



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (Δ.Π.Μ.Σ.)
"ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ"

**«Αξιοποίηση της βιομάζας σε νησιά: Η περίπτωση της
Λέσβου»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Κουρού Καλλιόπη

Επιβλέπων:

Μαμάσης Νικόλαος, Αναπληρωτής Καθηγητής

Περιβάλλον

και

Ανάπτυξη

Αθήνα, Οκτώβριος 2020

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ τον επιβλέποντα καθηγητή μου Μαμάση Νικόλαο. Η βοήθεια του ήταν πολύ σημαντική για την επιτυχή διεκπεραίωσή της όπως και η καθοδήγηση του σε όλα τα στάδια της εκπόνησής της. Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την στήριξη τους κατά την διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Περίληψη

Η Λέσβος, όπως και τα περισσότερα ελληνικά νησιά, δεν είναι διασυνδεδεμένα με το ηλεκτρικό δίκτυο της ηπειρωτικής χώρας, με συνέπεια να λειτουργούν τους πετρελαϊκούς σταθμούς ώστε να παράξουν την ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζονται. Το γεγονός αυτό δημιουργεί πολλές φορές πιέσεις στο ηλεκτρικό δίκτυο της ΔΕΗ ώστε να ανταποκριθεί στις ολοένα και αυξανόμενες ανάγκες που επιζητεί η κοινωνία. Τα καύσιμα που προμηθεύεται από την ηπειρωτική χώρα αλλά και από άλλες χώρες του εξωτερικού είναι συνήθως ορυκτά καύσιμα τα οποία είναι πολύ επιβαρυντικά για το περιβάλλον αλλά και πολύ κοστοβόρα. Η Λέσβος αποτελεί ιδανικό νησί για αξιοποίηση της βιομάζας της αφού έχει έναν πολύ μεγάλο αριθμό σε ελαιόδεντρα (6.054.848) τα οποία θα μπορούσαν να εκμεταλλευτούν ενεργειακά συνεισφέροντας στο δίκτυο του νησιού. Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει επίσης την βιομάζα που προέρχεται και από άλλες καλλιέργειες δέντρων και φυτών αλλά και την βιομάζα που παράγεται από τα οικόσιτα ζώα της Λέσβου. Τέλος, εκτός από την ηλεκτρική ενέργεια που υπολογίστηκε από την βιομάζα, θεωρήθηκε σημαντικό να υπολογιστεί και η θερμική ενέργεια που παράγεται από αυτή, καθώς με αυτό τον τρόπο γίνεται περαιτέρω εκμετάλλευση της ενέργειας.

Λέξεις κλειδιά: βιομάζα, ελαιόδεντρα, ηλεκτρική ενέργεια, θερμική ενέργεια

Abstract

Lesvos, as many of the Greek islands, is not connected with the mainland electricity grid. As a result electricity is produced from plants that are using oil fuel, in order to produce the energy that is required. This situation often creates pressure to the electrical grid of PPC (Public Power Corporation) in order to meet the growing demands of society. The fuels that are imported from mainland and other countries are usually fossil fuels which are very aggravating for the environment and also very expensive. Lesvos is an ideal island to utilize biomass because it has a big number of olive trees (6.054.848) that can be used for energy purposes. This thesis also examines the biomass that comes from other cultivations of trees and plants and the biomass that is produced from domestic animals. Last but not least, except from the electric power that is produced from biomass, it was considered important to calculate the thermal energy produced by it, because in that way further exploitation of the energy is achievable.

Key words: biomass, olive trees, electric energy, thermal energy

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	2
Περίληψη.....	3
Abstract	4
Εισαγωγή.....	10
1. Το νησί της Λέσβου	12
1.1 Γεωγραφικά – Διοικητικά στοιχεία	12
1.2 Πληθυσμιακά στοιχεία	13
1.3 Χαρακτηριστικά Λέσβου.....	14
1.4 Ελαιοτριβεία	15
1.5 Ιστορία.....	17
1.6 Οικονομία	20
1.7 Μετεωρολογικά δεδομένα.....	21
1.8 Γεωλογία	22
1.9 Απολιθωμένο δάσος Λέσβου.....	23
2. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στη Λέσβο	25
2.1 Γενικά	25
2.2 Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	26
2.3 Αιολική ενέργεια	28
2.4 Ηλιακή ενέργεια	32
2.5 Γεωθερμική ενέργεια.....	33
3. Ενέργεια από βιομάζα	36
3.1 Γενικά	36
3.2 Τι είναι η βιομάζα;	37
3.3 Πηγές της βιομάζας	38
3.4 Ιδιότητες της βιομάζας	40
3.5 Χρήσεις της βιομάζας.....	43
3.5.1 Παραγωγή θερμότητας με καύση.....	46
3.5.2 Παραγωγή θερμότητας με πυρόλυση	49
3.5.3 Παραγωγή θερμότητας με αεριοποίηση	50
3.6 Υποπροϊόντα ελαιοτριβείων	52
4. Η περίπτωση της Λέσβου.....	55
4.1 Γενικά	55
4.2 Καταγραφή βιομάζας στη Λέσβο.....	56

4.3 Υπολογισμός φυτικής βιομάζας	60
4.4 Υπολογισμός ζωικής βιομάζας.....	66
4.5 Συμπαγωγή ηλεκτρικής-θερμικής ενέργειας	69
5. Συμπεράσματα.....	71
Βιβλιογραφία	73

Περιεχόμενα Εικόνων

ΕΙΚΟΝΑ 1. ΧΑΡΤΗΣ ΛΕΣΒΟΥ	12
ΕΙΚΟΝΑ 2. ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΟΥ-ΑΛΕΥΡΟΜΥΛΟΥ ΘΕΟΔΟΣΙΑΔΗ ΣΤΗΝ ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	17
ΕΙΚΟΝΑ 3. ΑΠΟΛΙΘΩΜΕΝΟΙ ΚΟΡΜΟΙ ΚΩΝΟΦΟΡΩΝ ΔΕΝΔΡΩΝ ΣΤΟ ΠΑΡΚΟ ΤΟΥ ΑΠΟΛΙΘΩΜΕΝΟΥ ΔΑΣΟΥΣ	24
ΕΙΚΟΝΑ 4. ΣΤΑΘΜΟΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ	30
ΕΙΚΟΝΑ 5. ΗΛΙΑΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΛΕΣΒΟΥ	32
ΕΙΚΟΝΑ 6. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ.....	40
ΕΙΚΟΝΑ 7. ΧΡΗΣΕΙΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΑΝΑ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ	44
ΕΙΚΟΝΑ 8. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	45
ΕΙΚΟΝΑ 9. ΣΧΕΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ (CO ₂ , CO) ΜΕ ΤΗΝ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΣΟΜΠΕΣ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ.....	48
ΕΙΚΟΝΑ 10. ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΥΣΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....	49

Περιεχόμενα Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΔΗΜΟΥ ΛΕΣΒΟΥ ΣΕ ΟΜΑΔΕΣ ΗΛΙΚΙΩΝ 2011	13
ΠΙΝΑΚΑΣ 2. ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΣΒΟΥ	21
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΙΓΡΙΟΥ	28
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΙΔΙΩΤΙΚΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ	28
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΜΕΝΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΑΠΕ ΣΤΗ ΛΕΣΒΟ	34
ΠΙΝΑΚΑΣ 6. ΤΥΠΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	42
ΠΙΝΑΚΑΣ 7. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ ΤΗΣ ΔΕΗ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2013.....	56
ΠΙΝΑΚΑΣ 8. ΣΥΝΟΛΙΚΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ ΔΕΝΤΡΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	57
ΠΙΝΑΚΑΣ 9. ΕΙΔΗ ΔΕΝΤΡΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΑΣΕΙΣ	58
ΠΙΝΑΚΑΣ 10. ΑΡΟΤΡΑΙΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ (ΣΙΤΗΡΑ ΓΙΑ ΚΑΡΠΟ)	59
ΠΙΝΑΚΑΣ 11. ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΑ ΦΥΤΑ ΓΙΑ ΣΑΝΟ	59
ΠΙΝΑΚΑΣ 12. ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΑΜΠΕΛΙΩΝ	59
ΠΙΝΑΚΑΣ 13. ΣΥΝΟΛΙΚΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ ΟΙΚΟΣΙΤΩΝ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΛΕΣΒΟΥ	59
ΠΙΝΑΚΑΣ 14. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	60
ΠΙΝΑΚΑΣ 15. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΝΔΡΩΔΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	60
ΠΙΝΑΚΑΣ 16. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΥΝΗΤΙΚΗΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ GJ ΑΠΟ ΤΑ ΚΛΑΔΕΜΑΤΑ ΤΩΝ ΕΛΑΙΩΝΩΝ	61
ΠΙΝΑΚΑΣ 17. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΥΝΗΤΙΚΗΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ GJ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΥΡΗΝΑ ΤΩΝ ΕΛΑΙΩΝΩΝ	61
ΠΙΝΑΚΑΣ 18. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΥΝΗΤΙΚΗΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ GJ ΑΠΟ ΤΑ ΚΛΑΔΕΜΑΤΑ ΟΠΩΡΟΦΟΡΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ (Π.Χ. ΡΟΔΑΚΙΝΙΕΣ)	61
ΠΙΝΑΚΑΣ 19. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΥΝΗΤΙΚΗΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ GJ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΥΡΗΝΑ ΟΠΩΡΟΦΟΡΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ (Π.Χ. ΡΟΔΑΚΙΝΙΕΣ).....	62
ΠΙΝΑΚΑΣ 20. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΥΝΗΤΙΚΗΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ GJ ΑΠΟ ΤΑ ΚΛΑΔΕΜΑΤΑ ΟΠΩΡΟΦΟΡΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ (Π.Χ. ΑΚΤΙΝΙΔΙΑ)	62
ΠΙΝΑΚΑΣ 21. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΥΝΗΤΙΚΗΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ GJ ΑΠΟ ΤΑ ΚΕΛΥΦΗ ΔΕΝΤΡΩΝ (Π.Χ. ΑΜΥΓΔΑΛΙΕΣ).....	62
ΠΙΝΑΚΑΣ 22. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΥΝΗΤΙΚΗΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ GJ ΑΠΟ ΤΑ ΚΛΑΔΕΜΑΤΑ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ (Π.Χ. ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΕΣ)	63
ΠΙΝΑΚΑΣ 23. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΥΝΗΤΙΚΗΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ GJ ΑΠΟ ΤΑ ΑΧΥΡΑ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ	63
ΠΙΝΑΚΑΣ 24. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΥΝΗΤΙΚΗΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ GJ ΑΠΟ ΤΑ ΑΧΥΡΑ ΣΙΤΑΡΙΟΥ	64
ΠΙΝΑΚΑΣ 25. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΥΝΗΤΙΚΗΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ GJ ΑΠΟ ΤΑ ΑΧΥΡΑ ΒΡΩΜΗΣ.....	64
ΠΙΝΑΚΑΣ 26. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΥΝΗΤΙΚΗΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ GJ ΑΠΟ ΤΑ ΑΧΥΡΑ ΣΙΚΑΛΗΣ.....	64
ΠΙΝΑΚΑΣ 27. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΥΝΗΤΙΚΗΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ GJ ΑΠΟ ΤΑ ΚΛΑΔΕΜΑΤΑ ΑΜΠΕΛΙΩΝ	65
ΠΙΝΑΚΑΣ 28. ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΥΝΗΤΙΚΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΦΥΤΙΚΗ ΒΙΟΜΑΖΑ ΣΕ GJ	65
ΠΙΝΑΚΑΣ 29. ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΥΝΗΤΙΚΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΦΥΤΙΚΗ ΒΙΟΜΑΖΑ ΚΑΙ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	65
ΠΙΝΑΚΑΣ 30. ΤΕΛΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΘΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΘΕΙ ΑΠΟ ΦΥΤΙΚΗ ΒΙΟΜΑΖΑ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΥΤΗΣ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ	66
ΠΙΝΑΚΑΣ 31. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ	66
ΠΙΝΑΚΑΣ 32. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΖΩΙΚΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΣΕ MJ/YEAR.....	67
ΠΙΝΑΚΑΣ 33. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΖΩΙΚΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΣΕ GJ/YEAR ΚΑΙ ΣΕ GWH/YEAR	67

ΠΙΝΑΚΑΣ 34. ΤΕΛΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΘΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΘΕΙ ΑΠΟ ΖΩΙΚΗ ΒΙΟΜΑΖΑ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΥΤΗΣ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ	68
ΠΙΝΑΚΑΣ 35. ΤΕΛΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΘΑ ΠΑΡΑΧΘΕΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΒΙΟΜΑΖΑ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΥΤΗΣ ΣΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΟΥ ΝΗΣΙΟΥ	68
ΠΙΝΑΚΑΣ 36. ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ	70

Εισαγωγή

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει την βιομάζα που παράγει το νησί της Λέσβου τόσο την φυτική όσο και την ζωική. Σκοπός της διερεύνησης είναι να βρεθεί η ηλεκτρική και η θερμική ενέργεια που μπορεί να παράξει η βιομάζα και τι μέρος των ενεργειακών αναγκών της Λέσβου μπορεί να καλύψει.

Η επιλογή της νήσου Λέσβου έγινε επειδή αποτελεί ένα μεγάλο νησί το οποίο βρίσκεται μακριά από την ενδοχώρα και οι πηγές καυσίμων που χρειάζεται έρχονται με πλοία ώστε να καλυφτούν οι ενεργειακές της ανάγκες. Το γεγονός αυτό, δημιουργεί ανασφάλεια στο δίκτυο της ΔΕΗ κυρίως την χειμερινή και καλοκαιρινή περίοδο όπου η ζήτηση σε ηλεκτρική ενέργεια αυξάνεται πολύ και είναι συχνά τα φαινόμενα των διακοπών ρεύματος.

Η επιλογή της βιομάζας ως καύσιμο έγινε με γνώμονα τα ελαιόδεντρα που φύονται στο νησί καθώς καλύπτουν ένα πολύ μεγάλο μέρος της έκτασής του. Πολλά παραδείγματα από το παρελθόν φανερώνουν ότι η χρήση του πυρήνα της ελιάς ήταν σημαντικό καύσιμο για τους κατοίκους καθώς το χρησιμοποιούσαν για να θερμάνουν τους χώρους τους αλλά και για το μαγείρεμα. Στις μέρες μας βέβαια αυτό έχει αλλάξει και οι κάτοικοι όπως και το εργοστάσιο της ΔΕΗ χρησιμοποιούν συμβατικά καύσιμα για την εκτέλεση των δραστηριοτήτων τους. Έτσι, στο υπολογιστικό μέρος της εργασίας διερευνάται το ποσό της ενέργειας που παράγεται από τα ελαιόδεντρα (κλαδιά και πυρήνες) όπως επίσης και για άλλες καλλιέργειες φυτών, δέντρων και ζωικής βιομάζας.

Στα κεφάλαια που θα ακολουθήσουν θα γίνει αναφορά στα χαρακτηριστικά του νησιού όπως και για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την βιομάζα.

Συγκεκριμένα, στο κεφάλαιο 1 θα γίνει αναφορά στα χαρακτηριστικά της Λέσβου δηλαδή στα γεωγραφικά και διοικητικά στοιχεία, στα πληθυσμιακά, στα ελαιοτριβεία, την ιστορία, την οικονομία, τα μετεωρολογικά δεδομένα, τα γεωλογικά και για το απολιθωμένο δάσος που διατηρεί το νησί.

Στο κεφάλαιο 2 γίνεται αναφορά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που εκμεταλλεύεται το νησί κυρίως την αιολική και ηλιακή ενέργεια, ενώ παρουσιάζεται επίσης και η γεωθερμική ενέργεια του νησιού, η οποία θα μπορούσε να αξιοποιηθεί καθώς έχει πολλές γεωθερμικές πηγές με πολύ υψηλές θερμοκρασίες.

Στη συνέχεια στο κεφάλαιο 3 γίνεται μία εκτενής αναφορά για την βιομάζα, δηλαδή τις πηγές της, τις ιδιότητές της, τις χρήσεις της και το πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί ενεργειακά. Επίσης, στο κεφάλαιο αυτό γίνεται και μια αναφορά στα απόβλητα των ελαιοτριβείων και το πώς μπορούν να αξιοποιηθούν ώστε να μην επιβαρύνουν το περιβάλλον.

Το κεφάλαιο 4 αφορά το υπολογιστικό μέρος της εργασία στο οποίο πραγματοποιείται η καταγραφή της βιομάζας της Λέσβου (ζωικής και φυτικής) αλλά και ο υπολογισμός της ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας που μπορούν να συνεισφέρουν στο δίκτυο του νησιού. Τέλος, το κεφάλαιο 5 συγκεντρώνει τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εργασία όπως και τα οφέλη σε περίπτωση που αξιοποιηθεί η βιομάζα ως πηγή ενέργειας στο νησί της Λέσβου.

1. Το νησί της Λέσβου

1.1 Γεωγραφικά – Διοικητικά στοιχεία

Το νησί της Λέσβου βρίσκεται στο Βόρειο-Ανατολικό τμήμα του Αιγαίου πελάγους με έκταση 1633 km² και με ακτογραμμή 370 km, αποτελώντας το τρίτο μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας, μετά την Κρήτη και την Εύβοια και το έβδομο μεγαλύτερο της Μεσογείου (Pavlis, 2017). Απέχει 188 ναυτικά μίλια από τον Πειραιά, 218 ναυτικά μίλια από την Θεσσαλονίκη και 55 ναυτικά μίλια από την Χίο (Επιχειρησιακό πρόγραμμα Δήμου Λέσβου 2015-2019). Το νησί χωρίζεται από δύο στενά περάσματα από την ασιατική ακτή, με το ένα να βρίσκεται στο Βορρά μεταξύ της Μήθυμνας και του ακρωτηρίου της Τρώαδος στη Μικρά Ασία και το δεύτερο στο Νότο μεταξύ του ακρωτηρίου Αγριλιά και του αντίστοιχου μικρασιατικού. Η απόσταση από το ανατολικό της τμήμα το ακρωτήριο Μυστεγνών μέχρι το ακρωτήριο Σαρμουσάκ στη Μικρά Ασία απέχει μόλις 4,75 ναυτικά μίλια, πράγμα που φανερώνει την προνομιούχο θέση της αφού αποτελεί πέρασμα μεταξύ των παράλιων της Μικράς Ασίας και της υπόλοιπης Ελλάδας (Σιφναίου, 1996).



Εικόνα 1. Χάρτης Λέσβου

Πηγή: Επιχειρησιακό πρόγραμμα Δήμου Λέσβου 2015-2019

Επίσης, το νησί της Λέσβου αποτελείται από δυο πλούσιους σε αλιεύματα κόλπους αυτόν της Γέρας και της Καλλονής, με σχετικά μεγάλο βάθος και χωρίζουν το νησί σε τέσσερις χερσονήσους. Τη νότια, τη βόρεια, τη βορειοανατολική και τη νοτιοανατολική, όπου σε κάθε χερσόνησο δεσπόζει και μια οροσειρά. Η υψηλότερη είναι του Λεπέτυμνου με 969m ύψος, ακολουθεί ο Όλυμπος με 968m, η Αμαλή με 560m και ο Όρδυμνος. Περιμετρικά των οροσειρών εκτείνονται οι εύφορες κοιλάδες της Γέρας, Καλλονής, Ερεσού, Πέτρας και Μανταμάδου (Σιφναίου, 1996). Επίσης, το ανατολικό και το κεντρικό τμήμα του νησιού είναι πλούσιο σε βλάστηση όπου το καταλαμβάνουν ελαιώνες, καστανιές, πεύκα και πλατάνια. Γενικότερα, το νησί φιλοξενεί πλούσια πανίδα και χλωρίδα λόγω των ευνοϊκών συνθηκών που επικρατούν.

1.2 Πληθυσμιακά στοιχεία

Με βάση την τελευταία απογραφή της ΕΛΣΤΑΤ του 2011, ο μόνιμος πληθυσμός της Λέσβου είναι 86.436 κάτοικοι από τους οποίους το 50,72% (43.839) είναι γυναίκες και το 49,28% (42.597) είναι άνδρες. Η μέση ηλικία των κατοίκων του νησιού εκτιμάται στα 43,4 έτη, όπου στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1) παρουσιάζεται η αναλυτική κατανομή των ηλικιακών ομάδων του πληθυσμού.

Πίνακας 1. Κατανομή πληθυσμού Δήμου Λέσβου σε ομάδες ηλικιών 2011

Ομάδες Ηλικιών	Άτομα	Ποσοστό Πληθυσμού
0-9 ετών	8.364	9,68%
10-19 ετών	8.605	9,96%
20-29 ετών	10.615	12,28%
30-39 ετών	11.845	13,70%
40-49 ετών	11.533	13,34%
50-59 ετών	9.816	11,36%
60-69 ετών	10.061	11,64%
70+ ετών	15.597	18,04%
Σύνολο	86.436	100,00%

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ (Απογραφή 2011)

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζονται τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του Δήμου Λέσβου, όπου τα μεγαλύτερα ποσοστά φαίνεται να επικρατούν κυρίως στις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες και συγκεκριμένα στην ηλικιακή ομάδα 70+ όπου αποτελεί το 18,04% του πληθυσμού. Επίσης, οι ηλικιακές ομάδες (30-39) και (40-49) έχουν τα αμέσως επόμενα

μεγαλύτερα ποσοστά όπως 13,70% και 13,34%, αντίστοιχα. Ακολουθεί η ηλικιακή ομάδα (20-29) με ποσοστό 12,28% και στη συνέχεια ακολουθούν οι ηλικιακές ομάδες (50-59) και (60-69) με ποσοστά 11,36% και 11,64%, αντίστοιχα. Τέλος, οι ηλικιακές ομάδες με τα μικρότερα ποσοστά είναι οι (0-9) και (10-19) με ποσοστά 9,68% και 9,96%, αντίστοιχα. Συμπερασματικά, η δημογραφική φυσιογνωμία του πληθυσμού θα χαρακτηριζόταν κυρίως από την ύπαρξη μεγαλύτερων ηλικιακών ομάδων σε σχέση με τα ποσοστά που αποτελούν τις νεότερες ηλικιακές ομάδες.

1.3 Χαρακτηριστικά Λέσβου

Το πολύμορφο έδαφος που διαθέτει το νησί όπως οι ακτές, οι λόφοι, τα βουνά αλλά και ο τεκτονικός χαρακτήρας και η γεωποικιλότητα, το ήπιο Μεσογειακό κλίμα και η πλούσια ποικιλία οικοσυστημάτων σε συνδυασμό με την συνεχή επίδραση του ανθρώπου από την προϊστορία μέχρι σήμερα, σχηματίζει το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον του νησιού. Συγκεκριμένα, απολιθώματα ηφαιστειών, θερμές πηγές, σπηλιές, καταρράκτες, ποικιλία σε χλωρίδα και πανίδα, αρχαϊκά, βυζαντινά και πιο πρόσφατα ευρήματα συνθέτουν το πολιτισμικό κομμάτι του νησιού. Επίσης, τα κάστρα, οι εκκλησίες, τα μοναστήρια αποτελούν σημαντικά στοιχεία που διαμορφώνουν το πολιτισμικό τοπίο της Λέσβου (Pavlis, 2017).

Το νησί της Λέσβου έχει χαρακτηριστεί ως παγκόσμιο γεωπάρκο της UNESCO και αποτελεί διεθνή προορισμό οικοτουριστών και παρατηρητών πουλιών. Μερικά διακριτά χαρακτηριστικά του τοπίου της Λέσβου είναι τα ερείπια που προέρχονται από την ηφαιστειακή δραστηριότητα του παρελθόντος, η τοπική χλωρίδα και πανίδα που περιλαμβάνει είδη τόσο της Ανατολής όσο και της Δύσης (λόγω του κατακερματισμού και της βύθισης της Αιγίδας το 10.000 π.Χ., όταν η Λέσβος ήταν μέρος της Μικράς Ασίας), η ποικιλία των οικοσυστημάτων, τα πουλιά, οι μέλισσες, τα αγριολούλουδα και η πλούσια πολιτιστική κληρονομιά (Pavlis, 2017).

