

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος

Μεταπτυχιακή Διατριβή



Ενεργειακή Αξιοποίηση Βιομάζας: Η Περίπτωση της Δασικής

Βιομάζας στο Ελατοχώρι Πιερίας

Φωτεινή Μαύρου

**Επιβλέπων Καθηγητής
Γαρύφαλλος Αραμπατζής**

Μάιος, 2016

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

**Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων
Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος
Μεταπτυχιακή Διατριβή**

**Ενεργειακή Αξιοποίηση Βιομάζας: Η Περίπτωση της Δασικής
Βιομάζας στο Ελατοχώρι Πιερίας**

Φωτεινή Μαύρου

**Επιβλέπων Καθηγητής
Γαρύφαλλος Αραμπατζής**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στη Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Μάιος, 2016

Περίληψη

Η προστασία του περιβάλλοντος και η βιώσιμη ανάπτυξη των κοινωνιών είναι δύο αλληλένδετοι παράγοντες στην εξέλιξη της ανθρωπότητας. Καθώς, το κλίμα αλλάζει και δημιουργεί επικίνδυνα φαινόμενα για την επιβίωση των ανθρώπων και των ειδών του πλανήτη, η ενεργειακή μεταστροφή σε μορφές ενέργειας που είναι ανανεώσιμες και συμβάλουν στην αειφορία και προστασία του περιβάλλοντος είναι επιβεβλημένες.

Η παρούσα διπλωματική διατριβή θέλοντας να συνεισφέρει στην παρότρυνση για μία ευρεία και ουσιαστική χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στην Ελλάδα, προτείνει την χρήση της δασικής βιομάζας σε μικρούς δασικούς, ορεινούς οικισμούς τόσο για την ενεργειακή απεξάρτησή τους από τα ορυκτά καύσιμα όσο και για την παραγωγή ενέργειας που δεν επιβαρύνει το περιβάλλον αλλά δημιουργεί μικρές εστίες οικονομικής ανάπτυξης της κάθε περιοχής. Μέσω του παραδείγματος του Ελατοχωρίου στα Πιέρια όρη δίνεται η αφορμή για μία μελέτη πάνω στη δασική βιομάζα και πως η ενεργειακή της αξιοποίηση μπορεί να ανταποκριθεί στις ενεργειακές ανάγκες της περιοχής.

Αρχικά παρουσιάζονται τα ευρήματα της βιβλιογραφικής έρευνας για τη χρήση των ΑΠΕ σε τοπικό, ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο. Η έρευνα συνεχίζεται με την βιβλιογραφική ανασκόπηση της βιομάζας και ειδικότερα της δασικής επίσης για το ελληνικό, ευρωπαϊκό και διεθνές περιβάλλον και καταλήγει στην αξιοποίηση της βιομάζας μέσω της τηλεθέρμανσης και της συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού.

Στο τεχνικό μέρος της μεταπτυχιακής διατριβής μέσω του παραδείγματος του Ελατοχωρίου γίνεται μία εμπειριστατωμένη μελέτη για την αξιοποίηση της δασικής βιομάζας της περιοχής μέσω μονάδας τηλεθέρμανσης, όπου περιλαμβάνονται οικονομοτεχνική μελέτη και μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η μεταπτυχιακή διατριβή καταλήγει με την παρουσίαση των συμπερασμάτων και τα προσδοκώμενα αποτελέσματα της έρευνας.

Summary

Environmental protection and sustainable development of societies are two interrelated factors in the evolution of humanity. Due to climate changes are created dangerous phenomena for the survival of humans and the planet's species, so is imposed a change in energy policy, to energy forms that are renewable and contribute to sustainability and environmental protection

This master thesis wanting to contribute to the encouragement of a broad and effective use of Renewable Energy Sources (RES) in Greece, proposes the use of forest biomass in small forest, mountain settlements. Its purpose is to contribute to their energy independence from fossil fuels. Also encourages for energy production that does not burden the environment and creates small pockets of economic development of each region. Through the example of Elatochori, in Pieria Mountains, are given the opportunity for a study on the forest biomass and how this energy use can meet the energy needs of the region.

Originally are presented the findings of the literature research on the use of RES in local, European and international level. The investigation continues with the literature review of biomass, particular forest biomass, also to the Greek, European and international environment and ends in the recovery of biomass through district heating and combined heat and power.

In the technical part of the master thesis through the example of Elatochori it is made a comprehensive study on the use of wood biomass through district heating plant, including feasibility study and environmental impact study. The master thesis concludes with the presentation of the conclusions and the expected results of the literature research and of the technical part of the investigation.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όσους μου συμπαραστάθηκαν και βοήθησαν στην ολοκλήρωση της παρούσης μεταπτυχιακής διατριβής.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Γαρύφαλλο Αραμπατζή, επιβλέποντα της μεταπτυχιακής διατριβής, για την βοήθειά του στην ολοκλήρωσή της. Οι γνώσεις, οι συμβουλές και οι παροτρύνσεις του υπήρξαν καθοριστικές.

Ακολούθως θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου για την άμεση και έμπρακτη βοήθειά τους τον κ. Δημήτριο Χραπανά και την κ. Άννα Μπατσαρά από τη Διεύθυνση Δασών Πιερίας. Ο χρόνος που διέθεσαν για να με βοηθήσουν υπήρξε πολύτιμος για μένα. Τους ευχαριστώ θερμά.

Κλείνοντας θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου που πάντα ήταν δίπλα μου σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου. Ιδιαίτερα ευχαριστώ τον σύζυγό μου, Μιχάλη Παπαδόπουλο, για όλη του την βοήθεια. Τίποτα δεν θα γινόταν χωρίς την αμέριστη συμπαράστασή του, την παρότρυνση, τη λογική και την αισιοδοξία του. Τον ευχαριστώ μέσα από την καρδιά μου και του αφιερώνω την παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή.

Περιεχόμενα

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου	i
Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου	i
Περίληψη	iii
Summary	iv
Ευχαριστίες	v
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Σκοπός –Στόχοι Διατριβής.....	3
1.2 Αντικείμενο-Δομή	4
1.3 Μεθοδολογία	5
1.4 Αειφόρος Ανάπτυξη και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	6
1.4.1 Τι είναι Αειφορία.....	7
1.4.2 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	8
1.4.3 ΑΠΕ στην Ελλάδα	9
1.4.4 ΑΠΕ στην Ευρώπη	12
1.4.5 ΑΠΕ σε Παγκόσμιο Επίπεδο	15
1.4.6 Αναγκαιότητα Αειφόρου Ανάπτυξης με τη χρήση ΑΠΕ	18
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	20
2.1 Τι είναι Βιομάζα	20
2.2 Πηγές Βιομάζας.....	22
2.3 Ενεργειακή Αξιοποίηση Βιομάζας.....	22
2.3.1 Ενεργειακή Αξιοποίηση Βιομάζας στην Ελλάδα.....	25
2.3.2 Ενεργειακή Αξιοποίηση Βιομάζας στην Ευρώπη.....	28
2.3.3 Ενεργειακή Αξιοποίηση Βιομάζας σε Παγκόσμιο επίπεδο.....	30
2.4 Το Δάσος ως Βασική Πηγή Βιομάζας	33
2.5 Ξυλεία ως ΑΠΕ.....	37
2.5.1 Δασική Ξυλεία	37

2.5.2 Ανακτώμενη Ξυλεία	39
2.6 Μορφές Δασικής Βιομάζας	40
2.6.1 Καυσόξυλα	41
2.6.2 Πελλέτες	42
2.6.3 Θρυμματισμένο Ξύλο	43
2.7 Δυναμικό Βιομάζας	45
2.8 Υπολογισμός Ποσότητας Διαθέσιμης Βιομάζας	46
2.8.1 Μεθοδολογία	46
2.9 Η Ξυλεία ως Πηγή Ενέργειας	47
2.9.1 Ξυλεία ως πηγή ενέργειας στην Ελλάδα	48
2.9.2 Ξυλεία ως πηγή ενέργειας στην Ευρώπη	50
2.10 Στάδια ανάκτησης της Ξυλείας για Ενεργειακή Αξιοποίηση	53
2.10.1 Συγκομιδή	54
2.10.2 Μεταφορά	57
2.11 Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης της Βιομάζας	59
2.12 Θερμοχημικές Διεργασίες	60
2.12.1 Άμεση Καύση Βιομάζας	60
2.12.2 Πυρόλυση Βιομάζας	62
2.12.3 Αεριοποίηση Βιομάζας	64
2.13 Παραγωγή Θερμότητας και Ηλεκτρισμού από Βιομάζα –Σύστημα Συμπαραγωγής (ΣΗΘ)	65
2.14 Αρχές Λειτουργίας Μονάδας Αξιοποίησης Δασικής Βιομάζας – Απαιτήσεις μονάδας	69
3. ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ	71
3.1 Εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης	71
3.2 Τύποι Εγκαταστάσεων	74
3.3 Τμήματα Εγκαταστάσεων	75
3.4 Πλεονεκτήματα –μειονεκτήματα Τηλεθέρμανσης	78
4. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ –ΟΡΕΙΝΟΣ ΟΙΚΙΣΜΟΣ ΕΛΑΤΟΧΩΡΙΟΥ ΣΤΑ ΠΙΕΡΙΑ ΟΡΗ	80
4.1 Ελατοχώρι	80
4.1.1 Κοινωνικο-δημογραφικά χαρακτηριστικά	85

4.1.2 Οικονομικά Χαρακτηριστικά	86
4.1.3 Προστατευόμενες Περιοχές.....	87
4.1.4 Χρήσεις Γης.....	92
4.1.5 Συμβολή του δάσους στην οικονομία του οικισμού	101
4.2 Δυναμικό Βιομάζας της Περιοχής Μελέτης.....	102
5. ΟΙΚΟΜΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ	106
6. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ	126
7. ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	136
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	139
Α. ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	139
Β. ΠΙΝΑΚΕΣ	140
Γ. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ-ΣΧΗΜΑΤΑ.....	142
Δ. ΧΑΡΤΕΣ-ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ	143
Ε. ΕΙΚΟΝΕΣ	144
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	145

Κεφάλαιο 1

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Αειφόρος Ανάπτυξη των κοινωνιών και η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος αποτελούν για τις σύγχρονες κοινωνίες, αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες, καθοριστικούς στόχους για την διατήρηση και εξέλιξή τους. Προσπαθώντας οι χώρες να ανταποκριθούν στις ενεργειακές απαιτήσεις των κοινωνιών τους στράφηκαν προς τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), σε μία προσπάθεια απεξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και τα ζημιόγωνα για το περιβάλλον αποτελέσματά τους. Άλλωστε η Κλιματική Αλλαγή (ΚΑ) είναι ένα γεγονός σε εξέλιξη και η ανθρωπότητα καλείτε να βρει τρόπους να αντιμετωπίσει τις ενεργειακές και οικονομικές προκλήσεις με εφαρμογές που σέβονται και προστατεύουν το περιβάλλον.

Η οικονομική κρίση που έπληξε την παγκόσμια κοινότητα το 2008 έφερε στο προσκήνιο τα σοβαρά ενεργειακά προβλήματα των κοινωνιών, και ειδικότερα στην Ελλάδα ανέδειξε, πως ενεργειακά η χώρα παραμένει εγκλωβισμένη στη χρήση ορυκτών καυσίμων και εξαρτώμενη από την εισαγόμενη ενέργεια. Περαιτέρω η μεταβλητότητα των τιμών πετρελαίου, η πολιτική αστάθεια στις χώρες παραγωγής του, οι ανισορροπίες στο παγκόσμιο εμπόριο ενέργειας αλλά και οι περιβαλλοντικές ανησυχίες είναι παράγοντες που οδηγούν τις χώρες παγκοσμίως στην παραγωγή εγχώριας και πράσινης ενέργειας όπως είναι αυτή των ΑΠΕ (1). Η βιομάζα και ειδικότερα η δασική βιομάζα, ως μία ΑΠΕ που χρησιμοποιήθηκε ακόμη και από τις πρωτόγονες κοινωνίες (καύση ξύλων) μπορεί σήμερα να συμβάλει στην ενεργειακή αυτονομία και ανεξαρτησία των κρατών, που έχουν ως στόχο τη μείωση περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την αειφόρο οικονομική ανάπτυξη.

Καθώς οι ενεργειακές απαιτήσεις των χωρών όλο και θα πληθαίνουν, η δασική βιομάζα με τη βοήθεια των σύγχρονων τεχνολογιών καλείται να δώσει λύσεις που είναι βιώσιμες οικονομικά και οδηγούν σε ενεργειακή αυτονομία, ενώ ταυτόχρονα περιορίζουν την επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Βασικοί στόχοι που επιτυγχάνονται με την παραγωγή ενέργειας με τη χρήση δασικής βιομάζας είναι ότι

- θεωρείται πράσινη και φιλική προς το περιβάλλον ενέργεια
- η χρήση των δασών μπορεί να βοηθήσει στη βιώσιμη διαχείριση των εθνικών δασών
- μπορεί να βοηθήσει στην αύξηση των ευκαιριών εργασίας σε ορεινές απομακρυσμένες περιοχές
- να συνεισφέρει στην παραγωγή θερμότητας σε βόρειες περιοχές με υψηλό υψόμετρο.

Μέσα από το παράδειγμα του Ελατοχωρίου γίνεται εμπειριστατωμένη έρευνα για τη δασική βιομάζα και πως μπορεί να συμβάλει στην ενεργειακή κάλυψη των αναγκών για θέρμανση μικρών ορεινών οικισμών.

Λέξεις Κλειδιά: Αειφορία, ΑΠΕ, Βιομάζα, Ενεργειακή Αξιοποίηση βιομάζας, Δάσος, Ξυλεία, Δασική Βιομάζα, Τηλεθέρμανση, Ορεινός Οικισμός.

1.1 Σκοπός –Στόχοι Διατριβής

Έχοντας ως περιοχή μελέτης τον ορεινό οικισμό του Ελατοχωρίου, η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή μελετά τη δασική βιομάζα ως μία μορφή ΑΠΕ που μπορεί να συνεισφέρει στην ενεργειακή απεξάρτηση των ορεινών δασικών περιοχών από τα ορυκτά καύσιμα και στην ταυτόχρονη βιώσιμη ανάπτυξη των κοινωνιών τους. Τα επτά κεφάλαια που ακολουθούν έχουν ως στόχο να παρουσιάσουν μέσα από την βιβλιογραφική έρευνα τι ακριβώς είναι η βιομάζα και ειδικότερα πως η δασική βιομάζα αξιοποιείται ενεργειακά με τη χρήση της τηλεθέρμανσης. Μέσα από το παράδειγμα του Ελατοχωρίου μελετάται πως από τη θεωρία η δασική βιομάζα εφαρμόζεται στην πράξη και συνεισφέρει στην προστασία του περιβάλλοντος και στη βιώσιμη ανάπτυξη μιας περιοχής, όταν αυτή βασίζεται ενεργειακά στον πλούτο που της παρέχει το φυσικό περιβάλλον που την περιβάλλει.

Η επιλογή του θέματος της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διατριβής ήρθε ως μία πιθανή και βιώσιμη απάντηση στην αντιμετώπιση της ανεξέλεγκτης καύσης ξύλων και πελλετών, στην καλύτερη των περιπτώσεων, επακόλουθο της οικονομικής κρίσης που πλήττει την Ελλάδα. Καθώς τα φαινόμενα, της παράνομης υλοτομίας και των νεφών επικίνδυνων αέριων ρύπων, βρίσκονται σε έξαρση, υπάρχει ο κίνδυνος μίας εν δυνάμει, εάν όχι ήδη σε εξέλιξη, οικολογικής καταστροφής και μίας υποβάθμισης της ποιότητας ζωής των ανθρώπων. Ειδικότερα επιλέχθηκε ο ορεινός οικισμός του Ελατοχωρίου, καθώς βρίσκεται στα Πιέρια όρη και δίπλα στον εθνικό δρυμό του Ολύμπου, περιοχές που πράγματι πλήττονται από την παράνομη υλοτομία και τους αέριους ρύπους σύμφωνα με στοιχεία της Διεύθυνσης Δασών Πιερίας.

Στόχος της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διατριβής είναι α) να ερευνήσει βιβλιογραφικά και να παρουσιάσει τη βιομάζα και ειδικότερα τη δασική βιομάζα ως μορφή ΑΠΕ β) μέσα από το παράδειγμα του Ελατοχωρίου να προτείνει τη δασική βιομάζα ως πηγή θέρμανσης των μικρών ορεινών οικισμών γ) να παρουσιάσει μία οικονομοτεχνική μελέτη κατασκευής και βιωσιμότητας του έργου δ) μέσα από τις μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων να αναδείξει την δασική βιομάζα ως μία ΑΠΕ που συμβάλει στην διατήρηση και προστασία του φυσικού περιβάλλοντος.

Η ολοκλήρωση των ανωτέρω στόχων, έχει ως αποτέλεσμα την ανάδειξη της δασικής βιομάζας ως μία ΑΠΕ που μπορεί να δώσει λύσεις στις ενεργειακές ανάγκες ορεινών

περιοχών και στην προσπάθεια τους για βιώσιμη ανάπτυξη, με παράλληλη ευαισθητοποίηση των τοπικών κοινωνιών στην προστασία και διατήρηση του περιβάλλοντος. Η περίπτωση μελέτης του Ελατοχωρίου δείχνει πως οικισμοί με παρόμοια χαρακτηριστικά μπορούν να ενταχθούν σε αντίστοιχες αναπτυξιακές δράσεις, προσαρμοσμένες στις ενεργειακές απαιτήσεις της κάθε περιοχής και στο δυναμικό της βιομάζας που είναι κατά περίπτωση διαθέσιμο.

1.2 Αντικείμενο-Δομή

Η δομή της μεταπτυχιακής διατριβής ξεκινά με το 1^ο κεφάλαιο, που είναι εισαγωγικό και αναδεικνύει πως οι ΑΠΕ συμβάλουν στην αειφόρο ανάπτυξη. Ειδικότερα γίνεται παρουσίαση των ορισμών της αειφορίας και των ΑΠΕ ενώ παρουσιάζεται και το ισχύων καθεστώς σε ελληνικό, ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο. Στη συνέχεια στα κεφάλαια 2 και 3 γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων της βιβλιογραφικής ανασκόπησης για τη βιομάζα και ειδικότερα για την δασική βιομάζα. Στο 2^ο κεφάλαιο απαντώνται τα ερωτήματα τι είναι βιομάζα πως αξιοποιείται ενεργειακά στην Ελλάδα, στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) και στον υπόλοιπο κόσμο. Επίσης παρουσιάζονται τα ευρήματα της βιβλιογραφικής έρευνας για το δάσος ως βασική πηγή βιομάζας, η δασική βιομάζα και οι μορφές της. Συγκεκριμένα παρουσιάζεται η ξυλεία ως πηγή βιομάζας σε ευρωπαϊκό και ελληνικό επίπεδο, τα στάδια, οι τεχνολογίες και οι θερμοχημικές διεργασίες ενεργειακής αξιοποίησης της ξυλείας, η παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού από βιομάζα και οι αρχές και απαιτήσεις μίας μονάδας αξιοποίησης βιομάζας.

Στη συνέχεια στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής έρευνας για την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας το πως λειτουργεί η τηλεθέρμανση με βιομάζα. Στο 3^ο κεφάλαιο αναφέρονται τα αποτελέσματα της έρευνας για την τηλεθέρμανση, τι εγκαταστάσεις απαιτούνται, οι τύποι και τα τμήματά τους καθώς και τα μειονεκτήματα και πλεονεκτήματά της.

Προχωρώντας η μεταπτυχιακή διατριβή απαρτίζεται από τα κεφάλαια 4, 5 και 6 όπου γίνεται μία ολοκληρωμένη μελέτη για την εφαρμογή της τηλεθέρμανσης του οικισμού του Ελατοχωρίου μέσω της χρήσης της δασικής βιομάζας. Συγκεκριμένα στο 4 κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης, όπως γεωγραφικά, κοινωνικά, οικονομικά, προστατευόμενες περιοχές, χρήσεις γης και οι

ανάγκες θέρμανσης. Στο 5^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται μία ολοκληρωμένη οικονομοτεχνική μελέτη μονάδας παραγωγής ηλεκτρισμού για την τηλεθέρμανση του οικισμού και στο κεφάλαιο 6 μία μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Η μεταπτυχιακή διατριβή ολοκληρώνεται με το κεφάλαιο 7, όπου παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας, βιβλιογραφικής, και μελετητικής, και την αξιολόγησή τους. Συμπερασματικά η έρευνα καταλήγει πως η εφαρμογή της συγκεκριμένης μελέτης μπορεί κατά περίπτωση να εφαρμοστεί και σε άλλους ορεινούς οικισμούς, με προσαρμογή των δεδομένων στις ανάγκες της κάθε περιοχής.

1.3 Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διατριβής ήταν αρχικά η βιβλιογραφική έρευνα, κυρίως μέσω της αναζήτησης επιστημονικών άρθρων, που αφορούσαν στην αειφορία, τη βιομάζα, τη δασική βιομάζα, την τηλεθέρμανση. Στην συνέχεια έγινε έρευνα για τη νομοθεσία που καλύπτουν τις ΑΠΕ και τη βιομάζα στην Ελλάδα και στην ΕΕ, και αναζητήθηκαν μελέτες πανεπιστημίων, υπουργείων (Υ.ΠΕ.Κ.Α, Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε) ευρωπαϊκών και διεθνή οργανισμών για την ενεργειακή αξιοποίηση της δασικής βιομάζας. Στη συνέχεια με βάση τα στοιχεία από τη Διεύθυνση Δασών Πιερίας και τη δημοτική ενότητα Πιερίων του Δήμου Κατερίνης συντάχθηκε η οικονομοτεχνική μελέτη και η μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Στο πρώτο στάδιο της εργασίας γίνεται καταγραφή της σύγχρονης βιβλιογραφίας για το τι συνιστά τις ΑΠΕ, και πιο το νομικό πλαίσιο που τις καλύπτει σε ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο. Εξετάζετε επίσης η σχέση των ΑΠΕ με τις απαιτήσεις των κοινωνιών για βιώσιμη ανάπτυξη.

Σε δεύτερο στάδιο ερευνήθηκε η βιομάζα, η ενεργειακή της αξιοποίηση και τα είδη αυτής. Η δασική βιομάζα και οι τεχνολογίες επεξεργασίας της για την παραγωγή θερμότητας, ηλεκτρισμού και βιοκαυσίμων. Ειδικότερα για την ξυλεία, την κύρια πηγή δασικής βιομάζας διερευνήθηκε η ενεργειακή της αξιοποίηση, μέσω θερμοχημικών διαδικασιών και η συνεισφορά της στην παραγωγή ενέργειας στην Ελλάδα και ΕΕ.

Το τρίτο στάδιο ολοκληρώνει ουσιαστικά το θεωρητικό τμήμα της μεταπτυχιακής διατριβής, με την παρουσίαση της τηλεθέρμανσης, τους τύπους και τα τμήματα

εγκαταστάσεων που είναι σήμερα ευρέως διαδεδομένα και τη λειτουργία τους. Ακολουθεί μία καταγραφή των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων της τηλεθέρμανσης.

Στο τέταρτο στάδιο μέσω των στοιχείων για την περιοχή μελέτη που συνελέγησαν από τις κατά τόπου αρχές (Διεύθυνση Δασών Πιερίας, Δήμος Κατερίνης, Περιφέρεια) γνωρίσαμε την περιοχή μελέτης και συντάχθηκε η οικονομοτεχνική μελέτη μονάδας τηλεθέρμανσης με την αξιοποίηση της δασικής βιομάζας.

Ακολούθως έγινε μία μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων, με σκοπό να καταδείξει τις άμεσες ή έμμεσες επιβαρύνσεις στο περιβάλλον από την μονάδα παραγωγής τηλεθέρμανσης.

1.4 Αειφόρος Ανάπτυξη και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Διανύοντας ήδη τα μέσα της δεύτερης δεκαετίας του 21^{ου} αιώνα είναι σαφές, πως η οικονομική ανάπτυξη των κοινωνιών έχει επιφέρει μεγάλο πλήγμα στο φυσικό περιβάλλον. Παγκόσμια συνέδρια, επιστημονικές μελέτες και πολιτικές πρωτοβουλίες κρούουν τον κώδωνα του κινδύνου για την κλιματική αλλαγή που συντελείται. Η Αειφόρος Ανάπτυξη (ΑΑ) πολλές φορές ακούγεται ως πανάκια στην αντιμετώπιση των ενεργειακών προκλήσεων που καλούνται οι κοινωνίες να ξεπεράσουν. Μελέτες βιωσιμότητας και ΑΑ κατακλύζουν την οικονομική πραγματικότητα από την πιο μικρή μέχρι την πιο μεγάλη επιχείρηση και αντίστοιχα προσπαθούν να καθοδηγήσουν τα οικονομικά επιτελεία των αναπτυσσόμενων και αναπτυσσόμενων χωρών.

Η αειφορία δεν έρχεται μόνο να καλύψει πλέον τις οικονομικές απαιτήσεις των χωρών αλλά να προστατέψει και να διατηρήσει το φυσικό περιβάλλον. Ο ρόλος της είναι διττός, από τη μία ανάπτυξη και ευημερία των κοινωνιών και από την άλλη ισχυρές δομές προστασίας της φύσης. Στο σύγχρονο ανταγωνιστικό περιβάλλον της παγκοσμιοποιημένης οικονομίας οι ΑΠΕ έρχονται να συμβάλλουν στην ενεργειακή απεξάρτηση από τα ρυπογόνα ορυκτά καύσιμα και να συνδράμουν στον ταυτόχρονο αγώνα που δίνει η ανθρωπότητα τόσο για την εξέλιξη και συνέχισή της όσο και στη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος μέσα στο οποίο αναπτύσσεται.

1.4.1 Τι είναι Αειφορία

Η έννοια της αειφορίας, έχει απασχολήσει την επιστημονική κοινότητα, κυρίως των περιβαλλοντικών επιστημών, από πολύ παλιά. Μία πρώτη δυναμική αναφορά έγινε το 1980, όταν η Διεθνής Ένωση για τη Διατήρηση της Φύσης και των Φυσικών Πόρων (IUCN) παρουσίασε την Παγκόσμια Στρατηγική Διατήρησης (WCS), με γενικό στόχο την επίτευξη της Βιώσιμης Ανάπτυξης (BA) μέσω της διατήρησης των βιολογικών πόρων. Με αυτή την παραδοχή, ότι η ΑΑ είναι ο βασικός στόχος της κοινωνίας, έγινε μία μεγάλη συμβολή προς τη συμφιλίωση των συμφερόντων της ανάπτυξης των κοινωνιών με εκείνων του περιβαλλοντικού κινήματος (Lele 1999). Όμως τι είναι αειφορία; Η απάντηση που δίνεται από την επιστημονική κοινότητα είναι πως δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός ορισμός για το τι πραγματικά την προσδιορίζει (Σιάρδος 2004, Baumgartner 2011).

Καθώς οι επιστήμονες κλήθηκαν να απαντήσουν τι θα πρέπει να είναι βιώσιμο και πως μπορούμε να το συντηρήσουμε, οδηγήθηκαν σε μία σειρά απαντήσεων, που με τη σειρά τους οδήγησαν σε ορισμούς της αειφορίας. Ο R.Gilman σημειώνει πως «η λέξη βιωσιμότητα αναφέρεται στην ικανότητα της κοινωνίας, του οικοσυστήματος ή κάθε άλλου ενεργού συστήματος να συνεχίσει να λειτουργεί απεριόριστα στο μέλλον χωρίς να υποχρεώνεται σε παρακμή από εξάντληση των βασικών πόρων» (Σιάρδος, 2004). Ενώ κατά τον Norton «αειφορία είναι η σχέση μεταξύ των δυναμικών ανθρώπινων οικονομικών συστημάτων και των μεγαλύτερων σε διάσταση δυναμικών και υποκειμένων σε μικρότερες αλλαγές οικολογικών συστημάτων, έτσι που η ανθρώπινη ζωή να μπορεί να συνεχίζεται επ' αόριστο, τα ανθρώπινα όντα να ευημερούν και η κοινωνία να αναπτύσσεται» (Καρβούνης 2003).

Το 1987 καταγράφεται από τον Gro Harlem Brundtland, πρώην πρωθυπουργό της Νορβηγίας, ο πρώτος ορισμός της αειφόρου ανάπτυξης: «Η βιώσιμη ανάπτυξη καλύπτει τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να διακυβεύει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να καλύπτουν τις δικές τους ανάγκες». Ακολούθησαν έκτοτε ορισμοί, μοντέλα, συστήματα, πλαίσια αλλά και πολλές πρωτοβουλίες για την αειφόρο ανάπτυξη. Θεωρώντας πως η αειφόρος ανάπτυξη είναι ένα δυναμικό σύστημα ανάπτυξης το οποίο αποτελείται από κανονιστικές και πρακτικές πτυχές δεν θα μπορούσε παρά να στηρίζεται σε πρακτικές καθαρά επιστημονικές. Στόχος όλων των συστημάτων και

επιστημονικών μελετών ήταν και είναι η βιωσιμότητα των κοινωνιών μας (Baumgartner 2011).

Οι επιστήμονες κατέληξαν πως τρεις είναι οι κυριότερες και θεμελιώδεις διαστάσεις της αειφορίας, οι οποίες την αποτελούν, η περιβαλλοντική, η οικονομική και η κοινωνική. Οι τρεις αυτοί παράγοντες είναι αδιαχώριστοι μεταξύ τους, αλληλοεξαρτώνται και μαζί συνιστούν την αειφορία (Σιάρδος 2004, Μπριασούλη 1997)

Για να μπορέσει η αειφόρος ανάπτυξη να εξυπηρετήσει τον αντικειμενικό σκοπό της βιωσιμότητας των κοινωνιών, διατυπώθηκαν μεταξύ άλλων τέσσερις βασικές αρχές, που τη συνιστούν και θέτουν τις βάσεις για την επιστημονική τεκμηρίωση των αποτελεσμάτων της: α) Μελλοντικότητα, β) Ισότητα, γ) Δημόσια συμμετοχή και δ) Προστασία περιβάλλοντος. Η πρώτη, επονομαζόμενη και διαγενεακή ισότητα (ισότητα μεταξύ των γενεών), θεωρεί πως ένα ελάχιστο φυσικό κεφάλαιο πρέπει να διατηρηθεί ώστε να διασφαλιστούν οι ανάγκες και στόχοι των γενεών του μέλλοντος. Η δεύτερη αρχή, υποστηρίζει την ισότητα μεταξύ των σύγχρονων γενεών (ενδογενεακή ισότητα), στην πρόσβαση στο περιβαλλοντικό κεφάλαιο και στην ισότητα μεταξύ τους στο μοίρασμα του κόστους που έχει να κάνει με τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Στη δημόσια συμμετοχή οι πολίτες θα πρέπει να έχουν λόγο και συμμετοχή στις αποφάσεις που επηρεάζουν τη ζωή τους και την αειφόρο ανάπτυξη. Η προστασία του περιβάλλοντος θεωρεί το ευρύτερο οικοσύστημα ως έναν πόρο, ο οποίος αξίζει να διατηρηθεί στο ακέραιο. Το περιβάλλον ως φυσικός πόρος πρέπει να διατηρηθεί όχι μόνο για τα οφέλη που προσδίδει στους ανθρώπους αλλά επειδή έχει μια ουσιαστική αξία, που την καθιστά θεμελιώδη, που υπερβαίνει τα όρια χρήσης των φυσικών πόρων (Μπριασούλη 1997).

1.4.2 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Οι ΑΠΕ αποτελούν ήπιες μορφές ενέργειας που εκμεταλλεζόμενες φυσικές διεργασίες παρέχουν ενεργειακή κάλυψη φιλική προς το περιβάλλον. Ο ήλιος, ο αέρας, το δάσος, το υπέδαφος, η θάλασσα και οι ποταμοί είναι πηγές ήπιας ενεργειακής αξιοποίησης (Lele 1999, REN21, Σιάρδος 2004). Οι ΑΠΕ στηριζόμενες σε φυσικές διεργασίες δίνουν τη δυνατότητα στις χώρες να αναπτυχθούν βιώσιμα, πετυχαίνοντας επίσης του στόχους για μείωση του ρυθμού αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη, στην οποία

δεσμεύτηκαν στην παγκόσμια συνδιάσκεψη για το κλίμα, στο Παρίσι, τον περασμένο μόλις Δεκέμβριο. Η παραγόμενη ενέργεια των ΑΠΕ οι οποίες ακολουθούν,

- ✚ Ηλιακή Ενέργεια
- ✚ Αιολική Ενέργεια
- ✚ Βιομάζα
- ✚ Γεωθερμία
- ✚ Υδροηλεκτρική Ενέργεια και
- ✚ Ωκεάνια Ενέργεια,

χρησιμοποιείται κυρίως για θέρμανση και ζεστό νερό, για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, για αγροτική ενέργεια και παραγωγή καυσίμων. Καθώς οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα είναι πολύ μικρότερες και διαχειρίσιμες. Τόσο ευρωπαϊκά όσο και παγκόσμια οι χώρες έθεσαν ως προτεραιότητα την ενεργειακή τους απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και την ευρύτερη παραγωγή ενέργειας με ΑΠΕ (Pacesila 2016, Nishiguchi et al 2016)

1.4.3 ΑΠΕ στην Ελλάδα

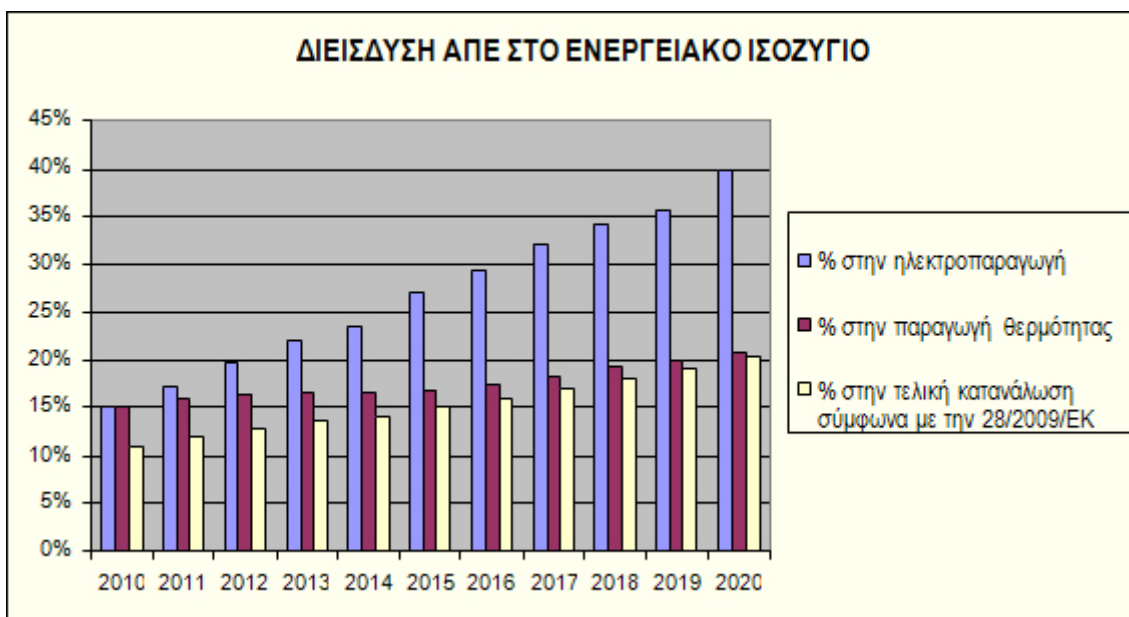
Η ελληνική νομοθεσία για τις ΑΠΕ ακολουθεί τις ευρωπαϊκές οδηγίες και δεσμεύσεις. Υπεύθυνο για την εφαρμογή νόμων και διατάξεων είναι το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, με τη συνδρομή της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ), συνεπικουρούμενο πάντα από το Κοινοτικό Νομικό Πλαίσιο για τις ΑΠΕ και την Εξοικονόμηση (ΚΑΠΕ). Για την Ελλάδα όπως και για τα υπόλοιπα μέλη-κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, μέχρι το 2020, προβλέπεται η οδηγία 2009/28/ΕΚ για την επίτευξη των στόχων 20-20-20, της δέσμης για το κλίμα και την ενέργεια (Azam et al 2016).

Επίσης στο νόμο 3851/2010, για την επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα, υπό την αιγίδα του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (Υ.Π.Ε.Κ.Α.) ενσωματώνεται η οδηγία 2009/28 / ΕΚ στην εθνική νομοθεσία, θέτοντας τους ακόλουθους εθνικούς στόχους μέχρι το 2020:

- 40% διείσδυση των ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας,
- 20% το μερίδιο των ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση/ψύξη και

- 10% το μερίδιο των ΑΠΕ στον τομέα των μεταφορών (Διάγραμμα 1).

Περιλαμβάνει ακόμη θέματα, που αφορούν την απλοποίηση των διαδικασιών αδειοδότησης για τις μονάδες ΑΠΕ και δημιουργία ενός οργανισμού ΑΠΕ του Υπουργείου Περιβάλλοντος & Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής για να συμβουλευούν τους επενδυτές ΑΠΕ (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 2010). Επιπλέον, με αυτόν τον νόμο η Υπουργική Απόφαση για τη σωματική σχεδιασμό και την κατανομή των ΑΠΕ έχει εκδοθεί (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 2008).



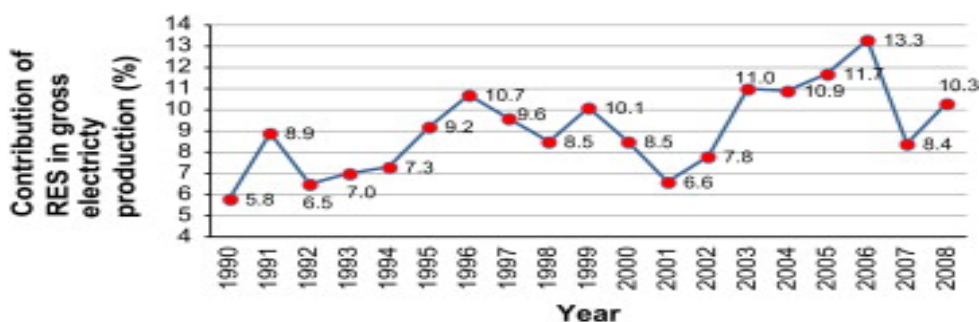
Διάγραμμα 1. 2010: Με το Νόμο 3851, ορίζονται Εθνικοί Δεσμευτικοί Στόχοι για τη συμμετοχή των ΑΠΕ στην καταναλισκόμενη ενέργεια. (Πηγή: Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας)

Παρόλο όμως, που η Ελλάδα είναι μία χώρα με ιδανικές κλιματικές και τοπογραφικές συνθήκες δεν έχει την προσδοκώμενη ανάπτυξη των ΑΠΕ. Σαφώς υπήρξε ανάπτυξη των ΑΠΕ όμως θα μπορούσε σε μικρές νησιωτικές περιοχές να υπάρχει πλήρης ενεργειακή ανεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα με χρήση ηλιακής και αιολικής ενέργειας. Μεταξύ 1990 με 2008 υπήρξε αύξηση της ηλιακής ενέργειας 47% ενώ η συνολική προσφορά των ΑΠΕ ήταν στο 5,6% της συνολικής ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης και στο 17,7% της εγχώριας παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας. Και ενώ αρχές του '90 η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από ΑΠΕ ήταν περίπου 1,2 Mtoe, το 2008, έφτασε περίπου 1,6 Mtoe (μεγατόνους ισοδύναμου πετρελαίου). Η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ στη Ελλάδα κατά το 2008 ήταν

- 865 ktoe από χρήση βιομάζας στα νοικοκυριά και τις βιομηχανίες (53,0%),

- 285 Mtoe (17,4%) προήλθε από υδροηλεκτρικές μονάδες,
- 193 ktoe (11,8%) από την αιολική ενέργεια,
- 174 ktoe (10,6%) από ηλιακά θερμικά συστήματα ισχύος
- 63 ktoe (3,9%) από βιοκαύσιμα,
- 35 ktoe (2,2%) από βιοαέριο και
- 17 ktoe (1,1%) από τις εγκαταστάσεις γεωθερμικής ενέργειας

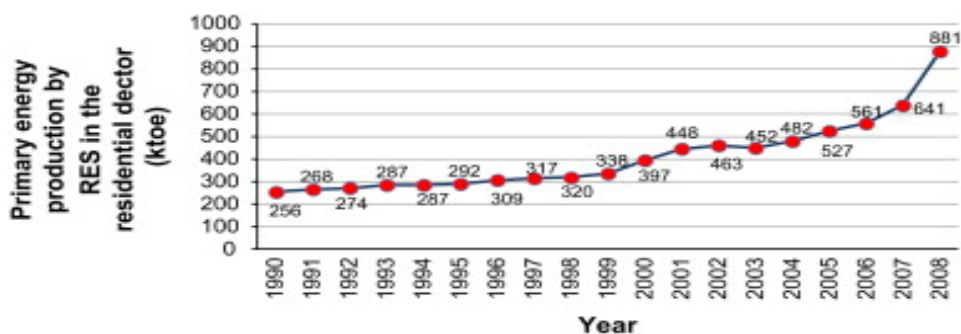
Στο Διάγραμμα 2 παρουσιάζεται η συνεισφορά των ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.



Διάγραμμα 2. Συνεισφορά ΑΠΕ στην Ακαθάριστη Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας.
(Πηγή: Eurostat)

Το αιολικό δυναμικό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα είναι τεράστιο και έχει σημαντικό αντίκτυπο στην αειφόρο ανάπτυξη, στην εξοικονόμηση ενέργειας, στην προστασία του περιβάλλοντος και στα ζητήματα της κλιματικής αλλαγής. Ιδιαίτερα στα νησιά του Αιγαίου η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αιολική είναι σαφώς ευνοημένη, με μέση ταχύτητα ανέμου 62-88 km/h. Επίσης η βιομάζα παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στην παραγωγή ενέργειας που συμβάλλουν στη θέρμανση, ψύξη και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Μια πρόσφατη έκθεση δείχνει ότι περίπου 450.000 toe καυσόξυλων χρησιμοποιείται για θέρμανση καλύπτοντας μέχρι και το 2% των συνολικών ενεργειακών αναγκών της χώρας. Η αύξηση της χρήσης της βιομάζας είναι η βασική κινητήρια δύναμη για την ανάπτυξη του 144% σε ΑΠΕ στην Ελλάδα κατά την περίοδο 1990-2008. Η διαθέσιμη πηγή βιομάζας από γεωργικά και δασικά υπολείμματα ετησίως στην Ελλάδα ισοδυναμεί με το 30-40% της συνολικής κατανάλωσης πετρελαίου στη χώρα. Παρ' όλα αυτά, σήμερα στην Ελλάδα, μόνο το 3% των συνολικών ενεργειακών αναγκών καλύπτεται από τη βιομάζα που χρησιμοποιείται κυρίως για οικιακούς σκοπούς θέρμανσης. Η συνολική διαθέσιμη βιομάζα στην Ελλάδα

υπολογίζεται σε 7,5 Mt από καλλιέργειες και 2,7 Mt από δασικά υπολείμματα. Το Διάγραμμα 3 απεικονίζει την παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από ΑΠΕ σε εγχώρια κλίμακα, κατά την περίοδο 1990-2008 εκτός της βιομάζας και των ενεργειακών πόρων υδροηλεκτρικής ενέργειας (ΚΑΠΕ).



Διάγραμμα 3. (Πηγή: Eurostat. Primary energy production (ktoe) by renewable energy resources (RES) in the residential sector (excluding large hydro and biomass)

Η ηλιοφάνεια στην Ελλάδα αποτελεί μία εξαιρετική πηγή ηλιακής ενέργειας. Η μέση ετήσια ηλιακή ακτινοβολία υπολογίζεται σε 7,5 ώρες/ημέρα, ενώ σε περιοχές όπως το νότιο Αιγαίο, οι ώρες ηλιοφάνειας είναι 3100/έτος ή 8,5 ώρες/ημέρα. Υψηλή ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θέρμανσης και ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα. Περισσότερο από 50.000 ηλιακά συστήματα παραγωγής ζεστού νερού (Η/Θ) εγκαθίστανται κάθε χρόνο στα νοικοκυριά με το συνολικό αριθμό να φτάνει περίπου στο 1 εκατομμύριο(ΚΑΠΕ).

1.4.4 ΑΠΕ στην Ευρώπη

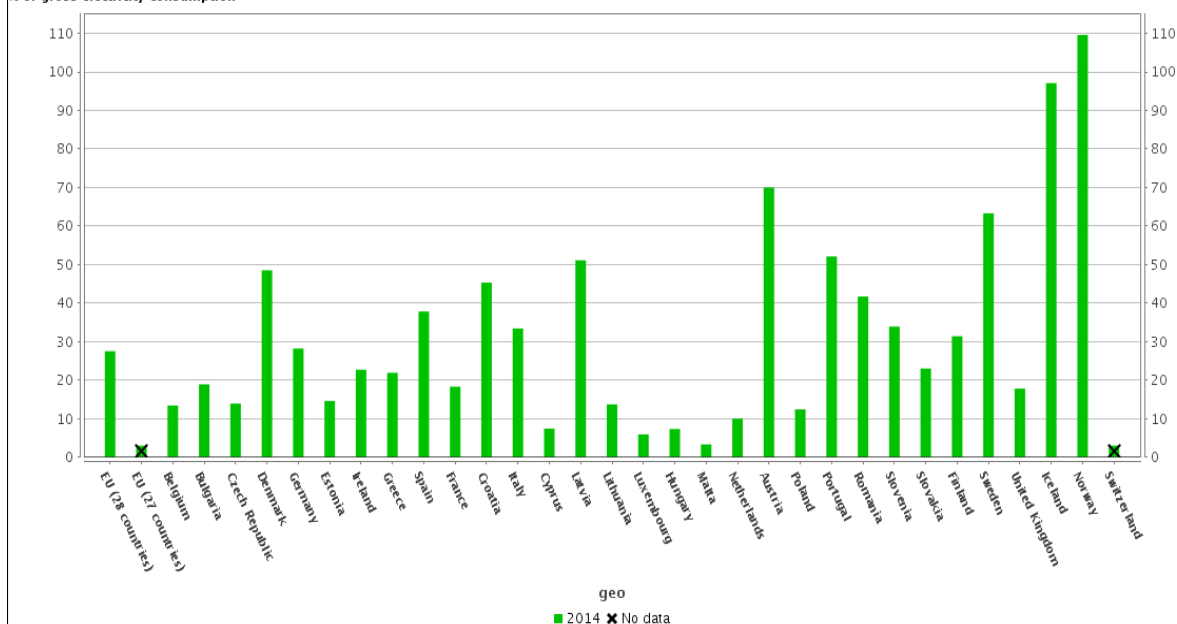
Το ενδιαφέρον της παγκόσμιας κοινότητας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) για το μέλλον είναι η βιώσιμη ανάπτυξη των κοινωνιών και η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος. Οι στόχοι της ΕΕ 20-20-20 (οδηγία 2009/28/ΕΚ) γνωστοί ως «δέσμη για το κλίμα και την ενέργεια», τέθηκαν σε εφαρμογή με σκοπό την αειφόρο ανάπτυξη των κρατών –μελών της ένωσης και είναι οι ακόλουθοι:

- α) 20% μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 σύμφωνα με την Οδηγία 2009/29/ΕΚ
- β) 20% διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σύμφωνα με την Οδηγία 2009/28/ΕΚ και
- γ) 20% εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας.

Η εξοικονόμηση ενέργειας και η παραγωγή της με τους λιγότερο δυνατούς ρύπους στοχεύουν στην καταπολέμηση της αλλαγής του κλίματος και στην αύξηση της ενεργειακής ασφάλειας στην ΕΕ (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής). Το 2010, η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ στην ΕΕ-27 ήταν περίπου 166 Mtoe, περίπου το 20,1% της συνολικής παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας. Ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης της παραγωγής ΑΕ μεταξύ 2000 και 2010 ήταν 5,6%. Ο μεγαλύτερος παραγωγός ενέργειας από ΑΠΕ στην ΕΕ το 2010 ήταν η Γερμανία με μερίδιο 19,6% του συνόλου και ακολουθούν η Γαλλία (12,5%) και η Σουηδία (10,4%).

Από την άποψη της ακαθάριστης κατανάλωσης ενέργειας, οι ΑΠΕ αντιστοιχούσαν 8,7% του συνόλου στην ΕΕ-27 το 2010. Μεταξύ των κρατών μελών, η Σουηδία παρουσίασε το υψηλότερο ποσοστό (47,9%) των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας το 2010 ακολουθούμενη από τη Λετονία (34,5%), η Αυστρία (25,6%) και στην Πορτογαλία (19,7%). Στην ΕΕ-27, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ αντιπροσώπευαν σχεδόν το ένα πέμπτο της ακαθάριστης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Αυστρία (61,4%), Σουηδία (54,5%) και Πορτογαλία (50,0%) είναι οι κορυφαίες χώρες όσον αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Η αύξηση στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ οφείλεται κυρίως στην ταχεία επέκταση των ανεμογεννητριών και της βιομάζας, ενώ η υδροηλεκτρική ενέργεια παραμένει η κυριότερη πηγή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ΕΕ-27 το 2010 (Ded Mondol 2013) Το Διάγραμμα 4 απεικονίζει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ-27 από ΑΠΕ για το 2014.

Electricity generated from renewable sources
% of gross electricity consumption



Διάγραμμα 4. Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ στις (Πηγή: Eurostat.)

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται η πρόοδος των κρατών μελών για την επίτευξη των στόχων για το 2020 όσον αφορά τις ΑΠΕ, όπως αυτή παρουσιάστηκε στην έκθεση προόδου της ΕΕ στον τομέα των ΑΠΕ.

Πίνακας 1. Παρουσίαση της προόδου των κρατών μελών όσον αφορά την επίτευξη των στόχων για το 2020 στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (%) Πηγή: Στοιχεία της Eurostat για τα έτη 2012, 2013

Παρουσίαση της προόδου των κρατών μελών όσον αφορά την επίτευξη των στόχων για το 2020 στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (%)						
ΧΩΡΑ	Μερίδιο ΑΠΕ 2012	Μερίδιο ΑΠΕ 2011/2012 (μέσος όρος)	Πορεία των ΑΠΕ 2011/2012	Μερίδιο ΑΠΕ 2013	Μερίδιο ΑΠΕ 2013/2014	Στόχος ΑΠΕ 2020
Βέλγιο	7,4	6,8	4,4	7,9	5,4	13,0
Βουλγαρία	16,0	15,1	10,7	19,0	11,4	16,0
Τσεχική Δημοκρατία	11,4	10,5	7,5	12,4	8,2	13,0
Δανία	25,6	24,5	19,6	27,2	20,9	30,0
Γερμανία	12,1	11,7	8,2	12,4	9,5	18,0
Εσθονία	25,8	25,7	19,4	25,6	20,1	25,0

Ιρλανδία	7,3	7,0	5,7	7,8	7,0	16,0
Ελλάδα	13,4	12,1	9,1	15,0	10,2	18,0
Ισπανία	14,3	13,8	11,0	15,4	12,1	20,0
Γαλλία	13,6	12,4	12,8	14,2	14,1	23,0
Κροατία	16,8	16,1	14,1	18,0	14,8	20,0
Ιταλία	15,4	13,8	7,6	16,7	8,7	17,0
Κύπρος	6,8	6,4	4,9	8,1	5,9	13,0
Λετονία	35,8	34,7	34,1	37,1	34,8	40,0
Λιθουανία	21,7	21,0	16,6	23,0	17,4	23,0
Λουξεμβούργο	3,1	3,0	3,6	3,6	3,9	11,0
Ουγγαρία	9,5	9,3	6,0	9,8	6,9	13,0
Μάλτα	2,7	2,0	2,0	3,8	3,0	10,0
Κάτω Χώρες	4,5	4,4	4,7	4,5	5,9	14,0
Αυστρία	32,1	31,5	25,4	32,6	26,5	34,0
Πολωνία	10,9	10,6	8,8	11,3	9,5	15,0
Πορτογαλία	25,0	24,8	22,6	25,7	23,7	31,0
Ρουμανία	22,8	22,1	19,0	23,9	19,7	24,0
Σλοβενία	20,2	19,8	17,8	21,5	18,7	25,0
Σλοβακία	10,4	10,3	8,2	9,8	8,9	14,0
Φινλανδία	34,5	33,7	30,4	36,8	31,4	38,0
Σουηδία	51,1	50,0	41,6	52,1	42,6	49,0
Ηνωμένο Βασίλειο	4,2	4,0	4,0	5,1	5,4	15,0
Ευρωπαϊκή Ένωση	14,3	13,6	ά.α.	15,0	ά.α.	20,0

Εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, οι ΑΠΕ αντιπροσωπεύουν την πλειοψηφία (78%) των νέων εγκαταστάσεων παραγωγής για το έβδομο χρονιά. Η Γερμανία αύξησε το μερίδιο της μη-υδροηλεκτρικής ανανεώσιμης ενέργειας από 10,5% το 2010, σε 24% έως 2014, λαμβάνοντας υπόψη ότι η Σκωτία παρέχονται κοντά στο μισό της ηλεκτρικής της ενέργειας από ΑΠΕ (REN21 2015).

1.4.5 ΑΠΕ σε Παγκόσμιο Επίπεδο

Στο παγκόσμιο ενεργειακό γίγνεσθαι οι επενδύσεις σε ΑΠΕ, συνδράμουν δυναμικά στην προσπάθεια των χωρών για ενεργειακή απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην ΒΑ που στοχεύει στην αύξηση της απασχόλησης με

ταυτόχρονη διατήρηση και προστασία του περιβάλλοντος Hoogwijk et al 2003). Σήμερα, ΑΠΕ παρέχουν το 14% της συνολικής παγκόσμιας ζήτησης ενέργειας και το μερίδιο των ΑΠΕ αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά (30-90%) το 2010.

