράλληλα με τα ξυλοτεμαχίδια που παράχθηκαν εργαστηριακώς από τα ξυλώδη στελέχη των φυτών χρησιμοποιήθηκαν επίσης ξυλοτεμαχίδια των οποίων η προμήθεια έγινε από σχετική βιομηχανία κατεργασίας ξύλου από τα υπολείμματα της. Η πρώτη ύλη που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή των ξυλοτεμαχιδίων ήταν οξυά, λεύκη, τροπικά ξύλα καθώς και υπολείμματα μοριοπλακών.

Ιδιότητες ξυλώδων στελεχών γεωργικών υπολειμμάτων

Σε όλα τα υλικά που συλλέχθηκαν έγιναν στα πλαίσια της έρευνας όλες οι μετρήσεις που κρίθηκαν απαραίτητες για την καλύτερη αξιοποίηση τους στη συνέχεια για την παραγωγή βιοκαυσίμων.

Ποσοστό φλοιού - ξύλου - εντεριώνης

Κατά τη μέτρηση των ποσοστών φλοιού, ξυλώδους μέρους και εντεριώνης προέκυψαν τα πιο κάτω αποτελέσματα:

Πίνακας 4. Ποσοστιαία αναλογία φλοιού-ξύλου-εντεριώνης ανά θέση (βάση, μέση, κορυφή) στα στελέχη των φυτών αμπελιού, βαμβακιού και καλαμποκιού*

	Αμπέλι (%)				Βαμβάκι (%)				Καλαμπόκι (%)			
	B	M	K	Σ	B	M	K	Σ	B	M	K	Σ
Φλοιός	11,9 7	10,6	9,7	10,9	22,0 0	25,7	42,5	25,9 8	-	-	-	
Ξύλο	83,8 0	83,1 2	83,1 1	83,2 0	74,1 4	68,7 2	47,5	67,5 7	83,6	71,89	85,1 8	80,2 3
Εντεριώνη	4,22	6,21	7,19	5,87	3,84	5,53	10,0	6,45	16,4	28,11	14,8 2	19,7 7

B: Βάση M: Μέση K: Κορυφή Σ: Σύνολο

*Μέσος όρος 5 δειγμάτων ανά θέση

Είναι φανερό η αύξηση του ποσοστού της εντεριώνης σε όλα τα φυτά στην κατεύθυνση της βάσης προς την κορυφή με εξαίρεση το καλαμπόκι που στην κορυφή μειώνεται το ποσοστό. Μεγάλη αναλογία φλοιού παρατηρείται στην κορυφή του βαμβακιού. Το γεγονός αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι πρέπει να αποφεύγει κανείς να χρησιμοποιεί στην περίπτωση του αμπελιού και του βαμβακιού τις κορυφές των στελεχών που δεν αποτελούν μεγάλο ποσοστό της μάζας του φυτού αλλά είναι πλούσια σε εντεριώνη ή φλοιό.

Σε σχετικές βιβλιογραφικές αναφορές των Watson and Ramstad 1986 και Rowell et al (1996) αναφέρονται επίσης υψηλά ποσοστά εντεριώνης στο καλαμπόκι με 25% και 21% αντίστοιχα.

Επίσης από μετρήσεις άλλων ερευνητών (Rowell et al 1996) που έγιναν στο φλοιό του βαμβακιού επιβεβαιώνεται το μεγάλο ποσοστό (33%).

Όπως δείχνεται στον Πίνακα 4 το ποσοστό του ξύλου των στελεχών στην κατεύθυνση βάση - κορυφή παραμένει αμετάβλητο στην περίπτωση του αμπελιού μειώνεται στην περίπτωση του βαμβακιού ενώ στην περίπτωση του καλαμποκιού τα μεγαλύτερα ποσοστά παρατηρούνται στη βάση και στην κορυφή.

Υγρασία κατά τη συγκομιδή

Η υγρασία των στελεχών υπολογίστηκε στο στάδιο της συγκομιδής και οι τιμές τους φαίνονται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5. Περιεχόμενη υγρασία των στελεχών κατά τη συγκομιδή.

Είδος	Υγρασία (%)
Αμπέλι*	69,06
(Ξυνόμαυρο)	72,23
(Ροδίτης)	79,2
(Ραζακί)	57,86
(Μοσχάτο)	59,15
(Περλέτ)	79,77
(Κάρτιναλ)	64,89
(Βικτώρια)	71,45
Βαμβάκι**	139,57
Καλαμπόκι**	350,4

* Μέσος όρος όλων των ποικιλιών (τρεις μετρήσεις κατά ποικιλία)

**Μέσος όρος τριών μετρήσεων

Πολύ μεγάλη ήταν η υγρασία των στελεχών του καλαμποκιού προφανώς λόγω του μεγάλου ποσοστού εντεριώνης η οποία περιέχει μεγάλο ποσοστό υγρασίας όπως δείχνεται και στον Πίνακα 6.

Πίνακας 6. Υγρασία του ξυλώδους μέρους και της εντεριώνης των στελεχών καλαμποκιού

Μέρος του φυτού	Υγρασία(%)
Ξυλώδες	159,12
Εντεριώνη	430,30

*Μέσος όρος 5 μετρήσεων

Αυτός ήταν και ο λόγος τοποθέτησης των στελεχών για μεγάλο χρονικό για ξήρανση. Προτείνεται η μεγαλύτερη παραμονή των υπολειμμάτων καλαμποκιού στο χώρο καλλιέργειας μετά τη συγκομιδή του καρπού όταν η εποχή ευνοεί την απώλεια υγρασίας εφ' όσον δεν υπάρχει κίνδυνος προσβολών από μύκητες και έντομα. Αυτό δεν προτείνεται για το βαμβάκι για λόγους υποβάθμισης του υλικού από προσβολές μυκήτων και εντόμων αλλά και μετάδοσης των ασθενειών σε διπλανές καλλιέργειες. Σύμφωνα με τον Rowell (1996) από προβλήματα μυκήτων στα στελέχη βαμβακιού που υποβαθμίζουν σημαντικά το υλικό (Nagieb et al. 1988) έκλεισε εργοστάσιο παραγωγής μοριοπλακών στο Ιράκ.

Πυκνότητα

Η απόλυτα ξηρή πυκνότητα των στελεχών όπως αυτή διαμορφώνεται στο κάθε είδος φαίνεται στον Πίνακα 7

Πίνακας 7 .Απόλυτα ξηρή πυκνότητα ανά είδος και ποικιλία των στελεχών

Είδος	Πυκνότητα (g/cm ³)
Αμπέλι*	0,607
	(0,083)
(Ξυνόμαυρο)	0,580
	(0,063)
(Ροδίτης)	0,550
	(0,069)
(Ραζακί)	0,613
	(0,051)
(Μοσχάτο)	0,608
	(0,061)
(Περλέτ)	0,640
	(0,064)
(Κάρτιναλ)	0,605
	(0,067)
(Βικτώρια)	0,628
	(0,081)
Βαμβάκι*	0,329
	(0,082)
Καλαμπόκι*	0,150
	(0,064)

*Μέσος όρος όλων των ποικιλιών (40 μετρήσεις ανά ποικιλία). Στις παρενθέσεις οι τυπικές αποκλίσεις.

Ο βαθμός συμπιεστικότητας (πηλίκο της πυκνότητας της μπρικέτας προς την πυκνότητα της πρώτης ύλης) των παραπάνω υλικών στην περίπτωση που

κατασκευαστούν μπρικέτες με ενδεικτική με πυκνότητα $0,70\text{g/cm}^3$ είναι αυτός που δείχνεται στον Πίνακα 8 .

Πίνακας 8.Βαθμός συμπιεστικότητας ανά είδος

Πρώτη ύλη	Βαθμός συμπιεστικότητας
Κληματσίδες αμπελιού	1,15
Στελέχη βαμβακιού	2,12
Στελέχη καλαμποκιού	4,60

Η επιπλέον ανάλυση των στοιχείων της πυκνότητας σε βάση, μέση κορυφή και στα τρία φυτά μας δίνει τα πιο κάτω αποτελέσματα.

Πίνακας 9. Πυκνότητα* αμπελιού, βαμβακιού, καλαμποκιού σε τρεις θέσεις (βάση, μέση, κορυφή)

	ΑΜΠΕΛΙ g/cm^3			ΒΑΜΒΑΚΙ g/cm^3			ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ g/cm^3		
	ΒΑΣΗ	ΜΕΣΗ	ΚΟΡΥΦΗ	ΒΑΣΗ	ΜΕΣΗ	ΚΟΡΥΦΗ	ΒΑΣΗ	ΜΕΣΗ	ΚΟΡΥΦΗ
Πυκνότητα	0,642 (0,047)	0,598 (0,029)	0,566 (0,045)	0,470 (0,062)	0,356 (0,035)	0,284 (0,046)	0,150 (0,025)	0,108 (0,010)	0,142 (0,023)

*Μέσος όρος 40 μετρήσεων σε παρένθεση η τυπική απόκλιση.

Χαρακτηριστική είναι η μείωση της πυκνότητας των στελεχών του αμπελιού και του βαμβακιού από τη βάση προς την κορυφή. Αντίθετα τα στελέχη καλαμποκιού εμφανίζουν την μικρότερη πυκνότητα στο μέσο τους γεγονός που οφείλεται στην μικρότερη ποσότητα εντεριώνης στη θέση αυτή. Οι πυκνότητες των στελεχών των τριών ειδών δείχνουν να είναι ικανοποιητικές για την κατασκευή μοριοπλακών(Larmore 1959, Lynam 1959) και ιδιαίτερα στα φυτά με χαμηλή πυκνότητα όπως το βαμβάκι και το καλαμπόκι που έχουν μεγάλο βαθμό συμπιεστικότητας ο οποίος συντελεί στη βελτίωση των παραγόμενων μοριοπλακών (Burrows 1961, Han et al 1962, Lehmann 1970, Hse 1975)

Οξύτητα (pH)

Η τιμή του pH των διαφόρων στελεχών δείχνονται στον επόμενο Πίνακα 10.

Πίνακας 10 . Τιμές pH των διαφόρων ειδών*

Είδος	pH
Αμπέλι	5,13
Βαμβάκι	5,84
Καλαμπόκι	5,99
Υλικό βιομηχανίας	4,69

*Μέσος όρος δύο μετρήσεων

Οι τιμές του pH των ξυλωδών στελεχών των φυτών που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζουν παραπλήσιες τιμές pH με αυτών των κωνοφόρων και πλατύφυλλων ειδών (Fengel and Wegener, 1984)(Πίνακας 11).

Πίνακας 11. Τιμές pH διαφόρων δασοπονικών ειδών (Fengel and Wegener, 1984)

Κωνοφόρα	Τιμή pH	Πλατύφυλλα	Τιμή pH
Picea abies	5.3	Carpinus betulus	5.2
Pinus resinosa	6.0	Fagus silvatica	5.4
Pinus silvestris	5.1	Fraxinus excelsior	5.8
Pinus strobus	4.9	Quercus petraea	3.9
Pseudotsuga menziensis	3.3	Ulmus sp.	6.4

Κατά τον Chow (1975) το pH των στελεχών του καλαμποκιού όπως προέκυψε από δικές του μετρήσεις ανήλθε σε 7,2 τιμή που αποκλίνει από την τιμή της παρούσας μελέτης. Η απόκλιση αυτή μπορεί να αποδοθεί στη διαφορετική ποικιλία του καλαμποκιού που χρησιμοποιήθηκε καθώς και στις διαφορετικές εδαφοκλιματικές συνθήκες.

