



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ
ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ**

Μανέλης Γεώργιος

Επιβλέπουσα καθηγήτρια
Δρ. Αθηνά Στέγγου-Σαγιά

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2012

**Τεχνοοικονομική μελέτη ενεργειακών
καλλιεργειών για την παραγωγή και
εκμετάλλευση βιομάζας**

Μανέλης Γεώργιος

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο της εκπλήρωσης των σπουδών μου στη Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες προς τους ανθρώπους που συνέβαλλαν στη δημιουργία της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα της εργασίας Δρ. Αθηνά Στέγγου - Σαγιά, Καθηγήτρια στον Τομέα Θερμότητας της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ, για την ανάθεση του θέματος και την πολύτιμη καθοδήγηση κατά τη διάρκεια διεκπεραίωσης της εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον κ. Τόλη Αθανάσιο, Επίκουρο Καθηγητή του Τομέα Βιομηχανικής Διοίκησης και Επιχειρησιακής Έρευνας της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών ΕΜΠ, για τις πολύτιμες υποδείξεις του στο τεχνικό και οικονομικό μέρος της εργασίας.

Μανέλης Γεώργιος
Αθήνα, Ιούλιος 2012

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η βιομάζα θεωρείται σήμερα μία από τις σημαντικότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας λόγω των πολλαπλών οφελών που παρουσιάζει τόσο στους τρόπους παραγωγής της, όσο και στο εύρος των εφαρμογών που είναι δυνατό να αξιοποιηθεί. Η περιβαλλοντική επιβάρυνση και τα συνεχώς αυξανόμενα προβλήματα που δημιουργούνται από τη χρήση ορυκτών καυσίμων, έχουν οδηγήσει στην ανάγκη εύρεσης νέων εναλλακτικών καυσίμων και τρόπων παραγωγής ενέργειας. Τα νέα αυτά βιοκαύσιμα είναι ικανά να συντελέσουν στην πλήρη απεξάρτηση από τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα και τα τελευταία χρόνια υποστηρίζονται σε όλες τις επίσημες ευρωπαϊκές οδηγίες που αφορούν την ενεργειακή πολιτική.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες αποτελούν ίσως τη σημαντικότερη μορφή βιομάζας, διότι εκτός από τα οφέλη που παρουσιάζει στον ενεργειακό – περιβαλλοντικό τομέα, εμφανίζει κίνητρα για ανάπτυξη στον τομέα της αγροτικής πολιτικής και στην οικονομία των τοπικών κοινωνιών. Οι νέες αυτές καλλιέργειες μπορούν να προσφέρουν φθηνότερα καύσιμα για την παραγωγή ενέργειας, αλλά και μεγαλύτερα κέρδη για το γεωργό, συγκριτικά με τις παραδοσιακές καλλιέργειες.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, εξετάζεται αναλυτικά η καλλιέργεια της αγριαγκινάρας (*Cynara Cardunculus L.*), ένα πολυετές φυτό που συναντάται συχνά στις μεσογειακές χώρες. Πραγματοποιείται η πλήρης βοτανική περιγραφή και σύσταση του φυτού και παρουσιάζονται όλα τα στάδια της καλλιέργειάς του. Στη συνέχεια μελετάται η απόδοσή, οι καλλιεργητικές απαιτήσεις και το κόστος παραγωγής του για την περιοχή του Βελεστίνου. Γίνεται εκτίμηση των οικονομικών μεγεθών της καλλιέργειας από το στάδιο της φύτευσης μέχρι τη μεταφορά και την αποθήκευση της ως βιοκαύσιμο (ξηρή βιομάζα).

Στη συνέχεια, μελετάται η αξιοποίηση της παραγόμενης βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας σε μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ). Παρουσιάζονται εκτενώς όλες οι διαθέσιμες τεχνολογίες συμπαραγωγής και αναφέρονται οι κυριότερες εφαρμογές τους, ενώ δίνεται έμφαση στην τηλεθέρμανση, δηλαδή στην παροχή θερμού νερού μέσω ενός δικτύου μεταφοράς, για την κάλυψη των θερμικών αναγκών σε ένα σύνολο κτιρίων.

Σε αυτό το πλαίσιο, μελετάται και η περίπτωση επένδυσης για μία εγκατάσταση συμπαραγωγής στην περιοχή του Βελεστίνου για την τηλεθέρμανσή του, βάση του υπολογισμού των θερμικών αναγκών του οικισμού. Το σενάριο για

τη μονάδα συμπαραγωγής περιλαμβάνει τη χρήση της παραγόμενης βιομάζας από τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις αγριαγκινάρας ως καύσιμο. Στη συνέχεια, γίνεται η οικονομική αξιολόγηση της προμελέτης του παραπάνω σεναρίου. Πραγματοποιείται εκτίμηση για το αρχικό κόστος της επένδυσης, τις ετήσιες δαπάνες του καυσίμου και όλες τις πιθανές δαπάνες που μπορεί να προκύψουν. Επιπλέον, υπολογίζονται τα ετήσια έσοδα που απορρέουν από την τηλεθέρμανση του οικισμού και από την πώληση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στη ΔΕΗ και αξιολογείται συνολικά η οικονομική επένδυση.

Τέλος, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που αφορούν τόσο τις μελλοντικές προοπτικές και τα πιθανά προβλήματα που εμφανίζει η αγριαγκινάρα, όσο και την οικονομική αξιολόγηση μιας πιθανής επένδυσης στην περιοχή του Βελεστίνου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ – ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	8
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΕ ΑΠΕ ΚΑΙ ΒΙΟΜΑΖΑ	9
1.1.1 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	9
1.1.2 Οι ΑΠΕ στην Ελλάδα	10
1.2 ΒΙΟΜΑΖΑ	12
1.2.1 Τι ορίζεται ως βιομάζα	12
1.2.2 Πλεονεκτήματα από τη χρήση της βιομάζας	13
1.2.3 Μειονεκτήματα από τη χρήση της βιομάζας	14
1.2.4 Κύριες εφαρμογές ενεργειακής αξιοποίησης βιομάζας	14
1.3 ΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	15
1.4 ΕΙΔΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	16
1.4.1 Γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες	16
1.4.1.1 Ετήσιες ενεργειακές καλλιέργειες	16
1.4.1.1.1 Κενάφ	16
1.4.1.1.2 Γλυκό σόργο	17
1.4.1.1.3 Ελαιοκράμβη	18
1.4.1.2 Πολυετείς ενεργειακές καλλιέργειες	19
1.4.1.2.1 Καλάμι	19
1.4.1.2.2 Μίσχανθος	20
1.4.1.2.3 Switchgrass	22
1.4.1.2.4 Αγριαγκινάρα	22
1.4.2 Δασικές ενεργειακές καλλιέργειες	22
1.4.2.1 Ευκάλυπτος	22
1.4.2.2 Ψευδακακία	23
1.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	24
1.6 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	25
1.6.1 Biodiesel	26
1.6.2 (Βιο)αιθανόλη	28
1.7 ΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο - ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑ	32
2.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑΣ	33
2.1.1 Προέλευση	33
2.1.2 Γενική περιγραφή και σύσταση	34
2.1.3 Η Καλλιέργεια της αγριαγκινάρας	35
2.1.4 Απόδοση καλλιέργειας	37
2.1.5 Θερμαντική αξία αγριαγκινάρας	38
2.1.6 Πιθανές χρήσεις αγριαγκινάρας	40
2.1.6.1 Στερεή καύσιμη ύλη	40

2.1.6.2 Παραγωγή ελαίου από τα σπέρματα	40
2.1.6.3 Χαρτοπολτός	41
2.1.6.4 Ζωοτροφή	41
2.1.6.5 Άλλες χρήσεις	42
2.2 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	42
2.2.1 Περίοδος φύτευσης	42
2.2.1.1 Προετοιμασία του εδάφους	42
2.2.1.2 Δαπάνες σποράς	42
2.2.1.3 Δαπάνες λίπανσης	43
2.2.2 Περίοδος παραγωγής	43
2.2.2.1 Δαπάνες λίπανσης	43
2.2.2.2 Δαπάνες συγκομιδής, συμπύκνωσης και δεματοποίησης	43
2.2.2.3 Ημερομίσθια	44
2.3 ΕΠΙΔΟΤΗΣΗ ΚΑΙ ΓΙΑΤΙ ΣΥΜΦΕΡΕΙ ΤΟ ΓΕΩΡΓΟ Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	45
2.3.1 Ισοζύγιο εισροών - εκροών τυπικού αγροκτήματος (1 στρέμμα) με σκληρό σιτάρι στην περιοχή Βελεστίου	46
2.3.2 Ισοζύγιο εισροών εκροών τυπικού αγροκτήματος (1 στρέμμα) με αγριαγκινάρα στην περιοχή Βελεστίου	46
2.4 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	47
2.5 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο - ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	50
3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ	51
3.2 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	53
3.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΣΗΘ	54
3.4 ΕΙΔΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	55
3.4.1 Συστήματα ατμοστροβίλου	55
3.4.2 Σύστημα αεριοστροβίλου	57
3.4.3 Συστήματα με μηχανές εσωτερικής καύσης	60
3.4.4 Συστήματα συνδυασμένου κύκλου	61
3.4.5 Τυποποιημένες μονάδες παραγωγής	62
3.5 ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο - ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ	67
4.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	68
4.2 ΚΥΡΙΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	69
4.2.1 Μονάδα παραγωγής θερμότητας	69
4.2.2 Σύστημα μεταφοράς και διανομής της θερμότητας	70
4.2.3 Υποσταθμοί και κτιριακές εγκαταστάσεις	71
4.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	72
4.4 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	73
4.4.1 Τηλεθέρμανση στην Ευρώπη	73
4.4.2 Τηλεθέρμανση στην Ελλάδα	76
4.5 ΤΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΤΗ ΕΛΛΑΔΑ	78

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο - Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΒΕΛΕΣΤΙΝΟΥ	80
5.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ – ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΕΛΕΣΤΙΝΟΥ	81
5.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΕΛΕΣΤΙΝΟΥ	83
5.2.1 Απασχόληση	83
5.2.2 Πρωτογενής τομέας παραγωγής	84
5.2.3 Δευτερογενής τομέας	84
5.2.4 Τριτογενής τομέας	85
5.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ	87
5.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΤΗΣΙΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΒΕΛΕΣΤΙΝΟ	88
5.4.1 Μέθοδος βαθμομερών θέρμανσης	88
5.4.2 Κλιματολογικά δεδομένα	88
5.4.3 Υπολογισμός βαθμομερών θέρμανσης	90
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο - ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	98
6.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	99
6.1.1 Νομοθετικό πλαίσιο και διαδικασίες αδειοδότησης	99
6.1.2 Κύρια στοιχεία των εγκαταστάσεων της μονάδας συμπαραγωγής	99
6.1.3 Επιλογή θέσης	100
6.1.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδας συμπαραγωγής	102
6.2 ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	102
6.2.1 Κοστολόγηση μονάδας συμπαραγωγής	102
6.2.2 Κοστολόγηση μονάδας μεταφοράς και διανομής θερμικής ενέργειας	103
6.2.3 Κόστος εγκατάστασης αποθηκών	103
6.3 ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ	104
6.3.1 Ετήσιο κόστος συντήρησης	104
6.3.2 Κόστος ασφάλισης της μονάδος	104
6.3.3 Κόστος καυσίμου	104
6.3.4 Χρηματοδότηση και τραπεζικό δάνειο	104
6.4 ΕΤΗΣΙΑ ΕΣΟΔΑ	106
6.4.1 Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	106
6.4.2 Έσοδα από παραγόμενη θερμότητα	107
6.5 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	109
6.5.1 Κριτήριο Καθαρής Παρούσας Αξίας	111
6.5.2 Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης (IRR)	113
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	114
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	118

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΕ ΑΠΕ ΚΑΙ ΒΙΟΜΑΖΑ

1.1.1 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Σε ολόκληρο τον κόσμο, μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που έχει εμφανιστεί σήμερα είναι η ανάγκη για λύση του ενεργειακού προβλήματος. Για την κάλυψη των ολοένα αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών, η στροφή προς τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), αναμφίβολα δεν αποτελεί επιλογή, αλλά μια επιβεβλημένη ανάγκη. Τα τελευταία χρόνια τόσο οι ΑΠΕ όσο και η εξοικονόμηση ενέργειας έχουν αποτελέσει ένα από τα πιο καίρια ζητήματα για την οικονομική και περιβαλλοντική πολιτική των περισσότερων χωρών. Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας έχουν πλέον εξελιχθεί παγκοσμίως ως ένα ιδιαίτερα δυναμικό επενδυτικό μέσο για την τόνωση της ανάπτυξης (κυρίως της απασχόλησης) και για την αντιμετώπιση της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης.

Η παγκόσμια επιτροπή για το περιβάλλον και την ανάπτυξη διατύπωσαν την εξής έννοια της βιώσιμης ή αειφόρου ανάπτυξης: «βιώσιμη είναι η ανάπτυξη η οποία ικανοποιεί την ανάπτυξη της σημερινής γενιάς χωρίς να χειροτερεύει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες». Η δυνατότητα της βιώσιμης ανάπτυξης είναι υπαρκτή όσο υπάρχουν ανανεώσιμοι πόροι, συμπεριλαμβανομένων και των ανανεώσιμων ενεργειακών πηγών και αξιοποιούνται στο μέγιστο δυνατό βαθμό.

Η ευρύτερη έννοια των ανανεώσιμων πηγών περιλαμβάνει κάθε πηγή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ανανεώνεται μέσω φυσικών φαινομένων μόνιμου κύκλου. Πρόκειται δηλαδή, για νέες, «καθαρές» μορφές ενέργειας, οι οποίες είναι αποτέλεσμα φυσικών φαινομένων και είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον, καθώς δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα όπως οι υπόλοιπες συμβατικές μορφές ενέργειας που χρησιμοποιούνται ευρύτατα εδώ και πολλές δεκαετίες. Οι ΑΠΕ για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτούν κάποια ενεργητική τεχνητή παρέμβαση όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, αλλά γίνεται η εκμετάλλευσή της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας που υπάρχει στη φύση. Συνεπώς, πρόκειται για ανεξάντλητες πηγές ενέργειας που βασίζονται σε διάφορες φυσικές διαδικασίες όπως είναι ο ήλιος, ο άνεμος, η βιομάζα, η θερμότητα της γης, οι υδατοπτώσεις και η ενέργεια των κυμάτων, των ρευμάτων και των ωκεανών.

Οι ΑΠΕ μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε άμεσα (κυρίως για θέρμανση), είτε αφού μετατραπούν σε άλλες μορφές ενέργειας, όπως ηλεκτρική ή μηχανική ενέργεια. Το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο ενεργειακό δυναμικό από τις πηγές των ΑΠΕ

έχει εκτιμηθεί ως πολλαπλάσιο της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας. Υπάρχουν όμως πολλοί παράγοντες, όπως υψηλή μέχρι πρόσφατα τιμή των ενεργειακών εφαρμογών, τα διάφορα τεχνικά προβλήματα εφαρμογής, καθώς και ορισμένες πολιτικές και οικονομικές σκοπιμότητες που έχουν εμποδίσει την ακόμα μεγαλύτερη εκμετάλλευση αυτών των πηγών ενέργειας.

1.1.2 Οι ΑΠΕ στην Ελλάδα

Η πρώτη προσπάθεια ανάπτυξης των ΑΠΕ έγινε με τον Ν. 1559/85, με τον οποίο δόθηκε η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε ιδιώτες και τους οργανισμούς της τοπικής αυτοδιοίκησης, μέχρι το τριπλάσιο της ισχύος των εγκαταστάσεών τους και την πώληση της περίσσειας στη ΔΕΗ.

Ουσιαστικά όμως, η έναρξη της ανάπτυξης των ΑΠΕ έγινε με τον Ν.2244/94, ο οποίος έδωσε τη δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και σε ιδιώτες με μοναδικό σκοπό την πώληση της παραγόμενης ενέργειας στη ΔΕΗ, ενώ ταυτόχρονα αύξησε και τις δυνατότητες αυτοπαραγωγής. Όρισε επίσης σχετικά επαρκείς τιμές αγοράς της πωλούμενης στη ΔΕΗ ενέργειας και δεκαετή διάρκεια συμβάσεων. Παράλληλα θεσπίστηκαν αναπτυξιακά κίνητρα (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας, Αναπτυξιακός Νόμος κ.ά.), τα οποία περιελάμβαναν επιδοτήσεις των δαπανών εγκαταστάσεως ΑΠΕ και Συμπααραγωγής, ώστε παρά τα εμπόδια λόγω των πολύπλοκων διαδικασιών αδειοδότησης, που δεν κατέστη δυνατόν να ξεπεραστούν, να σημειωθεί σημαντική πρόοδος κατά τα τελευταία ιδίως έτη (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας).

Η Οδηγία 2001/77/ΕΚ «για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας» έθεσε στην Ελλάδα ορισμένες υποχρεωτικές δεσμεύσεις που αφορούσαν τον στόχο κάλυψης της παραγόμενης από ΑΠΕ, περιλαμβανομένων και των μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων, σε ποσοστό της ακαθάριστης κατανάλωσης ενέργειας κατά το έτος 2010 ίσο με 20,1%. Ο στόχος αυτός είναι συμβατός και με τις διεθνείς δεσμεύσεις της χώρας που απορρέουν από το πρωτόκολλο του Κιότο που υπογράφηκε το Δεκέμβριο του 1997 στη σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος. Το πρωτόκολλο του Κιότο προέβλεπε για την Ελλάδα συγκράτηση του ποσοστού αύξησης κατά το έτος 2010 του CO₂ και άλλων αερίων που επιτείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά 25% σε σχέση με το έτος βάση 1990.

Σύμφωνα με τη νέα κοινοτική οδηγία 2009/28/ΕΚ, ο στόχος για τον οποίο έχει δεσμευτεί η Ελλάδα έχει καθοριστεί ως εξής: 18% συμμετοχή των ΑΠΕ στην κάλυψη της εθνικής κατανάλωσης ενέργειας το 2020, με έτος βάσης το 2005, στο οποίο η αντίστοιχη καταγεγραμμένη συμμετοχή των ΑΠΕ ανέρχεται σε 6,9% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στη χώρα. Σε κάθε περίπτωση ο δεσμευτικός εθνικός στόχος του 18% για τις ΑΠΕ (2020) συνδυάζεται και λειτουργεί σε πλήρη συνέργεια με τρεις άλλους, επίσης δεσμευτικούς, στόχους που έχουν τεθεί στον ίδιο χρονικό ορίζοντα του 2020, σε Κοινοτικό-καταρχήν-επίπεδο:

- Την κατά 20% μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 (30% μείωση, υπό προϋποθέσεις αντίστοιχης στόχευσης από άλλες, οικονομικά ανεπτυγμένες χώρες, διεθνώς).
- Την κατά 20% πρόσθετη εξοικονόμηση ενέργειας, σε σχέση (over and above) με το σενάριο πλήρους εφαρμογής των ήδη θεσμοθετημένων Κοινοτικών και εθνικών πολιτικών, δράσεων και μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.
- Την κατά 10 % συμμετοχή των βιοκαυσίμων, σε ενεργειακή βάση, στη συνολική κατανάλωση καυσίμων μεταφορών (ο στόχος αυτός εφαρμόζεται τόσο σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, όσο και για κάθε Κράτος-Μέλος χωριστά) [1].

Στον παρακάτω πίνακα 1.1 παρατίθεται ένα ενδεικτικό σχέδιο πρόβλεψης της χρήσης των ΑΠΕ στην Ελλάδα το 2020, βάση των δεσμευτικών στόχων που της έχουν ανατεθεί. Η πηγή είναι από την ημερίδα ΕΛΕΤΑΕΝ με θέμα «Αιολική ενέργεια: Οικονομική ανάπτυξη με περιβαλλοντική υπεροχή», το κείμενο «Τι πάει να πει στα ελληνικά 20-20-20 by 2020» του Δημ. Λάλα».

Πίνακας 1.1: Σχέδιο πρόβλεψης χρήσης των ΑΠΕ στην Ελλάδα το 2020

	2005	2010	2015	2020
18% Τελικής Κατανάλωσης από ΑΠΕ (ktoe)	3427	4075	4471	4372
10% βιοκαύσιμα στις μεταφορές	641	718 (406)	799 (467)	858 (501)
Βιομάζα και βιομηχανικά απόβλητα (ktoe)	235	332	452	604
Βιομάζα-θερμικά	482	426	366	315
Βιομάζα-ηλεκτρ. (100 MW)				56
Ηλιακή και άλλες ΑΠΕ (ktoe)	108	133	154	179
Γεωθερμία (100 MW Ηλεκτρ.)				56
Φ/Β 750 MW από N.3468 και 250 MW (1600 kWh/KWstc)				130
Η/Υ (4100 MW 1.36 GWh/MW)	(371)			480
Υπόλοιπο (για αιολικά)				1694 ktoe (19.65 TWh) (9000 MW)

Πηγή: Λάλας 2008

1.2 ΒΙΟΜΑΖΑ

1.2.1 Τι ορίζεται ως βιομάζα

Ως βιομάζα ορίζεται το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων που προέρχονται από τις γεωργικές, (συμπεριλαμβανομένων φυτικών και ζωικών ουσιών), τις δασοκομικές και τις συναφείς βιομηχανικές δραστηριότητες, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών αποβλήτων και αστικών λυμάτων και απορριμμάτων. Γενικά με τον όρο βιομάζα θεωρείται οποιοδήποτε υλικό παράγεται από φυτικούς - ζωικούς οργανισμούς ή απόβλητα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Η ενέργεια που είναι δεσμευμένη στις φυτικές ουσίες προέρχεται από τον ήλιο. Με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα. Οι ζωικοί οργανισμοί αυτή την ενέργεια την προσλαμβάνουν με την τροφή τους και αποθηκεύουν ένα μέρος της. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα, μετά την επεξεργασία και τη χρήση της. Είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας δεδομένου ότι είναι αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια που δεσμεύτηκε από τα φυτά κατά τη φωτοσύνθεση και δεν επηρεάζει την ισορροπία της φύσης.

Εικόνα 1.1



Η χρήση της βιομάζας είναι η παλαιότερη και πιο διαδεδομένη μορφή ανανεώσιμης ενέργειας, καθ' ότι πολλές χιλιετίες πριν, ο άνθρωπος για τη θέρμανση του και τη μαγειρική χρησιμοποίησε την ενέργεια που προερχόταν από την καύση των ξύλων, που αποτελεί το πιο γνώριμο είδος βιομάζας. Είναι ένας είδος ανανεώσιμης μορφής ενέργειας που υιοθετείται σε μεγάλο βαθμό ακόμα, κυρίως σε αγροτικές περιοχές αλλά και στις περισσότερες αναπτυσσόμενες χώρες.

Οι κυριότερες πρώτες ύλες που προορίζονται για την παραγωγή βιομάζας περιλαμβάνουν τη δασική βιομάζα, τα υπολείμματα της κτηνοτροφίας των αγροτικών καλλιεργειών, τα αστικά και βιομηχανικά απόβλητα και τις ενεργειακές καλλιέργειες. Η δασική βιομάζα περιλαμβάνει υπολείμματα ξυλείας όπως κλαδιά, φλοιοί, φύλλα και πριονίδια, θάμνοι, δένδρα και όλα τα υπολείμματα του δασικού κύκλου. Στα αγροτικά και κτηνοτροφικά υπολείμματα συγκαταλέγονται όλα τα προϊόντα της ζωικής παραγωγής επεξεργασίας αγροτικών προϊόντων και των βιομηχανιών τροφίμων και ζωοτροφών, ενώ στα αστικά απόβλητα περιλαμβάνονται πολλά είδη στερεών και υγρών απορριμμάτων βιομηχανικών μονάδων. Τέλος, οι ενεργειακές καλλιέργειες που αποτελούν μία από τις πιο σύγχρονες μορφές ενέργειας, περιλαμβάνουν δασικές και ξυλώδεις καλλιέργειες, κτηνοτροφικές, ελαιώδεις, σακχαρώδεις και καλλιέργειες υδρόβιων φυτών.

Οι μέθοδοι αξιοποίησης της βιομάζας περιλαμβάνουν τις θερμοχημικές και τις βιοχημικές τεχνολογίες. Οι θερμοχημικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται για είδη βιομάζας με σχετικά χαμηλή υγρασία (μικρότερη από 50%), που προορίζονται για παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Οι κυριότερες από αυτές είναι η πυρόλυση, η καύση, η αεριοποίηση, η υγροποίηση και η συμπύκνωση. Οι βιοχημικές τεχνολογίες, όπως είναι η αερόβια χώνευση, η αναερόβια χώνευση, η αλκοολική ζύμωση και η εστεροποίηση, αφορούν διαδικασίες παραγωγής διαφόρων βιοκαυσίμων όπως το biodiesel και η αιθανόλη. Εφαρμόζονται κυρίως σε φυτικά είδη με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία (μεγαλύτερη από 50%).

1.2.2 Πλεονεκτήματα από τη χρήση της βιομάζας

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα από τη χρήση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου καθώς οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα που απελευθερώνονται κατά την καύση της βιομάζας δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη εκ νέου δημιουργία της.

- Η μηδαμινή ύπαρξη του θείου στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO₂) που είναι κυρίως υπεύθυνο για την όξινη βροχή.
- 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.
- Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας σε μια αγροτική περιοχή, αυξάνει την απασχόληση με τη χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών και τη δημιουργία νέων μονάδων παραγωγής συμβάλλοντας έτσι και στη συγκράτηση του πληθυσμού στις εστίες του.

1.2.3 Μειονεκτήματα από τη χρήση της βιομάζας

Τα μειονεκτήματα που συνδέονται με τη χρήση της βιομάζας συνοψίζονται ως εξής:

- Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας απαιτεί τις περισσότερες φορές σημαντικές διεργασίες και βελτιώσεις πριν από τη χρήση της, οι οποίες απορρέουν από τα μεγάλα ποσοστά υγρασίας της ακατέργαστης ύλης.
- Σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα προκύπτουν περισσότερες δυσκολίες στις διάφορες διεργασίες συγκομιδής, επεξεργασίας, μεταφοράς και αποθήκευσής της.
- Τα κόστη προμήθειας αλλά και το κόστος των μονάδων παραγωγής βιομάζας παραμένει σήμερα υψηλότερο από αυτά των συμβατικών μορφών παραγωγή ενέργειας.

1.2.4 Κύριες εφαρμογές ενεργειακής αξιοποίησης βιομάζας

Οι κυριότερες εφαρμογές παραγωγής ενέργειας από βιομάζα είναι οι εξής:

- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κυρίως από καύση ξηρής βιομάζας φυτικών και δασικών υπολειμμάτων ή και χρήση βιοαερίου.
- Κάλυψη των αναγκών θέρμανσης και ψύξης θερμοκηπίων, γεωργικών και άλλων βιομηχανιών.
- Τηλεθέρμανση οικισμών και πόλεων για θέρμανση χώρων και εξασφάλιση ζεστού νερού διαμέσου δικτύου αγωγών μεταφοράς.
- Συμπαράγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού μέσω συνδυασμένων κύκλων και εφαρμογή σε μεμονωμένα κτίρια ή και ολόκληρους οικισμούς

- Παραγωγή υγρών καυσίμων μέσω βιοχημικών διαδικασιών, για την κίνηση των οχημάτων.
- Παραγωγή θερμότητας και (ή) ηλεκτρισμού με την αναερόβια χώνευση βιοαερίου σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού ή χώρους υγειονομικής ταφής αποβλήτων (ΧΥΤΑ).

Εικόνα 1.2



1.3 ΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Τα τελευταία χρόνια, η ελληνική αγροτική οικονομία έχει υποστεί σημαντικά πλήγματα τα οποία προκύπτουν από την κατάρρευση των τιμών των αγροτικών προϊόντων, τις μειωμένες αγροτικές επιδοτήσεις και από τα προβλήματα στη διάθεση της πλειοψηφίας των παραγόμενων προϊόντων. Η μείωση του αγροτικού εισοδήματος έχει προκαλέσει τη μείωση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων και την υποβάθμιση των εδαφών, ενώ οι υπάρχουσες παραδοσιακές καλλιέργειες συντελούν στη μερική εξάντληση των υδάτινων πόρων. Επιπλέον, τα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκύπτουν από την αλόγιστη χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων κάνουν επιτακτική την ανάγκη για νέες και πιο σύγχρονες μεθόδους ανάπτυξης της ελληνικής αγροτικής οικονομίας. Η αλματώδης ανάπτυξη της τεχνολογίας τις τελευταίες δεκαετίες, παγκοσμίως, έχει επηρεάσει

και τις εξελίξεις στη γεωργική τεχνολογία, με την εισαγωγή νέων καλλιεργειών που απευθύνονται στη διαμορφούμενη ενεργειακή αγορά και ανοίγουν νέους ορίζοντες στην αναδιάρθρωση της ελληνικής γεωργίας.

Οι νέες αυτές «ενεργειακές» καλλιέργειες είναι καλλιεργούμενα ή αυτοφυή είδη τα οποία παράγουν βιομάζα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ενεργειακούς σκοπούς, όπως παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, παραγωγή στερεών, υγρών ή αέριων βιοκαυσίμων κ.α. Ενεργειακές καλλιέργειες θεωρούνται και οι ήδη υπάρχουσες παραδοσιακές καλλιέργειες, στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας ή βιοκαυσίμων (π.χ. ηλίανθος, σιτάρι, βαμβάκι, ζαχαρότευτλα κ.α.). Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των νέων εναλλακτικών καλλιεργειών είναι οι μεγαλύτερες αποδόσεις, οι μικρότερες απαιτήσεις σε άρδευση, λιπάσματα και φυτοφάρμακα καθώς και η καλύτερη προσαρμογή σε περιθωριακά εδάφη.

1.4 ΕΙΔΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Οι ενεργειακές καλλιέργειες αναφέρονται σε δύο κύριες κατηγορίες τις γεωργικές και τις δασικές.

1.4.1 Γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες

Οι γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες διακρίνονται περαιτέρω σε ετήσιες ή πολυετείς.

1.4.1.1 Ετήσιες ενεργειακές καλλιέργειες

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

1.4.1.1.1 Κενάφ

Το κενάφ είναι ετήσιο φυτό μικρής ημέρας, με κυτταρίνες υψηλής ποιότητας. Πρόκειται για ένα φυτό το οποίο ευδοκimeί κυρίως σε τροπικά κλίματα και αμμοπηλώδη εδάφη, αλλά παρουσιάζει καλή προσαρμοστικότητα σε ένα μεγάλο εύρος εδαφών και κλιματολογικών συνθηκών. Τα στελέχη του αποτελούνται από

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

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

Εικόνα 1.3: Φυτεία κενάφ



1.4.1.1.2 Γλυκό σόργο

Το γλυκό σόργο είναι μονοετές C_4 φυτό, με μεγάλη φωτοσυνθετική ικανότητα, υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα, υψηλό ποσοστό σε διαλυτά σάκχαρα και κυτταρίνες, οι χαμηλές απαιτήσεις σε άρδευση και λίπανση και η μεγάλη ανθεκτικότητα σε υψηλές θερμοκρασίες, σε ξηρασία, σε υγρασία και σε αλατότητα.

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

Η καλλιέργεια του γλυκού σόργου πραγματοποιείται εκτεταμένα στην Ινδία, τη Νιγηρία, τις ΗΠΑ, το Σουδάν, την Κίνα και την Αργεντινή. Οι αποδόσεις του φυτού ποικίλουν ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, το είδος του εδάφους, την άρδευση και τις καλλιεργητικές τεχνικές. Στην Ελλάδα έχουν εξεταστεί την τελευταία δεκαετία αρκετές ποικιλίες (Keller, Wray, Mn1500, κ.ά.). Σύμφωνα με πειραματικά δεδομένα του ΚΑΠΕ, η απόδοση σε χλωρή βιομάζα κυμαίνεται από 5,0 έως 8,0 τόνους ανά στρέμμα, ενώ η απόδοση σε βιοκαύσιμο κυμαίνεται από 500 έως 800 λίτρα ανά στρέμμα [2],[3].

Εικόνα 1.4: Γλυκό Σόργο



1.4.1.1.3 Ελαιοκράμβη

Η ελαιοκράμβη (*Brassica spp.*) είναι ετήσιο φυτό, κι ανήκει στη οικογένεια των Σταυρανθών ή Βρασσικίδων (*Cruciferae* or *Brassicaceae*). Ο σπόρος του φυτού είναι μικρός και στρογγυλός και έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε λάδι (30-50%). Είναι ένα από τα σημαντικότερα ελαιοπαραγωγικά φυτά μαζί με τη σόγια, τον ηλίανθο και το φοίνικα. Μετά την εξαγωγή του ελαίου, τα υπολείμματά της (η λεγόμενη πίτα) χρησιμοποιούνται στην κτηνοτροφία καθώς έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (10-45%). Αναλόγως της κλιματολογικές συνθήκες η καλλιέργεια μπορεί να είναι είτε χειμερινή είτε ανοιξιιάτικη.

Εικόνα 1.5: Ελαιοκράμβη



Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες ποικιλίες της ελαιοκράμβης είναι η *Brassica napus* L. και η *Brassicxa carinata* L.Braun. Η *Brassica napus* L. είναι διαδεδομένη στα εύκρατα δροσερά κλίματα. Αντίθετα, η *Brassicxa carinata* L.Braun, αιθιοπικής προέλευσης, με μεγάλη φυλλική επιφάνεια παρουσιάζει καλύτερη προσαρμοστικότητα σε μεσογειακά κλίματα και εδάφη, όπως το ελληνικό. Βάση πειραμάτων που έχουν διεξαχθεί (Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία), οι αποδόσεις της καλλιέργειας σε μεσογειακά κλίματα ανάλογα με την ποικιλία του φυτού, τις καλλιεργητικές τεχνικές και την περιοχή κυμαίνονται από 150 έως 300 κιλά ανά στρέμμα σε σπόρο, 300 έως 800 κιλά ανά στρέμμα σε ξηρή βιομάζα και από 43 έως 90 λίτρα ανά στρέμμα σε βιοκαύσιμο.

Οι κυριότερες χρήσεις της ελαιοκράμβης συνίστανται στην παραγωγή ελαίου, στην παραγωγή βιοκαυσίμων, όπως το βιοντίζελ και στην παραγωγή ενέργειας (ξηρή βιομάζα) [3].

1.4.1.2 Πολυετείς ενεργειακές καλλιέργειες

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

1.4.1.2.1 Καλάμι

Το καλάμι ανήκει στα αγρωστώδη πολυετή φυτά με C₃ φωτοσυνθετικό μηχανισμό. Είναι ένα πολύ δυναμικό φυτό που πολλαπλασιάζεται κυρίως με

ριζώματα, μπορεί όμως να πολλαπλασιαστεί και με μοσχεύματα. Ο βλαστός του είναι συμπαγής ή κοίλος, ξυλώδης και λυγίζει από τον αέρα, γεγονός που βοηθάει στη διασπορά των διαφόρων σπόρων του. Τα φύλλα του είναι μακριά ταινιοειδή και στο πάνω μέρος τους έχουν μία μακριά ταξιανθία. Έχει καλή προσαρμοστικότητα και μεγάλη ανθεκτικότητα σε διάφορα εδάφη και κλίματα, ωστόσο ευδοκιμεί καλύτερα σε περιοχές με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία (κοντά σε λίμνες ή ποτάμια). Κυριότερες χρήσεις του φυτού είναι η παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, χαρτοπολτού, δομικών υλικών και άλλων ξύλινων κατασκευών [2].

Εικόνα 1.6: Φυτεία καλαμιού



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

1.4.1.2.2 Μίσχανθος

Ο μίσχανθος (*Miscanthus sinensis*) είναι ένα πολυετές C₄, ριζωματώδες φυτό, που κατάγεται από τις χώρες της νοτιοανατολικής Ασίας και καλλιεργείται

ευρύτατα στην Ευρώπη, εδώ και πολλά χρόνια, σαν καλλωπιστικό φυτό. Ευδοκμεί σε ένα μεγάλο εύρος εδαφών, από αμμώδη έως αργιλώδη και σε εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία. Ο μίσχανθος πολλαπλασιάζεται με σπόρους, με ριζώματα ή και με μικροπολλαπλασιασμό φυταρίων. Έχει βαθύ ριζικό σύστημα (1-2 μέτρα), ύψος φυτείας έως 3 μέτρα και μπορεί να εκμεταλλεύεται το διαθέσιμο νερό ακόμα και σε βαθιά αμμώδη εδάφη. Η συγκομιδή του πραγματοποιείται από το Νοέμβριο έως το Μάρτιο, ανάλογα με την πιθανή χρήση (π.χ. για καύση βιομάζας συνιστάται η συγκομιδή να πραγματοποιείται την άνοιξη, καθώς η μειωμένη υγρασία του φυτού βελτιώνει τις συνθήκες της καύσης). Κυριότερες χρήσεις του φυτού είναι για κατασκευή δομικών υλικών και για παραγωγή ενέργειας (π.χ. μέσω καύσης).

