

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΡΩΝ**

**'ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΜΕ ΚΑΥΣΗ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑΣ ΣΤΟΥΣ  
ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΚΟΖΑΝΗΣ'**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΓΚΕΚΑ Χ. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ  
ΠΑΝΑΓΙΩΤΙΔΟΥ Η. ΦΩΤΕΙΝΗ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
ΜΠΑΡΤΖΗΣ Γ. ΙΩΑΝΝΗΣ**

**Κοζάνη  
2005**

**Αφιερωμένη  
στους γονείς μας**

# ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Α.Π.Θ. - ΤΜΗΜΑ  
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΡΩΝ  
Αριθμ. Εισαγ.:... 1600  
Ημερομηνία: ... 19/4/06

Αρχικά, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα της διπλωματικής εργασίας μας, Καθηγητή και Πρόεδρο του Τμήματος Μηχανικών Διαχείρισης Ενεργειακών Πόρων του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, κ. Μπάρτζη Γ. Ιωάννη, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μας εργασίας.

Είμαστε ευγνώμονες στον κ. Παυλουδάκη Φραγκίσκο, Καθηγητή του Τμήματος Μηχανικών Διαχείρισης Ενεργειακών Πόρων του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας και Υποτομεάρχη του Τομέα Προστασίας Περιβάλλοντος και Αποκατάστασης Εδαφών του Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας, για την πολύτιμη βοήθεια που μας προσέφερε στην πραγματοποίηση αυτής της εργασίας.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλουμε στους κ.κ. Νικολαΐδη Ι., Καθηγητή του Τμήματος Μηχανικών Διαχείρισης Ενεργειακών Πόρων του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας και Υποτομεάρχη του Εργοστασίου Λιγνιτοπλίνθων του Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας, Τσανούλα, Τομεάρχη Λειτουργίας του Α.Η.Σ. Αγίου Δημητρίου, Παναγιωτίδη, Τομεάρχη Λειτουργίας του Α.Η.Σ Καρδιάς, για τα στοιχεία κατανάλωσης πετρελαίου των αντίστοιχων Σταθμών Παραγωγής. Καθώς, στον κ. Μαρνέλλο Γ., Καθηγητή του Τμήματος Μηχανικών Διαχείρισης Ενεργειακών Πόρων του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, και στην κ. Αντωνάκου Ε., Χημικό Μηχανικό, για τη βοήθειά τους στο Τεχνολογικό Πάρκο Θεσσαλονίκης. Και στους κ.κ. Νικολαΐδη Κ., Γεωπόνο, για τις γνώσεις που μας προσέφερε πάνω στις Αγριαγκινάρες και Καπνόπουλο Ν., Έμπορο Υγρών Καυσίμων, για τις τιμές πώλησης του πετρελαίου.

Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους όσους μας βοήθησαν και μας στήριξαν κατά τη διάρκεια της ολοκλήρωσης αυτής της εργασίας.

Τέλος και πάνω απ' όλα, είμαστε ευγνώμονες στους γονείς μας, Χρήστο και Αλεξάνδρα Γκέκα και Ηλία και Κυριακή Παναγιωτίδου, για την αμέριστη ηθική και οικονομική υποστήριξή τους, τα πέντε αυτά χρόνια των σπουδών μας.

<b>A ΜΕΡΟΣ</b> .....	<b>7</b>
<b>1. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b> .....	<b>8</b>
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	8
1.2 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	10
1.2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	10
1.3 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ .....	11
1.3.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	11
1.4 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	13
1.4.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	13
1.5 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	15
1.5.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	15
1.6 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΩΚΕΑΝΩΝ (ΚΥΜΑΤΩΝ, ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΣ, ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ).....	17
1.6.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	17
1.7 ΒΙΟΜΑΖΑ.....	19
1.7.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	19
<b>2. ΒΙΟΜΑΖΑ</b> .....	<b>20</b>
2.1 ΟΡΟΛΟΓΙΑ-ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ.....	20
2.2 ΠΗΓΕΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....	22
2.2.1 ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΞΥΛΟΥ.....	22
2.2.1.1 ΠΡΙΟΝΙΔΙΑ .....	23
2.2.1.2 ΑΣΤΙΚΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΞΥΛΟΥ .....	23
2.2.1.3 ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΔΕΝΤΡΩΝ .....	23
2.2.1.4 ΔΑΣΙΚΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ.....	24
2.2.2 ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ .....	24
2.2.2.1 ΒΑΓΑΣΣΗ.....	24
2.2.2.2 ΦΛΟΙΟΙ ΡΥΖΙΟΥ.....	25
2.2.2.3 ΑΧΥΡΟ.....	25
2.2.3 ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....	26
2.2.3.1 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....	26
2.2.3.2 ΑΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ (ΑΣΑ).....	26
2.2.3.3 ΖΩΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ .....	27
2.2.3.4 ΑΣΤΙΚΑ ΛΥΜΑΤΑ .....	27
2.2.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ .....	27
<b>3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ</b> .....	<b>29</b>
3.1 ΔΑΣΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ.....	29
3.1.1 ΕΥΚΑΛΥΠΤΟΣ .....	29
3.1.2 ΨΕΥΔΑΚΑΚΙΑ.....	30
3.2 ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ .....	31
3.2.1 ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ .....	31
3.2.1.1 ΓΛΥΚΟ ΣΟΡΓΟ .....	31
3.2.1.2 ΚΥΤΤΑΡΙΝΟΥΧΟ ΣΟΡΓΟ .....	32
3.2.1.3 ΚΕΝΑΦ .....	32
3.2.1.4 ΕΛΑΙΟΚΡΑΜΒΗ.....	33
3.2.1.5 ΗΛΙΑΝΘΟΣ .....	34
3.2.1.6 ΣΙΤΑΡΙ - ΚΡΙΘΑΡΙ.....	36
3.2.1.7 ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΑ .....	37
3.2.1.8 ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ.....	38

3.2.2 ΠΟΛΥΕΤΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ.....	39
3.2.2.1 ΚΑΛΑΜΙ.....	39
3.2.2.2 ΜΙΣΧΑΝΘΟΣ.....	40
3.2.2.3 SWITCHGRASS.....	41
3.2.2.4 ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑ.....	42
3.4 ΕΜΠΟΔΙΑ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ...	44
<b>4. ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑ.....</b>	<b>46</b>
4.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	46
4.2 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ.....	46
4.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ.....	49
4.4 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ.....	50
4.4.1 ΚΛΙΜΑ.....	50
4.4.2 ΕΔΑΦΟΣ.....	51
4.5 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ.....	51
4.6 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ.....	52
4.6.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ - ΣΠΟΡΑ.....	52
4.6.2 ΛΙΠΑΝΣΗ.....	53
4.6.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ.....	53
4.6.4 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ.....	53
4.7 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ.....	54
4.8 ΠΙΘΑΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑΣ.....	55
4.8.1 ΚΑΥΣΙΜΟ.....	55
4.8.2 ΛΑΔΙ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΣΠΟΡΟΥΣ.....	56
4.8.3 ΧΑΡΤΟΠΟΛΤΟΣ.....	57
4.8.4 ΖΩΟΤΡΟΦΗ.....	57
4.8.5 ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	58
<b>5. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....</b>	<b>59</b>
5.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	59
5.2 ΘΕΡΜΟΧΗΜΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ.....	61
5.2.1 ΚΑΥΣΗ.....	61
5.2.2 ΠΥΡΟΛΥΣΗ.....	62
5.2.3 ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ.....	63
5.2.3.1 ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΑΕΡΑ.....	64
5.2.3.2 ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΟΞΥΓΟΝΟ.....	65
5.2.4 ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΗ.....	65
<b>Β ΜΕΡΟΣ.....</b>	<b>67</b>
<b>6. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>68</b>
<b>7. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....</b>	<b>69</b>
7.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	69
7.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	71
7.3 ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.....	72
7.4 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.....	73
7.4.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ.....	73
7.4.2 ΒΡΟΧΗ.....	74
7.4.3 ΥΓΡΑΣΙΑ - ΠΑΓΕΤΟΙ.....	74
7.4.4 ΑΝΕΜΟΙ.....	75
7.5 ΧΛΩΡΙΔΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	75
7.6 ΠΑΝΙΔΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	76
<b>8. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....</b>	<b>77</b>
8.1 ΕΙΔΗ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΝΤΑΙ.....	77

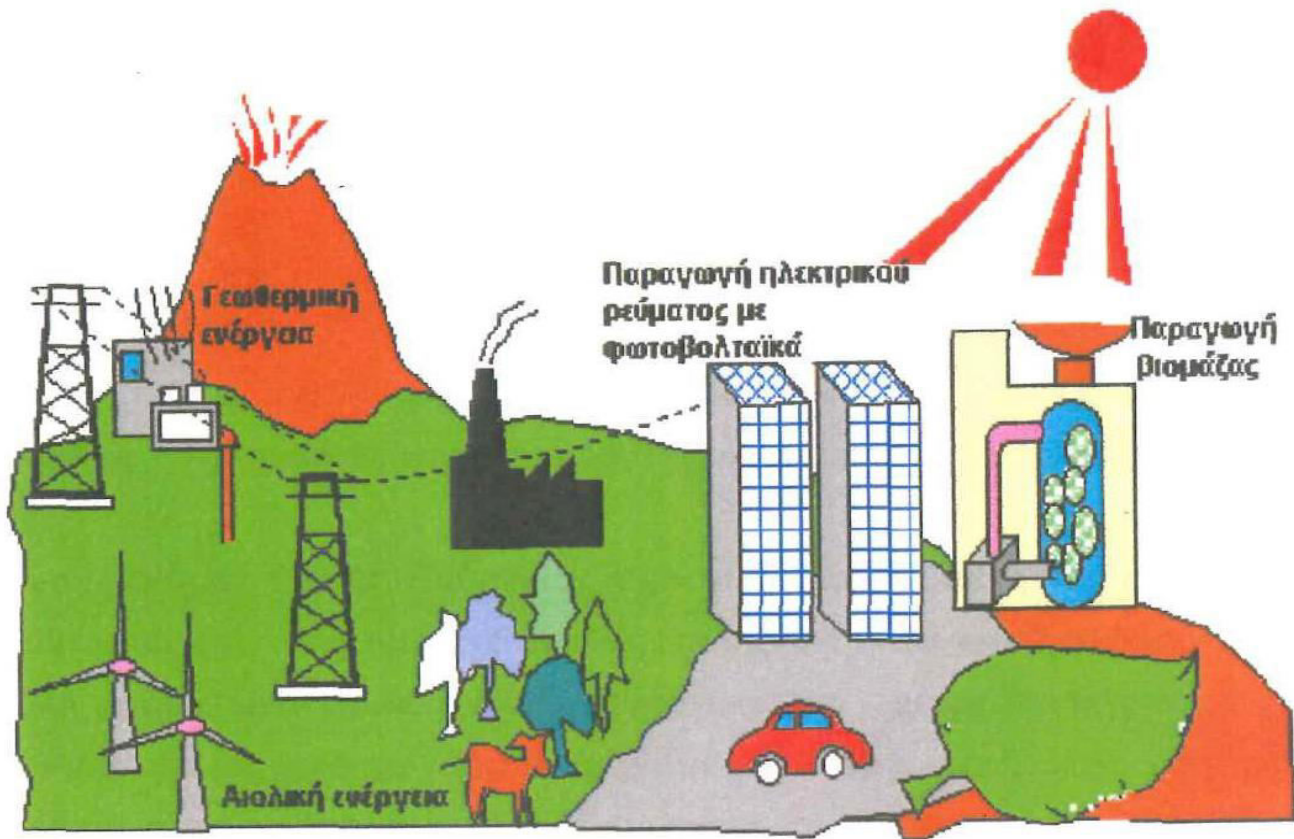
8.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ.....	78
8.3 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....	80
8.3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	80
8.3.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	81
8.3.2.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ.....	81
8.3.2.2 ΕΤΗΣΙΟ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΟΣΤΟΣ.....	82
8.3.2.3 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	84
8.3.2.4 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ.....	84
8.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΗΣ ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑΣ.....	85
8.5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	89
<b>9. ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΑΠΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑΣ.....</b>	<b>91</b>
9.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	91
9.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΤΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	91
9.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑΣ ΚΑΙ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ.....	93
9.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	93
<b>10. ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ.....</b>	<b>95</b>
<b>11. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ.....</b>	<b>97</b>
11.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	97
11.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ...	98
11.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	98
11.2.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ.....	98
11.2.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	105
11.3 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΥΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....	105
11.4 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΥΣΗ ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑΣ.....	109
<b>12. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ, ΑΝΘΡΑΚΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ.....</b>	<b>111</b>
12.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	111
12.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	112
12.2.1 ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	112
12.2.2. ΕΝΔΕΧΟΜΕΝΗ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΓΗΣ.....	114
12.2.3 ΕΚΠΙΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ.....	115
12.2.4. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΩΝ ΠΟΡΩΝ.....	116
12.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....	117
<b>13. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>119</b>

## **A ΜΕΡΟΣ**



# 1. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

## 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ



Εικόνα 1.1

Στη φύση υπάρχουν τεράστιες ποσότητες ενέργειας που προσφέρονται από πολλές πηγές και σε διάφορες μορφές. Πολλές απ' αυτές είναι εκμεταλλεύσιμες αρκεί να διαθέτουμε την κατάλληλη τεχνολογία.

Οι πηγές ενέργειας ανάλογα με την διάρκεια της διαθεσιμότητας τους χαρακτηρίζονται σαν ανανεώσιμες (ανεξάντλητες) και μη ανανεώσιμες (εξαντλήσιμες) και φαίνονται στον πίνακα 1.1.

Ανανεώσιμες/Ανεξάντλητες	Μη Ανανεώσιμες/Εξάντλησιμες
1. Ηλιακή ακτινοβολία 2. Άνεμος 3. Βιομάζα 4. Υδροίσχυς 5. Ενέργειες της Θάλασσας Κύματα Παλίρροια Θερμοκρασιακή διαφορά 6. Γεωθερμία	1. Στερεά καύσιμα λιθάνθρακες γαιάνθρακες λιγνίτης τύρφη 2. Υδρογονάνθρακες πετρέλαιο αργό πετρέλαιο πισσούχων άμιμων πετρέλαιο πισσούχων σχιστόλιθων φυσικό αέριο, υγρά φυσικού αερίου 3. Ουράνιο 235 4. Ουράνιο 238

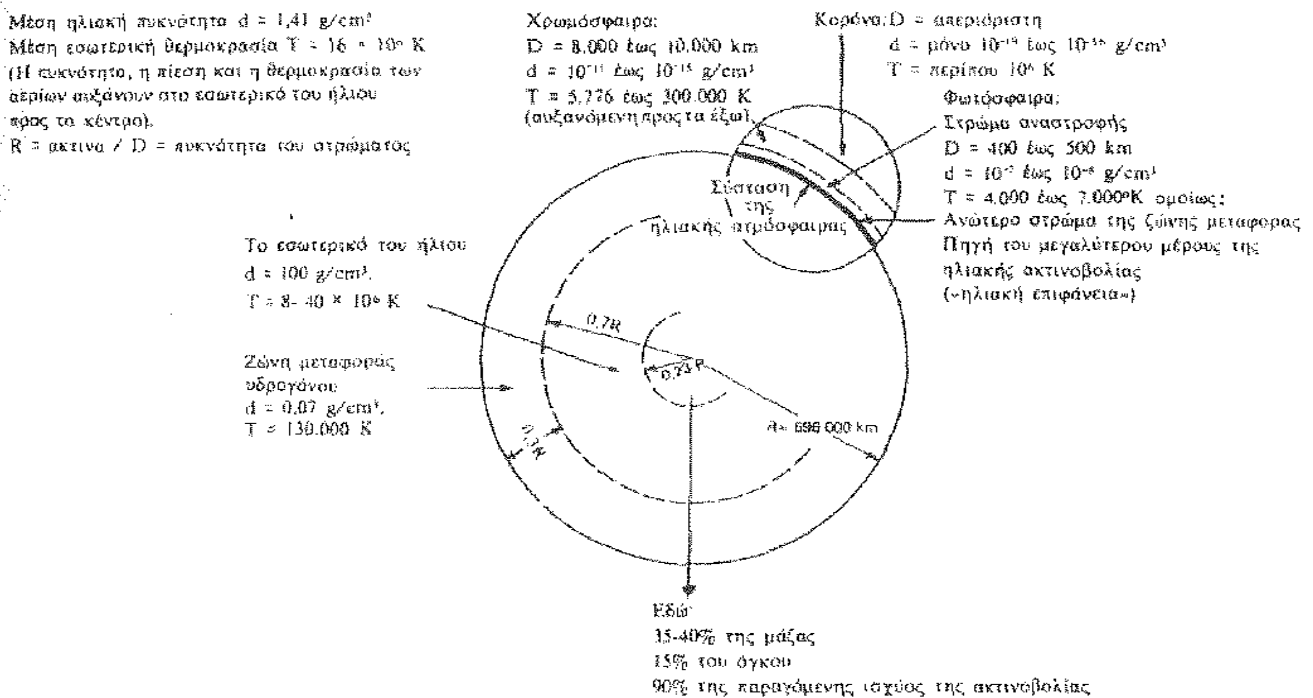
**Πίνακας 1.1. Κατάταξη πηγών ενέργειας ανάλογα με τη διαθεσιμότητα τους.**

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας έχουν κύρια χαρακτηριστικά το ότι είναι ανεξάντλητες (ανανεώσιμες), άφθονες, περιβαλλοντολογικά καθαρότερες. Από την άλλη όμως είναι αραιές μορφές ενέργειας και - μέχρι στιγμής τουλάχιστον - με υψηλό κόστος ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας τελικής χρήσης. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν η ηλιακή ενέργεια, η αιολική ενέργεια, η βιομάζα, η γεωθερμία, οι ενέργειες της θάλασσας και η υδραυλική ενέργεια. Είναι οι πρώτες πηγές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος και μέχρι τις αρχές του προηγούμενου αιώνα σχεδόν αποκλειστικά, οπότε και στράφηκε στην έντονη χρήση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων.

## 1.2 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

### 1.2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ο ήλιος είναι η βασική πηγή ενέργειας του πλανήτη μας. Είναι ένας απλανής αστέρας μεσαίου μεγέθους που λόγω των μεγάλων θερμοκρασιών των στοιχείων που τον συνθέτουν, μεταξύ των οποίων το υδρογόνο, τα μόρια αλλά και τα άτομα τους βρίσκονται σε μια κατάσταση " νέφους " θετικών και αρνητικών φορτίων ή κατάσταση πλάσματος, όπως ονομάστηκε.

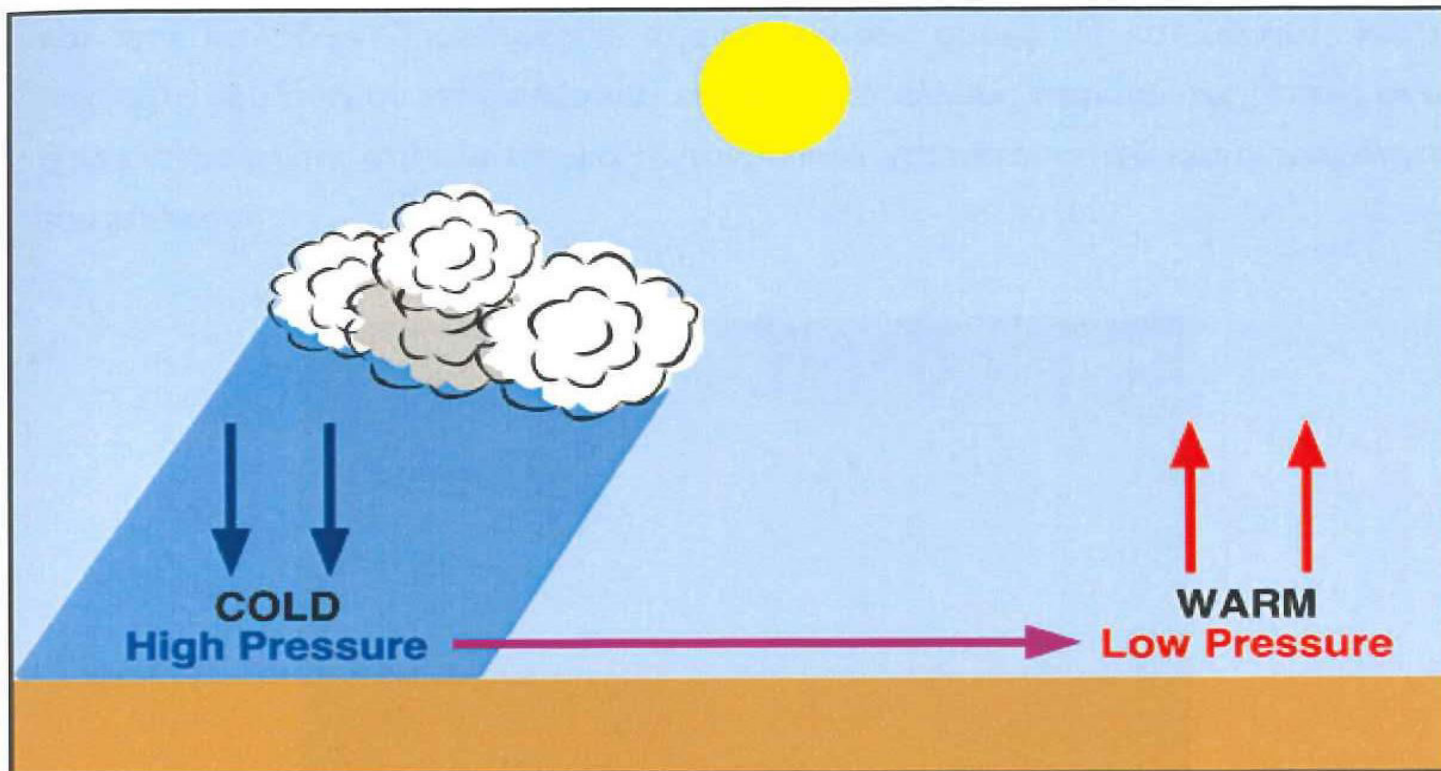


Εικόνα 1.2. Σχηματική παράσταση της σύνθεσης του ήλιου.

Ο ήλιος διαθέτει τεράστιες ποσότητες υδρογόνου και δεν αναμένεται να υπάρξει μείωση της ενέργειας που ακτινοβολείται από αυτόν. Στο μεγαλύτερο τμήμα της χώρα μας η ηλιοφάνεια διαρκεί περισσότερες από 2700 ώρες το χρόνο. Στη Δυτική Μακεδονία και την Ήπειρο εμφανίζει τις μικρότερες τιμές κυμαινόμενη από 2200 ως 2300 ώρες, ενώ στη Ρόδο και τη νότια Κρήτη ξεπερνά τις 3100 ώρες ετησίως.

## 1.3 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

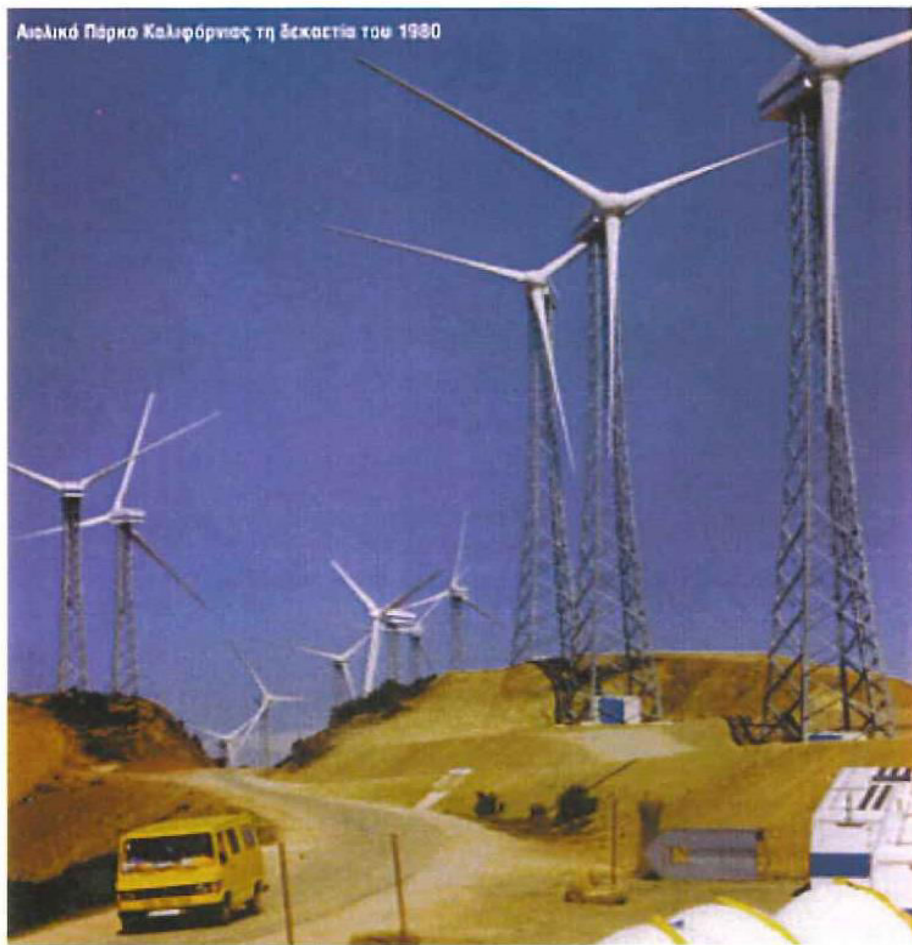
### 1.3.1 ΓΕΝΙΚΑ



Εικόνα 1.3. Σχηματισμός του αέρα ως αποτέλεσμα των εντοπισμένων διαφορών θερμοκρασίας.

Η αιολική ενέργεια είναι η κινητική ενέργεια του κινούμενου αέρα. Η ακανόνιστη θέρμανση της επιφάνειας της γης από τον ήλιο προκαλεί τους ανέμους. Η θερμότητα που απορροφάται από το έδαφος ή το νερό μεταφέρεται στον αέρα, όπου προκαλεί διαφορές στη θερμοκρασία, την πυκνότητα και την πίεση του. Με τη σειρά τους, οι διαφορές αυτές προκαλούν δυνάμεις που ωθούν τον αέρα ολόγυρα. Σύμφωνα με τη μηχανική των ρευστών, ο αέρας κινείται από τις υψηλής πίεσης προς τις χαμηλής πίεσης περιοχές του πλανήτη.

Σε παγκόσμια κλίμακα, η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των τροπικών και των πόλων προκαλεί τους αληγείς ανέμους, οι οποίοι δρουν ως γιγαντιαίος εναλλάκτης θερμότητας εμποδίζοντας την περαιτέρω θέρμανση του ισημερινού και την ψύξη των πόλων. Σε πολύ μικρότερη κλίμακα, οι διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ του εδάφους και της θάλασσας και μεταξύ των βουνών και των κοιλάδων δημιουργούν συχνά ισχυρές αύρες. Η κατεύθυνση και η ταχύτητα του ανέμου επηρεάζονται επίσης από άλλους παράγοντες, όπως είναι η περιστροφή της γης, τα τοπικά τοπογραφικά χαρακτηριστικά και η τραχύτητα του εδάφους.

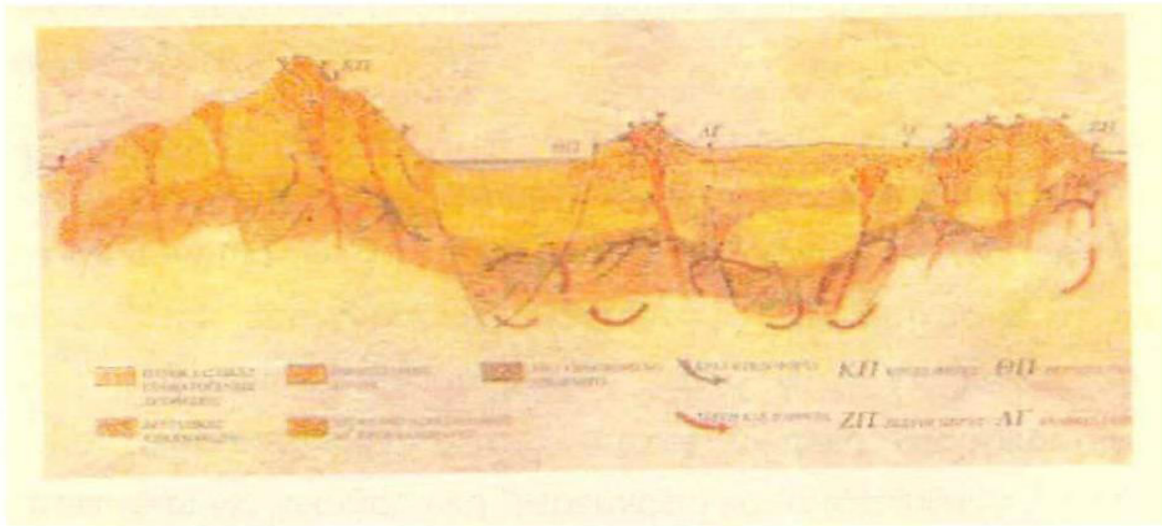


**Εικόνα 1.4. Αιολικό πάρκο Καλιφόρνιας τη δεκαετία του 1980.**

Η χώρα μας διαθέτει εξαιρετικά πλούσιο αιολικό δυναμικό και η αιολική ενέργεια μπορεί να γίνει σημαντικός μοχλός ανάπτυξης της. Από το 1982, οπότε και εγκαταστάθηκε από τη ΔΕΗ το πρώτο αιολικό πάρκο στην Κύθνο, μέχρι και σήμερα έχουν κατασκευασθεί στην Άνδρο, στην Εύβοια, στη Λήμνο, στη Λέσβο, στη Χίο, στη Σάμο και στην Κρήτη εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνεμο συνολικής ισχύος πάνω από 30 MW.

## 1.4 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

### 1.4.1 ΓΕΝΙΚΑ



Εικόνα 1.5. Γεωθερμικός ταμιευτήρας.

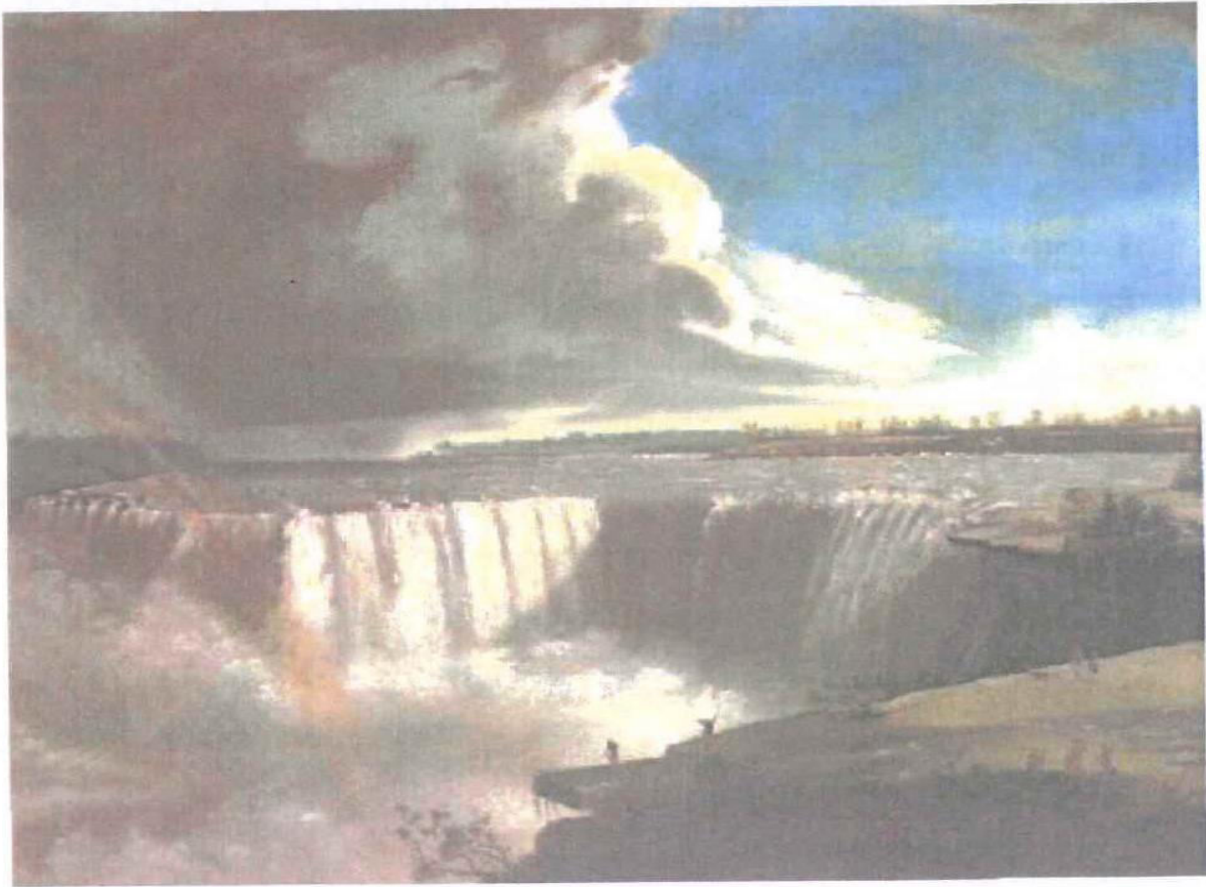
Γεωθερμική ισχύς είναι η θερμική (αρχικά) και η ηλεκτρική (σε δεύτερο στάδιο) ισχύς που παράγεται από την περιεχόμενη στη γη θερμική ενέργεια. Η χρήση της γεωθερμικής ενέργειας από θερμοδυναμικής πλευράς βασίζεται στη διαφορά της θερμοκρασίας μεταξύ μιας μάζας υπόγειου πετρώματος και νερού και μιας μάζας νερού ή αέρα στην επιφάνεια της γης. Αυτή η διαφορά θερμοκρασίας επιτρέπει την παραγωγή θερμικής ενέργειας που μπορεί είτε να χρησιμοποιηθεί άμεσα είτε να μετατραπεί σε μηχανική ή ηλεκτρική ενέργεια.

