

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ Π.Σ.Ε.**  
**‘ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ**  
**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ’**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΤΟΥ**  
**ΚΟΜΨΑΡΑ Κ. ΑΝΑΡΓΥΡΟΥ**  
**ΜΕ ΘΕΜΑ:**

**«ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ**  
**ΤΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΦΥΤΟΥ ΜΙΣΧΑΝΘΟΣ ΣΤΟ**  
**ΔΕΛΤΑ ΠΗΝΕΙΟΥ»**



**Επιβλέπων καθηγητής:**  
**ΓΕΜΤΟΣ ΘΕΟΦΑΝΗΣ** Αναπληρωτής καθηγητής

**Βόλος 2005**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ**  
**ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 4449/1

Ημερ. Εισ.: 05-07-2005

Δωρεά: Συγγραφέας

Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΠΣΕ-ΔΑΠΦΠ

2005

ΚΟΜ

## 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Γενικά

Βιομάζα με την ευρύτερη έννοια είναι οποιοδήποτε υλικό φυτικής ή ζωικής προέλευσης που παράγεται σε ανανεώσιμη βάση. Η χρήση της βιομάζας ως πηγής ενέργειας υποκατάστατης των ορυκτών καυσίμων επανήλθε στο προσκήνιο με τις ενεργειακές κρίσεις στην δεκαετία του 1970. Η βιομάζα ως υλικό υπάρχει σε αφθονία στην φύση και μπορούμε να την συγκεντρώσουμε και να την χρησιμοποιήσουμε με την κατάλληλη τεχνολογική στήριξη. Η συνεισφορά της στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας ανέρχεται στο 14% ενώ στην Ελλάδα συμμετέχει κατά 5% στην συνολική ενεργειακή κατανάλωση (ΚΑΠΕ 1998). Η Ευρωπαϊκή Ένωση ανταποκρινόμενη σε εκκλήσεις των επιστημόνων για περιορισμό των εκπομπών του CO<sub>2</sub> αποφάσισε να σταθεροποιήσει καταρχήν τις εκπομπές της στο επίπεδο του 1990 και εν συνεχεία να προσπαθήσει μετά το 2010 να τις μειώσει. Η μείωση αυτή μπορεί να προέλθει είτε από εξοικονόμηση ενέργειας σε διάφορες μορφές είτε με υποκατάσταση της ενέργειας των ορυκτών καυσίμων με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Μια πηγή που θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική για αυτό τον σκοπό είναι η βιομάζα.

Η βιομάζα έχει ορισμένα χαρακτηριστικά που την κάνουν ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα. Καταρχήν είναι ένα υλικό που υπάρχει σε αφθονία στην φύση και μπορούμε με διάφορες τεχνολογίες να το χρησιμοποιήσουμε. Ήδη υπάρχουν αρκετά ποσά βιομάζας υπό μορφή υπολειμμάτων διαφόρων δραστηριοτήτων (γεωργικών, δασικών, βιομηχανικών) και πολλά από αυτά παραμένουν αναξιοποίητα. Υπό την έννοια αυτή η βιομάζα είναι μια από τις πηγές οι οποίες μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν (Γέμτος, 2000).

Τα γεωργικά υπολείμματα (φυτικά και ζωικά) είναι πηγή ενέργειας καθώς επίσης και οι ενεργειακές καλλιέργειες με κύριο προϊόν την βιομάζα για παραγωγή ενέργειας σε θερμότητα, ηλεκτρισμό ή υγρά καύσιμα. Τα πλεονεκτήματα της βιομάζας έναντι των ορυκτών καυσίμων, στα οποία οφείλεται και το αυξανόμενο ενδιαφέρον για την ενεργειακή της αξιοποίηση σε όλο τον κόσμο, είναι τόσο περιβαλλοντικά που έχουν να κάνουν με το όφελος από την μηδενική σχεδόν εκπομπή του CO<sub>2</sub> σε σχέση με την καύση ορυκτών καυσίμων, όσο και κοινωνικο-οικονομικά με την μείωση των εισαγωγών ορυκτών καυσίμων, την εξασφάλιση εργασίας και την συγκράτηση των πληθυσμών στις αγροτικές περιοχές όπου θα καλλιεργούνται ενεργειακά φυτά για την αξιοποίηση της παραγόμενης βιομάζας (Lewandowski & Heinz, 2003). Επίσης στα πλεονεκτήματα των ενεργειακών φυτών συγκαταλέγονται και η

εξοικονόμηση νερού, οι μικρές εισροές λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, η εκμετάλλευση εδαφών χαμηλής γονιμότητας, η αύξηση αγροτικού εισοδήματος, η αειφορική περιφερειακή ανάπτυξη και μείωση της κατανάλωσης πετρελαίου και της εξάρτησης από αυτό (ΚΑΠΕ 1998). Στόχος της Λευκής Βίβλου της Ε.Ε. για την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα για το 2010 είναι τα 45 εκ. ΤΠΠ (τόννοι ισοδύναμου πετρελαίου) από τις ενεργειακές καλλιέργειες. Στην Ελλάδα όλες οι προσπάθειες που έγιναν για τις ενεργειακές καλλιέργειες είναι σε πειραματικό επίπεδο καθώς δεν έχει διαμορφωθεί η αντίστοιχη αγορά. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο έχουν διεξαχθεί πολλές έρευνες για την μελέτη προσαρμογής και παραγωγής ενεργειακών φυτών τύπου C<sub>4</sub> σε διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες και με διάφορες καλλιεργητικές τεχνικές για βιομηχανική χρήση. Μια πολυετής καλλιέργεια τύπου C<sub>4</sub> για παραγωγή βιομάζας είναι ο μίσχανθος (*Miscanthus sinensis*) η οποία έχει αξιολογηθεί στην Ευρώπη κατά την προηγούμενη δεκαετία ως νέα καλλιέργεια παραγωγής και αξίζει την σοβαρή έρευνα ως πιθανή πηγή βιολογικών καυσίμων.

#### Καλλιέργεια μίσχανθου

Το *Miscanthus* είναι ένα γένος πολυετών χλοών που προέρχονται από την Ασία. Στην Ευρώπη εισάγεται ως διακοσμητικό φυτό από το 1930 και έχει αξιολογηθεί ως νέα καλλιέργεια βιοενέργειας στην διάρκεια των προηγούμενων 5-10 ετών.

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

#### Η καλλιέργεια του μίσχανθου:

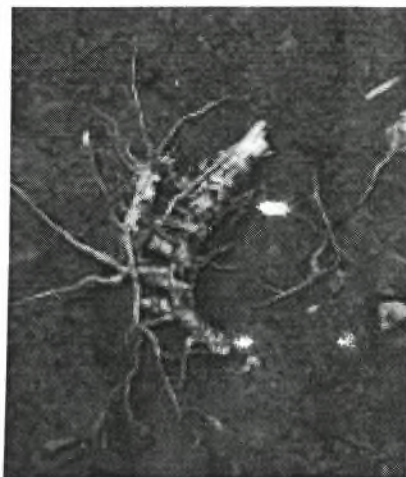
Η καλλιέργεια του μίσχανθου είναι πολυετής και ως εκ τούτου οι δαπάνες και εργασίες αρχικής εγκατάστασης επιβαρύνουν μια φορά μόνο τη φυτεία. Η κατεργασία εδάφους γίνεται με περιστροφικό καλλιεργητή για καταστροφή όποιας βλάστησης και υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας και για να δημιουργήσουμε εδαφικές συνθήκες για την φύτευση των ριζωμάτων.



### Τρόποι πολλαπλασιασμού

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

Ο τρόπος των φυταρίων χαρακτηρίζεται από μεγάλη αποτελεσματικότητα αλλά με πενταπλάσιο κόστος εγκατάστασης.Τα φυτάρια προέρχονται από την ανάπτυξη ριζωμάτων με ένα ύψος 30-35εκ. και καλό ριζικό σύστημα.Βρέθηκε ότι τα μικροαναπαραγόμενα φυτεύματα είναι πιο ευαίσθητα σε δύσκολες συνθήκες (ξηρασία).Γενικά,η άρδευση των νεοφυτευμένων ριζωμάτων βελτιώνει τους ρυθμούς εγκατάστασης σε ξηροθερμικές συνθήκες.Η εκμηχάνιση της εγκατάστασης των ριζωμάτων έχει μειώσει το κόστος.Σε μια τυπική πυκνότητα φύτευσης 1000φυτών/στρ. (1m διάστημα) αναπτύσσεται το 2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> έτος ένα πυκνό ριζικό σύστημα που μπορεί να αξιοποιήσει άριστα το άζωτο με την μέγιστη πυκνότητα ριζών σε βάθος 40εκ (Koessler & Claupein,1998).



### Έδαφος-Κλίμα

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

### Εχθροί-ασθένειες

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

Οι ασθένειες είναι αμελητέες στην Ευρώπη. Μόνο το *Fusarium spp* αποτελεί πρόβλημα γιατί μπορεί να προσβάλλει περιστασιακά τα ριζώματα τα οποία είναι απαραίτητο να εμβαπτίζονται πριν από την φύτευση σε μυκητοκτόνο. Εξαιτίας της συνεκτικής επιδερμίδας των φύλλων, ο μίσχανθος είναι ανθεκτικός στις ασθένειες του φυλλώματος. Δεν έχουν αναφερθεί προσβολές εντόμων στο φύλλωμα του μίσχανθου λόγω της μορφολογίας του φύλλου που είναι ινώδες και σκληρό.

### Λίπανση

Η καλλιέργεια μίσχανθου χρειάζεται μικρά ποσά λιπάσματος μετά τον δεύτερο χρόνο εκτιμάται ότι αρκούν 7 μονάδες αζώτου και 3,5 μονάδες φωσφόρου ανά στρέμμα ως βασική εφαρμογή.

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





### Συγκομιδή

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

Η συγκομιδή μπορεί να γίνει είτε με θερισμό-ξήρανση στον αγρό και ακολούθως δεματοποίηση, είτε με κοπή και ψιλοτεμαχισμό (2-25 cm) και μεταφορά του υλικού στο

όχημα μεταφοράς. Τα μηχανήματα αυτά λέγονται σιλοκοπτικά και είναι ελκόμενα ή αναρτώμενα, συνήθως εργάζονται έξω από τον γεωργικό ελκυστήρα ώστε ο ελκυστήρας να κινείται σε συγκομισμένο μέρος του χωραφιού (Γέμτος, 2002)..



## Παραγωγή

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

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

Εκτός από την υψηλή παραγωγή ο μίσχανθος έχει και υψηλή περιεκτικότητα ξηρής ουσίας με καλά χαρακτηριστικά καύσης και χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο και άζωτο, με μικρότερες εκπομπές CO<sub>2</sub> και SO<sub>2</sub> σε σύγκριση με καύση πετρελαίου για παραγωγή θερμότητας (Lewandowski and Heinz 2003).

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



## 2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Λαμβάνοντας υπόψη την σπουδαιότητα του μίσχανθου ως μια εναλλακτική καλλιέργεια για παραγωγή βιοενέργειας θα διερευνηθεί η δυνατότητα αντικατάστασης μιας δυναμικής καλλιέργειας καλαμποκιού στο Δέλτα Πηνειού εξετάζοντας το ενεργειακό και οικονομικό ισοζύγιο των καλλιεργειών μίσχανθου και καλαμποκιού.

Το θετικό οικονομικό ισοζύγιο θα είναι το κύριο στοιχείο για την αύξηση της καλλιεργούμενης έκτασης με μίσχανθο.

Η παραγόμενη βιομάζα μίσχανθου θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε τοπικό επίπεδο ως καύσιμο υλικό για την παραγωγή θερμότητας και συγκεκριμένα στο εργοστάσιο μεταποίησης μηδικής στην περιοχή Πυργετού όπου γίνεται ξήρανση της χλωρομάζας και μετατροπή σε pellets προς χρήση ως ζωοτροφή ενώ σε άλλη γραμμή παραγωγής γίνεται και ξήρανση καλαμποκιού την περίοδο Οκτωβρίου-Νοεμβρίου με ετήσια ποσότητα ξήρανσης χλωρομάζας μηδικής 34000 τόννοι και καλαμποκιού 7900 τόννοι το έτος 2003. Σήμερα το εργοστάσιο μεταποίησης χρησιμοποιεί ως καύσιμο το υγραέριο με κατανάλωση 1500 τόννους για την χλωρομάζα μηδικής με υγρασία 70% (8500 ton pellets) και 80 τόννους υγραερίου για την ξήρανση καλαμποκιού (μ.ο. υγρασίας 17%). Η θερμική απόδοση του υγραερίου είναι 43,95MJ/kg με βαθμό απόδοσης καυστήρα 90% (καθαρή ενέργεια 39,56MJ/kg). Άρα, για το 2003 για την λειτουργία του εργοστασίου χρειάστηκε ενέργεια 62505000MJ. Η θερμική απόδοση του μίσχανθου είναι 17MJ/kg ξηρής ουσίας.

Με βάση αυτά τα στοιχεία για την λειτουργία του εργοστασίου με καύσιμο βιομάζα μίσχανθου θα χρειάζομασταν ετησίως 3677 τόννους ξηρής ουσίας μίσχανθου για την παραγωγή της οποίας απαιτούνται 1471 στρέμματα με μέση στρεμματική απόδοση 2500kg ξηρής ουσίας.

Στην περιοχή του Δέλτα Πηνειού καλλιεργήθηκαν οι εξής εκτάσεις το 2003:

11500 στρέμματα με καλαμπόκι.

6900 στρέμματα με ζαχαρότευτλα,

8380 στρέμματα με μηδική,

10250 στρέμματα με σιτηρά,

11500 στρέμματα με δένδρα και αμπέλια (στατιστικά στοιχεία Γραφείου Ανάπτυξης Πυργετού, 2003).