Όσον αφορά την βλάστηση που επικρατεί στο νησί χωρίζεται στις παρακάτω κατηγορίες: α) τη ζώνη της ελιάς, η οποία καλύπτει το νοτιοανατολικό τμήμα του νησιού και εισέρχεται προς το κέντρο του, β) τη ζώνη των πευκώνων στο κέντρο του νησιού όπου τα εδάφη χαρακτηρίζονται φτωχά, γ) τη ζώνη με τις βαλανιδιές όπου καλύπτει το βόρειο και βορειοδυτικό κομμάτι του νησιού και δ) τις ορεινές περιοχές όπου φιλοξενούνται καστανιές, μηλιές, κερασιές κλπ (Σιφναίου, 1996).

Η καλλιέργεια της ελιάς είναι μια πολύ χαρακτηριστική καλλιέργεια που επικρατεί έντονα στο νησί τα τελευταία 200 με 250 χρόνια, όπως επίσης αποτελεί ένα πολύ σημαντικό στοιχείο του τοπίου της Λέσβου. Το δυτικό τμήμα της Λέσβου είναι βραχώδες με έντονη την

παρουσία της ηφαιστειακής δραστηριότητας και την ύπαρξη πολλών απολιθωμένων πετρωμάτων. Η δυτική Λέσβος είναι ιδανική για ποικιλία χρήσεων όπως την εκτροφή προβάτων, από την άλλη μεριά όμως η φυτοκάλυψη είναι μικρή όπως και οι βροχοπτώσεις. Η ποικιλία των οικοσυστημάτων προσφέρει καταφύγιο σε έναν μεγάλο αριθμό φυτών, πουλιών, θηλαστικών, ερπετών, αμφίβιων πολλά από αυτά σπάνια και προστατευόμενα. Υπάρχουν περισσότερα από 200 είδη πουλιών, 550 είδη μελισσών, 45 διαφορετικά είδη από λιβελούλες, 100 είδη ορχιδέων κλπ. Υπάρχει επίσης μια μεγάλη ποικιλία σε αγριολούλουδα, μανιτάρια, αρωματικά και θεραπευτικά βότανα κυρίως στο βουνό Όλυμπος. Αξίζει να σημειωθεί ότι το ένα τρίτο των υγροτόπων του Αιγαίου βρίσκεται στη Λέσβο όπου υπάρχουν 54 φυσικοί υγρότοποι και 6 τεχνητοί. Από την άλλη μεριά, μεγάλη απειλή για τα οικοσυστήματα της Λέσβου αποτελούν η ρύπανση του νερού, του εδάφους και του αέρα, οι κατασκευές που δεν προσαρμόζονται με βάση το σχέδιο πόλεως, οι ανεξέλεγκτες χωματερές, οι φωτιές, η παράνομη αλίευση και το κυνήγι (Pavlis, 2017).

1.4 Ελαιοτριβεία

Η Λέσβος μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα απέραντο δάσος ελιάς, κατέχοντας τα πρωτεία στην παραγωγή ελαιολάδου στην Ελλάδα. Μπορεί να επιβεβαιωθεί από την ύπαρξη ελαιόδεντρων από τις παραλιακές περιοχές μέχρι και τις υψηλότερες, τα βουνά της. Είναι γεγονός ότι από τα μέσα του 18^{ου} αιώνα οι κάτοικοι της Λέσβου μετέτρεψαν σε μονοκαλλιέργεια την καλλιέργεια της ελιάς ξεριζώνοντας πολλές φορές πευκόφυτες περιοχές ή και τα αμπέλια που καλλιεργούσαν εκείνη την εποχή με ελαιόδεντρα. Το δέσιμο των κατοίκων με την καλλιέργεια της ελιάς είναι πολύ έντονο και σήμερα, καθώς εξακολουθεί να καλλιεργείται ως βασικό προϊόν παραγωγής του νησιού και πολλές φορές εις βάρος του, αφού αρκετά προϊόντα πρέπει να εισάγονται. Παρόλα αυτά μπορεί να πει κανείς πως η ελιά για το νησί της Λέσβου αντιπροσωπεύει την παράδοση, την κουλτούρα και την ιστορία του τόπου (Σηφουνάκης, 1986).

Έτσι, από τα μέσα του 18^{ου} αιώνα κτίζονται τα πρώτα εργοστάσια για την έκθλιψη της ελιάς τα οποία συνοδεύονται και από την δημιουργία των σαπωνοποιείων. Γενικότερα, εκείνη την εποχή η βιομηχανία του νησιού ήταν αρκετά ανεπτυγμένη καθώς πέρα από τα ελαιουργία και σαπωνοποιεία λειτουργούσαν πολλά βυρσοδεψεία, αλευροποιία, πυρηνελαιουργεία αλλά και ένα νηματουργείο, μηχανουργείο και υφαντουργείο. Συνάμα το εμπόριο ανθίζει και η οικονομία του νησιού βελτιώνεται. Αυτό γίνεται φανερό από τα πανάκριβα νεοκλασικά κτήρια που έφτιαζαν στην Μυτιλήνη, στην Αγία Παρασκευή, στο Πλωμάρι, στον Πολιχίτο

και αλλού οι έμποροι επηρεαζόμενοι από την αρχιτεκτονική εκτός του ελλαδικού χώρου (Σηφουνάκης, 1986).

Ένας από τους παλαιότερους τρόπους που εφαρμόζαν οι κάτοικοι της Λέσβου για την παραγωγή ελαιολάδου ήταν η χρήση μιας ρηχής λεκάνης από πέτρα όπου έριχναν τις ελιές μέσα και τις πατούσαν με έναν ξύλινο κόπανο και έβγαζαν ένα πολτό. Τον πολτό αυτόν στη συνέχεια τον στράγγιζαν και έβγαине το λάδι. Η συγκεκριμένη μέθοδος ήταν αρκετά κουραστική και δεν έφερνε μεγάλη παραγωγή. Έτσι, καθώς περνούσαν τα χρόνια και βελτίωναν τα μηχανήματα που χρησιμοποιούσαν, δημιούργησαν τα πρώτα λιοτρίβια τα οποία είχαν χειροκίνητο και αργότερα ζωοκίνητο λιόμυλο. Με αυτό τον τρόπο ήταν πιο εύκολη η παραγωγή του ελαιόλαδου όπου πέρα από την εκμετάλλευση του λαδιού, εκμεταλλεύονταν το υπόλειμμα που έμενε (πυρήνας) προς κάψιμο (Σηφουνάκης, 1986). Επίσης, δυο ακόμη μέθοδοι σύνθλιψης του καρπού της ελιάς ήταν με την χρήση ενός ξύλινου γουδιού στο οποίο έριχναν τις ελιές και με το γουδοχέρι γινόταν η σύνθλιψη τους. Ο δεύτερος τρόπος σύνθλιψης της ελιάς ήταν με την χρήση μιας επίπεδης λίθινης επιφάνειας όπου έριχναν τις ελιές επάνω και με τη βοήθεια μιας κυλινδρικής πέτρας που κινούνταν επάνω τους έβγαζαν το λάδι (Κιουρέλλης, χ.χ.).

Οι επιρροές που έχουν δεχθεί τα βιομηχανικά κτίσματα είναι από την Πρώτη Βιομηχανική Επανάσταση και τον Νεοκλασικισμό με στοιχεία από τα αγγλικά βιομηχανικά κτίσματα. Έτσι, στα τέλη του 19^ο αιώνα κτίζονται από Ρωμιούς μάστορες τα βιομηχανικά κτίσματα στη Λέσβο με φανερά τα στοιχεία της αγγλικής αρχιτεκτονικής (βλέπε εικόνα 2). Αξίζει να σημειωθεί ότι η τεχνογνωσία και η αρχιτεκτονική της Λέσβου ήταν ίδια με εκείνη της Μικράς Ασίας (Αϊβαλή, Σμύρνη) πράγμα που υποδηλώνει την κινητικότητα και την επιρροή που ασκούσαν οι δύο λαοί μεταξύ τους (Σηφουνάκης, 1986).



Εικόνα 2. Αεροφωτογραφία του Ελαιοτριβείου-Αλευρόμυλου Θεοδοσιάδη στην Αγ. Παρασκευή

Πηγή: (Σηφουνάκης, 1986)

1.5 Ιστορία

Η ιστορία της Λέσβου ξεκινά από τον εποικισμό της, δηλαδή την Νεολιθική εποχή η οποία έλαβε χώρα από το 8000 π.Χ. και μετά, από μεσογειακούς πληθυσμούς όπως Πελασγούς, Λέλεγες και Τυρρηνούς. Στους πληθυσμούς αυτούς προστέθηκαν αργότερα (στο τέλος της Νεολιθικής εποχής το 2500 π.Χ.) ασιατικές φυλές όπως οι Κάρες και στη συνέχεια οι Αχαιοί το 1900 π.Χ. οι οποίοι ήρθαν στο νησί είτε από την Στερεά Ελλάδα είτε από την Μικρά Ασία μέσω Θράκης. Επίσης, ένα ακόμη ρεύμα μετακίνησης πληθυσμού πραγματοποιήθηκε από τους Αιολείς το 1400 π.Χ. οι οποίοι έρχονταν από την Θεσσαλία και την Βοιωτία κυρίως για εμπορικούς σκοπούς όπου δημιουργούνται στη συνέχεια προστριβές με τους ντόπιους πληθυσμούς του νησιού. Έτσι, μέχρι το 1000 π.Χ. στην Λέσβο παρατηρούνται κατά κύριο λόγο μεσογειακές φυλές, ασιατικές και βορειοαλπικές (Αχαιοί, Αιολείς).

Για την προϊστορική εποχή της Λέσβου δεν υπάρχουν επαρκείς πληροφορίες αλλά η εύρεση χειροποίητων αγγείων από πηλό μαρτυρά την ύπαρξη βοσκών σε πολλές περιοχές του νησιού. Συγκεκριμένα, φαίνεται να προτιμούσαν την εγκατάστασή τους σε περιοχές κοντά στη θάλασσα για λόγους αλιείας, επικοινωνίας και εμπορίου. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η εγκατάσταση των κατοίκων στα παράλια του κόλπου Καλλονής καθώς οι συνθήκες που επικρατούσαν όπως το κλίμα, η πλούσια χλωρίδα και πανίδα και η προστασία των παράλιων περιοχών από τους βόρειους ανέμους δημιουργούσαν τις ιδανικές συνθήκες.

Επίσης, την πρώιμη περίοδο της Χαλκοκρατίας (2800 – 2000 π.Χ.) λέγεται πως ο πολιτισμός στο νησί ήταν αρκετά εξελιγμένος καθώς οι επιρροές από τα νησιά του Βορείου Αιγαίου αλλά και την Τροία ήταν σημαντικές.

Κατά την διάρκεια της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας η Λέσβος δεν έμεινε ανεπηρέαστη από τα γεγονότα που εκτυλίσσονταν στον υπόλοιπο ελλαδικό χώρο. Συγκεκριμένα, η φιλοσοφία, οι τέχνες και η αρχιτεκτονική της διατηρούν τα κλασικά και μετακλασικά στοιχεία των προηγούμενων αιώνων στις αρχές της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας. Επίσης, οι κάτοικοι της Λέσβου τους πρώτους αιώνες της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας δεν ήταν ταγμένοι στο πλευρό των Ρωμαίων χωρίς βέβαια να δημιουργούν έντονες αντιπαραθέσεις μαζί τους. Κατά την διάρκεια των επόμενων αιώνων υπήρξε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο λαών και παρατηρείται ότι η τέχνη, η ποίηση και η αρχιτεκτονική υφίστανται παρακμή, δηλαδή αποκτούν νέα μορφή πιο περίεργη και προχειροφτιαγμένη. Τέλος, τον 1^ο και 2^ο αιώνα μ.Χ. εμφανίζεται στη Λέσβο ο Χριστιανισμός, που δεν υιοθετήθηκε γρήγορα καθώς στα χωριά και στην ύπαιθρο επικρατούσαν ακόμα Παγανιστικού τύπου συνήθειες-αντιλήψεις. Από τον 5^ο αιώνα παρατηρείται η αποδοχή του Χριστιανισμού και η εμφάνιση των πρώτων ναών.

Με το τέλος της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας έρχεται το Βυζαντινό κράτος (324-1355 μ.Χ.) όπου αποτελεί συνέχεια του Ρωμαϊκού, με την Μικρά Ασία να είναι πλέον το κέντρο του πολιτικού γίνεσθαι. Συγκεκριμένα, η Λέσβος δεν έμεινε ανεπηρέαστη από τα γεγονότα που διαδραματίστηκαν, αλλά δεν πρωταγωνίστησε στις εξελίξεις εκείνης της εποχής. Κατά την Μεσοβυζαντινή περίοδο το Βυζάντιο βιώνει τόσο κρίσιμες καταστάσεις για την επιβίωση του (8^{ος} αιώνας) αλλά και ακμάζουσες μετά το τέλος του 8^{ου} αιώνα μέχρι τον 11^ο. Η Λέσβος διαδραματίζει έναν δευτερεύοντα ρόλο στις εξελίξεις των γεγονότων όπως επιδρομές Ρώσων και Σαρακηνών, κινήματα και ανταρσίες, εξορίες επισήμων, ληστρικές επιδρομές με τους Λέσβιους κατοίκους να μένουν αμέτοχοι και αδιάφοροι σε αυτά τα γεγονότα καθώς οι συνθήκες επιβίωσης, οι βαριές φορολογίες και οι φυσικές καταστροφές τους καθιστούν κουρασμένους ψυχολογικά για να αμυνθούν. Η υστεροβυζαντινή περίοδος (1071-1355 μ.Χ.) χαρακτηρίζεται από επιδρομές Τούρκων και Δυτικών οι οποίοι λόγω των προνομίων που τους έχουν παραχωρηθεί γίνονται πολύ επικίνδυνοι. Έτσι, καταλύεται η Βυζαντινή αυτοκρατορία και η μοίρα των ανατολικών νησιών όπως και της Λέσβου πέφτει στα χέρια των Τούρκων, των Βενετών και των Γενοβέζων.

Τους τρεις τελευταίους αιώνες της Βυζαντινής αυτοκρατορίας, αιώνες παρακμής για το Βυζάντιο, οι Αυτοκράτορες εκείνης της περιόδου δεν κατάφεραν να διοικήσουν αποτελεσματικά το Βυζαντινό κράτος με συνέπεια οι πιο απομακρυσμένες περιοχές και τα νησιά να πέφτουν στα χέρια των Φράγκων, των Τούρκων και των πειρατών. Το Βυζάντιο για να σταματήσει τον επεκτατισμό των Τούρκων έδωσε πολλά δικαιώματα στους Δυτικούς.

Έτσι, ο πρώτος Γενουάτης που πήρε στην κατοχή του την Λέσβο ήταν ο Φραγκίσκος Γατελούζος το 1355 μ.Χ.. Οι Γατελούζοι κυβέρνησαν την Λέσβο πάνω από 100 χρόνια, αλλά η επιρροή τους ήταν περισσότερο θετική παρά αρνητική. Η πολιτική που ασκούσαν ήταν διαφορετική στη Λέσβο σε σχέση με τις άλλες γενοβέζικες παροικίες και οι διαθέσεις τους απέναντι στους Έλληνες ήταν ευνοϊκές. Τους είχαν παραχωρήσει θρησκευτική ελευθερία και συνθήκες ασφάλειας και άνετης ζωής καθώς τους προστάτευαν από τους επιδρομείς (πειρατές, Τούρκους). Τους ενδιέφερε περισσότερο να διασφαλίσουν τα οικονομικά τους συμφέροντα παρά να εδραιώσουν την εξουσία τους. Το εμπόριο, η γεωργία και η κτηνοτροφία είχαν αναπτυχθεί αρκετά με συνέπεια το νησί να είναι αυτάρκες και να εξάγει τα προϊόντα του στη Γένοβα.

Το 1462 ο Μωάμεθ Β΄ κάνει εκστρατεία για την κατάκτηση της Λέσβου όπου και την υποδουλώνει, με άρχοντα της Λέσβου τον γενουάτη Νικόλαο Γατελούζο. Τα επόμενα χρόνια που ακολούθησαν ήταν πολύ δύσκολα για τους κατοίκους της Λέσβου καθώς η τρομοκρατία, η αφαίρεση των όπλων από τους Έλληνες, ο φανατισμός και η αγριότητα των Τούρκων βύθισαν το νησί στην ανέχεια. Το 1821 όταν έγινε η ελληνική επανάσταση, το νησί της Λέσβου δεν κατάφερε να συντονιστεί με τα υπόλοιπα μέρη της Ελλάδας για την ελευθερία του καθώς η γεωγραφική του θέση δεν του το επέτρεπε, με συνέπεια η απελευθέρωση του να αργήσει να έρθει. Η απελευθέρωση του νησιού πραγματοποιήθηκε στις 8 Νοεμβρίου του 1912 αφού ο στρατός του ήταν αρκετά ισχυρός και οι συνθήκες κατάλληλες για να επαναστατήσουν (Τζιμής Σ. κ.α., 1995).

1.6 Οικονομία

Η τοπική οικονομία του νησιού βασίζεται στην γεωργία, ενώ μια μεγάλη μερίδα του πληθυσμού ασχολείται με το χονδρικό και το λιανικό εμπόριο. Επίσης, βασικές ασχολίες του νησιωτικού πληθυσμού είναι οι κατασκευές, η δημόσια διοίκηση και ο τουρισμός.

Η αγροτική παραγωγή περιλαμβάνει την κτηνοτροφία, την αλιεία και κατά κύριο λόγο την καλλιέργεια ελαιόδεντρων τα οποία έχουν μεγάλη ιστορία από την αρχαιότητα και συγκεκριμένα πριν από 200 με 250 χρόνια, όπου και έγινε πιο εντατική η καλλιέργεια τους. Κατά την διάρκεια των προηγούμενων δύο αιώνων η οικονομία του νησιού και η καθημερινότητα των ανθρώπων περιστρέφονταν γύρω από την καλλιέργεια των ελιών. Μερικές από τις ασχολίες-συνήθειες των ανθρώπων ήταν η οικογενειακή γεωργία, η ομαδική εργασία, οι συνεταιρισμοί, η μεταποίηση σε ελαιοτριβεία, οι περιφράξεις των χωραφιών, οι αγροτικές κατασκευές, η δημιουργία εκκλησιών, οι εκδηλώσεις σχετικές με την παραγωγή των ελιών και οι τοπικοί τεχνίτες που δούλευαν με το ξύλο της ελιάς (Pavlis, 2017).

Από την άλλη μεριά ο τουρισμός υποστηρίζεται από μικρές οικογενειακές επιχειρήσεις και μικρά ξενοδοχεία σε συνδυασμό με εστιατόρια, ταβέρνες και καφέ. Παρόλη την φυσική και πολιτιστική ομορφιά που παρέχει το νησί, η τουριστική περίοδος είναι μικρή (1-2 μήνες τουριστικής σεζόν). Αυτό συμβαίνει επειδή δεν υπάρχουν οι κατάλληλες υποδομές όπως μεγάλες ξενοδοχειακές μονάδες αλλά και χαμηλή ποιότητα στις υπηρεσίες. Σήμερα, παρόλο που έχουν αποφευχθεί μεγάλες καταστροφές των οικοσυστημάτων όπως και ο αρχιτεκτονικός χαρακτήρας του νησιού έχει διατηρηθεί, υπάρχει μια γενική αποτυχία προστασίας και χρήσης των πόρων που παρέχει το νησί για την ανάπτυξη του (π.χ. στην παραγωγή, στις τέχνες, βιοποικιλότητα, πολιτιστική κληρονομιά, τοπία). Ο τουρισμός και η αγροτική ανάπτυξη δεν βασίζονται σε μια ολοκληρωμένη στρατηγική δράσης ώστε να υπάρχει κοινή γεωργική πολιτική, χωροταξικό σχέδιο, διατήρηση και διαχείριση του περιβάλλοντος και αξιοποίηση των φυσικών και πολιτιστικών πόρων (Pavlis, 2017).

1.7 Μετεωρολογικά δεδομένα

Το κλίμα που επικρατεί στη Λέσβο είναι ήπιο Μεσογειακό, με ήπιους χειμώνες και σπάνια φαινόμενα παγετού. Οι καλοκαιρινοί μήνες χαρακτηρίζονται ξηροί και θερμοί με έντονη ηλιοφάνεια καθόλη την διάρκεια του καλοκαιριού και η μέση ετήσια θερμοκρασία που επικρατεί είναι 17,6°C. Ο ψυχρότερος μήνας είναι ο Ιανουάριος, με μέση θερμοκρασία τους 9,4°C και ο θερμότερος είναι ο Ιούλιος, με μέση θερμοκρασία τους 26,5°C. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία που παρατηρείται τον μήνα Ιανουάριο είναι 12,1°C και η μέση μέγιστη θερμοκρασία τον μήνα Ιούλιο είναι 30,4°C. Αντίστοιχα, η μέση ελάχιστη θερμοκρασία που παρατηρείται τον μήνα Ιανουάριο είναι 6,7°C και η μέση ελάχιστη τον μήνα Ιούλιο είναι 21,6°C. Να σημειωθεί επίσης ότι η ελάχιστη θερμοκρασία που έχει παρατηρηθεί είναι -4,4°C τον μήνα Ιανουάριο και η μέγιστη που έχει παρατηρηθεί είναι 40°C τον μήνα Ιούλιο.

Η μέση ετήσια βροχόπτωση που έχει καταγραφεί είναι τα 649,8mm, με ξηρότερο μήνα τον Ιούλιο και ύψος βροχής τα 2,3mm και βροχερότερο μήνα τον Δεκέμβριο με ύψος βροχής τα 141,3mm. Η σχετική υγρασία κυμαίνεται από 71,7% το μήνα Δεκέμβριο έως και 55,8% τον μήνα Ιούλιο.

Οι άνεμοι που επικρατούν κυρίως στο νησί της Λέσβου είναι οι βόρειοι με ποσοστό εμφάνισης 25,2% και ακολουθούν με μικρότερα ποσοστά οι νοτιοδυτικοί (13,9%) και οι νότιοι (11,6%) άνεμοι. Οι εντάσεις των ανέμων κυμαίνονται συνήθως από 1 έως και 6 Beaufort και σπάνια αγγίζουν τα 8 και άνω Beaufort. Επίσης, από τον Νοέμβριο έως και τον Φεβρουάριο οι κύριοι άνεμοι που πνέουν είναι νότιοι με ποσοστό εμφάνισης από 19,5% έως και 22,5%. Από την άλλη μεριά, η πτώση χιονιού δεν συναντάται τακτικά στο νησί όπως και η χαλαζόπτωση (Επιχειρησιακό πρόγραμμα Δήμου Λέσβου 2015-2019). Στον πίνακα 2 καταγράφονται οι μέσες κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στη Λέσβο την τελευταία 10ετία.

Πίνακας 2. Κλιματολογικές συνθήκες Λέσβου

Μήνας	Ύψος Βροχής (mm)	Ηλιοφάνεια (h)	Ελάχιστη – Μέγιστη Θερμοκρασία (°C)	Μέση Θερμοκρασία (°C)
Ιανουάριος	80,4	120,4	0,8 - 16,8	8,9
Φεβρουάριος	94,6	132,6	0,0 - 17,5	8,9
Μάρτιος	79,2	192,2	1,4 - 20,6	11,0
Απρίλιος	43,8	248,4	5,9 - 25,6	15,5
Μάιος	16,1	299,4	10,6 - 30,5	20,4

Ιούνιος	1,5	357,8	16,5 - 35,0	25,1
Ιούλιος	1,0	390,2	18,8 - 35,3	26,5
Αύγουστος	2,1	365,6	18,2 - 36,5	26,8
Σεπτέμβριος	13,5	296,8	14,4 - 33,1	23,6
Οκτώβριος	25,5	224,2	11,2 - 22,0	19,4
Νοέμβριος	87,7	141,2	4,2 - 22,0	13,1
Δεκέμβριος	112,4	96,4	2,2 - 18,5	11,1

Πηγή: Ε.Μ.Υ.