Γενικά, οι θερμοκρασίες στη γη αυξάνονται αυξανόμενου του βάθους, σε 200-1000°C στη βάση του φλοιού και πιθανώς μέχρι 3500-4500°C στο κέντρο της. Η θερμότητα που παράγει γεωθερμικές βαθμίδες προέρχεται από δύο πηγές, τη ροή θερμότητας από τον κατώτερο φλοιό και το μανδύα, και τη θερμική ενέργεια που παράγεται στον άνω φλοιό από τη ραδιενεργό διάσπαση ισοτόπων του ουρανίου, του θορίου και του καλίου. Εντούτοις, μερικά γρανιτικά πετρώματα στον άνω φλοιό έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε ουράνιο και θόριο, παράγοντας έτσι αφύσικα μεγάλα ποσά θερμικής ενέργειας και αυξημένη ροή θερμότητας προς την επιφάνεια της γης.

Οι θερμικές βαθμίδες υπολογίζονται θεωρώντας ότι η θερμότητα κινείται προς την επιφάνεια της γης μόνο με τη θερμική αγωγή μέσω στερεών πετρωμάτων. Εντούτοις, η θερμική ενέργεια μεταδίδεται επίσης προς την επιφάνεια με μετακίνηση τετηγμένων πετρωμάτων (μάγμα) και με την κυκλοφορία νερού μέσω επικοινωνούντων πόρων και ρωγμών. Αυτές οι διαδικασίες υπερθέτονται στις περιφερειακές βαθμίδες όπου επικρατεί η αγωγή και προκαλούν πολύ υψηλές θερμοκρασίες κοντά στην επιφάνεια της Γης. Οι περιοχές που χαρακτηρίζονται από τέτοιες υψηλές θερμοκρασίες είναι οι βασικοί υποψήφιοι για γεωθερμική διερεύνηση και ανάπτυξη.

Η εμπορική διερεύνηση και ανάπτυξη της γεωθερμικής ενέργειας μέχρι σήμερα έχει εστιαστεί σε φυσικούς γεωθερμικούς ταμιευτήρες με υψηλές θερμοκρασίες (μέχρι 350°C), αλλά και με υψηλό πορώδες και υψηλή περατότητα (δυνατότητα μεταφοράς ρευστού). Η θερμική ενέργεια αντλείται μέσω γεωτρήσεων προς τους ταμιευτήρες. Η θερμότητα του πετρώματος μεταφέρεται με αγωγή στο ρευστό, το οποίο στη συνέχεια ρέει προς την επιφάνεια της γης.

## 1.5 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ



Εικόνα 1.6.

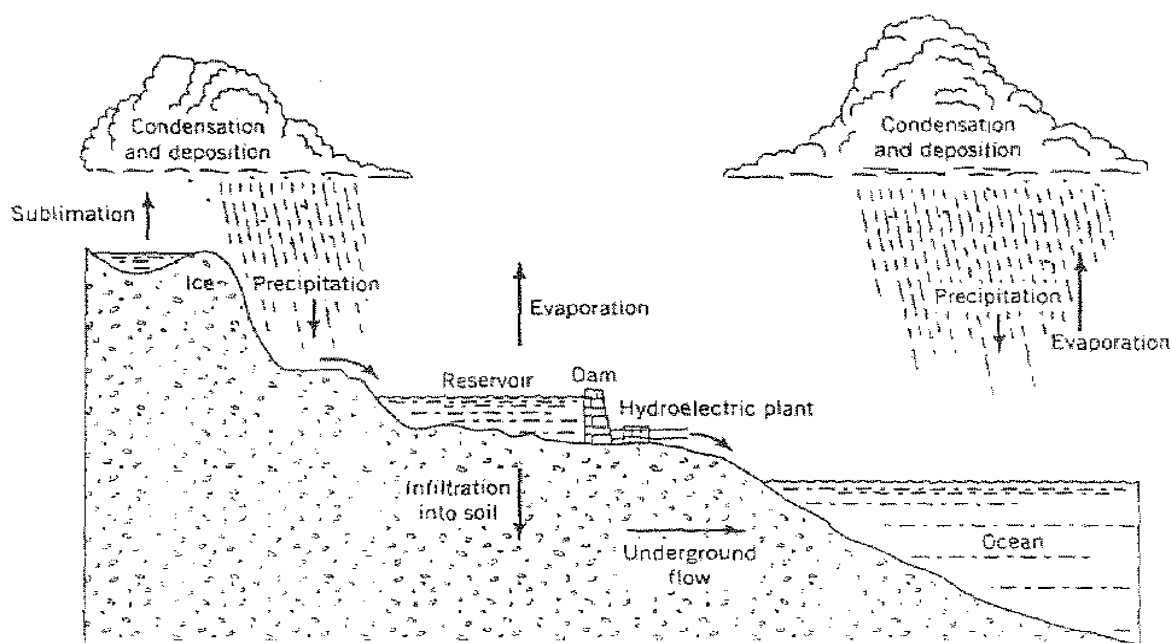
### 1.5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η υδροϊσχύς είναι επακόλουθο του φυσικού κύκλου μεταφοράς του νερού από την επιφάνεια της γης στην ατμόσφαιρα. Αυτός ο υδρολογικός κύκλος περιλαμβάνει την εξάτμιση του νερού που βρίσκεται στην επιφάνεια της γης, όταν αυτό θερμανθεί από την ακτινοβολία του ήλιου, και στη συνέχεια την κατακρήμνισή του και την καθοδική του πορεία προς την θάλασσα μέσω ποταμών και άλλων ρευμάτων κάτω από την επίδραση της βαρύτητας. Κατά μία έννοια το νερό λειτουργεί ως το εργαζόμενο μέσο μιας τεράστιας θερμικής μηχανής που έχει πηγή ενέργειας την ηλιακή ακτινοβολία.



Η διαθέσιμη ενέργεια του νερού που βρίσκεται αποθηκευμένο σε κάποια θέση υψηλότερα από μία υδραυλική μηχανή είναι η δυναμική ενέργεια μέσα στο πεδίο βαρύτητα της γης. Αυτή η αποθηκευμένη για την ανύψωση του νερού ηλιακή ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί ξανά μέσω, π.χ. της πτώσης του νερού σε ένα νεροτροχό.

Με τα υδροηλεκτρικά έργα (υδροταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) εκμεταλλευόμαστε την ενέργεια του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο. Φυσικά, μόνο σε περιοχές με σημαντικές υδατοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευασθούν υδατοταμιευτήρες. Συνήθως η ενέργεια που τελικώς παράγεται, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά με άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, σε ώρες αιχμής. Στη χώρα μας η υδροηλεκτρική ενέργεια ικανοποιεί το 10% των ενεργειακών μας αναγκών.



**Εικόνα 1.7. Ο υδρολογικός κύκλος.**

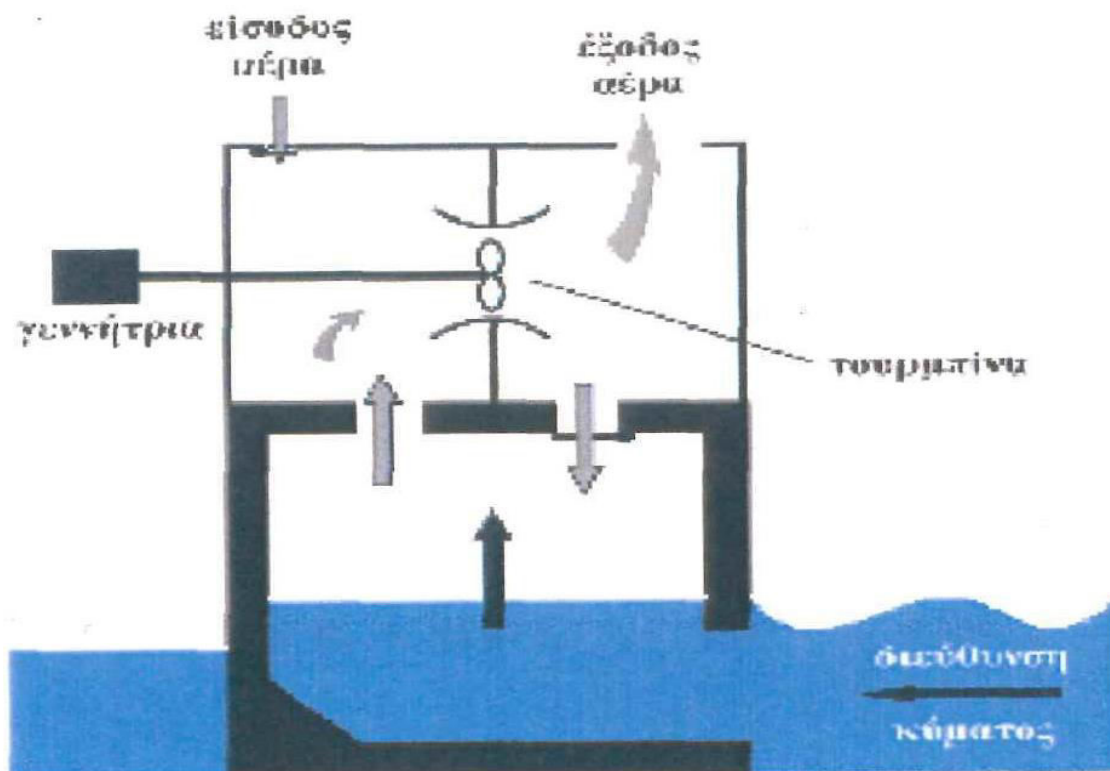
## 1.6 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΩΚΕΑΝΩΝ (ΚΥΜΑΤΩΝ, ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΣ, ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ)

### 1.6.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι ωκεανοί μπορούν να μας προσφέρουν τεράστια ποσά ενέργειας. Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι για να εκμεταλλευτούμε την ενέργεια της θάλασσας:

#### I. Από τα κύματα

Η κινητική ενέργεια των κυμάτων μπορεί να περιστρέψει την τουρμπίνα, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.8. Η ανυψωτική κίνηση του κύματος πιέζει τον αέρα προς τα πάνω, μέσα στο θάλαμο και θέτει σε περιστροφική κίνηση την τουρμπίνα έτσι ώστε η γεννήτρια να παράγει ρεύμα. Αυτός είναι ένας μόνο τύπος εκμετάλλευσης της ενέργειας των κυμάτων. Η παραγόμενη ενέργεια είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες μιας οικίας, ενός φάρου, κλπ.



Εικόνα 1.8. Σχηματική διάταξη παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από τον κυματισμό της θάλασσας.

## II. Από τις παλίρροιες (μικρές και μεγάλες)

Η αξιοποίηση της παλιρροϊκής ενέργειας χρονολογείται από εκατοντάδες χρόνια πριν, αφού με τα νερά που δεσμεύονταν στις εκβολές ποταμών από την παλίρροια, κινούνταν νερόμυλοι. Ο τρόπος είναι απλός: Τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας στην ακτή κατά την πλημμυρίδα μπορούν να παγιδευτούν σε φράγματα, οπότε κατά την άμπωτη τα αποθηκευμένα νερά ελευθερώνονται και κινούν τον υδροστρόβιλο, όπως στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Τα πλέον κατάλληλα μέρη για την κατασκευή σταθμών ηλεκτροπαραγωγής είναι οι στενές εκβολές ποταμών. Η διαφορά μεταξύ της στάθμης του νερού κατά την άμπωτη και την πλημμυρίδα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 μέτρα. Σήμερα οι μικροί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το θαλασσινό νερό βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο.

## III. Από τις θερμοκρασιακές διαφορές του νερού

Η θερμική ενέργεια των ωκεανών μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί με την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του θερμότερου επιφανειακού νερού και του ψυχρότερου νερού του πυθμένα. Η διαφορά αυτή πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,5°C. Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της ενέργειας των ωκεανών, εκτός από "καθαρή" και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα γνωστά ευεργετήματα, είναι το σχετικά μικρό κόστος κατασκευής των απαιτούμενων εγκαταστάσεων, η μεγάλη απόδοση (40-70KW ανά μέτρο μετώπων κύματος) και η δυνατότητα παραγωγής υδρογόνου με ηλεκτρόλυση από το άφθονο θαλασσινό νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο. Στα μειονεκτήματα αναφέρεται το κόστος μεταφοράς της ενέργειας στη στεριά.

## 1.7 ΒΙΟΜΑΖΑ

### 1.7.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η βιομάζα αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας οργανικής προέλευσης, η οποία βρίσκεται σε αφθονία στην Ελλάδα. Μορφές της που αξιολογούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι τα γεωργικά και δασικά υπολείμματα καθώς και οι ενεργειακές καλλιέργειες. Τεχνολογίες ενεργειακής μετατροπής κατάλληλες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θεωρούνται η καύση, η αεριοποίηση, η πυρόλυση και η αναερόβια ζύμωση. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η περίπτωση σύγκαυσης βιομάζας με άνθρακα όπου αν και υπάρχουν διαφορές μεταξύ της φύσης της βιομάζας και του άνθρακα, εντούτοις προσφέρονται οφέλη που έχουν να κάνουν με καλύτερες αποδόσεις και μείωση των ρύπων. Γενικότερα, για την ουσιαστική διεύρυνση της βιομάζας στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής κύρια πρόκληση θεωρείται η ανάπτυξη αποδοτικών και φτηνών συστημάτων που θα προσφέρουν ανώτερη περιβαλλοντική προστασία.

## 2. ΒΙΟΜΑΖΑ

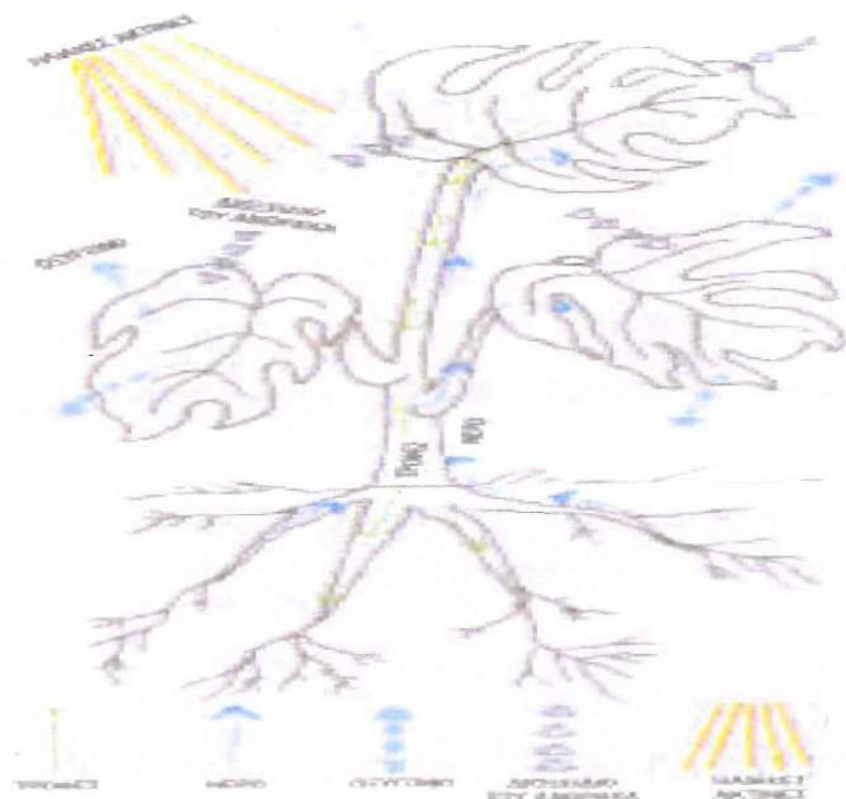
### 2.1 ΟΡΟΛΟΓΙΑ-ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ

Βιομάζα είναι ένας επιστημονικός όρος για τη ζώσα ύλη, ειδικότερα κάθε οργανική ύλη που προέρχεται από τα φυτά ως αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής διεργασίας. Ο όρος βιομάζα επίσης χρησιμοποιείται για να δηλώσει τα προϊόντα που προέρχονται από ζώντες οργανισμούς (ξύλο από τα δέντρα, φυτά συγκομιδής, μέρη φυτών και γεωργικά υπολείμματα π.χ. κλαδιά, μίσχοι και φύλλα, καθώς και τα υδρόβια φυτά και τα ζωικά απόβλητα). Από την άποψη αυτή, τα ορυκτά καύσιμα, π.χ. ο άνθρακας και το πετρέλαιο, είναι στην πραγματικότητα απολιθωμένη βιομάζα.

Αν και η βιομάζα χρησιμοποιείται κυρίως ως τροφή, χαρτί, ξυλεία και χημικά, τόσο αυτή όσο και τα υποπροϊόντα της μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως πηγές για την κάλυψη πολλών ενεργειακών αναγκών. Η «βιοενέργεια», δηλαδή η ενέργεια από βιομάζα, είναι αποθηκευμένη χημική ενέργεια και περιλαμβάνει κάθε στερεό, υγρό ή αέριο καύσιμο, οποιαδήποτε ποσότητα ηλεκτρισμού ή ωφέλιμο χημικό παράγωγο που προέρχονται από οργανική ουσία, είτε άμεσα από τα φυτά είτε έμμεσα από φυτικής προέλευσης βιομηχανικά, εμπορικά ή αστικά απόβλητα, ή από γεωργικά και δασικά υπολείμματα. Έτσι η «βιοενέργεια» μπορεί να προέρχεται από ένα μεγάλο εύρος πρώτων υλών και να παράγεται με ποικίλους τρόπους.

Το ενεργειακό περιεχόμενο της βιομάζας φυτικής προέλευσης αρχικά προκύπτει από ηλιακή ενέργεια μέσω μιας διεργασίας γνωστής ως φωτοσύνθεσης. Στη φύση, όλη η βιομάζα αποσυντίθεται στα στοιχειώδη μόρια της με απελευθέρωση θερμότητας. Κατά τις διεργασίες μετατροπής (π.χ. καύση), η βιομάζα απελευθερώνει την ενέργεια της, συχνά υπό μορφή θερμότητας, και ο άνθρακας επανοξειδώνεται σε CO<sub>2</sub> ώστε να αντικαταστήσει αυτό που απορροφήθηκε όσο αναπτυσσόταν το φυτό.

Συνεπώς η ενεργειακή χρήση της βιομάζας είναι το αντίστροφο της φωτοσύνθεσης.(Εικ. 2.1.)



**Εικόνα 2.1. Βλέπουμε πως γίνεται η φωτοσύνθεση στα φυτά. Το φυτό παίρνει φως, νερό, CO<sub>2</sub> και τροφές(από το έδαφος). Συνδυάζει τον άνθρακα με το υδρογόνο από το νερό και τα αποθηκεύει ως φυτική ύλη. Καθώς συντελείται η φωτοσύνθεση, απελευθερώνεται στον αέρα οξυγόνο.**

Η μόνη ευρισκόμενη πηγή ενέργειας με άνθρακα που τα αποθέματα της είναι ικανά ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων είναι η βιομάζα.

Αντίθετα από αυτά, η βιομάζα είναι ανανεώσιμη καθώς απαιτείται μόνο μια χρονική περίοδος για να αναπληρωθεί ότι χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας. Εν γένει, για τις διάφορες τελικές χρήσεις υιοθετούνται διαφορετικοί όροι. Έτσι ο όρος «βιοισχύς» περιγράφει τα συστήματα που χρησιμοποιούν πρώτες ύλες βιομάζας αντί των συνήθων ορυκτών καυσίμων (φυσικό αέριο, άνθρακα) για ηλεκτροπαραγωγή, ενώ ως «βιοκαύσιμα» αναφέρονται κυρίως τα υγρά καύσιμα μεταφορών που υποκαθιστούν πετρελαϊκά προϊόντα, π. χ. βενζίνη ή ντίζελ.

## 2.2 ΠΗΓΕΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Οι πρώτες ύλες βιομάζας που χρησιμοποιούνται, ή αξιολογείται η χρήση τους, για την τροφοδοσία των μονάδων ηλεκτροπαραγωγής συνήθως εμπίπτουν σε μία από τις ακόλουθες γενικές κατηγορίες :

- Ξύλο (δασικό ξύλο, υπολείμματα ξύλου)
- Γεωργικά υπολείμματα που περιλαμβάνουν τη βαγάσση (ζαχαροκαλαμόσκονη) , τα υπολείμματα ελιάς, τα κελύφη ρυζιού και τα άχυρα
- Απόβλητα, τα οποία περιλαμβάνουν τα αστικά στερεά απόβλητα, το καύσιμο από σκουπίδια, τα λύματα και την κοπριά
- Ενεργειακές καλλιέργειες (όπως ο μίσχανθος, η αγριαγκινάρα και το καλάμι)

Σήμερα, οι πιο συμφέρουσες οικονομικά μορφές βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρισμού είναι τα υπολείμματα, δηλαδή τα οργανικά υποπροϊόντα τροφών, ινών και δασικής παραγωγής. Συνήθως χρησιμοποιούνται το πριονίδι, τα κελύφη ρυζιού και η βαγάσση. Κοντά σε αστικά και βιομηχανικά κέντρα είναι επίσης συνήθη τα υλικά χαμηλού κόστους από υπολείμματα καθαρού ξύλου (άχρηστες παλέτες και κασόνια, υπολείμματα ξυλουργείων, κ.λ.π.). Η χρήση των υπολειμμάτων βιομάζας ως καύσιμο μπορεί να αποτρέψει τις αγορές συμβατικών καυσίμων, μειώνοντας παράλληλα το κόστος και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της απόρριψής τους.

### 2.2.1 ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΞΥΛΟΥ

Το ξύλο είναι το συνηθέστερα χρησιμοποιούμενο καύσιμο βιομάζας για παραγωγή θερμότητας και ισχύος. Οι πιο οικονομικές πηγές ξυλοκαυσίμων είναι συνήθως τα υπολείμματα ξύλου από βιομηχανίες (πριονίδια), τα άχρηστα ξύλινα προϊόντα ή τα υπολείμματα ξυλαποθηκών που προέρχονται από χωματερές, καθώς και τα αβλαβή θρύμματα ξύλου από οικοδομές και κατεδαφίσεις.

### **2.2.1.1 ΠΡΙΟΝΙΔΙΑ**

Τα υπολείμματα ξύλου από τη βιομηχανία χάρτου και πολτού, τα ξυλουργεία και άλλους βιομηχανικούς χρήστες ξύλου χρησιμοποιούνται συχνά για την παραγωγή ηλεκτρισμού από βιομάζα. Αυτά τα υπολείμματα είναι συνήθως πολύ καθαρά και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο σε ένα μεγάλο εύρος συστημάτων ισχύος βιομάζας. Σε πολλές περιπτώσεις, τα πριονίδια χρησιμοποιούνται για παραγωγή ατμού και ηλεκτρισμού εντός της εγκατάστασης όπου παράγονται.

### **2.2.1.2 ΑΣΤΙΚΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΞΥΛΟΥ**

Μεγάλες ποσότητες αστικών υπολειμμάτων ξύλου απορρίπτονται στις χωματερές, για παράδειγμα τα απαρχαιωμένα ξύλινα προϊόντα, οι σπασμένες ξύλινες παλέτες και κάσες, και τα ακατέργαστα καθαρά υλικά οικοδομών και κατεδαφίσεων. Το καθαρό ξύλο, με χαμηλή υγρασία μέχρι 5%, μπορεί να χρησιμοποιηθεί παραγωγικά ως καύσιμο βιομάζας και ως υλικά διαμόρφωσης ανοικτών χώρων.

### **2.2.1.3 ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΔΕΝΤΡΩΝ**

Τα ξυλώδη υπολείμματα των κήπων αποτελούν μια άλλη μεγάλη πηγή ξύλου που προς το παρόν καταλήγουν στις χωματερές. Μερικές φορές τα κλαδιά των δέντρων εισαγόμενα στο λίπασμα μετατρέπονται σε εδαφικό κάλυμμα, ή αλέθονται και χρησιμοποιούνται για επικάλυψη χωματερών. Πάντως, σταθερό καταναλωτή αυτών των υλικών μπορούν να αποτελέσουν κάποια ενεργειακά έργα.



#### **2.2.1.4 ΔΑΣΙΚΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ**

Τα δασικά απόβλητα περιλαμβάνουν μη χρησιμοποιημένα υπολείμματα υλοτομίας, μη εμπορεύσιμα δέντρα, νεκρά ξύλα, και άλλα μη εμπορικά δέντρα που πρέπει να κοπούν από πυκνά, ασθενή ή ευπυρόβλητα δάση.

Η αποψίλωση των δασών, που είναι απαραίτητη για να βοηθηθούν μερικά δάση να επανακτήσουν τη φυσική τους υγεία, επίσης παρέχει μια μεγάλη ποσότητα υπολειμμάτων ξύλου που μπορούν να μετατραπούν σε ηλεκτρισμό ή βιοκαύσιμα.

#### **2.2.2 ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ**

Μεγάλες ποσότητες υπολειμμάτων συγκομιδής παράγονται κάθε χρόνο παγκοσμίως και μένουν αχρησιμοποίητες. Αυτά περιλαμβάνουν γεωργικά κατάλοιπα όπως άχυρα σιτηρών, στελέχη καλαμποκιού (φύλλα, μίσχοι), κλαδέματα οπωρώνων, φλοιούς ρυζιού και βαγάσση. Τα υπολείμματα καλαμποκιού μόνο θα μπορούσαν να παράγουν πάνω από την τριπλάσια ποσότητα υπολειμμάτων που διατίθεται σήμερα από όλες τις μορφές των υπολειμμάτων ξύλου (εκτός των δασικών). Τα περισσότερα γεωργικά υπολείμματα δεν έχουν ακόμα χρησιμοποιηθεί για ηλεκτροπαραγωγή. Ωστόσο, μπορούν να παράσχουν μια αξιόλογη πηγή βιομάζας, εάν αναπτυχθούν υποδομές τροφοδοσίας που να τα αποδίδουν οικονομικά σε μονάδες ισχύος που μπορούν να τα χρησιμοποιήσουν ως καύσιμα.

##### **2.2.2.1 ΒΑΓΑΣΣΗ**

Ο πολτός που απομένει μετά το θρυμματισμό του ζαχαροκάλαμου για την εκχύμωσή του ονομάζεται βαγάσση. Αυτή συνηθίζεται να χρησιμοποιείται στη βιομηχανία ζάχαρης ως καύσιμο για την συμπαραγωγή ατμού και ηλεκτρισμού, για την επιτόπια χρήση και πώληση σε εταιρείες ηλεκτρισμού.

Ο κύριος παραγωγός ηλεκτρισμού από βαγάσση είναι οι ΗΠΑ, όπου τέτοιες εγκαταστάσεις συμπαραγωγής λειτουργούν στη Φλόριντα, τη Χαβάη και τη Λουϊζιάνα. Η βαγάσση αποτελεί επίσης σημαντική ενεργειακή πηγή για μερικά κράτη όπως η Αυστραλία, το Πακιστάν, η Ινδία, η Ταϊλάνδη αλλά και η Αφρική, η Νότια Ασία και η Νότια Αμερική.

#### **2.2.2.2 ΦΛΟΙΟΙ ΡΥΖΙΟΥ**

Το ρύζι είναι μετά το σιτάρι η δεύτερη πιο διαδεδομένη καλλιέργεια στον κόσμο ως προς την παραγόμενη ποσότητα και την καλλιεργούμενη έκταση. Οι φλοιοί είναι ένα κατάλοιπο της επεξεργασίας του ρυζιού (περίπου το 20% του ακατέργαστου ρυζιού είναι φλοιός). Αντί να πετιούνται οι φλοιοί μπορούν να χρησιμοποιούνται από τα εργοστάσια του ρυζιού για την παραγωγή ατμού και ηλεκτρισμού. Αυτό γίνεται ήδη σε αρκετές βιομηχανίες στο Αρκάνσας, τη Λουϊζιάνα και την Καλιφόρνια των ΗΠΑ. Σε χώρες όπως η Κίνα, το Πακιστάν, η Ινδία, η Ταϊλάνδη και το Βιετνάμ, όπου παράγεται ρύζι σε μεγάλες ποσότητες, οι φλοιοί θα μπορούσαν να αποτελέσουν σημαντική πηγή καυσίμου για την κάλυψη της αυξανόμενης ζήτησης σε ηλεκτρισμό και να υποκαταστήσουν τη χρήση και τις εισαγωγές των ορυκτών καυσίμων.

#### **2.2.2.3 ΑΧΥΡΟ**

Το άχυρο έχει χαμηλές θερμοκρασίες τήξης της τέφρας και μπορεί να γίνει κολλώδες σε θερμοκρασία μέχρι 550-600°C. Η ενίοτε υψηλή περιεκτικότητα σε χλώριο, ειδικά στις παραθαλάσσιες περιοχές, μπορεί να προκαλέσει διάβρωση στους εναλλάκτες θερμότητας των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής.

## 2.2.3 ΑΠΟΒΛΗΤΑ

### 2.2.3.1 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Μεγάλες ποσότητες υπολειμμάτων και υποπροϊόντων παράγονται από τη βιομηχανία τροφίμων, οι οποίες μπορούν να αξιολογηθούν ως ενεργειακές πηγές. Τα απόβλητα αυτά υλικά προέρχονται από όλους τους τομείς της βιομηχανίας αυτής, από την παραγωγή κρέατος έως τη ζαχαροπλαστική. Τα στερεά απόβλητα περιλαμβάνουν φλοιούς και υπολείμματα φρούτων και λαχανικών, τρόφιμα που δεν ανταποκρίνονται στα πρότυπα ποιότητας, πολτό και ίνες από την εξαγωγή ζάχαρης και αμύλου, κατακάθια φίλτρων και καφέ. Αυτά συνήθως αποβάλλονται σε χώρους ταφής και η εταιρεία τροφίμων πληρώνει για την απόρριψη τους.

### 2.2.3.2 ΑΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ (ΑΣΑ)

Κάθε χρόνο συλλέγονται εκατομμύρια τόνοι οικιακών αποβλήτων και το μεγαλύτερο μέρος τους απορρίπτεται σε χώρους ταφής. Η σύσταση των ΑΣΑ κυμαίνεται ανάλογα με τη θέση και τον τύπο της υπηρεσίας συλλογής. Έχει βρεθεί ότι η μέση σύσταση των ΑΣΑ στην Αυστραλία είναι 46% σηπτικά υλικά (σηπόμενη οργανική ουσία), 24% χαρτί, 26% πλαστικό, γυαλί και μέταλλο, και 4% άλλα. Η πηγή βιομάζας σε αυτά τα ΑΣΑ αποτελείται από σηπτικά, το χαρτί και το πλαστικό, και κατά μέσο όρο είναι 80% των συνολικά συλλεγόμενων ΑΣΑ. Τα ΑΣΑ μπορούν να μετατραπούν σε ενέργεια με άμεση καύση ή μέσω φυτικής αναερόβιας χώνευσης στο χώρο ταφής τους.



Εικόνα 2.2. Ισοδυναμίες μορφών ενέργειας.



### **2.2.3.3 ΖΩΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ**

Υπάρχει μια ποικιλία ζωικών αποβλήτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πηγές ενέργειας από βιομάζα. Οι πιο συνήθεις πηγές είναι οι κοπριές από τα χοιρινά, τα κοτόπουλα και τα βοοειδή, καθώς τα ζώα αυτά εκτρέφονται σε περιορισμένο (σε εκτροφεία) χώρο παράγοντας μεγάλη ποσότητα αποβλήτων σε μικρή έκταση. Στο παρελθόν αυτά τα απόβλητα συλλέγονταν και πωλούνταν για λίπασμα ή απλά σκορπίζονταν στους αγρούς, αλλά η εισαγωγή αυστηρότερων ελέγχων για τις οσμές και τη μόλυνση του νερού επιβάλλει πλέον κάποια μορφή διαχείρισης τους. Αυτό παρέχει επιπλέον κίνητρα για την μετατροπή των αποβλήτων σε ενέργεια.

### **2.2.3.4 ΑΣΤΙΚΑ ΛΥΜΑΤΑ**

Τα αστικά λύματα αποτελούν μια πηγή ενέργειας βιομάζας που είναι αρκετά όμοια με τα άλλα ζωικά απόβλητα που αναφέρθηκαν παραπάνω, με τη μόνη διαφορά ότι αυτά υφίστανται επεξεργασία εδώ και πολλά χρόνια στις ανεπτυγμένες χώρες. Ενέργεια μπορεί να εξαχθεί μέσω της αναερόβιας χώνευσης για την παραγωγή βιοαερίου. Η παραμένουσα λάσπη μπορεί στη συνέχεια να αποτεφρωθεί ή να υποστεί πυρόλυση, ώστε να παραχθεί περισσότερο βιοαέριο και βιοέλαιο.

### **2.2.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ**

Διάφοροι οργανισμοί διεθνώς, όπως εθνικά εργαστήρια, γεωργικοί και δασικοί όμιλοι, εταιρείες ηλεκτροπαραγωγής και άλλες κυβερνητικές υπηρεσίες, εργάζονται ώστε να καταστήσουν τις ενεργειακές καλλιέργειες βιώσιμη πηγή καυσίμου στο μέλλον. Οι καλλιέργειες αυτές είναι φυτείες που αναπτύσσονται και καλλιεργούνται ειδικά για χρήση τους ως καύσιμα, και επιλέγονται προσεκτικά ώστε να αναπτύσσονται ταχέως, να είναι ανθεκτικές στην ξηρασία και τα παράσιτα, και να έχουν εύκολη συγκομιδή ώστε να επιτρέπουν ανταγωνιστικές τιμές όταν χρησιμοποιούνται ως καύσιμα. Οι ενεργειακές καλλιέργειες περιλαμβάνουν ταχείας αναπτύξεως δέντρα, θάμνους και πόες.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να αναπτυχθούν σε αγροτικές εκτάσεις που δεν χρησιμοποιούνται για την καλλιέργεια τροφών, ζωοτροφών ή ινών. Αυτές περιλαμβάνουν γαίες που αποσύρονται από χρήση για λόγους ελέγχου τιμών, και άλλες γεωργικές εκτάσεις που θεωρούνται ασύμφωρες για παραγωγή τροφίμων. Σε σύγκριση με τις παραδοσιακές γεωργικές καλλιέργειες, οι ενεργειακές απαιτούν λιγότερη συντήρηση και αγωγή με λιπάσματα και παρασιτοκτόνα.

