



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

Διπλωματική Εργασία

*“Οικονομοτεχνική μελέτη για εργοστάσιο παραγωγής wood pellets”*



Ιωάννης-Χρίστος Π. Μαραβέλιας  
Α.Μ : 2004010101

Επιβλέπων : Μουστάκης Βασίλειος, Καθηγητής



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	3
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή	8
Κεφάλαιο 2. Βιομάζα	13
Κεφάλαιο 3. Πέλλετ ξύλου (wood pellets)	18
3.1 Ορισμός wood pellet	18
3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά των wood pellets	20
3.3 Ενεργειακό περιεχόμενο των wood pellets	21
3.4 Χρήσεις των wood pellets	22
3.5 Πλεονεκτήματα των wood pellets	22
Κεφάλαιο 4. Οικονομικά στοιχεία της θέρμανσης με pellets	24
4.1 Κόστος βάσει παραγόμενης ενέργειας	24
4.2 Σύγκριση οικονομικών στοιχείων θέρμανσης με πετρέλαιο και wood pellets	26
Κεφάλαιο 5. Η παραγωγή pellets ως επενδυτική ευκαιρία	29
5.1 Ισχύουσα κατάσταση στην αγορά της Ελλάδας	29
5.2 Ισχύουσα κατάσταση στην αγορά της Ευρώπης	32
5.3 Επενδυτικά κίνητρα	37
5.4 Προβλέψεις για την αγορά των wood pellets	39
Κεφάλαιο 6. Τεχνική ανάλυση της διαδικασίας παραγωγής pellet	41
6.1 Στάδια παραγωγής wood pellets	41
6.2 Τεχνική ανάλυση διεργασιών	42
6.2.1 Αποθήκευση πρώτης ύλης	42

6.2.2	Εισαγωγή της πρώτης ύλης	42
6.2.3	Καθαρισμός πρώτης ύλης από προσμίξεις	43
6.2.4	Αρχικός τεμαχισμός (Shredding)	43
6.2.5	Διαχωρισμός-Κοσκίνισμα(Sifting)	46
6.2.6	Ξήρανση βιομάζας (Biomass drying)	47
6.2.7	Αποθήκευση εκ νέου σε σιλό	51
6.2.8	Τεμαχισμός-Άλεση Βιομάζας(Λεπτός τεμαχισμός)	52
6.2.9	Πελλετοποίηση (Pelleting)	53
6.2.10	Ψύξη (Cooling process)	57
6.2.11	Κοσκίνισμα (Sifting)	57
6.2.12	Ζύγισμα, συσκευασία και αποθήκευση των pellets	58
<b>Κεφάλαιο 7. Τεχνοοικονομική ανάλυση παραγωγής pellet</b>		<b>60</b>
7.1	Κόστος τεχνικού εξοπλισμού	61
7.2	Κόστος μηχανοκίνητου εξοπλισμού-οχημάτων	67
7.3	Κόστος κτιριακών εγκαταστάσεων	70
7.4	Κόστος αγοράς οικοπέδου	71
7.5	Κόστος παραγωγής	71
7.5.1	Ώρες λειτουργίας εργοστασίου ετησίως	72
7.5.2	Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	72
7.5.3	Κόστος πρώτης ύλης	73
7.5.4	Εργατικό Κόστος	74
7.6	Χρόνος απόσβεσης-Αναμενόμενα κέρδη	74
<b>Κεφάλαιο 8. Συμπεράσματα</b>		<b>76</b>
<b>Βιβλιογραφία-Διευθύνσεις στο διαδίκτυο</b>		<b>79</b>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Σχέση υγρασίας απόδοσης	16
Εικόνα 2 : Τυπική μορφή πέλλετ ξύλου(wood pellets)	18
Εικόνα 3 : Τυπική μορφή σόμπας πέλλετ	19
Εικόνα 4 : Τυπική μορφή τζακιού πέλλετ	19
Εικόνα 5 : Καυστήρας-λέβητας πέλλετ	19
Εικόνα 6 : Χάρτης εργοστασίων παραγωγής πέλλετ στην Ευρώπη τα έτη 2003-2005	33
Εικόνα 7 : Χάρτης εργοστασίων παραγωγής πέλλετ το 2011	34
Εικόνα 8 : Μεταφορική ταινία	43
Εικόνα 9 : Ρυμουλκούμενος τεμαχιστής (wood chipper)	44
Εικόνα 10 : Χαρακτηριστικά σχέδια drum chippers και disk chippers κατασκευής Bruks	46
Εικόνα 11 : Δονητικό βιομηχανικό κόσκινο	47
Εικόνα 12 : Ξηραντής στρεφόμενου τυμπάνου(rotary dryer)	48
Εικόνα 13 : Μηχανολογικό σχέδιο ξηραντή στρεφόμενου τυμπάνου(rotary dryer)	49
Εικόνα 14 : Σχηματική απεικόνιση εργασιών ξηραντήρα φουσητήρα θερμού αέρα(superheated steam dryer)	49
Εικόνα 15 : Ξηραντήρας θερμής ζώνης( belt dryer)	50
Εικόνα 16 : Χαρακτηριστικό σιλό αποθήκευσης πέλλετ	52
Εικόνα 17 : Σφυρόμυλος άλεσης βιομάζας	53
Εικόνα 18 : Τομή επίπεδου μύλου πέλλετ(flat die pellet mill)	54
Εικόνα 19 : Απεικόνισης λειτουργίας κυλινδρικού μύλου πέλλετ	55
Εικόνα 20 : Κυλινδρικός μύλος πέλλετ(ring die pellet mill)	55
Εικόνα 21 : Απεικόνιση λειτουργίας κοχλιωτής πρέσας(screw press)	56
Εικόνα 22 : Ταινία μεταφοράς και ψύξης	57
Εικόνα 23 : Μηχάνημα αυτόματης ζύγισης και συσκευασίας wood pellets	58
Εικόνα 24 : Καταστροφέας κλαδιών – PTO τρακτέρ	68
Εικόνα 25 : Καταστροφέας κλαδιών συλλογής	68

Εικόνα 26 : Κλαρκ( forklift) 70

Εικόνα 27 : Μεταλλικό κτίριο 71

#### ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Θερμογόνος δύναμη και ποσοστό τέφρας διαφόρων καυσόξυλων 16

Πίνακας 2 : Τεχνικά χαρακτηριστικά wood pellet 20

Πίνακας 3 : Ενεργειακό περιεχόμενο ανά μονάδα βάρους και περιεχομένου για διάφορα καύσιμα 21

Πίνακας 4 :Σύγκριση κόστους βάσει θερμικής απόδοσης των κυριότερων καυσίμων 24

Πίνακας 5 : Ενδεικτικές ανάγκες θέρμανσης κατοικίας 26

#### ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

**Σχήμα 1:** Στατιστικά στοιχεία ευρωπαϊκής αγοράς pellets (2008) 34

**Σχήμα 2:** Κατά κεφαλήν χρήση pellets (kg) – (2008) 35

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία παρουσιάζεται μια οικονομοτεχνική μελέτη για την εγκατάσταση και την λειτουργία ενός εργοστασίου παραγωγής wood pellets. Τα wood pellets αποτελούν μια εναλλακτική λύση καυσίμου θέρμανσης, για οικιακή χρήση, καθώς και ως καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας μεγάλης κλίμακας, δηλαδή βιομηχανική χρήση.

Αρχικά γίνεται παρουσίαση του καυσίμου wood pellet και αναφέρονται τα καταναλωτικά και περιβαλλοντικά πλεονεκτήματά του σε σχέση με τα εναλλακτικά καύσιμα θέρμανσης, ιδιαιτέρως με το πετρέλαιο που είναι και το επικρατέστερο καύσιμο στην ενεργειακή αγορά.

Στη συνέχεια αναλύεται ο τρόπος παραγωγής των wood pellets, με την παρουσίαση πρώτων υλών, διεργασιών και τεχνικού εξοπλισμού για την παραγωγή τους. Ιδιαίτερα αναλύονται οι διεργασίες και ο απαιτούμενος εξοπλισμός, που οδηγεί και στην επιλογή του μεγέθους της παραγωγικής δυναμικότητας του εργοστασίου που θα μελετηθεί.

Τέλος εκπονείται η οικονομοτεχνική μελέτη για το συγκεκριμένο μέγεθος γραμμής παραγωγής. Βάσει του τεχνικού εξοπλισμού και της προβλεπόμενης παραγωγικότητας, εξετάζονται το κόστος επένδυσης, τα έξοδα παραγωγής, ο χρόνος απόσβεσης και το κέρδος του συγκεκριμένου εργοστασίου παραγωγής wood pellets και δίνονται τα βασικά συμπεράσματα και οι προτάσεις αυτής της διπλωματικής εργασίας.

# Κεφάλαιο 1.Εισαγωγή

## Ορισμός θέρμανσης και μια σύντομη ιστορική αναδρομή στους τρόπους θέρμανσης

Η θέρμανση είναι μία από τις βασικές ανάγκες του ανθρώπινου είδους και συγκεκριμένα η τεχνητή θέρμανση χρησιμοποιείται από τότε που ο άνθρωπος ανακάλυψε την φωτιά. Συμπεριλαμβάνεται στη μία από τις τρεις βασικές ανάγκες του είδους μας, την στέγαση. Ειδικότερα από την εποχή που άρχισε να χτίζει σπίτια, επινόησε κι ένα ειδικό μέρος για τη φωτιά. Έτσι δημιουργήθηκε το τζάκι.

Το τζάκι όμως παρουσιάζει μειονεκτήματα, γιατί δε ζεσταίνει μεγάλους χώρους και δεν είναι ιδιαίτερα αποδοτικό καθότι χρειάζεται μεγάλες ποσότητες καύσιμης ύλης(ξύλα) και δεν μπορεί να μεταφερθεί. Γι' αυτό αργότερα, ανακάλυψαν το μαγκάλι που μπορούσαν να το μετακινήσουν. Αλλά κι αυτό είχε ένα φοβερό μειονέκτημα υπήρχε κίνδυνος δηλητηρίασης από τις ατελείς καύσεις. Έτσι το επόμενο στάδιο εξέλιξης ήταν οι πολλών ειδών θερμάστρες. Αυτές είναι πιο αποδοτικές από το μαγκάλι, γιατί ζεσταίνουν πιο καλά και δεν έχουν πολλά καυσαέρια. Στις θερμάστρες χρησιμοποιούνται υγρά καύσιμα (πετρέλαιο, βενζίνη).

Μετά την ανακάλυψη του ηλεκτρισμού και τη μεγάλη διάδοσή του άρχισαν να χρησιμοποιούν ηλεκτρικές θερμάστρες. Αυτό συμβαίνει, γιατί στις ηλεκτρικές θερμάστρες δε δημιουργούνται καυσαέρια κι έτσι είναι πραγματικά ακίνδυνες, πέρα από τους συνηθισμένους κινδύνους του ηλεκτρικού ρεύματος.

Η σπουδαιότερη όμως εξέλιξη στην τεχνητή θέρμανση είναι η κεντρική θέρμανση(καλοριφέρ). Αυτή έχει τα περισσότερα πλεονεκτήματα, γιατί και ακίνδυνη είναι σ' ότι αφορά τα καυσαέρια και προπαντός επιτυγχάνουμε ομοιόμορφη θέρμανση σ' όλους τους χώρους και τα διαμερίσματα μιας οικοδομής.

Το σύστημα της κεντρικής θέρμανσης δεν είναι επινόηση της σύγχρονης εποχής. Το χρησιμοποιούσαν και στην αρχαία Κνωσό (μινωικός πολιτισμός), όπως αποδείχτηκε από ανασκαφές που έγιναν, γιατί ανακάλυψαν εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης.

Οι σπουδαιότερες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι:

- θέρμανση με θερμό αέρα
- θέρμανση με ατμό
- θέρμανση με ζεστό νερό



Τελευταία σε μερικές πόλεις αναπτυγμένων βιομηχανικά χωρών έχει εφαρμοστεί ένα σύστημα κεντρικής θέρμανσης πόλης που συνέχεια τελειοποιείται. Επίσης εφαρμόζεται και η θέρμανση με ρεύματα υψηλής συχνότητας σε μικρότερη όμως κλίμακα. Τέλος υπάρχουν κι οι σύγχρονες εγκαταστάσεις κλιματισμού (air condition).

Σε αυτή την εργασία θα μελετήσουμε την παραγωγή ενός αρκετά σύγχρονου βιοκαύσιμου (wood pellet), το οποίο σαν καύσιμο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αυτόνομες σόμπες, ένθετα τζάκια και καυστήρες.

### Τι ισχύει σήμερα στον τομέα της θέρμανσης

Κυρίαρχο ακόμα και σήμερα καύσιμο θέρμανσης είναι το πετρέλαιο, παρά την σημαντική στροφή και σε άλλα καύσιμα που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια. Τα κοιτάσματα θεωρούνταν άφθονα, οι κλιματικές συνθήκες ήταν καλύτερες οπότε και δεν δινόταν τόση σημασία στις επιπτώσεις της καύσης του, αλλά το ακόμα πιο άμεσο για τον καταναλωτή ήταν η τιμή του 'μαύρου χρυσού', που ήταν σε πιο προσιτά επίπεδα απ' ότι σήμερα. Το αποτέλεσμα ήταν να κυριαρχήσει απόλυτα σαν καύσιμο θέρμανσης, έχοντας και σαν πλεονέκτημα την καλή θερμική αποδοτικότητα και την αρκετά απλή κατασκευή του λέβητα-καυστήρα, αλλά και τον σχετικά πολύ μικρό χώρο αποθήκευσης που χρειάζεται.

Παρατηρείται όμως μια στροφή τα τελευταία χρόνια και σε εναλλακτικές μορφές θέρμανσης με κυριότερες το φυσικό αέριο, το υγραέριο, την γεωθερμία, την βιομάζα κ.ά. Όπως είναι φυσικό όμως η αντικατάσταση του πετρελαίου γίνεται σταδιακά, αφού ο καταναλωτής αφενός δεν έχει για πολλές από αυτές τις εναλλακτικές μορφές θέρμανσης επαρκή πληροφόρηση, αλλά και κυρίως μια αλλαγή σαν αυτή απαιτεί έξοδα για νέο μηχανολογικό εξοπλισμό, τα οποία εξαρτώνται από αρκετούς παράγοντες όπως τα τετραγωνικά μέτρα προς θέρμανση, το κόστος μελέτης και εγκατάστασης κ.ά. Αυτά τα έξοδα είναι άμεσα για τον καταναλωτή και ορθώς για να επιλέξει μία από τις εναλλακτικές λύσεις θα πρέπει να σιγουρευτεί για την αποτελεσματικότητά τους, καθώς και για την απόσβεση των επιπλέον εξόδων σε ένα εύλογο χρονικό διάστημα, ώστε μετά από αυτό το διάστημα να έχει ουσιαστικό κέρδος αντικατάστασης του πετρελαίου.

## Κυριαρχία του πετρελαίου και ανάγκη σταδιακής αντικατάστασης του

Το πετρέλαιο, σε οποιαδήποτε μορφή του, ήταν το σημαντικότερο καύσιμο παγκοσμίως τον 20<sup>ο</sup> αιώνα και συνεχίζει ακόμα και σήμερα στις αρχές του 21<sup>ου</sup>. Δεν είναι τυχαίο το πόσο επηρεάζει πολλούς τομείς του πολιτισμού μας, είτε οικονομικά είτε ακόμα και κατ' επέκταση κοινωνικά, καθώς βέβαια και περιβαλλοντολογικά.

Πιο συγκεκριμένα, οικονομικά, οι εταιρίες που ασχολούνται με την άντληση και την εμπορία του πετρελαίου και των υποπροϊόντων αυτού, είναι παγκόσμιοι οικονομικοί κολοσσοί, που σημαίνει ότι έχουν έντονες επιρροές στις παγκόσμιες αγορές και κατ' επέκταση και στις κατά τόπους κοινωνίες. Έχουν γίνει ακόμη και πολλές πολεμικές συγκρούσεις για την κατάληψη και τον έλεγχο εδαφών πλούσιων σε κοιτάσματα πετρελαίου. Αυτό βέβαια δείχνει, εκτός από την απληστία και την ωμότητα πολλές φορές της παγκόσμιας αγοράς, ότι τα αποθέματα του 'μαύρου χρυσού' δεν είναι ανεξάντλητα, με τις απόψεις να ποικίλουν για το πότε θα αρχίσει να υπάρχει έλλειψη στην αγορά, κάτι το οποίο βέβαια ήδη έχει δημιουργήσει αρκετές αναταράξεις στην παγκόσμια οικονομία, δημιουργώντας ανά τακτά χρονικά διαστήματα μια σειρά αλυσιδωτών οικονομικών αντιδράσεων, με αποτέλεσμα ραγδαία αύξηση των τιμών και γενικότερη επιδείνωση της υπάρχουσας οικονομικής κρίσης.

Ένα ακόμα στοιχείο που καταδεικνύει την κρίση που αργά ή γρήγορα θα πλήξει την αγορά του πετρελαίου, είναι το ότι οι κυρίαρχες εταιρίες των πετρελαιοειδών ήδη επενδύουν τεράστια ποσά σε έρευνα αλλά και αξιοποίηση εναλλακτικών μορφών ενέργειας, κυρίως σε ανανεώσιμες μορφές ενέργειας όπως τα φωτοβολταϊκά συστήματα, οι ανεμογεννήτριες και τα βιοκαύσιμα, που θα μας απασχολήσουν σ' αυτήν την εργασία. Αυτό οφείλεται αφενός στις αποφάσεις που έχουν ληφθεί για μειώσεις των ρύπων σε παγκόσμια κλίμακα ( π.χ. πρωτόκολλο Κιότο) και αφετέρου στο γεγονός ότι οι συγκεκριμένες εταιρίες λειτουργώντας με μακροπρόθεσμο πλάνο και γνωρίζοντας τις αλλαγές που θα έρθουν στην ενεργειακή αγορά, θέλουν να έχουν και στο μέλλον κυρίαρχικό ρόλο στην παγκόσμια οικονομία.

Όσον αφορά το περιβαλλοντολογικό μέρος του θέματος, τα καυσαέρια από τις καύσεις των προϊόντων του πετρελαίου έχουν εδώ και αρκετές δεκαετίες δημιουργήσει κακές συνθήκες διαβίωσης σε μεγάλα αστικά και βιομηχανικά κέντρα ανά την υφήλιο, αλλά και σε παγκόσμια κλίμακα φαίνονται επιπτώσεις όπως η σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα μια σειρά από φυσικά φαινόμενα που απειλούν διάφορες περιοχές στον κόσμο

καθώς και την βιοποικιλότητα αυτών. Αν σε αυτά προσθέσουμε και τα ατυχήματα που συμβαίνουν, διάφορα ναυάγια, η τεράστια διαρροή στον κόλπο του Μεξικό ,κ.ά. , αντιλαμβανόμαστε ότι έχουμε ήδη επιβαρύνει και συνεχίζουμε να επιβαρύνουμε αδιάκοπα τον πλανήτη μας.

### Αναφορά εναλλακτικών λύσεων

Όλα τα παραπάνω δείχνουν ότι εκτός από εναλλακτικές είναι πλέον και αναγκαίες οι προαναφερθείσες μορφές ενέργειας. Η σταδιακή αντικατάσταση του πετρελαίου ανοίγει το δρόμο για επενδυτικές ευκαιρίες σε μορφές ενέργειας που δεν έχουν αξιοποιηθεί εκτενώς και απ' ότι φαίνεται θα μας απασχολήσουν στο άμεσο μέλλον. Έχουν αναφερθεί μερικές μορφές, αλλά πιο συγκεκριμένα για την θέρμανση που μας ενδιαφέρει οι πιο σημαντικές είναι το φυσικό αέριο, τα καυσόξυλα στην αρχική τους μορφή, τα κλιματιστικά και τα πέλλετ.

**Το φυσικό αέριο** είναι αισθητά πιο φθηνό από το πετρέλαιο, παρ' ότι μέχρι πρότινος είχε κατά 15% χαμηλότερη φορολόγηση, συνεχίζει να κερδίζει όλο και περισσότερους καταναλωτές, κάνοντας μάλιστα ρεκόρ συνδέσεων το 2011 σε Αθήνα και Θεσσαλονίκη . Η τιμή του κυβικού μέτρου (με ενεργειακή απόδοση όσο ένα λίτρο πετρέλαιο) βρίσκεται στο **0,72 με 0,74 ευρώ**. Όμως και το φυσικό αέριο εξάγεται από υπόγειες κοιλότητες, τα αποθέματά του δεν είναι άπειρα και επιπλέον η καύση του αν και δεν είναι το ίδιο επιβλαβής για το περιβάλλον με το άλλα καύσιμα, δεν παύει να επιβαρύνει το περιβάλλον κατά την καύση του με ουσίες όπως το διοξείδιο του άνθρακα.

**Τα καυσόξυλα** εκτός από την χρήση τους σε παραδοσιακά τζάκια πλέον χρησιμοποιούνται και στα σύγχρονα ενεργειακά που πολλές φορές πλέον συνδέονται με μπόιλερ, που ζεσταίνει νερό και το προωθεί στα καλοριφέρ. Η συγκεκριμένη μορφή ενέργειας ενδείκνυται για μονοκατοικίες και σπίτια στην επαρχία. Να σημειώσουμε ότι έχουν αυξηθεί οι εταιρίες που εμπορεύονται καυσόξυλα, το τελευταίο χρονικό διάστημα. Ένας τόνος καυσόξυλα κοστίζει από **80 έως 120 ευρώ**, ανάλογα με τον τύπο του ξύλου, το μέγεθος της παραγγελίας καθώς και την απόσταση που πρέπει να διανυθεί για την μεταφορά του. Όπως θα δούμε παρακάτω, τα καυσόξυλα χωρίς περαιτέρω επεξεργασία (πελλετοποίηση), δεν έχουν πολύ καλή θερμική απόδοση και επιπλέον αν το τζάκι δεν είναι κατάλληλο έχουμε υψηλή παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα αλλά και πολλές φορές ακόμα και σωματιδίων στην ατμόσφαιρα.

**Τα κλιματιστικά** έχουν κερδίσει έδαφος λόγω της αύξησης της τιμής του πετρελαίου, με πολλά νοικοκυριά να θερμαίνονται αποκλειστικά με αυτά ή να τα συνδυάζουν με το πετρέλαιο ώστε να ρίξουν το κόστος θέρμανσής τους. Για ένα μέσο σπίτι **100τ.μ.** το κόστος εγκατάστασης καλών κλιματιστικών **ενεργειακής κλάσης A, τύπου Inverter** δεν ξεπερνάει τα 2.000 ευρώ, ενώ το

κόστος του ρεύματος για τη θέρμανση για έναν χειμώνα κατά μέσο όρο θα βρίσκεται στα 500 ευρώ. Βέβαια και με τις συνεχείς αυξήσεις των τιμών του ρεύματος, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα η χρήση τους στο άμεσο μέλλον να γίνει οικονομικά ασύμφορη. Εκτός αυτού, τα κλιματιστικά έχουν μεγάλη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος, το οποίο σημαίνει για μια χώρα σαν την Ελλάδα που ακόμα και το 2012 αντί να αντικαταστήσει τα εργοστάσια παραγωγής ρεύματος με λιγνίτη, σκέφτεται να ανοίξει και νέα, δημιουργείται ένας φαύλος κύκλος με έντονα περιβαλλοντολογικά προβλήματα, αλλά και ενεργειακά αφού τα τελευταία χρόνια δεν είναι λίγες οι φορές που αναγκαστήκαμε να 'δανειστούμε' ρεύμα από γειτονικές μας χώρες.