1.8 Γεωλογία

Η γεωλογική, γεωμορφολογική και κλιματική διάσταση που συνθέτουν το τοπίο της Λέσβου αφορά το έδαφος και τους εδαφικούς σχηματισμούς οι οποίοι διαμορφώνουν το τοπίο και έχουν άμεση επιρροή σε αυτό. Το γεωλογικό δυναμικό της Λέσβου είναι εμφανές σε διαφορετικά μέρη του νησιού όπως από απολιθώματα ζώων και φυτών από την ηφαιστειακή δράση, από σπηλιές και καρστικούς σχηματισμούς, καταρράκτες, θερμές πηγές, αρχαία λατομεία τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για επιστημονικούς, εκπαιδευτικούς και τουριστικούς σκοπούς (Pavlis, 2017).

Επίσης, η Λέσβος είναι γνωστή για το απολιθωμένο δάσος που φιλοξενεί σε μια έκταση 15.000 εκταρίων και περιέχει τόσο απολιθωμένα φυτά όσο και ένα πολύ καλά διατηρημένο αυτόχθον δάσος μέσα στα ηφαιστειακά πετρώματα της περιοχής. Αποτελεί ένα οικοσύστημα μεγάλου γεωλογικού ενδιαφέροντος και μεγάλης επιστημονικής σημασίας καθώς περιέχει πλούσια σε ιστορία γεωλογικά ευρήματα τα οποία συνεισφέρουν στην ανάπτυξη-διαμόρφωση του Αιγαίου τα τελευταία 20 εκατομμύρια χρόνια (Pavlis, 2017).

Αξίζει να αναφερθεί ο διαχωρισμός του νησιού σε δυο περιοχές της βορειοδυτικής και της νοτιοανατολικής. Η βορειοδυτική πλευρά του νησιού που περιλαμβάνει τις περιοχές της Μήθυμνας, της Άντισσας και της Ερεσού οι οποίες έχουν εδάφη ηφαιστειογενή και άγονα και η νοτιοανατολική πλευρά της Μυτιλήνης με αργιλοαμμώδη εδάφη. Επίσης, λόγω της ηφαιστειακής δραστηριότητας υπάρχουν πολλές πηγές με μεταλλικά νερά που έχουν θεραπευτικές ιδιότητες. Τέτοιες περιοχές είναι η Μυτιλήνη, η Μήθυμνα, η Θερμή και ο Πολιχνίτος (Σιφναίου, 1996).

1.9 Απολιθωμένο δάσος Λέσβου

Το απολιθωμένο δάσος της Λέσβου συνιστά μοναδικό μνημείο στον κόσμο, καθώς αποτελεί ένα ολόκληρο δασικό οικοσύστημα που απολιθώθηκε επί τόπου, λόγω της έντονης ηφαιστειακής δραστηριότητας. Το σπάνιο αυτό φαινόμενο καταγράφεται στο νησί της Λέσβου με πλήθος επιστημόνων να εξετάζουν τα απολιθώματα και να εξάγουν σημαντικά στοιχεία για τις συνθήκες που επικρατούσαν την εποχή εκείνη. Απολιθωμένα δέντρα συναντώνται σε πολλές περιοχές του νησιού και κυρίως στο δυτικό τμήμα του όπως στο Σίγρι, στην Άντισσα και στην Ερεσό. Επίσης, σημαντικές ποσότητες απολιθωμένων συναντώνται και σε άλλες περιοχές όπως στο Μεσότοπο, στα Χίδηρα, στον Γαββαθά, στο Μόλυβο, στον Πολυχνίτο και στην Άγρα. Πολλοί είναι οι κορμοί που έχουν βρεθεί είτε πεσμένοι στο έδαφος, είτε όρθιοι με εμφανές το ριζικό τους σύστημα σε πλήρη ανάπτυξη πράγμα που υποδηλώνει την φυσική τους θέση στο δάσος της Λέσβου (Βελιτζέλος & Ζούρος, 1988).

Η διεργασία που ακολουθήθηκε κατά την διάρκεια της ηφαιστειακής έκρηξης ήταν τεράστιες ποσότητες ηφαιστειακής στάχτης να απελευθερωθούν στην ατμόσφαιρα. Η στάχτη σε συνδυασμό με τις έντονες βροχοπτώσεις προκάλεσαν μεγάλης κλίμακας λασποροές πυροκλαστικών υλικών οι οποίες σκέπασαν το πλούσιο δάσος της Αιγηίδας που επικρατούσε εκείνη την εποχή. Η γρήγορη κίνηση των πυροκλαστικών υλικών κάλυψε τους κορμούς των δέντρων, τα κλαδιά και τα φύλλα. Επίσης, η ηφαιστειακή δραστηριότητα προκάλεσε την έντονη υδροθερμική κυκλοφορία της οποίας τα γεωθερμικά ρευστά ήταν πλούσια σε πυρίτιο με συνέπεια να δημιουργήσουν την τέλεια απολίθωση των φυτικών ιστών, κάτω από ιδανικές συνθήκες. Η διαδικασία της απολίθωσης έγινε από την αντικατάσταση μόριο προς μόριο της φυτικής οργανικής ύλης σε ανόργανη ύλη και με τον τρόπο αυτό διατηρήθηκαν σε άριστη μορφή τα μορφολογικά γνωρίσματα των φυτών (Βελιτζέλος & Ζούρος, 1988).

Οι πληροφορίες που λαμβάνουμε από τα απολιθώματα δεν δίνουν στοιχεία μόνο για την πανίδα και την χλωρίδα της περιοχής, αλλά αποκαλύπτουν στοιχεία τόσο για τις οικολογικές συνθήκες που επικρατούσαν πριν από 20 εκατομμύρια χρόνια, όσο και για τις κλιματικές μεταβολές, όπως και τις τεκτονικές κινήσεις που έχουν διαμορφώσει την περιοχή σήμερα. Το Πάρκο του Απολιθωμένου Δάσους με βάση τα νέα ευρήματα αποτελούσε τμήμα ενός μεικτού δάσους κωνοφόρων δένδρων (φαίνεται χαρακτηριστικά στην εικόνα 3). Τα κωνοφόρα αυτά δένδρα ήταν προγονικές μορφές του πεύκου, της σεκόιας, της κουνιχάμιας και του κυπαρισσιού τα οποία αποτελούσαν το υποτροπικό δάσος της εποχής. Ο μεγαλύτερος κορμός απολιθωμένου δένδρου που έχει βρεθεί σε όρθια θέση είναι αυτός της σεκόιας ο οποίος είναι 7,02 μέτρα και αποτελεί τον μεγαλύτερο ιστάμενο απολιθωμένο κορμό σε όλη την Ευρώπη. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι η έκταση αλλά και η ποικιλία της χλωρίδας του

δάσους είναι πολύ μεγαλύτερη από ότι είχε εκτιμηθεί αρχικά, από τον εντοπισμό πληθώρας φυτικών απολιθωμάτων (Βελιτζέλος & Ζούρος, 1988).



Εικόνα 3. Απολιθωμένοι κορμοί κωνοφόρων δένδρων στο Πάρκο του Απολιθωμένου Δάσους

Πηγή: (Βελιτζέλος & Ζούρος, 1988)

2. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στη Λέσβο

2.1 Γενικά

Η κύρια πηγή ενέργειας που χρησιμοποιούν κατά βάση τα ελληνικά νησιά είναι το πετρέλαιο και τα ορυκτά καύσιμα. Παρόλο που υπάρχει αφθονία σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως είναι η ηλιακή, η αιολική, η γεωθερμία και η βιομάζα, η χρήση τους είναι περιορισμένη. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι φιλικότερες σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα ως προς το περιβάλλον, καθώς δεν συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, στην ατμοσφαιρική ρύπανση και στην ρύπανση του νερού και του εδάφους. Έρευνες έχουν δείξει ότι το διοξείδιο του άνθρακα είναι υπεύθυνο για το 50-66% της ανόδου της θερμοκρασίας της επιφάνειας της γης. Η ενέργεια μπορεί να παραχθεί με την χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με μηδενικές ή ελάχιστες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Η παραγωγή της ενέργειας από ορυκτά καύσιμα είναι η κύρια αιτία ρύπανσης της ατμόσφαιρας, του νερού και του εδάφους με κύριους ρυπαντές το μονοξείδιο του άνθρακα, το διοξείδιο του θείου, το διοξείδιο του αζώτου αλλά και των αιωρούμενων σωματιδίων. Από την άλλη μεριά, η χρήση των ΑΠΕ θα οδηγήσει στην μείωση αυτών των ρυπαντών (Koroneos et al, 2004).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση σχεδιάζει να μειώσει την εξάρτηση των χωρών σε ορυκτά καύσιμα και να αυξήσει την προσθήκη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό μείγμα κατά 20% μέχρι το 2020. Έτσι, και η Ελλάδα ως μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι υποχρεωμένη να μειώσει την εξάρτηση της από τα ορυκτά καύσιμα και ταυτόχρονα να μειώσει τις εκπομπές της σε διοξείδιο του άνθρακα (Palaiologou et al, 2011).

Όλα τα προβλήματα που έχουν να κάνουν με την διαχείριση της ενέργειας αποτελούν πολύπλοκης φύσης ζητήματα. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την χρήση των υδρογονανθράκων έχουν οδηγήσει σε σημαντικές ερευνητικές προσπάθειες για την εξεύρεση άλλων μέσων για την παραγωγή καθαρής ενέργειας. Έτσι, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν την δυνατότητα να προσφέρουν λύσεις στα περιβαλλοντικά προβλήματα. Ωστόσο, η διαθεσιμότητα, δηλαδή η πυκνότητα στην οποία βρίσκονται αυτές οι πηγές στο περιβάλλον αλλά και το κόστος εκμετάλλευσης αυτών (ηλιακής, αιολικής κλπ) απαιτούν συγκεκριμένα εργαλεία για την αξιοποίησή τους.

Συγκεκριμένα, στο νησί της Λέσβου υπάρχει η δυνατότητα αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την ικανοποίηση των ενεργειακών αναγκών των κατοίκων και ίσως καλύπτοντας ένα μεγάλο ποσοστό της ενέργειας από αυτές. Επίσης, η ζήτηση ενέργειας για την θέρμανση των χώρων μπορεί να ικανοποιηθεί συνδυάζοντας το υφιστάμενο σύστημα (ορυκτά καύσιμα) μαζί με την χρήση των ανανεώσιμων πηγών. Ωστόσο, η εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να βρίσκεται ακόμη σε εξέλιξη, παρόλα αυτά μπορούν

να λειτουργούν σε ικανοποιητικό επίπεδο αποτελεσματικότητας και να αποτελούν μέρος μίας βιώσιμης ανάπτυξης του νησιού, παρά το κόστος τους (Koroneos et al, 2004).

2.2 Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο νησί της Λέσβου, πραγματοποιείται λίγο πιο έξω από την πόλη της Μυτιλήνης, στην περιοχή Επάνω Σκάλα, όπου βρίσκεται η κεντρική μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και από δύο αιολικά πάρκα τα οποία βρίσκονται στο δυτικό τμήμα του νησιού στο Σίγρι. Το ένα από τα δύο αιολικά πάρκα ανήκει στην ΔΕΗ, ενώ το άλλο είναι ιδιωτικό. Η μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι σχετικά παλιά καθώς ξεκίνησε να λειτουργεί στα τέλη της δεκαετίας του '70, παρόλα αυτά οι μηχανές της έχουν αντικατασταθεί με καινούργιες μέσα στα χρόνια λόγω της αύξησης της ενεργειακής ζήτησης (Giannoulis & Haralambopoulos, 2011).

Η υποδομή της μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως προβληματική. Η εγκατάσταση της μονάδας βρίσκεται πολύ κοντά στην πόλη της Μυτιλήνης, πράγμα που δημιουργεί πιέσεις τόσο στην υγεία των κατοίκων όσο και στο περιβάλλον (ατμοσφαιρική ρύπανση). Επίσης, η μονάδα βρίσκεται εγκατεστημένη σε σημείο που δεν μπορεί να γίνει κάποια επέκτασή της όπως και προσθήκη νέου εξοπλισμού και έτσι περιορίζονται οι δυνατότητές της. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την ανυπαρξία επενδύσεων και έργων εκσυγχρονισμού δημιουργεί πολλές φορές προβλήματα στην λειτουργία της, όπως τακτικές διακοπές ρεύματος τους καλοκαιρινούς μήνες αλλά και κατά την διάρκεια έντονων καιρικών φαινομένων την χειμερινή περίοδο.

Η τροφοδοσία του εργοστασίου της ΔΕΗ γίνεται με την μεταφορά καυσίμων από την ηπειρωτική χώρα με πλοία, με αποτέλεσμα η παραγωγή ρεύματος να αποτελεί μία ακριβή διαδικασία αλλά και επικίνδυνη ως προς την ρύπανση του θαλασσίου περιβάλλοντος. Το γεγονός αυτό, δημιουργεί οικονομική επιβάρυνση σε όλους τους καταναλωτές μέσω του τέλους για Υπηρεσίες Κοινωνικής Ωφελείας (Επιχειρησιακό πρόγραμμα Δήμου Λέσβου 2015 - 2019).

Η ζήτηση σε ενέργεια τα τελευταία χρόνια έχει μία σταθερή αύξηση της τάξεως 5,25% κάθε έτος, σύμφωνα με τα δεδομένα από την ΔΕΗ και παραμένει η ίδια από το 1980. Η σημερινή παραγωγή ενέργειας είναι σχετικά χαμηλή σε σχέση με τις αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες.

Οι διακυμάνσεις που σημειώθηκαν στην ενεργειακή ζήτηση για το νησί της Λέσβου την περίοδο 2008 (με βάση τα δεδομένα της έρευνας του Χαραλαμπόπουλου και Γιαννούλη, 2012) καταγράφτηκαν σε μηνιαία συχνότητα. Η διακύμανση της ενεργειακής ζήτησης δεν

καθορίζεται μόνο από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν αλλά και από την τουριστική περίοδο. Έτσι, οι μεγαλύτερες τιμές στην ζήτηση (πάνω από 60MW) σημειώθηκαν κατά τη διάρκεια του Αυγούστου, του Ιανουαρίου και του Φεβρουαρίου. Αντίθετα, οι περίοδοι με τις χαμηλότερες τιμές στην ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας παρατηρήθηκαν του μήνες Οκτωβρίου και Νοεμβρίου. Το γεγονός αυτό, καθιστά την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών απαιτητική υπόθεση καθώς οι διακυμάνσεις της ηλεκτρικής ζήτησης είναι πολυποίκιλες. Για παράδειγμα, οι χαμηλότερες τιμές ζήτησης για την περίοδο 2008 ήταν 16MW και οι υψηλότερες ήταν 62MW. Οι πολύ υψηλές τιμές στην ζήτηση τους καλοκαιρινούς μήνες οφείλονται κυρίως από την χρήση των air-condition (A/C).

Επίσης, έχει παρατηρηθεί ότι καθόλη την διάρκεια του χρόνου οι μικρότερες τιμές στην ζήτηση σε ενέργεια παρατηρούνται μετά τα μεσάνυκτα. Αντίστοιχα, καθώς ξημερώνει οι απαιτήσεις σε ενέργεια αυξάνονται και γίνονται μέγιστες τις μεσημβρινές ώρες, ενώ ξανά μειώνονται προχωρώντας προς το απόγευμα και αυξάνονται πάλι κατά τις βραδινές ώρες. Κατά την διάρκεια του χειμώνα οι μέγιστες τιμές εμφανίζονται γύρω στις 17:00 και αυξάνονται μέχρι και τις 19:00. Αντίθετα, οι εποχές με τις μικρότερες ενεργειακές απαιτήσεις είναι το φθινόπωρο και η άνοιξη, ενώ το καλοκαίρι και ο χειμώνας έχουν τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε ενέργεια.

Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι η διακύμανση της ζήτησης σε ηλεκτρική ενέργεια συμπεριλαμβάνεται συνήθως σε ένα συγκεκριμένο φάσμα τιμών. Έτσι, οι πιο συνηθισμένες τιμές που εμφανίζονται είναι μεταξύ των ορίων 20.000kW και 40.000kW. Οι τιμές που είναι μεγαλύτερες από τα 40MW φαίνεται πως εμφανίζονται τακτικά κατά την διάρκεια του χρόνου. Το χαρακτηριστικό αυτό πολλές φορές δημιουργεί αρνητικές συνέπειες στα αυτόνομα δίκτυα των νησιών, καθώς οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να είναι πάντα προσαρμόσιμες στις διακυμάνσεις της ενεργειακής ζήτησης (Giannoulis & Haralambopoulos, 2011).

2.3 Αιολική ενέργεια

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιεί το νησί της Λέσβου είναι από την λειτουργία δύο αιολικών πάρκων. Το ένα εκ των οποίων ανήκει στη ΔΕΗ και αποτελείται από εννιά ανεμογεννήτριες τύπου V-27 τα τεχνικά χαρακτηριστικά των οποίων επεξηγούνται στον πίνακα 3. Αυτού του τύπου οι ανεμογεννήτριες είναι μικρού με μεσαίου μεγέθους, με σύνηθες ύψος τα 33m και έχουν εγκατασταθεί σε πολλά μικρά νησιά της Ελλάδας.

Πίνακας 3. Πληροφορίες αιολικού Πάρκου Σιγρίου

Parameters	Information
Manufacturer/type	Vestas/V-27
Hub height	33m
Rotor diameter	27m
Cut-in speed	4m/s
Cut-out speed	26m/s
Rated power	225kW
Number of wind turbines	9
Installed capacity	2025kW
Capital cost	2.531.250€
Replacement cost	1.771.875€
Operation and maintenance cost	21.433€

Πηγή: (Giannoulis & Haralambopoulos, 2011)

Το δεύτερο αιολικό πάρκο είναι ιδιωτικό και αποτελείται από 15 ανεμογεννήτριες τύπου Enercon E40/44 τα τεχνικά χαρακτηριστικά των οποίων αναφέρονται στον πίνακα 4. Να σημειωθεί ότι το ιδιωτικό αιολικό πάρκο είχε λάβει χρηματοδότηση του 30% του αρχικού κόστους της εγκατάστασης του. Οι ανεμογεννήτριες τύπου Enercon E40/44 είναι πιο σύγχρονες σε σχέση με τις Vestas V-27 και ενεργοποιούνται σε χαμηλότερες ταχύτητες ανέμου όπως και έχουν καλύτερη καμπύλη ισχύος (Giannoulis & Haralambopoulos, 2011).

Πίνακας 4. Πληροφορίες ιδιωτικού αιολικού Πάρκου

Parameters	Information
Manufacturer/type	Enercon E40/44
Hub height	46m
Rotor diameter	40m
Cut-in speed	2.5m/s

Cut-out speed	28m/s
Rated power	600kW
Number of wind turbines	15
Installed capacity	9000kW
Capital cost	11.250.000€
Replacement cost	7.875.000€
Operation and maintenance cost	496.000€

Πηγή: (Giannoulis & Haralambopoulos, 2011)

Τα δεδομένα του ανέμου καταγράφηκαν σε ύψος 33m πάνω από την επιφάνεια του εδάφους και τα στοιχεία πάρθηκαν από την ΔΕΗ στην περιοχή του αιολικού πάρκου Σιγρίου. Αντίστοιχα, τα δεδομένα για το ιδιωτικό αιολικό πάρκο είναι σχεδόν τα ίδια. Τα δύο αιολικά πάρκα βρίσκονται στο βορειοδυτικό τμήμα του νησιού, με το μήκος τραχύτητας τους να έχει τιμή 0,014m, όπου δείχνει τον παράγοντα ταχύτητα του ανέμου να αυξάνεται σε σχέση με το ύψος.

Οι μήνες με τις μεγαλύτερες τιμές σε ταχύτητα του ανέμου είναι ο Νοέμβριος, ο Δεκέμβριος, ο Ιανουάριος, ο Φεβρουάριος και ο Απρίλιος. Από τον Μάιο μέχρι και τον Οκτώβριο υπάρχει σημαντική μείωση στην ταχύτητα του ανέμου. Παρόλα αυτά, καθόλη τη διάρκεια του χρόνου υπάρχουν ικανοποιητικές τιμές στην αξιοποίηση της ενέργειας του ανέμου, όπου οι συνολικές ώρες λειτουργίας των ανεμογεννητριών κατά την διάρκεια ενός έτους είναι 7000 ώρες. Έτσι, παρατηρείται ότι παραπάνω από το 80% ενός έτους, η μέση ταχύτητα του ανέμου υπερβαίνει την ελάχιστη που χρειάζεται για να μπει σε λειτουργία μια ανεμογεννήτρια. Τα αιολικά πάρκα λοιπόν είναι σε θέση να παράξουν ηλεκτρική ενέργεια παραπάνω από 7000h σε σχέση με τις 8760h ενός έτους και να αποτελέσουν μια βασική πηγή ενέργειας που θα εξασφαλίσει ασφάλεια στο δίκτυο (Giannoulis & Haralambopoulos, 2011).

Επίσης, στο νησί της Λέσβου έχουν τοποθετηθεί τέσσερις σταθμοί (εικόνα 4) που καταγράφουν τα χαρακτηριστικά του ανέμου σε διάφορες περιοχές του νησιού. Η καταγραφή των χαρακτηριστικών του ανέμου ξεκίνησε το 2003 και κράτησε για τρία χρόνια έως το 2006. Ο πρώτος σταθμός βρίσκεται στο λόφο του Πανεπιστημίου Αιγαίου, στο ανατολικό τμήμα του νησιού, σε έναν μικρό λόφο με χαμηλή βλάστηση και ανεπαίσθητα εμπόδια. Ο δεύτερος σταθμός βρίσκεται λίγο πιο έξω από ένα χωριό το Ακράσι, στο νότιο τμήμα του νησιού, σε όχι πολύ μεγάλο υψόμετρο. Η βλάστηση που επικρατεί γύρω από τον σταθμό είναι χαμηλή, ενώ τριγύρω και σε απόσταση 400m από το σταθμό εκτείνεται δασική περιοχή. Ο τρίτος σταθμός βρίσκεται λίγο πιο έξω από το χωριό της Αγίας Παρασκευής στο κεντρικό και βόρειο τμήμα του νησιού σε μία επίπεδη περιοχή που επικρατεί χαμηλή βλάστηση όπως θάμνοι και χαμηλού ύψους δέντρα. Ο τελευταίος σταθμός βρίσκεται στο δυτικό τμήμα του

νησιού κοντά στο χωριό Πτερούντα, σε μια λοφώδη περιοχή με χαμηλή και αραιή βλάστηση. Οι αισθητήρες των ανεμόμετρων έχουν τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά όπως 0-75m/s με ακρίβεια $\pm 2\%$, ενεργοποιούνται σε ταχύτητες ανέμου 0,2 m/s και 0-360° με ακρίβεια $\pm 2^\circ$ σε κατεύθυνση ανέμου (Palaiologou et al, 2011).