Συνεπώς υπάρχει δυνατότητα να καλλιεργηθεί ο μίσχανθος καθώς αξιοποιεί όλους τους τύπους εδαφών και το μικροκλίμα της περιοχής προσφέρεται για την καλλιέργειά του.

Επίσης, η περιοχή παρουσιάζει έντονο οικολογικό ενδιαφέρον ώστε κάθε παρέμβαση να αποβλέπει στο περιβαλλοντικό όφελος.

Με την χρήση της βιομάζας μίσχανθου ως καύσιμο εκτός της οικονομικής ωφέλειας θα έχουμε και περιβαλλοντικό όφελος γιατί κατά την καύση έχουμε μικρότερες εκπομπές CO<sub>2</sub> σε σύγκριση με την καύση υγραερίου (βουτάνιο 80%, προπάνιο 20%), η οποία σύμφωνα με την εξίσωση καύσης υγραερίου  $C_4H_{10} + 13/2O_2 \rightarrow 4CO_2 + 5H_2O$  θα είχαμε έκλυση CO<sub>2</sub> ποσότητας περίπου 1500 λίτρα ή 3000g ανά κιλό υγραερίου, ποσότητα σημαντική ενός παράγοντα που επιδρά στην δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Η συγκομιδή του μίσχανθου αρχίζει μετά τον Νοέμβριο, περίοδο που το εργοστάσιο ελευθερώνεται από την ξήρανση μηδικής και καλαμποκιού έτσι ώστε με την κατάλληλη τροποποίηση της γραμμής παραγωγής να κάνουμε την ξήρανση της χλωρομάζας του μίσχανθου και την επεξεργασία μορφοποίησης σε pellets, λύνοντας κατά αυτόν τον τρόπο το διαχειριστικό πρόβλημα της χλωρομάζας του μίσχανθου καθώς εξοικονομούμε και αποθηκευτικό χώρο και έχουμε και καλύτερη συντήρηση της βιομάζας.

### **3. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ**

#### **1. Θέση και έκταση**

Η περιοχή μελέτης αποτελεί το τμήμα του ελληνικού χώρου που καταλαμβάνεται από το Δέλτα του Πηνειού ποταμού και βρίσκεται στα βορειοδυτικά της Θεσσαλίας βόρεια των Τεμπών (Χάρτης 1). Περιλαμβάνεται μεταξύ των βόρειων γεωγραφικών πλατών 39°52' και 40°00' και των γεωγραφικών μηκών 22°35' και 22°45'. Έχει έκταση περίπου 60km<sup>2</sup>.

#### **2. Κλίμα**

Από κλιματολογικής άποψης το Δέλτα Πηνειού παρουσιάζεται διαφορετικό από την υπόλοιπη θεσσαλική πεδιάδα. Η μέση θερμοκρασία των θερινών μηνών είναι 25,6°C ενώ των χειμερινών 6,1°C. Ο ψυχρότερος μήνας είναι ο Ιανουάριος (4,9°C) και ο θερμότερος ο Ιούλιος (26,6°C). Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 15,7°C και το ετήσιο θερμομετρικό εύρος 21,7°C. Η ετήσια βροχόπτωση είναι 470mm από τα οποία το 25% πέφτουν την περίοδο Σεπτεμβρίου-Νοεμβρίου, το 32% την περίοδο Δεκεμβρίου-Φεβρουαρίου και ένα 27% κατά την άνοιξη (Δαναλάτος, 1992).

Όπως και στην υπόλοιπη θεσσαλική πεδιάδα η βροχόπτωση παρουσιάζει υστέρηση ως προς την δυναμική εξατμισοδιαπνοή στο διάστημα Μαΐου-Σεπτεμβρίου, οδηγώντας σε εκτεταμένη ξηρασία στο τέλος του καλοκαιριού. Από τον Οκτώβριο μέχρι τον Απρίλιο η βροχόπτωση είναι μεγαλύτερη και το πλεόνασμα συμβάλλει στην πλήρωση της ικανότητας αποθήκευσης υγρασίας από το έδαφος.

Σύμφωνα με τον FAO η περίοδος ανάπτυξης των καλλιεργειών διαρκεί γύρω στις 240 μέρες .

Σύμφωνα με τον Παπαδάκη, 1970, το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται ηπειρωτικό μεσογειακό αλλά διαφοροποιείται από εκείνο της πεδιάδας της Λάρισας επειδή έχει δροσερότερο καλοκαίρι.

#### **3. Έδαφος**

Από εδαφολογικής άποψης η περιοχή έχει ως κύριο χαρακτηριστικό της την γονιμότητά της η οποία σε συνδυασμό με την σχετικά υψηλή στάθμη υπόγειου νερού

δημιουργεί συνθήκες κατάλληλες για την καλλιέργεια ανοιξιάτικων ετήσιων καλλιεργειών χωρίς την ανάγκη πολλών αρδεύσεων.

Πέρα όμως από την γεωργική εκμετάλλευση της περιοχής πρέπει να δοθεί σημασία και στην προστασία της γιατί παρουσιάζει τεράστιο οικολογικό ενδιαφέρον.

#### **4.Οικολογία της περιοχής**

Το Δέλτα Πηνειού είναι μια παραθαλάσσια περιοχή που συνδυάζει δάσος,αμμουδιές,και είναι από την μία αλμυρόβατος και από την άλλη γλυκόβαλτος,δηλαδή έχει ασθενές Μεσο-μεσογειακό βιοκλίμα με αριθμό βιολογικώς ξηρών ημερών κατά την θερμή και ξηρά περίοδο μεταξύ 40-75 (Μαυρομάτης.1978).

Σύμφωνα με τον χάρτη βιοκλιματικών ορόφωντης Ελλάδας (Μαυρομάτης.1978) η περιοχή μελέτης έχει χειμώνα ψυχρό με μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα μεταξύ 0 °C και 3 °C και η μεν παραλιακή περιοχή ανήκει στον Ημίξηρο βιοκλιματικό όροφο το δε δυτικό τμήμα ανήκει στον Υφυγρό βιοκλιματικό όροφο (σύμφωνα με τις τιμές του βροχοθερμικού πηλίκου Emberger).







## **4. ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΜΙΣΧΑΝΘΟΥ**

**1.Κατεργασία εδάφους:** Γίνεται με περιστροφικό καλλιεργητή για καταστροφή υπολειμμάτων καλλιέργειας και ενσωμάτωση των λιπασμάτων πριν την εγκατάσταση της φυτείας.

**2.Φύτευση:** Η φύτευση των ριζωμάτων μίσχανθου γίνεται με μεταφυτευτική μηχανή την άνοιξη αρχίζοντας από το δεύτερο δεκαήμερο του Απριλίου και δεν πρέπει να διαρκέσει περισσότερο από 4 εβδομάδες.Χρειάζονται 1000 ριζώματα ανά στρέμμα με αποστάσεις φύτευσης 1m επί των γραμμών και 1m μεταξύ των γραμμών για μια καλή φυτεία.Όταν η συγκομιδή γίνει με σιλοκοπτικό τότε οι αποστάσεις φύτευσης είναι 1m επί των γραμμών και 0,75m μεταξύ των γραμμών.

**3. Άρδευση:** Μπορεί να εφαρμοστεί η τεχνική βροχή (καρούλι) ή αυτόματο σύστημα στάγδην άρδευσης με λάστιχα τοποθετημένα ανά δεύτερη γραμμή φύτευσης.

**4. Συλλογή:** Αρχίζει με τον θερισμό των φυτών με το χορτοκοπτικό,την συγκέντρωση σε γραμμές όπου με μηχανήματα χορτοσυλλεκτικά επιταχύνεται η ξήρανση της φυτομάζας στον αγρό.Για να γίνει η δεματοποίηση θα πρέπει να αποβληθεί αρκετή υγρασία και εδώ είναι το πρόβλημα της διαχείρισης της βιομάζας γιατί η εποχή συγκομιδής δεν προσφέρεται ώστε το θερισμένο χόρτο να παραμείνει πολλές μέρες στον αγρό.

Στο στάδιο αυτό υπάρχει η λύση του σιλοκοπτικού μηχανήματος με το οποίο γίνεται ο θερισμός και ο ψιλοτεμαχισμός του μίσχανθου και ακολούθως φορτώνεται στο όχημα μεταφοράς για την προώθηση του υλικού στην μονάδα για ξήρανση και καύση για την παραγωγή θερμότητας ή για την διαδικασία πελετοποίησης ώστε να μπορεί να αποθηκευτεί.

## **5. ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ**

**1. Προετοιμασία γωραφιού:** Εφαρμόζεται ένα βαθύ φθινοπωρινό όργωμα και την άνοιξη πριν την σπορά ακολουθούν σβαρνίσματα για καλή σποροκλίση.

**2. Σπορά:** Η σπορά γίνεται με πνευματικές σπαρτικές μηχανές, όταν η θερμοκρασία εδάφους σταθεροποιηθεί στους 14 °C και πάνω.

Το βάθος σποράς κυμαίνεται μεταξύ 3-5 εκατοστών σε γραμμική σπορά σε αποστάσεις μεταξύ των γραμμών 75-80 εκατοστών και επί των γραμμών 30 εκατοστά περίπου ανάλογα με την πυκνότητα που θέλουμε να και η οποία προσδιορίζεται από τον δείκτη FAO και εξαρτάται από τον βιολογικό κύκλο της ποικιλίας που χρησιμοποιούμε. Για υβρίδια μεγάλου βιολογικού κύκλου θέλουμε 6500-7500 φυτά το στρέμμα, για υβρίδια μέσου βιολογικού κύκλου 7000-8000 φυτά ενώ για υβρίδια μικρού βιολογικού κύκλου 8000-9000 φυτά. Η ποσότητα σπόρου που χρησιμοποιούμε είναι περίπου 2,5 κιλά ανά στρέμμα ανάλογα με το μέγεθος του σπόρου. Η σωστή πυκνότητα φυτών παίζει ρόλο στην παραγωγή.

**3. Λίπανση:** Για την λίπανση του καλαμποκιού χρησιμοποιούμε 25-30 μονάδες N στο στρέμμα και 10 μονάδες φωσφόρου στο στρέμμα .

**4. Ζιζανιοκτόνα:** Εφαρμόζουμε ζιζανιοκτόνα προσπαρτικά-προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά.

**5. Άρδευση:** Το καλαμπόκι εκτός από την μεγάλη αζωτούχο λίπανση χρειάζεται και άφθονο νερό. Υπάρχει μια κριτική περίοδος που δεν πρέπει να λείπει το νερό από το καλαμπόκι και αυτή είναι 15 ημέρες πριν την άνθηση και διαρκεί μέχρι το τέλος αυτής.

Η άρδευση γίνεται συνήθως με αυλάκια και όπου οι κλίσεις και η σύσταση του εδάφους το επιτρέπουν εφαρμόζεται η τεχνητή βροχή ή η στάγδην άρδευση . Οι συνολικές απαιτήσεις του καλαμποκιού σε νερό κυμαίνονται μεταξύ 500 και 800 χιλιοστών και εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες (θερμοκρασία, υγρασία, έδαφος, πυκνότητα φυτών κ.α.).

**6. Συγκομιδή:** Η κατάλληλη εποχή συγκομιδής του καλαμποκιού είναι όταν η υγρασία των σπόρων φτάσει στο 14% και γίνεται με τις θεριζοαλωνιστικές μηχανές συγκομίζοντας μόνο τον καρπό ο οποίος πηγαίνει στο ξηραντήριο για την αποβολή της επιπλέον υγρασίας.

**7. Ενεργειακή αξία:** Ο κόκκος του καλαμποκιού συγκριτικά με των άλλων σιτηρών είναι τροφή νεγαλύτερης ενεργειακής αξίας. Αυτό οφείλεται στη συγκριτικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε λάδι το οποίο αποδίδει 2,5 φορές περισσότερη ενέργεια από τους υδατάνθρακες.

Στο Α' μέρος θα παρουσιαστεί το ισοζύγιο, ενεργειακό και οικονομικό, της καλλιέργειας του μίσχανθου ενώ στο Β' μέρος το ισοζύγιο, ενεργειακό και οικονομικό, της καλλιέργειας του καλαμποκιού για να γίνει στην συνέχεια σύγκριση και αξιοποίηση των αποτελεσμάτων.

**ΜΕΡΟΣ Α΄**  
**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΜΙΣΧΑΝΘΟΥ**

**Πίνακας Α1: Συνολικής ενέργειας σταθερών στοιχείων των μηχανημάτων στην καλλιέργεια του μίσχανθου**

Μηχάνημα	Βάρος μηχ/τος (kgr)	Ενέργεια κατασκευής (MJ)	Ενέργεια μεταφοράς (MJ)	Ενέργεια συντήρησης επισκευών (MJ)	Ενέργεια στέγασης (MJ)	Συνολική ενέργεια (MJ)	ε %
Ελκυστήρας	5000	433850	44000	212587	13016	703453	0,49
Καλλιεργητής	1050	91109	9240	53754	2733	156836	0,59
Φυτευτική μηχανή	1500	130155	13200	55967	3905	203227	0,43
Χορτοκοπτικό	220	19090	1936	6300	573	27899	0,33
Χορτοσυλλεκτικό	180	15619	1584	6092	469	23764	0,39
Λιπασματοδιανομές	120	10412	1056	3644	312	15424	0,35
Αντλία	150	13016	1320	2603	390	17329	0,2
Λάστιχα	30	2603	264	2213	78	5158	0,85
Σωλήνες	40	3471	352	1736	104	5663	0,5
Χορτοδετικό	900	78093	7920	30456	2343	118812	0,39
Πλατφόρμα	2000	173540	17600	86770	5206	283116	0,50

Ως ενέργεια κατασκευής μηχανημάτων (υλικών και βιομηχανοποίησης) βρέθηκε ότι απαιτούνται 86,77MJ/kg του βάρους μηχανήματος (Pimentel,1980) ενώ για την μεταφορά χρειάζονται επιπλέον 8,8MJ/kg (Loewer,1977).