Σύμφωνα με την έκθεση του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (ΔΟΕ) του 2011, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές σε όλο τον κόσμο το 1990 ήταν 19,5% και αυξήθηκε κατά μέσο όρο κατά 2,7% ετησίως, ενώ η συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αυξήθηκε κατά 3% σε ετήσια βάση, και το 2008, το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ήταν 18,5%. Η μείωση αυτή είναι κυρίως αποτέλεσμα της αργής ανάπτυξης της κύριας πηγής ανανεώσιμης ενέργειας, της υδροηλεκτρικής ενέργειας, στις χώρες του ΟΟΣΑ (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης) (Gerssen –Gondelach et al 2014).

Το 2010, η συμβολή των ΑΠΕ στη συνολική παραγωγή ενέργειας εκτιμάται ότι είναι

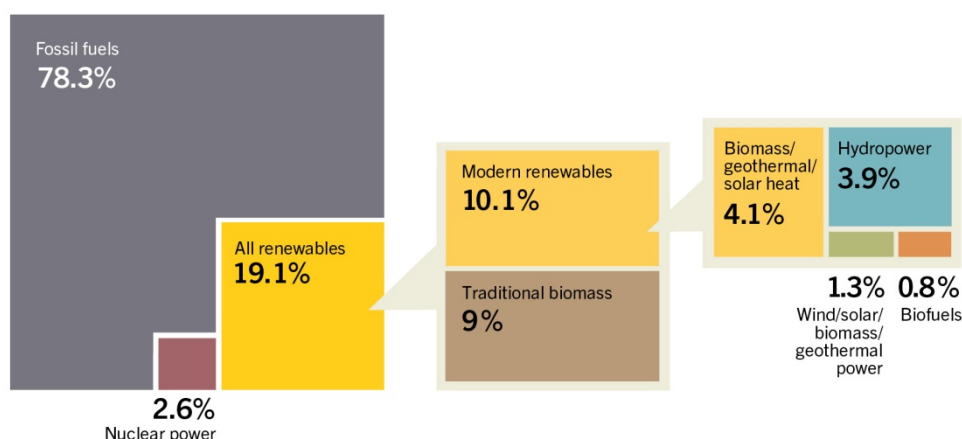
- 16,6% υδροηλεκτρική,
- 2,56% από τον άνεμο,
- 1,95% τη βιομάζα,
- 0,67% γεωθερμική,
- 0,13% την ηλιακή και
- 0,01% θαλάσσια ενέργεια. (Manzano-Agugliaro et al 2013)

Οι ΑΠΕ συνέχισαν να αυξάνονται το 2014 κατά το σκηνικό της αύξησης της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας, ιδίως στις αναπτυσσόμενες χώρες, και μια δραματική πτώση των τιμών του πετρελαίου κατά το δεύτερο εξάμηνο του έτους. Παρά την αύξηση της χρήσης της ενέργειας, για πρώτη φορά σε τέσσερις δεκαετίες, οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που σχετίζονται με την κατανάλωση ενέργειας παρέμεινε σταθερή το 2014 ενώ η παγκόσμια οικονομία αναπτύχθηκε. Αυτή η σταθεροποίηση αποδίδεται στην αυξημένη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Η ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας προβλέπεται να είναι κατ' εκτίμηση στο 19,1% της παγκόσμιας τελικής κατανάλωσης ενέργειας το 2013, και να έχει αύξηση της δυναμικότητας και να συνεχίσει να επεκτείνεται το 2014. Η ικανότητα θέρμανσης αυξήθηκε με σταθερό ρυθμό, και στην παραγωγή βιοκαυσίμων, για τις μεταφορές, αυξήθηκαν για δεύτερη συνεχή χρονιά,

μετά από μια επιβράδυνση την περίοδο 2011-2012. Η πιο γρήγορη ανάπτυξη, και η μεγαλύτερη αύξηση της παραγωγικής ικανότητας, σημειώθηκε στον τομέα της ενέργειας, με επικεφαλής τον αιολική, ηλιακή και υδροηλεκτρικής ενέργειας (REN21 2015).

Μέχρι το 2013, το πιο πρόσφατο έτος για το οποίο υπάρχουν στοιχεία, η διαθέσιμη ενέργεια από ΑΠΕ ήταν στο 19,1% της παγκόσμιας κατανάλωση ενέργειας. Από το σύνολο αυτό των μετοχών, την παραδοσιακή βιομάζα, χρησιμοποιείται κυρίως για μαγείρεμα και θέρμανση σε απομακρυσμένες και αγροτικές περιοχές των αναπτυσσόμενων χωρών, αντιπροσώπευε περίπου το 9%, και σύγχρονη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αύξησαν το μερίδιό τους λίγο πάνω από 2012 έως περίπου 10,1% , Διάγραμμα 5 (REN21 2015).

Estimated Renewable Energy Share of Global Final Energy Consumption, 2013



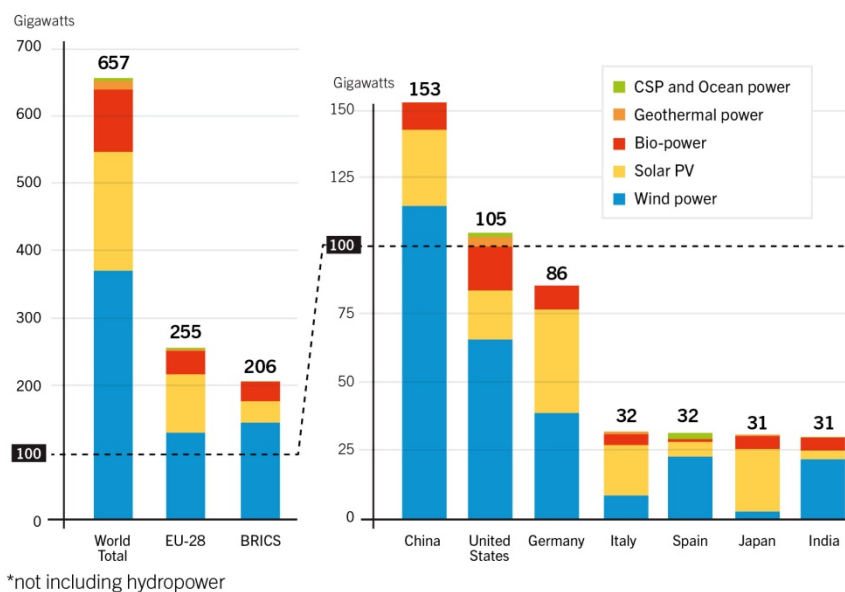
REN21 *Renewables 2015 Global Status Report*



Διάγραμμα 5. Μερίδιο των ΑΠΕ στην Παγκόσμια Κατανάλωση Ενέργειας (REN21 2015)

Επίσης στο Διάγραμμα 6 καταγράφονται συγκριτικά διαγράμματα για την ανανεώσιμη ισχύ παγκοσμίως, στην ΕΕ και στις κορυφαίες 7 χώρες για το 2014.

Renewable Power Capacities* in World, EU-28, BRICS, and Top Seven Countries, 2014



REN21 Renewables 2015 Global Status Report



Διάγραμμα 6. Συγκριτικό διάγραμμα για την ανανεώσιμη ισχύ παγκοσμίως, στην ΕΕ και στις κορυφαίες 7 χώρες για το 2014 REN21 2015

Σε αναγνώριση της σημασίας των ΑΠΕ και της ενεργειακής αποδοτικότητας για την αιεφόρο ανάπτυξη, η Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών ανακήρυξε το 2014 το πρώτο έτος της Δεκαετίας για τη Βιώσιμη Ενέργεια για Όλους (Sustainable Energy for All -SE4ALL). Το SE4ALL στοχεύει να διπλασιάσει το μερίδιο των ΑΠΕ στο παγκόσμιο ενεργειακό μείγμα από ένα βασικό μερίδιο 18% το 2010 σε 36% το 2030 (REN21 2015).

1.4.6 Αναγκαιότητα Αειφόρου Ανάπτυξης με τη χρήση ΑΠΕ

Ο λόγος πίσω από την αντικατάσταση των τεχνολογιών ορυκτών καυσίμων με ΑΠΕ βρίσκεται στα πολλά θετικά αποτελέσματα που έχουν έναντι των ορυκτών καυσίμων και των σύγχρονων απαιτήσεων για βιώσιμη ανάπτυξη με ταυτόχρονη προστασία και διατήρηση του περιβάλλοντος. Η αναγκαιότητα των ΑΠΕ έγκειται στα εξής:

- ✚ Η εγχώρια ή τοπικού χαρακτήρα παραγωγή ενέργειας των ΑΠΕ επιτρέπει να μειωθεί η ενεργειακή εξάρτηση των χωρών, να αυξηθεί η ασφάλεια εφοδιασμού και να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος διακοπής του εφοδιασμού για γεωπολιτικούς λόγους.
- ✚ Έχουν απεριόριστη διαθεσιμότητα, καθώς βασίζονται σε ροές σε αντίθεση με λιγοστά αποθέματα, όπως τα ορυκτά καύσιμα.

- ✚ Είναι καθαρές τεχνολογίες, δεδομένου ότι παράγουν πολύ λίγα απόβλητα και έχουν ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Εκτός από τη συμβολή τους στη μείωση των εκπομπών CO₂, συμβάλουν στη μείωση άλλων εκπομπών αέριων ρύπων, όπως τα αιωρούμενα σωματίδια, θείου, οξειδίων του αζώτου και πτητικών οργανικών ενώσεων. Με τον τρόπο αυτό, προωθείται η προστασία του περιβάλλοντος για την επίτευξη των στόχων του Κιότο.
- ✚ Προωθούν τη βιωσιμότητα, πληρώνοντας τις παρούσες και τις μελλοντικές κοινωνικοοικονομικές και περιβαλλοντικές ανάγκες των χωρών.
- ✚ Η χρήση τους βασίζεται στην κατανάλωση των ελεύθερα διαθέσιμων πόρων. Και δεδομένου ότι έχουν ένα προφίλ κοινωνικής συμμετοχής, συμβάλλουν επίσης στην κοινωνική συνοχή.
- ✚ Παράγουν πλούτο στο έδαφος στο οποίο είναι εγκατεστημένες, την τόνωση της απασχόλησης και την πρόληψη της διαρροής του πλούτου σε συνδυασμό με την εισαγωγή εναλλακτικών καυσίμων, επιτρέποντας μια αποκεντρωμένη πρόσβαση στην ενέργεια που κάνει η υφιστάμενη δυναμικότητα πιο ευέλικτη.
- ✚ Αναφέρονται επίσης άλλου τύπου οφέλη που σχετίζονται με την ένταξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό χαρτοφυλάκιο. Μεταξύ αυτών είναι η θετική επίδραση στο πραγματικό ΑΕΠ, ως αποτέλεσμα του σχηματισμού κεφαλαίου και βελτίωση της αποτελεσματικότητας καθώς και η δυνατότητα μείωσης των τιμών των ορυκτών καυσίμων (Kilinc- Ata 2016)

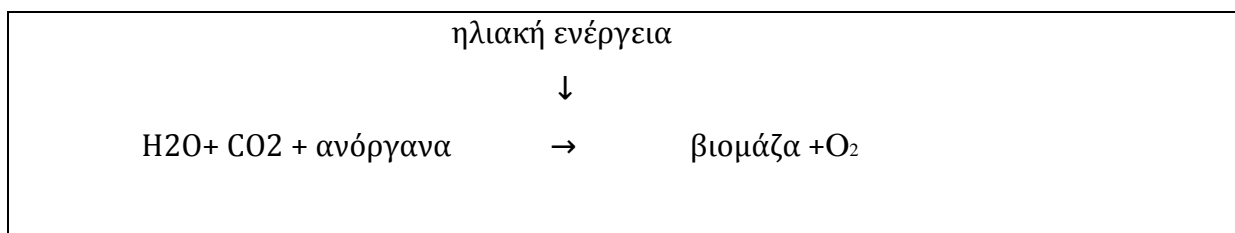
Για όλους αυτούς τους λόγους, οι ΑΠΕ θεωρούνται οι πηγές ενέργειας με το μεγαλύτερο δυναμικό για την αποδοτική και αποτελεσματική άμβλυνση του περιβαλλοντικού προβλήματος. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με την αειφόρο ανάπτυξη (Llano-Paz et al 2015, Linstad et al 2015, Mourmouris et al 2013).

Κεφάλαιο 2

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Τι είναι Βιομάζα

Η ετυμολογική προέλευση της λέξης βιομάζας είναι από τη σύνθεση των λέξεων βίος και μάζα. Ως βιομάζα θεωρείται η ποσότητα της ύλης βιολογικών υλικών, προερχόμενη από ζωντανούς οργανισμούς και βιολογικούς μετασχηματισμούς της. Καθώς η βιομάζα μπορεί να μετασχηματιστεί, να καταστραφεί και να αναπαραχθεί θεωρείται ανανεώσιμη, καθώς ακολουθεί την Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας. Επίσης βιομάζα είναι η «πρόσφατη οργανική ύλη που προέρχεται από φυτά, ως αποτέλεσμα φωτοσύνθεσης ή από ζώα και προορίζεται σαν αποθήκη χημικής ενέργειας με σκοπό την παροχή θερμότητας, ηλεκτρισμού ή καυσίμων». Η διεργασία σχηματοποιείται ως εξής:



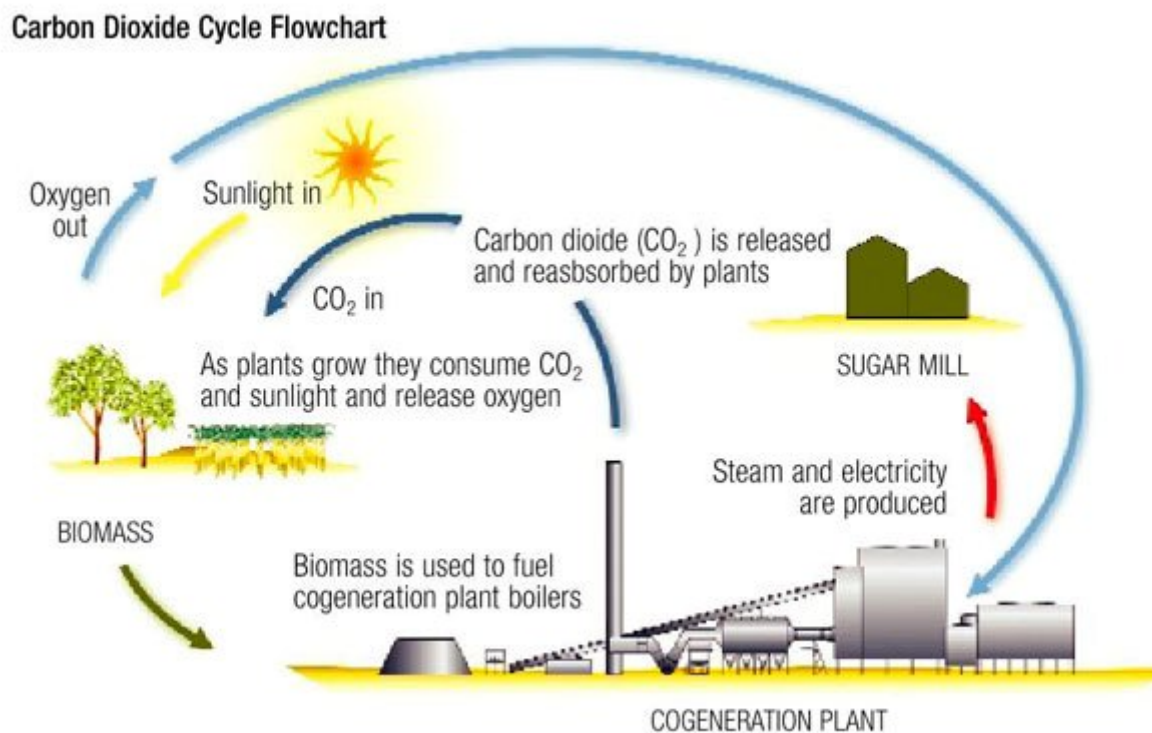
Σχήμα 1. Χημική διεργασία φωτοσύνθεσης μέσω της οποίας αποθηκεύεται βιοενέργεια στη βιομάζα.

Καθώς η βιοενέργεια παράγεται σε κύκλο, η βιομάζα ακολουθεί την «αιώνια» και διαρκή ενεργειακή ροή η οποία απαντάται στους οικολογικούς κύκλους όπου,

- Ο άνθρακας προσλαμβάνεται από την ατμόσφαιρα
- Οι θρεπτικές ουσίες προσλαμβάνονται από το έδαφος

- Τα υπολείμματα ενός σταδίου συνιστούν εισροές στο επόμενο στάδιο

Ο κύκλος της βιοενέργειας και του CO₂ παρουσιάζεται στην Εικόνα 1.



Εικόνα 1. Κύκλος βιομάζας και διοξειδίου του άνθρακα CO₂

Ειδικότερα σύμφωνα με το Άρθρο 2 Οδηγίας 2009/28/EK και άρθρο 2 Οδηγίας 98/70/EK όπως τροποποιήθηκε από το άρθρο 1 περ. 2 της Οδηγίας 2009/30/EK) βιομάζα είναι :

«το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και υπολειμμάτων (residues) βιολογικής προέλευσης από τη γεωργία (συμπεριλαμβανομένων των φυτικών και των ζωικών ουσιών), τη δασοκομία και τους συναφείς κλάδους βιομηχανικών δραστηριοτήτων (related industries), συμπεριλαμβανομένης της αλιείας και της υδατοκαλλιέργειας, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών αποβλήτων και των οικιακών απορριμμάτων» (ΥΠΕΚΑ).

Η ενέργεια από βιομάζα προέρχεται από οργανικές ύλες, όπως δέντρα, φυτά, γεωργικά προϊόντα και από απόβλητα διαφόρων πηγών. Τα προϊόντα αυτά μετατρέπονται μέσω θερμότητας σε βιοκαύσιμα, βιοθερμότητα ή βιοηλεκτρική ενέργεια (Aslan 2016).

2.2 Πηγές Βιομάζας

Η βιομάζα ως ύλη που έχει βιολογική προέλευση, περιλαμβάνει οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από τον φυτικό κόσμο. Ως πηγές βιομάζας θεωρούνται:

1. Φυτικές ύλες που προέρχονται από φυσικά οικοσυστήματα, όπως αυτοφυή φυτά και δάση
2. Υποπροϊόντα και κατάλοιπα φυτικής, ζωικής και αλιευτικής παραγωγής, όπως άχυρα, φύλλα, κλαδιά δέντρων, κτηνοτροφικά απόβλητα, φύκια
3. Υποπροϊόντα που προέρχονται από τη μεταποίηση ή επεξεργασία των ανωτέρω υλικών όπως πριονίδια, ελαιοπυρηνόξυλα
4. Ενεργειακές καλλιέργειες, όπως ελαιοκράμβη, σόργο
5. Βιολογικής προέλευσης αστικά απορρίμματα

Συγκεντρωτικά οι πηγές βιομάζας καταγράφονται στον Πίνακα 2.

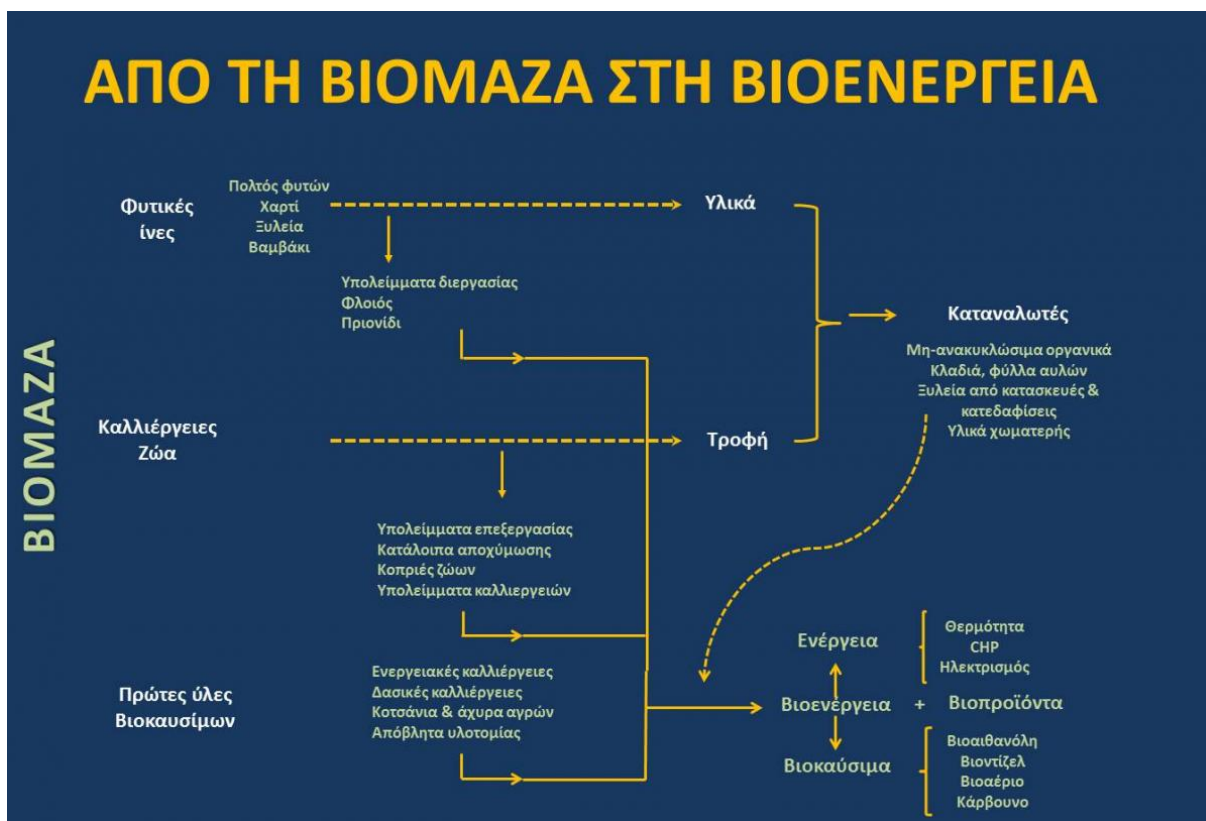
Πίνακας 2. Πηγές Βιομάζας

Άμεσες και Έμμεσες Πηγές Βιομάζας		
	Πηγές Βιομάζας	Υποπροϊόντα-Υλικά
1	Υπολείμματα ξυλείας	δέντρα, θάμνοι, καυσόξυλα, κλαδέματα, πριονίδια, φλοιοί, φύλλα
2	Γεωργικά υπολείμματα	καλλιέργειες ρυζιού, σιταριού, σακχαροκάλαμων, καλαμποκιού, πατάτας, κ.α.
3	Ενεργειακές καλλιέργειες	Ελαιοκράμβη, σόργο, σπόροι μουστάρδας, καλάμια, ευκάλυπτος, μίσχανθος,
4	Ζωικά απόβλητα	κοπριά, άχρηστα αλιεύματα
5	Αστικά απορρίμματα	Οργανικά, χαρτί,

2.3 Ενεργειακή Αξιοποίηση Βιομάζας

Η βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί ενεργειακά για να την παραγωγή θερμότητας, ψύξης, ηλεκτρισμού, είτε με απ' ευθείας καύση, είτε με μετατροπή της σε αέρια, υγρά και

στερεά καύσιμα μέσω θερμοχημικών ή βιοχημικών διεργασιών. Στην Εικόνα 2 δίνεται μία σχηματική απεικόνιση πως από τη βιομάζα ανακλείται η βιοενέργεια.



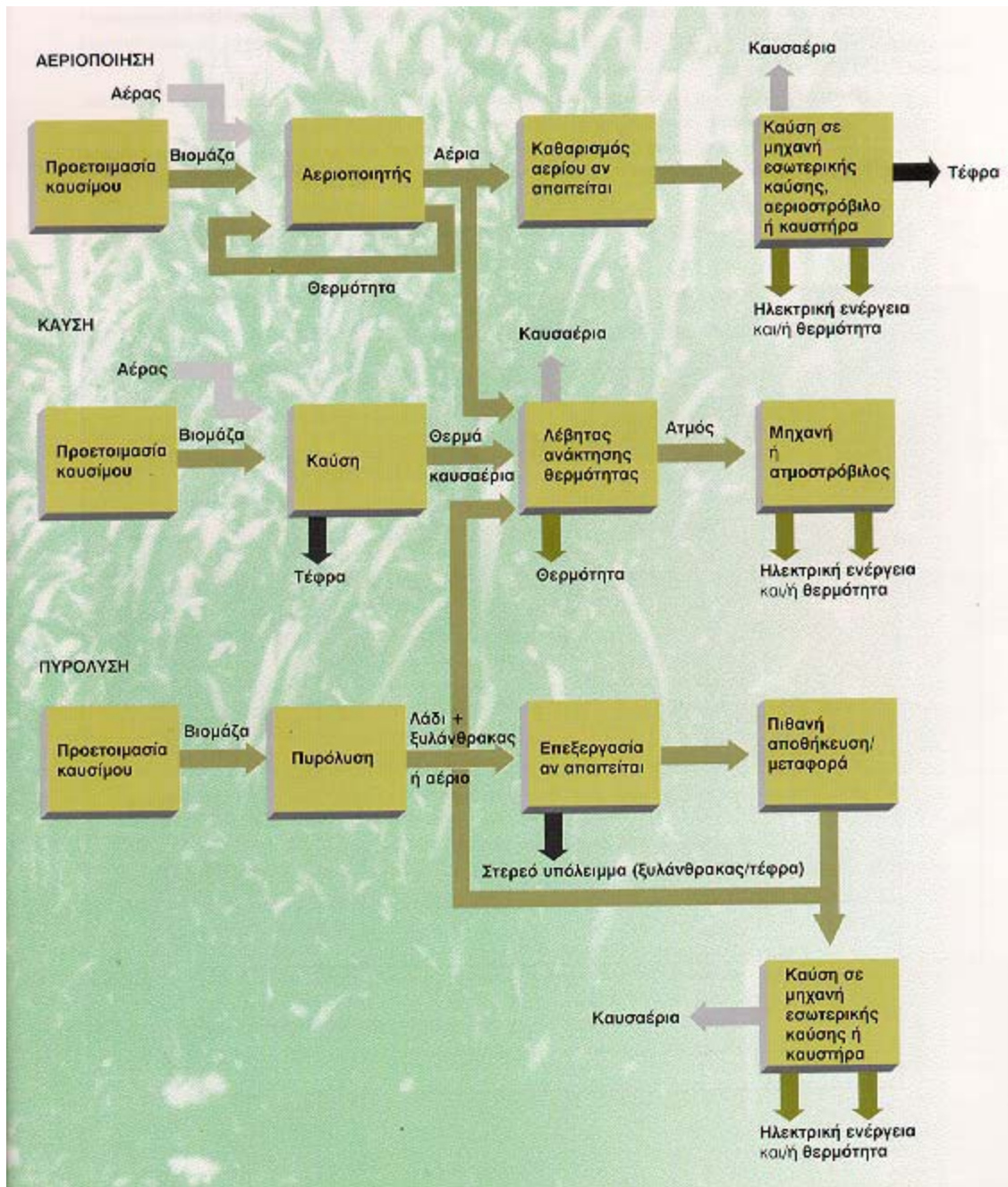
Εικόνα 2. Από τη βιομάζα στη βιοενέργεια (Πηγή: AgroEnergy)

Καθώς η αξιοποίηση της βιομάζας αντιμετωπίζει συνήθως μειονεκτήματα όπως ο μεγάλος όγκος, η διασπορά και οι δυσκολίες συλλογής, μεταποίησης, μεταφοράς και αποθήκευσης, επιβάλλεται η αξιοποίηση αυτή καθαυτή να γίνεται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στον τόπο παραγωγής της (Becker et al 2011, Cutz et al 2016, Tsoutsos et al 2008). Οι εφαρμογές στις οποίες μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακολουθούν:

- Κάλυψη των αναγκών θέρμανσης-ψύξης και ηλεκτρισμού σε γεωργικές και άλλες βιομηχανίες
- Τηλεθέρμανση κατοικημένων περιοχών
- Θέρμανση θερμοκηπίων
- Παραγωγή υγρών καυσίμων με βιοχημική μετατροπή βιομάζας
- Παραγωγή υγρών καυσίμων με θερμοχημική μετατροπή βιομάζας
- Ενεργειακές καλλιέργειες
- Βιοαέριο-Παραγωγή ενέργειας σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού και Χώρους Υγειονομικής Ταφής Χ.Υ.ΤΑ.

- Παραγωγή οργανικών λιπασμάτων από πτηνοτροφικά

Στην Εικόνα 3 που παρουσιάζονται οι τεχνολογίες αξιοποίησης βιομάζας.



Εικόνα 3 Τεχνολογίες Αξιοποίησης Βιομάζας. (Πηγή: ΚΑΠΕ)

Η Εικόνα 3 μας δείχνει πως η μετατροπή της βιομάζας σε ενέργεια μπορεί να επιτευχθεί με διαφορετικές διαδικασίες. Η βιομάζα μπορεί να μετατραπεί κυρίως σε

- ενέργεια με τη μορφή ηλεκτρισμού και θερμότητας και
- καύσιμα για μεταφορά ή αυτόνομη χρήση

- Η μετατροπή επιτυγχάνεται με τη χρήση τριών κατηγοριών διαδικασιών, τις θερμοχημικές, τις βιοχημικές και τις μηχανικές (στερεοποίηση) για παραγωγή βιοντήζελ. Η επιλογή της κατάλληλης διαδικασίας, είναι συνδεδεμένη με την α) επιθυμητή μορφή παραγόμενης ενέργειας, β) τον τύπο και την ποσότητα της διαθέσιμης βιομάζας, γ) τους περιβαλλοντικούς περιορισμούς, δ) τις οικονομικές παραμέτρους και στ) τις ειδικές συνθήκες της κάθε περιοχής απόβλητα (Chiang et al 2012, Sunde et al 2011).

Η αξιοποίηση της βιομάζας ενεργειακά επίσης επηρεάζεται από τις ιδιότητες της κάθε μορφής βιομάζας, που είναι καθοριστικές για την ενεργειακή απόδοσή της. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι:

- Περιεκτικότητα σε υγρασία
- Περιεκτικότητα σε τέφρα
- Περιεκτικότητα σε πτητική ύλη
- Θερμογόνος δύναμη
- Πυκνότητα ύλης και ενεργειακή πυκνότητα.

Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας αφορά ένα ευρύ φάσμα, που επεκτείνεται από τα οικιακά τζάκια έως εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρισμού, με δυναμικότητα 50 MW και ετήσιας κατανάλωσης 500 ktn βιομάζας ετησίως. Η διαθέσιμη πρώτη ύλη καθορίζει την κατάλληλη διεργασία για την μέγιστη ενεργειακή απόδοση της βιομάζας (Dama et al 2007, Erdila et al 2015, Fitzpatrick 2016).

2.3.1 Ενεργειακή Αξιοποίηση Βιομάζας στην Ελλάδα

Η Ελλάδα είναι μια τυπική μεσογειακή χώρα, στη νοτιοανατολική άκρη της Ευρώπης, η οποία εξαρτάται από την εξωτερική ενεργειακή προμήθεια. Μέχρι το 2020, η Ελλάδα είναι υποχρεωμένη να ενσωματώσει το 18% της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σε σύγκριση με το 6,9% που η χώρα είχε φθάσει το 2005 (EU Directive 2009, Manolis et al 2016, Zografidou et al 2016).

Στην Ελλάδα η βιομάζα διακρίνεται από ποικιλία πρώτων υλών, τοπικού κυρίως χαρακτήρα συγκέντρωσης. Ανάλογα με το είδος βιομάζας και τη δυνατότητα ενεργειακής αξιοποίησης, ποικίλουν οι χρήσεις της, από την παραγωγή θερμικής

ενέργειας για οικιακή χρήση ως την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και βιοκαυσίμων. Οι πρώτες ύλες, ανάλογα με το είδος και την προέλευση τους, συνδυάζονται με αρκετές αγροτικές δραστηριότητες όπως με τη συγκομιδή υπολειμμάτων καλλιεργειών (ελαιοπυρηνόξυλα, τσόφλια αμυγδάλων, κουκούτσια φρούτων, υπολείμματα εκκοκκισμού, απόβλητα ζωοτροφικών μονάδων, υλοτομίες δασικών συμπλεγμάτων) και τις νέες ενεργειακές καλλιέργειες (ΚΑΠΕ). Στον Πίνακα 3 αναγράφεται η συνολική διαθέσιμη βιομάζα στην Ελλάδα για το 2007 ενώ στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά της.

Πίνακας 3. Διαθέσιμη βιομάζα στην Ελλάδα (ΚΑΠΕ)

Άμεσα διαθέσιμη βιομάζα στην Ελλάδα	
<ul style="list-style-type: none"> • Υπολείμματα γεωργικών καλλιεργειών (7.500.000 tones/y) 	Πυρηνόξυλο Εκκοκκιστήρια βάμβακος Πυρήνες φρούτων (ροδάκινα, βερίκοκα,) Άχυρο Ρυζοφλοιοί Στελέχη & σπάδικες καλαμποκιού Κλαδοδέματα οπωροφόρων, ελιάς, αμπελιού
<ul style="list-style-type: none"> • Δασικά υπολείμματα υλοτομίας (2.700.000 tones/y) 	Θρυμματισμένο ξύλο δασικής προέλευσης Υπολείμματα από διαχείριση δασικών οικοσυστημάτων (κορυφές, φλοιοί)
<ul style="list-style-type: none"> • Ενεργειακές καλλιέργειες για στερεά ή υγρά βιοκαύσιμα. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Βιοαποδομήσιμο κλάσμα αστικών απορριμμάτων 	ζυμώσιμα και χαρτί

Πίνακας 4. Χαρακτηριστικά βιομάζα στην Ελλάδα (ΚΑΠΕ)

Χαρακτηριστικά Βιομάζας στην Ελλάδα			
Καύσιμο	Υγρασία %	Θερμογόνος Δύναμη Kcal/kg	Τέφρα %
Ξύλο	15	3700	0-1,15
Χαρτί	6	3500	6
Φλοιός βαμβακόσπορων	9	3500	12
Φλοιός ξηρών καρπών	11-24	3200-4400	1-4
Άχυρο	8	3400	2
Ορυζοφλοιός	9	2900	18-20
Υπολείμματα εκκοκκιστηρίου βάμβακα	13	3500	16

Πηγή: Α. Ζαμπανιώτου. «Μικρές κινούμενες μονάδες αεριοποίησης για πράσινη ενέργεια και επιχειρηματικότητα», 2ο Αναπτυξιακό Συνέδριο Καρδίτσας Τεχνολογίες αξιοποίησης βιομάζας, Καρδίτσα 21/11/2010

Με τη βοήθεια του 3ου Κοινοτικού Πακέτου Στήριξης πολλές επιχειρήσεις χρησιμοποίησαν τη βιομάζα για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού, με τα υπολείμματα βιομάζας της κύριας δραστηριότητάς τους. Επίσης νέες εταιρείες ενεργειακής εκμετάλλευσης βιομάζας και παραγωγής βιοκαυσίμων δραστηριοποιήθηκαν στην Ελλάδα καθώς υπάρχουν πολλές πηγές πρώτων υλών. Σε αυτό συνέβαλαν ακόμη και οι δεσμεύσεις της Ελλάδας για μεγαλύτερη διείσδυση των ΑΠΕ στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα, όπου έχουν μεταφραστεί σε μια σειρά ρυθμιστικών πρωτοβουλιών και προγραμμάτων στήριξης, τοποθετώντας την εκμετάλλευση των ΑΠΕ ως βασική κινητήρια δύναμη για την αειφόρο ανάπτυξη και τη διασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού (EurObserv'ER, Herbert et al 2016, Joelson et al 2012).

Κατά την περίοδο 2011-2012, η διείσδυση των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας (ΑΤΚΕ) έχει να επιδείξει μια αξιοσημείωτη αύξηση, ξεπερνώντας το αντίστοιχο προβλεπόμενο εθνικό σχέδιο δράσης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΕΣΔΑΠΕ). Ειδικότερα, τα τελευταία τρία χρόνια έχει παρατηρηθεί μια σημαντική αύξηση στη χρήση της βιομάζας. Αυτή η μεγάλη αύξηση αποδίδεται κυρίως

στη στροφή των καταναλωτών στη βιομάζα, ως φθηνότερο καύσιμο για να καλύψουν τις ανάγκες θέρμανσής τους, λόγω των συνεπειών της οικονομικής ύφεσης στο εισόδημα τους. Ωστόσο, αυτή η αύξηση του μεριδίου των ΑΠΕ για θέρμανση δεν θα πρέπει να αποδοθεί μόνο στην οικονομική ύφεση, αλλά και στην αποτελεσματικότητα των μέτρων, που λαμβάνονται για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε επίπεδο τελικής χρήσης. (EurObserv'ER). Στον Πίνακα 5 παρουσιάζεται η προβλεπόμενη εγκατεστημένη ισχύς των ΑΠΕ για 2014 και 2020, σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις ΑΠΕ (ΕΣΔ-ΑΠΕ).

Πίνακας 5. Προβλεπόμενη εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ για το 2014 και 2020.

Επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος μεταξύ των διαφόρων τεχνολογιών Α.Π.Ε.

Τεχνολογία	Χρονική περίοδος	
	2014	2020
Υδροηλεκτρικά	3700	4650
Μικρά (0-15MW)	300	350
Μεγάλα (>15MW)	3400	4300
Φωτοβολταϊκά	1500	2200
Εγκαταστάσεις από επαγγελματίες αγρότες της περίπτωσης (β) της παρ.6 του άρθ.15 του ν.3851/2010	500	750
Λοιπές Εγκαταστάσεις	1000	1450
Ηλιοθερμικά	120	250
Αιολικά (περιλαμβανομένων των θαλασσίων)	4000	7500
Βιομάζα	200	350

ΠΗΓΗ: ΥΠΕΚΑ Ετήσια Έκθεση της Υπηρεσίας Α.Π.Ε. 2010

2.3.2 Ενεργειακή Αξιοποίηση Βιομάζας στην Ευρώπη

Η βιομάζα είναι όλο και περισσότερο αναγνωρίζεται ως μία από τις κύριες ΑΠΕ για την επίτευξη των στόχων της ΕΕ. Η χρήση της βιομάζας, όχι μόνο θα αυξήσει το ποσοστό των ΑΠΕ, αλλά θα μειώσει επίσης τις εκπομπές CO₂, δεδομένου ότι η βιομάζα θεωρείται ανακυκλώσιμη. Υπάρχουν επίσης μια σειρά από ανησυχίες σχετικά με τη βιωσιμότητα της βιοενέργειας, συμπεριλαμβανομένων των πιθανών επιπτώσεων για τα τρόφιμα / ζωοτροφών, τις αλλαγές χρήσης γης, καθώς και μείωση της βιοποικιλότητας. Ενώ αυτές οι αρνητικές επιπτώσεις είναι δύσκολο να εξαλειφθούν, οι περισσότερες έχουν μειωθεί σημαντικά με τη χρήση λιγνοκυτταρινούχας βιομάζας. Επίσης ένα μεγάλο μέρος των πρώτων υλών προέρχεται από γεωργικά και δασικά υπολείμματα. Επιπλέον, όπως και με τη δασοκομία, οι ανησυχίες πρέπει να αντιμετωπιστούν μέσω πιστοποιήσεων (Bertrand et al 2014, Finland et al 2014, Demastroa et al 2015).

Η οδηγία της ΕΕ για τις ΑΠΕ (RED) ορίζει ένα γενικό δεσμευτικό στόχο για την Ευρωπαϊκή Ένωση να καταναλώνουν το 20% της τελικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές μέχρι το 2020. Σύμφωνα με την Οδηγία, τα κράτη μέλη ενέκριναν Εθνικά Σχέδια Δράσης για ΑΠΕ (ΕΣΔΑΠΕ) το 2010, τα οποία καθορίζουν πόσο κάθε πηγή βιοενέργειας θα συμβάλει στην επίτευξη των ανανεώσιμων στόχων τους ενέργεια. Από αυτά τα ΕΣΔΑΠΕ είναι προφανές ότι η βιοενέργεια θα αποτελεί περισσότερο από το ήμισυ του συνόλου των ΑΠΕ το 2020 υπονοώντας ότι θα αντιπροσωπεύουν περίπου το 10% της συνολικής ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ. Πιο φιλόδοξοι στόχοι έχουν προταθεί σε τομεακά έγγραφα πολιτικής και στις κλιματικές στρατηγικές μετριασμού για το 2030 και μετέπειτα (Petersen et al 2014, Verkerk et al 2015, Wit et al 2010).

Πίνακας 6 Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από ΑΠΕ για τα έτη 2003 και 2013. (Πηγή Eurostat)

	Primary production (thousand toe)		Share of total, 2013 (%)				
	2003	2013	Solar energy	Biomass & waste	Geothermal energy	Hydropower	Wind energy
EU-28	104 094	191 961	5.5	64.2	3.1	16.6	10.5
Belgium	708	2 929	8.4	79.7	0.1	1.1	10.7
Bulgaria	952	1 826	7.5	65.0	1.8	19.2	6.5
Czech Republic	1 663	3 640	5.2	87.2	0.0	6.5	1.1
Denmark	2 252	3 240	2.1	68.1	0.2	0.0	29.5
Germany	12 614	33 680	9.6	70.8	0.4	5.9	13.2
Estonia	667	1 122	0.0	95.7	0.0	0.2	4.1
Ireland	235	766	1.5	41.0	0.0	6.5	51.0
Greece	1 538	2 487	20.1	43.1	0.5	21.9	14.3
Spain	9 196	17 377	15.4	39.6	0.1	18.2	26.7
France	15 521	23 073	2.1	64.5	1.0	26.3	6.0
Croatia	800	1 499	0.6	50.1	0.5	45.9	3.0
Italy	9 999	23 500	8.6	45.3	21.3	19.3	5.5
Cyprus	48	109	64.1	16.3	1.4	0.0	18.3
Latvia	1 728	2 137	0.0	87.8	0.0	11.7	0.5
Lithuania	794	1 288	0.3	92.1	0.1	3.5	4.0
Luxembourg	41	107	8.2	75.5	0.0	9.6	6.6
Hungary	906	2 074	0.4	90.3	5.4	0.9	3.0
Malta	0	10	72.6	27.4	0.0	0.0	0.0
Netherlands	1 625	4 294	1.6	86.3	0.6	0.2	11.3
Austria	6 130	9 466	2.4	56.2	0.4	38.1	2.9
Poland	4 150	8 512	0.2	91.1	0.2	2.5	6.1
Portugal	4 241	5 621	2.0	55.4	3.2	21.0	18.4
Romania	4 002	5 561	0.7	68.8	0.5	23.1	7.0
Slovenia	714	1 071	2.6	56.7	3.6	37.0	0.0
Slovakia	651	1 467	3.8	67.3	0.4	28.4	0.0
Finland	7 887	9 934	0.0	88.2	0.0	11.1	0.7
Sweden	12 389	16 770	0.1	63.4	0.0	31.5	5.0
United Kingdom	2 642	8 404	4.3	61.7	0.0	4.8	29.1
Norway	10 277	12 458	0.0	10.0	0.0	88.7	1.3
Montenegro	0	389	0.0	44.7	0.0	55.3	0.0
FYR of Macedonia	313	304	0.3	52.0	3.0	44.8	0.0
Albania	620	812	1.5	24.8	0.0	73.7	0.0
Serbia	1 750	1 989	0.0	55.7	0.2	44.1	0.0
Turkey	10 021	13 718	5.8	33.0	19.2	37.2	4.7

Source: Eurostat (online data codes: ten00081 and nrg_107a)

Τα στοιχεία για το 2013, Πίνακας επιβεβαιώνουν ότι η παραγωγή βιοενέργειας έχει αυξηθεί σημαντικά αλλά απαιτούνται περαιτέρω σημαντικές αυξήσεις που απαιτούνται από το 2020 έως την επίτευξη των στόχων ΕΣΔΑΠΕ. Για την επίτευξη των στόχων το 2020 για την κατανάλωση θερμότητας από στερεά βιομάζα θα πρέπει να αυξηθεί κατά

31%, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από στερεά βιομάζα κατά 57%, η κατανάλωση βιοαερίου κατά 38% και η κατανάλωση βιοκαυσίμων στο 103% (Petersen et al 2014, Villeneuve et al 2012).

Σε μία έρευνα που διεξήγαγε ο οργανισμός EurObserv'ER συγκρίνονται στοιχεία της Eurostat Statistics , τα οποία συγκεντρώθηκαν από τις εθνικές στατιστικές υπηρεσίες και στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από τον EurObserv'ER, που αναφέρονται στις πιο ενημερωμένες τάσεις στον τομέα των ΑΠΕ. Η έρευνα καλύπτει δύο θεματικές δεικτών α) στοιχεία για την ικανότητα εγκατάστασης των ΑΠΕ και β) στοιχεία σχετικά με την παραγμένη ενέργεια από ΑΠΕ. η σύγκριση των στοιχείων που συγκεντρώθηκαν έγινε τον Φεβρουάριο του 2015, με στοιχεία του 2013 από την Eurostat και δεδομένα του 2014 που δημοσιεύθηκαν από τον EurObserv'ER. Τα στοιχεία για την παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από βιομάζα συγκεντρώνονται στον Πίνακα 7.

Πίνακας 7. Συγκριτικός πίνακας παραγωγής ενέργειας από βιομάζα με στοιχεία από την Eurostat και τον EurObserv'ER, για το 2015. (Πηγή EurObserv'ER)

Παραγωγή Ενέργειας από Βιομάζα (ktoe)						
ΕΥ	Στερεή βιομάζα		Βιοαέριο		Αστικά Απόβλητα	
	Eurostat	EurObserv'ER	Eurostat	EurObserv'ER	Eurostat	EurObserv'ER
EU28	87928	88423	13521	13531	8894	8966
EU25	82445	82184	13483	13484	8879	8945
EU15	66664	66338	12464	12448	8691	8747
EU10	15781	15864	1019	1036	188	198

2.3.3 Ενεργειακή Αξιοποίηση Βιομάζας σε Παγκόσμιο επίπεδο

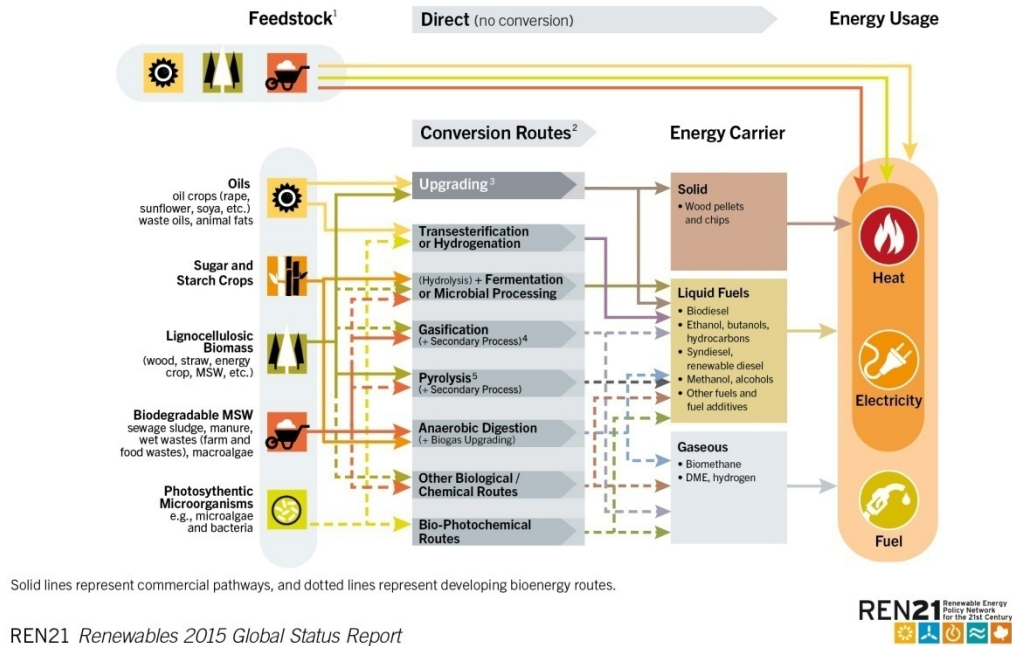
Η παραγωγή βιοθερμότητας παρέμεινε σχεδόν σταθερή το 2014, με αύξηση 1% από το 2013. Οι ανάγκες για βιοθερμότητα συνεχίζουν να ποικίλουν ευρέως ανά περιοχή, καθώς κυμαίνονται από μεγάλης κλίμακας παραγωγή στη βιομηχανία (π.χ. στις ΗΠΑ) σε μεγάλο αριθμό βιοκατανάλωσης ενέργειας για οικιακή χρήση (π.χ., στην Κίνα). Η παγκόσμια παραγωγή βιοενέργειας αυξήθηκε κατά περίπου 9%, με την Κίνα, τη Βραζιλία και την Ιαπωνία που να χρειάζονται επιπλέον χωρητικότητα, ενώ οι ΗΠΑ και η Γερμανία για επιπλέον παραγωγή. Η παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων ήταν 9% το 2014, φθάνοντας στο υψηλότερο της επίπεδο μέχρι σήμερα. Παρά το γεγονός ότι οι ΗΠΑ και η Βραζιλία κυριάρχησαν σε συνολικό όγκο παραγωγής, η Ασία γνώρισε ιδιαίτερα

υψηλούς ρυθμούς αύξησης της παραγωγής. Η πολιτική επηρεάζεται θετικά τις αγορές βιοκαυσίμων, όπου δόθηκαν εντολές για αυξημένη ζήτηση. Οι χαμηλές τιμές του πετρελαίου κατά το δεύτερο εξάμηνο του έτους είχε ορισμένα θετικά αποτελέσματα, ιδιαίτερα στην παραγωγή πρώτης ύλης, αλλά και μείωσε τον κύκλο εργασιών για ορισμένες επιχειρήσεις βιοενέργειας. Τα εμπορικά ρεύματα τόσο στερεά και υγρά καύσιμα είχαν κάποιες επιβραδύνσεις το 2014. Το μερίδιο των εμπορεύσιμων βιοκαυσίμων που προορίζονται για Ευρώπη μειώθηκε ελαφρά, ενώ οι νέες αγορές (ιδιαίτερα για τα καύσιμα αιθανόλη) επεκτάθηκαν και σε άλλες περιοχές (REN21 2015).

Επίσης η συμβολή των βιοκαυσίμων στον τομέα των μεταφορών είναι σημαντικά υψηλότερο σε ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες, στις ΗΠΑ και στη Βραζιλία, όπου το μερίδιο των βιοκαυσίμων στα καύσιμα των οδικών μεταφορών ξεπέρασε το 20% στις 2014. Τα βιοκαύσιμα χρησιμοποιούνται κυρίως για τα επιβατικά οχήματα και για εφαρμογές σε βαρέων υποχρεώσεων οχήματα (REN21 2015).

Η συνολική ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας από βιομάζα το 2014 ήταν περίπου 16.250 TWh (58,5 EJ). Το μερίδιο της βιοενέργειας στην συνολική παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας παρέμεινε σταθερή δεδομένου ότι πριν από το 2000, γύρω στο 10% . Τα τελευταία χρόνια, οι εκτιμήσεις για το μερίδιο της παραδοσιακής βιομάζας στην συνολική χρήση βιοενέργειας κυμαίνονταν από 54% έως 60% . Ο μεγάλος όγκος της παραδοσιακής βιομάζας αποτελείται από καυσόξυλα, κάρβουνο, γεωργικά υπολείμματα και ζωικά περιττώματα, καίγεται σε ανοιχτές φωτιές ή κλίβανους και χρησιμοποιείται για το μαγείρεμα και την οικιακή θέρμανση. Μετά την παραδοσιακή βιομάζα, η σύγχρονη θέρμανση αντιπροσωπεύει το επόμενο μεγαλύτερο μερίδιο χρήσης βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς (Ristantia et al 2015, Demirbas 2009, Vassilev et al 2012). Στην Εικόνα 4 παρουσιάζονται τα στάδια μετατροπής της βιοενέργειας παγκοσμίως.

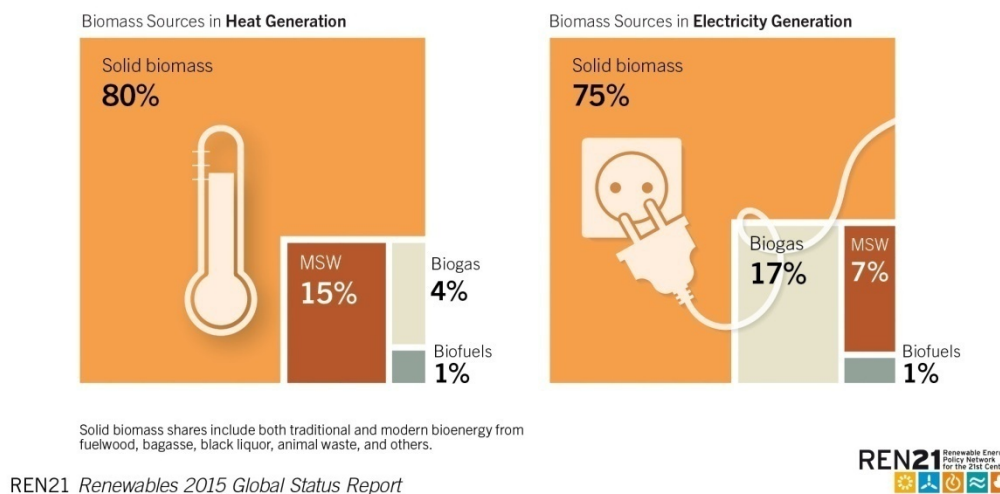
Bioenergy Conversion Pathways



Εικόνα 4. Μονοπάτια μετατροπής βιοενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η βιομάζα χρησιμοποιείται για να παράγει κατ'εκτίμηση 12.500 TWh (45 EJ) της θερμότητας το 2014, από 12.360 TWh (44.5 EJ) το 2013 και αντιπροσωπεύουν σχεδόν το 77% της συνολικής παγκόσμιας απαίτησης πρωτογενούς βιοενέργειας. Περίπου το 70% (8.805 TWh), αυτής της παραγωγής προέρχεται από την παραδοσιακή βιομάζα, η οποία χρησιμοποιείται για την παραγωγή κυρίως θερμότητας στην Ασία (5305 TWh ή 19,1 EJ) και την Αφρική (3.222 TWh ή 11,6 EJ). Στην Εικόνα 5 παρουσιάζονται τα ποσοστά των πηγών βιομάζας για παραγωγή θέρμανσης και ηλεκτρισμού παγκοσμίως για το 2014.