Χημικές ιδιότητες

Διαλυτότητα των πρώτων υλών σε θερμό νερό (100° C)

Τα ποσοστά των ουσιών των τεσσάρων υλικών που είναι διαλυτά σε θερμό νερό δίνονται στον πιο κάτω Πίνακα 12.

Πίνακας 12. Εκχυλίσματα διαλυτά σε θερμό νερό*

Είδος	(%)
Αμπέλι	13,27
Βαμβάκι	10,19
Καλαμπόκι	18,34
Υλικό βιομηχανίας (ξύλο)	8,82

*Μέσος όρος δύο μετρήσεων

Από τα παραπάνω αποτελέσματα είναι φανερό ότι το ποσοστό των υδατοδιαλυτών ουσιών (ταννίνες, κόμρα, σάκχαρα, έγχρωμα συστατικά και άμυλα) στα τρία φυτά είναι αρκετά μεγαλύτερο από εκείνο του υλικού βιομηχανίας. Μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζουν τα στελέχη καλαμποκιού, με το αμπέλι και το βαμβάκι να έπονται. Σε

σχετικές βιβλιογραφικές αναφορές ο Χαρίτος (1994) αναφέρει για το βαμβάκι υδατοδιαλυτά εκχυλίσματα σε ζεστό νερό 5,65% και ο Rowell et. al. (1996) για τα στελέχη καλαμποκιού ποσοστά 14,9%.

Διαλυτότητα των πρώτων υλών σε μίγμα αλκοόλης - βενζόλιου

Τα ποσοστά των ουσιών που είναι διαλυτά σε μίγμα αλκοόλης - βενζολίου δίνονται στον πιο κάτω Πίνακα 13.

Πίνακας 13. Εκχυλίσματα διαλυτά σε μίγμα αλκοόλης - βενζολίου*

Είδος	(%)
Αμπέλι	2,76
Βαμβάκι	2,92
Καλαμπόκι	8,07
Υλικό βιομηχανίας (ξύλο)	2,12

*Μέσος όρος δύο μετρήσεων

Τα εκχυλίσματα που είναι διαλυτά σε αλκοόλη και βενζόλιο είναι οι κηροί, λίπη, ρητίνες, έλαια, ταννίνες και άλλα συστατικά αδιάλυτα στον αέρα. Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα τα στελέχη καλαμποκιού περιέχουν έως και το τετραπλάσιο ποσοστό απ' ό,τι τα άλλα δυο είδη στελεχών όπως επίσης και από το υλικό της βιομηχανίας. Το γεγονός αυτό συντελεί στην υπόνοια για ύπαρξη κηρών στην επιφάνεια του καλαμποκιού το οποίο έχει παρατηρηθεί και από άλλους ερευνητές (Winslow 1951). Σχετική βιβλιογραφία αναφέρει για το βαμβάκι ποσοστό 1,90% (Χαρίτος 1994) και για το καλαμπόκι 7% (Rowell et. al. 1996). Οι μετρήσεις των ερευνητών αυτών δεν απέχουν από τις μετρήσεις της παρούσας μελέτης.

Διαλυτότητα των πρώτων υλών σε διχλωρομεθάνιο

Τα ποσοστά των ουσιών που είναι διαλυτά σε διχλωρομεθάνιο δίνονται στον πιο κάτω Πίνακα 14 .

Πίνακας 14. Εκχυλίσματα διαλυτά σε διχλωρομεθάνιο *

Είδος	(%)
Αμπέλι	2,14
Βαμβάκι	2,31
Καλαμπόκι	1,97
Υλικό βιομηχανίας (ξύλο)	2,35

*Μέσος όρος δύο μετρήσεων

Τα ποσοστά των διαλυτών σε διχλωρομεθάνιο ουσιών τα οποία αποτελούν μέτρο των κηρών, λιπών, ρητινών, ελαίων παρουσιάζουν τιμές που είναι πολύ κοντά μεταξύ τους και για τα τέσσερα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν .

Ξύλο ελεύθερο εκχυλισμάτων

Τα ποσοστά των συνολικών εκχυλισμάτων που περιέχονται στην συνολική μάζα των τεσσάρων υλικών με τα οποία έγινε η κατασκευή των πλακών δίνονται στον Πίνακα 15.

Πίνακας 15. Συνολικά εκχυλίσματα *

Είδος	(%)
Αμπέλι	16,33
Βαμβάκι	14,18
Καλαμπόκι	22,24
Υλικό βιομηχανίας (ξύλο)	12,29

*Μέσος όρος δύο μετρήσεων

Στο ποσοστό των συνολικών εκχυλισμάτων παρατηρείται ότι το καλαμπόκι υπερτερεί με διπλάσια σχεδόν περιεκτικότητα από το ξύλο βιομηχανίας. Το αμπέλι και το βαμβάκι περιέχουν τα ίδια ποσοστά περίπου μεταξύ τους τα οποία είναι λίγο μεγαλύτερα από το ποσοστό του υλικού βιομηχανίας.

Σύμφωνα με τους Lynam (1968), Chen and Paulitsch (1974), Plomley et al. (1976) και Maloney (1977) μεγάλα ποσοστά εκχυλισμάτων της πρώτης ύλης είναι πιθανό να επηρεάσουν αρνητικά τη συγκόλληση των ξυλοτεμαχιδίων με τη συγκολλητική ουσία.

Λιγνίνη

Η λιγνίνη αποτελεί εκείνο το χημικό συστατικό που ξεχωρίζει το ξύλο από τις άλλες κυτταρινικές ύλες. Η απόθεση λιγνίνης στο κύτταρο γίνεται στα τελευταία στάδια εξέλιξης του κυττάρου και πριν το κύτταρο νεκρωθεί (αποξυλωθεί). Συναντάται πάντα στενά συνδεδεμένο με την κυτταρίνη. Στα δασικά είδη κυμαίνεται από 18-40% (Φιλίππου 1986, Τσουμής 1999) και λειτουργεί σαν ο ενδιάμεσος κρίκος ανάμεσα στην κυτταρίνη και ημικυτταρίνη. Συχνά αναφέρεται ότι αποτελεί τη συγκολλητική ουσία των κυτταρικών τοιχωμάτων (Rowell et al. 1996).

Στον Πίνακα 16 παρατίθενται οι τιμές της ποσοστιαίας αναλογίας σε λιγνίνη των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή των μπρικετών

Πίνακας 16. Περιεκτικότητα σε λιγνίνη *

Είδος	(%)
Αμπέλι	21,07
Βαμβάκι	27,11
Καλαμπόκι	15,75
Υλικό βιομηχανίας (ξύλο)	20,85

*Μέσος όρος δύο μετρήσεων

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η τιμή περιεκτικότητας του αμπελιού σε λιγνίνη βρίσκεται πολύ κοντά με την αντίστοιχη του υλικού βιομηχανίας σε αντίθεση με τα άλλα δύο φυτά. Το βαμβάκι παρουσιάζει τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα ενώ αντίθετα το καλαμπόκι τη μικρότερη σε σχέση με τα άλλα δύο υλικά. Μετρήσεις άλλων ερευνητών δείχνουν ότι η τιμή που προσδιορίστηκε για το βαμβάκι είναι παρόμοια με αυτές που συναντώνται και σε άλλες γεωγραφικές περιοχές. Σύμφωνα με σχετικές μελέτες η λιγνίνη των στελεχών βαμβακιού προσδιορίστηκε σε 29,2 % (Mobarak and Nada 1975) ενώ σύμφωνα με τους Fadl et al. (1978) το ποσοστό λιγνίνης σε 22,38%. Ο Padney and Mehta (1979) αναφέρουν ποσοστό λιγνίνης 23 % ενώ σε άλλη δημοσίευση τους (Padney and Mehta 1980) ποσοστό λιγνίνης των στελεχών βαμβακιού 19 %. Ο Χαρίτος (1994) αναφέρει για το βαμβάκι ποσοστό λιγνίνης 23,8 %.

Ο Chow (1976) αναφέρει τιμή 5% για τη λιγνίνη των στελεχών του καλαμποκιού ενώ οι Watson and Ramstad (1986) αναφέρουν ότι η λιγνίνη του καλαμποκιού υπολογίζεται σε 34,3 %. Ο Rowell et al.(1996) αναφέρει για το στέλεχος του καλαμποκιού τιμές από 14-16,7% για τη λιγνίνη οι οποίες συμφωνούν και με την τιμή της λιγνίνης του καλαμποκιού που υπολογίστηκε στην παρούσα εργασία.

Τέφρα

Τα ποσοστά τέφρας δείχνονται στον ακόλουθο Πίνακα 17.

Πίνακας 17. Ποσοστά ανόργανων συστατικών *

Είδος	(%)
Αμπέλι	2,82
Βαμβάκι	3,43
Καλαμπόκι	6,01
Υλικό βιομηχανίας (ξύλο)	0,55

*Μέσος όρος δύο μετρήσεων

Οι μετρήσεις δείχνουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα και των τριών φυτών σε ανόργανα συστατικά σε σχέση με το υλικό βιομηχανίας. Τα στελέχη του καλαμποκιού

περιέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό ενώ οι κληματσίδες του αμπελιού το μικρότερο. Κατά τον Rowell et al.(1996) το ποσοστό των ανόργανων συστατικών του στελέχους του καλαμποκιού κυμαίνεται από 3,6 έως και 7%.

Κατά τους Mobarak and Nada (1975) η περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά των στελεχών βαμβακιού έφτασε το 3,8 % ενώ κατά τους Naim et al. (1978) σε 5,05 %. Ο Χαρίτος (1994) αναφέρει για το βαμβάκι περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά 2,25%.

Ιδιότητες των ξυλοτεμαχιδίων

Υγρασία

Επίσης στον Πίνακα 18 περιλαμβάνονται και οι τιμές της υγρασίας των ξυλοτεμαχιδίων βιομηχανίας τη στιγμή που έγινε η παραλαβή τους.

Πίνακας 18. Υγρασία των υλικών κατά τη διάρκεια του προθρυμματισμού των διαφόρων ειδών*

Είδος	(%)
Αμπέλι	35,70 (0,87)
Βαμβάκι με αποχωρισμό της κάψας και των υπολειμμάτων βαμβακιού	33,27 (1,27)
Χωρίς τον αποχωρισμό της κάψας και των υπολειμμάτων βαμβακιού	43,29 (9,49)
Καλαμπόκι	17,92 (4,54)
Υλικό βιομηχανίας (ξύλο)	4,40 (0,14)

*Μέσος όρος 5 μετρήσεων σε παρένθεση η τυπική απόκλιση.

Χωρική Πυκνότητα

Η χωρική πυκνότητα των διαφόρων ειδών δίνεται στον Πίνακα 19 και είναι χρήσιμη για την εξαγωγή συμπερασμάτων για την μεταφορά.

Πίνακας 19. Χωρική πυκνότητα τεμαχιδίων των διαφόρων υλικών*

Είδος	g/cm³
Αμπέλι Λεπτό	0,162 (0,048)

Χοντρό	0,187 (0,056)
Βαμβάκι Ξυλοτεμαχίδια Ίνες	0,135 (0,039) 0,102 (0,032)
Καλαμπόκι Ξυλοτεμαχίδια χωρίς φύλλα Ξυλοτεμαχίδια με φύλλα Φύλλα	0,103 (0,034) 0,0937 (0,012) 0,0868 (0,010)
Υλικό βιομηχανίας Ξυλοτεμαχίδια λεπτά Ξυλοτεμαχίδια χοντρά	0,149 (0,023) 0,237 (0,054)

*Μέσοι όροι 10 επαναλήψεων

Σε σχετική έρευνα ο Chow (1975) υπολόγισε τη χωρική πυκνότητα των θρυμματισμένων στελεχών καλαμποκιού σε 0,099g/cm³.