Εικόνα 1.7: Μίσχανθος



Η θερμαντική αξία των στελεχών του μίσχανθου είναι κατά μέσο όρο 17,3 MJ/kg ξηρής ουσίας, ενώ η περιεκτικότητα των στελεχών του σε τέφρα είναι 1,64% επί του ξηρού βάρους. Η καλλιέργεια δεν απαιτεί μεγάλες ποσότητες λίπανσης, ούτε άρδευση, ωστόσο η χρήση της τελευταίας αυξάνει σημαντικά τις αποδόσεις. Σύμφωνα με πειράματα που έχουν διεξαχθεί από το ΚΑΠΕ, το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών και το Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, παρατηρείται μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα του φυτού στη Βόρεια Ελλάδα, ενώ οι αποδόσεις του κυμαίνονται από 0,8 έως 3 τόνους ανά στρέμμα και ανά έτος για τα πλήρως παραγωγικά έτη του και από 500 έως 750 κιλά ανά στρέμμα κατά το έτος εγκατάστασης του φυτού (1^ο έτος) [2],[4].

1.4.1.2.3 Switchgrass

Το switchgrass είναι ένα πολυετές C₄ φυτό, της οικογένειας των αγρωστωδών γνωστό κατά κύριο λόγο στον Καναδά και στις ΗΠΑ σαν χορτοδοτικό φυτό. Έχει βαθύ ριζικό σύστημα λεπτών ριζωμάτων που μπορεί να ξεπεράσει τα 3 μέτρα και σχηματίζει στελέχη διαμέτρου 10 χιλιοστών. Έχει χαμηλό κόστος εγκατάστασης καθ' ότι πολλαπλασιάζεται με σπόρο και ευδοκμεί σε μεγάλο εύρος εδαφών καθώς ανάλογα με την ποικιλία του φυτού (Alamo, Blackwell, CIR, Kanlow, Pangburn), μπορεί να προσαρμοστεί είτε σε ορεινές είτε σε πεδινές περιοχές. Η προετοιμασία του αγρού είναι παρόμοια με αυτή των παραδοσιακών ανοιξιάτικων καλλιεργειών, η εγκατάσταση του λαμβάνει χώρα το Μάιο, ενώ η άνθιση του πραγματοποιείται το καλοκαίρι (Ιούλιος – Αύγουστος). Οι κυριότερες χρήσεις του φυτού είναι η παραγωγή στερεών και υγρών καυσίμων, χαρτοπολτου και άλλων βιομηχανικών πρώτων υλών.

Το switchgrass έχει καλές αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα από το πρώτο έτος της καλλιέργειας, οι οποίες κυμαίνονται από 0,7 έως 1,4 τόνους ανά στρέμμα και ανά έτος. Ωστόσο, βάση πειραμάτων, έχει παρατηρηθεί σημαντική αύξηση της απόδοσης σε καλλιέργειες που εφαρμόστηκε λίπανση (έως και 2,5 τόνους ξηρής βιομάζας). Για περαιτέρω αύξηση της απόδοσης απαιτείται και άρδευση, η οποία ωστόσο είναι χαμηλή μεταξύ 200 και 400mm ανάλογα με τις βροχοπτώσεις [2],[5].

1.4.1.2.4 Αγριαγκινάρα

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

1.4.2 Δασικές ενεργειακές καλλιέργειες

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

1.4.2.1 Ευκάλυπτος

Ο ευκάλυπτος είναι ένα αείφυλλο και δενδρώδες φυτό που κατάγεται από την Αυστραλία, με μεγάλες ετήσιες αποδόσεις και υψηλή ανθεκτικότητα. Η

εγκατάσταση του λαμβάνει χώρα την άνοιξη και πολλαπλασιάζεται με μοσχεύματα άρριζα ή ριζοβολημένα. Έχει σχετικά μεγάλο κόστος εγκατάστασης λόγω του μεγάλου ύψους του φυτού (το οποίο φτάνει και τα 5 μέτρα) και της δυσκολίας στη συγκομιδή του με χρήση ειδικού εξοπλισμού. Ωστόσο το συνολικό κόστος παραγωγής δεν είναι υψηλό, καθώς από το δεύτερο έτος και μετά απαιτεί πολύ χαμηλές εισροές καλλιέργειας.

Εικόνα 1.8: *Ευκάλυπτος*



Στα Μεσογειακά κλίματα, υπάρχουν δύο κυρίως χρησιμοποιούμενα είδη ευκαλύπτου: ο *Eucalyptus globules* και ο *Eucalyptus camaldulensis*. Στην Ελλάδα, συχνότερα εμφανιζόμενο είναι το πρώτο, όμως καταλληλότερο κρίνεται το δεύτερο είδος ευκαλύπτου, το οποίο παρουσιάζει μεγαλύτερες αποδόσεις σε βιομάζα και καλύτερη προσαρμοστικότητα στα διάφορα εδάφη. Οι αποδόσεις του κυμαίνονται από 2,5 έως 4 τόνους ξηρής βιομάζας ανά στρέμμα και ανά έτος (κυρίως μετά το 3^ο έτος παραγωγής). Επιπλέον, το φυτό δεν απαιτεί άρδευση ή λίπανση καθ' ότι αυτές δεν επηρεάζουν σημαντικά την παραγωγικότητά του. Κύριες χρήσεις του είναι η παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας και χαρτοπολτού, ενώ τα φύλλα μερικών ειδών ευκαλύπτου περιέχουν ένα έλαιο γνωστό και ως ευκαλυπτέλαιο που χρησιμοποιείται στη φαρμακευτική [2],[5].

1.4.2.2 Ψευδακακία

Η ψευδακακία είναι ένα ψυχανθές, δενδρώδες φυτό που κατάγεται από τη βόρειο Αφρική και έχει καλή προσαρμοστικότητα, ταχεία ανάπτυξη σε πολλών

ειδών εδάφη και μεγάλο ενεργειακό περιεχόμενο. Η εγκατάσταση της πραγματοποιείται την άνοιξη και αποτελείται από σπόρους δενδρυλίων με άρριζα ή ριζοβολημένα μοσχεύματα, ενώ το ύψος του φυτού φτάνει τα 4 μέτρα.

Η ψευδακακία θεωρείται ένα από τα πιο παραγωγικά ενεργειακά φυτά εξαιτίας της ταχύτατης ανάπτυξής της και της μεγάλης θερμαντικής της αξίας, η οποία εκτιμάται κατά μέσο όρο σε 19,44 MJ/kg. Οι αποδόσεις της, οι οποίες δεν επηρεάζονται από την άρδευση, κυμαίνονται από 1,7 έως 4 τόνους ξηρής βιομάζας ανά στρέμμα και ανά έτος, μετά τον τρίτο περίτροπο χρόνο. Τέλος οι κυριότερες χρήσεις της αφορούν τους τομείς της παραγωγής θερμότητας, ηλεκτρικής ενέργειας, πρώτων υλών χαρτοπολτού και μοριοσανίδων [2],[5].

Εικόνα 1.9: Ψευδακακία



1.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

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

- ◆ Η θετική συνεισφορά τους στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθώς γίνεται αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων με βιομάζα, και σχεδόν εκμηδενίζεται το ισοζύγιο εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Η ποσότητα CO₂ που

απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα κατά την καύση αφομοιώνεται από το φυτό κατά τη φωτοσύνθεση.

- ◆ Οι ενεργειακές καλλιέργειες δεν επιβαρύνουν τα φυσικά οικοσυστήματα, αν τα συστήματα παραγωγής τους σχεδιαστούν σωστά.
- ◆ Παρέχουν μεγάλη προστασία έναντι της διάβρωσης του εδάφους εξαιτίας του πλούσιου υπέργειου τμήματος και του ριζικού συστήματος των ενεργειακών (ειδικά των πολυετών) καλλιεργειών.
- ◆ Συντελούν στην προστασία της άγριας πανίδας μέσα από την αποκατάσταση τοπίων με την εγκατάσταση πολυετών ενεργειακών καλλιεργειών.
- ◆ Χρησιμεύουν ως βιολογικά φίλτρα για τον καθαρισμό λυμάτων.
- ◆ Παρουσιάζουν υψηλή αποτελεσματικότητα στη χρήση του νερού άρδευσης ή και μόνο των βροχοπτώσεων.
- ◆ Έχουν πολύ χαμηλές απαιτήσεις σε λίπανση, η χρήση της οποίας μπορεί να αυξήσει σημαντικά τις αποδόσεις.
- ◆ Απαιτούν μικρότερη χρήση των φυτοφαρμάκων και περιορίζουν την ανάπτυξη των ζιζανίων, καθ' ότι ορισμένες καλλιέργειες δρουν και ως ζιζανιοκτόνα (π.χ. η αγριαγκινάρα).
- ◆ Οι ενεργειακές καλλιέργειες παρουσιάζουν καλύτερη προσαρμογή και απόδοση σε εδάφη χαμηλής γονιμότητας.
- ◆ Αναζωογονείται η γεωργική οικονομία και ως συνέπεια πραγματοποιείται κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη των τοπικών κοινωνιών.
- ◆ Συντελείται αύξηση στην απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με την εισαγωγή νέων εναλλακτικών καλλιεργειών.
- ◆ Αυξάνουν τα γεωργικά εισοδήματα σε σύγκριση με τις μέχρι τώρα παραδοσιακές καλλιέργειες.
- ◆ Συντελούν στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα (κυρίως το πετρέλαιο) και την εξισορροπούν το εμπορικό ισοζύγιο.
- ◆ Δημιουργούν νέες αγορές για παραγωγή βιοκαυσίμων, θερμότητας και ηλεκτρισμού στην περιφέρεια.

1.6 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Οι διάφοροι διαθέσιμοι τρόποι εκμετάλλευσης της βιομάζας από ενεργειακές καλλιέργειες αφορούν είτε την άμεση καύση της, είτε την παραγωγή υγρών

βιολογικών καυσίμων. Για τη δεύτερη κατηγορία οι κυριότερες μέθοδοι μετατροπής είναι (σύμφωνα με τους Thuijl, Roos, Beurskens (2003):

- Η διαδικασία άμεσης μετατροπής - εξαγωγή του φυτικού ελαίου με την ακολουθία αιθεροποίησης (biodiesel)
- Η ζύμωση των σακχάρων/ αμύλου που περιέχουν καλλιέργειες (αιθανόλη)
- Η πυρόλυση του ξύλου (πετρέλαιο πυρόλυσης, ισοδύναμο με το diesel)
- Η αεριοποίηση της βιομάζας με την περαιτέρω μετατροπή του αερίου σύνθεσης (methanol, dimethylester (DME), Fischer-Tropsch liquids)
- Η υδροθερμική αναβάθμιση της υγρής βιομάζας (πετρέλαιο HTU – ισοδύναμο με το diesel).

Το biodiesel και η (βιο)αιθανόλη είναι οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται σήμερα σε μεγαλύτερη εμπορική βάση στην Ευρώπη και θα παραμείνουν τα κυρίαρχα εναλλακτικά καύσιμα στο πιο εγγύς μέλλον, ενώ οι υπόλοιπες τεχνολογίες είναι ήδη υπαρκτές αλλά βρίσκονται ακόμα είτε σε στάδιο βελτίωσης είτε σε πειραματικά στάδια [6].

1.6.1 Biodiesel

Το biodiesel (ή αλλιώς μεθυλεστέρας) περιλαμβάνει μια ομάδα εστεροποιημένων φυτικών ελαίων, λιπαρών οξέων και μεθυλικών εστέρων που παράγονται από διάφορους φυτικούς ιστούς που περιέχουν έλαια. Επειδή η πρώτη ύλη είναι είτε φυτική είτε ζωική (π.χ. ζωικό λίπος) θεωρείται ανανεώσιμη εναλλακτική πηγή καυσίμου, άριστο υποκατάστατο του συμβατικού πετρελαίου (diesel). Τα φυτικά έλαια για την παραγωγή του biodiesel προέρχονται κυρίως από ενεργειακές καλλιέργειες, είτε ετήσιες (π.χ. ελαιοκράμβη, ηλίανθος, σόγια), είτε πολυετείς (π.χ. φοίνικες, καρυδιές), ανάλογα με την καταλληλότητα στην εκάστοτε περιοχή παραγωγής.

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

Εικόνα 1.10: Μονάδα παραγωγής biodiesel της Agroinvest στο Αχλάδι Φθιώτιδας



Στην Ευρώπη, η σύγχρονη παραγωγή biodiesel άρχισε στην Αυστρία το 1982 και σήμερα πραγματοποιείται ευρύτατα σε πολλές χώρες της κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης (Γερμανία, Γαλλία, Δανία κ.α.). Κύρια πρώτη ύλη για την παραγωγή biodiesel είναι η ελαιοκράμβη για τις βορειότερες ευρωπαϊκές χώρες και ο ηλίανθος για τις νοτιότερες. Στην Ελλάδα η παραγωγή του βιο-πετρελαίου γίνεται παραδοσιακά από καλλιέργειες βαμβακιού. Ωστόσο, ακολουθώντας τις νέες καλλιέργειες που αναπτύχθηκαν στη Μεσόγειο (Ιταλία, Ισπανία), έχει αυξηθεί η ελληνική παραγωγή biodiesel από ηλίανθο, καλλιέργεια με μεγαλύτερη παραγωγικότητα της τάξης των 50 λίτρων ανά στρέμμα καλλιεργήσιμης έκτασης (βλέπε πίνακα 1.3).

Πίνακας 1.2: Παραγωγή biodiesel στην Ευρωπαϊκή Ένωση (σε t)

Χώρα - μέλος	2002	2003
Γερμανία	450.000	715.000
Γαλλία	366.000	357.000
Ιταλία	210.000	273.000
Δανία	10.000	41.000
Αυστρία	25.000	32.000
Ηνωμένο Βασίλειο	3.000	9.000
Ισπανία	0	6.000
Σουηδία	1.000	1.000
Τσεχία	68.800	70.000
Σύνολο Ε.Ε. - 25	1.133.000	1.504.000

Πηγή: EUROSTAT

Πίνακας 1.3: Δυναμικό παραγωγής *biodiesel* στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Χώρα - μέλος	Ελαιοκράμβη		Ηλίανθος	
	Λίτρα ανά εκτάριο	Τόνοι ισόποσου πετρελαίου ανά εκτάριο	Λίτρα ανά εκτάριο	Τόνοι ισόποσου πετρελαίου ανά εκτάριο
Αυστρία	1055	0,84	113	0,09
Βέλγιο	1360	1,08	-	-
Γερμανία	1327	1,05	1116	0,88
Δανία	1193	0,94	-	-
Ελλάδα	-	-	500	0,40
Ισπανία	608	0,48	429	0,34
Φιλανδία	540	0,43	-	-
Γαλλία	1343	1,06	1041	0,82
Ιρλανδία	1287	1,02	-	-
Ιταλία	1023	0,81	1156	0,92
Ολλανδία	1298	1,03	-	-
Πορτογαλλία	-	-	340	0,27
Σουηδία	846	0,67	-	-
Ηνωμένο Βασίλειο	1188	0,94	-	-
Τσεχία	1105	0,88	961	0,76
Εσθονία	536	0,42	-	-
Ουγγαρία	-	-	770	0,61
Λιθουανία	662	0,52	-	-
Λετονία	627	0,5	-	-
Πολωνία	923	0,73	-	-
Σλοβακία	607	0,48	777	0,62

Πηγή: *Biomass Technology Group (BTG) 2004*

1.6.2 (Βιο)αιθανόλη

Η αιθανόλη ή βιοαιθανόλη είναι ένα βιοκαύσιμο που προέρχεται από την επεξεργασία μέσω συμβατικών τεχνολογιών διαφόρων φυτών πλούσια σε άμυλο ή σάκχαρα όπως τα δημητριακά, το καλαμπόκι, η πατάτα, τα σακχαρότευτλα, το σακχαροκάλαμο, το γλυκό σόργο, η μελάσα, το (μαλακό) σιτάρι και το κριθάρι. Θεωρητικά, η αιθανόλη είναι δυνατόν να παραχθεί από κάθε είδος φυτού που περιέχει σάκχαρα, κατά κύριο λόγο όμως προτιμώνται τα σακχαρότευτλα, το σιτάρι και το γλυκό σόργο, καθώς επίσης τα τελευταία χρόνια και κάποιες λιγνοκυτταρινούχες πρώτες ύλες όπως το άχυρο και το ξύλο.

Σε παγκόσμιο επίπεδο η περισσότερη βιοαιθανόλη παράγεται στη Βραζιλία (κυρίως από σακχαροκάλαμο) και στις ΗΠΑ (κυρίως από καλαμπόκι και μελάσα). Το κόστος παραγωγής της αιθανόλης από σακχαρότευτλα κυμαίνεται από 0,32 έως

0,54 ευρώ ανά λίτρο βιοκαυσίμου. Η τεχνολογία αυτή είναι ευρέως διαδεδομένη και με μικρά περιθώρια βελτίωσης της. Συνεπώς, τον τελευταίο καιρό αυξάνεται η χρήση νέων πρώτων υλών, κυρίως της ξυλικής γεωργίας, οι οποία έχει σημαντικά μικρότερο κόστος παραγωγής, της τάξης των 0,2 ευρώ ανά λίτρο βιοκαυσίμου.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, οι κύριες πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αιθανόλης είναι τα σακχαρότευτλα και το σιτάρι. Πρωτοπόρες χώρες θεωρούνται η Ισπανία και η Γαλλία (βλέπε και πίνακα 1.4). Κύρια χρήση του βιοκαυσίμου είναι η ανάμειξη του με τη βενζίνη, για την παραγωγή αποδοτικότερων, οικονομικότερων και πιο φιλικών προς το περιβάλλον καύσιμα. Αποδεικνύεται πειραματικά ότι μία ανάμειξη αιθανόλης – βενζίνης σε ποσοστό μόλις 10% (η αιθανόλη), παράγεται καύσιμο με μειωμένες εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα έως και 30%.

Πίνακας 1.4: Δυναμικό παραγωγής βιοαιθανόλης στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Χώρα - μέλος	Μαλακό σιτάρι		Σακχαρότευτλα	
	Λίτρα ανά εκτάριο	Τόνοι ισόποσου πετρελαίου ανά εκτάριο	Λίτρα ανά εκτάριο	Τόνοι ισόποσου πετρελαίου ανά εκτάριο
Αυστρία	1.792	0,92	6.677	3,42
Βέλγιο	2.847	1,46	6.970	3,57
Γερμανία	2.620	1,34	6.384	3,27
Δανία	2.561	1,31	6.399	3,28
Ελλάδα	9.16	0,47	4.926	2,52
Ισπανία	1.052	0,54	6.181	3,16
Φιλανδία	1.057	0,54	3.440	1,76
Γαλλία	2.554	1,31	7.980	4,09
Ιρλανδία	2.996	1,53	4.710	2,41
Ιταλία	1.637	0,84	4.346	2,23
Ολλανδία	2.839	1,45	6.472	3,31
Πορτογαλλία	499	0,26	5.234	2,68
Σουηδία	2.069	1,06	5.266	2,7
Ηνωμένο Βασίλειο	2.686	1,38	6.355	3,25
Τσεχία	1.568	0,8	4.982	2,55
Ουγγαρία	1.365	0,7	-	-
Λιθουανία	1.050	0,54	2.964	1,52
Λετονία	908	0,46	3.036	1,55
Πολωνία	1.215	0,62	3.555	1,82
Σλοβενία	1.330	0,68	4.040	2,07
Σλοβακία	1.360	0,7	3.486	1,78

Πηγή: Biomass Technology Groyp (BTG) 2004

1.7 ΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η εισαγωγή των ενεργειακών καλλιεργειών στη γεωργική πρακτική, σε ελληνικό επίπεδο είναι ακόμα περιορισμένη, όσον αφορά τα νέα είδη, λόγω τεχνικών αλλά και μη τεχνικών παραγόντων. Παρά το μεγάλο αριθμό των νέων ειδών που έχουν κατά καιρούς μελετηθεί στα πλαίσια ευρωπαϊκών ερευνητικών έργων, μόνο ορισμένα από αυτά έχουν προχωρήσει σε καλλιέργεια στην Ελλάδα και κυρίως σε μικρή κλίμακα. Αυτά είναι κυρίως φυτά σαν την αγριαγκινάρα, τον ευκάλυπτο, το γλυκό σόργο, το καλάμι ή το κενάφ, τα οποία καλλιεργούνται μόνο στη Μεσογειακή ζώνη. Επιπλέον, υπάρχουν και φυτά όπως ο μίσχανθος, ο οποίος υπό προϋποθέσεις μπορεί να καλλιεργηθεί στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες.

Εικόνα 1.11: Καλλιέργεια γλυκού σόργου στη Β. Ελλάδα



Σύμφωνα με στοιχεία που συλλέχθηκαν από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), ενδεικτικά στην Ελλάδα οι εγκατεστημένες ενεργειακές καλλιέργειες για το 2006, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια ευρωπαϊκών ερευνητικών προγραμμάτων, παρατίθενται στον παρακάτω (πίνακας 1.5).

Πίνακας 1.5: Καλλιεργούμενα ενεργειακά φυτά στην Ελλάδα (2006)

Πρόγραμμα ΠΕΠ Ανατολικής Μακεδονίας- Θράκης		
Φυτό	Νομός	Έκταση (στρ)
Γλυκό Σόργο	Ροδόπη	15
	Εβρου	25
	Δράμα	5
	Καβάλα	5
	Ξάνθη	10
Κενάφ	Ροδόπη	15
	Εβρου	25
	Ξάνθη	10
Ρετινολαδιά	Ροδόπη	15
	Εβρου	15
	Δράμα	5
	Ξάνθη	10
Λινάρι	Ροδόπη	15
	Εβρου	15
	Ξάνθη	10
Μίσχανθος	Ροδόπη	15
	Έβρος	20
	Δράμα	10
Ελαιοκράμβη	Ροδόπη	15
	Έβρος	20
	Ξάνθη	10
	Δράμα	5
Νομαρχία Κοζάνης		
Γλυκό Σόργο	Κοζάνη	37
Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας		
Ελαιοκράμβη	Δυτική Μακεδονία	100
Ευρωπαϊκό Έργο Bioke naf (Συντονισμός ΚΑΠΕ)		
Κενάφ	Μαγνησίας	5
	Βοιωτίας	5
	Ροδόπης	30
Εγκατεστημένες πολυετείς καλλιέργειες ΚΑΠΕ		
Switchgrass	Βοιωτίας	8
Καλάμι	Βοιωτίας	6
Μίσχανθος	Βοιωτίας	1
Καλάμι	Ξάνθης	70
Αγριαγκινάρα	Βοιωτίας	1
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθήνας		
Ηλίανθος	Αττικής	4
Ιδιωτικές Πρωτοβουλίες		
Ελαιοκράμβη	Σερρών	40
Ηλίανθος	Σερρών	50
Σόγια	Σερρών	10
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας		
Γλυκό σόργο	Μαγνησίας	1.5
	Καρδίτσας	1.5
Ινώδες σόργο	Μαγνησίας	1.5
	Καρδίτσας	1.5
Κενάφ	Καρδίτσας	5
Αγριαγκινάρα	Μαγνησίας	2
	Καρδίτσας	1
Μίσχανθος	Μαγνησίας	2

Πηγή: Κ.Α.Π.Ε. 2006

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑ

2.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑΣ

2.1.1 Προέλευση

Η αγριαγκινάρα (*Cynara Cardunculus* L.) είναι ένα πολυετές βαθύριζο είδος αγκαθιού που ανήκει στην οικογένεια των Asteraceae (Compositae) και καλλιεργείται παραδοσιακά ή βρίσκεται αυτοφυές σε πολλές περιοχές της Μεσογείου. Είναι χειμερινό φυτό, προσαρμοσμένο στο υψηλών θερμοκρασιών και ξηρό μεσογειακό κλίμα και έχει τη δυνατότητα να εκμεταλλεύεται τις βροχοπτώσεις και να δίνει πολύ μεγάλες αποδόσεις ακόμη και χωρίς άρδευση. Προτιμά τα ελαφρά αμμοπηλώδη ή ασβεστώδη εδάφη, καθ' ότι αυτά έχουν μεγάλη ικανότητα συγκράτησης του νερού σε μεγάλο βάθος. Επιπλέον, λόγω του εύρωστου ριζικού συστήματος που διαθέτει, αναπτύσσεται κάτω από άνυδρες συνθήκες και προστατεύει από τη διάβρωση επικλινή και άγονα εδάφη [4].

Η σπορά της πραγματοποιείται το φθινόπωρο, ενώ αρχίζει να βλασταίνει με την έναρξη των φθινοπωρινών βροχών. Ο σπόρος της είναι παρόμοιος με αυτόν του σιταριού. Η αγριαγκινάρα αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια του χειμώνα σε μορφή ροζέτας και την άνοιξη παίρνει την τελική της μορφή, οπότε και αναπτύσσονται τα στελέχη της. Μετά τη συγκομιδή του φυτού που πραγματοποιείται τους καλοκαιρινούς μήνες, κυρίως Ιούλιο και Αύγουστο, αρχίζει ο νέος κύκλος ζωής του το φθινόπωρο. Η διάρκεια ζωής της είναι πάνω από 10 έτη (με μέσο όρο 15 έτη), ενώ σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να φτάνει και τα 18. Το συνολικό ύψος του φυτού μπορεί να ξεπεράσει τα 2 μέτρα.

Εικόνα 2.1



Η αγριαγκινάρα έχει τις καταβολές της από την αρχαιότητα, καθώς η καλλιέργεια της ήταν γνωστή σε ολόκληρη σχεδόν τη μεσογειακή ζώνη (Ελλάδα,

Ιταλία, Ισπανία, Αίγυπτος). Σήμερα ωστόσο, έχει επεκταθεί και σε άλλες περιοχές παγκοσμίως κυρίως στη Νότια Αμερική (Αργεντινή, Χιλή, Ουρουγουάη), το Μεξικό και την Αυστραλία. Συναντάται επίσης σε μεγαλύτερες εκτάσεις στην Ιταλία, τη Γαλλία, την Ιβηρική (Ισπανία και Πορτογαλία) και τη Βόρειο Αφρική. Τα κυριότερα υποείδη της αγριαγκινάρας είναι τα υποείδη *flavescens* και *cardunculus*. Το πρώτο συναντάται στην Πορτογαλία και στη βορειοδυτική περιοχή της Μεσογείου. Το δεύτερο συναντάται κυρίως στις χώρες της κεντρικής και νοτιοανατολικής Μεσογείου όπως επίσης στην Αυστραλία και στην Αμερική.

2.1.2 Γενική περιγραφή και σύσταση

Η βοτανική σύσταση της αγριαγκινάρας συγγενεύει με αυτήν του ηλιάνθου, καθώς παράγει καρπούς πλούσιους σε έλαιο, τους λεγόμενος «σπόρους». Έχει πολύ υψηλό ποσοστό σε νερό (90-94%) και είναι πλούσια σε ασβέστιο (105mg/100 g βάρους), κάλιο (400 mg/100 g) και νάτριο(170 mg/100 g). Κατά τη διάρκεια του χειμώνα αναπτύσσει μια ροζέτα φύλλων. Χαρακτηρίζεται από την ανθική της κεφαλή, τα φύλλα της οποίας είναι πολύ μεγάλα (50x35 cm), έμμισχα, έντονα έλλοβα, με χρώμα από κυανοπράσινο έως μωβ. Τα τμήματα των φύλλων είναι επιμήκη και καταλήγουν σε ισχυρές κίτρινες μικρές άκανθες, μήκους 15-35 mm. Τα άνθη της κεφαλής είναι συγκεντρωμένα σε μεγάλες σφαιρικές ανθοδόχες, οι οποίες ξεπερνούν τα 8 cm σε διάμετρο. Η στεφάνη των ανθών είναι μπλε, ή λευκή. Τα αχάινια έχουν μέγεθος 6-8 x 3-4 mm, είναι λεία και φέρουν καφέ κηλίδες. Ο πάππος έχει μήκος 25-40 mm. Τα κατά βάρος ποσοστά των διαφόρων μερών του φυτού είναι: 21% για τα φύλλα της ροζέτας, 12,1% για τα φύλλα του βλαστού, 21,9% οι βλαστοί και 45% οι ανθικές κεφαλές (ανθοδόχη 9,5%, βράκτια 13,2%, πάπποι 9,1% και σπέρματα 13,2%) [7].

Εικόνα 2.2



Η αγριαγκινάρα θεωρείται ένα από τα σημαντικότερα ελαιοπαραγωγικά φυτά. Η περιεκτικότητά της σε έλαιο υπολογίζεται σε 25% επί των σπερμάτων της. Το έλαιο μπορεί να εξαχθεί σε κατάλληλη σύνθεση και θερμοκρασία (20 με 25 °C), είτε για ανθρώπινη κατανάλωση είτε για παραγωγή καυσίμων. Τα κύρια συστατικά του ελαίου είναι το λινελαϊκό οξύ (59%), το ολεϊκό οξύ (26,7%) και το παλμιτικό οξύ (10,7%).

Το μεγάλο ριζικό σύστημα της αγριαγκινάρας της επιτρέπει να λαμβάνει νερό και θρεπτικά συστατικά από το έδαφος σε μεγάλα βάθη. Ως χειμερινή καλλιέργεια δεν απαιτεί υψηλές εισροές νερού, καθ' ότι μπορεί να επιτυγχάνει μέγιστες αποδόσεις βιομάζας αξιοποιώντας μόνο τις βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου και του χειμώνα, αρκεί αυτές να βρίσκονται τουλάχιστον στα επίπεδα των 350 έως 400 mm ύψος ετησίως. Επιπλέον, η αγριαγκινάρα είναι ανθεκτική και στις χαμηλές θερμοκρασίες. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα, ο παγετός μπορεί να προκαλέσει σχισίματα στα φύλλα της ροζέτας, ωστόσο το φυτό μπορεί και παραμένει ζωντανό και επανέρχεται μετά την πάροδο του ψύχους.

Εικόνα 2.3: Καλλιέργεια αγριαγκινάρας στην Καρδίτσα



2.1.3 Η Καλλιέργεια της αγριαγκινάρας

Η αγριαγκινάρα, όντας χειμερινό φυτό, καλλιεργείται στις αρχές του φθινοπώρου, Σεπτέμβριο – Οκτώβριο ή και τέλη Αυγούστου. Η σπορά της πραγματοποιείται λίγο πριν τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές, έτσι ώστε να έχει αρχίσει η βλάστηση του πριν την έναρξη των χειμερινών παγετών όταν η υγρασία

και η θερμοκρασία θα είναι ευνοϊκές. Κατά τη διάρκεια του χειμερινού ψύχους, το φυτό μειώνει προσωρινά το ρυθμό ανάπτυξής του για την καλύτερη προστασία του, ενώ από την άνοιξη μέχρι και τον Ιούλιο γίνεται η πλήρης άνθιση του, οπότε και μπορεί να γίνει η συγκομιδή του. Στην αρχή του επόμενου φθινοπώρου, μερικοί εναπομείναντες βλαστοί ανθίζουν και ένας νέος κύκλος ανάπτυξης αρχίζει.

Πριν από τη σπορά απαιτούνται ορισμένες καλλιεργητικές εργασίες. Πρώτα διενεργείται η απαραίτητη λίπανση και στη συνέχεια μια βαθιά άροση (30-60 cm). Τα επίπεδα της απαιτούμενης λίπανσης μπορεί να διαφέρουν σημαντικά, ανάλογα με την περιοχή, τη γονιμότητα του εδάφους και την προσδοκώμενη απόδοση και πραγματοποιούνται μόνο μετά από εδαφολογικές αναλύσεις. Η βασική λίπανση γίνεται πριν το όργωμα για να υπάρξει βαθύτερη ενσωμάτωση του λιπάσματος, πράγμα που ευνοεί την αγριαγκινάρα που έχει βαθύ ριζικό σύστημα.

Αν και η αγριαγκινάρα δρα ως ζιζάνιο, απαιτείται χρήση ζιζανιοκτόνου κατά το έτος εγκατάστασης της καλλιέργειας. Κατά την αρχική ανάπτυξη και βλάστηση, όταν τα φύλλα της ροζέτας δεν έχουν μεγαλώσει αρκετά ώστε να καλύψουν το έδαφος, τα ζιζάνια ανταγωνίζονται τα νέα φυτά ως προς του πόρους. Στη συνέχεια, το φυτό εδραιώνει τη θέση του, οπότε και περιορίζει την ανάπτυξη άλλων ζιζανίων. Ο σημαντικότερος εχθρός της αγριαγκινάρας είναι το λεπιδόπτερο *Pyrausta nautica*. Άλλοι σημαντικοί εχθροί είναι οι αφίδες, φυλλοφάγα ή βλαστοφάγα κολεόπτερα και λεπιδόπτερα (*Gortyna xanthenes*, *Apion carduorum*, *Spodoptera littoralis*), οι αγρότιδες (*grotis segetum*) και κάποια δίπτερα (*Terellia* spp., *Agromyza* spp.). Τέλος απαιτείται και η χρήση εντομοκτόνων για την πρόληψη πιθανών ασθενειών [7].

Εικόνα 2.4: Η ροζέτα κατά τη διάρκεια του χειμώνα



Η συγκομιδή της παραγόμενης βιομάζας γίνεται στο τέλος του καλοκαιριού, Ιούλιο και Αύγουστο ή και αρχές Σεπτεμβρίου ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες. Αυτήν την εποχή έχουν ωριμάσει η σπόροι και η υπέργεια βιομάζα που συλλέγεται έχει γίνει πιο ξηρή. Υπάρχουν δύο τρόποι συγκομιδής, ανάλογα με το αν συλλέγεται ο σπόρος ξεχωριστά από την υπόλοιπη βιομάζα, ή αν συλλέγεται όλο το φυτό μαζί. Στην πρώτη περίπτωση, η συγκομιδή γίνεται με θεριζοαλωνιστική μηχανή και στη συνέχεια πραγματοποιείται ο διαχωρισμός του σπόρου και η δεματοποίηση του. Στη δεύτερη, η εργασία μπορεί να εκτελεσθεί απευθείας με μια απλή θεριστική μηχανή για όλη τη φυτεία.

2.1.4 Απόδοση καλλιέργειας

Από διάφορες πειραματικές μελέτες που έχουν διενεργηθεί σε χώρες της Μεσογείου, προκύπτει ότι η αναμενόμενη απόδοση της αγριαγκινάρας κυμαίνεται περίπου από 10 έως 35 τόνους ξηρής βιομάζας ανά εκτάριο (ha) και ανά έτος ή από 1 έως 3,5 τόνους ανά στρέμμα και ανά έτος (1 εκτάριο = 10 στρέμματα) με μέσο ετήσιο επίπεδο βροχόπτωσης 500 mm και μέση περιεκτικότητα σε υγρασία 10 έως 15%. Ο πίνακας 2.1 προκύπτει από πειράματα που διεξάχθηκαν στα πλαίσια του προγράμματος «Cynara Network» (Fernandez J. 1998) σε 5 περιοχές [8].

Πίνακας 2.1: Παραγωγικότητα αγριαγκινάρας για δύο συνεχόμενα έτη σε διάφορες περιοχές

ΠΕΡΙΟΧΗ	1994-95		1995-96	
	Βροχόπτωση (mm)	Βιομάζα (τόνοι/στρ)	Βροχόπτωση (mm)	Βιομάζα (τόνοι/στρ)
Μαδρίτη (Ισπανία)	280	0,65	529	2,31
Τέμπη (Ελλάδα)	490	2,86	324	3,34
Φόρλι (Ιταλία)	752	1,75	837	2,46
Πολικορο (Ιταλία)	316	0,75	722	1,56
Σικελία (Ιταλία)	387	1,59	654	-
Μέσος όρος	445	1,52	646	2,42

Πηγή: Fernandez J. (1998)

Η κατανομή της βιομάζας στα διάφορα μέρη του φυτού ποικίλει ανάλογα με το βαθμό με τον οποίο ανεπτυσσεται το φυτό. Στα φυτά που δεν είναι πλήρως ανεπτυγμένα το μεγαλύτερο βάρος της βιομάζας βρίσκεται στα φύλλα και τις κεφαλές που βρίσκονται στη βάση ενώ στα καλά ανεπτυγμένα φυτά βρίσκεται στους βλαστούς (ανθισμένα στελέχη με ροζέτες). Η κατά μέσο όρο κατανομή της βιομάζας και για τις δύο περιπτώσεις απεικονίζονται παρακάτω (πίνακας 2.2) [8].