Shares of Biomass Sources in Global Heat and Electricity Generation, 2014

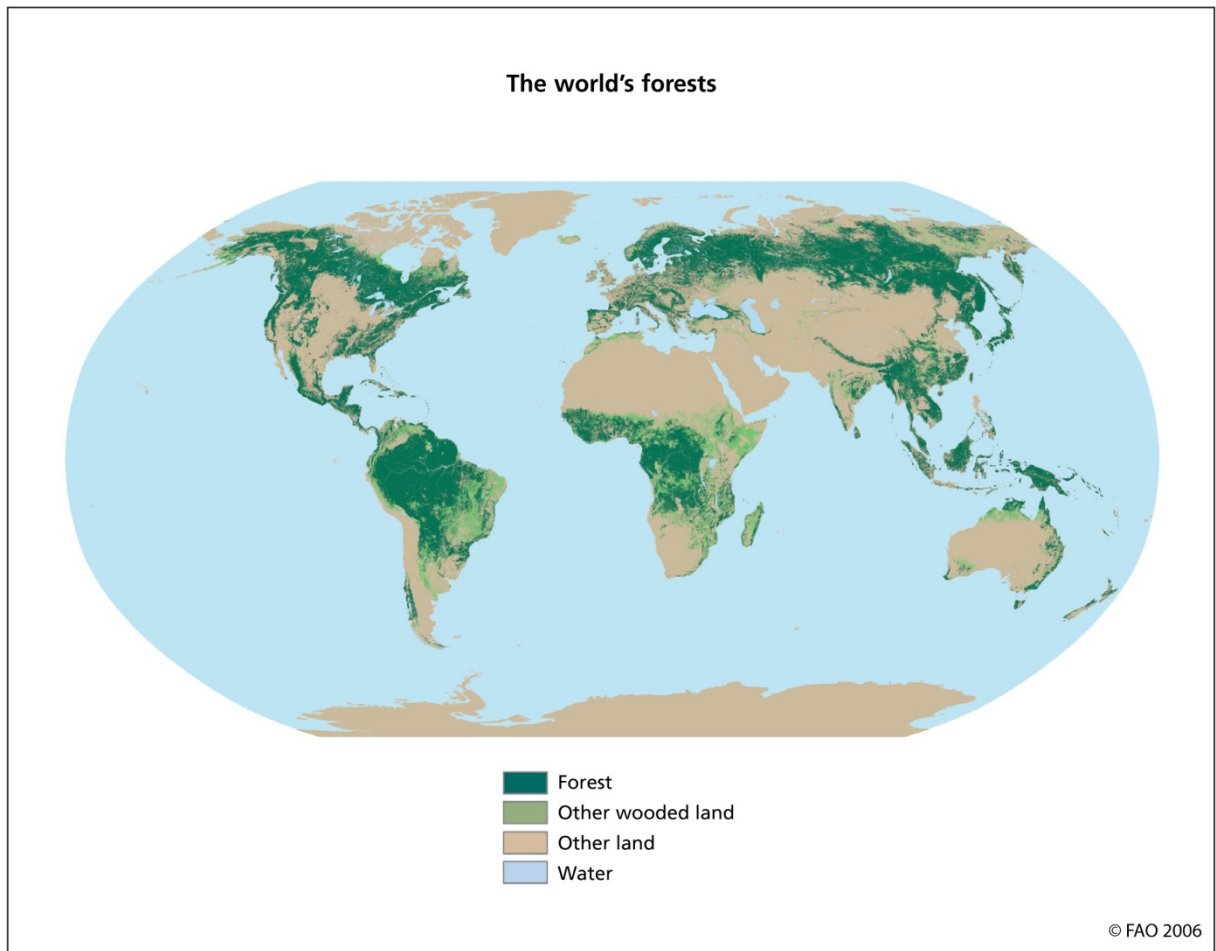


Εικόνα 5. Ποσοστά πηγών βιομάζας στην παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού παγκοσμίως. Πηγή REN21, 2014.

2.4 Το Δάσος ως Βασική Πηγή Βιομάζας

Τα δάση αποτελούν την κύρια πηγή ξύλου, που είναι η βασική πηγή βιομάζας που γνώρισε η ανθρωπότητα από την αρχαιότητα. Η σημαντικότητα των δασών έγκειται στο ότι αποτελούν σημαντική πηγή βιοπορισμού εκατομμυρίων ανθρώπων και συμβάλλουν στην εθνική οικονομική ανάπτυξη πολλών χωρών. Επιπλέον, είναι ζωτικής σημασίας πηγές και απορρόφησης άνθρακα (C) και συμβάλλουν στη μείωση του ρυθμού της αλλαγής του κλίματος (Freppaz et al 2004, Cambero et al 2014, Williams et al 2012). Τα δασικά οικοσυστήματα καλύπτουν περίπου το ένα τρίτο της παγκόσμιας έκτασης και είναι από τα πιο πλούσια βιολογικά και ποικίλα οικοσυστήματα στη γη, Εικόνα 3.1 (Kristofel et al 2014, Fatih-Demirbas et al 2009). Συμβάλλουν στο σχηματισμό του εδάφους, στη ρύθμιση των υδάτων και εκτιμάται ότι παρέχουν άμεση απασχόληση σε τουλάχιστον 10 εκατομμύρια ανθρώπους, εκτός από το να αποτελεί πηγή βιοπορισμού σε εκατομμύρια περισσότερους (FAO, 2010). Υπολογίζεται ότι περίπου 410.000.000 άνθρωποι εξαρτώνται από τα δάση για το εισόδημα και για τη συντήρησή τους, ενώ 1.600.000.000 άνθρωποι εξαρτώνται από τα δασικά προϊόντα και υπηρεσίες για ένα

μέρος των εισοδημάτων τους (Monroe et al 2011, Schwarzbauer et al 2010). Το ξύλο και τα δασικά προϊόντων προσθέστε περισσότερα από 450 δισεκατομμύρια \$ στην παγκόσμια οικονομία της αγοράς σε ετήσια βάση, και η ετήσια αξία των διεθνώς εμπορεύσιμων δασικών προϊόντων είναι μεταξύ \$ 150 δισ και 200 δις \$.



Χάρτης 1. Παγκόσμια έκταση δασών (Πηγή:FAO 2006).

Στην Ευρώπη η βιομάζα από ξύλο έχει μεγάλο δυναμικό το οποίο μπορεί να προέρχεται από διάφορες πρώτες ύλες, κυρίως όμως από τα φυσικά δάση, και χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες, πρωτογενής, δευτερογενής και τριτογενής βιομάζα (Aktari et al 2014). Στον Πίνακα 8 παρουσιάζονται τα ήδη καυσίμου της ξυλείας, που προέρχονται από δάση.

Πίνακας 8. Καύσιμα από ξυλεία.

Καύσιμα από ξυλεία				
Ενεργειακά Δάση	Ενεργειακή Βιομάζα			
Δασοπονία Βραχείας Επανάληψης	Πρωτογενή Υπολείμματα	Καυσόξυλα	Δευτερογενή Υπολείμματα	Τριτογενή Υπολείμματα
	Δασικά υπολείμματα: Υπολείμματα υλοτομίας από το τελικό στάδιο της Υπολείμματα από την αρχική και ενδιάμεση λέπτυνση Κούτσουρα		Βιομηχανικά Υπολείμματα: Φλοιοί δέντρων Πριονίδια Ροκανίδια και μικρά κομμάτια ξύλου Μαύρο ρευστό	Χρησιμοποιημένη ξυλεία από: Κατασκευές Κατεδαφίσεις Ξύλινες συσκευασίες

Οι καλές προοπτικές της δασικής βιομάζας σχετίζονται με τη μεγάλη έκταση των Ευρωπαϊκών δασών (εκτείνονται σε 161.000.000 εκτάρια, το 4% των παγκόσμιων δασικών εκτάσεων) και την αυξανόμενη ετήσια παραγωγή ξυλώδους βιομάζας. Τα περισσότερα ευρωπαϊκά δάση καλύπτονται από σχέδια για τη μακρόχρονη διαχείριση τους. Ο όγκος του ξύλου που υλοτομείται στην Ευρώπη παραμένει σημαντικά χαμηλότερος από το ρυθμό αύξησης, επομένως τα αποθέματα ξύλου αυξάνονται. Σε αντίθεση με άλλες χώρες εκτός ΕΕ, όπου η μείωση δασών αποτελεί μείζον πρόβλημα, η δασική επιφάνεια στην ΕΕ αυξάνεται (38% κάλυψης του συνολικού εδάφους). Μεταξύ 1990 και 2010 αυξήθηκε κατά 11 εκατ. Εκτάρια, κυρίως λόγω της φυσικής εξάπλωσης των δασών και των προσπαθειών αναδάσωσης. Κατά την ίδια περίοδο, το συνολικό απόθεμα των αναπτυσσόμενων δέντρων αυξήθηκε κατά 8,6 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα. (State of Europe's Forests 2011, EE Statistics). Τα ευρωπαϊκά δάση αποτελούν εξάλλου στην πλειονότητά τους ιδιωτικές ιδιοκτησίες(περίπου 60% των εκτάσεων, έναντι 40% δημόσιων δασών) (EE Statistics).

Από κοινωνικοοικονομική άποψη, η εκμετάλλευση των δασών παράγει πόρους, κυρίως ξυλεία .Από τα 161 εκατ. εκτάρια δασικών εκτάσεων, τα 134 διατίθενται για την παραγωγή ξυλείας (δεν υπάρχει κανένας νομικός, οικονομικός ή περιβαλλοντικός περιορισμός σε αυτή τη χρήση). Επιπλέον, στις εκτάσεις αυτές η υλοτομία αντιπροσωπεύει μόνο τα δύο τρίτα περίπου της ετήσιας αύξησης του όγκου ξυλείας. Η κύρια χρήση τους είναι η παραγωγή ενέργειας (42%του όγκου), έναντι 24% για τα

πριονιστήρια, 17% για τη χαρτοβιομηχανία και 12% για τη βιομηχανία πινακίδων. Περίπου το ήμισυ της κατανάλωσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ΕΕ προέρχεται από το ξύλο. Επιπλέον, τα δάση προμηθεύουν προϊόντα από άλλα υλικά εκτός ξύλου, μεταξύ των οποίων τρόφιμα (σαρκώδεις καρποί καιμανιτάρια), φελλό, ρητίνες και έλαια. Τα δάση αποτελούν επίσης τη βάση ορισμένων υπηρεσιών (κυνήγι, τουρισμός κ.λπ.) (Castellano et al 2009, Serrano et al 2013). Τα δάση είναι επίσης πηγή απασχόλησης, ιδίως στις αγροτικές περιοχές. Πράγματι, ο δασικός τομέας (δασοκαλλιέργεια, βιομηχανία ξύλου και χάρτου) αντιπροσωπεύει το 1% περίπου του ΑΕΠ της ΕΕ, ενώ η αναλογία αυτή μπορεί να φτάνει και το 5% στη Φινλανδία. Τα δάση απασχολούν περίπου 2,6 εκατομμύρια άτομα (ΕΕ Statistics).

Πίνακας 9. παραγωγή ξύλου από το 2000 έως το 2014, Ευρώπη –παγκοσμίως.

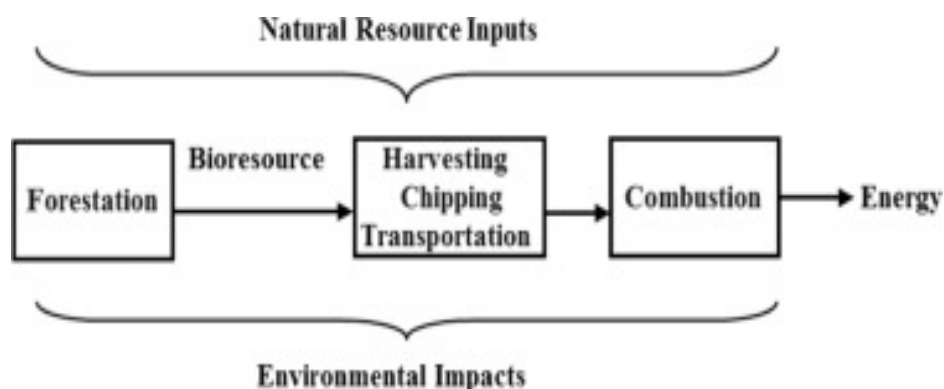
	Roundwood production							Sawnwood production						
	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
EU-28	411 764	447 502	427 611	433 657	433 173	434 326	425 351	100 706	106 706	100 815	101 994	100 056	99 736	99 208
Euro area (*)	236 540	232 925	234 993	237 590	237 347	237 044	225 127	61 337	66 777	59 673	60 627	57 947	58 002	55 133
Belgium	4 510	4 950	4 827	5 128	6 663			1 150	1 285	1 383	1 388	1 342		
Bulgaria	4 784	5 862	5 668	6 205	6 092	6 155	5 570	312	569	554	728	698	801	
Czech Republic	14 441	15 510	16 736	15 381	15 061	15 331	15 476	4 106	4 003	4 744	4 454	4 259	4 037	3 861
Denmark	2 952	2 962	2 669	2 583		3 180	3 180	364	196	448	372		358	358
Germany	53 710	56 946	54 418	56 142	52 338	53 207	54 356	16 340	21 931	22 059	22 628	21 081	21 478	21 787
Estonia	8 910	5 500	7 200	7 110	7 290	7 655	8 460	1 436	2 063	1 771	1 503	1 491	1 558	1 600
Ireland	2 673	2 648	2 618	2 635	2 580	2 760	2 831	888	1 015	772	761	782	825	907
Greece	2 245	1 523	1 048	1 196				123	191	118	106			
Spain	14 321	15 531	16 089	15 428	14 657	15 758	15 911	3 760	3 660	2 038	2 162	1 971	2 047	2 047
France	65 865	52 499	55 808	55 041	51 495	51 671	51 671	10 536	9 715	8 316	8 675	8 067	7 901	7 901
Croatia	3 669	4 018	4 477	5 258	5 714	5 436	5 003	642	624	677	754	851	877	780
Italy	9 329	8 691	7 844	7 744	7 744			1 630	1 590	1 200	1 250	1 370	1 360	1 430
Cyprus	21	10	9	8	11	9	9	9	4	4	3	3	2	2
Latvia	14 304	12 843	12 534	12 833	12 530	12 708	12 597	3 900	4 227	3 150	3 432	3 316	3 367	3 657
Lithuania	5 500	6 045	7 097	7 004	6 921	7 053	7 351	1 300	1 445	1 272	1 260	1 150	1 120	1 345
Luxembourg	260	249	275	261				133	133	94	78			
Hungary	5 902	5 940	5 740	6 232	5 946	6 027	5 671	291	215	133		302	109	121
Malta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Netherlands	1 039	1 110	1 081	982	8 063	1 108	1 337	389	279	231	238	1 430	216	227
Austria	13 276	16 471	17 831	18 696	18 021	17 390	17 089	10 390	11 074	9 603	9 636	8 952	8 534	8 351
Poland	26 025	31 945	35 467	37 180	38 015	38 939	40 565	4 262	3 360	4 220	4 422	4 249	4 321	4 615
Portugal	10 831	10 746	9 648	10 961	10 711	10 642		1 427	1 010	1 045	1 044	1 097	872	
Romania	13 148	14 501	13 112	14 359	16 088	15 195	15 068	3 396	4 321	4 323	4 442	5 500	5 532	5 762
Slovenia	2 253	2 733	2 945	3 388	3 341	3 415	5 099	439	527	760	703	660	660	700
Slovakia	6 163	9 302	9 599	9 213	8 063	9 168		1 265	2 621	2 576	2 204	1 430	1 750	
Finland	54 542	52 250	50 952	50 767	49 967	56 992	57 033	13 420	12 269	9 473	9 750	9 440	10 440	10 940
Sweden	63 300	98 200	72 200	71 900	69 499	69 600	70 100	16 176	17 600	16 750	16 500	16 492	16 074	17 500
United Kingdom	7 791	8 519	9 718	10 020	10 120	10 821	11 184	2 622	2 780	3 101	3 279	3 409	3 581	3 764
Iceland	0	0			4			0	0			0		
Liechtenstein			25	26	23	19	19			4	8			0
Norway	8 156	9 667	10 443	10 291	10 572	11 598	12 386	2 280	2 326	2 118	2 271	2 289	2 206	2 407
Switzerland	9 238	5 285	4 938	4 861	4 466	4 577	4 709	1 625	1 591	1 457	1 313	1 135	1 044	1 140
Montenegro			915	915	915	915	915			52	58	53	53	53
FYR of Macedonia	1 052	822	631	597	779	691	691	36	18	5	3	8	4	4
Turkey	15 939	16 185	20 597	21 039	21 959	20 858	22 835	5 528	6 445	6 243	6 461	6 682	6 405	6 635
Brazil	235 402	231 570	235 432	253 144	266 769	264 443	264 443	21 300	23 557	17 452	16 201	15 167	15 397	15 397
Canada	201 845	203 121	142 013	148 178	148 183	152 076	154 259	50 465	60 187	38 667	38 980	40 564	42 813	43 351
China	323 646	302 037	350 633	346 359	341 662	347 512	347 512	6 675	17 960	37 231	44 638	55 740	63 040	68 440
India	318 553	350 451	358 066	358 293	357 761	357 226	357 226	7 900	14 789	6 889	6 889	6 889	6 889	6 889
Indonesia	137 830	123 791	113 849	117 994	117 523	115 232	115 232	6 500	4 330	4 169	4 169	4 169	4 169	4 169
Russia	158 101	182 000	175 499	191 225	192 055	194 461	203 000	20 000	23 913	28 870	31 215	32 230	33 500	33 900
United States	466 549	467 347	376 572	395 141	387 512	396 818	398 693	91 076	97 020	60 013	63 174	67 474	71 115	74 803

(*) EA-11 for 2000, EA-12 for 2005, EA-16 for 2010, EA-17 for 2011–13, EA-18 for 2014.
Source: Eurostat (online data codes: for_remov and for_swpn)

2.5 Ξυλεία ως ΑΠΕ

2.5.1 Δασική Ξυλεία

Η παραγωγή ξυλείας από τα δάση είναι μία σημαντικότερη αιχμή πηγή βιομάζας. Η δασική ξυλεία, που προέρχεται από υπολείμματα των εργασιών που γίνονται στα δάση και αποτελούνται κυρίως από καυσόξυλα, προϊόντα καθαρισμού δασών, υπολείμματα δασικής υλοτομίας και επεξεργασίας ξύλου χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον για την παραγωγή της δασικής βιομάζας (Markowski et al 2012, Lauri et al 2014, Stasko et al 2011, Schwarzbauer et al 2013) . Στην Εικόνα 6 παρουσιάζονται σχηματικά οι βασικές δομές του κύκλου ζωής του ξύλου των δασών ως πηγή ενέργειας.



Εικόνα 6. Βασικές δομές για τον κύκλο ζωής της εφαρμογής του ξύλου των δασών για την ενέργεια

Τα προϊόντα του δάσους που αποτελούν τη δασική ξυλεία και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας καταγράφονται στο Πίνακα 10. Τα υπολείμματα ξυλείας αποτελούν την βασική πηγή βιοκαυσίμων σε παγκόσμια κλίμακα και το ενεργειακό δυναμικό τους μετράται σε ΤΙΠ (Τόνους Ισοδύναμου Πετρελαίου).

Πίνακας 10 Δασική Ξυλεία

Δασική Ξυλεία	
Καυσόξυλα	Υλοτόμηση δασών
Προϊόντα καλλιέργειας και καθαρισμού των δασών	Κλαδέματα δέντρων Δασικά απόβλητα όπως νεκρά δέντρα και αποψίλωση δασών για σκοπούς αντιπυρικής προστασίας ή αναγέννησης δασών
Υπολείμματα δασικής υλοτομίας	Κοπή, αποφλοιώση, πριονίδια (50% της

	ξυλείας εξέρχεται από πριονιστήρια)
Δασική βιομάζα από υποκαλλιεργούμενα/ υποαξιοποιούμενα δάση	Χρησιμοποιείται η ξυλεία κυρίως στις εγγύς περιοχές για παραγωγή ενέργειας.

Από το δάσος ανακτώνται κυρίως δύο κατηγορίες ξύλου:

A. Η βιομηχανική ξυλεία, που περιλαμβάνει 1)την ξυλεία κατασκευών και 2)το βιομηχανικό ξύλο ή θρυμματισμού:

1. Ξυλεία κατασκευών ή στρογγυλή ξυλεία, ονομάζεται η τεχνική ξυλεία ή τεχνικό ξύλο, που αποτελείται από σχετικά μεγάλων διαστάσεων τεμάχια κορμών (μήκους έως 15m, διαμέτρου άνω των 20cm) και προορίζονται για πρίση, ξυλεία μεταλλείων, κιβωτίων, δαπέδων, σπέρτων, πελεκητή ξυλεία, στύλοι ΔΕΗ, ΟΤΕ κ.α.

2. Βιομηχανικό ξύλο ή ξύλο θρυμματισμού, ονομάζεται το ξύλο, που έχει υποστεί μετατροπή σε μικρά τεμάχια, με θρυμματισμό, για χρήση μοριοπλακών, ινοπλακών και χαρτιού. Μετά την επεξεργασία το ξύλο είναι είτε στρογγυλό (διαμέτρου 6-35cm) είτε είναι σχιστό, με μικρό σχετικά μήκος 0,80-1,20m.

B. Τα καυσόξυλα που είναι στρόγγυλα ή σχιστά τεμάχια ξύλου, με 0,80-1,5m. μήκος και διάμετρο $d > 5\text{cm}$. Προορίζονται κυρίως για οικιακή χρήση όπως θέρμανση/μαγείρεμα.

Πέραν της ξυλείας από υλοτομία, η δασική ξυλεία περιλαμβάνει τα δασικά υπολείμματα που δεν αξιοποιούνται, όπως είναι τα νεκρά ξύλα, τα μη εμπορεύσιμα δέντρα και δέντρα που επιβάλλεται να κοπούν για λόγους πυροπροστασίας από πυκνά και ασθενή δάση. Μεγάλες ποσότητες υπολειμμάτων ξύλου επίσης προέρχονται από αποψιλώσεις δασών με σκοπό την επανάκτηση της φυσικής τους υγείας. Οι ποσότητες των ανωτέρω υπολειμμάτων χρησιμοποιούνται για παραγωγή βιοκαυσίμων και ηλεκτρισμού.

Ένα σημαντικό μέρος της Ελλάδας καλύπτεται από υποβαθμισμένες δασικές εκτάσεις και δάση, ενώ οι εκτάσεις συγκροτημένων δασών δεν είναι επαρκής. Καθώς τα δάση της χώρας είναι υποβαθμισμένα, καθίσταται ισχυρά ελλειμματική η παραγωγή σε ξύλο και προϊόντα ξύλου, με αποτέλεσμα να εισάγει σημαντικές ποσότητες στρόγγυλης, πριστής ξυλείας, χαρτόμαζας κ.α., που αντιστοιχούν σε $2.000.000\text{cm}^3$ περίπου ισοδύναμης στρόγγυλης ξυλείας/έτος, συνολικά. Τα βιομηχανικά δάση, με ποσοστό κάλυψης 25,4% θεωρείται σχετικά μικρό ποσοστό για ορεινή χώρα. Η σύνθεση των δασών της χώρας κυριαρχείται από πλατύφυλλα είδη (57%) και κωνοφόρα (43%), Πίνακας 11. Ένα

επίσης ποσοστό της δασικής έκτασης της Ελλάδας (23,9%) καλύπτεται από μη βιομηχανικά δάση (που δεν παράγουν ξύλο) και συγκροτούνται κυρίως από αείφυλλα πλατύφυλλα.

Πίνακας 11. Έκταση βιομηχανικών και μη βιομηχανικών δασών στην Ελλάδα
(Από στοιχεία Υπ.Γε. 1992)

Δάση	Πλατύφυλλα		Κωνοφόρα		Ποσοστό στο σύνολο της χώρας* % ha	
	Δασικό είδος	Έκταση (ha)	Δασικό είδος	Έκταση (ha)		
Βιομηχανικά	Δρύες	1.471.839	Πεύκη (χαλέπιος, τραχεία, μαύρη, δασική, λευκόδερμος, κουκουναριά)	878.876	25,4	
	Οξυά	336.640		Ελάτη		543.308
	Πλάτανος	86.579		Ελάτη+ Μαύρη πεύκη		4.762
	Καστανιά	33.081		Ερυθρελάτη		2.754
	Σημύδα	1.437				
	Σύνολο	1.929.576		1.429.610		
	Ποσοστό %	57,4%		42,6%		
Μη βιομηχανικά	3.153.882 Ha - κυρίως αείφυλλα πλατύφυλλα				23,9	
Σύνολο	6.513.068 Ha				49,3	

* Συνολική έκταση της χώρας: 13.195.140 Ha

2.5.2 Ανακτώμενη Ξυλεία

Ως ανακτώμενη ξυλεία προσδιορίζεται η ξυλεία που προέρχεται από πριονίδια, υπολείμματα δέντρων και από αστικά υπολείμματα ξύλου, με σκοπό την ενεργειακή της αξιοποίηση.

Πριονίδια. Τα υπολείμματα από ξύλο που προέρχονται από τα ξυλουργεία, τη βιομηχανία χαρτιού/πολτού και λοιπής βιομηχανικής επεξεργασίας ξύλου αποτελούν τα πριονίδια. Καθώς τα πριονίδια αυτά είναι σε μεγάλο βαθμό καθαρά, χρησιμοποιούνται ως καύσιμο σε πολλά συστήματα μετατροπής βιομάζας σε ενέργεια.

Αστικά Υπολείμματα. Τα απορρίμματα πόλεων, βιομηχανιών, βιοτεχνιών, κατασκευών, υλικών συσκευασίας και των υλικών κατεδαφίσεων, αποτελούν τα αστικά απόβλητα. Σε ειδικές μονάδες ανάκτησης του ξύλου, τα υλικά αυτά διαχωρίζονται στο καθαρό ξύλο και σε λοιπά υλικά, ενώ το καθαρό ξύλο διαχωρίζεται σε υψηλής και χαμηλής υγρασίας, με το ξύλο χαμηλής υγρασίας (5%) να συλλέγεται για καύσιμη βιομάζα. Στον Πίνακα 12 παρουσιάζονται οι τύποι ανακτημένου ξύλου από τα αστικά απορρίμματα.

Πίνακας 12 Τύποι Ανακτώμενου Ξύλου από Αστικά Απορρίμματα.

Καθορισμός Ανακτώμενου Ξύλου από τα Αστικά Απορρίμματα.	
Τύποι Απορριμμάτων	Ειδικές κατηγορίες ανακτώμενου ξύλου
Απορρίμματα και υπολείμματα από την επεξεργασία ξύλου και παραγωγή χαρτιού.	Φλοιός, πριονίδια, ξυλώδη υπολείμματα κορμών ή ξυλοπλακών ή ινοπλακών
Απορρίμματα συσκευασίας	Ξύλινες συσκευασίες
Απορρίμματα κατασκευών και κατεδαφίσεων κτιρίων	Ξύλο, έπιπλα
Απορρίμματα από μονάδες επεξεργασίας απορριμμάτων πόλεων	Διαχωρισμένο ξύλο από ανάμεικτα απορρίμματα
Στερεά απορρίμματα πόλεων	Ξύλο σε απορρίμματα από πόλεις, συλλεγμένο χωριστά στην πηγή ή διαχωριζόμενο

Υπολείμματα δέντρων. Τα υλικά από κλαδέματα δέντρων κοντά σε οδούς (πεζοδρόμια, πάρκα) και τα ξυλώδη υπολείμματα κήπων αποτελούν υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ενέργειας.

2.6 Μορφές Δασικής Βιομάζας

Οι κύριες μορφές δασικής βιομάζας είναι τα καυσόξυλα, οι πέλλετες και το θρυμματισμένο ξύλο. Άλλες δύο μορφές δασικής βιομάζας είναι το ανακτηθέν ξύλο και η τύρφη, που διατίθενται σε μικρότερες ποσότητες.

Καυσόξυλα

Θρυμματισμένο Ξύλο

Πέλλετες



Εικόνα 7. Μορφές Δασικής Βιομάζας.

Η δασική βιομάζα χρησιμοποιείται κυρίως σε δύο μορφές:

- Ακατέργαστη, όπου είναι τα καυσόξυλα
- Επεξεργασμένη, στην οποία ανήκουν το θρυμματισμένο ξύλο και οι πέλλετες.

2.6.1 Καυσόξυλα

Ως καυσόξυλα (logwood) θεωρούνται τα τεμάχια συμπαγούς ξύλου, που ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο ξύλου και το μήκος τους, είναι στρόγγυλα ή σχιστά, μήκους 0,80-1,50m και διαμέτρου > 5 cm. Τα καυσόξυλα είναι η πιο διαθέσιμη μορφή δασικής βιομάζας καθώς υπάρχουν σε αφθονία. Η χρήση τους πριν την Βιομηχανική Επανάσταση και την χρήση των ορυκτών καυσίμων ήταν ευρεία και περιελάμβανε κάθε πτυχή της κοινωνικοοικονομικής ζωής. Σήμερα συνεχίζουν να αποτελούν μία βασική πηγή θέρμανσης, κυρίως οικιακής. Η χρήση τους έχει ορισμένα μειονεκτήματα, καθώς ο μεγάλος όγκος τους καθιστά δύσκολη την αποθήκευση και μεταφορά τους. Επίσης η ενεργειακή τους απόδοση κατά την καύση φτάνει μέχρι το 75%, και μπορεί να μειωθεί σημαντικά όταν τα καυσόξυλα έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία. Το ποσοστό ενέργειας που ανακτάται από την καύση καυσόξυλων κυμαίνεται από 3-70kW (Stidam, et al 2011, Verkerk et al 2011, Wilnhammer et al 2012).

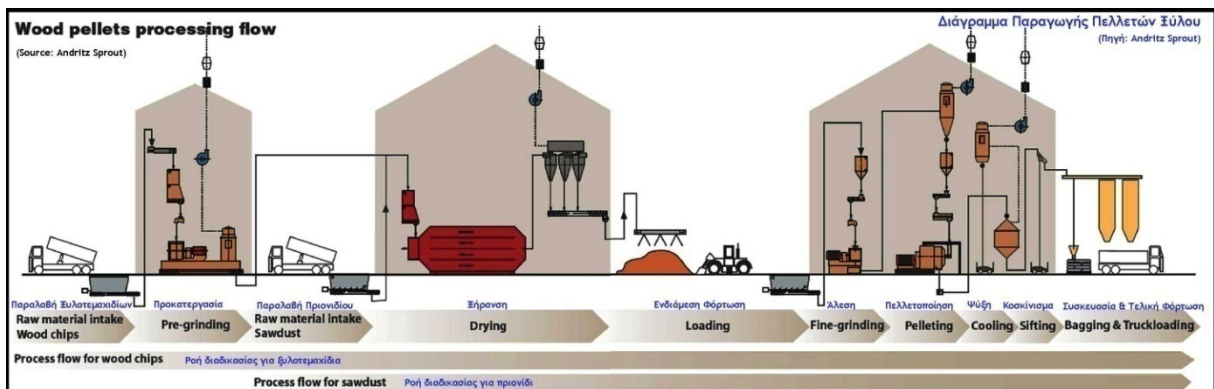
Στην Ελλάδα ο μεγαλύτερος παραγωγός καυσόξυλων είναι η Δασική Υπηρεσία, καθώς τα περισσότερα δάση ανήκουν στο Ελληνικό δημόσιο με ποσοστό 64% , ενώ το 36% σε ιδιώτες, όπου στις περισσότερες των περιπτώσεων εμπλέκετε το δημόσιο με διάφορα ποσοστά συνιδιοκτησίας. Στο διάγραμμα 7 παρουσιάζονται τα μεγέθη παραγωγής ανά κύριο δασοπονικό είδος για το σύνολο των δασών της χώρας ανεξαρτήτως ιδιοκτησιακού καθεστώτος.



Διάγραμμα 7. Παραγωγή Καυσόξυλων το 2009 στην Ελλάδα.

2.6.2 Πελλέτες

Οι πέλλετες ή συσσωματώματα ξύλου (wood pellets) είναι τυποποιημένο κυλινδρικό βιοκαύσιμο σε διάφορα μεγέθη, το οποίο παρασκευάζεται από τη συμπίεση ξηρών πριονιδιών, η προέλευση των οποίων είναι από υπολείμματα δασικής και αγροτικής βιομάζας και από απορρίμματα βιοτεχνιών/ βιομηχανιών επεξεργασίας ξύλου. Η παραγωγή τους γίνεται σε μονάδες παραγωγής βιομάζας από ξύλο, Εικόνα 8. Με τη χρήση υψηλής πίεσης και ατμού, παρασκευάζονται οι πέλλετες χωρίς χημικά πρόσθετα. Η σχεδόν τέλεια καύση των πελλετών παράγει ελάχιστα υπολείμματα και καπνό, άρα και μειωμένη εκπομπή CO₂. Η ενεργειακή τους πυκνότητα είναι πολύ υψηλή λόγω της συμπίεσης του όγκου και επίσης καταλαμβάνουν μικρό χώρο που καθιστά πιο οικονομική την αποθήκευση και μεταφορά τους. Η θερμική τους αξία κυμαίνεται από 17-21MJ/kg (ανακτώμενη ενέργεια από 8-500kW) ενώ έχουν υγρασία περίπου 8-10%. Η επεξεργασία τους διαφοροποιείται ανάλογα με την υγρασία της αρχικής ξυλείας: α) από 1-2% του ενεργειακού περιεχομένου των πελλετών, από ξηρή ξυλεία ενώ β) 10% αντίστοιχα αν απαιτείται ξήρανση.



Εικόνα 8. Διάγραμμα Ροής Παραγωγής Πελλετών Ξύλου.

Τα στάδια επεξεργασίας των πελλετών είναι τα ακόλουθα:

- 1^ο - Παραλαβή και προ-επεξεργασία της πρώτης ύλης
- 2^ο - Ξήρανση
- 3^ο - Άλεση
- 4^ο - Πελλετοποίηση
- 5^ο - Ψύξη
- 6^ο - Συσκευασία και Αποθήκευση

Η χρήση των πελλετών ως καύσιμο βρίσκει πολλές εφαρμογές, από τη θέρμανση σπιτιών και επιχειρήσεων, ως τη θέρμανση θερμοκηπίων και βιομηχανιών. Επίσης χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιο-υδρογόνου και βιοαερίου αλλά και ως καύσιμο σε μονάδες συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού και σε δίκτυα τηλεθέρμανσης. Η χρήση των πελλετών για θέρμανση, κυρίως οικιακή, αυξήθηκε ραγδαία στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια λόγω της οικονομικής ύφεσης. Μαζί με τα κράτη της βόρειας και κεντρικής Ευρώπης η Ελλάδα χρησιμοποιεί πλέον τους πέλλετες ως μία σημαντική πηγή θέρμανσης. Με σύγχρονους τεχνολογικά καυστήρες με μεγάλη απόδοση και μειωμένες εκπομπές CO₂ και με την τιμή του κιλού των πελλετών να είναι μισή από την τιμή του πετρελαίου οι πέλλετες αποτελούν μία μορφή δασικής βιομάζας που συνεισφέρει στην μείωση των ρύπων και ωφελεί οικονομικά τους καταναλωτές.

2.6.3 Θρυμματισμένο Ξύλο

Το θρυμματισμένο ξύλο (woodchips) είναι επεξεργασμένο ξύλο μικρού μήκους (θρύμματα διαστάσεων 0,80-1,20m) και μπορεί να είναι στρόγγυλο, διαμέτρου d 6-35cm, ή σχιστό.

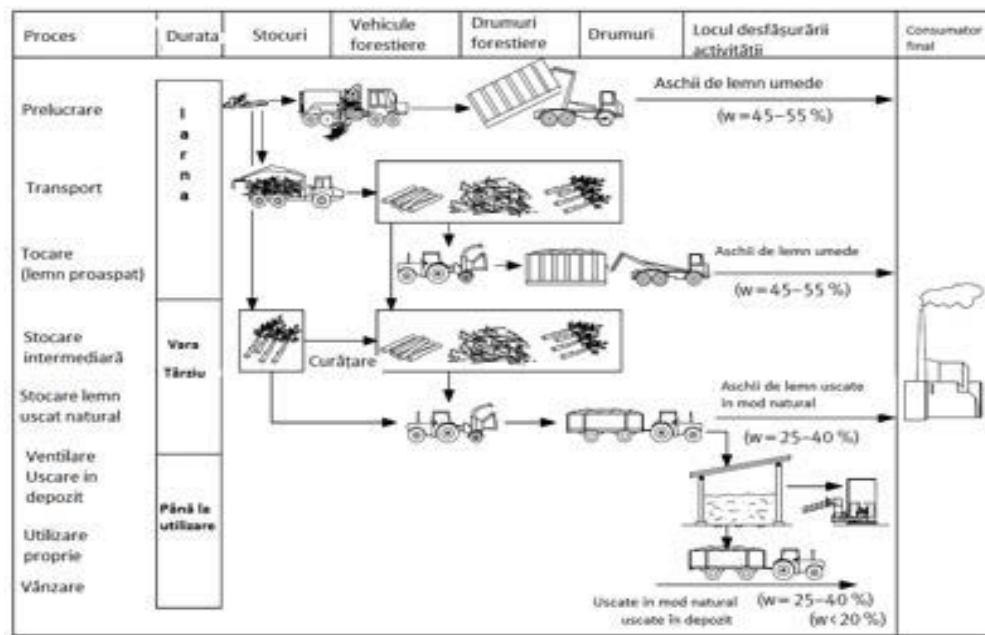
Τα θρύμματα (ή ροκανίδια) ξύλου προκύπτουν από το τρόχισμα:

- απολειφθέντων δασικών προϊόντων
- βιομηχανικών υπο-προϊόντων
- καυσόξυλων
- ξύλου που ανακτάται από ξύλινα προϊόντα των οποίων η διάρκεια ζωής έχει λήξει, όπως οικοδομικά υλικά, έπιπλα, συσκευασίες, κ.α.
- ξύλου που προκύπτει από την ενεργειακή καλλιέργεια δέντρων και θάμνων.



Εικόνα 9. Κινητή μονάδα θρυμματισμού ξύλου. (πηγή ambrakisbros.gr)

Η δασική βιομάζα, με τη μορφή θρυμματισμένου ξύλου έχει σημαντικά πλεονεκτήματα όπως το χαμηλό κόστος, η ευκολία και οι αυτοματισμοί συλλογής, φόρτωσης και αποθήκευσής του και η εύκολη διάθεση του. Ως μειονέκτημα του θρυμματισμένου ξύλου σημειώνονται τα διαφορετικά ποσοστά υγρασίας που υπάρχουν σε αυτό και δημιουργούν προβλήματα στο σωστό έλεγχο της ποιότητάς του. Στην Εικόνα 10 παρουσιάζεται η αλυσίδα διαδικασιών για την προμήθεια θρυμματισμένου ξύλου με διαφορετική περιεκτικότητα σε νερό (w).



Εικόνα 10. Στάδια διαδικασίας και τοποθεσίες παραγωγής θρυμματισμένου ξύλου από δασική ξυλεία, με διαφορετική περιεκτικότητα σε νερό. (πηγή bioenergy4business.eu)

2.7 Δυναμικό Βιομάζας

Ως δυναμικό βιομάζας θεωρείται «η απολήψιμη ποσότητα φυτικών, δασικών υλών, ζωικών και αστικών λυμάτων, υποπροϊόντων βιομηχανικής επεξεργασίας ή δημοτικών στερεών απορριμμάτων», που προκύπτουν από μια περιοχή, σύμφωνα με το ΚΑΠΕ. Η εκτίμηση δυναμικού βιομάζας καθορίζεται από τους παράγοντες που παραθέτονται στον Πίνακα 13.

Πίνακας 13. Εκτίμηση δυναμικού βιομάζας (Πηγή δεδομένων ΚΑΠΕ).

Εκτίμηση Δυναμικού βιομάζας		
1	Θεωρητικό δυναμικό βιομάζας	Το μέγιστο ποσό της βιομάζας που μπορεί να παραχθεί σε μια συγκεκριμένη περιοχή.
2	Διαθέσιμο δυναμικό βιομάζας	Το ποσοστό του θεωρητικού δυναμικού που μπορεί να ανακτηθεί με βάση τοπικούς (π.χ. μορφολογία εδάφους) και άλλους (π.χ. ανταγωνιστικές χρήσεις) περιορισμούς.
3	Τεχνικά εκμεταλλεύσιμο (βιώσιμο) δυναμικό βιομάζας	το ποσοστό του διαθέσιμου δυναμικού, που μπορεί να αξιοποιηθεί με τα υφιστάμενα τεχνικά μέσα.
4	Οικονομικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό βιομάζας	το ποσοστό του τεχνικά εκμεταλλεύσιμου δυναμικού, που είναι και οικονομικά εκμεταλλεύσιμο.

Το θεωρητικό δυναμικό αντιστοιχεί στο μέγιστο ποσό ενέργειας που παραλαμβάνεται από μια περιοχή, επιτυγχάνοντας τη μέγιστη αξιοποίηση του για παραγωγή ενέργειας.

Η βιομάζα ως καύσιμο είναι η μία ανταγωνιστική πηγή ενέργειας. Καθώς τα αποθέματα βιομάζας μοιράζονται ανάμεσα σε ανθρώπους (ενεργειακή αξιοποίηση και μεταποίηση) και ζώα (τροφή από φυτά) εισάγεται η έννοια του διαθέσιμου δυναμικού της βιομάζας, η αδιάθετη ποσότητας βιομάζας, που μπορεί να αξιοποιηθεί ενεργειακά. Η απόδοση της διαδικασίας περισυλλογής των υπολειμμάτων που θα καταλήξουν στη μονάδα παραγωγής ενέργειας αποτελεί σημαντικό περιοριστικό παράγοντα του θεωρητικού δυναμικού.

Οι έννοιες του τεχνολογικού και οικονομικά εκμεταλλεύσιμου δυναμικού σχετίζονται με την επιλέξιμη τεχνολογία παραγωγής ενέργειας, από συγκεκριμένη πρώτη ύλη και τα οικονομικά χαρακτηριστικά της επένδυσης. Η εκτίμηση του τεχνολογικού δυναμικού εξαρτάται από τη συγκεκριμένη τεχνολογία, που επιλέγεται για την αξιοποίηση του διαθέσιμου δυναμικού. Η μορφή της διαθέσιμης πρώτης ύλης και η επιθυμητή μορφή παραλαμβανόμενης ενέργειας καθορίζουν την επιλογή της εκάστοτε τεχνολογίας, όπως επίσης και οι ενεργειακές ανάγκες της κάθε περιοχής, που είναι συγκεντρωμένο το διαθέσιμο δυναμικό.

Οι εκτιμήσεις των ποσοτήτων που αναφέρθηκαν, με τη συγκεκριμένη σειρά, οδηγούν στην εκτίμηση του οικονομικά εκμεταλλεύσιμου δυναμικού. Καθώς το κόστος μεταφοράς της βιομάζας στη μονάδα επεξεργασίας είναι καθοριστικός παράγοντας βιωσιμότητας της μονάδας, η επιλογή θέσης με εύκολη πρόσβαση είναι απαραίτητη. Βάσει της ποικιλίας των τοπικών συνθηκών και των βιο-καυσίμων, συμπεραίνεται πως κάθε απόπειρα αποτίμησης του δυναμικού βιομάζας, είτε τοπικά είτε παγκόσμια, πρέπει να στηριχθεί σε ενδεδειγμένες τοπικές αναλύσεις της συνεισφοράς της κάθε περιοχής (Kohl et al 2015, Hoffmann et al 2005, Sharma et al 2013).

2.8 Υπολογισμός Ποσότητας Διαθέσιμης Βιομάζας

2.8.1 Μεθοδολογία

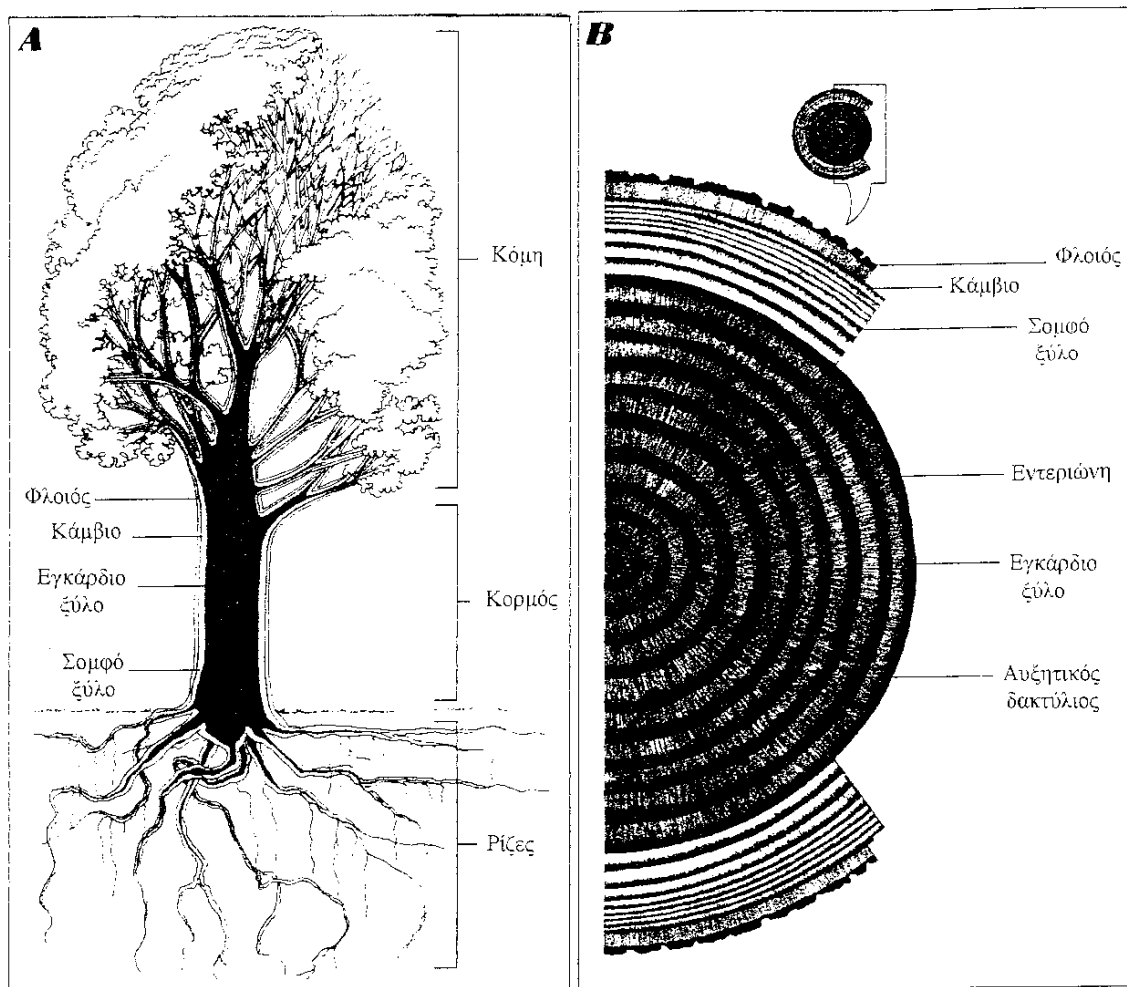
Ως μεθοδολογία υπολογισμού της διαθέσιμης βιομάζας ακολουθείται μία σειρά διεργασιών καταγραφής και υπολογισμού:

- Καταγραφή α) των γεωργικών και δασικών εκτάσεων και β) της πρωτογενούς παραγωγής βιομάζας από γεωργία, δάση και κτηνοτροφία σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο.
- Καταγραφή των αποδόσεων των τελευταίων 5 ετών των γεωργικών και δασικών προϊόντων.
- Επιλογή του κατάλληλου τύπου βιομάζας προς επεξεργασία και της κατάλληλης μονάδας παραγωγής βιοενέργειας.
- Καταγραφή ποσοτικών μετρήσεων και υπολογισμών (οικονομοτεχνική μελέτη) για το θεωρητικό, το διαθέσιμο, το βιώσιμο και οικονομικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό βιομάζας που επελέγη προς ενεργειακή αξιοποίηση.
- Καταγραφή των φορέων και επενδυτών που θα συμβάλλουν στην υλοποίηση της μονάδας παραγωγής βιοενέργειας

2.9 Η Ξυλεία ως Πηγή Ενέργειας

Από την εμφάνιση του ανθρώπου έως και σήμερα η σχέση του με το δάσος υπήρξε στενή και συνέβαλε στην επιβίωση και εξέλιξη του. Το δάσος πρόσφερε στην ανθρωπότητα καταφύγιο, τροφή, στέγη, εργαλεία και με την καύση των ξύλων ενέργεια (Mittlefehld 2016). Η θέρμανση, η μαγειρεμένη τροφή και η ενέργεια από την καύση των ξύλων, βοήθησαν τον άνθρωπο να εξελιχθεί και το δάσος ήταν και είναι ως τις μέρες μας πλουτοπαραγωγική πηγή για τις κοινωνίες των ανθρώπων, με προϊόντα που καθημερινά ενισχύουν την ανάπτυξη της οικονομίας (παραγωγή ξυλείας, χαρτιού, χημικών προϊόντων, επίπλων, κ.α.) (Anttila et al 2015, Dornburg et al 2001). Το βασικότερο όμως όλων των δασικών προϊόντων παραμένει το ξύλο, Εικόνα 11.

Το ξύλο αποτελεί την βασική πρώτη ύλη προϊόντων πρωτογενούς και δευτερογενούς βιομηχανικής κατεργασίας, όπως η πριστή ξυλεία, οι στύλοι, η ρητίνη, ο ξυλοπολτός, τα έπιπλα, οι ινοπλάκες, μοριοπλάκες, η πίσσα, πλαστικά, το χαρτί, αιθυλική αλκοόλη, με τον αριθμό των προϊόντων να είναι πολύ μεγάλος. Η επεξεργασία των προϊόντων, πρωτογενής και δευτερογενής, είναι είτε μηχανική ή χημική. Η ενεργειακή αξιοποίηση της ξυλείας αποτελεί πλέον σήμερα σημαντική πηγή ενέργειας, τόσο για την παραγωγή θερμότητας όσο και ηλεκτρισμού. Σε χώρες με χαμηλό βιοτικό επίπεδο, όπως της Αφρικής και της Ασίας, το ξύλο σε ποσοστό 85-90% παραμένει ως σήμερα η κύρια θερμαντική ύλη, με την καύση καυσόξυλων, ενώ το 50% και περισσότερο της παγκόσμιας παραγωγής ξύλου χρησιμοποιείται επίσης ως καύσιμη ύλη, για άμεση θέρμανση ή παραγωγή τηλεθέρμανσης (Akhtari et al 2014, Delmastroa et al 2015, Kohl et al 2015).



Εικόνα 11. Εγκάρσια τομή δέντρου και κορμού.

2.9.1 Ευλεία ως πηγή ενέργειας στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα η βιομάζα καλύπτει το 0,2% της παραγωγής ενέργειας συνολικά. Επίσης καλύπτει το 4% της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ, παρά το γεγονός ότι τα δάση καλύπτουν το 26,5% της χώρας, ενώ το μερίδιο της δασοκομίας στο εθνικό ΑΕΠ είναι πολύ χαμηλό, με ποσοστό 0,15%. Η ελληνική παραγωγή καυσόξυλων υπολογίζεται κατά μέσο όρο σε 450.000 ΤΙΠ, με σημαντικές ποσότητες ανεκμετάλλευτες δασικής βιομάζας που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως μια ανταγωνιστική πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοενέργειας. Σε άλλες χώρες υπολογίζεται ότι μόνο το 12% των υπολειμμάτων δασοκομίας συλλέγονται. Η δασική βιομάζα θα μπορούσε να είναι μια σημαντική πηγή ΑΠΕ στην παροχή θερμότητας και ενέργειας σε αγροτικές και δασικές περιοχές, θα μπορούσε να συνεισφέρει στην αειφόρο ανάπτυξη αυτών. Παραδείγματα επενδύσεων μικρής κλίμακας, της αξιοποίησης δασικής βιομάζας, έδειξαν πως υπήρξαν σημαντικά κοινωνικοοικονομικά οφέλη (Manolis et al 2016)

Το σύνολο των δημοσίων δασών της Ελλάδας παράγει 2.707.000m³ ξυλείας ετησίως, με τα 786.000 m³ να είναι βιομηχανική ξυλεία και τα 1.921.000 m³ καυσόξυλα (αναλογία 29 : 71), Πίνακα 14 Στις ποσότητες αυτές εκτιμάται ότι πρέπει να προστεθούν άλλα 400.000 m³βιομηχανικής ξυλείας και 650.000 m³καυσόξυλα που προέρχονται από μη δημόσια δάση, όπως ιδιωτικά δάση και φυτείες, κοινοτικά, μοναστηριακά και άλλα δάση.