Ε:Είναι το ποσοστό ενέργειας κατασκευής που αναλογεί για επισκευές και συντήρηση (Fluck,1985).

Η ενέργεια στέγασης είναι το 3% της ενέργειας κατασκευής.



**Πίνακας Α2: Στοιχείων μηχανημάτων που χρησιμοποιήθηκαν στην καλλιέργεια μίσχανθου**

<i>Μηχάνημα</i>	<i>Ταχύτητα εργασίας (km/h)</i>	<i>Πλάτος εργασίας (m)</i>	<i>Θεωρητική απόδοση στρ/h</i>	<i>Καταναλισκόμενη ενέργεια έλξης (MJ/στρ)</i>	<i>Καταναλισκόμενη ενέργεια PTO (MJ/στρ)</i>
<i>Καλλιεργητής περιστροφικός</i>	3,52	2,5	8,8	2,05	18,03
<i>Μεταφυτευτική</i>	4,5	4	18	0,18	0,29
<i>Χορτοκοπτικό</i>	8	2,1	16,8	3,21	2,35
<i>Χορτοσυλλέκτης</i>	8	4	32	2,90	2,60
<i>Λιπασματοδιανομέας</i>	6	10	60	-	0,92
<i>Χορτοδετική</i>	8	6,3	50,4	3,10	2,80



**Πίνακας Α3: Καταναλισκόμενη ενέργεια μηχανημάτων στην καλλιέργεια  
μίσχανθου**

<i>Μηχάνημα</i>	<i>Ενέργεια σταθερών στοιχείων (MJ)</i>	<i>Διάρκεια ζωής (h)</i>	<i>Απόδοση (στρ/h)</i>	<i>Καταναλισκόμενη ενέργεια μηχανήματος (MJ/στρ)</i>	<i>Συνολική ενέργεια (MJ/στρ)</i>
	1	2	3	4=1/2*3	
<i>Καλλιεργητής(περιστροφικός)</i>	156836	1500	8,8	11,88	
<i>Ελκυστήρας</i>	703453	10000	8,8	7,99	19,87
<i>Φυτευτική</i>	203227	5000	18	2,26	
<i>Ελκυστήρας</i>	703453	10000	18	3,90	6,16
<i>Χορτοκοπτικό</i>	27899	1500	16,8	1,107	
<i>Ελκυστήρας</i>	703453	10000	16,8	4,187	5,29
<i>Χορτοσυλλεκτικό</i>	23764	1500	32	0,495	
<i>Ελκυστήρας</i>	703453	10000	32	2,198	2,693
<i>Λιπασματοδιανομέας</i>	15424	3000	60	0,086	
<i>Ελκυστήρας</i>	703453	10000	60	1,172	1,26
<i>Αντλητικό συγκρότημα</i>	28150	10000	0,375	7,5	7,5
<i>Ελκυστήρας</i>	703453	10000	50	1,4	
<i>Χορτοδετική</i>	118812	1500	50	1,6	3,0
<i>Ελκυστήρας *</i>	703453	10000	6	11,7	
<i>Πλατφόρμα *</i>	283116	10000	6	4,7	16,42
<i>ΣΥΝΟΛΟ</i>					62,19
<i>Σιλοκοπτικό</i>			8	37,75	37,75

\* Εδώ η απόδοση μετριέται με την μεταφορική ικανότητα της πλατφόρμας 5 τόννων ανά δρομολόγιο και για μέση απόσταση μεταφοράς 5km ως τον τόπο συγκέντρωσης της βιομάζας.

**Πίνακας Α4/1: Άμεσες εισροές ενέργειας από την χρήση μηχανημάτων**

Μηχάνημα	Ενέργεια έλξης (MJ/στρ)	Ενέργεια PTO (MJ/στρ)	Ενέργεια καυσίμων (MJ/στρ)	Ενέργεια λιπαντικών (MJ/στρ)	Ενέργεια ανθρώπινης εργασίας (MJ/στρ)	Συνολική ενέργεια (MJ/στρ)
Περιστρ.καλλιεργητής	2,05	18,03	115,40	4,62	1,44	121,50
Μεταφνευτική	0,15	0,29	23	0,92	0,72	24,64
Χορτοκοπτικό *	3,21	2,35	40,68	1,62	0,77	43,07
Χορτοσυλλέκτες *	2,90	2,60	39,34	1,57	0,41	41,32
Λιπασματοδιανομέας	-	0,92	5	0,2	0,22	5,42
Χορτοδοτικό	3,10	2,80	42,17	1,68	0,58	44,43
Πλατφόρμα	0,6	-	5,23	0,21	-	5,44
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>						<b>285,82</b>

#### Παρατηρήσεις πίνακα A4

Η ενέργεια του καυσίμου που καταναλώνεται ισούται με το πηλίκο της ενέργειας που μας δίνουν οι δυναμομετρήσεις στην έλξη και στο PTO με τον αντίστοιχο συνολικό συντελεστή απόδοσης της ενέργειας σε παρελκόμενα μηχανήματα ο οποίος για την έλξη σε ακαλλιέργητο έδαφος είναι 0,1147 ενώ σε καλλιεργημένο έδαφος είναι 0,102 ενώ ο συντελεστής απόδοσης ενέργειας στο PTO είναι ίσος με 0,1849 (Τσατσαρέλης,1995).

Η ενέργεια του λιπαντικού που χρησιμοποιείται για την λίπανση του κινητήρα εκτιμάται ότι είναι ίση με το 4% της ενέργειας του καταναλισκόμενου καυσίμου.

Στον ίδιο πίνακα υπολογίζεται με βάση την θεωρητική απόδοση των μηχανημάτων και η ενέργεια της ανθρώπινης εργασίας η αξία της υπολογίζεται εκτιμώντας την μεταβολική ενέργεια που καταναλώνει ο άνθρωπος όταν δεν εργάζεται καθώς και την ενέργεια για εξασφάλιση ενός μέσου επιπέδου διαβίωσης. Η τιμή υπολογίστηκε για ένα εργάτη ίση με 13 MJ/h (Freedman,1982).

\* Στην περίπτωση που η συγκομιδή γίνει με σιλοκοπτικό τότε λαμβάνουμε υπόψιν την ενέργεια από την χρήση του σιλοκοπτικού και την μεταφορά της ψιλοτεμαχισμένης παραγωγής στον τόπο χρήσης. Η καταναλισκόμενη ενέργεια του σιλοκοπτικού ισούται με 37,75MJ/στρ. (δηλ.1,26MJ/300kg/min ή 5,04MJ/min ή 37.75MJ/στρ. για απόδοση 8στρ/h, Θ.Γέμτος-προσωπική επικοινωνία).

**ΠΙΝΑΚΑΣ Α4/2: Άμεσες εισροές ενέργειας της καλλιέργειας μίσχανθου όταν η συγκομιδή γίνεται με σιλικοπτικό**

Μηχανήματα	Ενέργεια έλξης MJ/στρ	Ενέργεια PTO MJ/στρ	Ενέργεια καυσίμου MJ/στρ	Ενέργεια λιπαντικών MJ/στρ	Ενέργεια ανθρώπινης εργασίας MJ/στρ	Συνολική ενέργεια MJ/στρ
Καλλιεργητής περιστροφικός	2,05	18,03	115,40	4,62	1,44	121,50
Μεταφυτευτική μηχανή	0,15	0,29	23	0,92	0,72	24,64
Λιπασματοδιανομέας	-	0,92	5	0,2	0,22	5,42
Σιλικοπτικό (αυτοκινούμενο)	-	-	56,47	2,26	1,62	60,35
Πλατφόρμα	0,6	-	5,23	0,21	-	5,44
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>						<b>217,35</b>

Στον Πίνακα Α4/2 δεν συμμετέχουν οι άμεσες εισροές του χορτοκοπτικού, του χορτοσυλλέκτη και του χορτοδετικού καθώς η συγκομιδή γίνεται με σιλικοπτικό μηχάνημα.

Ενέργεια λιπασμάτων

Σύμφωνα με πειραματικά δεδομένα η ποσότητα αζωτούχου λιπάσματος που εφαρμόζεται κατά την εγκατάσταση της φυτείας είναι 10 μονάδες Ν ανά στρέμμα. Η συνολική ενέργεια που εισρέει στην καλλιέργεια από την χρήση λιπασμάτων ανά στρέμμα ισούται με την ενέργεια παραγωγής λιπάσματος συν την ενέργεια συσκευασίας και την ενέργεια μεταφοράς όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Θρεπτικό στοιχείο	Ενέργεια παραγωγής	Ενέργεια συσκευασίας	Ενέργεια μεταφοράς	Συνολική ενέργεια
N	69,5	2,6	4,5	76,6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7,7	2,6	5,7	16
K <sub>2</sub> O	6,4	1,8	4,6	12,8

Συνεπώς, η ενέργεια 10 μονάδων N ισούται με  $10\text{kg/στρ} \cdot 76,6\text{MJ/kg} = 766\text{MJ/στρ}$

#### Ενέργεια φυτευτικού υλικού

Λαμβάνεται ως ποσότητα 2,5kg ριζωμάτων ανά στρέμμα και με ενέργεια παραγωγής 44,32MJ/kg. Επομένως, η συνολική ενέργεια ισούται με  $2,5\text{kg/στρ} \cdot 44,32\text{MJ/kg} = 110,8\text{MJ/στρ}$ .

Λόγω της μη ύπαρξης στοιχείων στη βιβλιογραφία σχετικά με την ενέργεια 1kg ριζωμάτων, αλήφθη υπόψη η ενέργεια που χρειάζεται για την παραγωγή 1kg σπόρου βαμβακιού ίση με 44,32MJ (Heitchel, 1998).

#### Ενέργεια άρδευσης

Τα πειραματικά αποτελέσματα δίνουν  $E = 795,312\text{MJ/στρ}$  για την άρδευση της καλλιέργειας μίσχανθου με συνολική ποσότητα νερού  $350\text{mm}(\text{m}^3/\text{στρ})$  για αριθμό αρδεύσεων 7 με διάρκεια άρδευσης 2h/στρ. με σταγόνα (Κάβουρας Σ., μεταπτυχιακή μελέτη 2003).

#### Εκροές ενέργειας

Η συνολική ενέργεια του συστήματος προκύπτει από την ενέργεια της παραγόμενης βιομάζας ητοι  $2500\text{kg/στρέμμα}$ .

Θεωρώντας ότι για την παραγωγή ενός κιλού βιομάζας μίσχανθου χρειάζεται ενέργεια 17MJ/kg τότε έχουμε την συνολική ενέργεια από την παραγωγή βιομάζας  $2500\text{kg} \cdot 17\text{MJ/kg} = 42500\text{MJ/στρ}$ .



### Πίνακας Α5/1:Ενεργειακού ισοζύγιου καλλιέργειας μίσχανθου

	Εισροές(MJ/στρ)		Εκροές(MJ/στρ)
Σταθερές εισροές	62,19		
Άμεσες εισροές	285,82		
Ενέργεια λιπασμάτων	766	Παραγωγή βιομάζας	
Ενέργεια άρδευσης	795,3	μίσχανθου	42500 MJ/στρ.
Εέργεια ριζωμάτων	110,8	2500kg/στρ*17MJ/kg	
Σύνολο εισροών	2020MJ/στρ	Σύνολο εκροών	42500 MJ/στρ

Καθαρή ενεργειακή απόδοση=42500-2020=40480 MJ/στρ.

Η θερμική απόδοση από την καύση του μίσχανθου με καυστήρα βιομάζας είναι άνω του 65% άρα έχουμε 40480MJ/στρ\*0,65=23312MJ/στρ. παραγωγή θερμότητας.

Απόδοση καύσης υγραερίου 10500cal/kg\*4,186=43,953MJ/kg

Βαθμός απόδοσης 90% άρα 43,953\*0,9=39,558MJ/kg

Σε αντιστοιχία με την καύση υγραερίου τα 26312MJ αποδίδονται με την καύση 665kg υγραερίου.

Δηλαδή,από την καλλιέργεια μίσχανθου και για κάθε στρέμμα εξασφαλίζουμε θερμική ενέργεια ποσότητας υγραερίου ίσης με 665kg/στρέμμα και δεδομένου οτι η τιμή υγραερίου είναι 0,35€/kg θα έχουμε ένα οικονομικό αποτέλεσμα 233€/στρ.

Κάνοντας χρήση του σιλικοπτικού για την συγκομιδή θα έχουμε την σύνταξη του πίνακα Α5/2.



**Πίνακας A5/2: Ενεργειακού ισοζυγίου καλλιέργειας μίσχανθου συγκομίζοντας με σιλικοπτικό**

<i>Εισροές(MJ/στρ)</i>		<i>Εκροές(MJ/στρ)</i>	
Σταθερές εισροές	88,96		
Άμεσες εισροές	217,35		
Ενέργεια λιπασμάτων	766,00	Παραγωγή βιομάζας	Ενέργεια παραγόμενης
Ενέργεια άρδευσης	795,30	2500kg	βιομάζας
Εέργεια ριζωμάτων	110,80		2500kg/στρ*17MJ/kg=
			42500 MJ/στρ.
Σύνολο εισροών	1978MJ/στρ	Σύνολο εκροών	42500MJ/στρ

Καθαρή ενέργεια :  $42500\text{MJ}/\sigma\tau\rho - 1978\text{ MJ}/\sigma\tau\rho = 40522\text{ MJ}/\sigma\tau\rho$  και η ενεργειακή απόδοση καυστήρα μίσχανθου είναι  $40522\text{MJ}/\sigma\tau\rho * 0,65 = 26339\text{ MJ}/\sigma\tau\rho$ .