Τελευταία αφήσαμε τα πέλλετ, αφού είναι και αυτά που θα μας απασχολήσουν εκτενέστερα και θα γίνει ανάλυση αυτών και στην συνέχεια. Πολύ σύντομα μόνο θα αναφέρουμε ότι η χρήση του πέλλετ(βιομάζας) κερδίζει συνεχώς έδαφος, και μάλιστα μετά την άρση της απαγόρευσης για χρήση σε Αθήνα και Θεσσαλονίκη . Τα πέλλετ παράγονται από διάφορα κατάλοιπα αγροτικών καλλιεργειών, πριονίδια κ.λπ. και έχουν την **μισή θερμική απόδοση** του πετρελαίου, ενώ προσοχή πρέπει να δείξετε σε κάποια που είναι πιο φθηνά (με διάφορες άλλες προσμίξεις), αλλά έχουν χαμηλότερη απόδοση.

Το κόστος των πέλλετ βρίσκεται περίπου στα **250 ευρώ ανά τόνο**, οπότε ένα σπίτι που χρειάζεται 3 τόνους πετρελαίου (**2850 ευρώ με 0,95 ευρώ ανά λίτρο**) θα χρειαστεί 6 τόνους πέλλετ (**περίπου 1500 ευρώ**).Υπάρχοντες λέβητες μπορούν να μετατραπούν σε λέβητες πέλλετ, με κόστος όχι πάνω από 3.000 ευρώ, ενώ καινούργιοι λέβητες κοστίζουν **από 4.000 έως και 10.000 ευρώ**.

## Κεφάλαιο 2. Βιομάζα

### Ορισμός

Με τον όρο **βιομάζα** αποκαλείται οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας.

Η βιομάζα είναι η πιο παλιά και διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Ο πρωτόγονος άνθρωπος, για να ζεσταθεί και να μαγειρέψει, χρησιμοποίησε την ενέργεια (θερμότητα) που προερχόταν από την καύση των ξύλων, που είναι ένα είδος βιομάζας.

Αλλά και μέχρι σήμερα, κυρίως οι αγροτικοί πληθυσμοί, για να ζεσταθούν, να μαγειρέψουν και να φωτιστούν χρησιμοποιούν ξύλα, φυτικά υπολείμματα (άχυρα, πριονίδια, άχρηστους καρπούς ή κουκούτσια κ.ά.) και ζωικά απόβλητα (κοπριά, λίπος ζώων, άχρηστα αλιεύματα κ.ά.).

Όλα τα παραπάνω υλικά, που άμεσα ή έμμεσα προέρχονται από το φυτικό κόσμο, αλλά και τα υγρά απόβλητα και το μεγαλύτερο μέρος από τα αστικά απορρίμματα (υπολείμματα τροφών, χαρτί κ.ά.) των πόλεων και των βιομηχανιών, μπορούμε να τα μετατρέψουμε σε ενέργεια.

### Χαρακτηριστικά

Η ενέργεια της βιομάζας (βιοενέργεια ή *πράσινη ενέργεια*) είναι δευτερογενής ηλιακή ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια μετασχηματίζεται από τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης. Οι βασικές πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται, είναι το νερό και το διοξείδιο του άνθρακα, που είναι άφθονα στη φύση.

Η μόνη φυσικά ευρισκόμενη πηγή ενέργειας με άνθρακα που τα αποθέματά της είναι ικανά ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων, είναι η βιομάζα. Αντίθετα από αυτά, η βιομάζα είναι ανανεώσιμη καθώς απαιτείται μόνο μια σύντομη χρονική περίοδος για να αναπληρωθεί ό,τι χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας. Εν γένει, για τις διάφορες τελικές χρήσεις υιοθετούνται διαφορετικοί όροι. Έτσι, ο όρος "**βιοϊσχύς**" περιγράφει τα συστήματα που χρησιμοποιούν πρώτες ύλες βιομάζας αντί των συνήθων ορυκτών καυσίμων (φυσικό αέριο, άνθρακα) για ηλεκτροπαραγωγή, ενώ ως "**βιοκαύσιμα**" αναφέρονται κυρίως τα υγρά καύσιμα μεταφορών που υποκαθιστούν πετρελαϊκά προϊόντα, π.χ. βενζίνη ή ντίζελ.

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

Εντούτοις, η έρευνα και η τεχνολογική πρόοδος που έχει πραγματοποιηθεί τα τελευταία 10 χρόνια έχουν καταστήσει τις τεχνολογίες ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας εξαιρετικά ελκυστικές σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι προοπτικές, μάλιστα, της βιοενέργειας καθίστανται διαρκώς μεγαλύτερες και πιο ελπιδοφόρες. Στις πιο προηγμένες οικονομικά χώρες, αναμένεται να καλύπτει σημαντικό τμήμα της ενεργειακής παραγωγής μελλοντικά.

### Πλεονεκτήματα

1. Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου – επειδή οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που απελευθερώνονται κατά την καύση της βιομάζας δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία της βιομάζας.
2. Η μηδαμινή ύπαρξη του θείου στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>) που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή.
3. Εφόσον η βιομάζα είναι εγχώρια πηγή ενέργειας, η αξιοποίησή της σε ενέργεια συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου, στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και στην εξοικονόμηση του συναλλάγματος.
4. Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας σε μια περιοχή, αυξάνει την απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με τη χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών (διάφορα είδη ελαιοκράμβης, σόργο καλάμι) τη δημιουργία εναλλακτικών αγορών για τις παραδοσιακές καλλιέργειες (ηλιανθος κ.ά.), και τη συγκράτηση του πληθυσμού στις εστίες τους, συμβάλλοντας έτσι στη κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη της περιοχής. Μελέτες έχουν

δείξει ότι η παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων έχει θετικά αποτελέσματα στον τομέα της απασχόλησης τόσο στον αγροτικό όσο και στο βιομηχανικό χώρο.

### Μειονεκτήματα

1. Ο αυξημένος όγκος και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα δυσχεραίνουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.
2. Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της βιομάζας δυσκολεύουν την συνεχή τροφοδοσία με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας.
3. Βάσει των παραπάνω παρουσιάζονται δυσκολίες κατά τη συλλογή, μεταφορά, και αποθήκευση της βιομάζας που αυξάνουν το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησης.

Οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας απαιτούν υψηλό κόστος εξοπλισμού, συγκρινόμενες με αυτό των συμβατικών καυσίμων.

### Θερμική απόδοση καυσόξυλου

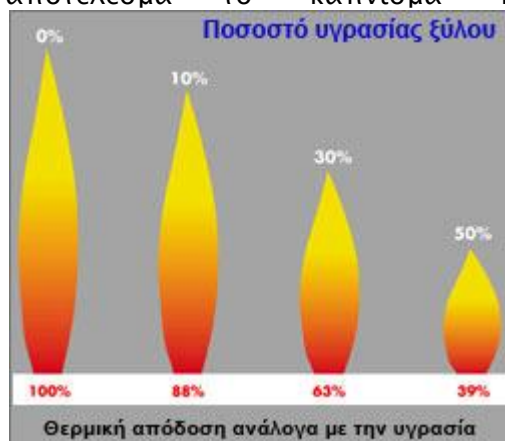
Καλό είναι πριν επεκταθούμε περαιτέρω στο θέμα των πέλλετ, να εξετάσουμε σύντομα την θερμική απόδοση του καυσόξυλου, δηλαδή της πρώτης ύλης από τα οποία φτιάχνονται τα συγκεκριμένα πέλλετ που θα μελετήσουμε (wood pellets).

Όταν λέμε ξύλο σαν στερεά καύσιμη ύλη, εννοούμε:

- Ξύλο φυσικό, κούτσουρα
- Μπρικέττα Ξύλου. Πεπιεσμένο πριονίδι σε σχήμα κούτσουρου

Κάθε είδος ξύλου έχει τις δικές του ιδιότητες και χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν την απόδοση του κατά την καύση. Το είδος του ξύλου από μόνο του δεν αρκεί για να προσδιορισθεί η θερμική απόδοσή του. Το ποσοστό απόδοσης κυμαίνεται ανάλογα και με την υγρασία του καθώς και την θερμοκρασία καύσης. **Η φωτιά πρέπει να φτάσει σε συγκεκριμένη ελάχιστη θερμοκρασία, ώστε να επιτευχθεί καθαρή και αποδοτική καύση.** Το φρεσκοκομμένο ξύλο επίσης, περιέχει πάνω από 50% υγρασία και είναι εντελώς ακατάλληλο.

Ξύλο με μεγάλη υγρασία, μειώνει κατακόρυφα την απόδοση και τον ελκυσμό, με αποτέλεσμα το "κάπνισμα" και μια σειρά άλλα προβλήματα.



Εικόνα 1: Σχέση υγρασίας απόδοσης

Ο πίνακας παρακάτω, δείχνει την θερμική απόδοση διαφόρων ειδών ξύλου, (ξηρού, χωρίς υγρασία), για την επιλογή του καταλληλότερου, αυτού δηλαδή που θα δώσει την υψηλότερη απόδοση κατά την καύση του στο τζάκι.

#### Θερμογόνος δύναμη των ελληνικών καυσόξυλων

Είδος ξύλου	Θερμαντική αξία απόλυτα ξηρού ξύλου Kcal/Kg	Ποσοστό Ανόργανων Στοιχείων (Τέφρα) %
Δρυς, πλατύφυλλη	4.694	0,67
Δρυς, απόδισκη	4.698	0,68
Δρυς, χνοώδης	4.681	0,68
Οξιά	4.701	0,62
Ακακία	4.624	0,64
Καστανιά	4.568	0,73
Λεύκη	4.725	0,67
Πεύκη, τραχεία	4.842	0,40
Πεύκη, μαύρη	4.860	0,46
Πεύκη, θαλάσσια	4.856	0,43
Πεύκη, χαλέπιος	4.831	0,54
Ελάτη	4.894	0,41
Ελιά	4.100	-
Βελανιδιά	4.458	-
Φρύγανα	4.000	-

Πίνακας 1: Θερμογόνος δύναμη και ποσοστό τέφρας διαφόρων καυσόξυλων



Ως θερμογόνο δύναμη, ορίζεται το ποσό της θερμότητας το οποίο παράγεται κατά τη στοιχειομετρική καύση μιας ορισμένης ποσότητας καυσίμου. Δηλαδή στη περίπτωση μας, θερμαντική αξία λέμε την ποσότητα της θερμικής ενέργειας που παράγεται από την πλήρη καύση ενός κιλού (kg) ξηρού ξύλου.

Η θερμογόνος δύναμη μετριέται με ειδικές συσκευές που λέγονται θερμιδόμετρα, σε μονάδες μέτρησης ενέργειας, δηλαδή θερμότητας, ανά μονάδα μάζας ή όγκου. Συνεπώς πόσες θερμίδες ανά κιλό αποφέρει η καύση του ξύλου.

Άρα **Kcal / kg** συνήθως ή **BTU / Lb**.

1 Kcal = 1.000 Cal

1 Cal = 3,968 BTU

Η θερμική αξία του ξύλου κυμαίνεται από 3.900–5.100 Kcal/Kg.

Όπως όμως γίνεται φανερό από τον παραπάνω πίνακα(πίνακας 1) τα καυσόξυλα δεν αποτελούν το πλέον ιδανικό καύσιμο, αφού ένα πολύ μεγάλο μέρος του όγκου τους είναι αέρας και νεκρός όγκος(το ποσοστό κυμαίνεται από 41%–73%). 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 μπρικέτες βιομάζας.

Η υψηλή θερμογόνος δύναμη (kJ/kg , Btu/lb) είναι η πυκνότητα ενέργειας ανά μονάδα μάζας του καυσίμου. Παρόλο αυτά, για τη βιομάζα πιο σημαντική είναι η θερμογόνος δύναμη ανά μονάδα όγκου (kJ/liter, MJ/m<sup>3</sup>, Btu/ft<sup>3</sup>). Επειδή η βιομάζα κατά πλειοψηφία έχει χαμηλό βάρος η μάζα της δεν είναι τόσο σημαντικός παράγοντας κατά τη συλλογή, τη μετακίνηση, την αποθήκευση και τη χρήση. Υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ χαμηλής και υψηλής πυκνότητας καυσίμων από βιομάζα. Η υψηλής πυκνότητας βιομάζα έχει περίπου 3 έως και 4 φορές μεγαλύτερο βάρος από τα κομματάκια ξύλου (wood chips) αλλά δεν είναι τόσο πυκνή όσο το κάρβουνο και το ντίτζελ.

## Κεφάλαιο 3. Πέλλετ ξύλου (wood pellets)



Εικόνα 2 : Τυπική μορφή πέλλετ ξύλου(wood pellets)

### 3.1 Ορισμός wood pellet

Τα συσσωματώματα ξύλου(wood pellets) είναι ένα είδος καυσίμου από ξύλο, που γίνονται συνήθως από συμπιεσμένο πριονίδι ή άλλα απόβλητα υλοτομίας και άλλες κατασκευές προϊόντων ξύλου, αλλά μερικές φορές και από άλλες πηγές όπως ολόκληρο το δέντρο ή από αφαίρεση των κορυφών των δέντρων και κλαδιών που έχουν απομείνει μετά την υλοτομία. Οι πελλέτες κατασκευάζονται σε διάφορους τύπους και χρησιμοποιούνται ως καύσιμα σε ηλεκτρικούς σταθμούς, σπίτια, και άλλες εφαρμογές. Τα pellets είναι εξαιρετικά πυκνά και μπορεί να παραχθούν με χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία (κάτω από 10%) που τους επιτρέπει να καίγονται με πολύ υψηλή απόδοση καύσης.

Επιπλέον, η τακτική γεωμετρία τους και το μικρό μέγεθος επιτρέπει αυτόματη τροφοδοσία με πολύ λεπτή βαθμονόμηση. Μπορούν να χορηγηθούν σε έναν καυστήρα με τη βοήθεια κοχλία τροφοδοσίας(auger feeder) ή με ατέρμονα κοχλία μεταφοράς πεπιεσμένου αέρα. Η υψηλή πυκνότητα τους επιτρέπει, επίσης, συμπίεση στην αποθήκευση και την ακόμα πιο αποτελεσματική μεταφορά σε μεγάλες αποστάσεις. Μπορούν εύκολα να αντλούνται και να γίνεται η καύση

τους από ένα τάνκερ σε δεξαμενή αποθήκευσης καυσίμων ή από σιλό στις εγκαταστάσεις του πελάτη.

Ένα ευρύ φάσμα από σόμπες pellet, κεντρική θέρμανση κλιβάνων, και άλλες συσκευές θέρμανσης έχουν αναπτυχθεί και διατίθενται στο εμπόριο από το 1999. Με την αύξηση της τιμής των ορυκτών καυσίμων από το 2005, η ζήτηση για θέρμανση με pellet έχει αυξηθεί στην Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική, και μια αρκετά μεγάλη βιομηχανία αναδύεται.



Εικόνα 3 : Τυπική μορφή σόμπας πέλλετ

Εικόνα 4 : Τυπική μορφή τζακιού πέλλετ



Εικόνα 5 : Καυστήρας-λέβητας πέλλετ

### 3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά των wood pellets

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των wood pellets δίνονται στον παρακάτω πίνακα :

#### Χαρακτηριστικά Pellets ξύλου

Διάμετρος	6-8 mm
Μήκος	30-40 mm
Τέφρα	0,5-1,0%
Πυκνότητα	>650 kg/m <sup>3</sup>
Υγρασία	8-10%
Θερμική ενέργεια	1 Kg Pellet=0,5lit Πετρ.

Πίνακας 2 : Τεχνικά χαρακτηριστικά wood pellet

Το σχηματιζόμενο προϊόν χαρακτηρίζεται από υψηλή συνοχή, χαμηλό ποσοστό υγρασίας (λιγότερο από 10%) και μεγάλη πυκνότητα (>650 kg/m<sup>3</sup>), γεγονός που επιτρέπει την καύση του και την υψηλή θερμαντική του απόδοση. Επιπλέον οι μικρές του διαστάσεις και η καλή γεωμετρία του σχήματός του, επιτρέπουν την εύκολη αποθήκευση και χειρισμό του. Σε αυτό συμβάλλει και η δυνατότητα συσκευασίας των wood pellets σε σάκους των 15, 20 και 50 kg. Η θερμική τους αξία είναι περίπου 4.500 cal/kg, όπως δίνεται και στο ισοζύγιο με το πετρέλαιο στον παραπάνω πίνακα. Συνήθως παράγονται από πριονίδια πεύκου, ελάτου και οξιάς και τα καλής ποιότητας pellets δεν έχουν πρόσθετα υλικά.

Σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα ποιότητας, τα wood pellets που κυκλοφορούν στην Ευρώπη έχουν ως ποιοτικό standard την παραγωγή έως 1% τέφρα κατά την καύση τους. Αυτό επιτυγχάνεται από το συνδυασμό της παραγωγικής διαδικασίας και της καθαρότητας των υλικών.

### 3.3 Ενεργειακό περιεχόμενο των wood pellets

Η θερμογόνος δύναμη της συμπιεσμένης βιομάζας είναι κατά μέσο όρο 4,7 kWh/kg καυσίμου. Στην τυπική περίπτωση όπου η πυκνότητά των πελλετών είναι της τάξης των 650 kg/m<sup>3</sup>, συνεπάγεται ότι το ενεργειακό περιεχόμενό τους, ανά μονάδα όγκου, είναι 3055 kWh/m<sup>3</sup>. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται το πρωτογενές ενεργειακό περιεχόμενο ορισμένων καυσίμων και συγκρίνεται η θερμογόνος δύναμη της συμπιεσμένης βιομάζας με τα συνήθη ορυκτά καύσιμα.

<b>ΚΑΥΣΙΜΟ</b>	<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΟΝΑΔΑ (KWh/ton)</b>	<b>ΑΝΑ ΒΑΡΟΥΣ</b>	<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΟΝΑΔΑ ΟΓΚΟΥ (kWh/m<sup>3</sup>)</b>
<b>ΠΕΛΛΕΤΑ</b>	<b>4.700 (μέση τιμή)</b>		<b>3.055</b>
ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1.050-1.750		1.680-2.500
ΚΑΡΒΟΥΝΟ (ΑΠΟ ΑΝΘΡΑΚΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ)	7.000		2.100
ΛΙΘΑΝΘΡΑΚΑΣ	4.800-8.500		4.800-8.500
ΞΥΛΟ (25% ΥΓΡΑΣΙΑ)	3.800		2.300
ΠΡΙΟΝΙΔΙ ΞΥΛΟΥ	4.400		880
ΜΑΖΟΥΤ	11.750		11.515
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	12.000		9.960
ΥΓΡΑΕΡΙΟ	12.800		25,6
ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	13.100		9

Πίνακας 3 : Ενεργειακό περιεχόμενο ανά μονάδα βάρους και περιεχομένου για διάφορα καύσιμα

Συνηθίζεται, η αξιολόγηση ενός καυσίμου να γίνεται αποκλειστικά βάσει της τιμής του ενεργειακού του περιεχομένου ανά μονάδα βάρους του (MJ/kg ή kWh/kg). Η αντιμετώπιση αυτή είναι λανθασμένη. Το ενεργειακό περιεχόμενο ανά μονάδα βάρους ενός καυσίμου δεν αποτελεί μοναδική παράμετρο αξιολόγησής του. Παράγοντες όπως η τιμή ενός καυσίμου, η ευκολία στη μεταφορά, την αποθήκευση και τη χρήση του, και η ασφάλειά του είναι καθοριστικοί στην επιλογή του. Το ενεργειακό περιεχόμενο ανά μονάδα όγκου ενός καυσίμου καθορίζει την ευκολία μεταφοράς και αποθήκευσης του.

### 3.4 Χρήσεις των wood pellets

Το πέλλετ είναι κατάλληλο για:

1. Οικιακή Θέρμανση
2. Θερμοκήπια-Πτηνοτροφία
3. Βιομηχανίες-Βιοτεχνίες
4. Φούρνους Αρτοποιίας
5. Δημόσια Κτίρια (Νοσοκομεία, Σχολεία, Κολυμβητήρια, Ιδρύματα, Δημόσιες Υπηρεσίες κ.α.)
6. Τηλεθέρμανση Οικισμών
7. Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού-Θερμότητας
8. Παραγωγή Βιοαερίου, βιοϋδρογόνου

Δηλαδή είναι μια μορφή ενέργειας που ουσιαστικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί όπως και τα πιο συνηθισμένα καύσιμα. Από την θέρμανση διάφορων χώρων, ως και την παραγωγή προϊόντων ή άλλων μορφών ενέργειας με αυτό σαν βασική καύσιμη ύλη για τα αποτελέσματα που ζητάμε. Αυτό σημαίνει ότι γίνεται ακόμα πιο ελκυστικό για επενδυτικά σχέδια, αφού με κατάλληλα βήματα μπορεί να καταλάβει σεβαστό μέρος της ενεργειακής αγοράς.

### 3.5 Πλεονεκτήματα των wood pellets

Οι πελλέτες βιομάζας, ως καύσιμο, συνδυάζουν:

- Το **υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο ανά μονάδα βάρους και όγκου** τους σε σχέση με τα περισσότερα στερεά και ξυλώδη καύσιμα.
- Το υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο ανά μονάδα όγκου τους, γεγονός που διευκολύνει τη **μεταφορά** και την **αποθήκευσή** τους.
- Τη **φιλικότητα προς το περιβάλλον**.
- Την **ασφάλεια κατά τη χρήση**.
- Την τόνωση και την ανάπτυξης της **εγχώριας οικονομίας**.
- Την **ανταγωνιστική τιμή για τους καταναλωτές**.

Πλέον θεωρείται ένα πολύ πρακτικό καύσιμο για κάθε οικία, αφού μεταφέρεται συσκευασμένο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με αυτόματο δοσομετρητή για τροφοδοσία της φωτιάς, αλλά και η συσκευασία του το προστατεύει από οποιαδήποτε αλλοίωση δίνοντας την δυνατότητα και για αποθήκευση όπου επιθυμούμε.

Στο οικολογικό τομέα, για την δημιουργία των pellets δεν απαιτείται να κοπούν δέντρα, γιατί παράγονται είτε από απορριφθείσα ή ανακυκλώσιμη ξυλεία είτε από δέντρα που έχουν φυτευτεί γι' αυτό τον λόγο. Επιπλέον η τέλεια καύση του, απουσία χημικών και λόγω ελάχιστου ποσοστού υγρασίας, εκμηδενίζουν την ποσότητα της παραγόμενης τέφρας. Η καύση των pellets βοηθά ουσιαστικά στην μείωση των δασικών υπολειμμάτων από την παραγωγή ξυλείας, την βιομηχανία επίπλων καθώς και των γεωργικών εργασιών. Έτσι για παράδειγμα αντί να έχουμε την άσκοπη καύση των κλαδιών σε ελαιώνες, μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε για την παραγωγή pellets.

Τέλος και ίσως το πιο σημαντικό για τον καταναλωτή είναι το οικονομικό μέρος. Αυτή την στιγμή τα pellets είναι φθηνότερα από το πετρέλαιο και την ηλεκτρική ενέργεια και έχουν το επιπλέον θετικό ότι οι τιμές τους ακολουθούν μια πιο σταθερή πορεία σε σχέση με τα άλλα δύο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι υπάρχει μεγάλη δυνατότητα τόσο για εσωτερικό ανεφοδιασμό όσο και για εισαγωγές βιολογικών καυσίμων. Στο επόμενο κεφάλαιο θα εξετάσουμε γιατί συμφέρει το pellet πιο αναλυτικά και κυρίως θα το συγκρίνουμε με το πετρέλαιο, όσον αφορά το οικονομικό κομμάτι.