Εκτός των άλλων, οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να επιφέρουν οικονομικά οφέλη προς τους γεωργούς. Ένα τυπικό σύγχρονο αγρόκτημα παράγει συνήθως μόνο ένα ή δύο κύρια εμπορεύσιμα προϊόντα π. χ. καλαμπόκι, σόγια, γάλα ή κρέας. Το καθαρό εισόδημα όλης της επιχείρησης είναι συχνά ευάλωτο μεταξύ άλλων, στις διακυμάνσεις της ζήτησης της αγοράς, τα απρόσμενα έξοδα παραγωγής και τον καιρό. Καθώς οι τροφοδοτούμενες με βιομάζα μονάδες ηλεκτροπαραγωγής απαιτούν αρκετά σταθερή τροφοδοσία σε καύσιμο καθ' όλο το έτος, η ανάπτυξη των ενεργειακών καλλιεργειών μπορεί να επιφέρει τη σταθεροποίηση του εισοδήματος των γεωργών που θα επιλέξουν να διευρύνουν το φάσμα της παραγωγής τους.

### **3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ**

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι καλλιεργούμενα ή αυτοφυή είδη, παραδοσιακά ή νέα τα οποία παράγουν βιομάζα, ως κύριο προϊόν, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους ενεργειακούς σκοπούς όπως παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων κ.ά.

Το κύριο πλεονέκτημα τους είναι ότι η σταθερή παραγωγή τους μπορεί να εξασφαλίσει μεγάλης κλίμακας, μακροπρόθεσμη προμήθεια πρώτης ύλης, με ομοιόμορφα ποιοτικά χαρακτηριστικά σε μονάδες παραγωγής βιοκαυσίμων κι ενέργειας. Ειδικά οι νέες καλλιέργειες παρουσιάζουν σημαντικά υψηλότερες αποδόσεις ανά εδαφική μονάδα από τις συμβατικές. Αυτές οι υψηλότερες αποδόσεις βελτιώνουν την οικονομικότητα τους κι ελαχιστοποιούν τις απαιτήσεις σε έδαφος, αγροχημικά, μεταφορικά και άλλες αρνητικές περιβαλλοντικές επιδράσεις.

Οι παραδοσιακές καλλιέργειες των οποίων το τελικό προϊόν θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας και βιοκαυσίμων θεωρούνται επίσης ενεργειακές καλλιέργειες.

Οι «νέες» ενεργειακές καλλιέργειες [2] είναι είδη με υψηλή παραγωγικότητα σε βιομάζα ανά μονάδα γης κι αναφέρονται σε δύο κύριες κατηγορίες, τις γεωργικές και τις δασικές. Οι γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες διακρίνονται περαιτέρω σε ετήσιες και πολυετείς.

#### **3.1 ΔΑΣΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ**

##### **3.1.1 ΕΥΚΑΛΥΠΤΟΣ**

Επιστημονικό όνομα: *Eucalyptus globules Labill*, *Eucalyptus camaldulensis Dehnh*.

## Σύντομη περιγραφή του φυτού

Οι φυτείες ευκαλύπτων χαρακτηρίζονται από γρήγορους ρυθμούς ανάπτυξης, μετά τη συγκομιδή. Τα δύο σημαντικότερα είδη ευκαλύπτων για τις μεσογειακές χώρες, είναι οι *Eucalyptus globules* Labill και *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.



Εικόνα 3.1.

### 3.1.2 ΨΕΥΔΑΚΑΚΙΑ

Επιστημονικό όνομα: *Robinia pseudoacacia* L.

## Σύντομη περιγραφή του φυτού

Η ψευδακακία είναι φυτό ψυχανθές, πολυετές, δενδρώδες, που χαρακτηρίζεται από ταχύτατη ανάπτυξη του υπέργειου μέρους, σημαντική παραγωγή βιομάζας κι εξαιρετική αναβλάστηση μετά την κοπή. Το ενδιαφέρον για την ψευδακακία αυξάνει τόσο στην Ευρώπη, όσο και στην Ασία. Στη διάρκεια μιας 20ετίας, οι αναδασωμένες με ψευδακακία εκτάσεις, στις δύο αυτές περιοχές, αυξήθηκαν από 3.370.000 στρέμματα σε 18.900.000, χωρίς να περιλαμβάνεται η Κίνα. Η ψευδακακία, εξ' αιτίας του ταχύτατου ρυθμού ανάπτυξης, της υψηλής πυκνότητας του ξύλου και της χαμηλής περιεκτικότητας σε υγρασία, σε σχέση με άλλα είδη, θεωρείται πολύ παραγωγικό φυτό σε βιομάζα.

## 3.2 ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

### 3.2.1 ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

#### 3.2.1.1 ΓΛΥΚΟ ΣΟΡΓΟ

Επιστημονικό όνομα: *sorghum bicolor* L. Moench.

#### Σύντομη περιγραφή του φυτού

Το γλυκό σόργο είναι ένα C<sub>4</sub> μονοετές φυτό, με μεγάλη φωτοσυνθετική ικανότητα, υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα, υψηλό ποσοστό σε διαλυτά σάκχαρα και κυτταρίνες, και σχετικά χαμηλές απαιτήσεις σε άρδευση και λίπανση. Προσαρμόζεται εύκολα σε διάφορα είδη εδαφών και σε ποικιλίες κλιματικές συνθήκες.

Εικόνα 3.2.





### 3.2.1.2 ΚΥΤΤΑΡΙΝΟΥΧΟ ΣΟΡΓΟ

Επιστημονικό όνομα: *Sorghum bicolor* L.

#### Σύντομη περιγραφή του φυτού

Το κυτταρινούχο σόργο, είναι ετήσιο C<sub>4</sub> φυτό, με υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα. Τα υβρίδια κυτταρινούχου σόργου που έχουν εξετασθεί είναι διασταυρώσεις του καρποδοτικού σόργου με το σόργο σαρωθροποιίας [2].

Αντίθετα με το γλυκό, το κυτταρινούχο σόργο έχει σχετικά χαμηλή περιεκτικότητα σε διαλυτά σάκχαρα και το ενεργειακό δυναμικό του βασίζεται κυρίως στην υψηλή περιεκτικότητά του σε λιγνοκυτταρινούχα συστατικά.



Εικόνα 3.3.

### 3.2.1.3 ΚΕΝΑ

Επιστημονικό όνομα: *Hibiscus cannabinus* L.

## Σύντομη περιγραφή του φυτού

Το κενάφ είναι ένα ετήσιο φυτό μικρής ημέρας, με κυτταρίνες υψηλής ποιότητας. Τα στελέχη αποτελούνται από ένα κεντρικό δακτύλιο με ίνες μικρού μήκους και ο φλοιός με ίνες μεγάλου μήκους. Από τις τελευταίες μπορεί να παραχθεί χαρτί ανώτερης ποιότητας.

Είναι φυτό των τροπικών και υποτροπικών κλιμάτων που ευδοκίμει σε εδάφη αμμοπηλώδη, ουδέτερης αντίδρασης, καλά στραγγιζόμενα, με οργανική ουσία καλής ποιότητας. Μπορεί ωστόσο να προσαρμοστεί σε ένα μεγάλο εύρος εδαφοκλιματικών συνθηκών.



Εικόνα 3.4.

### 3.2.1.4 ΕΛΑΙΟΚΡΑΜΒΗ

Επιστημονικό όνομα: (*Brassica napus* L.) και (*Brassica carinata* L. Braun)

## Σύντομη περιγραφή του φυτού

Η ελαιοκράμβη (*Brassica spp.*) είναι ετήσιο φυτό, κι ανήκει στην οικογένεια των Σταυρανθών ή Βρασσικίδων (*Cruciferae* or *Brassicaceae*). Πολλαπλασιάζεται με σπόρο και καλλιεργείται κυρίως σαν πρώτη ύλη για την παραγωγή ελαίου και σε μικρότερη έκταση για τα φύλλα της (για ανθρώπινη κατανάλωση, ζωοτροφή και λίπανση). Μετά την εξαγωγή του ελαίου, τα υπολείμματα της (η λεγόμενη πίτα ) χρησιμοποιούνται στην κτηνοτροφία καθώς έχουν πλούσια περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Η ελαιοκράμβη θεωρείται παγκοσμίως ως το τρίτο σημαντικότερο ελαιοπαραγωγό φυτό, μετά τη σόγια και το φοινικέλαιο. Ο μικρός στρογγυλός σπόρος της έχει κατά μέσο όρο μεγάλη περιεκτικότητα σε λάδι (30-50%) και η πίτα της είναι πολύ πλούσια σε πρωτεΐνη (10-45%). Οι τεχνικές καλλιέργειας είναι όμοιες με εκείνες των χειμερινών σιτηρών.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην εφαρμογή ζιζανιοκτόνων (προ και μεταφυτρωτικών) καθώς το φυτό είναι πολύ ευαίσθητο στα ζιζάνια στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης του. Προσοχή πρέπει επίσης να δοθεί κατά τη συγκομιδή ώστε η υγρασία του σπόρου να κυμαίνεται από 9-12%. Έχει πολύ μεγάλη σημασία ο χρόνος συγκομιδής της ελαιοκράμβης, για την αποφυγή της απώλειας του σπόρου από τις ψηλές θερμοκρασίες, που συνοδεύονται από τα ξηρά και θερμά ρεύματα.

### **3.2.1.5 ΗΛΙΑΝΘΟΣ**

Επιστημονικό όνομα: *Helianthus annuus L.*

## Σύντομη περιγραφή του φυτού

Ο ηλίανθος είναι ετήσιο φυτό το οποίο ανήκει στην οικογένεια Compositae. Σύμφωνα με τον FAO [3], η συνολική παγκόσμια παραγωγή έφτασε στα 24,2 εκατομμύρια τόνων το 2002, καλλιεργούμενη σε 195 εκατομμύρια στρέμματα. Από αυτό, περισσότερα από 100 εκατομμύρια στρέμματα καλλιεργήθηκαν στην Ευρώπη και 1,7 εκατομμύρια στην Ιταλία (0,17 εκατομμύρια στρέμματα στην Ελλάδα).



**Εικόνα 3.5.**

Στην Ελλάδα, ο ηλίανθος θεωρείται σημαντικό φυτό, και η καλλιέργειά του συγκεντρώνεται κυρίως στο βορειο – ανατολικό μέρος της χώρας. Καλλιεργείται κυρίως ως πηγή φυτικού ελαίου διατροφής. Η συνολική καλλιεργημένη έκταση, καθώς και η συνολική παραγωγή με ηλίανθο σχεδόν διπλασιάστηκαν (2 εκατομμύρια στρέμματα το 1991 και 3,6 εκατομμύρια στρέμματα το 1999), με μια ετήσια παραγωγή των 0,033 εκατομμυρίων τόνων και 0,050 εκατομμυρίων τόνων, αντίστοιχα [4].

### 3.2.1.6 ΣΙΤΑΡΙ - ΚΡΙΘΑΡΙ

Επιστημονικό όνομα: σιτάρι (*Triticum aestivum* L.) κριθάρι (*Hordeum sativum/Vulgare* L.)

#### Σύντομη περιγραφή του φυτού

Το σιτάρι και το κριθάρι είναι ετήσια φυτά, τα οποία ανήκουν στην οικογένεια των δημητριακών (Graminae). Το σιτάρι θεωρείται παγκοσμίως ως το σημαντικότερο φυτό μεταξύ των άλλων δημητριακών, με συνολική παραγωγή 573,5 εκατομμυρίων τόνων το 2002. Το κριθάρι, χρησιμοποιείται κυρίως σα ζωοτροφή και στην παραγωγή αλκοολούχων ποτών. Η συνολική παγκόσμια παραγωγή του κριθαριού έφθασε στους 136,5 εκατομμύρια τόνους το 2002 [3].

Στην Ελλάδα, το σιτάρι (σκληρό και μαλακό) είναι το πιο διαδεδομένο ετήσιο φυτό κι η καλλιέργεια του είναι εκτεταμένη σε όλη τη χώρα. Η συνολική καλλιεργούμενη έκταση (σκληρό και μαλακό) ήταν 6,3 εκατομμύρια στρέμματα το σκληρό και 2 εκατομμύρια στρέμματα το μαλακό (1999), με παραγωγή 1,50 και 0,48 εκατομμύρια τόνους, αντίστοιχα. Η συνολική παραγωγή του σιταριού στην Ελλάδα ξεπέρασε τους 2 εκατομμύρια τόνους το 2003, [4]. Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης [5] οι ελληνικές μέσες αποδόσεις σκληρού σιταριού κυμαίνονται από 150-800 κιλά/στρέμμα, κι οι αντίστοιχες του μαλακού σιταριού από 200-900 κιλά/στρέμμα. Οι αποδόσεις σε σπόρο % του συνολικού βάρους του υπέργειου τμήματος του φυτού (Δείκτης συγκομιδής) και των δύο τύπων κυμαίνονται από 30-56%.

Η καλλιέργεια του κριθαριού είναι διάσπαρτη σε όλη τη χώρα. Η συνολική καλλιεργούμενη έκταση ήταν 1,3 εκατομμύρια στρέμματα το 1999, με ετήσια παραγωγή 0,29 εκατομμυρίων τόνων, αντίστοιχα [4]. Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης [5] οι ελληνικές μέσες αποδόσεις κριθαριού κυμαίνονται από 150-700 κιλά/στρέμμα, και οι αποδόσεις σε σπόρο % του συνολικού βάρους του υπέργειου τμήματος του φυτού (Δείκτης συγκομιδής) κυμαίνονται από 23-54%.



Εικόνα 3.6.

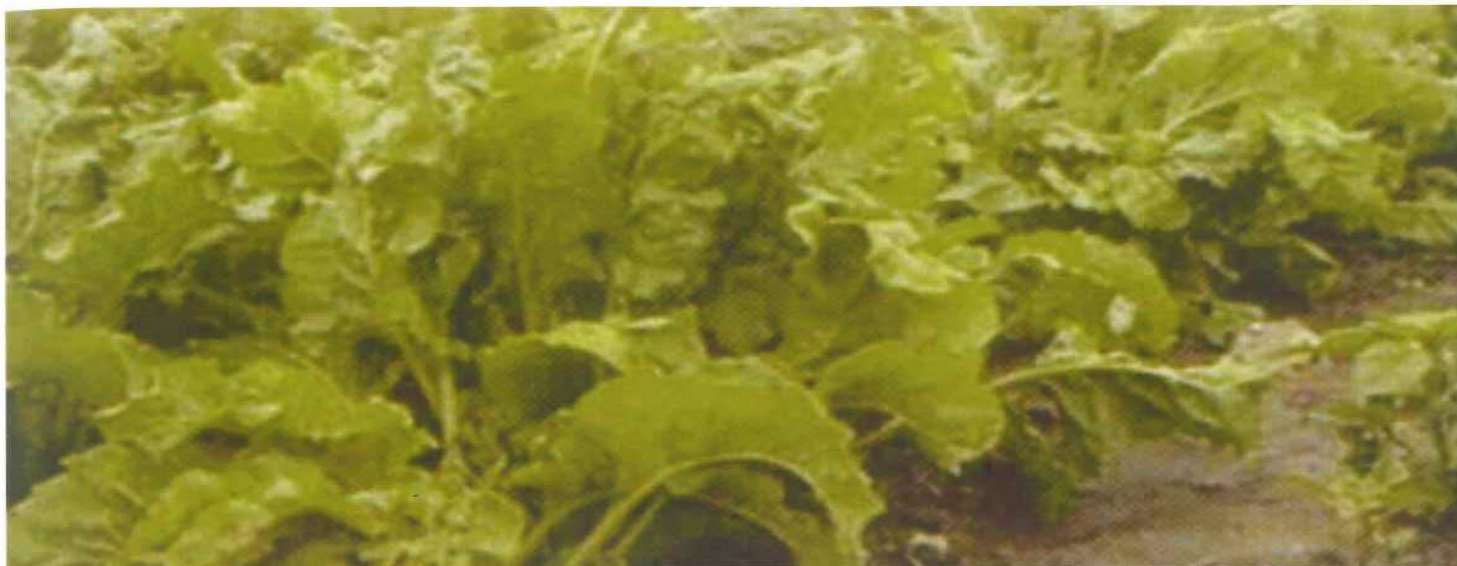
### 3.2.1.7 ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΑ

Επιστημονικό όνομα: *Beta vulgaris* L.

#### Σύντομη περιγραφή του φυτού

Τα ζαχαρότευτλα είναι ένας διетής τύπος τεύτλου, που καλλιεργείται εμπορικά λόγω της υψηλής περιεκτικότητας των ριζών του σε σάκχαρα. Οι ρίζες των τεύτλων περιέχουν μέχρι 20% σάκχαρα (επί χλωρού βάρους), κάνοντάς το τη δεύτερη πιο σημαντική πηγή σακχάρων μετά από το ζαχαροκάλαμο. Σύμφωνα με τον FAO, η συνολική παγκόσμια παραγωγή έφθασε τους 257 εκατ. τόνους το 2002, καλλιεργούμενη σε περισσότερα από 60 εκατομμύρια στρέμματα. Από αυτά 5,5 εκατομμύρια στρέμματα καλλιεργήθηκαν στις ΗΠΑ και περισσότερα από 40 εκατομμύρια στρέμματα στην Ευρώπη.

Στην Ελλάδα, η καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων είναι διάσπαρτη σε όλη τη χώρα. Αν και η συνολική παραγωγή τους μειώθηκε ελάχιστα, η συνολική καλλιεργημένη έκταση αυξήθηκε βαθμιαία (0,40 εκατομμύρια στρέμματα το 1991 και 0,43 εκατομμύρια στρέμματα το 1999), με μια ετήσια παραγωγή 2,6 και 2,4 εκατ. τόνους, αντίστοιχα [4]. Σύμφωνα με τον FAO [3], οι ελληνικές μέσες αποδόσεις ζαχαρότευτλων ανέρχονται σε 6.250 κιλά/στρέμμα. Αξίζει να αναφερθεί ότι, αυτές οι αποδόσεις είναι από τις υψηλότερες που παρατηρούνται στις ευρωπαϊκές χώρες [3]. Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής ζαχαρότευτλων στην Ελλάδα χρησιμοποιείται για παραγωγή ζάχαρης, καθώς και για ζωοτροφή.



Εικόνα 3.7

### 3.2.1.8 ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ

Επιστημονικό όνομα: *Zea mays L.*

#### Σύντομη περιγραφή του φυτού

Σύμφωνα με τον FAO [3], η παγκόσμια παραγωγή αραβόσιτου έφθασε στους 604 εκατομμύρια τόνους το 2002, η καλλιεργούμενη σε 1383 εκατομμύρια στρέμματα. Από αυτά, πάνω από 280 εκατομμύρια στρέμματα καλλιεργήθηκαν στις ΗΠΑ και 134 εκατομμύρια στρέμματα στην Ευρώπη (2,2 εκατομμύρια στρέμματα στην Ελλάδα).

Στην Ελλάδα ο αραβόσιτος θεωρείται σημαντικό φυτό κι η καλλιέργεια του είναι εκτεταμένη σε όλη τη χώρα. Η συνολική καλλιεργούμενη έκταση παρέμεινε σχεδόν σταθερή την τελευταία δεκαετία (2,3 εκατομμύρια στρέμματα το 1991 και 2,1 εκατομμύρια στρέμματα το 1999), με ετήσια παραγωγή 2,3 και 2 εκατομμύρια τόνους αντίστοιχα. Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης [5] οι ελληνικές μέσες αποδόσεις αραβοσίτου κυμαίνονται από 600-1800 κιλά/στρέμμα. Οι αντίστοιχες αποδόσεις σε σπόρο % του συνολικού βάρους του υπέργειου τμήματος του φυτού (Δείκτης συγκομιδής) κυμαίνονται από 35-50%.



Εικόνα 3.8.

### 3.2.2 ΠΟΛΥΕΤΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

#### 3.2.2.1 ΚΑΛΑΜΙ

Επιστημονικό όνομα: *Arundo Donax L.*

#### Σύντομη περιγραφή του φυτού

Το καλάμι ανήκει στα αγροστώδη πολυετή φυτά με  $C_3$  φωτοσυνθετικό μηχανισμό. Συναντάται συνήθως κοντά σε ποτάμια και λίμνες, γενικά σε αγρούς με υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία, ωστόσο μπορεί να καλλιεργηθεί σε ευρεία κλίμακα εδαφικών συνθηκών.

Θεωρείται ένα πολύ δυναμικό φυτό και πολλαπλασιάζεται κυρίως με ριζώματα, μπορεί όμως να πολλαπλασιαστεί και με μοσχεύματα.





Εικόνα 3.9.

### 3.2.2.2 ΜΙΣΧΑΝΘΟΣ

Επιστημονικό όνομα: *Miscanthus x giganteus* GREEF et DEU.

#### Σύντομη περιγραφή του φυτού

Ο μίσχανθος είναι ένα αγροστώδες, πολυετές, ριζωματώδες φυτό, που κατάγεται από τις χώρες της νοτιο-ανατολικής Ασίας και καλλιεργείται στην Ευρώπη, εδώ και πολλά χρόνια, σαν καλλωπιστικό φυτό.

Χαρακτηρίζεται από σχετικά υψηλές αποδόσεις σε χλωρή και ξηρή ουσία, χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία και ανθεκτικότητα σε ασθένειες και παθογόνα. Επιπλέον, παρουσιάζει υψηλή αποτελεσματικότητα χρήσης νερού και νιτρικών.

Στη νότια Ευρώπη κι ειδικότερα στην Ελλάδα, παρουσιάζει πολύ καλή προσαρμοστικότητα, σε αρδευόμενες εκτάσεις, έχει καλές αποδόσεις κι η περιεκτικότητά του σε υγρασία είναι σχετικά χαμηλή.



Εικόνα 3.10.

### 3.2.2.3 SWITCHGRASS

Επιστημονικό όνομα: *Panicum vigratum* L.

#### Σύντομη περιγραφή του φυτού

Είναι ένα πολυετές C4, αγροστώδες φυτό. Συναντάται, κυρίως, στη βόρειο και κεντρική Αμερική αλλά επίσης έχει βρεθεί στη νότιο Αμερική και την Αφρική. Το ριζικό του σύστημα μπορεί να ξεπεράσει τα 3 μέτρα σε βάθος. Σχηματίζει λεπτά ριζώματα και από τους οφθαλμούς του αναπτύσσονται, νωρίς την άνοιξη, αρκετά λεπτά στελέχη διαμέτρου 10 χιλιοστών. Κάτω από κατάλληλες συνθήκες μπορεί να φτάσει σε ύψος 2,5 μέτρων.

Η εγκατάσταση του φυτού γίνεται με σπόρο και στην Ελλάδα λαμβάνει χώρα το Μάιο όταν η θερμοκρασία εδάφους ξεπεράσει τους 10 – 15°C. Η σπορά δεν πρέπει να γίνει σε βάθος μεγαλύτερο του 1 cm και η συνιστώμενη πυκνότητα της φυτείας είναι 200 – 300 φυτά ανά m<sup>2</sup>.

Η αναβλάστηση νέων στελεχών από τους οφθαλμούς των ριζωμάτων γίνεται το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Μαρτίου κάθε έτους.

Οι νεαροί βλαστοί είναι ευαίσθητοι στους παγετούς αλλά το φυτό έχει την ικανότητα να αναβλαστάνει ακόμα και μετά από σημαντικές νεκρώσεις βλαστών λόγω χαμηλών θερμοκρασιών. Παρουσιάζει ταχύ ρυθμό ανάπτυξης που μπορεί να ξεπεράσει τα 15mm την ημέρα σε ύψος. Η άνθιση έχει παρατηρηθεί να συμβαίνει μεταξύ τέλους Ιουλίου και αρχών Αυγούστου. Παράγει πολύ μικρούς σπόρους με βάρος 1000 σπόρων μεταξύ 0,7 έως 2,0 g. Κατάλληλη εποχή συγκομιδής είναι το χρονικό διάστημα από τέλη Νοεμβρίου ως και τον Ιανουάριο [6],[7].

Η καλλιέργεια του Switchgrass παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα αφού μπορούν να παραχθούν σημαντικές ποσότητες βιομάζας ακόμη και σε συνθήκες μειωμένων εισροών (λίπανση, ζιζανιοκτονία). Οι αρδευτικές ανάγκες του Switchgrass είναι χαμηλές αφού χαρακτηρίζεται από αποδοτική χρήση του νερού. Πειράματα που έχουν εκτελεστεί έδειξαν ότι οι αρδεύσεις συνολικού ύψους 400mm είναι αρκετές για ικανοποιητική παραγωγή [8],[9].



**Εικόνα 3.11.**

#### **3.2.2.4 ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑ**

Επιστημονικό όνομα: *Cynara cardunculus* L.

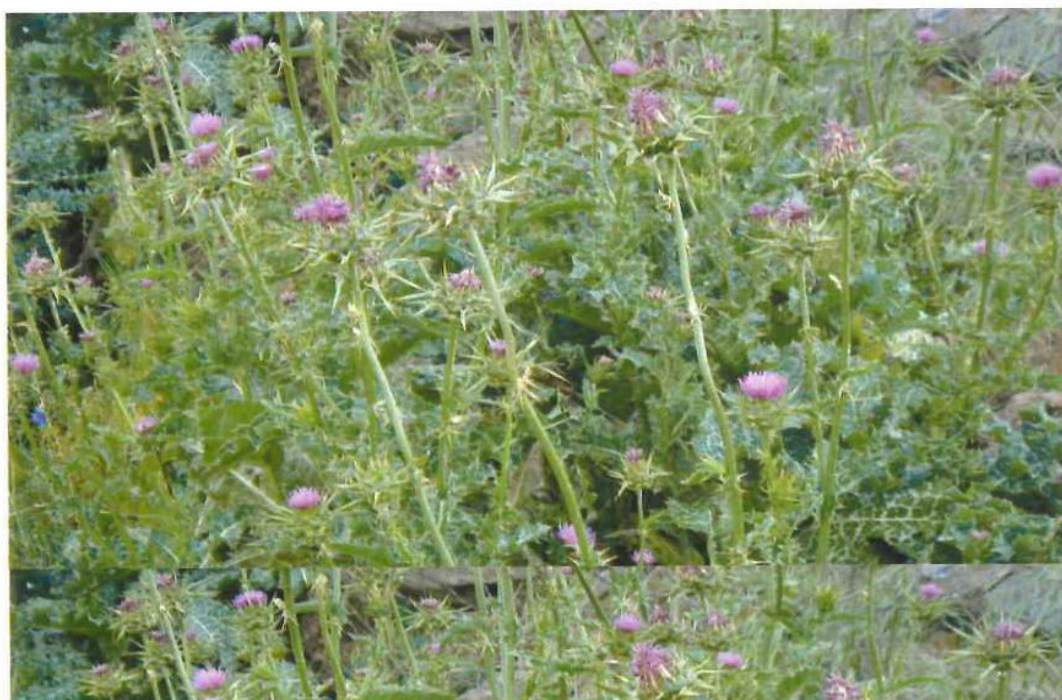
## Σύντομη περιγραφή του φυτού

Η αγριαγκινάρα, είναι ένα πολυετές είδος αγκαθιού, που καλλιεργείται παραδοσιακά σε κάποιες περιοχές της μεσογειακής ζώνης.

Όπως όλα τα είδη αγκαθιών, είναι πολύ καλά προσαρμοσμένη στο ξηρό κλίμα των μεσογειακών χωρών, επειδή δε είναι χειμερινό φυτό δίνει το μέγιστο των αποδόσεων, ακόμη και χωρίς άρδευση, εκμεταλλευόμενη τις βροχοπτώσεις του φθινοπώρου και του χειμώνα. Επιπλέον, λόγω του εύρωστου ριζικού συστήματος που διαθέτει, προστατεύει από τη διάβρωση, τα επικλινή και άγονα εδάφη.

Μετά τη συγκομιδή που γίνεται το καλοκαίρι, ο νέος κύκλος αρχίζει με την έναρξη των βροχών και τη βλάστηση των υπόγειων οφθαλμών. Το φυτό παίρνει το σχήμα ρόδακα έως την επόμενη άνοιξη που αναπτύσσονται τα στελέχη.

Αργότερα αναπτύσσονται διακλαδώσεις στην κορυφή του φυτού και σχηματίζονται αρκετές κεφαλές ανά βλαστό. Το καλοκαίρι, τα υπέργεια μέρη του φυτού ξηραίνονται ενώ τα υπόγεια, οι ρίζες και οι οφθαλμοί στη βάση του βλαστού, διατηρούνται ζωντανά.



**Εικόνα 3.12.**

### 3.4 ΕΜΠΟΔΙΑ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Η βιομηχανία της βιομάζας εμπλέκει τόσο τις γεωργικές όσο και τις δασοκομικές κοινότητες με την παραγωγή ενέργειας, κατ' επέκταση και με την ηλεκτροπαραγωγή. Αυτό περιπλέκει τα πράγματα και δημιουργεί εντάσεις, καθώς οι απόψεις γύρω από τα μακροπρόθεσμα συμβόλαια καυσίμων με τις σχετικές εταιρίες και τα πλεονεκτήματα και οι συμβατικές υποχρεώσεις που συνεπάγονται, είναι ισχυρές. Αυτή η κατάσταση έχει καταστεί βασικό εμπόδιο στην ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών και γίνονται προσπάθειες να βρεθούν μορφές συνεργασίας που να την αντιμετωπίζουν και να παρέχουν αποδοτικότητα και στις δύο πλευρές.

Στον ελληνικό χώρο ειδικότερα, οι περιορισμοί στην ανάπτυξη ευρέων αγορών για τη βιομάζα από ενεργειακές καλλιέργειες οφείλονται σε παράγοντες που είναι:

- Η αβεβαιότητα γύρω από τη διαθεσιμότητα της πρώτης ύλης, αφού η γεωργία επηρεάζεται από εξωτερικούς παράγοντες (π.χ κλιματολογικές συνθήκες)
- Οι ανταγωνιστικές χρήσεις των προϊόντων, που επηρεάζουν αρνητικά το κόστος και τη διάθεση τους για ενεργειακή αξιοποίηση.
- Οι μικρού μεγέθους ιδιοκτησίες που δεν διευκολύνουν την οργάνωση δικτύου εφοδιασμού βιομάζας στην ευρύτερη περιοχή της μονάδας παραγωγής ενέργειας.
- Τα θέματα συγκομιδής των περισσοτέρων ενεργειακών καλλιεργειών, αφού οι κατασκευαστές εξοπλισμού δεν έχουν εμπλακεί μέχρι σήμερα σοβαρά στην ανάπτυξη νέων ή τροποποίηση υπαρχόντων μηχανημάτων συγκομιδής, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται αρνητικά το κόστος παραγωγής.

- Η επιλογή των πλέον παραγωγικών ειδών με ικανοποιητικό ενεργειακό ισοζύγιο και δυνατότητες για περαιτέρω γενετική βελτίωση.
- Ο τρόπος προκατεργασίας και χειρισμού της παραγόμενης βιομάζας, η μέθοδος και η οικονομικότητα της τεχνολογίας ενεργειακής μετατροπής που αποτελούν ζητήματα προς διερεύνηση.
- Η έλλειψη εμπειρίας σε ολοκληρωμένα συστήματα παραγωγής βιομάζας, κάτι που κάνει τους αγρότες καχύποπτους ως προς το να προσανατολιστούν στην ενεργειακή γεωργία.
- Η έλλειψη πιλοτικών έργων, που θα έπειθε τους εμπλεκόμενους φορείς όπως είναι οι αγρότες, η βιομηχανία πετρελαιοειδών και οι υποψήφιοι επενδυτές.
- Η έλλειψη σαφούς πολιτικής και κατάλληλου θεσμικού και φορολογικού πλαισίου υπέρ των ενεργειακών καλλιεργειών και της παραγωγής βιομάζας για ενέργεια εκ μέρους της Ευρωπαϊκής Ένωσης, κάτι που θα βοηθούσε την διείσδυση τους στις αγορές και την ανταγωνιστικότητα έναντι των συμβατικών καυσίμων.

Ειδικότερα το τελευταίο, σε συνδυασμό μάλιστα με την ανάγκη για πληροφόρηση και παροχή ενημέρωσης στους εμπλεκόμενους φορείς (αγρότες, συνεταιρισμοί, επενδυτές, επιστήμονες, τοπικές αρχές), αποτελούν παράγοντες που πρέπει να ληφθούν πολύ σοβαρά υπόψη και να τύχουν κατάλληλης αντιμετώπισης, ώστε να καταστούν οι ενεργειακές καλλιέργειες μια σημαντική πηγή ενέργειας για το προσεχές μέλλον.