Εικόνα 4. Σταθμοί καταγραφής του ανέμου

Πηγή: (Palaiologou et al, 2011)

Συγκεκριμένα, η μέση χαμηλότερη ταχύτητα του ανέμου καταγράφηκε στο σταθμό του Πανεπιστήμιο Αιγαίου και η μέση υψηλότερη στο σταθμό στο Ακράσι. Η μέση υψηλότερη ταχύτητα του ανέμου καταγράφηκε τους μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο, ενώ μετά από αυτούς τους μήνες η ένταση του ανέμου μειώνεται σταδιακά μέχρι τον μήνα Μάιο. Ο Μάιος είναι ο μήνας με την χαμηλότερη μέση ταχύτητα ανέμου, στους σταθμούς του Πανεπιστημίου Αιγαίου και στο Ακράσι, ενώ στους σταθμούς της Αγίας Παρασκευής και της Πτερούντας οι χαμηλότερες τιμές του ανέμου παρατηρούνται τους μήνες Απρίλιο και Αύγουστο, αντίστοιχα. Για τους σταθμούς στο Ακράσι, την Αγία Παρασκευή και στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου παρατηρείται μια σταδιακή αύξηση στην ταχύτητα του ανέμου κατά την διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου. Κατά την διάρκεια του μήνα Σεπτεμβρίου οι υψηλές τιμές στις εντάσεις του ανέμου διατηρούνται παρά την μικρή τους επιβράδυνση. Οι σταθμοί (εκτός της Πτερούντας) αντιμετωπίζουν μια πτώση στην ταχύτητα του ανέμου μέχρι τον μήνα

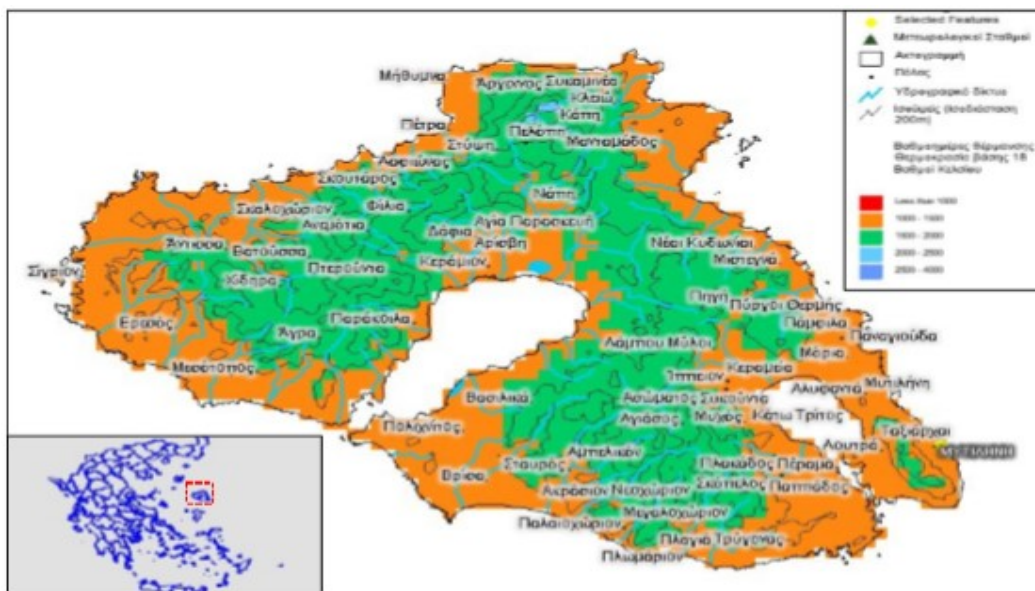
Νοέμβριο, ενώ τον μήνα Δεκέμβριο η ένταση του ανέμου που καταγράφεται είναι υψηλότερη.

Όλοι οι σταθμοί εκτός από αυτόν στην Πτερούντα έχουν δύο κορυφές κατά την διάρκεια του έτους, με την μία να είναι την καλοκαιρινή περίοδο και την άλλη την χειμερινή περίοδο. Αντίστοιχα, υπάρχουν και δύο ελάχιστες τιμές (κορυφές) οι οποίες παρατηρούνται τον μήνα Μάιο και κατά την διάρκεια του φθινοπώρου. Αντίθετα, στον σταθμό στην Πτερούντα εμφανίζεται μία κορυφή (μέγιστη τιμή) κατά την διάρκεια της χειμερινής περιόδου και μία ελάχιστη κατά την διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου. Φαίνεται πως η θέση του σταθμού στην Πτερούντα στο Δυτικό τμήμα του νησιού δημιουργεί ενός είδους “καταφύγιο”, αφού το προστατεύει από τους βορειοανατολικούς ανέμους κατά την διάρκεια του καλοκαιριού με συνέπεια τις χαμηλές τιμές σε ταχύτητα ανέμου. Στο νησί της Λέσβου η ενέργεια που απαιτείται τους καλοκαιρινούς και τους χειμερινούς μήνες είναι αυξημένη, έτσι οι μέγιστες τιμές του ανέμου που παρατηρούνται εκείνες τις περιόδους μπορούν να συνεισφέρουν στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών.

2.4 Ηλιακή ενέργεια

Η ιδιαιτερότητα του ελληνικού δικτύου παραγωγής ενέργειας είναι ότι χωρίζεται σε δύο βασικές κατηγορίες α) αυτού του διασυνδεδεμένου δικτύου και β) του αυτόνομου δικτύου. Το πρώτο δίκτυο εξυπηρετεί τις ανάγκες σε ενέργεια της ηπειρωτικής Ελλάδας, ενώ το δεύτερο δίκτυο εξυπηρετεί τις ανάγκες σε ενέργεια των απομονωμένων νησιών με την εγκατάσταση μονάδων παραγωγής ενέργειας, που δεν μπορούν να διασυνδεθούν με την ηπειρωτική Ελλάδα και να προμηθευτούν ενέργεια. Το διασυνδεδεμένο σύστημα βασίζεται κυρίως στη χρήση του λιγνίτη, του φυσικού αερίου, του πετρελαίου αλλά και από τα υδροηλεκτρικά για την παραγωγή ενέργειας, ενώ το αυτόνομο σύστημα βασίζεται κυρίως στη χρήση του πετρελαίου και στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στην Λέσβο η παραγωγή ενέργειας πραγματοποιείται από την καύση πετρελαίου στο εργοστάσιο της ΔΕΗ, αλλά και από τη λειτουργία κάποιων αιολικών και φωτοβολταϊκών πάρκων. Η εγκατεστημένη ισχύς για τα αιολικά πάρκα εκτιμάται στα 14,55MW και για τα φωτοβολταϊκά πάρκα εκτιμάται στα 4,16MW. Η ετήσια παραγωγή ενέργειας από το εργοστάσιο της ΔΕΗ για το έτος 2008 άγγιξε τις 270,4GWh, ενώ για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας η παραγωγή ήταν 35GWh (Kontogianni et al, 2013).

Όσον αφορά την ηλιακή ενέργεια που αξιοποιεί το νησί της Λέσβου, έχουν αδειοδοτηθεί φωτοβολταϊκοί σταθμοί ισχύος 15,81MW, από τους οποίους είναι εγκατεστημένοι και λειτουργούν σταθμοί με συνολική ισχύ 4,58MW. Στην εικόνα 5 φαίνεται το ηλιακό δυναμικό της Λέσβου (Επιχειρησιακό πρόγραμμα Δήμου Λέσβου 2015-2019).



Εικόνα 5. Ηλιακό δυναμικό Λέσβου

(Πηγή: Επιχειρησιακό πρόγραμμα Δήμου Λέσβου 2015-2019)

2.5 Γεωθερμική ενέργεια

Αξίζει να αναφερθεί ότι το νησί της Λέσβου διαθέτει αξιόλογο γεωθερμικό δυναμικό το οποίο δεν έχει εκμεταλλευτεί και ερευνηθεί συστηματικά. Συγκεκριμένα, υπάρχουν γεωθερμικά πεδία μέσης και υψηλής θερμοκρασίας, με θερμοκρασίες 25-80°C και 80-150°C, αντίστοιχα (Επιχειρησιακό πρόγραμμα Δήμου Λέσβου 2015 - 2019).

Επίσης, έχει βρεθεί μία περιοχή γεωθερμικού περιεχομένου στην περιοχή της Μυτιλήνης, με πηγές οι οποίες παράγουν νερά σε θερμοκρασίες της τάξεως των 30-33°C. Η συγκεκριμένη έρευνα αφορούσε γεωλογικές παρατηρήσεις, γεωφυσική έρευνα και θερμοκρασιακές μετρήσεις υδάτων σε φυσικές πηγές και ρηχού τύπου ύδατα, όπως επίσης δειγματοληψία των υδάτων του ανατολικού τμήματος του νησιού.

Η πρώτη μονάδα παραγωγής γεωθερμικής ενέργειας στην Ελλάδα είναι πολύ πιθανό να εγκατασταθεί στη Λέσβο με δυναμικότητα 8MW συν ακόμη 8MW, εκμεταλλευόμενη την μέση ενθαλπία που παράγει το νησί. Η ζήτηση σε ενέργεια από την τοπική κοινωνία ανέρχεται σε 50MW, όπου εξυπηρετείται κυρίως από έναν θερμοηλεκτρικό σταθμό πετρελαίου.

Η γεωθερμική ενέργεια στην Ελλάδα χρησιμοποιούνταν για την θέρμανση των θερμοκηπίων από τις αρχές τις δεκαετίες του 80', με τις πρώτες εγκαταστάσεις να εμφανίζονταν στην Βόρεια Ελλάδα αλλά και στη Λέσβο (Πολιχνίτος). Κάποια από τα παλιά θερμοκήπια έχουν κλείσει ή χρησιμοποιούν άλλη πηγή θερμότητας, όχι για λόγους που συνδέονται με την γεωθερμική ενέργεια αλλά κυρίως για γραφειοκρατικούς ή για λόγους αδειών. Περίπου το 63% των θερμοκηπίων έχουν πλαστική κάλυψη και χρησιμοποιούν νερό με θερμοκρασίες 35-60°C. Τα λαχανικά που καλλιεργούνται είναι κυρίως ντομάτες, αγγούρια, πιπεριές και πράσινα φασόλια.

Η λειτουργία των θερμοκηπίων πραγματοποιούνταν με τη χρήση του ζεστού νερού απευθείας στις εγκαταστάσεις. Οι εγκαταστάσεις αυτές περιελάμβαναν τις εξής μεθόδους: α) την κυκλοφορία του ζεστού νερού στις σωληνώσεις οι οποίες βρίσκονταν μέσα στο έδαφος, στην επιφάνεια του εδάφους ή κρεμόντουσαν από κάποιο συγκεκριμένο ύψος, β) την εξαναγκασμένη κυκλοφορία θερμού αέρα στο θερμοκήπιο και γ) την χρήση μεταλλικών πτερυγίων ή συνδυασμό των ανωτέρων.

Τον Μάρτιο του 2016, 19 συνολικά θερμοκήπια ήταν σε λειτουργία τόσο στην ηπειρωτική Ελλάδα όσο και στα νησιά της Μήλου και της Λέσβου. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς υπολογιζόταν σε 33,38MW και η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ήταν 571TJ/y, που αντιστοιχεί σε μέσο συντελεστή απόδοσης 0,43 (Papachristou et al, 2016).

Γενικότερα, τα τελευταία χρόνια υπάρχει κινητοποίηση από την πλευρά της Πολιτείας, ώστε να ενεργοποιηθούν οι διαδικασίες για έρευνα στις περιοχές αυτές και να υπάρξουν μετρήσεις με στόχο την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας. Προς το παρόν, η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας γίνεται για την θέρμανση των θερμοκηπίων στις περιοχές του Πολιχνίτου και του Λισβορίου, όπως επίσης έχουν παρθεί αποφάσεις για την αξιοποίηση των καταγεγραμμένων γεωθερμικών πεδίων χαμηλής θερμοκρασίας στις περιοχές Πολιχνίτου, Αργένου και Στύψης. Τέλος, το 2011 είχε υπογραφεί σύμβαση για την διαχείριση του βεβαιωμένου γεωθερμικού πεδίου στη τοποθεσία Νένηντα στο νοτιοανατολικό τμήμα του νησιού. Το συγκεκριμένο πεδίο έχει έκταση 5000 στρέμματα, ο γεωθερμικός ταμιευτήρας έχει βάθος 300-500 μέτρα και οι θερμοκρασίες αγγίζουν τους 78-82°C (Επιχειρησιακό πρόγραμμα Δήμου Λέσβου 2015-2019).

Σύμφωνα με δεδομένα από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) στο Δήμο Λέσβου έχουν αδειοδοτηθεί αιολικοί σταθμοί με ισχύ 17,05MW και βρίσκονται σε λειτουργία σταθμοί με ισχύ 11,85MW. Αντίστοιχα, έχουν αδειοδοτηθεί φωτοβολταϊκοί σταθμοί με ισχύ 15,81MW και έχουν εγκατασταθεί και λειτουργούν σταθμοί με ισχύ 4,58MW. Επίσης, έχει αδειοδοτηθεί η κατασκευή ενός υβριδικού σταθμού με συνολική ισχύ 15MW.

Πίνακας 5. Αδειοδοτημένοι Σταθμοί ΑΠΕ στη Λέσβο

Μορφή ενέργειας	Συνολική Ισχύς Αδειών (kW)	Συνολική Ισχύς Αδειών με Άδεια Εγκατάστασης (kW)	Συνολική Ισχύς Αδειών σε Λειτουργία (kW)
Αιολικοί Σταθμοί	17.050	2.700	11.850

Μορφή Ενέργειας	Περιθώριο Ανακοίνωσης 703/2008 (kWp)	Συνολική Αδειοδοτημένη Ισχύς (kWp)	Ισχύς Φ/Β σε Λειτουργία (πλην στεγών Φεβρουάριος 2012) (kWp)
Φωτοβολταϊκοί Σταθμοί	10.482	15.808	4.580

Μορφή Ενέργειας	Ισχύς Μονάδας ΑΠΕ (kW)	Ισχύς Μονάδας Αποθήκευσης (kW)	Εγγυημένη Ισχύς (kW)
Υβριδικοί Σταθμοί	18.000	15.000	15.000

Πηγή: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Δήμου Λέσβου 2015-2019

Επίσης, σε διαδικασία εγκρίσεων βρίσκεται μεγάλη ιδιωτική επένδυση με συνολικό κόστος 1,8 δις ευρώ, με ονομασία «Αιγαία Ζεύξη» κατά την οποία θα εγκατασταθούν 28 αιολικά πάρκα τόσο στη Λέσβο, όσο και στη Χίο και την Λήμνο. Ο συνολικός αριθμός των ανεμογεννητριών θα είναι 353 με συνολική ισχύ 706MW και στη Λέσβο θα βρίσκονται 10 αιολικά πάρκα με συνολική ισχύ 306MW. Σύμφωνα με το επενδυτικό σχέδιο που έχει πραγματοποιηθεί, προβλέπεται η δημιουργία υποθαλάσσιου δικτύου όπου θα ενώνει ενεργειακά τα νησιά Λέσβο, Χίο και Λήμνο με τον ηπειρωτικό κορμό, είτε μέσω του βόρειου Ευβοϊκού είτε μέσω της Ανατολικής Μακεδονίας.

3. Ενέργεια από βιομάζα

3.1 Γενικά

Είναι γνωστό ότι οι αναπτυγμένες ή οι βιομηχανικές χώρες καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια ανά κάτοικο σε σχέση με τις αναπτυσσόμενες ή του Τρίτου κόσμου χώρες και ότι υπάρχει άμεση συσχέτιση στο βιοτικό επίπεδο μιας χώρας με την ενεργειακή κατανάλωση. Γενικότερα, ισχύει ότι όσο περισσότερη ενέργεια καταναλώνει κάποιος τόσο καλύτερο βιοτικό επίπεδο βιώνει. Ωστόσο, η αυξανόμενη παγκόσμια κατανάλωση ορυκτών καυσίμων τον 20^ο αιώνα, για να ανταποκριθεί στην ενεργειακή ζήτηση των βιομηχανικών χωρών, φαίνεται πως θα επηρεάσει σημαντικά τα αποθέματα του πετρελαίου και του φυσικού αερίου πράγμα που θα αυξήσει την κατανάλωση της βιομάζας ως εναλλακτικής μορφής ενέργεια. Επίσης, η εκτεταμένη χρήση των ορυκτών καυσίμων συνδέεται άμεσα με την υποβάθμιση του περιβάλλοντος και συγκεκριμένα με την παγκόσμια κλιματική αλλαγή. Είναι γεγονός ότι σε περιοχές όπου υπάρχει μεγάλη κινητικότητα οχημάτων και εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τα επίπεδα ατμοσφαιρική ρύπανσης είναι υψηλά λόγω της καύσης των ορυκτών καυσίμων (Klass, 1998).

Από την άλλη μεριά, όχι πολλά χρόνια πριν ο άνθρωπος στηριζόταν για την επιβίωση του εξολοκλήρου ή μερικώς στην εκμετάλλευση της βιομάζας ως πηγή τροφίμων για τα ζώα αλλά και για τον ίδιο, ως υλικό για το κτίσιμο των σπιτιών αλλά και για την θέρμανση και για το μαγείρεμα. Από τότε δεν έχουν αλλάξει και πολλά όσον αφορά την ενέργεια στις τριτοκοσμικές χώρες. Η βιομάζα παρόλα αυτά αποτελεί ένα μικρό ποσοστό της ενέργειας που καταναλώνεται στις αναπτυγμένες χώρες και έχει αντικατασταθεί από τον άνθρακα, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, όπου προτιμάτε περισσότερο από την αγορά για την παραγωγή μιας πληθώρας αγαθών αλλά και της μετατροπής αυτών σε θέρμανση, ατμό και ηλεκτρική ενέργεια. Η εποχή των ορυκτών καυσίμων είχε και έχει σαφώς επίδραση στην ανάπτυξη του πολιτισμού αλλά και της βιομηχανίας, καθώς όμως οι πηγές των ορυκτών θα μειώνονται θα υπάρξει στροφή προς στην βιομάζα. Η βιομάζα είναι από τις λίγες ανανεώσιμες, κατανεμημένες παγκοσμίως, φυσικές πηγές όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μείωση της καύσης των ορυκτών αλλά και των αερίων που εκπέμπονται (Klass, 1998).

Συγκεκριμένα, η Ελλάδα παράγει μεγάλες ποσότητες σε βιομάζα που προέρχονται από την γεωργία, καθώς σχεδόν το 70% της επιφάνειας της χρησιμοποιείται για αγροτικές δραστηριότητες. Παρόλη όμως την παραγωγή αγροτικών υπολειμμάτων όπως κλαδιά, φύλλα, πυρήνες κλπ που συσσωρεύονται σε πολλές περιοχές κατά καιρούς, μόνο ένα μικρό ποσοστό αυτής αξιοποιείται όπως για θέρμανση και για μαγείρεμα. Αντιθέτως, είναι συχνό το φαινόμενο αντί να αξιοποιείται αποτελεσματικά από τους αγρότες, να καίνε τα υπολείμματα

σε ανοικτούς χώρους παράγοντας έτσι διοξίνες και άλλους ρύπους, αφήνοντας την θερμότητα να απελευθερώνεται στο περιβάλλον και να χάνεται (Sagani et al, 2014).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω ερευνάτε αν η Λέσβος έχει την δυνατότητα να καλύψει τις ενεργειακές της ανάγκες από την βιομάζα που παράγει και συγκεκριμένα από τον πυρήνα και τα κλαδέματα της ελιάς, αφού τα ελαιόδεντρα καλύπτουν ένα μεγάλο μέρος του νησιού. Ο πυρήνας και τα κλαδέματα της ελιάς μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας καθώς παράγονται σε μεγάλες ποσότητες, έχουν μικρή περιεκτικότητα σε υγρασία και σχετικά υψηλή τιμή θέρμανσης. Επίσης, υπολογίζεται και η ηλεκτρική ενέργεια από την ζωική βιομάζα αλλά και από κάποιες άλλες καλλιέργειες δέντρων και καλλιεργειών που φύονται στο νησί. Το γεγονός αυτό, θα βοηθήσει να μην στηρίζεται εξ ολοκλήρου η Λέσβος στα ορυκτά καύσιμα για την παραγωγή ενέργειας και να αποκτήσει ένα αυτόνομο σύστημα το οποίο δεν θα βασίζεται αποκλειστικά στις ενεργειακές προμήθειες από την ηπειρωτική χώρα.

3.2 Τι είναι η βιομάζα;

Η βιομάζα είναι η φυτική ύλη η οποία παράγεται από την αντίδραση του διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας με το νερό και το φως του ήλιου, μέσω της φωτοσύνθεσης και παράγει υδατάνθρακες που αποτελούν τα δομικά στοιχεία της βιομάζας. Συνήθως, η φωτοσύνθεση μετατρέπει λιγότερο από το 1% της διαθέσιμης ηλιακής ενέργειας σε αποθηκευμένη, χημική ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια αποθηκεύεται στους δομικούς ιστούς της βιομάζας και αν αυτή υποστεί επεξεργασία είτε χημικώς είτε βιολογικώς, απελευθερώνεται διοξείδιο του άνθρακα (παρουσία οξυγόνου) και νερό όπως και η αποθηκευμένη ενέργεια. Η διαδικασία είναι κυκλική, καθώς το διοξείδιο του άνθρακα είναι ξανά διαθέσιμο για να παράξει καινούργια βιομάζα (McKendry, 2002).

Ο άνθρωπος για χιλιετίες εκμεταλλευόταν την ενέργεια που ήταν αποθηκευμένη στους δομικούς ιστούς των φυτών είτε καίγοντας την βιομάζα, είτε καταναλώνοντάς τη (φυτά) για το θρεπτικό περιεχόμενο που είχε σε ζάχαρη και άμυλο. Στην ουσία η απολιθωμένη βιομάζα είναι αυτή που έχει δημιουργήσει το πετρέλαιο και τον άνθρακα με την πάροδο πολλών χρόνων και διεργασιών στο υπέδαφος της γης. Ωστόσο, επειδή χρειάζονται εκατομμύρια χρόνια για την μετατροπή της βιομάζας σε ορυκτά καύσιμα γίνεται αντιληπτό ότι δεν είναι ανανεώσιμα στην χρονική κλίμακα που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο άνθρωπος. Καίγοντας τα ορυκτά καύσιμα (απολιθωμένη βιομάζα) μετατρέπονται σε νέο διοξείδιο του άνθρακα και συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου εξαντλώντας έναν μη ανανεώσιμο πόρο. Η καύση νέας βιομάζας δεν συμβάλλει στην είσοδο του νέου διοξειδίου του άνθρακα στην

ατμόσφαιρα, καθώς ξανά φυτεύοντας βιομάζα εξασφαλίζεται ότι το διοξείδιο του άνθρακα θα απορροφηθεί και θα επιστρέψει πάλι στα φυτά (McKendry, 2002).

Οι κύριες πηγές της βιομάζας προέρχονται από τα φυτά, τα δέντρα και τις κοπριές των ζώων. Επίσης, στον όρο βιομάζα συμπεριλαμβάνονται όλα τα οργανικά υλικά που προέρχονται από τα φυτά, τα δέντρα τις καλλιέργειες και τα φύκι. Κατά μέσο όρο η πλειοψηφία της ενέργειας από βιομάζα παράγεται από τα ξύλα και τα υπολείμματα ξύλου με ποσοστό 64%, ακολουθούν τα αστικά στερεά απόβλητα με ποσοστό 24%, τα γεωργικά υπολείμματα με ποσοστό 5% και από τα αέρια των χωματερών με ποσοστό 5%. Η βιομάζα αποτελεί μια ελκυστική ανανεώσιμη πηγή ενέργειας για τη συμπλήρωση της καύσης σε λέβητες κοινής ωφέλειας. Ως καύσιμα βιομάζας που θεωρούνται για συμπαραγωγή περιλαμβάνονται τα δασικά απόβλητα, οι ξυλώδεις καλλιέργειες, οι ποώδεις καλλιέργειες, πολλών τύπων κοπριές, τα αέρια υγειονομικής ταφής και τα αέρια επεξεργασίας λυμάτων (Demirbas, 2007).

Η βιομάζα αποτελεί μια εγχώρια πηγή ενέργειας, καθώς είναι διαθέσιμη στις περισσότερες χώρες και η εφαρμογή της μπορεί να βοηθήσει το ενεργειακό μείγμα μιας χώρας, παρέχοντας μεγαλύτερη ασφάλεια. Η παραγωγή της βιομάζας έχει την δυνατότητα να δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας, όπως επίσης και να αντικαταστήσει τις εντατικές καλλιέργειες με ενεργειακές καλλιέργειες οι οποίες δεν χρειάζονται πληθώρα επεμβάσεων για να αναπτυχθούν. Με αυτό τον τρόπο θα υπάρξουν περιβαλλοντικά οφέλη όπως η μείωση της χρήσης των λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Επιπλέον, με την επιλογή των κατάλληλων καλλιεργειών μπορούν να αποκατασταθούν οι υποβαθμισμένες εκτάσεις γης. Αυτό εξαρτάται από την καλλιέργεια που θα επιλεγεί αλλά και με τον τρόπο με τον οποίο θα καλλιεργηθεί, κάτι που θα αυξήσει την βιοποικιλότητα σε σχέση με τις έως τώρα πρακτικές (McKendry, 2002).