Πίνακας 14. Ετήσια παραγωγή ξύλου (λήμμα) των δημοσίων ελληνικών δασών*

Κατηγορία ξύλου	Πλατύφυλλα		Κωνοφόρα		Σύνολο	
	m ³	%	m ³	%	m ³	%
-Βιομηχανική Ξυλεία	380.000	48,3	406.000	51,7	786.000	29
-Καυσόξυλα	1.615.000	84,1	306.000	15,9	1.921.000	71
Σύνολο	1.995.000	73,7	712.000	26,3	2.707.000	100

*Περιλαμβάνονται και τα ατελώς συλλεγόμενα καυσόξυλα

Στην Ελλάδα, η συνολική ετήσια κατανάλωση ξύλου και προϊόντων ξύλου ανέρχεται στα 3.100.000 m³ισοδύναμης στρόγγυλης ξυλείας, χωρίς να συνυπολογίζονται οι παραγόμενες ποσότητες καυσόξυλων, με τη συμμετοχή της εγχώριας παραγωγής βιομηχανικής ξυλείας να ανέρχεται στο 30-35% των αναγκών της χώρας. Βάσει αυτών των στοιχείων υπάρχει σοβαρό έλλειμμα της χώρας σε ξύλο και προϊόντα ξύλου, με αποτέλεσμα να είναι σημαντικές οι ποσότητες εισαγόμενης ξυλείας. Στον Πίνακα 15 παρουσιάζονται τα κυριότερα δασικά είδη που παράγουν ξύλο στην Ελλάδα και οι χρήσεις του ξύλου αυτού. Επίσης άλλα δασικά είδη που παράγουν μικρές ποσότητες ξύλου είναι τα: κυπαρίσσι, σημύδα, πλατάνι, σφενδάμι, καρυδιά, αριά και άλλα αείφυλλα πλατύφυλλα, κ.α. (www.dasarxeio.com)

Πίνακας 15. Κυριότερα ελληνικά είδη ξύλου και χρήσεις τους.

Ελληνικά Είδη Ξύλου και Χρήσεις		
Κατηγορία	Είδος ξύλου Ετήσια παραγωγή	Χρήσεις
	Πεύκη (μαύρη, δασική, λευκόδερμος, χαλέπιος, τραχεία, κ.ά.) Παραγωγή: 300.000 m ³	Οικοδομικές κατασκευές, πατώματα κιβώτια, στύλοι, στρωτήρες, έπιπλα, βαρέλια, βάρκες, ιστοί πλοίων, μοριοπλάκες, ινοπλάκες,

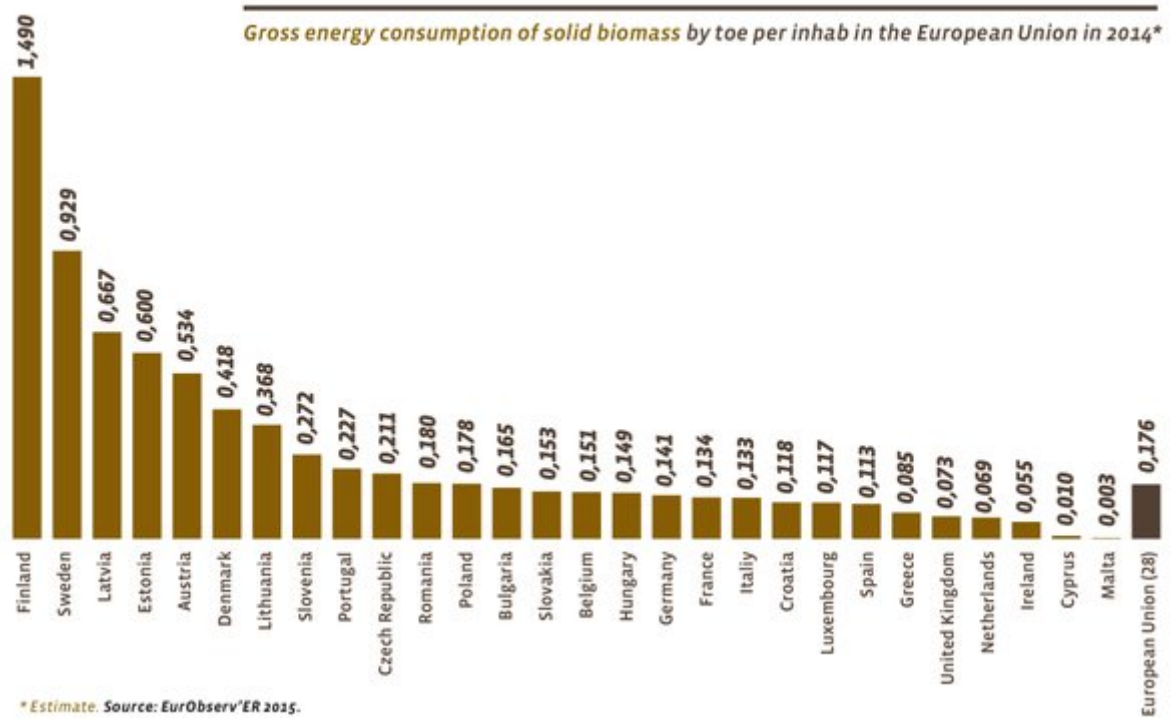
ΚΩΝΟΦΟΡΑ		χαρτοπολτός, αντικολλητά, ξυλεία μεταλλείων (χαλέπιος, τραχεία), ξυλόγλυπτα (λευκόδερμος)
	Ελάτη Παραγωγή: 250.000m ³ (μαζί με ερυθρελάτη)	Οικοδομικές κατασκευές, πατώματα, κιβώτια, στύλοι, έπιπλα, ιστοί, στρωτήρες, торνευτά, χαρτοπολτός, μοριοπλάκες, ινοπλάκες
	Ερυθρελάτη	Όπως και η ελάτη. Επιπλέον μουσικά όργανα, ναυπηγικές κατασκευές
ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΑ	Οξιά Παραγωγή: 450.000 m ³	Έπιπλα (ύστερα από άτμιση), στρωτήρες πατώματα, ξυλόφυλλα, αντικολλητά, μοριοπλάκες, ινοπλάκες, χαρτοπολτός, λαβές εργαλείων, μέρη μουσικών οργάνων, πλοία, παιγνίδια, καυσόξυλα.
	Δρυς (διάφορα είδη) Παραγωγή: 1.200.000 m ³	Οικοδομικές και ναυπηγικές κατασκευές έπιπλα, πατώματα, πάσσαλοι, στρωτήρες, βαρέλια, торνευτά, κάρρα, καυσόξυλα, κάρβουνα
	Λεύκη Παραγωγή: 500.000 m ³	Οικοδομικές κατασκευές, ξυλόφυλλα, αντικολλητά, κιβώτια, εσωτερικά επίπλων, σπύρτα, τεχνητά μέλη, παιγνίδια, μοριοπλάκες, ινοπλάκες, χαρτοπολτός
	Καστανιά Παραγωγή: 30.000 m ³	Πατώματα, έπιπλα, πάσσαλοι, στύλοι, δοκοί ξυλεία μεταλλείων, οικιακά σκεύη, βαρέλια, μοριοπλάκες, ινοπλάκες, χαρτοπολτός.

2.9.2 Ξυλεία ως πηγή ενέργειας στην Ευρώπη

Η στερεά βιομάζα στην ΕΕ, περιλαμβάνει όλα τα στερεά οργανικά συστατικά που πρέπει να χρησιμοποιούνται σαν καύσιμα, όπως το ξύλο, απόβλητα ξύλου (ροκανίδια, πριονίδια, κλπ), συσσωματώματα ξύλου, άχυρο, υπολείμματα ζαχαροκάλαμου, τα ζωικά απόβλητα και άλλα φυτικά στοιχεία και τα κατάλοιπα. Η ανάκτηση ενέργειας από στερεά βιομάζα έχει ως αποτέλεσμα στην παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας (Payn et al 2015, Moiseyev et al 2014). Η καύση σε λέβητες είναι η κύρια τεχνική που χρησιμοποιείται για την ανάκτηση ενέργειας από στερεά βιομάζα, η οποία παράγει ζεστό νερό ή ατμό, που χρησιμοποιείται σε βιομηχανικές διεργασίες και σε δίκτυα τηλεθέρμανσης. Η παραγωγή ατμού μπορεί επίσης να διοχετευθεί σε στροβίλους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή σε μια μονάδα συμπαραγωγής που συνδυάζει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. Ένα σημαντικό ποσοστό της στερεάς βιομάζας χρησιμοποιείται άμεσα από νοικοκυριά και άλλους τελικούς

καταναλωτές, όπως επιχειρήσεις, σε λέβητες με ξύλα ή σόμπες (Malico et al 2016, Moiseyev et al 2011, Nikodinoska et al 2016, Plieninger et al 2009, Shabani et al 2013).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι ο κορυφαίος παραγωγός και καταναλωτής υπολειμμάτων υλοτομίας του κόσμου (Srirangan et al 2012). Η ανάλυση της ΑΕΒΙΟΜ (European Biomass Association) έδειξε ότι περίπου το μισό της παγκόσμιας παραγωγής τίθεται σε 27.100.000 tones το 2014 παράχθηκε στην ΕΕ, το οποίο αυξήθηκε από τους 24,5 εκατομμύρια τόνους το 2013 (FAO). Η ίδια πηγή υποστηρίζει ότι η παραγωγή πελλετών της ΕΕ αυξήθηκαν κατά 11% σε σύγκριση με 2.013 - 13.500.000 τόνους το 2014. Οι κορυφαίες 5 χώρες παραγωγής είναι: η Γερμανία (2,2 Mt), η Σουηδία (1,6 Mt), η Λετονία (1,3 Mt), η Γαλλία (1 Mt) και την Πορτογαλία (1 Mt). Η Ευρωπαϊκή Λέσχη Πέλλετ δείχνουν ότι η ΕΕ είχε την υψηλότερη κατανάλωση πέλλετ ξύλου στον κόσμο σε περίπου 18,8 εκατ τόνους το 2014, σε σύγκριση με 18,3 εκατομμύρια τόνους το 2013. Αυτό αναλύεται ως 11 εκατομμύρια τόνοι για τις άμεσες ανάγκες θέρμανσης (δηλαδή 8,2Mt για κτίρια κατοικιών και 2,8Mt για επαγγελματικούς χώρους) και 7,8Mt για βιομηχανικές ανάγκες, οι οποίες περιλαμβάνουν σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (5,6 Mt) και βιομηχανικές εγκαταστάσεις CHP (2,2 Mt). Σε 2,9 εκατομμύρια τόνους, η Ιταλία είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής pellet για θέρμανση, ακολουθούμενη από τη Γερμανία (2 Mt), η Σουηδία (1. 4 Mt), τη Γαλλία (0,9 Mt) και την Αυστρία (0,8 Mt). Στο Διάγραμμα 8 παρουσιάζεται η αύξηση της κατανάλωσης της στερεής βιομάζας στη ΕΕ το 2014, ενώ στο Χάρτη 3 παρουσιάζεται η παραγωγή στερεής βιομάζας στην ΕΕ, το 2013. (EurObservER 2015)



Διάγραμμα 8. Αύξηση της κατανάλωσης της στερεής βιομάζας το 2014, σε toe ανά κάτοικο στην ΕΕ. (EurObserv'ER 2015)

- ✚ Η Υλοτομία, που περιλαμβάνει τη ρίψη, αποκλάδωση, διαμόρφωση, αποφλοιώση, τεμαχισμός, διαμόρφωση άκρων, σχίση, πελέκηση
- ✚ Η μετατόπιση-μεταφορά των πρώτων υλών από τους τόπους υλοτομίας ως τους χώρους συγκέντρωσής τους.
- ✚ Την Αποθήκευση των πρώτων υλών σε κατάλληλους αποθηκευτικούς χώρους.

2.10.1 Συγκομιδή

Η συγκομιδή και απομάκρυνση της ξυλώδους δασικής βιομάζας από τα φυσικά δάση είναι μία βασική διαχειριστική, οικονομική και οικολογική δράση, αυστηρά βασισμένη στις αρχές της αειφορίας και της βιώσιμης ανάπτυξης. Στόχοι αυτής της δράσης είναι η προστασία, η καλλιέργεια, η αναγέννηση και η ανόρθωση των δασικών οικοσυστημάτων, η αειφορική παραγωγή ξύλου και άλλων δασικών προϊόντων, η αύξηση της απασχόλησης και η τοπική και περιφερειακή βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη.

Η συγκομιδή και απομάκρυνση-μετατόπιση της ξυλώδους δασικής βιομάζας από το δάσος στο δασικό δρόμο περιλαμβάνει επιμέρους δραστηριότητες όπως προετοιμασία του δένδρου, ρίψη, αποκλάδωση, τεμαχισμό, προσωρινή αποθήκευση των κορμοτεμαχίων στο δάσος και μετατόπιση, στοίβαξη και αποθήκευση στο δασικό δρόμο. (ΕΘΙΑΓΕ Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας www.nagref.gr)

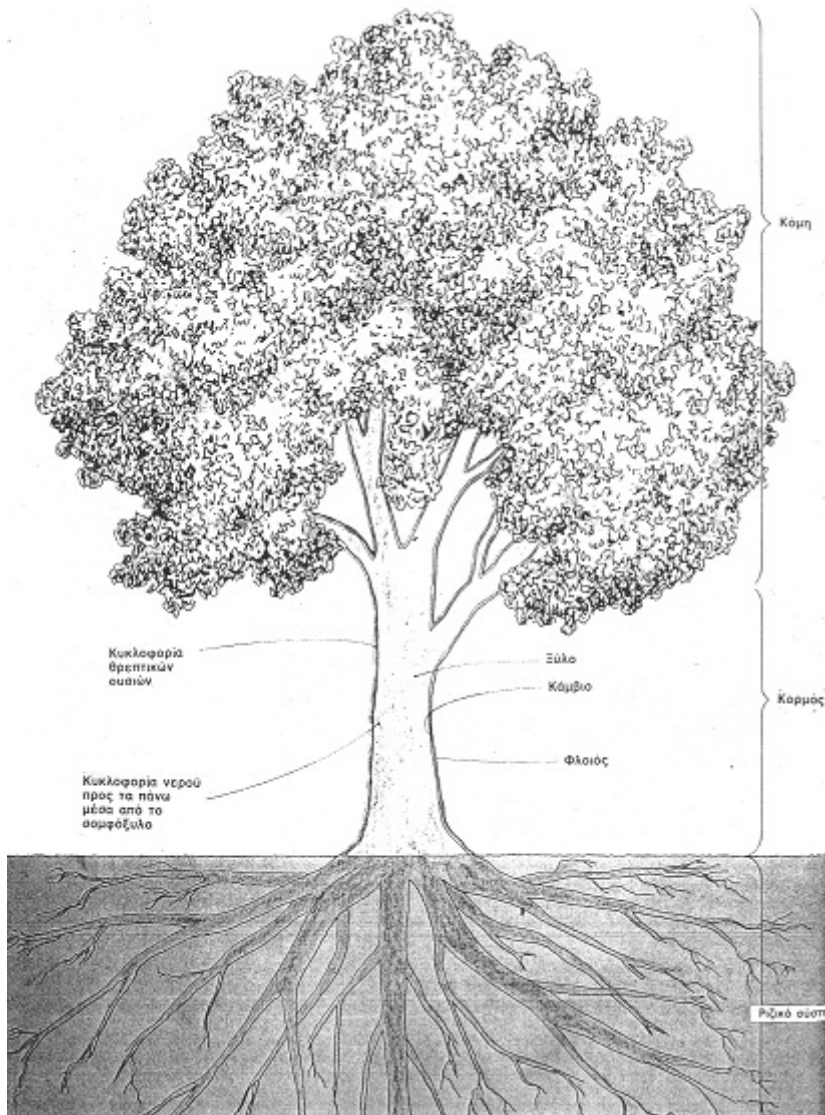
Ένα σύγχρονο σύστημα συγκομιδής θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να απομακρύνει τα κορμοτεμάχια από το δάσος, να ελαχιστοποιεί τις ζημιές στα εναπομένοντα δένδρα και στο έδαφος, να έχει υψηλή παραγωγικότητα και χαμηλό κόστος και να προλαμβάνει προβλήματα υγείας των δασεργατών που σχετίζονται με την εργασία.

Ειδικότερα καταγράφεται ένα ετήσιο σχέδιο συγκομιδής και ένας χάρτης του δάσους προς εκμετάλλευση, ακολουθώντας τα εξής στάδια:

- τμήματα & λήμμα κατά είδος – κλάσεις διαμέτρου- κατηγορίες ξύλου
- είδος υλοτομιών
- εγκαταστάσεις μετατόπισης
- εργαλεία – ζώα – μηχανήματα & δυνατότητες συντήρησης – επισκευής
- εργάτες & τρόπος απασχόλησης
- εξυπηρέτηση εργατών (φαγητό, ύπνος, ψυχαγωγία, πρώτες βοήθειες)
- χρόνος συγκομιδής κατά τμήμα & συνολικά
- τόποι συγκέντρωσης ξύλου

- τρόπος χειρισμού υπολειμμάτων
- προϋπολογιζόμενο κόστος
- τρόπος διάθεσης προϊόντων (www.nagref.gr)

Στην Εικόνα 12 δίνεται μία σχηματική παράσταση από τα προς εκμετάλλευση μέρη ενός δέντρου ενώ στον Πίνακα 16 που ακολουθεί καταγράφονται και επεξηγούνται τα μέρη αυτά



Εικόνα 12 Τομή Δέντρου, τμήματα αξιοποίησης ξυλείας
<http://www.luthier.gr/index.php?topic=383.15>

Πίνακας 16 Μέρη δέντρου προς αξιοποίηση.

Μέρη Δέντρου προς Αξιοποίηση	
Ολοκληρωμένο δέντρο	Η υπέργεια και υπόγεια μάζα του δέντρου
Ολόκληρο δέντρο	Η μάζα του δέντρου που βρίσκεται πάνω από τα πρέμνα. Περιλαμβάνονται η μάζα του κορμού (stem) και του κόμμης (crown) συμπεριλαμβάνονται, αλλά αποκλείεται το ριζικό σύστημα.
Κορμός	Το ξύλο του κορμού και του φλοιού αυτού, και διαιρείται σε εμπορεύσιμα και μη εμπορεύσιμα κλάσματα. Ο κορμός δεν περιλαμβάνει το stump και η υπόγεια συνέχειά του
Μη εμπορεύσιμη κορυφή	Το ανώτερο μέρος του κορμού το οποίο μένει ανεκμετάλλευτο στις λειτουργίες υλοτομίας λόγω της μικρής του διαμέτρου και του μεγάλου αριθμού κλαδιών.
Κόμμη	Όλα τα ζωντανά και νεκρά κλαδιά καθώς επίσης και το φύλλωμα και τα αναπαραγωγικά όργανα του δέντρου.
Κλαδιά	Το ξύλο και ο φλοιός των ζώντων και νεκρών κλαδιών αλλά όχι το φύλλωμα, οι βλαστοί και τα αναπαραγωγικά όργανα
Φύλλωμα	Όλα τα φύλλα ή τις βελόνες, τους νεαρούς βλαστούς και τα αναπαραγωγικά όργανα
Πρέμνα (stump)	Η μη χρήσιμη υπέργεια βιομάζα η οποία βρίσκεται κάτω από τη βάση του κορμού και την υπόγεια προβολή της συμπεριλαμβανομένου και του taproot. Οι πλευρικές ρίζες αποκλείονται
Σύστημα κεντρικών ριζών-ριζών	Τα πρέμνα κάτω από τον κορμό και όλο το ριζικό σύστημα
Ρίζες:	Όλες οι παράπλευρες ρίζες, αλλά όχι οι κύριες ρίζες του φυτού

2.10.2 Μεταφορά

Η ποιότητα των οδών που χρησιμοποιούνται (δασικές και επαρχιακές οδοί αλλά και κύριες οδικές αρτηρίες), η κίνηση των οδών αυτών μέσα στο χρόνο (αυξημένη κίνηση τους καλοκαιρινούς μήνες λόγω τουριστικής περιόδου) αλλά κυρίως η απόσταση των χώρων αποθήκευσης από το χώρο συγκομιδής της ξυλείας, επηρεάζει το σύνολο της μεταφοράς και το κόστος αυτής. Επίσης, η επιλογή του κατάλληλου οχήματος καθορίζεται από την ποσότητα και τη μορφή ξυλείας προς μεταφορά, το μέγιστο φορτίο φόρτωσης, το μέγεθος των οχημάτων, την πρόσβαση στο δάσος αλλά και την ικανότητα της επιτόπου αποθήκευσης. Οι τιμές για τις εργασίες μετατόπισης και μεταφοράς των δασικών προϊόντων από τους τόπους υλοτομίας μέχρι τους τόπους συγκέντρωσης αυτών, ποικίλουν ανά κατηγορία προϊόντος. Στην Εικόνα 13 παρουσιάζονται οχήματα φόρτωσης και μεταφοράς ξυλείας.



Εικόνα 13 Οχήματα Φόρτωσης και μεταφοράς ξυλείας.

2.10.3 Αποθήκευση

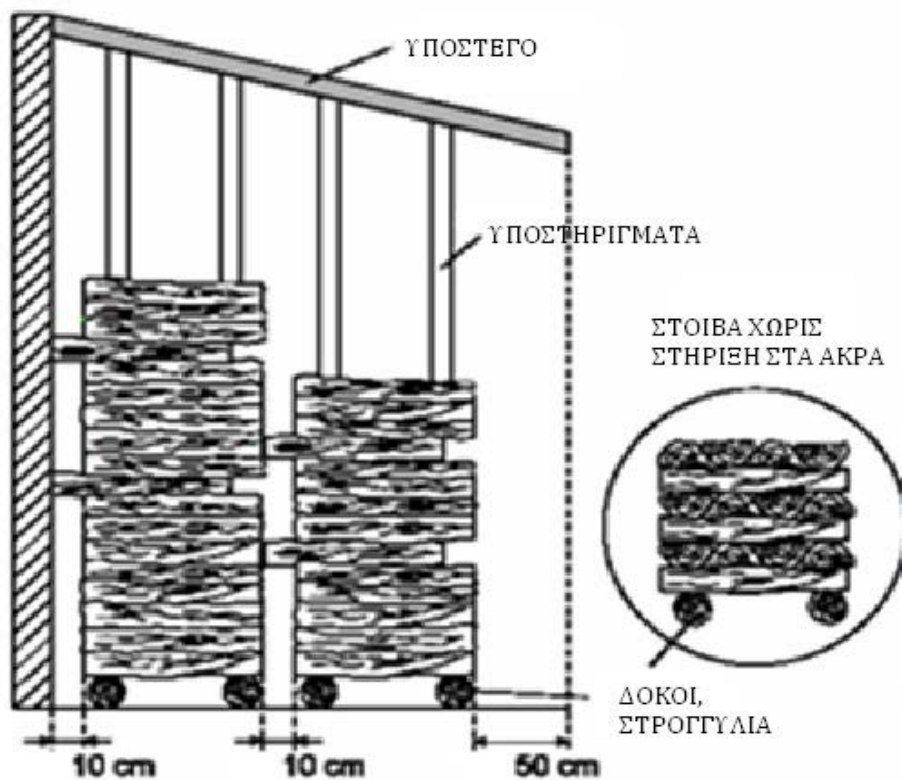
Οι περισσότερες περιπτώσεις εκμετάλλευσης ξυλείας απαιτούν μια κάποιας μορφής αποθήκευση των ξύλων. Ο χώρος που απαιτείται εξαρτάται από την παραγωγή, το μέγεθος των δασών και τις εκτιμήσεις των εμπορικών κινδύνων (όπως την ποσότητα καυσίμου που απαιτείται για τη μεταφορά του).

Βασικές αρχές για την αποθήκευση των καυσόξυλων:

- Το δάπεδο πρέπει να διατηρείται στεγνό. Αν είναι δυνατόν, πρέπει να ευνοείται η κίνηση του αέρα ανυψώνοντας τη στοίβα των καυσόξυλων από το έδαφος με ξύλινα στηρίγματα (δοκούς, μακριά ξυλοτεμάχια)
- Είναι προτιμότερο να αποθηκεύεται το καυσόξυλο σε θέσεις που είναι ανοικτές στον

αέρα και τον ήλιο

- Πρέπει να υπάρχει απόσταση τουλάχιστον 10cm ανάμεσα στις στοίβες και μεταξύ στοίβας και τοίχου της κατασκευής αποθήκευσης
- Για τον καλύτερο αερισμό του χώρου αποθήκευσης οι εξωτερικοί τοίχοι της κατασκευής πρέπει να έχουν ανοίγματα (σχισμές)
- Είναι καλό, τα καυσόξυλα για την καθημερινή χρήση να αποθηκεύονται από τους τελικούς χρήστες στο χώρο καύσης (π.χ. λεβητοστάσιο), όταν είναι επαρκής, ώστε να έχουν προθερμανθεί πριν τη χρήση (ΚΑΠΕ)



Εικόνα 14. Παράδειγμα ορθής διάταξης και αποστάσεων ανάμεσα σε στοίβες καυσόξυλων αποθηκευμένων σε καλυμμένο χώρο

Επίσης για τη μεταφορά και αποθήκευση δασικού θρυμματισμένου ξύλου (συμπεριλαμβανομένης της μεταφοράς και της φόρτωσης για αποθήκευση) στον Πίνακα 17 παρουσιάζονται ενδεικτικές τιμές, όπως αυτές κυμάνθηκαν το 2012.(www.Dasarxeio.gr)

Πίνακα 17. Ενδεικτικές Τιμές για Μεταφορά –Αποθήκευση Δασικού Θρυμματισμένου Ξύλου.

Μεταφορά και Αποθήκευση Δασικού Θρυμματισμένου Ξύλου		
	€/t ξηρής ουσίας	
	Ελεύθερη αποθήκευση σε δάπεδο από σκυρόδεμα	Χύδην αποθήκευση σε κτίρια με βάση έδρασης
Μεταφορά πό το πεδίο στην αποθήκη 4,5 4,5	4,5	4,5
Τροφοδοσία αποθήκης	4,6	4,6
Κόστος κατασκευής αποθήκης (συμπεριλαμβάνονται συντήρηση και ασφάλεια)	10,4	19,3
Κόστος απώλειας αποθέματος ¹	5,3	3,6
Συνολικό κόστος αποθήκευσης	24,8	32

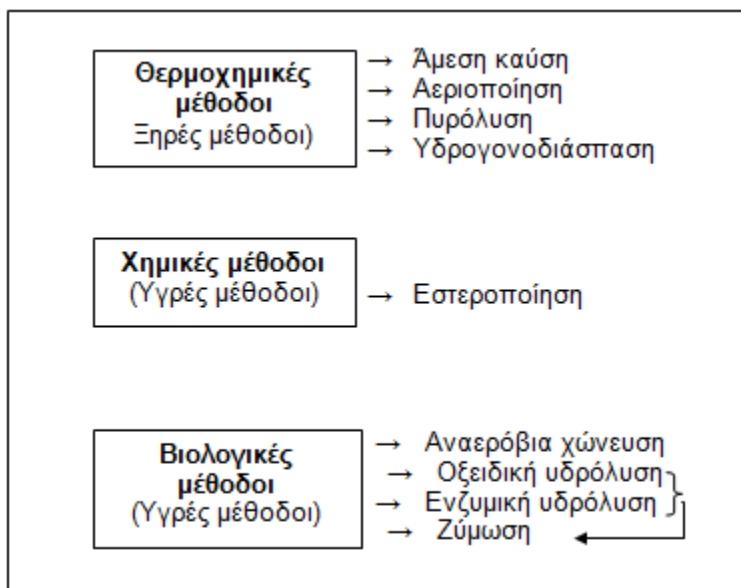
2.11 Τεχνολογίες Ενεργειακής Αξιοποίησης της Βιομάζας

Η ευρεία χρήση των βιοκαυσίμων έναντι των συμβατικών καυσίμων μπορεί να επιτευχθεί, όταν οι παραγόμενες μορφές ενέργειας από βιοκαύσιμα έχουν ανταγωνιστικές τιμές. Σημαντικό ρόλο σε αυτήν την διάδοση έχουν, τόσο οι σύγχρονες τεχνολογίες επεξεργασίας της βιο-ύλης, όσοι η διαθεσιμότητα και η δυνατότητα μεταφοράς της πρώτης ύλης. Όπως και στα ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, φυσικό αέριο) έτσι και στα βιοκαύσιμα είναι βασικό η ενέργειά τους να μπορεί να αποθηκευτεί με μικρές απώλειες και να είναι διαθέσιμη όταν απαιτείται.

Λίγες μορφές όμως πρωτογενούς βιομάζας μπορούν να λειτουργήσουν ως μακροχρόνιες ενεργειακές αποθήκες, καθώς οι περισσότερες εξ αυτών αποσυντίθενται πολύ γρήγορα και επειδή τα υπολείμματα έχουν χαμηλή ενεργειακή πυκνότητα η μεταφορά τους στοιχίζει περισσότερο. Μαζί με την έρευνα για τις τεχνολογίες ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας σημειώνονται σημαντικά βήματα και προς τη βέλτιστη ενεργειακή αξιοποίηση των μέχρι σήμερα αναξιοποίητων υπολειμμάτων (Vassilev et al 2010).

Οι διεργασίες για τη μετατροπής της βιομάζας σε ενέργεια διακρίνονται στις θερμοχημικές-ξηρές και στις βιοχημικές-υγρές:

- Οι θερμοχημικές διεργασίες ακολουθούνται για τους τύπους βιομάζας, όπου η αναλογία άνθρακα προς άζωτο (C/N) είναι μεγαλύτερη από 30% και η περιεκτικότητα σε υγρασία μικρότερη από 50% κατά βάρος. Οι βιοχημικές διεργασίες αφορούν τους τύπους βιομάζας όπου η αναλογία C/N είναι μικρότερη από 30 και η περιεκτικότητα σε υγρασία είναι μεγαλύτερη από 50%. Οι διεργασίες αυτές περιλαμβάνουν α) την απευθείας καύση, β) την πυρόλυση και γ) την αεριοποίηση.
- Οι βιοχημικές διεργασίες είναι αποτέλεσμα μικροβιακής δράσης, και είναι α) η αερόβια ζύμωση, β) η αναερόβια ζύμωση και γ) η αλκοολική ζύμωση.



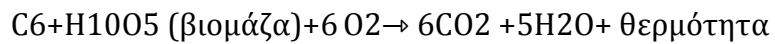
Σχήμα 2. Τύποι επεξεργασίας βιομάζας.

2.12 Θερμοχημικές Διεργασίες

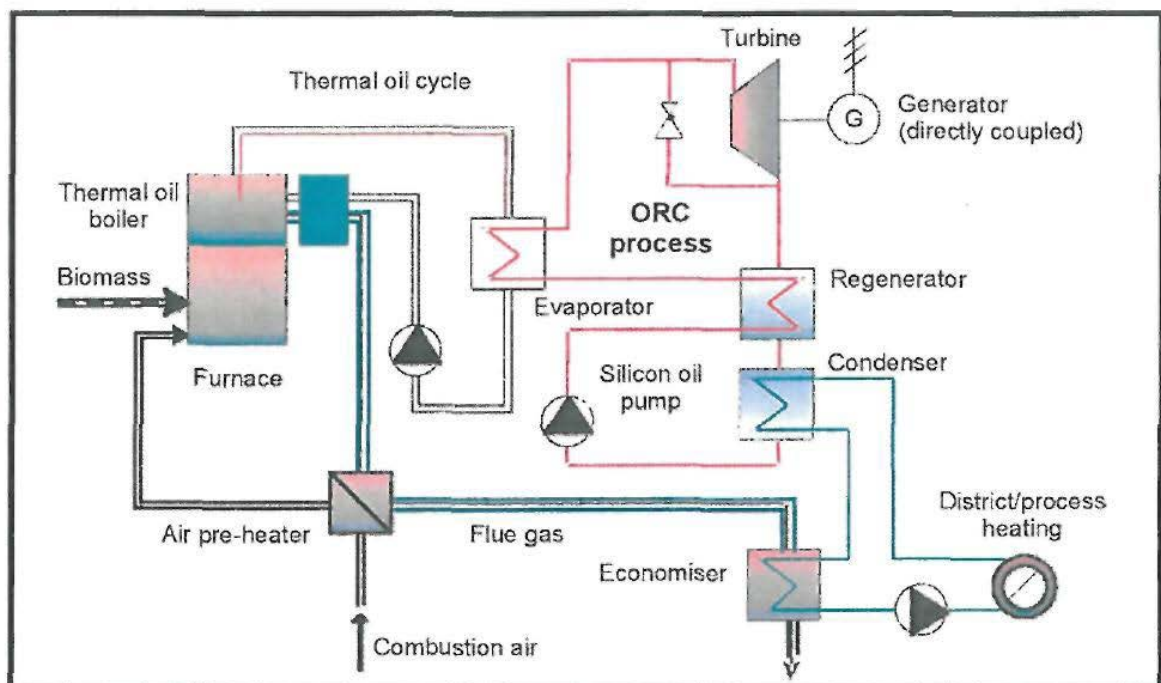
2.12.1 Άμεση Καύση Βιομάζας

Η άμεση καύση είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος μετατροπής βιομάζας σε ενέργεια, για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ παρέχει παγκοσμίως το 90% της ενέργειας, που παράγεται από βιομάζα. Σε σύγκριση με την αεριοποίηση και την πυρόλυση είναι η πιο απλή θερμοχημική μέθοδος, η περισσότερο αναπτυγμένη και ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται έχει απλούστερη λειτουργία και απαιτεί απλή συντήρηση.

Η άμεση καύση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας, περιγράφεται από την χημική αντίδραση που ακολουθεί:



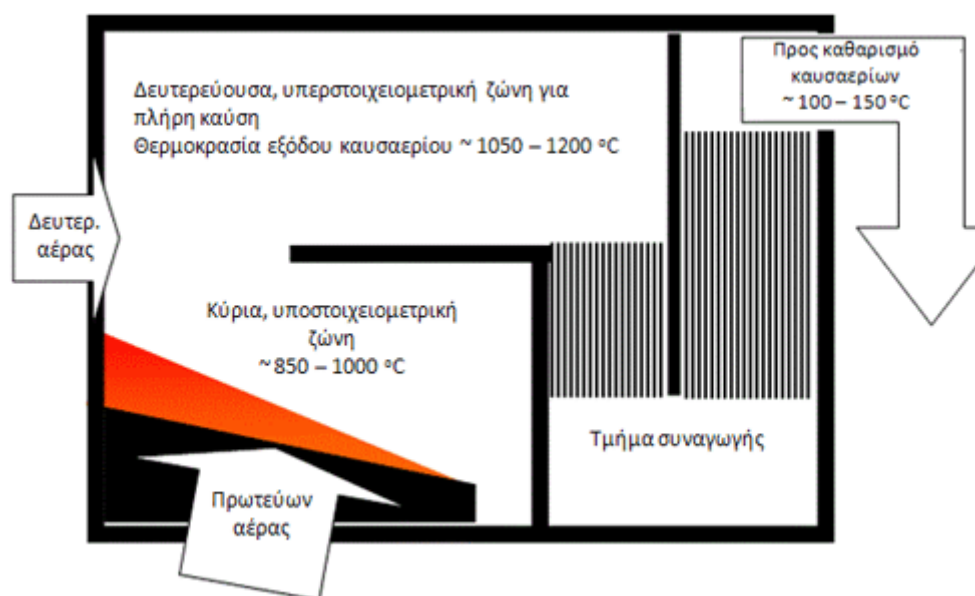
Η ενέργεια που εκλύεται (θερμότητα) μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε άμεσα (θέρμανση, ξήρανση) είτε έμμεσα για την ταυτόχρονη παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού (κίνηση στροβίλου με ατμό). Η πρώτη ύλη της καύσης σε εργοστάσια θερμικής επεξεργασίας είναι το ξύλο, ενώ η απόδοσή της ξεπερνά το 30% στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η εκπομπή ρύπων μετά την θερμική επεξεργασία είναι σημαντικά μικρότερη έναντι της επεξεργασίας ορυκτών καυσίμων.



Εικόνα 15. Διάγραμμα ροής και τρόπος καύσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την καύση είναι τρεις: α) η περιεκτικότητα του ξύλου σε νερό, β) η ποσότητα του αιτούμενου αέρα για την καύση και γ) ο βαθμός πληρότητας της καύσης. Η βιομάζα που χρησιμοποιείται για την καύση, ώστε ο βαθμός απόδοσης να είναι ικανοποιητικός και οικονομικά θετικός, έχει υγρασία μικρότερη του 15%. Οι σύγχρονες τεχνολογίες προσπαθούν να βελτιώσουν το βαθμό απόδοσης της καύσης και σε ποσότητες βιομάζας με μεγαλύτερα ποσοστά υγρασίας.

Οι πιο σημαντικές τεχνολογίες ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας με άμεση καύση, είναι η α) καύση σε εσχάρα και β) καύση σε ρευστοποιημένη κλίνη, Εικόνα 16. Οι θερμοκρασίες καύσης της βιομάζας κυμαίνονται από 1000-1500°C, με κατώτατη θερμοκρασία ανάφλεξης της βιομάζας τους 550°C.



Εικόνα 16. Γενική απεικόνιση λέβητα κινούμενης εσχάρας

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις μειώνονται στο ελάχιστο με την καύση βιομάζας, καθώς οι εκπομπές διοξειδίου του θείου (SO_2) είναι πολύ μικρές και οι συγκεντρώσεις στους ρύπους των οξειδίων του αζώτου (NO_x), μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και άκαυστων αέριων υδρογονανθράκων.

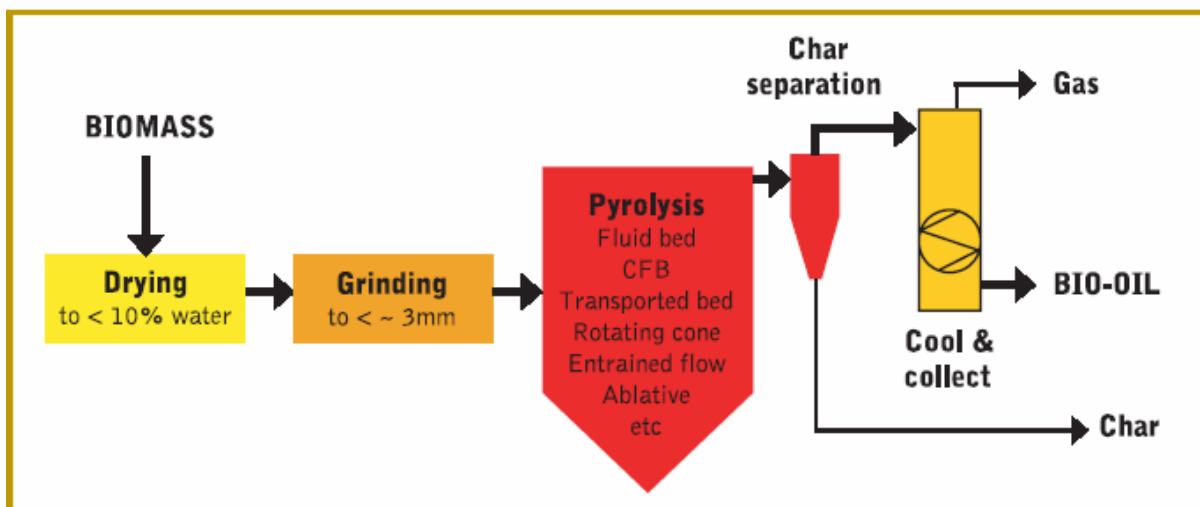
2.12.2 Πυρόλυση Βιομάζας

Η πυρόλυση είναι σύνθετη διεργασία, κατά την οποία γίνεται η θερμική διάσπαση της α) κυτταρίνης, στους 240-350°C, β) της ημικυτταρίνης, στους 200-260 °C και γ) της λιγνίνης, στους 280-500 °C, από την οποία παράγονται στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα. Είναι μία θερμική διεργασία αποικοδόμησης της βιομάζας σε υψηλές θερμοκρασίες (400-800°C), όπου απουσιάζει το οξειδωτικό μέσο, με σκοπό να απομακρυνθεί το σύνολο των πτητικών ουσιών, με το τελικό υπόλοιπο να αποτελείται από άνθρακα και τέφρα. Κατά την πυρόλυση παράγονται καύσιμο αέριο, πυρολυτικά υγρά και στερεό υπόλειμμα σε αναλογίες, οι οποίες εξαρτώνται από τη μέθοδο, τη θερμοκρασία και το χρόνο παραμονής. Διακρίνεται σε ταχεία, μεσαία και αργή πυρόλυση, Πίνακας 18.

Πίνακας 18. Είδη Πυρόλυσης

Είδη Πυρόλυσης Βιομάζας			
Είδος	Συνθήκες	Προϊόν υγρό, αέριο, στερεό wt%	Χρήση
Ταχεία Πυρόλυση	Θερμοκρασία αντίδρασης ~500 °C και μικρός χρόνος παραμονής αερίου ~1sec	75 12 13	Υγρά καύσιμα
Μεσαία Πυρόλυση	Θερμοκρασία αντίδρασης ~500 °C και μικρός χρόνος παραμονής αερίου ~10-20sec	50 20 30	Υγρά, αέρια, στερεά, καύσιμα, Σύνθεση χημικών
Αργή Πυρόλυση	Θερμοκρασία αντίδρασης ~400 °C και πολύ μεγάλο χρόνο παραμονής αερίου	30 35 35	Υγρά, αέρια, στερεά, καύσιμα, Σύνθεση χημικών

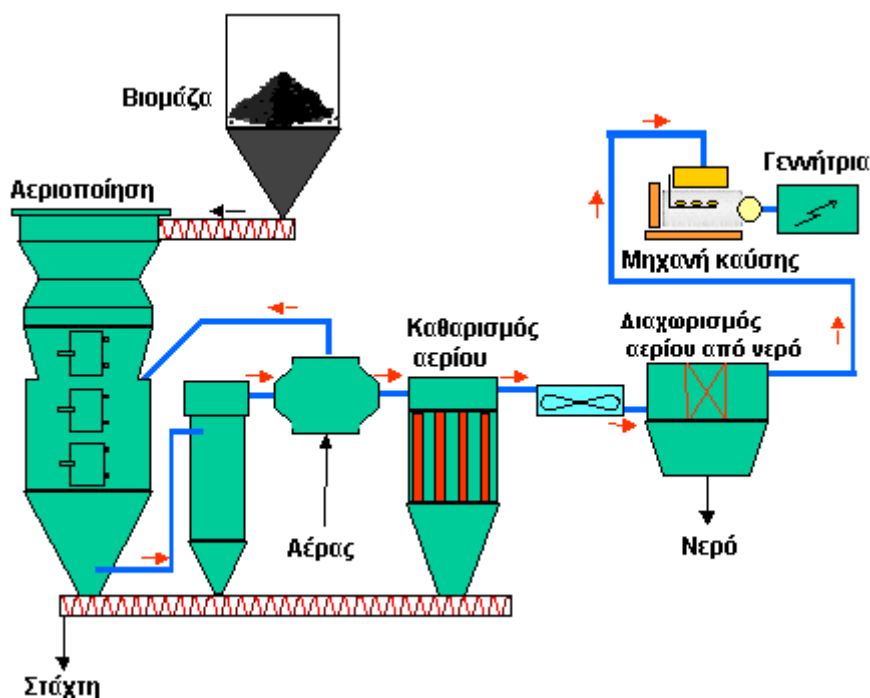
Στη αργή πυρόλυση παράγεται περίπου ίση ποσότητα στερεών, υγρών και αερίων προϊόντων (30-35%), ενώ η ταχεία πυρόλυση έχει σχεδιασθεί να λειτουργεί μεγιστοποιώντας την αναλογία υγρού στο 75%. Τα στερεά υπολείμματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν εσωτερικά, για την παροχή θερμότητας στη διεργασία ή να πωληθούν. Επίσης το καύσιμο αέριο έχει μεσαία θερμική αξία και μπορεί να χρησιμοποιηθεί εσωτερικά για παροχή θερμότητας για τη διεργασία είτε ανακυκλοφορούμενο είτε εξαγόμενο. Τέλος το πυρολυτικό υγρό αποτελείται από ομογενές μίγμα οργανικών ενώσεων και νερό. Πλεονέκτημα των υγρών προϊόντων αποτελούν η ευκολία στην μεταφορά και αποθήκευσή τους.



Εικόνα 17. Τυπικό διάγραμμα εγκατάστασης πυρόλυσης για την παραγωγή βιοελαίου (μετσόβιο χημ. Μηχανικοί πυρολυση βιομάζα)

2.12.3 Αεριοποίηση Βιομάζας

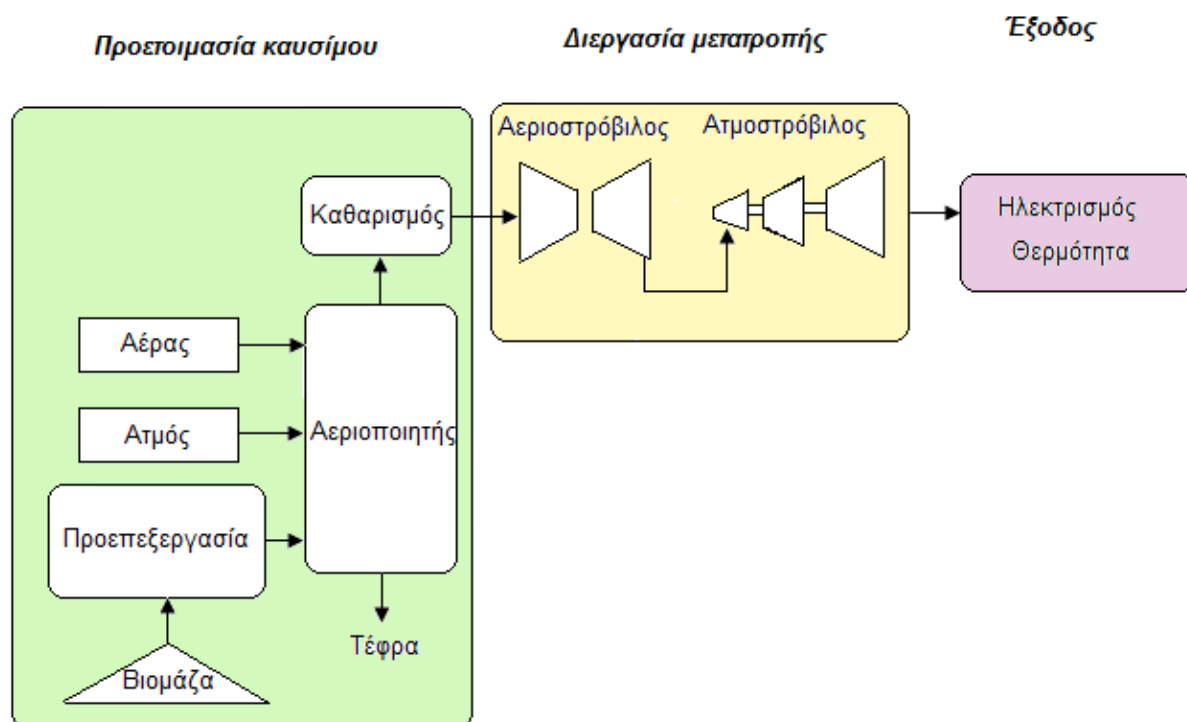
Η αεριοποίηση της βιομάζας αποτελεί μία ενδιαφέρουσα τεχνολογία, κατά την οποία γίνεται μία ατελής καύση, με παρουσία μικρής ή καθόλου ποσότητας οξυγόνου, με σκοπό την παραγωγή πτωχού αερίου (σύνθεσης), μείγματος μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και υδρογόνου (H₂). Το παραγόμενο αέριο καύσιμο χρησιμοποιείται σε διατάξεις συμπαραγωγής αεριοτροβίλου και ατμοτροβίλου, όπου παράγεται θέρμανση και ηλεκτρική ενέργεια, Εικόνα 18.



Εικόνα 18. Σταθμός αεριοποίησης βιομάζας.

Η θερμοχημική αεριοποίηση είναι μια διεργασία μερικής οξείδωσης, όπου μία στερεά, αέρια ή υγρή πρώτη ύλη αντιδρά με οξυγόνο ή και ατμό και μετατρέπεται σε αέριο καύσιμο, που αποτελείται από υδρογόνο (H₂), μονοξείδιο του άνθρακα(CO) και διοξείδιο του άνθρακα(CO₂). Το αέριο μίγμα με βοήθεια καταλυτών μετατρέπεται σε μεθανόλη, αμμωνία ή υποκατάστατο φυσικού αερίου. Σήμερα η χρήση της αεριοποίησης είναι αρκετά διαδεδομένη, λόγω αυξημένης ζήτησης βιοκαυσίμων και απαίτησης των σύγχρονων κοινωνιών για καθαρά καύσιμα. Το καύσιμο που προκύπτει μετά την θερμική επεξεργασία είναι πιο καθαρό από την αρχική ύλη. Κατά την καύση, οι ανεπιθύμητοι ρύποι απομακρύνονται κατά τη διεργασία μαζί με την αδρανή μάζα, ως ιπτάμενη τέφρα. Το αέριο που παράγεται από την αεριοποίηση ως καύσιμο έχει πολλές εφαρμογές. Μίας από αυτές είναι η άμεση καύση του. Επίσης, το αέριο μπορεί να

χρησιμοποιηθεί σε αεριοστρόβιλους ή άλλες μηχανές εσωτερικής καύσης, ενώ υπάρχει η δυνατότητα συμπαραγωγής ηλεκτρικής, θερμικής ενέργειας, υδρογόνου ή άλλων χημικών.



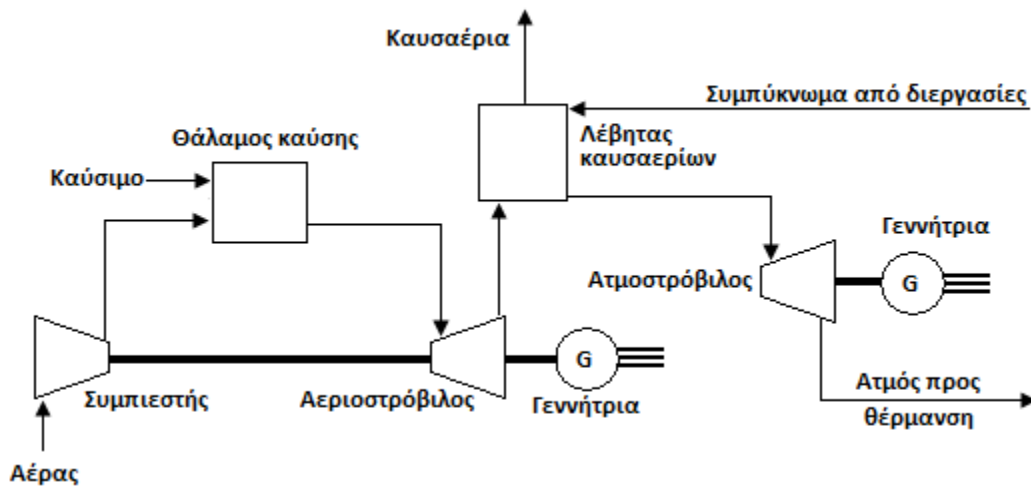
Εικόνα 19.. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αεριοποίηση βιομάζας.

Η αεριοποίηση του άνθρακα είναι τώρα καθιερωμένη και η αεριοποίηση βιομάζας έχει επωφεληθεί από τη δραστηριότητα σ' αυτόν τον τομέα και αναπτύσσεται ταχύτατα. Επίσης υπάρχει μεγάλη ζήτηση παραγωγής μεθανόλης που στρέφει το ενδιαφέρον των νέων τεχνολογιών επεξεργασίας βιομάζας στη αεριοποίηση.

2.13 Παραγωγή Θερμότητας και Ηλεκτρισμού από Βιομάζα –Σύστημα Συμπαραγωγής (ΣΗΘ)

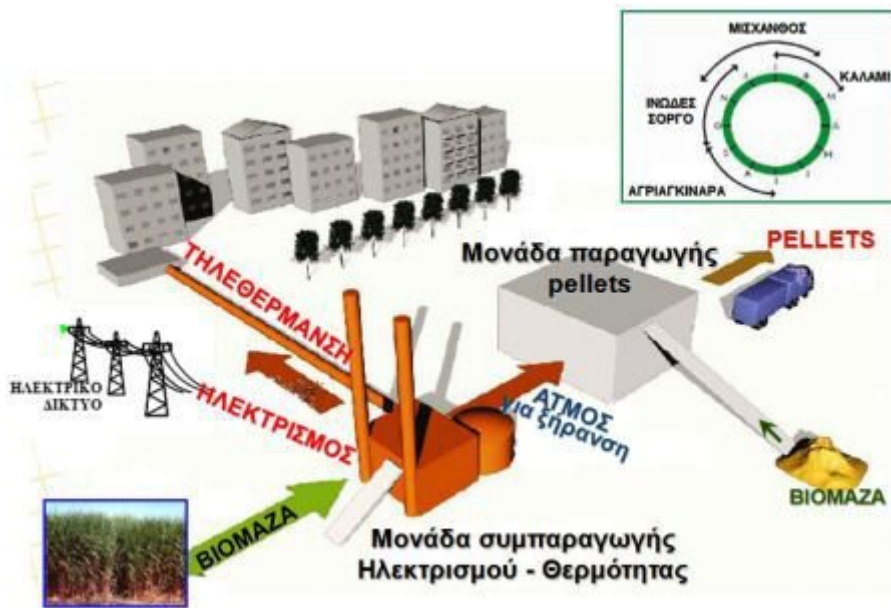
Συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού (ΣΗΘ) από βιομάζα είναι η ταυτόχρονη παραγωγή οικονομικά εκμεταλλεύσιμης ή αξιοποιήσιμης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, από την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας. Τα συστήματα ΣΗΘ μπορούν να μειώσουν αισθητά την κατανάλωση καυσίμου και μπορούν να εγκατασταθούν σε βιομηχανίες ή σε νοσοκομεία, ξενοδοχεία, μεγάλα κτίρια, αθλητικά κέντρα (τριτογενής τομέας) ή να καλύψουν ηλεκτρικές και θερμικές ανάγκες αστικών περιοχών, κατά περίπτωση, μέσω συστημάτων τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης.