Πίνακας 2.2: Κατανομή της απόδοσης της αγριαγκινάρας στα διάφορα μέρη του φυτού

Μέρος του φυτού	Απόδοση παραγωγή (τόνοι/στρέμμα)			
	Χαμηλή	Μέση	Υψηλή	Μέσος όρος
Κατώτερα φύλλα	4,88	3,61	2,14	3,54
Φύλλα στελέχους	0,62	1,2	2,07	1,3
Βλαστός	0,99	1,83	2,78	1,87
Ροζέτα	3,51	3,36	3,01	3,29
Ξηρή βιομάζα (0% υγρασία)	0,51	1,02	1,87	1,13
Χλωρή βιομάζα (15% υγρασία)	0,6	1,2	2,2	1,33

Πηγή: Fernandez J. (1998)

2.1.5 Θερμαντική αξία αγριαγκινάρας

Η θερμογόνο δύναμη της αγριαγκινάρας εξαρτάται από το είδος της επεξεργασίας της (π.χ. πυρόλυση, αεριοποίηση) και κυμαίνεται από 14,53 MJ/kg ξηρού βάρους για τα φύλλα και τα βράκτια φύλλα έως 24,73 MJ/kg ξηρού βάρους για τους σπόρους, με μέσο όρο 18,314 MJ/kg. Το 1999 οι Foti *et al.* πραγματοποίησαν πειράματα καλλιέργειας αγριαγκινάρας για 3 έτη, στα οποία χρησιμοποιήθηκαν δύο ποικιλίες της απλής αγκινάρας *Cynara scolymus*, δύο της καλλιεργούμενης αγριαγκινάρας *C. cardunculus* var. *altilis* και μία της αυτοφυούς αγριαγκινάρας *C. cardunculus* var. *sylvestris*. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι η καλλιεργούμενη αγριαγκινάρα υπερτερούσε έναντι των άλλων σε ποσότητα παραγόμενης βιομάζας, η οποία ανερχόταν σε 3,1 τόνους ανά στρέμμα, ενώ η παραγωγή της αυτοφυούς ήταν 1,88 τόνους και της απλής αγκινάρας 1,18 τόνους ανά στρέμμα. Η θερμαντική αξία της υπέργειας βιομάζας (εκτός των σπερμάτων) ωστόσο, δε διέφερε σημαντικά ανάμεσα στους διαφορετικούς γονότυπους και κυμαινόταν μεταξύ 16005 και 17028 KJ /kg ξηράς ουσίας.

Στον πίνακα 2.3 απεικονίζονται τα ποσοστά % της συμμετοχής των επιμέρους στοιχείων της αγριαγκινάρας στο φυτό όπως επίσης και η χαμηλή (LCV) και η υψηλή (HCV) θερμογόνος δύναμη που αντιστοιχεί στο καθένα. Το ενεργειακό δυναμικό της αγριαγκινάρας σε ΤΙΠ (τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου) κυμαίνεται από 0,6 έως 1,2 ΤΙΠ ανά στρέμμα και ανά έτος [9].

Πίνακας 2.3: Θερμογόνος δύναμη επιμέρους μερών της αγριαγκινάρας

Μέρος του φυτού	Ποσοστό του συνολικού φυτού	Υψηλή θερμογόνος δύναμη (HCV)	Χαμηλή θερμογόνος δύναμη (LCV)
Κατώτερα φύλλα	21%	2.655 kcal/kg(11.114 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 558 Mcal/t (2.336 MJ/t) της συνολικής βιομάζας	2.449 kcal/kg (10.251 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 514 Mcal/t (2.152 MJ/t) της συνολικής βιομάζας
Φύλλα στελέχους	12,10%	4.096 kcal/kg (17.146 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 496 Mcal/t (2.076 MJ/t) της συνολικής βιομάζας	3.809 kcal/kg (15.944 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 460 Mcal/t (1.926 kJ/t) της συνολικής βιομάζας
Στελέχη και κλαδιά	21,90%	4.204 kcal/kg (17.598 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 921 Mcal/t (3.855 MJ/t) της συνολικής βιομάζας	3.914 kcal/kg (16.384 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 857 Mcal/t (3.587 kJ/t) της συνολικής βιομάζας
Capitulum	45%	Το capitulum αποτελείται από τη σπερματοθήκη, τα βράκτια, τον πάππο και τους σπόρους.	
Σπερματοθήκη	9,50%	3.650 kcal/kg (15.090 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 342 Mcal/t (1.432 MJ/t) της συνολικής βιομάζας	3.333 kcal/kg (13.952 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 316 Mcal/t (1.323 MJ/t) της συνολικής βιομάζας
Βράκτια	13,20%	4.181 kcal/kg (17.502 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 551 Mcal/t (2.306 MJ/t) της συνολικής βιομάζας	3.878 kcal/kg (16.233 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 512 Mcal/t (2.143 MJ/t) της συνολικής βιομάζας
Πάππος	9,10%	4.353 kcal/kg (18.222 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 396 Mcal/t (1.658 MJ/t) της συνολικής βιομάζας	4.043 kcal/kg (16.924 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 368 Mcal/t (1.540 MJ/t) της συνολικής βιομάζας
Σπόροι	13,20%	5.576 kcal/kg (23.341 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 736 Mcal/t (3.081 MJ/t) της συνολικής βιομάζας	5.208 kcal/kg (21.801 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 687 Mcal/t (2.876 MJ/t) της συνολικής βιομάζας
Όλο το φυτό	100%	4.000 Mcal/t (16.744 MJ/t) της συνολικής βιομάζας	3.714 Mcal/t (15.547 MJ/t) της συνολικής βιομάζας

Πηγή: www.agricorn.gr

2.1.6 Πιθανές χρήσεις αγριαγκινάρας

2.1.6.1 Στερεή καύσιμη ύλη

Τα προϊόντα της αγριαγκινάρας, παρόμοια με άλλες ποώδεις καλλιέργειες όπως το άχυρο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της καύσης της παραγόμενης ξηρής βιομάζας. Η βιομάζα, είτε αυτούσια είτε μετατρεπόμενη σε πελλέτες, δύναται να καεί σε ένα μεγάλο εύρος καυστήρων για την παραγωγή ενέργειας. Τα προβλήματα που παρουσιάζονται στην παραγωγή του καυσίμου είναι κυρίως η περαιτέρω ξήρανση του και συχνά η μεγάλη του περιεκτικότητα σε τέφρα.

2.1.6.2 Παραγωγή ελαίου από τα σπέρματα

Όπως έχει αναφερθεί και νωρίτερα, η αγριαγκινάρα περιέχει σημαντικά ποσά ελαίου, περίπου 25% επί των σπερμάτων της. Το έλαιο προορίζεται είτε για ανθρώπινη κατανάλωση, είτε για την παραγωγή καυσίμου biodiesel που θα τροφοδοτήσει πετρελαιοκινητήρες ή θα αναμειχθεί με τη βενζίνη για τη δημιουργία βελτιωμένου καυσίμου. Στον πίνακα 2.4 παρατηρούμε τις ιδιότητες του παραγόμενου biodiesel από αιθυλεστέρες και μεθυλεστέρες [10].

Πίνακας 2.4: Ιδιότητες biodiesel παραγόμενου από αγριαγκινάρα

	Biodiesel		Τυπικές τιμές για biodiesel (EN-14214)
	Εθυλεστέρας	Μεθυλεστέρας	
Πυκνότητα 15 °C (g/cm ³)	0,8794	0,889	0,86 - 0,90
Ιξώδες 40C (mm ² /s)	4,479	5,101	3,5 - 5
Σημείο ανάφλεξης (°C)	184	182	>101
Σημείο θόλωσης (°C)	-5	-4	-
Σημείο απόφραξης ψυχρού φίλτρου (°C)	-10	-10	< -10
Αριθμός κετανίου	66	59	>51
Υπόλειμμα άνθρακα (% m/m) (10% υπόλειμμα της απόσταξης)	0,28	0,36	<0,3
Δείκτης ιωδίου	109	117	<120
Φώσφορος (mg/kg)	<5	<5	<10
Θείο (% m/m)	<0,02	<0,02	<0,02

Πηγή: Fernandez and Curt (2004)

2.1.6.3 Χαρτοπολτός

Η περιεκτικότητα της αγριαγκινάρας σε χαρτοπολτό είναι κοντά σε αυτή του ευκαλύπτου, ο οποίος χρησιμοποιείται ευρέως για την παραγωγή χαρτιού ανά τον κόσμο. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, η αγριαγκινάρα έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε κυτταρίνη 46–59%, ημικυτταρίνη 25% και λιγνίτη 7–13%. Οι βλαστοί της αγριαγκινάρας έχουν πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε ίνες και μετά την εξαγωγή της εντεριώνης που περιέχουν (σε ποσοστό 45% του όγκου τους), είναι κατάλληλοι για παραγωγή χαρτοπολτού. Οι ενεργειακές απαιτήσεις για την εξαγωγή των ινών είναι χαμηλές και με πολύ καλούς βαθμούς απόδοσης (44 - 47%). Η περιεκτικότητα των διαφόρων μερών του φυτού σε κυτταρίνη (C) ημικυτταρίνη (H) και λιγνίνη (L) συνοψίζονται ως εξής [4]:

- Λεπτοί μίσχοι. - C:46.4 %;H:24.1 %; L:7.5 %.
- Παχείς μίσχοι. - C: 49.3 %; H: 21.5 %; L: 13,2 %.
- Μέσοι μίσχοι. - C: 47.8 %; H: 22.8 %; L: 10,3 %.
- Κλάδοι. - C: 41.0 %; H:21.3 %; L: 5,9 %.
- Ακραία κοτσάνια. - C: 23.6 %; H: 15.9 %; L: 7,1 %.
- Βράκτια - C: 38.5 %; H: 23.8 %; L: 6,6 %.
- Πάπποι - C: 59.7 %; H: 26.5 %; L: 2,6 %.

2.1.6.4 Ζωοτροφή

Η υψηλή ποσότητα πρωτεΐνης στα φύλλα του φυτού (περίπου 15%) ενδείκνυται για τη χρησιμοποίησή του ως φρέσκια ζωοτροφή. Η συγκομιδή μπορεί να πραγματοποιηθεί το χειμώνα με μικρή όμως απόδοση σε ξηρή βιομάζα είτε στις αρχές του καλοκαιριού (Ιούνιο) με μεγαλύτερη απόδοση σε χλωρή βιομάζα (από 5 έως 15 τόνους/στρ). Στην περίπτωση που η συγκομιδή πραγματοποιηθεί το χειμώνα τότε η παραγωγή βιομάζας θα είναι μειωμένη στο τέλος του καλοκαιριού, καθώς θα υπάρχει λιγότερος χρόνος για αναβλάστηση και ανάπτυξη. Η περίπτωση συγκομιδής τον Ιούνιο είναι πιο ενδεδειγμένη.

Η αγριαγκινάρα ως ζωοτροφή έχει μεγάλη θρεπτική αξία καθ' ότι έχει υψηλά ποσοστά πρωτεϊνών (13-15%) και ινωδών ουσιών (13%) επί της ξηρής ουσίας (13%), υψηλό συντελεστή πεπτικότητας (78-86%), υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο (0,97 UFL - Milk forage units και 0,98 UFC – Meat forage units) και υψηλές συγκεντρώσεις σακχάρων (27%) και γαλακτικού οξέος (9-17%) [9].

2.1.6.5 Άλλες χρήσεις

Η αγριαγκινάρα χρησιμοποιείται σε πολλές περιπτώσεις ως απλό καλλωπιστικό φυτό σε κήπους. Σε κάποιες χώρες (π.χ. Ισπανία) χρησιμοποιείται και για την παραγωγή τυριού. Επιπλέον, είναι ένα σημαντικό φυτό για την ιατρική, διότι περιέχει την ένωση κυναρίνη, η οποία μπορεί να βελτιώσει τη λειτουργία των κύστεων του συκωτιού, να βοηθήσει την έκκριση χωνευτικών υγρών και να μειώσει τα επίπεδα χοληστερόλης στο αίμα. Τέλος, τα φύλλα της αγριαγκινάρας είναι αντιρρευματικά, και βοηθούν στην πρόληψη της χοληστερόλης, της υπογλυκαιμίας, και της αρτηριοσκλήρυνσης ενώ δρουν και ως αντιοξειδωτικά.

2.2 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Για τον οικονομικό απολογισμό της παραγωγής της αγριαγκινάρας γίνεται η παραδοχή ότι για την περιοχή του Βελεστίνου η μέση παραγωγή της καλλιέργειας χωρίς άρδευση είναι 1,7 οdt/στρέμμα (απ' το 2^ο έτος) και η διάρκειά της 15 έτη. Κατά το πρώτο έτος η παραγωγή ανέρχεται περίπου στα 500 kg/στρ. Ως μεροκάματο ορίζεται το ποσό των 3,5 ευρώ την ώρα. Η καλλιέργεια χωρίζεται σε δύο στάδια: την περίοδο φύτευσης κατά το πρώτο έτος και την περίοδο παραγωγής στα επόμενα έτη. Στη συνέχεια εκτιμάται το σημερινό κόστος για όλα τα παραγωγικά έτη της καλλιέργειας [7],[11],[12],[13].

2.2.1 Περίοδος φύτευσης

2.2.1.1 Προετοιμασία του εδάφους

Η προετοιμασία των καλλιεργητικών εκτάσεων πριν τη φύτευση συνιστά ορισμένες διεργασίες. Εκτιμάται ότι είναι αρκετή μια βαθιά άροση (όργανο) περίπου 40 cm και 2 με 3 σβάρνισματα για καλύτερη μορφοποίηση του εδάφους. Το κόστος των εργασιών εξαρτάται από τον υπάρχοντα εξοπλισμό και φτάνει τα 10 ευρώ/στρέμμα για την άροση και τα 3 ευρώ/στρέμμα για κάθε σβάρνισμα.

2.2.1.2 Δαπάνες σποράς

Το κόστος αγοράς του σπόρου εκτιμάται περίπου στα 50 ευρώ/kg. Κάθε στρέμμα απαιτεί 160-180 γραμμάρια σπόρου, συνεπώς, το κόστος ανά στρέμμα ανέρχεται στα 9 ευρώ/στρ. Οι αποστάσεις φύτευσης είναι 35-50cm επί της γραμμής και 75-100cm μεταξύ των γραμμών. Η φύτευση γίνεται με πνευματικό σπορέα ακριβείας Στην περίπτωση που δεν υφίσταται ήδη ο σπορέας ακριβείας, απαιτείται

η αγορά ή η ενοικίαση ενός νέου η τιμή του οποίου πρέπει να καθοριστεί (με αναγωγή ανά στρέμμα). Εκτιμάται ότι μια αύξηση 10% της τιμής της σποράς αρκεί για την κάλυψη αυτής της πιθανής δαπάνης

2.2.1.3 Δαπάνες λίπανσης

Κατά τη διάρκεια της φύτευσης, η απαιτούμενη βασική λίπανση εκτιμάται στα 70kg/στρ του σύνθετου λιπάσματος 9:18:27 (N:P:K). Το λίπασμα έχει σήμερα μέση τιμή 0,22 ευρώ/kg, επομένως, το κόστος λίπανσης ανά στρέμμα είναι περίπου 15,4 ευρώ. Η χρήση ζιζανιοκτόνου (0,5 kg/στρ) κατά το πρώτο έτος της καλλιέργειας απαιτεί 3,5 ευρώ/στρ ενώ οι ανάγκες για εντομοκτόνα ανέρχονται σε 1,5 ευρώ/στρ.

2.2.2 Περίοδος παραγωγής

2.2.2.1 Δαπάνες λίπανσης

Μετά το πρώτο έτος εγκατάστασης, η καλλιέργεια απαιτεί επιπλέον ετήσια λίπανση για τη συντήρηση της παραγωγής. Θα χρησιμοποιηθεί λίπασμα 20:8:14 (N:P:K) σε ποσότητα 115 kg/στρ για κάθε ένα από τα 14 έτη, με τη μέση τιμή του λιπάσματος να υπολογίζεται στα 0,18 ευρώ/kg ή 20,7 ευρώ/στρέμμα. Η χρήση εντομοκτόνου απαιτείται τουλάχιστον τρεις φορές κάθε έτος (3 φορές επί 1,5 ευρώ/στρέμμα), ενώ μετά το πρώτο έτος δεν απαιτείται κάποιο ζιζανιοκτόνο, καθώς το φυτό δρα από μόνο του ως ζιζάνιο.

2.2.2.2 Δαπάνες συγκομιδής, συμπύκνωσης και δεματοποίησης

Τα απαιτούμενα γεωργικά μηχανήματα για την κοπή, τη συγκομιδή, τη δεματοποίηση και τη μεταφορά της παραγωγής είναι ένα χορτοκοπτικό μηχάνημα, ένας δεματοποιητής και ένας γεωργικός ελκυστήρας στον οποίο θα ενσωματωθεί κατάλληλο εξάρτημα, για τη φόρτωση των δεμάτων που θα έλκουν πλατφόρμα μεταφοράς. Ένα χορτοκοπτικό μηχάνημα κοστίζει περίπου 14.000 ευρώ, ο εξοπλισμός δεματοποίησης 15.000 ευρώ, ο εξοπλισμός συλλογής και μεταφοράς 8.000 ευρώ, ενώ η τιμή ενός γεωργικού ελκυστήρα είναι περίπου 25.000 ευρώ. Εκτιμάται ότι αυτές οι αγορές εξοπλισμών (και αντιστοίχως τα κόστη τους) αφορούν για 400 με 500 στρέμματα καλλιέργειας. Όμως, και ανάλογα με τον υπάρχοντα εξοπλισμό του γεωργού, τα πιθανά κόστη αγοράς ή ενοικίασης εξοπλισμού είναι δυνατό να είναι σημαντικά μειωμένα.

Το φυτό μετά τη συγκομιδή του πρέπει να ξηραθεί έτσι ώστε να μειωθεί η περιεκτικότητα του σε υγρασία (στο 6-8%) που θα διευκολύνει τη μεταφορά και την αποθήκευση του και θα αυξήσει το ενεργειακό του περιεχόμενο πριν την καύση. Το κόστος για τη συμπύκνωση υλικού προκειμένου να προωθηθεί για καύση ανέρχεται στα 0,035 ευρώ/kg υλικού.

Το φυτό, μετά τη συγκομιδή του από τα μηχανήματα συγκομιδής, αφήνεται προσωρινά στον αγρό, προτού μεταφερθεί και αποθηκευτεί σε άλλες επιλεγμένες θέσεις εκτός της φυτείας, ανάλογα με της ανάγκες της βιομηχανικής μονάδας. Για την προσωρινή αποθήκευση της παραγωγής και την προετοιμασία της για μεταφορά απαιτείται η δεματοποίησή της. Το μέγεθος του παραγόμενου δέματος θα είναι 0,5 x 0,8 x 2 μέτρα, ενώ το βάρος του περίπου 500 κιλά.

2.2.2.3 Ημερομίσθια

Για όλα τα παραπάνω στάδια, απαιτούνται και επιπλέον δαπάνες που αφορούν τις αμοιβές για τις διάφορες εργασίες. Για τις διαδικασίες της φύτευσης και της λίπανσης κατά το πρώτο έτος υπολογίζεται βάση στατιστικών ότι απαιτούνται 4 με 6 μεροκάματα ανά 100 στρέμματα για εργασία (πέραν αυτής του καλλιεργητή). Με το μεροκάματο να έχει καθοριστεί στα 28 ευρώ (3,5 ευρώ/ώρα), προβλέπονται έξοδα για εργασία 110-70 ευρώ για 100 στρέμματα ή με ανάγωγή 1,1-1,7 (μ.ο. 1,4) ευρώ ανά στρέμμα. Αντίστοιχα, για τα υπόλοιπα έτη απαιτείται εργασία για τη λίπανση και την εφαρμογή εντομοκτόνων καθώς και για τη συγκομιδή και τη δεματοποίηση της παραγόμενης αγριαγκινάρας. Αυτή η εργασία προβλέπει τουλάχιστον 10 μεροκάματα ανά 100 στρέμματα και για κάθε έτος. Συνεπώς, για κάθε στρέμμα απαιτούνται τουλάχιστον 2,8 ευρώ ανά έτος.

Πίνακας 2.5: Κόστος καλλιέργειας κατά το πρώτο έτος - περίοδος φύτευσης

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ		
ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ	ΚΟΣΤΟΣ (€/στρ)	ΚΟΣΤΟΣ (€/kg)
Άρωση	10	0,00588
3 σβαρνίσματα	9	0,00529
Αγορά σπόρου	9 – 9,9	0,00529 – 0,00582
Λίπανση	15,4	0,00905
Ζιζανιοκτόνο	3,5	0,00205
Εντομοκτόνο	1,5	0,00088
Εργασία	1,4	0,00082
Σύνολο	49,8	0,02923

Πίνακας 2.6: Κόστος καλλιέργειας των παραγωγικών ετών
Περίοδος παραγωγής - 14 έτη

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ		
ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ	ΚΟΣΤΟΣ (€/στρ/έτος)	ΚΟΣΤΟΣ (€/kg/έτος)
Λίπανση	20,7	0,01176
Εντομοκτόνο	4,5	0,00265
Συμπύκνωση	59,5	0,035
Εργασία	2,8	0,00165
Εξοπλισμός	9,7	0,00571
Σύνολο	97,2	0,05718

Τελικά, το κόστος για τον παραγωγό και για κάθε παραγωγικό κόστος εκτιμάται περίπου 37,7 ευρώ/στρέμμα χωρίς συμπύκνωση ή 97,2 ευρώ/στρέμμα μαζί με τη διεργασία της συμπύκνωσης, την οποία συνήθως δεν αναλαμβάνει ο γεωργός.

2.3 ΕΠΙΔΟΤΗΣΗ ΚΑΙ ΓΙΑΤΙ ΣΥΜΦΕΡΕΙ ΤΟ ΓΕΩΡΓΟ Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Πλέον η μετατροπή της παραδοσιακής καλλιέργειας σε καλλιέργεια αγριαγκινάρας προσφέρει σημαντικά οικονομικά οφέλη στο γεωργό καθώς μέχρι τώρα ίσχυε η βασική ελάχιστη επιδότηση των 4,5 ευρώ. Τα τελευταία χρόνια, παρά το ότι παρατηρείται σημαντική μείωση στις επιδοτήσεις των αγροτικών προϊόντων, οι ενεργειακές καλλιέργειες και ειδικά η αγριαγκινάρα παραμένουν ψηλά στη λίστα με τα πιο επιδοτούμενα φυτά, αναλογικά πάντα με το κόστος παραγωγής της.

Η τιμή της αγριαγκινάρας από τον παραγωγό, σύμφωνα με τη ΔΕΗ, είναι 73 ευρώ ανά τόνο ξηρής μάζας, ενώ για το 2010 η ΔΕΗ προσδιόριζε το χρηματικό ποσό αγοράς στο ύψος των 51 ευρώ ανά τόνο. Πιθανολογείται ότι και με μια νέα νομοθετική ρύθμιση μπορεί να φτάσει το 2013, με την ενσωμάτωση του τέλους ΑΠΕ, στα 93ευρώ, ενώ στο εξωτερικό η τιμή ζήτησης του φυτού πλησιάζει και τα 200 ευρώ ανά τόνο. Παρακάτω παρατίθενται παράδειγμα με τα οικονομικά οφέλη για αλλαγή της καλλιέργειας από σιτάρι σε αγριαγκινάρα για την περιοχή του Βελεστίνου (Πηγή: 2^ο Συνέδριο Εναλλακτικών καυσίμων – βιοκαυσίμων 26-4-2007, καθηγητής Ν. Δαναλάτος, Παν. Θεσσαλίας) [14].

2.3.1 Ισοζύγιο εισροών - εκροών τυπικού αγροκτήματος (1 στρέμμα) με σκληρό σιτάρι στην περιοχή Βελεστίου

Εισροές

Απόδοση: $(0,300 \text{ t}) \times (146,7 \text{ ευρώ/t}) = 44,01 \text{ €/στρ.}$

Δικαιώματα: 38 ευρώ/στρ.

Σύνολο 82,01 ευρώ/στρ.

Εκροές

Υλικά

Λιπάσματα 14,60 ευρώ/στρ.

Σπόρος 5,13 ευρώ/στρ.

Φυτοφάρμακα 4,00 ευρώ/στρ.

Εργασίες

Λίπανση 0,80 ευρώ/στρ.

Σπορά 3,00 ευρώ/στρ.

Όργανο (επί 2 + δισκοσβάρνα) 12,00 ευρώ/στρ.

Ζιζανιοκτόνα 1,50 ευρώ/στρ.

Λοιπά 0,80 ευρώ/στρ.

Συγκομιδή 9,00 ευρώ/στρ.

Σύνολο εξόδων 50,83 ευρώ/στρ.

Ακαθάριστο κέρδος: **31,27 ευρώ/στρ.**

2.3.2 Ισοζύγιο εισροών εκροών τυπικού αγροκτήματος (1 στρέμμα) με αγριαγκινάρα στην περιοχή Βελεστίου

Εισροές

Απόδοση: $(1,3 \text{ t}) \times (70 \text{ ευρώ/t}) = 91 \text{ ευρώ/στρ.}$

Επιδότηση: 42,5 ευρώ/στρ.

Δικαιώματα (από σιτάρι): 38 ευρώ/στρ.

Σύνολο 171,1 ευρώ/στρ.

Εκροές

Υλικά

Λιπάσματα 7,70 ευρώ/στρ.

Σπόρος 0,30 ευρώ/στρ.
Φυτοφάρμακα 0,80 ευρώ/στρ.

Εργασίες

Λίπανση 0,80 ευρώ/στρ.
Σπορά 0,30 ευρώ/στρ.
Όργωμα (επί 2 + δισκοσβάρνα) 0,2 ευρώ/στρ.
Ζιζανιοκτόνα 0,50 ευρώ/στρ.
Λοιπά 0,80 ευρώ/στρ.
Συγκομιδή 25,00 ευρώ/στρ.
Σύνολο εξόδων 37,4 ευρώ/στρ.

Ακαθάριστο κέρδος: **134,1 ευρώ/στρ.**

Τέλος, αντίστοιχα με το σιτάρι, η καλλιέργεια βαμβακιού στην περιοχή του Βελεστίνου αποφέρει ακαθάριστο κέρδος περίπου 100 ευρώ/στρ. Λόγω των υψηλών δικαιωμάτων του βαμβακιού, η αλλαγή της καλλιέργειας σε αγριαγκινάρα μπορεί να από φέρει στο γεωργό έως και 240 ευρώ/στρ.

2.4 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Για την επιλογή των περιοχών συλλογής της απαιτούμενης ποσότητας αγριαγκινάρας, καθώς και για τον υπολογισμό των διαδρομών μεταφοράς στις θέσεις αποθήκευσης και στη μονάδα παραγωγής, είναι απαραίτητο ένα Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS). Το GIS είναι ένα εργαλείο που βασίζεται σε υπολογιστή για τη διαχείριση χωρικών στοιχείων που βοηθά να απαντηθούν ερωτήσεις σχετικά με χάρτες και τοποθεσίες των στοιχείων. Αυτό το εργαλείο είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για τη βιομάζα, καθώς ο ακριβής προσδιορισμός της γεωγραφικής τοποθεσίας, του μεγέθους της ή και της δυνατότητας προσέγγισής της αποκτά μεγάλη σημασία για τη δυνατότητα και το κόστος μεταφοράς της.

Η παρούσα μελέτη δεν σχετίζεται με την παραπάνω διαδικασία, εφ' όσον δεν υπάρχουν ακριβή στοιχεία για τον αριθμό και τις θέσεις των πόρων, το μέγεθος τους και για τις θέσεις των απαιτούμενων κόμβων για τη μεταφορά. Συνεπώς, γίνεται μια προσεγγιστική εκτίμηση του κόστους μεταφοράς της παραγόμενης αγριαγκινάρας, βάση στατιστικών στοιχείων και βιβλιογραφικών στοιχείων από άλλες μελέτες επενδύσεων.

Τα επιμέρους κόστη για τη μεταφορά της παραγωγής από τις θέσεις συλλογής και προσωρινής αποθήκευσης περιλαμβάνει:

- Ενοικίαση οχημάτων μεταφοράς: 80 ευρώ/φορτηγό την ημέρα, 10-15 τόνοι μεταφοράς ανά δρομολόγιο
- Κόστος καταναλισκόμενου καυσίμου: Κόστος πετρελαίου κίνησης 1,45 ευρώ/lt ή περίπου 0,5 ευρώ/km μεταφοράς
- Μίσθωση οδηγών και φορτωτών: 35 ευρώ ημερομίσθιο

Η ευρύτερη αγροτική περιοχή του Δήμου Ρήγα Φεραίου, στην οποία θα πραγματοποιηθεί η παραγωγή των καλλιεργειών, περιλαμβάνει κατά κύριο λόγο τις περιοχές των Βελεστίου, της Κάρλας, του, του Ριζόμυλου, του Αρμενίου και του Αγίου Γεωργίου. Η ακτίνα απόστασης αυτών των αγροτικών περιοχών από τη μονάδα παραγωγής είναι προσεγγιστικά 10km. Για αυτήν τη μέγιστη γεωγραφική ακτίνα εκτιμάται προσεγγιστικά το κόστος μεταφοράς της βιομάζας ανά τόνο παραγωγής για τρεις τιμές μέσων αποστάσεων (ακτινών) της μονάδας από τις θέσεις συλλογής, 4, 6 και 8km [12].

Πίνακας 2.7: Προσεγγιστικό κόστος μεταφοράς για διάφορες ακτίνες

ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ			
Μέση ακτίνα (km)	5	10	15
Κόστος μεταφοράς (ευρώ/τόνο/km)	1,35	1,45	1,6
Κόστος μεταφοράς (ευρώ/τόνο)	5,4	8,7	12,8

Υπενθυμίζεται ότι ο παραπάνω πίνακας του κόστους μεταφοράς περιέχει τιμές οι οποίες είναι εκτιμήσεις στατιστικές και προσεγγιστικές οι οποίες είναι πιθανόν να διαφέρουν σημαντικά από τις πραγματικές. Επομένως, για την πλήρη μελέτη της εφοδιαστικής αλυσίδας πριν την υλοποίηση της επένδυσης απαιτείται οπωσδήποτε η διαδικασία του ακριβή υπολογισμού των ζητούμενων τοποθεσιών μέσω υπολογιστικών εργαλείων, όπως το GIS.

2.5 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Για την άμεση επάρκεια καυσίμου της παραγωγικής μονάδας καθώς και για τη διατήρηση του ενεργειακού του περιεχομένου, απαιτείται η αποθήκευση του σε θέσεις κοντά στη μονάδα.

Κατά τη συγκομιδή του φυτού τους θερινούς μήνες (Ιούλιο μέχρι Σεπτέμβριο) πραγματοποιήθηκε και η δεματοποίηση του. Το μέγεθος των δεμάτων είναι 0,5m x 0,8m x 2m και το βάρος του 500kg. Για την εύρεση του απαιτούμενου χώρου αποθήκευσης, υποθέτουμε ότι τα δέματα ορθογώνιας βάσης 1m^2 (0,5 x 2) στοιβάζονται σε 4 στρώματα δηλαδή σε συνολικό ύψος 3,2m. Με αυτόν τρόπο αποθήκευσης για κάθε τόνο απαιτούνται $0,5\text{m}^2$ αποθηκευτικού χώρου. Επομένως, το απαιτούμενο μέγεθος των αποθηκών για ζητούμενη συντήρηση 12.000 τόνων παραγωγής είναι 6 στρέμματα.

Η τιμή ενοικίασης του αποθηκευτικού χώρου για αγροτικές περιοχές ανέρχεται στα 150 ευρώ/στρέμμα το μήνα ενώ το κόστος για την κατασκευή μιας κτιριακής δομής αποθήκευσης είναι 75 ευρώ/ m^2 . Η συνολική εγκατάσταση θα κοστίσει 450.000 € για την κατασκευή αποθηκευτικών κτιρίων και 10.800€ για κάθε έτος ενοικίασης του χώρου ή για το σύνολο των 15 ετών, 162.800 €. Συνεπώς οι συνολικές δαπάνες για την αποθήκευση της παραγωγής ανέρχονται στις 612.800€.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

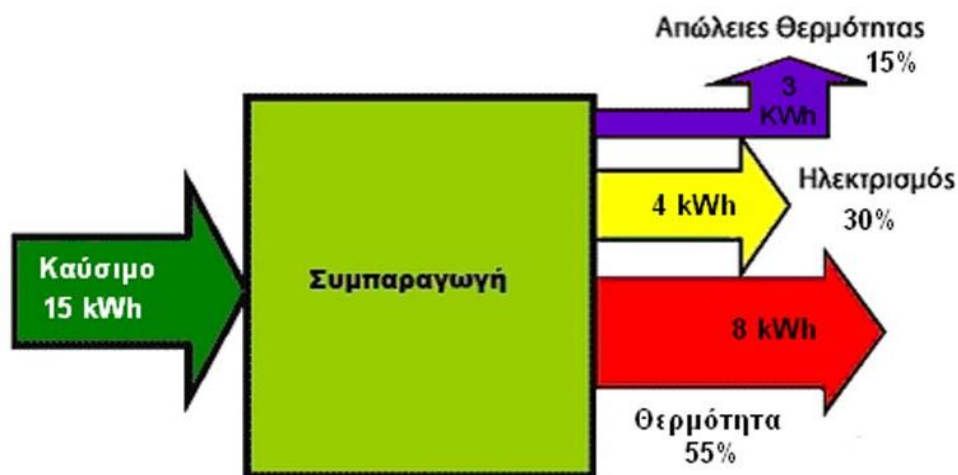
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ

Η έννοια της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ) περιλαμβάνει τη συνδυασμένη παραγωγή εκμεταλλεύσιμης ηλεκτρικής ή μηχανικής και θερμικής ενέργειας από την ίδια αρχική πηγή ενέργειας. Ως πηγή ενέργειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε καύσιμο, συμβατικό ή ανανεώσιμο. Ένα σύστημα συμπαραγωγής έχει μεγαλύτερο βαθμό εκμετάλλευσης της παραγόμενης θερμικής ενέργειας, καθ' ότι ένα μέρος αυτής ανακτάται και χρησιμοποιείται εκ νέου για την παραγωγή ενέργειας. Αντίθετα σε ένα συμβατικό σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ένα μεγάλο κομμάτι ενέργειας χάνεται σε απώλειες και συνεπώς ο βαθμός απόδοσης είναι μικρότερος.

Ένας τυπικός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής επιτυγχάνει αποδόσεις που κυμαίνονται από 30 έως 45%, ενώ ένα σύστημα συμπαραγωγής έχει συνολικό βαθμό απόδοσης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας που μπορεί να φτάσει στο 80 έως 85%. Η απόδοση ανεβαίνει σημαντικά ανάλογα με τη χρήση της παραγόμενης ενέργειας και κυρίως αν αυτή είναι δυνατό να γίνει εκμεταλλεύσιμη, δηλαδή σε περιπτώσεις που υπάρχει ανάλογη απαίτηση σε θερμικά και ηλεκτρικά φορτία.

Εικόνα 3.1: Συμπαραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας



Τα συστήματα ΣΗΘ μπορούν να συνδυάσουν πολλών ειδών εφαρμογές από διάφορες τεχνολογίες αξιοποίησης της ενέργειας. Δεδομένου ότι από ένα σύστημα συμπαραγωγής προκύπτουν δύο ή περισσότερα χρησιμοποιήσιμα ενεργειακά προϊόντα, η συνολική απόδοση προκύπτει από μία αλληλεπίδραση μεταξύ των μεμονωμένων βαθμών απόδοσης, καθ' ότι το όλο σύστημα μπορεί να αντιμετωπισθεί ως δύο υποσυστήματα, το σύστημα ηλεκτρικής ισχύος και το

σύστημα ανάκτησης θερμότητας. Οι εφαρμογές των συστημάτων ΣΗΘ ποικίλουν ανάλογα με το μέγεθος της εφαρμογής (π.χ. κτίριο, θερμοκήπιο, βιομηχανία ή και ολόκληρος οικισμός - τηλεθέρμανση), την ενεργειακή ζήτηση, το είδος του καυσίμου και την απόσταση της μονάδας από τις περιοχές της κατανάλωσης.