3.3 Πηγές της βιομάζας

Η βιομάζα είναι διαθέσιμη σε τακτά χρονικά διαστήματα (για αυτό καθίσταται ανανεώσιμη) είτε με φυσικές διεργασίες είτε σαν προϊόν από τις δραστηριότητες του ανθρώπου, οργανικά απόβλητα. Το δυναμικό της ενέργειας από βιομάζα που προέρχεται από τα δάση αλλά και από τις αγροτικές δραστηριότητες σε παγκόσμιο επίπεδο, υπολογίζεται στα 30 EJ/yr σε σχέση με την παγκόσμια ετήσια ζήτηση σε ενέργεια η οποία υπολογίζεται πάνω από 400 EJ. Αν η βιομάζα συμβάλει σε μεγαλύτερο βαθμό στο ενεργειακό μείγμα παγκοσμίως, τότε θα απαιτηθεί να καλλιεργηθούν ενεργειακές καλλιέργειες και ειδικές καλλιέργειες που θα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας. Οι εκτάσεις που θα χρησιμοποιηθούν για την

καλλιέργεια αυτών θα είναι εκτάσεις οι οποίες είναι ακατάλληλες για την καλλιέργεια τροφίμων (McKendry, 2002).

Οι πηγές της βιομάζας μπορούν να χωριστούν στις ακόλουθες κατηγορίες όπως υπολείμματα ξύλου που χρησιμοποιούνται στις βιομηχανίες, γεωργικά υπολείμματα που προκύπτουν από καλλιέργειες και φάρμες ζώων, ενεργειακές καλλιέργειες για την παραγωγή ενέργειας από δέντρα, ειδικές καλλιέργειες και από αστικά στερεά απόβλητα (Voivontas et al, 2001).

Οι πηγές της βιομάζας έχουν τραβήξει το ενδιαφέρον πολλών χωρών και επιστημών λόγω του υψηλού ενεργειακού περιεχομένου που περιέχουν, όταν μετατρέπονται σε βιοκαύσιμα. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα ζαχαροκάλαμα είναι από τις βασικές γεωργικές καλλιέργειες για την παραγωγή αιθανόλης και συγκεκριμένα στις τροπικές χώρες. Στην Βραζιλία για παράδειγμα η καλλιέργεια ζαχαροκάλαμων καταλαμβάνει 8,4 εκατομμύρια εκτάρια που αντιστοιχεί στο 2,4% των καλλιεργήσιμων εκτάσεων της χώρας. Τα ακαθάριστα έσοδα αυτής της αγοράς είναι περίπου 20\$ δις (US) όπου κατανέμονται ως εξής: το 54% αιθανόλη, το 44% ζάχαρη και το 2% σε βιοηλεκτρική ενέργεια. Επίσης, πάνω από το 50% των οχημάτων στην Βραζιλία χρησιμοποιούν αιθανόλη αντί βενζίνης, όπου ο αριθμός τους αγγίζει τα 15 εκατομμύρια. Έτσι, η Βραζιλία διαδραματίζει ένα κυρίαρχο ρόλο στην επέκταση των πηγών βιομάζας στην παραγωγή ενέργειας, ενώ τα υπολείμματα από τα ζαχαροκάλαμα αποδεικνύονται πολλά υποσχόμενα για την παραγωγή αιθανόλης (Kyriakopoulos et al, 2016).

Στην εικόνα 6 καταγράφονται μερικά από τα βασικά χαρακτηριστικά συγκεκριμένων καλλιεργειών και υπολειμμάτων. Τα παρακάτω χαρακτηριστικά χρησιμοποιούνται για να αξιολογήσουν ποια καλλιέργεια και υπολείμματα θα χρησιμοποιηθούν για την ενεργειακή εκμετάλλευσή τους. Μερικά από τα βασικά χαρακτηριστικά είναι η απόδοση των υπολειμμάτων των καλλιεργειών υπολογισμένη σε t/ha, η υγρασία (%), η τιμή θέρμανσης (MJ/dry kg) και η ενέργεια από βιομάζα (%).

Οι καλλιέργειες που καταγράφονται στην εικόνα 6 είναι και αυτές που καλλιεργούνται περισσότερο στην Ελλάδα. Για παράδειγμα, τα υπολείμματα από τα δημητριακά είναι τα άχυρα τα οποία χρησιμοποιούνται κυρίως ως ζωοτροφές ή λιπάσματα. Το ποσοστό των άχυρων τα οποία είναι διαθέσιμα για την παραγωγή ενέργειας και προέρχονται από υπολείμματα καλλιεργειών δεν εκμεταλλεύονται προς το παρόν. Στην περίπτωση των καλλιεργειών που αφορούν δέντρα, τα υπολείμματα που αφήνουν είναι κυρίως κλαδιά και χρησιμοποιούνται ως καύσιμα για την θέρμανση των χώρων. Τα περισσότερα υπολείμματα από τις καλλιέργειες των δέντρων είναι διαθέσιμα για την παραγωγή ενέργειας με εξαίρεση ένα μικρό ποσοστό που χρησιμοποιείται ως λίπασμα για τα χωράφια. Η αποδοτικότητα συλλογής της βιομάζας εξαρτάται από παραμέτρους όπως οι πρακτικές καλλιέργειας και

συγκομιδής, η αποδοτικότητα των μηχανημάτων συλλογής, καθώς και η περιοχή στην οποία καλλιεργείται.

Table 1
Characteristics of cultivated crops and residues

Cultivation	Residue	Residue yield (t/ha)	Humidity (%)	Heating value (MJ/dry kg)	Biomass for energy (%)
Wheat soft	Straw	2.97	15	17.9	15
Wheat hard	Straw	2.82	15	17.9	15
Barley	Straw	2.12	15	17.5	15
Oats	Straw	1.26	15	17.4	15
Rye	Straw	1.26	15	17.4	15
Rice	Straw	4.52	25	16.8	25
Maize	Straw	7.17	55	18.4	30
Orange	Branches	7.41	40	17.7	90
Lemon	Branches	6.22	40	17.6	90
Mandarin	Branches	9.45	40	17.6	90
Apple	Branches	4.77	40	17.8	90
Pear	Branches	16.92	40	18.0	90
Peach	Branches	5.61	40	19.4	90
Apricot	Branches	6.23	40	19.3	90
Cherry	Branches	5.11	40	17.6	90
Almond	Branches	6.21	40	18.4	90
Olive	Branches	2.82	35	18.1	90
Olive	Kernels	64.0	60	15.7	50
Vines	Branches	4.97	45	18.9	90

Εικόνα 6. Χαρακτηριστικά καλλιεργειών και υπολειμμάτων

Πηγή: (Voivontas et al, 2001)

3.4 Ιδιότητες της βιομάζας

Όσον αφορά τις ενεργειακές καλλιέργειες έχουν προταθεί αρκετές για την ενεργειακή εκμετάλλευσή τους. Πολλές από αυτές περιλαμβάνουν ξυλώδη και αγρωστώδη καλλιέργειες, καλλιέργειες αμύλου και ζάχαρης και ελαιούχοι σπόροι. Γενικότερα, τα χαρακτηριστικά μιας ιδανικής ενεργειακής καλλιέργειας είναι τα εξής:

- Υψηλή απόδοση (μέγιστη παραγωγή ξηρής ύλης ανά εκτάριο)
- Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας
- Χαμηλό κόστος
- Σύνθεση με ελάχιστους ρύπους
- Χαμηλές απαιτήσεις σε θρεπτικές ουσίες

Άλλα επιθυμητά χαρακτηριστικά εξαρτώνται επίσης από τις τοπικές κλιματικές και εδαφικές συνθήκες. Η κατανάλωση νερού μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό περιορισμό σε πολλές περιοχές του πλανήτη και η αντοχή της καλλιέργειας στην ξηρασία αποτελεί σημαντικό παράγοντα. Άλλα σημαντικά χαρακτηριστικά αποτελούν η αντοχή σε επιβλαβείς οργανισμούς και οι απαιτήσεις σε λιπάσματα. Επίσης, σημαντικές ακόμη παράμετροι είναι η περιεκτικότητα σε υγρασία, η θερμοϊδική αξία, η αναλογία άνθρακα και πτητικών, η περιεκτικότητα σε τέφρα, η περιεκτικότητα σε αλκάλια, το κλάσμα κυτταρίνης/λιγνίνης (McKendry, 2002).

Οι κύριες κατηγορίες της βιομάζας χωρίζονται στα ακόλουθα:

- Ξυλώδη φυτά
- Ποώδη φυτά και χόρτα
- Υδρόβια φυτά
- Κοπριά

Μεταξύ αυτών των κατηγοριών, τα ποώδη φυτά μπορούν να διαχωριστούν ακόμη σε εκείνα με την υψηλή και την χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία. Προτιμούνται βέβαια εκείνα με την χαμηλότερη υγρασία (με εξαίρεση συγκεκριμένες εφαρμογές και χρήσεις) από τις εμπορικές δραστηριότητες. Από την άλλη μεριά, τα υδρόβια φυτά και οι κοπριές έχουν πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία και υφίστανται ειδική επεξεργασία πριν από την χρήση τους.

Στηρίζοντας κατά κύριο λόγο στην περιεκτικότητα της βιομάζας σε υγρασία, ο τύπος της βιομάζας που θα επιλεγεί υποδηλώνει την χρήση και την επεξεργασία που θα υποστεί. Βιομάζα με υψηλή υγρασία όπως τα ποώδη φυτά και τα ζαχαροκάλαμα υφίστανται ειδική επεξεργασία που αρμόζει για αυτού του τύπου τα φυτά δηλαδή βιολογικές αντιδράσεις, όπως ζύμωση. Αντίθετα, η βιομάζα με λιγότερη υγρασία είναι πιο οικονομική διαδικασία καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας για αεριοποίηση, πυρόλυση ή καύση. Η διαδικασία της επεξεργασίας της βιομάζας που περιέχει πολύ υγρασία, πολλές φορές δεν είναι αξιόλογη, καθώς η ενέργεια που θα χρειαστεί για να την ξηράνει είναι μεγαλύτερη από εκείνη που θα παράξει.

Ωστόσο, υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που καθορίζουν την επιλογή της βιομάζας εκτός από την υγρασία. Παραδείγματα αυτών των παραγόντων είναι το περιεχόμενο σε τέφρα, σε αλκάλια και σε ιχνοστοιχεία τα οποία επηρεάζουν δυσμενώς τις διαδικασίες θερμικής μετατροπής, όπως και η περιεκτικότητα σε κυτταρίνη η οποία επηρεάζει τις βιοχημικές διεργασίες (McKendry, 2002).

Τα βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς παράγονται επί του παρόντος από σάκχαρα, άμυλα και φυτικά έλαια τα οποία βέβαια έχουν αναδείξει αρκετά μειονεκτήματα κατά την αξιοποίησή τους. Τα μειονεκτήματα αυτά αφορούν την περιορισμένη διαθεσιμότητα τους από την γονιμότητα του εδάφους και την απόδοση τους ανά εκτάριο, ενώ η συμβολή τους στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα αλλά και της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων φαίνεται να μην είναι αρκετή, καθώς οι εισροές που χρειάζονται για την καλλιέργεια αυτών είναι πολλές φορές μεγαλύτερες. Παρόλα αυτά το ενδιαφέρον στρέφεται περισσότερο στα γεωργικά υπολείμματα των ζαχαροκάλαμων όπως και στην ξυλώδη βιομάζα όπου αποτελεί μια σημαντική πηγή για την παραγωγή αιθανόλης. Υπολογίζεται ότι 370 εκατομμύρια τόνοι ξηρής ξυλώδους βιομάζας παράγονται βιώσιμα κάθε χρόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες. Επίσης, ξυλώδη βιομάζα υπάρχει σε αφθονία και παράγεται βιώσιμα σε αρκετές περιοχές παγκοσμίως όπως στην Σκανδιναβία, Νέα Ζηλανδία, Καναδά, Ιαπωνία και Νότια Αμερική. Άλλες πηγές βιομάζας αποτελούν οι ενεργειακές καλλιέργειες οι οποίες περιέχουν διαφοροποιημένες ποσότητες κυτταρίνης, ημικυτταρίνης, λιγνίνης και τέφρας. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται μερικές από τις συνθέσεις που περιέχουν κάποιες πηγές βιομάζας (Kyriakopoulos et al, 2016).

Πίνακας 6. Τυπική σύνθεση ενδεικτικών ενεργειακών καλλιεργειών

Biomass source	Cellulose (%)	Hemicellulose (%)	Lignin (%)	Ash (%)
Corn Stover	38-40	28	7-21	3.6-7.0
Coir	36-43	0.15-0.25	41-45	2.7-10.2
Bagasse	32-48	19-24	23-32	1.5-5
Wheat straw	33-38	26-32	17-19	6-8
Rice straw	28-36	23-28	12-14	14-20
Sorghum stalks	27	25	11	-
Barley straw	31-35	27-38	14-19	2-7
Leaves	15-20	80-85	0	-

Πηγή: (Kyriakopoulos et al, 2016)

Η λιγνοκυτταρινική βιομάζα αποτελείται κυρίως από κυτταρίνη, ημικυτταρίνη και λιγνίνη η οποία έχει αναγνωριστεί ως πηγή ενέργειας, καυσίμων και χημικών. Η χρήση της λιγνοκυτταρινικής βιομάζας ήταν για την παραγωγή ενέργειας μέσω της αιθανόλης.

3.5 Χρήσεις της βιομάζας

Η βιομάζα συγκαταλέγεται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρέχοντας το 35% και 3% των πρωτογενών ενεργειακών αναγκών των αναπτυσσόμενων και των βιομηχανικών χωρών, αντίστοιχα. Παρά την ευελιξία που παρέχει ως πηγή ενέργειας, τα ενεργειακά ισοζύγια εμφανίζουν την βιομάζα σε χαμηλά ποσοστά σε σχέση με τις άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για απευθείας θέρμανση στην βιομηχανία ή για οικιακή χρήση, στην παραγωγή ατμού για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και για παραγωγή αερίου ή υγρού καυσίμου. Η άμεση θέρμανση είναι η πιο διαδεδομένη εφαρμογή της βιομάζας με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου να αποκτούν ιδιαίτερη αξία μεταξύ των φορέων πολιτικής στον τομέα της ενέργειας (Voiontas et al, 2001).

Στην παρακάτω εικόνα γίνεται εμφανής η σημασία που έχει η βιομάζα σε διάφορες περιοχές ανά τον κόσμο. Στην Ευρώπη, στη Βόρεια Αμερική και στη Μέση Ανατολή η χρήση της βιομάζας κυμαίνεται στο 2-3% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, ενώ στην Αφρική, στην Ασία και στη Λατινική Αμερική, όπου αντιστοιχούν τα τρία τέταρτα του παγκόσμιου πληθυσμού, η βιομάζα αποτελεί μια σημαντική πηγή ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών. Συγκεκριμένα, υπάρχουν χώρες που χρησιμοποιούν το ένα τρίτο της συνολικής τους ενέργειας από βιομάζα, ενώ κάποιες από τις πιο φτωχές χώρες της Αφρικής και της Ασίας χρησιμοποιούν το 80-90% της ενέργειας τους από βιομάζα (π.χ. Αγκόλα, Αιθιοπία, Μοζαμβίκη, Νεπάλ, Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό κ.α.). Πράγματι, μεγάλο μέρος του αγροτικού πληθυσμού στις αναπτυσσόμενες χώρες αλλά και σε φτωχότερα τμήματα του αστικού πληθυσμού, η βιομάζα είναι συνήθως η μόνη διαθέσιμη και προσιτή πηγή ενέργειας εξυπηρετώντας βασικές ανάγκες όπως μαγείρεμα και θέρμανση (Demirbas, 2007).

The importance of biomass in different world regions

Region	Share of biomass in final energy consumption
Africa	62.0
Burundi	93.8
Ethiopia	85.6
Kenya	69.6
Somalia	86.5
Sudan	83.7
Uganda	94.6
South Asia	56.3
East Asia	25.1
China	23.5
Latin America	18.2
Europe	3.5
North America	2.7
Middle East	0.3

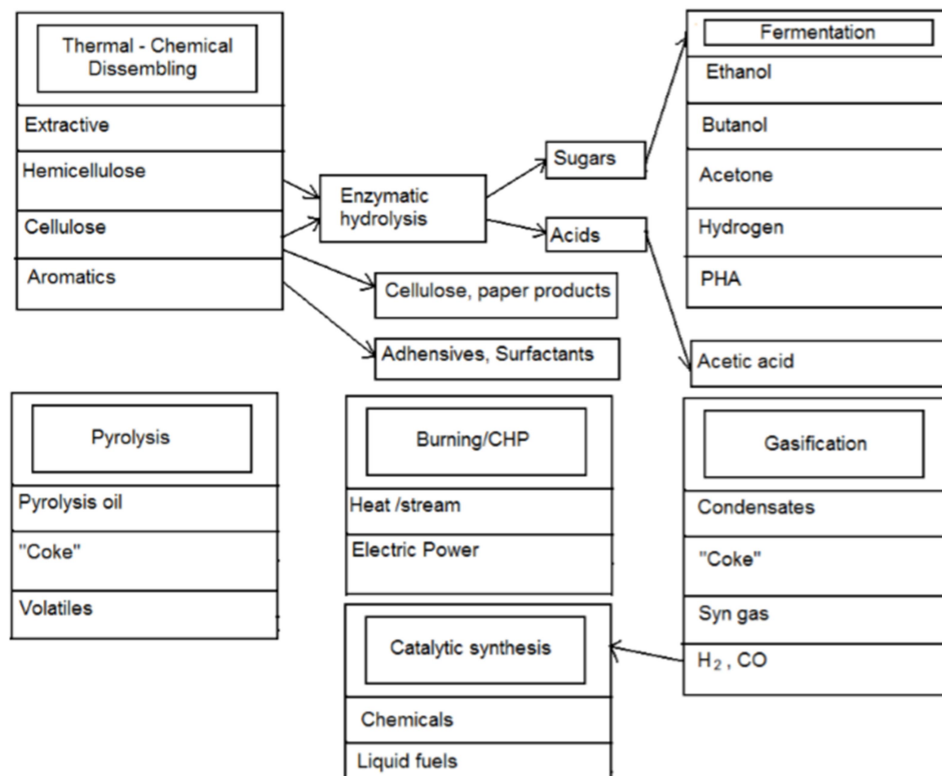
Εικόνα 7. Χρήσεις βιομάζας ανά τον κόσμο

(Πηγή: Demirbas, 2007)

Τα κύρια προϊόντα που μπορεί να μετατραπεί η βιομάζα είναι τα ακόλουθα:

- Ηλεκτρική ενέργεια/Θέρμανση
- Καύσιμο για τις μεταφορές (συγκοινωνίες - οχήματα)
- Χημική τροφοδοσία

Οι διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για την μετατροπή της βιομάζας σε ενέργεια είναι βιοχημικές και θερμοχημικές, όπως φαίνονται στην παρακάτω εικόνα. Η όλη διαδικασία έχει μηδενικές εκπομπές άνθρακα, καθώς το διοξείδιο του άνθρακα που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα απορροφάται ξανά από τα φυτά. Παράλληλα, οι διαδικασίες που εφαρμόζονται στο παρακάτω διάγραμμα μετατρέπουν την βιομάζα σε ενέργεια, χημικά και ύλη και ο άνθρακας μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα και απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα.



Εικόνα 8. Διαδικασίες μετατροπής βιομάζας

Πηγή: (Kyriakopoulos et al, 2016)

Όπως φαίνεται από την εικόνα 8 οι τέσσερις βασικές διαδικασίες που εφαρμόζονται για την μετατροπή της βιομάζας σε ενέργεια είναι οι εξής: η θερμική-χημική αποσυναρμολόγηση, η πυρόλυση, η καύση/CHP και η αεριοποίηση. Αυτές οι διαδικασίες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν επίσης στις επόμενες δύο κατηγορίες όπως α) βιοχημική ή συστηματική αποσυναρμολόγηση και β) θερμοχημική διαδικασία. Στην πρώτη κατηγορία (βιοχημική ή συστηματική αποσυναρμολόγηση) κατατάσσονται η θερμική-χημική αποσυναρμολόγηση και η πυρόλυση, ενώ στην δεύτερη κατηγορία (θερμοχημική διαδικασία) κατατάσσονται η καύση/CHP και η αεριοποίηση.

3.5.1 Παραγωγή θερμότητας με καύση

Η βιομάζα χρησιμοποιούνταν τόσο στο παρελθόν όσο και στις μέρες μας για την παραγωγή ενέργειας με την εφαρμογή της καύσης. Η καύση επιτυγχάνεται με την χρήση αέρα σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 1000-1500°C, όπου παράγεται θερμότητα η οποία χρησιμοποιείται με διάφορους τρόπους. Σήμερα χρησιμοποιούνται μεγάλες ποσότητες βιομάζας για την παραγωγή θερμότητας με τον βαθμό απόδοσης της καύσης όμως να είναι χαμηλός, κάτω του 40%. Για παράδειγμα, τα παραδοσιακά τζάκια έχουν βαθμό απόδοσης μόλις 10-20%, ενώ μερικά σύγχρονα τζάκια αγγίζουν υψηλούς βαθμούς απόδοσης που κυμαίνονται από 60-80%.

Η καύση της βιομάζας είναι μια σειρά από χημικές αντιδράσεις κατά τις οποίες ο άνθρακας οξειδώνεται και μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα και το υδρογόνο επίσης οξειδώνεται και μετατρέπεται σε νερό. Η έλλειψη του οξυγόνου οδηγεί σε ατελή καύση και στο σχηματισμό πολλών προϊόντων ατελούς καύσης. Ο επαρκής αέρας ψύχει το σύστημα. Οι απαιτήσεις σε αέρα εξαρτώνται από τα χημικά και φυσικά χαρακτηριστικά του καυσίμου. Η καύση της βιομάζας σχετίζεται με το ρυθμό καύσης του κάθε καυσίμου, τα προϊόντα καύσης, την απαιτούμενη περίσσεια αέρα για την πλήρη καύση και τις θερμοκρασίες καύσης.

Οι ιδιότητες της καύσης της βιομάζας μπορούν να ταξινομηθούν σε μακροσκοπικές και μικροσκοπικές. Οι μακροσκοπικές ιδιότητες των καυσίμων βιομάζας δίδονται για μακροσκοπική ανάλυση όπως η τιμή θέρμανσης, η περιεκτικότητα σε υγρασία, το μέγεθος των σωματιδίων, η πυκνότητα και η θερμοκρασία σύντηξης τέφρας. Οι ιδιότητες για μικροσκοπικές αναλύσεις περιλαμβάνουν τα θερμικά, κινητικά, χημικά και ορυκτά δεδομένα.