## Κεφάλαιο 4. Οικονομικά στοιχεία της θέρμανσης με pellets

Σε αυτό το κεφάλαιο θα προσπαθήσουμε με οικονομικά δεδομένα και μέσω υποθετικών παραδειγμάτων, να αποδείξουμε ότι έχει ουσία να προτείνουμε την καύση pellet για την θέρμανση. Στα προηγούμενα κεφάλαια αναφέρθηκαν οικολογικά και γενικά πλεονεκτήματα των wood pellets ως καύσιμα. Όμως για να αποφασίσει ο καταναλωτής να τα επιλέξει πρέπει να έχει μια ξεκάθαρη εικόνα ότι αυτή η επιλογή συμφέρει και οικονομικά, δηλαδή η διαφορά της κατανάλωσης και της αποδοτικότητας θα πρέπει να οδηγήσουν σε βραχυπρόθεσμη απόσβεση του κόστους της μετατροπής και να είναι αισθητή η διαφορά στο ετήσιο κόστος σε σχέση με τα πιο διαδεδομένα καύσιμα, κυρίως το πετρέλαιο που είναι το συνηθέστερο καύσιμο θέρμανσης.

### 4.1 Κόστος βάσει παραγόμενης ενέργειας

Στον παρακάτω πίνακα γίνεται η σύγκριση μεταξύ των κυριότερων καυσίμων :

Είδος καυσίμου	M/M	Θερμική απόδοση	Κόστος	Κόστος/Kcal
Ξύλινη πελλέτα(wood pellet)	kg	4.500Kcal/h	0,25€/kg	0,055€/Kcal
Καυσόξυλο	kg	2.500Kcal/h	0,16€/kg	0,065€/Kcal
Πετρέλαιο (1lt=0,85kg)	lt	8.500Kcal/lt	0,95€/lt	0,110€/Kcal
Φυσικό αέριο (1 m <sup>3</sup> =4,166lt)	m <sup>3</sup>	10.500Kcal/m <sup>3</sup>	0,70€/m <sup>3</sup>	0,080€/Kcal

Πίνακας 4 : Σύγκριση κόστους βάσει θερμικής απόδοσης των κυριότερων καυσίμων

Πρέπει να αναφέρουμε ότι οι παραπάνω τιμές είναι ενδεικτικές των τιμών που επικρατούν το 2012, καθώς και ότι έχει καθοριστεί επιπλέον πάγιο για το φυσικό αέριο 0,2325€/ημέρα. Επίσης οι ισοδυναμίες που ισχύουν είναι :

1 lt πετρέλαιο ισούται με 2 kg pellets

10 kWh ισούται με 2 kg pellets



Στον παραπάνω πίνακα δεν συμπεριλάβαμε το πυρηνόξυλο, το οποίο μπορεί να έχει κόστος/Kcal= 0,030€/KWh, δηλαδή το μικρότερο απ' όλα τα προαναφερθέντα, αλλά είναι ένα καύσιμο το οποίο παρότι υπάρχει αρκετά χρόνια στην ελληνική αγορά, δεν έχει κερδίσει τους καταναλωτές στον αναμενόμενο βαθμό, αφού παρουσιάζονται τα προβλήματα της έντονης δυσσομίας και της παραγωγής καπνού, που δεν το καθιστούν ελκυστικό ειδικά για σπίτια ή πολυκατοικίες.

Από τον πίνακα λοιπόν εξάγουμε το συμπέρασμα ότι τα wood pellets είναι εξαιρετικά όσον αφορά και το κόστος ανά Kcal, με οφέλη που φτάνουν το 50% έναντι του πετρελαίου, αλλά και σε μικρότερα αλλά όχι και αμελητέα ποσοστά κ ως προς τα άλλα καύσιμα. Αυτό που απομένει λοιπόν να αποδείξουμε είναι αν αυτή η διαφορά συμφέρει μακροπρόθεσμα τον καταναλωτή ώστε να προτιμήσει την αντικατάσταση του καυσίμου θέρμανσης που χρησιμοποιεί με wood pellets.

Όλη αυτή η διερεύνηση είναι σημαντική, καθότι αναφερόμαστε σε ένα αρκετά καινούριο προϊόν στην αγορά. Αυτό σημαίνει ότι το καταναλωτικό κοινό δεν γνωρίζει αρκετά στοιχεία ακόμη γι' αυτό, τόσο στο οικονομικό όσο και στο πρακτικό κομμάτι του. Τα περισσότερα έχουν ήδη αναφερθεί στο τρέχον αλλά και στα προηγούμενα κεφάλαια.

Όμως είναι σημαντικό για να έχει ουσία μια οικονομοτεχνική μελέτη για ένα εργοστάσιο που παράγει οποιοδήποτε προϊόν, πόσο μάλλον ένα προϊόν που τώρα αρχίζει να εισχωρεί δυναμικά στην αγορά, ότι έχει λόγο ύπαρξης. Αυτό σημαίνει πρακτικά ότι μπορεί να σταθεί στον ανταγωνισμό της αγοράς με βλέψεις, παρουσιάζοντας όσο το δυνατόν περισσότερα πλεονεκτήματα έναντι των άλλων προτάσεων της αγοράς.

Σαν προϊόν τα wood pellets με όσα έχουν αναφερθεί μέχρι τώρα μοιάζουν με ιδανική επενδυτική ευκαιρία. Ήδη έχει αυξηθεί η παραγωγή τους αλλά κυρίως οι πωλήσεις τους, χωρίς όμως να θεωρείται σε καμία περίπτωση ως ένας κορεσμένος κλάδος. Εκτενέστερη ανάλυση γίνεται στα παρακάτω κεφάλαια.

## 4.2 Σύγκριση οικονομικών στοιχείων θέρμανσης με wood pellets και πετρέλαιο

Το ποσό θερμότητας που χρειάζεται ένα σπίτι εξαρτάται από πολλούς παράγοντες εκ των οποίων αρκετοί είναι και τελείως υποκειμενικοί. Έτσι για να έχουμε μια εικόνα των ενεργειακών αναγκών πρέπει να ξέρουμε τα τετραγωνικά μέτρα, το κλίμα της περιοχής(θερμοκρασία, υγρασία κλπ), την ποιότητα κατασκευής της οικίας(μονώσεις- διαρροές κλπ), που είναι και τα πιο σημαντικά στοιχεία. Βέβαια μπορούν να ληφθούν υπόψη και άλλα στοιχεία όπως ο όροφος ή αν είναι μονοκατοικία, ο προσανατολισμός και άλλα, τα οποία δεν είναι εξίσου κρίσιμα με τα προηγούμενα. Το υποκειμενικό στοιχείο που αναφέρθηκε αφορά την θερμοκρασία που θεωρείται από τον καθένα ιδανική για τον χώρο του, που επηρεάζει άμεσα το ποσό θερμότητας που θα πρέπει να καταναλώσει για να την διατηρεί σταθερή. Χαρακτηριστικό προσεγγιστικό παράδειγμα δίνεται στον παρακάτω πίνακα :

Ανάγκες Θέρμανσης Κατοικίας (kWh/m <sup>2</sup> /έτος)				
	Μονοκατοικία		Πολυκατοικία	
	Ικανοποιητική Μόνωση	Χωρίς Θερμική μόνωση	Ικανοποιητική Μόνωση	Χωρίς Θερμική μόνωση
Νότια Ελλάδα	35	115	25	95
Κεντρική Ελλάδα	55	185	45	145
Βόρεια Ελλάδα	75	245	65	195

Πίνακας 5 : Ενδεικτικές ανάγκες θέρμανσης κατοικίας

Θα δοθεί ένα πρακτικό παράδειγμα και για τα δύο καύσιμα, για να παρατηρήσουμε την οικονομική διαφορά τους. Στο παράδειγμα θα αναφερθούμε σε έναν χώρο **150 m<sup>2</sup>** , χωρίς βέβαια να αναφερθούμε σε άλλες ιδιαιτερότητες του χώρου ή της τοποθεσίας του, αφού όπως αναφέρουμε οι παράγοντες που διαφοροποιούνται είναι πολλοί και ως ένα βαθμό μοναδικοί για τον κάθε καταναλωτή. Έχουμε απώλειες περίπου 130 Kcal/m<sup>2</sup>, δηλαδή: 130Kcal/m<sup>2</sup> x 150m<sup>2</sup> = 19.500 Kcal/h.

Άρα επιλέγουμε καυστήρα 30.000Kcal/h και με βαθμό απόδοσης 80% για να μας καλύπτει.

Το κόστος εγκατάστασης του λέβητα περιλαμβάνει την πλήρη εγκατάσταση συστήματος λέβητα – καλοριφέρ πετρελαίου (4.500 €) για τον συγκεκριμένο χώρο και το κόστος κατασκευής ενός λεβητοστασίου 10τμ (2.000 €) (υπολογίζεται ότι το κόστος κτίσης είναι 200€/τμ επειδή δεν πρόκειται για χώρο κατοικίας αλλά για βοηθητικό χώρο – πχ υπόγειο, αποθήκη κλπ). Δηλαδή έχουμε συνολικό κόστος 6.500 €.

Το κόστος εγκατάστασης για έναν αντίστοιχης δυναμικότητας λέβητα-καυστήρα pellets κυμαίνεται στα 8.500 €. Η σημαντική αυτή διαφορά των 2.000 €

οφείλεται στο **συγκρότημα λέβητα –καυστήρα με Pellets**, που είναι διαφορετικό από εκείνο του πετρελαίου, αλλά και πολύ πιο ακριβό. Καθώς επίσης και στην **δεξαμενή αποθήκευσης του pellet**, σε σύγκριση με τις πλαστικές του πετρελαίου, αλλά και στο **σύστημα τροφοδοσίας**. Η δεξαμενή θα είναι σαφώς πιο ογκώδης, αν αναλογιστούμε ότι ουσιαστικά χρειαζόμαστε διπλάσια καύσιμη ύλη, αλλά και με διαφορετική διαμόρφωση τύπου σιλό, για να εξασφαλίζει την κατάλληλη τροφοδοσία του καυστήρα. Όλη η άλλη εγκατάσταση παραμένει ίδια.

Επίσης πρέπει να θεωρούνται ίδια τα ετήσια έξοδα συντήρησης και αναλωσίμων που θα χρειαστούν.

### Πετρέλαιο

Για μια κατοικία επιφάνειας 150 m<sup>2</sup>, έχουμε περίπου ανάγκες θέρμανσης ίσες με 185 kWh/m<sup>2</sup>/έτος.

Αυτό σημαίνει σε κατανάλωση πετρελαίου 3.355,34 lt/έτος.

Θεωρώντας τιμή πετρελαίου 0,95 €/lt τα συνολικά έξοδα από την χρήση πετρελαίου ανέρχονται σε 3.168,57 €/έτος .

### Pellets

Για την ίδια οικία έχουμε τις ίδιες θερμιδικές ανάγκες.

Η κατανάλωση pellets θα είναι 7.226,56 kg/έτος.

Θεωρώντας τιμή pellet 0,25 €/kg τα συνολικά έξοδα χρήσης pellets ανέρχονται σε 1.806,64 €/έτος.

Επιπλέον η μείωση *εκπομπών CO2 φτάνει τα 9.005,41 kg/έτος.*

Από αυτή την σύντομη σύγκριση βλέπουμε ότι έχουμε μια εξοικονόμηση της τάξης των **1.361,93 €/έτος** . Αυτό **συνεπάγεται απόσβεση των επιπλέον 2000 € σε 1,5 χρόνο**, με ένα πολύ σημαντικό μετέπειτα ετήσιο όφελος.

Ιδιαίτερα αν κάνουμε την σύγκριση με τιμή πετρελαίου **1,5 €/lt** , που ενδέχεται να φτάσει αν γίνει η εξίσωση των τιμών πετρελαίου κίνησης και θέρμανσης, η διαφορά στο ετήσιος κόστος ανέρχεται στα **3.196,36 €** , δηλαδή θα έχουμε απόσβεση σε διάστημα μερικών μηνών. Βέβαια αυτή η υπόθεση γίνεται με την προϋπόθεση ότι η τιμή των pellets δεν θα έχει αντίστοιχα τόσο μεγάλη αύξηση, το οποίο όπως αναλύθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια είναι και το πιο πιθανό. Θεωρείται δεδομένο ότι μια μεγάλη αύξηση των τιμών του πετρελαίου θα παρασύρει και τις τιμές και των εναλλακτικών καυσίμων προς τα επάνω, αλλά όπως είδαμε και από το παραπάνω παράδειγμα η υπάρχουσα τιμή των pellets έχει αρκετά περιθώρια ώστε αν αυξηθεί με λογικούς ρυθμούς να παραμείνει οικονομικά πιο συμφέρουσα από το πετρέλαιο.

# Κεφάλαιο 5. Η παραγωγή pellets ως επενδυτική ευκαιρία

## 5.1 Ισχύουσα κατάσταση στην αγορά της Ελλάδας

Η Ελλάδα συγκαταλέγεται στις χώρες με το μικρότερο επίπεδο ανάπτυξης των δραστηριοτήτων (παραγωγικών και εμπορικών) που σχετίζονται με pellets. Συγκεκριμένα το 2008, και σύμφωνα με στοιχεία του Ευρωπαϊκού Προγράμματος Pellets Atlas, η Ελλάδα παρήγαγε συνολικά περίπου 27.800 τόνους pellets ενώ η εγκατεστημένη δυναμικότητα παραγωγής ανερχόταν στους 87.000 τόνους.

Η συνολική κατανάλωση ανήλθε στους 11.100 τόνους, ενώ, συνεπαγόμενα, η κατά κεφαλή κατανάλωση ήταν περίπου 1 kg, μία από τις χαμηλότερες της Ευρώπης. Αξιολογώντας τις τιμές αυτές αξίζει να αναφέρουμε πως η Σουηδία, που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ευρωπαϊκά ανάπτυξη του τομέα των pellets, παρήγαγε, το 2008, περίπου 1.4 εκατομμύρια τόνους pellets, ενώ η κατά κεφαλήν κατανάλωσή τους ανερχόταν στα 201,5 kg. Η κατανάλωση δεν καλυπτόταν από την εγχώρια παραγωγή και, συνεπώς, απαιτούνταν η εισαγωγή περίπου 445.000 τόνων.

Πρέπει ακόμη να επισημανθεί πως στην Ελλάδα, μέχρι σήμερα, τα pellets δεν αξιοποιούνταν σχεδόν καθόλου σε εγκαταστάσεις θέρμανσης οικιακής κλίμακας, γεγονός που οφειλόταν κατά κύριο λόγο στην απαγόρευση καύσης βιομάζας σε εστίες θέρμανσης στα μεγάλα αστικά κέντρα (Αθήνα, Θεσσαλονίκη και Σαλαμίνα) που ίσχυε 18 χρόνια. Σήμερα, έχει γίνει άρση της απαγόρευσης που προέκυψε από το **άρθρο 2** της Κοινής Υπουργικής Απόφασης **10315/22-3-1993 με ΦΕΚ-369B/24-5-1993** που επεγράφη στις 8 Νοεμβρίου 2011 και έχουμε την αναμενόμενη αύξηση της αξιοποίησης των pellets σε εγκαταστάσεις θέρμανσης οικιακής κλίμακας

Το 2008, μία μικρή ποσότητα των παραγόμενων pellets αξιοποιούνταν από εγχώριες βιομηχανικές μονάδες. Βάσει των ανωτέρων, λοιπόν, παρατηρούνταν μία πλεονάζουσα ποσότητα, της τάξης των 17.000 τόνων, της παραγόμενης ποσότητας pellets, η οποία εξαγόταν, κυρίως στην Ιταλία.

Η πρώτη μονάδα παραγωγής pellets στην Ελλάδα λειτούργησε το 2006 και φαίνεται πως 6 ακόμη μονάδες κατασκευάστηκαν μέχρι και το 2010. Έτσι, για πρώτη φορά, οι εξελίξεις στον τομέα των δραστηριοτήτων (παραγωγικών και εμπορικών) που σχετίζονται με τα pellets καθίστανται αρκετά ελπιδοφόρες για την ανάπτυξή του.

Αυτή η εκτίμηση υποστηρίζεται ακόμη και από τα εξής:

**1. Τον εθνικό σχεδιασμό για την ένταξη των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας:** Στην Ελλάδα, σύμφωνα με το Νόμο 3851/2010 (στο πλαίσιο υιοθέτησης συγκεκριμένων αναπτυξιακών και περιβαλλοντικών πολιτικών που καθορίζονται από την Οδηγία 2009/29/ΕΚ), ο εθνικός στόχος συμμετοχής των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας στο 20%, ο οποίος και εξειδικεύεται σε 40% συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή, 20% σε ανάγκες θέρμανσης-ψύξης και 10% στις μεταφορές. Πιο συγκεκριμένα, και σύμφωνα με το Άρθρο 10 («Εφαρμογή ΑΠΕ στα κτίρια») του προαναφερθέντος Νόμου, το αργότερο έως τις 31.12.2019, όλα τα νέα κτίρια θα πρέπει να καλύπτουν το σύνολο της πρωτογενούς ενεργειακής κατανάλωσής τους με συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και σε αντλίες θερμότητας. Για τα νέα κτίρια που στεγάζουν υπηρεσίες του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα, η υποχρέωση αυτή θα πρέπει να τεθεί σε ισχύ το αργότερο έως τις 31.12.2014.

Σήμερα η συνολική ακαθάριστη κατανάλωση ενέργειας στη χώρα εκτιμάται στους 22,4 Mtoe. Οι ΑΠΕ, σύμφωνα με στοιχεία του ΥΠΕΚΑ για το 2010, κατέχουν ποσοστό περίπου 9% επί της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας (η βιομάζα και τα βιοκαύσιμα αποτελούν, μαζί, περίπου το 5% του συνόλου). Με την επίτευξη των εθνικών στόχων για την αξιοποίηση της βιομάζας στον κτιριακό τομέα αναμένεται μία μερική απεξάρτηση από το πετρέλαιο και συνακόλουθα η εξοικονόμηση συναλλάγματος (αρκετών δεκάδων εκατομμυρίων ευρώ). Σε αυτό λειτουργεί υποστηρικτικά η άρση της απαγόρευσης καύσης βιομάζας στις εγκαταστάσεις θέρμανσης των δύο μεγάλων αστικών κέντρων της χώρας.

**2. Τη διαθεσιμότητα των πρώτων υλών:** Στην Ελλάδα ο αγροτικός τομέας είναι αρκετά ανεπτυγμένος και συμβάλλει άνω του 5% στο ΑΕΠ, πολύ περισσότερο από τον αντίστοιχο μέσο όρο της ΕΕ (1.8%). Συγκεκριμένα στην Ελλάδα, σύμφωνα με τη Eurostat, η συνολική γεωργική γη έχει έκταση 3,82 Mha και καλύπτει περίπου το 30% των συνολικών εδαφών της χώρας. Οι αρόσιμες γαίες καταλαμβάνουν το 16% της συνολικής έκτασης ενώ οι μόνιμες καλλιέργειες το 9% (δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό στην ΕΕ-27 μαζί με την Ιταλία).

Γίνεται σαφές, λοιπόν, πως κάθε χρόνο παράγονται ως παραπροϊόντα των γεωργικών δραστηριοτήτων σημαντικές ποσότητες φυτικής βιομάζας, η οποία διαχειρίζεται ως ύλη μηδενικής αξίας και απορρίπτεται. Η αγορά των pellets μπορεί να τροφοδοτηθεί από αυτή την πρώτη ύλη, να της προσδώσει προστιθέμενη αξία και, κατ' επέκταση, να την καθορίσει ως σημαντική εθνική ενεργειακή πηγή.

**3. Τη δυνατότητα εξαγωγών:** Στην ΕΕ-27 η συνολική κατανάλωση pellets δεν καλύπτεται από τις υφιστάμενες μονάδες παραγωγής και, συνεπώς, μεγάλες ποσότητες εισάγονται εκτός Ευρώπης. Η Σουηδία, η Δανία, το Βέλγιο και η Ολλανδία εισήγαγαν το 2008, αθροιστικά, σχεδόν 3 εκατομμύρια τόνους για να καλύψουν την εγχώρια ζήτηση. Επίσης, η Ιταλία, προς την οποία η Ελλάδα παρουσιάζει εξαγωγική δραστηριότητα, παρουσίασε το ίδιο έτος εισαγωγές της τάξης των 200.000 τόνων.

Βάσει των προαναφερθέντων, δίνεται η δυνατότητα στις ελληνικές μονάδες παραγωγής pellets να δραστηριοποιηθούν και εκτός των συνόρων της χώρας. Τονίζεται, όμως, πως αναγκαία συνθήκη γι' αυτό αποτελεί η υψηλή ποιότητα του προϊόντος και η *διαπίστευση των pellets βάσει προτύπων* (EN 14961-2, κυρίως, και DIN 51731, DIN plus, ÖNORM M1735 ή, αναλόγως την αγορά, και άλλα).

Τα παραπάνω επιβεβαιώνονται από το γεγονός ότι δημιουργούνται καινούργια εργοστάσια παραγωγής pellets, αναπτύσσονται καινούργιες βιοτεχνίες και βιομηχανίες κατασκευής λεβήτων, ενώ στη χώρα μας αντιπροσωπεύονται πλέον επιχειρήσεις λεβήτων από όλο τον κόσμο.

Το έναυσμα για την αναπτυξιακή άνθηση του κλάδου δόθηκε από δύο στοιχεία: πρώτον από τη θεματική αύξηση της τιμής του πετρελαίου θέρμανσης και δεύτερον από την άρση της απαγόρευσης για τη χρήση καυστήρων βιομάζας στους νομούς Αττικής και Θεσσαλονίκης.

Η αγορά διαρθρώνεται πλέον ως εξής:

- Λειτουργούν ήδη επτά βιομηχανίες παραγωγής πέλλετ ενώ το ενδιαφέρον των επενδυτών για κατασκευή νέων μονάδων ολοένα και αυξάνεται. Το τελευταίο διάστημα μπήκαν στην παραγωγή δύο νέα εργοστάσια στην Τρίπολη και την Πέλλα, ενώ έχουν αυξήσει την παραγωγή τους τα παλαιότερα: Alfa Wood στο Νευροκόπι (που είναι το μακράν μεγαλύτερο), MAKI στη Λάρισα, BIO ENERGY στο Συκούριο, Σακκά στον Παλαμά, Αγγελούση στο Βόλο. Παράγονται πλέον περί τους 70.000 τόνους πέλλετ, ενώ για το 2012 οι προβλέψεις κάνουν λόγο για 200.000 τόνους.

- Λειτουργούν επίσης 28 μικρές και μεγάλες μονάδες παραγωγής λεβήτων βιομάζας σε όλη τη χώρα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η Ελλάδα, έχοντας παράδοση στην καύση ελαιοπυρήνα, ήταν από τις πρώτες χώρες που ανέπτυξε σοβαρή λεβητοποιία στερεών καυσίμων ενώ, ήδη, οι συγκεκριμένες μονάδες έχουν προσαρμόσει την εστία καύσης και την φιλοσοφία των λεβήτων ελαιοπυρήνα, σε λέβητα πέλλετ. Οι συγκεκριμένες μονάδες παραγωγής προμηθεύουν λέβητες για κεντρικές θερμάνσεις πολυκατοικιών και μονοκατοικιών.