## 4. ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑ

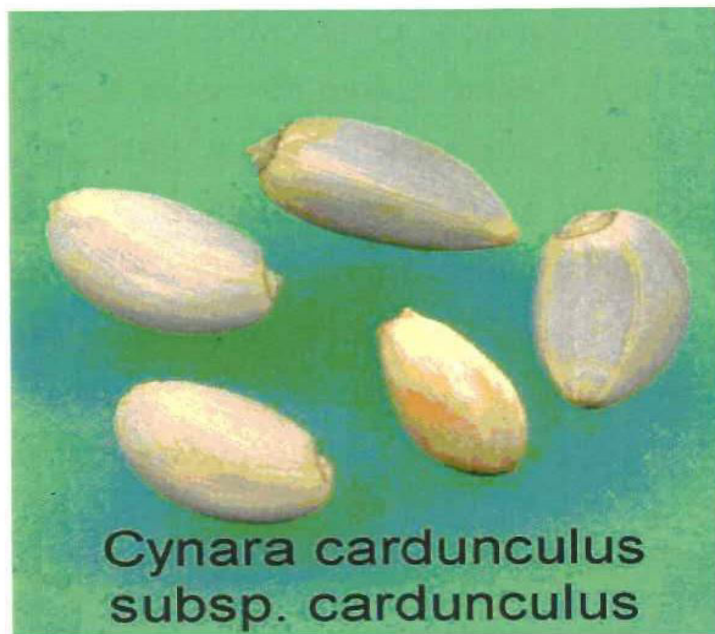
### 4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η αγριαγκινάρα προέρχεται από την Μεσόγειο και ανήκει στην οικογένεια Compositae και συγκεκριμένα στο γένος *Cynara*, που περιλαμβάνει δυο καλλιεργούμενα είδη: την αγκινάρα (*Cynara scolymus*) και την αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus*) (Αγγλ. Cardoon ή wild artishoke), καθώς και 8-10 άγρια είδη.

Και τα δυο καλλιεργούμενα είδη που περιλαμβάνονται στο γένος *Cynara* χρησιμοποιούνται ως λαχανικά αλλά και διακοσμητικά φυτά. Η αγριαγκινάρα καλλιεργείται στην Καλιφόρνια και την Αργεντινή ως λαχανικό. Κάτω από Μεσογειακές κλιματικές συνθήκες η αγριαγκινάρα συναντάται στις άκρες του δρόμου, σε χέρσες περιοχές και στα λιβάδια. Έχει βρεθεί ότι η αγριαγκινάρα είναι ο πρόγονος της καλλιεργούμενης αγκινάρας. Από διασταυρώσεις που έγιναν μεταξύ της *Cynara scolymus* και των άλλων ειδών του γένους, η μόνη πλήρως συμβατή και γόνιμη διασταύρωση ήταν αυτή με την *Cynara cardunculus*. Συνήθως η αγκινάρα και η αγριαγκινάρα πολλαπλασιάζονται με βλαστικά τμήματα (ριζώματα και παραφυάδες) και σπόρους αντίστοιχα.

### 4.2 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Ο σπόρος της αγριαγκινάρας είναι καφετής ή μαύρος, ραβδωμένος κατά μήκος, 6 έως 8 χιλ. μακρύς, ομαλός, όπως διακρίνεται και στην εικόνα 4.1.



**Εικόνα 4.1.**

Τα φύλλα της ροζέτας της βάσης είναι μαλακά, απαλά, έμισχα, πολύ μεγάλα, δερματώδη, με ζωηρό πράσινο-γκρι χρώμα. Είναι συνήθως βαθιά διαιρεμένα. Έχουν λίγες τρίχες στην επάνω επιφάνεια και άσπρες τρίχες στην κάτω επιφάνεια. Οι λοβοί του φύλλου είναι ωσειδείς, λογχοειδείς ή γραμμικοί, με άκαμπτα κίτρινα αγκάθια (15-35 mm) στην κορυφή. Το μέγεθος του αγκαθιού αλλάζει ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης, όπου συναντούνται μεγαλύτερα αγκάθια σε μετέπειτα στάδια ανάπτυξης, αλλά και ανάλογα με την ποικιλία. Τα δε φύλλα του βλαστού είναι εναλλασσόμενα και άμισχα. Παρακάτω φαίνονται τα φύλλα της αγριαγκινάρας δύο διαφορετικών ποικιλιών.



**Εικόνα 4.2.**

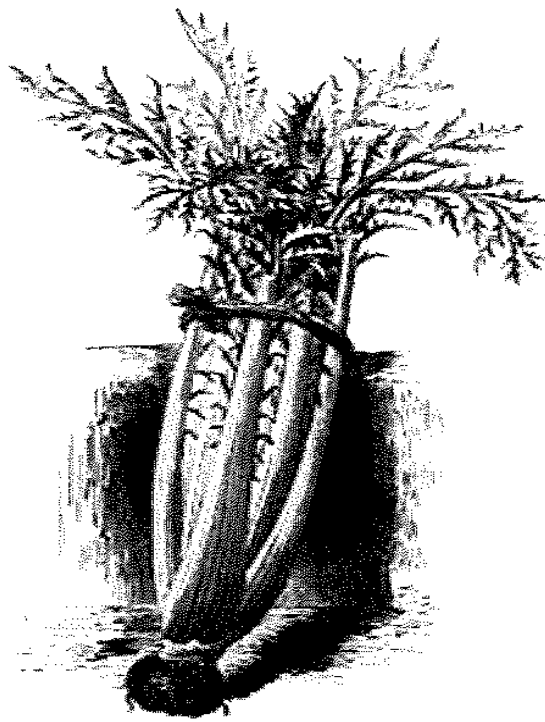


Ο βλαστός είναι το ανθικό στέλεχος με κορυμβοειδή ταξιανθία. Μπορεί να φτάσει πάνω από 2 m σε ύψος. Οι ανθοκεφαλές είναι συγκεντρωμένες σε μια μεγάλη σφαιρική ροζέτα (έως 8 cm σε διάμετρο). Τα βράκτια είναι ωοειδή έως ελλειπτικά και στενεύουν βαθμιαία ή απότομα σε ένα όρθιο αγκάθι (10-50 x 2-6 mm), το οποίο μπορεί να είναι κιτρινοπράσινο ή πορφυροειδές. Η στεφάνη μπορεί να είναι μπλε, μωβ (λιλά) η άσπρη. Τα αχαίνια (6-8 x 3-4 mm) είναι γυαλιστερά με καφέ στίγματα. Οι πάππιοι μπορεί να φτάσουν τα 25-40 mm σε μήκος όπως φαίνεται στην εικόνα 4.3.



**Εικόνα 4.3.**

Οι ρίζες της αγριαγκινάρας είναι εδώδιμες εάν προετοιμάζονται κατάλληλα. Έχει μια μεγάλη ρίζα, από την οποία αναπαράγεται κάθε έτος, εκτός αν υπάρχει πλήρης καταστροφή του ριζικού συστήματος. Στην παρακάτω εικόνα διακρίνεται όλο το φυτό μαζί με τη ρίζα του.



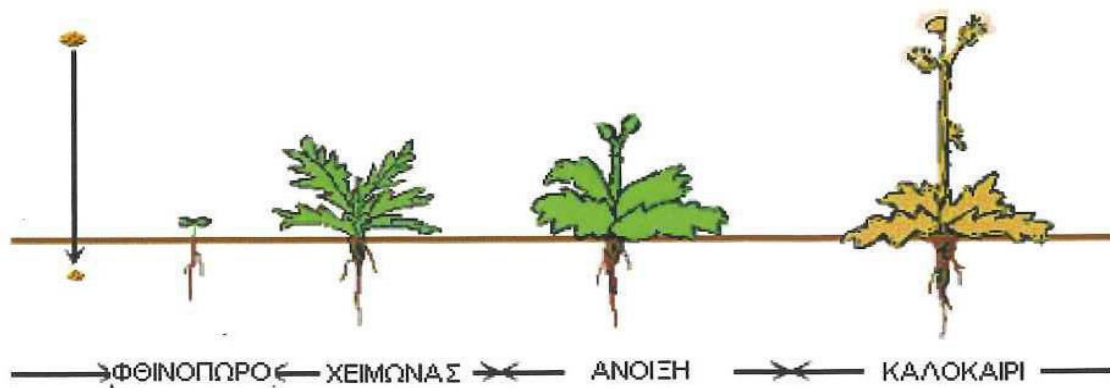
Εικόνα 4.4.

### 4.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

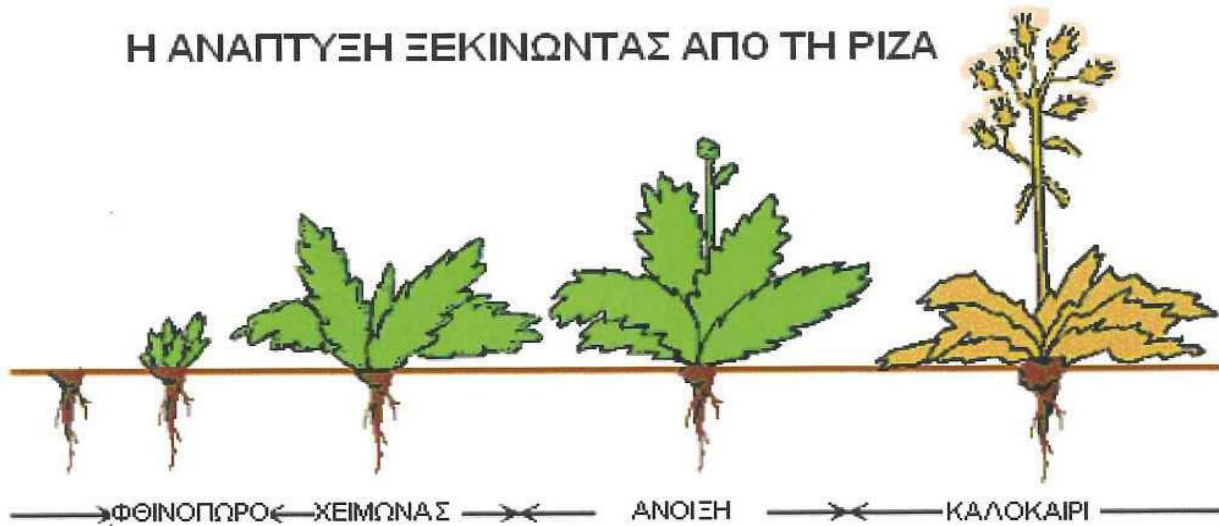
Η αγριαγκινάρα είναι φυτό πολυετές. Ανέχεται την υψηλή θερμοκρασία-ξηρασία του καλοκαιριού δίνοντας σχετικά μεγάλη παραγωγή βιομάζας. Το φυτό βλαστάνει μετά τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα σχηματίζει μια ροζέτα φύλλων. Είναι σκληραγωγημένα φυτά που αντέχουν σε περίπου  $-10^{\circ}\text{C}$ . Συγκεκριμένα η παραπάνω σκληραγώγηση παρατηρείται στο στάδιο της ροζέτας. Το ανθικό στέλεχος αρχίζει να επιμηκύνεται την άνοιξη, και οι πρώτες ανθοκεφαλές εμφανίζονται τον Ιούνιο. Το υπέργειο μέρος του φυτού κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ξηραίνεται, ενώ το υπόγειο τμήμα του εισέρχεται σε λήθαργο. Αυτό συμβαίνει μέχρι τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές, οπότε και αρχίζει ένας νέος κύκλος με την ανάπτυξη των νέων φύλλων από τις ρίζες.

Ο κύκλος αυτός επαναλαμβάνεται αρκετές φορές κατά τη διάρκεια της ζωής του φυτού και μπορεί να ξεπεράσει τα 8 έτη.

## Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΞΕΚΙΝΩΝΤΑΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΣΠΟΡΟ



## Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΞΕΚΙΝΩΝΤΑΣ ΑΠΟ ΤΗ ΡΙΖΑ



Εικόνα 4.5. Κύκλος ανάπτυξης της αγριαγκινάρας [11].

### 4.4 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

#### 4.4.1 ΚΛΙΜΑ

Η αγριαγκινάρα είναι είδος που ευδοκιμεί κάτω από μεσογειακές συνθήκες. Το φυτό είναι ανθεκτικό στις χαμηλές θερμοκρασίες ( $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) του μεσογειακού χειμώνα, ιδίως μετά το σχηματισμό της ροζέτας. Οι παγετοί του χειμώνα προκαλούν σοβαρές ζημιές, κυρίως στα εξωτερικά φύλλα της ροζέτας. Το φυτό όμως μένει ζωντανό και ανακάμπτει μόλις τελειώσει ο χειμώνας.

Το καλοκαίρι η αγριαγκινάρα αναπτύσσεται αρκετά καλά κάτω από τις επικρατούσες ξηροθερμικές συνθήκες, χάρη στο βαθύ, παχύ και σαρκώδες ριζικό σύστημα με το οποίο το φυτό μπορεί να αποσπά νερό και θρεπτικά στοιχεία από σχετικά μεγάλο βάθος. Παρόλα αυτά, για ικανοποιητική ανάπτυξη του φυτού και απόδοση βιομάζας η βροχόπτωση πρέπει να υπερβαίνει τα 400mm κατά τη διάρκεια του βιολογικού της κύκλου.

#### 4.4.2 ΕΔΑΦΟΣ

Η αγριαγκινάρα είναι ένα φυτό που μπορεί να αξιοποιήσει όλα τα εδάφη, από ελαφρά έως βαριά, ασβεστούχα, ενώ μπορεί να δώσει ανεκτές αποδόσεις ακόμα και σε άγονα, πετρώδη, επικλινή εδάφη και ως εκ τούτου πέρα της προστασίας που θα προσφέρει στη διάβρωση των εδαφών αυτών, θα προσφέρει και θέσεις εργασίας σε άγονες και ορεινές περιοχές.

#### 4.5 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΗΝΕΙΕΣ

Οι κύριοι εχθροί της αγριαγκινάρας είναι τα έντομα και τα ποντίκια. Τα ποντίκια τρέφονται κυρίως με τους σπόρους του φυτού αλλά και με τμήματα της ρίζας του. Παρακάτω αναφέρονται ορισμένα από τα επιβλαβή έντομα:

- Αφίδες (*Aphis* spp.)
- Βλαστορρύκτης (*Gortyna xantenes*)
- Φυλλορρύκτες (*Apion carduorum* και *Sphaeroderma rubidum*)
- Σιδηροσκώληκες (*Agrotis segetum* και *Spodoptera litoralis*)
- Μύγες (*Agromyza* spp. και *Terellia* spp.)
- Λεπιδόπτερα (*Pyrameis cardui* και *Platyptilia carduidactyla* Riley)

Τα έντομα αυτά μπορούν να αντιμετωπιστούν με επιλεκτικά ή γενικής δράσης εντομοκτόνα. Παράλληλα πρέπει να γίνεται χρήση και άλλων μη-χημικών στρατηγικών ελέγχου. Φυσικά η χρήση των φαρμάκων δεν θα πρέπει να γίνεται αλόγιστα, λόγω περαιτέρω μόλυνσης του περιβάλλοντος, αλλά και τα έντομα θα αναπτύξουν μηχανισμούς ανθεκτικότητας και επιβίωσης στις νέες συνθήκες.

Πέρα όμως από τους διάφορους εχθρούς της αγριαγκινάρας αναφέρονται και οι διάφορες ασθένειες του φυτού, οι οποίες είναι κυρίως μυκητολογικές όπως:

- Περονόσποροι
- Ωίδιο (*Leveillula taurica*)
- Φαιά σήψη (*Botrytis cinerea*)

Εναντίον των περονόσπορων συνιστάται η εφαρμογή χαλκούχων σκευασμάτων, ενώ για το ωίδιο και τη φαιά σήψη συνιστάται η εφαρμογή θειούχων σκευασμάτων. Τέλος οι ιώσεις δεν αποτελούν σοβαρό πρόβλημα, αφού η αγριαγκινάρα πολλαπλασιάζεται κυρίως με σπόρο.

## **4.6 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ**

### **4.6.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ - ΣΠΟΡΑ**

Η προετοιμασία του εδάφους είναι παρόμοια με εκείνη της καλλιέργειας των σιτηρών. Αρχικά γίνεται όργωμα ώστε να υπάρξει ενσωμάτωση των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας με το έδαφος. Ακολουθεί φιλοχωμάτισμα του εδάφους, το οποίο είναι έτοιμο να δεχθεί το σπόρο. Η σπορά γίνεται σε αποστάσεις 1m μεταξύ των γραμμών και 1m επί της γραμμής. Οι αποστάσεις όμως αυτές μπορούν να μεταβληθούν, ανάλογα με την επιθυμητή πυκνότητα. Βάθος σποράς είναι περί τα 2 cm, ενώ σπέρνονται 2 ή 3 σπόροι σε κάθε σημείο σποράς. Πυκνότητα πληθυσμού, μέχρι τώρα, είναι περί τα 1000 φυτά/στρέμμα, αλλά μπορεί να κυμανθεί από 1000 έως 5000 φυτά/στρέμμα ανάλογα με το έδαφος και το διαθέσιμο νερό. Όμως χρειάζεται να γίνει περισσότερη έρευνα ώστε να οδηγηθούμε σε μη αμφισβητούμενα αποτελέσματα. Για σπορά μεγάλων εκτάσεων μπορεί να χρησιμοποιηθούν μηχανές σποράς. Η ποσότητα του σπόρου που απαιτείται είναι 2 kg/ha. Για καλύτερα αποτελέσματα, τα φυτά απαιτούν άφθονη υγρασία κατά την εποχή ανάπτυξης.

#### **4.6.2 ΛΙΠΑΝΣΗ**

Πριν τη σπορά συνιστάται βασική λίπανση. Η βασική λίπανση μπορεί να γίνει πριν από το όργωμα, οπότε θα υπάρξει βαθύτερη ενσωμάτωση του λιπάσματος, πράγμα ευνοϊκό για την αγριαγκινάρα που έχει βαθύ ριζικό σύστημα. Τα επόμενα χρόνια θα πρέπει να γίνεται λίπανση αποκατάστασης των θρεπτικών στοιχείων που αφαιρούνται με την συγκομιδή. Δηλαδή οι λιπάνσεις θα πρέπει να γίνονται σύμφωνα με εδαφολογικές αναλύσεις και φυλλοδιαγνωστική.

#### **4.6.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ**

Ο έλεγχος των ζιζανίων μπορεί να γίνει με τοπικό σκάλισμα (όπου κρίνεται απαραίτητο). Μπορεί επίσης να γίνει με εφαρμογή ζιζανιοκτόνων (trifluralin, alachlor, linuron, κ.α.), μέχρις ότου τα φύλλα της ροζέτας καλύψουν το έδαφος. Αυτή η εργασία είναι πολύ σημαντική κυρίως κατά το πρώτο έτος της εγκατάστασης και ιδιαίτερα κατά την αρχική ανάπτυξη και βλάστηση των φυταρίων.

Όταν τα φύλλα της ροζέτας μεγαλώσουν, καλύπτουν το έδαφος και τα ζιζάνια είναι δύσκολο έως ακατόρθωτο να ξαναεμφανιστούν. Από το δεύτερο έτος καλλιέργειας και μετά, λόγω της γρήγορης αναβλάστησης και σχηματισμού της ροζέτας νωρίς το φθινόπωρο, τα ζιζάνια έχουν λιγιστές πιθανότητες να αναπτυχθούν, έτσι ώστε δεν φαίνεται να αποτελούν πλέον πρόβλημα στην καλλιέργεια.

#### **4.6.4 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ**

Η συγκομιδή της βιομάζας γίνεται το καλοκαίρι (Ιούνιο – Σεπτέμβριο), μόλις αυτή ξεραθεί και πάντα πριν τη διάρρηξη του σπόρου. Διακρίνονται δύο τρόποι συγκομιδής, ανάλογα με το αν συγκομίζεται ο σπόρος ξεχωριστά από την υπόλοιπη βιομάζα, ή αν συγκομίζεται όλο το φυτό μαζί. Τα βήματα που ακολουθούνται στην κάθε περίπτωση είναι τα εξής:

- Συγκομιδή του σπόρου ξεχωριστά.
- Συγκομιδή με θεριζοαλωνιστική.
- Διαχωρισμός.
- Δεματοποίηση.
- Συγκομιδή όλου του φυτού μαζί.

Σ' αυτή την περίπτωση η εργασία μπορεί να εκτελεστεί απευθείας αν είναι διαθέσιμος ένας αυτοκινούμενος δεματοποιητής. Διαφορετικά, πρώτα κόβεται η βιομάζα με θεριστική μηχανή και στη συνέχεια ακολουθεί η διαδικασία της δεματοποίησης.

#### **4.7 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ**

Η αγριαγκινάρα δίνει υψηλές αποδόσεις που κυμαίνονται από 10 -15 t/ha έως 25-30 t/ha ξηρής ουσίας.

Στην Ελλάδα η καλλιέργεια βρίσκεται ακόμη σε πειραματικό στάδιο και κυρίως σε μελέτες του Κ.Α.Π.Ε στις οποίες αναφέρεται απόδοση 3,16 τόννοι ξηρής βιομάζας/ha.

Η βιομάζα της αγριαγκινάρας αποτελείται από διάφορα μέρη με διαφορετική θερμική αξία. Αυτές οι τιμές παρατίθενται και συσχετίζονται με 1 kg της ξηρής ουσίας. Ο αριθμός στις αγκύλες μετά από κάθε μέρος αναφέρεται σε κάθε συμβολή μέρους στη συνολική βιομάζα. (HCV: υψηλή θερμαντική αξία, LCV: χαμηλή θερμαντική αξία), [12].

Η βιομάζα της αγριαγκινάρας αποτελείται από : 25% φύλλα, 40% βλαστούς και στελέχη, 35% ανθοκεφαλές. Παρακάτω παρατίθεται πίνακας με ακριβή νούμερα.

	<b>HCV</b>	<b>LCV</b>
<b>Βασικά φύλλα (21,0%)</b>	2.655 kcal/kg (11.114 kJ/kg) μέρους και 558 Mcal/t (2.336 MJ/t) της συνολικής βιομάζας	2.449 kcal/kg (10.251 kJ/kg) μέρους και 514 Mcal/t (2.152 MJ/t) της συνολικής βιομάζας
<b>Μίσχοι και κλάδοι (21,9 %)</b>	4.204 Kcal/kg (17.598 kJ/kg) μέρους και 921 Mcal/t (3.855 MJ/t) της συνολικής βιομάζας	3.914 kcal/kg (16.384 kJ/kg) μέρους και 857 Mcal/t (3.587 kJ/t) της συνολικής βιομάζας
<b>Σπόροι (13,2 %)</b>	5.576 kcal/kg (23.341 kJ/kg) μέρους και 736 Mcal/t (3.081 MJ/t) της συνολικής βιομάζας	5.208 kcal/kg (21.801 kJ/kg) μέρους και 687 Mcal/t (2.876 MJ/t) της συνολικής βιομάζας
<b>Ολόκληρο το φυτό (100 %)</b>	4.000 Mcal/t (16.744 MJ/t) της συνολικής βιομάζας	3,714 Mcal/t (15.547 MJ/t) της συνολικής βιομάζας

**Πίνακας 4.1.**

## **4.8 ΠΙΘΑΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑΣ**

### **4.8.1 ΚΑΥΣΙΜΟ**

Η αγριαγκινάρα είναι καλλιέργεια που έχει αποδείξει την καταλληλότητά της για υψηλών αποδόσεων παραγωγή βιομάζας στις νότιες περιοχές της Ευρώπης. Η ξηρή εναέρια βιομάζα της μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή για θέρμανση, στην αρχική της μορφή με καύση ή μετά από πυρόλυση.



Η χρήση της βιομάζας της αγριαγκινάρας ως καυσίμου εκτός της θετικής επίπτωσης στον κύκλο του CO<sub>2</sub> θα έχει ως αποτέλεσμα και τη μείωση της όξινης βροχής λόγω του χαμηλού επιπέδου του εκπεμπόμενου θείου που παράγεται κατά τη διαδικασία της καύσης (λιγότερο από 0,1% του βάρους). Η παραγωγή της στάχτης είναι 7% του ξηρού βάρους.

#### 4.8.2 ΛΑΔΙ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΣΠΟΡΟΥΣ

Οι σπόροι φαίνεται να είναι μια ενδιαφέρουσα πηγή ελαίου, δεδομένου ότι αντιπροσωπεύουν υψηλό ποσοστό της συνολικής συγκομιζόμενης ξηρής βιομάζας (13,2%), που είναι περίπου 2.640 kg/ha. Η μέση περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι είναι περί τα 27,2% ± 2,5%, αρκετά υψηλό ώστε να καθιστά την αγριαγκινάρα πιθανή καλλιέργεια για την παραγωγή ελαίου.

Η σύνθεση του λαδιού είναι περί τα 10% παλμιτικό, 3% στεατικό, 25% ελαϊκό και 60% λινελαϊκό, παρόμοια με το ηλιέλαιο.

Όσον αφορά στην πιθανή χρησιμοποίησή του ως καύσιμο, τα κύρια χαρακτηριστικά είναι τα ακόλουθα:

- Πυκνότητα (g/ml): 0,916
- Ιξώδες (mm<sup>2</sup>/s στους 20<sup>0</sup>C): 95
- Ελάχιστη Θερμοκρασία Ροής (°C): -21
- Θερμαντική Αξία (MJ/kg): 32.99
- Αριθμός δεκαεξανίου: 51
- Σημείο ανάφλεξης (°C): 350
- Τιμή ιωδίου: 125
- Τιμή Σαπωνοποίησης: 194

Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του λαδιού είναι ο υψηλός αριθμός δεκαεξανίου και η χαμηλή ελάχιστη θερμοκρασία ροής, γεγονός που μπορεί να αποτελεί πλεονέκτημα για απευθείας χρήση σε πετρελαιομηχανές ή μετά από μίξη με πετρέλαιο.

### 4.8.3 ΧΑΡΤΟΠΟΛΤΟΣ

Η δυνατότητα παραγωγής χαρτοπολτού έχει μελετηθεί στα πλαίσια Ευρωπαϊκών Προγραμμάτων σε διάφορα εργαστήρια, όπως: Instituto Papelero de Espara (IPE), Ordinariat für Holztechnologie στο Πανεπιστήμιο του Αμβούργου (Γερμανία), Departamento Florestal del Instituto Superior de Agronomia de Lisboa (Πορτογαλία), l'Institut National Polytechnique de Toulouse (Γαλλία) κ.α . Αν και πολλές έρευνες διεξάγονται ακόμα για να βελτιστοποιήσουν τις διαφορετικές διαδικασίες, οι προοπτικές για την χρήση αυτή φαίνονται ελκυστικές.

Η περιεκτικότητα των διάφορων μερών της αγριαγκινάρας, εκτός από τα φύλλα και τους σπόρους, σε κυτταρίνη (C), ημικυτταρίνη (H) και λιγνίνη (L), παρουσιάζεται κατωτέρω:

- Λεπτοί μίσχοι. - C: 46.4 %; H: 24.1 %; L: 7.5 %.
- Παχιείς 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 %.

Οι βλαστοί της αγριαγκινάρας είναι μια δυνητική πηγή ινών για παραγωγή χαρτοπολτού. Οι βλαστοί από τους οποίους είχε αφαιρεθεί η εντεριώνη παρήγαγαν καλύτερους χαρτοπολτούς από τους ακέραιους βλαστούς, γεγονός που οφείλεται στην παρουσία παρεγχύματος εντεριώνης. Η μηχανική αφαίρεση της εντεριώνης και ο διαχωρισμός των ινών διευκολύνεται από την κατασκευή του βλαστού.

### 4.8.4 ΖΩΟΤΡΟΦΗ

Τα πράσινα φύλλα που έχουν αναπτυχθεί κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου είναι αρκετά μεγάλα να συγκομιστούν στην αρχή του χειμώνα για χορτάρι ως φρέσκια χορτονομή για το ζωικό κεφάλαιο (αίγες, πρόβατα κλπ.). Αναφέρεται ότι μπορούν να παραχθούν περί τους 40-50 t/ha φρέσκιας χορτονομής.

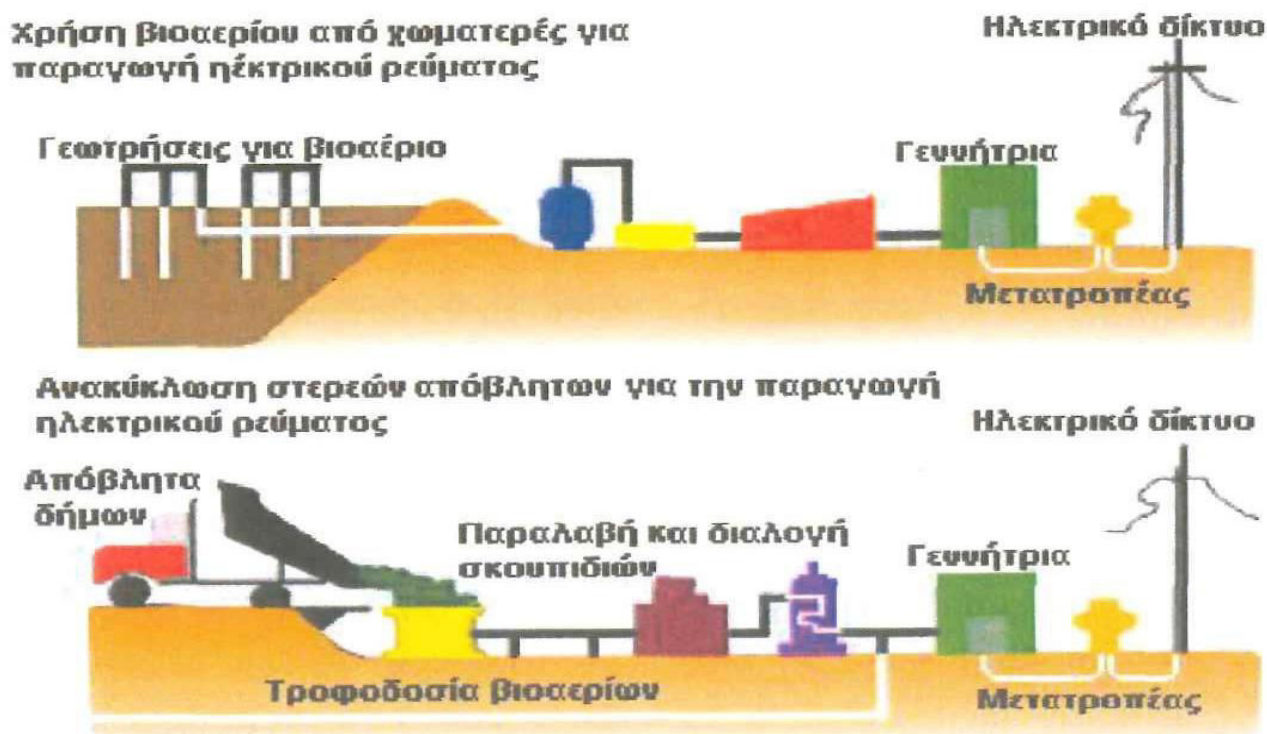
Τα αποθέματα της ρίζας ευνοούν την ανάπτυξη νέων φύλλων κατά τη διάρκεια του χειμώνα και της άνοιξης, η οποία επιτρέπει στα φυτά να ολοκληρώσουν τον κύκλο τους. Η συγκομιδή των φύλλων στο μέσον του χειμώνα μπορεί να μειώσει την τελική παραγωγή βιομάζας, αν και μερικές φορές θα μπορούσε να ισορροπηθεί με την απόκτηση νωπής ζωοτροφής στα μέσα του χειμώνα.

#### **4.8.5 ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ**

Όλα τα μέρη των φυτών περιέχουν sesquiterpene lactone cynaropicrin (που είναι έντονα πικρή ουσία) και πολλή ινουλίνη. Τα φύλλα περιέχουν επίσης cynarin που παρέχει προστασία κατά της ηπατίτιδας.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αφέψημα, που γίνεται από τα φύλλα και τους μίσχους, με χωνευτικές και διουρητικές ιδιότητες. Η άγριαγκινάρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα αρχικά στάδια του διαβήτη όπως και στη θεραπεία των χρόνιων παθήσεων κύστεων συκωτιού, ίκτερου, ηπατίτιδας και αρτηριοσκλήρωσης. Τέλος η αγριαγκινάρα παράγει μια κίτρινη χρωστική ουσία.

# 5. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ



Εικόνα 5.1.

## 5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Την τελευταία δεκαετία, οι τεχνολογικές κατευθύνσεις στον τομέα της βιομάζας, έχουν επικεντρωθεί τόσο σε Ευρωπαϊκό όσο και σε Εθνικό επίπεδο, στην ενεργειακή αξιοποίηση κυρίως των φυτικών υπολειμμάτων (π.χ. άχυρο, θρυμματισμένο ξύλο) με την ανάπτυξη νέων και βελτιωμένων τεχνολογιών ενεργειακής μετατροπής με υψηλούς βαθμούς απόδοσης, ενώ ερευνάται η δυνατότητα παραγωγής στο μέλλον νέων καλλιεργειών μη τροφικής χρήσης (ενεργειακές καλλιέργειες), που θα χρησιμεύσουν ως εναλλακτική πρώτη ύλη για την παραγωγή ενέργειας. Παράλληλα έχουν αναπτυχθεί τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας σε τυποποιημένα στερεά, υγρά ή αέρια βιοκαύσιμα με σταθερές ιδιότητες και αυξημένη θερμογόνο δύναμη ανά μονάδα όγκου σε σχέση με το αρχικό υλικό, με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και τη διευκόλυνση χειρισμών όπως η μεταφορά και η αποθήκευση.

Η επιλογή, ο σχεδιασμός και η απόδοση τεχνολογιών μετατροπής επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό από την ποιότητα και τα χαρακτηριστικά του καυσίμου όπως επίσης και από τις απαιτήσεις για αποθήκευση, χειρισμό και διάθεση της στάχτης.

Η θερμογόνος δύναμη, η περιεχόμενη υγρασία, η κοκκομετρική σύσταση και το ποσοστό στάχτης του καύσιμου υλικού, είναι τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά, των οποίων οι προδιαγραφές πρέπει να καθοριστούν κατά το σχεδιασμό ενός ενεργειακού συστήματος:

- Η θερμογόνος δύναμη ενός καυσίμου εκφράζει τη μέγιστη ποσότητα ενέργειας που μπορεί να εκλυθεί κατά την καύση δεδομένης ποσότητας του καυσίμου υπό συγκεκριμένες συνθήκες. Η διαφοροποίηση της μεταξύ διαφόρων ειδών βιομάζας οφείλεται στη χημική σύσταση, το ποσοστό εκχυλισμάτων και το ποσοστό της περιεχόμενης υγρασίας τους. Για συγκεκριμένο καύσιμο, η θερμογόνος δύναμη μπορεί να υποστεί αλλαγές εξαιτίας της κοκκομετρικής σύστασης, της περιεχόμενης υγρασίας, των απωλειών ξηράς ουσίας και της περιόδου αποθήκευσης.