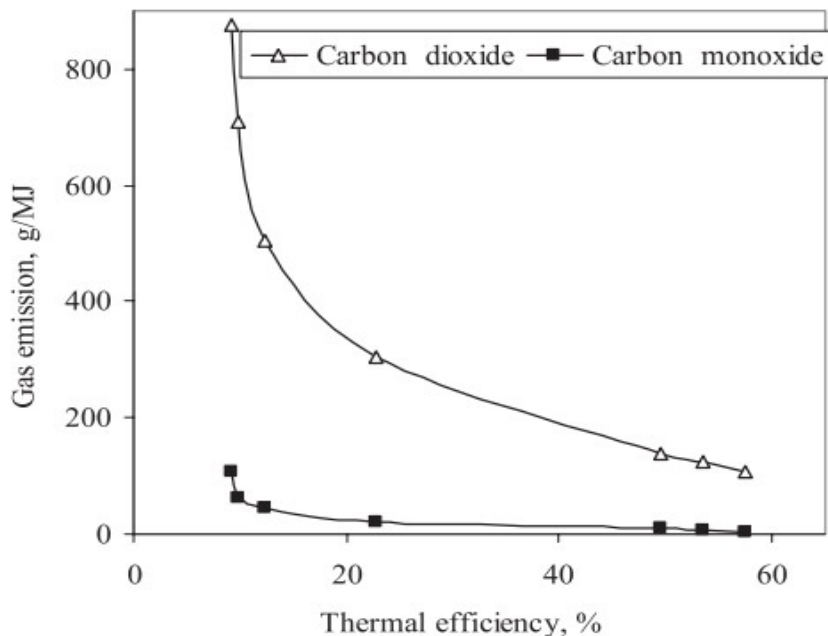
Τα χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την καύση είναι το μέγεθος των σωματιδίων και το ειδικό βάρος, η περιεκτικότητα σε τέφρα, η περιεκτικότητα σε υγρασία, η περιεκτικότητα σε στοιχεία όπως άνθρακα, υδρογόνο, οξυγόνο και άζωτο, η περιεκτικότητα σε δομικά συστατικά (κυτταρίνη, ημικυτταρίνη και λιγνίνη). Το μέγεθος των σωματιδίων της βιομάζας πρέπει να είναι 0,6cm ή και μερικές φορές μεγαλύτερο, για την αποτελεσματική καύση τους. Η βιομάζα είναι λιγότερο πυκνή σε σχέση με τον άνθρακα και είναι πιο δύσκολο να μειωθεί σε μικρότερα μεγέθη. Η τέφρα ή τα ανόργανα υλικά στα φυτά εξαρτώνται από τον τύπο του φυτού αλλά και από την μόλυνση που μπορεί να έχει υποστεί το έδαφος στο οποίο μεγαλώνουν. Η περιεκτικότητα σε τέφρα είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει άμεσα την τιμή θέρμανσης. Η υψηλή περιεκτικότητα σε τέφρα από ένα φυτό το κάνει λιγότερο επιθυμητό ως καύσιμο. Η υγρασία στην βιομάζα μειώνει γενικά την τιμή θέρμανσης και η υγρασία αποθηκεύεται σε μέρη των νεκρών κυττάρων και εντός των κυτταρικών τοιχωμάτων. Όταν το καύσιμο ξηραίνεται η αποθηκευμένη υγρασία ισορροπεί με τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος και η υγρασία είναι περίπου 20% σε ξηρό αέρα καυσίμου. Το

ποσοστό υγρασίας στα διάφορα είδη ξύλου κυμαίνεται από 41,27 έως και 70,20%. Η τιμή θέρμανσης ενός καύσιμου ξύλου μειώνεται με την αύξηση της περιεκτικότητας σε υγρασία και ποικίλλει από δέντρο σε δέντρο. Συνήθως, οι κορμοί έχουν χαμηλή υγρασία και οι ρίζες έχουν την περισσότερη.

Η βιομάζα καίγεται με απευθείας καύση για την παραγωγή ατμού και ο ατμός που παράγεται γυρνάει έναν τουρμπίνα. Ο τουρμπίνας με την σειρά του ενεργοποιεί την γεννήτρια και η γεννήτρια παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Οι αεριοποιητές χρησιμοποιούνται για να μετατρέψουν την βιομάζα σε ένα καύσιμο αέριο, το βιοαέριο. Το βιοαέριο στη συνέχεια χρησιμοποιείται για να οδηγήσει σε υψηλή απόδοση τους αεριοστροβίλους. Αφού γίνει η εισαγωγή του βιοαερίου στον κλίβανο, θερμαίνεται γρήγορα με ακτινοβολία από την διαδικασία της καύσης, αλλά και από τα καυτά αέρια του κλιβάνου.

Επίσης, για την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα χρησιμοποιούνταν από το παρελθόν οι οικιακές σόμπες με την χρήση ξύλων, είτε για την παραγωγή θερμότητας είτε για μαγείρεμα. Πολλές είναι οι φορητές σόμπες που έχουν δοκιμαστεί και χρησιμοποιηθεί τις τελευταίες δεκαετίες με σκοπό την διαχείριση της ενέργειας που παράγεται, την μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας όπως και την μείωση των εκπομπών αλλά και του κόστους. Η αποδοτικότητα μιας σύγχρονης σόμπας που χρησιμοποιεί καυσόξυλα εκτιμάται στο 20-30% σε σχέση με μια παραδοσιακή σόμπα με απόδοση 10%. Έτσι, οι σύγχρονες-αποδοτικές σόμπες καταναλώνουν λιγότερες ποσότητες καυσίμου με σημαντική εξοικονόμηση πόρων.

Σημαντικό είναι να σημειωθεί ότι η καύση της βιομάζας παράγει πολύ λιγότερες εκπομπές σε NO_x και SO_2 σε σχέση με την καύση ορυκτών καυσίμων. Σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη μπορούν να προκύψουν από την χρήση βιομάζας και την αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων όπως την μείωση του διοξειδίου του άνθρακα και την αντιμετώπιση του ενισχυμένου φαινομένου του θερμοκηπίου. Αυτό εξαρτάται από την αποτελεσματικότητα που η βιομάζα μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια. Για παράδειγμα, ένας τόνος ξηρού ξύλου θα αντικαταστήσει 15GJ κάρβουνου, όπου τα 15GJ κάρβουνου ισοδυναμούν με 0,37 τόνους άνθρακα, θεωρώντας ότι το ξύλο έχει απόδοση 25%. Παρατηρείται δηλαδή ότι όσο βελτιώνεται η θερμική απόδοση, τόσο μειώνονται οι εκπομπές των αερίων που παράγονται (βλέπε εικόνα 9).



Εικόνα 9. Σχέση εκπομπών αερίων (CO₂, CO) με την θερμική απόδοση σε σόμπες νοικοκυριών

(Demirbas, 2007)

Τα υπολείμματα των καλλιεργειών και των βιομηχανιών βιομάζας χρησιμοποιούνται πλέον παγκοσμίως σε πολλές χώρες για την παροχή κεντρικής, μεσαίας και μεγάλης κλίμακας παραγωγής θερμότητας, ηλεκτρικής ενέργειας ή και για άλλες εμπορικές χρήσεις. Το μέλλον της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα βρίσκεται στις τεχνολογίες αεριοποίησης και αεροστροβίλων που προσφέρουν υψηλή απόδοση στην μετατροπή ενέργειας. Οι μονάδες παραγωγής ενέργειας από βιομάζα χρησιμοποιούν παρόμοια τεχνολογία με αυτή που χρησιμοποιείται σε σταθμούς παραγωγής ενέργειας με καύση άνθρακα. Ο μέσος όρος των μονάδων παραγωγής βιομάζας είναι τα 20MW, ενώ υπάρχουν και κάποιες οι οποίες κυμαίνονται στα 40-50MW και καταναλώνουν ξύλα για την καύση. Η λειτουργία των μονάδων ακολουθεί τα εξής βήματα: από την καύση της βιομάζας παράγεται ατμός, όπου ο ατμός με την σειρά του γυρίζει μια τουρμπίνα και οδηγεί μια γεννήτρια για να παράξει ηλεκτρική ενέργεια. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η γενική διάταξη ενός συστήματος καύσης βιομάζας (Demirbas, 2007).

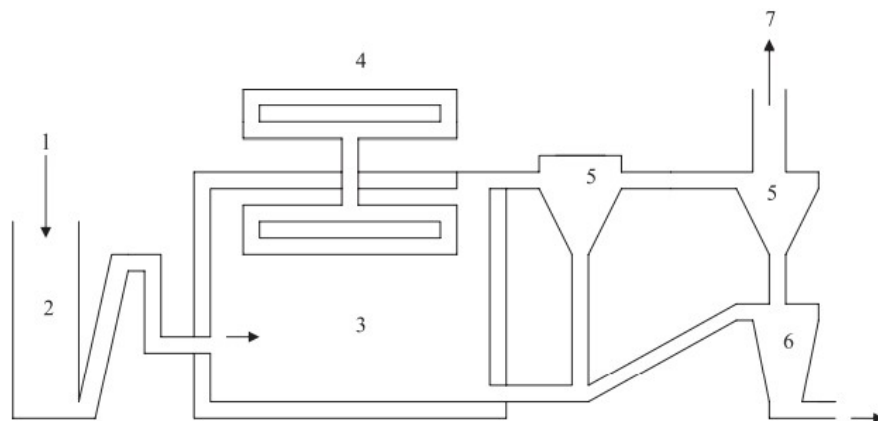


Figure 5. General layout of a biomass combustion system: (1) Fuel feed, (2) fuel storage, (3) combustion chamber, (4) heat exchanger, (5) particulate removal, (6) ash disposal, and (7) exhaust gases.

Εικόνα 10. Γενική διάταξη συστήματος καύσης βιομάζας

(Demirbas, 2007)

3.5.2 Παραγωγή θερμότητας με πυρόλυση

Η γρήγορη πυρόλυση (fast pyrolysis) είναι μια διαδικασία η οποία πραγματοποιείται σε υψηλές θερμοκρασίες όπου η βιομάζα θερμαίνεται γρήγορα, σε συνθήκες απουσίας οξυγόνου. Σαν αποτέλεσμα αποσυντίθεται για να παράξει κυρίως ατμούς, αερολύματα και μικρότερη ποσότητα σε κάρβουνο. Για την παραγωγή υγρού καυσίμου απαιτείται λίγος χρόνος παραμονής ατμών για την ελαχιστοποίηση των δευτερογενών αντιδράσεων (τυπικά 1 δευτερολέπτου). Παρόλα αυτά μπορούν να γίνουν αποδεκτές οι αποδόσεις που λαμβάνονται σε χρόνους παραμονής έως και 5 δευτερόλεπτα εάν η θερμοκρασία του ατμού διατηρηθεί κάτω από του 400°C. Μετά από ψύξη και συμπύκνωση, σχηματίζεται ένα σκούρο καφέ υγρό το οποίο έχει τιμή θέρμανσης περίπου την μισή από εκείνη των συμβατικών καυσίμων. Ενώ σχετίζεται με τις παραδοσιακές διαδικασίες πυρόλυσης για την παραγωγή άνθρακα, η γρήγορη πυρόλυση είναι μια προηγμένη διαδικασία που ελέγχεται συστηματικά για να δώσει υψηλές αποδόσεις υγρού καυσίμου. Οι μέγιστες τιμές απόδοσης του υγρού καυσίμου μπορούν να ληφθούν με υψηλούς ρυθμούς θέρμανσης, σε θερμοκρασίες αντίδρασης περίπου 500°C και σε μικρούς χρόνους παραμονής ατμών για την ελαχιστοποίηση των δευτερογενών αντιδράσεων. Οι διεργασίες της γρήγορης πυρόλυσης έχουν αναπτυχθεί για την παραγωγή των γέυσεων τροφίμων (για να αντικαταστήσουν τις παραδοσιακές διαδικασίες αργής πυρόλυσης που είχαν πολύ χαμηλότερες αποδόσεις), ειδικών χημικών και καυσίμων. Για την υλοποίηση αυτών χρειάζονται πολύ μικροί χρόνοι παραμονής ατμών μεταξύ 30-1500ms και η θερμοκρασία αντιδραστήρα να είναι στους 500 °C περίπου.

Τόσο ο χρόνος παραμονής όσο και ο έλεγχος της θερμοκρασίας είναι σημαντικοί παράγοντες για να «παγώσουν» τα ενδιάμεσα στάδια των περισσότερων χημικών σε συνδυασμό με τα μέτρια αέρια/θερμοκρασίες ατμών 400-500 °C πριν από την ανάκτηση του προϊόντος για να μεγιστοποιηθεί η αποδοτικότητα του οργανικού υγρού.

Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά της γρήγορης πυρόλυσης είναι:

- Πολύ υψηλά ποσοστά θερμότητας και μεταφοράς θερμότητας, τα οποία συνήθως απαιτούν μια συνεχή τροφοδοσία σε βιομάζα
- Ελεγχόμενες αντιδράσεις πυρόλυσης με θερμοκρασίες περίπου 500°C στη φάση ατμών, με μικρούς χρόνους παραμονής ατμών, τυπικά μικρότερους των 2s
- Ταχεία ψύξη των ατμών πυρόλυσης για να δώσει το προϊόν του βιο-ελαίου (Bridgwater et al, 1999).

3.5.3 Παραγωγή θερμότητας με αεριοποίηση

Η αεριοποίηση θεωρείται μια διαδικασία μεταξύ της πυρόλυσης και της καύσης η οποία περιλαμβάνει την μερική καύση/οξειδωση μιας ουσίας. Η ποσότητα του οξυγόνου που προστίθεται δεν είναι επαρκής ώστε να επιτρέψει στο καύσιμο να οξειδωθεί εντελώς και να πραγματοποιηθεί πλήρης καύση. Οι θερμοκρασίες που εφαρμόζονται είναι συνήθως μεγαλύτερες των 650°C. Η διαδικασία της αεριοποίησης είναι κυρίως εξωθερμική αλλά κάποια θερμότητα μπορεί να απαιτηθεί για να διατηρήσει την διαδικασία.

Οι κύριες αντιδράσεις που πραγματοποιούνται κατά τη διαδικασία της αεριοποίησης είναι:

- 1) Οξείδωση (εξώθερμη):
$$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$$
- 2) Αντίδραση εξάτμισης νερού (ενδόθερμη):
$$\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$$
- 3) $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$ (εξώθερμη)
- 4) Αντίδραση Boudouard (ενδόθερμη) :
$$\text{C} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO}$$
- 5) Αντίδραση σχηματισμού μεθανίου (εξώθερμη):
$$\text{C} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4$$

Η θερμότητα για τη διατήρηση της διεργασίας προέρχεται από τις εξώθερμες αντιδράσεις, ενώ τα καύσιμα προϊόντα παράγονται κυρίως μέσω των ενδόθερμων αντιδράσεων.

Τα ακατέργαστα αστικά απόβλητα δεν είναι συνήθως κατάλληλα για την αεριοποίηση και συνήθως χρειάζονται διαχωρισμό πριν την καύση τους (αφαίρεση γυαλιών, μετάλλων και αδρανών υλικών όπως μπάζα). Το κύριο προϊόν που παράγεται είναι μια σύνθεση από αέρια (Syngas = Synthesis Gas) το οποίο περιέχει μονοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και μεθάνιο. Συνήθως, το αέριο που παράγεται από την αεριοποίηση έχει καθαρή θερμοδική αξία 4-10 MJ/Nm³. Από την άλλη μεριά, η θερμοδική αξία του αερίου που παράγεται από την πυρόλυση και την αεριοποίηση είναι χαμηλότερη σε σχέση με αυτό του φυσικού αερίου το οποίο έχει θερμοδική αξία 38 MJ/Nm³.

Ένα σημαντικό πρόβλημα για τη χρήση του αερίου που παράγεται από την αεριοποίηση για την ανάκτηση ενέργειας στις εγκαταστάσεις είναι τα προβλήματα που σχετίζονται με την πίσσα. Η απόθεση της πίσσας μπορεί να μπλοκάρει τα συστήματα και να προκαλέσει λειτουργικές δυσκολίες οι οποίες οδηγούν πολλές φορές σε αποτυχίες των πιλοτικών αλλά και των εμπορικών εγκαταστάσεων. Με την εφαρμογή υψηλότερων θερμοκρασιών στην δευτεροβάθμια επεξεργασία μπορεί να διαλυθεί η πίσσα και το αέριο να “καθαριστεί” πριν χρησιμοποιηθεί για την ανάκτηση ενέργειας. Αυτή η διαδικασία του “καθαρισμού του αερίου” μπορεί να προκαλέσει υψηλότερες ενεργειακές αποδόσεις σε σχέση με άλλες μεθόδους θερμικής επεξεργασίας.

Θα πρέπει να σημειωθεί ωστόσο ότι οι περισσότερες εμπορικές εγκαταστάσεις αεριοποίησης που επεξεργάζονται τις πρώτες ύλες που προέρχονται από αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ) χρησιμοποιούν δευτερεύοντα θάλαμο καύσης για να καεί το αέριο (syngas) και να ανακτηθεί η ενέργεια μέσω ατμού. Επίσης, ένα άλλο προϊόν που παράγεται από την αεριοποίηση είναι ένα στερεό υπόλειμμα από μη εύφλεκτα υλικά (σκόνη) το οποίο περιέχει μια σχετικά χαμηλή ποσότητα σε άνθρακα (Department for Environment Food & Rural Affairs, 2013).

3.6 Υποπροϊόντα ελαιοτριβείων

Κατά την επεξεργασία των ελιών παράγονται τρία κύρια υπολείμματα. Αυτά είναι ο ελαιοπυρήνας, τα κλαδιά και τα φύλλα και τα απόβλητα του ελαιοτριβείου (ή αλλιώς κασίγαρος).

Ελαιοπυρήνας

Ο ελαιοπυρήνας, γνωστός και ως πυρήνας, είναι το στερεό απόβλητο που παράγεται από τα ελαιοτριβεία, αφού γίνει η έκθλιψη των ελιών για την παραγωγή του ελαιολάδου. Το συγκεκριμένο απόβλητο έχει υγρασία 45-65% όπως και ένα ποσοστό ελαιώδους, το πυρηνέλαιο. Για να αποκτήσει εμπορική αξία πρέπει να αφαιρεθεί η υγρασία που περιέχει όπως και το πυρηνέλαιο. Έτσι, για να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί ως βιοκαύσιμο πρέπει να αφαιρεθεί το πυρηνέλαιο και αυτό γίνεται στο πυρηνελαιουργείο. Στο πυρηνελαιουργείο η μέθοδος που χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση του πυρηνέλαιου είναι η εκχύλιση. Αφού ο ελαιοπυρήνας υποστεί εκχύλιση και ξήρανση παραλαμβάνουμε το πυρηνόξυλο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ή θερμικής ενέργειας. Όσον αφορά την βελτίωση που έχει πραγματοποιηθεί τις τελευταίες δεκαετίες, αξίζει να σημειωθεί ότι σε ένα παραδοσιακό ελαιοτριβείο που χρονολογείται από το 1975 παράγαγε πυρήνα με περιεκτικότητα σε λάδι άνω του 15% σε σύγκριση με το 3,5% που παράγεται σε σύγχρονα ελαιοτριβεία (Kapellakis et al, 2008).

Το πυρηνόξυλο αποτελείται από:

- α) Τον πυρήνα της ελιάς, που είναι ξυλώδης και κατακεραματισμένος
- β) Το σαρκώδες μέρος - ψίχα της ελιάς (αποξηραμένη) σε μορφή σκόνης
- γ) Τη φλούδα του καρπού, επίσης σε μορφή σκόνης

Επίσης, το πυρηνόξυλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αρκετούς σκοπούς όπως α) για την παραγωγή ενέργειας σε αγροτικές βιομηχανίες (πυρηνελαιουργεία, ελαιουργεία, ραφιναρία λαδιών, σαπωνοποιεία), β) παραγωγή ενέργειας σε βιοτεχνίες, βιομηχανίες (τυροκομία, φούρνοι, πλυντήρια ρούχων, καζάνια τσικουδιάς, ασβεστοποιείες), γ) θέρμανση κατοικιών, ξενοδοχείων, δ) θέρμανση θερμοκηπίων και ε) παραγωγή πρώτης ύλης για ζωοτροφές.

Το πυρηνόξυλο αποτελεί ένα από τα καλύτερα βιοκαύσιμα σύμφωνα με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στο Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ) σε περισσότερα από διακόσια είδη βιομάζας. Η θερμιδική του αξία είναι 4.300 - 5.200Kcal/Kg και όταν καίγεται εκπέμπει λιγότερο καπνό και αφήνει μικρά ποσοστά στάχτης (1-2 %). Επίσης, αποτελεί οικονομική λύση για οικιακή θέρμανση καθώς είναι πιο φθινό σε σχέση με

τα ορυκτά καύσιμα όπως πετρέλαιο, λιγνίτη και φυσικό αέριο. Τέλος, από περιβαλλοντικής άποψης η χρήση του πυρηνόξυλου έχει πολύ μικρή έως και μηδαμινή περιεκτικότητα σε θείο, το οποίο δημιουργεί την όξινη βροχή, όπως επίσης δεν περιέχει τοξικές ουσίες και βαρέα μέταλλα. Επιπλέον, δεν συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, αφού το διοξείδιο του άνθρακα που απελευθερώνεται δεσμεύεται πάλι από τα φυτά για την σύνθεση νέας βιομάζας.

Φύλλα και κλαδιά

Τα φύλλα και τα κλαδιά που παράγει ένα ελαιόδεντρο τον χρόνο είναι περίπου 25kg. Δεν έχουν εμπορική αξία και χρησιμοποιούνται είτε για την διατροφή των ζώων είτε καταλήγουν στις χωματερές.

Απόβλητα ελαιοτριβείων

Τα απόβλητα των ελαιοτριβείων ή αλλιώς ο κασίγαρος είναι ένα σκούρο κόκκινο προς μαύρο χρώμα, ελαφρώς όξινο υγρό με υψηλή αγωγιμότητα, που προκύπτει από την μηχανική επεξεργασία του ελαιολάδου κατά την παραγωγή του. Οι αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον από την παραγωγή ελαιολάδου είναι πιο εμφανείς σήμερα κυρίως λόγω α) της εκβιομηχάνισης της γεωργίας που έχει επιφέρει αξιοσημείωτη αύξηση της παραγωγής ελαιολάδου παγκοσμίως τα τελευταία τριάντα χρόνια, β) τη μετατροπή των ελαιοτριβείων από τύπου πίεσης σε φυγοκεντρικού τύπου, γ) την λειτουργία πολλών ελαιοτριβείων σε πολλές περιοχές όπως και δ) την αυξημένη ευαισθητοποίηση του κόσμου σε περιβαλλοντικά προβλήματα.

Τα απόβλητα του ελαιοτριβείου αποτελούνται από νερό (83-92% κατά βάρος), σάκχαρα, οργανικές ουσίες, συμπεριλαμβανομένων των εύκολα ζυμώσιμων πρωτεϊνών, οργανικά οξέα (οξικό, φουμαρικό, γλυκερικό και οξαλικό οξύ), μικρές ποσότητες γαλακτωμένου ελαιολάδου, φαινόλες, κηρώδεις και ρητινώδεις ουσίες, βιταμίνες και ίχνη φυτοφαρμάκων.

Τα απόβλητα που παράγονται από τα ελαιοτριβεία και συγκεκριμένα ο αραιωμένος πολτός των θρυμματισμένων ελιών, μπορεί να θεωρηθεί με ασφάλεια ότι είναι εντελώς βιοαποδομήσιμος. Παρόλα αυτά οι φαινόλες και τα λιπίδια αποσυντίθεται με πολύ αργούς ρυθμούς σε σχέση με άλλα συστατικά όπως τα σάκχαρα ή τα πτητικά οξέα μικρής αλυσίδας. Η αντίσταση στη βιοαποδόμηση σε συνδυασμό με την υψηλή οργανική περιεκτικότητα των αποβλήτων έχουν ως αποτέλεσμα σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Οι σημαντικότερες από αυτές είναι οι ακόλουθες:

α) Απειλή για την υδρόβια ζωή: Τα απόβλητα των ελαιοτριβείων έχουν εκατό φορές μεγαλύτερη συγκέντρωση οργανικού φορτίου σε σχέση με τα αστικά απόβλητα και όταν απορρίπτονται στους υδάτινους πόρους, η διαθεσιμότητα του οξυγόνου μειώνεται

προκαλώντας ανοξικές συνθήκες. Επιπλέον, η μεγάλη συγκέντρωση θρεπτικών ουσιών στα απόβλητα προάγει την ανάπτυξη αλγών με συνέπεια τον ευτροφισμό.

β) Οσμές: Τα φαινόμενα ζύμωσης πραγματοποιούνται όταν τα απόβλητα των ελαιοτριβείων αποθηκεύονται σε ανοικτές δεξαμενές ή εκφορτίζονται στην ξηρά ή στους υδατικούς αποδέκτες. Σαν αποτέλεσμα εκπέμπονται μεθάνιο και άλλα οξέα αέρια όπως υδρόθειο. Αυτό οδηγεί σε σημαντική ρύπανση από οσμές ακόμη και σε μεγάλες αποστάσεις.