Παρατηρώντας και συγκρίνοντας τους πίνακες A4/1 με A4/2 και A5/1 με A5/2 βλέπουμε οτι δεν υπάρχει ουσιαστική διαφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο από τον τρόπο συγκομιδής. Εκείνο που διαφοροποιεί την συγκομιδή με την χρήση σιλικοπτικού είναι ο ψιλοτεμαχισμός της βιομάζας και η άμεση μεταφορά στον χώρο χρήσης χωρίς την χρονοβόρα διαδικασία της κοπής, ξήρανσης στον αγρό και δεματοποίησης.

## Πίνακας Α6: Δαπάνες παραγωγής καλλιέργειας μίσχανθου

ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΥΛΙΚΑ	€/στρέμμα	€/kg	€/MJ
Εγκατάσταση	10.7	0.004	0.00023
Λίπανση	8.0	0.003	0.00017
Άρδευση	30	0.012	0.00070
Μεταφορά	1.8	0.0003	0.000017
Εξοπλισμός	25	0.01	0.00059
Εργατικά	24	0.0096	0.00056
Πελετοποίηση	46	0.018	0.00105
Σύνολο παραγωγικών δαπανών	145,5	0.0569	0.003327

- Μέση στρεμματική απόδοση 2500kg/στρ
- Στον πίνακα Α6 υπολογίσαμε και έγινε επιμερισμός των δαπανών εγκατάστασης και εξοπλισμού για διάρκεια φυτείας 20 ετών καθώς αυτές οι δαπάνες γίνονται μόνο στην αρχή της εγκατάστασης της φυτείας του μίσχανθου.
- Η καλλιέργεια του μίσχανθου έχει στρεμματική ενίσχυση ως ενεργειακή καλλιέργεια ύψους 4,5€.

### Πίνακας Α6: Οικονομικό ισοζύγιο παραγωγής μίσχανθου

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

#### 1. Αγορά πολλαπλασιαστικού υλικού:

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

**2.Φύτευση:** Υπολογίζεται οτι χρειάζονται 1,5 ανθρωποημέρες για φύτευση ενός στρέμματος και με απρόβλεπτα έξοδα το κόστος φύτευσης είναι 3,1€/έτος/στρ.

**3.Λίπανση:** Εφαρμόζεται σε μικρές ποσότητες μετά το 2<sup>ο</sup> έτος εγκατάστασης.Με 8 μονάδες αζώτου ανά έτος και στρέμμα συν τα εργατικά εκτιμάται το κόστος σε 8€/στρ/έτος.

**4.Άρδευση:** Το κόστος άντλησης ανέρχεται σε 4€/στρ/έτος.

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

**6.Πελετοποίηση:** Το κόστος τελικής συμπύκνωσης ισούται με 46€/στρ/έτος.

**7.Ενοίκιο αγρού:** Υπολογίζεται οτι το ενοίκιο ανέρχεται σε 60€/στρ/έτος.

**8.Αγορά εξοπλισμού:** Θεωρούμε οτι για την φυτεία 20ετούς διάρκειας θα χρειαστεί να αγοραστεί όλος ο μηχανολογικός εξοπλισμός ήτοι:

- 
- Ελκυστήρας(80hp):80000€
- Μηχανήματα κοπής-συλλογής-δεματοποίησης:40000€
- Αντλία άρδευσης:10000€
- Άρδευτικός εξοπλισμός:30000€
- Λοιπός εξοπλισμός:15000€

Σύνολο : 175000€

Επομένως,αν δεχτούμε οτι αυτός ο εξοπλισμός αξιοποιείται αποτελεσματικά με την καλλιέργεια 350 στρεμμάτων τότε το κόστος του εξοπλισμού ανέρχεται σε 25€/στρ/έτος.

**9.Εργασία και αναλώσιμα:** Άν υπολογίσουμε την αμοιβή ενός εργάτη σε 12μηνη βάση ίση με 12\*600€/μήνα =7200€ και εποχιακή εργασία στην συγκομιδή και αποθήκευση σε 1500€ για την παραγωγή 350 στρεμμάτων τότε η συνολική δαπάνη εργασίας και αναλώσιμων είναι 24€/στρ/έτος.

**ΜΕΡΟΣ Β'**  
**ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ ΚΑΙ ΕΚΡΟΩΝ ΣΤΗΝ**  
**ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ**

**Πίνακας Β1: Συνολική ενέργεια σταθερών στοιχείων μηχανημάτων**

<i>Μηχάνημα</i>	<i>Βάρος μηχ/τος (kgr)</i>	<i>Ενέργεια κατασκευής (MJ)</i>	<i>Ενέργεια μεταφοράς (MJ)</i>	<i>Ενέργεια συντήρησης επισκευών (MJ)</i>	<i>Ενέργεια στέγασης (MJ)</i>	<i>Συνολική ενέργεια (MJ)</i>	<i>Συντελε- στής e</i>
<i>Ελκυστήρας</i>	5000	433850	44000	212587	13016	703453	0.49
<i>Άροτρο</i>	450	39046	3960	37875	1172	82053	0.97
<i>Καλλιεργητής</i>	600	52062	5280	26552	1562	85456	0.51
<i>Δισκοσβάρνα</i>	1050	91108	9240	55576	2733	158657	0.61
<i>Σπαρτική</i>	350	30370	3080	13059	911	47420	0.43
<i>Λιπασματοδιανομέας</i>	150	13015	1320	6377	390	21102	0.49
<i>Ψεκαστικό</i>	300	26031	2640	9631	781	39083	0.37
<i>Αντλητικό συγκρότημα</i>	220	19090	1936	6552	572	28150	0.34
<i>Θερμοαλωνιστική</i>	7000	607390	61600	145774	18222	832986	0.24
<i>Σκαλιστήρι</i>	300	26031	2640	15098	781	44550	0.58

e = συντελεστής εκτίμησης ενέργειας επισκευών-συντήρησης



**Πίνακας Β2:Στοιχείων των μηχανημάτων που χρησιμοποιήθηκαν στην καλλιέργεια καλαμποκιού**

Μηχάνημα	Ταχύτητα εργασίας (km/h)	Πλάτος εργασίας (m)	Θεωρητική απόδοση (στρ/h)	Καταναλισκόμενη ενέργεια έλξης (MJ/στρ)	Καταναλισκό- μενη ενέργεια PTO (MJ/στρ)
Άροτρο	3,2	1,2	3,9	23,2	-
Καλλιεργητής	6,0	2,3	15,0	8,5	-
Δισκοσβάρνα	-	-	20	2,5	-
Σπαρτική	7,1	3,2	22,6	0,6	0,4
Λιπασματο- διανομέας	5,0	10,0	50,0	-	0,2
Ψεκαστικό	5,0	12,0	50,0	-	0,1

**Πίνακας Β3:Καταναλισκόμενης ενέργειας μηχανημάτων στην καλλιέργεια καλαμποκιού**

Μηχάνημα	Ενέργεια σταθερών στοιχείων (MJ)	Διάρκεια ζωής (h)	Απόδοση (στρ/h)	Κατανάλωση ενέργειας μηχανήματος (MJ/στρ)	Συνολική ενέργεια εργασιών (MJ/στρ)
Άροτρο	82053	2000	3,9	10,5	
Ελκυστήρας	703453	10000	3,9	18,0	28,5
Καλλιεργητής βαρύς	85456	2000	15	2,85	
Ελκυστήρας	703453	10000	15	23,45	26,3
Δισκοσβάρνα	158657	2000	20	3,97	
Ελκυστήρας	703453	10000	20	3,52	7,49
Λιπασματοδιανομέας	21102	3000	50	0,14	
Ελκυστήρας	703453	10000	50	1,40	1,54
Σπαρτική	47420	1200	22	1,8	
Ελκυστήρας	703453	10000	22	3,2	5,0
Αντλητικό συγκρότημα	28150	10000	0,375	7,5	7,5
Θεριζ/στική	832986	3000	16	17,35	17,35
Ψεκαστικό	39083	1500	50	0,52	1,92
Ελκυστήρας	703453	10000	50	1,40	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>					<b>95,6</b>



**Πίνακας Β4: Άμεσες εισροές ενέργειας από την χρήση μηχανημάτων στην καλλιέργεια καλαμποκιού**

Μηχάνημα	Ενέργεια έλξης (MJ/στρ)	Ενέργεια PTO (MJ/στρ)	Ενέργεια καυσίμων (MJ/στρ)	Ενέργεια λιπαντικών (MJ/στρ)	Ενέργεια ανθρώπινης εργασίας (MJ/στρ)	Θεωρητική απόδοση μηχανημάτων (στρ/h)	Συνολική ενέργεια (MJ/στρ)
Καλλιεργητής	8,5	-	74,10	2,96	0,87	15	77,93
Δισκοσβάρνα	2,5	-	21,80	0,87	0,65	20	23,32
Λιπασματο- διανομέας	-	0,2	1,08	0,04	0,26	50	1,38
Σπαρτική	0,6	0,4	8,05	0,32	0,59	22	8,96
Άροτρο	23,2	-	202,27	8,10	3,33	3,9	213,7
Ψεκαστικό	-	0,1	0,54	0,02	0,26	50	0,82
Σύνολο							326,11

Η ενέργεια του καταναλισκόμενου καυσίμου ισούται με το πηλίκο της ενέργειας που δίνουν οι δυναμομετρήσεις στην έλξη και το PTO με τον συνολικό συντελεστή απόδοσης της ενέργειας σε παρελκόμενα μηχανήματα ο οποίος είναι για έδαφος ακαλλιεργητο 0,1147 και για έδαφος καλλιεργημένο 0,102.

Για το PTO ο συντελεστής είναι 0,1849.

Η ενέργεια των λιπαντικών προσδιορίζεται στο 4% της ενέργειας των καυσίμων.

Η ενέργεια της ανθρώπινης εργασίας υπολογίζεται με βάση την θεωρητική απόδοση των μηχανημάτων και την ωριαία ενέργεια της ανθρώπινης εργασίας που ισούται με 13MJ/h.

Ενέργεια λιπασμάτων

Έχουμε λοιπόν εφαρμοζόμενες ποσότητες N:  $76,6\text{MJ/kg} \cdot 30\text{kg} = 2298\text{MJ}$  και  $\text{P}_2\text{O}_5: 16\text{MJ/kg} \cdot 10\text{kg} = 160\text{MJ}$  και συνολικά 2458MJ.

Η καλλιέργεια του καλαμποκιού είναι πιο ενεργειακά δαπανηρή λόγω των αυξημένων απαιτήσεων σε αζωτούχο λίπανση με βάση τις λιπαντικές μονάδες που απαιτούνται και την ενεργειακή περιεκτικότητα των θρεπτικών στοιχείων υπολογίζονται οι ενεργειακές εισροές μέσω των λιπασμάτων.

### Ενέργεια σπόρου

Με βάση την χρησιμοποιούμενη ποσότητα σπόρου καλαμποκιού και την ενεργειακή περιεκτικότητα υπολογίζεται η εισροή ενέργειας μέσω των σπόρων σποράς.

Ποσότητα  $2,8\text{kg}/\sigma\tau\rho * 103,9\text{MJ}/\text{kg} = 291\text{MJ}/\sigma\tau\rho$ .

### Ενέργεια άρδευσης

Από πειράματα έχει βρεθεί ότι η καθαρή ενέργεια που καταναλώνεται για την άρδευση του καλαμποκιού με ύψος νερού 550mm και μανομετρικό ύψος 105m ισούται με  $E_{\text{αρδευσης}} = 570\text{MJ}/\sigma\tau\rho$ .

### Ενέργεια φυτοφαρμάκων

Με βάση την χημική σύσταση των ζιζανιοκτόνων που χρησιμοποιούνται και των επεμβάσεων που απαιτούνται εκτιμάται η ενεργειακή περιεκτικότητα της δραστικής ουσίας (ενέργεια παραγωγής, ενέργεια μορφοποίησης, συσκευασίας, μεταφοράς και διανομής).

Ενέργεια(ζιζανιοκτόνων και ψεκαστικού)= $68,1\text{MJ}/\sigma\tau\rho$ .

### **Πίνακας Β5:Συνολική ενέργεια σταθερών στοιχείων και συνολικές άμεσες εισροές**

<i>Μηχάνημα</i>	<i>Συνολική ενέργεια σταθερών στοιχείων(MJ/στρ)</i>	<i>Σύνολο άμεσων εισροών (MJ/στρ)</i>
<i>Άροτρο-Ελκυστήρας</i>	28,5	213,70
<i>Καλλιεργητής-Ελκυστήρας</i>	26,3	77,93
<i>Δισκοσβάρνα-Ελκυστήρας</i>	7,49	23,32
<i>Λιπασματοδιανομέας</i>	1,54	1,38
<i>Ελκυστήρας</i>		
<i>Σπαρτική-Ελκυστήρας</i>	5,0	8,96
<i>Ψεκαστικό-Ελκυστήρας</i>	1,92	0,82
<i>Θεριζοαλωνιστική</i>	17,35	58,73
<i>Σύνολο</i>	88,10	384,84

**Πίνακας Β6:Ισοζύγιο ενέργειας καλλιέργειας καλαμποκιού**

<b>ΕΙΣΡΟΕΣ(MJ/στρ)</b>		<b>ΕΚΡΟΕΣ(MJ/στρ)</b>
Σταθερές εισροές	88,10	Παραγωγή καλαμποκιού με υγρασία
Άμεσες εισροές	384,84	14%1350kg/στρ ή 1161kg/στρ ξηρά ουσία
Ενέργεια λιπασμάτων	2458	
Ενέργεια άρδευσης	570	Ενέργεια 1161kg/στρ*18MJ/kg.=20898MJ/στρ.
Ενέργεια σπόρων	291	Στελέχη:1000kg/στρ*17MJ/kg=17000MJ/στρ
Ενέργεια φυτοφαρμάκων	68,1	
Σύνολο εισροών	3860	Σύνολο εκροών 37898MJ/στρ.