Οι συμβατικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής μετατρέπουν το 30-40% της χημικής ενέργειας του καυσίμου σε ηλεκτρισμό, ενώ ως θερμότητα αποβάλλεται στο περιβάλλον το υπόλοιπο 60-70%. Στα ΣΗΘ το μεγαλύτερο μέρος της αποβληθείσας θερμότητας μπορεί να ανακτηθεί, ώστε να χρησιμοποιηθεί αποδοτικά σε βιομηχανικές διεργασίες, ή για την κάλυψη θερμικών αναγκών στον οικιακό ή τριτογενή τομέα, με αύξηση 85-90% του βαθμού εκμετάλλευσης της ενέργειας του καυσίμου. Επίσης τα



Εικόνα 20. (Μετσόβιο Τραυλού-Σουλτ Αγάπη)

ΣΗΘ προσφέρουν εξοικονόμηση καυσίμου από 15-40% για καθορισμένες ποσότητες θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας, σε σχέση με τις αντίστοιχες ποσότητες ενέργειας που παράχθηκαν με συμβατικούς λέβητες ή σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Καθώς μπορούν να οι μονάδες αυτές να κατασκευαστούν κοντά στο χώρο παραγωγής της βιομάζας μπορούν να συνεισφέρουν μερικώς ή να καλύψουν τις τοπικές ανάγκες σε ηλεκτρισμό και θέρμανση, με αποφυγή απωλειών λόγω μεταφοράς και να συμβάλλουν στην απεξάρτηση από μία κεντρική προμήθεια ενέργειας.

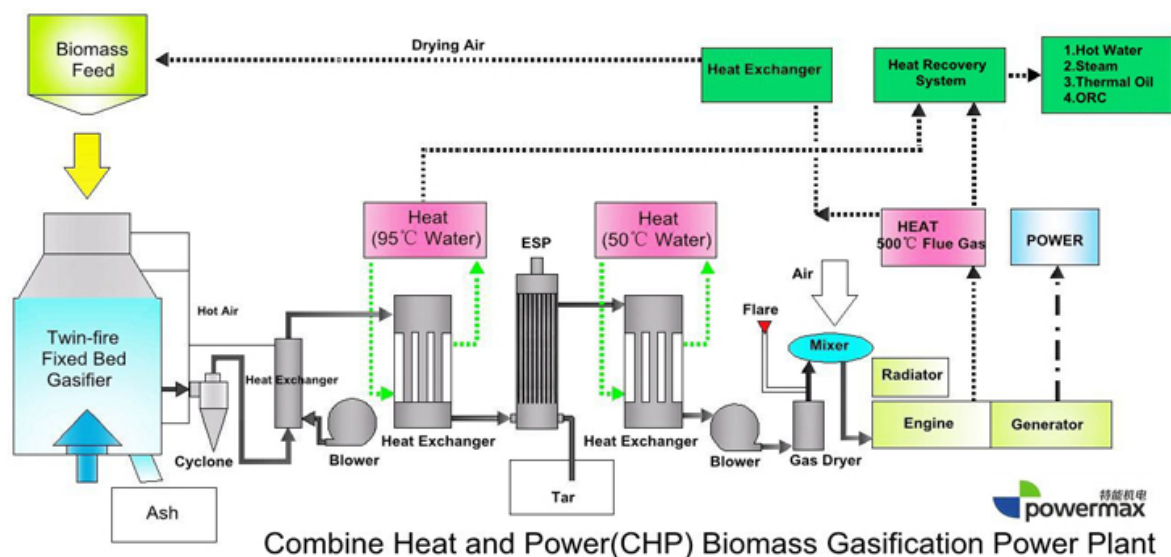


Εικόνα 21. Μονάδα ΣΗΘ.

Τα κύρια καύσιμα βιομάζας για σταθμούς ΣΗΘ είναι η βιομάζα από αγροτικά και δασικά υπολείμματα ή από ενεργειακές καλλιέργειες και το βιοαέριο από οργανικά απορρίμματα ή από εγκαταστάσεις βιολογικών καθαρισμών. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την ΣΗΘ περιλαμβάνουν ηλεκτρογεννήτρια για την παραγωγή ηλεκτρισμού και συστήματα ανάκτησης της θερμότητας. Τα συστήματα ΣΗΘ είναι διαφόρων μεγεθών και ισχύος, όπου η ηλεκτρικής ισχύς κυμαίνεται από ~5 kWe, για μικρές μηχανές για οικίες, έως ~500 MWe, για συστήματα τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης οικισμών ή βιομηχανίες.

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται ευρέως είναι:

- ατμοστρόβιλοι
- αεριοστρόβιλοι
- συστήματα συνδυασμένου κύκλου (αέριο- και ατμοστρόβιλοι)
- μηχανές εσωτερικής καύσης, Diesel και Otto
- μικροστρόβιλοι
- κυψέλες καυσίμου
- μηχανές Stirling

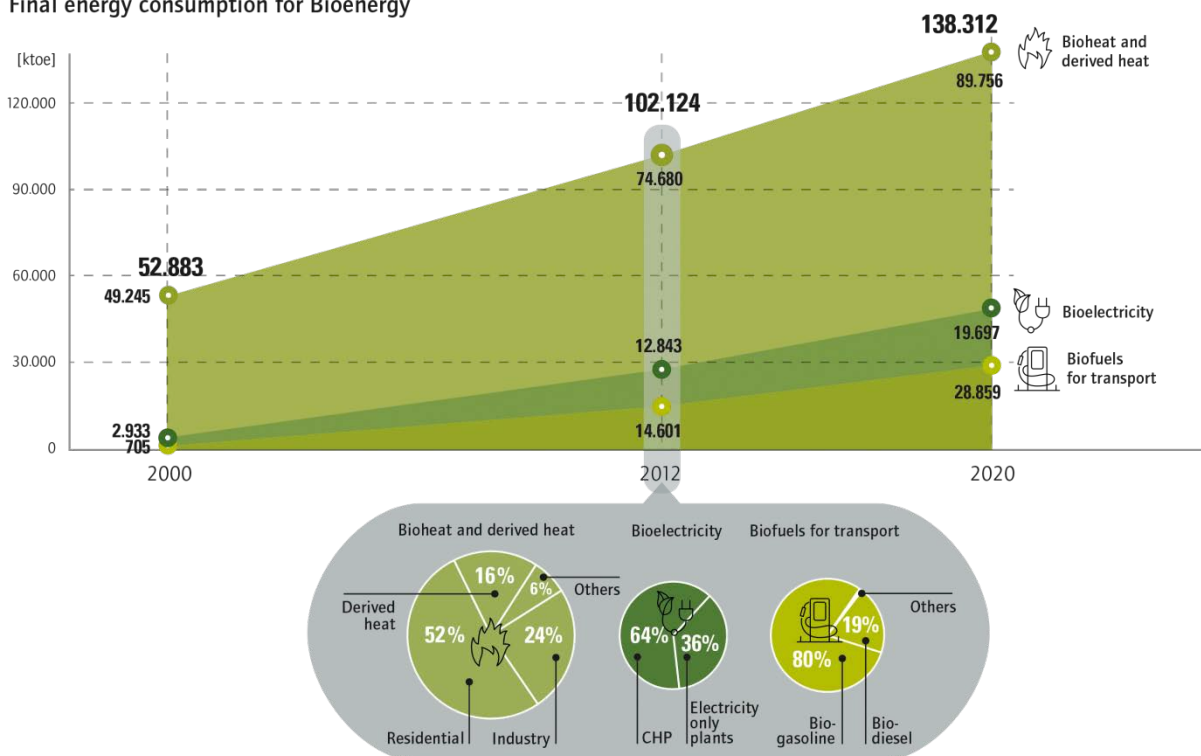


Εικόνα 22. Source: <http://www.wxteneng.com/en/Biomass-Gasification-Power-Plant-5.html>

Τα βασικά τεχνολογικά μέρη που περιλαμβάνονται σε μία μονάδα ΣΗΘ από βιομάζα ανάλογα με το τελικό προϊόν μετά την επεξεργασία, ατμός ή αέριο, είναι λέβητες/καυστήρες, συστήματα συμπύκνωσης, συστήματα καυσαερίων, συστήματα επεξεργασίας νερού, αμοστρόβιλοι, αεροστρόβιλοι εναλλάκτες θερμότητας, ηλεκτρογεννήτριες, συστήματα επεξεργασίας αερίων, νερού, ατμού και άλλα βοηθητικά συστήματα (Vallios et al 2009, Thomas, et al 2013,).

Καθώς οι σύγχρονες απαιτήσεις για παραγωγή ενέργειας με τη χρήση ΑΠΕ ώστε να ελεγχθεί το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής και να απεξαρτηθούν οι κοινωνίες από τα ορυκτά καύσιμα, η ΕΕ στρέφεται σε μονάδες ΣΗΘ όλο και περισσότερο. Στο Διάγραμμα 9 παρουσιάζεται η τελική κατανάλωση ενέργειας από βιοενέργεια σε κτοε, με τη χρήση καύσης, βιοηλεκτρισμού, και βιοκαύσιμα για μεταφορά, από το 2000 έως το 2020. www.biomasscounts.eu. Στο διάγραμμα επίσης παρουσιάζεται για το 2012 τα ποσοστά παραγωγής ενέργειας από μονάδες ΣΗΘ (64%).

Final energy consumption for Bioenergy



Διάγραμμα 9. Ποσοστά Παραγωγής Μονάδας ΣΗΘ (<http://www.biomasscounts.eu/wp-content/uploads/2014/10/Final-energy-consumption-for-Bioenergy.png>)

2.14 Αρχές Λειτουργίας Μονάδας Αξιοποίησης Δασικής Βιομάζας – Απαιτήσεις μονάδας

Οι αρχές λειτουργίας μίας μονάδας αξιοποίησης δασικής βιομάζας μπορούν να προσδιοριστούν θέτοντας αρχικά τους στόχους που καλούνται να επιτύχουν. Αρχικά θα πρέπει να γίνει καταγραφή των αναγκών του τόπου (πχ ορεινού οικισμού), καταγραφή των εγγύς δασών (πηγή βιομάζας) ή άλλων συμπληρωματικών μορφών βιομάζας (πχ αγροτικά υπολείμματα), να προσδιοριστούν οι χρήσεις γης της περιοχής, να καθοριστεί ο χώρος κατασκευής της μονάδας ΣΗΘ, να υπολογιστούν οι αποστάσεις από τους χώρους προμήθειας των πρώτων υλών, τα κόστη και οι απαιτήσεις μεταφοράς των πρώτων υλών, οι καταγραφή υφιστάμενων και νέων υποδομών (Vassilev et al 2015).

Μέσα από μία ολοκληρωμένη οικονομοτεχνική μελέτη καθορίζονται και απατώνται τα ανωτέρω ερωτήματα, δημιουργώντας ένα πλαίσιο, μέσα στο οποίο θα λειτουργεί η μονάδα ΣΗΘ, και θα καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες της εκάστοτε τοπικής κοινωνίας, ή μέρος αυτών. Επίσης μία οικονομοτεχνική μελέτη καθορίζει τις χρηματοδοτικές απαιτήσεις, τους φορείς διαχείρισης, τις σχέσεις μεταξύ των συμβαλλόμενων μερών (πχ

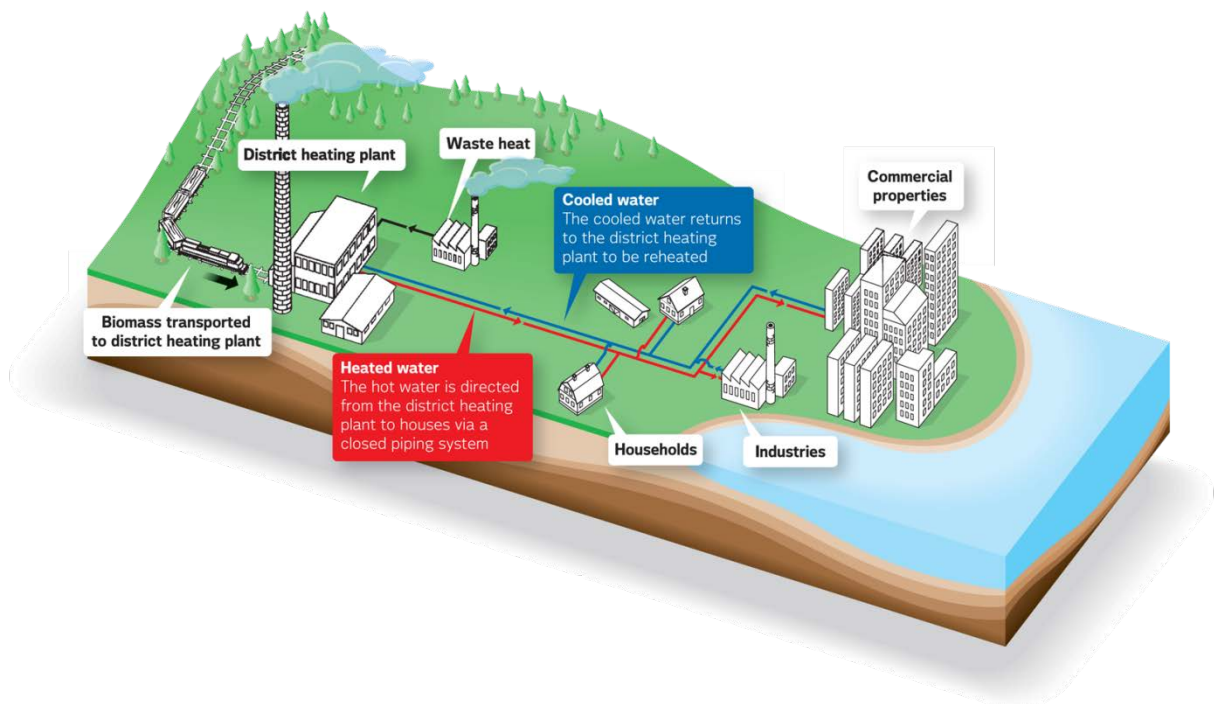
δημόσιο, ιδιώτες,), την τεχνική υποστήριξη για την κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση του έργου. Τέλος απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί μία εμπειριστατωμένη μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων για να προσδιοριστούν οι επιβαρύνσεις, άμεσες ή έμμεσες σε βάθος χρόνου.

Κεφάλαιο 3

3. ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ

3.1 Εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης

Με τον όρο τηλεθέρμανση (district heating) αναφερόμαστε σε μία εγκατάσταση παραγωγής θερμότητας, που αποσκοπεί να τροφοδοτήσει με θερμική ενέργεια οικίες, καταστήματα, βιομηχανικές, αγροτικές ή βιοτεχνικές μονάδες με τη χρήση δικτύου μεταφοράς και διανομής της παραγόμενης θερμότητας προς τους χώρους κατανάλωσής της. Η διαφορά με την χρήση οικιακών λεβήτων, έγκειται στην μεταφορά της προς κατανάλωση παραγόμενης θερμότητας από εγκαταστάσεις παραγωγής, που βρίσκονται σε διαφορετικό χώρο, μέσω δικτύων σωληνώσεων (Shabani et al 2013, Romagnoli et al 2014, Mnguez et al 2012, Madlenera et al 2007).



Εικόνα 23. Σύστημα Τηλεθέρμανσης (<https://corporate.vattenfall.com/about-energy/energy-distribution/district-heating/>)

Αναλόγως με τη χρήση της παραγόμενης θερμότητας χαρακτηρίζεται ως τηλεθέρμανση πόλεων και οικισμών, όταν θερμαίνονται οικιακοί χώροι και καταναλώνεται θερμό νερό, ενώ χαρακτηρίζεται ως βιομηχανική ή αγροτοβιοτεχνική θέρμανση, όταν καταναλώνεται για βιομηχανική ή γεωργική χρήση. Η κάθε κατηγορία τηλεθέρμανσης απαιτεί διαφορετικές θερμοκρασίες δικτύων. Τα δίκτυα της τηλεθέρμανσης οικισμών απαιτούν θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 80°C ενώ τα δίκτυα που εξυπηρετούν βιομηχανίες κυμαίνονται σε ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών. Χαμηλότερες θερμοκρασίες των 80°C απαιτούν τα δίκτυα που εξυπηρετούν αγροτικές και βιοτεχνικές χρήσεις, όπως ξηραντήρια ή θερμοκήπια. Τα δίκτυα μεταφοράς της παραγόμενης θερμικής ενέργειας αποτελούνται από κατάλληλα εγκατεστημένα συστήματα αγωγών που μεταφέρουν νερό, θερμό ή υπέρθερμο ή γίνεται μεταφορά ατμού (Lundgren et al 2004, Madlenera 2007) .

Μία μονάδα τηλεθέρμανσης μπορεί να παράγει είτε μόνο θερμική ενέργεια είτε να γίνεται συμπαραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή παράλληλη παραγωγή (συμπαραγωγή) ηλεκτρικής ενέργειας. Οι μονάδες παραγωγής μπορεί να καλύπτουν πολλαπλούς καταναλωτές συνδεδεμένες με διαφορετικά δίκτυα, πχ οικίες ή αγροτικές εργασίες, καθώς επίσης πολλαπλές μονάδες τηλεθέρμανσης διασυνδεδεμένες μεταξύ τους, μπορούν να προμηθεύουν πολλαπλά δίκτυα κατανάλωσης θερμότητας και ηλεκτρισμού. Η παραγωγή θερμότητας ή η συμπαραγωγή θερμότητας –ηλεκτρισμού στις μονάδες παραγωγής τηλεθέρμανσης, προέρχεται από επεξεργασία ορυκτών καυσίμων, όπως πετρέλαιο, λιγνίτης, φυσικό αέριο, από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως βιομάζα, γεωθερμία, αιολική και ηλιακή ενέργεια και από πυρηνική ενέργεια (Lauri et al 2012, Ramagnoli et al 2014, Sartor et al 2014).

Στην Ελλάδα, η τηλεθέρμανση είναι ένας τομέας παραγωγής ενέργειας, που δεν έχει διαδοθεί ευρέως και αναπτύσσεται με ρυθμούς αργούς. Από την δεκαετία του '90 αναπτύχθηκαν τέσσερις σταθμοί τηλεθέρμανσης, ένας στην Πελοπόννησο και τρεις στη Βόρειο Ελλάδα, με συνολική εγκατεστημένη θερμική ισχύ 262 MW_{th}, που ανήκουν στη ΔΕΗ (Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού). Σε κάποιους σταθμούς, πάντα με τη χρήση ορυκτών καυσίμων (άνθρακα), έγινε συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και παροχής θέρμανσης, σε κοντινές πόλεις.

Πίνακας 19. Η Τηλεθέρμανση από μονάδες παραγωγής ΗΕ της ΔΕΗ(41 βιομάζα)

α/α	Πόλη	Θερμική ισχύς μονάδων Τηλεθέρμανσης Φορτίο βάσης - max Φορτίο (MWth)
1	Κοζάνη	147-174
2	Πτολεμαΐδα	70-120
3	Αμύνταιο	25
4	Μεγαλόπολη	20
	Σύνολο	262

Στις αρχές της δεκαετίας του 2000 στη βόρειο Ελλάδα, εγκαταστάθηκε μονάδα τηλεθέρμανσης στις Σέρρες, από την εταιρεία ΘΕΡΜΗ ΣΕΡΡΩΝ ΑΕ, ισχύος 16 MWe και θερμικής ισχύος 75 MWe, και παρέχει από το 2007 θέρμανση σε 12.900 νοικοκυριά. Για το 2015 είχε προγραμματιστεί να τεθεί σε λειτουργία στη Φλώρινα, ένα νέο σύστημα τηλεθέρμανσης και συμπαραγωγής ΗΕ (Ηλεκτρικής Ενέργειας), όπου θα παρείχε θέρμανση σε 2300 νοικοκυριά, συμβάλλοντας στις απαιτήσεις για θέρμανση της πόλης λόγω των δύσκολων συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή τον χειμώνα.

Η Ελλάδα, όπως και τα υπόλοιπα μέλη-κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, μέχρι το 2020, δεσμεύτηκαν για την επίτευξη των στόχων 20-20-20, της δέσμης για το κλίμα και την ενέργεια μέσω της οδηγίας 2009/28/ΕΚ. Οι εθνικοί στόχοι για τη διείσδυση των ΑΠΕ στην παραγωγή ενέργειας, η μείωση των εκπομπών του θερμοκηπίου και η εξοικονόμηση ενέργειας επηρέασαν και τους ειδικούς στόχους της Τηλεθέρμανσης αλλά και συμπαραγωγής με τη χρήση ΑΠΕ ως καυσίμου, όπως συγκεντρωτικά καταγράφονται στον Πίνακα 20.

Πίνακας 20. Εκτίμηση της συνολικής συμμετοχής που αναμένεται από κάθε τεχνολογία ΑΠΕ ως το 2020. (41βιομάζα)

Εκτίμηση Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού Θερμότητας (ΣΗΘ) ως το 2020 από ΑΠΕ								
ΑΠΕ	ΕΘ							
	2005		2010		2015		2020	
	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh
Υδροηλεκτρικά	2407	4424	2536	4211	2915	4910	2951	4873

Γεωθερμία	0	0	0	0	20	123	120	736
Ηλιακά	1	0,9	184	242	1300	1754	2450	3605
Αιολικά	491	1267	1327	3129	4303	9674	7500	16797
Βιομάζα(συμπαγής)	0	0	20	73	20	73	40	364
Βιοαέριο	24	94	40	181	100	431	210	895
Σύνολο	2923	5786	4107	7838	8658	16965	13271	27270
Εκ των οποίων ΣΗΘ	-	-	20	73	20	73	4	147

3.2 Τύποι Εγκαταστάσεων

Οι τύποι των εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης διακρίνονται ανάλογα με το φορέα μεταφοράς της θερμότητας, που είναι θερμό ή υπέρθερμο νερό και ο ατμός. Ειδικότερα:

Α) Εγκαταστάσεις υπερθερμού νερού υψηλής θερμοκρασίας, άνω των 175°C, σε πιέσεις $p > 3 \text{atm}$, για να παραμένει υγρό και όχι ατμός.

Β) Εγκαταστάσεις μεσαίας θερμοκρασίας νερού, με εύρος από 120 έως 175°C, επίσης σε πιέσεις $p > 3 \text{atm}$, για να παραμένει υγρό και όχι ατμός.

Γ) Εγκαταστάσεις χαμηλής θερμοκρασίας νερού, με θερμοκρασία νερού $\leq 120^\circ\text{C}$

Δ) Εγκαταστάσεις ατμού, όπου διακρίνονται σε συστήματα χαμηλών πιέσεων $p \leq 100 \text{kPa}$ (1bar) και σε συστήματα υψηλής πίεσης που λειτουργούν πάνω από το επίπεδο αυτό.

Επίσης ανάλογα με τον τρόπο που γίνεται η παροχή του μέσου μεταφοράς θερμότητας οι εγκαταστάσεις διακρίνονται σε απευθείας/άμεσες και έμμεσες:

Α) Άμεσες εγκαταστάσεις, όπου το νερό που παράγεται απευθείας μέσω του δικτύου μεταφοράς πηγαίνει στο δίκτυο προς κατανάλωση. Σε αυτή τη μορφή δεν υπάρχει ανάγκη για εναλλάκτη θερμότητας και επιπλέον εξοπλισμό για την επεξεργασία του νερού. Το νερό του δικτύου επεξεργάζεται χημικά στη μονάδα επεξεργασίας και παρακολουθείται διαρκώς, προς αποφυγή προβλημάτων.

Β) Έμμεσες εγκαταστάσεις, όπου σε υποσταθμό πλέον υπάρχει εναλλάκτης θερμότητας, που συμβάλλει στην σταθερή πίεση και ποιότητα του νερού του δικτύου. Υπάρχει βέβαια επιπλέον επιβάρυνση στο κόστος κατασκευής για την προμήθεια εναλλάκτη και δοχείου διαστολής, που πρέπει να εγκατασταθεί σε κάθε κτίριο.

3.3 Τμήματα Εγκαταστάσεων

Τα βασικά τμήματα από τα οποία αποτελείται μία μονάδα τηλεθέρμανσης είναι:

- Η μονάδα παραγωγής θερμότητας, όπου μπορεί να είναι εγκατεστημένη μέσα, κοντά ή μακριά από τον οικισμό, την πόλη που θερμαίνει.
- Το σύστημα μεταφοράς θερμότητας, που αποτελείται από ένα δίκτυο δίδυμων αγωγών, ένα δίκτυο για τη μεταφορά του υπέρθερμου νερού και ένα δίκτυο για το νερό επιστροφής από την πόλη που θερμαίνουν και το δίκτυο διανομής, το οποίο κατασκευάζεται μέσα στον οικισμό/πόλη με κεντρικούς άξονες, κλάδους και διακλαδώσεις παροχής θερμότητας στους καταναλωτές, κατοικίες ή κτίρια, παρόμοιο με το δίκτυο ύδρευσης ή φυσικού αερίου.
- Τους υποσταθμούς των κτιρίων, τις ενδοκτιριακές εγκαταστάσεις σε κατοικίες και κτίρια δηλαδή εξοπλισμός που υποκαθιστά τους λέβητες κεντρικής θέρμανσης, για παροχή θερμού νερού θέρμανσης και χρήσης

Ειδικότερα για το κάθε τμήμα:

α) Κεντρική μονάδα παραγωγής θερμότητας.

Η θερμότητα σε μονάδες τηλεθέρμανσης ή και σε μονάδες ΣΥΘ, μπορεί να παράγεται από την καύση:

- ορυκτών καυσίμων, όπως πετρέλαιο, λιγνίτης,
- φυσικού αερίου,
- βιομάζας,

από γεωθερμία και τέλος από πυρηνική ενέργεια, όπου συνήθως γίνεται ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, σε σταθμούς συμπαραγωγής.



Εικόνα 24. Μονάδα Τηλεθέρμανσης Μεγαλόπολης (http://www.megalopoli.gov.gr/dimos-megalopolis/dimotikes_epixeiriseis/tilethermansim-megalopolis-%E2%80%93-anonimietaireia-ota.html)

Σε κάθε κεντρική μονάδα παραγωγής θερμότητας εγκαθίσταται ο εξοπλισμός για την παραγωγή ατμού, θερμού ή υπέρθερμου νερού. Σε μονάδες συμπαραγωγής παράγεται ατμός, που χρησιμοποιείται είτε ως φορέας θερμότητας και διανέμεται απευθείας στο δίκτυο τηλεθέρμανσης, είτε μετατρέπεται σε θερμό ή υπέρθερμο νερό, μέσω εναλλακτών ατμού-νερού. Στις μονάδες όπου ο φορέας θερμότητας είναι το νερό, είναι εγκατεστημένοι λέβητες θερμού ή υπέρθερμου νερού και ο απαραίτητος μηχανολογικός εξοπλισμός, που αποτελείται από αντλίες κυκλοφορίας νερού, συστήματα επεξεργασίας νερού, βάννες ανάμιξης, δοχεία διαστολής, όργανα μετρήσεων και ρυθμίσεων.

Συνήθως επιλέγονται προς εγκατάσταση μονάδες τηλεθέρμανσης με μέσω μεταφοράς θερμότητας το νερό έναντι του ατμού, καθώς τα πλεονεκτήματα των μονάδων αυτών είναι σημαντικά περισσότερα, όπως επί παραδείγματι ο απλούστερος σχεδιασμός του δικτύου τηλεθέρμανσης, το μικρότερο κόστος συντήρησης και η αποφυγή προβλημάτων από τη συμπύκνωση και τα συμπυκνώματα του ατμού. Η μονάδα τηλεθέρμανσης με εργαζόμενο μέσο το θερμό νερό αποτελείται από τους ακόλουθους χώρους: το λεβητοστάσιο, το αντλιοστάσιο, τον πίνακα ελέγχου, το

μηχανουργείο, τους βοηθητικούς χώρους και τις δεξαμενές καυσίμου. Για την επιλογή του καυσίμου θα συνυπολογίζονται η επάρκεια και το κόστος του καυσίμου, οι δυνατότητες και τα κόστη μεταφοράς του στο χώρο επεξεργασίας, οι χώροι αποθήκευσης του και το κόστος κατασκευής, και τελευταία, μα όχι ελάχιστος σημασίας, η ρύπανση του περιβάλλοντος.

Ανεξάρτητα από το εργαζόμενο μέσο, η πίεση και η θερμοκρασία για θέρμανση, δεν θα πρέπει να υπερβαίνουν τις αναγκαίες τιμές που χρησιμοποιούνται από τους καταναλωτές. Τα συστήματα με υψηλότερες πιέσεις και θερμοκρασίες είναι πιο ενεργοβόρα, με μεγαλύτερο σχεδιασμό και αύξηση του κόστους εγκατάστασης προς αποφυγή διαρροών και απωλειών. Επίσης τα επίπεδα ασφαλείας είναι καλύτερα για το προσωπικό ενώ δεν απαιτούνται σωληνώσεις μεγάλων αντοχών για υψηλές πιέσεις.

β) Δίκτυο μεταφοράς θερμότητας

Το δίκτυο μεταφοράς θερμότητας αποτελείται από σωληνώσεις που μεταφέρουν μέσω της μεταφοράς του εργαζόμενου μέσου, τη θερμότητα από το σταθμό προς τα κατανάλωση κτίρια. Οι σωληνώσεις του δικτύου κατασκευάζονται από χαλύβδινους αγωγούς, και ενταφιάζονται στο έδαφος ή σε υπόγεια κανάλια κατασκευασμένα από μπετόν. Το σύστημα διανομής που χρησιμοποιείται συνήθως είναι το δισωλήνιο σύστημα, όπου υπάρχουν δύο σωλήνες, ένας προσαγωγής και ένας επιστροφής προς κάθε κτίριο κατανάλωσης της θερμότητας. Ανάλογα με το εργαζόμενο μέσο και τη θερμοκρασία περιβάλλοντος ρυθμίζεται η θερμοκρασία προσαγωγής από την κεντρική μονάδα παραγωγής. Για τη διαστασιολόγηση του δικτύου σωληνώσεων χρησιμοποιούνται προγράμματα υπολογιστών και παρόμοιοι τρόποι διαστασιολόγησης με των σωληνώσεων θέρμανσης.

Ο σχεδιασμός ενός δικτύου διανομής διαφέρει κατά περίπτωση καθώς εξαρτάται από πολλούς εμπλεκόμενους παράγοντες όπως είναι η ποιότητα του εδάφους, τα καταστρώματα των δρόμων, άλλα δίκτυα (πχ νερού, ηλεκτρικού ρεύματος, αερίου), εμπόδια, διαμόρφωση δρόμων, χρήσεις γης και γενικότερα δεν ακολουθούνται γενικοί κανόνες παρά λαμβάνονται υπ' όψιν στην εγκατάσταση οι θερμικές απώλειες, η διάβρωση, τα υπόγεια ύδατα, η στεγανότητα. Οι σημαντικότερες απαιτήσεις όπως σε κάθε σχεδόν μηχανολογική εγκατάσταση είναι η ασφάλεια λειτουργίας της, η αποδοτικότητα της και το χαμηλό της κόστος.

γ) Ενδοκτιριακές εγκαταστάσεις - υποσταθμοί

Ο ενδοκτιριακός εξοπλισμός των κτιρίων είναι ο απαραίτητος εξοπλισμός των καταναλωτών, καθώς στους υποσταθμούς των κτιρίων συνδέεται το δίκτυο με τις εγκαταστάσεις των καταναλωτών. Τα μέρη που απαρτίζουν έναν υποσταθμό καταναλωτή είναι ο εξοπλισμός απόδοσης της θερμότητας και το μηχανοστάσιο του κτιρίου, στον οποίο περιλαμβάνεται εναλλάκτης θερμότητας, θερμοδομετρητής, κατάλληλο δίκτυο σωληνώσεων και τα απαραίτητα όργανα ελέγχου. Όταν το εργαζόμενο μέσο για τη μεταφορά θερμότητας από το δίκτυο προς τον καταναλωτή είναι ο ατμός, μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα σε χαμηλή πίεση (0-100kPa) για τη θέρμανση, είτε να περάσει μέσα από τον εναλλάκτη θερμότητας ατμού σε νερό, ώστε ο ατμός να μετατραπεί σε νερό για τη θέρμανση. Το θερμό νερό χρησιμοποιείται απευθείας από το δίκτυο. Ο εναλλάκτης θερμότητας χρησιμοποιεί το ζεστό εργαζόμενο μέσο του δικτύου για να ζεστάνει το νερό που κυκλοφορεί στο δίκτυο του καταναλωτή. Λόγω της αποβολής θερμότητας μέσω του εναλλάκτη, το νερό του κεντρικού δικτύου τηλεθέρμανσης ψύχεται. Στη συνέχεια αντλείται από το σταθμό τηλεθέρμανσης, ώστε να αναθερμανθεί και να συνεχίσει τον ίδιο κύκλο.

3.4 Πλεονεκτήματα –μειονεκτήματα Τηλεθέρμανσης

Τα πλεονεκτήματα στη χρήση της τηλεθέρμανσης αφορούν τα οικονομικά οφέλη, την ασφάλεια, τις θερμικές αποδόσεις και τα περιβαλλοντικά οφέλη σε σύγκριση με αυτόνομες μονάδες θέρμανσης. Ειδικότερα τα πλεονεκτήματα της τηλεθέρμανσης είναι:

- Εξοικονόμηση πόρων για τον καταναλωτή καθώς δεν απαιτείται η προμήθεια αυτόνομου λέβητα και ειδικού εξοπλισμού.
- Εξοικονόμηση πόρων για τον καταναλωτή από την προμήθεια, μεταφορά και αποθήκευση καυσίμου καθώς δεν απαιτείται η αυτόνομη αγορά του.
- Εξοικονόμηση πόρων από τη συντήρηση λεβητοστασίου και εξοπλισμού του, καθώς δεν απαιτείται προμήθεια του. Ο απαιτούμενος εξοπλισμός έχει μικρά κόστη συντήρησης.
- Εξοικονόμηση χώρου, καθώς δεν απαιτείται λεβητοστάσιο και ο απαραίτητος εξοπλισμός του.
- Ελαχιστοποίηση των θορύβων από το λεβητοστάσιο καθώς υπάρχει μόνο στον κεντρικό σταθμό, και στον οποίο προβλέπεται μόνωσή του, από τους κανονισμούς που προστατεύουν το περιβάλλον.

- Δημιουργούνται μόνιμες θέσεις εργασίας κατάλληλα εκπαιδευμένου προσωπικού για την εύρυθμη λειτουργία, συντήρηση και ασφάλεια της μονάδας.
- Μεγιστοποιείται η ασφάλεια του καταναλωτή, καθώς από την μη ύπαρξη αυτόνομου λεβητοστασίου και χώρου αποθήκευσης του καυσίμου μηδενίζονται οι κίνδυνοι πυρκαγιάς ή ατυχήματος.
- Εξοικονόμηση ενέργειας καθώς στην μία κεντρική μονάδα μειώνονται οι απώλειες σε σχέση με τις μικρές αυτόνομες μονάδες.
- Μεγιστοποίηση της θερμικής απόδοσης του καυσίμου στους κεντρικούς σταθμούς παραγωγής θέρμανσης.
- Ευελιξία στην επεξεργασία καυσίμου για την παροχή θερμικής ενέργειας, καθώς μπορεί να γίνει επεξεργασία είτε με ορυκτά καύσιμα είτε μέσω ΑΠΕ. Επίσης η συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας μεγιστοποιεί την εκμετάλλευση του καυσίμου
- Μεγαλύτερος και αυστηρότερος έλεγχος στις εκπομπές αερίων μετά την επεξεργασία του καυσίμου. Οι κεντρικοί σταθμοί εξοπλίζονται βάσει κανονισμών με κατάλληλο εξοπλισμό για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, διοξειδίου του θείου, διοξειδίου του θείου, οξειδίων του αζώτου και αιωρούμενων σωματιδίων.
- Η προστασία του περιβάλλοντος γίνεται πιο συστηματικά καθώς δύναται να γίνει καλύτερος και αυστηρότερος έλεγχος σε πολλές μεγάλες μονάδες τηλεθέρμανσης από ότι σε εκατοντάδες χιλιάδες μικρές.
- Όταν οι σταθμοί τηλεθέρμανσης λειτουργούν με επεξεργασία ΑΠΕ τότε έχουμε μία φιλική προς το περιβάλλον μονάδα παραγωγής ενέργειας.
- Ενεργειακή ανεξαρτησία από κεντρικά δίκτυα παροχής θέρμανσης και ηλεκτρισμού για μικρές απομονωμένες περιοχές, πχ ορεινούς οικισμούς.

Τα μειονεκτήματα της τηλεθέρμανσης είναι σαφώς πολύ λιγότερα έναντι των πλεονεκτημάτων, όχι όμως αμελητέα. Ειδικότερα αναφέρονται:

- Το υψηλό κόστος κατασκευής και εγκατάστασης μιας μονάδας τηλεθέρμανσης, δυσχεραίνει την εύρεση πόρων για τη χρηματοδότησή της.
- Η απόσβεση του έργου γίνεται σε μεγάλο βάθος χρόνου και πολλές φορές είναι αποτρεπτικό για να επιλεχθεί ως λύση στο ενεργειακό πρόβλημα μιας περιοχής.
- Η τιμή του καυσίμου, που καθορίζει τα τιμολόγια που φτάνουν στον καταναλωτή, εξαρτάται από τις τρέχουσες τιμές της εθνικής και παγκόσμιας αγοράς (Genon et al 2009, Gustavsoon et al 2007, Fiorese, et al 2014)

Κεφάλαιο 4

4. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ - ΟΡΕΙΝΟΣ ΟΙΚΙΣΜΟΣ ΕΛΑΤΟΧΩΡΙΟΥ ΣΤΑ ΠΙΕΡΙΑ ΟΡΗ

4.1 Ελατοχώρι

Το Ελατοχώρι Πιερίας είναι ένας μικρός ορεινός οικισμός στη νότιο-ανατολική πλευρά στα Πιέρια Όρη, βρίσκεται σε υψόμετρο 780μ και η απόστασή του από την πόλη της Κατερίνης, πρωτεύουσας του νομού Πιερίας, είναι 28χλμ., Χάρτες 4 και 5.



Φωτογραφία 1. α-β. Πανοραμική άποψη οικισμού Ελατοχωρίου

Τα Πιέρια όρη, στα οποία βρίσκεται το Ελατοχώρι, είναι από τα πιο δασωμένα βουνά φυλλοβόλων και κωνοφόρων της Ελλάδος. Είναι ίσως από τα πιο προσιτά της πατρίδας μας. Η πρόσβαση του γίνεται από όλες τις πλευρές του. Είναι το βουνό, μετά τον Όλυμπο με τα περισσότερα ορεινά καταφύγια. Στο βουνό αυτό, οφείλει το όνομα της η

Πιερία, καθώς το διάλεξαν για κατοικία τους κατά τη μυθολογία, οι Πιερίδες Μούσες, μαγεμένες από την ομορφιά του τοπίου. Σε αυτό το πλούσιο σε ιστορικότητα και δασώδη βλάστηση βουνό βρίσκεται η περιοχή μελέτης της παρούσης μεταπτυχιακής διπλωματικής διατριβής.



Χάρτης 3. Νομός Πιερίας.

Το Ελατοχώρι με ιστορία μεγαλύτερη των 400 χρόνων, αποτελείται από τον παλιό και τον νέο οικισμό, που χτίστηκε σε χαμηλότερη τοποθεσία, λόγω κατολισθήσεων που υπήρξαν στην περιοχή. Το παλιό χωριό, που αποτέλεσε τον πυρήνα για το σύγχρονο Ελατοχώρι, δημιουργήθηκε μετά την τουρκική κατάκτηση της περιοχής, έπειτα την καταστροφή των οικισμών που προϋπήρχαν στην περιοχή. Ο παλιός οικισμός, το Παλιό Ελατοχώρι παλαιά ονομαζόταν Σκουτέρνα, ονομασία που αποδίδεται στα «σκουτιά», δηλαδή τα μάλλινα υφάσματα στην τουρκική γλώσσα, καθώς την περίοδο της Τουρκοκρατίας λειτουργούσε στον οικισμό μονάδα επεξεργασίας υφασμάτων. Στο Ελατοχώρι γινόταν επεξεργασία σε ότι είχε σχέση με μαλλί και οι δικαιούχοι το εμπορεύονταν σε διάφορα μέρη της Ελλάδας. Τα πολλά τρεχούμενα νερά

δημιουργούσαν νεροτριβές (ντριστερές) και μπατάνια, στα οποία γινόταν η κατεργασία των μάλλινων υφαντών. Το 1779 εγκαινιάστηκε ο λαμπρός ναός του Αγ. Νικολάου ο οποίος έχει δεσπόζουσα θέση στο κέντρο του παλιού Ελατοχωρίου.

Πολύ σύντομα άρχισε η οικονομική ανάπτυξη της περιοχής. Η ξυλεία από τα πλούσια δάση, η κτηνοτροφία και το εμπόριο αποτέλεσαν τους κύριους τομείς δραστηριοποίησης των κατοίκων. Την συγκεκριμένη περίοδο πραγματοποιήθηκαν σημαντικά αρδευτικά έργα και λειτούργησαν αλευρόμυλοι, παράλληλα με τα εργαστήρια παραγωγής υφαντών. Αναμφίβολα το πιο σημαντικό κτίσμα για τους Έλληνες, που σώζεται έως σήμερα, ήταν



Χάρτης 4. Η οριοθέτηση της Πιερίας στον Ελλαδικό χώρο.

η εκκλησία του Αγίου Νικολάου. Μετά την απελευθέρωση διέθετε «Δημοτική σχολή» που στεγαζόταν σε κτήριο απέναντι από την εκκλησία, στο οποίο μαθήτευσαν όλοι οι κάτοικοι της περιοχής ως το 1937. Το 1928, το χωριό μετονομάστηκε σε Ελατούσα και τον επόμενο χρόνο στην σύγχρονή του ονομασία, που αποδόθηκε από τα έλατα που συνθέτουν το τοπίο στην περιοχή. Το χωριό γνώρισε ιδιαίτερη άνθηση μετά το 1930, εκτός από τις συνηθισμένες εργασίες, γεωργία και κτηνοτροφία, αναπτύχθηκε η υλοτομία. Στήθηκε εργαστήριο, το περίφημο ΠΡΙΟΝΙ στο ρέμα Αλογόπορος για την

κατεργασία του ξύλου και δημιουργήθηκε μεταλλείο για την εξόρυξη κάρβουνου στη θέση Νερόγαβρα. Τότε κατασκευάστηκε διώροφο σχολείο στην πλατεία του οικισμού. Το Ελατοχώρι με προεδρικό διάταγμα (11/1/2009) χαρακτηρίστηκε ως μαρτυρικό χωριό, καθώς στις 27 Ιανουαρίου του 1944 οι Γερμανοί έκαψαν το διώροφο σχολείο και όλες τις κατοικίες του παλιού οικισμού. Η περιοχή Παληοπαναγιά έγινε τόπος μαρτυρίας των Ελατοχωριτών ,με 32 νεκρούς και 25 τραυματίες, κυρίως γυναικόπαιδα. Κάθε χρόνο στο Ηρώο τελείται επιμνημόσυνο δέηση με ιδιαίτερες τιμές στη μνήμη των πεσόντων.

Το 1951 το Ελατοχώρι μεταφέρθηκε στην τωρινή του θέση, καθώς κατολισθήσεις απειλούσαν το παλιό χωριό. Επίσης συνέβαλε στην αλλαγή τοποθεσίας του οικισμού και η αύξηση του πληθυσμού. Από το 1959 -1961 δέχθηκε τους πρώτους τουρίστες, όμως δεν υπήρξε ανάπτυξη της δραστηριότητας λόγω έλλειψης υποδομών. Τα επόμενα χρόνια, άλλοι κάτοικοι μετανάστευσαν είτε στην Ελλάδα, είτε στο εξωτερικό και άλλοι ασχολήθηκαν με την καπνοπαραγωγή. Τα τελευταία δέκα χρόνια εξελίσσεται σε ένα από τα καλύτερα ορεινά θέρετρα της Ελλάδας, καθώς έχουν δημιουργηθεί υψηλού επιπέδου υποδομές για την διαμονή και διατροφή τους, αναβαθμίζοντας τουριστικά την περιοχή.

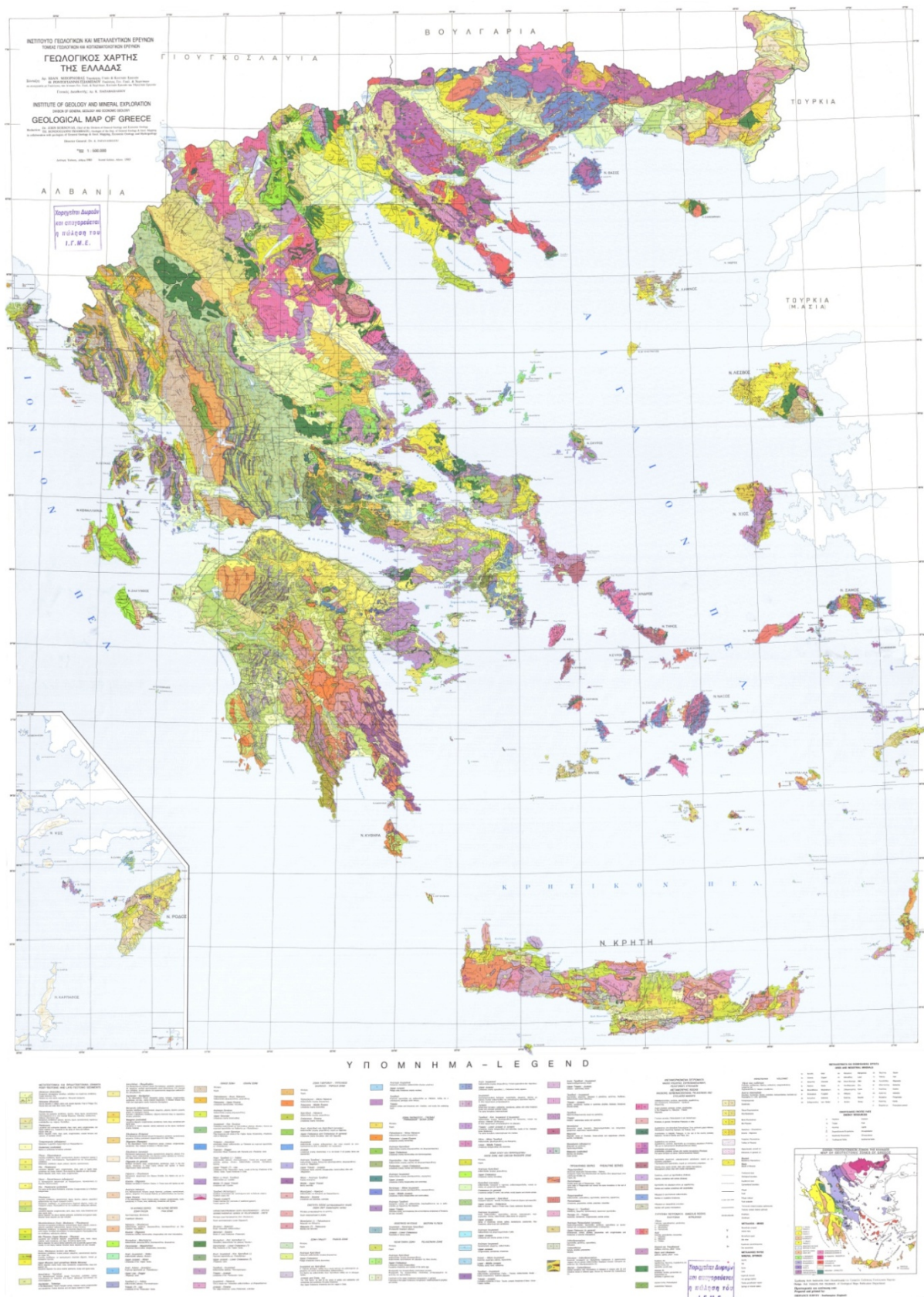
Η λαογραφική συλλογή του Λαογραφικού Ομίλου Ελατοχωρίου στην ειδικά διαμορφωμένη αίθουσα του Δημοτικού Καταστήματος, ενημερώνει επαρκώς για την ιστορία, τα ήθη και τις παραδόσεις του χωριού. Επίσης το αρχαίο λατομείο μαρμάρου στα δυτικά της Βρυάς αλλά και το μουσείο, το αρχαίο θέατρο και ο αρχαιολογικός χώρος του Δίου, λατρευτικής πόλης των αρχαίων Μακεδόνων και του Μεγάλου Αλεξάνδρου, δίνουν το στίγμα τους για την ιστορική σημασία της ευρύτερης περιοχής μέσα στα βάθη των αιώνων. <http://www.elatohori.com/>

Μορφολογικά στην περιοχή εκτός από τα Πιέρια όρη δεσπόζει και ο ορεινός όγκος του Ολύμπου, στα νότια των Πιερίων ενώ νοτιότερα στα βόρεια της Θεσσαλίας γίνεται ορατός ο Κίσαβος. Γεωλογικά η περιοχή ανήκει στο Ανώτερο Μειόκαινο (16-14 Ma) (ενίοτε και Μέσο), όπως φαίνεται στο γεωλογικό χάρτη της Ελλάδας, Χάρτης 6. Τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου υπεδάφους είναι κυρίως οι θαλασσιές αποθέσεις, όπως μάργες, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή, άργιλοι και γύψοι. Επίσης υπάρχουν λιμναίες αποθέσεις, τα προηγούμενα κλαστικά ιζήματα, τοπικά με στρώματα λιγνιτών. Αξίζει να

σημειωθεί πως οι κατολισθήσεις που εμφανίστηκαν στην περιοχή αφορούσαν σε συνθήκες εδάφους, σε γεωμορφολογικές διαδικασίες και φυσικές διεργασίες. Δεν υπήρξαν ανθρωπογενείς παράγοντες που διαμόρφωσαν συνθήκες εμφάνισης του φαινομένου.

Οι τυπικές περιοχές εκδήλωσης κατολισθήσεων είναι οι απότομες πλαγιές, οι γκρεμοί, απότομα βράχια τα οποία βρίσκονται σε περιοχές σε καθεστώς διάβρωσης και αποσάθρωσης, περιοχές συγκέντρωσης νερού, καθώς και ρηξιγενείς ζώνες. Η περιοχή του Ελατοχωρίου είναι μία ορεινή περιοχή με απότομες πλαγιές.

(http://www.metal.ntua.gr/uploads/3123/8a_KATOLISTHISEIS.pdf)



Χάρτης 5. Γεωλογικός χάρτης Ελλάδος.

4.1.1 Κοινωνικο-δημογραφικά χαρακτηριστικά

Το Ελατοχώρι μετά την 2^η φάση συνένωσης Δήμων και Κοινοτήτων ανήκει στη δημοτική ενότητα Πιερίων του δήμου Κατερίνης και ο πληθυσμός του σύμφωνα με την

απογραφή του 2001 ήταν 610 κάτοικοι, ενώ υπήρξε μείωση του πληθυσμού σύμφωνα με την απογραφή του 2011, καθώς οι μόνιμοι κάτοικοι ανέρχονται πλέον στους 533.

Κατά τη δεκαετία του 1950 ο οικισμός μεταφέρθηκε από την αρχική του θέση λόγω των κατολισθήσεων που επικρατούσαν στην περιοχή. Η κύρια δραστηριότητα των κατοίκων ήταν η υλοτομία και η κτηνοτροφία. Ο παλιός οικισμός άρχισε όμως τα τελευταία 20 χρόνια να αναπτύσσεται ραγδαία καθώς από το 2001 λειτουργεί επίσημα το χιονοδρομικό κέντρο Ελατοχωρίου.

Το χιονοδρομικό κέντρο Ελατοχωρίου δημιουργήθηκε σε υψόμετρο 1.400 έως 1.800 μέτρων, στις νοτιοανατολικές πλαγιές των Πιέρων Ορέων. Στην βάση του χιονοδρομικού κέντρου, στη θέση «Παπά Χωράφι», υπάρχει καταφύγιο και λειτουργεί αναψυκτήριο, με δυναμικότητα 400 και πλέον ατόμων. Η λειτουργία του χιονοδρομικού ξεκίνησε δοκιμαστικά, για πρώτη φορά το 2000 ενώ η επίσημη λειτουργία του ξεκίνησε έναν χρόνο αργότερα, το 2001. Η απόστασή του από το χωριό είναι 8 km και 36km από την πόλη της Κατερίνης. Στο χιονοδρομικό κέντρο δραστηριοποιείται Χιονοδρομικός Αθλητικός και Ορειβατικός Σύλλογος.

Κατά τη διάρκεια του χειμώνα ο πληθυσμός του Ελατοχωρίου αυξάνεται πολλαπλά τόσο λόγω επισκεπτών όσο όμως και των εργαζομένων στο χώρο της εστίασης, του τουρισμού και των χειμερινών αθλημάτων. Οι επισκέπτες τους καλοκαιρινούς μήνες μειώνονται, όμως υπάρχουν επίσης αυξημένες ενεργειακές ανάγκες για τους επισκέπτες όπως και για τους μόνιμους κατοίκους.