- Αντιπροσωπεύονται πλέον στη χώρα μας λεβητοποιίες από κάθε γωνιά του πλανήτη.: Τσεχία, Πολωνία, Ισπανία, Ιταλία, Τουρκία, Κίνα, Κορέα κ.λπ.
- Γνωρίζουν μεγάλη άνθηση τα ενεργειακά τζάκια και σόμπες, αλλά και τα συμβατικά παλαιού τύπου, ενώ το εμπόριο ξύλου αναπτύσσεται και οι τιμές αυξάνουν. Στα τζάκια και τις σόμπες ο κύριος όγκος προϊόντων είναι εισαγωγής, από διάφορες χώρες.

Παρατηρείται ότι η μεγάλη πλειονότητα των εργοστασίων παραγωγής pellet βρίσκεται στην Βόρεια και Κεντρική Ελλάδα, όπου οι ενεργειακές ανάγκες είναι μεγαλύτερες, αλλά υπάρχει και περισσότερη πρώτη ύλη για την παραγωγή των wood pellets. Αυτό βέβαια αφήνει το περιθώριο για νέες επενδύσεις και στα υπόλοιπα μέρη της Ελλάδας, στην περίπτωση μας την Λακωνία, καθότι πρώτες ύλες υπάρχουν ειδικά σε περιοχές με έντονη γεωργική δραστηριότητα.

Παρά την αλματώδη ανάπτυξη αυτής της βιομηχανίας στην Ελλάδα, υπάρχουν ακόμα πολλά περιθώρια περαιτέρω ανάπτυξης, ιδιαίτερα αν εξετάσουμε τι ισχύει και στην υπόλοιπη Ευρώπη.

## 5.2 Ισχύουσα κατάσταση στην αγορά της Ευρώπης

Σύμφωνα με συγκεντρωτικά στοιχεία του ευρωπαϊκού προγράμματος PELLETS@LAS για το 2008, στην Ευρώπη (ΕΕ-27 και Νορβηγία, Ελβετία) αξιοποιούνται συνολικά περίπου 8.064.000 τόνοι pellets.

Η ποσότητα αυτή συνεπάγεται πως περίπου 35 GWh ενέργειας παράγονται ετησίως από πρώτη ύλη το ξύλο. Η ετήσια παραγωγή pellets ανήλθε στους 7,5 εκατομμύρια τόνους, περίπου. Πρέπει, όμως, να επισημανθεί πως τα σχετικά δεδομένα μερικώς βασίζονται σε εκτιμήσεις και, ως εκ τούτου, είναι πιθανό να παρατηρούνται αποκλίσεις από τις προαναφερθείσες τιμές.





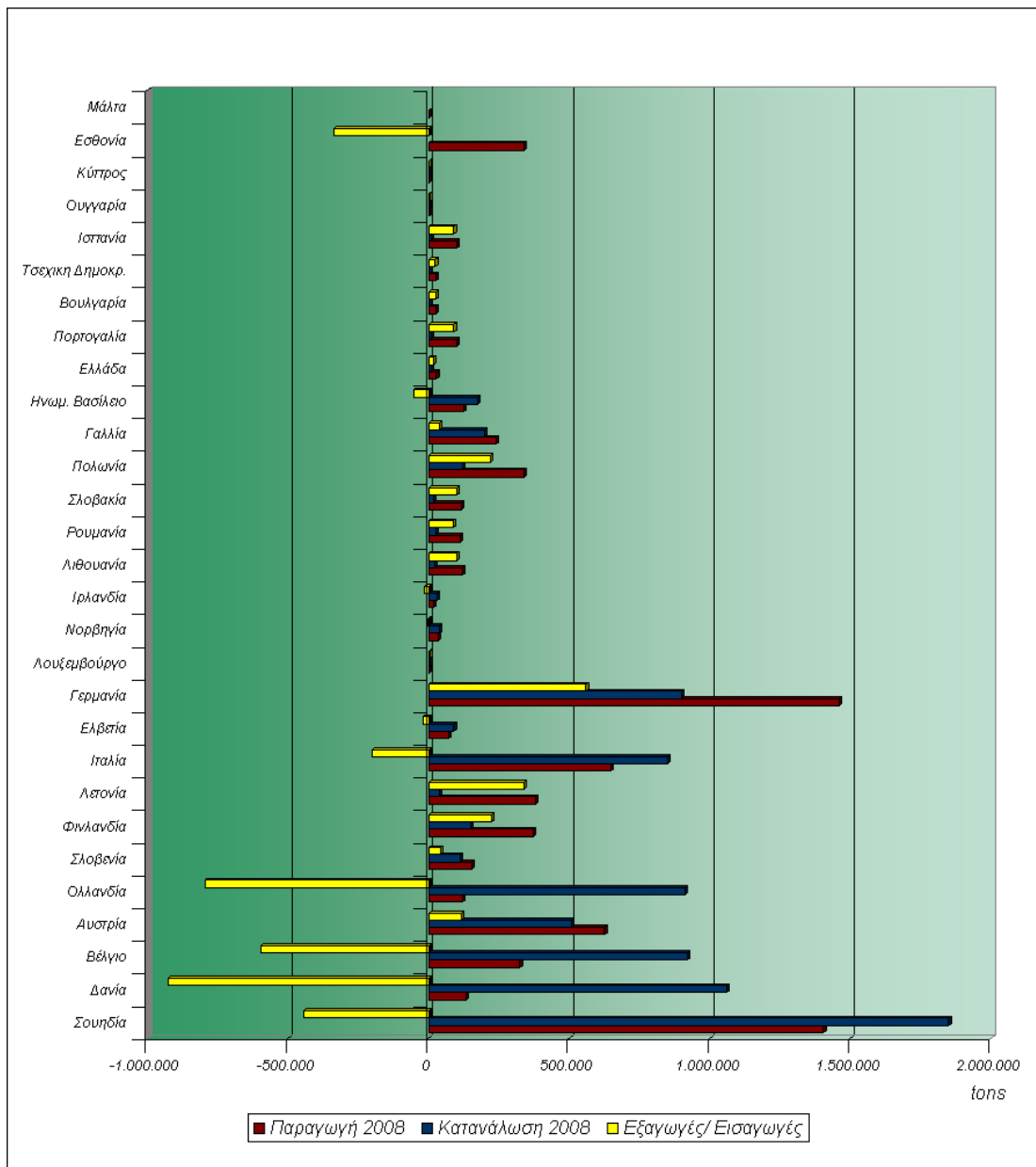
Εικόνα 6 : Χάρτης εργοστασίων παραγωγής πέλλετ στην Ευρώπη τα έτη 2003-2005

Στην εικόνα παρουσιάζονται τα σημεία όπου έχουμε εργοστάσια παραγωγής pellet στην Ευρώπη κατά τα έτη 2003, 2004, 2005. Παρατηρούμε την ραγδαία αύξηση των παραγωγικών μονάδων που είναι αντίστοιχα 115, 195, 236, αλλά ότι και η πλειονότητα τους βρίσκεται στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη, ενώ από τις Μεσογειακές χώρες μόνο η Ιταλία είχε έντονη δραστηριότητα κυρίως από το 2004 και έπειτα.



Εικόνα 7 : Χάρτης εργοστασίων παραγωγής πέλλετ το 2011

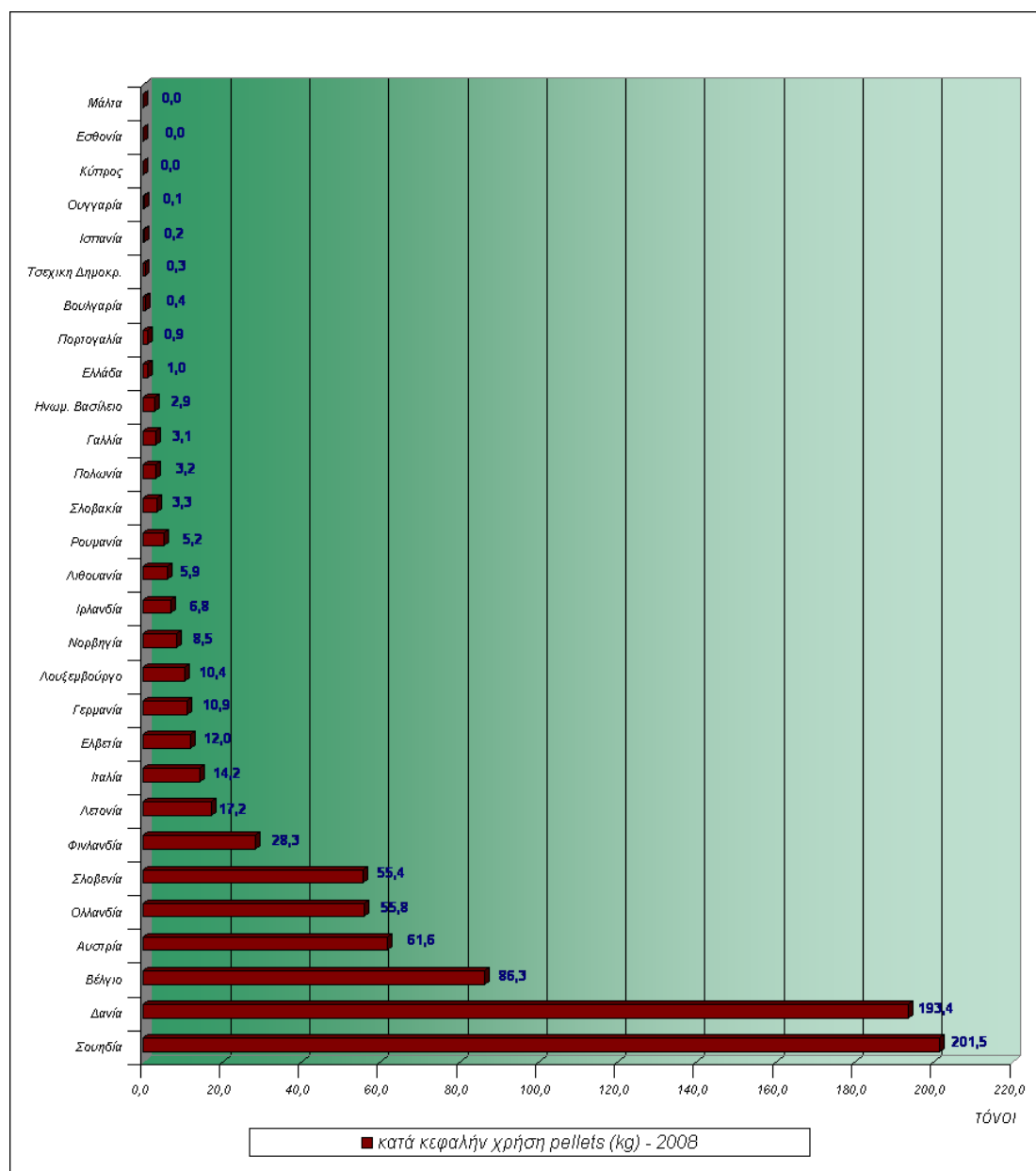
Εδώ έχουμε ένα πιο πρόσφατο χάρτη με τα εργοστάσια παραγωγής πελλέτας της Ευρώπης. Τα εργοστάσια διπλασιάστηκαν από το 2003 μέχρι το 2005 σε μία διετία, ενώ το 2007 αυξήθηκαν σε περισσότερα από 400. Χαρακτηριστική η εικόνα στη γειτονική Ιταλία, καθώς και η ορφάνια της Ελλάδας.



**Σχήμα 1:** Στατιστικά στοιχεία ευρωπαϊκής αγοράς pellets (2008)

Περίπου το 60% των παραγόμενων pellets χαρακτηρίζονται ως υψηλής ποιότητας και είναι κατάλληλα να χρησιμοποιηθούν σε εγκαταστάσεις μικρής (οικιακής) κλίμακας. Οι σημαντικότερες χώρες παραγωγοί αυτού του είδους pellets ήταν η Σουηδία, η Γερμανία, η Αυστρία και η Ιταλία. Το υπόλοιπο 40% συνιστά χαμηλότερης ποιότητας pellets και αξιοποιείται σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Και σε αυτή την περίπτωση η Γερμανία και η Σουηδία κατέχουν σημαντικό μερίδιο της συνολικής παραγωγής. Σημαντικοί παραγωγοί χαμηλής

ποιότητας pellets είναι, ακόμη, το Βέλγιο και χώρες της Ανατολικής Ευρώπης, όπως η Πολωνία και η Εσθονία.



**Σχήμα 2:** Κατά κεφαλήν χρήση pellets (kg) – 2008

Επίσης, μπορεί να εκτιμηθεί πως η κατανάλωση υψηλής ποιότητας pellets στον τομέα της θέρμανσης κτιρίων (κυρίως στην Ιταλία, στη Γερμανία, στην Αυστρία, στη Σουηδία και στη Δανία) είναι περίπου ίση με την κατανάλωση των pellets χαμηλής ποιότητας που αξιοποιούνται κυρίως στον τομέα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (κυρίως στη Σουηδία, στην Ολλανδία, στο Βέλγιο, στο Ηνωμένο Βασίλειο και στη Δανία). Διαπιστώνεται πως η ευρωπαϊκή ζήτηση για υψηλής ποιότητας pellets επί του παρόντος καλύπτεται από

την εγχώρια παραγωγή, ενώ η χρήση των pellets χαμηλής εξαρτάται εν μέρει από τις εισαγωγές από χώρες όπως ο Καναδάς και η Ρωσία.

Πιο συγκεκριμένα, από το Σχήμα 1 φαίνεται πως η Γερμανία και η Σουηδία (1,46 και 1,4 εκατομμύρια τόνους ετησίως, αντίστοιχα) αποτελούν μακράν τους μεγαλύτερους παραγωγούς pellets. Σημαντική, ακόμη, παραγωγική δραστηριότητα παρατηρείται για την Ιταλία και την Αυστρία (650 και 626 χιλιάδες τόνους ετησίως, αντίστοιχα) και, ακολούθως, για την Λετονία, την Φινλανδία, την Πολωνία, την Εσθονία και το Βέλγιο. Από την άλλη υπάρχουν μερικές χώρες που δεν παράγουν pellets (Λουξεμβούργο, Μάλτα, Κύπρος) ή παράγουν πολύ μικρές ποσότητες, κάτω των 50.000 τόνων ετησίως (Νορβηγία, Ελλάδα, Βουλγαρία, Τσέχικη Δημοκρατία, Ιρλανδία και Ουγγαρία). Η Ελλάδα, συγκεκριμένα, παράγαγε 27.800 τόνους pellets.

Σε ότι αφορά την κατανάλωση pellets, η Σουηδία παρουσιάζει τη μεγαλύτερη με 1,85 εκατομμύρια τόνους το 2008 και ακολουθούν κατά σειρά η Δανία, το Βέλγιο, η Ολλανδία, η Γερμανία, η Ιταλία και η Αυστρία. Από την άλλη η Εσθονία, η Κύπρος, η Μάλτα και η Ουγγαρία δεν αξιοποίησαν καθόλου (ή σχεδόν καθόλου) τα pellets, ενώ η Σλοβακία, η Ελλάδα, η Πορτογαλία, η Ισπανία, το Λουξεμβούργο, η Βουλγαρία και η Τσέχικη Δημοκρατία χρησιμοποίησαν ποσότητες κάτω των 20.000 τόνων ετησίως.

Πιο συγκεκριμένα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2, στη Σουηδία η ετήσια κατά κεφαλήν κατανάλωση pellets ανήλθε, για το 2008, στα 200 περίπου κιλά. Η Δανία παρουσιάζει αντίστοιχη υψηλή τιμή, με 193 κιλά περίπου. Εν συνεχεία, το Βέλγιο, η Αυστρία, η Ολλανδία και η Σλοβενία παρουσιάζουν υψηλές τιμές κατά κεφαλήν κατανάλωσης pellets εύρους από 55 (Σλοβενία) έως 86 κιλά (Βέλγιο). Τέλος σημειώνεται πως σε αρκετές χώρες (Μάλτα, Εσθονία, Κύπρος, Ουγγαρία, Ισπανία, Τσέχικη Δημοκρατία, Βουλγαρία, Πορτογαλία και Ελλάδα) η κατά κεφαλήν κατανάλωση pellets είναι από 0 έως 1 κιλό.

Συνοψίζοντας πρέπει να αναφερθεί πως η Ευρωπαϊκή αγορά των pellets χαρακτηρίζεται από σημαντική ανομοιογένεια. Για παράδειγμα στην Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη η αγορά των pellets έχει αναπτυχθεί σε πολύ καλά επίπεδα. Αντίθετα, οι αγορές της Ανατολικής Ευρώπης μόλις τώρα παρουσιάζουν τα πρώτα σημάδια ανάπτυξης.

Επίσης, σημαντικές διαφοροποιήσεις παρατηρούνται και στην κατανάλωση των pellets. Σε μερικές χώρες, όπως η Αυστρία και η Γερμανία, τα pellets αξιοποιούνται αποκλειστικά για τη θέρμανση κατοικιών. Αντίθετα σε άλλες χώρες (π.χ. στην Ολλανδία) χρησιμοποιούνται κυρίως στην ηλεκτροπαραγωγή. Στη Σουηδία και σε μερικές άλλες χώρες οι δύο προαναφερθέντες τομείς αξιοποίησης φαίνεται να αναπτύσσονται ισόρροπα.

Οι χώρες στις οποίες η παραγωγή pellets είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την αντίστοιχη εγχώρια κατανάλωση (π.χ. Γερμανία και χώρες της Ανατολικής Ευρώπης) διαδραματίζουν το ρόλο του εξαγωγέα προς τις χώρες που ισχύει το αντίθετο (π.χ. Ηνωμένο Βασίλειο).

### 5.3 Επενδυτικά κίνητρα

Υπάρχουν μια σειρά χρηματοδοτικών προγραμμάτων, τα οποία μπορούν να βοηθήσουν τα επενδυτικά σχέδια των ενδιαφερόμενων επενδυτών. Το πιο σημαντικό αποτελεί ο **αναπτυξιακός νόμος**, ο οποίος βρίσκεται σε ισχύ από τη 1<sup>η</sup> Φεβρουάριου 2011. Ο νέος Αναπτυξιακός Νόμος εσωκλείει περιβαλλοντικά φιλικές δράσεις με ικανοποιητικά ποσοστά χρηματοδότησης που φτάνουν μέχρι και το 50% σε πολλές περιοχές της Ελλάδος. Επίσης, σημαντικό εργαλείο για την ανάπτυξη της υπαίθρου αποτελεί το **πρόγραμμα Αγροτικής Ανάπτυξης «Αλέξανδρος Μπαλατζής»**. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα αναμένεται να διαθέσει περισσότερα από 2 δισ. ευρώ μέχρι το τέλος του 2011 και στοχεύει στη βελτίωση του εισοδήματος των γεωργών, στη προώθηση ποιοτικών προϊόντων στην αγορά και στη στροφή σε ωφέλιμες περιβαλλοντικά τεχνολογίες. Το **ΕΣΠΑ 2007–2013** (Εθνικό Στρατηγικό πλαίσιο αναφοράς) αναμένεται να δώσει στοχευμένες χρηματοδοτικές λύσεις, ούτως ώστε να υλοποιηθούν με το βέλτιστο τρόπο οι στρατηγικές επιλογές της χώρας.

Πιο αναλυτικά ο αναπτυξιακός νόμος :

1. **Βαθμολογεί** τις επενδυτικές προτάσεις βάσει συγκεκριμένων ποιοτικών χαρακτηριστικών και κριτηρίων όπως :
  - ανταγωνιστικότητα, ποιότητα και εξωστρέφεια
  - πράσινη επιχειρηματικότητα
  - απασχόληση και ισομερής περιφερειακή ανάπτυξη
2. **Απλοποιεί τις διαδικασίες** υποβολής, αξιολόγησης και έγκρισης των επενδυτικών σχεδίων
3. **Εμπεριέχει όλες τις δραστηριότητες** ανεξαρτήτως κλάδου, εκτός από αυτές που ρητά εξαιρούνται από την εθνική ή / και κοινοτική νομοθεσία, κάποιους κλάδους υπηρεσιών καθώς και τις δραστηριότητες παροχής δημόσιων αγαθών και υπηρεσιών .
4. Τέλος, υπό το πρίσμα της βελτίωσης και της ευελιξίας του παρόντος νομοθετήματος στις τρέχουσες αλλά και στις μελλοντικές εξελίξεις, θα υπάρξει **σύσταση επενδυτικού συμβουλίου** το οποίο θα εποπτεύει την εφαρμογή του νόμου και θα εισηγείται αλλαγές και βελτιώσεις.

Οι βασικές μορφές ενίσχυσης είναι :

1. Φορολογικές απαλλαγές
2. Επιχορήγηση κεφαλαίου
3. Επιχορήγηση χρεολυσίου μακροπρόθεσμου δανείου διάρκειας έως 10 έτη
4. Επιδότηση χρηματοδοτικής μίσθωσης μηχανολογικού εξοπλισμού έως 7 έτη
5. Επιδότηση του κόστους της επιδοτούμενης απασχόλησης

Η κατανομή των πόρων θα γίνεται με τα εξής βήματα :

1. Προκαταβολή μέχρι 25% της συνολικής επιχορήγησης
2. Ενδιάμεση δόση πρόσθετη μέχρι 25% (50% αθροιστικά) - καταβάλλεται μετά τη πιστοποίηση της υλοποίησης του 50% του έργου
3. Δόση ολοκλήρωσης 40% - καταβάλλεται μετά την έναρξη της παραγωγικής λειτουργίας της επιχείρησης
4. Τελευταία δόση 10% της επιχορήγησης - καταβάλλεται 3 χρόνια μετά την ολοκλήρωση και έναρξη της λειτουργίας της επένδυσης

Οι **επιδότησεις** είναι άμεσα συνδεδεμένες με το κατά κεφαλήν ΑΕΠ του κάθε νομού της χώρας και αγγίζουν ποσοστά έως και 50% επί του επιχορηγούμενου προϋπολογισμού. Πιο συγκεκριμένα προβλέπεται :

- Επιδότηση με ποσοστά 25%, 20% και 15%, για μικρές, μεσαίες και μεγάλες επιχειρήσεις στους νομούς με κατά κεφαλή ΑΕΠ το οποίο ξεπερνάει σημαντικά τον εθνικό μέσο όρο.
- Επιδότηση με ποσοστά 40%, 35% και 30%, για μικρές, μεσαίες και μεγάλες επιχειρήσεις στους νομούς με κατά κεφαλή ΑΕΠ το οποίο ξεπερνάει το 75% του εθνικού μέσου όρου.
- Επιδότηση με ποσοστά 50%, 45% και 40%, για μικρές, μεσαίες και μεγάλες επιχειρήσεις στους νομούς με κατά κεφαλή ΑΕΠ μικρότερο του 75% του εθνικού μέσου όρου.

## 5.4 Προβλέψεις για την αγορά των wood pellets

Ο συνολικός όγκος τα αγοράς το 2011 ήταν 16 εκατομμύρια τόνοι. Αναμένεται μέχρι το 2020 η παγκόσμια κατανάλωση pellets να έχει σχεδόν τριπλασιαστεί φτάνοντας τους 46 εκατομμύρια τόνους, δηλαδή μια ετήσια ανάπτυξη της τάξης του 11%. Αυτός είναι και ο λόγος που αναμένεται λίαν συντόμως μετασχηματισμός της υπάρχουσας μορφής της αγοράς, με την τάση δημιουργίας μονάδων μεγαλύτερης δυναμικότητας, ώστε να γίνει αποτελεσματικότερη εκμετάλλευση των πλεονεκτημάτων της οικονομίας κλίμακας. Η αύξηση της παραγωγής αναμένεται να δημιουργήσει ευκαιρίες για επενδυτές σε νέες περιοχές με ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα αλλά θα αποτελέσει πρόκληση και για τις ήδη εγκατεστημένες μονάδες.