Παραγωγή μπρικέτας

Στη συνέχεια τα υλικά αυτά οδηγούνται στη συσκευή συμπίεσης η οποία λειτουργεί είτε υδραυλικά είτε μηχανικά και γίνεται η παραγωγή της μπρικέτας η οποία μπορεί να έχει υδραυλικό σύστημα συμπίεσης η μηχανικό .

Η όλη παραγωγή έγινε στις εγκαταστάσεις βιομηχανίας ξύλου στο Νομό Γρεβενών. Εκεί μεταφέρθηκαν ποσότητες από Βαμβάκι, Καλαμπόκι , Λιγνίτη, και Ξυλοκάρβουνο, όπως και υπολείμματα κατεργασίας ξύλου από μονάδες του Νομού Γρεβενών.

Οι μίξεις που επιχειρήθηκαν ήταν :

- α) Μπρικέτα μόνο με υπολείμματα κατεργασίας ξύλου από πριστήριο (Ελάτη 50%-Πεύκη 50%)
- β) Μπρικέτα από υπολείμματα κατεργασίας ξύλου (50%) και υπολείμματα καλλιέργειας βαμβακιού (50%) (στελέχη)
- γ) Μπρικέτα από υπολείμματα κατεργασίας ξύλου (50%) και υπολείμματα καλλιέργειας καλαμποκιού (50%) (στελέχη)
- δ) Μπρικέτα από υπολείμματα κατεργασίας ξύλου (50%) και λιγνίτη (50%)
- ε) Μπρικέτα από υπολείμματα κατεργασίας ξύλου (50%) και ξυλοκάρβουνο (50%)

Δείγματα από τις παραπάνω μπρικέτες εστάλειςαν σε εργαστήριο του Τμήματος Χημικών Μηχανικών για προσδιορισμό της θερμογόνου δύναμης των παρακάτω.

Οι όλοι διαδικασία αυτών φαίνονται στις πιο κάτω εικόνες.



Εικ.33 Εισαγωγή θρυμματισμένων υπολειμμάτων στελεχών βαμβακιού στην συσκευή μπρικετοποίησης



Εικ.34 Εισαγωγή θρυμματισμένου λιγνίτη στην συσκευή μπρικετοποίησης



Εικ.35 Εισαγωγή θρυμματισμένων υπολειμμάτων στελεχών καλαμποκιού στην συσκευή μπρικετοποίησης



Εικ.36 Εξαγωγή των μπρικετών από την μηχανή μπρικετοποίησης



Εικ.37 Εξαγωγή των μπρικετών με ανάμιξη λιγνίτη από την μηχανή μπρικετοποίησης



Εικ.38 Εξαγωγή των μπρικετών με λιγνίτη από την μηχανή μπρικετοποίησης. Είναι χαρακτηριστική η διαφορά του χρώματος από τις μπρικέτες ξύλου.



Εικ.39 Τομή μπρικέτας όπου φαίνονται τα κομμάτια λιγνίτη



Εικ.40. Μπρικέτες συσκευασμένες έτοιμες προς πώληση.



Εικ. 41. Πειραματική μπρικέτα που παράχθηκε στα πλαίσια του προγράμματος με μίξη από υπολείμματα κατεργασίας 50% ξύλου και 50% λιγνίτη.



Εικ.42. Πειραματική μπρικέτα που παράχθηκε στα πλαίσια του προγράμματος με 50% ξύλο από υπολείμματα κατεργασίας και 50% καλαμπόκι.



Εικ.43. Πειραματική μπρικέτα που παράχθηκε στα πλαίσια του προγράμματος με 50% ξύλο από υπολείμματα κατεργασίας και 50% υπολείμματα κατεργασίας βαμβακιού.



Εικ.44. Πειραματική μπρικέτα που παράχθηκε στα πλαίσια του προγράμματος με 50% ξύλο από υπολείμματα κατεργασίας και 50% ξυλάνθρακα.

Στη συνέχεια έγινε ο προσδιορισμός ιδιοτήτων των μπρικετών όπου προσδιορίστηκαν η Υγρασία τους.

Πίνακας 20. Υγρασία των μπρικετών μετά την παραγωγή τους

A/A	Είδος	Αρχική Μάζα (gr)	Τελική Μάζα (gr)	Υγρασία (%)
1	Ξυλοκάρβουνο-Ξύλο	42,76	39,57	8,061
2	Ξύλο	82,63	76,33	8,253
3	Κλαμπόκι – Ξύλο	49,89	45,68	9,216
4	Βαμβάκι – Ξύλο	47,91	44,35	8,027
5	Λιγνίτης - Ξύλο	62,93	55,09	14,231

MIN	8.027
MAX	14.231
AVERAGE	9.5576
STDEV	2.6571

όπως επίσης προσδιορίστηκε και η πυκνότητα τους.

Πίνακας 21. Προσδιορισμός της πυκνότητας των μπρικετών.

A/A	Είδος	Μάζα (gr)	Όγκος (cm ³)	Πυκνότητα (gr/cm ³)
1	Ξυλοκάρβουνο-Ξύλο	39.57	39.72	0.996
2	Ξύλο	76.33	76.8	0.993
3	Κλαμπόκι – Ξύλο	45.68	50.48	0.904
4	Βαμβάκι – Ξύλο	44.35	40.85	1.085
5	Λιγνίτης - Ξύλο	55.09	54.13	1.032

MIN	0.904
MAX	1.085
AVERAGE	1.002
STDEV	0.0661

Βιοκαύσιμα από υπολείμματα κατεργασίας ξύλου.

Παραγωγή και χρήση.

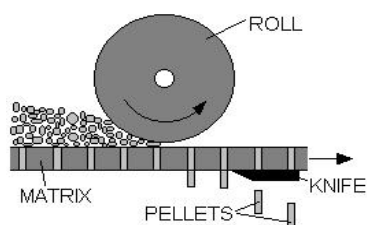
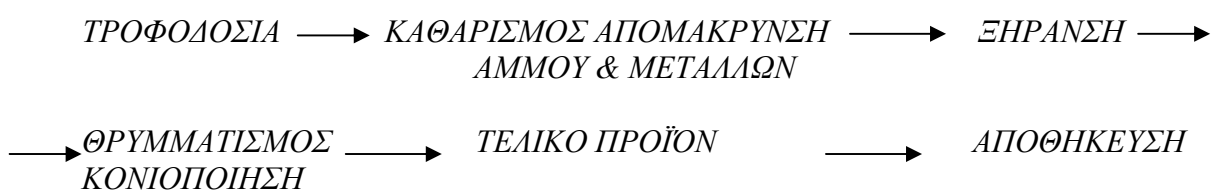
Με τον όρο wood pellets, όπως αναφέρθηκε, επικεντρωνόμαστε σε ένα είδος καυσίμου το οποίο δημιουργείται από συμπιεσμένα ξυλοτεμαχίδια και κυρίως από συμπιεσμένα πριονίδια (Reineke 1964, Μαντάνης 1996). Συνήθως παρασκευάζονται ως υποπροϊόντα των πριστηρίων ή άλλων μονάδων επεξεργασίας ξύλου. Οι μικρές και μεσαίες μονάδες κατεργασίας ξύλου παράγουν κάθε χρόνο σημαντικές ποσότητες υπολειμμάτων (πριονίδια, ροκανίδια, εξακρίδια, ξυλοτεμαχίδια, φλοιό, ξυλόσκονη). Μερικές απ' αυτές τις μονάδες/επιχειρήσεις μετατρέπουν την ποσότητα αυτή της βιομάζας σε ατμό ή θερμική ενέργεια με σκοπό να ικανοποιήσουν σε κάποιο βαθμό τις ανάγκες τους σε ενέργεια ή θέρμανση. Βέβαια, σημαντικό ποσοστό αυτών των υπολειμμάτων κατεργασίας του ξύλου διατίθεται δωρεάν ή πωλείται σε χαμηλές τιμές από μικρότερες επιχειρήσεις (συνήθως μικρές βιοτεχνίες ή πριστήρια) σε μεγαλύτερες, οι οποίες και τα εκμεταλλεύονται για την παραγωγή μοριοπλακών ή ινοπλακών. Ένα μικρότερο ποσοστό αυτών των υπολειμμάτων διατίθεται επίσης σε εκτροφεία πουλερικών ή χοίρων κυρίως από επιχειρήσεις που αντιμετωπίζουν προβλήματα διάθεσης ή μόλυνσης από τη συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων υπολειμμάτων. Μονάδες ξύλου που αξιοποιούν τα υπολείμματά τους κατά τη χειμερινή περίοδο για θέρμανση συνήθως χρησιμοποιούν κοινές σόμπες (άμεση καύση).

Το σχηματιζόμενο προϊόν χαρακτηρίζεται από υψηλή συνοχή και χαμηλό ποσοστό υγρασίας, (λιγότερο από 10%), γεγονός που επιτρέπει την καύση του και την υψηλή θερμαντική του απόδοση. Επιπλέον οι μικρές τους διαστάσεις και η γεωμετρικότητα του σχήματός τους επιτρέπουν την εύκολη αποθήκευση και το χειρισμό τους. Τα υπολείμματα της κατεργασίας ξύλου είναι βέβαια λιγνοκυτταρινικής φύσης υπολείμματα και μπορεί να αποτελούνται τόσο από υπολείμματα ξύλου όσο και φλοιού. Η περιεχόμενη υγρασία τους μπορεί να ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με το δασοπονικό είδος και τη προηγούμενη χρήση τους (Μαντάνης 1996).

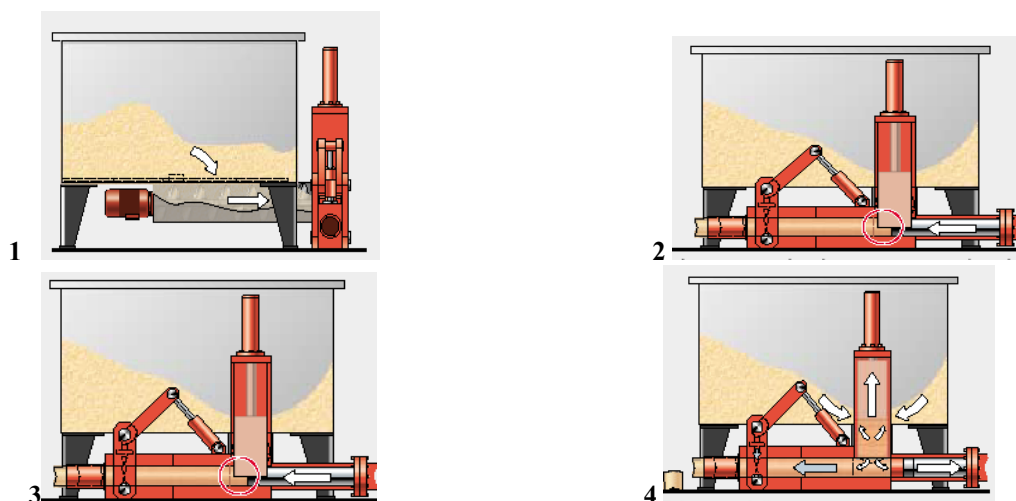


Σχήμα 28. Μπρικέτες

Η διαδικασία της παραγωγής των wood pellets παρουσιάζεται στο επόμενο σχήμα:



Σχήμα 29. Διαδικασία παραγωγής των wood pellets.