4.1.2 Οικονομικά Χαρακτηριστικά

Όπως αναφέρθηκε η κύρια δραστηριότητα των κατοίκων πριν το 2001, όπου και άρχισε να λειτουργεί επίσημα το χιονοδρομικό κέντρο Ελατοχωρίου, ήταν η υλοτομία και η κτηνοτροφία. Το δάσος διαχειρίζεται σήμερα ο Δασικός Συνεταιρισμός υπό την επίβλεψη της Διεύθυνσης Δασών Πιερίας. Συνεχίζουν οι δύο παραγωγικοί τομείς να απασχολούν κατοίκους του Ελατοχωρίου και γειτονικών οικισμών, όμως η κύρια πηγή εσόδων του οικισμού είναι ο χειμερινός κυρίως τουρισμός. Πλέον το Ελατοχώρι αποτελεί έναν δημοφιλή χειμερινό τουριστικό προορισμό του νομού Πιερίας καθώς το χιονοδρομικό του κέντρο είναι το μοναδικό στο νομό. Τις δύο τελευταίες δεκαετίες έχουν αναπτυχθεί στην περιοχή πολλά ξενοδοχεία, ξενώνες, ενοικιαζόμενα δωμάτια,

χώροι εστίασης και αναψυχής και αρκετά εμπορικά καταστήματα με τουριστικά είδη αλλά και είδη σκι. Επίσης δραστηριοποιούνται αθλητικοί σύλλογοι που ασχολούνται με τα χειμερινά αθλήματα αλλά και ορειβατικοί και περιπατητικοί σύλλογοι. Οι κύριες λοιπόν δραστηριότητες των κατοίκων διαφοροποιήθηκαν αλλά και ενισχύθηκαν οι επενδύσεις από παράγοντες άλλων περιοχών (Γραμματεία δημοτικής ενότητας Περίων).

4.1.3 Προστατευόμενες Περιοχές

Οι δύο σημαντικότεροι και επικρατέστεροι ορεινοί όγκοι, στην ευρύτερη περιοχή του Ελατοχωρίου, είναι τα Πιέρια όρη και ο ορεινός όγκος του Ολύμπου. Και οι δύο περιοχές είναι προστατευόμενες και μεγίστης σημασίας για την ιστορική και περιβαλλοντική αξία του νομού Πιερίας, αλλά και του ευρύτερου Ελλαδικού χώρου. Ιδιαίτερα ο Όλυμπος ένα σύμβολο εμβληματικό από την αρχαιότητα στρέφει το παγκόσμιο ενδιαφέρον πάνω του.

Τα Πιέρια Όρη είναι ένας επιμήκης ορεινός όγκος στη Μακεδονία, αρκετά εκτεταμένος, που σχηματίζει μια μακρόστενη κορυφογραμμή με κατεύθυνση από βορειοανατολικά προς νοτιοδυτικά, Φωτογραφία 6.2. Σε εφαρμογή της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ, εντάχθηκε στο Ευρωπαϊκό Οικολογικό Δίκτυο «ΦΥΣΗ 2000» (NATURA 2000), με κωδικό GR 1250002.



Φωτογραφία2. Τα Πιέρια όπως φαίνονται από το δρόμο Κατερίνης-Ελασσόνας, λίγο πριν το χωριό Κάτω Μηλιά, (Φωτ. Μίλτος Χανδόλιας <http://archive.in.gr/Reviews/image.asp?lngReviewID=1667&lngImageGalleryID=12381&lngPage=0>)

Αποτελούν τη συνέχεια του Ολύμπου προς τα βορειοδυτικά, έχουν την πεδιάδα της Κατερίνης ως όρια στα ανατολικά, ενώ στα βόρεια φθάνουν ως τον ποταμό Αλιάκμονα και στα νότια συνδέονται μέσω του Τίταρου με τον Όλυμπο στα στενά της Πέτρας, όπου τα χωρίζει το ρέμα Μαυρονέρι. Καθώς τα δυο βουνά δε χωρίζονται από κάποιο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό σημείο, έχει ως αποτέλεσμα να θεωρείται το όρος Τίταρο ως τμήμα των Πιερίων.

Τα Πιέρια Όρη, με πυκνότερη δασοκάλυψη αποτελούν άριστο προορισμό όλη τη διάρκεια του έτους. Είναι ένα βουνό κατάφυτο τόσο από φυλλοβόλα δέντρα, όπως οξιές, βελανιδιές, πλατάνια, καστανιές κ.α., όσο και από κωνοφόρα δέντρα, όπως πεύκα, έλατα, μαυρόπευκα, ρόμπολα κ.α., Φωτογραφία 3.



Φωτογραφία 3. Πιέρια όρη, τοπία

Τα Πιέρια είναι ένα βουνό πλούσιο σε τρεχούμενα νερά, ρεματιές και καταρράκτες. Είναι γνωστό για την πλούσια χλωρίδα του και κυρίως για τα φυλλοβόλα δάση, καθώς και για ορισμένα σπάνια είδη αγριολούλουδων. Η πανίδα του αποτελείται από συνηθισμένα θηλαστικά, πτηνά, ερπετά και ποικιλία εντόμων.

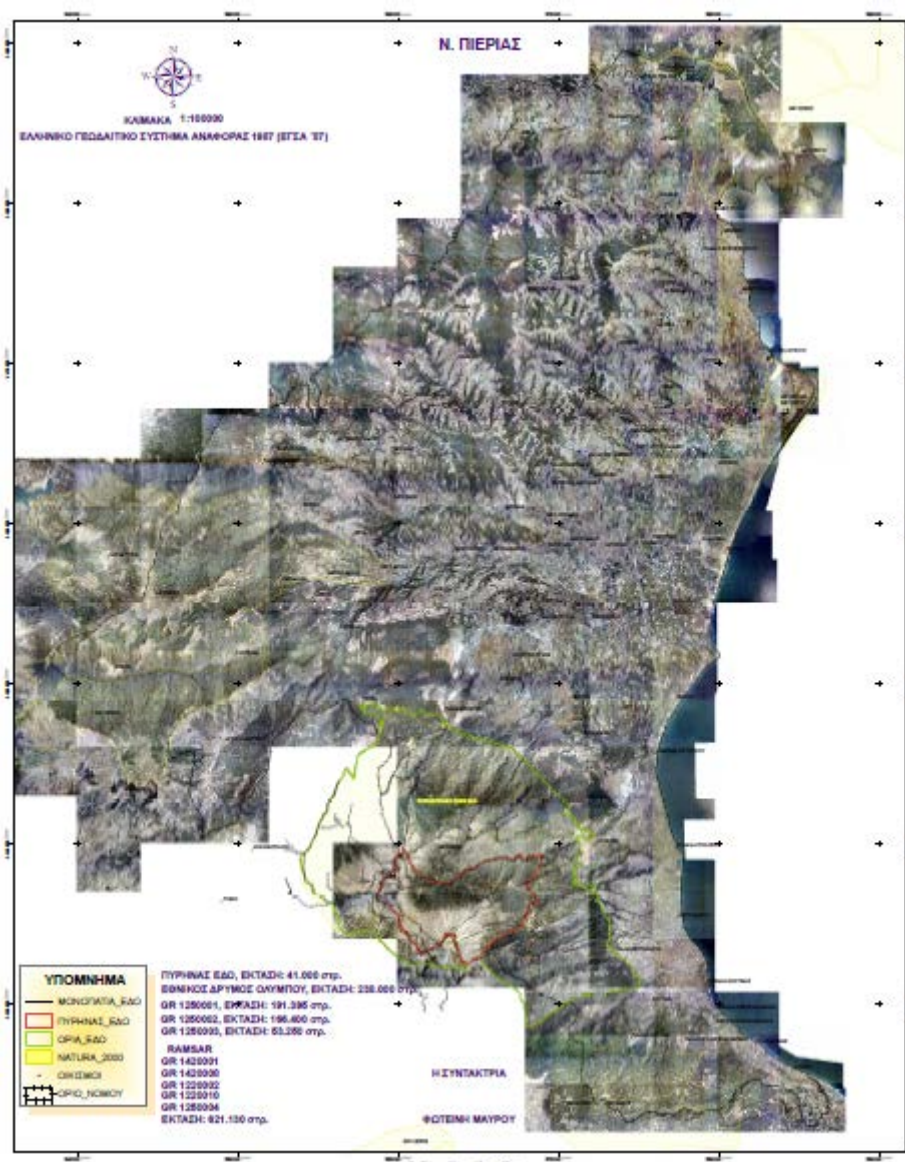
Ο Όλυμπος, το ψηλότερο βουνό της Ελλάδας, Φωτογραφία 4 είναι η πρώτη περιοχή, για την οποία εφαρμόστηκε ειδικό καθεστώς προστασίας με την κήρυξη του ως Εθνικού Δρυμού το 1938, βάσει του νόμου 856/37. Σκοπός της κήρυξης αυτής ήταν «... η διατήρηση στο διηνεκές του φυσικού περιβάλλοντος της περιοχής, δηλαδή της άγριας χλωρίδας, της πανίδας και του φυσικού τοπίου, καθώς και των πολιτιστικών και άλλων αξιών της...». Ακόμα η ανακήρυξη του Δρυμού έγινε με σκοπό την ενίσχυση της επιστημονικής έρευνας παράλληλα με την περιβαλλοντική εκπαίδευση του κοινού και την ανάπτυξη του τουρισμού στην ευρύτερη περιοχή.



Φωτογραφία 4 Όλυμπος.

<http://www.panoramio.com/user/1300119/tags/%CE%8C%CE%BB%CF%85%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%82>

Με ειδική νομοθεσία έχει απαγορευτεί κάθε είδους εκμετάλλευση στην ανατολική πλευρά του βουνού σε έκταση 40.000 στρεμμάτων περίπου που αντιπροσωπεύει τον πυρήνα του Δρυμού, Χάρτης 7. Μια ευρύτερη περιοχή γύρω από τον πυρήνα, χαρακτηρίστηκε «περιφερειακή ζώνη του Δρυμού», ώστε η διαχείριση και εκμετάλλευσή της να γίνεται έτσι ώστε να μην επηρεάζει αρνητικά την προστασία του πυρήνα.



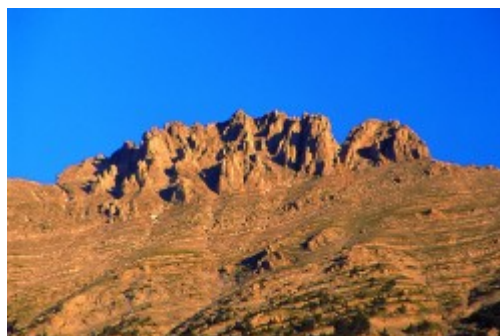
Χάρτης 6. Όρια Εθνικού Δρυμού Ολύμπου.

Ο Όλυμπος είναι παγκόσμια γνωστός τόσο για τα οικολογικά χαρακτηριστικά και την ανεπανάληπτη φυσική ομορφιά του, όσο και για τη σχέση του με την αρχαία ελληνική μυθολογία. Η σημασία του Δρυμού έχει αναγνωριστεί όχι μόνο στην Ελλάδα, αλλά και

στην Ευρώπη και παγκόσμια. Το 1981 η UNESCO ανακήρυξε τον Όλυμπο «Απόθεμα της Βιόσφαιρας». Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα έχει συμπεριλάβει τον Όλυμπο στις «Σημαντικές για την Ορνιθοπανίδα Περιοχές της Ευρωπαϊκής Κοινότητας».

Ο Όλυμπος βρίσκεται στα σύνορα Μακεδονίας-Θεσσαλίας και ειδικότερα στα όρια των Νομών Πιερίας και Λάρισας. Ο Μύτικας, η υψηλότερη κορυφή του (2917m), απέχει σε ευθεία απόσταση 263km από την Αθήνα και 78km από τη Θεσσαλονίκη, ενώ από τις ακτές της Πιερίας απέχει 18km και από την Κατερίνη 24km. Η έκτασή του ανέρχεται στα 500 περίπου τετραγωνικά χιλιόμετρα. Επίσης η έκταση που κατέχει είναι σχεδόν κυκλική με μέση διάμετρο 25km περίπου και περίμετρο γύρω στα 80km. Όσον αφορά τον Εθνικό Δρυμό Ολύμπου, η έκτασή του ανέρχεται σε 238.411 στρέμματα με πυρήνα 40.000 στρεμμάτων.

Ο Όλυμπος είναι το ψηλότερο βουνό της Ελλάδας και το δεύτερο σε ύψος βουνό των Βαλκανίων. Το ανάγλυφό του εμπεριέχει πολλά χαρακτηριστικά στοιχεία που του προσδίδουν γοητεία και αίγλη. Βραχώδεις και απόκρημνες κορυφές, βαθιές χαράδρες, αλπικά λιβάδια και πυκνά δάση, συνθέτουν αυτό το σπάνιο γλυπτό που ακούει στο όνομα Όλυμπος. Συνολικά 52 κορυφές υψώνονται από τα 760 έως τα 2918 μέτρα, συνθέτοντας με τις βραχώδεις ρεματιές εικόνες μοναδικής ομορφιάς.



Φωτογραφία 5 α-β. Κορυφές του Ολύμπου

Τα πετρώματα του Ολύμπου άρχισαν να σχηματίζονται πριν από 200 εκατομμύρια χρόνια στο βυθό μιας σχετικά ρηχής θάλασσας, από όπου αναδύθηκε και άρχισε σιγά-σιγά να παίρνει τη δική του μορφή. Στην περίοδο των παγετώνων έγιναν σημαντικές ανακατατάξεις στη μορφή του βουνού αφού οι πάγοι που έλιωσαν μετέφεραν τεράστιες ποσότητες πετρωμάτων από τις κορυφές προς τους πρόποδες του βουνού.

Με το λιώσιμο και των τελευταίων πάγων, εδώ και 10.000 χρόνια περίπου, ο Όλυμπος πήρε τη σημερινή του μορφή.

Συνολικά στον Όλυμπο έχουν καταμετρηθεί από τους επιστήμονες πάνω από 1700 είδη φυτών τα οποία αντιπροσωπεύουν το 25% της ελληνικής χλωρίδας. Τα περισσότερα από αυτά που βρίσκονται σε χαμηλό υψόμετρο είναι τα συνηθισμένα μεσογειακά και κεντροευρωπαϊκά είδη. Στη γυμνή από δέντρα αλπική ζώνη υπάρχουν πάνω από 150 είδη φυτών. Από αυτά, τα μισά βρίσκονται μόνο στη Βαλκανική χερσόνησο και τα 23 είναι ενδημικά.

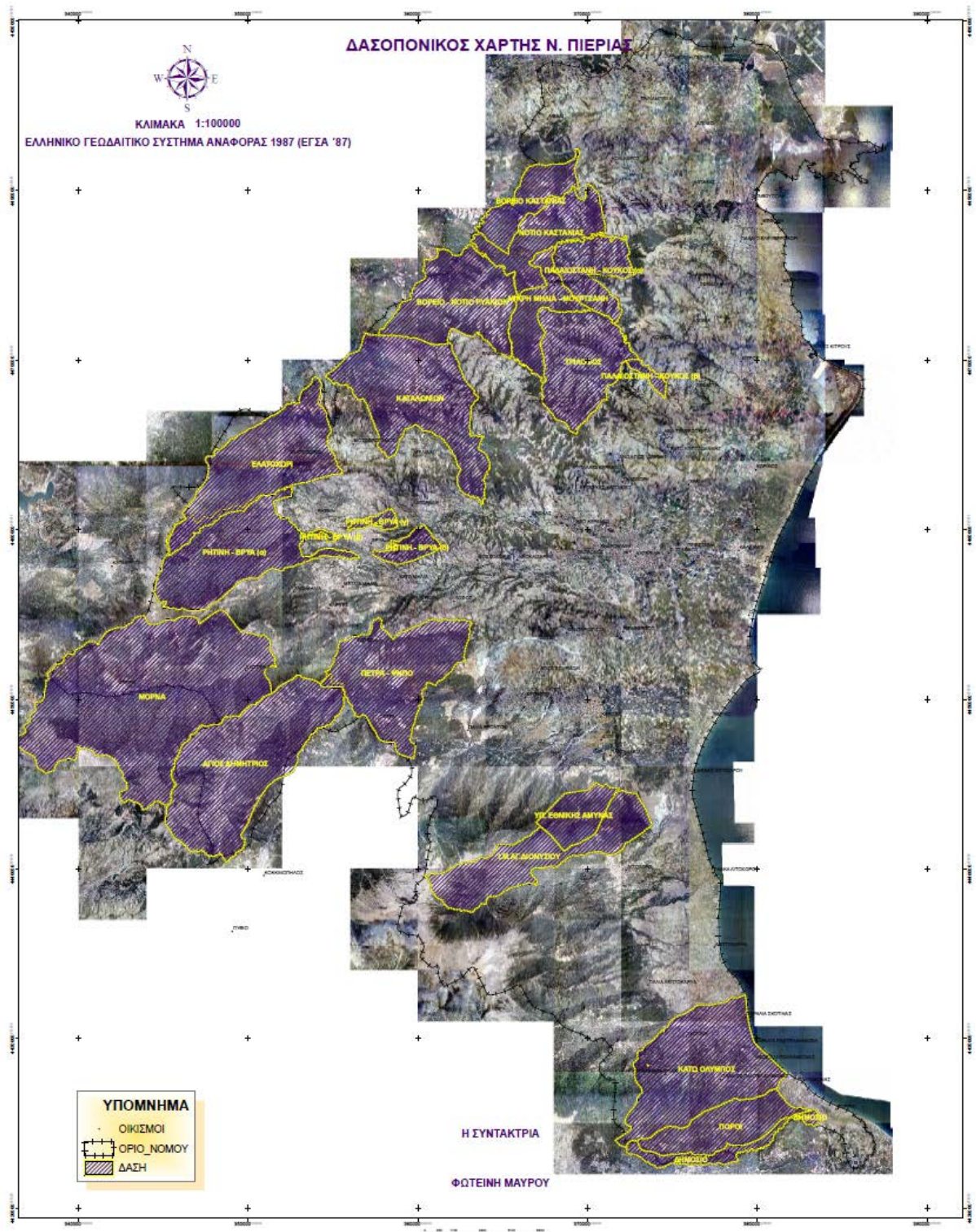


Φωτογραφία 6. α -β Πανίδα Ολύμπου.

Στον Όλυμπο έχουν καταγραφεί 32 είδη θηλαστικών με πιο γνωστά το αγριόγιδο (*Rupicapra rupicapra*), το ζαρκάδι (*Capreolus capreolus*), το λύκο (*Canis lupus*), το αγριογούρουνο (*Sus scrofa*), την αλεπού (*Vulpes vulpes*), το κουνάβι (*Martes foina*), το σκίουρο (*Sciurus vulgaris*), το τσακάλι (*Canis aureus*), την αγριόγατα (*Felis sylvestris*), κ.α. Επίσης έχουν εντοπιστεί 108 είδη πτηνών τα οποία βρίσκουν καταφύγιο στα απρόσιτα δάση και στις απόκρημνες βραχώδεις πλαγιές. Ορισμένα από τα παραπάνω είδη πανίδας όπως το αγριόγιδο, ο χρυσαετός (*Aquila chrysaetos*) και οι σπάνιοι δρυοκολάπτες, είναι απειλούμενα είδη, τα οποία προστατεύονται με διεθνείς συμβάσεις. Παράλληλα, στα ρέματα και στις λιμνούλες συναντάμε ένα σημαντικό αριθμό αμφιβίων κι ερπετών καθώς και έναν τεράστιο αριθμό πεταλούδων για τις οποίες ο Όλυμπος φημίζεται. <http://www.olympusfd.gr/GR/Infos.asp>

4.1.4 Χρήσεις Γης

Οι εκτάσεις της περιοχής του Ελατοχωρίου είναι κυρίως ορεινές και δασικές με τον οικισμό να βρίσκεται στα 780m υψόμετρο. Υπάρχουν βοσκότοποι και οι εκτάσεις που έχουν οριοθετηθεί για το χιονοδρομικό κέντρο Ελατοχωρίου. Σύμφωνα με το Νόμου υπ' Αριθ. 4179/2013 και το άρθρο 13 περί «Ρύθμισης χιονοδρομικών κέντρων και



Χάρτης 7. Δασοπονικός Χάρτης Πιερίας. Πηγή: Δασαρχείο Πιερίας.

ορειβατικών καταφυγίων, επιλύθηκαν θέματα οριοθέτησης των χιονοδρομικών κέντρων της Ελλάδας, μεταξύ αυτών και του Ελατοχωρίου.

Οι δασικές εκτάσεις της περιοχής αποτυπώνονται στο δασοπονικό Χάρτη 8, όπου υπάρχει οριοθέτηση των δασών της Πιερίας. Τα δάση της περιοχής ακολουθούν:

- Ιδιωτικό δάσος Ελατοχωρίου, έκτασης 3.604 Ha

- Δημόσιο δάσος Ρητίνης 7, έκτασης 4.600,02 Ha
- Κοινοτικό δάσος Μηλιάς, έκτασης 3.614 Ha
- Συνιδιόκτητο δάσος Καρυών, έκτασης 1.1122,18 Ha
- Συνιδιόκτητο δάσος Καταλωνίων, έκτασης 4.332 Ha
- Ιδιωτικό δάσος Ρυακιών, έκτασης 3.103,50 Ha
- Ιδιωτικό δάσος Καστανιάς βόρειο, έκτασης 1.280 Ha
- Ιδιωτικό δάσος Καστανιάς νότιο, έκτασης 1.552,60 Ha
- Ιδιωτικό δάσος Μουρτζάνης, έκτασης 1,332,50 Ha

Τα δάση Ελατοχωρίου, Ρητίνης και Μηλιάς αποτελούνται κυρίως από Μαύρη και Δασική Πεύκη, Ελάτη, Δρυς, Οξυά, Γαύρος Καστανιά. Επίσης στο δάσος Καρυών όπως και το δάσος Μηλιάς υπάρχουν Πλάτανος και Αείφυλλα Πλατύφυλλα. Στον Πίνακα 21 που υπάρχουν συγκεντρωτικά στοιχεία των δασών.

Πίνακας 21. Εκτάσεις δασών στην περιοχή του Ελατοχωρίου και δασικά είδη. (Πηγή Διεύθυνση Δασών Περείας)

Έκταση, Δασοσκεπή και Δασικά Είδη Δασών Ευρύτερης Περιοχής Ελατοχωρίου				
	Δάσος	Έκταση Ha	Δασοσκεπή Ha	Δασικά είδη
1	Ιδιωτ. Ελατοχωρίου	3.604	2.390	Οξυά, Πεύκη (μαύρη, δασική) Ελάτη, Δρυς, Γαύρος, Κατσανιά
2	Δημόσιο Ρητίνης	4.600,02	4.109,88	Οξυά, Πεύκη (μαύρη, δασική) Ελάτη, Δρυς, Γαύρος, Κατσανιά
3	Κοινοτικό Μηλιάς	3.614	1.795,70	Οξυά, Πεύκη (μαύρη, δασική) Ελάτη, Δρυς, Γαύρος, Κατσανιά, Πλάτανος
4	Συνιδιόκτητο Καρυών	1.1122,18	709,35	Δρυς, Γαύρος, Πλάτανος, Αείφυλλα Πλατύφυλλα
5	Συνιδιοκτητο Καταλωνίων	4.332	-	-
6	Ιδιωτικό Ρυακιών	3.103,50	-	-
7	Ιδιωτ. Καστανιάς βόρειο	1.280	-	-
8	Ιδιωτ. Καστανιάς νότιο	1.552,60	-	-
9	Ιδιωτ. Μουρτζάνης	1.332,50	-	-

Στα σημεία των δασών με υψηλό υψόμετρο κυριαρχούν η Μαύρη Πεύκη, η Ελάτη, η Οξιά, Καστανιά. Σε χαμηλότερα υψόμετρα τα δάση καλύπτονται κυρίως από Δρυς, Πλάτανο, Γαύρο.

Η μαύρη Πεύκη ή μαυρόπευκο (*Pinus nigra*) είναι ένα ψηλό δέντρο που φτάνει σε ύψος και τα 45 μέτρα. Τα κουκουνάρια του είναι μικρά και οι βελόνες του μετρίου μεγέθους. Απαντάται στη νότια Ευρώπη και στα βουνά των βόρειων Αφρικανικών χωρών, με μεγάλη ενδοειδική ποικιλότητα. Το ξύλο του έχει ερυθρωπό χρώμα εσωτερικά, είναι καλής ποιότητας, χρησιμοποιείται στις οικοδομές, στη ναυπηγική και σαν στύλος στήριξης καλωδίων μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος.



Φωτογραφία 7. Πεύκη

Η μαύρη Πεύκη αναπτύσσεται στην Ελλάδα σε ορεινά και ημιορεινά εδάφη, με υψόμετρο από 400 μέχρι 1800 μέτρα, σε ασβεστολιθικά και οφιολιθικά πετρώματα με αυξημένη υγρασία. Βρίσκεται κυρίως σε δάση στην οροσειρά της Πίνδου, στα βουνά της Μακεδονίας και στην Πελοπόννησο. Η μαύρη Πεύκη είναι ένα μεγάλο αειθαλές δέντρο, με ύψος 20-55 μέτρα κατά την ωριμότητα. Ο φλοιός είναι γκρι προς κίτρινο-καφέ και χωρίζεται με λωρίδες σε φολιδωτές πλάκες. Τα φύλλα, «πευκοβελόνες», είναι πιο λεπτά και πιο ευέλικτα στους δυτικούς πληθυσμούς.

Οι κώνοι γύρης και σπερμάτων εμφανίζονται από το Μάιο έως τον Ιούνιο. Οι ώριμοι κώνοι έχουν μήκος 5 με 10 εκατοστά και έχουν στρογγυλοποιημένες φολίδες. Καθώς ωριμάζουν, το χρώμα τους μεταβάλλεται από πράσινο σε γκρι ή απαλό κίτρινο από το Σεπτέμβριο μέχρι το Νοέμβριο, περίπου 18 μήνες μετά από τη γονιμοποίηση. Οι σπόροι είναι σκούροι γκρι, με μήκος 6 έως 8 χιλιοστά, με ένα κίτρινο φτερό μήκους 20-25 χιλιοστών που βοηθά την εναέρια εξάπλωσή τους όταν οι κώνοι ανοίγουν, από τον Δεκέμβριο ως τον Απρίλιο. Η σεξουαλική ωριμότητα επιτυγχάνεται στα 15 με 40 χρόνια, με τα δέντρα να εμφανίζουν ένα μέγιστο στην παραγωγή σπόρων κάθε 2 με 5 χρόνια. Οι

σπόροι δεν μπαίνουν σε λήθαργο και η βλάστησή τους αρχίζει την ίδια άνοιξη που απελευθερώθηκαν από τον κώνο.

Η μαύρη πεύκη αναπτύσσεται με μέτρια ταχύτητα, περίπου 30 με 70 εκατοστά κάθε χρόνο. Συνήθως έχει μια στρογγυλή, κωνική κόμη, που γίνεται ακανόνιστη καθώς αναπτύσσεται. Το δέντρο μπορεί να ζήσει αρκετά χρόνια, με κάποια δέντρα να έχουν ηλικία μεγαλύτερη των 500 ετών. Χρειάζεται άφθονο φως για να αναπτυχθεί σωστά και δεν ανέχεται την σκιά (φωτόφυτο), ενώ είναι ανθεκτική στο κρύο και τον παγετό.

Η οξιά ή φηγός (*Fagus*) είναι ένα γένος δέκα ειδών φυλλοβόλων δέντρων που συναντώνται στην Ευρώπη, Ασία και Βόρειο Αμερική. Στην Ελλάδα σχηματίζει πυκνοφυή μεγάλα δάση στα βουνά της Στερεάς Ελλάδας, της Θεσσαλίας και της Βόρειας Ελλάδας



Φωτογραφία 8. Οξιά

Είναι δέντρο μεγάλο, μέχρι 35 μέτρα ύψος, φυλλοβόλο με κορμό ευθύ, λείο, ομαλό, με λεπτό φλοιό, γκριζωπό και κόμη που αφήνει το φως να περνάει. Η οξιά σε νεαρή ηλικία είναι κωνική ενώ όταν το δέντρο γεράσει μετατρέπεται σε πλατιά θολωτή. Φυτρώνει σε υψόμετρο από 500 μ. μέχρι 1800 μ. Τα φύλλα της είναι κατ' εναλλαγή δίσειρα, επιμήκη ελλειψοειδή ως αντίστροφα ωοειδή μήκους 5-15 εκ. και πλάτους 2,5-8 εκ. πολύ ή λίγο οξύκορφα, χνουδωτά στα χείλη με χρώμα ανοιχτό πράσινο, σχεδόν κίτρινο, όταν είναι νεαρή, πράσινο σκούρο και γυαλιστερό αργότερα, που γίνεται κατά το φθινόπωρο κόκκινο, σχεδόν αιματόχρουν και δίνει στο δάσος ανταύγειες φλόγας, ιδίως καθώς διαπερνάται από τις ακτίνες του ηλίου. Τα άνθη δεν έχουν εντυπωσιακή όψη, τα αρρενα είναι ενωμένα κατά μακρόμισχους σφαιρικούς ιούλους και τα θήλεα ανά 2-3 μέσα σε ένα κοκκινωπό κύπελλο που σκεπάζεται από βράκτια. Κατά τον Οκτώβριο ωριμάζουν

οι καρποί, που είναι κλεισμένοι σε καρποφόρο περίβλημα(κύπελλο), αγκαθωτό, το οποίο μπορεί να ανοίγει με 4-6 ανοίγματα, αφήνοντας να πέσουν δύο γωνιώδη, τριγωνικά σπέρματα (κάρυα).

Η Ελάτη (*Abies*) είναι γένος 48–55 ειδών αιθαλών κωνοφόρων της οικογένειας Pinaceae. Βρίσκονται σε μεγάλο μέρος της Βόρειας και Κεντρικής Αμερικής, της Ευρώπης, της Ασίας και της Βόρειας Αφρικής, σε βουνά ποικίλων ειδών. Οι ελάτες σχετίζονται στενά με τους κέδρους (*Cedrus*)· οι λεγόμενες ψευδοελάτες ανήκουν στο γένος *Ψευδοτσούγκα*.



Φωτογραφία 9. Ελάτη

Είναι όλες δέντρα, που φθάνουν σε ύψος 10–80 m και διαμέτρους κορμού 0,5–4 m σε ώριμη ηλικία. Οι ελάτες μπορούν να διακριθούν από άλλα μέλη της οικογένειας π.χ των πεύκων από τα βελονοειδή τους φύλλα που είναι προσαρμοσμένα σε μικρά κλαδιά με μια βάση η οποία προσομοιάζει μια μικρή βεντούζα και από τους όρθιους κυλινδρικούς κώνους μήκους 5–25 cm, που αποσυντίθενται όταν ωριμάσουν ώστε να απελευθερώσουν τους φτερωτούς καρπούς. Η ταυτοποίηση των ειδών βασίζεται στο μέγεθος και την κατανομή των φύλλων, το μέγεθος και το σχήμα των κώνων, και στο αν οι κλίμακες των φύλλων του μίσχου στους κώνους είναι μακριά και εξέχουν, ή κοντά και κρυμμένα μέσα στον κώνο.

Η δρύς η φελλοφόρος (*Quercus suber*) είναι ένας είδος μεσαίου μεγέθους, αιθαλούς βελανιδιάς. Απαντάται στη φύση στη νοτιοδυτική Ευρώπη, ιδίως στην Ιβηρική χερσόνησο, και τη βορειοδυτική Αφρική. Ο εξωτερικός φλοιός του είδους αυτού είναι γνωστός ως φελλός και χρησιμοποιείται στην κατασκευή πωμάτων καθώς και σε άλλες βιομηχανικές και όχι μόνο εφαρμογές.



Φωτογραφία 10. Δρυς

Φτάνει σε ύψος μέχρι τα 20 μέτρα, αλλά στη φύση είναι λιγότερο ανεπτυγμένο. Μπορεί να ζήσει 150 με 300 χρόνια. Είναι είδος φωτόφιλο και ξηροθερμικό, προσαρμοσμένο στο μεσογειακό κλίμα.

Από το εξωτερικό μέρος του κορμού του δέντρου συλλέγεται ο φελλός. Η συλλογή του φελλού γίνεται κάθε 10 με 15 χρόνια, συνήθως Ιούνιο και Ιούλιο, με τη πρώτη συγκομιδή να είναι κατώτερης ποιότητας, με μεγάλους πόρους και μικρή ελαστικότητα. Μετά από κάθε συγκομιδή ο εξωτερικός φλοιός του δέντρου αναγεννάται και ύστερα από οκτώ περίπου χρόνια έχει αρκετό πάχος ώστε να συλλεχθεί ξανά.

Ο Γαύρος (Caprinus Betulus) είναι ένα φυλλοβόλο δέντρο ανθεκτικό στην σκιά και με ύψος 15-20 μέτρα. Χρειάζεται βαθιά, γόνιμα, δροσερά εδάφη. Είναι είδος που αντέχει στους παγετούς. Το συναντάμε σε όλη την Ελλάδα μέσα στα δάση. Πολλές φορές λόγω της υποβάθμισης του εδάφους και την βόσκησης συναντιέται σε μορφή θαμνώδη, σχηματίζει σε μίξη με άλλους θάμνους, πχ πουρνάρι, Fraxus ornus κτλ, πυκνούς θαμνώνες. Ο κορμός του είναι συνήθως κοντός, με πλούσια οριζόντια διακλάδωση. Στο φλοιό του εμφανίζονται ραβδώσεις που του δίνουν ωραία όψη. Φθάνει τα 25 μ. ύψος και 20 μ. πλάτος κόμης. Τα φύλλα του είναι οξυκόρυφα με πολλές οδοντώσεις στις παρυφές. Η επάνω επιφάνεια είναι σκούρου πράσινου χρώματος και η κάτω ανοιχτού πράσινου με αραιό πύλημα. Ανθίζει από τον Απρίλιο μέχρι και το Μάιο. Ο καρπός περιβάλλεται από πράσινο φυλλοειδές τρίλοβο πτερύγιο, που βοηθά τη διασπορά του από τον άνεμο. Η ωρίμανση των σπόρων γίνεται από το Σεπτέμβριο μέχρι και τον Οκτώβριο και η πτώση τους τον επόμενο χειμώνα



Φωτογραφία 11. Γαύρος

Είναι σκιανθεκτικό είδος. Αναπτύσσεται τόσο σε συνθήκες φωτισμού όσο και σε πλήρη σκίαση. Αντίθετα δεν αντέχει τους παρατεταμένους παγετούς. Αναπτύσσεται συχνά σε ελαφριά αμμώδη και σε μέτρια αργιλώδη εδάφη. Όμως δείχνει ιδιαίτερη προτίμηση στα βαριά νωπά εδάφη. Είναι αδιάφορο στο pH του εδάφους αφού απαντάται σε όξινα, ουδέτερα έως και πολύ αλκαλικά εδάφη. Το ξύλο του είναι λευκού χρώματος και δεν διακρίνεται σε εγκάρδιο και σομφό. Είναι βαρύ, συμπαγές σκληρό, ελαστικό, δυσκατέργαστο και γενικά δύσχιστο. Χρησιμοποιείται για γεωργικά εργαλεία, και στη λεπτουργική (λαβές μικροεργαλείων, κ.λ.π). Αποτελεί άριστη τροφή για την άγρια πανίδα. Το ξύλο της καίγεται πολύ καλά και θεωρείται ως άριστο καύσιμο. Επίσης χρησιμοποιείται στην ιατρική.

Η Ευρωπαϊκή καστανιά (*Castanea sativa* - Καστανέα η ήμερη) είναι ένα γρήγορα αναπτυσσόμενο δέντρο που φτάνει τα 30 μέτρα σε ύψος. Τα φύλλα του είναι πριονωτά και μεγάλα, τα κάστανα έχουν καφέ ή καστανόγκριζο ρυτιδωμένο φλοιό.



Φωτογραφία 12. Καστανιά

Οι καστανιές πρέπει να βρίσκονται σε υψόμετρο πάνω από 250 μέτρα και δεν ευδοκιμούν σε χαμηλότερα υψόμετρα. Το ξύλο της Ευρωπαϊκής καστανιάς είναι σκληρό και ανθεκτικό, σχίζεται εύκολα και δεν προσβάλλεται από μύκητες και έντομα. Χρησιμοποιείται στην επιπλοποιία, στην παραγωγή δοκαριών, πασσάλων σαν οικοδομική ξυλεία (ανθεκτικές σανίδες) στην παραγωγή χαρτιού και στη βυρσοδεψία.

Ο Πλάτανος (Platanus) είναι γένος ιθαγενών δέντρων του βορείου ημισφαιρίου. Οι υποκατηγορίες του είδους αυτού ανήκουν στην οικογένεια των Πλατανοειδών.

Πρόκειται για μεγάλα δέντρα, με ύψος που κυμαίνεται από 30 έως 50 μέτρα, φυλλοβόλα (εκτός από το είδος *P. kerrii*) και συναντώνται στις όχθες ποταμών και γενικά σε υγροτόπους, μπορούν όμως να επιβιώσουν και στην ξηρασία. Στην Ευρώπη είναι γνωστά με το όνομα πλάτανος, ενώ στη Βόρεια Αμερική με το όνομα συκομουριά.



Φωτογραφία 13. Πλάτανος

Καθώς τα άνθη ωριμάζουν, μετατρέπονται σε σφαιρικούς καρπούς, ενώ 3 έως 7 τριχωτά σέπαλα μετακινούνται στη βάση τους. Τα πέταλα είναι συνήθως 3 έως 7. Τα αρσενικά άνθη είναι ξεχωριστά από τα θηλυκά, αλλά πάνω στο ίδιο φυτό (μόνοικα). Ο αριθμός των ανθέων που βρίσκονται σε ένα σύμπλεγμα ενός συγκεκριμένου δέντρου (ταξιανθία) χαρακτηρίζει και το είδος του (βλ. παρακάτω πίνακα). Το αρσενικό άνθος έχει 3 έως 8 στήμονες, ενώ το θηλυκό έχει ωοθήκες με 3 έως 7 υπέρους. Ο πλάτανος επικονιάζεται με τον άνεμο. Τα πέταλα των αρσενικών ανθέων πέφτουν και έτσι απελευθερώνεται η γύρη.

Μετά τη γονιμοποίηση, τα θηλυκά άνθη μετατρέπονται σε αχάινια, τα οποία θα σχηματίσουν τον σφαιρικό καρπό. Συνήθως, ο πυρήνας της σφαίρας έχει διάμετρο ενός εκατοστού, ενώ με ξεφλούδισμα έχει διάμετρο ενός χιλιοστομέτρου, διακριτός με γυμνό μάτι. Ο καρπός έχει διάμετρο 2,5 έως 4 εκατοστά και περιέχει αρκετές εκατοντάδες αχάινια, καθένα από τα οποία είναι κωνικό και βρίσκεται στην επιφάνεια του καρπού.

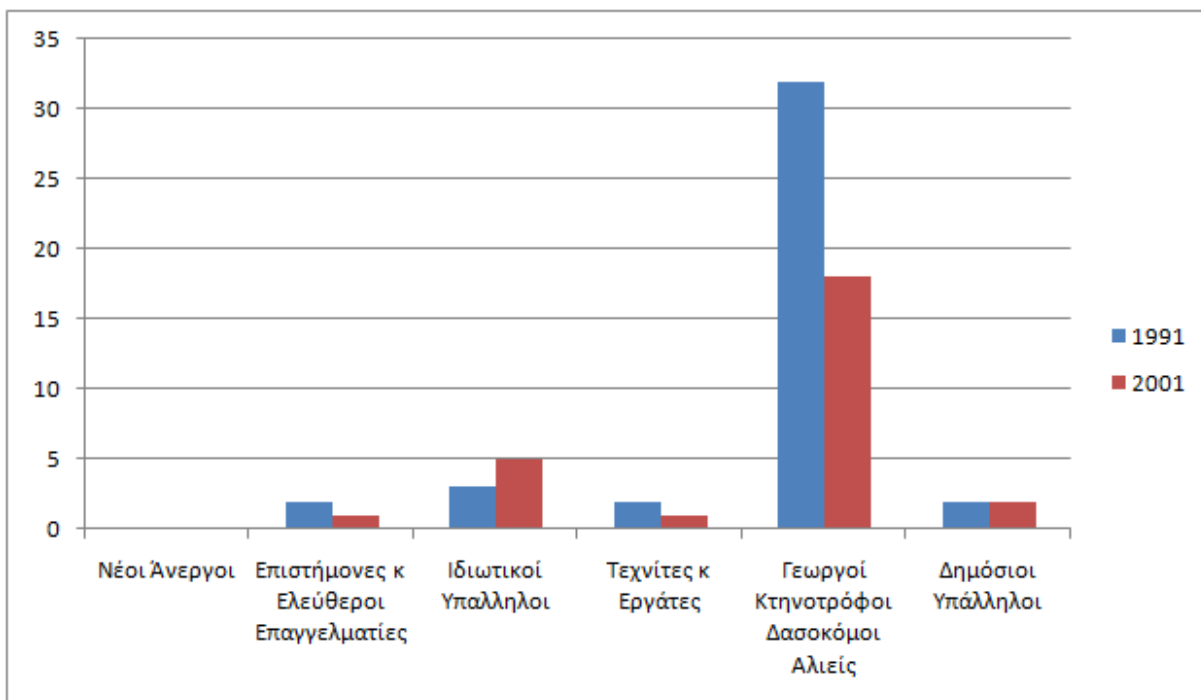
Σε κάθε αχάινιο υπάρχουν πολλές λεπτές ίνες με κιτρινοπράσινο χρώμα. Αυτές οι ίνες βοηθούν τον καρπό να μεταφέρεται μακριά από το δέντρο, όπως συμβαίνει και στην πικραλίδα.

Στα νεαρά δένδρα ο κορμός μπορεί να αποφλοιωθεί εύκολα σε φλοιούς ακανόνιστου σχήματος. Η ευκολία στην αποφλοίωση αυτή οφείλεται στις μεγάλες ποσότητες νερού που βρίσκονται στο εσωτερικό του κορμού. Αντίθετα, ο κορμός των ηλικιωμένων δέντρων δύσκολα μπορεί να αποφλοιωθεί, αλλά μπορεί εύκολα να σπάσει, λόγω της απουσίας νερού στο εσωτερικό του.

Τα αείφυλλα πλατύφυλλα είναι δέντρα, που διατηρούν όλο το χρόνο τα φύλλα τους π.χ. πουρνάρι (*cercus coccifera*), αγριελιά (*olea europaea*), σχίνος (*pistacia lentiscus*).

4.1.5 Συμβολή του δάσους στην οικονομία του οικισμού

Το δάσος αποτελεί τον βασικό παράγοντα που συμβάλει στην οικονομία της περιοχής του Ελατοχωρίου. Τόσο λόγω της υλοτομίας όσο και για τουρισμό, το δάσος είναι η κύριος οικονομικός πόρος των κατοίκων. Σύμφωνα με τα στοιχεία από την Ελληνική Στατιστική Αρχή κατά την απογραφή του 2001 η εργασία των μόνιμων κατοίκων του χωριού που αφορούσε στην πλειονότητα ήταν οι δασικές εργασίες και γεωργοκτηνοτροφικές εργασίες, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 10.



Διάγραμμα 10. Κλάδοι Δραστηριότητας Ελατοχωρίου (ΕΛΣΤΑΤ).

4.2 Δυναμικό Βιομάζας της Περιοχής Μελέτης

Το δυναμικό της βιομάζας του Ελατοχωρίου προέρχεται από τη δυναμικότητα των δασών όχι μόνο του Ελατοχωρίου αλλά και της παρακείμενης περιοχής. Υπάρχουν πολλά δημόσια και ιδιωτικά δάση που μπορούν να συνεισφέρουν στο δυναμικό της δασικής βιομάζας της περιοχής, για τις ανάγκες μίας μονάδας τηλεθέρμανσης. Στον Πίνακα 22 καταγράφονται συγκεντρωτικά στοιχεία από τα δάση της περιοχής, της έκτασή τους, τα δασικά είδη που έχουν, το δασικό τους ξυλαπόθεμα και το ετήσιο λήμμα. Επίσης για το 2015 υπήρξε σημαντική αύξηση της γενικότερης παραγωγής ξυλείας του νομού Πιερίας. Σε αυτό συνέβαλαν και οι υλοτομίες εντός αγροκτημάτων, καθώς αρκετοί επενδυτές αποχώρησαν από το πρόγραμμα δάσωσης γεωργικών γαιών, αφού το ολοκλήρωσαν με επιτυχία.

Πίνακας 22 Ξυλαπόθεμα και ετήσιο λήμμα δασών περιοχής Ελατοχωρίου. Πηγή Διεύθυνση Δασών Πιερίας.

Ξυλαπόθεμα και λήμμα Δασών Ευρύτερης Περιοχής Ελατοχωρίου 2016						
	Δάσος	Έκταση Ha	Δασοσκεπή Ha	Δασικά είδη	Ξυλαπόθεμα m ³	Ετήσιο Λήμμα m ³
1	Ιδιωτ. Ελατοχωρίου	3.604	2.390	Οξιά, Πεύκη (μαύρη, δασική) Ελάτη, Δρυς, Γαύρος, Κατστανιά	352.951	6.622
2	Δημόσιο Ρητίνης	4.600,02	4.109,88	Οξιά, Πεύκη (μαύρη, δασική) Ελάτη, Δρυς, Γαύρος, Κατστανιά	799,663	10.803
3	Κοινοτικό Μηλιάς	3.614	1.795,70	Οξιά, Πεύκη (μαύρη, δασική) Ελάτη, Δρυς, Γαύρος, Κατστανιά, Πλάτανος	304.562	5.086
4	Συνιδιόκτητο Καρυών	1.1122,18	709,35	Δρυς, Γαύρος, Πλάτανος, Αείφυλλα Πλατύφυλλα	30.340,50	1.364
5	Συνιδιόκτητο	4.332	-	-	44.665	1.643

	Καταλωνίων					
6	Ιδιωτικό Ρυακιών	3.103,50	-	-	32.152	2.770
7	Ιδιωτ. Καστανιάς βόρειο	1.280	-	-	28.941	2.814
8	Ιδιωτ. Καστανιάς νότιο	1.552,60	-	-	24.402	2.484
9	Ιδιωτ. Μουρτζάνης	1.332,50	-	-	24.422,80	2.226
	Σύνολο	24.540,80			1.642.099,3	35.812

Επομένως το συνολικό ετήσιο λήμμα των δασών της περιοχής του Ελατοχωρίου ανέρχεται σε τόνους:

Ετήσιο λήμμα σε tn= 35.812/1,6= 57.299,2tn

Το σύνολο του λήμματος σε τόνους είναι περίπου με την αναλογία 1,6 m³ ανά tn, καθώς το ειδικό βάρος του κάθε ξύλου διαφέρει. Στον Πίνακα 23 που ακολουθεί αναγράφονται οι ελάχιστες, μέγιστες και μέσες τιμές του ειδικού βάρους.

Πίνακας 23. Ειδικό βάρος ειδών ξύλου.

Είδος ξύλου	Ελάχιστο ειδικό βάρος (Kg)	Μέγιστο ειδικό βάρος (Kg)	Μέσο ειδικό βάρος (Kg)	Κιλά ανά κιβικό μέτρο (Kg/ m ³)	Κυβικά μέτρα ανά τόνο m ³ /tn
Έλατο	0,400	0,700	0,550	550	1.818
Δρυς	0,840	1000	0,920	920	1.087
Οξυά	0,800	0,970	0,885	885	1.130
Πεύκο	0,620	0,860	0,740	720	1.351

Η παραγωγή ξυλώδους όγκου στη περιοχή του Ελατοχωρίου, όπως φαίνεται από τον Πίνακα 22, περιλαμβάνει τεχνική ξυλεία Πεύκης, Οξιάς, Ελάτης και Δρυός και καυσόξυλα από Πεύκη, Δρυ και Οξυά. Το ξυλαπόθεμα και το ετήσιο λήμμα του Ιδιωτικού δάσους Ελατοχωρίου για την οκταετία 2005-2012 καταγράφεται στον Πίνακα 24.

Πίνακας 24. Έκταση Ξυλαποθέματος ανά έτος στο ιδιωτικό δάσος Ελατοχωρίου.

Ξυλαπόθεμα και Ετήσιο Λήμμα Ιδιωτικού Δάσους Ελατοχωρίου		
Έτος Απογραφής	Έκταση Ξυλαποθέματος (στρεμ.)	Ετήσιο Λήμμα (m ³)
2005	5.719,00	6.837,00
2006	5.595,00	6.527,00
2007	5.094,00	6.139,00
2008	5.721,00	6.690,00
2009	4.559,00	5.369,00
2010	4.851,00	5.163,00
2011	2.955,00	1.203,00
2012	9.120,00	7.502,00

(Στοιχεία από Διεύθυνση Δασών Πιερίας)

Οι παραγόμενες ποσότητες ξυλείας από το δημόσιο δάσος Ρητίνης, από το ιδιωτικό δάσος Ελατοχωρίου και από το σύνολο των ιδιωτικών και συνιδιόκτητων δασών της περιοχής (Μηλιάς, Καρυών, Καταλωνιών, Ρυακιών, Καστανιάς, Μουρτζάνης, είναι οι ποσότητες που θα χρησιμοποιηθούν για το σταθμό παραγωγής τηλεθέρμανσης. Οι ποσότητες αναφέρονται σε τρεις κατηγορίες ξυλείας, τεχνική ξυλεία, βιομηχανικό ξύλο, καυσόξυλο, για το έτος 2016. Από τη Διεύθυνση Δασών Πιερίας υπήρξε ενημέρωση πως ο μέσος όρος των παραγόμενων ποσοτήτων ξυλείας που λήφθηκαν σε βάθος δετίας, κυμαίνεται στις φετινές παραγόμενες τιμές.

Η τεχνικά αξιοποιήσιμη δασική βιομάζα θα προέλθει από τις ποσότητες των καυσόξυλων, ώστε να μην επηρεάσει τις τιμές των άλλων ειδών ξυλείας που ενδέχεται να προμηθεύονται τοπικές επιχειρήσεις ξυλείας κυρίως εντός του νομού. Επίσης εκτός της παραγόμενης ξυλείας μπορούν να χρησιμοποιηθούν και τα υπολείμματα της υλοτομίας σε ποσοστό 20% της παραγόμενης. Στον Πίνακα 25. καταγράφονται η μέση τιμή παραγωγής σε καυσόξυλα ανά τόνο των δασών της περιοχής του Ελατοχωρίου.

Πίνακας 25. Ποσότητα Τεχνικά Αξιοποιήσιμης Δασικής Βιομάζας

Δάση	Καυσόξυλα tn
Δημόσιο Δάσος Ρητίνης	965,2
Ιδιωτικό Δάσος Ελατοχωρίου	580,0
Ιδιωτικά και Συνιδιόκτητα Λοιπα Δάση	1.557,3
Σύνολο	3.102,5

Το δυναμικό της βιομάζας της περιοχής είναι 3.102,50tn καυσόξυλα ανά έτος. Με τον αριθμό να μπορεί να αυξηθεί εάν υπολογιστεί το 20% των υπολειμμάτων της παραγόμενης ξυλείας που παραμένουν στο δάσος.

Κεφάλαιο 5

5. ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η οικονομοτεχνική αξιολόγηση της κατασκευής και λειτουργίας μονάδας παραγωγής ενέργειας από την διαθέσιμη δασική βιομάζα της περιοχής του Ελάτοχωρίου με συμπαραγωγή. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα όπως αυτά αναλύθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια καθώς και την σχετική βιβλιογραφία, παρουσιάζεται ο τρόπος διαστασιολόγησης της μονάδας, η οποία θα μπορεί να εκμεταλλεύεται πλήρως τα αποθέματα δασικής βιομάζας της περιοχής. Η μέθοδος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι η αεριοποίηση.

Με δεδομένα ότι η ετήσια ποσότητα καυσόξυλων στην ευρύτερη περιοχή ανέρχεται στους 3.000,00tn ετησίως και ότι η παραγωγή 1MWh απαιτεί κατά μέσο όρο 1tn βιομάζας, είναι δυνατή η παραγωγή 3000MWh / έτος. Μία μονάδα συμπαραγωγής μπορεί να δουλεύει 24 ώρες την ημέρα όλο τον χρόνο, ενώ ταυτόχρονα μπορεί να διακόπτει την λειτουργία της μόνο για τις απαραίτητες συντηρήσεις ή για την επισκευή κάποιας βλάβης, οι οποίες υπολογίζονται σε 10 ημέρες ανά χρόνο, στο σύνολό τους. Με τις ανωτέρω παραδοχές οι παραγωγικές ώρες ανά έτος ανέρχονται σε 355 ημέρες X 24 ώρες = 8.520h.

Επομένως η δυναμικότητα της μονάδας η οποία μπορεί να παράγει 3.000MWh σε 8.520h είναι $3.000/8.520= 0,352\text{Mw}$ ή 352kw. Ταυτόχρονα η ίδια μονάδα μπορεί να παράγει και 6.000Mwh θερμότητας.

Υπολογίζοντας ότι η ετήσια κατανάλωση θερμότητας στην περιοχή είναι 126,2KWh/τ.μ. , σύμφωνα με μελέτη του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, τότε η ποσότητα που παράγει η μονάδα τηλεθέρμανσης είναι ικανή να καλύψει τις ανάγκες του οικισμού του Ελατοχωρίου.

Για την ανάλυση βιωσιμότητας μίας τέτοιας μονάδας λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω παραδοχές.