Πίνακας 3.1: Εφαρμογές τεχνολογιών συμπαραγωγής

Συγκριτικά στοιχεία	Τεχνολογίες					
	Κύκλος ατμού	Ατμομηχανή	Οργανικός κύκλος Rankine	Αντίστροφος κύκλος ανεμοστρόβιλου	Κύκλος στρόβιλου θερμού αέρα	Ατμομηχανή τύπου έλικα
Εφαρμογή	Διάφορες χρήσεις θερμότητας και ηλεκτρισμού. Βιομηχανίες, υπηρεσίες παροχής ισχύος	Αποκεντρωμένα συστήματα ισχύος και θέρμανσης. Οπιακή χρήση, νοσοκομεία, βιομηχανίες	Αποκεντρωμένα συστήματα ισχύος και θέρμανσης. Βιομηχανίες, βιομηχανίες επεξεργασίας ξύλου, κατασκευαστικές εταιρείες	Παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού	Παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού	Αποκεντρωμένα συστήματα ισχύος και θέρμανσης
Καύσιμα	Άνθρακας, πετρέλαιο, βιομάζα, κάθε είδους καύσιμο	Άνθρακας, πετρέλαιο, βιομάζα, κάθε είδους καύσιμο	Βιομάζα, κάθε καύσιμο είναι πιθανό	Βιομάζα	Βιομάζα, πετρέλαιο, άνθρακας, κάθε είδους καύσιμο	Βιομάζα, πετρέλαιο, άνθρακας, κάθε είδους καύσιμο
Ισχύς	0.5-30MW _{el} και πάνω	20-2000kW _{el}	300kW _{el} και πάνω	1MW _{el} και πάνω	400kW _{el} και πάνω	20-2000kW _{el}
Θόρυβος	-	Χρειάζεται μόνωση	-	-	-	Χρειάζεται μόνωση
Συντήρηση	Μια φορά την εβδομάδα επιθεώρηση στρόβιλων και σωληνώσεων	Χρειάζεται πολύ εργασία	4 ώρες εβδομαδιαίως	Εάν χρησιμοποιώντας τυποποιημένα εξαρτήματα δεν θα υπάρξει πρόβλημα	Τα μέρη των εναλλακτών θερμότητας καθαρίζονται αυτόματα, τα μέρη που δέχονται υψηλή θερμική καταπόνηση θα πρέπει να ελεγχονται τακτικά για τυχόν ρωγμές	Πολύ χαμηλές απαιτήσεις σε συντήρηση
Οικολογικές πτυχές	Αφαλάτωση και απομάκρυνση λάσπης από το νερό που κυκλοφορεί	Αφαλάτωση και απομάκρυνση λάσπης από το νερό που κυκλοφορεί	Λόγω του χαμηλού σημείου ανάφλεξης οι απώλειες από διαρροή του εργαζόμενου ρευστού πρέπει να αποφευχθούν πλήρως	Χαμηλές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου λόγω καύσης βιομάζας	Χαμηλές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου όταν έχουμε καύση βιομάζας	Αφαλάτωση και απομάκρυνση λάσπης από το νερό που κυκλοφορεί
Λειτουργία	Κακή λειτουργία σε μερικά φορτία	Καλή εφαρμογή μερικών φορτίων	Καλή εφαρμογή μερικών φορτίων	-	Μεγάλες θερμικές καταπονήσεις στον εναλλάκτη θερμότητας	Καλή εφαρμογή μερικών φορτίων
Μέγεθος εγκατάστασης	1MW _{el}	500kW _{el}	500kW _{el}	500-1500kW _{el}	250-500kW _{el}	500-700kW _{el}
Κόστος επένδυσης	1500€/kW _{el}	1500€/kW _{el}	2300€/kW _{el}	3600€/kW _{el}	3900€/kW _{el}	1600€/kW _{el}
Ειδικό κόστος συντήρησης	0.007€/kW _{el}	0.007-0.011€/kW _{el}	0.007€/kW _{el}	Άγνωστο	Άγνωστο	0.004-0.007€/kW _{el}
Ηλεκτρική απόδοση	10-20%	6-20%	10-20%	22%	30% (με εγχυσή ατμού)	10-15%
Συνολική απόδοση	70-85%	80-90%	85%	75%	80%	90%
Παρόν στάδιο ανάπτυξης	Ετοιμο για την αγορά	Ετοιμο για την αγορά	Ετοιμο για την αγορά	Αρχικό στάδιο	Στάδιο επίδειξης	Στάδιο επίδειξης
Δυνατότητα βραχυπρόθεσμης μείωσης του κόστους	Σε 2 χρόνια	Σε 3 χρόνια	Σε 3 χρόνια	Σε 3 χρόνια	Σε 3 χρόνια	Σε 2 χρόνια
Δυνατότητα βραχυπρόθεσμης ανάπτυξης	Σε 3 χρόνια	Σε 2 χρόνια	Σε 2 χρόνια	Σε 3 χρόνια	Σε 3 χρόνια	Σε 3 χρόνια

Πηγή: Κομπελίτου και Κοσκινά 2004

3.2 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Οι δύο κύριοι τύποι συστημάτων που διακρίνονται στη συμπαραγωγή είναι τα συστήματα «κορυφής» και τα συστήματα «βάσης». Στα συστήματα «κορυφής», η ηλεκτρική ισχύς παράγεται από έναν κύριο κινητήρα ως πρωταρχική λειτουργία και η θερμική ενέργεια που απορρίπτεται από αυτόν χρησιμοποιείται στη συνέχεια για τις διεργασίες της μονάδας. Αντίθετα στα συστήματα «βάσης» παράγεται θερμότητα και από την απορριπτόμενη ενέργεια παράγεται στη συνέχεια η ηλεκτρική ισχύς. Για την παραγωγή ενός συστήματος συμπαραγωγής χρησιμοποιούνται οι παρακάτω συμβολισμοί [15]:

W : ηλεκτρική (ή μηχανική) ισχύς,

Q : θερμική ισχύς,

H_{fz} : ισχύς καυσίμου που καταναλίσκεται από το σύστημα συμπαραγωγής:

$$H_{fz} = m_{fz} * H_u$$

m_{fz} : παροχή καυσίμου,

H_u : κατώτερη θερμογόνο ικανότητα καυσίμου,

H_{fW} : ισχύς καυσίμου για τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρικής ή μηχανικής ισχύος

W ,

H_{fQ} : ισχύς καυσίμου για τη χωριστή παραγωγή θερμότητας Q ,

H_{fx} : ολική ισχύς καυσίμου για τη χωριστή παραγωγή των W και Q (χωρίς συμπαραγωγή).

$$H_{fx} = H_{fW} + H_{fQ} = (m_{fz} * H_u)_W + (m_{fz} * H_u)_Q$$

Ηλεκτρικός(ή μηχανικός) βαθμός απόδοσης συμπαραγωγής:

$$\eta_e = W / H_{fz}$$

Θερμικός βαθμός απόδοσης συμπαραγωγής:

$$\eta_h = Q / H_{fz}$$

Ολικός ενεργειακός βαθμός απόδοσης συμπαραγωγής:

$$\eta = \eta_e + \eta_h$$

Λόγος ηλεκτρισμού προς θερμότητα (Power to Heat Ratio):

$$PHR = W / Q = \eta_e / \eta_h$$

Λόγος εξοικονομήσεως ενέργειας καυσίμου (Fuel Energy Savings Ratio):

$$FESR = (H_{fx} - H_{fz}) / H_{fx}$$

3.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΣΗΘ

Η συμπαραγωγή μπορεί να έχει τόσο θετικές όσο και αρνητικές συνέπειες σε θέματα οικονομικά, κοινωνικά, περιβαλλοντικά και σε θέματα εξοικονόμησης καυσίμου. Οι πιθανές αρνητικές επιπτώσεις όμως μπορούν να μετριασθούν με την καλύτερη δυνατή επιλογή της τεχνικής, του είδους και της θέσης του συστήματος συμπαραγωγής και ανάλογα με την κάθε περίπτωση. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα συνοψίζονται παρακάτω:

- ◆ Τα συστήματα συμπαραγωγής παρουσιάζουν σημαντικά μεγαλύτερους βαθμούς απόδοσης λόγω της αποδοτικότερης εκμετάλλευσης της ενέργειας.

- ◆ Η συμπαραγωγή συντελεί στην άμεση μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων (CO_2 , CO , SO_2) καθώς για την ίδια παραγωγή ενέργειας η κατανάλωση του καυσίμου είναι πολύ μικρότερη από την περίπτωση της χωριστής παραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας. Ανάλογα και με το είδος του καυσίμου (π.χ. ανανεώσιμο καύσιμο) οι εκπεμπόμενοι ρύποι μπορούν σχεδόν να εκμηδενιστούν.

- ◆ Τα συστήματα συμπαραγωγής προσφέρουν μεγαλύτερη ευελιξία, διότι έχουν μικρότερο μέγεθος και χρόνο κατασκευής και εξυπηρετούν καλύτερα τους τοπικούς καταναλωτές σε σύγκριση με τις μεγάλες κεντρικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής.

- ◆ Περιορίζονται σημαντικά οι απώλειες μεταφοράς της ενέργειας, διότι η θέση των μικρών μονάδων συμπαραγωγής είναι συνήθως πιο κοντά στους καταναλωτές σε σύγκριση με τις συμβατικές μεγάλες μονάδες.

- ◆ Το μικρό μέγεθος των μονάδων συμπαραγωγής αυξάνει την αξιοπιστία της παροχής της ενέργειας και προσαρμόζεται καλύτερα σε πιθανές μελλοντικές μεταβολές της ζήτησης.

- ◆ Οι μονάδες συμπαραγωγής έχουν συγκριτικά χαμηλότερο κόστος για κάθε τεχνολογία και συντελούν στη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας της οικονομίας.

- ◆ Τα νέα συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμική ενέργεια για τη δημιουργία σύγχρονων εφαρμογών αξιοποίησης της, όπως είναι η τηλεθέρμανση των πόλεων και των οικισμών.

- ◆ Η χρήση μικρότερης ποσότητας καυσίμων των μονάδων συμπαραγωγής ωφελεί οικονομία καθώς μειώνεται η ανάγκη για εισαγόμενα καύσιμα.

- ◆ Οι νέες επενδύσεις σε μικρές μονάδες συμπαραγωγής συντελούν στην αύξηση της απασχόλησης του βιομηχανικού τομέα όχι μόνο στις μεγάλες

βιομηχανικές ζώνες, αλλά σε διάσπαρτες περιοχές και ενδυναμώνει το ρόλο της τοπικής αυτοδιοίκησης.

Πέρα όμως από τα σημαντικά οφέλη που προκύπτουν, εμφανίζονται και αρνητικές επιπτώσεις σε διάφορες εφαρμογές της συμπαραγωγής, όπως:

- ◆ Σε περιπτώσεις συμπαραγωγής με καύση συμβατικών καυσίμων, η εκπομπή ρυπογόνων ουσιών παραμένει σε αρκετά υψηλά επίπεδα.
- ◆ Εφόσον οι μονάδες συμπαραγωγής βρίσκονται πιο κοντά σε αστικά κέντρα, η πιθανή ρύπανση από εκπομπές ρύπων επιβαρύνουν περισσότερο το περιβάλλον σε σύγκριση με τους κεντρικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής που συνήθως βρίσκονται έξω από τα αστικά κέντρα.
- ◆ Η δημιουργία πολλών μικρών μονάδων συμπαραγωγής μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην ευστάθεια του δικτύου ηλεκτρισμού, εάν ο ρυθμός αύξησης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας γίνει μεγαλύτερος από το ρυθμό αύξησης της ζήτησης.
- ◆ Η δημιουργία των νέων μονάδων, ανάλογα με την τεχνολογία τους, μπορεί προκαλεί ρύπανση του εδάφους και των υδάτων από στερεά κατάλοιπα της καύσης, ηχητική ρύπανση από το θόρυβο των μονάδων ή ακόμα και αισθητική επιβάρυνση.

3.4 ΕΙΔΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

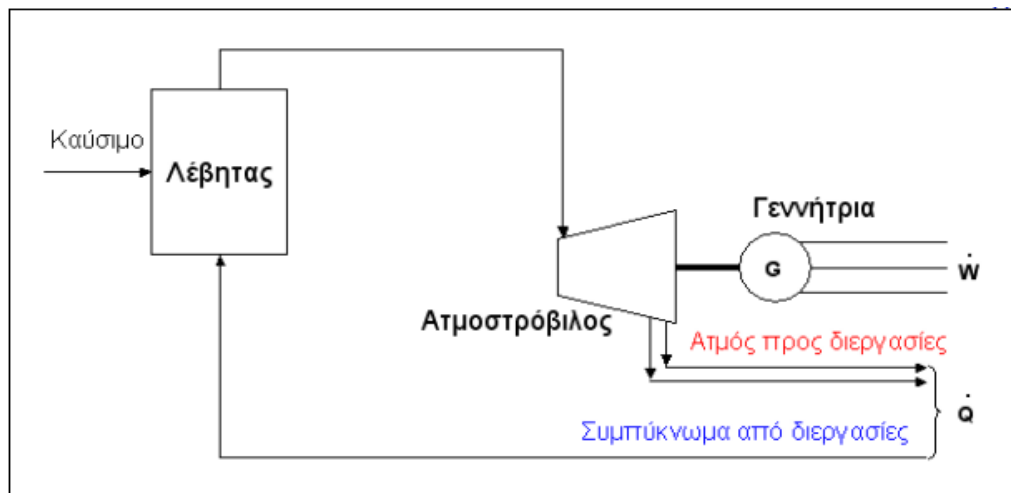
Τα διάφορα συστήματα συμπαραγωγής μπορεί να περιλαμβάνουν πλήρη κάλυψη της θερμικού φορτίου ζήτησης, είτε πλήρη κάλυψη της ηλεκτρικής ζήτησης και χρήση πρόσθετων βοηθητικών λεβήτων για τα θερμικά φορτία αιχμής ή ακόμα και πλήρη κάλυψη και των δύο φορτίων, σε πιο πολύπλοκα συστήματα. Τα κυριότερα σύγχρονα συστήματα συμπαραγωγής είναι τα συστήματα ατμοστροβίλου, αεριοστροβίλου, μηχανών εσωτερικής καύσης και συνδυασμένου κύκλου. Επιπλέον, υπάρχουν και τεχνολογίες με χαμηλότερη εμπορική εφαρμογή μέχρι στιγμής όπως είναι η κυψέλες καυσίμου και οι μηχανές Stirling.

3.4.1 Συστήματα ατμοστροβίλου

Το σύστημα ατμοστροβίλου είναι το πιο συχνά εμφανιζόμενο σύστημα καθώς παρουσιάζει υψηλή αξιοπιστία και μεγάλο εύρος εφαρμογών (500kW έως 100MW). Ο ατμοστροβίλος απαιτεί μία πηγή ατμού υψηλής πίεσης που παράγεται

σε κάποιο λέβητα από την καύση διαφόρων ειδών καυσίμων, είτε ορυκτών (πετρέλαιο, φυσικό αέριο κ.α.) είτε ανανεώσιμων (βιοκαύσιμα και κάθε σχεδόν είδος βιομάζας). Ο παραγόμενος ατμός ρέει μέσα από τις βαθμίδες του στρόβιλου και παράγει μηχανική ισχύ, ή μέσω μιας κατάλληλης γεννήτριας, ηλεκτρική ενέργεια. Στη συνέχεια επιστρέφει στο λέβητα, αφού συμπυκνωθεί μέσω ενός ψυγείου (συμπυκνωτής), για να ολοκληρωθεί ο κύκλος και να ξεκινήσει ένας νέος.

Εικόνα 3.2: Σύστημα ατμοστρόβιλου



Ο κύριος θερμοδυναμικός κύκλος του ατμοστρόβιλου μέσω του οποίου το εργαζόμενο μέσο (νερό) μετατρέπεται σε ατμό υψηλής πίεσης, είναι ο κύκλος Rankine που χρησιμοποιείται και στους περισσότερους συμβατικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται και άλλοι κύκλοι, όπως οι κύκλοι αναθέρμανσης και αναγέννησης και ο συνδυασμένος κύκλος.

Τα συστήματα συμπαραγωγής ατμοστρόβιλου έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής (25-35 έτη) και μεγάλη διαθεσιμότητα (90-95%). Ο βαθμός απόδοσης ενός συστήματος κυμαίνεται από 60 έως 85%, αλλά λόγω του ατμού υψηλών πιέσεων που απαιτείται υπάρχει περιορισμός στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε σύγκριση με την παραγόμενη θερμότητα. Συνεπώς, ο ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης κυμαίνεται από 15 έως 20%.

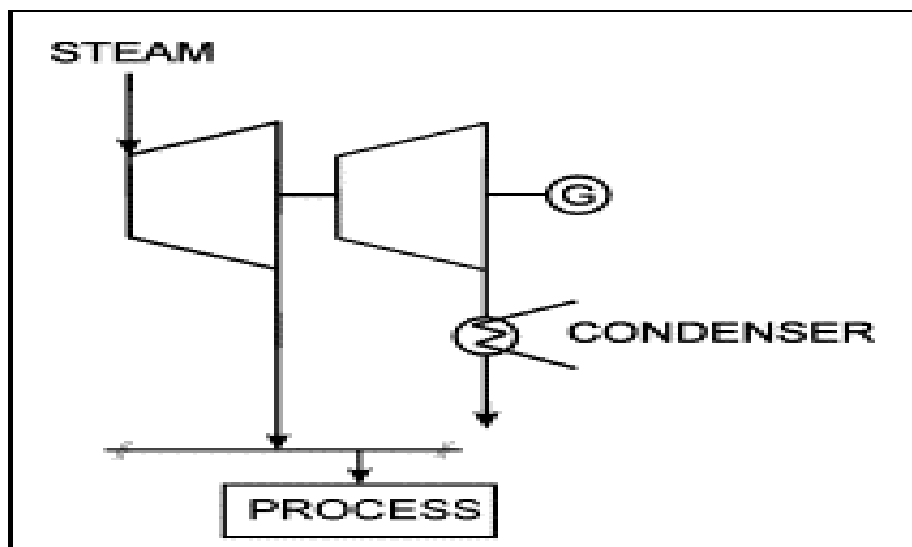
Τα κυριότερα είδη των συστημάτων ατμοστρόβιλου είναι:

➤ Ο ατμοστρόβιλος αντίθλιψης, ο οποίος έχει την απλούστερη μορφή και τον υψηλότερο βαθμό απόδοσης. Τροφοδοτείται με ατμό πίεσης 20 έως 100 bar και θερμοκρασίας 480 έως 540 °C και εξερχόμενος από το στρόβιλο έχει πίεση αντίθλιψης μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική (3 έως 20 bar). Αν και έχει υψηλές

αποδόσεις έχει καθορισμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας καθώς αυτή είναι στενά συνδεδεμένη με την απαιτούμενη θερμότητα.

➤ Ο ατμοστρόβιλος απομάστευσης, ο οποίος έχει μικρότερο βαθμό απόδοσης (περίπου 80%) σε σύγκριση με το σύστημα ατμοστροβίλου αντίθλιψης, ωστόσο, έχει τη δυνατότητα ρύθμισης του λόγου της ηλεκτρικής και της θερμικής παραγόμενης ισχύος μέχρι κάποιο εύρος, ανάλογα με τις ανάγκες. Ο όρος «απομάστευση» προκύπτει από το γεγονός ότι ένα μέρος του ατμού απομαστεύεται (εξέρχεται) από ενδιάμεσες βαθμίδες του στροβίλου και χρησιμοποιείται για άλλες θερμικές διεργασίες. Η υπόλοιπη διάταξη παραμένει ίδια.

Εικόνα 3.3: Απομάστευση σε μία βαθμίδα του στροβίλου



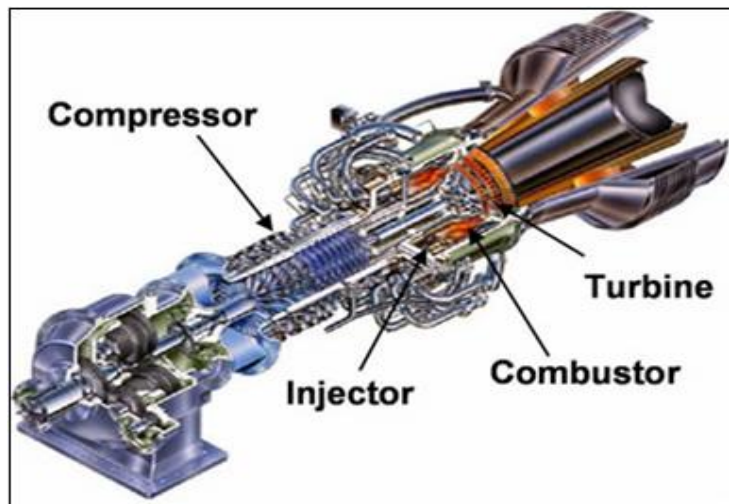
➤ Ο ατμοστρόβιλος σε κύκλο βάσεως έχει παρόμοια διάταξη με τα άλλα δύο συστήματα ατμοστροβίλου. Η διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι χρησιμοποιεί αέρια απόβλητα υψηλής θερμοκρασίας από διάφορες βιομηχανικές εφαρμογές (διυλιστήρια, εργοστάσια τσιμέντου, αλουμινίου κ.α.) για την παραγωγή του απαιτούμενου ατμού. Ωστόσο ο ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης του συστήματος είναι χαμηλός (5-15%).

3.4.2 Σύστημα αεροστροβίλου

Τα συστήματα αεροστροβίλου είναι επίσης μία από τις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες συμπαραγωγής, διότι παρουσιάζει μεγάλο εύρος ισχύος, από πολύ μικρές μονάδες μερικών kW μέχρι μεγάλες εγκαταστάσεις αρκετών MW. Η τεχνολογία στηρίζεται στον κύκλο Brayton (ή Joule) και στην

εκτόνωση καυσαερίων μεγάλης θερμοκρασίας στο στρόβιλο και ως αποτέλεσμα στην παραγωγή μηχανικού έργου (ή/και ηλεκτρικής ενέργειας). Εκτός από την παραγωγή ηλεκτρισμού και τη συμπαραγωγή, χρησιμοποιούνται ευρύτατα και για την κίνηση των αεροσκαφών.

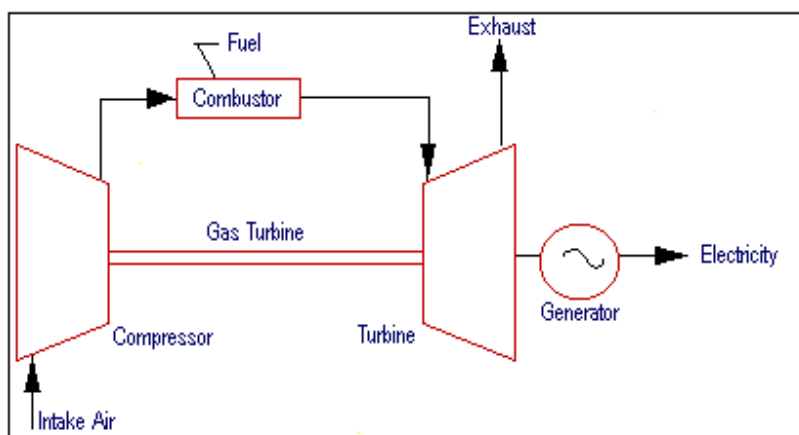
Εικόνα 3.4: Σχέδιο αεριοστρόβιλου



Τα συστήματα αυτά εμφανίζουν μικρότερες ολικές αποδόσεις (60 έως 80%) από τα συστήματα ατμοστρόβιλων, ωστόσο, είναι οικονομικότερα, έχουν εξίσου μεγάλη διαθεσιμότητα, υψηλότερο ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης (έως και 40%) και ευκολότερη προσαρμογή στη χρήση διαφορετικών καυσίμων και σε συνδυασμένους κύκλους. Χρησιμοποιούνται δύο κύριες διατάξεις συστημάτων αεριοστρόβιλου:

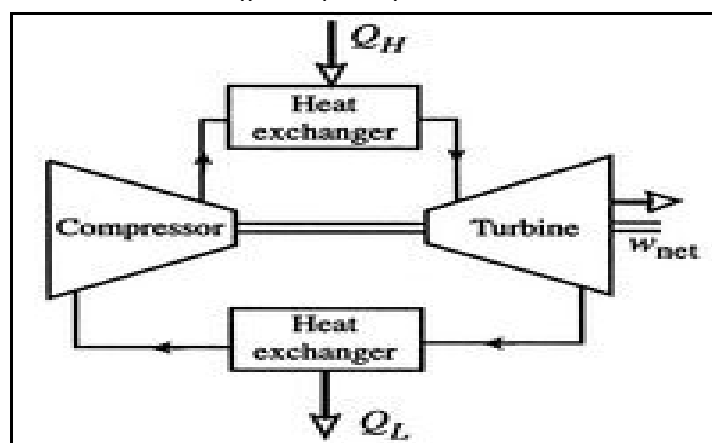
➤ Οι αεριοστρόβιλοι ανοιχτού κύκλου, οι οποίοι είναι καταλληλότεροι για συμπαραγωγή με μεγάλη παραγωγή θερμότητας, διότι τα καυσαέρια τους έχουν υψηλή θερμοκρασία που κυμαίνεται από 300 έως και 600 °C, μετά την έξοδο τους από το στρόβιλο. Μετά την εκτόνωση τους, τα καυσαέρια μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για διάφορες θερμικές διεργασίες της διαδικασίας (π.χ. αύξηση του θερμικού περιεχομένου των καυσαερίων), είτε σε κάποιον ανακομιστή θερμότητας αν πρόκειται για ένα σύστημα συνδυασμένου κύκλου. Τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται είναι κυρίως ορυκτά (φυσικό αέριο, πετρέλαιο ή παράγωγα του) αλλά και εναλλακτικά καύσιμα (βιοαέρια). Η ισχύς των συστημάτων αυτών κυμαίνεται σε ένα μεγάλο εύρος από 100kW έως 100MW, αλλά συνήθως προτιμώνται σε εφαρμογές μεσαίου μεγέθους, της τάξης των 10MW.

Εικόνα 3.5: Σύστημα αεριοστρόβιλου ανοιχτού κύκλου



➤ Οι αεριοστρόβιλοι κλειστού κύκλου έχουν καλύτερους ηλεκτρικούς βαθμούς απόδοσης και καλύτερη προσαρμογή στο είδος του καυσίμου, καθ' ότι το εργαζόμενο μέσο (αέρας ή ήλιο) δε συμμετέχει στην καύση και έτσι δεν προκύπτουν λειτουργικά προβλήματα στο στρόβιλο από τα προϊόντα της καύσης. Συνεπώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί σχεδόν οποιοδήποτε καύσιμο. Το σύστημα αποτελεί ένα κλειστό κύκλωμα, καθώς το εργαζόμενο μέσο μετά την εκτόνωσή του στο στρόβιλο και αφού ψυχθεί, δεν εξάγεται στην ατμόσφαιρα ή σε άλλες διεργασίες, αλλά επιστρέφει στο συμπιεστή για την έναρξη του νέου κύκλου. Η θερμότητα των καυσαερίων είναι μικρότερη από ότι στα συστήματα ανοιχτού κύκλου. Γι' αυτό το λόγο αν και παρουσιάζει αισθητά μεγαλύτερο ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης, ο ολικός είναι στα ίδια επίπεδα με τα συστήματα ανοιχτού κύκλου (60-80%). Τα συστήματα κλειστού κύκλου αν και είναι εξίσου αξιόπιστα, δεν είναι εξίσου διαδεδομένα μέχρι σήμερα, ωστόσο, αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά χρήση τους μελλοντικά.

Εικόνα 3.6: Σύστημα αεριοστρόβιλου κλειστού κύκλου



3.4.3 Συστήματα με μηχανές εσωτερικής καύσης

Μία από τις πιο ευρέως διαδεδομένες και περισσότερο αποδοτικές κύριες πηγές ενέργειας για συστήματα ΣΗΘ είναι η τεχνολογία των παλινδρομικών μηχανών ή μηχανών εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ). Περιλαμβάνει έναν κυλινδρικό θάλαμο καύσης κατά μήκος του οποίου κινείται ένα κατάλληλα εφαρμοσμένο έμβολο, εκμεταλλευόμενο την υψηλή ενθαλπία των καυσαερίων. Το έμβολο συνδέεται σε έναν στροφαλοφόρο άξονα που μετασχηματίζει τη γραμμική κίνηση του εμβόλου μέσα στον κύλινδρο σε περιστροφική κίνηση στο στροφαλοφόρο άξονα για την παραγωγή μηχανικού έργου. Η τεχνολογία μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα εύρος ισχύος που κυμαίνεται από 75kW έως 50MW, αν και πρακτικά δεν χρησιμοποιείται για μονάδες πολλών MW. Το μεγάλο πλεονέκτημα των μονάδων συμπαραγωγής μηχανών εσωτερικής καύσης είναι οι υψηλοί ηλεκτρικοί βαθμοί απόδοσής τους (35 έως και 50%). Ο ολικός βαθμός απόδοσης τους όμως δε διαφέρει σημαντικά από αυτόν των αεριοστροβίλων (60-80%). Οι μονάδες τους αν και απαιτούν μικρότερες δαπάνες εγκατάστασης, έχουν σχετικά μικρή διάρκεια ζωής (15-20 έτη) και μεγαλύτερο χρόνο συντήρησης (διαθεσιμότητα 85-90%).

Εικόνα 3.7: Σύστημα ΜΕΚ



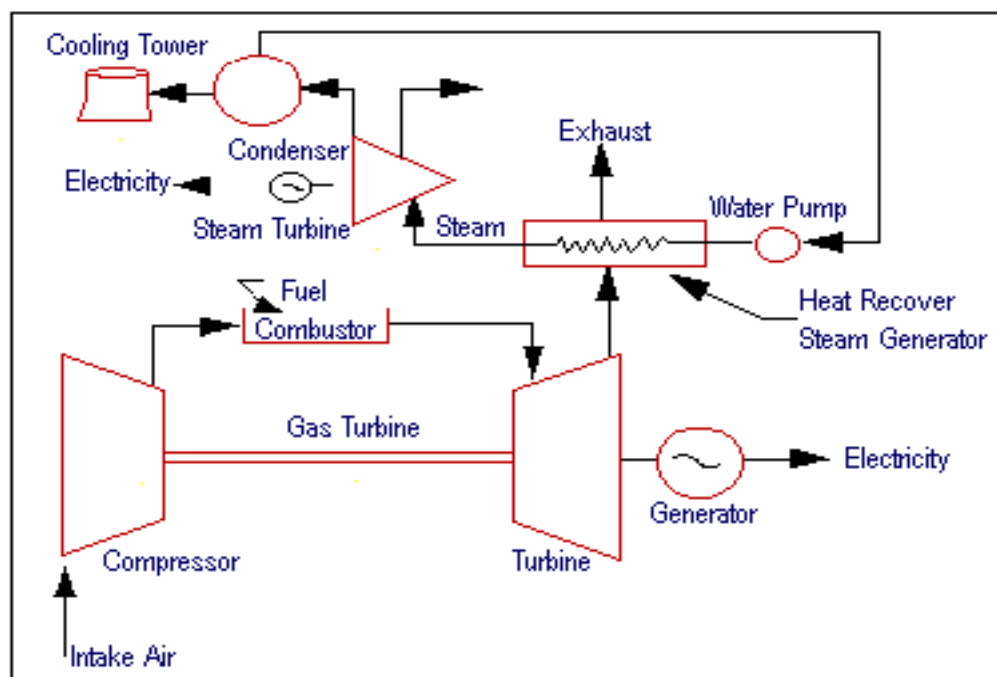
Διάφοροι τύποι αυτών των μηχανών είναι εμπορικά διαθέσιμοι ανάλογα και με το είδος ή το μέγεθος της εφαρμογής, αλλά δύο από αυτούς είναι οι κυριότεροι και έχουν περισσότερη σημασία σε εφαρμογές ηλεκτροπαραγωγής. Είναι οι τετράχρονοι μηχανές με σπινθηριστή που στηρίζονται στο θερμοδυναμικό κύκλο Otto και οι μηχανές ανάφλεξης με συμπίεση (θερμοδυναμικός κύκλος Diesel). Η κύρια διαφορά τους παρατηρείται στο είδος του καυσίμου. Οι πρώτες

χρησιμοποιούν βενζίνη, φυσικό αέριο ή άλλα βιοαέρια, ενώ οι δεύτερες κυρίως πετρέλαιο (ή biodiesel). Επιπλέον, μηχανές diesel δεν απαιτούν την ύπαρξη σπινθήρα για την έναρξη της καύσης αλλά η εκκίνηση πραγματοποιείται με ψεκασμό πετρελαίου κάτω από συνθήκες υψηλών πιέσεων.

3.4.4 Συστήματα συνδυασμένου κύκλου

Ένα σύστημα συνδυασμένου κύκλου συνίσταται από δύο επιμέρους συστήματα διαφορετικής τεχνολογίας με διαφορετικό θερμοδυναμικό κύκλο και θερμοκρασίες στα οποία ρέει το ίδιο εργαζόμενο μέσο. Το σύστημα κορυφής, που έχει την υψηλότερη θερμοκρασία, αποβάλλει θερμότητα προς το άλλο σύστημα (σύστημα βάσης) το οποίο την ανακτά και τη χρησιμοποιεί για να αυξήσει το βαθμό απόδοσής του. Τα πιο διαδεδομένα συστήματα συνδυασμένου κύκλου είναι εκείνα με συνδυασμό αεριοστροβίλου - ατμοστροβίλου (κύκλοι Joule και Rankine). Σε αυτές τις διατάξεις τα θερμά καυσαέρια στην έξοδο του αεριοστροβίλου χρησιμοποιούνται για την αύξηση του ενεργειακού περιεχομένου του ατμού ο οποίος τροφοδοτεί τον ατμοπαραγωγό και παράγει πρόσθετη ηλεκτρική ισχύ, αυξάνοντας τους βαθμούς απόδοσης. Άλλη διάταξη που εφαρμόζεται είναι ο συνδυασμός κύκλων diesel – Rankine, δηλαδή στον κύκλο του ατμοστροβίλου προστίθεται μια μηχανή εσωτερικής καύσης diesel.

Εικόνα 3.8 Τυπικό σύστημα συνδυασμένου κύκλου (Joule-Rankine)



Λόγω και της πολυπλοκότητας των εφαρμογών συνδυασμένων κύκλων, η διαθεσιμότητά τους είναι μικρότερη (75-85%), οι μονάδες τους πιο δαπανηρές ενώ και η διάρκεια ζωής τους κυμαίνεται από 15 έως 25 έτη. Ωστόσο, η συμπαραγωγή συνδυασμένου κύκλου εμφανίζει αισθητά μεγαλύτερους ολικούς βαθμούς απόδοσης (70-85%) και ειδικότερα σε μεσαίες και μεγάλες εγκαταστάσεις (από 5 έως 400MW).

3.4.5 Τυποποιημένες μονάδες παραγωγής

Η μαζική παραγωγή τυποποιημένων μονάδων σε μορφή πακέτου αναμένεται να δώσει μεγάλη ώθηση στη διάδοση της συμπαραγωγής. Αυτά τα «έτοιμα» μικρού μεγέθους συστήματα, με ισχύ από 10 έως 1000kW, χαρακτηρίζονται από την αξιοπιστία τους και από την τυποποιημένη και αυτοματοποιημένη λειτουργία τους χάρη στην οποία δεν απαιτείται εξειδικευμένη τεχνική παρακολούθηση. Επιπλέον, έχουν χαμηλό κόστος αγοράς, εγκατάστασης και συντήρησης. Ο ολικός βαθμός απόδοσης τους (60-80%) σχετίζεται με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται, η οποία συνήθως είναι κινητήρας diesel ή Otto για τις πιο μικρές μονάδες ή μονάδα μικρού αεριοστροβίλου για μεγαλύτερη ισχύ (άνω των 600kW). Τέλος ο ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης κυμαίνεται από 27 έως 35%.

3.5 ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Οι πρώτες μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού θερμότητας εμφανίστηκαν στην Ευρώπη και στις ΗΠΑ στα τέλη του 19^{ου} αιώνα. Οι πρώτες αυτές βιομηχανίες είχαν δικές τους μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με ατμολέβητα στρόβιλο και άνθρακα ως καύσιμο, ενώ πολλές από αυτές ήταν συμπαραγωγικές.

Στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη, εμφανίζεται σήμερα μεγάλη ανάπτυξη στην τεχνολογία της συμπαραγωγής με την κυρίαρχη χώρα να είναι σήμερα η Γερμανία με σχεδόν 57GW εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ (2006). Πρωτοπόρες όμως χώρες, με τη μεγαλύτερο ποσοστό συνεισφοράς της συμπαραγωγής στη συνολική παραγόμενη ενέργεια, είναι η Δανία, η Φιλανδία, και η Ολλανδία. Στον πίνακα 3.2 φαίνεται η συνολική ισχύς και συνεισφορά των μονάδων συμπαραγωγής των ευρωπαϊκών χωρών, ενώ στον πίνακα 3.3 η εξέλιξη στην ποσοστιαία συνεισφορά της συμπαραγωγής κάθε χώρας (πηγή: Eurostat).