Σχήμα 30. Σύγχρονο σύστημα συμπίεσης ξυλοτεμαχιδίων.



Σχήμα 31. Μερικές σύγχρονες εφαρμογές χρήσης των wood pellets. 1. Οικιακές θερμάστρες 2. Μικρές ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες 3. Θερμοηλεκτρικά εργοστάσια

Σήμερα στην Ευρώπη υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός επιχειρήσεων παραγωγής wood pellets, κυρίως στη Σουηδία αλλά και άλλες βόρειες χώρες, με σημαντικό επίσης, στη διεθνή αγορά, ρόλο να διαδραματίζουν ο Καναδάς και οι Η.Π.Α. (Bioenergy international 2005).

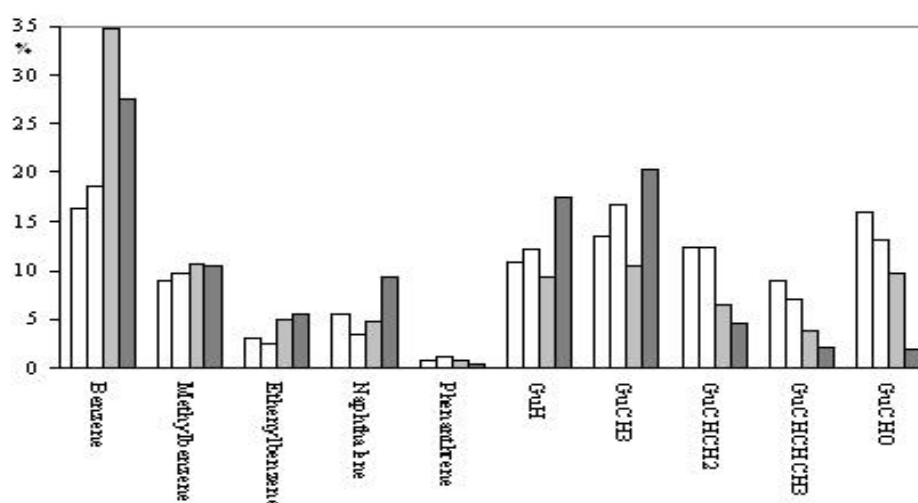
Περιβαλλοντική θεώρηση χρήσης των wood pellets.

Η καύση του συμπιεσμένου καυσόξυλου με ειδικούς λέβητες και συστήματα θέρμανσης, έχει σαν αποτέλεσμα την χαμηλή περιεκτικότητα των καυσαερίων σε CO_2 διότι η εκλυόμενη ποσότητα του CO_2 είναι ίση με την ποσότητα που έχει απορροφήσει το αντίστοιχο δέντρο κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής του. Επίσης, με την εξέλιξη της τεχνολογίας των καυστήρων συμπιεσμένων καυσοξύλων τα τελευταία χρόνια, η έκλυση επιμέρους καυσαερίων, όπως τα οξείδια του αζώτου βρίσκεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα, καθιστώντας την χρήση τους, για λόγους θέρμανσης, την περισσότερο φιλική προς το περιβάλλον και την ατμόσφαιρα λύση. Κάποια προβλήματα που ίσως μπορεί να δημιουργηθούν λόγω της μεγάλης συγκεντρώσεως καυστήρων, στις αστικές κυρίως περιοχές, μπορούν εύκολα να επιλυθούν με τη χρήση ειδικών φίλτρων.

Πίνακας 22. Χημική ανάλυση συμπιεσμένου καυσόξυλου.

Temperature (°C)	Time (hour)	C (%)	H (%)	O (%)	Ash (%)	H/C ^[1]	O/C ^[1]
220	0.5	51.58	6.87	34.95	6.60	1.59	0.50
	1	52.02	6.50	35.08	6.40	1.49	0.50
	1.5	53.79	6.28	33.33	6.60	1.40	0.46
250	0.5	54.66	6.10	31.44	7.80	1.34	0.43
	1	55.81	6.60	29.79	7.80	1.40	0.40
	1.5	57.63	6.00	28.47	7.90	1.24	0.37
270	0.5	58.85	5.52	25.93	9.70	1.12	0.33
	1	59.82	5.26	25.22	9.70	1.05	0.31
	1.5	63.00	4.28	22.92	9.80	0.81	0.27

(Πηγή: *Energy for Sustainable Development 2005 Volume IX, No 3*)



Σχήμα 32. Σχετική ποσοστιαία αναλογία (%) αρωματικών υδρογονανθράκων και αντιοξειδωτικών μεθοξυνοφαινολών (Gu) καυσαερίων θερμαστών pellets (Πηγή: Olsson 2004)

Τα περιβαλλοντικά – οικολογικά πλεονεκτήματα από τη χρήση αυτής της μορφής των βιοκαυσίμων επικεντρώνονται στα εξής (Olsson 2004, Pellet Fuel Institute 2006):

- ✓ Είναι φυσικά καύσιμα. Έχουν τη δυνατότητα να διατηρούν τη μορφή τους εξαιτίας της ύπαρξης λιγνίνης, χωρίς να απαιτείται η χρήση συγκολλητικών ουσιών που κατά την καύση μπορεί να εκλύει ποσότητες καυσαερίων.
- ✓ Χαμηλή έκλυση καυσαερίων λόγω της εύκολα ελεγχόμενης καύσης τους και της χαμηλής περιεκτικότητας τους σε υγρασία.
- ✓ Προτιμάται η καύση του για θέρμανση κατοικιών παρά η κατανάλωση τους σε μεγάλη κλίμακα, όπως μπορεί να γίνει με άλλες μορφές βιοκαυσίμων.

- ✓ Έχουμε παραγωγή ενέργειας από υπολείμματα με αποτέλεσμα τον εξορθολογισμό της διαχείρισης τους, κυρίως των υπολειμμάτων οργανικών διαδικασιών, όπως για παράδειγμα φυτικά ή ζωικά υπολείμματα.

Οικονομική θεώρηση – σύγκριση με άλλα καύσιμα.

Συγκρινόμενα με τα ήδη χρησιμοποιούμενα καύσιμα, όπως το πετρέλαιο και το κάρβουνο, διαπιστώνουμε ότι πλεονεκτούν και σε επιμέρους τομείς όπως το χαμηλό κόστος, η εύκολη μεταφορά και αποθήκευση κ.λ.π. Τα wood pellets είναι φτηνότερα από το πετρέλαιο και την ηλεκτρική ενέργεια και παρουσιάζουν μια σταθερότερη πορεία μεταβολής τιμών (Olsson 2004). Καμία σημαντική αύξηση δεν αναμένεται στην τιμή των καυσίμων αυτών, δεδομένου ότι και ο εσωτερικός ανεφοδιασμός και οι δυνατότητες για εισαγωγές βιολογικών καυσίμων είναι μεγάλη, σε αντίθεση με την αξία του πετρελαίου και της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία έχει αυξηθεί πρόσφατα σημαντικά. Δεδομένου ότι τα συμπιεσμένα καυσόξυλα και γενικά τα βιοκαύσιμα είναι εγγενή καύσιμα, παρέχουν επιπλέον ευκαιρίες απασχόλησης στις περιοχές παραγωγής και διάθεσης. Χαρακτηριστικό της οικονομικότητας και αποδοτικότητας των wood pellets, αποτελεί το επόμενο παράδειγμα σύγκρισης του κόστους από τη χρήση επιμέρους καυσίμων και της θερμαντικής τους αξίας³.

Πίνακας 23. Σύγκριση κόστους και θερμαντικής αξίας καυσίμων

Καύσιμα	Κόστος	\$ ανά MBTU	Ετήσιες δαπάνες καυσίμων \$
Wood Pellets	250 \$/ton	18.37	918.50
Καυσόξυλο	250 \$/cord	16.23	811.50
Άνθρακας	200 \$/ton	10.00	500.00
Πετρέλαιο	2.50 \$/gallon	22.39	1,119.50
Φυσικό αέριο	2.16 \$/ccf	26.21	1,310.50
Προπάνιο	3.00 \$/gallon	41.12	2,056.00
Ηλεκτρισμός	.14 \$/kwh	41.02	2,051.00

Καύσιμα	Αξία θέρμανσης	Αποδοτικότητα
Wood Pellets	16.4 εκατομμύρια BTU/Ton	83%
Καυσόξυλο	20 εκατομμύρια BTU/Cord	77%
Άνθρακας - ανθρακίτης	25 εκατομμύρια BTU/Ton	80%
Πετρέλαιο	134,500 BTU/Gal	83%
Φυσικό αέριο	1.03 εκατομμύρια BTU's ανά MCF	80%
Προπάνιο	91,200 BTUs Ανά γαλόνι	80%
Ηλεκτρική ενέργεια	3413 BTU/Kwh	100%

(Πηγή: Wood Pellet Info 2006. Wood Pellet Cost Comparison)

³Η φόρμα περιέχει χαρακτηριστικές τιμές για τις βορειοανατολικές Πολιτείες των Η.Π.Α.

Βιοκαύσιμα από γεωργικά - δασικά υπολείμματα.

Πέρα από τα υπολείμματα της κατεργασίας του ξύλου, προϊόντα τα οποία μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοκαυσίμων στην περιοχή της Δυτ. Μακεδονίας, αποτελούν και τα υπολείμματα της γεωργικής παραγωγής, καθώς και τα δασικά υπολείμματα και ειδικότερα εκείνα τα οποία έχουν μικρή αξία μεταποίησης και αποξυλώνονται κατά τα τελευταία στάδια της ζωής τους, με αποτέλεσμα τη χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία και την υψηλή θερμαντική τους απόδοση. Τέτοια προϊόντα καλλιεργούμενα στην περιοχή έρευνας είναι, το βαμβάκι, το καλαμπόκι, ο ηλιάνθος, αλλά και ορισμένα υποπροϊόντα από επιμέρους γεωργικές εργασίες, όπως για παράδειγμα το κλάδεμα των οπωροφόρων δέντρων και αμπελιών. Σημαντικές ποσότητες υπολειμμάτων δημιουργούνται και από τα δάση της περιοχής τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή pellets συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο και στην προστασία των δασών (μείωση κινδύνου πυρκαγιών, ορθολογική διαχείριση δασικού τάπητα κλπ).

Πληθώρα ερευνών έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με τη δυνατότητα αξιοποίησης των γεωργικών υπολειμμάτων και γενικότερα της βιομάζας, για την παραγωγή βιοκαυσίμων. Τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών δείχνουν ότι, τα υπολείμματα ενώ είναι άχρηστα για τον αγρότη και το δασικό περιβάλλον και συνήθως παραμένουν μέσα στους αγρούς αναξιοποίητα, μπορούν να συλλεχθούν, και με κατάλληλη επεξεργασία (θρυμματισμός, συμπίεση) να αποτελέσουν την πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοκαυσίμων, συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο στην περιβαλλοντική προστασία καθώς δεν καταστρέφονται (π.χ. καύση) και ταυτόχρονα επιφέρουν επιπλέον εισόδημα στους οικογενειακούς προϋπολογισμούς των αγροτών. Επιπλέον, η χημική τους σύνθεση, λόγω της λιγνοκυτταρινικής μορφής της, καθιστά εύκολο τον χειρισμό τους για την παραγωγή συμπιεσμένων τεμαχίων βιοκαυσίμου.