γ) Αδιαπέραστο στρώμα: Τα λιπίδια που συνθέτουν τα απόβλητα των ελαιοτριβείων σχηματίζουν ένα αδιαπέραστο στρώμα στην επιφάνεια του νερού και έτσι εμποδίζουν το ηλιακό φως και το οξυγόνο να εισέλθει ώστε να επιβιώσουν οι μικροοργανισμοί. Το γεγονός αυτό, οδηγεί στην μείωση της ανάπτυξης των φυτών και την αύξηση της διάβρωσης.

δ) Αποχρωματισμός φυσικών νερών: Η αλλαγή του χρώματος των φυσικών υδάτων μπορεί να αποδοθεί στην οξείδωση και τον επακόλουθο πολυμερισμό των τανινών παράγοντας σκούρα χρωματισμένες πολυφαινόλες οι οποίες είναι δύσκολο να απομακρυνθούν από τα απόβλητα.

ε) Τοξικότητα: Τα απόβλητα των ελαιοτριβείων χαρακτηρίζονται από την παρουσία αρκετών φυτοτοξικών πτητικών οξέων και φαινολικών ενώσεων, καθιστώντας τα πολύ τοξικά ως προς το περιβάλλον. Δεδομένου ότι οι φαινόλες μαζί με τις αλκοόλες, αλδεΐδες και τα οργανικά οξέα οδηγούν σε πολύ χαμηλό pH, τα απόβλητα των ελαιοτριβείων πρέπει να υποβληθούν σε επεξεργασία προκειμένου να απομακρυνθεί το φαινολικό κλάσμα (Kapellakis et al, 2008).

4. Η περίπτωση της Λέσβου

4.1 Γενικά

Ο σχεδιασμός για την διαχείριση της ενέργειας σε ένα νησί είναι αρκετά περίπλοκος και χρειάζεται εντατικό σχεδιασμό ώστε να εξασφαλιστεί οικονομική βιωσιμότητα, ασφάλεια στις προμήθειες, κοινωνική αποδοχή και προστασία του περιβάλλοντος. Συγκεκριμένα, τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα νησιά ως προς την παραγωγή της ενέργειας μπορούν να συμπεριληφθούν στα ακόλουθα:

- Η σύνδεση με την ηπειρωτική χώρα για την προμήθεια της ενέργειας είναι σχεδόν αδύνατη στις περισσότερες περιπτώσεις (λόγω απόστασης και βάθους) και η υποδομή διασύνδεσης με την ηπειρωτική χώρα είναι εξαιρετικά δαπανηρή.
- Το υψηλό επίπεδο εξάρτησης από τα εισαγόμενα καύσιμα καθιστά τα περισσότερα νησιά ιδιαίτερα ευάλωτα στις διακυμάνσεις των τιμών των καυσίμων.
- Σημαντικές διακυμάνσεις της ζήτησης λόγω του εποχιακού τουρισμού.

Η πλειοψηφία των νησιών του Αιγαίου, με εξαίρεση αυτά που βρίσκονται κοντά στη ηπειρωτική χώρα και είναι συνδεδεμένα σε αυτή, δεν εξασφαλίζουν την ενέργεια τους από το ηλεκτρικό δίκτυο της ηπειρωτικής χώρας. Η ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας καλύπτεται σχεδόν αποκλειστικά από τους υφιστάμενους Αυτόνομους Σταθμούς Ηλεκτρικής Ενέργειας που βασίζονται σε κινητήρες εσωτερικής καύσης και αεροστρόβιλους, με χρήση πετρελαίου και φυσικού αερίου. Από την άλλη μεριά, τα νησιά έχουν υψηλό δυναμικό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που μπορούν να αξιοποιήσουν όπως ηλιακή, αιολική, γεωθερμική ενέργεια και βιομάζα.

Το νησιωτικό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας της Λέσβου είναι ένα τυπικό παράδειγμα αποκεντρωμένου ενεργειακού συστήματος που περιλαμβάνει ένα εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιεί βαριά καύσιμα (πετρέλαιο) που βρίσκεται στη Μυτιλήνη. Το εργοστάσιο έχει ισχύ 92,5 MW και η ζήτηση αιχμής που καταγράφηκε το 2014 ήταν 63,69 MW και το 2013 63,87 MW (Strantzali et al, 2017).

Από την άλλη μεριά, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που εκμεταλλεύεται το νησί για τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι κυρίως η αιολική και η ηλιακή ενέργεια. Συγκεκριμένα, με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα, το νησί της Λέσβου έχει αρκετά δυνατούς ανέμους καθ'όλη την διάρκεια της χρονιάς όπως και πολύ ηλιοφάνεια. Επίσης, το νησί περιλαμβάνει γεωθερμικές πηγές με τις θερμοκρασίες του νερού να αγγίζουν τους 95°C

και παράγει μεγάλες ποσότητες βιομάζας από τα ελαιόδεντρα, όπου αγγίζουν τους 10.000 tn το χρόνο (Koroneos et al, 2004).

Το ποσοστό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που συμπεριλαμβάνει στο δίκτυο του ανέρχεται στο 16% της συνολικής ενέργειας. Συγκεκριμένα, οι εγκαταστάσεις παραγωγής αιολικής ενέργειας έχουν συνολική εγκατεστημένη ισχύ 13,95 MW και οι εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων με παραγωγή 8,84 MW, που καλύπτουν ένα μικρό ποσοστό της ζήτησης μόλις το 5% (Strantzali et al, 2017).

4.2 Καταγραφή βιομάζας στη Λέσβο

Το νησί της Λέσβου αποτελεί το τρίτο μεγαλύτερο νησί στην Ελλάδα, με έκταση 1633km² και με έναν αρκετά μεγάλο πληθυσμό που καταναλώνει 247,5 GWh ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως. Για να καλυφθούν οι απαιτήσεις σε ηλεκτρική ενέργεια προμηθεύεται καύσιμα από την ηπειρωτική Ελλάδα όπως πετρέλαιο και μαζούτ. Συγκεκριμένα, για το έτος 2013 οι ποσότητες σε πετρέλαιο ήταν 4.136 tn και σε μαζούτ 48.532 tn.

Πίνακας 7. Χαρακτηριστικά του εργοστασίου της ΔΕΗ για το έτος 2013

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως	247,5 GWh
Αιχμή ζήτησης	60 MW
Κατανάλωση σε πετρέλαιο	4.136 tn
Κατανάλωση σε μαζούτ	48.532 tn

Για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα, έγινε καταγραφή των στοιχείων με την βοήθεια της υπηρεσίας ΕΛΣΤΑΤ, τόσο για την φυτική βιομάζα των δέντρων και των καλλιεργειών, όσο και της ζωικής βιομάζας δηλαδή τον συνολικό αριθμό των οικόσιτων ζώων και των ζωικών μονάδων. Για την φυτική βιομάζα συγκεκριμένα έγινε καταγραφή του συνολικού αριθμού των δέντρων για όλα τα είδη που φύονται στην Λέσβο, όπως επίσης και των συνολικών στρεμμάτων των διαφορετικών καλλιεργειών και δέντρων του νησιού. Αντίστοιχα, για την ζωική βιομάζα καταγράφηκαν ο συνολικός αριθμός των οικόσιτων ζώων που εκτρέφονται στο νησί αλλά και οι συνολικές κτηνοτροφικές μονάδες. Αξίζει να σημειωθεί ότι η μεγαλύτερη ποσότητα σε φυτική βιομάζα προήλθε από τα ελαιόδεντρα καθώς αποτελούν τον μεγαλύτερο αριθμό σε δέντρα στο νησί και αποτελεί μια από τις βασικότερες καλλιέργειες για την παραγωγή ελαιολάδου. Παρακάτω καταγράφονται οι συνολικοί αριθμοί στα διάφορα είδη δέντρων ταξινομημένοι από τα λιγότερα στα περισσότερα δέντρα.

Πίνακας 8. Συνολικοί αριθμοί δέντρων διαφόρων καλλιεργειών

Είδος καλλιέργειας	Αριθμός δέντρων
Λεμονιές	11
Πορτοκαλιές	45
Μανταρινιές	4.126
Μηλιές	6.457
Αχλαδιές	6.773
Ακτινίδια	7.177
Ροδιές	12.025
Ροδακινιές-Νεκταρινιές	13.383
Βερικοκιές	13.750
Κερασιές	20.260
Συκιές για νωπά σύκα	21.739
Συκιές για ξηρά σύκα	22.943
Αμυγδαλιές	28.767
Καρυδιές	31.060
Καστανιές	60.920
Λεπτοκαρυές (Φουντουκιές)	94.669
Ελιές	6.054.848
Σύνολο	6.398.953

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ 2017

Στο πίνακα 8 καταγράφονται οι συνολικοί αριθμοί των διαφορετικών ειδών των δέντρων της Λέσβου με τον αριθμό των ελαιόδεντρων να ξεπερνάει κατά πολύ των υπολοίπων δέντρων. Συγκεκριμένα, ο συνολικός αριθμός των ελαιόδεντρων είναι 6.054.848 δέντρα όταν ο συνολικός αριθμός μαζί με τα υπόλοιπα είδη είναι 6.398.953 δέντρα. Το γεγονός αυτό, φανερώνει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό σε ενέργεια θα παραχθεί από τα κλαδέματα και τον πυρήνα της ελιάς. Τα υπόλοιπα δέντρα θα λειτουργήσουν συμπληρωματικά στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Επίσης, σημαντική παράμετρος για τον υπολογισμό της ηλεκτρικής ενέργειας των κλαδεμάτων και των πυρήνων είναι η καταγραφή των στρεμμάτων των καλλιεργειών. Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε καταγραφή των στρεμμάτων των βασικών καλλιεργειών σε δέντρα στη Λέσβο, όπου συγκεντρώνονται στο παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 9. Είδη δέντρων και εκτάσεις

Είδη δέντρων	Στρέμματα
ΕΛΑΙΩΝΕΣ	413.418
ΟΠΩΡΟΦΟΡΑ ΔΕΝΔΡΑ ΕΥΚΡΑΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ (ΡΟΔΑΚΙΝΙΕΣ Κ.Λ.Π.) FRUIT AND BERRY PLANTATIONS OF TEMPERATE CLIMATE (PEACHES ETC)	1.017
ΟΠΩΡΟΦΟΡΑ ΔΕΝΔΡΑ ΥΠΟΤΡΟΠΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ (ΑΚΤΙΝΙΔΙΑ Κ.Λ.Π.) FRUIT AND BERRY PLANTATIONS OF SUBTROPICAL CLIMATE (KIWI ETC)	338
ΔΕΝΔΡΑ ΓΙΑ ΚΑΡΠΟΥΣ ΜΕ ΚΕΛΥΦΟΣ (ΑΜΥΓΔΑΛΙΕΣ Κ.Λ.Π.) FRUIT AND BERRY PLANTATIONS - NUTS (ALMONDS ETC)	3.686
ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΗ (ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΕΣ Κ.Λ.Π.) CITRUS PLANTATIONS (ORANGES ETC)	917

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ 2016

Στο πίνακα 9 γίνεται επίσης αντιληπτό ότι η μεγαλύτερη έκταση καταλαμβάνεται από τους ελαιώνες, όπου καλύπτουν έκταση 413.418 στρέμματα. Ακολουθούν οι καλλιέργειες δέντρων που παράγουν καρπούς με κέλυφος, όπως αμυγδαλιές, με έκταση 3.686 στρέμματα. Στην συνέχεια, σειρά έχουν τα οπωροφόρα δέντρα εύκρατων καλλιεργειών (π.χ. ροδακινιές) όπου καταλαμβάνουν έκταση 1.017 στρέμματα. Έπειτα, ακολουθούν τα εσπεριδοειδή (π.χ. πορτοκαλιές) με έκταση 917 στρέμματα και τέλος τα οπωροφόρα δέντρα υποτροπικής προέλευσης (π.χ. ακτινίδια) με έκταση 338 στρέμματα.

Επίσης, συμπεριλήφθησαν στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας οι αροτραίες καλλιέργειες (σιτηρά για καρπό), τα κτηνοτροφικά φυτά για σανό και οι συνολικές καλλιέργειες σε αμπέλια όπως φαίνονται στα παρακάτω πίνακάκια 10, 11 και 12. Λαμβάνοντας υπόψη τα στρέμματα που καταλαμβάνουν θα υπολογιστεί αργότερα η δυναμική πρωτογενής ενέργεια που παράγουν και εν συνεχεία η τελική αξιοποιήσιμη ηλεκτρική ενέργεια. Τέλος, στον πίνακα 13 καταγράφονται οι συνολικοί αριθμοί των οικόσιτων ζώων της Λέσβου.

Πίνακας 10. Αροτραίες καλλιέργειες (σιτηρά για καρπό)

Είδος Καλλιέργειας	Στρέμματα
Σιτάρι (Μαλακό)	1.317
Σιτάρι (Σκληρό)	1.154
Κριθάρι	372
Βρώμη	1.455
Σίκαλη	9

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ 2018

Πίνακας 11. Κτηνοτροφικά φυτά για σανό

Είδος Καλλιέργειας	Στρέμματα
Κριθάρι	3.292
Βρώμη	7.346

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ 2018

Πίνακας 12. Εκτάσεις αμπελιών

Αμπέλια	Στρέμματα
Συνολικές εκτάσεις αμπελιών	1.472

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ 2018

Πίνακας 13. Συνολικοί αριθμοί οικόσιτων ζώων της Λέσβου

Είδη ζώων	Αριθμός ζώων
Βοοειδή	4.580,00
Προβατοειδή	364.761,00
Κατσίκες	40.331,00
Πουλερικά	73.865,00
Ιπποείδη και όνοι	2.110,00

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ 2016

4.3 Υπολογισμός φυτικής βιομάζας

Για τον υπολογισμό της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει η φυτική βιομάζα, σημαντικά στοιχεία αποτελούν η παραγωγή σε ξηρά ουσία που αποδίδει ένα στρέμμα καλλιέργειας, όπως επίσης και η θερμογόνος δύναμη που εκλύει το κάθε είδος καλλιέργειας. Στους πίνακες 14 και 15 καταγράφονται μερικά από τα βασικά χαρακτηριστικά των καλλιεργειών που επιλέχθηκαν για την ενεργειακή τους εκμετάλλευση. Συγκεκριμένα, μερικές από τις καλλιέργειες που επιλέχθηκαν είναι η αξιοποίηση του περιεχομένου της ενέργειας από τα άχυρα σιταριού, κριθαριού, βρώμης και σίκαλης όπως και η αξιοποίηση της ενέργειας από τον πυρήνα και τα κλαδέματα των ελαιώνων, των οπωροφόρων δέντρων, των δέντρων που παράγουν καρπούς με κέλυφος και εσπεριδοειδών (ταξινομημένων σε κατηγορίες δέντρων που και έτσι θα υπολογιστούν).

Πίνακας 14. Χαρακτηριστικά καλλιεργειών

Καλλιέργειες	Μέρος φυτού	Παραγωγή ξηράς ουσίας (kg/στρέμμα)	Θερμογόνος Δύναμη (MJ/kg)
Σιτάρι	Άχυρο	217	18,5
Κριθάρι	Άχυρο	120	18,2
Βρώμη	Άχυρο	355	18
Σίκαλη	Άχυρο	200	18,3

Πίνακας 15. Χαρακτηριστικά δενδροδών καλλιεργειών

Καλλιέργειες	Μέρος φυτού	Παραγωγή ξηράς ουσίας (kg/στρέμμα)	Θερμογόνος Δύναμη (MJ/kg)
Ελιές	Κλαδέματα	37,2	19
	Πυρήνας	120	19,7
Ροδακινιές	Κλαδέματα	52,1	18,8
	Πυρήνας	180	19,3
Αμπέλια	Κλαδέματα	32,1	18,7
Βερικοκιές	Κλαδέματα	53,2	17,8
Αχλαδιές	Κλαδέματα	48,7	18,7
Αμυγδαλιές	Κελύφη	220	19,1

Οι υπολογισμοί θα ξεκινήσουν με τους ελαιώνες όπου αποτελούν και την μεγαλύτερη σε έκταση καλλιεργήσιμη γη και θα ακολουθήσουν τα οπωροφόρα δέντρα εύκρατων καλλιεργειών (π.χ. ροδακινίες), τα οπωροφόρα δέντρα υποτροπικής προέλευσης (π.χ. ακτινίδια), τα δέντρα για καρπούς με κέλυφος (π.χ. αμυγδαλιές) και τέλος τα εσπεριδοειδή (π.χ. πορτοκαλιές).

Με βάση τα στρέμματα που καλύπτουν, τα κιλά σε ξηρά ουσία που παράγει το κάθε στρέμμα και την θερμογόνο δύναμη που περιέχουν, θα υπολογιστεί η δυναμική πρωτογενής ενέργεια που θα παραχθεί και στη συνέχεια η τελική αξιοποιήσιμη ηλεκτρική ενέργεια.

Πίνακας 16. Παραγωγή δυναμικής πρωτογενής ενέργειας σε GJ από τα κλαδέματα των ελαιώνων

ΕΛΑΙΩΝΕΣ (κλαδέματα)			
Παραγωγή ξηράς ουσίας (kg/στρέμμα)	37,20	Συνολικά κιλά κλαδέματος	15.379.149,60
Στρέμματα	413.418,00	Θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)	19,00
Συνολικά κιλά κλαδέματος	15.379.149,60	Ενέργεια από τα κλαδιά ελιάς (MJ)	292.203.842,40
		ή (GJ)	292.203,84

Πίνακας 17. Παραγωγή δυναμικής πρωτογενής ενέργειας σε GJ από τον πυρήνα των ελαιώνων

ΕΛΑΙΩΝΕΣ (πυρήνας)			
Παραγωγή ξηράς ουσίας (kg/στρέμμα)	120,00	Συνολικά κιλά πυρήνα	49.610.160,00
Στρέμματα	413.418,00	Θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)	19,70
Συνολικά κιλά πυρήνα	49.610.160,00	Ενέργεια από τον πυρήνα ελιάς (MJ)	977.320.152,00
		ή (GJ)	977.320,15

Πίνακας 18. Παραγωγή δυναμικής πρωτογενής ενέργειας σε GJ από τα κλαδέματα οπωροφόρων δέντρων (π.χ. ροδακινίες)

Οπωροφόρα δέντρα (π.χ. ροδακινίες, κλαδέματα)			
Παραγωγή ξηράς ουσίας (kg/στρέμμα)	52,10	Συνολικά κιλά κλαδέματος	52.985,70
Στρέμματα	1.017,00	Θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)	18,80
Συνολικά κιλά κλαδέματος	52.985,70	Ενέργεια από τα κλαδιά (MJ)	996.131,16
		ή (GJ)	996,13

Πίνακας 19. Παραγωγή δυνητικής πρωτογενής ενέργειας σε GJ από τον πυρήνα οπωροφόρων δέντρων (π.χ. ροδακινιές)

Οπωροφόρα δέντρα (π.χ. ροδακινιές, πυρήνας)			
Παραγωγή ξηράς ουσίας (kg/στρέμμα)	180,00	Συνολικά κιλά πυρήνα	183.060,00
Στρέμματα	1.017,00	Θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)	19,30
Συνολικά κιλά πυρήνα	183.060,00	Ενέργεια από τον πυρήνα (MJ)	3.533.058,00
		ή (GJ)	3.533,06

Πίνακας 20. Παραγωγή δυνητικής πρωτογενής ενέργειας σε GJ από τα κλαδέματα οπωροφόρων δέντρων (π.χ. ακτινίδια)

Οπωροφόρα δέντρα (π.χ. ακτινίδια)			
Παραγωγή ξηράς ουσίας (kg/στρέμμα)	45,00	Συνολικά κιλά κλαδέματος	15.210,00
Στρέμματα	338,00	Θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)	18,60
Συνολικά κιλά κλαδέματος	15.210,00	Ενέργεια από τα κλαδιά (MJ)	282.906,00
		ή (GJ)	282,91

Πίνακας 21. Παραγωγή δυνητικής πρωτογενής ενέργειας σε GJ από τα κελύφη δέντρων (π.χ. αμυγδαλιές)

Δέντρα για καρπούς με κέλυφος (π.χ. αμυγδαλιές)			
Παραγωγή ξηράς ουσίας (kg/στρέμμα)	220,00	Συνολικά κιλά κελύφους	810.920,00
Στρέμματα	3.686,00	Θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)	19,10
Συνολικά κιλά κελύφους	810.920,00	Ενέργεια από τα κελύφη (MJ)	15.488.572,00
		ή (GJ)	15.488,57

Πίνακας 22. Παραγωγή δυναμικής πρωτογενής ενέργειας σε GJ από τα κλαδέματα εσπεριδοειδών δέντρων (π.χ. πορτοκαλιές)

Εσπεριδοειδή (π.χ. πορτοκαλιές)			
Παραγωγή ξηράς ουσίας (kg/στρέμμα)	45,00	Συνολικά κιλά κλαδέματος	41.265,00
Στρέμματα	917,00	Θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)	18,60
Συνολικά κιλά κλαδέματος	41.265,00	Ενέργεια από τα κλαδιά (MJ)	767.529,00
		ή (GJ)	767,53

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω πινακάκια πραγματοποιήθηκαν οι υπολογισμοί ώστε να καταλήξουμε στην δυναμική πρωτογενή ενέργεια που παράγουν οι συγκεκριμένες κατηγορίες δέντρων. Πρέπει να σημειωθεί ότι για την κατηγορία οπωροφόρων δέντρων υποτροπικής προέλευσης (π.χ. ακτινίδια) και την κατηγορία των εσπεριδοειδών (π.χ. πορτοκαλιές), πάρθηκε ένας μέσος όρος στις τιμές των κιλών ξηράς ουσίας ανά στρέμμα και θερμογόνου δύναμης λόγω έλλειψης δεδομένων. Έτσι, χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές 45 kg/στρέμμα στην παραγωγή ξηράς ουσίας και 18,6 MJ/kg για την θερμογόνο δύναμη. Ο μέσος όρος αυτών των τιμών δεν θα επηρεάσει έντονα τα τελικά αποτελέσματα καθώς τα στρέμματα που καλύπτουν οι συγκεκριμένες καλλιέργειες είναι πολύ μικρότερα σε σχέση με τους ελαιώνες που βγάζουν πολύ μεγαλύτερη ενέργεια αλλά και σε σχέση με τις άλλες καλλιέργειες.

Στη συνέχεια θα ακολουθήσουν οι υπολογισμοί για τις καλλιέργειες του κριθαριού, σιταριού, βρώμης, σίκαλης και των αμπελιών. Όπως και με τους παραπάνω υπολογισμούς σημαντικοί παράμετροι για τον υπολογισμό τους είναι οι εκτάσεις των καλλιεργειών, η παραγωγή ξηράς ουσίας ανά στρέμμα καλλιεργήσιμης γης και η θερμογόνος δύναμη της κάθε καλλιέργειας.