Τα έργα βιοενέργειας στην Ευρώπη πραγματοποιούν σταθερή πρόοδο και ένας αυξανόμενος αριθμός μονάδων ηλεκτροπαραγωγής με ορυκτά καύσιμα χρησιμοποιεί και βιομάζα. Η Ν. Κορέα και η Ιαπωνία έχουν λάβει πρωτοβουλίες για να αυξήσουν την χρήση της βιομάζας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ η Κίνα αναπτύσσει το δυναμικό της σε βιοενέργεια με εντυπωσιακούς ρυθμούς.

Η αλματώδης ανάπτυξη στον τομέα των pellets βιομάζας οφείλεται στην κρατική ενίσχυση στις περισσότερες χώρες, την διαθεσιμότητα φθηνής πρώτης ύλης αλλά και το πολύ περιορισμένο κόστος μεταφοράς. Τα επόμενα χρόνια αναμένεται περαιτέρω ανάπτυξη της παραγωγής τους και ενίσχυση των διεθνών μεταφορών pellets.

Η διαφαινόμενη ανάπτυξη των pellets ανοίγει το δρόμο και για διάφορα παρακλάδια που πρόσκεινται στον ενεργειακό τομέα να ενισχυθούν σημαντικά. Έτσι θα ενισχυθεί ο κλάδος των μηχανικών, αφού θα γίνουν μηχανολογικές και ενεργειακές μελέτες, θα προωθηθεί στην αγορά νέος μηχανολογικός εξοπλισμός με πολλά οφέλη για τον καταναλωτή( μεγάλη αποδοτικότητα-μικρότερη κατανάλωση) αλλά και για το περιβάλλον( μειωμένοι ρύποι).

Εκτός της προφανούς ανάπτυξης της παραγωγής, από την οποία θα επωφεληθούν οι υπάρχοντες αλλά και οι εν δυνάμει επενδυτές στο κλάδο, θα έχουμε και ανάπτυξη του τομέα των πωλήσεων, με όλο και νέες θέσεις εργασίας να ανοίγονται αυτή την δύσκολη περίοδο.

Στην χώρα μας αυτή την στιγμή υπάρχει αρκετή πρώτη ύλη για την παραγωγή pellet, ειδικά στις περιοχές με έντονη γεωργική ανάπτυξη. Όμως μπορούμε να ενισχύσουμε αυτά τα αποθέματα με καλλιέργειες που θα προορίζονται αποκλειστικά για πελλετοποίηση, με το πλεονέκτημα ότι αναφερόμαστε σε χρονικά πολύ σύντομες καλλιέργειες, με μικρό κόστος αφού επιλέγουμε τα

κατάλληλα φυτά για τον σκοπό αυτό. Αυτές οι καλλιέργειες θα είναι ένα ακόμα παρακλάδι της βιομηχανίας των pellets, αξιοποιώντας και κομμάτια γης που είτε έχουν εγκαταλειφθεί είτε είναι οικονομικά ασύμφορα για την καλλιέργεια των συνηθισμένων γεωργικών προϊόντων.

Όλα τα προαναφερθέντα σε αυτό το κεφάλαιο δείχνουν ότι η αγορά των pellets έχει παρόν, αλλά κυρίως πολύ μέλλον. Το μέλλον της, επειδή φαίνεται ότι τα επόμενα χρόνια θα καταλάβει ένα σημαντικό μερίδιο στην ενεργειακή αγορά, μία από τις πιο σημαντικές σε όλες τις ανεπτυγμένες χώρες, όπως και στην Ελλάδα, αναμένεται να προσελκύσει μεγάλο επενδυτικό ενδιαφέρον, κυρίως στο παραγωγικό μέρος, αλλά και όπως αναφέραμε και σε αρκετά παρακλάδια. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, ειδικά εν μέσω μιας μεγάλης οικονομικής κρίσης, αφού θα δώσει την δυνατότητα στην αγορά να τονωθεί, ενώ παράλληλα δίνει την ευκαιρία για δημιουργία νέων θέσεων εργασίας σε μια μεγάλη γκάμα εργασιών, βοηθώντας στην αντιμετώπιση του τεράστιου προβλήματος της ανεργίας στην χώρα μας.



## Κεφάλαιο 6. Τεχνική ανάλυση της διαδικασίας παραγωγής pellet

Σε αυτό το κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με το τεχνικό και τεχνολογικό κομμάτι της οικονομοτεχνική μελέτης ενός εργοστασίου παραγωγής pellets.

Η πρώτη ύλη των pellets είναι βιομάζα που μπορεί να προέρχεται από διάφορες πηγές υπολειμμάτων. Ενδεικτικά αναφέρονται τα παρακάτω: υπολείμματα βιομηχανίας κατεργασίας ξύλου (πχ πριονίδια), υπολείμματα των καλλιεργειών (άχυρα, στελέχη βαμβακιού, κλαδέματα), δασική βιομάζα (διαχείριση δασών), αυτοφυής βιομάζα (πχ καλάμια).

Επίσης η βιομάζα μπορεί να είναι καλλιεργούμενη, κάτι που βοηθά στον προγραμματισμό και τη συνεχή παροχή πρώτης ύλης στη βιομηχανία πελλέτας. Ενδεικτικά αναφέρονται ως τέτοιες καλλιέργειες (ενεργειακές) οι εξής: ινώδες σόργο, Αγριαγκινάρα, μίσχανθος, κενάφ, καλάμι, switchgrass (είδος κεχριού). Επίσης μπορούν να καλλιεργηθούν και δασικά είδη όπως ευκάλυπτος, ψευδακακία, ιτιά, λεύκα, ήμερη κάνναβη κ.α.

### 6.1 Στάδια παραγωγής wood pellets

Τα στάδια παραγωγής που μας καλύπτουν για οποιαδήποτε πρώτη από τις παραπάνω κι αν έχουμε, είναι τα εξής :

1. Αποθήκευση πρώτης ύλης
2. Εισαγωγή πρώτης ύλης
3. Καθαρισμός της πρώτης ύλης από προσμίξεις
4. Αρχικός τεμαχισμός
5. Διαχωρισμός-Κοσκίνισμα
6. Ξήρανση Βιομάζας
7. Αποθήκευση εκ νέου σε σιλό
8. Τεμαχισμός-Άλεση Βιομάζας(Λεπτός τεμαχισμός)
9. Πελλετοποίηση
10. Ψύξη
11. Κοσκίνισμα των pellets
12. Ζύγισμα, συσκευασία και αποθήκευση των pellets

## 6.2 Τεχνική ανάλυση διεργασιών

### 6.2.1 Αποθήκευση πρώτης ύλης

Ο χώρος αποθήκευσης δεν χρειάζεται να έχει κάποια ιδιαίτερα τεχνικά χαρακτηριστικά, αλλά είναι μεγάλης σημασίας για να κρατά τις πρώτες ύλες μακριά από ακαθαρσίες και κυρίως την βροχή. Ειδικά η βροχή μπορεί να δημιουργήσει μεγάλο πρόβλημα, μιας και μπορεί να αυξήσει την υγρασία της πρώτης ύλης σε τέτοιο βαθμό ώστε να είναι ασύμφορη η μετέπειτα ξήρανση της. Άρα ο χώρος θα πρέπει να είναι κλειστός και όσο το δυνατόν πιο ξηρός, για την διευκόλυνση και την χρήση λιγότερης ενέργειας κατά τα επόμενα βήματα της επεξεργασίας. Επιπλέον είναι προφανές ότι θα πρέπει να προβλέψουμε το μέγεθος του χώρου αυτού αναλόγως της παραγωγής που έχουμε θέσει ως στόχο.

### 6.2.2 Εισαγωγή της πρώτης ύλης

Σε αυτό το στάδιο εισάγουμε την πρώτη ύλη στην γραμμή παραγωγής για να ξεκινήσουμε τις παραγωγικές διεργασίες. Η μεταφορά της μπορεί να γίνει είτε **χειροκίνητα** είτε **αυτοματοποιημένα**. **Χειροκίνητα** μπορεί να γίνει ανάλογα το μέγεθος της παραγωγής με διάφορους τρόπους. Δηλαδή αν υποθέσουμε μια μικρή παραγωγή ή παραγωγή για ιδιοχρησία, μπορεί πολύ απλά να γίνει με τα συνηθέστερα των γεωργικών εργαλείων( π.χ. φτυάρι). Αν αναφερόμαστε όμως σε μεγάλης δυναμικότητας γραμμές παραγωγής που μπορούν να φτάνουν και μερικούς τόνους την ώρα, είναι εύλογο να επιβάλλεται η χρήση εκφορτωτικών ή ακόμα και φορτηγών οχημάτων, για την αποτελεσματική και έγκαιρη τροφοδότηση της γραμμής παραγωγής. Η **αυτοματοποιημένη τροφοδοσία** της πρώτης ύλης από τον χώρο αποθήκευσης στον χώρο παραγωγής (π.χ. μέσω μεταφορικής ταινίας ή κοχλίας) προτιμάται συχνά για την συρρίκνωση του εργατικού κόστους.



Εικόνα 8 : Μεταφορική ταινία

### 6.2.3 Καθαρισμός πρώτης ύλης από προσμίξεις

Το στάδιο αυτό είναι βασικό κυρίως στις περιπτώσεις όπου χρησιμοποιείται ανακυκλωμένη ή ακατέργαστη ξυλεία (π.χ. παλέτες) ως πρώτη ύλη. Έτσι πολλές μονάδες χρησιμοποιούν μηχανισμούς διαχωρισμού της ξυλείας από αδρανή υλικά, όπως πέτρες, ή μαγνητικούς διαχωριστήρες για τη δέσμευση **μεταλλικών αντικειμένων**, όπως καρφιά και πρόκες. Η παρουσία ακόμα και της παραμικρής ποσότητας τέτοιων προσμίξεων στο τελικό προϊόν είναι απαράδεκτη ενώ παράλληλα μπορούν να προκαλέσουν σοβαρότατες φθορές στον εξοπλισμό της παραγωγικής διαδικασίας, π.χ. στον σφυρόμυλο και την πρέσα.

### 6.2.4 Αρχικός τεμαχισμός(Shredding)

Η πρώτη ύλη οδηγείται στον τεμαχιστή-σπαστήρα-θρυμματιστή(wood chipper), με στόχο την δημιουργία ροκανιδιού από 2,5 ως 5 cm. Όμως η πρώτη ύλη μας μπορεί να είναι τριών μορφών :

1. κορμός δέντρου, δηλαδή ακατέργαστο ξύλου
2. κλαδιά (συνήθως στην Ελλάδα τα κλαδέματα ελαιόδεντρων)
3. πριονίδια

Σε περίπτωση που έχουμε στην πρώτη ύλη πριονίδια, δεν χρειάζεται να περάσει από αυτό το στάδιο της γραμμής παραγωγής. Αν έχουμε όμως κορμούς και κλαδιά, χρησιμοποιούμε αντίστοιχα τεμαχιστές κορμών και κλαδιών.

Υπάρχει μεγάλο εύρος στις δυναμικότητες αυτών των μηχανημάτων, ενώ μπορούν να είναι σταθερά στην γραμμή παραγωγής μας ή φορητά, ρυμουλκούμενα από κάποιο όχημα, ώστε ο τεμαχισμός να γίνεται στο σημείο παραλαβής της πρώτης ύλης. Με αυτό τον τρόπο γλιτώνουμε επιπλέον δρομολόγια των φορητών και πολλές εργατοώρες σκληρής χειρωνακτικής εργασίας, αφού μετά τον τεμαχισμό ο όγκος τους είναι κατά πολύ μικρότερος, κάνοντας την εργασία της αποκομιδής της πρώτης ύλης πολύ πιο αποτελεσματική. Επίσης αν έχουμε στην παραγωγή μας σαν πρώτη ύλη κυρίως πριονίδια, μας συμφέρει επιπλέον ο φορητός τεμαχιστής για να μην χρειαστεί καν να μπει στην γραμμή παραγωγής και να χρησιμοποιείται περιστασιακά όταν έχουμε κορμούς ή κλαδιά.



Εικόνα 9 : Ρυμουλκούμενος τεμαχιστής (wood chipper)

Οι τεμαχιστές αυτοί λειτουργούν με κινητήρα εσωτερικής καύσης, με ισχύ από 3 ίππους (2,2 kW) έως 1.000 ίππους (750 kW). Υπάρχουν επίσης μοντέλα υψηλής ισχύος που ρυμουλκούνται όμως από φορητά και η τροφοδότησή τους γίνεται από χωριστό κινητήρα, ισχύος από 200 ίππους (150 kW) έως 1.000 ίππους (750 kW), για τον τεμαχισμό ολόκληρων κορμών δέντρων.

Συνήθως αποτελούνται από το δοχείο εισαγωγής της πρώτης ύλης, το μηχανισμό θρυμματίσης, και ένα προαιρετικό δοχείο συλλογής για τα ξύλα μετά το θρυμματισμό. Ένα κομμάτι δέντρου ή κλαδιών εισάγεται στο θάλαμο (όπου τα τοιχώματα χρησιμεύουν ως προστατευτικά για τον άνθρωπο από τα κομμάτια που τεμαχίζονται) και έτσι ξεκινάει η θρυμματίση στο μηχανισμό.

Τα ροκανίδια που εξέρχονται από τον τεμαχιστή οδηγούνται ή στο έδαφος, ή στο

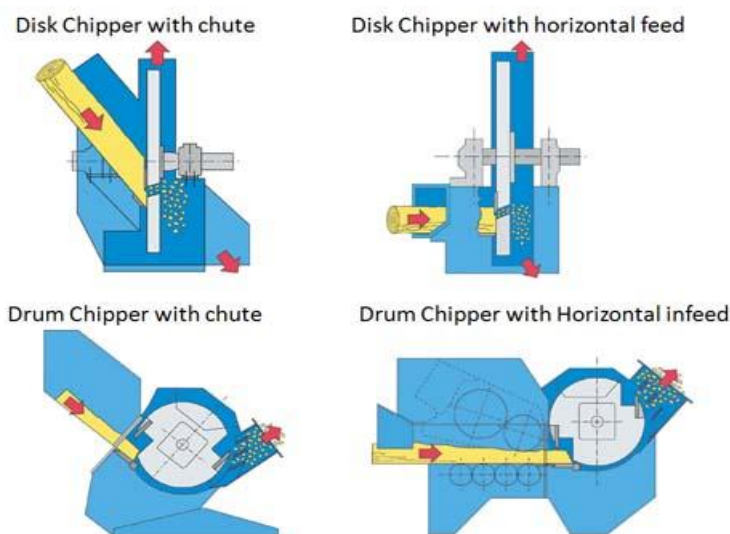
δοχείο συλλογής του οχήματος. Εξέρχονται σε μέγεθος περίπου **2,5cm - 5cm** μήκος, δηλαδή είναι ακόμα αρκετά μεγάλα κομμάτια ξύλου για τις μετέπειτα επεξεργασίες. Άλλωστε αυτός είναι ο αρχικός τεμαχισμός, οπότε καταλαβαίνουμε ότι δεν έχουν έρθει ακόμα στο επιθυμητό μέγεθος για να μπουν στην πρέσα πελλετοποίησης. Σε επόμενο στάδιο, το στάδιο του λεπτού τεμαχισμού, θα πάρουν το επιθυμητό μέγεθος.

Οι περισσότεροι θρυμματιστές-τεμαχιστές λειτουργούν με την ενέργεια που συσσωρεύεται σε ένα **σφόνδυλο**, αν και μερικοί χρησιμοποιούν **τύμπανα(drum chippers)**. Οι λεπίδες τεμαχισμού είναι τοποθετημένες στο πρόσωπο του σφονδύλου, και ο **σφόνδυλος** παίρνει κίνηση και επιταχύνει από τον κινητήρα εσωτερικής καύσης.

Οι πρώτοι τεμαχιστές που βγήκαν στην αγορά λειτουργούσαν, και λειτουργούν ακόμα, όπως προαναφέραμε με τύμπανο. Με ένα μεγάλο ατσάλινο τύμπανο, με λειτουργία από τον κινητήρα και τη βοήθεια ενός ιμάντα.

Σε ένα νεώτερο σχεδιασμό τεμαχιστή(**disk chippers**) εφαρμόζεται ένας ατσάλινος δίσκος με μαχαίρια τοποθετημένος σ' αυτόν όπως ο μηχανισμός ξεφλουδίσματος. Σε αυτό το σχέδιο, συνήθως τροφοδοτείται από υδραυλικά αντιστρέψιμους τροχούς οδηγώντας-τραβώντας το υλικό από τη χοάνη προς το δίσκο, ο οποίος είναι τοποθετημένος κάθετα προς το εισερχόμενο υλικό. Καθώς περιστρέφεται ο δίσκος, τα μαχαίρια κόβουν το υλικό σε μικρότερα κομμάτια(chips). Με φλάντζες στο τύμπανο τα κομμάτια αυτά πετιούνται από αυλάκια. Αυτός ο σχεδιασμός δεν είναι τόσο υψηλής ενεργειακής απόδοσης, όπως τα σχεδιασμού τυμπάνου, αλλά παράγει chips πιο ομοιόμορφα σε σχήμα και μέγεθος.

## Bruks Wood Chipping options



Εικόνα 10 : Χαρακτηριστικά σχέδια drum chippers και disk chippers κατασκευής Bruks

Αν και οι τεμαχιστές ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό σε μέγεθος, στον τύπο και τη χωρητικότητα, οι λεπίδες που επεξεργάζονται-τεμαχίζουν το ξύλο είναι παρόμοιες στην κατασκευή. Είναι ορθογωνίου σχήματος και είναι συνήθως από 3,8 έως 10 cm κατά πλάτος και έχουν μήκος από 15 έως 30 cm. Ποικίλλουν σε πάχος από 3,8 cm έως 5,1 cm. Τα περύγια των τεμαχιστών είναι κατασκευασμένα από υψηλής ποιότητας χάλυβα και συνήθως περιέχουν τουλάχιστον 8% χρώμιο για αύξηση της σκληρότητας.

### 6.2.5 Διαχωρισμός-Κοσκίνισμα(Sifting)

Έπειτα από τον αρχικό τεμαχισμό της πρώτης ύλης, θα πρέπει γίνει η διεργασία του κοσκινίσματος, έτσι ώστε να διασφαλίσουμε το σωστό μέγεθος των προιονιδιών μας, για τη σωστή και απροβλημάτιστη διεξαγωγή της επόμενων σταδίων της παραγωγικής διαδικασίας.

Χρησιμοποιώντας συνήθως μεταφορική ταινία, καθότι η αυτοματοποίηση τέτοιων διεργασιών τις κάνει πιο αποτελεσματικές και φθηνές, οδηγούμε το υλικό που έχει παραχθεί από τον αρχικό τεμαχισμό στο κόσκινο και όποια από τα κομμάτια ξύλου(chips) είναι μεγαλύτερα των 3 cm, δεν περνάνε από το κόσκινο και επιστρέφουν στον τεμαχιστή για επιπλέον επεξεργασία τους μέχρι να φτάσουν στο επιθυμητό μέγεθος(>3 cm).

Συμφέρει η επιλογή τύπου κόσκινου το οποίο θα περιλαμβάνει σιλό, έτσι ώστε το τεμαχισμένο προϊόν να οδηγείται σ' αυτό με την μεταφορική ταινία, χωρίς να



είναι απαραίτητη η ανθρώπινη παρουσία σ' αυτό το στάδιο, καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας.

Σ' αυτά τα μοντέλα συνήθως, το σιλό είναι φτιαγμένο από επίπεδες ασφάλινες πλάκες, με κλίση από τον κατασκευαστή τέτοια ώστε το υλικό να οδηγείται λόγω της βαρύτητας προς τα κάτω, και να τροφοδοτείται με συνεχόμενη ροή το κόσκινο που βρίσκεται στον πυθμένα.

Το υλικό που είναι μικρότερο των 3 cm σε μήκος, περνάει από το κόσκινο και εξέρχεται από αυτό, συνεχίζοντας για το επόμενο στάδιο της γραμμής παραγωγής. Τα μεγαλύτερα των 3 cm κομμάτια παραμένουν μέσα στο σιλό, συλλέγονται μετά το πέρας της διεργασίας, για να επανατοποθετηθούν στον τεμαχιστή, για την εκ νέου επεξεργασία τους.



Εικόνα 11 : Δονητικό βιομηχανικό κόσκινο

### 6.2.6 Ξήρανση Βιομάζας(Biomass drying)

Η πλειοψηφία των χρησιμοποιούμενων υλικών για την παραγωγή pellets απαιτεί ξήρανση ώστε να παραχθεί ικανοποιητικής ποιότητας προϊόν. Μόνο ελάχιστα υλικά τα οποία συλλέγονται ξηρά, όπως το άχυρο, μπορούν να παρακάμψουν αυτό το στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας. Η ξήρανση της βιομάζας σε ένα επίπεδο μεταξύ 10 και 15% είναι απαραίτητη.

Υπάρχουν τρεις κύριες επιλογές για ξηραντές βιομάζας :

1. περιστρεφόμενου τυμπάνου (rotary dryers)
2. φουσητήρα υπέρθερμου αέρα (superheated steam dryers)
3. Ξηραντήρες ζώνης (belt dryers)

Οι ξηραντήρες **περιστρεφόμενου τυμπάνου** είναι οι πιο ανεκτικοί στο μέγεθος της ύλης που μπορούν να αποξηράνουν και είναι οι πιο διαδεδομένοι, έχοντας όμως και την μεγαλύτερη επικινδυνότητα για εκδήλωση φωτιάς. Το στεγνωτήριο αποτελείται από ένα μεγάλο, περιστρεφόμενο κυλινδρικό σωλήνα, που συνήθως υποστηρίζεται από ειδικούς δοκούς χάλυβα ή τσιμέντου. Έχει μια ελαφριά κλίση έτσι ώστε το άκρο απαλλαγής του περιεχομένου να είναι χαμηλότερα από το άκρο στο οποίο γίνεται η τροφοδοσία του υλικού και να οδηγηθεί μέσα στον κύλινδρο λόγω της βαρύτητας. το υλικό που πρέπει να στεγνώσει εισέρχεται το στεγνωτήριο και καθώς το στεγνωτήριο περιστρέφεται, το υλικό ανυψώνεται από μια σειρά εσωτερικών πτερυγίων που ευθυγραμμίζονται με το εσωτερικό τοίχωμα του στεγνωτηρίου. Όταν το υλικό φτάνει αρκετά ψηλά ώστε να κυλήσει πίσω διαμέσου των πτερυγίων, επιστρέφει στο κάτω μέρος του στεγνωτηρίου, διερχόμενο από το θερμό ρεύμα αέρα καθώς πέφτει.