Καθαρή ενεργειακή απόδοση: $37898-3860=34038\text{MJ/στρ.}$

Η καθαρή ενέργεια του σιτιρεσίου των παραγωγικών ζώων εξαρτάται από την θρεπτική αξία των τροφών που χρησιμοποιούνται από τον οργανισμό του ζώου για την παραγωγή ωφέλιμου έργου και για την δόμηση ειδικών ουσιών οι οποίες είτε αντικαθιστούν την φθορά της ζώσας ύλης είτε μετέχουν στην παραγωγή ζωικών προϊόντων ως συστατικά αυτών(Καλαϊσάκης).

**Πίνακας Β7:Παραγωγικές δαπάνες καλλιέργειας καλαμποκιού**

<b>Εργασίες</b>	<b>Δαπάνες €/στρ</b>	<b>Δαπάνες €/kg</b>
Όργωμα	15	0,011
Καλλιεργητής	8	0,006
Δισκοσβάρνισμα	8	0,006
Λίπανση	4	0,003
Σπορά	4	0,003
Σκαλιστήρι	5	0,004
Άρδευση	40	0,03
Αλωνισμός	15	0,011
Φάρμακα	15	0,007
Λίπασμα	29	0,021
Σπόρος	16	0,012
Κύσιμα/ρέυμα	16	0,012
Σύνολο	175	0,10

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

#### Ανάλυση πίνακα B7:

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



## 6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σχεδιάζοντας την αντικατάσταση της καλλιέργειας του καλαμποκιού με την καλλιέργεια του Μίσχανθου στην περιοχή του Δέλτα Πηνειού του Ν.Λάρισας θα παρουσιάσουμε τα οικονομικά αποτελέσματα των καλλιεργειών ώστε να βγάλουμε τα συμπεράσματα που θα χρησιμοποιηθούν για την λήψη αποφάσεων σχετικά με την εισαγωγή ενός καινούργιου κλάδου σε μια Γεωργική Εκμετάλλευση.

Ως οικονομικά αποτελέσματα χαρακτηρίζονται βασικά οι πρόσοδοι, τα εισοδήματα και τα κέρδη που προκύπτουν από τον συσχετισμό της αξίας της παραγωγής με τις απαιτούμενες δαπάνες για την πραγματοποίησής της.

Ο δείκτης της καθαρής προσόδου μπορεί να μας δώσει σαφή εικόνα της οικονομικότητας ενός κλάδου παραγωγής. Η καθαρή πρόσοδος περιέχει το κέρδος, τους τόκους κεφαλαίου και το ενοίκιο εδάφους. Στην δική μας περίπτωση οι τόκοι και το ενοίκιο είναι ίδια ποσά και στις δύο καλλιέργειες, συνεπώς η καθαρή πρόσοδος ταυτίζεται με το κέρδος.

Το κέρδος λογίζεται ως η διαφορά της ακαθάριστης προσόδου και των συνολικών δαπανών παραγωγής. Η ακαθάριστη πρόσοδος ισούται με το γινόμενο της παραγωγής επί την τιμή πώλησης του προϊόντος.

Η σχέση είναι:

Καθαρή Πρόσοδος = Ακαθάριστη Πρόσοδος - Συνολικές Παραγωγικές Δαπάνες

Στην καλλιέργεια καλαμποκιού έχουμε τα εξής οικονομικά μεγέθη ανά στρέμμα.

Ακαθάριστη Πρόσοδος =  $1350 \text{ kg/στρ} * 0,15 \text{ €/kg} = 202,5 \text{ €/στρ} + 50 \text{ €/στρ}$  επιδότηση.

Παραγωγικές Δαπάνες =  $175 \text{ €/στρ}$  (Πίνακας Β7).

Καθαρή Πρόσοδος =  $252,5 \text{ €/στρ} - 175 \text{ €/στρ} = 77,5 \text{ €/στρ}$ .

Εξετάζοντας τα οικονομικά μεγέθη της καλλιέργειας του μίσχανθου θα έχουμε τα εξής:

Για μια μέση παραγωγή  $2500 \text{ kg/στρ}$  βιομάζας Μίσχανθου και προκειμένου να εισπράξουμε ως καθαρή πρόσοδο τουλάχιστον την καθαρή πρόσοδο του καλαμποκιού, δηλαδή το ποσό των  $77,5 \text{ €/στρ}$ , γνωρίζοντας τις δαπάνες παραγωγής οι οποίες είναι ίσες με  $145,5 \text{ €/στρ}$  (Πίνακας Α6), η ακαθάριστη πρόσοδος που θα μας καθορίσει και την ενδεικτική τιμή πώλησης του μίσχανθου θα είναι ίση με το άθροισμα καθαρής προσόδου και παραγωγικών δαπανών



ήτοι Ακαθάριστη Πρόσοδος=145,5+77,5=223€/στρ+4,5€/στρ επιδότηση.Αρα,η ενδεικτική τιμή πώλησης του Μίσχανθου θα είναι 227,5€/στρ:2500kg/στρ=0,091€/kg.

Από την πλευρά του εργοστασίου η αντικατάσταση της καυσίμου ύλης από υγραέριο σε βιομάζα Μίσχανθου θα έχει τα εξής αποτελέσματα.

Η παραγωγή Μίσχανθου 2500kg/στρ μας δίνει με την καύση 17MJ/kg ήτοι 42500MJ/στρ (2500kg/στρ\*17MJ/kg) η οποία ενέργεια σήμερα αποδίδεται με την καύση 967kg υγραερίου (βουτάνιο 80%,προπάνιο 20%) καθώς η καύση υγραερίου αποδίδει ενέργεια 43,953MJ/kg (967kg\*43.953MJ/kg=42500MJ).

Με σημερινή τιμή αγοράς του υγραερίου ίση με 0,35€/kg η δαπάνη αγοράς ανέρχεται στο ποσό των 338,5€ (967kg\*0.35€/kg).

Επομένως το εργοστάσιο που θα αντικαταστήσει το υγραέριο με βιομάζα Μίσχανθου θα μπορεί να εφαρμόσει μία δελεαστική τιμολογιακή πολιτική ώστε να προσελκύσει το ενδιαφέρον των παραγωγών να στραφούν στην καλλιέργεια του ενεργειακού φυτού Μίσχανθος καθώς το όφελος ανά στρέμμα παραγόμενης ποσότητας βιομάζας για το εργοστάσιο θα είναι ίσο με 111€ περίπου δηλαδή για την απόδοση ενέργειας 42500MJ χρειαζόμαστε 338,5€ για αγορά υγραερίου ή 0,00796€/MJ ενώ με την χρήση βιομάζας Μίσχανθου 0,00535€/MJ,μία διαφορά 0,00261€/MJ ή 111€/στρ καλλιέργειας Μίσχανθου.

Σε ετήσια βάση το όφελος του εργοστασίου θα είναι της τάξης των 163281€ (1471στρ\*111€).

Με αυτό το ετήσιο οικονομικό όφελος το εργοστάσιο μπορεί να αποσβέσει γρήγορα όλες τις μετατροπές του μηχανολογικού εξοπλισμού που θα χρειαστεί να γίνουν.Από την πλευρά των παραγωγών το οικονομικό όφελος θα προέλθει από την δυνατότητα αύξησης της τιμής πώλησης και από τα πλεονεκτήματα μιας πολυετούς φυτείας (μικρότερες εισροές,λιγότερες ώρες εργασίας).

Με την εφαρμογή της νέας ΚΑΠ μετά το 2006 τα οικονομικά στοιχεία αλλάζουν καθώς και το μέλλον της καλλιέργειας καλαμποκιού αφού η επιδότηση των 50€/στρ δεν θα υφίσταται.

Στην περίπτωση αυτή η καθαρή πρόσοδος της καλλιέργειας καλαμποκιού θα είναι ίση με 27,5€/στρ (202,5€/στρ-175€/στρ=27,5€/στρ) ενδεικτικό στοιχείο ασύμφορης καλλιέργειας.Ενώ αντίθετα στην καλλιέργεια Μίσχανθου η επιδότηση έχει μικρή συμμετοχή στον καθορισμό της καθαρής προσόδου που θα είναι ίση με 173€/στρ (145,5€/στρ+27,5€/στρ).Συνεπώς στην περίπτωση αυτή η ενδεικτική τιμή για το εργοστάσιο

θα είναι  $173\text{€}/\text{στρ}:2500\text{kg}/\text{στρ}=0,07\text{€}/\text{στρ}$  κάτι που είναι ακόμη πιο ευνοϊκό και για τους καλλιεργητές και για το εργοστάσιο αφού μεγαλώνουν τα περιθώρια ευελιξίας ως προς την αύξηση της τιμής πώλησης του Μίσχανθου καθώς και της αύξησης του οικονομικού οφέλους για το εργοστάσιο.

Εκτός από το θεμιτό οικονομικό αποτέλεσμα της καλλιέργειας του μίσχανθου θα έχουμε και θετικό ενεργειακό αποτέλεσμα με την χρησιμοποίηση της βιομάζας καθώς επίσης και περιβαλλοντικό όφελος από την μείωση των ρύπων  $\text{CO}_2$  έναντι της καύσης υγραερίου. Ειδικά σε αυτήν την περιοχή που παρουσιάζει μεγάλο οικολογικό ενδιαφέρον καθώς μειώνονται και οι εισροές σε φάρμακα και λιπάσματα. Ένα πρόβλημα που θα παρουσιαστεί κατά την καύση βιομάζας του μίσχανθου θα είναι η τέφρα ως υπόλειμμα της καύσης η οποία υπολογίζεται σε 1,5-4,5% και περιλαμβάνει 30-40%  $\text{SiO}_2$ , 20-25% K, 5% P, 5,5% CaO, 5% MgO. Εδώ θα χρειαστεί μελέτη για αξιοποίηση της ως λίπασμα στην αγροτική περιοχή υποκαθιστώντας τα χημικά λιπάσματα P και K στις δενδρώδεις καλλιέργειες της περιοχής (ελαιώνες) διασκορπίζοντας την τέφρα με διασκορπιστές.

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

Ο μοναδικός τρόπος να λύσουμε αυτό το πρόβλημα είναι η ξήρανση και πελετοποίηση της χλωρομάζας στο ίδιο το εργοστάσιο που γίνεται η ξήρανση και πελετοποίηση της μηδικής που χρονικά τελειώνει τον Νοέμβριο και εν συνεχεία να αρχίσει η διαδικασία πελετοποίησης του μίσχανθου εκτιμώντας την ενεργειακή ανάγκη για ξήρανση και πελετοποίηση της χλωρομάζας του μίσχανθου.

Η κοπή του μίσχανθου θα γίνει με σίλοκοπτικό και η ψιλοτεμαχισμένη χλωρομάζα θα οδηγηθεί στη γραμμή ξήρανσης και πελετοποίησης με ημερήσια δυνατότητα 450ton χλωρομάζας υγρασίας 50%.

Η προγραμματισμένη κοπή και μεταφορά της χλωρομάζας μπορεί να εξαλείψει προβλήματα διαχείρισης του προϊόντος (άναμμα λόγω υγρασίας). Το πλεονέκτημα της πελετοποίησης είναι η δυνατότητα της αυτοματοποίησης και της διακίνησης καθώς και της τροφοδοσίας του καυστήρα και η μείωση του αποθηκευτικού χώρου έναντι της δεματοποίησης καθώς αποθηκεύονται 500kg πελλέτες ανά  $\text{m}^3$ . Το οικονομικό όφελος της πελετοποίησης έχει εκτιμηθεί σε 0,023€/kg.

Από τις αναλύσεις που προηγήθηκαν συμπεραίνουμε ότι ο μίσχανθος ως ενεργειακό φυτό καλλιεργούμενο στην περιοχή του Δέλτα του Πηνειού μπορεί να αντικαταστήσει το υγραέριο ως καύσιμο για την παραγωγή θερμότητας έχοντας θετικό ενεργειακό ισοζύγιο καθώς και οικονομικό όφελος στην παραγωγή και αξιοποίηση της βιομάζας.

Η πολιτεία πρέπει να δώσει ώθηση στην παραγωγή της βιομάζας και την αξιοποίηση στην παραγωγή θερμότητας σε μικρές τοπικές μονάδες για μεγαλύτερα οφέλη στην οικονομία και στο περιβάλλον με το μικρότερο κόστος.