Πίνακας 3.2: Συνολική ισχύς εγκαταστάσεων ΣΗΘ στις ευρωπαϊκές χώρες

	CHP electricity generation, TWh	Main activity producers	Auto- producers	Share of CHP in total electricity generation	CHP Electrical capacity, GW	CHP Heat production, PJ	Main activity producers	Auto- producers
European Union (EU-27)	366.3	:	:	10.9%	134.2	3107.2	:	:
Euro area	236.7	:	:	10.2%	92.8	1996.5	:	:
Belgium	7.44	67.3%	32.7%	8.7%	1.64	74.5	32.0%	68.0%
Bulgaria	2.77	81.6%	18.4%	6.0%	1.14	48.0	69.2%	30.8%
Czech Republic ^b	12.71	70.3%	29.7%	15.1%	4.87	143.2	60.5%	39.5%
Denmark	18.63	:	:	40.7%	5.70	117.2	:	:
Germany ^a	79.72	67.7%	32.3%	12.5%	56.33	646.5	56.5%	43.5%
Estonia ^c	1.04	89.3%	10.7%	10.7%	1.60	11.6	78.3%	21.7%
Ireland ^c	1.54	0.0%	100.0%	5.6%	0.26	10.0	0.0%	100.0%
Greece	1.05	20.0%	80.0%	1.7%	0.25	8.3	28.3%	71.7%
Spain	21.94	0.0%	100.0%	7.2%	3.87	188.8	0.0%	100.0%
France	18.42	45.3%	54.7%	3.2%	5.78	187.4	30.2%	69.8%
Italy	30.89	59.1%	40.9%	9.8%	6.24	208.3	39.6%	60.4%
Cyprus	0.01	0.0%	100.0%	0.3%	0.01	0.1	0.0%	100.0%
Latvia ^b	2.08	97.5%	2.5%	42.6%	0.59	12.1	99.6%	0.4%
Lithuania	1.78	90.6%	9.4%	14.3%	1.04	16.9	93.4%	6.6%
Luxembourg ^c	0.47	90.2%	9.8%	10.9%	0.11	2.7	:	:
Hungary	8.02	88.9%	11.1%	22.4%	1.98	46.9	80.8%	19.2%
Malta	0.00	-	-	0.0%	0.00	0.0	-	-
Netherlands	29.42	:	:	29.9%	7.69	219.9	:	:
Austria	10.24	47.8%	52.2%	16.1%	3.27	98.9	32.1%	67.9%
Poland	25.96	77.3%	22.7%	16.0%	8.47	264.6	60.5%	39.5%
Portugal	5.70	69.2%	30.8%	11.6%	1.10	63.3	51.7%	48.3%
Romania	11.30	91.8%	8.2%	18.0%	4.12	99.6	96.1%	3.9%
Slovenia	1.12	74.2%	25.8%	7.4%	0.35	13.5	50.9%	49.1%
Slovakia	8.66	70.4%	29.6%	27.6%	2.76	43.6	41.4%	58.6%
Finland	28.75	67.4%	32.6%	34.9%	5.91	274.5	49.8%	50.2%
Sweden	11.43	62.1%	37.9%	8.0%	3.74	141.5	49.9%	50.1%
United Kingdom	25.21	9.8%	90.2%	6.3%	5.45	165.5	8.0%	92.0%
Turkey ^a	7.71	29.2%	70.8%	4.4%	4.04	94.2	20.1%	79.9%
Norway	0.09	100.0%	0.0%	0.1%	:	3.6	100.0%	0.0%
Iceland ^c	1.43	100.0%	0.0%	14.4%	0.17	8.7	100.0%	0.0%

Πηγή: Eurostat 2006

Πίνακας 3.3: Ποσοστό % της συνεισφοράς των ΣΗΘ στη συνολική ηλεκτρική παραγωγή

	1996	1997	1998	2000	2002	2004	2006	2007	2008	2009	2010
EU (27 countries)	:	:	:	:	:	10.5	10.9	10.9	11	11.4	11.7
EU (25 countries)	:	:	:	:	9.9	10.2	10.8	10.9	11	11.5	11.8
EU (15 countries)	9.4	10.1	10.9	9.6	9.2	9.5	10.1	10.3	10.3	11	11.4
Belgium	3.9	3.9	4.1	6.5	7.5	8.4	8.7	12.5	:	14.5	16.0
Bulgaria	:	:	:	:	:	7.3	6	9.4	10	9.4	8.0
Czech Republic	:	:	:	:	17.1	16.4	15.1	13	14.2	13.4	14.2
Denmark	54.6	59.9	62.3	52.6	49.1	50	40.7	42.8	46.1	45.3	49.2
Germany	6.8	6.7	7.5	10.6	9.8	9.3	12.5	12.2	12.5	13	13.2
Estonia	:	:	:	:	11	9.9	10.7	7.2	8.6	9.2	10.3
Ireland	1.9	2.3	1.9	2.4	2.5	2.6	5.6	6.3	6.2	6.3	6.7
Greece	2.1	2.2	2.1	2.1	1.9	1.5	1.7	1.6	1.9	3	4.3
Spain	7.7	9.8	11.2	9.2	7.8	7.9	7.2	7.1	7	7.5	7.4
France	1.9	2.1	2.5	3	4	4.1	3.2	3.2	3.1	4.3	2.8
Italy	12.9	16	17.3	8.3	7.4	8.1	9.8	10.3	9.5	10.2	11.5
Cyprus	0	0	0	0	0	0	0.3	0.3	0.3	0.4	1.0
Latvia	:	:	:	:	37.5	32	42.6	40.9	33.6	19.7	45.0
Lithuania	:	:	:	:	9.7	11.6	14.3	13.2	12.7	13.9	34.6
Luxembourg	:	9.5	22.5	17.7	7.9	10.6	10.9	9.9	11.9	10.1	9.6
Hungary	:	:	:	:	21.5	18.2	22.4	21.4	21.1	20.5	19.6
Malta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Netherlands	42.7	47.9	52.6	37.6	29.9	29.5	29.9	30.1	33.6	32.1	33.2
Austria	24.7	24.7	24.8	10.4	13.6	15.2	16.1	15.6	15.3	13.2	15.4
Poland	:	:	:	:	16	17	16	17.3	16.9	17.2	17.6
Portugal	8.2	8.6	8.4	10	10	11	11.6	12.3	11.9	11	11.8
Romania	:	:	:	:	:	26.4	18	10.7	9.6	10.8	10.8
Slovenia	:	:	:	:	5.9	6.4	7.4	7.2	6.7	6.2	6.9
Slovakia	:	:	:	:	17.5	15.3	27.6	25.6	24	19.2	15.9
Finland	32.5	33.3	35.8	36.4	38	34	34.9	34.4	35.6	35.8	36.2
Sweden	7.3	6.2	6	5.9	6.8	8.1	8	8.2	9.6	10.5	12.5
United Kingdom	4.3	4.9	5.2	6.1	5.4	6.7	6.3	6.4	6.4	6.5	6.2
Iceland	:	:	:	:	:	:	14.4	14.4	:	:	:
Norway	:	:	:	:	:	:	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Croatia	:	:	:	:	:	:	:	:	:	12.7	14.3
Turkey	:	:	:	:	:	4	4.4	4.6	4.2	3,8	3,8

Πηγή: Eurostat

Στην Ελλάδα η συμπαραγωγή ξεκίνησε στις αρχές του 20^{ου} αιώνα στο Βόλο για της ανάγκες της κεραμοποιίας Τσαλαπάτα. Ουσιαστικά όμως η δημιουργία μεγάλων βιομηχανικών μονάδων συμπαραγωγής ξεκίνησε τη δεκαετία του '70 και άρχισε να αναπτύσσεται ταχύτερα τα τελευταία 30 έτη μετά και την άφιξη του φυσικού αερίου στην Ελλάδα. Ωστόσο, ακόμα η παραγωγή είναι βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα σε σύγκριση με την υπόλοιπη Ευρώπη. Μόλις το 4,3% (2010) της συνολικά παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα προέρχεται από συμπαραγωγή, πολύ μικρό σε σύγκριση με το 11,8% που αποτελεί και το μέσο όρο στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Η συμπαραγωγή στην Ελλάδα έχει εφαρμοστεί σε μεγάλες βιομηχανίες (ζάχαρης, χαρτοποιίας, χαλυβουργίας, αλουμινίου κ.α.), σε περιπτώσεις τηλεθέρμανσης (Κοζάνη, Πτολεμαΐδα) και σε διάφορους τομείς του τριτογενούς τομέα (μεγάλα κτίρια, νοσοκομεία, ξενοδοχεία κ.α.). Μεγάλη ζήτηση εμφανίζεται σε όλους τους τομείς και πολλά έργα αυτή τη στιγμή βρίσκονται στην διάρκεια των διαδικασιών αδειοδότησης ή εγκατάστασης. Στους πίνακες 3.4 και 3.5 παρατίθενται οι υπάρχουσες εγκαταστάσεις συμπαραγωγής στην Ελλάδα με βάση το έργο για την «Εκτίμηση του εθνικού δυναμικού της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού

και θερμότητας στην Ελλάδα» που πραγματοποιήθηκε από το Υπουργείο Ανάπτυξης (Νοέμβριος 2008).

Πίνακας 3.4: Υπάρχουσες εγκαταστάσεις ΣΗΘ στην Ελλάδα

	ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ	Τοποθεσία	Κατηγορία Δραστηριότητας	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΕΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	Ηλεκτρική Ισχύς (MW)	Θερμική Ισχύς (MWth)
1	Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης-Λάρισα, μον. 1&2	Λάρισα	Βιομηχανία τροφίμων και ποτών	Ατμοστρόβιλος αντίθλιψης (διαφορικής πίεσης – backpressure steamturbine)	Φυσικό Αέριο	1961	5,00	24,00
2	Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης Πλατύ, μον. 1- 2	Πλατύ	Βιομηχανία τροφίμων και ποτών	Ατμοστρόβιλος αντίθλιψης (διαφορικής πίεσης – backpressure steamturbine)	Φυσικό Αέριο	1962	12,00	53,30
3	Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης Σέρρες, μον. 1-2	Σέρρες	Βιομηχανία τροφίμων και ποτών	Ατμοστρόβιλος αντίθλιψης (διαφορικής πίεσης – backpressure steamturbine)	Φυσικό Αέριο	1962	6,00	25,70
4	Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης-Ξάνθη	Ξάνθη	Βιομηχανία τροφίμων και ποτών	Ατμοστρόβιλος αντίθλιψης (διαφορικής πίεσης – backpressure steamturbine)	Φυσικό Αέριο	1972	16,00	51,40
5	Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης-Λάρισα, μον. 3	Λάρισα	Βιομηχανία τροφίμων και ποτών	Ατμοστρόβιλος αντίθλιψης (διαφορικής πίεσης – backpressure steamturbine)	Φυσικό Αέριο	1972	7,00	37,00
6	Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης Ορτυσιάδα, μον 1-2	Ορτυσιάδα	Βιομηχανία τροφίμων και ποτών	Ατμοστρόβιλος αντίθλιψης (διαφορικής πίεσης – backpressure steamturbine)	Μαζούτ	1974	10,00	51,40
7	Αλουμίνιο της ΕΛΛΑΔΟΣ, μον. 1	Δίσταρο Βοιωτίας	Εξόρυξη μεταλλικών μεταλλευμάτων	Ατμοστρόβιλος αντίθλιψης (διαφορικής πίεσης – backpressure steamturbine)	Μαζούτ	1981	3,70	17,51
8	Αλουμίνιο της ΕΛΛΑΔΟΣ, μον. 2	Δίσταρο Βοιωτίας	Εξόρυξη μεταλλικών μεταλλευμάτων	Ατμοστρόβιλος αντίθλιψης (διαφορικής πίεσης – backpressure steamturbine)	Μαζούτ	1981	7,90	33,67
9	ΕΛΠΕ	Ασπρόπυργος	Παραγωγή προϊόντων διύλισης πετρελαίου	Συνδυασμένος κύκλος με ανάκτηση θερμότητας	Αέριο δυσληπτηρίου μαζούτ, πετρέλαιο	1990	50,00	50,10
10	ΚΑΒΑΛΑ ΟΙΛ	Καβάλα	Παραγωγή προϊόντων διύλισης πετρελαίου	Συνδυασμένος κύκλος με ανάκτηση θερμότητας	Φυσικό Αέριο	1995	17,67	11,00
11	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΦΩΣΦΩΡΙΚΩΝ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ	Καβάλα	Παραγωγή βασικών χημικών προϊόντων	Ατμοστρόβιλος αντίθλιψης (διαφορικής πίεσης – backpressure steamturbine)	Φυσικό Αέριο	1997	21,26	
12	Motor Oil μον. 1&2	Κόρινθος	Παραγωγή προϊόντων διύλισης πετρελαίου	Αεριοστρόβιλος με ανάκτηση θερμότητας	Καύσιμο Δυσληπτηρίων	1997	32,10	47,10
13	ΑΜΥΛΟ ΑΕ (Tate & Lyle), μον. Κίνταυρος	Θεσσαλονίκη	Βιομηχανία τροφίμων και ποτών	Αεριοστρόβιλος με ανάκτηση θερμότητας	Φυσικό Αέριο	1999	4,50	11,26
14	Εχαλο ΑΕ (ΒΙΟΚΑΡΠΕΤ)	Λάρισα	Παραγωγή κλιμαστοφαινοϋργικών υλών	Μηχανής Εσωτερικής Καύσης	Φυσικό Αέριο	2000	2,72	3,60
15	ΕΥΔΑΠ	Ψυτάλεια	Συλλογή, καθαρισμός και διανομή νερού	Μηχανής Εσωτερικής Καύσης	Βιοαέριο	2001	7,10	9,60
16	Μαίλης	Οινόφυτα Βοιωτίας	Εξόρυξη μεταλλικών μεταλλευμάτων	Μηχανής Εσωτερικής Καύσης	Φυσικό Αέριο	2001	2,10	3,00
17	Κοθάλης	Θεσσαλονίκη	Κατασκευή άλλων προϊόντων από μη μεταλλικά ορυκτά	Αεριοστρόβιλος με ανάκτηση θερμότητας	Φυσικό Αέριο	2001	1,10	3,68
18	Motor Oil μον. 3	Κόρινθος	Παραγωγή προϊόντων διύλισης πετρελαίου	Αεριοστρόβιλος με ανάκτηση θερμότητας	Καύσιμο Δυσληπτηρίων	2002	17,00	25,02
19	ΓΕΝΕΣΙΣ ΜΑΙΕΥΤΙΚΗ ΓΥΝΑΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΑΕ	ΘΕΣΣ/ΝΙΚΗ	Νοσοκομειακές δραστηριότητες	Μηχανής Εσωτερικής Καύσης	ΦΑ	2006	0,75	0,89
20	ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ	ΑΘΗΝΑ	Τριτοβάθμια ανώτατη εκπαίδευση (Α.Ε.Ι.)	Μηχανής Εσωτερικής Καύσης	ΦΑ	2006	2,72	3,09
21	ΜΟΤΟΡ ΟΙΛ (ΕΛΜΑΣ) ΑΕ	ΑΓ. ΘΕΟΔ.	Παραγωγή προϊόντων διύλισης πετρελαίου	Αεριοστρόβιλος με ανάκτηση θερμότητας	ΥΠΟΠΑΡΑΓΩΓΑ	2006	17,00	26,00
22	ΕΛΦΙΚΟ ΑΕΕ	ΣΧΗΜ.ΒΟΙΩΤΙΑΣ	Παραγωγή κλιμαστοφαινοϋργικών υλών	Μηχανής Εσωτερικής Καύσης	ΦΑ	2007	1,20	1,40
23	ΑΓΚΡΙΤΕΧ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΕ	ΗΜΑΘΙΑ	Καλλιέργεια λαχανικών και κηπευτικών θερμοκηπίων	Μηχανής Εσωτερικής Καύσης	ΦΑ	2007	4,97	6,10
24	ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ ΔΡΑΜΑΣ ΑΕ	ΔΡΑΜΑ	Καλλιέργεια λαχανικών και κηπευτικών θερμοκηπίων	Μηχανής Εσωτερικής Καύσης	ΦΑ	2007	4,80	4,90
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΚΑΙ ΤΟΝ ΤΡΙΤΟΓΕΝΗ ΤΟΜΕΑ							255,00	500,00

Πηγή: Υπουργείο Ανάπτυξης (2008)

Πίνακας 3.5: Υπάρχουσες εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης (ΣΗΘ) στην Ελλάδα

1	ΔΕΗ, ΑΗΣ ΛΙΠΤΟΛ	Πτολεμαίδα	Παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, φυσικού αερίου, ατμού και ζεστού νερού	Ατμοστρόβιλος αντίθλιψης (διαφορικής πίεσης – backpressure steamturbine)	Λιγνίτης, Μπρικόιτες, Πετρέλαιο	1959	10,00	56,00
2	ΔΕΗ, ΑΗΣ Πτολεμαίδας, μον.3	Πτολεμαίδα	Παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, φυσικού αερίου, ατμού και ζεστού νερού	Ατμοστρόβιλος απομάστευσης – συμπύκνωσης με ανάκτηση θερμότητας	Λιγνίτης, Πετρέλαιο	1993	125,00	50,00
3	ΔΕΗ, ΑΗΣ Αγ. Δημητρ, μον.3	Κοζάνη	Παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, φυσικού αερίου, ατμού και ζεστού νερού	Ατμοστρόβιλος απομάστευσης – συμπύκνωσης με ανάκτηση θερμότητας	Λιγνίτης	1994	310,00	70,00
4	ΔΕΗ, ΑΗΣ Αγ. Δημητρ, μον.4	Κοζάνη	Παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, φυσικού αερίου, ατμού και ζεστού νερού	Ατμοστρόβιλος απομάστευσης – συμπύκνωσης με ανάκτηση θερμότητας	Λιγνίτης	1994	310,00	70,00
5	ΔΕΗ, ΑΗΣ Αγ. Δημητρ, μον.5	Κοζάνη	Παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, φυσικού αερίου, ατμού και ζεστού νερού	Ατμοστρόβιλος απομάστευσης – συμπύκνωσης με ανάκτηση θερμότητας	Λιγνίτης	1999	375,00	70,00

Πηγή: Υπουργείο Ανάπτυξης (2008)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

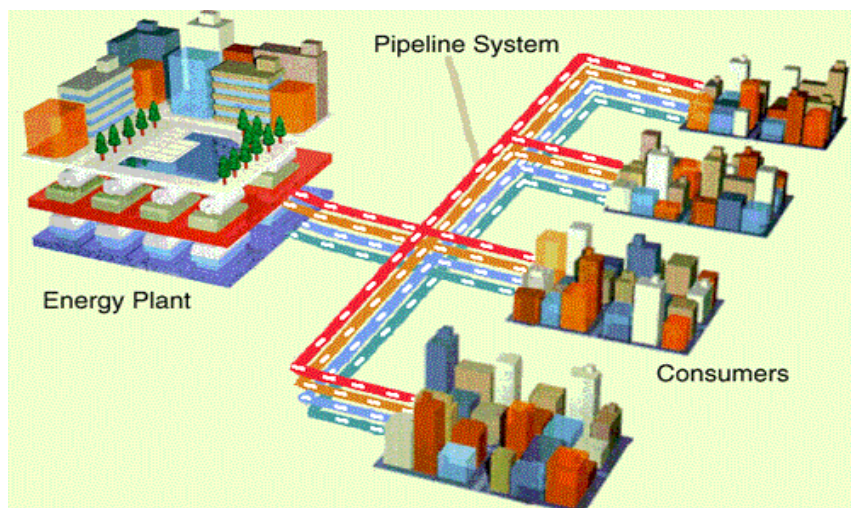
ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ

4.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Η τηλεθέρμανση αποτελεί σήμερα μία από τις πιο σύγχρονες και ολοένα εξελισσόμενες εφαρμογές παραγωγής θερμικής ενέργειας και συμπαραγωγής. Παρόλο που αποτελεί γνωστή τεχνολογία από τον προηγούμενο αιώνα, τα τελευταία χρόνια έχει αποκτήσει ιδιαίτερη σημασία ως δίκτυο μεταφοράς και διανομής θερμικής ενέργειας. Ως τηλεθέρμανση ορίζεται η παροχή θερμού νερού μέσω ενός ειδικού δικτύου αγωγών μεταφοράς, από μία ή περισσότερες εγκαταστάσεις παραγωγής θερμότητας, για την κάλυψη θερμικών αναγκών σε ένα σύνολο κτιρίων. Η παραγόμενη θερμότητα μπορεί να προέρχεται από μία ή περισσότερες εγκαταστάσεις παραγωγής θερμότητας ή και από εγκαταστάσεις συμπαραγωγής ηλεκτρισμού-θερμότητας. Οι θερμικές ανάγκες περιλαμβάνουν την εσωτερική θέρμανση των κτιρίων ή και την εξασφάλιση ζεστού νερού για οικιακή χρήση. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η τηλεθέρμανση προορίζεται για βιομηχανική ή γεωργική χρήση, οπότε και έχει μικρότερες απαιτήσεις, εφόσον αυτά απαιτούν χαμηλότερες θερμοκρασίες.

Ένα σύστημα τηλεθέρμανσης διαφέρει από τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης κτιρίων καθώς δεν απαιτεί εγκατάσταση παραγωγής θερμότητας σε κάθε κτίριο, αλλά υπάρχει μία μεγάλη κεντρική εγκατάσταση για ένα σύνολο κτιρίων. Η μεταφορά της θερμότητας γίνεται με θερμό νερό ή ατμό, μέσω εγκατάστασης ενός συστήματος αγωγών διανομής. Η θερμότητα παράγεται με καύση ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, λιγνίτης, κ.α.), εναλλακτικών καυσίμων (πηγές βιομάζας) ή από άλλες μορφές ανανεώσιμων πηγών (ηλιακή ενέργεια, γεωθερμία).

Εικόνα 4.1: Σχέδιο ενός συστήματος τηλεθέρμανσης



4.2 ΚΥΡΙΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα τηλεθέρμανσης περιλαμβάνει τη μονάδα παραγωγής θερμότητας, το σύστημα μεταφοράς και διανομής της θερμότητας στους καταναλωτές, τους υποσταθμούς των κτιριακών εγκαταστάσεων των καταναλωτών και τους λοιπούς εξοπλισμούς.

4.2.1 Μονάδα παραγωγής θερμότητας

Στο σταθμό παραγωγής θερμότητας πραγματοποιείται η απαιτούμενη διαδικασία για την παραγωγή της ζητούμενης ενέργειας. Ενδέχεται να είναι ένας κεντρικός σταθμός ή και περισσότεροι που συνδέονται κατάλληλα μεταξύ τους, ανάλογα με τη ζήτηση και το σχεδιασμό του συστήματος. Η παραγόμενη θερμότητα μπορεί να προέρχεται είτε από απλή παραγωγή θερμότητας, είτε από συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, που είναι και η πιο διαδεδομένη τεχνολογία στις σύγχρονες εφαρμογές τηλεθέρμανσης. Ο σταθμός μπορεί να είναι εγκατεστημένος είτε σε κοντινή είτε σε μακρινή απόσταση από την πόλη ή τον οικισμό για τον οποίο προορίζεται η τηλεθέρμανση.

Εικόνα 4.2: Μονάδα παραγωγής θερμότητας



Στη μονάδα παραγωγής είναι εγκατεστημένος όλος ο απαιτούμενος εξοπλισμός της παραγωγικής διαδικασίας. Η ποσότητα και το είδος του εξοπλισμού που περιλαμβάνει η εγκατάσταση εξαρτάται από την τεχνολογία που εφαρμόζεται και από το μέγεθος και το είδος της παραγωγής και της απαιτούμενης ζήτησης (θέρμανση, ψύξη, θερμό νερό χρήσης). Μπορούν να περιλαμβάνονται δηλαδή οι καυστήρες, οι λέβητες, οι εναλλάκτες θερμότητας, οι στρόβιλοι, οι αντλίες, οι

καπνοδόχοι, οι ΜΕΚ, τα συστήματα επεξεργασίας καυσίμου ή νερού, οι χώροι καθαρισμού των απαερίων κ.α. Οι κυριότερες πηγές θερμότητας που χρησιμοποιούνται είναι η παραγωγή ατμού με καύση φυσικού αερίου ή καυσίμων από βιομάζα (ξυλεία, γεωργικά ή δασικά υπολείμματα, βιομηχανικά απόβλητα, ενεργειακές καλλιέργειες) και η συμπαραγωγή με ηλιακή ενέργεια, γεωθερμία ή πυρηνική ενέργεια. Για παράδειγμα, σε μία μονάδα παραγωγής σχεδιασμένη για να παρέχει θέρμανση και ψύξη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας λέβητας παραγωγής θερμού νερού (ή ατμού) και ένας αεριοστρόβιλος ή ατμοστρόβιλος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνδεδεμένος με κατάλληλη ψυκτική διάταξη.

4.2.2 Σύστημα μεταφοράς και διανομής της θερμότητας

Το τμήμα αυτό αναλαμβάνει τη μεταφορά του θερμού (ή υπέρθερμου) νερού ή ατμού που παράγεται στη μονάδα παραγωγής, στις πηγές κατανάλωσης. Αποτελείται από μονωμένους συνήθως χαλύβδινους αγωγούς, κατάλληλα συνδεδεμένοι μεταξύ τους σε δίκτυο. Είναι διατεταγμένοι σε ζευγάρια, ένας για τη γραμμή τροφοδοσίας του νερού και ένας για την επιστροφή του. Το σύστημα επίσης περιλαμβάνει και εγκατάσταση αντλιών για την κυκλοφορία του νερού. Οι αγωγοί είναι εγκατεστημένοι υπογείως αλλά σε μερικές περιπτώσεις και για λόγους πρακτικής ή οικονομίας βρίσκονται στην επιφάνεια του εδάφους. Είναι ιδιαίτερα ανθεκτικοί, καθώς ο χάλυβας από τον οποίο κατά κύριο λόγο κατασκευάζονται αντέχει σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες, έως και 140 °C. Το μέγεθος και το κόστος των αγωγών και της μόνωσης τους εξαρτάται από το είδος του εργαζόμενου μέσου και την απαιτούμενη παροχή και πίεση.

Το εργαζόμενο μέσο που χρησιμοποιείται είναι θερμό νερό (η υπέρθερμο νερό), κατάλληλο για θέρμανση κτιρίων. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις, που απαιτείται και βιομηχανική χρήση της θερμότητας, χρησιμοποιείται και ο ατμός, ο οποίος αν και έχει μεγαλύτερες απώλειες θερμότητας, είναι καταλληλότερος για τέτοιου είδους διεργασίες, καθώς εμφανίζει υψηλότερες θερμοκρασίες. Ένα σύστημα θερμού νερού όμως μπορεί να κυκλοφορήσει πολύ μεγαλύτερη μάζα (έως και 10 φορές) από το αντίστοιχο του ατμού και σε παρόμοια θερμική ικανότητα. Τα συστήματα θερμού νερού χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τη θερμοκρασία τους:

- Στα συστήματα «υψηλής θερμοκρασίας», με θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 175 °C

- στα συστήματα «μεσαίας θερμοκρασίας», με θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 120 έως και 175 °C
 - και στα συστήματα «χαμηλής θερμοκρασίας», με θερμοκρασίες μέχρι 120 °C.
- Στην περίπτωση που το εργαζόμενο μέσο είναι ατμός, το σύστημα μπορεί να είναι είτε «χαμηλής θερμοκρασίας» (με θερμοκρασία μεγαλύτερη από 120 °C), είτε «υψηλής θερμοκρασίας» (πάνω από 120 °C).

Εικόνα 4.3: Δίκτυο αγωγών τηλεθέρμανσης



4.2.3 Υποσταθμοί και κτιριακές εγκαταστάσεις

Οι υποσταθμοί των κτιρίων αναλαμβάνουν τη σύνδεση του συστήματος μεταφοράς και διανομής θερμότητας με τους καταναλωτές. Περιλαμβάνουν το μηχανοστάσιο, το σταθμό απόδοσης θερμότητας και τον υπόλοιπο πιθανό εξοπλισμό (εναλλάκτης θερμότητας, συσκευή ελέγχου και ρύθμισης της θερμοκρασίας και της ροής, συσκευές μέτρησης πίεσης και θερμοκρασίας). Το μέγεθος και το είδος του υποσταθμού ενδέχεται να διαφέρει από κτίριο σε κτίριο και εξαρτάται από τις ανάγκες του καταναλωτή, τη θερμική απόδοση του κτιρίου, το είδος της εγκατάστασης θέρμανσης και την ένταση της ροής του κόμβου του δικτύου και τον τύπο της σύνδεσης. Η σύνδεση μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε άμεσα, όπου ο φορέας θερμότητας κυκλοφορεί και στο δίκτυο σωληνώσεων του καταναλωτή, είτε έμμεσα μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας. Ο πρώτος τύπος σύνδεσης είναι οικονομικότερος, όμως ο δεύτερος είναι πιο αξιόπιστος, διότι είναι ανεξάρτητος από το νερό του δικτύου τηλεθέρμανσης και δεν απαιτεί έλεγχο στην πίεση και την ποιότητα του νερού.

Εικόνα 4.4: Τυπικός θερμικός υποσταθμός καταναλωτή



4.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Τα πλεονεκτήματα των συστημάτων τηλεθέρμανσης σε σύγκριση με τα συστήματα αυτόνομης θέρμανσης αφορούν κυρίως το μειωμένο κόστος, τη μεγαλύτερη εξοικονόμηση καυσίμου και τα σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη που προκύπτουν. Τα σημαντικότερα από αυτά είναι:

- ◆ Ο υψηλότερος βαθμός εκμετάλλευσης του καυσίμου. Οι μεγάλοι σταθμοί θερμικής παραγωγής ή συμπαραγωγής έχουν πολύ μεγαλύτερη απόδοση (75 με 90%), σε σχέση με τους μεμονωμένους σταθμούς παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας (40 με 50%).
- ◆ Οι μεγαλύτεροι βαθμός απόδοσης που εμφανίζουν. Ο βαθμός απόδοσης ενός κεντρικού σταθμού παραγωγής θερμότητας είναι υψηλότερος από ότι σε πολλούς μικρούς μεμονωμένους. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στον κεντρικό σταθμό συχνά υπάρχουν πολλοί λέβητες, οι οποίοι μπαίνουν σε λειτουργία σταδιακά ανάλογα με τη ζήτηση και λειτουργούν συνήθως στο μέγιστο της ισχύος τους.
- ◆ Το μεγαλύτερο εύρος κατάλληλων καυσίμων. Οι μικρές μονάδες αυτόνομης θέρμανσης είναι συνήθως σχεδιασμένες για ένα μόνο τύπο καυσίμου (κυρίως πετρέλαιο), ενώ οι μεγαλύτερες μονάδες σχεδιάζονται για περισσότερα. Μια μεγάλη θερμική μονάδα μπορεί να σχεδιαστεί για να χρησιμοποιεί φυσικό αέριο, βιοκαύσιμο ή και πετρέλαιο.
- ◆ Η μείωση του κόστους συντήρησης των εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης στα μεμονωμένα κτίρια, αφού δεν απαιτείται λέβητας. Ταυτόχρονα, γίνεται

εξοικονόμηση χώρων στα κτίρια λόγω της κατάργησης του λέβητα, της δεξαμενής καυσίμου και της καπνοδόχου, ενώ, το προσωπικό που απασχολείται με τη λειτουργία και συντήρηση των συστημάτων μπορεί επίσης να μειωθεί

- ◆ Η κατάργηση της μεμονωμένης μεταφοράς καυσίμων στα κτίρια. Η παραγωγική διαδικασία της θερμότητας πραγματοποιείται εξολοκλήρου στην κεντρική εγκατάσταση.
- ◆ Η μεγαλύτερη ασφάλεια και αξιοπιστία καθώς η μη χρήση λέβητα στο μηχανοστάσιο εξαλείφει πρακτικά τον κίνδυνο πυρκαγιάς ή άλλων ατυχημάτων.
- ◆ Η ελάττωση των θορύβων εντός του κτιρίου και εντός της πόλης (ή οικισμού) από τη λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης.
- ◆ Η αξιοπιστία παροχής ενέργειας, από την ύπαρξη εφεδρικών λεβήτων, σε σύγκριση με ένα κτίριο αυτόνομης θέρμανσης και μία πιθανή βλάβη του λέβητα.
- ◆ Οι μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, διοξειδίου του θείου, οξειδίων του αζώτου και αιωρούμενων σωματιδίων που συντελούν στη βελτίωση της ποιότητας της ατμόσφαιρας.
- ◆ Η δυνατότητα κεντρικού ελέγχου των ρύπων, ιδιαίτερα του διοξειδίου του θείου (SO₂) και των οξειδίων του αζώτου (NO_x) των καυσαερίων

4.4 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

4.4.1 Τηλεθέρμανση στην Ευρώπη

Τα δίκτυα τηλεθέρμανσης εμφανίζονται σε μεγάλη κλίμακα μετά το τέλος του 2^{ου} παγκοσμίου πολέμου, σε διάφορες μεγάλες πόλεις της βόρειας Ευρώπης, από σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και μέσα από ένα δίκτυο σωληνώσεων. Ωστόσο, η τηλεθέρμανση σε πιο απλή μορφή έχει τις καταβολές της από το Μεσαίωνα, με εφαρμογές παραγωγής θερμού νερού χρήσης σε μεγάλα κτηριακά συγκροτήματα (π.χ. παλάτια) στη Γαλλία, την Αγγλία και τη Ρωσία. Το πρώτο ουσιαστικά ολοκληρωμένο και εμπορικά επιτυχημένο σύστημα τηλεθέρμανσης ατμού πραγματοποιήθηκε στο Lockport της Νέας Υόρκης το 1877, από το μηχανικό Birdsill Holly. Έκτοτε ξεκίνησε η εμπορική ανάπτυξη των συστημάτων τηλεθέρμανσης και τις τελευταίες τρεις δεκαετίες, ύστερα και από την πετρελαϊκή κρίση της δεκαετίας του 70, άρχισε να αναπτύσσεται ταχύτατα.