Εικόνα 45. Συλλογή και θρυμματισμός γεωργικών φυτών – δασικών υπολειμμάτων για την κατασκευή wood pellets.

Παρόλο που η βιομάζα είναι μια σημαντική πηγή ανανεώσιμης ενέργειας, δεν αποτελεί πολύ καλό καύσιμο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το περισσότερο από το 70% του όγκου της είναι συνήθως αέρας και νεκρός όγκος. Αυτή η χαμηλή πυκνότητα ενέργειας ανά μονάδα όγκου της βιομάζας, δυσχεραίνει τόσο τη συλλογή όσο τη μεταφορά, την αποθήκευση και τη χρήση της. Για τη βελτίωση του ενεργειακού περιεχόμενου ανά μονάδα όγκου της βιομάζας, χρησιμοποιείται στις μέρες μας η μέθοδος της μηχανικής αύξησης της πυκνότητάς της (Densification). Η αύξηση της πυκνότητας της βιομάζας είναι μια νέα διαδικασία κατά τη οποία με τη χρήση υψηλών πιέσεων συμπιέζεται η βιομάζα σε μικρά συσσωματώματα κοινώς pellets (χρησιμοποιώντας συνεχούς τροφοδοσίας μηχανήματα), σε μπάλες (χρησιμοποιώντας μηχανές δεσίματος τριφυλλιού) καθώς και σε μεγαλύτερα συσσωματώματα (μπριγκέτες βιομάζας). Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τη σημαντική διαφορά μεταξύ χαμηλής και υψηλής πυκνότητας καυσίμων από βιομάζα.

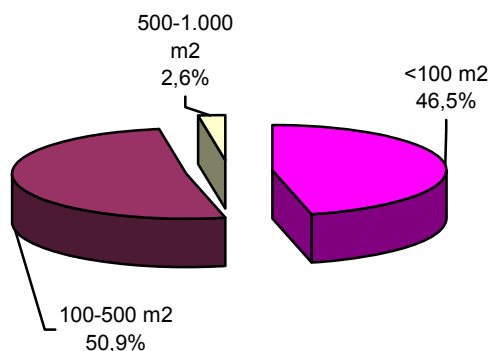
Πίνακας 24. Χαμηλής και υψηλής πυκνότητας βιοκαυσίμων

ΚΑΥΣΙΜΟ	Φαινόμενο ειδικό βάρος kg/liter	Ενεργειακή πυκνότητα μάζας MJ/kg	Ενεργειακή πυκνότητα όγκου MJ/liter
Μαλακού ξύλου chips (κομματάκια)	0.19	20	3.8
Σπιτικά αποθηκευμένα 1/4" pellets πριονιδιού	0.68	20	13.6
3/8" pellet από κέλυφος φιστικιού	0.65	19.8	12.9
Καλαμπόκι	0.76	19.1	14.5
Σόγια	0.77	21	16.2
Κέλυφος καρύδας (σε κομμάτια της 1/4 inch)	0.54	20.5	11.1
Άνθρακας ασφαλούχος	1.1	32.5	35.7
Βιοντίζελ	0.89	41.2	37.9
Ντίζελ	0.88	45.7	40.2

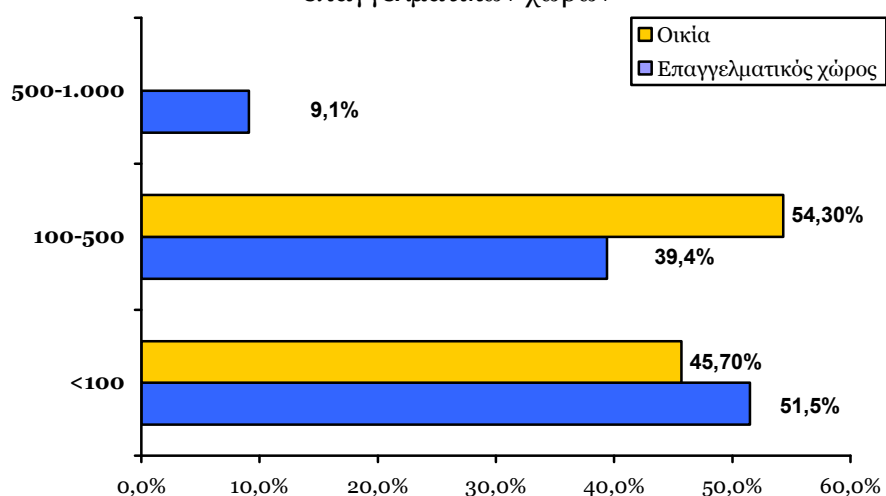
(Πηγή: www.biofuels.gr 2006)

Ποσοτικά στοιχεία υφιστάμενης κατανάλωσης καυσίμων

Την ανάλυση ορισμένων ποσοτικών στοιχείων χρήσης καυσίμων και ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των κατοίκων μιας περιφέρειας με ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες όπως η περιοχή της Θεσσαλονίκης και των Σερρών . Στο Σχήμα 39 παρουσιάζεται η υφιστάμενη κατάσταση της μέσης θερμαινόμενης επιφάνειας του κάθε νοικοκυριού ή της κάθε επιχείρησης της περιοχής της έρευνας, με την κλάση 100 – 500 m² να εμφανίζεται στο μεγαλύτερο ποσοστό 50,9%. Ενδιαφέρον όμως στοιχείο είναι ότι η μέση επιφάνεια κάθε νοικοκυριού είναι 120 m², ενώ της κάθε επιχείρησης είναι 210 m². Στο Σχήμα δε 40, παρουσιάζεται η αναλογία κατανομής της επιφάνειας του κάθε χώρου σε σχέση με την κατηγορία της χρήσης.

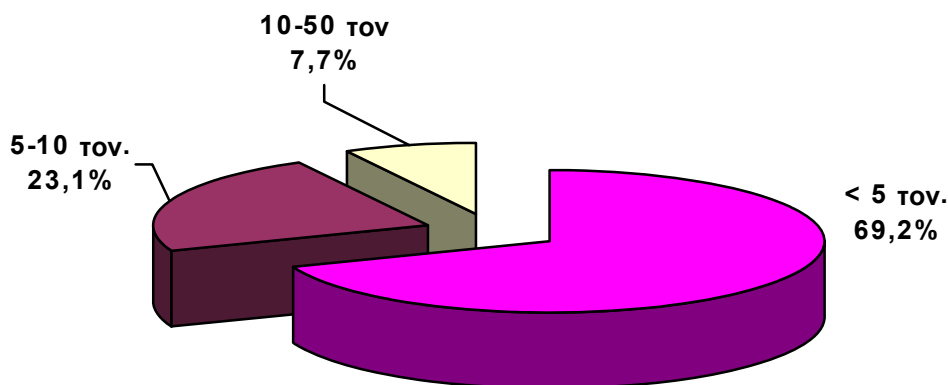


Σχήμα 39. Κλάσεις μέσης θερμαινόμενης επιφάνειας χώρων κατοικιών – επαγγελματικών χώρων

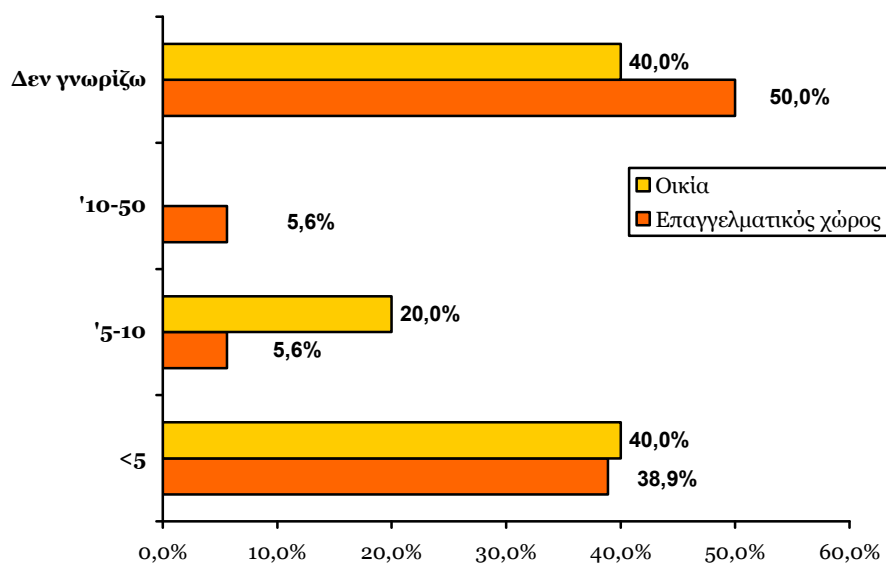


Σχήμα 40. Σχέση κλάσεων μέσης θερμαινόμενης επιφάνειας των χώρων σε τ.μ. ανά κατοικία και επαγγελματικού χώρου

Στα Σχήματα 41 και 42 παρουσιάζονται η μέση κατανάλωση καυσίμων (σε τόνους) του κάθε νοικοκυριού ή της κάθε επιχείρησης της περιοχής έρευνας. Η μέση αυτή κατανάλωση είναι, για μεν το κάθε νοικοκυριό περίπου 2,5 τόννοι / έτος, ενώ για κάθε επιχείρησης περίπου 2,8 τόννοι/έτος αντίστοιχα. Φυσικά το μεγαλύτερο μέρος των καταναλωτών (69,2%) χρησιμοποιούν ποσότητες <5 τόννων ετησίως.

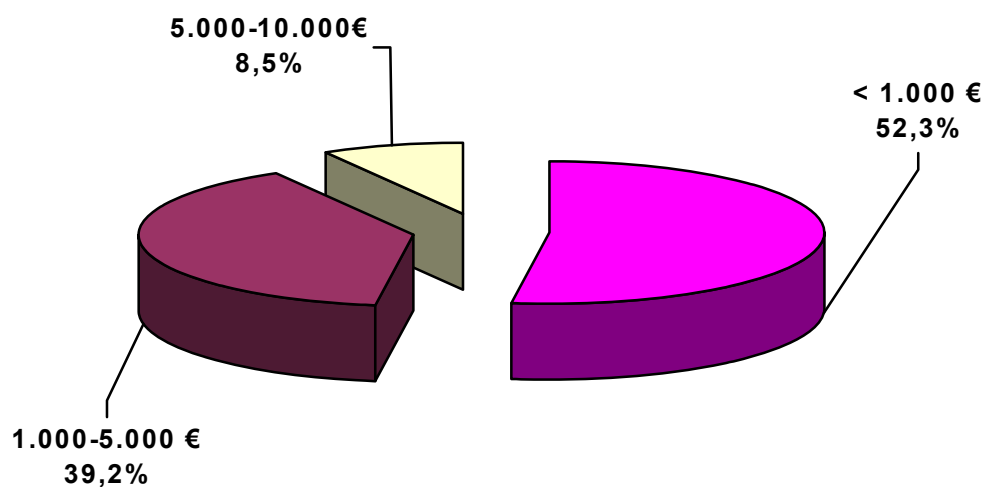


Σχήμα 41 Κλάσεις μέσης ετήσιας κατανάλωσης καυσίμων σε τόνους κατοικιών – επαγγελματικών χώρων