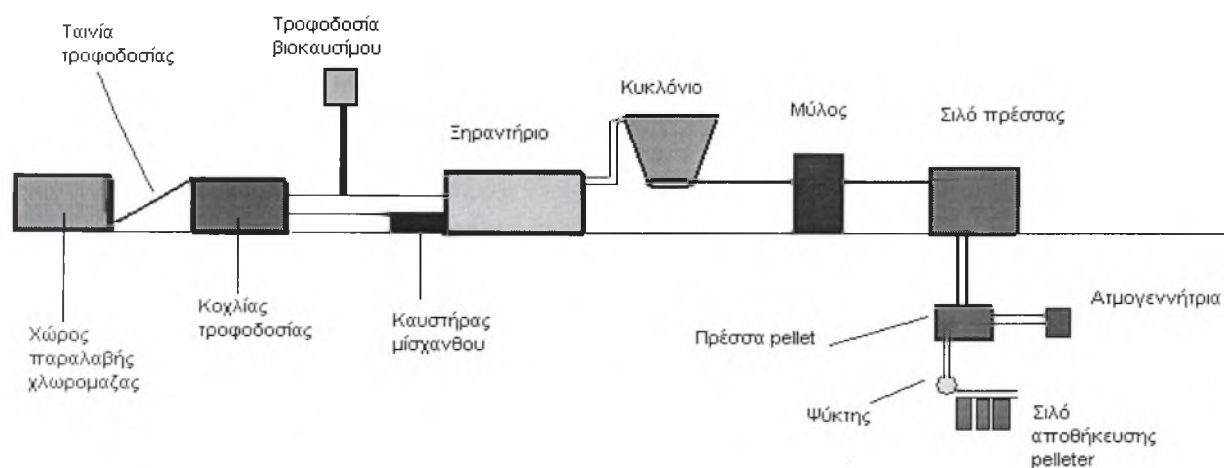
## **7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

1. Από την ανωτέρω ανάλυση προκύπτει ότι η καλλιέργεια του Μίσχανθου αποτελεί μια εναλλακτική πρόταση για τους καλλιεργητές αραβοσίτου εφόσον η βιομηχανία κάνει τις απαραίτητες επενδύσεις και μετατροπές που χρειάζονται.

2. Με την εφαρμογή της νέας ΚΑΠ ο Μίσχανθος γίνεται οικονομικά αποδοτικότερος ως εναλλακτική ενέργεια για τον αγρότη της περιοχής του Δέλτα Πηνειού.

3. Ο Μίσχανθος ως ενεργειακό φυτό μπορεί να αντικαταστήσει το φυσικό αέριο με σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη από την μείωση της εκπομπής του CO<sub>2</sub> σημαντικού ρύπου που ευθύνεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

## Σχεδιάγραμμα διαδικασίας ξήρανσης γλωρομάζας και μετατροπής σε pellets





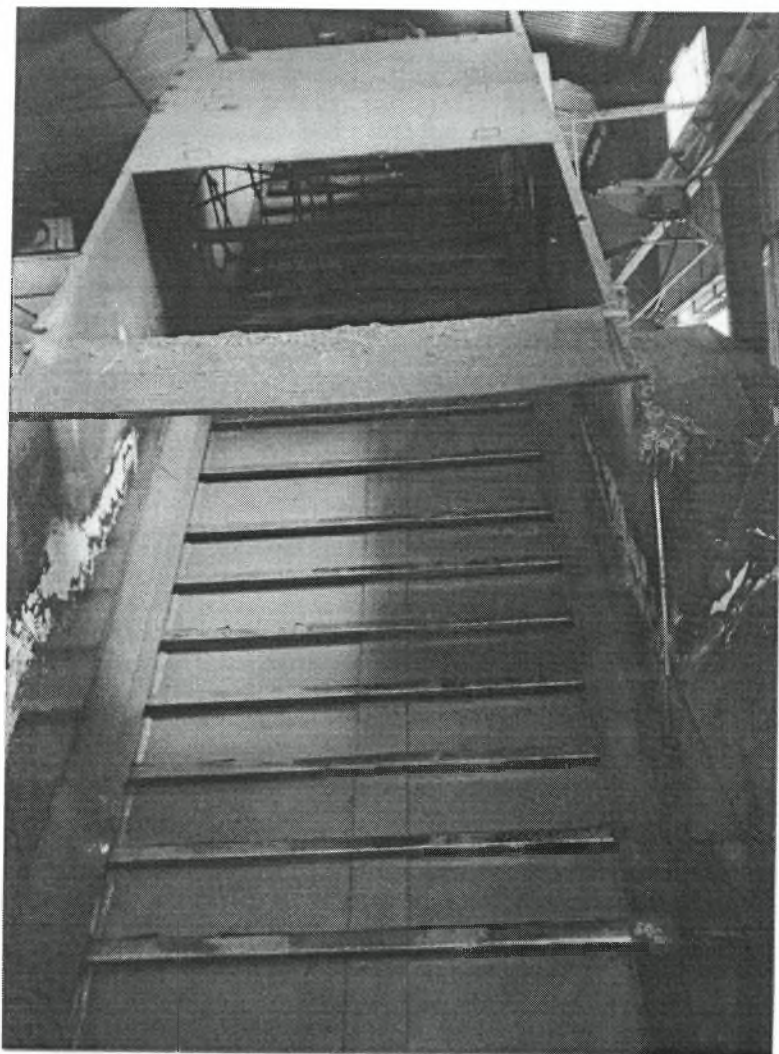
## 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αρχοντούλης Σ.2003 .Μελέτη ενεργειακού φυτού *Miscanthus sinensis* x *Giganteus* κάτω από διαφορετικές συνθήκες πυκνότητας πληθυσμού και αζωτούχου λίπανσης στην Θεσσαλία το 2001 και το 2002,πτυχιακή διατριβή.
2. Γέμτος Θεοφ. Α.2000. Δυναμικό βιομάζας στην περιοχή Λάρισας ,Υφιστάμενη κατάσταση-προοπτικές :Ημερίδα Ενεργειακού Κέντρου Λάρισας 2000.
3. Γέμτος Θεοφ. Α.2002.Ειδικά Γεωργικά μηχανήματα .Πανεπιστημιακές παραδόσεις Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Σχολή Γεωπονικών Επιστημών-Τμήμα Γεωπονίας φυτικής παραγωγής και αγροτικού περιβάλλοντος,41-69.
- 4.Δαλιάνης Χ. Ανοιξιάτικα σιτητά
5. Καβαλάρης Χρ.Εκτίμηση εισροών ενέργειας και ενεργειακού ισοζυγίου καλλιεργειών.
- 6.Κάβουρας Σπ. 2003.Υπολογισμός του ισοζυγίου ενέργειας της καλλιέργειας του Μίσχανθου και εκτίμηση οφέλους από την χρήση ως ενεργειακό φυτό (μεταπτυχιακή εργασία).
- 7.Καλαϊσάκης Περ.1965.Εφαρμοσμένη διατροφή ζώων
8. Καφετζάκης Ν.Υφούλης Α. Εκμηχάνιση καλλιεργητικών φροντίδων.Βιβλίο ΟΕΔΒ-ΤΕΛ
- 9.Μαυρομάτης Γ., 1978.Χάρτης βιοκλιματικών ορόφων της Ελλάδος,Υπ.Γεωργίας Ίδρυμα Δασικών Ερευνών Αθηνών.
10. Νικολάου Ανα.,1998,ΚΑΠΕ.Δυνατότητες ενεργειακής αξιοποίησης υποπροϊόντων γεωργικών καλλιεργειών.

11. Πατσής Π.,1996.Οργάνωση και Διαχείριση Γεωργικών Εκμεταλλεύσεων-Βιβλίο έκδοσης Ιδρύματος Ευγενίδου.
12. Τούλιος Λ.,1997,ΕΘΙΑΓΕ.Εδαφολογική μελέτη Δέλτα Πηνειού Ν.Λάρισας
13. Τσατσαρέλης Α.Κ.,1995.Διαχείριση Γεωργικών Μηχανημάτων.Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.Υπηρεσία δημοσιευμάτων p.137.
- 14.Danalatos N.G.,C.Dalianis and S.Kyritsis,1997.Influence of fertilization and irrigation on the growth of biomass and biomass productivity of *Miscanthus sinensis giganteus* under Greek conditions.International Conference on Sustainable Agriculture for Food,Energy and Industry.Braunschweig 22-28,June 1997.
15. Danalatos N.G.,1992.Quantified analysis of selected land use systems in the Larissa region,Greece.Doctoral thesis.Agricultural university,Wageningen.
16. Fluck R.C.,1985.Energy sequestered in repairs and maintenance of agricultural machinery.Trans ASAE,28:738-744.
17. Freedman S.M.,1982.Human labor as an energy source for rice production in the developing world,Agro.Ecosystems,8:125-136.
18. Heitchel G.H.,1998.Assesing the fossil energy costs of propagating agricultural crops.CRC Handbook of Energy Utilization in Agriculture.
19. Jorgensen U.,Sander B.,1997.Biomass requirements for power production how to optimize the quality by agricultural management.Biomass bioenergy 12,145-147.
20. Kahle P.,Beuch S.,Boelcke B.,Leinweber P. and Haus-Rolf Schulten,2001.Crooping of *Miscanthus* in Central Europe.Biomass production and influence on nutrients and soil organic matter.European Journal of Agronomy 15(2001),171-184.

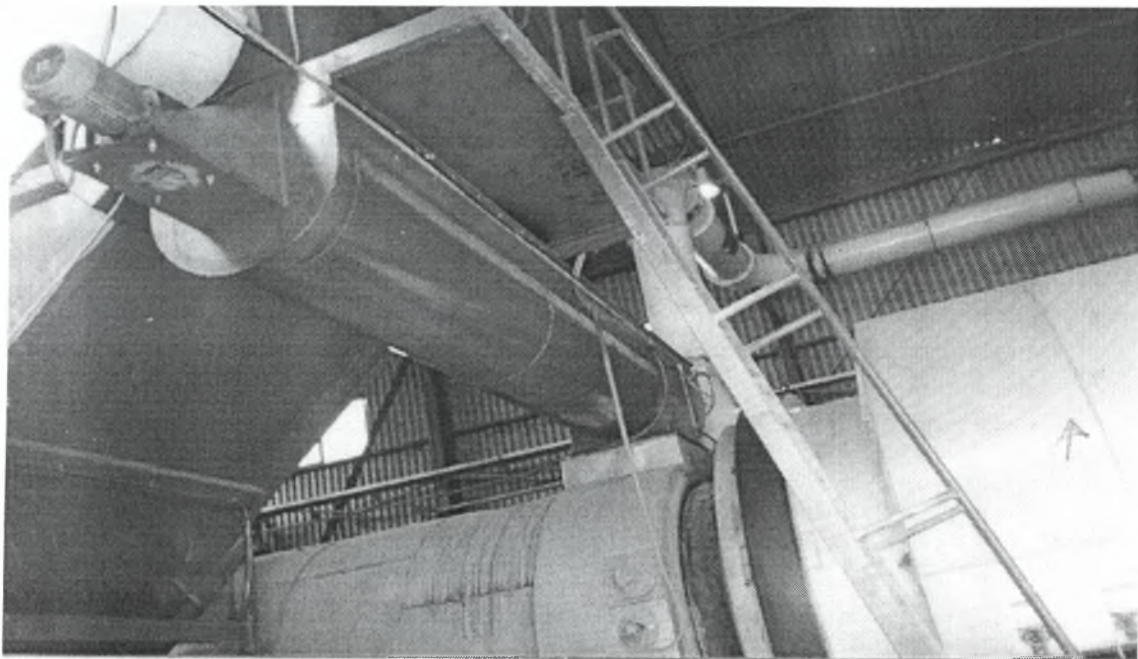
21. Koessler & Clampein, 1998. Φυσιολογία και πρακτικές Miscanthus.
22. Lewandowski I. Kicherez A., 1997. Combustion quality of biomass: practical relevance and experiments to modify the biomass quality of Miscanthus x giganteus Eur. J. Agron 6, 163-177.
23. Lewandowski I., Heinz A., 2003. Delayed harvest of Miscanthus-influences on biomass quantity and quality and environmental impacts of energy production. European Journal of Agronomy 19(2003), 45-63.
24. Loewer O.J., Jr. Benock G., Gay N., Smith E.M., Burgess S., Wells L.G., Bridges T.C., Springate L., Boling J.A., Bradford G. and Debertin D., 1997. BEEF: Production of beef with minimum grain and fossil energy inputs, I, II, III, Reports to NSF Washington, D.C.
25. Nielsen N.D., 1987: The production of Miscanthus sinensis "Giganteus" on different soils types. Saetryk af Tidsskrift for Planteavl 91, 275-281.
26. Pimentel D., 1980. Energy inputs for the production formulation, packaging and transport of various pesticides: Handbook of Energy Utilization in Agriculture CRC Press, Boca Raton, FL, pp45.
27. Rutherford I & M. Heath 1992. The potential of Miscanthus as a fuel crop. Adas, Food, Farming, Land and Leisure Crown 180pp.
28. [www.miscanthus.de](http://www.miscanthus.de)
29. <http://bioenergy.ornl.gov/paper/miscanthus>
30. <http://agrifor.ac.uk>
31. [www.walesbiomass.org](http://www.walesbiomass.org)