Πρωτοπόρες χώρες στην ανάπτυξη αναδεικνύονται η Δανία, η Φιλανδία, η Σουηδία και η Εσθονία με πολύ μεγάλα ποσοστά πληθυσμού που εξυπηρετούνται από συστήματα τηλεθέρμανσης, 61%, 49%, 42% και 53% επί του συνολικού πληθυσμού αντίστοιχα. Σημαντικό χαρακτηριστικό αυτών των χωρών είναι ότι σε πολλές πόλεις τους η κάλυψη φτάνει και το 90% του πληθυσμού. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η Κοπεγχάγη, στην οποία θερμαίνονται μέσω δικτύου τηλεθέρμανσης πάνω από 275.000 νοικοκυριά στην κεντρική Κοπεγχάγη (περίπου 95% του πληθυσμού της περιοχής). Ωστόσο, μεγαλύτερη συνολική ισχύ σε εφαρμογές τηλεθέρμανσης εμφανίζουν σήμερα η Ρωσία (541GW_{th}), η Κίνα (286GW_{th}), οι ΗΠΑ (88GW_{th}) και η Πολωνία (59,7GW_{th}), αν και κάποιες από αυτές βρίσκονται ακόμα σε χαμηλά επίπεδα στα πληθυσμιακά ποσοστά τηλεθέρμανσης (π.χ. στις ΗΠΑ με ποσοστό μικρότερο από 1% επί του συνολικού πληθυσμού της). Βέβαια, η διείσδυση των συστημάτων τηλεθέρμανσης σε κάθε χώρα εξαρτάται και από την πιθανή ύπαρξη εναλλακτικών μορφών παραγωγής θερμότητας. Στους πίνακες 4.1 και 4.2 παρατίθενται στοιχεία διαφόρων χωρών για την αποδιδόμενη θερμότητα μέσω τηλεθέρμανσης και το ποσοστό διείσδυσης των συστημάτων επί του συνολικού πληθυσμού. (Πηγές: Euroheat & Power και Ecoheat4EU)

Πίνακας 4.1: Ετήσια παραγόμενη ενέργεια για τηλεθέρμανση και εγκατεστημένη ισχύς

Χώρα	Παραγόμενη θερμότητα για τηλεθέρμανση (TJ)	Εγκατεστημένη ισχύς για τηλεθέρμανση (GW _{th})	Χώρα	Παραγόμενη θερμότητα για τηλεθέρμανση (TJ)	Εγκατεστημένη ισχύς για τηλεθέρμανση (GW _{th})
Αυστρία	63.549	8,2	Ουγγαρία	44.835	9,7
Γαλλία	86.472	16,46	Πολωνία	239.000	59,8
Γερμανία	284.386	51,5	Ρουμανία	50.600	53,2
Δανία	99.569	-	Ρωσία	6.891.293	541
Ελβετία	16.060	2,15	Σλοβακία	57.600	27,9
Ελλάδα	1.879	0,445	Σλοβενία	7.742	2,2
Εσθονία	24.725	5,59	Σουηδία	181.612	15
Ισλανδία	22.820	2,1	Τσεχία	93.114	-
Κροατία	9.550	1,8	Φιλανδία	116.690	20,8
Λετονία	22.042	7,3	ΗΠΑ	365.818	87,8
Λιθουανία	27.900	9,6	Ιαπωνία	22.997	4,25
Νορβηγία	13.300	2,3	Κίνα	263.188.000	286,1
Ολλανδία	26.708	5,6	Κορέα	201.389	12,9

Πηγή: <http://www.euroheat.org> (2009)

Πίνακας 4.2: Μερίδιο του πληθυσμού που εξυπηρετείται από την τηλεθέρμανση

Χώρα	Ποσοστό πληθυσμού
Αυστρία	20%
Γαλλία	8%
Γερμανία	14%
Δανία	61,20%
Εσθονία	53%
Ισλανδία	99%
Κροατία	10%
Λετονία	64%
Λιθουανία	60%
Νορβηγία	1%
Πολωνία	50%
Ρουμανία	23%
Σλοβακία	41%
Σλοβενία	17%
Σουηδία	42%
Τσεχία	38%
Φιλανδία	49%
ΗΠΑ	1%
Κορέα	12%

Πηγή: <http://www.euroheat.org>(2009)

Εικόνα 4.5: Σταθμός συμπαραγωγής στην Κοπεγχάγη, Δανία (600MW)



Εικόνα 4.6: Σύστημα τηλεθέρμανσης στο Ελσίνκι, Φινλανδία



Εικόνα 4.7: Συμπαράγωγη με Φ.Α. στο Μόνγκσταντ, Νορβηγία (280MW)



4.4.2 Τηλεθέρμανση στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, η πρώτη εφαρμογή τηλεθέρμανσης πραγματοποιήθηκε στην Πτολεμαΐδα το 1960, ως πιλοτικό πρόγραμμα θερμαίνοντας τον οικισμό της ΔΕΗ στο Προάστιο Εορδαίας από τον ατμοηλεκτρικό σταθμό της Πτολεμαΐδας. Σήμερα, παρόμοιες εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης διαθέτουν επίσης οι πόλεις της Κοζάνης (1994), της Πτολεμαΐδας και τους οικισμούς του Αμύνταιου, του Φιλώτα και της Μεγαλόπολης που αξιοποιούν το θερμικό φορτίο των γειτονικών θερμοηλεκτρικών σταθμών. Μικρότερες μονάδες τηλεθέρμανσης από καύση

βιομάζας έχουν γίνει στη Δαδιά του Έβρου και στη Νυμφασιά Αρκαδίας, από συμπαραγωγή με καύση φυσικού αερίου στις Σέρρες και στη Δράμα. Η χώρα μας απέχει πολύ από το μέσο όρο της Ευρώπης, καθώς η συνολικά αποδιδόμενη θερμική ισχύς για τηλεθέρμανση σήμερα είναι μόλις 445MW_{th} (2009). Ωστόσο, πολλές ακόμα εφαρμογές βρίσκονται στο στάδιο εγκατάστασης ή της αδειοδότησης, κυρίως στις περιοχές της κεντρικής και ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης.

Εικόνα 4.8: Ατμοηλεκτρικός σταθμός Πτολεμαΐδας



Στην Κοζάνη, η εγκατάσταση Τηλεθέρμανσης τροφοδοτεί την πόλη με θερμότητα για τη θέρμανση χώρων και παραγωγή θερμού νερού χρήσης, με κάλυψη περίπου 95% της πόλης. Το θερμικό φορτίο αιχμής ήταν αρχικά 100MW_{th} και σήμερα έχει ξεπεράσει τα 125MW_{th} . Το 60 % του θερμικού φορτίου αιχμής παράγεται στη μονάδα βάσης που είναι οι μονάδες III, IV, και V του ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου. Το υπόλοιπο 40 %, όταν αυτό απαιτείται παράγεται σε λεβητοστάσιο αιχμής που κατασκευάστηκε για το σκοπό αυτό στην είσοδο της πόλης. Το συνολικό σύστημα της τηλεθέρμανσης είναι σχεδιασμένο να εξυπηρετεί τις καταναλώσεις με θερμοκρασίες υπέρθερμου νερού προσαγωγής οι οποίες θα κυμαίνονται εποχιακά μεταξύ $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ και $120\text{ }^{\circ}\text{C}$. Οι υφιστάμενες εγκαταστάσεις κτιρίων επιτρέπουν θερμοκρασίες επιστροφής κυμαινόμενες εποχιακά μεταξύ $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ και $70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Το έργο τηλεθέρμανσης στην ευρύτερη περιοχή του Αμυνταίου περιλαμβάνει εγκαταστάσεις για την τηλεθέρμανση του οικισμού Αμυνταίου (6500 κάτοικοι), του

οικισμού Φιλώτα (2200 κάτοικοι) και του οικισμού Λεβαΐας (1100 κάτοικοι) με θερμική ενέργεια που παράγεται στον ΑΗΣ Αμυνταίου-Φιλώτα, συνολικής ισχύος 25 MW_{th}, με δυνατότητα επέκτασης μέχρι τα 40 MW_{th}. Το μέσο μεταφοράς της θερμότητας είναι θερμό-υπέρθερμο νερό, θερμοκρασίας προσαγωγής 120 °C, θερμοκρασίας επιστροφής 60 °C ως 70 °C, εποχιακά κυμαινόμενων. Το θερμικό φορτίο αιχμής είναι 35 MW_{th}.

Εικόνα 4.9: Ατμοηλεκτρικός σταθμός Μεγαλόπολης



4.5 ΤΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΤΗ ΕΛΛΑΔΑ

Οι γενικοί όροι για τη λειτουργία ενός συστήματος τηλεθέρμανσης υπάγονται στους κανονισμούς παραγωγής και λειτουργίας των συστημάτων ΑΠΕ (Ν. 3851/10) όσον αφορά τους νέους επενδυτές αλλά και τους καταναλωτές.

Για τη σύνδεση με ένα δίκτυο τηλεθέρμανσης, για έναν καταναλωτή, δεν απαιτούνται πρόσθετες εγκαταστάσεις, εφόσον οι εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης έχουν κατασκευαστεί σύμφωνα με τους κανονισμούς και τις βασικές τεχνικές προδιαγραφές. Για μια νέα σύνδεση στο σύστημα τηλεθέρμανσης είναι απαραίτητη η υποβολή μιας αίτησης παροχής θερμικής ενέργειας με τα ακριβή στοιχεία της οικοδομής και όλα τα υπόλοιπα απαραίτητα δικαιολογητικά. Στη συνέχεια απαιτείται η έγκριση της αρμόδιας αρχής ή επιχείρησης (δημόσια ή μη) για την υπογραφή του συμβολαίου «παροχής θερμικής ενέργειας» και την πιθανή

καταβολή ενός ποσού προκαταβολής από τον ιδιοκτήτη του αυτόνομου χώρου (τέλος σύνδεσης).

Το τέλος σύνδεσης υπολογίζεται με τιμολόγηση ανά τετραγωνικό μέτρο και καθορίζεται από την αρμόδια αρχή. Σε αυτό περιλαμβάνεται η πλήρης σύνδεση των οικοδομών για τη λειτουργία της τηλεθέρμανσης, δηλαδή οι συνδετήριои αγωγοί, οι αναγκαίες τροποποιήσεις των εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης και η εγκατάσταση του θερμικού υποσταθμού του κτηρίου, με όλα τα απαιτούμενα υλικά, μικροϋλικά, μονώσεις, όργανα και εξοπλισμούς μέτρησης και ρύθμισης της θερμικής ενέργειας κάθε κτηρίου. Η τιμή αγοράς της θερμικής ενέργειας καθορίζεται ετησίως από την αρμόδια αρχή ή επιχείρηση, με βάση τις αντίστοιχες τιμές των ανταγωνιστικών συστημάτων (πετρέλαιο), τις τιμές που επικρατούν στη αγορά, τα στοιχεία κόστους και τους γενικότερους οικονομικούς στόχους της επιχείρησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΒΕΛΕΣΤΙΝΟ

5.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ – ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΕΛΕΣΤΙΝΟΥ

Η κωμόπολη του Βελεστίνου αποτελεί δημοτικό διαμέρισμα και έδρα του δήμου Ρήγα Φεραίου, που δημιουργήθηκε το 2010 με το επιχειρησιακό πρόγραμμα «Καλλικράτης», μετά τη συνένωση των δήμων Φερών και Κάρλας και της κοινότητας Κεραμιδίου. Βρίσκεται στο βόρειο τμήμα του νομού Μαγνησίας, βορειοδυτικά της πρωτεύουσας του νομού, το Βόλο και σε απόσταση 18χλμ από αυτόν. Σύμφωνα με την ελληνική απογραφή του 2001, το Βελεστίνο αποτελεί το μεγαλύτερο οικισμό του δήμου Ρήγα Φεραίου, με τον πληθυσμό του να ανέρχεται σε 3.270 κάτοικους. Ο δήμος Ρήγα Φεραίου, με συνολική έκταση 549,77km², αποτελείται από τις δημοτικές ενότητες των Φερών, Κάρλας και Κεραμιδίου (πίνακας 5.1). Συνορεύει με τους δήμους Αλμυρού, Βόλου, Ζαγοράς, Αγιάς, Κιλελέρ και Φαρσάλων. Με την απογραφή του 2001, ο πληθυσμός του ανέρχεται σε 12.096 κατοίκους (10.970 πρώτη εκτίμηση για το 2011).

Πίνακας 5.1: Διοικητική διαίρεση δήμου Ρήγα Φεραίου

ΔΗΜΟΣ ΡΗΓΑ ΦΕΡΑΙΟΥ		
Δημοτική ενότητα	Δημοτική κοινότητα	Οικισμοί
Φερών	Βελεστίνου	<i>Βελεστίνο, Χλόη</i>
	Αγ. Γεωργίου Φερών	<i>Αγ. Γεώργιος Φερών</i>
	Αερινού	<i>Αερινό, Πολυζαίικα</i>
	Μικρού Περιβολακίου	<i>Μικρόν Περιβολάκι</i>
	Περιβλέπτου	<i>Περίβλεπτο, Αγ. Δημήτριος, Ελευθεροχώρι, Κοκκαλαίικα, Κοκκίικα</i>
Κάρλας	Στεφανοβικείων	<i>Στεφανοβίικειο</i>
	Καναλίων	<i>Κανάικα</i>
	Κερασιάς	<i>Κερασιά</i>
	Ριζομούλου	<i>Ριζόμυλος</i>
Κεραμιδίου	Κεραμιδίου	<i>Κεραμίικι, Βενέτον, Καμάρι, Μονη Μεταμορφώσεως Σωτήρος Φλαμουρίου</i>

Εικόνα 5.1: Βελεστίνο



Το Βελεστίνο κατοικείται από το 13^ο αιώνα και βρίσκεται στη γεωγραφική θέση που ήταν χτισμένη η πόλη των Φερών. Οι Φερές θεωρούνται μία από τις πιο ιστορικές αρχαίες ελληνικές πόλεις που γνώρισε μεγάλη ακμή κατά τη διάρκεια της Μυκηναϊκής και της Κλασικής εποχής. Ιστορικά, η πρώτη ανθρώπινη δραστηριότητα στην περιοχή εκτιμάται γύρω στο 3.000π.Χ. Το Βελεστίνο κατέχει σημαντική θέση και στη σύγχρονη ελληνική ιστορία, καθώς αποτέλεσε πατρίδα του Ρήγα Φεραίου (Βελεστινλής), εθνομάρτυρα στη διάρκεια της Τουρκοκρατίας. Σήμερα, το Βελεστίνο, χτισμένο σε υψόμετρο 134 μέτρων, είναι η έδρα του δήμου Ρήγα Φεραίου και αποτελεί το σημαντικότερο αγροτικό κέντρο του. Επιπλέον, παρέχει τις περισσότερες υπηρεσίες του τριτογενούς τομέα της ευρύτερης περιοχής του δήμου, ενώ ταυτόχρονα βρίσκεται και στη ζώνη επιρροής του μεγάλου αστικού κέντρου του Βόλου.

Εικόνα 5.2: Χάρτης ευρύτερης περιοχής Βελεστίνο



5.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΕΛΕΣΤΙΝΟΥ

5.2.1 Απασχόληση

Το εύφορο πεδινό τμήμα του βόρειου τμήματος του νομού Μαγνησίας, ως μέρος και του μεγάλου Θεσσαλικού κάμπου, κατατάσσει το δήμο Ρήγα Φεραίου ως το μεγαλύτερο αγροτικό δήμο του νομού, όσον αφορά τον τομέα της απασχόλησης. Σύμφωνα με στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής - ΕΛ.ΣΤΑΤ (πίνακας 5.2) , σχεδόν το 43% του ενεργού πληθυσμού του δήμου απασχολείται στον πρωτογενή τομέα παραγωγής σε σύγκριση με το πολύ χαμηλότερο ποσοστό ολόκληρου το νομού (περίπου 13%). Σε ορισμένες περιοχές (π.χ. κοινότητα Περιβλέπτου) τα ποσοστά διείσδυσης της γεωργικής και κτηνοτροφικής απασχόλησης είναι συντριπτικά (έως και 80%). Ωστόσο, το Βελεστίνο, ως ημιορεινή περιοχή και ως κέντρο παροχής των περισσότερων οικονομικών και άλλων υπηρεσιών του τριτογενούς τομέα παραγωγής του δήμου, η αγροτική απασχόληση εμφανίζεται πολύ χαμηλότερη από το μέσο όρο (20,4%). Ο τριτογενής τομέας απασχολεί περισσότερο από το μισό πληθυσμό του οικισμού.

Πίνακας 5.2: Ποσοστά απασχόλησης πληθυσμού στο δήμο Ρήγα Φεραίου

	Πρωτογενής Τομέας	Δευτερογενής Τομέας	Τριτογενής Τομέας	Δε δήλωσαν κλάδο οικονομικής δραστηριότητας
ΔΗΜΟΣ ΡΗΓΑ ΦΕΡΑΙΟΥ	42,74%	18,42%	34,62%	4,23%
Δημοτική Ενότητα Κάρλας	48,46%	16,13%	30,32%	5,09%
Τ.Κ. Στεφανοθικείου	48,62%	11,35%	34,51%	5,52%
Τ.Κ. Καναλιών	64,96%	14,60%	20,19%	0,24%
Τ.Κ. Κερασέας	40,56%	28,67%	20,98%	9,79%
Τ.Κ. Ριζομύλου	37,82%	19,74%	35,42%	7,01%
Δημοτική Ενότητα Φερών	37,48%	20,01%	38,75%	3,76%
Δ.Κ. Βελεστίνου	20,43%	23,20%	51,23%	5,15%
Τ.Κ. Αγίου Γεωργίου Φερών	37,32%	27,41%	30,90%	4,37%
Τ.Κ. Αερινού	54,12%	18,82%	27,06%	0,00%
Τ.Κ. Μικρού Περιβολακίου	69,90%	9,71%	18,45%	1,94%
Τ.Κ. Περιβλέπτου	80,86%	5,39%	13,21%	0,54%
Δημοτική Ενότητα Κεραμιδίου	54,29%	20,57%	23,43%	1,71%
Τ.Κ. Κεραμιδίου	54,29%	20,57%	23,43%	1,71%

Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ.

5.2.2 Πρωτογενής τομέας παραγωγής

Οι πεδινές περιοχές του δήμου Ρήγα Φεραίου και κατά κύριο λόγο αυτές του Ριζομύλου, του Στεφανοβικείου, της Κάρλας και του Αερινού συμβάλουν σημαντικά στη συνολική αγροτική παραγωγή. Η συνεχής μηχανοποίηση και ανανέωση των καλλιεργητικών μέσων συντελεί στην ανάπτυξη νέων μεθόδων παραγωγής (π.χ. θερμοκήπια). Λόγω της ιδιαίτερης ποικιλίας στη γεωμορφολογία του νομού, η γεωργική παραγωγή χαρακτηρίζεται από ένα μεγάλο εύρος καλλιεργειών. Ως κύριες καλλιέργειες του δήμου, όπως και ολόκληρου του νομού, εμφανίζονται οι αροτριάδες (δημητριακά, καλαμπόκι, βαμβάκι, ζαχαρότευτλα, λαχανικά) και οι δενδρώδεις (αμυγδαλιά, καρυδιά, φυσικιά, ελιά, ακτινίδιο). Σύμφωνα με στοιχεία της ΕΛ.ΣΤΑΤ (2006) για το νομό Μαγνησίας, οι αροτριάδες (437.501 στρέμματα) και οι δενδρώδεις καλλιέργειες (316.765) αποτελούν τη συντριπτική πλειοψηφία της παραγωγής σε σύνολο 822.324 στρεμμάτων. Η ανάπτυξη εναλλακτικών (ενεργειακών) καλλιεργειών είναι ελάχιστη και πραγματοποιείται προς το παρόν σε επίπεδο πειραμάτων και ερευνών, κυρίως σε συνεργασία με ορισμένα ιδρύματα και κατά κύριο λόγο το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Η απασχόληση στην κτηνοτροφία στο Βελεστίνο και στις άλλες περιοχές του δήμου έχει ιστορική παράδοση. Ακόμα και σήμερα όμως συμβάλει σε μεγάλο ποσοστό στον πρωτογενή τομέα παραγωγής. Περιλαμβάνει σε μεγαλύτερη κλίμακα την εκτροφή χοίρων και αιγοπροβάτων και επιπλέον την εκτροφή βοοειδών, ίπποειδών, μελισσών, κουνελιών, ορνίθων και άλλων ειδών πτηνών [16]:

5.2.3 Δευτερογενής τομέας

Η ανάπτυξη του δευτερογενούς τομέα παραγωγής εμφανίζεται σε μεγαλύτερη κλίμακα στο Βελεστίνο. Αυτό οφείλεται κυρίως στη θέση του, που βρίσκεται πολύ κοντά στη (νέα) εθνική οδό Αθηνών- Λάρισας-Θεσσαλονίκης και γειτνιάζει με σιδηροδρομικό σταθμό και λιμάνι (Βόλος), ενώ επιπλέον βρίσκεται ανάμεσα στα δύο μεγαλύτερα αστικά κέντρα της Θεσσαλίας, τη Λάρισα και το Βόλο. Η μεγάλη ανάπτυξη στην περιοχή εμφανίζεται με τη μορφή μικρών βιοτεχνιών αλλά ενισχύεται κυρίως από την ύπαρξη της ΈΒ Βιομηχανικής Περιοχής του Βόλου (ΒΙ.ΠΕ.), εγκαταστάσεις της οποίας βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή του Βελεστίνου, όπως το εργοστάσιο της 304 ΠΕΒ και οι εγκαταστάσεις αξιοποίησης αδρανών υλικών, που καλύπτουν τις ανάγκες όλου του νομού. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια έχουν τεθεί σημαντικά ζητήματα για τη ρύπανση και την επιβάρυνση της ατμόσφαιρας, η οποία δε βρίσκεται ακόμα στα επιθυμητά όρια και

ειδικά για οικισμούς που βρίσκονται μέσα στις βιομηχανικές ζώνες, όπως το Βελεστίνο και ο Άγιος Γεώργιος Φερών [16]:

5.2.4 Τριτογενής τομέας

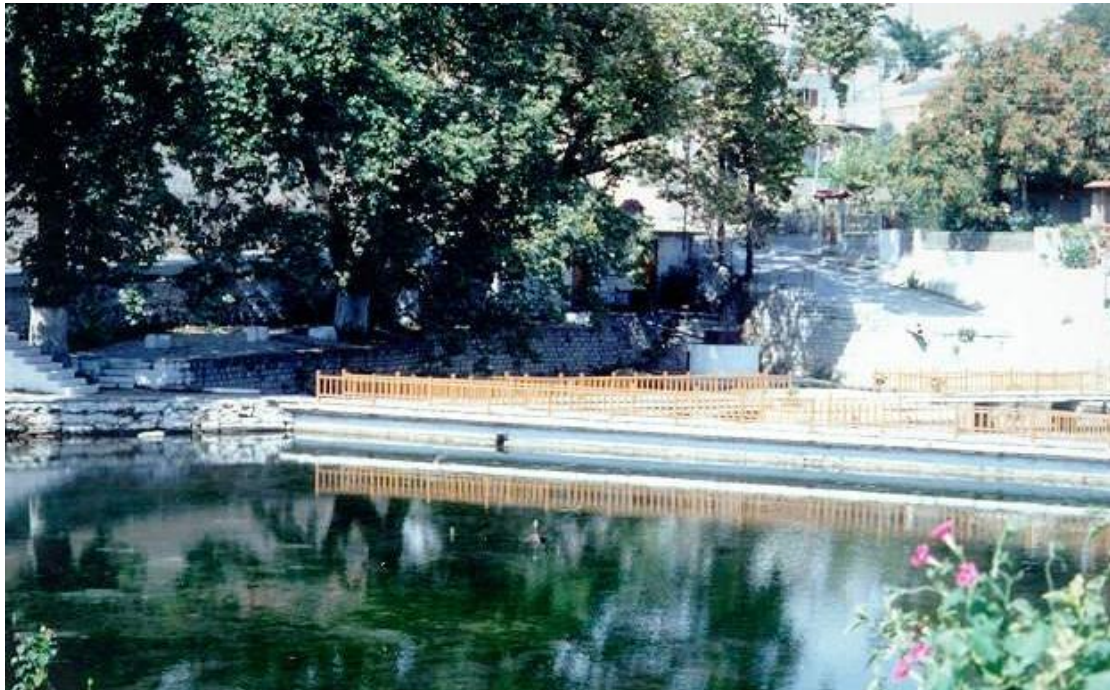
Το μεγαλύτερο ποσοστό απασχόλησης του πληθυσμού του δήμου στον τριτογενή τομέα παραγωγής εμφανίζεται στο Βελεστίνο. Ως μεγαλύτερος οικισμός, έδρα του δήμου και με εύκολη οδική πρόσβαση, το Βελεστίνο συγκεντρώνει τις περισσότερες υπηρεσίες στους τομείς της εκπαίδευσης, της υγείας, των οικονομικών, των επικοινωνιών, των συγκοινωνιών, του τουρισμού και του αθλητισμού. Διαθέτει πλήρεις σχολικές μονάδες πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, Κέντρο υγείας, υποκαταστήματα τραπεζών, σιδηροδρομικό σταθμό και Στάδιο. Επιπλέον, η σταδιακή αντικατάσταση του παλαιού δικτύου ύδρευσης και η δημιουργία συστήματος αποχέτευσης αποτελούν έργα που βρίσκονται στο στάδιο της ολοκλήρωσής τους και ενισχύουν τόσο τον τριτογενή τομέα παραγωγής, όσο και την ποιότητα ζωής των κατοίκων.

Το Βελεστίνο, έχοντας μεγάλη ιστορική κληρονομιά, γνωρίζει μεγάλη ανάπτυξη και σε τομείς του πολιτισμού. Όντας χτισμένος στη θέση της αρχαίας πόλη των Φερών, ολόκληρος ο οικισμός αποτελεί ουσιαστικά ένα αρχαίο μνημείο. Σημαντικές περιοχές τουριστικού και πολιτισμικού ενδιαφέροντος είναι η αρχαία πηγή της Υπέρειας Κρήνης, ο Ναός του Θαύλου Διός, η κατοικία και το μνημείο του Ρήγα Φεραίου και η Ακρόπολη της αρχαίας πόλης (των Φερών). Ταυτόχρονα, στην πόλη έχουν θεσμοθετηθεί διάφορες πολιτιστικές εκδηλώσεις με σημαντικότερη το διεθνές συνέδριο «Φεραί – Βελεστίνο – Ρήγας». [16]

Εικόνα 5.3: Σιδηροδρομικός σταθμός Βελεστίνου



Εικόνα 5.4: Η αρχαία πηγή της Υτέρειας Κρήνης



Εικόνα 5.5: Ο Ανδριάντας του Ρήγα Φεραίου



5.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ

Ο υπολογισμός του απαιτούμενου θερμικού φορτίου μίας πόλης ή ενός οικισμού είναι μία διαδικασία δύσκολη οπότε και η εκτίμηση θα είναι προσεγγιστική, βάση βιβλιογραφικής έρευνας και εμπειρικών τύπων. Με μία πλήρη γνώση όλων των πολεοδομικών και κατασκευαστικών στοιχείων (εμβαδόν κτιρίων, τοιχοποιία, έτος κατασκευής, τύπος κτιρίου κτλ.) του Βελεστίνου, θα μπορούσε να εφαρμοστεί μια ακριβής και αναλυτική μέθοδος εκτίμησης. Ωστόσο, δεδομένης της δυσκολίας εφαρμογής της αναλυτικής μεθόδου θα γίνει υπολογισμός με μια προσεγγιστική μέθοδο, τα αποτελέσματα της οποίας κρίνονται ικανοποιητικά σε περιπτώσεις οικισμών με μέγεθος όπως το Βελεστίνο. Στους υπολογισμούς δε λαμβάνεται υπόψη μία πιθανή μελλοντική αύξηση του αριθμού των κατοικιών ενώ κάνουμε την παραδοχή ότι κατοικούνται όλα τα κτίρια.

Ο αριθμός των κατοικιών (νοικοκυριών) του Βελεστίνου ανέρχεται στις 970 περίπου. Σε αυτά και βάση βιβλιογραφικών στοιχείων, υπολογίζεται το μέσο εμβαδόν κατοικιών στα 75m^2 και το μέσο ύψος περίπου 5m. Το θερμικό φορτίο αιχμής προκύπτει από την προσεγγιστική σχέση:

$$Q_A = V_{\Delta} \cdot \sigma \quad (\text{σε kcal/h}) \quad (1)$$

όπου V_{Δ} είναι ο δομημένος όγκος για τον οποίο υπολογίζεται το μέγιστο φορτίο και σ ο συντελεστής ζήτησης θερμικού φορτίου αιχμής για το Βελεστίνο μπορεί να κυμαίνεται σε εύρος από 15 έως $20\text{kcal}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$. Έπειτα από σύγκριση με εκτιμήσεις άλλων περιοχών, εκτιμάται μια τιμή της τάξης των $17\text{kcal}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$. Συνεπώς το φορτίο αιχμής υπολογίζεται $6.183.750 \text{ kcal/h}$ ή $7.191,7\text{kW}_{\text{th}}$. Από το μέγιστο αυτό φορτίο αιχμής, σύμφωνα με το συντελεστή ετεροχρονισμού που για έναν οικισμό μεγέθους της τάξης του Βελεστίνου και για κτίρια ιδιωτικών κατοικιών, λαμβάνεται ίσος με 0,75 (Τεχνική Οδηγία ΤΕΕ 20701-1/2010). Ο συντελεστής ετεροχρονισμού (ή συντελεστής παρουσίας) εκφράζει το ποσό του λειτουργικού χρόνου των κτιρίων, κατά τον οποίο εμφανίζονται εσωτερικά κέρδη. Συνεπώς, προκύπτει ότι το μέγιστο ετεροχρονισμένο θερμικό φορτίο αιχμής από τον τύπο (1) είναι $5.393,8 \text{ kW}_{\text{th}}$ ή **$5,39 \text{ MW}_{\text{th}}$** .

Για την παραπάνω υπολογισμό της απαιτούμενης θερμικής ισχύος τα επιμέρους στοιχεία και συντελεστές ελήφθησαν προσεγγιστικά και βάση στατιστικών δεδομένων για το μέγεθος του οικισμού και τις κλιματολογικές συνθήκες της ευρύτερης περιοχής. Συνεπώς για τις θερμικές ανάγκες του

Βελεστίνου, η απαιτούμενη ισχύς του λέβητα της μονάδας πρέπει να είναι της τάξης των $5,5\text{MW}_{\text{th}}$.

5.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΤΗΣΙΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΒΕΛΕΣΤΙΝΟ

5.4.1 Μέθοδος βαθμομερών θέρμανσης

Ο υπολογισμός της απαιτούμενης ενέργειας για τη θέρμανση του Βελεστίνου θα γίνει βάση του υπολογισμού των βαθμομερών θέρμανσης.

Με τη μέθοδο των βαθμομερών θέρμανσης, το εκτιμώμενο ποσό θερμότητας για τη θέρμανση των κτιρίων προκύπτει από τον τύπο:

$$Q = k \cdot (T_a - T_{\text{mean}}) \cdot z \cdot N \cdot F \cdot 24 \cdot 3600 \quad (\text{σε Joule}) \quad (2)$$

όπου k είναι ο συντελεστής θερμικών απωλειών των κτιρίων [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]

$(T_a - T_{\text{mean}}) \cdot N$ το σύνολο των βαθμομερών θέρμανσης για όλο το έτος

T_a η επιθυμητή θερμοκρασία εσωτερικού χώρου, η οποία ορίζεται στους 20°C

T_{mean} η μέση ημερήσια θερμοκρασία περιβάλλοντος ($^\circ\text{C}$)

F το συνολικό εμβαδό της επιφάνειας των κτιρίων

και N ο αριθμός των ενεργών ημερών

Ο αριθμός N ουσιαστικά είναι ο αριθμός των ημερών του έτους κατά τις οποίες λειτουργεί η εγκατάσταση. Τυπικά όμως, είναι το πλήθος των ημερών κατά τις οποίες ισχύει $T_a > T_{\text{mean}}$. Αν $T_a < T_{\text{mean}}$, η διαφορά θεωρείται μηδενική.

Οι ημερήσιες θερμοκρασίες T_{mean} υπολογίζονται από τον εμπειρικό τύπο: (2)

$$T_{\text{mean}} = A_{\text{mean}} + B_{\text{mean}} \cdot \sin(360D/365 - F_{\text{mean}})$$

A_{mean} είναι η μέση ετήσια θερμοκρασία

B_{mean} το πλάτος της ετήσιας θερμοκρασιακής μεταβολής

D η ημέρα του έτους

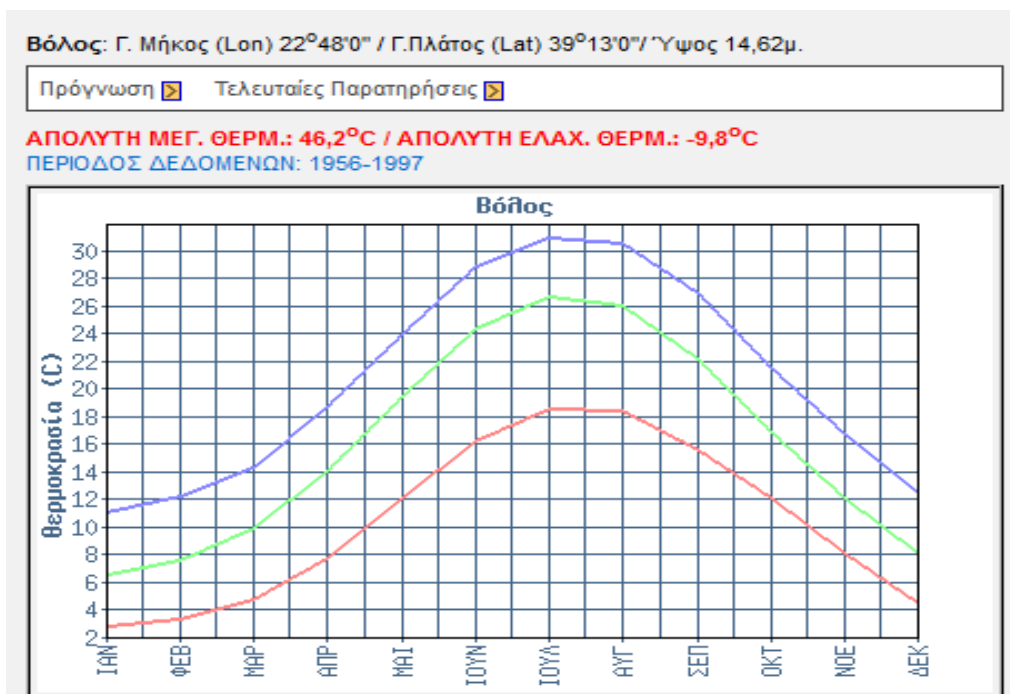
F_{mean} η διαφορά φάσης σε μοίρες

5.4.2 Κλιματολογικά δεδομένα

Οι θερμοκρασίες για κάθε μήνα έχουν ληφθεί από το κλιματολογικό δελτίο της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας για την περιοχή του Βόλου (πίνακας 5.3) και

αποτελούν μια αξιόλογη εκτίμηση με μικρό σφάλμα και για τον οικισμό του Βελεστίνου. Το κλιματολογικό δελτίο φαίνεται στην εικόνα 5.6.

Εικόνα 5.6: Κλιματολογικό δελτίο Βόλου (1956-1997)



Πηγή: Ε.Μ.Υ.

Πίνακας 5.3: Ελάχιστη, μέγιστη και μέση μηνιαία θερμοκρασία Βόλου

ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΗΝΙΑΙΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ - ΒΟΛΟΣ			
ΜΗΝΑΣ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)
Ιανουάριος	2,8	11,1	6,6
Φεβρουάριος	3,4	12,3	7,6
Μάρτιος	4,8	14,3	9,9
Απρίλιος	7,7	18,8	14,1
Μάιος	12,1	24	19,5
Ιούνιος	16,3	29	24,5
Ιούλιος	18,6	31	26,8
Αύγουστος	18,5	30,7	26,1
Σεπτέμβριος	15,7	27	22,2
Οκτώβριος	12,1	21,6	16,9
Νοέμβριος	8,2	16,8	12,1
Δεκέμβριος	4,5	12,6	8,2

Πηγή: Ε.Μ.Υ.