- Το ποσοστό της περιεχόμενης υγρασίας και στάχτης έχουν σχέση αντιστρόφως ανάλογη με το θερμικό περιεχόμενο του καυσίμου. Η περιεχόμενη υγρασία επηρεάζει σημαντικά τη θερμογόνο δύναμη, τα χαρακτηριστικά της έναρξης καύσης και την απόδοση αξιοποίησης της βιομάζας, αφού μειώνει την τελική ωφέλιμη ενέργεια, συμβάλλοντας παράλληλα στην αύξηση των καυσαερίων και του λειτουργικού κόστους της μονάδας. Υπάρχει ένα όριο 67% κ.β. υγρασίας πέρα από το οποίο η βιομάζα δεν μπορεί να καεί και οποιαδήποτε θερμοχημική διεργασία, είναι αδύνατη.

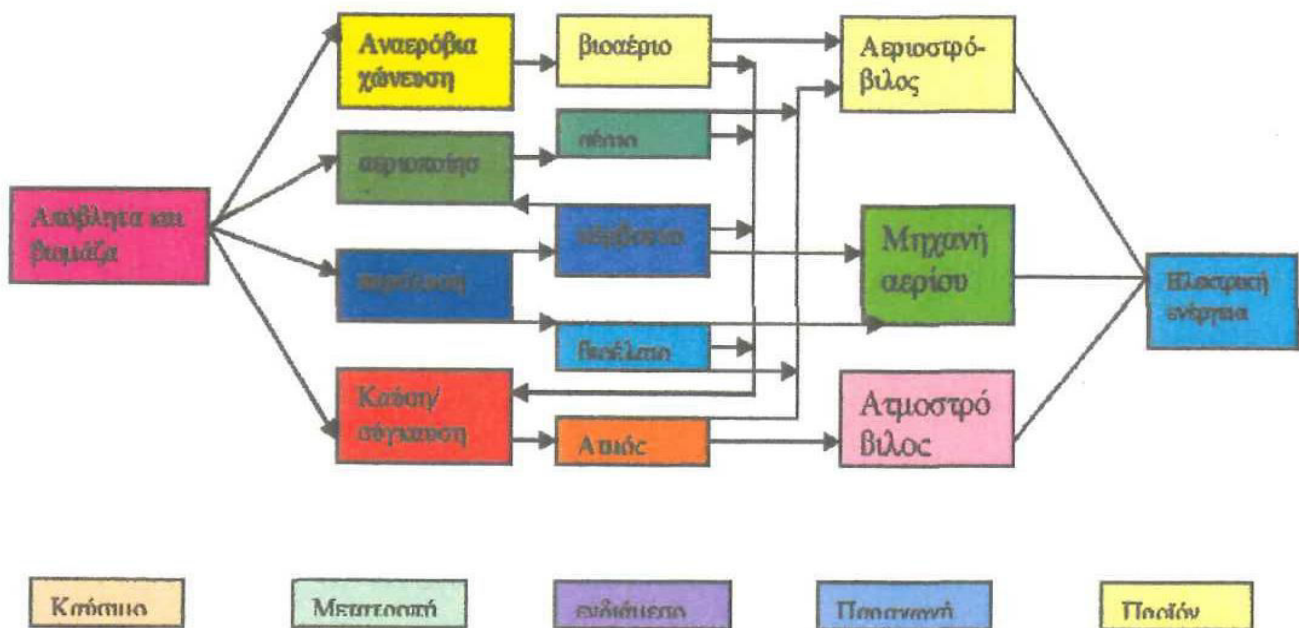
- Στην κοκκομετρία της πρώτης ύλης, πρωταρχική επιδίωξη είναι η επίτευξη ομοιογένειας αφού σε αντίθετη περίπτωση παρατηρείται μειωμένη αποδοτικότητα στην καύση και αύξηση του κόστους λειτουργίας.

Οι διεργασίες ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας διακρίνονται σε [13]:

- θερμοχημικές (ξηρές)
- βιοχημικές (υγρές) χημικές
- μηχανικές

## 5.2 ΘΕΡΜΟΧΗΜΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

Οι θερμοχημικές διεργασίες περιλαμβάνουν αντιδράσεις εξαρτώμενες από τη θερμοκρασία, για διαφορετικές συνθήκες οξείδωσης και είναι η απ' ευθείας καύση, η αεριοποίηση, η πυρόλυση και η υδρογονοδιάσπαση.



Εικόνα 5.2.

### 5.2.1 ΚΑΥΣΗ

Η απευθείας καύση είναι η αρχαιότερη και πιο διαδεδομένη τεχνολογία παραγωγής ενέργειας από βιομάζα. Χρησιμοποιείται για την παραγωγή θερμότητας στον οικιακό τομέα και την βιομηχανία ή και για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιούνται ξυλώδη στερεά βιοκαύσιμα.

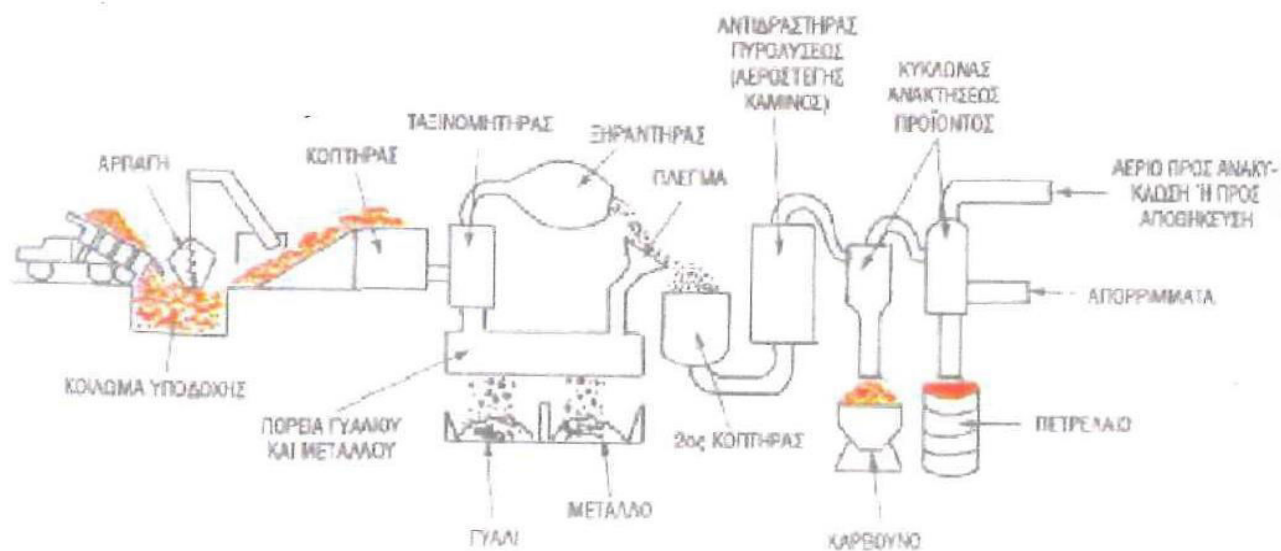
Η καύση είναι η απλούστερη από τις θερμοχημικές διεργασίες και επιτυγχάνεται σε θερμοκρασίες 1000 και 1500 °C με περίσσεια αέρα, παρέχοντας θερμότητα η οποία μπορεί να μετατραπεί σε κινητήρια ή ηλεκτρική ενέργεια. Η ενεργειακή της απόδοση κυμαίνεται στο 80-85% για θερμική ενέργεια και 30-40% για ηλεκτρική, ενώ η δυναμικότητά της από μερικά kW έως 50 MW<sub>e</sub>. Η απευθείας καύση της βιομάζας, ανάλογα με το είδος, τη μορφή και την δυνατότητα αξιοποίησης πολλών ειδών της, πραγματοποιείται σε εστίες με σταθερές ή κινούμενες εσχάρες είτε σε θαλάμους ρευστοποιημένης κλίνης. Κρίσιμα σημεία θεωρούνται η τροφοδοσία στερεών βιοκαυσίμων, το κόστος της βιομάζας, η συλλογή και οι δυνατότητες συμπαραγωγής καθώς και οι εκπομπές αιωρούμενων σωματιδίων. Θεωρείται όμως μια, βιώσιμη τεχνολογία στη σημερινή κατάσταση.

### 5.2.2 ΠΥΡΟΛΥΣΗ

Είναι η θερμική αποικοδόμηση της βιομάζας που πραγματοποιείται στους 400-800°C απουσία οξειδωτικού μέσου. Στην αρχή τα οργανικά κατάλοιπα διαχωρίζονται από τα ανόργανα υλικά (γυαλί, μέταλλα και άλλα άκαυστα υλικά). Κατόπιν τα οργανικά υλικά τεμαχίζονται, ξηραίνονται και εισάγονται σε αεροστεγή κάμινο. Ως πρώτες ύλες χρησιμοποιούνται διάφορες μορφές βιομάζας ενώ ως προϊόντα παίρνουμε στερεά (ξυλάνθρακας), υγρά (βιοέλαιο) και αέρια καύσιμα οι αναλογίες των οποίων εξαρτώνται από τη μέθοδο, τη θερμοκρασία, το χρόνο παραμονής των αερίων προϊόντων στον αντιδραστήρα και την ταχύτητα μεταφοράς της θερμότητας. Μέρος του κάρβουνου και του αερίου καυσίμου ανακυκλώνονται, για να παράσχουν τη θέρμανση που χρειάζεται για τη συνέχιση της πυρόλυσης.

Η πυρόλυση διακρίνεται σε βραδεία, συμβατική και αστραπιαία, όπου στην πρώτη περίπτωση έχουμε μεγιστοποίηση των στερεών, στην δεύτερη οι αναλογίες είναι περίπου ίδιες ενώ στην τρίτη έχουμε πολύ αυξημένες αποδόσεις σε υγρά προϊόντα (70% σε βιοέλαιο). Η δυναμικότητα μπορεί να είναι από μερικά kW έως πολλά MW.

Η διεργασία της πυρόλυσεως βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο αλλά πιστεύεται ότι θα τύχει μεγάλης ανάπτυξης στο μέλλον λόγω της παραγωγής υγρού βιοκαυσίμου υψηλού ενεργειακού περιεχομένου, με μεγάλες δυνατότητες αποθήκευσης και μεταφοράς.



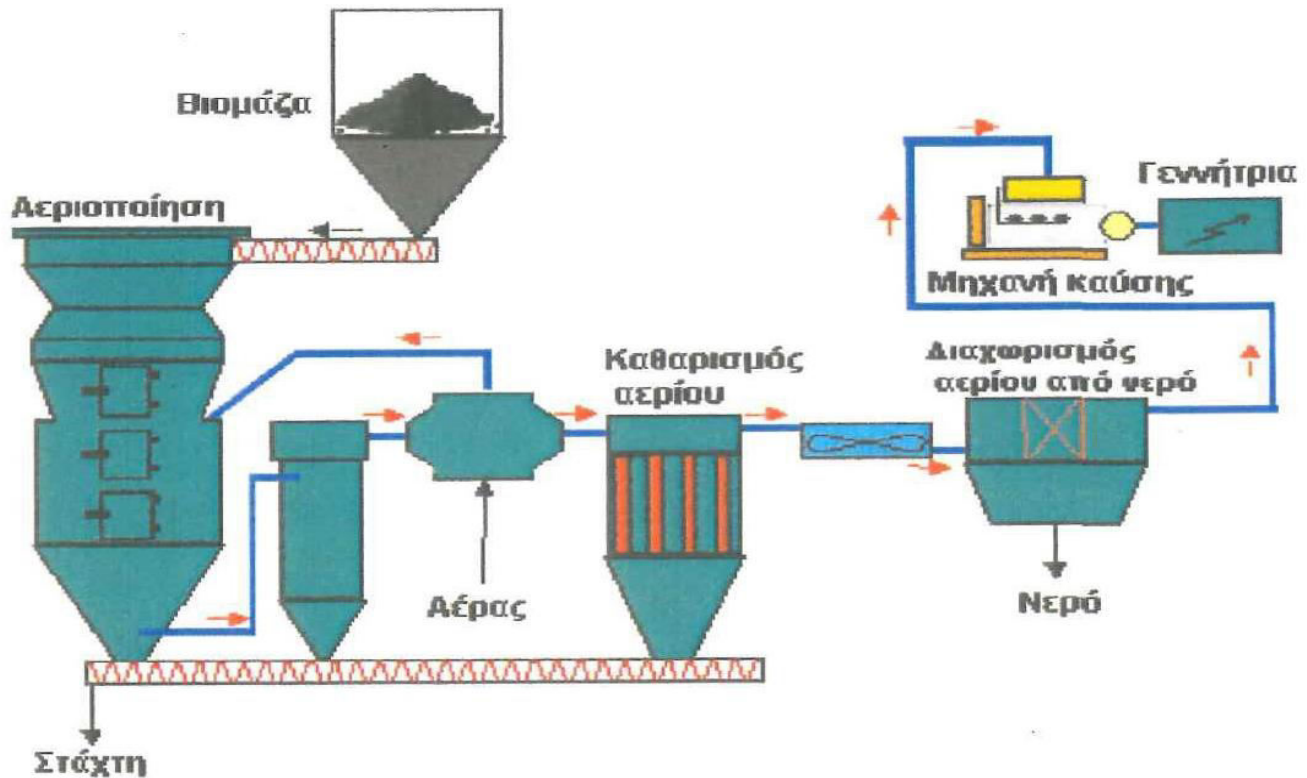
**Εικόνα 5.3. Διαδικασία πυρόλυσης. Οργανικά απορρίμματα κόπτονται και θερμαίνονται στους 500°C σε αεροστεγή κάμινο. Τα ενεργειακά προϊόντα που προκύπτουν είναι στερεά καύσιμα και πετρέλαιο.**

### 5.2.3 ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ

Πρόκειται για διεργασία μερικής οξείδωσης που πραγματοποιείται στους 850-900°C, κατά την οποία μια στερεά, υγρή ή αέρια πρώτη ύλη (συνήθως στερεά βιοκαύσιμα, αστικά απορρίμματα), αντιδρά με οξυγόνο ή και με ατμό και μετατρέπεται σε αέριο καύσιμο χαμηλής θερμογόνου δύναμης (4-6 MJ/Nm<sup>3</sup>), αποτελούμενο κυρίως από μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο, μεθάνιο, νερό και άζωτο (αν χρησιμοποιηθεί αέρας ως οξειδωτικό μέσο), καθώς και μικρότερα ποσά ανώτερων υδρογονανθράκων. Η απόδοση σε θερμική ενέργεια κυμαίνεται από 85-90% και σε ηλεκτρική από 40-50%, ενώ η δυναμικότητα από 1 έως 5 MW. Το αέριο καύσιμο που παράγεται είναι κατάλληλο για μηχανές εσωτερικής καύσης ή αεριοστροβίλους.



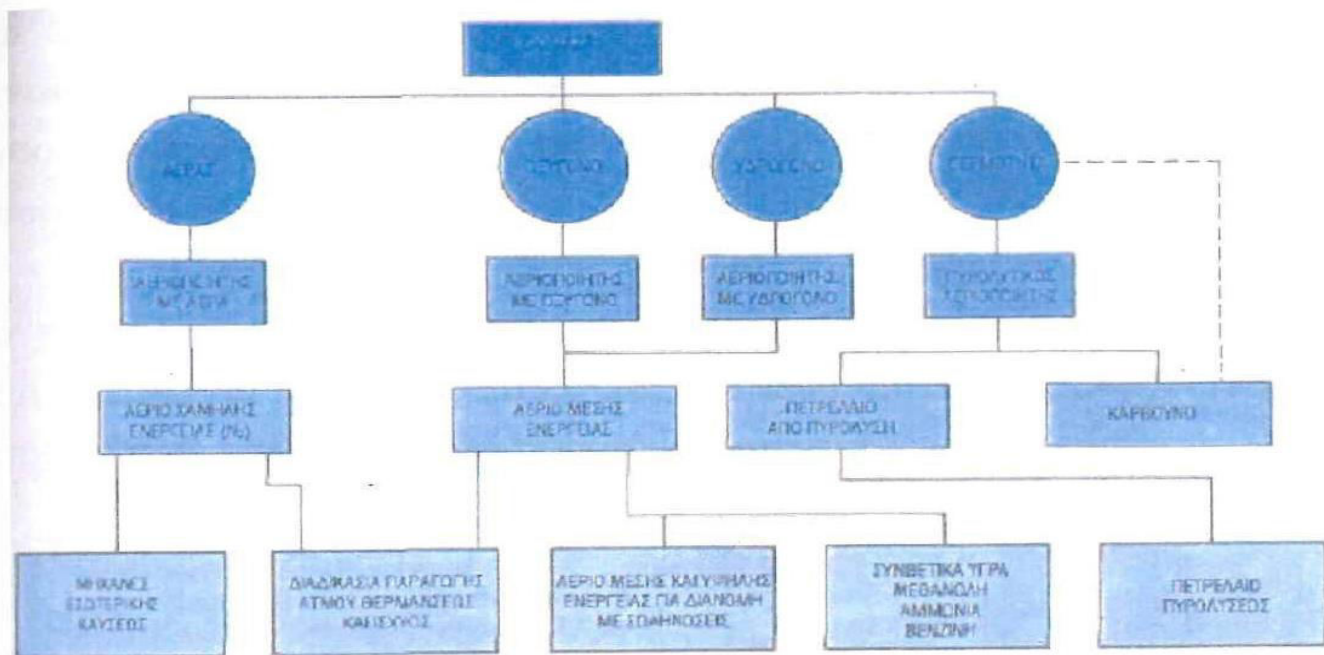
Πρόκειται για τεχνολογίες που παρέχουν δυνατότητες συμπαραγωγής υδρογόνου ή άλλων χημικών καθώς και συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας γι' αυτό και αναμένεται περαιτέρω πρόοδος τους. Στην εικόνα 5.4. φαίνεται η διαδικασία αεριοποίησης και τα προϊόντα της.



Εικόνα 5.4. Διάγραμμα μονάδας αεριοποίησης βιομάζας.

### 5.2.3.1 ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΑΕΡΑ

Χρησιμοποιούνται μικρές ποσότητες αέρα και ατμού για να μετατραπεί ο άνθρακας σε αέριο. Η διαδικασία παράγει αέριο χαμηλής ενέργειας, το οποίο είναι αραιωμένο με άζωτο από τον αέρα. Παρόλο που δεν είναι κατάλληλο για διανομή με σωληνώσεις, μπορεί να καεί σε λέβητες οι οποίοι τώρα χρησιμοποιούν πετρέλαιο ή φυσικό αέριο. Είναι επίσης αρκετά καλό να χρησιμοποιηθεί σε μηχανές εσωτερικής καύσεως, σε οχήματα ή σε εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής.



**Εικόνα 5.5. Από την αεριοποίηση της βιομάζας προκύπτουν πολλά ενδιαμέσως προϊόντα.**

### 5.2.3.2 ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΟΞΥΓΟΝΟ

Όπως και η αεριοποίηση με αέρα, η αεριοποίηση με οξυγόνο είναι απλή διαδικασία. Γίνεται σε ατμόσφαιρα οξυγόνου και παράγει αέριο μέσης ενέργειας που συνίσταται από μονοξειδίο του άνθρακα και υδρογόνο. Είναι καλό καύσιμο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη για να παραχθεί μεθανόλη, αμμωνία, υδρογόνο και βενζίνη. Αυτός ο τύπος αερίου είναι γνωστός ως συνθετικό αέριο.

### 5.2.4 ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Η ρευστοποίηση λέγεται επίσης και υδρογόνωση. Είναι διαδικασία που εφαρμόζεται για την παραγωγή αερίου ή υγρού καυσίμου. Γενικά, η ρευστοποίηση γίνεται με αντίδραση με υδρογόνο (ή μίγμα υδρογόνου) και μονοξειδίου του άνθρακα. Βασικά η διαδικασία έχει χρησιμοποιηθεί για την εξαγωγή πετρελαίου ή αερίου από κάρβουνο. Επιπλέον, έχει εφαρμοστεί επιτυχώς σε πειράματα για την παραγωγή των ιδίων καυσίμων από οργανικά απορρίμματα.

Τα οργανικά απορρίμματα τοποθετούνται σε δοχείο αντιδράσεων (αντιδραστήρα) και θερμαίνονται στους 380°C με μίγμα διοξειδίου του άνθρακα και ατμού υπό πίεση. Μέσα σε 20 λεπτά σχεδόν όλη η ποσότητα των απορριμμάτων γίνεται καύσιμο.

Το καύσιμο που εξάγεται με αυτήν τη διαδικασία περιέχει περισσότερο οξυγόνο από ότι το ακατέργαστο πετρέλαιο και απαιτεί εκτεταμένη επεξεργασία, εκτός αν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί μόνο για άμεση καύση.

## **B ΜΕΡΟΣ**

## 6. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από εικοσιπενταετίας, με την ενεργειακή κρίση, η βιομάζα άρχισε να παίζει όλο και σημαντικότερο ρόλο στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κόσμου, θεωρείται δε ότι είναι μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, η οποία είναι δυνατό να συμβάλλει σημαντικά στο ενεργειακό ισοζύγιο μιας χώρας, πριν εξαντληθούν τα εθνικά ή διεθνή αποθέματα των ορυκτών καυσίμων.

Το ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας εμφανίζεται ιδιαίτερα ελλειμματικό, αφού από τις συνολικές ενεργειακές ανάγκες της χώρας περίπου το 65% καλύπτεται από εισαγόμενα συμβατικά καύσιμα. Συγχρόνως, το κόστος της ενέργειας διαρκώς αυξάνεται, είτε πρόκειται για ηλεκτρική ενέργεια, είτε για θερμότητα. Γεγονός που παρατηρείται έντονα τον τελευταίο καιρό και στην τιμή του πετρελαίου.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω και δεδομένου ότι οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας χρησιμοποιούν πετρέλαιο για την έναρξη της λειτουργίας τους, μελετάται στην εργασία που ακολουθεί η δυνατότητα αποκατάστασης των διαταραγμένων εδαφών των ορυχείων Πτολεμαΐδας με ενεργειακές καλλιέργειες. Πιο συγκεκριμένα με την καλλιέργεια αγριαγκινάρας η οποία θα χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη ύλη για την αντικατάσταση του πετρελαίου στους σταθμούς παραγωγής.

## 7. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

### 7.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στην περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας και συγκεκριμένα στο νομό Κοζάνης. Τα ορυχεία Πτολεμαΐδας βρίσκονται βόρεια της πόλης της Κοζάνης και νότια της πόλης της Πτολεμαΐδας, σε απόλυτο υψόμετρο 600m [14].

Στον πίνακα 7.1. αναφέρονται οι εκτάσεις που έχουν απαλλοτριωθεί για τις ανάγκες εκμετάλλευσης, καθώς και αυτές που πρόκειται να απαλλοτριωθούν στο μέλλον [14].

Λιγνιτοφόρος περιοχή	Απαλλοτριωμένες εκτάσεις (σε στρ.)	Προς απαλλοτρίωση εκτάσεις (σε στρ.)	Σύνολο (σε στρ.)
Πτολεμαΐδας	109.000	16.000	125.000

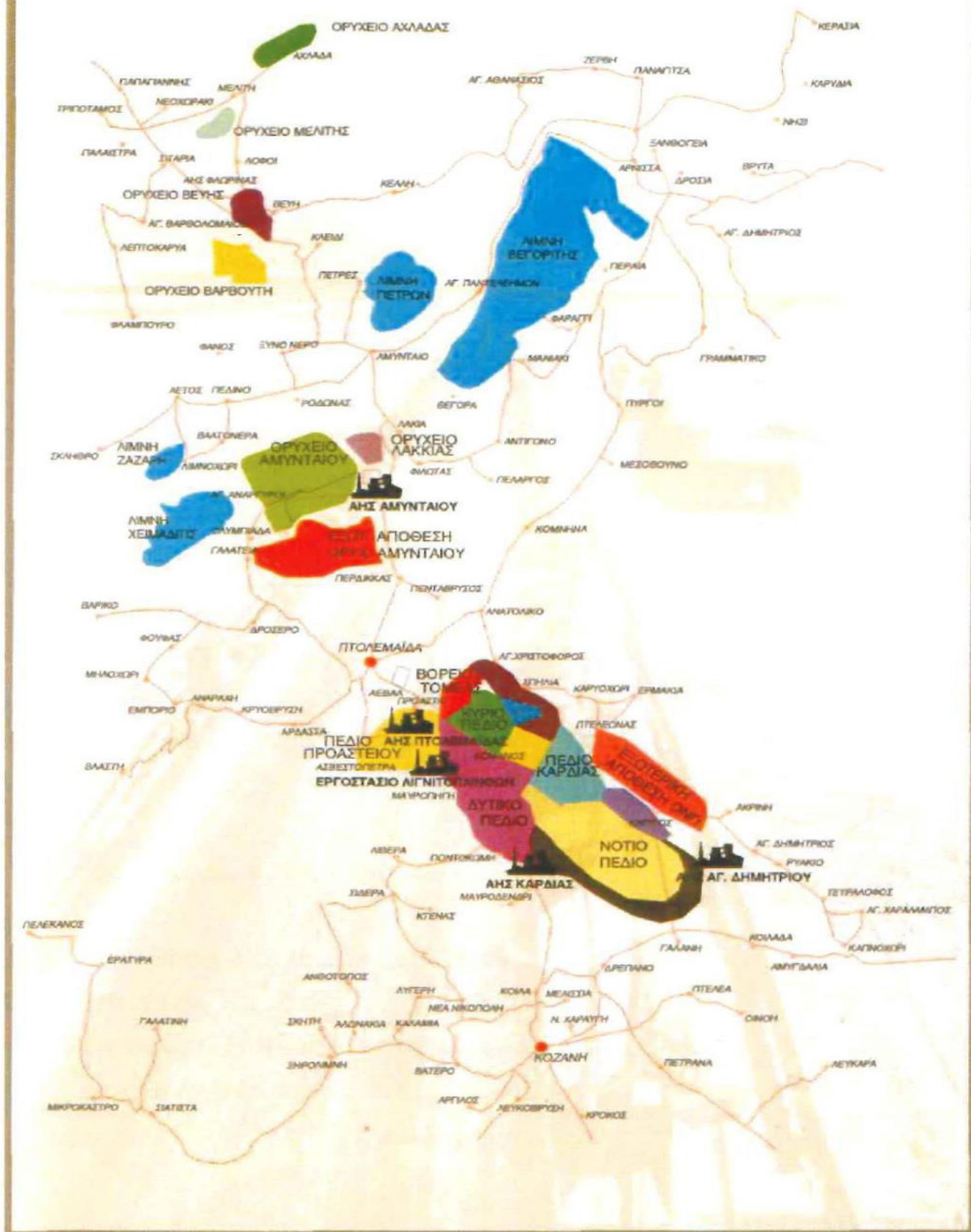
Πίνακας 7.1.

Επίσης παρατίθεται αναλυτικός πίνακας των απεκατεστημένων εκτάσεων των ορυχείων Πτολεμαΐδας (σε εκτάρια) και χάρτης των πεδίων των λιγνιτωρυχείων της περιοχής Πτολεμαΐδας – Αμυνταίου [14].

Απεκατεστημένες εκτάσεις	Ορυχεία Πτολεμαΐδας
Διαστρωθείσες εκτάσεις	2.500
Δασικές εκτάσεις	19.712
Κτιριακές εγκαταστάσεις	1.235
Γεωργικές εκτάσεις	3.654
Λίμνες	478
ΣΥΝΟΛΟ	27.579

Πίνακας 7.2.

# ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΔΙΩΝ ΛΙΓΝΙΤΩΡΥΧΕΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ - ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ



Εικόνα 7.1. [15].

## 7.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η επιλογή και η σχεδίαση των αποθέσεων ενός ορυχείου με τα πρηνή και τις κλίσεις που θα πρέπει αυτές να έχουν, ξεκινά από την αποτύπωση της υφιστάμενης, πριν την έναρξη της μεταλλευτικής δραστηριότητας, τοπογραφίας της περιοχής.

Η περιοχή ανάπτυξης των ορυχείων Πτολεμαΐδας και Αμυνταίου συνίσταται από χαμηλούς λόφους με απόλυτα υψόμετρα που κυμαίνονται από 600 έως 700μ. Η γενική κλίση του φυσικού εδάφους στην περιοχή έχει κατεύθυνση Β-N.

Η πρακτική που ακολουθείται από τη ΔΕΗ για τη διαμόρφωση των πρηνών αποθέσεων είναι [14]:

- Τα πρηνή των αποθέσεων διαμορφώνονται σε κλίσεις κατ' ελάχιστο 5:1 -Για πρηνή μεγάλων ανοιγμάτων (>20μ.), επιδιώκεται η κατασκευή ενδιάμεσης μικρής βαθμίδας πλάτους 3-4μ. με εσωτερική κλίση 8-10%.
- Για ύψη πρηνών από 18-120μ. η κλίση αρχίζει από 14-24% και φτάνει το 2% αντίστοιχα.

Για τα ορυχεία Πτολεμαΐδας έχουμε:

Εσωτερική απόθεση Κύριου Πεδίου: 1:3,7

Εσωτερική απόθεση Καρδιάς : 1:7,5

Εξωτερική απόθεση Βόρειου Τομέα: 1:7

Εξωτερική απόθεση Νότιου Πεδίου : 1:4,5



### 7.3 ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Η λεκάνη Πτολεμαΐδας-Αμυνταίου καλύπτεται κατά κανόνα από αλλουβιακούς σχηματισμούς που αποτελούν ορίζοντα κατάλληλο για την ανάπτυξη της βλάστησης. Σε ορισμένα σημεία της όμως η λεκάνη καλύπτεται από κροκαλοπαγή και αποτελεί άγονη έκταση, ενώ σε άλλα εμφανίζονται ιζηματογενείς λιμναίοι σχηματισμοί που υπέρκεινται του λιγνίτη. Το κύριο μητρικό υλικό του εδάφους είναι ο ασβεστόλιθος.

Γενικά, τα εδάφη των αποθέσεων συνίστανται από ανάμιξη διαφόρων εδαφικών τύπων του γόνιμου τμήματος (φυτική γη) των εδαφών των πεδίων το οποίο φυλάσσεται σε ξεχωριστές θέσεις ώστε να χρησιμοποιηθεί ως υλικό επικάλυψης των αποθέσεων, από τα υπερκείμενα και ενδιάμεσα του λιγνίτη άγονα μητρικά υλικά, από τέφρα, καθώς και από ποσότητες λιγνίτη. Η ανάμιξη αυτή επιτελείται κατά τις εργασίες διαμόρφωσης των επιφανειών των αποθέσεων.

Τα άγονα μητρικά υλικά (μάργα, άργιλος και άμμος) εξελίσσονται σε γόνιμα εδάφη κάτω από την επίδραση των παραγόντων της εδαφογενέσεως (μητρικό υλικό, κλίμα, τοπογραφικό ανάγλυφο, χρόνος, βιολογική δραστηριότητα).

Άλλο χαρακτηριστικό των εδαφών των αποθέσεων είναι ότι εμφανίζουν προβλήματα στράγγισης, διήθησης και κακού αερισμού λόγω υψηλής συμπίεσης (ιδίως σε μεγάλα βάθη), ανομοιόμορφη κυκλοφορία των υδάτων και σχετικά χαμηλή μηχανική αντοχή που εγκυμονεί κινδύνους καθιζήσεων.

Η δυνατή παραγωγικότητα των αγόνων υλικών των αποθέσεων εξαρτάται από ορισμένους βασικούς παράγοντες, όπως είναι η οξύτητα του εδάφους, η υφή του, η κοκκομετρική του σύνθεση, το ποσό της οργανικής ύλης, του CaO, των φωσφορικών αλάτων και του καλίου που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών, αλλά και το ποσό των σουλφιδίων και άλλων τοξικών υλικών που είναι ιδιαίτερως επιβλαβή.

Ο Τομέας Προστασίας Περιβάλλοντος και Αποκατάστασης Εδαφών της ΔΕΗ από το 1986 εγκατέστησε πειραματικούς αγρούς με σιτηρά και άρχισε την πραγματοποίηση αναλύσεων, για να παρακολουθήσει την εξέλιξη της γονιμότητας των νέων εδαφών. Οι καλλιεργητικές φροντίδες και οι λιπάνσεις που εφαρμόζονται είναι ίδιες με αυτές που εφαρμόζονται στη γύρω περιοχή, για την ασφαλή σύγκριση των αποτελεσμάτων. Η εγκατάσταση πειραματικών αγρών και οι αναλύσεις εδαφών έχουν γίνει σε αποθέσεις του Κύριου Πεδίου καθώς και του Πεδίου Καρδιάς.

Διαπιστώθηκε ότι η παραγωγή των αποθέσεων είναι στα ίδια επίπεδα με της γύρω περιοχής και σε ορισμένες περιπτώσεις την ξεπερνά. Τα πρώτα χρόνια οι αποδόσεις κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα, αλλά με τη συνεχή λίπανση και καλλιέργεια του εδάφους, η απόδοση των εδαφών αυξάνεται. Αυτό οφείλεται και στον πολλαπλασιασμό των μικροοργανισμών του εδάφους που ευνοούν τις καλλιέργειες. Τέλος, παρακολουθείται συστηματικά η ενδεχόμενη αύξηση της απόδοσης των πειραματικών αγρών με την επικάλυψη των αποθέσεων με επιφανειακό γόνιμο έδαφος πάχους 40-45 εκ.

## **7.4 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ**

Το κλίμα της ευρύτερης περιοχής Πτολεμαΐδας – Αμυνταίου, αποτελεί το ενδιάμεσο μεταξύ μεσογειακού και κεντροευρωπαϊκού κλίματος [16].