Εικόνα 12 : Ξηραντής στρεφόμενου τυμπάνου(rotary dryer)



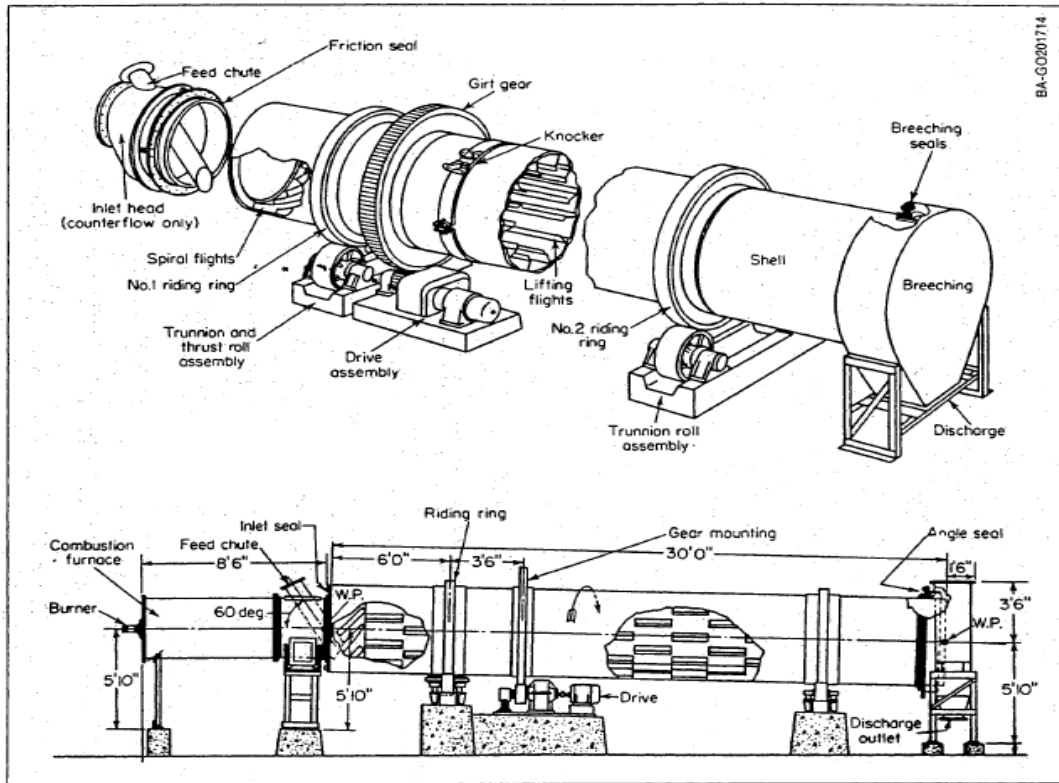
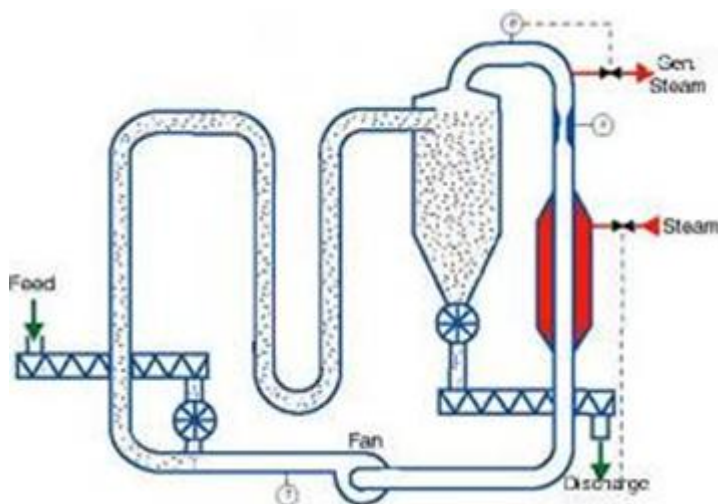


Fig. 3-7. Direct-heat rotary dryer (Source: Perry 1973, Figs. 20-35, 20-36)

Εικόνα 13 : Μηχανολογικό σχέδιο ξηραντή στροφόμενου τυμπάνου(rotary dryer)

Στους ξηραντήρες **φουσητήρα υπέρθερμου αέρα** χρησιμοποιείται ατμός για την παροχή θερμότητας και την ξήρανση του υλικού. Υπό φυσιολογικές συνθήκες, το προς ξήρανση υλικό αναμειγνύεται με επαρκή υπέρθερμο ατμό ώστε να επιτευχθεί η ξήρανση αλλά και να παραμείνει αρκετός υπέρθερμος ατμός στο ξηραντήριο.



Εικόνα 14 : Σχηματική απεικόνιση εργασιών ξηραντήρα φουσητήρα θερμού αέρα(superheated steam dryer)

Οι ξηραντές **θερμής ζώνης** έχουν σχεδιαστεί για την ιδιαίτερα ευγενική θερμική επεξεργασία του προϊόντος. Το υλικό συνεχώς και ομοιόμορφα βρίσκεται μέσω ενός θαλάμου τροφοδοσίας πάνω σε ένα διάτρητο ιμάντα. Ο ιμάντας, που συνήθως βρίσκεται σε οριζόντια θέση, μεταφέρει το προϊόν μέσα από την περιοχή ξήρανσης η οποία χωρίζεται σε διάφορα τμήματα. Σε αυτά τα κελιά ρέει αέρας μέσα ή πάνω από το προς ξήρανση προϊόν και το στεγνώνει. Κάθε κελί μπορεί να είναι εξοπλισμένο με έναν ανεμιστήρα εξαερισμού και έναν εναλλάκτη θερμότητας. Αυτή η αρθρωτή σχεδίαση επιτρέπει οι θερμοκρασίες ξήρανσης και ψύξης να ελέγχονται ξεχωριστά στα διάφορα τμήματα. Έτσι, κάθε κελί του στεγνωτήρα μπορεί να ελεγχθεί ανεξάρτητα και η ροή του αέρα ξήρανσης μπορεί να ποικίλλει σε κάθε κελί. Επιπλέον, η ταχύτητα του ιμάντα μεταφοράς μπορεί να αλλάξει δίνοντας μια επιπλέον παράμετρο για τον καθορισμό του χρόνου στεγνώματος.



Εικόνα 15 : Ξηραντήρας θερμής ζώνης( belt dryer)

Όπως αναφέραμε από τους παραπάνω τύπους ως επί τω πλείστον χρησιμοποιούνται οι ξηραντήρες περιστρεφόμενου τυμπάνου. Το καύσιμο που χρησιμοποιείται για την ξήρανση της βιομάζας είναι είτε φυσικό αέριο είτε μέρος της ίδιας της βιομάζας, με τη δεύτερη επιλογή να προτιμάται για περιβαλλοντικούς, τεχνικούς και οικονομικούς λόγους. Σημειώνεται ότι το συγκεκριμένο στάδιο αποτελεί το πιο ενεργοβόρο της παραγωγικής διαδικασίας ενώ συνεισφέρει στο μέγιστο βαθμό στα λειτουργικά έξοδα της μονάδας. Κατά συνέπεια, η πλειοψηφία των ερευνητικών προσπαθειών και καινοτομιών στην

παραγωγή των pellets εντοπίζεται στη διαδικασία επιτυχούς ξήρανσης της πρώτης ύλης.

### **6.2.7 Αποθήκευση εκ νέου σε σιλό**

Πλέον η πρώτη ύλη έχει έρθει σε μια μορφή ξηραμένου πριονιδιού, έχοντας κατάλληλη υγρασία και μέγεθος λίγο μεγαλύτερο από αυτό που επιθυμείται για το στάδιο της πελλετοποίησης.

Συνεπώς αυτό το υλικό πρέπει εκ νέου να αποθηκευτεί σε έναν χώρο-σιλό, από το οποίο με παρόμοιους τρόπους με εκείνους του αρχικού σιλό, το προς επεξεργασία υλικό θα συνεχίσει την διαδρομή του στην γραμμή παραγωγής.

Προφανώς αυτός ο χώρος είναι τεράστιας σημασίας να είναι ξηρός και στεγνός, αφού σε αντίθεση περίπτωση πρέπει να οδηγηθεί το υλικό στην πιο ενεργοβόρα διεργασία απ' όλες στην γραμμή παραγωγής, την ξήρανση, με αποτέλεσμα την χρονική καθυστέρηση αλλά κυρίως την κατακόρυφη αύξηση του κόστους παραγωγής.

Όπως αναφέρθηκε και για το πρώτο σιλό, το μέγεθος του εξαρτάται καθαρά από την δυναμικότητα και την εκτιμώμενη παραγωγή που έχει το εργοστάσιο.



Εικόνα 16 : Χαρακτηριστικό σιλό αποθήκευσης πέλλετ

#### 6.2.8 Τεμαχισμός-Άλεση Βιομάζας(Λεπτός τεμαχισμός)

Η διαδικασία είναι παρόμοια με του αρχικού τεμαχισμού(shredding), με την ειδοποιό διαφορά ότι τώρα το επιθυμητό αποτέλεσμα είναι πριονίδια(chips) μεγέθους από 0,5 έως 2,5 cm, ακόμα μικρότερα από τα υπάρχοντα. Αυτό είναι απαραίτητο γιατί πριν την εισαγωγή της στην **πρέσα πελλετοποίησης**, είναι απαραίτητο η βιομάζα να έχει αποκτήσει την κατάλληλη ομοιογένεια και κοκκομετρία.

Τα χαρακτηριστικά αυτά επιτυγχάνονται με τη χρήση διαφόρων ειδών μηχανημάτων τεμαχισμού και άλεσης της πρώτης ύλης, όπως είναι οι σφυρόμυλοι, τα χαρακτηριστικά των οποίων αναφέρθηκαν στην παράγραφο 6.2.4.

Το μέγεθος της τεμαχισμένης βιομάζας που πρόκειται να εισαχθεί στην πρέσα δεν είναι τυχαίο: τα σωματίδια πρέπει να μην είναι αρκετά μεγάλα ώστε να μπορούν να εισέρχονται μέσα από τις τρύπες του καλουπιού της πρέσας. Από την άλλη, όμως, αν είναι πολύ λεπτόκοκκη η ύλη υπάρχει μικρότερη απόδοση μετατροπής της βιομάζας σε pellets, καθώς είναι πιο δύσκολη η συσσωμάτωση των σωματιδίων .

Συνεπώς η μόνη διαφορά από τον προηγούμενο στάδιο τεμαχισμού-θρυμματισμού, είναι ότι σ' αυτό το στάδιο ο τεμαχιστής τα παραλαμβάνει σε μορφή πριονιδιών και τα επεξεργάζεται ως το τελικό τους μέγεθος. Όλη η διαδικασία του τεμαχισμού παραμένει ίδια.



Εικόνα 17 : Σφυρόμυλος άλεσης βιομάζας

#### 6.2.9 Πελλετοποίηση(Pelleting)

Η μηχανή παραγωγής pellet(pellet mill) ή αλλιώς πρέσα πελλετοποίησης (pellet press), είναι ένα είδος μύλου ή μηχανικής πρέσας, που χρησιμοποιείται στην παραγωγή pellets από πριονίδια.

Υπάρχουν πολλά είδη πελλετομηχανών και μια γενικευμένη ομαδοποίηση τους είναι σε **μεγάλης και μικρής κλίμακας**. Μεγάλης κλίμακας υπάρχουν δύο ειδών,

οι επίπεδοι μύλοι πέλλετ(flat die pellet mills) και οι κυλινδρικοί μύλοι πέλλετ(ring die pellet mills).

Στο πρώτο είδος χρησιμοποιείται ένα επίπεδο καλούπι με οπές. Το υλικό(πριονίδια) εισάγεται στην κορυφή του καλουπιού και καθώς το καλούπι περιστρέφεται, ειδική πρέσα συμπιέζει την κοκκοποιημένη βιομάζα μέσα από τις οπές του καλουπιού δίνοντας στα pellets την χαρακτηριστική κυλινδρική μορφή τους. Ένας μεταλλικός κόφτης-λεπίδα στο άλλο άκρο του καλουπιού κόβει τα εκτεθειμένα κομμάτια pellets, απελευθερώνοντάς τα από το καλούπι.



Εικόνα 18 : Τομή επίπεδου μύλου πέλλετ(flat die pellet mill)

Στους κυλινδρικούς μύλους υπάρχουν ακτινικές οπές καθ' όλη την επιφάνεια του καλουπιού. Τα πριονίδια διοχετεύονται στο εσωτερικό του καλουπιού και διασπορείς υλικού(beck) το κατανέμουν ισόποσα στις οπές. Στη συνέχεια δύο κυλινδρικές πρέσες συμπιέζουν το υλικό διαμέσου των οπών του καλουπιού δίνοντας στα pellets την χαρακτηριστική κυλινδρική μορφή τους. Τέλος, στο εξωτερικό του καλουπιού βρίσκονται δύο μεταλλικοί κόφτες-λεπίδες που απελευθερώνουν τα pellets από το καλούπι.



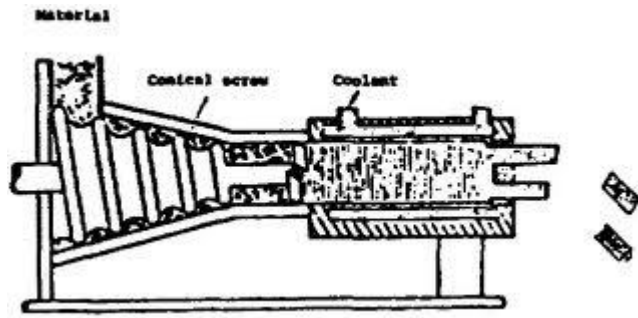


Εικόνα 19 : Απεικόνιση λειτουργίας κυλινδρικού μύλου πέλλετ(ring die pellet mill).



Εικόνα 20 : Κυλινδρικός μύλος πέλλετ(ring die pellet mill)

Οι μικρής κλίμακας πελλετομηχανές είναι συνήθως παραλλαγές από **κοχλιωτές πρέσες(screw presses)** και **υδραυλικές πρέσες(hydraulic presses)**. Αμφότεροι χρησιμοποιούν την ίδια βασική διεργασία. Ένα καλούπι εμπεριέχει τα ασυμπιεστά ακόμη πριονίδια σε μια διαμορφωμένη θήκη. Το σχήμα της θήκης καθορίζει και την τελική μορφή του pellet. Μια πλάκα είναι εφαρμοσμένη στο τέλος του κοχλία(κοχλιωτές πρέσες) ή στο έμβολο(υδραυλικές πρέσες), η οποία συμπιέζει τα πριονίδια. Σε μερικές πλάκες εφαρμόζεται θερμότητα για να επιταχυνθεί η παραγωγή και να βελτιωθούν οι ιδιότητες του τελικού προϊόντος. Επίσης μπορεί να έχουν σύστημα ψύξης με εισαγωγή νερού, για την πιο γρήγορη επαναφορά της θερμοκρασίας ανάμεσα στις χρήσεις.



Εικόνα 21 : Απεικόνιση λειτουργίας κοχλιωτής πρέσας(screw press)

Καθώς αυξάνεται η ασκούμενη πίεση, αυξάνονται οι τριβές μεταξύ των κόκκων της βιομάζας με άμεση συνέπεια την άνοδο της θερμοκρασίας της. Η αυξημένη θερμοκρασία μαλακώνει την **λιγνίνη** (μία εκ των τριών βασικών ομάδων ενώσεων της βιομάζας μαζί με την κυτταρίνη και τις ημικυτταρίνες) η οποία δρα σαν συγκολλητική ουσία μεταξύ των σωματιδίων της βιομάζας. Η ρύθμιση της κατάλληλης θερμοκρασίας για να γίνει αυτό επιτυγχάνεται μέσω του κατάλληλου σχεδιασμού του καλουπιού, το οποίο θα πρέπει να δημιουργεί το απαιτούμενο επίπεδο αντίστασης στη ροή των σωματιδίων βιομάζας ώστε να αναπτυχθούν οι επιθυμητές πιέσεις- άρα και θερμοκρασίες. Σε περίπτωση που οι τρύπες του καλουπιού είναι μεγαλύτερες από όσο πρέπει, το υλικό διαφεύγει εύκολα μέσα από αυτές και δεν αναπτύσσονται ικανές πιέσεις-θερμοκρασίες για την παραγωγή ενός συμπαγούς προϊόντος δίχως θρύμματα. Η ύπαρξη, βέβαια, πολύ μικρών οπών στα καλούπια συνεπάγεται την απότομη αύξηση της θερμοκρασίας, την μερική πυρόλυση (ατελή καύση) ορισμένων σωματιδίων και την παραγωγή υποβαθμισμένης ποιότητας τελικού προϊόντος.

Η δυναμικότητα κάθε πρέσας pellets κυμαίνεται από μερικές δεκάδες κιλά έως μερικές δεκάδες τόνους ανά ώρα. Αντίστοιχα μεγάλη διακύμανση εμφανίζεται και στην απόδοση των διαφόρων τύπων πρέσας.

Το στάδιο της πελλετοποίησης είναι η μόνη φάση της παραγωγικής διαδικασίας των pellets, στην οποία μπορεί να χρησιμοποιηθούν και **πρόσθετες ενώσεις**. Πιο συγκεκριμένα, για την ενίσχυση της συνεκτικότητας των pellets προστίθεται κάποιες φορές κάποιο φυσικό συγκολλητικό, όπως το άμυλο. Η χρήση ή μη των φυσικών προσθέτων εξαρτάται βασικά από την ποιοτική σύσταση της πρώτης ύλης, δηλαδή από την αναλογία της λιγνίνης ως προς την **κυτταρίνη**, τις ημικυτταρίνες και την τέφρα του υλικού. Η μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα προσθέτων στο τελικό προϊόν καθορίζεται βάσει των διεθνών προτύπων ποιότητας.

Με κατάλληλο σχεδιασμό του καλουπιού της πρέσας και προσεκτικό έλεγχο ολόκληρης της διεργασίας, τα pellets εξέρχονται από την πρέσα με υγρασία λιγότερο από 10%, πυκνότητα μεγαλύτερη των 600 kg/m<sup>3</sup> και θερμογόνο δύναμη που υπερβαίνει τις 4,7 kWh/kg.



### 6.2.10 Ψύξη(Cooling process)

Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο στάδιο, η εξάσκηση μεγάλων πιέσεων στο υλικό μας με αποτέλεσμα την αύξηση των τριβών, έχει σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη μεγάλων θερμοκρασιών(70–90 °C). Εκτός από ζεστά τα pellets εξέρχονται από την πελλετομηχανή και μαλακά. Κατά συνέπεια αφήνονται να ψυχθούν στον αέρα μέσω **ταινίας μεταφοράς**, ώστε να σταθεροποιηθεί η λιγνίνη ως συγκολλητικό μέσο των ινών κυτταρίνης.



Εικόνα 22 : Ταινία μεταφοράς και ψύξης

### 6.2.11 Κοσκίνισμα(Sifting)

Μετά την διεργασία της ψύξης, τα pellets έχουν πλέον θερμοκρασία ελαφρώς υψηλότερη του περιβάλλοντος και την επιθυμητή σκληρότητα. Συνεπώς απομένει να περάσουν από ένα τελικό βιομηχανικό κόσκινο, το οποίο με την βοήθεια σήτας

θα κατακρατήσει τα θρυμματισμένα κομμάτια λόγω σφάλματος στην διεργασία πελλετοποίησης, αλλά και με την χρήση ανεμιστήρα σε συνδυασμό με μαγνητικό φίλτρο για την κατακράτηση της σκόνης. Σε μερικές περιπτώσεις, ανάλογα με το είδος του κόσκινου, υπάρχει δυνατότητα συλλογής της σκόνης, έτσι ώστε τα κομμάτια αυτά να υποστούν εκ νέου την διεργασία της πελλετοποίησης. Η παρουσία θρυμμάτων στην συσκευασία του τελικού προϊόντος μπορεί να το θέσει εκτός των προδιαγραφών της αγοράς, δυσχεραίνοντας τις πιθανότητες απορρόφησής του από την αγορά.

### 6.2.12 Ζύγισμα, συσκευασία και αποθήκευση των pellets

Πλέον η πρώτη ύλη έχοντας περάσει από όλες τις προηγούμενες διεργασίες της γραμμής παραγωγής, έχει φτάσει στην τελική επιθυμητή μορφή των pellets και το μόνο που απομένει είναι η διοχέτευσή τους στην αγορά. Η παροχή στην αγορά γίνεται με τυποποιημένες συσκευασίες οι οποίες για οικιακή χρήση ποικίλουν από 5 έως 50 kg, με πιο συνηθισμένη-διαδεδομένη αυτή των 15 kg, ενώ υπάρχουν και μέγα-σάκοι του ενός τόνου. Ταυτόχρονα με το στάδιο της συσκευασίας γίνεται και το ζύγισμα, ώστε να έχουμε τυποποιημένες σακούλες σταθερού βάρους.

Επειδή τα pellets αποτελούν υψηλής ποιότητας καύσιμο, οι συνθήκες αποθήκευσής του είναι απαραίτητο να εξασφαλίζουν τη διατήρηση της **ποιότητάς** του. Αυτό επιτυγχάνεται με την συσκευασία τους, αλλά και τη φύλαξή τους σε κατάλληλο χώρο-σιλό, από τον οποίο θα τροφοδοτείται στα σημεία πώλησης το τελικό προϊόν, οι σακούλες των pellets.



Εικόνα 23 : Μηχάνημα αυτόματης ζύγισης και συσκευασίας wood pellets

Από την ανασκόπηση που κάναμε στο τεχνικό κομμάτι της οικονομοτεχνικής μελέτης για ένα εργοστάσιο παραγωγής pellet, αντιλαμβανόμαστε ότι είναι μια αρκετά μεγάλη σειρά διεργασιών για να φτάσουμε από την αποκομιδή της πρώτης ύλης μέχρι το τελικό προϊόν. Επιπλέον ο εξοπλισμός και οι χώροι στέγασης μηχανημάτων και υλικών θα πρέπει να σχεδιαστούν και να υλοποιηθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίσουμε την ομαλή διεξαγωγή όλων των διεργασιών. Μόνο τότε μπορεί να διασφαλιστεί μια αποδοτική

γραμμή παραγωγής, χωρίς ενεργειακές και οικονομικές απώλειες, δίνοντας παράλληλα και την απαιτούμενη ποιότητα pellet.

Επίσης να επισημάνουμε ότι ανάλογα την δυναμικότητα της παραγωγικής γραμμής, αλλά κυρίως ανάλογα της πρώτης ύλης που χρησιμοποιείται, που μπορεί να είναι μόνο μία ή συνδυασμός περισσοτέρων, ενδέχεται να μην χρειάζεται κάποια από τις προαναφερθείσες διαδικασίες. Για παράδειγμα, αν έχουμε για πρώτη ύλη άχυρο, επειδή έχει πολύ χαμηλά επίπεδα υγρασίας που συμπίπτουν με τα προαπαιτούμενα για την πελλετοποίηση, δύναται η παράλειψη της διεργασίας ξήρανσης. Τα στάδια που αναφέρθηκαν είναι αρκετά και ικανά για την επεξεργασία οποιασδήποτε πρώτης ύλης.

Ένα εύλογο ερώτημα είναι εάν όλα τα παραπάνω επιμέρους στάδια για την παραγωγή των pellets καταναλώνουν τόση **ηλεκτρική ενέργεια**, ώστε να μην είναι ενεργειακά συμφέροντα. Εντούτοις, η περιβαλλοντική διάσταση τους δεν μπορεί να καταρριφθεί: υπολογίζεται ότι οι ενεργειακές απαιτήσεις για την παραγωγή των pellets αντιστοιχούν σε λιγότερο από το 22% του ενεργειακού τους περιεχομένου, αφήνοντας τα pellets με **θετικό ενεργειακό πρόσημο**.

## Κεφάλαιο 7. Τεχνοοικονομική ανάλυση παραγωγής pellet

Το συνολικό κεφάλαιο που πρέπει να διατεθεί για μια τέτοια επένδυση ποικίλει αναλόγως της παραγωγικής δυναμικότητας του εργοστασίου. Το τεχνικό κομμάτι της μελέτης αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 6. Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει μελέτη των οικονομικών στοιχείων ενός εργοστασίου pellet, τα οποία εξαρτώνται από τον **τεχνικό εξοπλισμό**, τις **κτιριακές εγκαταστάσεις** και τα **οχήματα** που χρειάζονται.