Βάση αυτών των τιμών υπολογίζονται οι τιμές:

$$A_{\text{mean}} = 16,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$B_{\text{mean}} = -10,38 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$F_{\text{mean}} = -56$$

5.4.3 Υπολογισμός βαθμομερών θέρμανσης

Πίνακας 5.4: Πίνακας βαθμομερών θέρμανσης

ΗΜΕΡΑ ΕΤΟΥΣ	T_{mean}	$(T_a - T_{\text{mean}}) \cdot N$	ΗΜΕΡΑ ΕΤΟΥΣ	T_{mean}	$(T_a - T_{\text{mean}}) \cdot N$
1	7,495951392	12,50404861	184	24,95240251	0
2	7,399891985	12,60010801	185	25,04716159	0
3	7,30644024	12,69355976	186	25,13929908	0
4	7,215623848	12,78437615	187	25,22878765	0
5	7,127469721	12,87253028	188	25,3156008	0
6	7,042003981	12,95799602	189	25,3997128	0
7	6,959251952	13,04074805	190	25,48109873	0
8	6,879238157	13,12076184	191	25,55973446	0
9	6,801986304	13,1980137	192	25,63559671	0
10	6,727519286	13,27248071	193	25,70866298	0
11	6,655859168	13,34414083	194	25,77891164	0
12	6,587027185	13,41297282	195	25,84632185	0
13	6,521043733	13,47895627	196	25,91087365	0
14	6,457928365	13,54207163	197	25,97254791	0
15	6,397699783	13,60230022	198	26,03132635	0
16	6,340375834	13,65962417	199	26,08719156	0
17	6,285973505	13,7140265	200	26,14012698	0
18	6,234508915	13,76549108	201	26,19011693	0
19	6,185997316	13,81400268	202	26,23714659	0

ΗΜΕΡΑ ΕΤΟΥΣ	T_{mean}	(T_a-T_{mean})·N	ΗΜΕΡΑ ΕΤΟΥΣ	T_{mean}	(T_a-T_{mean})·N
20	6,140453082	13,85954692	203	26,28120202	0
21	6,097889708	13,90211029	204	26,32227018	0
22	6,058319808	13,94168019	205	26,36033889	0
23	6,021755107	13,97824489	206	26,39539687	0
24	5,988206439	14,01179356	207	26,42743374	0
25	5,957683746	14,04231625	208	26,45644	0
26	5,930196073	14,06980393	209	26,48240705	0
27	5,905751564	14,09424844	210	26,50532721	0
28	5,884357463	14,11564254	211	26,52519367	0
29	5,866020109	14,13397989	212	26,54200055	0
30	5,850744937	14,14925506	213	26,55574288	0
31	5,838536472	14,16146353	214	26,56641658	0
32	5,829398333	14,17060167	215	26,57401848	0
33	5,823333227	14,17666677	216	26,57854634	0
34	5,820342951	14,17965705	217	26,57999881	0
35	5,820428391	14,17957161	218	26,57837547	0
36	5,823589523	14,17641048	219	26,57367678	0
37	5,829825409	14,17017459	220	26,56590416	0
38	5,839134201	14,1608658	221	26,55505989	0
39	5,851513142	14,14848686	222	26,54114719	0
40	5,866958562	14,13304144	223	26,52417019	0
41	5,885465886	14,11453411	224	26,50413392	0
42	5,907029629	14,09297037	225	26,4810443	0
43	5,931643401	14,0683566	226	26,4549082	0
44	5,959299909	14,04070009	227	26,42573334	0

ΗΜΕΡΑ ΕΤΟΥΣ	T_{mean}	(T_a-T_{mean})·N	ΗΜΕΡΑ ΕΤΟΥΣ	T_{mean}	(T_a-T_{mean})·N
45	5,989990957	14,01000904	228	26,39352837	0
46	6,023707451	13,97629255	229	26,35830285	0
47	6,0604394	13,9395606	230	26,3200672	0
48	6,10017592	13,89982408	231	26,27883275	0
49	6,142905236	13,85709476	232	26,23461173	0
50	6,188614686	13,81138531	233	26,18741724	0
51	6,237290726	13,76270927	234	26,13726326	0
52	6,288918931	13,71108107	235	26,08416465	0
53	6,343484004	13,656516	236	26,02813715	0
54	6,400969774	13,59903023	237	25,96919737	0
55	6,46135921	13,53864079	238	25,90736276	0
56	6,524634414	13,47536559	239	25,84265165	0
57	6,590776638	13,40922336	240	25,77508321	0
58	6,659766283	13,34023372	241	25,70467747	0
59	6,731582904	13,2684171	242	25,63145529	0
60	6,806205222	13,19379478	243	25,55543836	0
61	6,883611124	13,11638888	244	25,47664922	0
62	6,963777673	13,03622233	245	25,3951112	0
63	7,046681115	12,95331889	246	25,31084848	0
64	7,132296882	12,86770312	247	25,22388601	0
65	7,220599605	12,7794004	248	25,13424957	0
66	7,311563118	12,68843688	249	25,04196572	0
67	7,405160467	12,59483953	250	24,94706181	0
68	7,501363917	12,49863608	251	24,84956595	0
69	7,60014496	12,39985504	252	24,74950704	0

ΗΜΕΡΑ ΕΤΟΥΣ	T_{mean}	(T_a-T_{mean})·N	ΗΜΕΡΑ ΕΤΟΥΣ	T_{mean}	(T_a-T_{mean})·N
70	7,701474326	12,29852567	253	24,64691472	0
71	7,805321989	12,19467801	254	24,54181941	0
72	7,911657176	12,08834282	255	24,43425223	0
73	8,020448378	11,97955162	256	24,32424506	0
74	8,131663357	11,86833664	257	24,21183051	0
75	8,245269159	11,75473084	258	24,09704187	0
76	8,361232119	11,63876788	259	23,97991318	0
77	8,479517875	11,52048213	260	23,86047913	0
78	8,600091377	11,39990862	261	23,73877511	0
79	8,722916895	11,2770831	262	23,61483719	0
80	8,847958035	11,15204197	263	23,48870209	0
81	8,975177743	11,02482226	264	23,36040719	0
82	9,104538322	10,89546168	265	23,22999052	0
83	9,23600144	10,76399856	266	23,0974907	0
84	9,369528141	10,63047186	267	22,96294701	0
85	9,505078858	10,49492114	268	22,82639931	0
86	9,642613424	10,35738658	269	22,68788806	0
87	9,782091086	10,21790891	270	22,54745432	0
88	9,923470512	10,07652949	271	22,40513968	0
89	10,06670981	9,93329019	272	22,26098633	0
90	10,21176653	9,788233466	273	22,11503698	0
91	10,3585977	9,641402299	274	21,96733488	0
92	10,5071598	9,492840199	275	21,81792379	0
93	10,65740881	9,342591187	276	21,66684798	0
94	10,80930021	9,190699786	277	21,51415224	0

ΗΜΕΡΑ ΕΤΟΥΣ	T_{mean}	(T_a-T_{mean})·N	ΗΜΕΡΑ ΕΤΟΥΣ	T_{mean}	(T_a-T_{mean})·N
95	10,962789	9,037211004	278	21,35988179	0
96	11,11782968	8,882170323	279	21,20408236	0
97	11,27437631	8,725623686	280	21,04680011	0
98	11,43238252	8,56761748	281	20,88808165	0
99	11,59180147	8,408198526	282	20,72797402	0
100	11,75258594	8,247414064	283	20,56652464	0
101	11,91468826	8,085311737	284	20,40378137	0
102	12,07806042	7,921939579	285	20,23979243	0
103	12,242654	7,757346002	286	20,07460641	0
104	12,40842022	7,591579777	287	19,90827226	0,09172774
105	12,57530997	7,424690026	288	19,74083927	0,25916073
106	12,7432738	7,256726201	289	19,57235705	0,427642948
107	12,91226193	7,087738073	290	19,40287553	0,597124467
108	13,08222428	6,917775718	291	19,23244493	0,767555067
109	13,2531105	6,746889498	292	19,06111575	0,938884247
110	13,42486995	6,575130052	293	18,88893876	1,111061236
111	13,59745173	6,402548274	294	18,71596498	1,284035017
112	13,77080469	6,229195306	295	18,54224567	1,457754331
113	13,94487749	6,055122514	296	18,3678323	1,632167704
114	14,11961852	5,880381481	297	18,19277655	1,807223453
115	14,29497601	5,705023985	298	18,0171303	1,982869704
116	14,47089801	5,529101991	299	17,84094559	2,15905441
117	14,64733237	5,352667625	300	17,66427464	2,335725364
118	14,82422683	5,175773171	301	17,48716979	2,512830213
119	15,00152895	4,998471046	302	17,30968352	2,690316479

ΗΜΕΡΑ ΕΤΟΥΣ	T_{mean}	(T_a-T_{mean})·N	ΗΜΕΡΑ ΕΤΟΥΣ	T_{mean}	(T_a-T_{mean})·N
120	15,17918621	4,820813788	303	17,13186843	2,868131569
121	15,35714596	4,642854041	304	16,95377721	3,04622279
122	15,53535546	4,464644537	305	16,77546263	3,224537373
123	15,71376191	4,286238086	306	16,59697752	3,403022477
124	15,89231245	4,107687551	307	16,41837479	3,581625214
125	16,07095416	3,929045842	308	16,23970734	3,760292661
126	16,24963411	3,750365894	309	16,06102813	3,938971874
127	16,42829935	3,571700654	310	15,88239009	4,117609906
128	16,60689694	3,393103064	311	15,70384618	4,296153823
129	16,78537395	3,214626045	312	15,52544928	4,47455072
130	16,96367751	3,036322486	313	15,34725227	4,652747733
131	17,14175478	2,858245221	314	15,16930794	4,830692058
132	17,31955298	2,680447019	315	14,99166903	5,008330966
133	17,49701944	2,502980564	316	14,81438818	5,185611821
134	17,67410156	2,325898444	317	14,63751791	5,362482088
135	17,85074687	2,149253132	318	14,46111064	5,538889358
136	18,02690303	1,973096972	319	14,28521864	5,714781358
137	18,20251784	1,797482162	320	14,10989403	5,890105967
138	18,37753926	1,622460742	321	13,93518877	6,064811233
139	18,55191543	1,448084574	322	13,76115461	6,238845385
140	18,72559467	1,274405329	323	13,58784314	6,412156856
141	18,89852553	1,101474472	324	13,41530571	6,584694288
142	19,07065675	0,929343247	325	13,24359345	6,756406555
143	19,24193734	0,758062659	326	13,07275723	6,927242774
144	19,41231654	0,587683463	327	12,90284768	7,097152325

HΜΕΡΑ ΕΤΟΥΣ	T_{mean}	$(T_a - T_{\text{mean}}) \cdot N$	HΜΕΡΑ ΕΤΟΥΣ	T_{mean}	$(T_a - T_{\text{mean}}) \cdot N$
145	19,58174385	0,418256146	328	12,73391514	7,266084858
146	19,75016909	0,249830912	329	12,56600969	7,433990315
147	19,91754233	0,08245767	330	12,39918106	7,600818942
148	20,08381398	0	331	12,23347869	7,766521305
149	20,24893478	0	332	12,0689517	7,931048302
150	20,41285579	0	333	11,90564882	8,09435118
151	20,57552844	0	334	11,74361845	8,256381549
152	20,73690452	0	335	11,5829086	8,417091396
153	20,89693623	0	336	11,4235669	8,5764331
154	21,05557613	0	337	11,26564056	8,734359443
155	21,21277721	0	338	11,10917637	8,890823629
156	21,36849291	0	339	10,95422071	9,045779294
157	21,52267706	0	340	10,80081948	9,199180521
158	21,675284	0	341	10,64901815	9,350981855
159	21,82626849	0	342	10,49886169	9,501138313
160	21,97558579	0	343	10,3503946	9,6496054
161	22,12319166	0	344	10,20366088	9,796339124
162	22,26904237	0	345	10,058704	9,941296002
163	22,41309468	0	346	9,915566918	10,08443308
164	22,55530592	0	347	9,774292051	10,22570795
165	22,69563395	0	348	9,63492126	10,36507874
166	22,83403718	0	349	9,497495843	10,50250416
167	22,9704746	0	350	9,362056524	10,63794348
168	23,10490579	0	351	9,228643434	10,77135657
169	23,2372909	0	352	9,097296108	10,90270389

ΗΜΕΡΑ ΕΤΟΥΣ	T_{mean}	$(T_a - T_{mean}) \cdot N$	ΗΜΕΡΑ ΕΤΟΥΣ	T_{mean}	$(T_a - T_{mean}) \cdot N$
170	23,36759071	0	353	8,968053466	11,03194653
171	23,49576661	0	354	8,840953806	11,15904619
172	23,62178061	0	355	8,71603479	11,28396521
173	23,74559538	0	356	8,593333435	11,40666656
174	23,86717423	0	357	8,472886099	11,5271139
175	23,98648113	0	358	8,354728474	11,64527153
176	24,10348073	0	359	8,238895572	11,76110443
177	24,21813835	0	360	8,125421717	11,87457828
178	24,33042003	0	361	8,014340534	11,98565947
179	24,44029249	0	362	7,905684939	12,09431506
180	24,54772317	0	363	7,799487128	12,20051287
181	24,65268025	0	364	7,69577857	12,30422143
182	24,75513261	0	365	7,594589997	12,40541
183	24,8550499	0			

Το συνολικό άθροισμα των βαθμομερών προκύπτει ίσο με 1981,25. Ο συντελεστής θερμικών απωλειών των κτιρίων k λαμβάνεται ίσος με $1,11 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, για την κλιματική ζώνη Β, στην οποία ανήκει ο νομός Μαγνησίας (Τεχνική Οδηγία ΤΕΕ 20701-1/2010). Το F , είναι το μέσο εμβαδόν εξωτερικής επιφάνειας τοίχων κτιρίων (75m^2 μέσο όρο και ύψους 5m) και λαμβάνεται περίπου ίσο με 270m^2 . Συνεπώς, το απαιτούμενο ετήσιο ποσό θερμότητας για τη θέρμανση όλων των κτιρίων υπολογίζεται από τον τύπο 2 ίσο με:

$$Q = 49.813,38 \text{ GJ} \quad \text{ή} \quad 13.837 \text{ MWh}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

6.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

6.1.1 Νομοθετικό πλαίσιο και διαδικασίες αδειοδότησης

Με την ψήφιση του ν. 3851/2010 εισήχθησαν ρυθμίσεις που συνεπάγονται ουσιώδεις αλλαγές σε σχέση με το προϋφιστάμενο καθεστώς στον τομέα ηλεκτροπαραγωγής - συμπαραγωγής από βιομάζα. Σύμφωνα με την εκδοθείσα απόφαση «για την επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος και την κατανομή της στο χρόνο», τα όρια εγκατεστημένης ισχύος για τους σταθμούς βιομάζας ανέρχονται πλέον σε 200 και 350 MW για τα έτη 2014 και 2020, αντίστοιχα. Η αρμοδιότητα για τη χορήγηση αδειών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ μεταφέρθηκε στη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ), ενώ η αρμοδιότητα χορήγησης ενιαίας άδειας παραγωγής ηλεκτρικής και διανομής θερμικής ενέργειας από συμπαραγωγή, ασκείται από το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (Υπ. ΠΕΚΑ), κατόπιν γνωμοδότησης της ΡΑΕ, σύμφωνα με τις διατάξεις του ν. 3175/2003 (ΦΕΚ Α' 207), όπως ισχύει, και του Κανονισμού αδειών παραγωγής και προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας (Δ5ΗΛ/Β/Φ1/οικ.17951/ 06.12.2000, ΦΕΚ Β'1498), που εκδόθηκε κατ' εξουσιοδότηση του ν. 2773/99. Τέλος το Υπ. ΠΕΚΑ αναλαμβάνει παράλληλες διαδικασίες για χορήγηση προσφοράς σύνδεσης, περιβαλλοντική αδειοδότηση) και εξασφάλιση εμπράγματος δικαιώματος σε δημόσιες δασικού χαρακτήρα εκτάσεις.

6.1.2 Κύρια στοιχεία των εγκαταστάσεων της μονάδας συμπαραγωγής

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η διαστασιολόγηση της μονάδας συμπαραγωγής ηλεκτρισμού-θερμότητας με βιομάζα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του υπολογισμού του μέγιστου ετεροχρονισμένου θερμικού φορτίου αιχμής, για την κάλυψη της απαιτούμενης θερμικής ισχύος των κτιρίων προτείνεται εγκατάσταση ατμοπαραγωγού συνδυασμένου κύκλου ατμού ή κύκλου Rankine με ένα λέβητα βιομάζας ισχύος 1.75 MW_{el} (και $5,5 \text{ MW}_{th}$). Η μονάδα συμπαραγωγής περιλαμβάνει τη μονάδα παραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, τις εγκαταστάσεις υποδοχής, αποθήκευσης και προετοιμασίας του καυσίμου και το σύστημα της τηλεθέρμανσης

Στην κύρια μονάδα των εγκαταστάσεων πραγματοποιείται η καύση της βιομάζας και η παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας. Οι χώροι αποθήκευσης της βιομάζας σε θέσεις κοντά στη μονάδα εξασφαλίζει την επάρκεια του καυσίμου ακόμα και σε περιόδους αιχμής ή δυσκολίας στην έγκαιρη προμήθεια της

απαιτούμενης ποσότητας βιομάζας. Το απαιτούμενο μέγεθος και κόστος αυτών των εγκαταστάσεων έχει ήδη υπολογιστεί στο κεφάλαιο 2.5. Τέλος το δίκτυο της τηλεθέρμανσης περιλαμβάνει τα αντλιοστάσια, το δίκτυο των αγωγών μεταφοράς του νερού και τους υποσταθμούς των καταναλωτών.

Ο ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης της μονάδας είναι 20% (η_{el}) ενώ ο συνολικός θα κυμαίνεται μεταξύ 80 και 85%. Σε μία τέτοια εγκατάσταση, η απαιτούμενη ισχύς καυσίμου υπολογίζεται:

$$H_{fz} = W / \eta_{el} = 1,75 / 0,20 = 8,75 \text{ MW}$$

Με την κατώτερη θερμογόνο ικανότητα της τροφοδοτούμενης βιομάζας στα 17MJ/kg (H_u), η απαιτούμενη παροχή καυσίμου είναι:

$$m_{fz} = H_{fz} / H_u = 0,515 \text{ kg/s} \text{ ή } 1,853 \text{ odt/h}$$

Με μέση ετήσια διαθεσιμότητα της μονάδας 8400 h, απαιτούνται 15.565,2 τόνοι ξηρής βιομάζας.

Ο ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης είναι 20%. Ο θερμικός και ο ολικός βαθμός απόδοσης της μονάδας προκύπτουν από τους τύπους αντίστοιχα:

$$\eta_h = Q / H_{fz}$$

$$n = n_e + n_h$$

ενώ ο λόγος ηλεκτρισμού προς θερμότητα, προκύπτει από τον τύπο:

$$PHR = W / Q = n_e / n_h$$

6.1.3 Επιλογή θέσης

Η χωροθέτηση μονάδας παραγωγής εκμετάλλευσης της ενέργειας από βιομάζα, δεν εξαρτάται απόλυτα από την ύπαρξη της ενεργειακής πρώτης ύλης, με πιθανή εξαίρεση τις βιοχημικές διεργασίες αξιοποίησης, που σχετίζονται χωροθετικά με μεγάλους οργανωμένους ΧΥΤΑ (αναερόβια χώνευση), ενώ τα έργα εκμετάλλευσής της, αντιμετωπίζονται σαν βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Η Κοινοτική Οδηγία 2000/76/EC εφαρμόζει αυστηρές προδιαγραφές για τις

εγκαταστάσεις αυτές, βάση των οποίων ελαχιστοποιούνται οι οχλήσεις, που σχετίζονται με τις εκπομπές αέριων ρύπων, τα προβλήματα διάθεσης των στερεών υπολειμμάτων, το θόρυβο των εγκαταστάσεων, η την όχληση από τη διέλευση οχημάτων. Επίσης, οι μονάδες μπορεί να είναι κλειστές, ώστε να εναρμονίζονται όπως απαιτείται με το καλαίσθητο της εκάστοτε περιοχής που θα εγκατασταθούν. Επειδή αντιμετωπίζονται σαν βιομηχανικές εγκαταστάσεις και συγκεκριμένα ως βιομηχανίες χαμηλής και μεσαίας όχλησης, τα πιο πάνω προβλήματα, που αφορούν σε πιθανές επιπτώσεις κυρίως στο ανθρωπογενές και φυσικό περιβάλλον και δραστηριότητες, μπορούν να αντιμετωπίζονται από το υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο: ν. 3010/2002-Απόφαση αρ. 15393/2332/5-8-2002, ΚΥΑ 13727/724 ΦΕΚ Β' αρ. 5.08.03. Οι όροι εγκατάστασης και παραγωγής συνοψίζονται ως εξής:

- ◆ Ελάχιστες αποστάσεις από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος (200m)
- ◆ Ελάχιστες αποστάσεις από περιοχές και στοιχεία της πολιτιστικής κληρονομιάς (οι ελάχιστες αποστάσεις κρίνονται κατά περίπτωση από το Υπουργείο Πολιτισμού και Τουρισμού και την ΕΠΟ.
- ◆ Ελάχιστες αποστάσεις από οικιστικές δραστηριότητες (για μονάδες άνω των 500kW). Απαγορεύεται η εγκατάστασή τους σε περιοχές εντός εγκεκριμένων σχεδίων πόλεων, εντός οικισμών και εντός θεσμοθετημένης περιοχής οργανωμένης δόμησης Α' ή Β' κατοικίας εκτός αν η εγκατάσταση προορίζεται για εκπαιδευτικούς ή πιλοτικούς σκοπούς (μέχρι 5 MW).
- ◆ Ελάχιστες αποστάσεις από τα δίκτυα τεχνικής υποδομής και ειδικές χρήσεις που καθορίζονται στο πλαίσιο της ΕΠΟ.
- ◆ Ελάχιστες αποστάσεις από αναπτυξιακές ζώνες και δραστηριότητες. Η ελάχιστη απόσταση από αναπτυξιακές ζώνες του δευτερογενή τομέα 150m, ενώ από αναπτυξιακές ζώνες του τριτογενή τομέα (περιοχές αναψυχής, θεματικά πάρκα, τουριστικοί λιμένες κ.α.) είναι 500m.

Το Βελεστίνο ως οικισμός βιομηχανικής περιοχής ('Β Βιομηχανική Περιοχή του Βόλου), απαιτεί συγκεκριμένες αποστάσεις της μονάδας από τις υπόλοιπες βιομηχανικές δραστηριότητες της περιοχής και κυρίως από το εργοστάσιο της 304 ΠΕΒ. Η επιλογή του χώρου της μονάδας συμπαραγωγής θα εξαρτηθεί και από τα όρια ελαχίστων αποστάσεων που παρατέθηκαν πιο πάνω. Η θέση της μονάδας θα προσδιοριστεί επακριβώς λαμβάνοντας υπόψη και τις ακριβείς θέσεις των πηγών του καυσίμου και της απόστασης από το δίκτυο διασύνδεσης (π.χ. μέσω εργαλείου GIS που αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο).

6.1.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδας συμπαραγωγής

Το μέγεθος και τα κύρια χαρακτηριστικά ισχύος της μονάδα συμπαραγωγής συνοψίζονται στο παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 6.1: Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδας συμπαραγωγής

ΜΟΝΑΔΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	
Μέγεθος Εγκατάστασης	1,75 MW _{el}
Ηλεκτρική Απόδοση	20%
Θερμική Απόδοση	62,80%
Συνολική Απόδοση	82,80%
Είδος καυσίμου	Βιομάζα
Ισχύς καυσίμου	8,75 MW
Παροχή καυσίμου	1,853 t/h
Λόγος ηλεκτρισμού - θερμότητας	0,32

Για τον υπολογισμό όλων των ετήσιων δαπανών και στη συνέχεια των εσόδων γίνεται η παραδοχή ότι η πλήρης κάλυψη του οικισμού από το δίκτυο τηλεθέρμανσης θα έχει πραγματοποιηθεί μετά από έξι έτη λειτουργίας. Πιο συγκεκριμένα το 1/3 των κτιρίων του οικισμού εισέρχεται στο δίκτυο από το 3^ο έτος, άλλο 1/3 από το 5^ο έτος και ο υπόλοιπος αριθμός κτιρίων από το 7^ο έτος λειτουργίας.

Επιπλέον, για την αναγωγή όλων των τιμών σε πραγματικές αξίες, εκτιμήθηκε ο πληθωρισμός βάση στατιστικών στοιχείων (Eurostat) των τελευταίων ετών για την Ελλάδα στο 2%.

6.2 ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

6.2.1 Κοστολόγηση μονάδας συμπαραγωγής

Το κόστος εγκατάστασης της ατμοπαραγωγικής μονάδας συμπαραγωγής ανέρχεται στατιστικά περίπου στα 1500 ευρώ ανά εγκατεστημένο kW_{el} (πίνακας 3.1). Επομένως για το μέγεθος της εγκατάστασης (1,75 MW_{el}), υπολογίζεται στα 2.625.000 €. Το κόστος αυτό περιλαμβάνει όλο το σύστημα της μονάδας συμπαραγωγής, δηλαδή, το λέβητα της εγκατάστασης, το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου, τον ατμοστρόβιλο, το σύστημα επεξεργασίας νερού και την ηλεκτρογεννήτρια.

6.2.2 Κοστολόγηση μονάδας μεταφοράς και διανομής θερμικής ενέργειας

Για τη μεταφορά του θερμού νερού που παράγεται στους λέβητες στο αντλιοστάσιο χρησιμοποιούνται οι αντλίες μεταφοράς. Για τη μεταφορά του θερμού νερού από το αντλιοστάσιο στους σταθμούς κατανάλωσης του οικισμού μέσω του δικτύου σωληνώσεων διανομής χρησιμοποιούνται οι αντλίες διανομής. Στο δίκτυο της τηλεθέρμανσης θα εγκατασταθούν και οι θερμικοί υποσταθμοί καταναλωτή 900-1000 (υποσταθμοί). Ο ρόλος του υποσταθμού είναι όχι απλά να μεταφέρει τη θερμότητα μέσω του εναλλάκτη, από το δίκτυο της Τηλεθέρμανσης στο εσωτερικό δίκτυο του καταναλωτή, αλλά να μεταφέρει πάντα τη θερμότητα που ακριβώς απαιτείται για θέρμανση χώρου ή το θερμό νερό χρήσης. Ο κάθε υποσταθμός αποτελείται από δύο εναλλάκτες και μια σειρά ρυθμιστικών και μετρητικών οργάνων (μανόμετρα, θερμοστάτες κ.α.).

Βάση βιβλιογραφικής έρευνας στατιστικών μελετών επενδύσεων για το δίκτυο τηλεθέρμανσης της μονάδας, εκτιμάται προσεγγιστικά το κόστος για τους υποσταθμούς σε 1300 ευρώ ανά υποσταθμό) καθώς και για τα υπόλοιπα σύστημα μεταφοράς και διανομής της θερμικής ισχύος (αντλίες, σωληνώσεις) στα 450 € ανά παραγόμενο kW_{th} . Το ολικό κόστος του συστήματος τηλεθέρμανσης με 1000 υποσταθμούς, συμπεριλαμβανομένης και της συντήρησης του, ανέρχεται στα 3.775.000 €.

6.2.3 Κόστος εγκατάστασης αποθηκών

Το κόστος αυτό έχει υπολογιστεί νωρίτερα και είναι ίσο με 450.000 €.

Πίνακας 6.2: Αρχικό κόστος συστήματος συμπαραγωγής

Κόστος εγκατάστασης Μονάδας Συμπαραγωγής	2.625.000 €
Κόστος δικτύου μεταφοράς και διανομής θερμικής ισχύος	3.775.000 €
Αρχικό κόστος εγκαταστάσεων αποθηκών βιομάζας	450.000 €
Ολικό κόστος εγκαταστάσεων	6.850.000 €

6.3 ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ

6.3.1 Ετήσιο κόστος συντήρησης

Το προβλεπόμενο κόστος συντήρησης τη μονάδας κυμαίνεται μεταξύ 0,007 και 0,011 € ανά ώρα και ανά εγκατεστημένο kW_{el} (πίνακας 3.1). Αν θεωρήσουμε τιμή 0,009, υπολογίζεται στα 132.300 € ανά έτος.

6.3.2 Κόστος ασφάλισης της μονάδος

Η μονάδα συμπαραγωγής, όπως και κάθε επιχείρηση απαιτεί ασφάλιση των κτιρίων, των διαφόρων υλικών, του εξοπλισμού και του προσωπικού της. Το ετήσιο κόστος για αυτήν την ασφάλιση εξαρτάται από τον τύπο της επιχείρησης και από το είδος της ασφάλισης. Γενικά, η τιμή του είναι κατά μέσο όρο ίση με 2% του κόστους εγκατάστασης της μονάδας συμπαραγωγής, το οποίο αντιστοιχεί σε 52.500 €. Αυτό είναι το κόστος ασφάλισης για το πρώτο έτος. Για τα επόμενα έτη, υπολογίζουμε μία ετήσια αύξηση της τάξης του 2%, θεωρούμε δηλαδή ότι ακολουθεί το ρυθμό του πληθωρισμού.

6.3.3 Κόστος καυσίμου

Βάση των σημερινών τιμών αγοράς της αγριαγκινάρας (ΔΕΗ) και σύμφωνα με τις προβλεπόμενες τιμές στο άμεσο μέλλον, καθώς και του γεγονότος ότι η απαιτούμενη συμπύκνωση πραγματοποιείται από τον παραγωγό, ορίζεται η τιμή αγοράς από τον παραγωγό στα 93 €/τόνο ξηρής βιομάζας. Επιπλέον, το κόστος μεταφοράς έχει εκτιμηθεί 8,7 €/t (πίνακας 2.7), ενώ το κόστος από το ενοίκιο αποθήκευσης (10.800 € ετησίως) είναι, μετά από αναγωγή, 0,7 €/t. Επομένως, το συνολικό κόστος καυσίμου προκύπτει 102,4 €/t.

6.3.4 Χρηματοδότηση και τραπεζικό δάνειο

Σύμφωνα με το νέο αναπτυξιακό νόμο (ν. 3851/2010) η κρατική επιχορήγηση για μία νέα επένδυση παραγωγής βιομάζας στη Θεσσαλία είναι 35% επί του συνολικού αρχικού κόστους εγκατάστασης. Επιπλέον, η επιχείρηση υποχρεούται να έχει ένα ελάχιστο κόστος επένδυσης 100.000-500.000 € με τα ίδια κεφάλαια να αποτελούν τουλάχιστον το 25% επί της αρχικής επένδυσης. Βάση των παραπάνω, προκύπτει ο πίνακας 6.3:

Πίνακας 6.3: Χρηματοδοτικό σχήμα

Είδος χρηματοδότησης	Ποσοστό χρηματοδότησης (%)	Κόστος (€)
Δημόσια Επιδότηση	35	2.397.500
Ίδια Κεφάλαια	25	1.712.500
Τραπεζικό δάνειο	40	2.740.000

Σύμφωνα με τις υπάρχουσες δανειακές συμβάσεις, το τραπεζικό δάνειο (2.740.000 €) θα έχει ετήσιο επιτόκιο 5%, ενώ η αποπληρωμή του θα πραγματοποιηθεί σε 10 έτη. Οι ίσες ετήσιες χρηματοροές (τοκοχρωλύσιο) του δανείου προκύπτουν από τον παρακάτω τύπο [17]:

$$Π_j = \frac{Π \cdot i}{1 - (1 + i)^{-n}}$$

όπου

Π είναι το συνολικό τραπεζικό δάνειο

i είναι το ετήσιο επιτόκιο

n τα έτη αποπληρωμής του δανείου

οπότε η απαιτούμενη ετήσια τοκοχρεωλυτική δόση για την αποπληρωμή του δανείου είναι 354.842,5 €.

Πίνακας 6.4: Ανάλυση δανείου

Έτος	Χρεωλύσιο (€)	Τόκος (€)	Τοκοχρεωλύσιο (€)
1	217.842,50	137.000,00	354.842,50
2	228.734,63	126.107,88	354.842,50
3	240.171,36	114.671,14	354.842,50
4	252.179,92	102.662,58	354.842,50
5	264.788,90	90.053,60	354.842,50
6	278.028,37	76.814,13	354.842,50
7	291.929,78	62.912,72	354.842,50
8	306.526,27	48.316,23	354.842,50
9	321.852,59	32.989,91	354.842,50
10	337.945,22	16.897,28	354.842,50

Ο πίνακας 6.5 περιλαμβάνει όλες τις ετήσιες χρηματοροές εξόδων (F) για κάθε έτος λειτουργίας, ανηγμένες σε πραγματικές τιμές (F_{Π}) βάση του τύπου (πληθωρισμός $\rho=2\%$):

$$F_{\Pi} = F \cdot (1 + \rho)^{n-1}$$

Πίνακας 6.5: Αναλυτικός πίνακας ετήσιων δαπανών

Έτος	Κόστος καυσίμου (€)	Κόστος συντήρησης (€)	Κόστος ασφάλισης (€)	Τοκοχρεωλύσιο (€)	Συνολικές δαπάνες (€)
1	468.787,20	132.300,00	52.500,00	354.842,50	1.008.429,70
2	1.625.754,01	134.946,00	53.550,00	354.842,50	2.169.092,51
3	1.658.269,09	137.644,92	54.621,00	354.842,50	2.205.377,51
4	1.691.434,47	140.397,82	55.713,42	354.842,50	2.242.388,21
5	1.725.263,16	143.205,77	56.827,69	354.842,50	2.280.139,12
6	1.759.768,42	146.069,89	57.964,24	354.842,50	2.318.645,06
7	1.794.963,79	148.991,29	59.123,53	354.842,50	2.357.921,11
8	1.830.863,07	151.971,11	60.306,00	354.842,50	2.397.982,68
9	1.867.480,33	155.010,54	61.512,12	354.842,50	2.438.845,48
10	1.904.829,94	158.110,75	62.742,36	354.842,50	2.480.525,54
11	1.942.926,54	161.272,96	63.997,21	354.842,50	2.523.039,20
12	1.981.785,07	164.498,42	65.277,15	354.842,50	2.566.403,14
13	2.021.420,77	167.788,39	66.582,69	354.842,50	2.610.634,35
14	2.061.849,18	171.144,16	67.914,35	354.842,50	2.655.750,19
15	2.103.086,17	174.567,04	69.272,64	354.842,50	2.701.768,34

6.4 ΕΤΗΣΙΑ ΕΣΟΔΑ

6.4.1 Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας

Τα έσοδα από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας προκύπτουν από το σύνολο των παραγόμενων ηλεκτρικών MWh και από την τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας. Με ετήσια διαθεσιμότητα της μονάδας για ηλεκτροπαραγωγή περίπου στο 96% του έτους (ο υπόλοιπος χρόνος εξυπηρετεί τις ανάγκες συντήρησης), οι συνολικές ετήσιες ώρες λειτουργίας της μονάδας είναι 8.400. Επομένως, οι παραγόμενες μεγαβατώρες υπολογίζονται στις 14.700 ετησίως κατά τα 14 έτη πλήρους λειτουργίας. Το πρώτο έτος που η παραγωγή καυσίμου είναι μικρότερη (500t/στρ), υπολογίζεται ότι παράγονται 4.323 MWh_{el}.

Το νέο καθεστώς στην τιμολόγηση, για τη διαμόρφωση του οποίου λήφθηκαν υπόψη παράμετροι που επιδρούν στο λειτουργικό κόστος των σταθμών βιομάζας, καθιστά πλέον ελκυστική την υλοποίηση σχετικών επενδύσεων οι οποίες δεν ήταν δυνατό να πραγματοποιηθούν με την προγενέστερη τιμή αγοράς της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, που σημειωτέον ήταν ενιαία για όλες τις ΑΠΕ. Βάση του νέου ν. 3851/2010, η σημερινή τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα και για σταθμό παραγωγής μεγαλύτερο του 1MW_{el} είναι 175 €/MWh (πίνακας 6.6).

Πίνακας 6.6: Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας από την ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας

(θ) Βιομάζα που αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $\leq 1\text{ MW}$ (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	200
(ι) Βιομάζα που αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $> 1\text{ MW}$ και $\leq 5\text{ MW}$ (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	175
(ια) Βιομάζα που αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $> 5\text{ MW}$ (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	150
(ιβ) Αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέρια από βιομάζα (συμπεριλαμβανομένου και του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αποβλήτων), με εγκατεστημένη ισχύ $\leq 2\text{ MW}$	120
(ιγ) Αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέρια από βιομάζα (συμπεριλαμβανομένου και του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αποβλήτων), με εγκατεστημένη ισχύ $> 2\text{ MW}$	99,45

Πηγή: Ν. 3851/10 Άρθρο 5

6.4.2 Έσοδα από παραγόμενη θερμότητα

Για την παραγωγή θερμότητας και τη χρήση της μέσω τηλεθέρμανσης δεν υφίσταται κάποιο αυστηρό νομοθετικό πλαίσιο, όσον αφορά την τιμολόγηση της. Σύμφωνα όμως με ήδη υπάρχουσες περιπτώσεις (Κοζάνη, Πτολεμαΐδα, κ.α.) οι

τιμές που επικρατούν στην αγορά υπολογίζονται βάση της τιμής του πετρελαίου, έτσι ώστε να μην ξεπερνούν το 70% της τιμής του τελευταίου, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις φτάνουν στο 50% αυτής.

Με τα σημερινά δεδομένα, η τιμή του πετρελαίου θέρμανσης κυμαίνεται από 0,9 μέχρι 1 €/lt (κατά μέσο όρο 0,95 για τη χειμερινή περίοδο 2011-12). Για ένα τυπικό σύστημα καυστήρα πετρελαίου (βαθμός απόδοσης καύσης 92%) και βάση της θερμογόνου ικανότητας του πετρελαίου θέρμανσης (11,9 kWh/lt) υπολογίζεται η τιμή του στα 86,8 €/MWh.

Σύμφωνα με τα παραπάνω ορίζεται η τιμή πώλησης Τηλεθέρμανσης στα 55 €/MWh_{th}, τιμή που αντιστοιχεί περίπου στο 63% της τιμής του πετρελαίου. Από τον υπολογισμό των ενεργειακών αναγκών που έγινε σε προηγούμενο κεφάλαιο οι ετήσιες παραγόμενες θερμικές MWh είναι 13.837, όταν έχει πραγματοποιηθεί η πλήρης κάλυψη του οικισμού του Βελεσίνου (από το 7^ο έτος και μετά). Για τα πρώτα δύο έτη η κατανάλωση είναι μηδενική, για το 3^ο και 4^ο έτος είναι από 4.612,3 MWh έκαστο, και από 9.224,7 MWh για το 5^ο και 6^ο έτος.