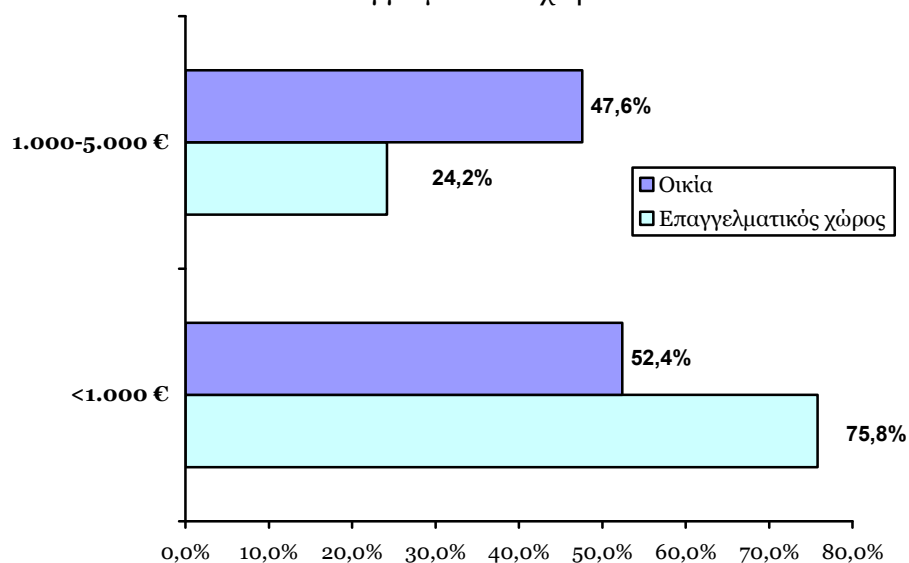


Σχήμα 42 Σχέση κλάσεων μέσης κατανάλωσης καυσίμων (σε τόνους/έτος) ανά κατοικία και επαγγελματικό χώρο

Όσον αφορά την κατανάλωση της ποσότητας χρήσης ηλεκτρικού ρεύματος (σε KWh) οι ερωτώμενοι δεν ήταν σε θέση να θυμηθούν και να δηλώσουν κάτι σχετικό. Έτσι στην επόμενη ερώτηση που αφορούσε το συνολικό χρηματικό ποσό που δαπανούν για τη θέρμανση των χώρων τους (οικιακών – επαγγελματικών) οι απαντήσεις δόθηκαν πολύ εύκολα. Έτσι στα Σχήματα 3.11 και 3.12 φαίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό (52,3%) των καταναλωτών δαπανούν λιγότερα από 1.000 €/έτος και ειδικότερα οι επιχειρήσεις σε ποσοστό 75,8% δαπανούν το παραπάνω ποσό.

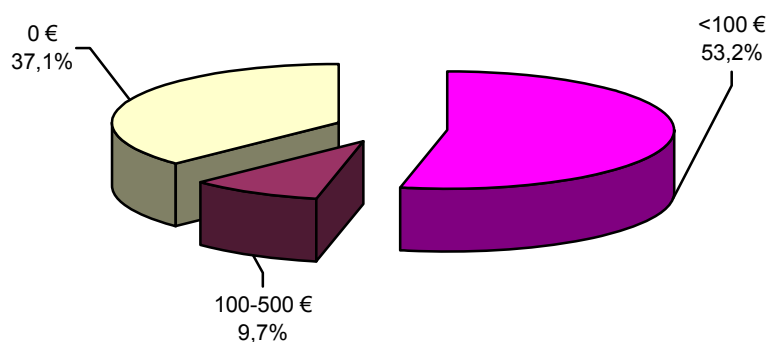


Σχήμα 43. Κλάσεις μέσης ετήσιας δαπάνης (σε €/έτος) για θέρμανση των κατοικιών – επαγγελματικών χώρων



Σχήμα 44. Σχέση κλάσεων μέσης ετήσιας δαπάνης (σε €/έτος) για θέρμανση ανά κατοικία και επαγγελματικό χώρο

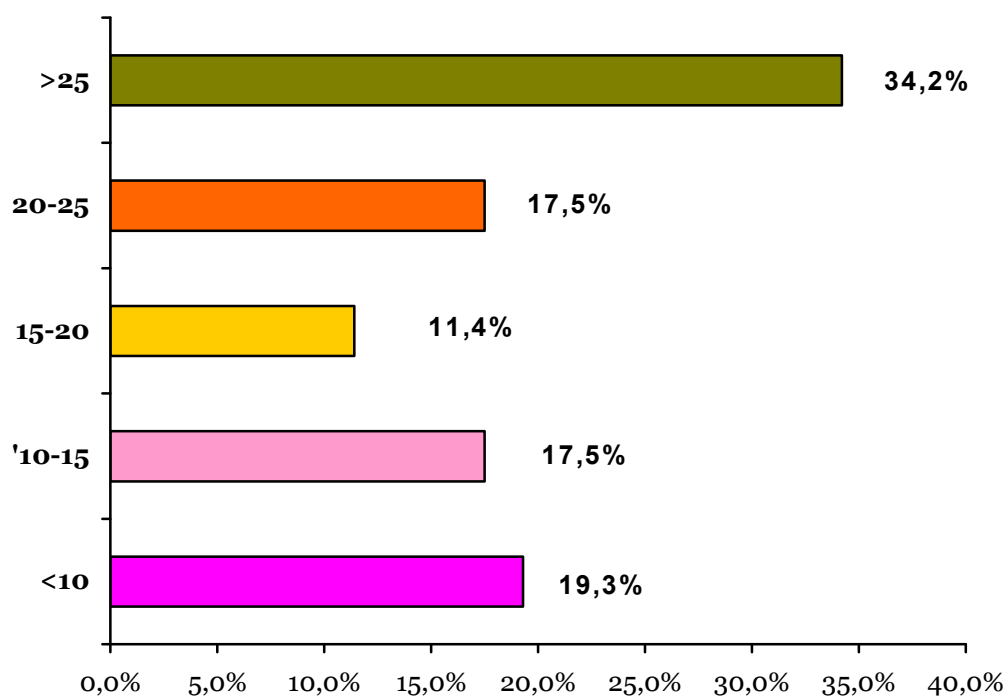
Στο Σχήμα 45 παρουσιάζονται και οι δαπάνες συντήρησης των καυστήρων των οικιών και επαγγελματικών χώρων, οι οποίες σε μεγαλύτερο ποσοστό (53,2%) είναι μικρότερες από 100 € /έτος.



Σχήμα 45. Κλάσεις μέσης ετήσιας δαπάνης συντήρησης καυστήρων σε € κατοικιών – επαγγελματικών χώρων

Ένα ενδιαφέρον στοιχείο που αναδείχθηκε από την παρούσα έρευνα είναι και η ηλικία των χώρων που χρησιμοποιούν στο σύνολό τους οι κάτοικοι της περιοχής και παρουσιάζεται στο Σχήμα 46. Το μεγαλύτερο ποσοστό (51,7%) αφορά χώρους με μέση ηλικία μεγαλύτερη των 20 ετών, γεγονός που έχει άμεση σχέση με τη θερμομόνωση της κατασκευής. Βέβαια το υπόλοιπο ποσοστό (48,3%) που αφορά σχετικά νεοδομημένους χώρους είναι αρκετά υψηλό σε σχέση με άλλες περιοχές.

Μια περαιτέρω ανάλυση έδειξε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό (47,3%) νέων οικοδομών (<10 ετών) αφορά ιδιοκτήτες μονοκατοικιών ή διαμερισμάτων, ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό των παλιών οικοδομών (>25 ετών) αφορά ενοικιαζόμενα διαμερίσματα ως κατοικίες.



Σχήμα 46. Κατανομή κλάσεων μέσης ηλικίας σε έτη των κτιρίων κατοικιών – επαγγελματικών χώρων

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Τα μέχρι στιγμής αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι τα βιοκάυσιμα αποτελούν μια διέξοδο που θα δώσει λύση σε πολλά ενεργειακά προβλήματα ιδιαίτερα της χώρας μας που παρουσιάζει έντονη εξάρτηση από τις πετρελαιοπαραγωγές χώρες.

Ταυτόχρονα η καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης απέδειξε ότι τόσο τα δασικά υπολείμματα που μένουν στο δάσος, όχι μόνο δεν αξιοποιούνται αλλά ταυτόχρονα δημιουργούν πολύ συχνά πρόσθετους κινδύνους για την ανάφλεξη τους και την πρόκληση πυρκαγιάς στο δάσος. Από την άλλη πλευρά τα γεωργικά υπολείμματα των φυτών που κατά κύριο λόγο αποξυλώνονται ώστε να έχουν και μειωμένη υγρασία παρουσιάζονται με μεγάλες ποσότητες που τελικά παραμένουν στο χωράφι και δημιουργούν επίσης προβλήματα κατά κύριο λόγο στην άροση του χωραφιού. Ταυτόχρονα τα υπολείμματα αυτά είναι από ότι αποδείχθηκε και κατά τη διάρκεια της μελέτης αυτής εύκολη και με μικρό κόστος η συλλογή τους.

Το άλλο κομμάτι που μελετήθηκε ήταν τα υπολείμματα των πριστηρίων όπου και αυτά με τη σειρά τους εμφανίζονται σε μεγάλες ποσότητες και μάλιστα συγκεντρωμένα και εύκολα προς συλλογή.

Η κατασκευή των μπρικετών γίνεται με αρκετή ευκολία και το μόνο που μένει είναι τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής να συνδυαστούν με τα εργαστηριακά αποτελέσματα του Τμήματος Χημικών Μηχανικών για να επιβεβαιώσουν τα αναμενόμενα (μέσω των βιβλιογραφικών ανασκοπήσεων).

Οι ποσότητες λοιπόν είναι μεγάλες, η συλλογή και η κατασκευή των μπρικετών δεν αναμένεται να παρουσιάσει ιδιαίτερα προβλήματα.

Ως κυριότερες πηγές πληροφόρησης σχετικά με τη χρήση των βιοκαυσίμων εμφανίζονται κυρίως: η διεξαγωγή της παρούσας έρευνας, και τα Μ.Μ.Ε.

Οι περισσότεροι κάτοικοι θεωρούν ότι, η χρήση της βιομάζας ως καύσιμη ύλη συμβάλλει με μεγάλο ποσοστό στην προστασία του περιβάλλοντος, αλλά και στην εξοικονόμηση χρημάτων σε κάθε νοικοκυριό ή επιχείρηση.

Υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για άμεση προσωπική χρήση και εφαρμογή βιομάζας για τη θέρμανση των οικιών ή των επαγγελματικών χώρων, ενώ ένα ιδιαίτερα σημαντικό ποσοστό (πάνω από τους μισούς) δείχνει μεν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, αλλά με εφαρμογή προϋποθέσεων, όπως : δωρεάν προμήθεια και αντικατάσταση του παλαιού λέβητα, η ύπαρξη κάποιας χρηματικής επιδότησης ή φορολογικής απαλλαγής (όπως φόρου εισοδήματος, μείωση δημοτικών τελών για ενεργειακά

αποδοτικά κτίρια, χαμηλότερο ΦΠΑ κλπ) από τη χρήση βιομάζας. Τα 2/3 των κατοίκων των μικρότερων γεωγραφικά περιοχών σε κατοίκους (<1.000) εμφανίζονται υποστηρικτές στην άμεση χρήση βιομάζας.

Το 1/3 περίπου των καταναλωτών κατοικιών εμφανίζονται ιδιαίτερα θετικοί στην άμεση χρήση βιομάζας για τη θέρμανσή τους, ενώ περισσότερο επιφυλακτικοί είναι οι επαγγελματίες.