### **7.4.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ**

Από πολυετείς μετρήσεις έχει διαπιστωθεί ότι η λεκάνη Πτολεμαΐδας-Αμυνταίου ανήκει στις ψυχρότερες περιοχές της χώρας με χιονοπτώσεις που αρχίζουν τον Νοέμβριο και μπορούν να διαρκέσουν μέχρι και τον Απρίλιο. Το φθινόπωρο και η άνοιξη διαρκούν λίγο, με συχνές βροχοπτώσεις και σχετικά χαμηλή θερμοκρασία αέρα, και καλοκαίρι δροσερό. Οι μήνες Δεκέμβριος, Ιανουάριος και Φεβρουάριος δεν διαφέρουν πολύ μεταξύ τους θερμομετρικά, το ίδιο σχεδόν και ο Μάρτιος.

Η θερμοκρασία ανέρχεται βαθμιαία από τα μέσα Απριλίου έως και τον Ιούλιο - Αύγουστο, ενώ από τον Σεπτέμβριο αρχίζει σταθερή πτώση της μέχρι και τον Ιανουάριο, η πτώση αυτή είναι μεγαλύτερη Νοέμβριο και Δεκέμβριο.

Γενικότερα κατά εποχές, η μέση θερμοκρασία του αέρα είναι:

- Άνοιξη: 11,8°C
- Καλοκαίρι: 21,9°C
- Φθινόπωρο: 13,3°C
- Χειμώνας: 3,2°C

#### 7.4.2 ΒΡΟΧΗ

Τα βροχομετρικά χαρακτηριστικά που εξετάζονται είναι τα εξής:

- Το ύψος της βροχής. Το μέσο ετήσιο ύψος της βροχής ανέρχεται σε 621mm.
- Η κατανομή της βροχής. Περισσότερες βροχές παρατηρούνται το διάστημα Οκτωβρίου – Μαΐου και λιγότερες το διάστημα Ιουνίου – Σεπτεμβρίου.
- Η ένταση της βροχής. Συνήθως παρουσιάζει χαμηλές τιμές.
- Ο αριθμός ημερών βροχής. Ο μέσος ετήσιος αριθμός βροχής ανέρχεται σε 87,4 ημέρες.

#### 7.4.3 ΥΓΡΑΣΙΑ - ΠΑΓΕΤΟΙ

Η μέση μηνιαία σχετική υγρασία του αέρα κυμαίνεται από 8,8° τον Αύγουστο μέχρι 76,7° τον Ιανουάριο. Ο μήνας με την υψηλότερη υγρασία είναι ο Ιανουάριος και αυτός με τη χαμηλότερη ο Αύγουστος.

Ημέρες μερικού παγετού κατά τις οποίες η ελάχιστη θερμοκρασία του αέρα είναι ίση ή μικρότερη του μηδενός, παρατηρούνται με μεγάλη συχνότητα την περίοδο Νοεμβρίου-Μαρτίου και τον Ιανουάριο (18.9 ημέρες), ενώ κατά την περίοδο Ιουνίου-Σεπτεμβρίου δεν παρατηρήθηκε παγετός.

Ημέρες παγετού με θερμοκρασία αέρα ίση ή μικρότερη του μηδενός, σημειώνονται κατά την περίοδο Νοεμβρίου-Μαρτίου, με μεγαλύτερη συχνότητα τον Ιανουάριο (4 ημέρες). Κατά το διάστημα Απριλίου-Οκτωβρίου δεν παρατηρείται ολικός παγετός. Το έτος, κατά μέσο όρο, σημειώνονται 9,4 ημέρες ολικού παγετού.

#### **7.4.4 ANEMOI**

Οι άνεμοι επηρεάζουν είτε άμεσα είτε έμμεσα όλα τα κλιματικά στοιχεία μιας περιοχής και ιδίως τη θερμοκρασία, ενώ μεταφέρουν μαζί τους όλες τις δυνατότητες του τόπου προελεύσεως τους. Τα δύο στοιχεία που κυρίως μας ενδιαφέρουν από τον άνεμο είναι η ένταση και η διεύθυνση του.

Στην περιοχή έρευνας νηνεμία επικρατεί κατά 90 ημέρες το χρόνο, σε ποσοστό δηλαδή 24.7%. Οι Βόρειοι άνεμοι πνέουν κατά 140 ημέρες ετησίως (ποσοστό 38.4%), οι Νότιοι κατά 68 ημέρες ετησίως (ποσοστό 18.6%), οι Νοτιοδυτικοί επί 23 ημέρες ετησίως (ποσοστό 6.3%) και οι Βορειοδυτικοί κατά 44 ημέρες ετησίως (ποσοστό 12%). Άρα οι επικρατέστεροι άνεμοι της περιοχής είναι οι Βόρειοι και οι Νότιοι ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι η συχνότητα των Βορείων και Βορειοδυτικών ανέμων είναι υψηλή το καλοκαίρι, ενώ η νηνεμία επικρατεί το φθινόπωρο και το χειμώνα.

#### **7.5 ΧΛΩΡΙΔΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ**

Το οικοσύστημα της περιοχής είναι γενικά υποβαθμισμένο λόγω της έντονης ανθρώπινης δράσης. Η βλάστηση δεν είναι μεσογειακή και χαρακτηριστικό γνώρισμα της ευρύτερης περιοχής είναι η απουσία μεσογειακών («θερμόφιλων») σκληροαειφύλλων ειδών.

Οι φυσικές συστάδες των φυλλοβόλων δρυών έχουν περιοριστεί στα πεδινά στο ελάχιστο λόγω έντονης βόσκησης, εκχερσώσεων και λαθροτομιών, όπως και η απουσία θαμνώδους και δενδρώδους βλάστησης είναι σημαντική και οφείλεται στην ανθρώπινη δραστηριότητα (γεωργία, υλοτομήσεις κτλ). Συγχρόνως έχει καταγραφεί υψηλό ποσοστό πολυετών ποωδών φυτών και χαμηλό ποσοστό μονοετών ποωδών φυτών.

Στα παρυδάτια οικοσυστήματα η ρύπανση των νερών έχει μειώσει τη φυσική υποβλάστηση στα πλέον ανθεκτικά είδη.

## **7.6 ΠΑΝΙΔΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ**

Χαρακτηριστική πανίδα στην περιοχή της Πτολεμαΐδας δεν υπάρχει. Συναντώνται τα κοινά ζώα και πτηνά που υπάρχουν στο σύνολο της Ελληνικής υπαίθρου και έχει παρατηρηθεί αισθητή μείωση του πληθυσμού τους.

Για την προστασία των ζώων εφαρμόζεται ο θεσμός των ελεγχόμενων κυνηγετικών περιοχών στις οποίες γίνεται συνεχής εμπλουτισμός με θηράματα από εκτροφεία έτσι ώστε το κυνήγι να ασκείται υπό πλήρη έλεγχο.

## **8. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ**

### **8.1 ΕΙΔΗ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΝΤΑΙ**

Οι καλλιέργειες οι οποίες επιλέχθηκαν και ήδη καλλιεργούνται στις αποκατεστημένες γεωργικές εκτάσεις είναι τα σιτηρά (σκληρό και μαλακό σιτάρι), διότι η περιοχή στο σύνολό της καλλιεργείται με αυτό το είδος.

Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες μαλακού σιταριού είναι οι εξής [17]:

- ΣΕΝΤΑΟΥΡΟ
- ΔΙΟ – Γ – 07783
- GENEROSO
- ΔΩΔΩΝΗ
- ΒΙΤΣΙ

Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες σκληρού σιταριού είναι οι εξής [17]:

- ΜΕΧΙCΑΛΙ
- ΑΡΡΙΟ
- GRANDUR
- ΑΡΥΛΛΟ
- ΑΘΩΣ

Παρακάτω παρατίθεται πίνακας των αποδόσεων σε κιλά/στρέμμα των σιτηρών σε διάφορες τοποθεσίες των ορυχείων Πτολεμαΐδας [17].

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

**ΕΙΔΟΣ: ΣΙΤΗΡΑ**

	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ										
		1985 -86	1986 -87	1987 -88	1988 -89	1989 -90	1990 -91	1991 -92	1992 -93	1993 -94	1994 -95	1995 -96
1	Εξωτερική απόθεση Κ. Πεδίου	424	216	191	301	104	350	150	251	229	155	150
2	Εσωτερική απόθεση Κ. Πεδίου	314	181	280	—	166	360	162	222	220	246	170
3	Εξωτερική απόθεση Καρδιάς	177	239	227	271	346	295	—	—	—	—	—
4	Εσωτερική απόθεση Καρδιάς	—	—	—	—	—	—	—	—	126	107	279

**Πίνακας 8.1. [17]**

Από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και τη σύγκριση με τις αποδόσεις της ευρύτερης περιοχής φαίνεται, με τα μέχρι τώρα στοιχεία, ότι η παραγωγή των αποθέσεων κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα με την παραγωγή της ευρύτερης περιοχής και σε ορισμένες περιπτώσεις την ξεπερνά [17].

## **8.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ**

Λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης των αποθέσεων των ορυχείων Πτολεμαΐδας προτείνονται τα ακόλουθα έξι πολυετή είδη ενεργειακών καλλιεργειών [18].

- Γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες
  - Καλάμι (*Arundo Donax* L.)
  - Μίσχανθος (*Miscanthus x giganteus* GREEF et DEU)
  - Αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus* L.)
  - Switchgrass (*Panicum vigratum* L.)
  
- Δασικές ενεργειακές καλλιέργειες
  - Ψευδακακία (*Robinia pseudoacacia* L.)
  - Ευκάλυπτος (*Eucalyptus globules* Labill, *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.)

	<b>Αγριαγκινάρα</b>	<b>Καλάμι</b>	<b>Μίσχανθος</b>	<b>Switchgrass</b>
<b>Τρόπος πολλαπλασιασμού</b>	Σπόρος	Ριζώματα – Μοσχεύματα	Ριζώματα– Μοσχεύματα– Σπόρος	Σπόρος– Ριζώματα
<b>Έναρξη καλλιεργητικής περιόδου</b>	Απρίλιος– Μάιος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάρτιος
<b>Ζιζανιοκτονία</b>	Προφυτευτική	Προφυτευτική	Προφυτευτική τα 2 πρώτα έτη	Προφυτευτική
<b>Πυκνότητα φύτευσης (φυτά/στρ)</b>	1000-5000	1250-2500	2850-4000	400.000
<b>Άρδευση (mm)</b>	–	0-700	600	400
<b>Λίπανση (κιλά/στρ)</b>	0-10	4-10	5	5
<b>Άνθηση</b>	Άνοιξη	Σεπτέμβριος– Οκτώβριος	Σεπτέμβριος– Οκτώβριος	Αύγουστος– Σεπτέμβριος
<b>Συγκομιδή</b>	Ιούλιος– Αύγουστος	Φεβρουάριος	Νοέμβριος	Φεβρουάριος
<b>Αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα (τόνοι/στρ)</b>	1,7-3,2	2-3,5	2,6-3,2	2,6
<b>Είδος βιοκαυσίμου</b>	Στερεό	Στερεό	Στερεό	Βιοαιθανόλη– Στερεό

**Πίνακας 8.2. Πολυετείς γεωργικές καλλιέργειες [19]**



	<b>Ευκάλυπτος</b>	<b>Ψευδακακία</b>
<b>Τρόπος πολλαπλασιασμού</b>	Σπορόφυτο-Μοσχεύματα	Σπορόφυτο-Μοσχεύματα
<b>Ζιζανιοκτονία</b>	Μεταφυτευτική τα πρώτα έτη εγκατάστασης	Μεταφυτευτική τα πρώτα έτη εγκατάστασης
<b>Πυκνότητα φύτευσης (φυτά/στρ)</b>	1000-4000	1000-2000
<b>Περίτροπος χρόνος</b>	2-3	2-3
<b>Αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα (τόνοι/στρ)</b>	1,8-2,4	1,4
<b>Είδος βιοκαυσίμου</b>	Στερεό	Στερεό

**Πίνακας 8.3. Πολυετείς δασικές καλλιέργειες [19]**

## **8.3 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ**

### **8.3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η Οικονομική Ανάλυση της Βιομάζας (BIOMASS ECONOMIC EVALUATION) [20], είναι ένα τεχνικό και οικονομικό μοντέλο για το κόστος και την οικονομική ανάλυση της καλλιέργειας της βιομάζας. Ειδικότερα, περιγράφει την μεθοδολογία και τα προκαταρκτικά αποτελέσματα του προτύπου. Η μέθοδος ΒΕΕ αναπτύχθηκε από το εργαστήριο διαχείρισης και μεταποίησης αγροτικών προϊόντων, το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, το πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης "Αλυσίδες Βιοενέργειας των πολυετών καλλιεργειών στην Δυτική Ευρώπη", Νο: ENK6-CT-2001-00524.

Η Λευκή Βίβλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης απαιτεί την αύξηση της συμβολής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε 12% της ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης ενέργειας των μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, μέχρι το έτος 2010. Ειδικότερα, καταγράφει ότι η συμβολή της βιομάζας το 1997, για την Ευρώπη των 15, αποτελούσε περίπου 3% της συνολικής εγχώριας κατανάλωσης ενέργειας, η οποία είναι ίσης με 44,8 ΜΤΟΕ (εκατομμύρια τόνοι ισοδύναμοι του πετρελαίου).

Σύμφωνα με το ιδιαίτερο σενάριο, της Λευκής Βίβλου, για τη βιομάζα, η πρόσθετη συμβολή της βιοενέργειας το 2010 υπολογίζεται σε 90 ΜΤΟΕ (ίση με το 8.5% της προβαλλόμενης συνολικής κατανάλωσης ενέργειας σε αυτό το έτος), των οποίων οι ενεργειακές καλλιέργειες αποτελούν τα 45 ΜΤΟΕ. Από αυτή την άποψη, η ενέργεια από τις ενεργειακές καλλιέργειες θεωρείται σημαντική συνεισφορά για την μείωση της χρήσης συμβατικών καυσίμων.

Η μέθοδος BEE μπορεί να αναλύσει ένα ευρύ φάσμα των ενεργειακών καλλιεργειών όπως το καλάμι, το Switchgrass, ο μίσχανθος και η αγριαγκινάρα. Χρησιμοποιεί τις κοινές οικονομικές μεθοδολογίες ανάλυσης, που προσαρμόζονται για την περίπτωση των γεωργικών προγραμμάτων. Το πρότυπο έχει χρησιμοποιηθεί ήδη για να αναλύσει το ετήσιο κόστος διάφορων πολυετών ενεργειακών καλλιεργειών στην Ελλάδα και άλλες νότιες ευρωπαϊκές χώρες.

### **8.3.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

Η οικονομική ανάλυση της παραγωγής των ενεργειακών καλλιεργειών αποτελείται από την ανάλυση δαπανών και την ανάλυση των οικονομικών στοιχείων. Η πλήρης και λεπτομερής οικονομική ανάλυση δίνει στον ερευνητή την ευκαιρία, όχι μόνο για να προσδιορίσει το κόστος και τα χρηματοοικονομικά αποτελέσματα του προγράμματος, αλλά και για να εκτελέσει την ανάλυση ευαισθησίας.

#### **8.3.2.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ**

Στην πράξη, οι περισσότεροι αγροτικοί απολογισμοί δεν προσδιορίζουν το πλήρες κόστος γεωργικής παραγωγής, πιθανώς λόγω έλλειψης της συναίνεσης και των στοιχείων όσον αφορά τις καθ' υπολογισμόν δαπάνες, όπως η οικογενειακή εργασία, το έδαφος, κ.λπ. Για την οικονομική ανάλυση, αυτά τα στοιχεία πρέπει να υπολογιστούν προκειμένου να προσδιορίσουν το καθαρό εισόδημα που αποδίδεται.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία, απαιτεί τον διαχωρισμό της ανάλυσης σε διάφορες διαδικασίες ή δραστηριότητες που περιγράφουν όλες τις απαιτήσεις που έχει το φυτό σε σπορά, καλλιέργεια και συγκομιδή. Κάθε δραστηριότητα χαρακτηρίζεται από το χρόνο πραγματοποίησης της και τις ανάγκες της για έδαφος, εργασία, εξοπλισμό και πρώτες ύλες.

Ο μηχανικός εξοπλισμός μπορεί να μισθωθεί εάν τα μηχανήματα είναι ανεπαρκή ή μη υπάρχοντα. Όταν μισθώνεται, το κόστος του είναι ίσο με το μίσθωμα που πληρώνεται υπό τον όρο ότι υπάρχει μια αγορά για το ενοίκιο το κόστος του εξοπλισμού είναι το ποσό της συντήρησης, της ασφάλειας, της εργασίας και των καυσίμων.

Το έδαφος είναι ένας ουσιαστικός παράγοντας της γεωργίας. Το κόστος των γεωργικών προϊόντων μπορεί να αυξηθεί σημαντικά εάν φυτεύονται σε εδάφη με υψηλά κόστη ενοικίασης. Επομένως, το κόστος του εδάφους πρέπει να υπολογιστεί προσεκτικά.

Η εργασία παρέχεται από τον αγρότη και την οικογένεια του, αλλά μπορεί επίσης να μισθωθεί, ειδικά κατά τη διάρκεια της μέγιστης ζήτησης εργασίας, π.χ. στους χρόνους σποράς ή συγκομιδής. Η μισθωμένη εργασία έχει στις περισσότερες περιπτώσεις ένα σταθερό κόστος, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην ανάλυση.

#### **8.3.2.2 ΕΤΗΣΙΟ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΟΣΤΟΣ**

Όταν η γενική εκτίμηση δαπανών των φυτών απαιτείται, οι μεμονωμένες ετήσιες δαπάνες έχουν μικρή χρησιμότητα επειδή μερικές διαδικασίες δεν εκτελούνται τακτικά και ομοιόμορφα χρόνο με το χρόνο και επομένως, οι ετήσιες δαπάνες μπορούν να διαφέρουν μέσω του χρόνου κατά τη διάρκεια της ζωής των καλλιεργειών.

Επιπλέον, η παραγωγικότητα της καλλιέργειας μπορεί να διαφέρει από χρόνο σε χρόνο. Παραδείγματος χάριν, η καλλιέργεια των ενεργειακών καλλιεργειών χαρακτηρίζεται από υψηλό κόστος για το έτος της πρώτης σποράς και χαμηλότερες ετήσιες δαπάνες για το υπόλοιπο της παραγωγικής ζωής της. Χαρακτηρίζεται επίσης από χαμηλή παραγωγή στην αρχή της παραγωγικής ζωής των καλλιεργειών και αύξηση της παραγωγικότητας τα τελευταία έτη.

Συνεπώς, η εκτίμηση δαπανών θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί είτε για κάθε μεμονωμένο έτος είτε για ένα χαρακτηριστικό έτος όταν φθάνει η καλλιέργεια στο μέγιστό της. Η πρώτη προσέγγιση οδηγεί στα αποτελέσματα που δεν είναι πολύ χρήσιμα και είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθούν για τη σύγκριση μεταξύ των καλλιεργειών. Αφ' ετέρου, η δεύτερη προσέγγιση δεν λαμβάνει υπόψη ότι η αρχική επένδυση κόστισε, το οποίο είναι συνήθως ένα ουσιαστικό στοιχείο δαπανών.

Από την άποψη του οικονομολόγου, η γενική προσέγγιση είναι να υπολογιστεί το μέσο κόστος κατά τη διάρκεια ολόκληρης της οικονομικής ζωής της συγκομιδής, η οποία επιτρέπει τις άμεσες συγκρίσεις μεταξύ των διαφορετικών συγκομιδών. Αυτή η προσέγγιση πρέπει να περιλάβει το αρχικό κόστος επένδυσης και πρέπει επίσης να λάβει υπόψη την χρονική αξία των χρημάτων, σε τέτοιες περιπτώσεις. Για να υπολογιστεί το ετήσιο ισοδύναμο κόστος, χρειάζεται η παρούσα αξία όλων των δαπανών κατά τη διάρκεια της παραγωγικής ζωής της καλλιέργειας.

Λαμβάνοντας υπόψη ένα επιτόκιο ( $d$ ) και την διάρκεια ζωής της καλλιέργειας ( $n$ ), το ετήσιο ισοδύναμο κόστος της καλλιέργειας είναι:

$$AnnualEquivalentCost = \frac{PVxd}{1 - (1 + d)^{-n}}$$

όπου

$$PV = \sum_{t=0}^n TC_t x (1 + d)^{-t}$$

και  $TC_t$  είναι το συνολικό κόστος της καλλιέργειας σε χρόνο  $t$ , όπου ο χρόνος μηδέν είναι το έτος επένδυσης.

### **8.3.2.3 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

Η οικονομική ανάλυση της παραγωγής των ενεργειακών καλλιεργειών απαιτεί τρία εύκολα βήματα. Το πρώτο είναι η ανάλυση εσόδων των γεωργικών εκμεταλλεύσεων, βασισμένη στα στοιχεία ισολογισμών, κέρδους και απώλειας. Αυτό είναι βασισμένο στους προϋπολογισμούς προβάλλοντας τα έσοδα και τα έξοδα για τα επόμενα έτη. Το δεύτερο βήμα αποτελείται από την εκτίμηση των μελλοντικών ισολογισμών βασισμένων στις προβλέψεις των εσόδων των γεωργικών εκμεταλλεύσεων και στις υποθέσεις σχετικά με τον συγχρονισμό των παραλαβών και των πληρωμών.

Αυτό το βήμα προσδιορίζει τις μελλοντικές ροές μετρητών, οι οποίες μπορούν να επιτευχθούν είτε άμεσα (βασισμένα στις χρονομετρημένες παραλαβές από τις πωλήσεις μείον τις πληρωμές για τις αγορές και τις δαπάνες) είτε έμμεσα (βασισμένα στο εισόδημα και τις αλλαγές στο κεφάλαιο κίνησης). Το τρίτο βήμα είναι ανάλυση αγροτικής επένδυσης, χρησιμοποιεί τις ροές μετρητών από το βήμα δύο για να υπολογίσει την ελκυστικότητα του προγράμματος, με τη σύγκριση των μελλοντικών καθαρών εισροών ενάντια στις αρχικές απαιτήσεις της επένδυσης.

Οι ροές μετρητών είναι βασισμένες στις πωλήσεις των προϊόντων και τους όρους πωλήσεων, τις πιθανές επιχορηγήσεις και τις δαπάνες παραγωγής (σταθερές και μεταβλητές) συμπεριλαμβανομένων των γενικών εξόδων.

### **8.3.2.4 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ**

Η οικονομική ανάλυση της παραγωγής των ενεργειακών καλλιεργειών αποτελείται από την ανάλυση των δαπανών και του εισοδήματος όλων των σταδίων της γεωργικής παραγωγής.

Η πλήρης οικονομική ανάλυση της παραγωγής ενεργειακών καλλιεργειών απαιτεί την χρήση των λεπτομερών και αξιόπιστων τεχνικών και οικονομικών στοιχείων που αφορούν τη γεωργική παραγωγή και τις πωλήσεις.

Τα γεωργικά στοιχεία κατηγοριοποιούνται ως εξής:

- Γενικά οικονομικά στοιχεία που αφορούν μια περιοχή ή ολόκληρη τη χώρα, παραδείγματος χάριν νόμισμα, ποσοστά δανεισμού, κ.λπ.
- Γεωργικά στοιχεία, όπως το συνολικό κατειλημμένο έδαφος, το καλλιεργημένο έδαφος κ.λ.π.
- Λεπτομέρειες των καλλιεργειών, όπως η οικονομική ζωή, οι παραγωγές και άλλα στοιχεία σχετικά με κάθε μεμονωμένη συγκομιδή.
- Βάσεις δεδομένων της παραγωγής για το γεωργικό έδαφος, τον εξοπλισμό, την εργασία και τις πρώτες ύλες.
- Λεπτομέρειες των διαδικασιών που ολοκληρώνουν το χρόνο πραγματοποίησης και τις ανάγκες λειτουργίας.

## **8.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΗΣ ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑΣ**

Η αγριαγκινάρα είναι πολυετής ενεργειακή καλλιέργεια. Κατά τη διάρκεια του πρώτου χρόνου οι καλλιεργητικές πρακτικές είναι κοινές με όλων των συμβατικών καλλιεργειών και αποτελούνται από τη σπορά και την συντήρηση της καλλιέργειας. Από το δεύτερο χρόνο έως το τέλος της διάρκειας ζωής της καλλιέργειας απαιτείται η συντήρηση της παραγωγής και η συγκομιδή.

Οι καλλιεργητικές πρακτικές της αγριαγκινάρας παρατίθενται στον πίνακα 8.4 [21].

	<b>Αγριαγκινάρα</b>
<b>Οικονομική ζωή</b>	15 χρόνια
<b>Κύκλος συγκομιδής</b>	Ετήσιος
<b>Χρόνος συγκομιδής</b>	Ιούλιος- Αύγουστος
<b>Κόστη εγκατάστασης(στην αρχή)</b>	–
<b>Προφυτευτική ζιζανιοκτονία</b>	Ναι
<b>Όργωμα</b>	Ναι
<b>Σπορά</b>	Σπορά(2 κιλά/εκτάριο)
<b>Εφαρμογή ζιζανιοκτονίας</b>	Ναι
<b>Βασική Άρδευση</b>	Ναι
<b>Λίπανση(αζωτούχος)</b>	50 κιλά/εκτάριο
<b>Άρδευση</b>	Όχι
<b>Συγκομιδή</b>	Ναι

**Πίνακας 8.4.**

Τα κύρια στοιχεία κόστους αυτής της καλλιέργειας αφορούν την ανάπτυξη και την συγκομιδή. Η ανάπτυξη συμπεριλαμβάνει κόστη όπως το όργωμα και η καλλιέργεια (προετοιμασία της γης), εγκατάσταση της καλλιέργειας (σπορά), όπως και το κόστος των σπόρων, τη λίπανση και την άρδευση. Το κόστος συγκομιδής καλύπτει το κόστος εργασίας και εξοπλισμού για κοπή, φιλοτεμαχισμό και προώθηση της καλλιέργειας. Το κόστος κεφαλαίου εργασίας και άλλα κόστη συμπεριλαμβάνονται επίσης στο λογαριασμό οικονομικής αξιολόγησης. Για όλες τις καλλιεργητικές τεχνικές, τα κόστη καλύπτουν την εργασία, την μηχανική φθορά και τα καύσιμα ενώ τα κόστη απεγκατάστασης για την καλλιέργεια είναι ενσωματωμένα στα κόστη εγκατάστασης. Για την ενεργειακή καλλιέργεια που εξετάζεται, είναι αποδεδειγμένο ότι το υψηλότερο ποσό επένδυσης απαιτείται κατά τη διάρκεια του χρόνου εγκατάστασης.

Τα κόστη παραγωγής αυτής της ενεργειακής καλλιέργειας είναι τα εξής και παρατίθενται στον πίνακα 8.5.:

- **Κόστη εγκατάστασης:** Όργωμα, Καλλιέργεια, Ζιζανιοκτονία, Βασική λίπανση, Σπορά, Βασική Άρδευση, Κόστη απεγκατάστασης.
- **Επαναλαμβανόμενα κόστη:** Άρδευση, Λίπανση, Συγκομιδή, Κόστος εργασίας, Άλλα κόστη.



<b>Αγριαγκινάρα</b>		
<b>Διάρκεια ζωής της καλλιέργειας</b>	15 χρόνια	%
	EURO/ha	
<b>ΚΟΣΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ</b>		
<b>Όργωμα</b>	130	15,6
<b>Καλλιέργεια</b>	130	15,6
<b>Ζιζανιοκτονία</b>	130	15,6
<b>Βασική λίπανση</b>	63	7,6
<b>Σπορά</b>	200	24
<b>Βασική άρδευση</b>	38	4,6
<b>Κόστη απεγκατάστασης</b>	142	17
<b>Συνολικά κόστη εγκατάστασης</b>	833	100
<b>Ετήσιο ισοδύναμο κόστος εγκατάστασης (α)</b>	113	
<b>ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΑ ΚΟΣΤΗ (ΕΤΗΣΙΑ)</b>		
<b>Άρδευση</b>	0	0
<b>Λίπανση</b>	73	14,3
<b>Συγκομιδή</b>	86	16,8
<b>Κόστος εργασίας</b>	151	29,6
<b>Άλλα κόστη</b>	201	39,3
<b>Συνολικό επαναλαμβανόμενο κόστος (β)</b>	511	100
<b>Συνολικό ετήσιο ισοδύναμο κόστος (α+β)</b>	624	
<b>Ισοδύναμη παραγωγή (τόνοι ξηρής ουσίας/εκτάριο)</b>	18,7	
<b>Κόστος βιομάζας (ευρο/τόνο ξηρής βιομάζας)</b>	33,4	

**Πίνακας 8.5. [21]**

Το κόστος ενοικίασης της γης δεν λαμβάνεται υπόψη εφόσον οι εκτάσεις των αποθέσεων ανήκουν στη Δ.Ε.Η Α.Ε.. Επίσης το κόστος αποθήκευσης, μεταφοράς, τεμαχισμού της πρώτης ύλης δεν επιβαρύνουν την εταιρεία διότι αποθήκες, φορτηγά και μύλοι είναι στην ιδιοκτησία της.

Καθώς και τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για την σπορά, το όργωμα, και τη συγκομιδή της πρώτης ύλης είναι στην ιδιοκτησία της εταιρείας ή ενοικιάζονται από αυτήν.

## 8.5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά καυσίμου της αγριαγκινάρας.

	Αγριαγκινάρα (%wt)
Πτητικό υλικό	77,3
Στάχτη	8,4
Fixed carbon	14,3

Πίνακας 8.6. Προσεγγιστική ανάλυση (%wt) [22]

	Ανώτερη θερμογόνος δύναμη (kcal/kg ξηρής ουσίας)	Ενέργεια σε Joule	Κατώτερη θερμογόνος δύναμη (kcal/kg ξηρής ουσίας)	Ενέργεια σε Joule
Αγριαγκινάρα	4.000	16.736.000	3.714	15.539.376

Πίνακας 8.7. Θερμαντική αξία αγριαγκινάρας [22]

Στο σύνολο των αποκατεστημένων εκτάσεων της περιοχής μελέτης, οι γεωργικές εκτάσεις οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη της αγριαγκινάρας είναι 3.654 εκτάρια [14]. Επομένως η εκτιμώμενη παραγωγή βιομάζας στην έκταση αυτή καθώς και η αναγωγή της παραγόμενης ποσότητας σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (18,7 τόνοι/ha=60 ΤΙΠ/ha) [2], δίνεται στον πίνακα 8.8.

	Επιφάνεια σε εκτάρια	Παραγωγή βιομάζας από αγριαγκινάρα (τόνοι ξηρής ουσίας/έτος)	Αναγωγή τόνων ξηρής ουσίας σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου/έτος
Ορυχεία Πτολεμαΐδας	3.654	68.329,8	21.924

Πίνακας 8.8.

Το κόστος παραγωγής της αγριαγκινάρας για την συγκεκριμένη έκταση δίνεται στον πίνακα 8.9..

	Επιφάνεια σε εκτάρια	Κόστος βιομάζας από αγριαγκινάρα (€/έτος)
Ορυχεία Πτολεμαΐδας	3.654	2.282.215,3

Πίνακας 8.9.

Η ετήσια θερμαντική ικανότητα της αγριαγκινάρας στην έκταση της υπό μελέτη περιοχής δίνεται στον πίνακα 8.10..

	Επιφάνεια σε εκτάρια	Ποσότητα βιομάζας από αγριαγκινάρα (τόνοι ξηρής ουσίας/έτος)	Ανώτερη θερμογόνος Δύναμη (kcal/έτος)	Κατώτερη θερμογόνος Δύναμη (kcal/έτος)
Ορυχεία Πτολεμαΐδας	3.654	68.329,8	$273.319,2 \cdot 10^6$	$253.776,87 \cdot 10^6$
		Ενέργεια σε Joule	$1.143.567.533 \cdot 10^6$	$1.061.802.424,08 \cdot 10^6$

Πίνακας 8.10.

## **9. ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΑΠΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑΣ**

### **9.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Μελετήθηκε η αντικατάσταση του πετρελαίου που χρησιμοποιείται στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της περιοχής της Πτολεμαΐδας, και συγκεκριμένα στους σταθμούς παραγωγής της ΛΙΠΤΟΛ, της Καρδιάς και του Αγίου Δημητρίου, με χρήση ξηρής ποσότητας αγριαγκινάρας.

### **9.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΤΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Στους παρακάτω πίνακες παρατίθενται τα στοιχεία κατανάλωσης πετρελαίου των σταθμών παραγωγής ενέργειας των Α.Η.Σ. ΛΙΠΤΟΛ, Καρδιάς και Αγίου Δημητρίου τα τελευταία πέντε έτη.