Εδώ θα εξεταστεί μια παραγωγική γραμμή μικρής δυναμικότητας, η παραγωγικότητα της οποίας θα ορίζεται βάσει των τεχνικών χαρακτηριστικών του εξοπλισμού που θα επιλέξουμε. Σε αυτή την μελέτη θα μας απασχολήσει μια γραμμή παραγωγής δυναμικότητας **0,45-0,50 ΤΡΗ**(τόνος ανά ώρα) με έδρα την **Σπάρτη** και προτεραιότητα στην εξασφάλιση πρώτης ύλης από την ευρύτερη περιοχή του νομού **Λακωνίας**.

Αυτό πρακτικά σημαίνει κυρίως χρήση κλαδιών από τον κλάδο ελαιόδεντρων, αφού αυτή είναι και η κύρια γεωργική παραγωγή του νομού. Φυσικά αυτό δεν σημαίνει ότι απορρίπτονται κλαδιά ή κορμοί από άλλα παραγωγικά δέντρα, πριονίδια και κατάλοιπα ξυλουργικών εργασιών, ενώ όπως ήδη έχουν αναφερθεί υπάρχει η δυνατότητα στοχευμένης καλλιέργειας ενεργειακών φυτών και δέντρων για την εξασφάλιση της απαιτούμενης πρώτης ύλης για την προβλεπόμενη παραγωγή.

Πλέον στην αγορά υπάρχουν πολλές εταιρίες που προσφέρουν μια πολύ μεγάλη ποικιλία μηχανημάτων για καθεμία από τις παραγωγικές διαδικασίες, δίνοντας την δυνατότητα στο κάθε εργοστάσιο να επιλέγεται και να χρησιμοποιείται ο κατάλληλος εξοπλισμός βάσει των αναγκών της παραγωγής. Επίσης ήδη πολλές εταιρίες δραστηριοποιούνται στην εκπόνηση τεχνοοικονομικών μελετών και την εγκατάσταση του εξοπλισμού εργοστασίων pellet.

Μετά από έρευνα αγοράς μέσω διαδικτύου παρατηρήθηκε ότι για μελέτες, σχεδιασμός και διαδικασίες αδειοδότησης εγκατάστασης εργοστασίου παραγωγής στερεών βιοκαυσίμων (pellets), δυναμικότητας **0,45-0,50 ΤΡΗ**, το εκτιμώμενο κόστος ανέρχεται σε **350.000-500.000€**. Στη συνέχεια θα δοθεί μια εικόνα για την κατανομή του κόστους για μια περίπτωση εργοστασίου που θεωρείται υπερπλήρες, συνεπώς και στο πάνω άκρο του ποσού που αναφέρθηκε, αν και όπως έχουμε αναφέρει το κόστος αυτού του είδους επένδυσης μπορεί να ποικίλει αρκετά.

## 7.1 Κόστος τεχνικού εξοπλισμού

Στη συνέχεια θα δοθεί ένα παράδειγμα εργοστασίου παραγωγικής δυναμικότητας 0,45–0,50 TPH και διάμετρος τελικού προϊόντος 6 mm, το οποίο βρίσκεται ήδη σε λειτουργία στην Ιταλία και παρουσιάζεται αναλυτικά από την εταιρεία eco-heat/Π.Βροντάνης & ΣΙΑ.

**Μήκος εισερχόμενου θρύμματος 20-30 χιλ. με μέγιστη υγρασία 50%**  
**Κόστος μηχανολογικού εξοπλισμού 389.050 €**

### A. Φόρτωση πρώτης ύλης

Το θρύμμα φορτώνεται σε ειδικό κοντέινερ/αποθήκη πρώτης ύλης. Έτσι καθίσταται δυνατή η ρύθμιση της τροφοδοσίας της πρώτης ύλης.

1. Κοντέινερ/Αποθήκη 24 m<sup>3</sup> με εξαγωγέα και αλυσιδωτό τροφοδότη 5,5 kW

Κόστος : 18.000€

### B. Απομάκρυνση ξένων στοιχείων

Σε περίπτωση που τα θρύμματα ξύλου ή η ξυλόσκονη μπορεί να εμπεριέχουν πέτρες, καρφιά και γενικά ξένα σώματα, αυτά πρέπει να διαχωριστούν από τα χρήσιμα υλικά

2. Ταινιόδρομος (0,75 kW) 6.500,0€

3. Σταθερός μαγνήτης για απομάκρυνση σιδηρούχων μετάλλων 4.300,00€

4. Κυκλικό παλλόμενο κόσκινο για την απομάκρυνση στοιχείων διαμέτρου μεγαλύτερης από 25 χιλ. (1,5 kW) 7.700,00 €

### Γ. Ξηραντήριο

Το Ξηραντήριο είναι απαραίτητο όταν η υγρασία της Α' ύλης είναι μεγαλύτερη του 12–13%. Η μονάδα αποτελείται από περιστρεφόμενο τύμπανο, υποσύστημα μεταφοράς υλικού και καυστήρα τροφοδοτούμενο με πετρέλαιο, φυσικό αέριο ή θρύμμα ξύλου.

5. Μονάδα μεταφοράς υλικού (ατέρμων κοχλίας) 3 kW 5.000,00€

6. Κύρια μονάδα ξηραντηρίου που λειτουργεί με θρύμμα ξύλου :

Παραγωγική ικανότητα : 572 κιλά ανά ώρα ξηρής ύλης. Υγρασία εισερχόμενου υλικού 50%. Υγρασία εξερχόμενου προϊόντος 12% σε θερμοκρασία δωματίου 0°C (18 kW) 85.800,00€

7.Κυκλώνας σκόνης με εξωτερικό και εσωτερικό τύμπανο αντιστρόφως περιστρεφόμενα με κάδο συλλογής 3 kW 11.000,00€

8.Φίλτρο σκόνης (όποτε απαιτείται από τη νομοθεσία) 4,5 kW 19.500,00€

#### Δ. Κονιορτοποίηση πρώτης ύλης

Μύλος κονιορτοποίησης Α' ύλης με σύστημα αέρα, ελαχιστοποιεί τις διαστάσεις του θρύμματος (<6 χιλ.) ώστε η Α' ύλη να περάσει στο επόμενο στάδιο (πρέσα). Στο στάδιο αυτό αφαιρούνται όλα τα σιδηρούχα υλικά που μπορεί να είναι αναμεμιγμένα με το θρύμμα.

9.Κοχλίας μεταφοράς Α' ύλης 2,2 kW 2.200,00€

10.Χοάνη τροφοδοσίας μύλου κονιορτοποίησης 1,1 kW 4.300,00€

11.Κοχλίας μεταφοράς Α' ύλης στον μύλο κονιορτοποίησης (1,1 kW) 3.200,00€

12.Μύλος κονιορτοποίησης (22 kW) Α' ύλης 18.000,00€

- Πλήρης με βαρυντικό διαχωριστή βαρέων στοιχείων (πέτρες, μέταλλα κλπ.)
- Επισκληρημένα σφυριά
- Δύο ημικυκλικά φίλτρα έτοιμου προϊόντος
- Τέσσερις αντιδονητικές βάσεις

13.Ανιχνευτής σπινθήρων για την προστασία του συστήματος από πυρκαγιά

3.500,00€

14. Εισπνευστήρας κονιορτοποιητή με σωλήνες σύνδεσης της χοάνης τροφοδοσίας της πρέσας πέλλετς και σωλήνες σύνδεσης με τον κυκλώνα

11.700,00€

## **E. Πρέσα παραγωγής πέλλετς, ψύκτης και κόσκινο**

Σε αυτό το στάδιο η πρώτη ύλη είναι έτοιμη για πελλετοποίηση. Η πρέσα είναι εξοπλισμένη με ομογενοποιητή με εφοδιασμό νερού σε περίπτωση που η υγρασία της Α' ύλης είναι μικρότερη του 12% . Μετά την ομογενοποίηση, το υλικό εισέρχεται στον κύριο θάλαμο πελλετοποίησης, όπου δύο ράουλα συμπιέζουν το υλικό μέσα στις τρύπες της μήτρας. Στην εξωτερική πλευρά της μήτρας, ειδικά μαχαίρια κόβουν τις παραγόμενες πέλλετς στο επιθυμητό μήκος. Λόγω της πολύ υψηλής εφαρμοζόμενης πίεσης η θερμοκρασία των έτοιμων πέλλετς ανέρχεται στους 70–80°C. Στο στάδιο αυτό είναι απαραίτητη η ψύξη των πέλλετς σε θερμοκρασίες χώρου, κατά προτίμηση στους 3–5 ώστε η εμπεριεχόμενη στο ξύλο λιγνίνη να συγκολλήσει και να δώσει υψηλή σκληρότητα στα παραγόμενα πέλλετς. Κατ' αυτόν τον τρόπο παράγεται προϊόν υψηλής ποιότητας το οποίο θρυμματίζεται δύσκολα. Μετά το στάδιο ψύξης ακολουθεί το στάδιο του κοσκινίσματος κατά το οποίο απομακρύνεται η ανεπιθύμητη σκόνη.

**15.Κοντέινερ 1800 λίτρων ραφιναρισμένης Α' ύλης με υγρασία 12%, πλήρες με δείκτη φόρτωσης και αναδευτήρα (2,2 kW) 7.800,00 €**

**16. Σιλό με ατέρμονα εξαγωγή για την τροφοδοσία της πρέσας (4,5 kW) 4.900,00 €**

**17.Πρέσσα πελλετοποίησης CH133 (45 kW) 47.700,00 €**

Ειδική για ξύλο, πλήρης με :

- Αυτόματο σύστημα λίπανσης (2,2 kW)
- Με υπερτροφοδότη (0,75 kW)
- Σύστημα υγρασίας (0,18 kW)
- Δύο μήτρες με τρύπες 6 χιλ. Η μια εγκατεστημένη, η άλλη ανταλλακτική
- Δύο σετ ράουλων πίεσης υλικού, το ένα εγκατεστημένο και το άλλο ανταλλακτικό.

**18.Μεταφορά έτοιμων καυτών πέλλετς (0,37 kW) 5.500,00 €**

**19.Κυκλικό δονητικό κόσκινο από ανοξείδωτο ατσάλι (0,37 kW) 7.700,00 €**

**20. Ανακυκλωτής σκόνης με ψύξη πέλλετς με: 12.500,00 €**

- Ηλεκτρικό βεντιλατέρ για την ψύξη των πέλλετς και ταυτόχρονη ανάκτηση ξυλόσκονης (7,5 kw)

- Σωλήνες σύνδεσης μεταξύ συλλέκτη ξυλόσκονης και πρέσας.

## ΣΤ. Ενσάκιση έτοιμου pellet

Τα έτοιμα πέλλετς μπορεί να τοποθετηθούν σε σιλό, ή να φορτωθούν κατ' ευθείαν σε ειδικά φορτηγά, ή να ενσακιστούν σε σακιά των 10-25 κιλών ή να μπουν σε Big Bags. Οι μηχανές ζύγισης και ενσακισμού μπορεί να είναι χειροκίνητες, ημιαυτόματες ή πλήρως αυτοματοποιημένες με παλλετοποίηση και περιτύλιξη.

21.Ανελκυστήρας με κουβάδες (1,1 kW) 5.800,00 €

22.Χειροκίνητος ενσακιστής μικρών σάκων πλήρης με χοάνη τροφοδοσίας & θερμοσυγκόλληση 10.450,00 €

23.Μηχανή εξωτερικής περιτύλιξης (0,37 kW) 6.500,00 €

24.Μονάδα ενσάκισης σε Big Bag 6.500,00 €

## Z. Φιλτράρισμα

Υποχρεωτικό σύμφωνα με τις περιβαλλοντολογικές διατάξεις της Ε.Ε.

25.Μονάδα φιλτραρίσματος υψηλής πίεσης (10,5 kW) 21.900,00 €

## H. Αυτοματοποίηση

26. Αυτοματοποίηση μονάδας παραγωγής pellets 58.050,00 €

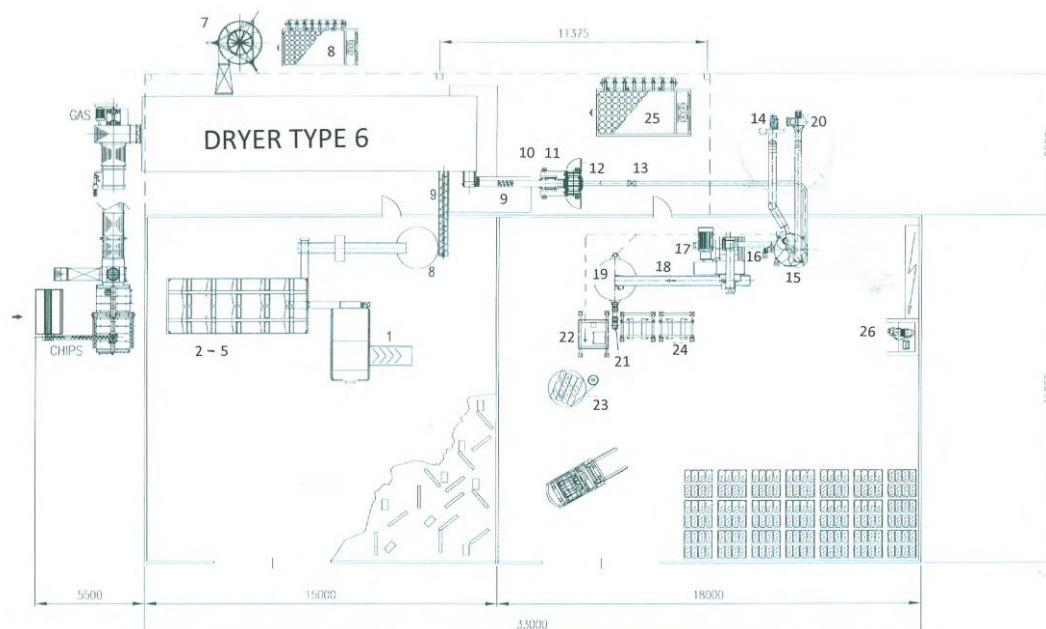
Ηλεκτρικός πίνακας λειτουργίας μονάδος πελλετοποίησης διασυνδεόμενος με τις επιμέρους μονάδες που εξασφαλίζει την αυτοματοποίηση του συστήματος.

**ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΞΙΑ** 389.050,0€



Επισημαίνεται ότι στο παραπάνω ποσό δεν συμπεριλαμβάνονται η αρχική μονάδα θρυμματισμού(θα συμπεριληφθεί στον μηχανοκίνητο εξοπλισμό), ηλεκτρικά καλώδια και συνδέσεις μονάδων, ασφάλεια εγκατάστασης, μετασχηματιστής, Φ.Π.Α., σύνδεση και εκκίνηση συστήματος, κλπ.

Από τα προαναφερθέντα αυτό που θα διαφοροποιήσει άρδην είναι η ενσωμάτωση του **Φ.Π.Α.**, καθότι τα υπόλοιπα έξοδα είναι πολύ μικρότερης κλίμακας. Λαμβάνοντας υπόψη την κατά **23%** προσαύξηση το **τελικό ποσό** ανέρχεται σε **478.531,5 €**.



#### **ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΥΠΟΜΟΝΑΔΩΝ**

Οι παρατιθέμενοι αριθμοί της σχηματικής παράστασης αντιστοιχούν στις επιμέρους μονάδες όπως περιγράφονται στην προηγούμενη ανάλυση.

Το συγκεκριμένο εργοστάσιο μπορεί να θεωρηθεί ως ακριβή λύση για την παραγωγικότητα του, σε σύγκριση με άλλα ήδη εγκατεστημένα στην Ελλάδα, όπως για παράδειγμα παρόμοιας παραγωγικότητας εργοστάσιο στην Κόνιτσα με εκτιμώμενο κεφάλαιο επένδυσης 275.000 €. Όμως είναι χρήσιμη η αναφορά σε ένα τόσο πλήρες εργοστάσιο, καθώς μας δίνει την δυνατότητα εκ των υστέρων αφαιρώντας κάποια μηχανήματα από την γραμμή να την προσαρμόσουμε στις ανάγκες τις δικής μας επιχείρησης. Αν υπάρχει η δυνατότητα διάθεσης του απαιτούμενου κεφαλαίου, η συγκεκριμένη δομή του εργοστασίου θεωρείται σαν μια εξαιρετική λύση.

Πολύ συνοπτικά όμως μπορούμε να μειώσουμε δραστικά το κόστος κεφαλαίου της επένδυσης με μερικές απλές αλλαγές. Δίνεται παράδειγμα :

Αφήνοντας εκτός παραγωγικής γραμμής τα εξής μηχανήματα :

- |  |             |
|--|-------------|
| 1. Αυτοματοποίηση μονάδας παραγωγής pellet               | 58.050,00 € |
| 2. Μονάδα ενσάκισης Big Bag                              | 6.500,00 €  |
| 3. Σταθερός μαγνήτης για απομάκρυνση σιδηρούχων μετάλλων | 4.300,00 €  |

έχουμε αμέσως **μείωση του κόστους κατά 68.500 €** και με τον **Φ.Π.Α. 84.685,5 €**.

Συνεπώς το **νέο κόστος** ανέρχεται σε **393.846 €**. Παρατηρούμε πόσο έντονες μπορεί να είναι οι οικονομικές διαφορές με μικρές διαφοροποιήσεις στην γραμμή παραγωγής. Στην περίπτωση βέβαια που θα αφαιρέσουμε τις τρεις παραπάνω μηχανές θα πρέπει κατά αντιστοιχία να εξασφαλίσουμε τον συντονισμό της γραμμής παραγωγής από εργαζόμενο γνώστη αυτής, εφόσον πλέον δεν θα γίνονται αυτοματοποιημένα οι διεργασίες. Κατά δεύτερον, περιορίζουμε τις συσκευασίες μας μόνο σε αυτές της οικιακής χρήσης, αφού πλέον δεν έχουμε τις συσκευασίες Big Bag, και τέλος είμαστε περιοριζόμενοι εν μέρει στην προέλευση της πρώτης ύλης, καθώς χωρίς τον σταθερό μαγνήτη θα πρέπει να είμαστε σίγουροι για την απουσία σιδηρούχων μετάλλων σε αυτή καθώς η παρουσία τους στο τελικό προϊόν είναι μη αποδεκτή, αλλά και υπάρχει κίνδυνος τεράστιων ζημιών στον τεχνικό εξοπλισμό κατά τις διεργασίες.

**Συμπερασματικά**, έγινε φανερό ότι το κόστος του τεχνικού εξοπλισμού ενός εργοστασίου παραγωγής pellet ποικίλει ανάλογα την παραγωγικότητα που τίθεται ως στόχος, την πρώτη ύλη και τις επιλογές που θα κάνει η κάθε επιχείρηση για την λειτουργία της γραμμής της. Στην μελέτη μας θα κρατήσουμε την γραμμή κόστους **478.531,5 €** για να εξετάσουμε στην συνέχεια τις υπόλοιπες πτυχές της οικονομοτεχνικής μελέτης.

## 7.2 Κόστος μηχανοκίνητου εξοπλισμού-οχημάτων

Κατ' αρχήν, εκκρεμεί η διεργασία του πρώτου τεμαχισμού, η οποία σκόπιμα δεν ενσωματώθηκε στον πάγιο τεχνικό εξοπλισμό της γραμμής παραγωγής. Επειδή η πρώτη ύλη μας θα είναι κυρίως κλαδιά ελαιόδεντρων και γενικότερα ξυλεία και κλαδιά από γεωργικές καλλιέργειες, η πλέον συμφέρουσα λύση για την συγκεκριμένη περίπτωση είναι ο **ρυμουλκούμενος τεμαχιστής**. Γι' αυτό και τον κατατάσσουμε στον μηχανοκίνητο εξοπλισμό.

Υπάρχουν δύο επιλογές για τις ανάγκες μας :

1. Καταστροφέας κλαδιών PTO(POWER TAKE OFF) τρακτέρ
2. Καταστροφέας Κλαδιών Συλλογής

1) Καταστροφέας κλαδιών –PTO τρακτέρ

Δίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά αυτού του τύπου καταστροφέα που καλύπτουν τις ανάγκες μας :

Περιγραφή : Παραγωγή Τεμαχίων 0,5 –2,5 εκ. ιδανικά λιπάσματα για το χωράφι ή για περαιτέρω επεξεργασία π.χ. ΠΕΛΛΕΤ .Ενσωμάτωση σε τρακτέρ > 30 HP.

Τεχνικά χαρακτηριστικά :

- Διάμετρος Κλαδιού Max Φ 200mm
- Περιστροφή μονάδας εξαγωγής (χοάνη ) 360 μοίρες
- Παραγωγή 9–11 κυβικά/ώρα (περίπου 2 τόνους ανά ώρα )
- Αυτόματη υδραυλική προώθηση & τροφοδοσία (2 μοτέρ)
- Στροφές 540 rpm
- Βάρος 420 kg
- 58x58 εκ. άνοιγμα χοάνης εισαγωγής
- Διαστάσεις 1600 x 1020 x 1400mm

Τιμή : περίπου 3.800 €



Εικόνα 24 : Καταστροφέας κλαδιών - ΡΤΟ τρακτέρ

## 2) Καταστροφέας κλαδιών συλλογής

Περιγραφή : Ιδανικός για τον τεμαχισμό όλων των ξυλώδη υλικών μέχρι **Φ60**. Εφαρμόζεται σε αμπελώνες, οπωρώνες, ελιές σε ανοιχτές καλλιέργειες όπως καλαμποκιάς, βαμβακιάς ακόμα και σε πετρώδη εδάφη. Το σύστημα συλλογής & μεταφοράς είναι έχτρα και προσαρμόζεται στο συγκεκριμένο τύπο καταστροφέα(F.S.R). Ουσιαστικά προ-**καταστρέφουμε & συλλέγουμε** το βιοκαύσιμο από κατάλοιπα ξύλου.

Τεχνικά χαρακτηριστικά :

- Πλάτος εργασίας : 170 cm
- Συνολικό πλάτος : 185 cm
- Μαχαίρια : 18
- Χωρητικότητα κάδου : 80 cm<sup>3</sup>
- Ισχύς : 30 kw-40 HP
- Βάρος : 460 kg

Τιμή : περίπου 3.800 €



Εικόνα 25 : Καταστροφέας κλαδιών συλλογής

Τα δύο είδη έχουν περίπου ίδιες τιμές για τα συγκεκριμένα τεχνικά χαρακτηριστικά και έχουν και παρόμοια παραγωγικότητα. Επιπλέον για την λειτουργία και των χρειάζεται **τρακτέρ 30 HP**. Από έρευνα αγοράς στο διαδίκτυο βρίσκουμε πληθώρα μεταχειρισμένων και σε καλή κατάσταση τρακτέρ με τιμές από 5.000 έως 7.000 €. Για την μελέτη μας το τρακτέρ θα κοστίσει **6.000 €**.

Ένας από τους κυριότερους λόγους που μας συμφέρει να έχουμε ρυμουλκούμενο τεμαχιστή είναι και το ότι δεν χρειάζεται να μεταφερθεί η πρώτη ύλη σε ακατέργαστη μορφή στον χώρο του εργοστασίου. Αυτό έχει πολλαπλά κέρδη, καθώς αυτό σημαίνει λιγότεροι χώροι αποθήκευσης αφού έχουμε πολύ μικρότερο όγκο υλικού στην μορφή πριονιδιού, αλλά και λιγότερα δρομολόγια για τα οχήματα της επιχείρησης, με την μεταφορά του πριονιδιού να είναι πολύ πιο αποδοτική χιλιομετρικά και χρονικά απ' ότι σε ακατέργαστη μορφή. Γίνεται εύκολα κατανοητό ότι είναι σαφέστατα πιο εύκολο να μεταφέρουμε ένα φορτίο πριονιδιού γεμίζοντας όλο το χώρο του οχήματός μας, παρά να γεμίσουμε τον ίδιο χώρο με κλαδιά και κορμούς.