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

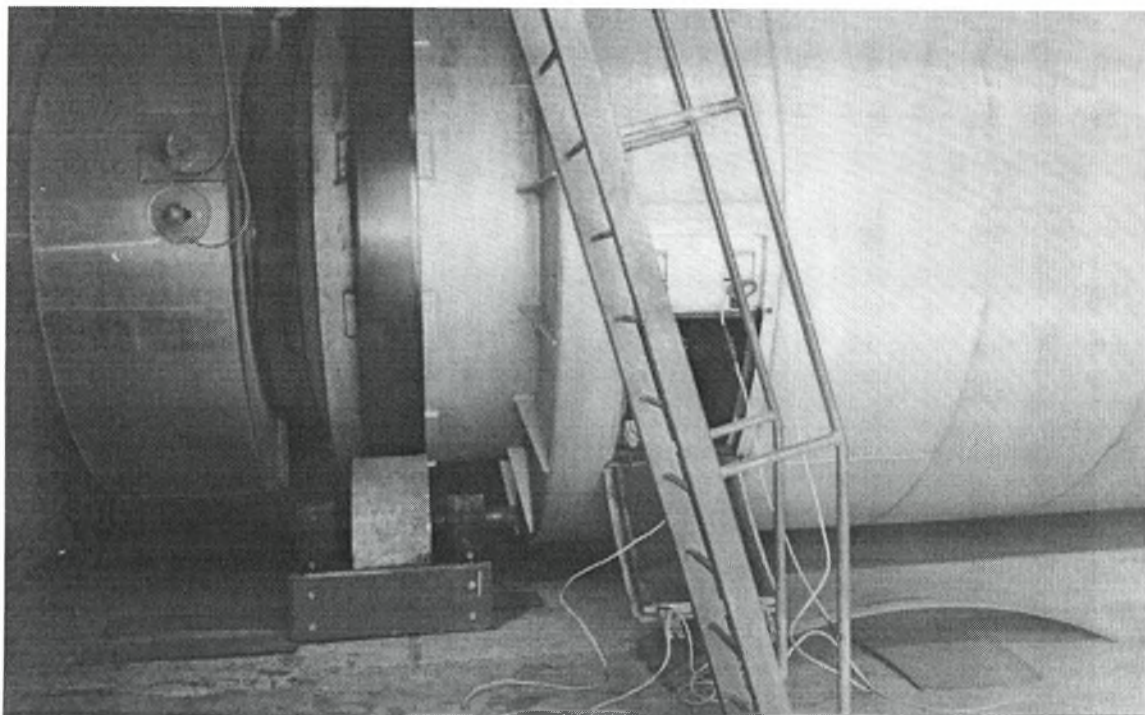


**Εικόνα 1. Ταινία τροφοδοσίας χλωρομάζας**



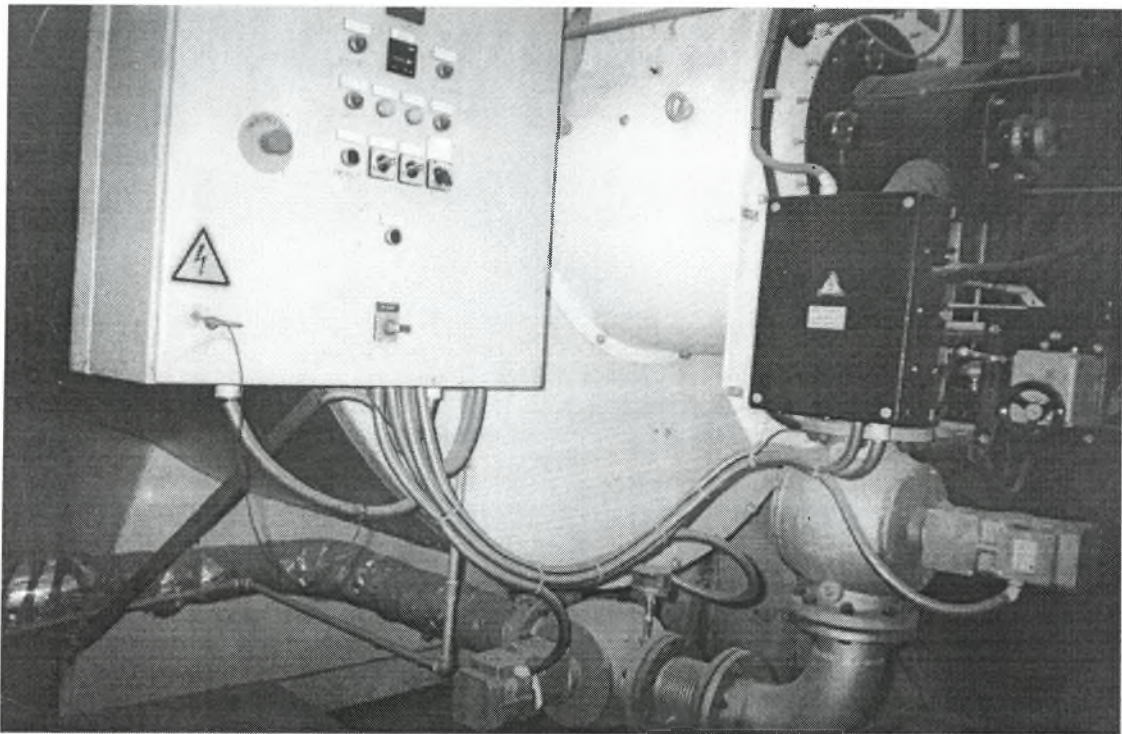


**Εικόνα 2. Κοχλίας τροφοδοσίας**

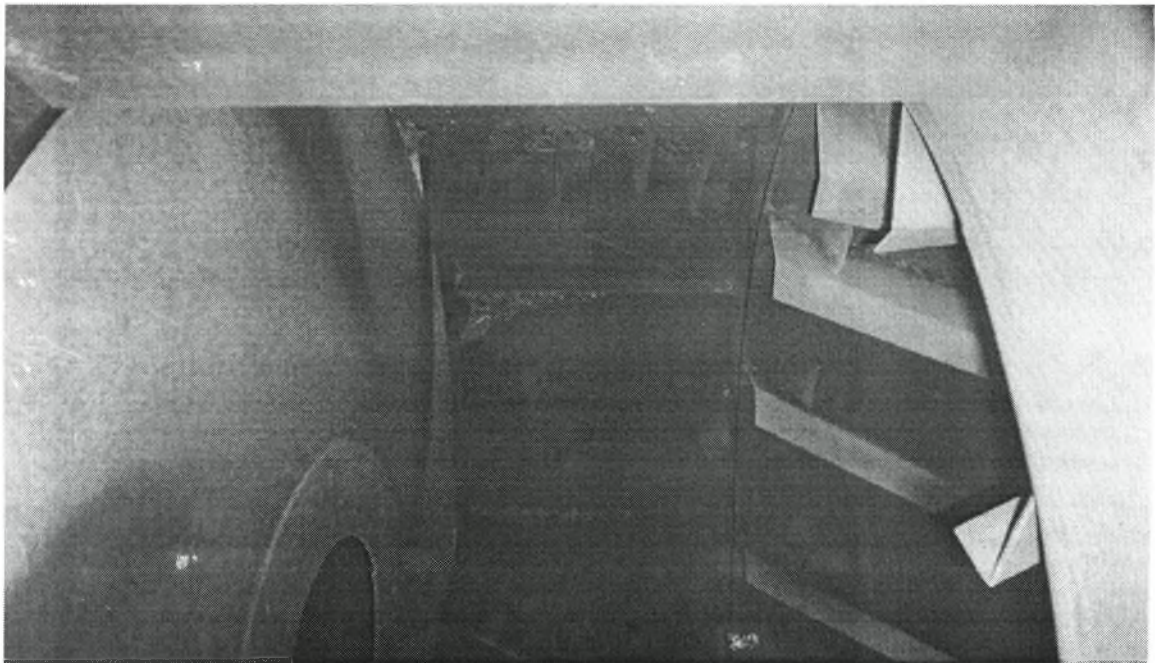


**Εικόνα 3. Ξηραντήριο χλωρομάζας**

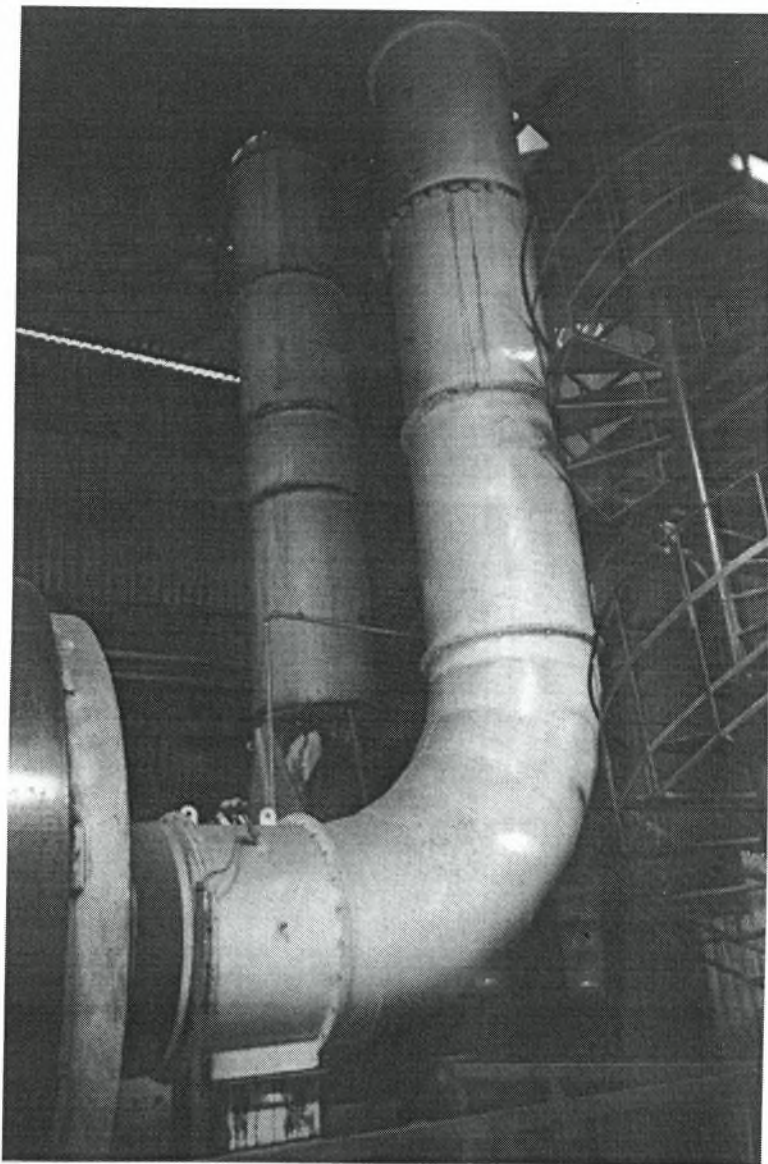




**Εικόνα 4. Καυστήρας υγραερίου για την παραγωγή θερμότητας**

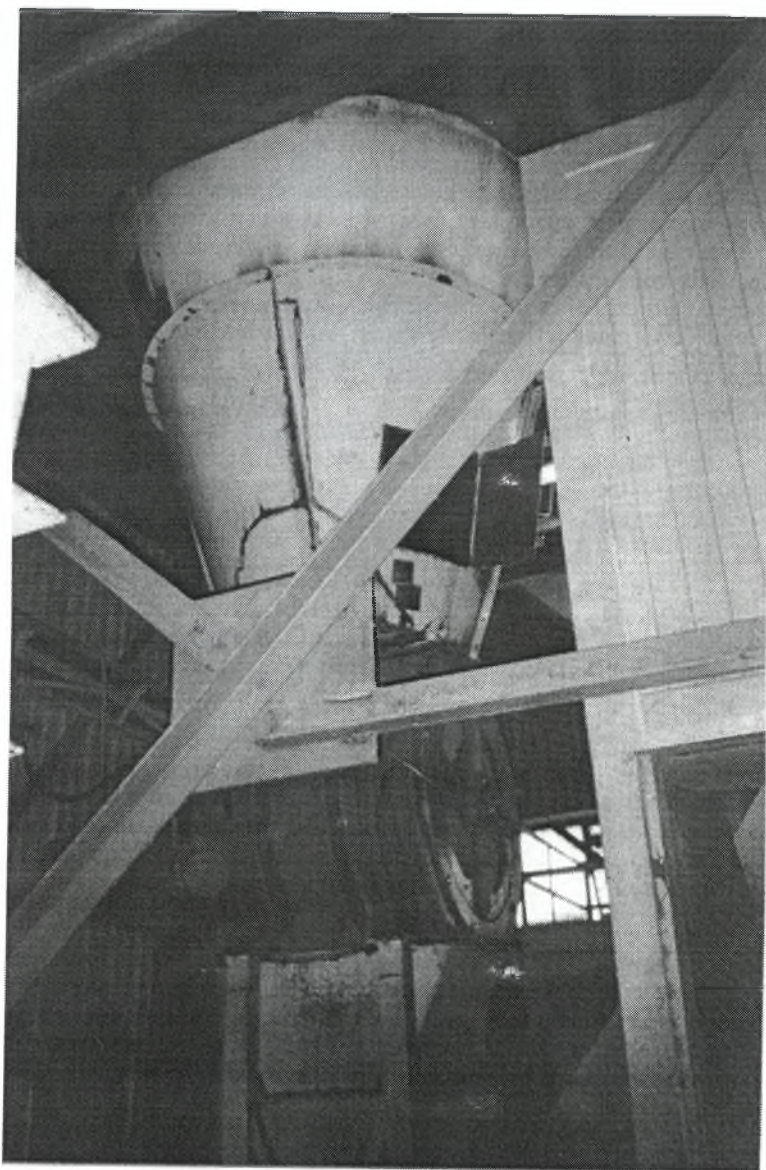


**Εικόνα 5. Εσωτερικό ξηραντηρίου**

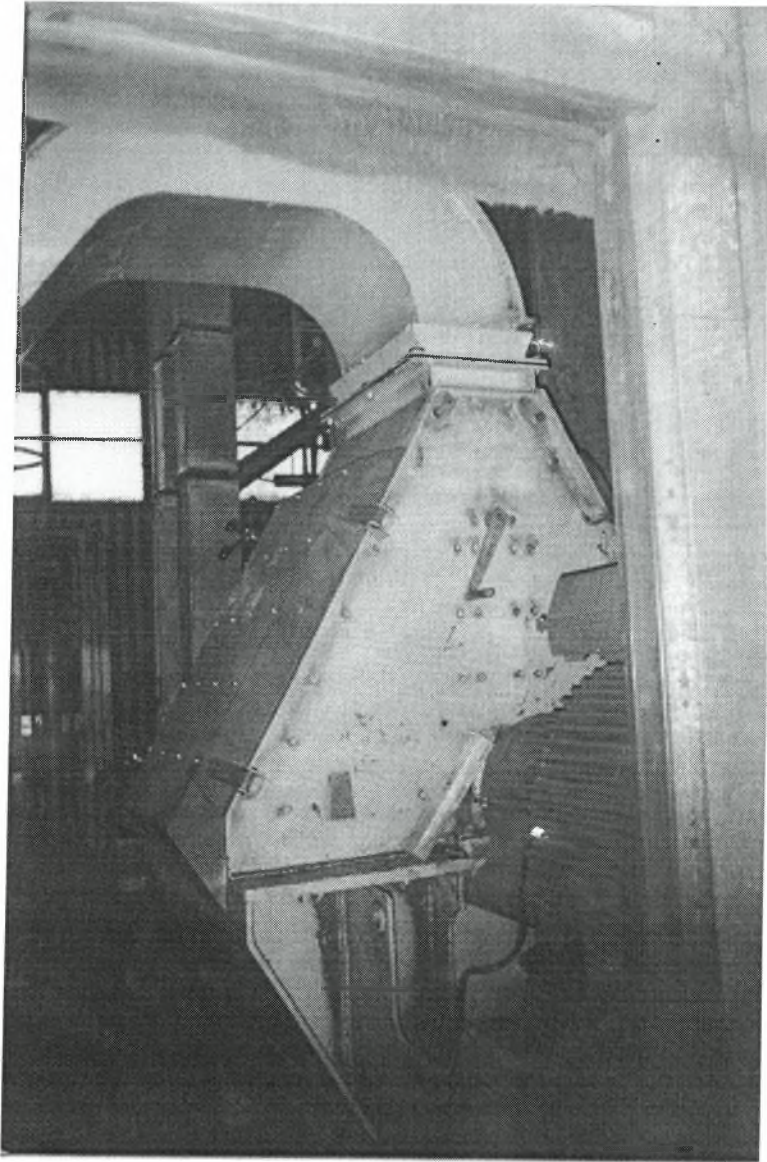