Ταυτόχρονα, προστίθεται και ένα τέλος σύνδεσης του καταναλωτή, το οποίο ορίζεται στα 15,44 €/m² για κάθε νοικοκυριό (στοιχεία από περίπτωση τηλεθέρμανσης στην Πτολεμαΐδα – Δ.Ε.ΤΗ.Π. Μάρτιος 2012) και το οποίο θεωρείται ότι θα εξοφληθεί σε 24 μήνες (ξεκινώντας τη στιγμή της σύνδεσης), προς διευκόλυνση των καταναλωτών. Ο πίνακας 6.7 περιλαμβάνει όλες τις ετήσιες χρηματοροές εσόδων (F) για κάθε έτος λειτουργίας, ανηγμένες σε πραγματικές τιμές (F_π) βάση του τύπου (πληθωρισμός ρ=2%):

$$F_{\Pi} = F \cdot (1 + \rho)^{n-1}$$

Πίνακας 6.7: Αναλυτικός πίνακας ετήσιων εσόδων

Έτος	Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας (€)	Έσοδα από παραγόμενη θερμότητα (€)	Έσοδα από τέλη σύνδεσης (€)	Συνολικά Έσοδα (€)
1	756.525	0	0	756.525
2	2.623.950	0	0	2.623.950
3	2.676.429	263.925,03	194.773,28	3.135.127,31
4	2.729.957,58	269.203,53	198.668,75	3.197.829,86
5	2.784.556,73	549.181,16	202.642,12	3.536.380,01
6	2.840.247,87	560.164,78	206.694,97	3.607.107,61
7	2.897.052,82	857.049,02	210.828,87	3.964.930,71

8	2.954.993,88	874.190	215.045,44	4.044.229,32
9	3.014.093,76	891.673,80	0	3.905.767,55
10	3.074.375,63	909.507,27	0	3.983.882,91
11	3.135.863,15	927.697,42	0	4.063.560,56
12	3.198.580,41	946.251,37	0	4.144.831,78
13	3.262.552,02	965.176,39	0	4.227.728,41
14	3.327.803,06	984.479,92	0	4.312.282,98
15	3.394.359,12	1.004.169,52	0	4.398.528,64

6.5 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Στον πίνακα 6.8, για τον υπολογισμό του μικτού κέρδους της επένδυσης απαιτούνται τα ποσά των ετήσιων εσόδων και των ετήσιων λειτουργικών εξόδων της επιχείρησης.

Πίνακας 6.8: Πίνακας ετήσιου μικτού κέρδους

Έτος	Ετήσια έσοδα (€)	Ετήσια λειτουργικά έξοδα (Καύσιμο, συντήρηση, ασφάλιση) (€)	Μικτό κέρδος (€)
1	756.525,00	653.587,20	102.937,80
2	2.623.950,00	1.814.250,01	809.699,99
3	3.135.127,31	1.850.535,01	1.284.592,30
4	3.197.829,86	1.887.545,71	1.310.284,15
5	3.536.380,01	1.925.296,62	1.611.083,39
6	3.607.107,61	1.963.802,56	1.643.305,06
7	3.964.930,71	2.003.078,61	1.961.852,10
8	4.044.229,32	2.043.140,18	2.001.089,14
9	3.905.767,55	2.084.002,98	1.821.764,57
10	3.983.882,91	2.125.683,04	1.858.199,86
11	4.063.560,56	2.168.196,70	1.895.363,86
12	4.144.831,78	2.211.560,64	1.933.271,14
13	4.227.728,41	2.255.791,85	1.971.936,56
14	4.312.282,98	2.300.907,69	2.011.375,29
15	4.398.528,64	2.346.925,84	2.051.602,80

Ο φόρος επί των κερδών της επιχείρησης βάση του νομοθετικού πλαισίου είναι 20%. Το ποσό το οποίο φορολογείται δεν περιλαμβάνει τις ετήσια απόσβεση που

έχει ορίσει η επιχείρηση, όπως επίσης και τους τόκους του τραπεζικού δανείου. Σε περίπτωση ετήσιο αρνητικού κέρδους (ζημία), η επιχείρηση δεν φορολογείται.

Η απόσβεση του αρχικού κόστους επένδυσης των 4.452.000€ (Ιδια κεφάλαια και τραπεζικός δανεισμός) θεωρείται ότι πραγματοποιείται σε 10 έτη.

Πίνακας 6.9: Πίνακας υπολογισμού φόρων

Έτος	Μικτό Κέρδος (€)	Αποσβέσεις (€)	Τόκος (€)	Φορολογητέο Ποσό (€)	Φόρος (€)
0					
1	102.937,80	445.250	137.000,00	-479.312,20	0
2	809.699,99	445.250	126.107,88	238.342,11	47.668,42
3	1.284.592,30	445.250	114.671,14	724.671,16	144.934,23
4	1.310.284,15	445.250	102.662,58	762.371,57	152.474,31
5	1.611.083,39	445.250	90.053,60	1.075.779,79	215.155,96
6	1.643.305,06	445.250	76.814,13	1.121.240,93	224.248,19
7	1.961.852,10	445.250	62.912,72	1.453.689,38	290.737,88
8	2.001.089,14	445.250	48.316,23	1.507.522,91	301.504,58
9	1.821.764,57	445.250	32.989,91	1.343.524,66	268.704,93
10	1.858.199,86	445.250	16.897,28	1.396.052,58	279.210,52
11	1.895.363,86	-	-	1.895.363,86	379.072,77
12	1.933.271,14	-	-	1.933.271,14	386.654,23
13	1.971.936,56	-	-	1.971.936,56	394.387,31
14	2.011.375,29	-	-	2.011.375,29	402.275,06
15	2.051.602,80	-	-	2.051.602,80	410.320,56

Τα καθαρά (πραγματικά) ετήσια κέρδη φαίνονται στον πίνακα 6.10 και προκύπτουν ως εξής:

$$\text{Καθαρό κέρδος} = \text{Μικτό κέρδος} - \text{Τοκοχρεωλύσιο} - \text{Φόρος}$$

Πίνακας 6.10: Πίνακας υπολογισμού καθαρού ετήσιου κέρδους

Έτος	Μικτό κέρδος (€)	Τοκοχρεωλύσιο (€)	Φόρος (€)	Καθαρό ετήσιο κέρδος (€)
0	-1.712.500	-	-	-1.712.500
1	102.937,80	354.842,50	0	-251.904,70
2	809.699,99	354.842,50	47.668,42	407.189,07
3	1.284.592,30	354.842,50	144.934,23	784.815,57
4	1.310.284,15	354.842,50	152.474,31	802.967,34
5	1.611.083,39	354.842,50	215.155,96	1.041.084,93
6	1.643.305,06	354.842,50	224.248,19	1.064.214,37
7	1.961.852,10	354.842,50	290.737,88	1.316.271,72
8	2.001.089,14	354.842,50	301.504,58	1.344.742,06
9	1.821.764,57	354.842,50	268.704,93	1.198.217,14
10	1.858.199,86	354.842,50	279.210,52	1.224.146,84
11	1.895.363,86	-	379.072,77	1.516.291,09
12	1.933.271,14	-	386.654,23	1.546.616,91
13	1.971.936,56	-	394.387,31	1.577.549,25
14	2.011.375,29	-	402.275,06	1.609.100,23
15	2.051.602,80	-	410.320,56	1.641.282,24

6.5.1 Κριτήριο Καθαρής Παρούσας Αξίας

Με τη μέθοδο της παρούσας αξίας το σύνολο των χρηματοροών που αναμένεται να εμφανίζονται ετησίως μετατρέπονται σε μια μοναδική παρούσα αξία σε σταθερό χρόνο μηδέν. Αυτό το ποσό αναφέρεται ως παρούσα αξία, παρούσα τιμή, ή καθαρή παρούσα αξία. Η καθαρή παρούσα αξία προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+d)^i} - E_0$$

όπου F_i είναι το ετήσιο καθαρό κέρδος

n ο κύκλος ζωής της επένδυσης (15 έτη)

d το επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία

E_0 η αρχική επένδυση

Διακρίνονται οι ακόλουθες περιπτώσεις:

- $NPV > 0$: Η επένδυση είναι βιώσιμη κάτω από τις δεδομένες συνθήκες (οικονομικό κύκλο ζωής, N , και επιθυμητό βαθμό απόδοσης της επένδυσης, d).

- NPV=0: Η επένδυση είναι βιώσιμη με μέσο ετήσιο βαθμό απόδοσης ίσο με d .
- NPV<0: Η επένδυση είναι αντιοικονομική.

Το επιτόκιο αναγωγής (ή προεξόφλησης) d αντιπροσωπεύει τον τρόπο με τον οποίο οι μελλοντικές χρηματοροές συνδέονται με τις σημερινές τιμές, δηλαδή την επιλεγμένη απόδοση του κεφαλαίου. Ο προσδιορισμός του γενικά εξαρτάται από τον πληθωρισμό, από το κόστος ευκαιρίας του κεφαλαίου και από τον επιχειρηματικό κίνδυνο που ενέχει η επένδυση. Έτσι, το απαιτούμενο επιτόκιο αναγωγής αντανακλά το κόστος μιας ασφαλούς επένδυσης και επηρεάζεται από ένα πλήθος παραγόντων. Για το λόγο αυτό συνήθως, ο απαιτούμενος συντελεστής υπολογίζεται με βάση την εμπειρία του επενδυτή. Το ετήσιο τοκοχρεωλύσιο έχει συνυπολογιστεί στο καθαρό ετήσιο κέρδος πριν την αναγωγή σε καθαρή παρούσα αξία, καθ' όσον το επιτόκιο αναγωγής της επένδυσης προκύπτει ίσο με το επιτόκιο του δανείου.

Με βάση τα παραπάνω ορίζεται το ονομαστικό επιτόκιο αναγωγής $k = 7\%$ και προσεγγιστικά προκύπτει το πραγματικό επιτόκιο αναγωγής $d \sim k - \rho$, όπου ρ ο πληθωρισμός (2%). Επομένως για τους υπολογισμούς λαμβάνεται ο συντελεστής προεξόφλησης 5% ($d=0,05$).

Πίνακας 6.11: Πίνακας χρηματοροών καθαρής παρούσας αξίας

Έτος	Καθαρό ετήσιο κέρδος (€)	Αθροιστική χρηματική ροή (€)	Καθαρή παρούσα αξία (€)	Αθροιστική παρούσα αξία (€)
0	-1.712.500	-1.712.500	-1.712.500	-1.712.500
1	-251.904,70	-1.964.404,70	-239.909,24	-1.952.409,24
2	407.189,07	-1.557.215,63	369.332,49	-1.583.076,75
3	784.815,57	-772.400,06	677.953,20	-905.123,55
4	802.967,34	30.567,28	660.603,22	-244.520,33
5	1.041.084,93	1.071.652,21	815.717,28	571.196,95
6	1.064.214,37	2.135.866,58	794.133,15	1.365.330,10
7	1.316.271,72	3.452.138,30	935.449,74	2.300.779,84
8	1.344.742,06	4.796.880,36	910.174,36	3.210.954,19
9	1.198.217,14	5.995.097,50	772.381,45	3.983.335,65
10	1.224.146,84	7.219.244,34	751.519,97	4.734.855,62
11	1.516.291,09	8.735.535,43	886.544,00	5.621.399,61
12	1.546.616,91	10.282.152,34	861.214,17	6.482.613,78
13	1.577.549,25	11.859.701,59	836.608,05	7.319.221,83
14	1.609.100,23	13.468.801,82	812.704,96	8.131.926,79
15	1.641.282,24	15.110.084,06	789.484,82	8.921.411,61

Προκύπτει **NPV = 8.921.411,61 > 0**

Εφόσον $NPV > 0$, η επένδυση κρίνεται συμφέρουσα βάση του κριτηρίου.

6.5.2 Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης (IRR)

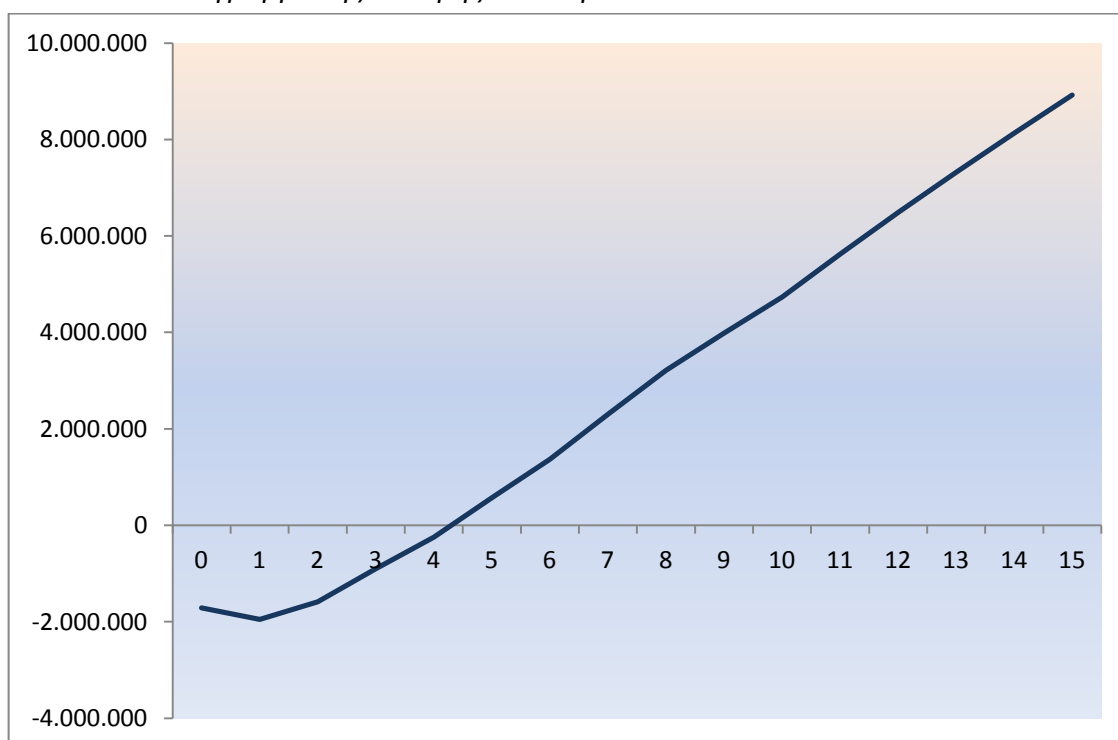
Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης (internal rate of return) είναι η τιμή του επιτοκίου προεξόφλησης IRR, που κάνει την παρούσα αξία μιας σειράς πληρωμών και εισπράξεων ίση με το μηδέν ($NPV=0$). Πρακτικά ορίζει την τιμή της απόδοσης του κεφαλαίου μέχρι την οποία η επένδυση κρίνεται συμφέρουσα. Γενικά και βάση κριτηρίου, πρέπει $IRR > 12\%$. Η τιμή του συντελεστή που προκύπτει με λύση της εξίσωσης $NPV=0$ είναι:

$$IRR = 0,33573 \rightarrow 33,6\%$$

Συνεπώς, η επένδυση κρίνεται συμφέρουσα καθώς προκύπτει τιμή του IRR σημαντικά μεγαλύτερη από το επιτόκιο προεξόφλησης.

Παρακάτω δίνεται το διάγραμμα της στάθμης κεφαλαίου της επένδυσης (αθροιστική καθαρή παρούσα αξία) σε συνάρτηση με το χρόνο. Σε αυτό φαίνεται και η έντοκη περίοδος αποπληρωμής, δηλαδή το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης και η οποία προσδιορίζεται στα 4,3 έτη (πραγματοποιείται κατά το 5^ο έτος).

Εικόνα 6.1: Διάγραμμα της στάθμης του κεφαλαίου



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το νέο θεσμικό πλαίσιο για την εξοικονόμηση ενέργειας και τις ΑΠΕ που εφαρμόζεται σε όλα τα κράτη μέλη της Ευρώπης στηρίζει τη χρήση νέων μεθόδων παραγωγής ενέργειας και νέων εναλλακτικών καυσίμων, αντί των συμβατικών. Στην Ελλάδα, η ανάγκη για την επίτευξη των εθνικών δεσμεύσεων δημιουργεί τις προϋποθέσεις για νέες επενδύσεις στον τομέα της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα και στη χρήση των βιοκαυσίμων. Ο μελλοντικός στόχος της χώρας στην παραγωγή ενέργειας, 18% από ΑΠΕ επί της συνολικής παραγωγής ενέργειας και 10% συμμετοχή των βιοκαυσίμων), δίνει ώθηση σε νέες μεθόδους ενεργειακής αξιοποίησης παρέχοντας υψηλές δημόσιες επιχορηγήσεις σε επενδύσεις βιομηχανικών μονάδων. Ταυτόχρονα, η νέα αγροτική πολιτική που εφαρμόζεται προσπαθεί να στρέψει τους έλληνες αγρότες στην ενασχόληση με νέες εναλλακτικές-ενεργειακές καλλιέργειες, προσφέροντας υψηλότερες επιδοτήσεις σε σύγκριση με αυτές των παραδοσιακών καλλιεργειών.

Ωστόσο, για την επίτευξη των παραπάνω στόχων απαιτούνται ακόμα πολλά βήματα προόδου, κυρίως στον τομέα της οργάνωσης και της προώθησης των νέων μεθόδων. Ειδικά στον αγροτικό τομέα, η ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών βρίσκεται ακόμα σε χαμηλά επίπεδα, σε επίπεδο μικρών προγραμμάτων ή και σε πειραματικό στάδιο για ορισμένες καλλιέργειες. Επιπλέον, απαιτούνται τρόποι προώθησης και εκπαίδευσης στην παραγωγή των καλλιεργειών, σε συνεργασία με τους τοπικούς αγροτικούς συνεταιρισμούς ώστε να πειστεί ο έλληνας αγρότης για κάτι νέο που θα του αποφέρει μεγαλύτερα κέρδη και ταυτόχρονα να αποκτήσει τις απαραίτητες γνώσεις στις νέες καλλιεργητικές τεχνικές.

Στην παρούσα μελέτη δόθηκε έμφαση στην καλλιέργεια της αγριαγκινάρας, ένα φυτό κατάλληλο για το μεσογειακό κλίμα της Ελλάδας, που ήδη καλλιεργείται εκτεταμένα στην υπόλοιπη νότια Ευρώπη. Παρατηρήθηκε ότι πρόκειται για ένα είδος καλλιέργειας πρόκληση για το γεωργό, εξαιτίας των μεγάλων στρεμματικών αποδόσεων, των χαμηλών εισροών και της μεγάλης ασφάλειας που προσφέρει, καθ' ότι πρόκειται για ένα ιδιαίτερα ανθεκτικό φυτό, με σχεδόν μηδαμινές πιθανότητες καταστροφής του. Ξεχωρίζει από τις υπόλοιπες ενεργειακές καλλιέργειες, αφού η αγριαγκινάρα απαιτεί ελάχιστη έως μηδενική χρήση φυτοφαρμάκων (ζιζανιοκτόνα, εντομοκτόνα), γεγονός που την αναδεικνύει ως την φιλικότερη προς το περιβάλλον καλλιέργεια, όσον αφορά και την τοξικότητα της.

Η αγριαγκινάρα αναμένεται να δώσει μελλοντικά σημαντική ώθηση στον τομέα των βιοκαυσίμων, συμβάλλοντας σημαντικά στην κάλυψη του εθνικού στόχου και

κυρίως στην παραγωγή βιοντίζελ, χάρη στην πλούσια περιεκτικότητα της σε έλαια. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή βιομάζας που προορίζεται για την παραγωγή ενέργειας μέσω καύσης ή άλλων διεργασιών βιομηχανικών μονάδων συμβάλλοντας σε μεγάλο βαθμό στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Κατά αυτόν τον τρόπο μπορεί επιπλέον να παρέχει νέα κίνητρα για αποκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας, με μικρότερες σε μέγεθος, αλλά περισσότερες τοπικές βιομηχανικές μονάδες διάσπαρτες στην ελληνική περιφέρεια.

Παρ' όλα αυτά τα σημαντικά πλεονεκτήματα της αγριαγκινάρας, η τεχνολογία αξιοποίησης της βρίσκεται σε πολύ πρώιμο στάδιο, με πολλά περιθώρια βελτίωσης. Τα μέχρι στιγμής αποτελέσματα για τις αποδόσεις της έχουν δείξει ότι απαιτούν την πραγματοποίηση νέων ερευνητικών δραστηριοτήτων, τη χρησιμοποίηση νέων τεχνικών φύτευσης και νέων πειραματικών μελετών για την απαιτούμενη άρδευση, την καταλληλότητα του εδάφους και του κλίματος διαφόρων περιοχών. Έχει παρατηρηθεί ότι αυτά τα στοιχεία είναι ικανά να επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό το κόστος παραγωγής της αγριαγκινάρας ή να αυξήσουν την απόδοσή της και μπορούν να αποφέρουν σημαντικά μεγαλύτερα κέρδη για το γεωργό. Ωστόσο μέχρι στιγμής έχουν πραγματοποιηθεί ελάχιστες μελέτες αξιολόγησης του κύκλου ζωής της καλλιέργειας, με αποτέλεσμα έλλειψη δεδομένων και επιστημονικής πληροφόρησης για τους γεωπόνους και τους γεωργούς.

Στο παράδειγμα της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκε εκτίμηση της απόδοσης της αγριαγκινάρας (κατά μέσο όρο 1,7 t ανά στρέμμα) στο Βελεστίνο και την ευρύτερη αγροτική περιοχή, βάση των μέχρι στιγμής πειραματικών δεδομένων και εκτιμήσεων. Η εκτιμώμενη όμως παραγωγή ενδέχεται να μην αντικατοπτρίζει την πραγματικότητα και να διαφέρει σημαντικά από περιοχή σε περιοχή, εξαιτίας και της εκτεταμένης παραγωγής σε διάφορα εδάφη της ευρύτερης περιοχής (πάνω από 9.000 στρέμματα) αλλά και της επίδρασης της κλιματικής αλλαγής και των βροχοπτώσεων ανά περιοχή και ανά έτος.

Βάση των μελλοντικών προβλέψεων για τη νότια Ευρώπη, αναμένεται αύξηση της θερμοκρασίας και μείωση των βροχοπτώσεων και της διαθεσιμότητας του νερού. Συνεπώς απαιτείται συνεχής μελέτη για τις πιθανές αυξημένες μελλοντικές ανάγκες σε άρδευση ή ακόμα και η πραγματοποίηση ερευνητικών δραστηριοτήτων για την αξιολόγηση άλλων τύπων ενεργειακών καλλιεργειών, οι οποίες ενδέχεται να εμφανίζουν καλύτερο συνδυασμό κόστους-αποδοτικότητας από την αγριαγκινάρα, σε ορισμένα περιοχές της περίπτωσης που εξετάστηκε. Στο πλαίσιο

αυτό, μια στατιστική χαρτογράφηση αναφορικά με τις περιοχές και τα είδη των καλλιεργειών που χρησιμοποιούνται ή που θα αξιολογηθούν καταλληλότερα για καλλιέργεια, είναι δυνατόν να βελτιστοποιήσουν την απόδοση ολόκληρης της επένδυσης.

Η επένδυση της μονάδας συμπαραγωγής στο Βελεστίνο εξετάστηκε για 15 έτη, όσος είναι περίπου και ο χρόνος ζωής της αγριαγκινάρας. Προφανώς και επειδή η μονάδα συμπαραγωγής έχει αναμενόμενο χρόνο ζωής έως ή πιθανόν και μεγαλύτερο από 30 χρόνια, η επένδυση δύναται να συνεχιστεί με νέα φύτευση της αγριαγκινάρας. Τα επιμέρους οικονομικά στοιχεία, είτε αυτά αφορούν κόστη παραγωγής αγριαγκινάρας - καυσίμου, είτε έσοδα από παραγόμενη ενέργεια προέκυψαν μετά από βιβλιογραφική μελέτη, στατιστικά και πειραματικά δεδομένα και ενδέχεται να διαφέρουν σημαντικά εξαιτίας της έλλειψης ολοκληρωμένης έρευνας, κυρίως στο κομμάτι της εφοδιαστικής αλυσίδας. Επιπλέον και η εγκατάσταση του συστήματος τηλεθέρμανσης του οικισμού απαιτεί εξειδικευμένη μελέτη και πλήρη στοιχεία όλων των κτιριακών εγκαταστάσεων του Βελεστίνου, των αποστάσεων μεταξύ τους, του εδάφους και όλων των υπόλοιπων λεπτομερειών της δόμησης.

Σημαντικό προτέρημα στη μελέτη της συγκεκριμένης επένδυσης αποτελεί το γεγονός ότι το Βελεστίνο βρίσκεται σε βιομηχανική περιοχή και γειτνιάζει με μεγάλες οδικές αρτηρίες και αστικά κέντρα. Γι' αυτό το λόγο υπάρχει ήδη μία σχετική γνώση στοιχείων για μια πιο εύκολη υλοποίηση στη μελέτη της εφοδιαστικής αλυσίδας, ενώ σε αυτό συμβάλλει και το γεγονός ότι η ευρύτερη περιοχή του δήμου Ρήγα Φεραίου αποτελεί κατεξοχήν αγροτική περιοχή.

Για την υλοποίηση μιας τέτοιας επένδυσης απαιτείται η γνωστοποίηση στους πολίτες του Βελεστίνου των οφελών της τηλεθέρμανσης, κυρίως στα οικονομικά κάθε νοικοκυριού, αλλά και στα περιβαλλοντικά όλου του οικισμού, με το πλεονέκτημα του μικρότερου θορύβου και της καλύτερης ποιότητας της ατμόσφαιρας. Επίσης προτείνεται και η πιθανή χρήση μιας ΜΕΚ ή ενός ακόμα λέβητα ανάκτησης θερμότητας για μεγαλύτερη ασφάλεια στην κάλυψη σε περιόδους αιχμής ή για μία προβλεπόμενη μελλοντική αύξηση των αναγκών.

Γενικά, η επένδυση χαρακτηρίζεται από σημαντικά οικονομικά οφέλη για τον επενδυτή, με προνομιακή τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα, με μικρό χρόνο απόσβεσης, χαμηλές εισροές (ίδια κεφάλαια) λόγω της υψηλής επιδότησης και γενικά της νομοθεσίας που προωθείται στην Ελλάδα βάση των κατευθύνσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης και γενικά των παγκόσμιων ενεργειακών και περιβαλλοντικών αλλαγών. Επίσης προωθεί σύγχρονες τεχνολογίες θέρμανσης

πόλεων με σημαντικά οικονομικά οφέλη για τους καταναλωτές, σε σύγκριση πάντα με το συμβατικό τρόπο θέρμανσης με καυστήρες πετρελαίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Λασποπούλου Τ. «Μελέτη τηλεθέρμανσης της πόλης των Γρεβενών με ενεργειακή αξιοποίηση της δασικής βιομάζας της περιοχής», Διπλωματική εργασία ΕΜΠ, Αθήνα 2008
- [2] Φίνος Λ. «Ενεργειακά φυτά και βιοκαύσιμα», Πτυχιακή εργασία, Θεσσαλονίκη 2010
- [3] Δήμας Κ. «Το γλυκό σόργο ως ενεργειακή καλλιέργεια για την παραγωγή βιοαιθανόλης» από την Ημερίδα: «Παραγωγή Βιοαιθανόλης από Γλυκό Σόργο», Θεσσαλονίκη
- [4] Σκουφογιάννη Ε. «Εναλλακτικές καλλιέργειες παραγωγής βιο-ενέργειας και οι προοπτικές τους στην Ελλάδα. Οι περιπτώσεις του μίσχανθου και της Αγριαγκινάρας», Μεταπτυχιακή εργασία Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη 2006
- [5] Κυπριώτη Μ. «Ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας και ο ρόλος των ενεργειακών καλλιεργειών», Πτυχιακή Διατριβή, Θεσσαλονίκη 2009
- [6] Παπαοικονόμου Α. «Διαχείριση δικτύων εφοδιαστικών αλυσίδων για την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα», Μεταπτυχιακή εργασία ΠΑ.ΜΑΚ., Θεσσαλονίκη 2010
- [7] Λουκόπουλος Σ. «Παρουσίαση της καλλιέργειας της Αγριαγκινάρας και μελέτη των ενεργειακών καλλιεργειών στην Ελλάδα», Πτυχιακή εργασία ΤΕΙ Ηρακλείου, 2009
- [8] J. Fernandez, M.D. Curt «*Department of Plant Production: Botany and Plant Protection*», Polytechnic University of Madrid, 1998
- [9] Καρατζός Κ. «Εναλλακτική πρώτη ύλη για βιοκαύσιμα, βιομάζα και ζωοτροφή για βιολογική κτηνοτροφία», Ομάδα Agricon Hellas
- [10] Jesus Fernandez, Maria Dolores Curt, Pedro Luis Aguado «*Industrial applications of Cynara cardunculus L. for energy and other uses*», Polytechnic University of Madrid, 2006
- [11] Δαναλάτος Ν. «Γενική αναδιάρθρωση: Η περίπτωση των ενεργειακών φυτειών» Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Καρδίτσα 2008
- [12] Γαλανοπούλου Α. «Ανάλυση Κόστους Καλλιέργειας, Συγκομιδής και Μεταφοράς Βιομάζας για χρήση ως βιοκαύσιμο σε Μονάδα Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας», Μεταπτυχιακή εργασία Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 2012
- [13] Πετσάκος Α., Τσιμπούκας Κ., Τσουκαλάς Σ., Ροζάκης Σ. «Κοστολόγηση στους πιλοτικούς αγρούς και ανταγωνιστικότητα των ενεργειακών καλλιεργειών», από το πρόγραμμα «Δημιουργία Καινοτόμων Εμπειριών Αποδεικτικού Χαρακτήρα για την Τεκμηρίωση της Δυνατότητας των Καπνοπαραγωγών να στραφούν προς την Καλλιέργεια Ενεργειακών Φυτών»

[14] Δαναλάτος Ν. «Βιώσιμη Παραγωγή Στερεού Βιο-καύσιμου από Ενεργειακές Καλλιέργειες στην Ελλάδα: Η περίπτωση της Αγριαγκινάρας», 2ο Συνέδριο Εναλλακτικών Καυσίμων – Βιοκαυσίμων, 2007

[15] Παπαδόπουλος Α., Σημειώσεις παραδόσεως στο μάθημα: «Οικονομική ανάλυση ενεργειακών συστημάτων», ΑΠΘ - Πολυτεχνική Σχολή, Θεσσαλονίκη 2002

[16] Γεωργακοπούλου Β. «Μελέτη αγροτικών αναπτυξιακών δεικτών. Μελέτη περίπτωσης ο δήμος Ρήγα Φεραίου Ν. Μαγνησίας», Πτυχιακή εργασία Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα 2011

[17] Τόλης Α. Βοήθημα για το μάθημα «Διαχείριση ενέργειας», ΕΜΠ, Αθήνα 2008

[18] Νόμος 2244/1994 «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 168/1994)

[19] Οδηγία 2001/77/ΕΚ «Για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας»

[20] Λάλας Δ. «Τι πάει να πει στα Ελληνικά: 20-20-20 by 2020;», Ημερίδα ΕΛΕΤΑΕΝ με θέμα «Αιολική Ενέργεια: Οικονομική Ανάπτυξη με Περιβαλλοντική Υπεροχή», 2008

[21] Μπουτσέτσιου Ε. «Ενεργειακή αξιοποίηση δασικής βιομάζας: Η περίπτωση του Μετσόβου», Μεταπτυχιακή εργασία ΕΜΠ, Αθήνα 2010

[22] Χρήστου Μ., Αλεξοπούλου Ε., Λυχνάρα Β., Νάματοβ Ε. «Ενεργειακές καλλιέργειες στον ευρωπαϊκό και ελληνικό χώρο», ΚΑΠΕ

[23] Αλεξοπούλου Ε. «Βέλτιστες πρακτικές στην επιλογή ενεργειακών καλλιεργειών για τα Ελληνικά δεδομένα», ΚΑΠΕ, Τμήμα Βιομάζας

[24] «Ενεργειακές καλλιέργειες για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων», ΚΑΠΕ στο πλαίσιο του προγράμματος «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ» - Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης 2000-2006

[25] Αθανασίου Κ. «Μελέτη βιωσιμότητας μονάδων παραγωγής βιοντίζελ στην Ελλάδα», Μεταπτυχιακή εργασία ΠΑ.ΜΑΚ., Θεσσαλονίκη 2011

[26] Μακρυνίκα Α. «Περιβαλλοντική αξιολόγηση της καλλιέργειας της *Cynara cardunculus* L. για παραγωγή βιοντίζελ στην Ελλάδα», Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα 2008

[27] «Μελέτη για τη δυνατότητα αξιοποίησης της βιομάζας που προκύπτει από το κλάδεμα των ελαιώνων», Πρόγραμμα Επιχορηγούμενο από την Ε.Ε. – Καν. 2080/2005 - Δράση Αii.6, αρ. έγκρισης Προγράμματος 260268/30.3.2006

[28] Καλτσά Ε. «Οικονομική ανάλυση μονάδας συμπαραγωγής της εταιρίας AGRITEX», Διπλωματική εργασία ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 2010

- [29] Αγτζόγλου Γ., Ζιώγος Β. «Διερεύνηση των δυνατοτήτων διείσδυση συστημάτων συμπαραγωγής σε κτίρια», Διπλωματική εργασία ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 2008
- [30] Τεχνική Οδηγία ΤΕΕ 20701-5/2012 «Συμπαραγωγή ηλεκτρισμού θερμότητας και ψύξης: Εγκαταστάσεις σε κτίρια», ΥΠΕΚΑ
- [31] «Combined Heat and Power (CHP) in the EU, Turkey, Norway and Iceland – 2006 data», Environment and energy, Author: Pekka Loesonen, 2008
- [32] «Εκτίμηση του Εθνικού δυναμικού της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας στην Ελλάδα», Υπουργείο Ανάπτυξης, 2008
- [33] Ντογκούλης Π. «Αξιοποίηση των υπολειμμάτων βάμβακος του Ν. Λάρισας για τηλεθέρμανση», Μεταπτυχιακή ΔΙΑΤΡΙΒΗ Γεωπονικής Σχολής, Θεσσαλονίκη 2008
- [34] Απόφαση Διοικητικού Συμβουλίου ΔΕΤΗΠ υπ' αριθμ.51/31-3-2011: «Οδηγίες σύνδεσης με την τηλεθέρμανση έτος 2012», Δημοτική Επιχείρηση Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας (Δ.Ε.ΤΗ.Π.)
- [35] Γεωργική Στατιστική της Ελλάδος, Στατιστικές πρωτογενούς τομέα: στοιχεία 2006, ΕΛ.ΣΤΑΤ., Πειραιάς 2010
- [36] Τεχνική Οδηγία ΤΕΕ 20701-1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης», ΥΠΕΚΑ
- [37] Στρατηγικό Σχέδιο ανάπτυξης Μαγνησίας, 1^η φάση: Διαγνωστικές Μελέτες, Νομαρχιακή αυτοδιοίκηση Μαγνησίας, Βόλος 2005
- [38] Γέτμος Θ., Φουντάς Σπ., Ταγαράκη Α., Γιαννόπουλος Ν. «Μελέτη αξιοποίησης παραγόμενης βιομάζας στο Ν. Λάρισας με καύση για συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας», Μελέτη Εργαστηρίου Γεωργικής Μηχανολογίας του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής και Αγροτικού Περιβάλλοντος Παραγωγής
- [39] Δρ. Σαγιά-Στέγγου Αθ. «Διαχείριση ενέργειας», ΕΜΠ, Αθήνα 2007
- [40] Γεωργιάδης Α., Σωτηρίου Σ. «Αξιοποίηση της Βιομάζας στον Ελλαδικό Χώρο για την Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας μέσω Συστημάτων Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας», Διπλωματική εργασία ΕΜΠ, Αθήνα 2011
- [41] Ψημμένος Σ. ALTEREN Α.Ε. «Τεχνοοικονομικά δεδομένα στη χρήση βιομάζας»
- [42] Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας 2010, «Ανάλυση επιλογών για τον επανασχεδιασμό της τιμολόγησης της ενέργειας που παράγεται με ΣΗΘΥΑ από μονάδες με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ έως 35 MW»

[43] Simone Fazio, Andrea Monti «*Life cycle assessment of different bioenergy production systems including perennial and annual crops*», Department of Agroenvironmental Science and Technology, University of Bologna, 2011

[44] Antonio Gomez, Marcos Rodrigues, Carlos Montanes, Cesar Dopazo, Norberto Fueyo «*The technical potential of first-generation biofuels obtained from energy crops in Spain*», Fluid Mechanics Group, University of Zaragoza, 2011

[45] Karin Ericsson, Hakan Rosenqvist, Lars J. Nilsson «*Energy crop production costs in the EU*», Environmental and Energy Systems Studies, Lund University, Sweden 2009

[46] Anita Lerna, Giovanni Mauromicale «*Cynara cardunculus L. genotypes as a crop for energy purposes in a Mediterranean environment*», Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, Catania 2010

Δικτυακές πηγές

1. <http://www.journals.elsevier.com/biomass-and-bioenergy/>
2. <http://www.journals.elsevier.com/renewable-and-sustainable-energy-reviews/>
3. <http://www.allaboutenergy.gr/>
4. <http://el.wikipedia.org/>
5. <http://www.btgworld.com>
6. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>
7. <http://www.cres.gr>
8. <http://www.euroheat.org/Greece-79.aspx>
9. <http://ecoheat4.eu/>
10. <http://www.rae.gr>
11. <http://www.journals.elsevier.com/applied-energy/>
12. <http://www.karlanews.com/>
13. <http://www.rigas-feraios.gr>
14. <http://www.hnms.gr>
15. <http://www.energia.gr>
16. <http://www.biomassenergy.gr>
17. <http://www.google.com> (pictures)
18. <http://hachp.gr>
19. <http://www.magnesia-tourism.gr>