<b>ΕΤΟΣ</b>	<b>ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ DIESEL (σε τόνους)</b>
<b>2000</b>	1.415,6
<b>2001</b>	345,2
<b>2002</b>	732,6
<b>2003</b>	662,6
<b>2004</b>	989,4

**Πίνακας 9.1. Κατανάλωση του Α.Η.Σ. ΛΙΠΤΟΛ [23]**

<b>ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ DIESEL (σε τόνους) ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ</b>					
<b>ΕΤΟΣ</b>	<b>ΜΟΝΑΔΑ 1</b>	<b>ΜΟΝΑΔΑ 2</b>	<b>ΜΟΝΑΔΑ 3</b>	<b>ΜΟΝΑΔΑ 4</b>	<b>ΣΤΑΘΜΟΣ</b>
<b>2000</b>	976,2	470,7	728,1	584,1	2.759,2
<b>2001</b>	835,5	818,8	2965,1	2.013,6	6.633,2
<b>2002</b>	663	1257,5	1248	1.231,4	4.399,9
<b>2003</b>	939,9	969,1	1.234,9	2.095,8	5.239,8
<b>2004</b>	753	849,8	1.805,1	3.272	6.680

**Πίνακας 9.2. Κατανάλωση του Α.Η.Σ. Καρδιάς [24]**

<b>ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ DIESEL (σε τόνους) ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΗΣ ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ</b>						
<b>ΕΤΟΣ</b>	<b>ΜΟΝΑΔΑ 1</b>	<b>ΜΟΝΑΔΑ 2</b>	<b>ΜΟΝΑΔΑ 3</b>	<b>ΜΟΝΑΔΑ 4</b>	<b>ΜΟΝΑΔΑ 5</b>	<b>ΣΤΑΘΜΟΣ</b>
<b>2000</b>	664,9	574,5	494,9	740,2	1.037,4	3.511,9
<b>2001</b>	821,5	789,4	908,7	613,1	638,1	3.770,8
<b>2002</b>	407,4	2032,1	595	871,2	750,6	4.657
<b>2003</b>	851,3	902,5	986,7	239,5	597,7	3.577,7
<b>2004</b>	406,9	636,2	353,2	590,2	667,7	2.654,2

**Πίνακας 9.3. Κατανάλωση του Α.Η.Σ. Αγ. Δημητρίου [25]**

Η συνολική κατανάλωση στους τρεις αυτούς σταθμούς, εάν χρησιμοποιηθεί ο μέσος όρος της τιμής πώλησης του πετρελαίου (με Φ.Π.Α.) τα τελευταία πέντε έτη ο οποίος είναι ίσος με 0,65€/λίτρο(0,77€/κιλό) [26], δίνεται στον πίνακα 9.4..

<b>ΕΤΟΣ</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (σε τόνους)</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (σε €)</b>
<b>2000</b>	7.686,7	5.918.759
<b>2001</b>	10.749,2	8.276.884
<b>2002</b>	9.789,5	7.537.915
<b>2003</b>	9.480,1	7.299.677
<b>2004</b>	10.323,6	7.949.172

**Πίνακας 9.4.**

### 9.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑΣ ΚΑΙ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία για το κόστος της αγριαγκινάρας από το κεφάλαιο 8.5 και τα στοιχεία για το κόστος του πετρελαίου από το κεφάλαιο 9.2, δημιουργείται ο συγκριτικός πίνακας 9.5.

ΕΤΗ	ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑΣ (σε €)	ΚΟΣΤΟΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (σε €)
2000	2.282.215,3	4.573.586,5
2001	2.282.215,3	6.395.774
2002	2.282.215,3	5.824.752,5
2003	2.282.215,3	5.640.659,5
2004	2.282.215,3	6.142.542

Πίνακας 9.5.

Παρατηρείται ότι το κόστος της αγριαγκινάρας παραμένει σταθερό ενώ το κόστος του πετρελαίου μεταβάλλεται ανάλογα με την κατανάλωση. Το κόστος της αγριαγκινάρας είναι το μισό ή και το 1/3 από το κόστος του πετρελαίου ανά έτος.

Η αντικατάσταση του πετρελαίου από ενεργειακές καλλιέργειες είναι συμφέρουσα διότι το κόστος παραγωγής της αγριαγκινάρας παραμένει σταθερό ενώ η τιμή του πετρελαίου συνεχώς αυξάνεται.

### 9.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η χρήση της αγριαγκινάρας ως ενεργειακή καλλιέργεια για την αντικατάσταση του πετρελαίου στους σταθμούς παραγωγής στην περιοχή της Πτολεμαΐδας είναι συμφέρουσα. Παραμένει όμως το ερώτημα αν είναι και εφικτή η καύση αυτής στις μονάδες παραγωγής που ήδη υπάρχουν.

Τα τελευταία χρόνια, το EPRI (Electric Power Research Institute) [27], υποστήριξε εκτεταμένες μελέτες, σχετικά με την καύση βιομάζας, μαζί με άνθρακα, σε μονάδες παραγωγής ενέργειας. Οι μελέτες του EPRI, επιβεβαιώνουν ότι οι εφαρμογές, με το χαμηλότερο κόστος, είναι η καύση βιομάζας σε κυκλωνικούς λέβητες και η χρήση σε λέβητες κονιορτοποιημένου άνθρακα.

Η καύση σε λέβητες κονιορτοποιημένου άνθρακα προσθέτει ένα κόστος για εγκατάσταση ξεχωριστού συστήματος τροφοδοσίας της βιομάζας στο λέβητα. Ανάμεσα στις νεότερες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής από άνθρακα στις οποίες ανήκουν οι Α.Η.Σ. Καρδιάς και Αγ. Δημητρίου, οι ρευστοποιημένες κλίνες έχουν σχεδιαστεί με τη δυνατότητα να καίνε βιομάζα και απορρίμματα.

Ένα πλεονέκτημα, από την ταυτόχρονη καύση βιομάζας, είναι η πιθανή μείωση των εκπομπών  $\text{NO}_x$ , από μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με καύση άνθρακα. Η ενεργειακή καλλιέργεια περιέχει λιγότερο άζωτο από τον άνθρακα, και η υγρασία της χρησιμεύει για την ψύξη των θερμών καυσαερίων, μειώνοντας επομένως το σχηματισμό του θερμικού  $\text{NO}_x$ . Εργαστηριακές δοκιμές έχουν δείξει ότι, η ταυτόχρονη καύση βιομάζας σαν βοηθητικό καύσιμο καταστρέφει πρακτικά το θερμικό  $\text{NO}_x$ .

## 10. ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Τα κοινωνικο-οικονομικά οφέλη για την ανάπτυξη των ενεργειακών καλλιεργειών είναι τα εξής [2]:

- Προσφορά εναλλακτικών καλλιεργητικών λύσεων. Οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να προσφέρουν εναλλακτικές λύσεις για τους αγρότες, λαμβάνοντας υπόψη ότι ήδη υπάρχουν κάποια είδη επιδοτήσεων.
- Ενδυνάμωση του γεωργικού χώρου. Με την ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών, θα δημιουργηθεί ανάγκη για προμήθεια νέων ποικιλιών, βελτίωση καλλιεργητικών μεθόδων και εξοπλισμού, που θα υποστηρίξουν την παραγωγή και την αποθήκευση των νέων φυτών. Αυτό θα δώσει ώθηση στη φθίνουσα γεωργική οικονομία και θα οδηγήσει στην ανάπτυξη της εγχώριας γεωργικής βιομηχανίας.
- Αύξηση του αγροτικού εισοδήματος. Η διεύρυνση των ενεργειακών καλλιεργειών στην αγορά μπορεί να εξασφαλίσει ικανοποιητικό αγροτικό εισόδημα σε σχέση με ορισμένες συμβατικές καλλιέργειες και να ενισχύσει τη διαφοροποίηση των δραστηριοτήτων των γεωργών.
- Μείωση των περιφερειακών ανισοτήτων και αναζωογόνηση των λιγότερο ανεπτυγμένων γεωργικών οικονομιών. Η παραγωγή και εκμετάλλευση των ενεργειακών καλλιεργειών θα συντελεστεί στις αγροτικές περιοχές. Η εισροή, επομένως, νέων εισοδημάτων θα βελτιώσει τη ζωή των τοπικών κοινωνιών και θα στηρίξει την ανάπτυξη των λιγότερο ανεπτυγμένων περιοχών της χώρας.

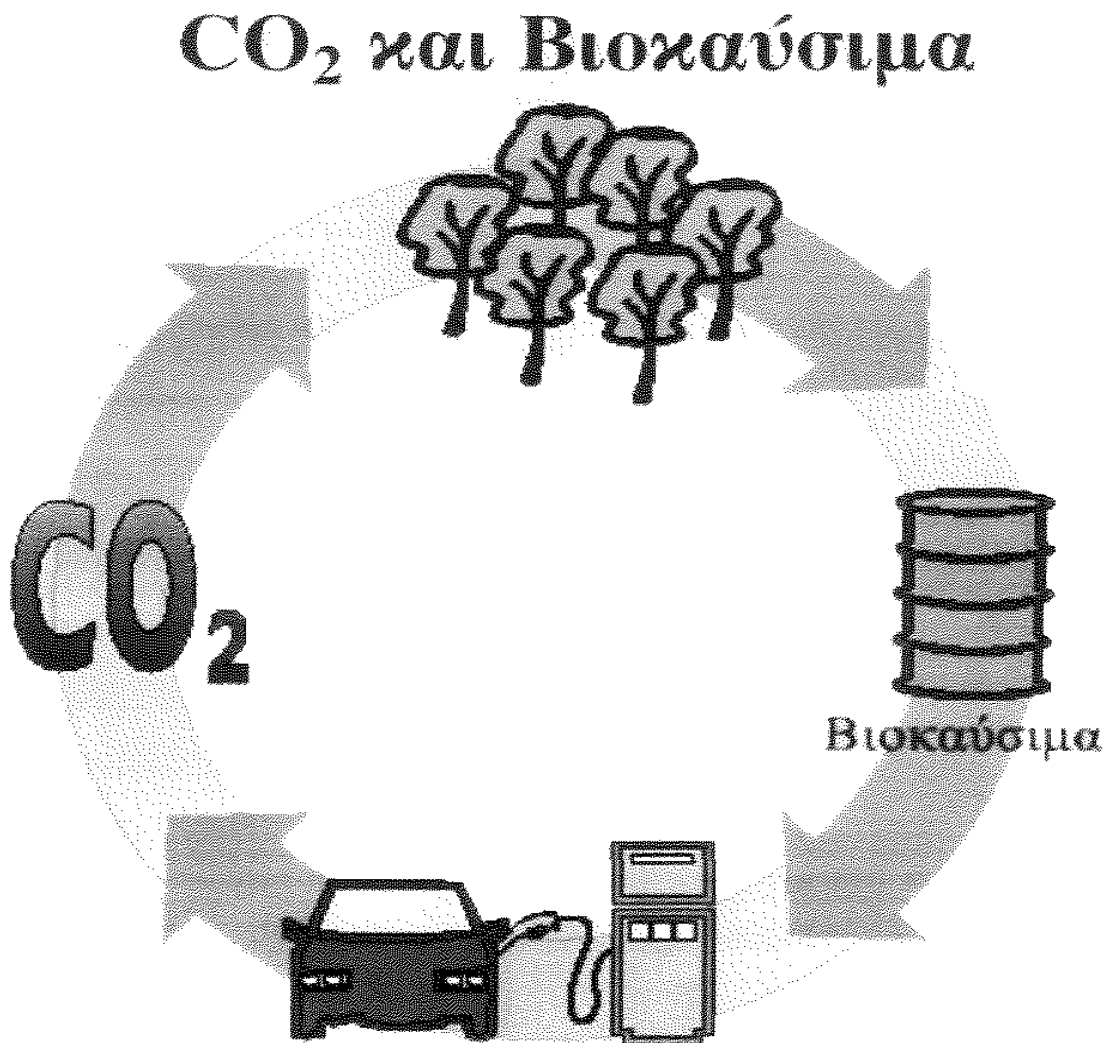


- Εξασφάλιση αειφόρου περιφερειακής ανάπτυξης. Η δημιουργία αγοράς για την παραγωγή βιοκαυσίμων, θερμότητας και ηλεκτρισμού στην περιφέρεια, θα συμβάλλει στην παραμονή του πληθυσμού στις αγροτικές περιοχές, με τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και την εξασφάλιση πρόσθετων εισοδημάτων στην τοπική κοινωνία.
- Μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο. Η χρήση καλλιεργειών για ενεργειακούς σκοπούς οδηγεί στην ανάπτυξη στρατηγικών εθνικών προϊόντων και ελαττώνει την εξάρτηση από τις εισαγωγές πετρελαίου.

# 11. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

## 11.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αξιοποίηση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα καθώς είναι υλικό ανεξάντλητο, όντας η ίδια μια «αποθήκη» ηλιακής ενέργειας. Ακόμη, θεωρείται καύσιμο «CO<sub>2</sub> - ουδέτερο» αφού το CO<sub>2</sub> που παράγεται κατά την καύση της, δεσμεύεται και πάλι από τα φυτά με τη φωτοσύνθεση, ενώ συμμετέχει πολλαπλά στο ισοζύγιο του CO<sub>2</sub> δίνοντας τη δυνατότητα δέσμευσης άνθρακα σε οργανική μορφή (στα φυτά και τους άλλους οργανισμούς) και εξοικονόμησης ισοδύναμου ποσού CO<sub>2</sub>.



Εικόνα 11.1. Δέσμευση CO<sub>2</sub> με την παραγωγή καυσίμων.

## 11.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

### 11.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ενεργειακές καλλιέργειες προέρχονται από φυτά, καλλιεργούμενα ή άγρια, τα οποία καλλιεργούνται για την παραγωγή βιομάζας, που θα χρησιμοποιηθεί για διάφορους ενεργειακούς σκοπούς, όπως παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, παραγωγή βιοαιθανόλης, κ.ά.

Όλες οι ενεργειακές καλλιέργειες, παρουσιάζουν πολύ καλή προσαρμοστικότητα στις ελληνικές συνθήκες και είναι υψηλών αποδόσεων, τόσο σε χλωρή όσο και σε ξηρή βιομάζα.

### 11.2.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

#### ➤ **Ισοζύγιο θρεπτικών στοιχείων**

**Άζωτο:** Όλες οι ενεργειακές καλλιέργειες, που προαναφέρθηκαν, δεν έχουν υψηλές απαιτήσεις σε άζωτο, γιατί δεν παράγουν προϊόντα με μεγάλη περιεκτικότητα σε αζωτούχες ουσίες. Στόχος της καλλιέργειας είναι η παραγωγή μεγάλης ποσότητας βιομάζας κι όχι καρπών ή σπόρων που χρειάζονται μεγάλες ποσότητες αζώτου.

**Κάλιο:** Οι ενεργειακές καλλιέργειες, λόγω της παραγωγής μεγάλων ποσοτήτων βιομάζας, έχουν υψηλές απαιτήσεις σε κάλιο, όμως τα εδάφη στην Ελλάδα, με λίγες εξαιρέσεις, είναι πλούσια σε κάλιο.

**Φώσφορος:** Οι απαιτούμενες ποσότητες φωσφορικού λιπάσματος από τις ενεργειακές καλλιέργειες σε είναι σχετικά μικρές και μπορεί να επιτευχθούν ψηλές αποδόσεις σε βιομάζα, με την εφαρμογή ορθολογικών ποσοτήτων φωσφορικών λιπασμάτων.

## ➤ Υδατικό ισοζύγιο

Όσον αφορά την επίδραση των ενεργειακών καλλιεργειών στο υδατικό ισοζύγιο, αυτή εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες, που επικρατούν στην περιοχή. Στην περίπτωση των ελληνικών συνθηκών, όπου οι βροχοπτώσεις συνήθως είναι ποσοτικά περιορισμένες και ανισομερώς κατανεμημένες μέσα στο χρόνο, το νερό αποτελεί ένα πολύτιμο αγαθό. Πρέπει λοιπόν οι καλλιέργειες, που θα χρησιμοποιηθούν, να έχουν την καλύτερη δυνατή αποτελεσματικότητα στη χρήση του νερού.

Η καλλιέργεια η οποία προβλέπεται να χρησιμοποιηθεί στην υπό μελέτη περιοχή, είναι η αγριαγκινάρα, η οποία αναπτύσσεται και δίνει πολύ καλές αποδόσεις χωρίς άρδευση.

## ➤ Διήθηση νιτρικών ουσιών σε βαθύτερους εδαφικούς ορίζοντες

Η διήθηση νιτρικών ουσιών σε βαθύτερους εδαφικούς ορίζοντες, δεν έχει την ίδια βαρύτητα στη νότια και στη βόρεια Ευρώπη, για τους παρακάτω λόγους:

- Στη βόρεια Ευρώπη (π.χ. Ολλανδία), μεγάλες μάζες πληθυσμών, χρησιμοποιούν υπόγεια νερά για ανθρώπινες ανάγκες. Αντίθετα, στη νότια Ευρώπη, το φαινόμενο αυτό είναι λιγότερο εκτεταμένο.
- Στη βόρεια Ευρώπη, υπάρχουν συνεχείς βροχοπτώσεις, με αποτέλεσμα οι ποσότητες του νερού να ωθούν τα νιτρικά, όλο και πιο βαθιά στο έδαφος. Στη νότια Ευρώπη, το καλοκαίρι έχουμε μόνο ποτίσματα και το χειμώνα υπάρχουν λίγες κι απότομες βροχές. Συνεπώς, ο τρόπος άρδευσης, καθώς και το είδος της βροχής (απότομη και μικρής χρονικής διάρκειας, σιγανή και μεγάλης χρονικής διάρκειας) επηρεάζει την απόπλυση των νιτρικών.

Λόγω των ανωτέρω, στη νότια Ευρώπη, το πρόβλημα με την κατείσδυση των νιτρικών είναι μικρότερο κι έχει σαν αποτέλεσμα οι υδροφόροι ορίζοντες να είναι λιγότερο επιβαρυνμένοι.

Το γεγονός επίσης ότι η ενεργειακή καλλιέργεια, που προτιθέμεθα να εισαγάγουμε στην περιοχή μελέτης, απαιτεί περιορισμένες λιπάνσεις κι έτσι η τιμή του αζώτου θα είναι μικρή.

### ➤ **Ενεργειακές καλλιέργειες κι αντοχή στη φωτιά**

Είναι γνωστό ότι η νότια Ευρώπη υποφέρει από καταστροφικές πυρκαγιές, κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου. Η καταστροφή από πυρκαγιά, είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας, που πρέπει να ληφθεί υπόψη στην περίπτωση εγκατάστασης ενεργειακών καλλιεργειών, για δύο λόγους:

- Πρώτον, γιατί θα καταστραφούν οι φυτείες κι οι παραγωγοί θα έχουν σοβαρές οικονομικές απώλειες, εκτός αν έχουν προβλέψει ασφάλιση, με τη συνεπαγόμενη οικονομική επιβάρυνση.
- Δεύτερον, θα υπάρξει πρόβλημα με την τροφοδοσία της μονάδας κι ανάγκη μεταφοράς της πρώτης ύλης από μεγαλύτερες αποστάσεις.

Η ενεργειακή καλλιέργεια η οποία πρόκειται να χρησιμοποιηθεί παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα, ως προς την πυρκαγιά:

- Η αγριαγκινάρα όλο το χειμώνα είναι χλωρή και με πολλή υγρασία. Μόνο την περίοδο Ιουνίου - Αυγούστου (εποχή συγκομιδής) είναι ξερή και κινδυνεύει από πυρκαγιά. Αλλά και σ' αυτή την περίπτωση, το ερχόμενο φθινόπωρο θα αναπτυχθεί ξανά από τα υπάρχοντα ριζώματα.

Λόγω των ξηροθερμικών χαρακτηριστικών του ελληνικού κλίματος το πρόβλημα των πυρκαγιών, πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη κατά την επιλογή των καλλιεργειών.

## ➤ **Διάβρωση εδαφών**

Το πρόβλημα υπάρχει μόνο σε λοφώδη, επικλινή εδάφη, κι είναι πιο έντονο σε περιοχές με μεσογειακό κλίμα, όπως η Ελλάδα. Η καλλιέργεια ενεργειακών φυτών εκτιμάται ότι θα έχει σημαντικά θετικά οφέλη όσον αφορά τη διατήρηση της γονιμότητας και την προστασία των εδαφών από τη διάβρωση. Ιδιαίτερα η αξιοποίηση περιθωριακών εδαφών με υψηλό κίνδυνο διάβρωσης, εκτός του οικονομικού οφέλους από την αξιοποίησή τους, προσφέρει προστασία αυτών των ιδίων εδαφών, όσο και των παρακείμενων περιοχών που βρίσκονται στα κατάντη πλημμυρικών φαινομένων.

Η εισαγωγή της αγριαγκινάρας σε επιρρεπείς στη διάβρωση περιοχές, θα έχει πολύ θετικά αποτελέσματα, γιατί το πολυετές ριζικό σύστημα κι η πυκνή βλάστηση, όλο το χειμώνα και την άνοιξη, αποτελούν πολύ καλά μέσα ελάττωσης της. Ακόμη, προάγει τις εδαφογενετικές διαδικασίες μέσω της προσθήκης οργανικής ουσίας (από τα υπολείμματα που μένουν μετά τη συγκομιδή καθώς και τα φύλλα που πέφτουν) και της βελτίωσης της δομής του εδάφους, της υδατοϊκανότητας και της αποθηκευτικής ικανότητας θρεπτικών στοιχείων.

Σε σύγκριση μάλιστα με τις ετήσιες παραδοσιακά χειριζόμενες καλλιέργειες, η απώλεια εδάφους λόγω διάβρωσης είναι σημαντικά μικρότερη, ακόμα και σε εδάφη με κλίσεις.

## ➤ **Εναλλαγή καλλιεργειών - Βιοποικιλότητα**

Η χρήση ορισμένων μόνο ενεργειακών καλλιεργειών, στις συγκεκριμένες περιοχές, για παραγωγή ενέργειας, δε θα δημιουργήσει πρόβλημα μείωσης της βιοποικιλότητας, γιατί οι εκτάσεις, που θα χρησιμοποιηθούν, είναι σχετικά μικρές (μερικές χιλιάδες στρέμματα).

Είναι βέβαιο ότι το οικοσύστημα, που θα δημιουργηθεί θα διαφέρει από αυτό που υπήρχε προ της έναρξης της εκμετάλλευσης. Δεδομένης όμως της περιορισμένης έκτασης του, δε θα ανατρέψει την οικολογική ισορροπία σε επίπεδο νομού ή περιφέρειας.

Επίσης, η χρησιμοποίηση της αγριαγκινάρας ως ενεργειακή καλλιέργεια στην περιοχή μελέτης, επιτρέπει να έχουμε μειωμένες καλλιεργητικές φροντίδες διότι είναι πολυετής ενεργειακή καλλιέργεια.

### ➤ Αποθήκευση

Η αποθήκευση της βιομάζας είναι απαραίτητη επειδή ο χρόνος συγκομιδής δεν συμπίπτει τις περισσότερες φορές με αυτόν της χρησιμοποίησης της για παραγωγή ενέργειας. Οι βασικές μέθοδοι αποθήκευσης είναι σε ακάλυπτους σωρούς, σε σωρούς καλυμμένους με πλαστικό, σε σωρούς κάτω από απλή οροφή και σε εσωτερικούς σωρούς (σιλό).

Όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις αποθήκευσης της βιομάζας, αυτές κυρίως σχετίζονται με αποσύνθεση υλικού, κινδύνους πυρκαγιάς, κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία, απώλειες υλικού κατά τη διαδικασία και κατανάλωση ενέργειας για την ξήρανση.

Το μέγεθος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά την αποθήκευση εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

- Ποσοστό υγρασίας. Όσο μεγαλύτερο είναι, τόσο μεγαλύτερες και οι απώλειες της βιομάζας.
- Εποχή συγκομιδής. Η εποχή συγκομιδής επηρεάζει το ποσοστό υγρασίας της βιομάζας.
- Χρόνος αποθήκευσης (διάρκεια και εποχή). Όσο μεγαλώνει ο χρόνος αποθήκευσης, τόσο μεγαλύτερες είναι οι απώλειες.

- Τρόπος μεταχείρισης κατά τη συγκομιδή. Όσο μικρότερο είναι το μέγεθος του συγκομισθέντος υλικού, τόσο περισσότερο ευπαθές είναι σε αποσύνθεση.
- Τρόπος αποθήκευσης. Αναλόγως του τρόπου αποθήκευσης (σε εσωτερικό χώρο ή όχι, καλυμμένο ή μη, ύπαρξη εξαερισμού) μεταβάλλεται και το ποσοστό απωλειών.
- Επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες.

### ➤ Συγκομιδή

Η συγκομιδή των ενεργειακών φυτών διαφέρει από αυτήν των συμβατικών κυρίως ως προς τη διαδικασία διαχείρισης, η οποία είναι μεγαλύτερης κλίμακας. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της συγκομιδής βιομάζας αναφέρονται στις εκπομπές καυσαερίων των μηχανημάτων συγκομιδής και στον όγκο και το μεγάλο βάρος αυτών, που έχει σαν αποτέλεσμα διάβρωση του εδάφους και μείωση των αποδόσεων στο μέλλον.

Το μέγεθος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων συγκομιδής βιομάζας εξαρτάται από τρεις παράγοντες:

- Το είδος της καλλιέργειας. Το είδος της καλλιέργειας καθορίζει την εποχή συγκομιδής, το είδος των μηχανημάτων και τον απαιτούμενο χρόνο συγκομιδής.
- Αποδόσεις. Οι αποδόσεις καθορίζουν την ταχύτητα συγκομιδής. Όσο μεγαλύτερες είναι οι αποδόσεις τόσο μικρότερος είναι ο χρόνος συγκομιδής και επομένως τόσο μικρότερες και οι εκπομπές CO<sub>2</sub>.



- Είδος μεταχείρισης. Αναλόγως του είδους της μεταχείρισης του υλικού που συγκομίζεται (δεματοποίηση, θρυμματοποίηση, μετατροπή σε πελλέτες), έχουμε και κατανάλωση διαφορετικού ποσού ενέργειας. Όσο μεγαλύτερη είναι η επιθυμητή ειδική πυκνότητα και μικρότερο το μέγεθος του υλικού, τόσο μεγαλύτερη είναι η κατανάλωση ενέργειας.

Στην περίπτωση της αγριαγκινάρας, ένα χορτοκοπτικό με ισχυρό κοπτικό μαχαίρι, θα επιτρέψει τη συλλογή των στελεχών και των φύλλων. Στην περίπτωση που γίνει φύτευση σε επικλινή εδάφη, ίσως χρειαστούμε ερπυστριοφόρα οχήματα, για την πραγματοποίηση της συγκομιδής.

### ➤ **Μεταφορά**

Τα κύρια προβλήματα, από τη μεταφορά της βιομάζας κάθε τύπου, από τον τόπο συλλογής στον τόπο αποθήκευσης ή στη μονάδα αξιοποίησης, προκύπτουν από την αυξημένη κίνηση στους αγροτικούς δρόμους, από τις εκπομπές καυσαερίων και από το θόρυβο, που θα δημιουργούν τα οχήματα στη γύρω περιοχή. Καθοριστικό ρόλο στη μείωση των αρνητικών αυτών επιπτώσεων θα παίξουν οι παρακάτω παράγοντες:

- ο αριθμός των οχημάτων που μετακινούνται/ημέρα.
- η ακτίνα μετακίνησης τους (συγκομιδή – αποθήκευση - μονάδα αξιοποίησης).
- η κατάσταση του οδικού δικτύου της συγκεκριμένης κάθε φορά περιοχής.
- Η σκόνη και ο θόρυβος που προκαλούν.

### 11.2.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι θετικές περιβαλλοντικές επιδράσεις που προκύπτουν από την χρήση των ενεργειακών καλλιεργειών είναι οι εξής:

- Μείωση της κατείσδυσης των νιτρικών, σε σχέση με αγρό, που βρίσκεται σε αγρανάπταυση.
- Μείωση του φαινομένου της διάβρωσης των εδαφών, σε σχέση με αγρό, που βρίσκεται σε αγρανάπταυση.

## 11.3 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΥΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

### ➤ Διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)

Το διοξείδιο του άνθρακα επιβαρύνει σημαντικά το περιβάλλον, αποτελώντας τη βασική αιτία δημιουργίας του φαινομένου του θερμοκηπίου και συμμετέχοντας κατά 80% περίπου στους ρύπους, σε παγκόσμια κλίμακα. Το 1990, η σημαντικότερη πηγή εκπομπών CO<sub>2</sub> στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ήταν η παραγωγή ενέργειας.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, προκειμένου να αντιμετωπίσει το πρόβλημα, έθεσε σαν στόχο τη σταθεροποίηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα το έτος 2000, στα επίπεδα του έτους 1990. Προκειμένου να επιτευχθεί από τη χώρα μας ο στόχος αυτός, πρέπει να ληφθούν μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και κυρίως να αναπτυχθεί η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Σύμφωνα με έκθεση του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. (Δεκ. 1992), οι αναμενόμενες συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στη χώρα μας, για το 2000, είναι ίσες με 104,25 εκατομμύρια τόνους, έναντι 83,18 εκατομμυρίων τόνων, για το 1990, δηλαδή αύξηση 25%, παρά τη βελτίωση των εκπομπών της ΔΕΗ και της βιομηχανίας, από τη διείσδυση του φυσικού αερίου.

Συνεπώς, υπάρχει ένα τεράστιο πρόβλημα, για τη χώρα μας, εξοικονόμησης 21 εκατομμυρίων τόνων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, για το έτος 2000.

Η αναγκαιότητα εκπόνησης εθνικών προγραμμάτων, από κάθε κράτος - μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, οδήγησε τη χώρα μας στη σύνταξη Εθνικού Προγράμματος με στόχο την υλοποίηση της στρατηγικής, για τη σταθεροποίηση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα.

Όσον αφορά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, η βιομάζα θεωρείται ιδιαίτερα φιλική προς το περιβάλλον, καθώς με την καύση της δεν αυξάνεται το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας.

Αυτό συμβαίνει γιατί κατά την καύση μιας ποσότητας βιομάζας, η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα, που εκλύεται, είναι ίση με την ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα, που έχει δεσμευτεί κατά τη διαδικασία παραγωγής ίδιας ποσότητας βιομάζας. Συνεπώς, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, από την καύση βιομάζας είναι μηδενικές.

### ➤ **Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)**

Η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε μονοξείδιο του άνθρακα είναι αποτέλεσμα ατελούς καύσης και πρέπει να διατηρείται στα χαμηλότερα δυνατά επίπεδα, γιατί:

- είναι τοξικό
- είναι καύσιμο αέριο και συνεπώς, υψηλή περιεκτικότητα των καυσαερίων σε μονοξείδιο του άνθρακα, έχει σαν αποτέλεσμα χαμηλότερο βαθμό απόδοσης

Σημαντική μείωση των εκπομπών μονοξειδίου του άνθρακα, επιτυγχάνεται με καλό έλεγχο και ρύθμιση της διαδικασίας της καύσης και σωστό σχεδιασμό του θαλάμου καύσης.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίδεται στη σωστή ανάμιξη του αέρα με το καύσιμο, στην παραμονή του καυσίμου στη ζώνη καύσης τον απαιτούμενο χρόνο και στον έλεγχο και τη ρύθμιση της θερμοκρασίας καύσης.

### ➤ **Διοξείδιο και τριοξείδιο του θείου (SO<sub>x</sub>)**

Τα οξείδια του θείου, που εκλύονται κατά την καύση της βιομάζας, προέρχονται από οξείδωση στοιχειακού θείου, που παραλήφθηκε από τα φυτά υπό μορφή θειικών ενώσεων.

Η παρουσία SO<sub>x</sub> στα καυσαέρια είναι ανεπιθύμητη, καθώς με την υγρασία του ατμοσφαιρικού αέρα μετατρέπονται σε H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (θειικό οξύ), συμβάλλοντας στο φαινόμενο της όξινης βροχής, αλλά και στη διάβρωση των μεταλλικών μερών (καμινάδα, συμπυκνωτές κλπ.) της εγκατάστασης.

Τα οξείδια του θείου, δεν μπορούν να συγκρατηθούν με φίλτρα, αλλά μπορούν να απομακρυνθούν με ειδική διαδικασία αποθείωσης. Η πρακτική αυτή, είναι γνωστή από τις εγκαταστάσεις αποθείωσης, σε μεγάλες μονάδες παραγωγής ενέργειας από άνθρακα, αλλά η εφαρμογή της δεν κρίνεται σκόπιμη, για εγκαταστάσεις ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας, αφού η περιεκτικότητα της βιομάζας σε θείο είναι πολύ μικρή, με συνέπεια οι εκπομπές SO<sub>x</sub>, από τη βιομάζα, να είναι πολύ μικρές και προφανώς πολύ μικρότερες από αυτές των συμβατικών καυσίμων.

### ➤ **Οξείδια του αζώτου (NO<sub>x</sub>)**

Τα οξείδια του αζώτου, παράγονται κατά την καύση της βιομάζας και ειδικά όταν η θερμοκρασία καύσης ξεπεράσει τους 1100°C.

Οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου διατηρούνται σε χαμηλά επίπεδα, με την επίτευξη καύσης σε χαμηλές θερμοκρασίες και σε συνδυασμό με τη χαμηλή περιεκτικότητα της βιομάζας σε άζωτο.

### ➤ **Εκπομπές σωματιδίων**

Τα στερεά σωματίδια, που προκύπτουν από την καύση της βιομάζας και παρασύρονται, λόγω του μικρού τους βάρους, από τα καυσαέρια προς την καπνοδόχο, αποτελούν τη λεγόμενη "ιπτάμενη τέφρα". Τα σωματίδια αυτά πρέπει να κατακρατούνται με κατάλληλη διάταξη κυκλώνων, σακόφιλτρων ή ηλεκτροστατικών φίλτρων και να οδηγούνται σε χώρο συλλογής, καθώς η εκπομπή τους στην ατμόσφαιρα προκαλεί προβλήματα, τόσο στον ανθρώπινο οργανισμό (κυρίως αναπνευστικά), όσο και στη χλωρίδα της περιοχής.

### ➤ **Άλλες εκπομπές**

Εκτός από τις παραπάνω εκπομπές, κατά την καύση βιομάζας προκύπτουν ακόμα πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAH), υδροχλώριο (HCl) κ.λ.π. Η ύπαρξη των πολυαρωματικών υδρογονανθράκων, στα καυσαέρια, είναι αποτέλεσμα ατελούς καύσης. Μερικοί από αυτούς είναι τοξικοί (ακόμα και καρκινογόνοι) και πρέπει οπωσδήποτε να αποφεύγονται.

Από το 1985, διάφορες μελέτες, έχουν αποδείξει ότι υπάρχει στενή σχέση αναλογίας μεταξύ της παραγωγής πολυαρωματικών υδρογονανθράκων και μονοξειδίου του άνθρακα κατά την καύση. Από την ποιότητα της καύσης, εξαρτάται επίσης η περιεκτικότητα των καυσαερίων και σε άλλες οργανικές ενώσεις (π.χ. πίσσα).