- Οποιαδήποτε αύξηση κόστους ενέργειας, είτε μεταβολή του πληθωρισμού είτε αύξηση του κόστους πρώτων υλών, είτε οποιουδήποτε κόστους το οποίο θα επιφέρει μεταβολή στο κόστος παραγωγής, το κόστος αυτό μεταφέρεται στην τελική τιμή, στον τελικό καταναλωτή και έτσι αφήνει το περιθώριο κέρδους σταθερό, γι' αυτό και σε βάθος δεκαετίας των προβλέψεων της παρούσας μελέτης δεν υπάρχουν αυξομειώσεις των τιμών.
- Το επιτόκιο δανεισμού ανέρχεται σε 7% η τιμή είναι ρεαλιστική και πάντα εξαρτάται όχι μόνο από την τράπεζα δανεισμού αλλά και από τις εξασφαλίσεις που παρουσιάζει ο εκάστοτε επενδυτικός φορέας. Ο τραπεζικός δανεισμός είναι μακροπρόθεσμος και αποπληρώνεται στην πρώτη δεκαετία.
- Το προεξοφλητικό επιτόκιο ανέρχεται σε 3%, το νούμερο αυτό μπορεί να φαίνεται υψηλό, αλλά είναι πραγματικό αν αναλογιστεί κανείς και το ποσό για το οποίο μιλάμε.
- Ο φόρος εισοδήματος έχει υπολογιστεί σε 29% σύμφωνα και με τα τελευταία ψηφισθέντα νομοθετήματα.
- Η ανάλυση βιωσιμότητας γίνεται για τα πρώτα 10 χρόνια λειτουργίας της μονάδας.
- Η αξιολόγηση της μονάδας γίνεται τόσο από τους προβλεπόμενους λογαριασμούς εκμετάλλευσης όσο και από τους δείκτες Καθαρής Παρούσας Αξίας ΚΠΑ (NPV Net Present Value) καθώς και του Συντελεστή Εσωτερικής Απόδοσης της Επένδυσης ΣΕΑΕ (IRR Internal Rate of Return)
- Η τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται σε 198,00€/MWh σύμφωνα με το νόμο Ν.4254/2014 ΦΕΚ Α85/07.04. 2014.
- Η τιμή πώλησης της θερμότητας ανέρχεται σε 50,00€/MWh.
- Το κόστος εγκατάστασης της μονάδας ανέρχεται κατά μέσο όρο σε 4.300,00€/kw σύμφωνα με εμπόρους και εγκαταστάτες συστημάτων συμπαραγωγής.
- Το κόστος εγκατάστασης δικτύου για την διοχέτευση της θερμότητας σε τελικούς καταναλωτές υπολογίζεται ίσο με το κόστος εγκατάστασης της μονάδας κατά μέσο όρο σύμφωνα με τις ίδιες πηγές.
- Η αξιολόγηση που ακολουθεί λαμβάνει υπόψη της δύο διαφορετικές χρηματοδοτικές λύσεις. Η πρώτη αφορά την ένταξη της επένδυσης στον αναπτυξιακό νόμο με ποσοστό επιδότησης 50% δανεισμό κατά 25% και ιδία κεφάλαια 25%, ενώ η δεύτερη προβλέπει την χρηματοδότηση της επένδυσης κατά 75% από τραπεζικό δανεισμό και

κατά 25% από ίδια κεφάλαια.

- Ο μέσος όρος του εμβαδού των κατοικιών της περιοχής ανέρχεται σε 95τ.μ. με συνολικό αριθμό κατοικιών 200, ενώ ο μέσος όρος του εμβαδού των ξενοδοχειακών μονάδων της περιοχής ανέρχεται σε 450τ.μ. με συνολικό αριθμό 20.
- Το τέλος σύνδεσης με το δίκτυο για κάθε κτίριο ανέρχεται σε 8€/τ.μ.
- Η τιμή αγοράς της δασικής βιομάζας ανέρχεται σε 40,00€/tn

ΕΠΕΝΔΥΣΗ

Η παρούσα οικονομοτεχνική μελέτη αφορά την ίδρυση μίας μονάδας συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας με την μέθοδο της αεροποίησης δασικής βιομάζας. Παράλληλα ο φορέας της επένδυσης θα εγκαταστήσει και δίκτυο τηλεθέρμανσης στο Δ.Δ. Ελατοχωρίου καλύπτοντας τις ανάγκες του οικισμού για θερμότητα και θερμό νερό. Η επένδυση θα πραγματοποιηθεί στην περιοχή του Δ.Δ. Ελατοχωρίου της Αντιπεριφέρειας Πιερίας της Περιφερειακής Ενότητας Κεντρικής Μακεδονίας. Η εγκατάσταση θα γίνει σε ενοικιασμένο από τον Δήμο αγροτεμάχιο έκτασης 20 στρεμμάτων. Το κόστος εγκατάστασης της μονάδας ανέρχεται σε 1.612.500,00€, ενώ ίσης αξίας με την εγκατάσταση έχει προϋπολογιστεί και το κόστος εγκατάστασης του δικτύου τηλεθέρμανσης. Επομένως η συνολική επένδυση ανέρχεται στα 3.225.000,00€.

ΣΚΟΠΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Ο σκοπός της επένδυσης είναι η εκμετάλλευση της δασικής βιομάζας της ευρύτερης περιοχής και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία θα πωλείται στον Λειτουργό της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΕ (ΛΑΓΗΕ ΑΕ) ενώ παράλληλα η παραγόμενη θερμότητα θα διοχετεύεται μέσω ιδιωτικού δικτύου στο Δ.Δ. Ελατοχωρίου για την θέρμανση του συνόλου των κατοικιών και των ξενοδοχειακών μονάδων. Έτσι το όφελος που προκύπτει είναι διπλό, τόσο για τον φορέα της επένδυσης ο οποίος θα εκμεταλλεύεται στο σύνολό τους τα παραγόμενα προϊόντα, όσο και η περιοχή εγκατάστασης η οποία θα θερμαίνεται με πολύ χαμηλότερο κόστος.

ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ

Η δυναμικότητα της επένδυσης θα ανέρχεται ετησίως σε 3.000Mwh παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και σε 6.000Mwh παραγόμενης θερμότητας.

Η μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι ωριαίας δυναμικότητας 352kw. Η λειτουργία της είναι αδιάκοπη 24 ώρες την ημέρα και όλο τον χρόνο εκτός από τις ώρες συντήρησης των μηχανημάτων καθώς και τις ώρες που πιθανόν να παρουσιαστεί κάποια βλάβη. Έτσι αν υπολογίσουμε ότι κάθε δίμηνο θα χρειάζεται μια 10ώρη συντήρηση, έχουμε 60 ώρες εκτός λειτουργίας τον χρόνο. Ενώ παράλληλα εκτιμούμε ότι οποιαδήποτε βλάβη παρουσιαστεί εντός 7,5 ημερών θα έχει επιλυθεί. Άρα συνολικά η μονάδα θα είναι εκτός λειτουργίας 10 ημέρες τον χρόνο ή θα είναι ενεργή 355 ημέρες τον χρόνο ή 8.520 ώρες.

Επομένως η συνολική παραγωγή υπολογίζεται σε 8.520 ώρες X 352kw/ώρα = 2.999.040kwh ή με στρογγυλοποίηση 3.000Mwh.

Ταυτόχρονα και σύμφωνα πάντα με την σχετική βιβλιογραφία η θερμική απόδοση μιας τέτοιας μονάδας υπολογίζεται στο διπλάσιο της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, οπότε η παραγωγή σε θερμότητα ανά έτος θα ανέρχεται σε 6.000Mwh. Αξίζει να σημειωθεί ότι ανάλογα με το σύστημα, η συνολική παραγωγή σε θερμότητα και ηλεκτρική ενέργεια κυμαίνεται σε αναλογία από 80% - 20% έως και 60% - 40%. Στην παρούσα μελέτη υπολογίστηκε με αναλογία 66,5% - 33,5% .

ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

Όπως προαναφέρθηκε η μονάδα συμπαραγωγής της παρούσας μελέτης θα έχει δυναμικότητα 352kw και τα παραγόμενα προϊόντα ανά έτος για τα επόμενα 10 χρόνια, παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 26.

Πίνακα 26. Ποσοτικά Στοιχεία Προβλεπόμενης Παραγωγή –Πωλήσεων

ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ - ΠΩΛΗΣΕΩΝ						
ΠΡΟΙΟΝΤΑ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ				
		1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος	4ο έτος	5ο έτος
ΠΩΛΗΣΕΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ						
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	kwh	3.000.000,00	3.000.000,00	3.000.000,00	3.000.000,00	3.000.000,00
ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	kwh	6.000.000,00	6.000.000,00	6.000.000,00	6.000.000,00	6.000.000,00
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ		9.000.000,00	9.000.000,00	9.000.000,00	9.000.000,00	9.000.000,00
		6ο έτος	7ο έτος	8ο έτος	9ο έτος	10ο έτος
ΠΩΛΗΣΕΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ						
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	kwh	3.000.000,00	3.000.000,00	3.000.000,00	3.000.000,00	3.000.000,00
ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	kwh	6.000.000,00	6.000.000,00	6.000.000,00	6.000.000,00	6.000.000,00
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ		9.000.000,00	9.000.000,00	9.000.000,00	9.000.000,00	9.000.000,00

Όπως παρατηρείτε η παραγωγή παραμένει σταθερή κατά την διάρκεια της δεκαετίας. Προφανώς αυτό είναι ουσιαστικά αδύνατο να γίνει, καθώς θα υπάρχουν αυξομειώσεις τόσο στην απόδοση των μηχανημάτων όσο και στις ποσότητες δασικής βιομάζας που

θα προμηθεύεται ο φορέας. Στόχος όμως της μελέτης και του φορέα, είναι η μείωση της απόδοσης των μηχανημάτων να ισοσταθμίζεται με ανάλογη αύξηση της ποσότητας δασικής βιομάζας την οποία θα προμηθεύεται και επομένως η ετήσια παραγωγή να παραμένει σε σταθερά επίπεδα.

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα ο κύκλος εργασιών της μονάδας για τα πρώτα δέκα χρόνια λειτουργίας της παρουσιάζεται στον Πίνακα 27 που ακολουθεί.

Πίνακας 27. Ανάλυση Προβλεπόμενου Κύκλου Εργασιών.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ						
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ	ΠΟΣΑ ΣΕ €				
		1ο ΕΤΟΣ	2ο ΕΤΟΣ	3ο ΕΤΟΣ	4ο ΕΤΟΣ	5ο ΕΤΟΣ
Πωλήσεις						
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	0,198 €	594.000,00 €	594.000,00 €	594.000,00 €	594.000,00 €	594.000,00 €
ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	0,050 €			100.000,00 €	100.000,00 €	200.000,00 €
ΣΥΝΟΛΟ		594.000,00 €	594.000,00 €	694.000,00 €	694.000,00 €	794.000,00 €
ΕΣΟΔΑ ΛΟΙΠΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ		37.333,33 €	37.333,33 €	37.333,33 €	37.333,33 €	37.333,33 €
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ ΚΥΚΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ		631.333,33 €	631.333,33 €	731.333,33 €	731.333,33 €	831.333,33 €

		6ο ΕΤΟΣ	7ο ΕΤΟΣ	8ο ΕΤΟΣ	9ο ΕΤΟΣ	10ο ΕΤΟΣ
Πωλήσεις						
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	0,198 €	594.000,00 €	594.000,00 €	594.000,00 €	594.000,00 €	594.000,00 €
ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	0,050 €	200.000,00 €	300.000,00 €	300.000,00 €	300.000,00 €	300.000,00 €
ΣΥΝΟΛΟ		794.000,00 €	894.000,00 €	894.000,00 €	894.000,00 €	894.000,00 €
ΕΣΟΔΑ ΛΟΙΠΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ		37.333,33 €	- €	- €	- €	- €
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ ΚΥΚΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ		831.333,33 €	894.000,00 €	894.000,00 €	894.000,00 €	894.000,00 €

Τα έσοδα λοιπών δραστηριοτήτων που αναφέρονται στον πίνακα αφορούν τα εισπραττόμενα τέλη σύνδεσης με το δίκτυο τηλεθέρμανσης τα οποία έχουν υπολογιστεί σε 8€/τ.μ. για 200 κατοικίες (σύνολο κατοικιών Δ.Δ. Ελατοχωρίου) εμβαδού 95τ.μ. κατά μέσο όρο καθώς και για 20 ξενοδοχειακές μονάδες εμβαδού 450τ.μ. κατά μέσο όρο. Επιπλέον θα πρέπει να τονιστεί ότι υπολογίζεται ότι το 1/6 αυτών θα συνδέεται κάθε χρόνο με το δίκτυο (μέχρι την ολοκλήρωση των αναγκαίων έργων υποδομής και σύνδεσης) ενώ η παραγωγή θερμότητας υπολογίζεται να επιφέρει έσοδα από τον τρίτο χρόνο λειτουργίας όπου θα έχει δημιουργηθεί ένα πρώτο δίκτυο, ενώ στην συνέχεια κάθε δύο χρόνια θα ολοκληρώνεται ένα επιπλέον τμήμα του δικτύου και θα συνδέεται.

Γι' αυτό το λόγο παρουσιάζεται και αύξηση των εσόδων από θερμότητα τον 3ο, 5ο και 7ο χρόνο.

ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Για την παραγωγή του συνόλου των προϊόντων και σύμφωνα πάντα με την βιβλιογραφία, αλλά και με τους εμπόρους μηχανημάτων και πάντα σύμφωνα τα τεχνικά φυλλάδια αυτών, για την παραγωγή 1Mwh ηλεκτρικής ενέργειας με την μέθοδο της αεροποίησης δασικής βιομάζας, απαιτείται 1tn πρώτης ύλης. Επομένως οι ετήσιες ανάγκες της μονάδας σε πρώτες ύλες για την επόμενη δεκαετία, παρουσιάζονται στον Πίνακα 28. που ακολουθεί, με δεδομένο ότι η σημερινή τιμή αγοράς δασικής βιομάζας είναι κατά μέσο όρο 40€/tn.

Πίνακας 28. Προβλεπόμενες Ποσοτικές Αναλώσεις Βασικών Πρώτων Υλών

ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΕΣ ΠΟΣΟΤΙΚΕΣ ΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΒΑΣΙΚΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ						
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ				
		1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος	4ο έτος	5ο έτος
Δασική Βιομάζα	tn	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00
ΣΥΝΟΛΟ	tn	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00
		6ο έτος	7ο έτος	8ο έτος	9ο έτος	10ο έτος
Δασική Βιομάζα	tn	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00
ΣΥΝΟΛΟ	tn	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00

Στον Πίνακα 29 παρουσιάζεται το κόστος αγοράς των πρώτων υλών για την λειτουργία της μονάδας για τα επόμενα δέκα χρόνια

Πίνακας 29. Προβλεπόμενες Αξίες Αναλώσιμων Βασικών Πρώτων Υλών σε βάθος 10ετίας.

ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΕΣ ΑΞΙΕΣ ΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ						
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ	ΑΞΙΑ ΣΕ €				
		1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος	4ο έτος	5ο έτος
Δασική Βιομάζα	40,00 €	120.000,00 €	120.000,00 €	120.000,00 €	120.000,00 €	120.000,00 €
ΣΥΝΟΛΟ		120.000,00 €	120.000,00 €	120.000,00 €	120.000,00 €	120.000,00 €
		6ο έτος	7ο έτος	8ο έτος	9ο έτος	10ο έτος
Δασική Βιομάζα	40,00 €	120.000,00 €	120.000,00 €	120.000,00 €	120.000,00 €	120.000,00 €
ΣΥΝΟΛΟ		120.000,00 €	120.000,00 €	120.000,00 €	120.000,00 €	120.000,00 €

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Το κόστος παραγωγής της μονάδας αναλύεται στα λοιπά έξοδα τα οποία αφορούν το μίσθωμα του αγροτεμαχίου, τα ασφάλιστρα παγίων, το κόστος του νερού και το κόστος για την φύλαξη της μονάδας (security), καθώς και στο κόστος των πωληθέντων

προϊόντων το οποίο περιλαμβάνει το κόστος αγοράς των πρώτων υλών, τα ημερομίσθια του προσωπικού, τα έξοδα κίνησης της μονάδας, τα έξοδα συντήρησης καθώς και το κόστος τρίτων.

Η ανάλυση του συνόλου των λοιπών εξόδων για την πρώτη δεκαετία λειτουργίας της μονάδας παρουσιάζεται στον παρακάτω Πίνακα 30.

Πίνακας 30. Ανάλυση Λοιπών Εξόδων.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΟΙΠΩΝ ΕΞΟΔΩΝ

(ποσά σε €)

A/A	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΔΑΠΑΝΗΣ	1ο ΕΤΟΣ	2ο ΕΤΟΣ	3ο ΕΤΟΣ	4ο ΕΤΟΣ	5ο ΕΤΟΣ
1	Βιομηχανικό νερό	1.800,00 €	1.800,00 €	1.800,00 €	1.800,00 €	1.800,00 €
2	Ασφάλιστρα Παγίων	6.056,34 €	6.056,34 €	6.056,34 €	6.056,34 €	6.056,34 €
6	Δαπάνες φύλαξης (security)	1.500,00 €	1.500,00 €	1.500,00 €	1.500,00 €	1.500,00 €
11	Λοιπά βιομηχανικά έξοδα (μίσθωμα αγροτεμμαχίου)	6.500,00 €	6.500,00 €	6.500,00 €	6.500,00 €	6.500,00 €
ΣΥΝΟΛΟ		15.856,34 €	15.856,34 €	15.856,34 €	15.856,34 €	15.856,34 €

A/A	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΔΑΠΑΝΗΣ	6ο ΕΤΟΣ	7ο ΕΤΟΣ	8ο ΕΤΟΣ	9ο ΕΤΟΣ	10ο ΕΤΟΣ
1	Βιομηχανικό νερό	1.800,00 €	1.800,00 €	1.800,00 €	1.800,00 €	1.800,00 €
2	Ασφάλιστρα Παγίων	6.056,34 €	6.056,34 €	6.056,34 €	6.056,34 €	6.056,34 €
6	Δαπάνες φύλαξης (security)	1.500,00 €	1.500,00 €	1.500,00 €	1.500,00 €	1.500,00 €
11	Λοιπά βιομηχανικά έξοδα (μίσθωμα αγροτεμμαχίου)	6.500,00 €	6.500,00 €	6.500,00 €	6.500,00 €	6.500,00 €
ΣΥΝΟΛΟ		15.856,34 €	15.856,34 €	15.856,34 €	15.856,34 €	15.856,34 €

Το συνολικό κόστος παραγωγής για την πρώτη δεκαετία παρουσιάζεται στον ακόλουθο Πίνακα 31

Πίνακας 31. Ανάλυση Προβλεπόμενου Συνολικού Κόστους Παραγωγής Πωληθέντων.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΩΛΗΘΕΝΤΩΝ

Ανάλυση Κόστους	Ποσά σε €				
	1ο	2ο	3ο	4ο	5ο
Πρώτες ύλες	120.000,00 €	120.000,00 €	120.000,00 €	120.000,00 €	120.000,00 €
Ημερομίσθια εργατοτεχνικού προσωπικού με το σύνολο των επιβαρύνσεών τους	39.600,00 €	39.600,00 €	39.600,00 €	39.600,00 €	66.000,00 €
Εξοδα κίνησης - λειτουργίας εργοστασίου (ηλεκτρ. ενέργεια, υγρά καύσιμα, φυσικό αέριο, κλπ.)*	8.500,00 €	8.500,00 €	8.500,00 €	8.500,00 €	8.500,00 €
Εξοδα συντήρησης (3% επί του κύκλου εργασιών)	18.940,00 €	18.940,00 €	21.940,00 €	21.940,00 €	24.940,00 €
Εργασίες απο τρίτους (λογιστής)	3.600,00 €	3.600,00 €	3.600,00 €	3.600,00 €	3.600,00 €
Λοιπά έξοδα **	15.856,34 €	15.856,34 €	15.856,34 €	15.856,34 €	15.856,34 €
ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ - ΠΩΛΗΘΕΝΤΩΝ ΠΡΟ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ	206.496,34 €	206.496,34 €	209.496,34 €	209.496,34 €	238.896,34 €

Ανάλυση Κόστους	Ποσά σε €				
	6ο	7ο	8ο	9ο	10ο
Πρώτες ύλες	120.000,00 €	120.000,00 €	120.000,00 €	120.000,00 €	120.000,00 €
Ημερομίσθια εργατοτεχνικού προσωπικού με το σύνολο των επιβαρύνσεών τους	66.000,00 €	66.000,00 €	66.000,00 €	92.400,00 €	92.400,00 €
Εξοδα κίνησης - λειτουργίας εργοστασίου (ηλεκτρ. ενέργεια, υγρά καύσιμα, φυσικό αέριο, κλπ.)*	8.500,00 €	8.500,00 €	8.500,00 €	8.500,00 €	8.500,00 €
Εξοδα συντήρησης (3% επί του κύκλου εργασιών)	24.940,00 €	26.820,00 €	26.820,00 €	26.820,00 €	26.820,00 €
Εργασίες απο τρίτους (λογιστής)	3.600,00 €	3.600,00 €	3.600,00 €	3.600,00 €	3.600,00 €
Λοιπά έξοδα **	15.856,34 €	15.856,34 €	15.856,34 €	15.856,34 €	15.856,34 €
ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ - ΠΩΛΗΘΕΝΤΩΝ ΠΡΟ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ	238.896,34 €	240.776,34 €	240.776,34 €	267.176,34 €	267.176,34 €

Στον παραπάνω πίνακα το κόστος των πρώτων υλών προέρχεται από τον πίνακα των πρώτων υλών όπως αυτός αναλύθηκε σε προηγούμενη παράγραφο, το κόστος του προσωπικού αφορά 3 άτομα με μικτές αμοιβές ύψους 1.100€, για τα πρώτα 4 χρόνια, την πρόσληψη 2 ακόμα ατόμων για τα επόμενα 4 χρόνια με την ίδια αμοιβή και τέλος για την ολοκληρωμένη σωστή λειτουργία της επιχείρησης θα χρειαστούν επιπλέον 2 άτομα με την ίδια αμοιβή όταν η μονάδα θα βρίσκεται σε πλήρη λειτουργία. Τα έξοδα κίνησης - λειτουργίας του εργοστασίου υπολογίζονται κατά προσέγγιση από τον φορέα σε 8.500,00€ ανά έτος. Το κόστος για παροχή υπηρεσιών από τρίτους αφορά το κόστος λογιστικής παρακολούθησης της εταιρίας το οποίο υπολογίζεται σε 300,00€/μήνα. Τέλος η εγγραφή στον Πίνακα 30 "Λοιπά έξοδα" προέρχεται από τον προηγούμενο Πίνακα 29.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΚΙΝΗΣΗΣ

Για τον υπολογισμό του κεφαλαίου κίνησης, απαιτείται η γνώση των χρόνων εξόφλησης των προμηθευτών καθώς και του περιθωρίου πληρωμής που θα δίνεται από τον φορέα στους πελάτες τους. Έτσι κατόπιν επικοινωνίας με το φορέα διαχείρισης της δασικής βιομάζας της περιοχής, ορίστηκε ως χρονικό περιθώριο πληρωμής οι 20 ημέρες, ενώ ο φορέας της επένδυσης θα επιτρέπει στους πελάτες την εξόφληση των τιμολογίων της σε 30 ημέρες.

Επομένως το κεφάλαιο κίνησης καθορίζεται ως η διαφορά των αναγκών πληρωμών με τα αντίστοιχα έσοδα. Έτσι είναι

$(\text{Κόστος Παραγωγής} \times 30 \text{ Ημέρες Περιθώριο Πληρωμής} / 360 \text{ Ημέρες}) - (\text{Κόστος Α' Υλών} \times 20 \text{ Ημέρες Περιθώριο Πληρωμής} / 360) = \text{Αναγκαίο Κεφάλαιο Κίνησης}$

Στον Πίνακα 32 που ακολουθεί παρουσιάζεται το αναγκαίο κεφάλαιο κίνηση για τα επόμενα δέκα χρόνια.

Πίνακας 32. Αναγκαίο Κεφάλαιο Κίνησης.

	ΗΜΕΡΕΣ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ	ΕΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ				
		1ο Ετος	2ο Ετος	3ο Ετος	4ο Ετος	5ο Ετος
Δεσμεύσεις για:						
Πληρωμές Πελατών	30	17.208,03 €	17.208,03 €	17.458,03 €	17.458,03 €	19.908,03 €
Πίστωση Προμηθευτών	20	6.666,67 €	6.666,67 €	6.666,67 €	6.666,67 €	6.666,67 €
Αναγκαίο κεφάλαιο κίνησης		10.541,36 €	10.541,36 €	10.791,36 €	10.791,36 €	13.241,36 €
Τρόπος χρηματοδότησης						
Ιδια Κεφάλαια		10.541,36 €	10.541,36 €	10.791,36 €	10.791,36 €	13.241,36 €

	ΗΜΕΡΕΣ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ	ΕΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ				
		6ο Ετος	7ο Ετος	8ο Ετος	9ο Ετος	10ο Ετος
Δεσμεύσεις για:						
Πληρωμές Πελατών	30	19.908,03 €	20.064,69 €	20.064,69 €	22.264,69 €	22.264,69 €
Πίστωση Προμηθευτών	20	6.666,67 €	6.666,67 €	6.666,67 €	6.666,67 €	6.666,67 €
Αναγκαίο κεφάλαιο κίνησης		13.241,36 €	13.398,03 €	13.398,03 €	15.598,03 €	15.598,03 €
Τρόπος χρηματοδότησης						
Ιδια Κεφάλαια		13.241,36 €	13.398,03 €	13.398,03 €	15.598,03 €	15.598,03 €

ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΕΠΙΔΟΤΗΣΗ

Η οικονομική ανάλυση της επένδυσης που ακολουθεί αφορά την υλοποίηση της επένδυσης με την χρήση των ευεργετικών διατάξεων του αναπτυξιακού νόμου.

Έτσι σύμφωνα με τα δεδομένα του αναπτυξιακού νόμου 4146/2013 όπως αυτός ίσχυε, η επιδότηση στην εν λόγω περιοχή για την συγκεκριμένη επένδυση ανέρχεται στο 50% του συνόλου της επένδυσης. Επομένως το χρηματοδοτικό σχήμα της επένδυσης έχει ως εξής

Πίνακας 33. Χρηματοδοτικό Σχήμα Επένδυσης

ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΙΚΟ ΣΧΗΜΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	
Ιδία Κεφάλαια 25%	757.042,25 €
Μακροχρόνιος Τραπεζικός Δανεισμός 25%	757.042,25 €
Επιδότηση 50%	1.514.084,51 €
Σύνολου Προϋπολογισμού 100%	3.028.169,01 €

Η αποπληρωμή του δανείου στην πρώτη δεκαετία καθώς και οι όροι δανεισμού παρουσιάζονται στον Πίνακα 34 που ακολουθεί.

Πίνακας 34. Ανάλυση Προβλεπόμενων Δόσεων Δανείου Επένδυσης.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΩΝ ΔΟΣΕΩΝ ΔΑΝΕΙΟΥ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (ΣΕ €)

ΥΨΟΣ ΔΑΝΕΙΟΥ	757.042,25 €	
ΕΠΙΤΟΚΙΟ	7,0%	
ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΑΝΕΙΟΥ	10,0	
ΤΡΟΠΟΣ ΕΞΩΦΛΗΣΗΣ	ΙΣΟΠΟΣΕΣ ΤΟΚΟΧΙΚΕΣ ΔΟΣΕΙΣ	
ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΧΑΡΙΤΟΣ	0	
ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΚΩΝ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΧΑΡΙΤΟΣ	-	
ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟ ΠΛΗΡΩΜΗΣ ΤΟΚΩΝ ΠΕΡ. ΧΑΡΙΤΟΣ	-	
ΥΨΟΣ ΔΑΝΕΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΚΕΦΑΛΑΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΚΩΝ	-	
ΥΨΟΣ ΤΟΚΟΧΡΕΟΥΛΥΤΙΚΗΣ ΔΟΣΗΣ	107.785,8	

ΕΤΗ ΠΛΗΡΩΜΩΝ	ΤΟΚΟΣ	ΧΡΕΟΥΛΥΣΙΟ	ΤΟΚΟΧΡΕΟΥΛΥΣΙΟ	ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ
1ο	52.992,96	54.792,83	107.785,79	702.249,42
2ο	49.157,46	58.628,33	107.785,79	643.621,09
3ο	45.053,48	62.732,31	107.785,79	580.888,78
4ο	40.662,21	67.123,58	107.785,79	513.765,20
5ο	35.963,56	71.822,23	107.785,79	441.942,98
6ο	30.936,01	76.849,78	107.785,79	365.093,19
7ο	25.556,52	82.229,27	107.785,79	282.863,93
8ο	19.800,47	87.985,32	107.785,79	194.878,61
9ο	13.641,50	94.144,29	107.785,79	100.734,33
10ο	7.051,40	100.734,32	107.785,73	0,00
ΣΥΝΟΛΟ	320.815,58	757.042,25		

ενώ οι αποσβέσεις των πάγιων στοιχείων της επένδυσης που αφορούν το μη επιδοτούμενο κόστος καθώς αυτό μόνο αποσβένει λογιστικά παρουσιάζονται στον επόμενο Πίνακα 35.

Πίνακας 35. Αποσβέσεις Επένδυσης.

ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ	ΑΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΠΟΣΒΕΣΗ	ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗ (ΣΕ €)				
			1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος	4ο έτος	5ο έτος
ΚΤΙΡΙΑΚΑ 15%	5%	227.112,7	11.355,63	11.355,63	11.355,63	11.355,63	11.355,63
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ 35%	8%	529.929,6	42.394,37	42.394,37	42.394,37	42.394,37	42.394,37
ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	0%		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΛΟΙΠΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ 10%	8%	151.408,5	12.112,68	12.112,68	12.112,68	12.112,68	12.112,68
ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕΣΑ	0%	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ 40%	5%	605.633,8	30.281,69	30.281,69	30.281,69	30.281,69	30.281,69
ΑΓΟΡΑ ΤΕΧΝΟΓΝΩΣΙΑΣ	0%	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΣΥΝΟΛΟ		1.514.084,5	96.144,4	96.144,4	96.144,4	96.144,4	96.144,4

ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ ΜΗ ΕΠΙΔΟΤΟΥΜΕΝΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ	ΑΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΠΟΣΒΕΣΗ	6ο έτος	7ο έτος	8ο έτος	9ο έτος	10ο έτος
ΚΤΙΡΙΑΚΑ 15%	5%	227.112,7	11.355,63	11.355,63	11.355,63	11.355,63	11.355,63
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ 35%	8%	529.929,6	42.394,37	42.394,37	42.394,37	42.394,37	42.394,37
ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	0%		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΛΟΙΠΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ 10%	8%	151.408,5	12.112,68	12.112,68	12.112,68	12.112,68	12.112,68
ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕΣΑ	0%		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ 40%	5%	605.633,8	30.281,69	30.281,69	30.281,69	30.281,69	30.281,69
ΑΓΟΡΑ ΤΕΧΝΟΓΝΩΣΙΑΣ	0%		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΣΥΝΟΛΟ		1.514.084,5	96.144,4	96.144,4	96.144,4	96.144,4	96.144,4

Βάση του ΚΒΣ όπως ισχύει σήμερα, οι ετήσιες αποσβέσεις για τις κτιριακές εγκαταστάσεις είναι 5%, για τον μηχανολογικό εξοπλισμό 8% (περιθώριο από 6-12%), για τον λοιπό εξοπλισμό 8% (περιθώριο από 6-12%) και τέλος για τα έργα υποδομής 5%.

Επομένως συγκεντρωτικά από την έως τώρα ανάλυση προκύπτει ο συγκεντρωτικός παρακάτω Πίνακας 36 ο οποίος είναι ο Λογαριασμός Εκμετάλλευσης και Αποτελεσμάτων Χρήσης του φορέα για την πρώτη δεκαετία λειτουργίας της μονάδας.

Πίνακας 36. Λογαριασμός Εκμετάλλευσης και Αποτελεσμάτων Χρήσης.

σε €

	1ο ΕΤΟΣ	2ο ΕΤΟΣ	3ο ΕΤΟΣ	4ο ΕΤΟΣ	5ο ΕΤΟΣ	6ο ΕΤΟΣ	7ο ΕΤΟΣ	8ο ΕΤΟΣ	9ο ΕΤΟΣ	10ο ΕΤΟΣ
ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΟΙ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΙ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΕΩΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΧΡΗΣΕΩΣ										
ΣΥΝΟΛΟ ΚΥΚΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	631.333,33	631.333,33	731.333,33	731.333,33	831.333,33	831.333,33	894.000,00	894.000,00	894.000,00	894.000,00
Μειών : Κόστος πωληθέντων	206.496,34	206.496,34	209.496,34	209.496,34	238.896,34	238.896,34	240.776,34	240.776,34	267.176,34	267.176,34
ΜΙΚΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ	424.837,00	424.837,00	521.837,00	521.837,00	592.437,00	592.437,00	653.223,66	653.223,66	626.823,66	626.823,66
Μειών : Εξόδα Διοίκησης										
Μειών : Εξόδα διάθεσης										
Μειών : Φόροι & τέλη (εκτός φόρου εισοδήματος).										
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	424.837,00	424.837,00	521.837,00	521.837,00	592.437,00	592.437,00	653.223,66	653.223,66	626.823,66	626.823,66
Πλέον : διάφορα έσοδα										
Μειών : Λοιπές δαπάνες										
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟ ΤΟΚΩΝ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ & ΦΟΡΩΝ	424.837,00	424.837,00	521.837,00	521.837,00	592.437,00	592.437,00	653.223,66	653.223,66	626.823,66	626.823,66
Μειών : τόκοι υφιστάμενων μακροπρόθεσμων δανείων										
Μειών : τόκοι κατασκευαστικής περιόδου										
Μειών : τόκοι μακροπρόθεσμων δανείων επένδυσης	52.992,96	49.157,46	45.053,48	40.662,21	35.963,56	30.936,01	25.556,52	19.800,47	13.641,50	7.051,40
Μειών : τόκοι βραχυπρόθεσμων δανείων επένδυσης										
Μειών : Δόσεις leasing										
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ & ΦΟΡΩΝ	424.837,00	424.837,00	521.837,00	521.837,00	592.437,00	592.437,00	653.223,66	653.223,66	626.823,66	626.823,66
Μειών : Αποσβέσεις (συνολικές)	96.144,37	96.144,37	96.144,37	96.144,37	96.144,37	96.144,37	96.144,37	96.144,37	96.144,37	96.144,37
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ	328.692,63	328.692,63	425.692,63	425.692,63	496.292,63	496.292,63	557.079,30	557.079,30	530.679,30	530.679,30
Μειών: Φόρος εισοδήματος	95.320,86	95.320,86	123.450,86	123.450,86	143.924,86	143.924,86	161.553,00	161.553,00	153.897,00	153.897,00
ΚΑΘΑΡΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	233.371,77	233.371,77	302.241,77	302.241,77	352.367,77	352.367,77	395.526,30	395.526,30	376.782,30	376.782,30

Όπως είναι φανερό στον Πίνακα 36, ο φορέας από τον πρώτο χρόνο παρουσιάζει θετικά αποτελέσματα, τα οποία στο βάθος της δεκαετίας βελτιώνονται όσο συνδέονται περισσότερα κτίρια με την τηλεθέρμανση.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Η ανάλυση αξιολόγησης της οικονομικής βιωσιμότητας της επένδυσης γίνεται με τον υπολογισμό του Ενδογενούς Ποσοστού Απόδοσης (Internal Rate of Return, IRR) και της Καθαρής Παρούσας Αξίας (Net Present Value, NPV). Οι τιμές των προαναφερόμενων οικονομικών κριτηρίων για την υπό μελέτη επενδυτική πρόταση (31% και 5.170.158,65, αντίστοιχα) αποδεικνύουν την οικονομική βιωσιμότητα και είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικές για την υλοποίηση του σχεδίου.

Η υψηλή τιμή του IRR οφείλεται στο γεγονός ότι δεν υπάρχουν ταμειακές ροές πριν την επένδυση. Αυτό σημαίνει ότι ο φορέας δεν έχει καμία άλλη επένδυση ή επιχείρηση σε λειτουργία και επομένως το μόνο που θα γινόταν θα ήταν η κατάθεση σε τραπεζικό λογαριασμό των ιδίων κεφαλαίων και του οποίου η απόδοση υπολογίζεται στον τύπο του IRR όπως προαναφέρθηκε με προεξοφλητικό επιτόκιο 3%. Τα δεδομένα της παρούσας μελέτης θεωρούνται συντηρητικά και βασίζονται σε πραγματικά δεδομένα, ώστε η παρούσα μελέτη να μπορεί να εφαρμοστεί και οι προβλέψεις της να είναι πραγματικές.

Όσον αφορά τον δείκτη NPV αποδεικνύει την σωστή επιλογή για την υλοποίηση της παρούσας επένδυσης καθώς το κεφάλαιο που θα έπρεπε να υπάρχει στην παρούσα φάση, ώστε να υπάρχουν οι συγκεκριμένες ταμειακές ροές με το δεδομένο προεξοφλητικό επιτόκιο, θα έπρεπε να είναι ύψους 5.170.158,65 και όχι το ποσό που επενδύεται σήμερα ύψους 1.514.085,00.

ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΧΩΡΙΣ ΕΠΙΔΟΤΗΣΗ

Η οικονομική ανάλυση της επένδυσης που ακολουθεί αφορά την υλοποίηση της επένδυσης με την χρήση μόνο τραπεζικού δανεισμού και ιδίων κεφαλαίων του φορέα υλοποίησης. Το χρηματοδοτικό σχήμα της επένδυσης ακολουθεί στον Πίνακα 37.

Πίνακας 37. Χρηματοδοτικό σχήμα της επένδυσης.

ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΙΚΟ ΣΧΗΜΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	
Ιδία Κεφάλαια 25%	757.042,25 €
Μακροχρόνιος Τραπεζικός Δανεισμός 75%	2.271.126,76 €
Σύνολου Προϋπολογισμού 100%	3.028.169,01 €

Η αποπληρωμή του δανείου στην πρώτη δεκαετία καθώς και οι όροι δανεισμού παρουσιάζονται στον Πίνακα 38, που ακολουθεί.

Πίνακας 38. Ανάλυση Προβλεπόμενων Δόσεων Δανείου Επένδυσης.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΩΝ ΔΟΣΕΩΝ ΔΑΝΕΙΟΥ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (ΣΕ €)

ΥΨΟΣ ΔΑΝΕΙΟΥ	2.271.126,76 €	
ΕΠΙΤΟΚΙΟ	7,0%	
ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΑΝΕΙΟΥ	10,0	
ΤΡΟΠΟΣ ΕΞΩΦΛΗΣΗΣ	ΙΣΟΠΟΣΕΣ ΤΟΚΟΧΡΕΩΣΕΙΣ	
ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΧΑΡΙΤΟΣ	0	
ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΚΩΝ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΧΑΡΙΤΟΣ	-	
ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟ ΠΛΗΡΩΜΗΣ ΤΟΚΩΝ ΠΕΡ. ΧΑΡΙΤΟΣ	-	
ΥΨΟΣ ΔΑΝΕΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΚΕΦΑΛΑΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΚΩΝ	-	
ΥΨΟΣ ΤΟΚΟΧΡΕΟΛΥΤΙΚΗΣ ΔΟΣΗΣ	323.357,4	

ΕΤΗ ΠΛΗΡΩΜΩΝ	ΤΟΚΟΣ	ΧΡΕΟΛΥΣΙΟ	ΤΟΚΟΧΡΕΩΛΥΣΙΟ	ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ
1ο	158.978,87	164.378,48	323.357,35	2.106.748,28
2ο	147.472,38	175.884,97	323.357,35	1.930.863,31
3ο	135.160,43	188.196,92	323.357,35	1.742.666,40
4ο	121.986,65	201.370,70	323.357,35	1.541.295,69
5ο	107.890,70	215.466,65	323.357,35	1.325.829,04
6ο	92.808,03	230.549,32	323.357,35	1.095.279,72
7ο	76.669,58	246.687,77	323.357,35	848.591,96
8ο	59.401,44	263.955,91	323.357,35	584.636,04
9ο	40.924,52	282.432,83	323.357,35	302.203,22
10ο	21.154,23	302.203,21	323.357,44	0,00
ΣΥΝΟΛΟ	962.446,83	2.271.126,76		

Οι αποσβέσεις των πάγιων στοιχείων της επένδυσης που αφορούν το μη επιδοτούμενο κόστος καθώς αυτό μόνο αποσβένει λογιστικά παρουσιάζονται στον Πίνακα 39.

Πίνακας 39. Αποσβέσεις Επένδυσης.

ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ	ΑΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΠΟΣΒΕΣΗ	ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗ (ΣΕ €)				
			1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος	4ο έτος	5ο έτος
ΚΤΙΡΙΑΚΑ 15%	5%	454.225,35	22.711,27	22.711,27	22.711,27	22.711,27	22.711,27
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ 35%	8%	1.059.859,15	84.788,73	84.788,73	84.788,73	84.788,73	84.788,73
ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΛΟΙΠΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ 10%	8%	302.816,90	24.225,35	24.225,35	24.225,35	24.225,35	24.225,35
ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕΣΑ	0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ 40%	5%	1.211.267,61	60.563,38	60.563,38	60.563,38	60.563,38	60.563,38
ΑΓΟΡΑ ΤΕΧΝΟΓΝΩΣΙΑΣ	0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΣΥΝΟΛΟ		3.028.169,01	192.288,73	192.288,73	192.288,73	192.288,73	192.288,73

ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ ΜΗ ΕΠΙΔΟΤΟΥΜΕΝΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ	ΑΞΙΑ ΠΡΟΣ ΑΠΟΣΒΕΣΗ	6ο έτος	7ο έτος	8ο έτος	9ο έτος	10ο έτος
ΚΤΙΡΙΑΚΑ 15%	5%	454.225,35	22.711,27	22.711,27	22.711,27	22.711,27	22.711,27
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ 35%	8%	1.059.859,15	84.788,73	84.788,73	84.788,73	84.788,73	84.788,73
ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΛΟΙΠΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ 10%	8%	302.816,90	24.225,35	24.225,35	24.225,35	24.225,35	24.225,35
ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕΣΑ	0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ 40%	5%	1.211.267,61	60.563,38	60.563,38	60.563,38	60.563,38	60.563,38
ΑΓΟΡΑ ΤΕΧΝΟΓΝΩΣΙΑΣ	0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΣΥΝΟΛΟ		3.028.169,01	192.288,73	192.288,73	192.288,73	192.288,73	192.288,73

Βάση του ΚΒΣ όπως ισχύει σήμερα, οι ετήσιες αποσβέσεις για τις κτιριακές εγκαταστάσεις είναι 5%, για τον μηχανολογικό εξοπλισμό 8% (περιθώριο από 6-12%), για τον λοιπό εξοπλισμό 8% (περιθώριο από 6-12%) και τέλος για τα έργα υποδομής 5%.

Επομένως συγκεντρωτικά από την έως τώρα ανάλυση προκύπτει ο συγκεντρωτικός Πίνακας 40 ο οποίος είναι και ο Λογαριασμός Εκμετάλλευσης και Αποτελεσμάτων Χρήσης του φορέα για την πρώτη δεκαετία λειτουργίας του.

Πίνακας 40. Λογαριασμός Εκμετάλλευσης και Αποτελεσμάτων Χρήσης μονάδας.

	σε €									
	1ο ΕΤΟΣ	2ο ΕΤΟΣ	3ο ΕΤΟΣ	4ο ΕΤΟΣ	5ο ΕΤΟΣ	6ο ΕΤΟΣ	7ο ΕΤΟΣ	8ο ΕΤΟΣ	9ο ΕΤΟΣ	10ο ΕΤΟΣ
ΣΥΝΟΛΟ ΚΥΚΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	631.333,33	631.333,33	731.333,33	731.333,33	831.333,33	831.333,33	894.000,00	894.000,00	894.000,00	894.000,00
Μειών : Κόστος πωληθέντων	206.496,34	206.496,34	209.496,34	209.496,34	238.896,34	238.896,34	240.776,34	240.776,34	267.176,34	267.176,34
ΜΙΚΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ	424.837,00	424.837,00	521.837,00	521.837,00	592.437,00	592.437,00	653.223,66	653.223,66	626.823,66	626.823,66
Μειών : Εξόδα Διοίκησης										
Μειών : Εξόδα διάθεσης										
Μειών : Φόροι & τέλη (εκτός φόρου εισοδήματος).										
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	424.837,00	424.837,00	521.837,00	521.837,00	592.437,00	592.437,00	653.223,66	653.223,66	626.823,66	626.823,66
Πλέον : διάφορα έσοδα										
Μειών : Λοιπές δαπάνες										
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟ ΤΟΚΩΝ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ & ΦΟΡΩΝ	424.837,00	424.837,00	521.837,00	521.837,00	592.437,00	592.437,00	653.223,66	653.223,66	626.823,66	626.823,66
Μειών : τόκοι υφιστάμενων μακροπρόθεσμων δανείων										
Μειών : τόκοι κατασκευαστικής περιόδου										
Μειών : τόκοι μακροπρόθεσμων δανείων επένδυσης	158.978,87	147.472,38	135.160,43	121.986,65	107.890,70	92.808,03	76.669,58	59.401,44	40.924,52	21.154,23
Μειών : τόκοι βραχυπρόθεσμων δανείων επένδυσης										
Μειών : Δόσεις leasing										
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ & ΦΟΡΩΝ	265.858,12	277.364,62	386.676,56	399.850,35	484.546,30	499.628,96	576.554,08	593.822,23	585.899,14	605.669,44
Μειών : Απώβεςεις (συνολικές)	192.288,73	192.288,73	192.288,73	192.288,73	192.288,73	192.288,73	192.288,73	192.288,73	192.288,73	192.288,73
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ	73.569,39	85.075,88	194.387,83	207.561,62	292.257,56	307.340,23	384.265,35	401.533,49	393.610,41	413.380,70
Μειών: Φόρος εισοδήματος	21.335,12	24.672,01	56.372,47	60.192,87	84.754,69	89.128,67	111.436,95	116.444,71	114.147,02	119.880,40
ΚΑΘΑΡΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	52.234,27	60.403,88	138.015,36	147.368,75	207.502,87	218.211,56	272.828,40	285.088,78	279.463,39	293.500,30

Όπως είναι φανερό στον Πίνακα 40 ο φορέας από τον πρώτο χρόνο παρουσιάζει θετικά αποτελέσματα, τα οποία στο βάθος της δεκαετίας βελτιώνονται όσο συνδέονται περισσότερα κτίρια με την τηλεθέρμανση.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Η ανάλυση της αξιολόγησης της οικονομικής βιωσιμότητας της επένδυσης γίνεται με τον υπολογισμό του Ενδογενούς Ποσοστού Απόδοσης (Internal Rate of Return, IRR) όπως και της Καθαρής Παρούσας Αξίας (Net Present Value, NPV). Οι τιμές των προαναφερόμενων οικονομικών κριτηρίων για την υπό μελέτη επενδυτική πρόταση (12% και 5.170.158,65, αντίστοιχα) αποδεικνύουν την οικονομική βιωσιμότητα και είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικές για την υλοποίηση του σχεδίου.

Η πολύ καλή τιμή του IRR οφείλεται στο γεγονός ότι δεν υπάρχουν ταμειακές ροές πριν την επένδυση. Αυτό σημαίνει ότι ο φορέας δεν έχει καμία άλλη επένδυση η επιχείρηση σε λειτουργία και επομένως το μόνο που θα γινόταν θα ήταν η κατάθεση σε τραπεζικό λογαριασμό των ιδίων κεφαλαίων και του οποίου η απόδοση υπολογίζεται στον τύπο του IRR όπως προαναφέρθηκε με προεξοφλητικό επιτόκιο 3%. Τα δεδομένα της παρούσας μελέτης θεωρούνται συντηρητικά και βασίζονται σε πραγματικά δεδομένα ώστε η παρούσα μελέτη να μπορεί να εφαρμοστεί και οι προβλέψεις της να είναι πραγματικές.

Όσον αφορά τον δείκτη NPV μας αποδεικνύει την σωστή επιλογή μας για την υλοποίηση της παρούσας επένδυσης καθώς το κεφάλαιο που θα έπρεπε να υπάρχει σήμερα για να έχουμε τις συγκεκριμένες ταμειακές ροές με το δεδομένο προεξοφλητικό επιτόκιο θα έπρεπε να είναι ύψους 5.170.158,65 και όχι το ποσό που επενδύουμε σήμερα ύψους 3.028.169,00.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Όπως είναι φανερό και στις δύο περιπτώσεις ο φορέας αξίζει να υλοποιήσει την παρούσα επένδυση καθώς πρόκειται για μια ιδιαίτερα αποδοτική επένδυση με εξασφαλισμένη την πώληση του 100% των τελικών της προϊόντων.

Προφανώς και είναι ιδιαίτερα αποδοτική η επένδυση στην περίπτωση χρήσης των ευεργετικών διατάξεων του αναπτυξιακού νόμου και πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή και προσπάθεια από τον φορέα ώστε να ενταχθεί στα πλαίσια του νόμου, ενώ

πιστεύουμε ότι αξίζει και εν μέρη η αναμονή για την ψήφιση και εφαρμογή του νέου αναπτυξιακού νόμου που αναμένεται εντός του έτους καθώς ο προηγούμενος νόμος 4346/2013 δεν είναι πλέον σε ισχύ.

Κεφάλαιο 6

6. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

Από την καύση της δασικής βιομάζας οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις που καλείται κάθε σταθμός παραγωγής ενέργειας να αντιμετωπίσει από τη δημιουργία ως τη λειτουργία του είναι:

- Οι εκπομπές καυσαερίων κατά την εγκατάσταση της μονάδας
- Η οπτική όχληση του εργοταξίου
- Οι εκπομπές καυσαερίων και σωματιδίων κατά την καύση
- Η δημιουργία λημμάτων και η διαχείρισή τους
- Η στάθμη θορύβου από το εργοτάξιο κατασκευής και τη λειτουργία του σταθμού
- Η αύξηση της κίνησης οχημάτων για τη μεταφορά των δασικών προϊόντων
- Η αισθητική υποβάθμιση του τοπίου από τις εγκαταστάσεις του εργοταξίου και του σταθμού, και των απαραίτητων βοηθητικών χώρων.

Το θεσμικό πλαίσιο που καθορίζει σήμερα την διαδικασία εκτίμησης των ανωτέρω περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι ο Ν.1650/86, όπως τροποποιήθηκε από τον Ν.3010/2002. Βασική φιλοσοφία του εν λόγω νόμου είναι η θέσπιση κανόνων και διαδικασιών για την προστασία του περιβάλλοντος από την ανάπτυξη ανθρώπινων έργων και δραστηριοτήτων.

Ειδικότερα, το κείμενο του νόμου, 2^ο Κεφάλαιο, αναφέρεται στις Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε). Σημαντικό σημείο του είναι η εισαγωγή τριών κατηγοριών στις οποίες εντάσσονται τα εκάστοτε έργα ή δραστηριότητες σύμφωνα με

(α) το είδος και το μέγεθος τους, (β) το είδος και την ποσότητα των ρύπων που εκπέμπουν, (γ) την δυνατότητα να προληφθεί η παραγωγή ρύπων και τέλος (δ) τον κίνδυνο πρόκλησης σοβαρού ατυχήματος.

Η πρώτη (Α) κατηγορία περιλαμβάνει τα έργα και τις δραστηριότητες, τα οποία λόγω της φύσης, του μεγέθους ή της έκτασής τους είναι πιθανό να προκαλέσουν σοβαρούς κινδύνους για το περιβάλλον.

Η δεύτερη (Β) κατηγορία περιλαμβάνει τα έργα και τις δραστηριότητες, τα οποία χωρίς να προκαλούν σοβαρούς κινδύνους ή οχλήσεις, θα πρέπει να υποβάλλονται σε γενικές προδιαγραφές, όρους και περιορισμούς, τα οποία προβλέπονται από τις κανονιστικές διατάξεις για την προστασία του περιβάλλοντος.

Η τρίτη (Γ) κατηγορία περιλαμβάνει τα έργα και τις δραστηριότητες που προκαλούν μικρές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Το άρθρο 5 του Ν.1650/86 περιγράφει το γενικό περιεχόμενο της μελέτης, η οποία θα πρέπει να περιλαμβάνει:

1. Την περιγραφή του έργου ή της δραστηριότητας με πληροφορίες για το χώρο εγκατάστασης, το σχεδιασμό και το μέγεθός του
2. Τον εντοπισμό και την αξιολόγηση των βασικών επιπτώσεων στο περιβάλλον
3. Την περιγραφή των μέτρων για την πρόληψη, μείωση ή αποκατάσταση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον
4. Την εξέταση εναλλακτικών λύσεων και υπόδειξη των κύριων λόγων της επιλογής της προτεινόμενης λύσης
5. Μία σύντομη και απλή περίληψη του συνόλου της μελέτης

Σύμφωνα με τις ανωτέρω οδηγίες είναι σημαντικό να γίνει

- Επιλογή τεχνολογίας με χαμηλές εκπομπές ρύπων.
- Προσεκτική επιλογή του τόπου εγκατάστασης.
- Τοποθέτηση εξοπλισμού ελέγχου και περιορισμού των εκπεμπόμενων ρύπων.
- Ελαστική έδραση και ηχητική μόνωση του συστήματος.
- Εγκατάσταση μέσων συλλογής και αποκομιδής των στερεών και υγρών καταλοίπων.