**Εικόνα 6. Αγωγός ξηραντηρίου - κυκλονίου**

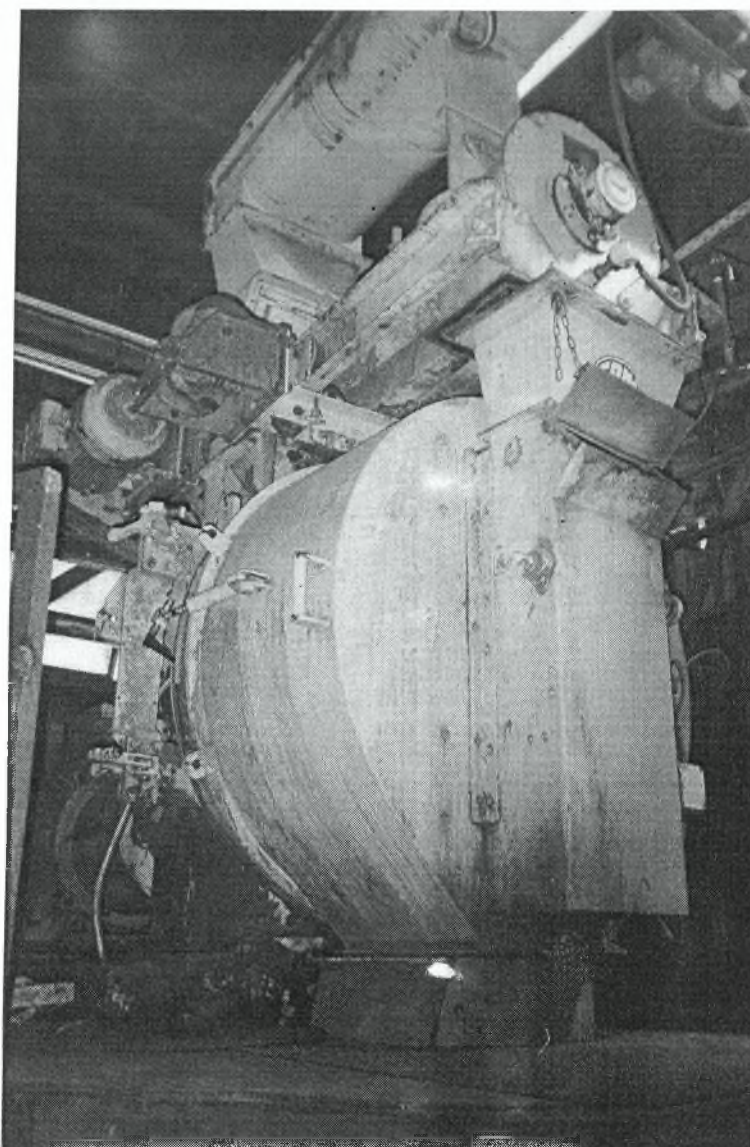




**Εικόνα 7. Κυκλόνιο**

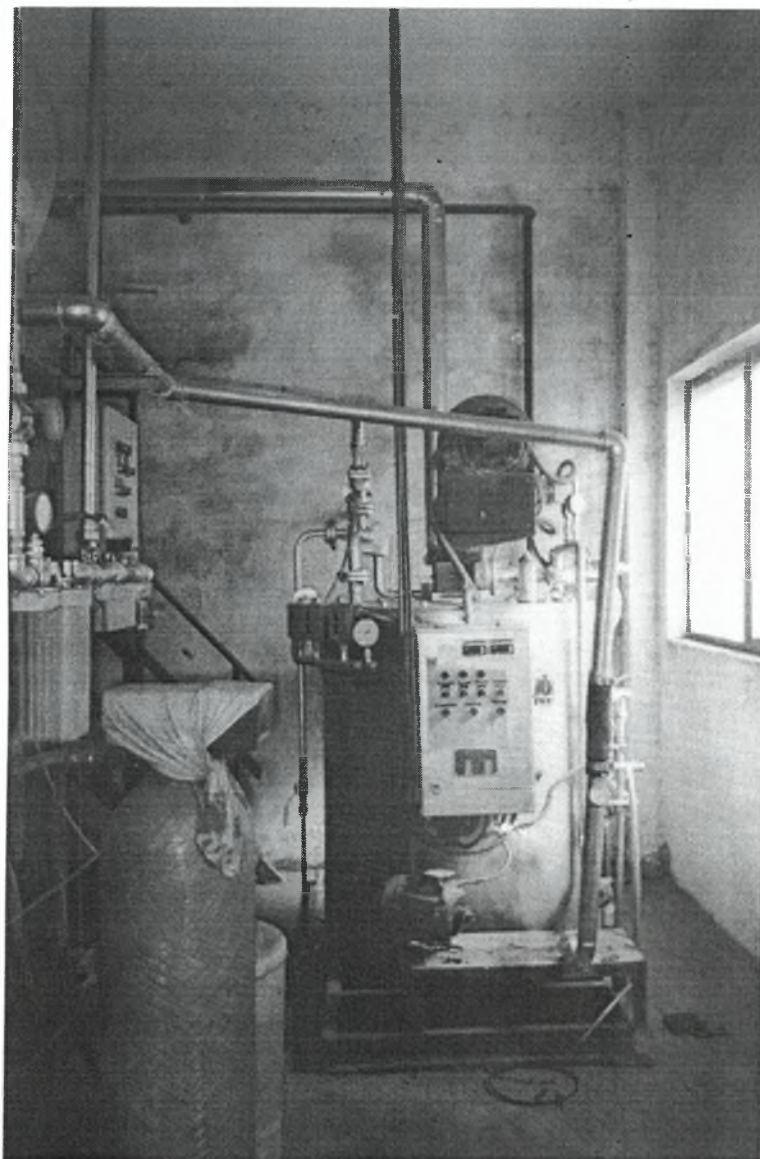


**Εικόνα 8. Μύλος άλεσης ξηρής μάζας**

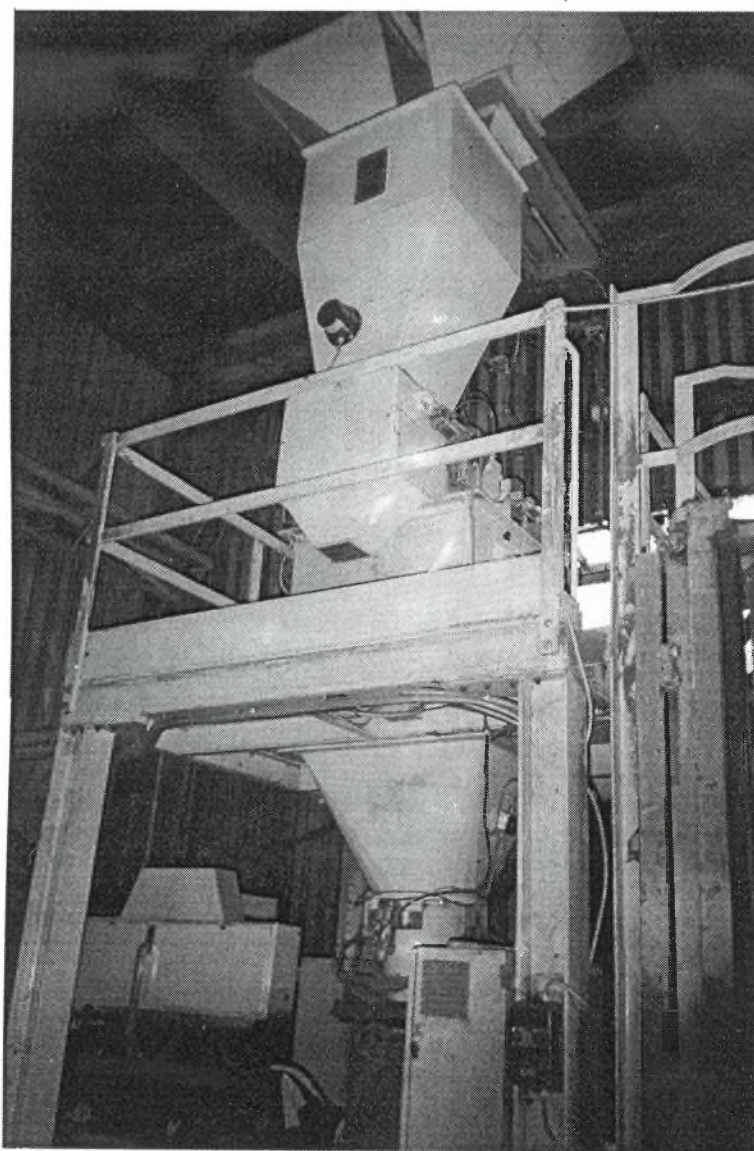


**Εικόνα 9. Σιλό πρέσσας**

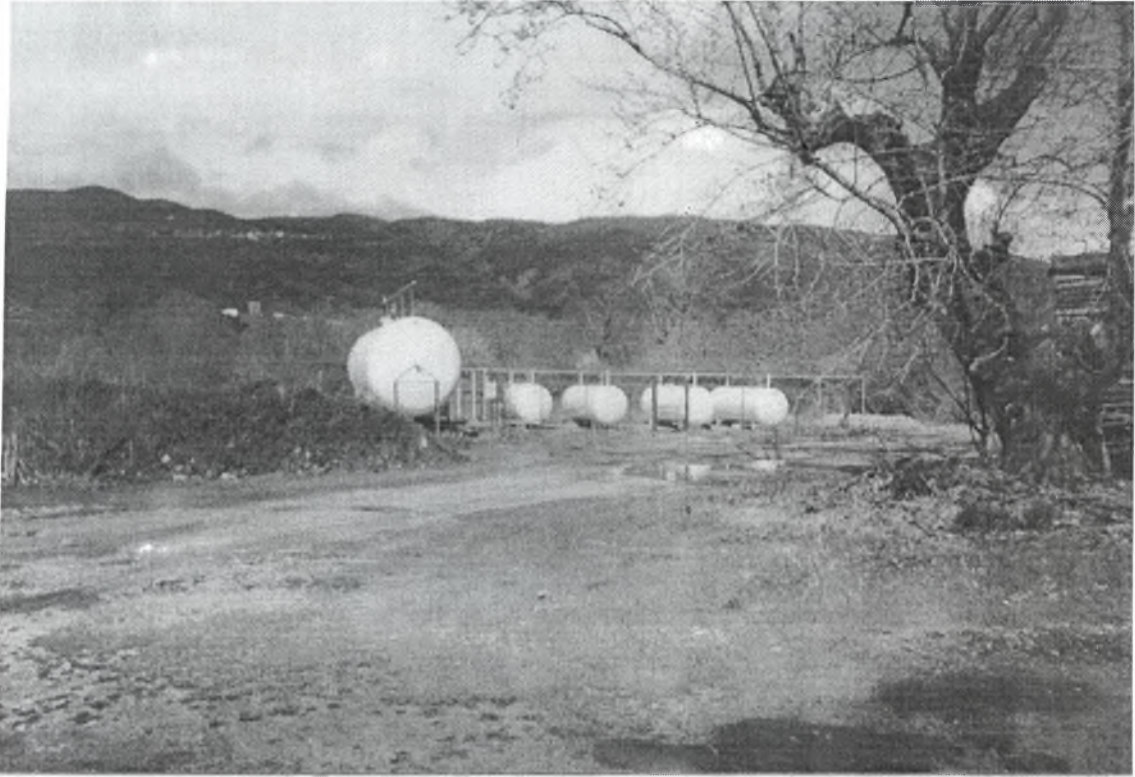




**Εικόνα 10. Ατμογενήτρια**



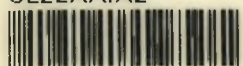
Εικόνα 11. Σιλό αποθήκευσης και ενσάκκηση



**Εικόνα 12. Αποθήκευση υγραερίου**



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



00400005 1029