Το υδροχλώριο, μετατρέπόμενο σε οξύ, μπορεί να προκαλέσει βλάβες τόσο στην πανίδα, όσο και στην χλωρίδα της περιοχής. Οι εκπομπές του HCl εξαρτώνται από την ποιότητα της βιομάζας (π.χ. τεμαχισμένο ξύλο από δάσος κοντά στη θάλασσα περιέχει αλάτι), από τις συνθήκες καύσης και από τη διαδικασία καθαρισμού των καυσαερίων

## ➤ Τέφρα

Η τέφρα, που σχηματίζεται στην εστία καύσης, πέφτει από τις εσχάρες σε ένα σύστημα συλλογής και από εκεί, συνήθως μέσω ατέρμονα κοχλία, μεταφέρεται σε ειδικό χώρο συλλογής. Ο χώρος αυτός, πρέπει να εκκενώνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα, τα οποία εξαρτώνται άμεσα από την κατανάλωση του καυσίμου.

Η τέφρα που προκύπτει, είτε από την εστία καύσης, είτε από τα καυσαέρια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν λίπασμα όπως συμβαίνει στην Δανία. Η ποσότητα που δεν διατίθεται, για την παραπάνω χρήση, πρέπει να οδηγείται σε χωματερή.

### **11.4 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΥΣΗ ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑΣ**

Η ικανότητα καύσης της αγριαγκινάρας είναι παρόμοια με αυτήν άλλης χορτώδους βιομάζας (π.χ. άχυρο) αλλά χαμηλότερη από την ικανότητα καύσης του ξύλου [11].

Τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της καύσης αγριαγκινάρας είναι τα ακόλουθα:

- το υψηλό περιεχόμενο της αγριαγκινάρας σε κάλιο (2,4%) θα μπορούσε να προκαλέσει προβλήματα σκουριάς και τον σχηματισμό εναποθέσεων στα συστήματα καύσης.
- η σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε χλώριο της αγριαγκινάρας (1,47%) μπορεί να προκαλέσει προβλήματα διάβρωσης σε διάφορα μέρη των εγκαταστάσεων καύσης.

- οι σχετικά υψηλές θερμοκρασίες τήξης της τέφρας και το σχετικά χαμηλό περιεχόμενο του σταθερού άνθρακα, θα μπορούσαν να έχουν αρνητικά αποτελέσματα στη σταθερότητα της καύσης

Η απόδοση της καύσης της αγριαγκινάρας αποδείχτηκε ότι είναι 99%.

Ο σχηματισμός του CO κατά την καύση της αγριαγκινάρας οφείλεται στην παρουσία πολυαρωματικών υδρογονανθράκων στις αέριες εκπομπές [11]. Ο αριθμός και η συγκέντρωση των πολυαρωματικών υδρογονανθράκων μειώνεται ουσιαστικά καθώς μειώνεται η συγκέντρωση του CO. Τα οξείδια του αζώτου (τα οποία εκφράζονται ως NO) κατά την καύση παραμένουν σε επίπεδα ανάμεσα στα 150-300 ppm. Αυτά τα επίπεδα είναι, γενικά, κάτω από τα επιτρεπόμενα από την νομοθεσία επίπεδα. Οι εκπομπές των οξειδίων του θείου βρίσκονται κάτω από τα 50 ppm κατά την καύση, οι οποίες είναι κατώτερες από τα επιτρεπόμενες από την νομοθεσία εκπομπές.

# 12. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ, ΑΝΘΡΑΚΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

## 12.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, και η κατανάλωση ενέργειας, έχουν ως αποτέλεσμα επιπτώσεις στο περιβάλλον [30]. Η χρησιμοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η ενσωμάτωση των προηγμένων τεχνολογιών μπορούν να οδηγήσουν στη λιγότερη περιβαλλοντική ζημία, αλλά σε ποιο βαθμό, και με ποια ανταλλάγματα; Μελέτες αξιολόγησης κύκλου ζωής έχουν διεξαχθεί σε πολλές τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, προκειμένου να γίνουν κατανοητά καλύτερα τα περιβαλλοντικά οφέλη και τα μειονεκτήματα από κάθε τεχνολογία. Ισοζύγια υλικών και ενέργειας χρησιμοποιήθηκαν για να ποσοτικοποιήσουν τις εκπομπές, την χρήση ενέργειας και την κατανάλωση των πόρων κάθε διαδικασίας που απαιτείται για να λειτουργήσουν οι εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας. Αυτά περιλαμβάνουν την προμήθεια πρώτων υλών (άνθρακας, φυσικό αέριο, βιομάζα, υπολείμματα βιομάζας), τη μεταφορά, την κατασκευή του εξοπλισμού και τα ενδιάμεσα υλικά (π.χ., λιπάσματα), την κατασκευή των εγκαταστάσεων και οποιαδήποτε απαραίτητη διάθεση των αποβλήτων.

Τα συστήματα που επιλέγονται είναι:

- ένα σύστημα συνδυασμένου κύκλου καύσης αεριοποιημένης βιομάζας (IGCC) με χρήση ενεργειακών καλλιεργειών.
- ένας σταθμός παραγωγής ενέργειας άμεσης καύσης βιομάζας με τη χρήση υπολειμμάτων βιομάζας.
- ένας λέβητας PC— αντιπροσωπεύει τον μέσο όρο των σταθμών παραγωγής ενέργειας με καύση άνθρακα στις Η.Π.Α. σήμερα.



- ένα σύστημα σύγκραυσης υπολειμμάτων βιομάζας και άνθρακα.
- ένας σταθμός παραγωγής ενέργειας συνδυασμένου κύκλου φυσικού αερίου.

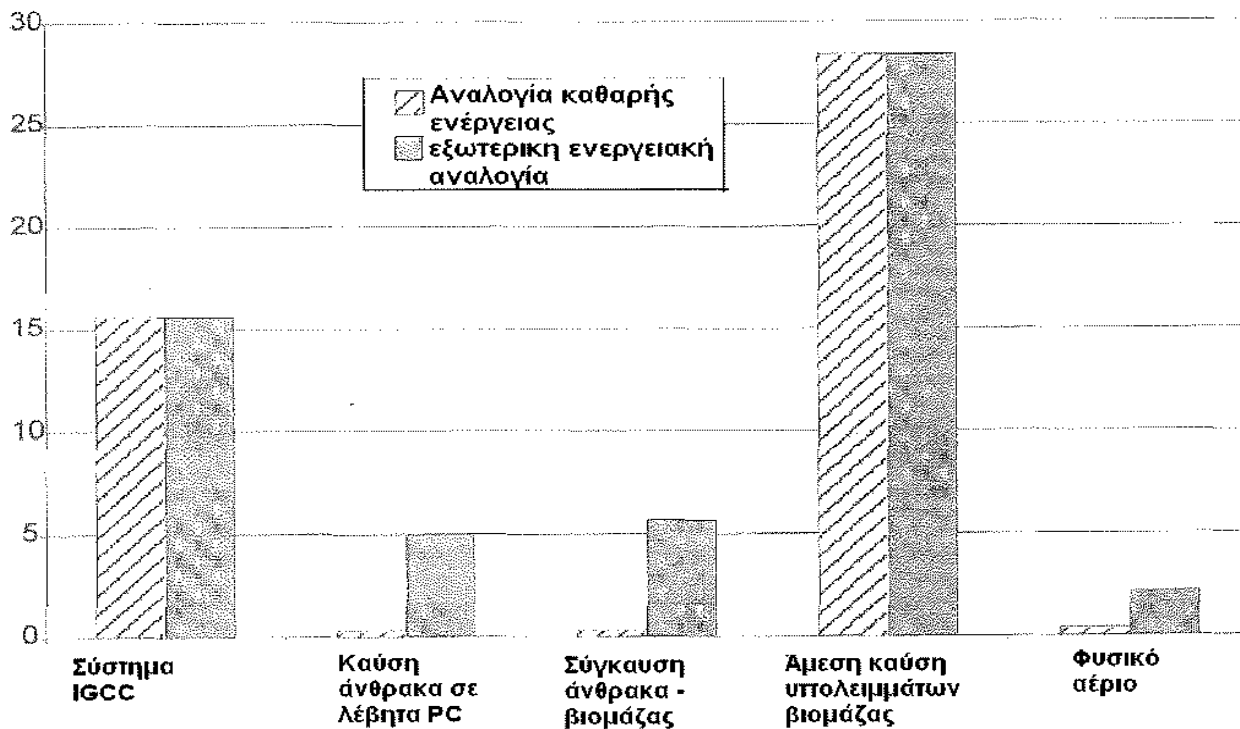
Κάθε μελέτη διεξήχθη ανεξάρτητα και μπορεί επομένως να σταθεί μόνη. Εντούτοις, οι προκύπτουσες εκπομπές, η κατανάλωση των πόρων, και οι ανάγκες κάθε συστήματος σε ενέργεια μπορούν τελικά να συγκριθούν.

## 12.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 12.2.1 ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Για να καθορισθεί η συνολική ισορροπία καθαρής ενέργειας του συστήματος, συμπεριλαμβανομένων και όλων των διαδικασιών, η ενέργεια η οποία παραδίδεται στο δίκτυο διαιρείται με την παραγόμενη ενέργεια από συμβατικά καύσιμα η οποία έχει καταναλωθεί από το σύστημα και έχει υπολογισθεί. Αυτό το μέτρο, γνωστό ως λόγος καθαρής ενέργειας, είναι χρήσιμο για να αποτιμηθεί πόση ενέργεια παράγεται από κάθε μονάδα συμβατικών καυσίμων και καταναλώνεται από το σύστημα. Άλλο μέτρο είναι, η εξωτερική ενεργειακή αναλογία, ορίζεται ως η ενέργεια που μεταφέρεται στο δίκτυο διαιρεμένη με την συνολική ενέργεια από μη ανανεώσιμες πρώτες ύλες του σταθμού παραγωγής. Η εξωτερική ενεργειακή αναλογία αξιολογεί πόση ενέργεια παράγεται για κάθε μονάδα προς την ενέργεια που καταναλώνεται. Επειδή η ενέργεια της βιομάζας θεωρείται ότι και παράγεται και καταναλώνεται μέσα στα όρια του συστήματος, η αναλογία καθαρής ενέργειας και η εξωτερική ενεργειακή αναλογία θα είναι οι ίδιες για τις περιπτώσεις μόνο με βιομάζα. Στον υπολογισμό της εξωτερικής ενεργειακής αναλογίας, χειριζόμαστε ουσιαστικά τον άνθρακα και το φυσικό αέριο που καίγονται στους συμβατικές εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας ως ανανεώσιμα καύσιμα, έτσι ώστε η κατανάλωση ενέργειας να μπορεί να συγκριθεί. Η εικόνα 12.1. δείχνει τα ενεργειακά αποτελέσματα για κάθε περίπτωση που έχει μελετηθεί.

Όπως αναμένεται, η σταθμοί καύσης βιομάζας έχουν υψηλότερα αποτελέσματα ισορροπίας καθαρής ενέργειας. Η περίπτωση άμεσης καύσης υπολειμμάτων βιομάζας παραδίδει το περισσότερο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται. Αυτό συμβαίνει διότι η ενέργεια που χρησιμοποιείται για να εφοδιασθούν με βιομάζα από υπολείμματα οι εγκαταστάσεις είναι αρκετά χαμηλή. Παρά την υψηλότερη αποδοτικότητα, οι εγκαταστάσεις βιομάζας IGCC έχουν μια χαμηλότερη ισορροπία καθαρής ενέργειας από τις άμεσης καύσης εγκαταστάσεις επειδή ένα σημαντικό ποσό ενέργειας απαιτήθηκε για να αναπτυχθεί η βιομάζα της ενεργειακή καλλιέργεια. Η σύγκausη βιομάζας με άνθρακα αυξάνει τις ενεργειακές αναλογίες απ' ό,τι στις περιπτώσεις μόνο με άνθρακα. Οι εξωτερικές ενεργειακές αναλογίες για τα συμβατικά συστήματα είναι χαμηλότερες απ' ό,τι για τα συστήματα βιομάζας λόγω της μεγάλης κατανάλωσης ενέργειας σε άλλες διεργασίες. Η συνολική ενέργεια μη πρώτων υλών που καταναλώνεται από το σύστημα IGCC βιομάζας, την άμεση καύση της βιομάζας, τον άνθρακα, και το σύστημα IGCC του φυσικού αερίου είναι αντίστοιχα 231 kJ/kWh, 127 kJ/kWh, 702 kJ/kWh, και 2,009 kJ/kWh. Στην περίπτωση του άνθρακα η εξόρυξη του καταναλώνει το 25% αυτής της ενέργειας, ενώ η μεταφορά του ευθύνεται για το 32%. Περισσότερο από το 98% της κατανάλωσης ενέργειας οφείλεται στο σύστημα IGCC του φυσικού αερίου λόγω της εξαγωγής του φυσικού αερίου.

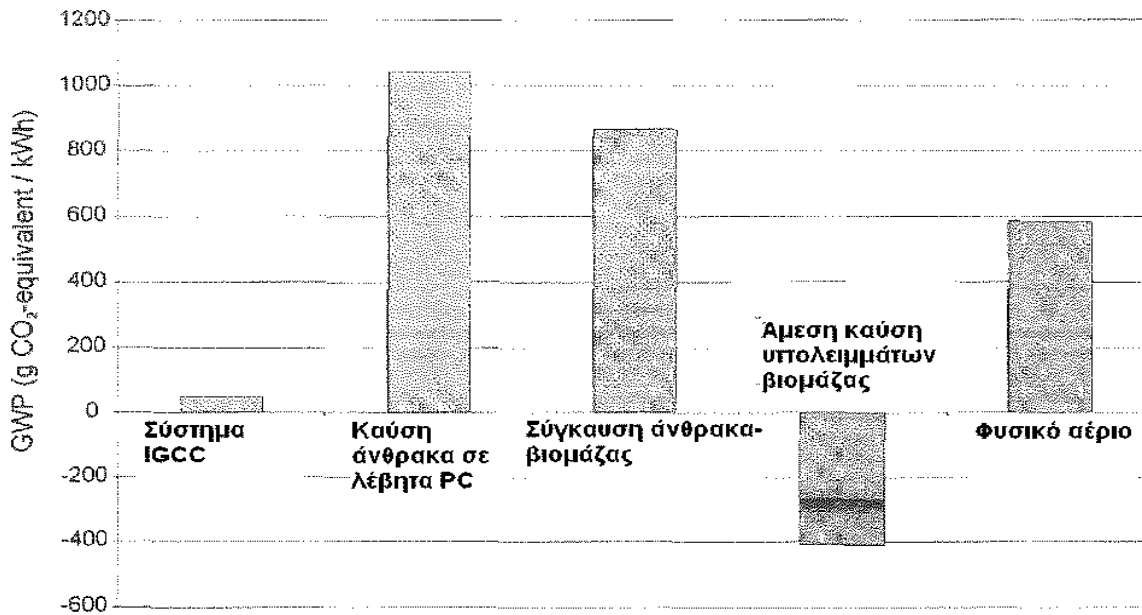


**Εικόνα 12.1.**

### 12.2.2. ΕΝΔΕΧΟΜΕΝΗ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΓΗΣ

Η εικόνα 12.2. δείχνει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου, χρησιμοποιώντας τις τιμές 100 ετών από την Διακυβερνητική Επιτροπή στην αλλαγή κλίματος. Το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο και το υποξείδιο του αζώτου μετρήθηκαν γι' αυτές τις μελέτες. Το σύστημα βιομάζας IGCC παρέχει μικρότερη ενδεχόμενη παγκόσμια υπερθέρμανση της γης απ' ότι τα συστήματα συμβατικών καυσίμων, ενώ το σύστημα άμεσης καύσης βιομάζας έχει ένα ιδιαίτερα αρνητικό ποσοστό εκπομπών αερίου θερμοκηπίου. Αυτό οφείλεται στην αποφυγή της παραγωγής μεθανίου που συνδέεται με την αποσύνθεση της βιομάζας διότι τα υπολείμματα χρησιμοποιούνται σε έναν σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η ηλεκτροπαραγωγή από φυσικό αέριο παρέχει τη χαμηλότερη ενδεχόμενη παγκόσμια υπερθέρμανση της γης από όλα τα συστήματα συμβατικών καυσίμων λόγω της υψηλότερης αποδοτικότητάς του, παρά τις απώλειες του φυσικού αερίου που αυξάνουν τις καθαρές εκπομπές μεθανίου. Η σύγκαιση βιομάζας με άνθρακα μειώνει την ενδεχόμενη παγκόσμια υπερθέρμανση της γης που θα υπάρξει από τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κατά 18%.

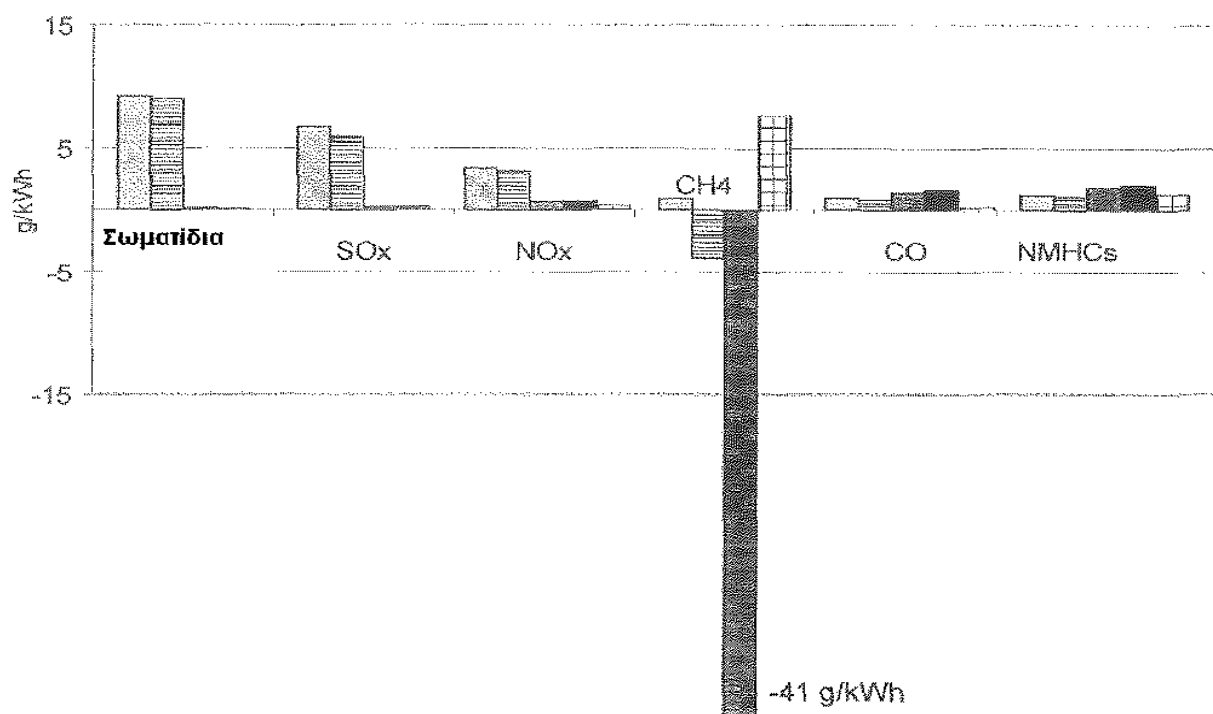


**Εικόνα 12.2. Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου**

### 12.2.3 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ

Οι εκπομπές των σωματιδίων, των SO<sub>x</sub>, των NO<sub>x</sub>, του μεθανίου, του CO, και των NMHCs φαίνονται στην εικόνα 12.3. οι εκπομπές μεθανίου είναι υψηλές για την περίπτωση του φυσικού αερίου και αυτό οφείλεται στις απώλειες φυσικού αερίου κατά τη διάρκεια της εξαγωγής και της παράδοσης.

Στην περίπτωση της άμεσης καύσης βιομάζας και της σύγκαυσης βιομάζας και άνθρακα υπάρχουν αρνητικές εκπομπές μεθανίου, πάλι λόγω της αποφυγής των διαδικασιών αποσύνθεσης. Το CO και τα NMHCs είναι υψηλότερα στην περίπτωση της βιομάζας λόγω της καύσης diesel, κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και της προετοιμασίας της βιομάζας. Η σύγκαυση μειώνει τις εκπομπές αερίων από τα συστήματα άνθρακα με εξαίρεση τα μόρια, τα οποία παράγονται κατά τη διάρκεια της σμίλευσης.

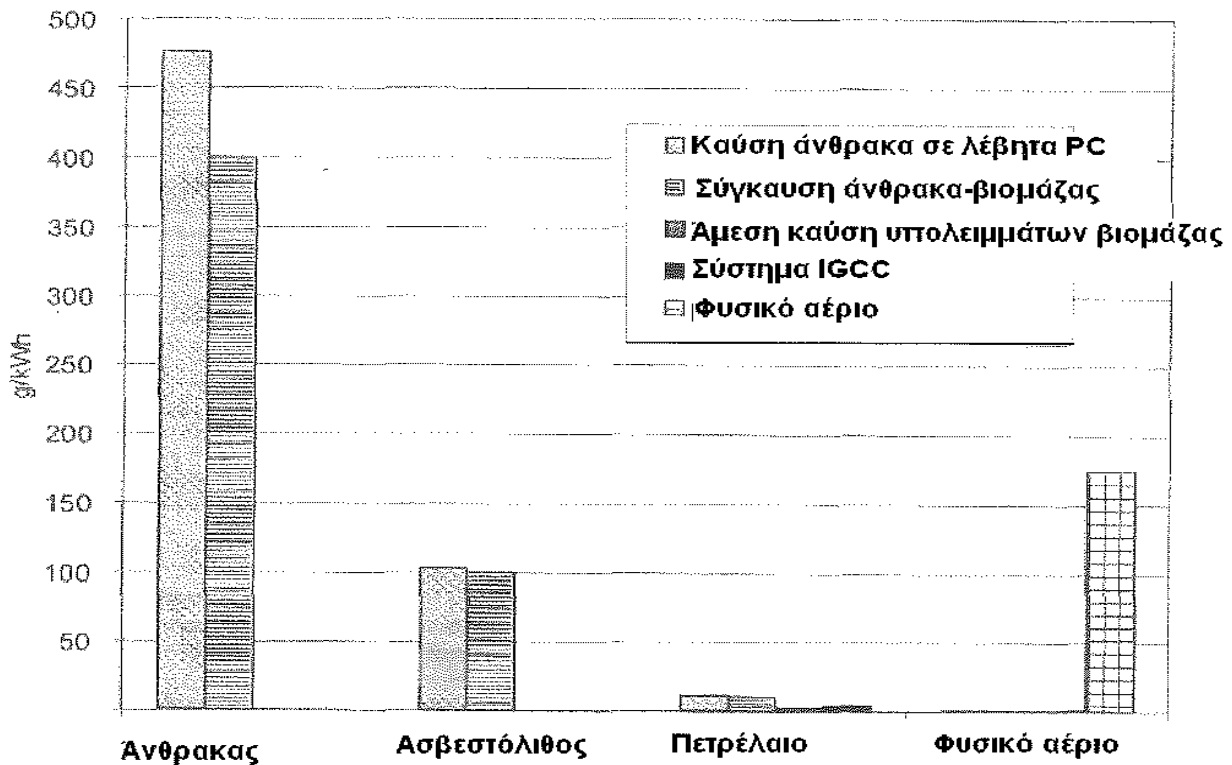


**Εικόνα 12.3. Εκπομπές αερίων**

#### 12.2.4. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΩΝ ΠΟΡΩΝ

Στην εικόνα 12.4. φαίνεται το συνολικό ποσό μη ανανεώσιμων πόρων που καταναλώνονται από τα συστήματα. Ο ασβεστόλιθος χρησιμοποιείται σε σημαντικές ποσότητες από τους σταθμούς παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιούν άνθρακα, στους σωλήνες των αερίων για αποθείωση. Οι εγκαταστάσεις φυσικού αερίου IGCC καταναλώνουν σχεδόν αμελητέες ποσότητες πόρων, με εξαίρεση τις πρώτες ύλες.

Το φυσικό αέριο που καταναλώνεται σε αυτήν την περίπτωση περιλαμβάνει μια απώλεια 3.96% στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια της εξαγωγής και της παράδοσης του.



Εικόνα 12.4.

### 12.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η πιθανότητα παγκόσμιας υπερθέρμανσης της γης από ένα σύστημα IGCC βιομάζας είναι το 4.7% ενός σταθμού παραγωγής ενέργειας με καύση άνθρακα των Ηνωμένων Πολιτειών. Αυτό οφείλεται στην απορρόφηση του CO<sub>2</sub> με την ανάπτυξη της βιομάζας. Η σύγκαυση υπολειμμάτων βιομάζας μειώνει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου κατά 18% σε σύγκριση με έναν σταθμό καύσης άνθρακα. Οι ενεργειακές ισορροπίες των κύκλων ζωής των συστημάτων άνθρακα και φυσικού αερίου είναι σημαντικά χαμηλότερες από εκείνα των συστημάτων βιομάζας λόγω της κατανάλωσης μη – ανανεώσιμων πόρων.

Μη μετρώντας τον άνθρακα και το φυσικό αέριο που καταναλώνονται στις εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας σε αυτά τα συστήματα, η καθαρή ενέργεια που παράγεται είναι ακόμα χαμηλότερη από ότι των συστημάτων βιομάζας λόγω της ενέργειας που χρησιμοποιείται στις διαδικασίες σχετικές με τη μεταφορά, και την εξαγωγή φυσικού αερίου και τη μεταλλεία του άνθρακα. Η σύγκαιση βιομάζας μειώνει συνολική κατανάλωση ενέργειας των συστημάτων κατά 17,6%. Τα συστήματα βιομάζας παράγουν σε πολύ μικρά επίπεδα σωματίδια, NO<sub>x</sub>, και SO<sub>x</sub> σε σύγκριση με τα συστήματα των συμβατικών καυσίμων. Οι εκπομπές μεθανίου των συστημάτων είναι αρνητικές όταν χρησιμοποιούνται υπολείμματα βιομάζας λόγω της αποφυγής των εκπομπών αποσύνθεσης. Τα συστήματα βιομάζας καταναλώνουν πολύ μικρές ποσότητες φυσικών πόρων έναντι των συστημάτων συμβατικών καυσίμων.

## 13. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] [www.nomosphysis.org.gr](http://www.nomosphysis.org.gr)
- [2] 'ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΓΡΩΝ ΚΑΙ ΣΤΕΡΕΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ', Κ.Α.Π.Ε., ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ.
- [3] [www.fao.org](http://www.fao.org)
- [4] Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδας (ΕΣΥΕ) – 2002, Αθήνα, Ελλάδα.
- [5] ΕΘΙΑΓΕ: Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης.
- [6] 'Switchgrass in the mediterranean region'. ALEXOPOULOU E., CHRISTOU M., MARDIKIS M., PIGNIATELLI V., PISCIONERI I., SHARMA N. AND ELBERSEN W., 2000. In Proc. of 1<sup>st</sup> World Conference and Exhibition on Biomass for Energy and Industry. Ed Kyritsis et.al, James & James Ltd, Volume II, pp. 1634 – 1637.
- [7] 'Evaluation of switchgrass varieties in Greece'. ALEXOPOULOU E., CHRISTOU M. and MARDIKIS M., 2000d. Presented in the 12<sup>th</sup> European Biomass Conference, 17 – 21 June 2002, Amsterdam, Volume I, pp. 353 – 356.
- [8] "Switchgrass variety choice in Europe". ELBERSEN H. W., CHRISTIAN D. G., BACHER W., ALEXOPOULOU E., PIGNIATELLI V. and VAN DEN BERG D., 2000. In Kyritsis, S., Beenackers, A.A.C.M, Helm, P., Grassi, A. and D. Chiaramonti, D. (Eds.). In Kyritsis, S., Beenackers, A.A.C.M, Helm, P., Grassi, A. and D. Chiaramonti, D. (Eds.), Proceedings of the 1<sup>st</sup> World Conference on Biomass for Energy and Industry, Seville, Spain, 5-9/6/2000. James & James Ltd, pp. 202-205.



- [9] "The European switchgrass project". ELBERSEN, H. W., CHRISTIAN, D. G., BACHER, W., ALEXOPOULOU, E., PIGNIATELLI, V., PISCIONERI, I. and D. VAN DEN BERG, 2000. In Kyritsis, S., Beenackers, A.A.C.M, Helm, P., Grassi, A. and D. Chiaramonti, D. (Eds.), Proceedings of the 1<sup>st</sup> World Conference on Biomass for Energy and Industry, Seville, Spain, 5-9/6/2000. James & James Ltd, pp. 379-380.
- [10] [www.blt.bmlf.gv.at](http://www.blt.bmlf.gv.at), 'Cardoon introduction as energy crop'. Luger E., BLT Wieselburg, Austria.
- [11] [www.biomatnet.org](http://www.biomatnet.org)
- [12] [www.eeci.net/archive/biobase/B10192.html](http://www.eeci.net/archive/biobase/B10192.html)
- [13] 'Guide for the Training of Engineers in the Electricity Production Technologies from Renewable Energy Sources'. Οδηγός Τεχνολογιών Ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ, ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ LEONARDO DA VINCI 1999.
- [14] Στοιχεία από τον Τομέα Προστασίας Περιβάλλοντος και Αποκατάστασης Εδαφών, Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας.
- [15] 'Ο ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ'. Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης και Εκμετάλλευσης των Ορυχείων, Επιμέλεια Εντύπου: Διεύθυνση Επικοινωνίας.
- [16] Στοιχεία από τον Τομέα Περιβάλλοντος, Νομαρχία Κοζάνης.
- [17] 9<sup>ο</sup> ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΔΑΣΟΛΟΓΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ, 17 20 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2000, ΚΟΖΑΝΗ.

- [18] 'ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ', Καλλιόπη Πανούτσου, Γεωπόνος, συνεργάτης Τομέα Βιομάζας Κ.Α.Π.Ε., 'Διερεύνηση Δυνατοτήτων Αξιοποίησης Βιομάζας για την Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από τη Δ.Ε.Η.', Τόμος Α, Κ.Α.Π.Ε., Δεκέμβριος 1996, Αθήνα.
- [19] 'Ενεργειακές Καλλιέργειες', Μαρδίκης Μ., Ναμάτοβ Ε., Περιοδικό Γεωργία – ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ, Τεύχος 6/1999.
- [20] 'BEE – BIOMASS ECONOMIC EVALUATION: A MODEL FOR THE ECONOMIC ANALYSIS OF ENERGY CROPS PRODUCTION', SOLDATOS P. G., LYCHNARAS V., ASIMAKIS D. and CHRISTOU M., AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS (A.U.A.), LABORATORY OF AGRIBUSINESS MANAGEMENT, CENTER OF RENEWABLE ENERGY SOURCES (C.R.E.S.), Proceedings of the 2<sup>nd</sup> World Conference and Technological Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Rome, Italy, 10-14/5/2004.
- [21] 'Estimation of energy crops breakeven points in northern Greece', Panoutsou C., Kipriotis E., Soldatos P., Center of Renewable Energy Sources (C.R.E.S.), National Agricultural Research Foundation (N.A.G.RE.F.), Agricultural University of Athens (A.U.A.), Proceedings of the 1<sup>st</sup> World Conference on Biomass for Energy and Industry, Seville, Spain, 5-9/6/2000. James & James Ltd, pp. 463-466.
- [22] 'Evaluation study of the feasibility for the development of a medium scale power plant fuelled with biomass in Central Greece', Tsipouridis I., Djouras N., Eleftheriadis I., Lamb A., Nikolaou A., Panoutsou C., Papamichael I., Morris M. and T. Nilsson, Final report of the ALTENER ACTION, Contract No: 4/1030/C/00-022/2000, December 2002.
- [23] ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ Α.Ε., ΔΕΘ / ΑΗΣ ΛΙΠΤΟΛ.

- [24] ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ Α.Ε., ΔΕΘ / ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ, ΤΟΜΕΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ ΥΠΟΤΟΜΕΑΣ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ & ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.
- [25] ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ Α.Ε., ΔΕΘ / ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ, ΤΟΜΕΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.
- [26] ΠΡΑΤΗΡΙΟ ΥΓΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ, ΚΑΠΝΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ, ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑ.
- [27] 'ΆΛΛΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ', Ιωάννης Μπούκης, Βασίλης Βασιλάτος, Λουκάς Γαβριήλ, Βασίλειος Αλεξάνδρου, 'Διερεύνηση Δυνατοτήτων Αξιοποίησης Βιομάζας για την Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από τη Δ.Ε.Η.', Τόμος Α, Κ.Α.Π.Ε., Δεκέμβριος 1996, Αθήνα.
- [28] 'ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ', Νικόλαος Δέρκας, Γεωπόνος Μηχανικός Διδάκτωρ, συνεργάτης Τομέα Βιομάζας του Κ.Α.Π.Ε., Καλλιόπη Πανούτσου, Νικόλαος Ντζούρας, 'Διερεύνηση Δυνατοτήτων Αξιοποίησης Βιομάζας για την Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από τη Δ.Ε.Η.', Τόμος Α, Κ.Α.Π.Ε., Δεκέμβριος 1996, Αθήνα.
- [29] 'ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ', Ιωάννης Μπούκης, Βασίλης Βασιλάτος, Λουκάς Γαβριήλ, Βασίλειος Αλεξάνδρου, 'Διερεύνηση Δυνατοτήτων Αξιοποίησης Βιομάζας για την Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από τη Δ.Ε.Η.', Τόμος Α, Κ.Α.Π.Ε., Δεκέμβριος 1996, Αθήνα.
- [30] 'A COMPARISON OF THE ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF POWER FROM BIOMASS, COAL, AND NATURAL GAS', Margaret K. Mann ,Pamela L. Spath, National Renewable Energy Laboratory, Proceedings of the 1<sup>st</sup> World Conference on Biomass for Energy and Industry, Seville, Spain, 5-9/6/2000. James & James Ltd.