Η μη ύπαρξη ισχυρών οικονομικών κινήτρων αποτελεί το σημαντικότερο παράγοντα άρνησης για την χρήση βιομάζας με κυριότερους τους: κατασκευή ιδιαίτερου αποθηκευτικού χώρου μεγάλης επιφάνειας, την απόδοση του νέου καυσίμου και συστήματος, η γνώση της εμπειρίας χρήσης άλλων καταναλωτών, και την τροφοδοσία της βιομάζας.

Από τη χρήσης βιομάζας ως καύσιμη ύλη γίνεται εξοικονόμηση 550 €/έτος και νοικοκυριό περίπου.

Είναι απαραίτητη προϋπόθεση παραγωγής και διάθεσης διαφόρων μορφών βιομάζας όπως τα wood pellets από τις ξυλοβιομηχανίες και ξυλοβιοτεχνίες της Ελλάδας για την άμεση ικανοποίηση της σημαντικής ζήτησης που εμφανίζεται στην παρούσα έρευνα.

Η αξιοποίηση της ενεργοποίησης, από την εν λόγω έρευνα, των πολιτών της εν λόγω περιοχής για τη χρήση βιομάζας ως καύσιμη ύλη θα πρέπει να «εκμεταλλευτεί» (πάντα με την καλή έννοια) από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς, ώστε να προσδώσουν ένα ιδιαίτερα σημαντικό όφελος τόσο στην προστασία του περιβάλλοντος, όσο και στην εξοικονόμηση σημαντικών χρηματικών ποσών από τους πολίτες της περιοχής, αλλά και την καλύτερη δυνατή αξιοποίηση των υπολειμμάτων γεωργικών και δασικών προϊόντων.

Οι πιθανές επενδύσεις που θα γίνουν στην περιοχή φαίνεται να έχουν πολύ σύντομη απόσβεση, αλλά η σύνταξη ενός business plan και ενός marketing plan κρίνονται απαραίτητα για τη μεγιστοποίηση του αποτελέσματος και τον περιορισμό του όποιου «ρίσκου».



BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλιογραφία

Η τεχνική σύνοψη βιομαζών (http://www.itdg.org/docs/technical_information_service/biomass.pdf), simon Ekless, ενδιάμεση ομάδα ανάπτυξης τεχνολογίας (http://www.itdg.org/), ανάκτησε την 1η Ιανουαρίου 2005 από http://www.itdg.org/docs/technical_information_service/biomass.pdf.

Καπνίστε — το δολοφόνο στην κουζίνα (http://www.itdg.org/?id=smoke_report_1), ενδιάμεσο

Ομάδα ανάπτυξης τεχνολογίας (http://www.itdg.org/), 19 Μαρτίου 2004, που ανακτάται την 1η Ιανουαρίου 2005 από http://www.itdg.org/\$l*?id=smoke_report_1

Μειώνοντας την έκθεση στην εσωτερική ατμοσφαιρική ρύπανση (http://www.itdg.org/?id=smoke_report_3), ενδιάμεση ομάδα ανάπτυξης τεχνολογίας (http://www.itdg.org/), 19 Μαρτίου 2004, που ανακτάται την 1η Ιανουαρίου 2005 από http://www.itdg.org/\$l*?id=smoke_report_3

• Εναλλακτικά καύσιμα diesel - το σεμινάριο ενός αρχαρίου στη χρησιμοποίηση του φυτικού ελαίου ως καύσιμα σε μια μηχανή diesel (http://www.southerngrease.com/learn.htm)

• Εναλλακτική πύλη καυσίμων (http://www.sugre.info/Vorlage.phtml)

• Αναερόβια χώνευση από τα δημοτικά απόβλητα (http://www.arrowbio.co.uk/)

• Εκπαιδευτικός ιστοχώρος για τη βιομάζα και τη βιοενέργεια (http://www.aboutbioenergy.info/), άρθρο σχετικά με την παλαιότερη πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται από τους ανθρώπους

• Πλανήτης βιολογικών καυσίμων (http://www.biofuelplanet.com/)

• "Βιομάζα ως αέριο πετροχημικής βιομηχανίας για μια βιοενέργεια και ένα Bioproducts

Βιομηχανία "(http://feedstockreview.ornl.gov/pdf/billion_ton_vision.pdf), μια κοινή μελέτη του 2005 που υποστηρίζεται από το Ηνωμένο τμήμα ενέργειας και τμήμα γεωργίας

• Biofuelwatch (http://www.biofuelwatch.org.uk/)

• Βιοενέργεια ΔΟΕ (http://www.aboutbioenergy.info/index.html)

• Βιομάζα (http://www.cus.net/renewableenergy/subcats/biomass/biomass.html)

• Domesticfuel.com (http://domesticfuel.com/)

• Βιο ενεργειακή κοιλάδα της Γάνδης (http://www.gbev.org/)

- Υψηλή απόδοση από το στρόβιλο ατμού για τις βιομάζα-βαλμένες φωτιά εγκαταστάσεις CHP στο Iisalmi, Φινλανδία (<http://www.opet-chp.net/download/wp3/iisalmifinland.pdf>)

- Βιοενέργεια ΔΟΕ - στόχος 29 (<http://www.ωω.ηεα-βιοενέργεια-task29.hr/>)

- Θ*ψηφοδησελ & αιθανόλη κύκλων (<http://www.circlebio.com/>)

- Ειδήσεις μετατροπής φυτικού ελαίου αποβλήτων (<http://www.goodgrease.com/>)

- Αυτό που είναι biodiesel (<http://www.biofuel.be/whatisbiodiesel.html>)

- Ανάπτυξη & επίδειξη διαδικασίας οινόπνευματος PEFI (Ecalene) (http://www.westernresearch.org/content/technology_areas/alternative_fuels/alcohols.shtml)

- Ρωσική εθνική ένωση βιολογικών καυσίμων (<http://www.biofuels.ru/>)

Bioenergy International No 17., 6 – 2005. / www.bioenergyinternational.com

Ζαχαροπούλου, Χ., 1993. Στατιστική – Μέθοδοι – Εφαρμογές, ΟΜΗΡΟΣ Master Graph, Θεσσαλονίκη, σελ. 293-328.

Luengo, C.A., Felfli, F.F., Suarez, J.A., Beaton, P.A., 2005. Wood Briquette Torrefaction. Energy for Sustainable Development. Volume IX No. 3

Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος.

Αποστολάκης Μ., Σ. Κυρίτσης και Χ. Σούτερ. 1987. Το ενεργειακό δυναμικό της βιομάζας γεωργικών και δασικών υποπροϊόντων. Αθήνα

Μαντάνης, Γ., 1996. Παραγωγή Συμπιεσμένου Καυσόξυλου από Υπολείμματα Κατεργασίας Ξύλου. Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών .Βασιλικά, Θεσσαλονίκη.

Νταλός, Γ., 2006. Η Χρήση των Γεωργικών και Δασικών Υπολειμμάτων ως Πρώτη Ύλη για την Παραγωγή Βιοκαυσίμων. Τ.Ε.Ι. Λάρισας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου – Επίπλου.

Οδηγία 2006/32/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 5ης Απριλίου 2006 , για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και για την κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου.

Olsson, M., 2004. *Wood Pellets: Sustainable Heating for Residences*. «VISION» *The e-journal of the World Student Community for Sustainable Development*.

Reineke, L. H., 1964. *Briquettes From Wood Residue* U. S. Forest Service Research Note FPL-075, Forest Products Laboratory, Forest Service. U.S. Department of Agriculture

Τσακλάγκανος, Α., 2000. *Βασικές Αρχές του Μάρκετινγκ – Τόμος Α. Αφοί Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη*, σελ. 465-493.

Ζαχαροπούλου, Χ., 1993. *Στατιστική, Μέθοδοι – Εφαρμογές. Όμηρος Master Graph, Θεσσαλονίκη*. Σελ. 328.

Norusis, M., 1997. *SPSS Professional Statistics 7.5*. Chicago: SPSS Inc. 276 p.

Πασχαλούδης, Δ., Ζαφειρόπουλος, Κ. 2002. *Έρευνα Μάρκετινγκ. Εκδόσεις Γκιούρδας, Αθήνα*. Σελ. 88.

Dennis, H. and Duncan, C. 2003. *Στατιστική με το SPSS 11 για WINDOWS*. Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα. Σελ 291.

Παπαδόπουλος, Ι.Ι., Νταλός Γ., Σούτσας Κ., 2005. «Έρευνα ανταγωνιστικότητας και ανταπόκρισης στις μεταβολές του εξωτερικού περιβάλλοντος των θεσσαλικών επιχειρήσεων επίπλων, ως στοιχεία ενός δυναμικού μάρκετινγκ». *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα*, Τόμος 16, Σειρά VI, τεύχος 4/2005, σελ. 66-77.

www.biofuels.gr Η Εξέλιξη στον Ελλαδικό Χώρο.

www.pfi.com Pellet Fuel Institute. Pellet Benefits.

www.wikipedia.com wood pellets

www.woodpelletinfo.com Wood Pellet Cost Comparison.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

B. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ WOOD PELLETS ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ ΕΤΟΥΣ 2005

Bioenergy International

No	Company name/Location	capacity		
Austria				
1	Binder Franz/Jenbach und Fogen/Zillertal	90 000	5	Armstrong/BC 50 000
2	BioStar/Eberschwang	5 000	6	Pacific Bioenergy Corp/BC 140 000
3	Glechner/Mattighofen	30 000	7	Dansons/Vanderwall/Alberta 90 000
4	Hasslacher Holzwerke/Kölschach-Mauthen	2 000	8	Energex/Quebec
5	Holzindustrie Leitinger/Wernersdorf	15 000	9	Advanced Wood/New Brunswick 10 000
6	Holzindustrie Preding/Freding	50 000	10	Shaw Resources/New Brunswick 20 000
7	Patst Holzindustrie /Obdach	30 000	11	Mactara/New Scotia 90 000
8	Leitzl Holz/Steinach	10 000	Czech Republic	
10	Pfeifer/Kundl	100 000	3	Envitem a.s./Zdirec nad Doubravou 5 000
11	Seppala Peter/Feistritz an der Drau	27 000	4	Jesenik Biofuels/Opava 6 000
13	Ökowärme/Ybbs	90 000	Denmark	
14	Holzindustrie Freding/Leoben	40 000	1	Vapo/Wildbjerg 100 000
15	Seppala Peter/Sachsenburg	30 000	2	Vapo/Vejen 35 000
Belarus				
1	Belamels/Gomel/Byelorussia		3	Energie E2/Köge 290 000
2	BRM/Minsk		4	Bodilsen/Glyngøre 20 000
Belgium				
1	Exinor SA Wood pellets/Malmedy		5	Assens Trapiller/Assens
2	Granubois/Bievres	18 000	6	Dangron/Aars 20 000
Bulgaria				
1	Axis/Sofia		7	Rode & Rode Traimil/Fredrikshavn
Canada				
1	Pellet Flame Inc/BC	100 000	8	A/S Sparwall/Lårslev 90 000
2	Pinnacle Pellet/BC		Estonia	
3	Premim Pellet/BC	200 000	1	BBG - Hansa Graanul/Paikula 120 000
4	princeton Co-Generation Corp./BC	75 000	2	AS Rex Heat/Rakvere 95 000
			3	Delcolec AS/Paide 40 000
			4	Toosi Granul/Vapo Group/Farnu 20 000
			5	Hansa AS Graanul Invest/Paide 90 000
			Finland	
			1	Parkanon Pellet/Parkano 15 000
			2	Vapo Oyj/Turenki Pellet Factory 70 000