Αέριοι Ρύποι

Αρχικά, για τον υπολογισμό των εκπομπών ερευνώνται τα χημικά συστατικά του ξύλου, της πρωταρχικής καύσιμης ύλης της μονάδας. Το ξύλο αποτελείται κυρίως από άνθρακα, οξυγόνο και υδρογόνο, όπως όλα τα οργανικά υλικά. Η ανάλυσή του, κατά στοιχείο ξηρής μάζας, δείχνει ότι το ξύλο αποτελείται περίπου κατά 50% C, 6% H, 44% O και 0,5% N. Οι ανόργανες ενώσεις του ξύλου (μεταλλικά στοιχεία) όπως άλατα και οξείδια των K, Na, Ca, Mg, Fe, S, P, Al, Si, Ni, Ba, Pd και άλλα, παραμένουν μετά την πλήρη καύση του και αποτελούν την τέφρα. Η τέφρα των δέντρων κυμαίνεται ένα ποσοστό 0,2-1% της ξηρής μάζας του ξύλου (αναφερόμαστε πάντα σε δέντρα της εύκρατης ζώνης). Το μεγαλύτερο δηλαδή ποσοστό της μάζας του ξύλου καίγεται πλήρως. Η επί της εκατό (%) περιεκτικότητα των στοιχείων που εμπεριέχονται στο ξύλο (τυπική σύσταση) είναι:

- Άνθρακας 49%
- Οξυγόνο 43%
- Υδρογόνο 6%
- Θείο 0,05%
- Άζωτο 1%
- K, Na, Ca, Mg, κ.α. 0,95%

Από τη σύγκριση των μεταλλικών στοιχείων του άνθρακα και του ξύλου, Πίνακας 41, παρατηρείται πως το ξύλο σαφώς και περιέχει μικρότερες ποσότητες μετάλλων που μετά την καύση εκλύουν ρύπους ζημιογόνους για το περιβάλλον

Πίνακας 41. Μέσο περιεχόμενο σε μεταλλικά στοιχεία του άνθρακα και του ξύλου σε mg/MJ
<http://www.swedishhepa.se/>

Περιεκτικότητα σε μεταλλικά στοιχεία (mg/MJ)		
Μεταλλικά στοιχεία	Ξύλο(mg/MJ)	Άνθρακας(mg/MJ)
Αρσενικό (Ar)	5	150
Κάδμιο (Cd)	10	10
Κοβάλτιο (Co)	10	150
Χρώμιο (Cr)	50	400
Χαλκός (Cu)	100	500
Υδράργυρος (Hb)	1	4

Μαγγάνιο (Mn)	5000	2000
Νικέλιο (Ni)	50	400
Μόλυβδος (Pd)	200	500
Βανάδιο (Vn)	100	900
Ψευδάργυρος (Zi)	1200	1000

Για τα δέντρα, πεύκη, δρυς, οξυά, , από τα οποία δασοπονικά είδη θα χρησιμοποιηθούν στην μονάδα επεξεργασίας, ακολουθεί πίνακας που παρουσιάζει τη χημική σύσταση του ξύλου κάθε δέντρου, Πίνακας 42. Οι διακυμάνσεις στη χημική σύνθεση των δέντρων ανωτέρω δέντρων είναι πολύ μικρές.

Πίνακας 42. Σύσταση ξύλου (%) δασικής ξυλείας

Δασοπονικό είδος	C(%)	H(%)	H(%)	N(%)	K, Na, Ca, κλπ) (%)
Πεύκη	50,2	6,1	43,4	0,2	0,2
Δρυς	49,2	5,8	44,2	0,4	0,4
Οξυά	48,9	5,9	44,5	0,2	0,5

Επίσης η σύσταση των επιμέρους τμημάτων των δέντρων έχει ελάχιστες διαφορές. Το ξύλο εμφανίζεται να έχει λιγότερα ανόργανα συστατικά και άζωτο από ότι τα φύλλα και ο φλοιός.

Πίνακας 43. Σύσταση % επιμέρους τμημάτων δέντρου.

Μέρος δέντρου		C	H	O+N	K,Na, Ca,Mg
Φύλλα	Φύλλα	45,01	6,97	40,91	7,11
Κλάδοι	Ξύλο	48,75	6,56	44,42	0,36
	Φλοιός	49,4	6,41	40,82	3,39
Κορμός	Ξύλο	48,92	6,46	44,32	0,3
	Φλοιός	46,27	5,93	44,75	2,66
Ρίζες	Ξύλο	48,35	6,27	45,11	0,23
	Φλοιός	49,72	6,05	43,34	1,39

Όταν συντελείται η καύση της δασικής βιομάζας οι αέριοι ρύποι που εκλύονται στην ατμόσφαιρα είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), οξείδια του αζώτου (NO_x), το διοξείδιο του θείου (SO₂) και άλλες ενώσεις.

Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

Κατά την καύση της δασικής βιομάζας εκπέμπεται στο περιβάλλον διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) που δεν αυξάνει όμως τα ποσοστά του στη ατμόσφαιρα καθώς ισοσκελίζονται από ισοδύναμες ποσότητες διοξείδιο του άνθρακα που απορροφήθηκαν από τα δέντρα κατά τη διάρκεια της ζωής τους (Li et al 2012:624). Σε αυτή την περίπτωση των εκπομπών το ισοζύγιο θεωρείται πρακτικά μηδενικό, επομένως δεν απαιτείται ιδιαίτερος εξοπλισμός για τη μείωση τους.

Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) εκλύεται όταν η καύση είναι ατελής και επιβάλλεται να διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα καθώς είναι εύφλεκτο αέριο, με δυσάρεστη οσμή, ενώ οι υψηλές συγκεντρώσεις του είναι επικίνδυνες. Επίσης, οι υψηλές εκπομπές του αντανακλώνονται σε χαμηλούς βαθμούς απόδοσης του συστήματος.

Η οξειδωση του θείου κατά την καύση της δασικής βιομάζας εκλύει οξείδια του θείου, κυρίως SO₂. Οι μεγάλες συγκεντρώσεις θείου στα αέρια καυσαέρια είναι υπεύθυνα για την όξινη βροχή, όμως στην περίπτωση της δασικής βιομάζας η θερμική επεξεργασία της, δεν παρουσιάζει αυξημένα ποσοστά θείου στα καυσαερίά της, όπως ο άνθρακας και το πετρέλαιο καθώς περιέχει μικρές συγκεντρώσεις οξειδίων. Η καύση λοιπόν της δασικής βιομάζας δεν απαιτεί εξοπλισμό για την μείωση εκπομπών SO₂.

http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/com2013_919/COM_2013_919_F1_ANNEX_EL.pdf

Οξειδίων του αζώτου(NO_x)

Επίσης χαμηλές είναι οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου(NO_x) που παράγονται κατά την καύση δασικής βιομάζας. Τα οξείδια του αζώτου, μετά τις ενώσεις του θείου συμβάλουν στη δημιουργία όξινης βροχής. Ο σχηματισμός οξειδίων του αζώτου είναι μια περίπλοκη διαδικασία που εξαρτάται από τη θερμοκρασία και τις συνθήκες καύσης. Παράγοντες όπως οι ιδιότητες του καυσίμου, οι θερμοκρασίες αντίδρασης, η ύπαρξη οξυγόνου και η θερμοκρασία εξόδου των καυσαερίων επηρεάζουν τις εκπομπές NO_x (Liu et al 2013:792) . Οι υψηλές θερμοκρασίες καύσης, είναι η βασικότερη αιτία να παράγονται

μεγαλύτερες εκπομπές NO_x, καθώς είναι αναπόφευκτη η αντίδραση του οξυγόνου που βρίσκεται στο θάλαμο καύσης και του αζώτου. Κατά την καύση του ξύλου, όταν η θερμοκρασία είναι σχετικά χαμηλή, οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου ανά μονάδα ενέργειας που παράγεται είναι μικρότερες αυτών ενός συμβατικού καυσίμου.

Εκπομπές σωματιδίων

Τα καυσαέρια από την καύση του ξύλου περιέχουν σωματίδια, που παρασύρονται και διαχέονται στην ατμόσφαιρα λόγω του μικρού τους βάρους. Τα σωματίδια αποτελούν ένα εμφανή και σύνθετο μέσο ρύπανσης. Ποικίλουν ανά μέγεθος, χημική σύσταση και σχήμα, ενώ εξ αυτών αιωρούμενα θεωρούνται όσα έχουν διάμετρο μικρότερη από 10 μm, τα οποία καλούνται εισπνεόμενα σωματίδια. Για την συγκράτηση των αιωρούμενων σωματιδίων από την ατμόσφαιρα έχουν σχεδιαστεί ειδικά φίλτρα στις καμινάδες των εργοστασίων, όπως είναι οι κυκλώνες, τα σακκόφιλτρα, τα ηλεκτροστατικά φίλτρα. Με τη βοήθεια των φίλτρων είναι δυνατόν να μειωθούν σε μεγάλο ποσοστό οι εκπομπές των σωματιδίων, καθώς οι βαθμοί απόδοσης κατά 99,9% των σημερινών φίλτρων, σχεδόν μηδενίζουν τους ζημιογόνους αυτούς ρύπους.

Λοιπές εκπομπές

Άλλες εκπομπές στοιχείων που βλάπτουν το περιβάλλον είναι οι πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες, διοξίνες, υδροχλώριο, κλπ. Οι πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες είναι αποτέλεσμα ατελούς καύσης και μερικοί από αυτούς είναι τοξικοί. Η ποσότητα των εκπομπών των ρύπων αυτών έχει άμεση σχέση με την ποιότητα της βιομάζας, τις συνθήκες καύσης και τη διαδικασία καθαρισμού των καυσαερίων. Σε μικρές μονάδες καύσης βιομάζας οι εκπομπές αυτές είναι ελάχιστες και δεν μπορούν να αλλοιώσουν το περιβάλλον.

Τέφρα

Επίσης προκύπτει ένα μικρό ποσοστό τέφρας (0,5-1% του βάρους του ξύλου) από την καύση του ξύλου, που προέρχεται από τα ανόργανα συστατικά του ξύλου και από ξένα συσσωματώματα σε αυτό, όπως είναι πέτρες ή χώμα. Το ποσοστό τέφρας ελέγχεται μέσω συσκευών ελέγχου που υπάρχουν στο σύστημα. Η εναπομείνασα τέφρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί: α) ως λίπασμα, β) να διασκορπιστούν στο δάσος τα συστατικά του εδάφους που απομακρύνθηκαν με τη συγκομιδή της δασικής βιομάζας για αναπλήρωση των θρεπτικών του συστατικών. Στα ελληνικά δάση, λόγω των μεγάλων κλίσεων, η

εναπόθεση της τέφρας σε όλη την επιφάνεια τους καθίσταται δύσκολη και δαπανηρή και γ) στην τσιμεντοβιομηχανία για παραγωγή τσιμέντου.

Ηχορύπανση

Η ηχορύπανση προέρχεται κυρίως από τα βαρέα οχήματα μεταφοράς βιομάζας, τη λειτουργία των μηχανημάτων φορτοεκφόρτωσης της βιομάζας στο σταθμό παραγωγής ενέργειας και από τη λειτουργία του λέβητα. Για την αποφυγή τέτοιων οχλήσεων, η Ευρωπαϊκή Ένωση συνιστά την αποφυγή κατασκευής των σταθμών εντός κατοικημένων περιοχών και τη μόνωση των εστιών παραγωγής θορύβου εντός των σταθμών. Επίσης, τα βαρέα οχήματα επιβάλλεται να είναι συντηρημένα επαρκώς για αποφυγή καυσαερίων πέραν των επιτρεπτών ορίων και διατήρηση του θορύβου λειτουργίας τους σε χαμηλά επίπεδα.

Αισθητική αλλοίωση του τοπίου

Η Ευρωπαϊκή Ένωση για την αποφυγή της αισθητικής αλλοίωσης του τοπίου συνιστά τη λήψη πρόνοιας κατά το σχεδιασμό και την κατασκευή των εγκαταστάσεων αξιοποίησης δασικής βιομάζας με στόχο την κατά το δυνατό εναρμόνιση τους με τον περιβάλλοντα χώρο. Προτείνεται η χρήση γήινων χρωματισμών, η αποφυγή ογκωδών εγκαταστάσεων και η κάλυψη με φυσικές περιφράξεις των ανοιχτών επιφανειών και κορμοπλατειών.

Όρια εκπομπών ρύπων

Στην Ελλάδα δεν υπάρχει νομοθεσία για τα ανώτατα όρια εκπομπών που προέρχονται από την καύση βιομάζας για μικρές εγκαταστάσεις καύσης. Έχουν ψηφιστεί νόμοι που αφορούν στα όρια των εκπομπών ρύπων για μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης. Επίσης η τελευταία απόφαση που έχει ληφθεί για αυτόν το σκοπό είναι σύμφωνα με την οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου Βρυξέλλες, (18.12.2013 COM(2013) 919 final) για τον περιορισμό των εκπομπών ορισμένων ρύπων στην ατμόσφαιρα από μεσαίου μεγέθους μονάδες καύσης (Lauri et al 2012:123, Dvaz-Ramvrez et al 2014:36). Οι οριακές τιμές εκπομπών για τις νέες μεσαίου μεγέθους μονάδες καύσης αναγράφονται στον Πίνακα 44.

Πίνακας 44. Οριακές τιμές εκπομπών (mg/Nm³) για νέες μεσαίου μεγέθους μονάδες καύσης εκτός των μηχανών και των αεριοστρόβιλων

Στερεή Βιομάζα	
Ρύπος	Οριακές τιμές εκπομπών (mg/Nm ³)
SO ₂	200(mg/Nm ³)
NO _x	30(mg/Nm ³)
Αιωρούμενα σωματίδια	20* (mg/Nm ³)

*25 mg/Nm³ για τις μονάδες ονομαστικής θερμικής ισχύος 5 MW ή μικρότερης

Επίσης όλες οι οριακές τιμές εκπομπών που αναφέρονται στην ανωτέρω οδηγία ορίζονται σε θερμοκρασία 273,15 K και πίεση 101,3 kPa, με διόρθωση ως προς την περιεκτικότητα των αερίων σε υδρατμούς και με τυπική περιεκτικότητα σε O₂ 6 % για τις μονάδες καύσης που χρησιμοποιούν στερεά καύσιμα, και αναγράφονται στον Πίνακα 45.

Πίνακας 45. Τιμές αναφοράς των οριακών τιμών εκπομπών (mg/Nm³) για μεσαίου μεγέθους μονάδες καύσης εκτός των μηχανών και των αεριοστρόβιλων, ανάλογα με τη θερμική ισχύ.

Στερεή βιομάζα		
Ρύπος	Ονομαστική Θερμική Ισχύς (MW)	Οριακές Τιμές Εκπομπών (mg/Nm ³)
NO _x	1 - 5	200
	> 5 - 50	145
Αιωρούμενα σωματίδια	1 - 5	10
	> 5 - 50	5

http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/com2013_919/COM_2013_919_F1_ANNEX_E_L.pdf

Στον Πίνακα 45 αναγράφονται συγκεντρωτικά οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της μονάδας παραγωγής τηλεθέρμανσης στο Ελατοχώρι Πιερίας. Ο σταθμός μελέτης της παρούσας διπλωματικής διατριβής είναι μία μικρού μεγέθους μονάδα καύσης δασικής βιομάζας με μέσω όρο παραγωγής 3MWh το χρόνο. Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον θεωρούνται από μικρές ως μηδαμινές.

Πίνακα 46. Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων							
Περιβαλλοντικές παράμετροι	Επιπτώσεις	Αξιολόγηση					
		Χαρακτήρας	Ένταση	Διάρκεια	Αναστρέψιμη	Αντιμετωπίσιμη	Γεωγραφικό επίπεδο αναφοράς
Κλιματικά/βιοκλιματικά χαρακτηριστικά	Οπτική όχληση εργοταξίου	Αρνητική	Ασθενής	Βραχύς	Αναστρέψιμη	Αντιμετωπίσιμη	Περιοχή Μελέτης
	Οπτική όχληση σταθμού	Αρνητική	Ασθενής	Μακροπρόθεσμα	Αναστρέψιμη	Αντιμετωπίσιμη	Περιοχή Μελέτης
Γεωλογικά, τεκτονικά και εδαφολογικά χαρακτηριστικά	-	-	-	-	-	-	-
Φυσικό περιβάλλον	Όχληση πανίδας	Αρνητική	Ασθενής	Μακροπρόθεσμα	Αναστρέψιμη	Αντιμετωπίσιμη	Τοπικά
Χωροταξικός σχεδιασμός - χρήσεις γης	-	-	-	-	-	-	-
Ανθρωπογενές περιβάλλον	-	-	-	-	-	-	-
Πολιτιστική κληρονομιά	-	-	-	-	-	-	-
Κοινωνικό - οικονομικό περιβάλλον	Επιπτώσεις στο εισόδημα	Θετική	Ισχυρή	Μακροπρόθεσμα	-	-	Ευρύτερη περιοχή μελέτης
	Επιπτώσεις στην απασχόληση	Θετική	Ισχυρή	Μακροπρόθεσμα	-	-	Ευρύτερη περιοχή μελέτης
Τεχνικές υποδομές	Αύξηση κίνησης Οχημάτων-κατασκευή	Αρνητική	Ασθενής	Βραχυχρόνια	Αναστρέψιμη	-	Περιοχή Μελέτης
	Επέκταση ηλεκτρικού Δικτύου-λειτουργία	Θετική	Ισχυρή	Μακροπρόθεσμα	-	-	Ευρύτερη περιοχή μελέτης

	Εγκατάσταση δικτύου σωλήνων	Θετική	Ασθενής	Μακροπρόθεσμα			Περιοχή Μελέτης
Ποιότητα αέρα	Εκπομπές εργοταξίου	Αρνητική	Ασθενής	Βραχυπρόθεσμα	Αναστροφή	Αντιμετώπιση	Τοπικά
	Εκπομπές σταθμού	Αρνητική	Ασθενής	Μακροπρόθεσμα	Αναστροφή	Αντιμετώπιση	Περιοχή Μελέτης
Θόρυβος Δονήσεις	- Στάθμη θορύβου	Αρνητική	Ασθενής	Μακροπρόθεσμα	Αναστροφή	Αντιμετώπιση	
Ηλεκτρομαγνητικά πεδία	-	-	-	-	-	-	-
Υδατα	-	-	-	-	-	-	-

Κεφάλαιο 7

7. ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την ολοκλήρωση της μελέτης για την αξιοποίηση της δασικής βιομάζας στην περιοχή του Ελατοχωρίου επιτεύχθηκε να γίνει μία σημαντική έρευνα για τη δυναμικότητα της δασικής βιομάζας της περιοχής και την επάρκειά της στο να χρησιμοποιηθεί για την τηλεθέρμανση του οικισμού.

Βάσει των στοιχείων από τη οικονομοτεχνική μελέτη, μία μονάδα ΣΗΘ μπορεί να καλύψει επαρκώς τις ανάγκες για θέρμανση και ζεστό νερό του οικισμού, των κατοικιών και των ξενοδοχειακών μονάδων. Επίσης είναι μία μονάδα που επίσης, μπορεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια, που μπορεί να διατεθεί προς πώληση σε μεγάλα δίκτυα παραγωγής ηλεκτρισμού, όπως είναι η ΔΕΗ.

Τα οφέλη για την τοπική κοινωνία είναι πολλαπλά.:

- Αξιοποίηση μεγάλης ποσότητας της παραγόμενης δασικής βιομάζας της περιοχής για τη θέρμανση του οικισμού
- Μείωση των εξόδων για εξοπλισμό εγκατάστασης θέρμανσης
- Μείωση εξόδων αγοράς ορυκτών καυσίμων, όπως το πετρέλαιο για θέρμανση
- Μείωση των εξόδων συντήρησης για τον εξοπλισμό θέρμανσης
- Δημιουργία θέσεων εργασίας για την κατασκευή και λειτουργία της μονάδας, την μεταφορά και αποθήκευση των δασικών προϊόντων, για τη φύλαξη της μονάδας,
- Θα συμβάλει στην αύξηση των εσόδων της περιοχής λόγω των ανταποδοτικών τελών που θα λαμβάνει ο δήμος.
- Θα καλύψει ένα μέρος των ΑΠΕ του νομού

Επίσης για τους στόχους που έχουν τεθεί για την προστασία του περιβάλλοντος η μονάδα ΣΗΘ συμβάλει:

- Στη μείωση αέριων εκπομπών CO₂, NO_x, SO₂ που τίθενται σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο (1997) και εφαρμόζεται από τη χώρα μας με τον Ν. 3017/2002 «Κύρωση του πρωτοκόλλου του Κιότο στη σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος», ΦΕΚ 117/Α/30-5-2002
- Στην επίτευξη εθνικών στόχων, σύμφωνα με τις οδηγίες της Ε.Ε. (77/2001, 28/2009) και το νόμο 3851/2010 για την επιτάχυνση της ανάπτυξης των ΑΠΕ για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής
- Στη μείωση των εκπομπών αερίων φαινομένου θερμοκηπίου
- Στον καλύτερο έλεγχο των εκπομπών αέριων ρύπων καθώς θα μειωθούν οι εκπομπές από μεμονωμένη χρήση οικιακών λεβήτων.
- Στην αξιοπιστία και στην ποιότητα εξυπηρέτησης του Εθνικού δικτύου Ενέργειας από πλευράς ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, δεδομένου ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Βιομάζα πρακτικά μπορεί να προγραμματιστεί, εν αντιθέσει άλλους σταθμούς παραγωγής όπως είναι οι ηλιακοί ή οι αιολικοί, που έχουν διακοπτόμενη και μη ελεγχόμενη παραγωγή.
- Στη σταδιακή απεξάρτηση από το πετρέλαιο και την κάθε μορφής εισαγόμενη ενέργειας.

Η μονάδα ΣΗΘ επίσης συνεισφέρει:

- Στην εξασφάλιση της παροχής ενέργειας μέσω αποκεντρωμένης παραγωγής.
- Στην ανάπτυξη και ενίσχυση της Ελληνικής Περιφέρειας με τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας
- Στη σύσταση μίας υπερσύγχρονης, βιώσιμης και οικολογικής επένδυσης με πρωτοποριακή τεχνολογία με μεγάλη διάρκεια ζωής.

Η εγκατάσταση και η λειτουργία της μονάδας ΣΗΘ στο Ελατοχώρι Πιερίας που μελέτησε η παρούσα διπλωματική διατριβή, αποτελεί μία σημαντική λύση για την ενεργειακή απεξάρτηση των ορεινών δασικών οικισμών από τα ορυκτά καύσιμα, όπως το πετρέλαιο. Οι σταθμοί ΣΗΘ μικρής παραγωγής (μέσω όρο παραγωγής 3MWh), δύνανται να καλύψουν τις ενεργειακές απαιτήσεις των μικρών οικισμών, να δημιουργήσουν ανάπτυξη στις τοπικές κοινωνίες και να συμβάλουν στην μείωση των

εκπομπών του θερμοκηπίου. Είναι επενδύσεις που αξιοποιούν ΑΠΕ και συμβάλουν στην αειφόρο ανάπτυξη των μικρών απομακρυσμένων οικισμών. Καθώς στην ελληνική επικράτεια υπάρχουν πολλοί οικισμοί που αναπτύσσονται σε κοντινές αποστάσεις από δασικές εκτάσεις, μπορεί να δημιουργηθεί μία νέα τάση ενεργειακής αποκέντρωσης και απεξάρτησης από τα ενεργοβόρα και επικίνδυνα για το περιβάλλον ορυκτά καύσιμα. Με την πλειοψηφία των ΑΠΕ να μπορούν να αξιοποιηθούν από το βορειότερο μέχρι το νοτιότερο άκρο της χώρας είναι εφικτό για την Ελληνική πολιτεία να προχωρήσει σε αποφάσεις για σταδιακή απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και να ακολουθήσει τις χώρες που επενδύουν σε ένα πράσινο μέλλον, σε μία αειφόρο και οικολογική ανάπτυξη.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Α. ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΑΑ: Αειφόρος Ανάπτυξη

ΑΠΕ: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

ΑΤΚΕ : Ακαθάριστη Τελική Κατανάλωση Ενέργειας

ΒΑ : Βιώσιμη Ανάπτυξη (οι όροι αειφόρος και βιώσιμος είναι ταυτόσημοι)

ΕΕ: Ευρωπαϊκή Ένωση

ΕΣΔΑΠΕ: Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

ΚΑΠΕ: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας

ΚΠΑ: Καθαρής Παρούσας Αξίας (NPV Net Present Value)

Κτοε: Kilo tone of oil equivalent

ΛΑΓΗΕ ΑΕ: Λειτουργό της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΕ

Μτοε: Mega tones of oil equivalent

ΣΕΑΕ: Συντελεστή Εσωτερικής Απόδοσης της Επένδυσης

ΤΙΠ: Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου

ΥΠΕΚΑ: Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας

B. ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1. Παρουσίαση της προόδου των κρατών μελών όσον αφορά την επίτευξη των στόχων για το 2020 στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.	14
Πίνακας 2. Πηγές Βιομάζας	22
Πίνακας 3. Διαθέσιμη βιομάζα στην Ελλάδα (ΚΑΠΕ)	26
Πίνακας 4. Χαρακτηριστικά βιομάζα στην Ελλάδα (ΚΑΠΕ)	27
Πίνακας 5. Προβλεπόμενη εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ για το 2014 και 2020.	28
Πίνακας 6 Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από ΑΠΕ για τα έτη 2003 και 2013.	29
Πίνακας 7. Συγκριτικός πίνακας παραγωγής ενέργειας από βιομάζα με στοιχεία από την Eurostat και τον EurObserv'ER, για το 2015.	30
Πίνακας 8. Καύσιμα από ξυλεία.	35
Πίνακας 9. παραγωγή ξύλου από το 2000 έως το 2014, Ευρώπη – παγκοσμίως.	36
Πίνακας 10 Δασική Ξυλεία	37
Πίνακας 11. Έκταση βιομηχανικών και μη βιομηχανικών δασών στην Ελλάδα	39
Πίνακας 12 Τύποι Ανακτώμενου Ξύλου από Αστικά Απορρίμματα.	40
Πίνακας 13. Εκτίμηση δυναμικού βιομάζας	45
Πίνακας 14. Ετήσια παραγωγή ξύλου (λήμμα) των δημοσίων ελληνικών δασών*	49
Πίνακας 15. Κυριότερα ελληνικά είδη ξύλου και χρήσεις τους.	49
Πίνακας 16. Μέρη δέντρου προς αξιοποίηση.	56
Πίνακα 17. Ενδεικτικές Τιμές για Μεταφορά –Αποθήκευση Δασικού Θρυμματισμένου Ξύλου.	59
Πίνακας 18. Είδη Πυρόλυσης	63
Πίνακας 19. Η Τηλεθέρμανση από μονάδες παραγωγής ΗΕ της ΔΕΗ	73
Πίνακας 20 . Εκτίμηση της συνολικής συμμετοχής που αναμένεται από κάθε τεχνολογία ΑΠΕ ως το 2020.	73
Πίνακας 21. Εκτάσεις δασών στην περιοχή του Ελατοχωρίου και δασικά είδη.	95
Πίνακας 22 Ξυλαπόθεμα και ετήσιο λήμμα δασών περιοχής Ελατοχωρίου. Πηγή Διεύθυνση Δασών Πιερίας.	103
Πίνακας 23. Ειδικό βάρος ειδών ξύλου.	104
Πίνακας 24. Έκταση Ξυλαποθέματος ανά έτος στο ιδιωτικό δάσος Ελατοχωρίου	105
Πίνακας 25. Ποσότητα Τεχνικά Αξιοποιήσιμης Δασικής Βιομάζας	106
Πίνακα 26. Ποσοτικά Στοιχεία Προβλεπόμενης Παραγωγή –Πωλήσεων	110
Πίνακας 27. Ανάλυση Προβλεπόμενου Κύκλου Εργασιών.	111
Πίνακας 28. Προβλεπόμενες Ποσοτικές Αναλώσεις Βασικών Πρώτων Υλών	112
Πίνακας 29. Προβλεπόμενες Αξίες Αναλώσιμων Βασικών Πρώτων Υλών	112

σε βάθος 10ετίας.	
Πίνακας 30. Ανάλυση Λοιπών Εξόδων.	113
Πίνακας 31. Ανάλυση Προβλεπόμενου Συνολικού Κόστους Παραγωγής Πωληθέντων.	114
Πίνακας 32. Αναγκαίο Κεφάλαιο Κίνησης.	115
Πίνακας 33. Χρηματοδοτικό Σχήμα Επένδυσης	116
Πίνακας 34. Ανάλυση Προβλεπόμενων Δόσεων Δανείου Επένδυσης.	117
Πίνακας 35. Αποσβέσεις Επένδυσης.	118
Πίνακας 36. Λογαριασμός Εκμετάλλευσης και Αποτελεσμάτων Χρήσης.	119
Πίνακας 37. Χρηματοδοτικό σχήμα της επένδυσης.	121
Πίνακας 38. Ανάλυση Προβλεπόμενων Δόσεων Δανείου Επένδυσης.	121
Πίνακας 39. Αποσβέσεις Επένδυσης.	122
Πίνακας 40. Λογαριασμός Εκμετάλλευσης και Αποτελεσμάτων Χρήσης μονάδας.	124
Πίνακας 41. Μέσο περιεχόμενο σε μεταλλικά στοιχεία του άνθρακα και του ξύλου σε mg/MJ	129
Πίνακας 42. Σύσταση % επιμέρους τμημάτων δέντρου.	130
Πίνακας 43. Οριακές τιμές εκπομπών (mg/Nm ³) για νέες μεσαίου μεγέθους μονάδες καύσης εκτός των μηχανών και των αεριοστρόβιλων	130
Πίνακας 44. Τιμές αναφοράς των οριακών τιμών εκπομπών (mg/Nm ³) για μεσαίου μεγέθους μονάδες καύσης εκτός των μηχανών και των αεριοστρόβιλων	134
Πίνακας 45. Τιμές αναφοράς των οριακών τιμών εκπομπών (mg/Nm ³) για μεσαίου μεγέθους μονάδες καύσης εκτός των μηχανών και των αεριοστρόβιλων, ανάλογα με τη θερμική ισχύ.	134
Πίνακα 46. Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις	135

Γ. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ-ΣΧΗΜΑΤΑ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Διάγραμμα 1. 2010: Με το Νόμο 3851, ορίζονται Εθνικοί Δεσμευτικοί Στόχοι για τη συμμετοχή των ΑΠΕ στην καταναλισκόμενη ενέργεια.	10
Διάγραμμα 2. Συνεισφορά ΑΠΕ στην Ακαθάριστη Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας.	11
Διάγραμμα 3. (Πηγή: Eurostat. Primary energy production (ktoe) by renewable energy resources (RES) in the residential sector (excluding large hydro and biomass)	12
Διάγραμμα 4. Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ	14
Διάγραμμα 5. Μερίδιο των ΑΠΕ στην Παγκόσμια Κατανάλωση Ενέργειας	17
Διάγραμμα 6. Συγκριτικό διάγραμμα για την ανανεώσιμη ισχύ παγκοσμίως, στην ΕΕ και στις κορυφαίες 7 χώρες για το 2014	18
Διάγραμμα 7. Παραγωγή Καυσόξυλων το 2009 στην Ελλάδα.	42
Διάγραμμα 8. Αύξηση της κατανάλωσης της στερεής βιομάζας το 2014, σε toe ανά κάτοικο στην ΕΕ.	52
Διάγραμμα 9. Ποσοστά Παραγωγής Μονάδας ΣΗΘ	69
Διάγραμμα 10. Κλάδοι Δραστηριότητας Ελατοχωρίου (ΕΛΣΤΑΤ)	102

ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 1. Χημική διεργασία φωτοσύνθεσης μέσω της οποίας αποθηκεύεται βιοενέργεια στη βιομάζα.	20
Σχήμα 2. Τύποι επεξεργασίας βιομάζας.	60

Δ. ΧΑΡΤΕΣ-ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΧΑΡΤΕΣ

Χάρτης 1. Παγκόσμια έκταση δασών	34
Χάρτης 2. Παραγωγή στερεής βιομάζας στη ΕΕ το 2013.	59
Χάρτης 3. Νομός Πιερίας.	82
Χάρτης 4. Η οριοθέτηση της Πιερίας στον Ελλαδικό χώρο	83
Χάρτης 5. Γεωλογικός χάρτης Ελλάδος.	86
Χάρτης 6. Όρια Εθνικού Δρυμού Ολύμπου.	91
Χάρτης 7. Δασοπονικός Χάρτης Πιερίας.	94

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

Φωτογραφία 1. α-β. Πανοραμική άποψη οικισμού Ελατοχωρίου	81
Φωτογραφία 2. Τα Πιέρια όπως φαίνονται από το δρόμο Κατερίνης-Ελασσόνας, λίγο πριν το χωριό Κάτω Μηλιά,	89
Φωτογραφία 3. Πιέρια όρη, τοπία	90
Φωτογραφία 4 Όλυμπος.	90
Φωτογραφία 5 α-β. Κορυφές του Ολύμπου	92
Φωτογραφία 6. α –β Πανίδα Ολύμπου.	93
Φωτογραφία 8. Οξιά	96
Φωτογραφία 9. Ελάτη	97
Φωτογραφία 10. Δρυς	98
Φωτογραφία 11. Γάυρος	99
Φωτογραφία 12. Καστανιά	100
Φωτογραφία 13. Πλάτανος	100
Φωτογραφία 1. α-β. Πανοραμική άποψη οικισμού Ελατοχωρίου	101

E. EIKONES

Εικόνα 1. Κύκλος βιομάζας και διοξειδίου του άνθρακα CO ₂	21
Εικόνα 2. Από τη βιομάζα στη βιοενέργεια	23
Εικόνα 3 Τεχνολογίες Αξιοποίησης Βιομάζας.	24
Εικόνα 4. Μονοπάτια μετατροπής βιοενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο	32
Εικόνα 5. Ποσοστά πηγών βιομάζας στην παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού παγκοσμίως	33
Εικόνα 6 Βασικές δομές για τον κύκλο ζωής της εφαρμογής του ξύλου των δασών για την ενέργεια	37
Εικόνα 7. Μορφές Δασικής Βιομάζα	41
Εικόνα 8. Διάγραμμα Ροής Παραγωγής Πελλετών Ξύλου	43
Εικόνα 9. Κινητή μονάδα θρυμματισμού ξύλου	44
Εικόνα 10. Στάδια διαδικασίας και τοποθεσίες παραγωγής θρυμματισμένου ξύλου από δασική ξυλεία, με διαφορετική περιεκτικότητα σε νερό.	44
Εικόνα 11. Εγκάρσια τομή δέντρου και κορμού	48
Εικόνα 12 Τομή Δέντρου, τμήματα αξιοποίησης ξυλείας	55
Εικόνα 13 Οχήματα Φόρτωσης και μεταφοράς ξυλείας.	57
Εικόνα 14. Παράδειγμα ορθής διάταξης και αποστάσεων ανάμεσα σε στοίβες καυσόξυλων αποθηκευμένων σε καλυμμένο χώρο	58
Εικόνα 15. Διάγραμμα ροής και τρόπος καύσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας	61
Εικόνα 16. Γενική απεικόνιση λέβητα κινούμενης εσχάρας	62
Εικόνα 17. Τυπικό διάγραμμα εγκατάστασης πυρόλυσης για την παραγωγή βιοελαίου	63
Εικόνα 18. Σταθμός αεριοποίησης βιομάζας	64
Εικόνα 19.. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αεριοποίηση βιομάζας	65
Εικόνα 20.	66
Εικόνα 21. Μονάδα ΣΗΘ	67
Εικόνα 22.	68
Εικόνα 23. Σύστημα Τηλεθέρμανσης	71
Εικόνα 24. Μονάδα Τηλεθέρμανσης Μεγαλόπολης	76

Βιβλιογραφία

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Akhtari, S., Sowlati, T., Day, K. (2014) Economic feasibility of utilizing forest biomass in district energy systems – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 33, pp. 117–127.

Akhtari, S., Sowlati, T., Day, K. (2014) The effects of variations in supply accessibility and amount on the economics of using regional forest biomass for generating district heat. *Energy*, Vol. 67, pp. 631-640.

Anttila, P., Vaario, L., Pulkkinen, P., Asikainen, A., Duan, J. (2015) Availability, supply technology and costs of residual forest biomass for energy e A case study in northern China. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 83, pp. 224-232

Aslan, A. (2016) The causal relationship between biomass energy use and economic growth in the United States. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 57, pp. 362–366.

Azam, M., Khan A., Zafeiriou, E., Arabatzis, G. (2016) Socio-economic determinants of energy consumption: An empirical survey for Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 57, pp 1556–1567.

Baumgartner, R. 2011. Critical perspectives of sustainable development research and practice. *Journal of Cleaner Production*, Vol 19, pp783-786.

Becker, D., Moseley, C., Lee, C. (2011) A supply chain analysis framework for assessing state-level forest biomass utilization policies in the United States. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 35, Issue 4, pp. 1429–1439.

Bertrand, V., Dequiedt, B., Le Cadre, E. (2014) Biomass for electricity in the EU-27: Potential demand, CO2 abatements and breakeven prices for co-firing. *Energy Policy*, Vol. 73, pp. 631-644.

Cambero, C., Sowlati, T. (2014) Assessment and optimization of forest biomass supply chains from economic, social and environmental perspectives – A review of literature. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 36, pp. 62–73.

Castellano, P., Volk, T., Herrington, L. (2009) Estimates of technically available woody biomass feedstock from natural forests and willow biomass crops for two locations in New York State. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 33, Issue 3, pp 393–406.

Chiang, K., Chien, K., Lu, C. (2012) Characterization and comparison of biomass produced from various sources: Suggestions for selection of pretreatment technologies in biomass-to-energy. *Applied Energy*, Vol. 100, pp. 164–171.

Cutz, L., Haro, P., Santana, D., Johnsson, F. (2016) Assessment of biomass energy sources and technologies: The case of Central America. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 58, pp. 1411–1431.

Dama, J., Faaija, A., Lewandowski, I., Fischer, G. (2007) Biomass production potentials in Central and Eastern Europe under different scenarios. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 31, Issue 6, pp. 345–366.

Deb Mondol, J., Koumpetsos, N. (2013) Overview of challenges, prospects, environmental impacts and policies for renewable energy and sustainable development in Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 23, pp. 431–442.

Delmastroa, C., Mutania, G., Schranza, L. (2015) Advantages of coupling a woody biomass cogeneration plant with a district heating network for a sustainable built environment: a case study in Luserna San Giovanni (Torino, Italy). *Energy Procedia*, Vol. 78, pp. 794 – 799.

Demirbas, A. (2009) Biofuels securing the planet's future energy needs. *Energy Conversion and Management*, Vol. 50, Issue 9, pp 2239–2249.

Dornburg, V., Faaij, A., (2001) Efficiency and economy of wood-fired biomass energy systems in relation to scale regarding heat and power generation using combustion and gasification technologies. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 21, Issue 2, pp. 91–108.

Dvaz-Ramvrez, M., Sebastian, F., Royo, J., Rezeau, A., (2014) Influencing factors on NOX emission level during grate conversion of three pelletized energy crops. *Applied Energy*, Vol. 115, pp. 360–373.

Erdila, A., Erbiyika, H. (2015) Renewable Energy Sources of Turkey and Assessment of Sustainability *Procedia .Social and Behavioral Sciences*, Vol 207, pp. 669 – 679.

Fatih- Demirbas, M., Balat, M, Balat, H. (2009) Potential contribution of biomass to the sustainable energy development. *Energy Conversion and Management*, Vol. 50, Issue 7, pp 1746–1760.

Finland, L., Yuea, D., Youa, F., Snyder, S. (2014) Biomass-to-bioenergy and biofuel supply chain optimization: Overview, key issues and challenges. *Computers & Chemical Engineering*, Vol 66, pp. 36–56

Fiorese, G., Catenacci, M., Bosetti, V., Verdolini, E. (2014) The power of biomass: Experts disclose the potential for success of bioenergy technologies. *Energy Policy*, Vol. 65, pp. 94–114.

Fitzpatrick, J. (2016) Environmental sustainability assessment of using forest wood for heat energy in Ireland. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.57, pp. 1287–1295.

Freppaz, D., Minciardi, R., Robba, M., Rovatti, M., Sacile, R., Taramasso, A. (2004) Optimizing forest biomass exploitation for energy supply at a regional level. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 26, Issue 1, pp 15–25.

Genon, G., Torchio, M., Poggio, A., Poggio, M. (2009) Energy and environmental assessment of small district heating systems: Global and local effects in two case-studies. *Energy Conversion and Management*, Vol. 50, pp. 522–529.

Gerssen-Gondelach, S., Saygin, D., Wicke, B., Patel, M., Faaij, C. (2014) Competing uses of biomass: Assessment and comparison of the performance of bio-based heat, power, fuels and materials. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 40, pp. 964–998.

Gustavsson, L., Holmberg, J., Dornburg, V., Sathre, R., Eggers, T., Mahapatra, K., Marland, G. (2007) Using biomass for climate change mitigation and oil use reduction. *Energy Policy*, Vol. 35, Issue 11, pp. 5671–5691.

Herbert, J., Krishnan, A. (2016) Quantifying environmental performance of biomass energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 59, pp. 292–308.

Hoffmann, D., Weih, M. (2005) Limitations and improvement of the potential utilisation of woody biomass for energy derived from short rotation woody crops in Sweden and Germany. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 28, Issue 3, pp. 267–279.

Hoogwijk, M., Faaij, A., Broeka, R., Berndes, G., Gielen, D., Turkenburg, W. (2003) Exploration of the ranges of the global potential of biomass for energy. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 25, Issue 2, pp 119–133.

Joelsson, J., Gustavsson, L. (2012) Swedish biomass strategies to reduce CO2 emission and oil use in an EU context. *Energy*, Vol. 43, Issue 1, pp. 448–468.

Καρβούνης, Σ., Γεωργάκελλος Δ. 2003. *Διαχείριση του περιβάλλοντος: Επιχειρήσεις και βιώσιμη ανάπτυξη*. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη.

Kilinc-Ata, N. (2016) The evaluation of renewable energy policies across EU countries and US states: An econometric approach. *Energy for Sustainable Development*, Vol 31, pp. 83–90.

Kohl, M., Lasco, R., Cifuentes, M. (2015) Changes in forest production, biomass and carbon: Results from the 2015 UN FAO Global Forest Resource Assessment. *Forest Ecology and Management*, Vol. 352, pp. 21–34.

Kristofel, C., Strasser, C. Morawetz, U. (2014) Analysis of woody biomass commodity price volatility in Austria. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 65, pp. 112–124.

Lauri, P., Havlík, P., Kindermann, G., Forsell, N. (2014) Woody biomass energy potential in 2050. *Energy Policy*, Vol. 66, pp. 19–31.

Lauri, P., Maarit, A., Kallio, I., Schneider, U. (2012) Price of CO₂ emissions and use of wood in Europe. *Forest Policy and Economics*, Vol. 15, pp. 123–131.

Lele Sharachchandra, M. 1999. Sustainable development: a critical review. *World Development*, Vol 19, pp.607-621.

Li, J., Yang, W., Blasiak, W., Ponzio, A. (2012) Volumetric combustion of biomass for CO₂ and NO_x reduction in coal-fired boilers. *Fuel*, Vol. 102, pp. 624–633.

Lindstad, B., Pistorius, T., Ferranti, F., Dominguez, D. (2015) Forest-based bioenergy policies in five European countries: An explorative study of interactions with national and EU policies. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 80, pp. 102–113.

Liu, H., Chaney, J., Li, J., Sun, C. (2013) Control of NO_x emissions of a domestic/small-scale biomass pellet boiler by air staging. *Fuel*, Vol. 103, pp. 792–798.

Llano-Paz, F., Calvo-Silvosa, A., Antelo, S., Soares, I. (2015) The European low-carbon mix for 2030: The role of renewable energy sources in an environmentally and socially efficient approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 48, pp. 49–61.

Lundgren, J., Hermansson, R., Dahl, J. (2004) Experimental studies of a biomass boiler suitable for small district heating systems. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 26, Issue 5, pp. 443–453.

Lundgren, J., Hermansson, R., Dahl, J. (2004) Experimental studies during heat load fluctuations in a 500kw wood-chips fired boiler. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 26, Issue 3, pp. 255–267.

Madlenera, R. (2007) Innovation diffusion, public policy, and local initiative: The case of wood-fuelled district heating systems in Austria. *Energy Policy*, Vol. 35, Issue 3, pp. 1992–2008.

Madlenera, R., Koller, M. (2007) Economic and CO₂ mitigation impacts of promoting biomass heating systems: An input–output study for Vorarlberg, Austria. *Energy Policy*, Vol. 35, Issue 12, pp 6021–6035.

Malico, I., Carrajola, J., Pinto Gomes, C., Lima, J. (2016) Biomass residues for energy production and habitat preservation. Case study in a *montado* area in Southwestern Europe. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 112, Issue 5, pp 3676–3683.

Manolis, E., Zagas, T., Poravou, C., Zagas, D. (2016) Biomass assessment for sustainable bioenergy utilization in a Mediterranean forest ecosystem in northwest Greece. *Ecological Engineering*, Vol. 91, pp. 537–544.

Manzano-Agugliaro, F., Alcayde, A., Montoya, F., Zapata-Sierra, A., Gil, G. (2013) Scientific production of renewable energies worldwide: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 18, pp. 134–143.

Markowski-Lindsay, M., Catanzaro, P., Damery, D., Kittredge, D., Butler, B., Stevens, T., (2012) Forest-based biomass supply in Massachusetts: How much is there and how much is available. *Journal of Environmental Management*, Vol. 106, pp. 1–7.

Mittlefehld, S. (2016) Seeing forests as fuel: How conflicting narratives have shaped woody biomass energy development in the United States since the 1970s. *Energy Research & Social Science*, Vol. 14, pp. 13–21.

Moiseyev, A., Solberg, B., Maarit, A., Kallio, I. (2014) The impact of subsidies and carbon pricing on the wood biomass use for energy in the EU. *Energy*, Vol. 76, pp. 161–167.

Moiseyev, A., Solberg, B., Maarit, A., Kallio, I. (2013) Wood biomass use for energy in Europe under different assumptions of coal, gas and CO2 emission prices and market conditions. *Journal of Forest Economics*, Vol. 19, Issue 4, pp. 432–449.

Moiseyev, A., Solberga, B., Maarit, A., Kallio, I., Lindnerc, M. (2011) An economic analysis of the potential contribution of forest biomass to the EU RES target and its implications for the EU forest industries. *Journal of Forest Economics*, Vol. 17, Issue 2, pp 197–213.

Monroe, M., Oxarart, A. (2011) Woody biomass outreach in the southern United States: A case study. *Biomass and Bioenergy*, Vol 35, Issue 4, pp. 1465–1473.

Mourmouris C., Potolias, C. (2013) A multi-criteria methodology for energy planning and developing renewable energy sources at a regional level: A case study Thassos, Greece. *Energy Policy*, Vol. 52, pp. 522–530.

Μπριασούλη, Ε.1997. Δείκτες Αειφορίας: κριτική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας. Τόπος, σσ. 55-75.

Mvguez, J., Moran, J., Granada, E., Porteiro, J. (2012) Review of technology in small-scale biomass combustion systems in the European market. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 16, Issue 6, pp. 3867–3875.

Nikodinoska, N., Buonocore, E., Paletto, A., Franzese, P. (2016) Wood-based bioenergy value chain in mountain urban districts: An integrated environmental accounting framework. *Applied Energy*. In press.

Nishiguchi, T., Tabata, T. (2016) Assessment of social, economic, and environmental aspects of woody biomass energy utilization: Direct burning and wood pellets. *Renewable and Sustainable Energy Review s*, Vol. 57, pp. 1279–1286.

Pacesila, M., Burcea, S., Colesca, S. (2016) Analysis of renewable energies in European Union. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 56, pp. 156–170.

Payn, T., Carnus, J., Freer-Smith, P. (2015) Changes in planted forests and future global implications. *Forest Ecology and Management*, Vol. 352, pp. 57–67.

Petersen, J., Elbersen, B., Fritsche, U. (2014) Applying resource efficiency principles to the analysis of EU-27 bioenergy options by 2020 e Findings from a recent study for the European Environment Agency. *Biomass and Bio energy*, Vol. 65, pp. 170-182.

Plieninger, T., Thiel, A., Bens, O., Huttli, R. (2009) Pathways and pitfalls of implementing the use of woodfuels in Germany's bioenergy sector. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 33, Issue 3, pp.384–392.

REN21

Ristantia E., Yana, W. (2015) Lesson Learned from Government and Private-sponsored 'Woody Biomass' Project —case Study of Shimokawa and Hita. *Procedia Environmental Sciences*, Vol. 28, pp. 21–26.

Romagnoli, F., Barisa, A., Dzene, I., Blumberga, A. (2014) Implementation of different policy strategies promoting the use of wood fuel in the Latvian district heating system: Impact evaluation through a system dynamic model. *Energy*, Vol. 76, pp. 210–222.

Romagnoli, F., Barisa, A., Dzene, I., Blumberga, A. (2014) Implementation of different policy strategies promoting the use of wood fuel in the Latvian district heating system: Impact evaluation through a system dynamic model. *Energy*, Vol. 76, pp. 210–222.

Sartor, K., Quoilin, S., Dewallef, P. (2014) Simulation and optimization of a CHP biomass plant and district heating Network. *Applied Energy*, Vol.130, pp. 474–483.

Schwarzbauer, P., Stern, T. (2010) Energy vs. material: Economic impacts of a “wood-for-energy scenario” on the forest-based sector in Austria — A simulation approach. *Forest Policy and Economics*, Vol. 12, Issue 1, pp 31–38.

Schwarzbauer, P., Weinfurter, S., Stern, T., Koch, S. (2013) Economic crises: Impacts on the forest-based sector and wood-based energy use in Austria. *Forest Policy and Economics*, Vol. 27, pp. 13–22.

Serrano, C., Portero, H., Monedero, E. (2013) Pine chips combustion in a 50 kW domestic biomass boiler. *Fuel*, Vol. 111, pp. 564–573.

Shabani, N., Akhtari, A., Sowlati, T. (2013) Value chain optimization of forest biomass for bioenergy production: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 23, pp. 299–311.

Sharma, B., Ingalls, R., Jones, C., Khanchi, A. (2013) Biomass supply chain design and analysis: Basis, overview, modeling, challenges, and future. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 24, pp. 608–627.

Σκιάρδος, Γ. Κουτσούρης Α. 2004. Αειφορική Γεωργία και Ανάπτυξη. Αθήνα: Εκδόσεις Ζυγός.

Srirangan, K, Akawi, L., Moo-Young, M., Chou C., (2012) Towards sustainable production of clean energy carriers from biomass resources. *Applied Energy*, Vol. 100, pp. 172–186.

Stasko, T., Conrado, R., Wankerl, A., Labatut, R. (2011) Mapping woody-biomass supply costs using forest inventory and competing industry data. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 35, Issue 1, pp. 263–271.

Stidham, M., Simon-Brown, V. (2011) Stakeholder perspectives on converting forest biomass to energy in Oregon, USA. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 35, Issue 1, pp. 203–213.

Sunde, K., Brekke, A., Solberg, B. (2011) Environmental impacts and costs of woody Biomass-to-Liquid (BTL) production and use — A review. *Forest Policy and Economics*, Vol. 13, Issue 8, pp. 591–602.

Thomas Kohl, T., Laukkanen, T., Jorvinen, M., Fogelholm, C. 2013 Energetic and environmental performance of three biomass upgrading processes integrated with a CHP plant. *Applied Energy*, Vol. 107, pp.124–134.

Tsoutsos, T., Papadopoulou, E., Katsiri, A., Papadopoulos, A. (2008) Supporting schemes for renewable energy sources and their impact on reducing the emissions of greenhouse gases in Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 12, pp. 1767–1788.

Vallios, I., Tsoutsos, T., Papadakis, G. (2009) Design of biomass district heating systems. *Biomass and Bioenergy*, Vol 33, Issue 4, pp. 659–678.

Vassilev, S., Vassileva, C., a, Vassilev, V. (2015) Advantages and disadvantages of composition and properties of biomass in comparison with coal: An overview. *Fuel*, Vol. 158, pp. 330–350.

Vassilev, S. Baxter, D., Andersen, L., Vassileva, C. (2010) An overview of the chemical composition of biomass. *Fuel*, Vol. 89, Issue 5, pp. 913–933.

Vassilev, S., Baxter, D Andersen, L., Vassileva, C., Morgan, T. (2012) An overview of the organic and inorganic phase composition of biomass. *Fuel*, Vol. 94, pp. 1–33.

Verkerk, P., Anttila, P., Eggersa, J., Lindnera, M., Asikainenb, A. (2011) The realisable potential supply of woody biomass from forests in the European Union. *Forest Ecology and Management*, Vol 261, Issue 11, pp. 2007–2015.

Verkerk, P., Levers, C., Kuemmerle, T. (2015) Mapping wood production in European forests. *Forest Ecology and Management*, Vol. 357, pp. 228–238.

Villeneuve, J., Palacios, J., Savoie, P., Godbout, S. (2012) A critical review of emission standards and regulations regarding biomass combustion in small scale units (<3 MW). *Bioresource Technology*, Vol 111, pp. 1–11,

Williams, A., Jones, J., Ma, L., Pourkashanian, M. (2012) Pollutants from the combustion of solid biomass fuels. *Progress in Energy and Combustion Science*, Vol.38, Issue 2, pp 113–137.

Wilnhammer, M., Rothe, A., Weis, W., Wittkopf, S. (2012) Estimating forest biomass supply from private forest owners: A case study from Southern Germany. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 47, pp. 177–187.

Wit, M., Faaij, A. (2010) European biomass resource potential and costs. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 34, Issue 2, pp. 188–202.

Zografidou, E., Petridis, K., Arabatzis, G., Dey, P. (2016) Optimal design of the renewable energy map of Greece using weighted goal-programming and data envelopment analysis. *Computers & Operations Research*, Vol. 66, pp. 313–326.

European Union, Climate and Energy Package,
http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm,

<http://www.eurobserv-er.org/>

<http://ec.europa.eu/eurostat>

<http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/>

<http://www.iea.org/>

<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/biomass>

<http://www.fao.org/forestry/fra/41256/en/>

http://ec.europa.eu/environment/forests/index_en.htm

<http://www.biomassfutures.eu/>

<http://www.globalbioenergy.org/>

<http://www.iucn.org/>

<http://www.cres.gr/services/istos.chtm?prnbr=24773&locale=el>

http://ec.europa.eu/greece/news/2015/20150616_ananeosimes_piges_energeias_el.htm

<http://www.agroenergy.gr/>

<http://www.teamenergy.gr/>

<https://dasarxeio.com/>

<http://www.biomasscounts.eu/get-the-facts/statistics/>

<http://www.minagric.gr/index.php/el/>

<http://www.swedishepa.se/>

European Climate Foundation, Roadmap 2050, www.roadmap2050.eu