Συνεπώς είναι απαραίτητη η αγορά τουλάχιστον **ενός ημι-επαγγελματικού οχήματος** για την εύρυθμη λειτουργία της επιχείρησης. Εκτός από την προσκόμιση του πριονιδιού από τους τόπους εύρεσης της πρώτης ύλης, η χρήση του θα είναι και η μεταφορά παλετών με σακούλες pellet, το τελικό προϊόν, στα σημεία πώλησης ή ακόμα και σε χώρους πελατών, για την διάθεση του προϊόντος δηλαδή στο καταναλωτικό κοινό.

Με βάση τις παραγωγικότητα της γραμμής( 0,5 TPH), ένα όχημα με ικανότητα φόρτωσης **4.000 kg/17,4 m<sup>3</sup>** μοιάζει ιδανικό και αρκετό. Με αυτές τις προδιαγραφές λύσεις προσφέρουν οι περισσότερες μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες, με τις τιμές να κυμαίνονται στο επίπεδο των **40.000 €**.

Επιπλέον είναι απαραίτητη η προσθήκη στα οχήματα της επιχείρησης ενός **κλαρκ(forklift)**, η χρησιμότητα του οποίου είναι η μεταφορά των παλετών με τις σακούλες pellet από το τελικό στάδιο των διεργασιών της γραμμής, στο χώρο αποθήκευσή τους και εν συνεχεία όταν κρίνεται σκόπιμο την φόρτωσή τους στο ημι-επαγγελματικό όχημα που μόλις αναφέρθηκε. Η τιμή αυτού του τύπου οχήματος κυμαίνεται στα **20.000 €**, για τις ανάγκες της παραγωγής μας.



Εικόνα 26 : Κλαρκ( forklift)

Συνοψίζοντας, το μηχανοκίνητο κομμάτι της επιχείρησής μας αναμένεται να έχει ένα κόστος της τάξης των **70.000 €**, που είναι το άθροισμα κόστους **κλαρκ, ημι-επαγγελματικού οχήματος** και ενός από τους δύο συνδυασμούς, **καταστροφέας κλαδιών -PTO τρακτέρ** ή **καταστροφέας κλαδιών συλλογής-τρακτέρ.**

### 7.3 Κόστος κτιριακών εγκαταστάσεων

Το κτίριο που θα μας απασχολήσει προκύπτει με βάση το σχέδιο που είδαμε στην ενότητα 7.1 και υπολογίζεται ότι είναι

$$33\text{m} \times 20\text{m} = \underline{660,0 \text{ m}^2}$$

Εφόσον ενδιαφερόμαστε για ένα βιομηχανικό κτίριο, η επιλογή που γίνεται είναι αυτή του μεταλλικού κτιρίου. Οι διαφορές σε τιμές ανά τετραγωνικό μέτρο με κατασκευές με δομικά υλικά είναι τεράστιες και δεν τίθεται καν θέμα σύγκρισης και δεύτερης σκέψης γι' αυτή την επιλογή. Ενδεικτικά με **δομικά υλικά** κυμαίνεται περίπου στα **800 €/m<sup>2</sup>**, ενώ στα **μεταλλικά** βρήκαμε πρόσφορα μέσω του διαδικτύου που κυμαίνεται στα **110 €/m<sup>2</sup>**.

Συνεπώς το κόστος των κτιριακών εγκαταστάσεων εκτιμάται στις :

$$\underline{660,0 \text{ m}^2} \times 110 \text{ €/m}^2 = \underline{72.600 \text{ €}}$$



Εικόνα 27 : Μεταλλικό κτίριο

#### 7.4 Κόστος αγοράς οικοπέδου

Δεδομένου ότι η περιοχή της Σπάρτης δεν έχει βιομηχανική περιοχή, η επιλογή μας θα γίνει μόνο με οικονομικά κριτήρια. Έτσι με τιμές αυτήν την εποχή να έχουν αισθητή πτώση, δύναται η εύρεση οικοπέδου **4.000 m<sup>2</sup>** ,αρκετή έκταση για τα δεδομένα του εργοστασίου, με τιμή **4 €/m<sup>2</sup>** . Άρα το κόστος αγοράς οικοπέδου ανέρχεται σε :

$$4.000 \text{ m}^2 \times 4 \text{ €/m}^2 = 16.000 \text{ €}$$

#### 7.5 Κόστος παραγωγής

Για να οριστεί το κόστος παραγωγής πρέπει πρώτα να οριστούν μια σειρά από παραμέτρους που συμβάλουν σε αυτό.

### 7.5.1 Ώρες λειτουργίας εργοστασίου ετησίως

Οι ώρες λειτουργίας εξαρτώνται κατά πολύ από τον στόχο που θέτει η κάθε επιχείρηση. Για την παρούσα μελέτη θα υποθέσουμε ένα αρκετά μετριοπαθή στόχο, τουλάχιστον για τον πρώτο χρόνο λειτουργίας, με δυνατότητα μεγάλης αύξησης της παραγωγικότητας, απλά και μόνο αυξάνοντας τις ώρες λειτουργίας του εργοστασίου.

Έστω ότι έχουμε **8ωρη** λειτουργία για **6 ημέρες την εβδομάδα**. Οι ώρες λειτουργίας θα είναι :

$$8 \text{ h} \times 6 \text{ days/week} \times 52 \text{ weeks/year} = \underline{2.496 \text{ h/year}}$$

Εδώ να επισημάνουμε ότι οι βιομηχανίες με πολύ μεγαλύτερη δυναμικότητα από αυτή που μελετείται, συνήθως λειτουργούν όλο το 24ωρο και καθότι αποτελούνται από πολλές γραμμές διεργασιών, οι εργασίες σταματούν σε κάθε γραμμή ανεξάρτητα από τις άλλες μόνο στην περίπτωση βλάβης και προβλεπόμενης συντήρησης. Δηλαδή έχουν ακατάπαυστη ροή εργασιών με **max. 8736 h/year**.

Στην δική μας περίπτωση αν και ο τεχνικός εξοπλισμός θα επέτρεπε την 24ωρη λειτουργία, δημιουργείται το πρόβλημα της εύρεσης πρώτης ύλης, αλλά και εφόσον η ωριαία παραγωγικότητα είναι μικρής κλίμακας, θα ήταν οικονομικά ασύμφορη, ειδικά η νυχτερινή βάρδια των εργατών που πληρώνεται και περισσότερο.

### 7.5.2 Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας

Στην γραμμή παραγωγής που μελετείται στην συγκεκριμένη εργασία, η συνολική ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται είναι **134,56 kWh**, δηλαδή το άθροισμα της ισχύς του καθενός μηχανήματος που αποτελεί τον τεχνικό εξοπλισμό της γραμμής.

Επισημαίνουμε ότι η τιμή του βιομηχανικού ρεύματος στην **Δ.Ε.Η** είναι **0,18394 €/kWh**

Άρα το ετήσιο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται σε :

$$2.496 \text{ h/year} \times 0,18394 \text{ €/kWh} \times 134,56 \text{ kWh} = 61.778,41 \text{ €/year.}$$



### 7.5.3 Κόστος πρώτης ύλης

Το κόστος της πρώτης ύλης εξαρτάται κυρίως από τα έξοδα μεταφοράς της στον χώρο του εργοστασίου, καθώς και μέρος του στον αρχικό τεμαχισμό, δηλαδή τα έξοδα λειτουργίας του τρακτέρ. Η απόκτηση της πρώτης ύλης σαν υλικό δεν έχει έξοδα, αφού η πρώτη ύλη είναι υπολείμματα γεωργικών και ξυλουργικών εργασιών.

Τα έξοδα μεταφοράς είναι πολύ ρευστά, αν αναλογιστούμε ότι εξαρτώνται αποκλειστικά από την χιλιομετρική απόσταση της τοποθεσίας συλλογής της πρώτης ύλης. Στόχος μας είναι η εξασφάλιση της πρώτης ύλης από όσο το δυνατόν πλησιέστερες περιοχές, αλλιώς έχουμε κάθετη αύξηση των εξόδων μεταφοράς, δεδομένης της υψηλής τιμής του πετρελαίου κίνησης.

Θεωρούμε υπό τις συνθήκες που αναφέραμε ότι το όχημα θα κάνει κατά μέσο όρο **30.000 km** . Με τιμή πετρελαίου κίνησης **1,5 €/lt** και μέση κατανάλωση **8 lt/100km**, λαμβάνοντας υπόψη ότι σε κάποια δρομολόγια θα είναι γεμάτο με το μέγιστο φορτίο και σε άλλα τελείως άδειο, έχουμε ένα κόστος **5.625 €** μόνο σε καύσιμα. Συμπεριλαμβάνοντας έξοδα συντήρησης και ασφάλεια, τα έξοδα ανέρχονται στα **8.000 €**.

Για τον αρχικό τεμαχισμό, τα έξοδα υπολογίζονται με βάση τις ώρες λειτουργίας του τρακτέρ. Ένας μέσος όρος λειτουργίας **3 ωρών ημερησίως**(περίπου **5 τόνους**) είναι αρκετός για τα δεδομένα της παραγωγής μας. Τα έξοδα γι' αυτή την εργασία υπολογίζονται **5.000 €**.

#### 7.5. 4 Εργατικό Κόστος

Για την παραγωγική δυναμικότητα του προς μελέτη εργοστασίου, ο απαιτούμενος αριθμός εργαζόμενων ανά βάρδια είναι **τρεις**. Με μηνιαίο κόστος **1.300 €** για τον καθένα έχουμε ετήσιο εργατικό κόστος της τάξης των **46.800 €**.

Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας: 61.778,41 €/year

Κόστος πρώτης ύλης \_\_\_\_\_ : (8.000 € + 5.000 €)/year

Εργατικό κόστος \_\_\_\_\_ : 46.800 €/year

Συνολικό κόστος ετήσιας παραγωγής : = 121.578,41 €/year

#### 7.6 Χρόνος απόσβεσης-Αναμενόμενα κέρδη

Δεδομένης της παραγωγικότητας και τις ώρες λειτουργίας του εργοστασίου, βρίσκεται η ετήσια παραγωγή :

2.496 h/year x 0,5 ton/h = 1.248 ton/year pellets

Η τιμή πώλησης των pellets είναι 0,25 €/kg ή 250 €/ton.

Συνεπώς τα ετήσια έσοδα είναι : 1.248 ton/year x 250 €/ton = 312.000 €/year

Τα ετήσια κέρδη θα είναι το αποτέλεσμα της αφαίρεσης του **συνολικού κόστους ετήσιας παραγωγής** από τα **ετήσια έσοδα**, δηλαδή έχουμε :

312.000 €/year - 121.578,41 €/year = 190.421,59 €/year

Για να βρούμε τον χρόνο απόσβεσης της επένδυσης θα συνυπολογίσουμε το συνολικό κόστος τεχνικού εξοπλισμού, κτιριακών εγκαταστάσεων και οχημάτων, δηλαδή το κόστος επένδυσης, και θα το αντιπαραβάλλουμε με τα ετήσια κέρδη. Άρα έχουμε :

Κόστος τεχνικού εξοπλισμού : 478.531,5 €

Κόστος κτιριακών εγκαταστάσεων : 72.600 € + 16.000 € = 92.600\_€

Κόστος οχημάτων : 70.000 €

Κόστος επένδυσης : 641.131,5 €

Διαιρώντας το κόστος επένδυσης με τα ετήσια κέρδη έχουμε :

$641.131,5 \text{ €} / 190.421,59 \text{ €/year} = 3,37 \text{ years}$ , που είναι ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης . Από το σημείο αυτό ( 3 χρόνια και 5 μήνες περίπου) και έπειτα έχουμε επίτευξη κέρδους, με κέρδη της τάξης των **190.421,59 €/χρόνο** .

Εδώ να επισημανθεί ότι η επένδυση μπορεί να υπαχθεί σε χρηματοδότηση, βάσει του αναπτυξιακού, με το **χρηματοδοτικό ποσοστό** να φτάνει μέχρι και το **50%** επί του αρχικού κόστους επένδυσης.

Στην ακραία περίπτωση χρηματοδότησης 50%, αμέσως το κόστος επένδυσης μειώνεται σε **320.565,75 €** και ο χρόνος απόσβεσης σε μόλις **1,68 χρόνια**.

## Κεφάλαιο 8. Συμπεράσματα

Με την εκτενή ανάλυση στα πρώτα κεφάλαια για την βιομάζα και ειδικότερα για τα συσσωματώματα βιομάζας-wood pellets, επιχειρήθηκε να δοθεί μια σφαιρική εικόνα για το συγκεκριμένο καύσιμο, το οποίο έχει ήδη αρχίσει να κάνει δυναμική εμφάνιση στην ελληνική αγορά, αλλά ακόμα κατέχει μικρό μερίδιο στην οικιακή θέρμανση σε σχέση με τα άλλα καύσιμα θέρμανσης.

Ιδιαίτερα σε σχέση με άλλες χώρες της Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης, αλλά και τις Η.Π.Α, ποσοστιαία είναι σε πολύ χαμηλά επίπεδα η χρήση των wood pellets. Μέχρι ένα βαθμό κάτι τέτοιο έχει μια λογική εξήγηση, καθώς οι ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση είναι υψηλότερες σε αυτές τις χώρες, με αποτέλεσμα όλο και περισσότεροι καταναλωτές να στρέφονται σε καύσιμα θέρμανσης που θα μειώσουν αυτό το κόστος, αλλά και η χλωρίδα τους είναι πιο κατάλληλη από την Ελλάδα του μεσογειακού κλίματος.

Από την άλλη, το ότι η χλωρίδα αυτών των χωρών είναι πιο κατάλληλη, δεν καθιστά σε καμία περίπτωση την ελληνική ακατάλληλη. Ειδικότερα σε μια χώρα σαν την Ελλάδα με τόσο έντονη γεωργική δραστηριότητα, θεωρείται αδιανόητο τα κατάλοιπα των γεωργικών εργασιών να μένουν ανεκμετάλλευτα. Συνεπώς δεν υπάρχει κίνδυνος αποψίλωσης γεωργικών και δασικών εκτάσεων ακόμα και αν αυξηθεί κατακόρυφα η παραγωγή προϊόντων από βιομάζα, στην περίπτωση μας των wood pellets. Τουναντίον, αποφεύγεται η συσσώρευση ανεκμετάλλευτων γεωργικών αποβλήτων και το ακόμα χειρότερο φαινόμενο της άσκοπης καύσης γεωργικών υπολειμμάτων(κλαδιά, κορμοί) στους αγρούς, που όχι μόνο στερεί πρώτη ύλη σε μια ποικιλία από μεταποιητικές διεργασίες, αλλά και επιβαρύνει το περιβάλλον.

Το πρόβλημα που εμφανίζεται αυτή την στιγμή στην ελληνική αγορά των wood pellets δεν βρίσκεται στην εύρεση πρώτης ύλης προς κατεργασία, αλλά το γεγονός ότι οι επιχειρήσεις μην μπορώντας να διαθέσουν μεγάλο μέρος της παραγωγής τους στην ελληνική αγορά, αναγκάζονται να κάνουν εξαγωγές, κυρίως στην Ιταλία. Βέβαια αυτό δεν σημαίνει ότι ζημιώνονται, αλλά σίγουρα μειώνονται κατά πολύ τα κέρδη.

Από τον χειμώνα όμως του 2012 αναμένεται να αλλάξει αυτό. Αυτή η πρόβλεψη βασίζεται στο γεγονός κατ' αρχάς ότι αναμένεται μεγάλη αύξηση της τιμής του πετρελαίου θέρμανσης, κάνοντάς το οικονομικά ασύμφορο, εν μέσω μάλιστα οικονομικής κρίσης. Σε συγκρίσεις που παρουσιάστηκαν στην εργασία, τα wood

pellets προσφέρουν μείωση κόστους θέρμανσης έως και 60%, ποσοστό που θα αυξηθεί αν ανοίξει ακόμα περισσότερο η ψαλίδα των τιμών με το πετρέλαιο, ενώ το επιπλέον κόστος ενός καυστήρα-λέβητα wood pellets είναι περίπου 2.000 € από έναν αντίστοιχο πετρελαίου, ποσό που υπερκαλύπτεται σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα δεδομένης της διαφοράς των τιμών των 2 καυσίμων. Επιπλέον, ένα πολύ σημαντικό στοιχείο είναι η άρση της απαγόρευσης χρήσης των wood pellets σε Αθήνα και Θεσσαλονίκη, δηλαδή πληθυσμιακά στην μισή Ελλάδα, που ούτε λίγο ούτε πολύ σημαίνει άμεσο διπλασιασμό του υποψήφιου εγχώριου αγοραστικού κοινού. Ο συνδυασμός αυτών των 2 στοιχείων είναι λογικό να φέρει τεράστια άνθιση στην αγορά των wood pellets.

Ακριβώς με την λογική της προηγούμενης παραγράφου, θεωρήθηκε καλή ιδέα η εκπόνηση μιας οικονομοτεχνικής μελέτης για ένα εργοστάσιο παραγωγής wood pellets. Ακόμα η αγορά, αλλά κυρίως η παραγωγή wood pellets εμφανίζει επενδυτικές ευκαιρίες. Πιο συγκεκριμένα, για την περίπτωση που εξετάζεται στην παρούσα διπλωματική εργασία, με έδρα την Σπάρτη Λακωνίας, μελετείται επένδυση σε μια περιοχή όπου όχι μόνο δεν υπάρχει άλλο παρόμοιο εργοστάσιο, αλλά και το μοναδικό μέχρι στιγμής σε ολόκληρη την Πελοπόννησο δραστηριοποιείται στην Τρίπολη Αρκαδίας. Αυτό πρακτικά συνεπάγεται ευκολότερη εύρεση πρώτης ύλης και σε πλησιέστερες περιοχές, καθώς και μεγαλύτερες πιθανότητες διάθεσης του τελικού προϊόντος ειδικά σε περιοχές πλησίον της Σπάρτης, αφού μπορεί να προσφερθεί σε πολύ ανταγωνιστικές τιμές λόγω των πολύ μικρότερων μεταφορικών εξόδων.

Πιο συγκεκριμένα, η οικονομοτεχνική μελέτη έγινε για ένα εργοστάσιο με δυνατότητα παραγωγής **0,45-0,50 ΤΡΗ**, με εκτιμώμενη ετήσια παραγωγή **1.248 τόνους**. Συνυπολογίζοντας όλα τα κόστη επένδυσης και τα κόστη παραγωγής για την συγκεκριμένη παραγωγή και αντιπαραβάλλοντας τα με ετήσια αναμενόμενα κέρδη, βρέθηκε ότι ο **μέγιστος χρόνος απόσβεσης** είναι **3,37 χρόνια**. Αναφέρεται ως μέγιστος χρόνος απόσβεσης, αφού αυτού του είδους επιχειρήσεις **επιδοτούνται** σε ποσοστό **έως και 50% επί του αρχικού κεφαλαίου επένδυσης**. Αντίστοιχα λοιπόν για το συγκεκριμένο εργοστάσιο ο **ελάχιστος χρόνος απόσβεσης** είναι **1,68 χρόνια**.

Με χρόνο απόσβεσης μόλις από 1,68-3,37 χρόνια και **ετήσια κέρδη 190.421,59 €**, παρουσιάζεται ως μια πάρα πολύ ελκυστική επενδυτική ευκαιρία. Ειδικά εν μέσω οικονομικής κρίσης, λαμβάνοντας υπόψη τις εκτιμήσεις για την ραγδαία αύξηση κατανάλωσης wood pellets και τα οικονομικά στοιχεία που απέδωσε η οικονομοτεχνική μελέτη, μοιάζει με ιδανική επένδυση, που θα δώσει και ώθηση

στην εγχώρια αγορά, ανοίγοντας και θέσεις εργασίας τόσο στην παραγωγή όσο και στις πωλήσεις του προϊόντος.

Τέλος, εξίσου ή και ακόμα πιο σημαντικό από τα κέρδη που μπορεί να αποφέρει η χρήση wood pellets σε καταναλωτές και παραγωγούς, είναι το περιβαλλοντικό-οικολογικό όφελος. Με την χρήση αυτού του καυσίμου μειώνονται κατά πολύ οι εκπομπές ρύπων στο περιβάλλον, ενώ για την παραγωγή τους χρησιμοποιούνται κυρίως γεωργικά κατάλοιπα, με θετικά αποτελέσματα για τα οικοσυστήματα τα οποία έχουν ήδη αναφερθεί.

### **Προτάσεις**

Θεωρείται απαραίτητο να γίνει ενημέρωση του καταναλωτικού κοινού για τα οικονομικά και οικολογικά οφέλη της χρήσης wood pellets, αφού είναι ένα προϊόν καινούριο για τα ελληνικά δεδομένα και ακόμα όχι πολύ διαδεδομένο. Η ενημέρωση αυτή μπορεί να γίνει μέσω διαφημίσεων (M.M.E, διαδίκτυο), ή με οργάνωση ενημερωτικών ημερίδων κατά τόπους.

Στο παραγωγικό κομμάτι, όπως αναλύθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, ένα σημαντικό μέρος της παραγωγής είναι η εύρεση και η συλλογή της πρώτης ύλης. Γι' αυτό τον λόγο κρίνεται επιβεβλημένη η ανάγκη για περαιτέρω και πιο αναλυτική ενημέρωση των αγροτών για τις χρήσεις της βιομάζας. Ουσιαστικά η συλλογή των υπολειμμάτων γεωργικών εργασιών διευκολύνει και τους αγρότες, αφού απελευθερώνονται καλλιεργήσιμες εκτάσεις από αυτά. Η ενημέρωση μπορεί να γίνεται με τη μορφή ημερίδων ή σεμιναρίων με την βοήθεια της τοπικής διεύθυνσης γεωργίας.

Επίσης αφού γίνουν τα παραπάνω, μια πρόταση που θα διευκολύνει πάρα πολύ την συλλογή της πρώτης ύλης των wood pellets, σε συνεννόηση με τους γεωργικούς συνεταιρισμούς μπορούμε να προγραμματίσουμε την συγκέντρωση κλαδιών και κορμών σε χώρους των συνεταιρισμών που μπορούν να παραχωρηθούν για τον αρχικό τεμαχισμό και την συλλογή της πρώτης ύλης. Αν κάτι τέτοιο γίνει δυνατό γίνεται προφανές ότι η συλλογή της πρώτης ύλης γίνεται πολύ πιο αποτελεσματική, καθώς αποφεύγονται πολλές μετακινήσεις για να φτάσουμε στην κάθε καλλιέργεια ξεχωριστά, αλλά επιπλέον κερδίζουμε πολύ χρόνο, αφού δεν χάνεται σε μετακινήσεις και χρησιμεύει αποκλειστικά για τον τεμαχισμό, την φόρτωση και την μεταφορά της πρώτης ύλης στο εργοστάσιο.

## Βιβλιογραφία-Διευθύνσεις στο διαδίκτυο

<http://www.ecofinder.gr>

<http://www.livepedia.gr>

<http://www.mekapat.gr>

<http://www.calbox.gr>

<http://www.helios-logistics.gr>

<http://www.biofuels.gr>

<http://www.agroenergy.gr>

<http://www.ecotimes.gr>

<http://www.marchona.gr>

<http://www.biomassenergy.gr>

<http://www.pelletsatlas.info>

<http://www.energypress.gr>

<http://www.agroenergy.gr>

<http://www.eco-heat.gr>

<http://www.steelframebuildings.gr>

<http://www.dei.gr>

<http://www.lanari.com.gr>

<http://www.autotriti.gr>

<http://en.Wikipedia.org>