cont. page 6

3 Vapo Oy/Voyri Pellet Factory/Voyri	25 000	15 Schellinger & Co Mühlenwerke/Waingarten	35 000
4 Vapo Oy/Kaskinen Pellet Factory/Kaskinen	35 000	17 Gregor Ziegler GmbH/Plossberg	25 000
5 Vapo haminan Puunjalostus Oy/metsäkytä	15 000	18 Horst Fomer/Emkirchen	10 000
6 Vapo Lapin Ekolampo Oy/Ikmanisi Plant, Ikmanisi	70 000	19 Neue Energie Gesellschaft mbH/Grossenhain	40 000
7 Vapo Lapin Ekolampo Oy/Keminmaa	30 000	20 BSWG/Grossdubrau	10 000
8 Scanpell Oy/Karsämäki	24 000	Hungary	
9 Vapo Oy/Haukineva pellet factory/haukineva	60 000	1 Kek Bolygo /Bioenergia/KFT/Nagyvenk	
10 Paahtopuu Oy/Korkkakoski/Juupajoki	25 000	Italy	
11 Iusman wood pellets Oy/Ylistaro	40 000	1 Silta srl (San Giovanni al Natisone)	12 000
12 Iansu Suzmen Biopower/Vammala	15 000	2 Biocalor (Romans d'Isone)	
13 Keurak Oy/Keuruu	14 000	3 Kaminella srl (Marignacco)	
14 Savon Bienergia/Rantasalmi	10 000	4 Segatini srl (Ferceto)	
15 Iannipellet Oy/Palamo	5 000	5 PST la pedemontana di pizzato pierantonio (Iusiana)	
16 Formados Oy/Kuusamo	7 000	6 La Tiesse srl (S. Michele di Piave di Cimadolmo)	40 000
France		7 Il truciolo srl (Michele di Piave di Cimadolmo)	27 000
1 Cogra 42/Mende	15 000	8 Legno vivo (Cassola)	
2 SAS Fontaine des Auges/Gendrey	10 000	9 Nordpan spa (Valdagra)	
3 SICA/Baigneux les Juifs		10 Ianz srl (Rio di Pusteria)	
4 Savois Pan/Tournon	27 000	11 Sartorilegno snc (Fondo)	
5 Solag/Arc sous Cion	10 000	12 Valpeller srl (Forte in Valtellina)	
6 Archimaud Ets./Brioux Boulonne		13 M.a.b.e.f. srl (Cardano al Campo)	
8 Alpha luzerne/Prait		14 Braga spa (Casalmaggiore)	27 000
9 Eurokuz/Pauvres		15 Bs bollareto impianti industriali (Dario Boariz terme)	
10 Sodam els Marchais/Broue		16 Bolli srl (Cinello balsamo)	
11 Vert Deshy/Maximieux		17 C & B Calor srl (Limiate)	30 000
Germany		18 Corlinovis geremia e f.lli. s.n.c. (Lenna)	
2 Assenmacher/Crimont	5 000	19 Del curto srl (Verderio inferiore)	9 000
4 Westervälder/Langenbach	40 000	20 S.i.s.r. Snc (Chiusa da pesto)	
5 Trocknungsgenossenschaft/Nauhof an der Zenn	5 000	21 Ligna tech Italia srl (Pinerolo)	
6 Compactec/Straubing	80 000	22 Amga energia (San Mauro Pascoli)	
7 Pellins Holzpellets/Hallbach	15 000	23 Om legno snc (Bordolone)	
8 FireStiox/Regen	50 000	24 Agripellet srl (San Miniato Basso)	
9 Ante Holz/Bromskirchen-Somplar	47 000	25 legnopress (Mosumano terme)	
10 Holzenergie Klaus Fallert/Appenweiler	5 000	26 Thermopellet srl (Fistola)	
13 Trocknungsgenossenschaft Weissenburg/Ellingen	5 000	27 Ecopellet srl (Ellera di Corciano)	
14 Lockfisch/Böbingen	15 000	28 Mancini f.lli snc (Maligge)	
29 Tagliaboschi (Frosinone)		The Netherlands	
30 Sozio snc (Sambuceto)		1 Labee Group Moerdijk	100 000
31 Effesystem (Avezzano)		Norway	
32 Ditta donadei (Fratola Feligna)		1 Cambi Biocenergi Vestmarka AS/Vestmarka	45 000
33 Rossikol srl (Sambuceto)	12 000	2 Siatcil Norsk Trapellets/Brumunddal	20 000
34 Eco calor snc (Pietracalella)		4 Frya Biocenergi AS/Sorfron	15 000
35 Comunita terapeutica Molise ecc coop. (Toro)		5 Vi-Tre AS/Foros	12 000
36 F.lli Ragosa (Mercato san Severino)		6 Siatcil/Sykkytven på Sunnmøre	10 000
Latvia		7 Norpellets/Andebu	10 000
1 SBE Svens BrikettEnergi/Lauziena	70 000	8 Inlandet Energipellets/Rändalen	20 000
2 BSG-ZemgalesGranulas/Iecava	40 000	9 Sor Forädling/Trondelag	6 000
3 latgranula/Incukalns, Riga	12 000	Poland	
4 CED /Drabesi, Cesu	2 000	1 Amc-Eko/Szczecin	36 000
5 Sia Marama/Talloil/Liepaja	50 000	2 Barlinek/Barlinek	36 000
6 BSG - Gaujas Granulas/Riga	110 000	3 P.H.Bestpol/Zielona	12 000
7 BSG-Videzemes Granulas/Cesvaine	10 000	4 Enpal/Slubice	100 000
8 BSG-Kurzemes Granulas/Venispils	40 000	5 Pellet - Art/ Torzym	30 000
Lithuania		6 Task/Kiskowo/Pobiedziska	7 000
1 UAB Baltic Wood/Mazeikiai	15 000	7 Toreco/Brzezinki/Bydgoszcz	12 000
2 UAB Gairolita/Radviliskis	15 000	8 Zaczisze/Czestochowa	5 000
4 UAB Nemcra group/Radviliskis	5 000	9 Xnergia Sp. z o.o./Olszow Mazowiecki	12 000
5 Vizerana /Tytuvėnai/Siauliai	14 000	10 Segi AT/Warszawa	6 000
7 Graanul Invest UAB/Alytus	60 000	11 Molotwerk Zbigniew Misiaz/Mielec	12 000

12 Buk Real Estate Sp. z o.o./Dobra	6 000	13 Cherepovets	20 000
13 SYVA Sp. z o.o./Wiale - Koszyczyna	6 000	14 Vologda	100 000
14 Pelety Kozienice/Kozienice	12 000	15 Impels Ltd./Likhoslavl	30 000
15 Pelpol/Rososzycza gm. Warta	24 000	16 Moscow	10 000
16 Mirosław Kaminski PPHU/Olecko - Ek	6 000	17 Valdai Ltd./Valdai - Novgorod reg.	25 000
17 Z.F.H.U. Marand/Grady Wonięsko - Zambrowa	6 000	18 Sevglavsnab Ltd./Arkhangelsk	20 000
18 Biopal/Szczecin	7 000	19 Zavod Biopoliva Ltd./Murashi - Kirov reg.	20 000
19 Furel/Biały Bór - Koszalin	22 000	20 Biopoliva plc/Lodainoye	100 000
Russia			
1 Ecotech LTD/ Podporozhie	26 000	21 Slobodskoi Agroles/Slobodskoi	25 000
2 RosPolitekhnika Gruppy/Kolpino	50 000	22 Transkhimtehnologiya Ltd./Volkhov	50 000
3 Sallotti LTD/Lomonosov St. Petersburg	20 000	23 Promlesinterservis Company/Peno	35 000
4 Biofuel LTD/Galichina	10 000	24 Intrusi Ltd./Kirovsk	50 000
5 Galichina	26 000	25 PSB-GEM-HOTEL/ St. Petersburg	35 000
6 Biotek LTD/Novaya Dubrovka	10 000	Slovakia	
7 Novgorod/Grate	26 000	1 Drevomax/Rajecké Teplice	
8 Ecocresources Company/Lodeynoe Pole	16 000	2 Holz-Produkt/Ruska Nova Ves	
9 Tikhvin/Leningrad Region	6 000	3 FERT/Branska Slavica	
10 Velikie Luky/Pskov Region	30 000	4 ANS Plus/Bratislava	
11 Vityaz Volochok/Tver Reg	10 000	5 Pelletia Hesz/Bratislava	
12 Murm/Wladimir Region	10 000	6 Pellets zipser/spiska Nova Ves	
Slovenia			
1 Istrabenz/Nazarje	40 000	7 Biomasa/Kysucky Lieskovec	12 000
2 Profiles/Hrusevje	10 000		
3 Enerles/Piska	40 000	16 SBE Svensk BrikettEnergi/Malmback	80 000
Spain			
1 Ecoforest/Villanueva	40 000	17 SBE Svensk BrikettEnergi/Norberg	80 000
2 Caryze/Villasaca de la Sagra	15 000	18 SBE Svensk BrikettEnergi/Ulrichshamn	85 000
3 Resilfor/Santiago de Compostela	15 000	19 SBE Svensk BrikettEnergi/Solvestborg	55 000
Sweden			
1 Fajala Bioenergi/Luleå	8 000	20 Södra Skogsenergi/Monsterås	40 000
2 Bioenergi/Luleå	90 000	21 Vida Energi/Hestra	40 000
3 MBAB Energi/Robertfors	25 000	22 Helsing Pellets AB/Edsbyn	50 000
4 Skellefteå Kraft AB	130 000	23 Bure Pellets/Skellefteå, Bureå	25 000
5 SCA BioNorr AB/Hälsjösand	160 000	24 Mockfjärd Biotransle AB/Dalarna	6 000
6 Mellanskogs Bransle/Ljusne	23 000	26 Jamilamell/Lil	13 000
7 Mellanskogs Bransle/Orsa	40 000	27 Glommerstrask Miljoenergi AB/Glomerstrask	3 000
8 SÄBI Pellet/Fremtingsham	55 000	29 Sögarverksassitance/Svanskog	7000
9 Mellanskogs Bransle/Säffle	40 000	31 V-Pellets/Grums	10 000
1 Laxå Pellets/Laxå	35 000	32 Knaredssågen AB/Knared	6 000
2 BioForja AB/Katrineholm	40 000	Switzerland	
3 Borenberg	20 000	1 Burli Trocknungsanlage/Gettinau	5 000
4 Säbi Pellet/Forsnas	60 000	2 Interspan Tschopp/Buttisholz	15 000
5 Säbi Pellet/Vaggeryd	75 000	3 AER Pellet Schweiz/Solothurn	35 000
		4 Keller Konrad/Unterstammheim	5 000
		UK	
		1 Welsh Biofuels/Bridgend/Wals	50 000
		2 Balcas/Enniskillen/ North Ireland	50 000
		3 ReNe/Nottingham	10 000

(Πηγή: Bioenergy International No 17, 2005)

Γ. ΧΑΡΤΕΣ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ WOOD PELLETS ΚΑΙ ΤΩΝ ΛΙΜΑΝΙΩΝ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΤΗ ΒΟΡΕΙΑ ΑΜΕΡΙΚΗ ΕΤΟΥΣ 2005.



(Πηγή: Bioenergy International No 17, 2005)