Πίνακας 23. Παραγωγή δυναμικής πρωτογενής ενέργειας σε GJ από τα άχυρα κριθαριού

Κριθάρι (άχυρα)			
Παραγωγή ξηράς ουσίας (kg/στρέμμα)	120,00	Συνολικά κιλά ξηράς ουσίας	439.680,00
Στρέμματα	3.664,00	Θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)	18,20
Συνολικά κιλά ξηράς ουσίας	439.680,00	Ενέργεια από τα άχυρα κριθαριού (MJ)	8.002.176,00
		(GJ)	8.002,18

Πίνακας 24. Παραγωγή δυνητικής πρωτογενής ενέργειας σε GJ από τα άχυρα σιταριού

Σιτάρι (Μαλακό + Σκληρό)			
Άχυρα:			
Παραγωγή ξηράς ουσίας (kg/στρέμμα)	217,00	Συνολικά κιλά ξηράς ουσίας	536.207,00
Στρέμματα	2.471,00	Θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)	18,50
Συνολικά κιλά ξηράς ουσίας	536.207,00	Ενέργεια από τα άχυρα σιταριού (MJ)	9.919.829,50
		(GJ)	9.919,83

Πίνακας 25. Παραγωγή δυνητικής πρωτογενής ενέργειας σε GJ από τα άχυρα βρώμης

Βρώμη (άχυρα)			
Παραγωγή ξηράς ουσίας (kg/στρέμμα)	355,00	Συνολικά κιλά ξηράς ουσίας	3.124.355,00
Στρέμματα	8.801,00	Θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)	18,00
Συνολικά κιλά ξηράς ουσίας	3.124.355,00	Ενέργεια από τα άχυρα βρώμης (MJ)	56.238.390,00
		(GJ)	56.238,39

Πίνακας 26. Παραγωγή δυνητικής πρωτογενής ενέργειας σε GJ από τα άχυρα σίκαλης

Σίκαλη (άχυρα)			
Παραγωγή ξηράς ουσίας (kg/στρέμμα)	200,00	Συνολικά κιλά ξηράς ουσίας	1.800,00
Στρέμματα	9,00	Θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)	18,30
Συνολικά κιλά ξηράς ουσίας	1.800,00	Ενέργεια από τα άχυρα σίκαλης (MJ)	32.940,00
		(GJ)	32,94

Πίνακας 27. Παραγωγή δυνητικής πρωτογενής ενέργειας σε GJ από τα κλαδέματα αμπελιών

Αμπέλια (κλαδέματα)			
Παραγωγή ξηράς ουσίας (kg/στρέμμα)	32,10	Συνολικά κιλά ξηράς ουσίας	47.251,20
Στρέμματα	1.472,00	Θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)	18,70
Συνολικά κιλά ξηράς ουσίας	47.251,20	Ενέργεια από τα κλαδέματα αμπελιών (MJ)	883.597,44
		(GJ)	883,60

Αφού πραγματοποιήθηκαν οι υπολογισμοί για την φυτική βιομάζα της Λέσβου, σειρά έχει η συνολική δυνητική πρωτογενής ενέργεια που παράγεται από αυτή σε GJ και ύστερα σε GWh, ώστε να υπάρξει αργότερα σύγκριση με την ετήσια κατανάλωση σε GWh που καταναλώνει το νησί από ορυκτά καύσιμα.

Πίνακας 28. Συνολική δυνητική πρωτογενής ενέργεια από φυτική βιομάζα σε GJ

Συνολική δυνητική πρωτογενή ενέργεια από δέντρα (GJ)	1.290.592,19
Συνολική δυνητική πρωτογενή ενέργεια από καλλιέργειες (GJ)	75.076,93
Συνολική δυνητική πρωτογενή ενέργεια από φυτική βιομάζα (GJ)	1.365.669,12

Στον πίνακα 28 υπολογίζεται η συνολική δυνητική πρωτογενής ενέργεια που παράγεται από την φυτική βιομάζα τόσο από τις καλλιέργειες των δέντρων όσο και από τις υπόλοιπες καλλιέργειες που επιλέχθηκαν.

Πίνακας 29. Συνολική δυνητική πρωτογενή ενέργεια από φυτική βιομάζα και συνολική ηλεκτρική ενέργεια από ορυκτά καύσιμα

Συνολική δυνητική πρωτογενή ενέργεια από φυτική βιομάζα (GWh)	379,38
Συνολική ηλεκτρική ενέργεια από ορυκτά καύσιμα (GWh)	247,50

Στον πίνακα 29 υπολογίζεται η συνολική δυνητική πρωτογενή ενέργεια από την φυτική βιομάζα σε GWh, όπου είναι 379,38 (GWh). Δεν μπορεί να γίνει ακόμη σύγκριση μεταξύ των τιμών της δυνητικής ενέργειας από φυτική βιομάζα και της ηλεκτρικής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα καθώς από την συνολική δυνητική ενέργεια που παράγεται από την φυτική βιομάζα μόνο το 40% αυτής μπορεί να αξιοποιηθεί ως ηλεκτρική. Αυτό συμβαίνει λόγω των

απωλειών που πραγματοποιούνται όταν καίγεται η φυτική βιομάζα. Οπότε στον πίνακα 30 φαίνεται η τελική ηλεκτρική ενέργεια που θα παραχθεί από την φυτική βιομάζα και το ποσοστό αυτής που θα συνεισφέρει στο ηλεκτρικό δίκτυο.

Πίνακας 30. Τελική ηλεκτρική ενέργεια που θα αξιοποιηθεί από φυτική βιομάζα και ποσοστό αυτής στο δίκτυο

Ενέργεια που θα αξιοποιηθεί τελικά από φυτική βιομάζα (40%)	151,75 (GWh)
Ποσοστό ενέργειας	61,3

4.4 Υπολογισμός ζωικής βιομάζας

Για τον υπολογισμό της ζωικής βιομάζας χρειαζόμαστε αρχικά τους συνολικούς αριθμούς των εκτρεφόμενων ζώων που φιλοξενούνται στις κτηνοτροφικές μονάδες της Λέσβου. Τα ζώα που επιλέχθηκαν για την ενεργειακή αξιοποίηση των αποβλήτων τους είναι τα βοοειδή, τα προβατοειδή, οι κατσίκες, τα πουλερικά και τα ιπποείδη-όνοι. Επίσης, σημαντικές τιμές για το υπολογισμό της ενέργειας που παράγουν είναι η συνολική κοπριά που παράγει το κάθε είδος ζώου κατά την διάρκεια ενός έτους όπως και η ξηρά στερεά κοπριά ανά ζώο το έτος. Τέλος, χρήσιμοι αποτελούν οι συντελεστές παραγωγής βιοαερίου και παραγωγής ενέργειας για τον υπολογισμό του ενεργειακού περιεχομένου των αποβλήτων. Στον πίνακα 31 αναγράφονται τα χαρακτηριστικά αυτά και στους επόμενους πίνακες (32 και 33) υπολογίζονται οι παραγόμενες ενέργειες των διαφορετικών ζώων.

Πίνακας 31. Συγκεντρωτικός πίνακας υπολογισμών

Είδη ζώων	Αριθμός ζώων	Συνολική κοπριά (t/head year)	Ξηρά στερεά (t/head year)	Συντελεστής παραγωγής βιοαερίου (m ³ /dry t)	Συντελεστής παραγωγής ενέργειας (MJ/m ³)
Βοοειδή	4.580,00	10,80	1,54	281,00	21,60
Προβατοειδή	364.761,00	0,64	0,22	120,00	21,60
Κατσίκες	40.331,00	0,64	0,22	120,00	21,60
Πουλερικά	73.865,00	0,03	0,01	359,00	21,60
Ιπποείδη και όνοι	2.110,00	8,82	2,60	160,00	21,60

Πηγή: Batzias et al, 2005

Πίνακας 32. Υπολογισμοί ζωικής βιομάζας σε MJ/year

Είδη ζώων	Συνολική ετήσια παραγωγή κοπριάς (t/year)	Συνολική ετήσια παραγωγή ξηρών στερεών (t/year)	Συνολική ετήσια παραγωγή βιοαερίου (m3)	Ενεργειακό περιεχόμενο (MJ/year)
Βοοειδή	49.464,00	7.053,20	1.981.949,20	42.810.102,72
Προβατοειδή	233.447,04	80.976,94	9.717.233,04	209.892.233,66
Κατσίκες	25.811,84	8.953,48	1.074.417,84	23.207.425,34
Πουλερικά	2.511,41	738,65	265.175,35	5.727.787,56
Ιπποείδη και όνοι	18.610,20	5.486,00	877.760,00	18.959.616,00
Σύνολο	329.844,49	103.208,27	13.916.535,43	300.597.165,28

Πίνακας 33. Υπολογισμοί ζωικής βιομάζας σε GJ/year και σε GWh/year

Είδη ζώων	Ενεργειακό περιεχόμενο (GJ/year)	Ενεργειακό περιεχόμενο (GWh/year)
Βοοειδή	42.810,10	11,89
Προβατοειδή	209.892,23	58,31
Κατσίκες	23.207,43	6,45
Πουλερικά	5.727,79	1,59
Ιπποείδη και όνοι	18.959,62	5,27
Σύνολο	300.597,17	83,51

Στους πίνακες 32 και 33 υπολογίζεται η δυνητική πρωτογενής ενέργεια που παράγεται από τα ζωικά απόβλητα σε MJ/year, σε GJ/year και σε GWh/year. Η συνολική δυνητική πρωτογενής ενέργεια που παράγεται είναι **300.597,17 GJ/year** ή **83,51 GWh/year**. Όπως και στην φυτική βιομάζα έτσι και στην ζωική, η ενέργεια που μπορεί να αξιοποιηθεί ως ηλεκτρική είναι τελικά το 40% της συνολικής, δηλαδή **33,4 GWh/year**. Αντίστοιχα, στο πίνακα 34 φαίνεται το ποσοστό της προσφερόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο από την ζωική βιομάζα το οποίο είναι 13,5.

Πίνακας 34. Τελική ηλεκτρική ενέργεια που θα αξιοποιηθεί από ζωική βιομάζα και ποσοστό αυτής στο δίκτυο

Ενέργεια που θα αξιοποιηθεί τελικά από ζωική βιομάζα (40%)	33,4 (GWh)
Ποσοστό ενέργειας	13,5

Πίνακας 35. Τελική ηλεκτρική ενέργεια που θα παραχθεί από την συνολική βιομάζα και ποσοστό αυτής στο ηλεκτρικό δίκτυο του νησιού

Συνολική δυνητική ενέργεια από φυτική-ζωική βιομάζα σε GWh	462,89
Ηλεκτρική ενέργεια που θα αξιοποιηθεί τελικά σε GWh (40%)	185,16
Συνολική ηλεκτρική ενέργεια από ορυκτά καύσιμα σε GWh	247,50
Ποσοστό ενέργειας	74,81

Αν προσθέσουμε την ηλεκτρική ενέργεια της φυτικής βιομάζας (**151,75 GWh/year**) με την ηλεκτρική ενέργεια της ζωικής βιομάζας (**33,4 GWh/year**), η συνολικά αξιοποιήσιμη ηλεκτρική ενέργεια είναι τελικά **185,16 GWh/year**, που αντιστοιχεί σε ποσοστό της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας **74,81%**. Άρα μπορεί να συνεισφέρει η βιομάζα (φυτική και ζωική) ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας στο νησί, χωρίς να εισάγει όλα τα καύσιμα της από την ηπειρωτική χώρα, αποκτώντας σε ένα μεγάλο βαθμό ανεξαρτησία για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που χρειάζεται η Λέσβος.

4.5 Συμπαράγωγή ηλεκτρικής-θερμικής ενέργειας

Ολοκληρώνοντας την αξιοποίηση της ενέργειας από την βιομάζα της Λέσβου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, σημαντικό είναι να αναφερθεί η εκμετάλλευση της θερμικής ενέργειας που αποβάλλεται στο περιβάλλον, κατά την διαδικασία της μετατροπής της χημικής ενέργειας του καυσίμου σε ηλεκτρισμό.

Σε πολλές χώρες του εξωτερικού, αλλά και στην Ελλάδα σε μικρότερο βαθμό, γίνεται εκμετάλλευση της θερμικής ενέργειας που παράγεται από τους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς για την τροφοδότηση νοικοκυριών και βιομηχανιών με ζεστό νερό ή για θέρμανση και ψύξη χώρων. Αυτό συμβαίνει καθώς το 30-40% της χημικής ενέργειας του καυσίμου θα μετατραπεί σε ηλεκτρισμό, ενώ το υπόλοιπο 60-70% θα διαφύγει ως θερμότητα στο περιβάλλον. Από την εκμετάλλευση της θερμικής ενέργειας, που άλλοτε θα αποτελούσε θερμικό απόβλητο, επιτυγχάνεται μεγαλύτερη αξιοποίηση του καυσίμου σε βαθμό 85-90%.

Η μεταφορά της θερμότητας ή αλλιώς τηλεθέρμανση, γίνεται με την δημιουργία μιας συνολικής εγκατάστασης η οποία θα μεταφέρει την θερμότητα μέσα από ένα δίκτυο διανομής σωλήνων το οποίο συνδέει την πηγή θερμότητας με τα νοικοκυριά και τις βιομηχανίες. Σε αντίθεση δηλαδή με τους οικιακούς καυστήρες παραγωγής θερμότητας ή άλλες πηγές θέρμανσης που μπορεί να έχουν οι οικίες, η τηλεθέρμανση αποτελεί μια κεντρική πηγή θέρμανσης που διανέμεται στα νοικοκυριά με πολλά οφέλη τόσο από οικονομικής όσο και από περιβαλλοντικής άποψης. Συγκεκριμένα, η συμπαράγωγή προσφέρει εξοικονόμηση καυσίμου της τάξεως 15-40% έχοντας μεγαλύτερη απόδοση σε σχέση με τους συμβατικούς ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς και παρέχοντας ευελιξία στο ηλεκτρικό σύστημα μιας περιοχής.

Επίσης, με την εφαρμογή της τηλεθέρμανσης έχει παρατηρηθεί ότι υπάρχει μείωση της ρύπανσης της ατμόσφαιρας, αφού υπάρχει μία ή ορισμένες μονάδες που διανέμουν την θερμότητα στις οικίες και όχι πολλές μικρές εστίες παραγωγής θερμότητας όπως γίνεται συνήθως στα νοικοκυριά. Το γεγονός αυτό έχει περιορίσει σημαντικά την ρύπανση από οξειδία του θείου (SO_x) και καπνού σε αυτές τις περιοχές. Αντίστοιχα, στις μονάδες συμπαράγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού πραγματοποιείται τακτικός έλεγχος των εκπεμπόμενων ρύπων όπως και εφαρμογή μεθόδων προηγμένης αντιρρυπαντικής τεχνολογίας κάτι που δεν γίνεται στις οικίες συστηματικά. Αξίζει να αναφερθεί επίσης ότι τα συστήματα τηλεθέρμανσης επιτυγχάνουν καλύτερη διαχείριση της καύσιμης ύλης και έτσι υπάρχει εξοικονόμηση ενέργειας. Τέλος, η τηλεθέρμανση είναι μια ακίνδυνη μορφή ενέργειας η οποία είναι διαθέσιμη όλο το χρόνο και μπορεί να επιφέρει μείωση στις δαπάνες του καταναλωτή κατά 40-50% (Γκατζιούρα, 2009).

Έχοντας πραγματοποιηθεί οι υπολογισμοί για την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από την βιομάζα της Λέσβου, σειρά έχει να υπολογιστεί η θερμική ενέργεια που παράγεται από αυτή, ώστε να μην αποβάλλεται άσκοπα στο περιβάλλον.

Η ηλεκτρική ενέργεια που θα αξιοποιηθεί τελικά από την βιομάζα είναι 185,16 GWh και το ποσοστό που θα συνεισφέρει στο ηλεκτρικό δίκτυο της ΔΕΗ είναι 74,81%.

Για τον υπολογισμό της θερμικής ενέργειας πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι από την δυνητική πρωτογενή ενέργεια θα αξιοποιηθεί τελικά το 30% αυτής. Έτσι, η αρχική δυνητική ενέργεια υπολογίστηκε στις 462,89 GWh, οπότε η θερμική ενέργεια που μπορεί να αξιοποιήσει το νησί της Λέσβου είναι 138,9 GWh.

Πίνακας 36. Ηλεκτρική και θερμική ενέργεια από βιομάζα

Δυνητική πρωτογενής ενέργεια από βιομάζα (GWh)	462,89
Ηλεκτρική ενέργεια 40% (GWh)	185,16
Θερμική ενέργεια 30% (GWh)	138,9

5. Συμπεράσματα

Έχοντας ολοκληρώσει το θεωρητικό αλλά και το υπολογιστικό μέρος της διπλωματικής εργασίας, σειρά έχουν τα συμπεράσματα που έχουν προκύψει από την διερεύνηση της βιομάζας της νήσου Λέσβου.

Η Λέσβος αποτελεί το τρίτο μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας με ένα αρκετά μεγάλο πληθυσμό και για να καλύψει τις ενεργειακές της ανάγκες προμηθεύεται πετρέλαιο και μαζούτ από την ενδοχώρα ώστε να λειτουργήσει ο αυτόνομος σταθμός ηλεκτροπαραγωγής. Επειδή βρίσκεται μακριά από την ενδοχώρα δεν μπορεί να διασυνδεθεί ενεργειακά με αυτή και πολλές φορές δημιουργούνται πιέσεις ώστε να ανταποκριθεί στην ενεργειακή ζήτηση που απαιτεί το νησί. Το γεγονός αυτό, δημιουργεί την ανάγκη τόσο η Λέσβος, όσο και άλλα νησιά που βρίσκονται στην ίδια κατάσταση, να αξιοποιήσουν τις πηγές ενέργειας που προσφέρει ο τόπος. Συγκεκριμένα, η Λέσβος έχει έναν πολύ μεγάλο αριθμό σε ελαιόδεντρα, καθώς αποτελεί πλέον μονοκαλλιέργεια, και η βιομάζα που παράγουν αυτά είναι αρκετή για να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των ενεργειακών της αναγκών. Στην διπλωματική εργασία προστέθηκαν βέβαια και άλλες πηγές βιομάζας (φυτικής και ζωικής) ώστε να αυξηθεί το ποσό της ενέργειας που μπορεί να εκμεταλλευτεί.

Από την εκμετάλλευση της βιομάζας μπορούν να προκύψουν αρκετά θετικά αποτελέσματα τόσο από περιβαλλοντικής, όσο και από οικονομικής και κοινωνικής σκοπιάς.

Αρχικά, η χρήση της τοπικής βιομάζας εξασφαλίζει σημαντική πηγή ενέργειας για το νησί και ασφάλεια στις διακυμάνσεις της ενεργειακής ζήτησης που υφίσταται συστηματικά το δίκτυο, κυρίως την καλοκαιρινή και χειμερινή περίοδο. Η βιομάζα που σε άλλες περιπτώσεις αποτελούσε απόβλητο ή καιγόταν σε ανοικτούς χώρους με την ενέργεια της να χανόταν στο περιβάλλον και ρυπαίνοντας παράλληλα την ατμόσφαιρα με αιωρούμενα σωματίδια και άλλους ρύπους, μπορεί να αξιοποιηθεί και να αφαιρεθεί ένα τμήμα της που θα κατέληγε στις χωματερές ή θα διέφευγε στο περιβάλλον ως θερμότητα. Επίσης, η καύση της βιομάζας δεν παράγει οξείδια του θείου όπως τα ορυκτά καύσιμα και έτσι εμποδίζεται η δημιουργία της όξινης βροχής. Αξίζει να σημειωθεί επίσης, ότι αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας καθώς ακολουθεί μια κυκλική διαδικασία, δηλαδή η βιομάζα που θα παραχθεί και θα καεί και θα παράξει με την σειρά της διοξείδιο του άνθρακα το οποίο θα απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα, απορροφάται ξανά από τα φυτά για την επιτέλεση των λειτουργιών τους. Αντίθετα, με την καύση των ορυκτών καυσίμων παράγεται νέο διοξείδιο του άνθρακα το οποίο δεν μπορεί να απορροφηθεί με το ρυθμό που θα απορροφούταν αν καιγόταν η βιομάζα.

Έτσι, η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα και δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Επιπλέον, η αντικατάσταση των παραδοσιακών καλλιεργειών με ενεργειακές καλλιέργειες μπορεί να έχει οφέλη στην ποιότητα των εδαφών, καθώς οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι πολύ ανθεκτικές στην ξηρασία, δεν χρειάζονται φυτοφάρμακα και πολλά θρεπτικά για να αναπτυχθούν και γενικότερα δεν χρειάζονται έντονη επέμβαση για την συντήρησή τους. Επίσης, οι ενεργειακές καλλιέργειες δημιουργούν νέες θέσεις εργασίας καθώς καλλιεργούνται ευκολότερα και κρατάνε τον αγροτικό πληθυσμό στις περιοχές τους. Με αυτό τον τρόπο δημιουργείται ανάπτυξη στις αγροτικές περιοχές στηρίζοντας την τοπική οικονομία.

Από την συμπαραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας, αξιοποιείται ένα μέρος της ενέργειας που θα διέφευγε στο περιβάλλον ως θερμότητα, με αποτέλεσμα να υπάρχει καλύτερη εκμετάλλευση των καυσίμων που χρησιμοποιούνται και οικονομία των πόρων. Αντίστοιχα, η ποιότητα ζωής των κατοίκων που τροφοδοτούνται με ζεστό νερό και θέρμανση απολαμβάνουν καλύτερης ποιότητας αέρα καθώς υπάρχουν πολύ λιγότερες καμινάδες να εκπέμπουν αέρια στην ατμόσφαιρα, όπως επίσης και οικονομία γιατί δεν χρειάζεται πλέον να προμηθεύονται καύσιμα για τους καυστήρες και τις ετήσιες συντηρήσεις των λεβήτων.

Τέλος, η δημιουργία μιας νέας μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας ή η μετατροπή της υπάρχουσας μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε μονάδα που να χρησιμοποιεί για την καύση της βιομάζας, θα μπορούσε να πραγματοποιήσει το νησί της Λέσβου ώστε να καλύψει την ενεργειακή ζήτηση που χρειάζεται. Σε συνεργασία με τους αγρότες και τους κτηνοτρόφους της Λέσβου, θα μπορούσαν να συγκεντρώνονται οι ποσότητες της βιομάζας που παράγονται, να επεξεργάζονται σε ειδικούς χώρους και να αποθηκεύονται ώστε να είναι διαθέσιμη για μετέπειτα χρήση. Με αυτό τον τρόπο μπορούν να δημιουργηθούν θέσεις για πολλές ειδικότητες επαγγελματιών όπως και το νησί να λειτουργεί αυτόνομα χωρίς την προμήθεια πόρων από την ενδοχώρα.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση:

A Coastal Concordat for England,. (2013). DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS.

Batzias, F. A., Sidiras, D. K., & Spyrou, E. K. (2005). Evaluating livestock manures for biogas production: a GIS based method. *Renewable Energy*, 30(8), 1161-1176.

Bridgwater, A. V., Meier, D., & Radlein, D. (1999). An overview of fast pyrolysis of biomass. *Organic geochemistry*, 30(12), 1479-1493.

Demirbas, A. (2007). Combustion systems for biomass fuel. *Energy Sources, Part A*, 29(4), 303-312.

Giannoulis, E. D., & Haralambopoulos, D. A. (2011). Distributed Generation in an isolated grid: Methodology of case study for Lesvos–Greece. *Applied Energy*, 88(7), 2530-2540.

Kapellakis, I. E., Tsagarakis, K. P., & Crowther, J. C. (2008). Olive oil history, production and by-product management. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 7(1), 1-26.

Kirubakaran, V., Sivaramakrishnan, V., Nalini, R., Sekar, T., Premalatha, M., & Subramanian, P. (2009). A review on gasification of biomass. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(1), 179-186.

Klass, D. L. (1998). *Biomass for renewable energy, fuels, and chemicals*. Elsevier.

Kontogianni, A., Tourkolias, C., & Skourtos, M. (2013). Renewables portfolio, individual preferences and social values towards RES technologies. *Energy Policy*, 55, 467-476.

Koroneos, C., Michailidis, M., & Moussiopoulos, N. (2004). Multi-objective optimization in energy systems: the case study of Lesvos Island, Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 8(1), 91-100.

Kyriakopoulos, G. L., Arabatzis, G., & Chalikias, M. (2016). Renewables exploitation for energy production and biomass use for electricity generation. A multi-parametric literature-based review. *AIMS Energy*, 4(5), 762.

McKendry, P. (2002). Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource technology*, 83(1), 37-46.

Palaiologou, P., Kalabokidis, K., Haralambopoulos, D., Feidas, H., & Polatidis, H. (2011). Wind characteristics and mapping for power production in the Island of Lesvos, Greece. *Computers & geosciences*, 37(7), 962-972.

Papachristou, M., Mendrinou, D., Dalampakis, P., Arvanitis, A., Karytsas, C., & Andritsos, N. (2016, September). Geothermal energy use, country update for Greece. In *European geothermal congress, Strasbourg, France* (pp. 19-24).

Pavlis, E. (2017). North Aegean island landscapes as ecomuseums: the case of Lesbos Island. *Island Studies Journal*, 12(1), 135-150.

Sagani, A., Hagidimitriou, M., & Dedoussis, V. (2014). A study of burning olive tree pruning biomass for electricity generation. In *Proceedings of World Bioenergy Conference*, 3e5 Jun (p. 66e70).

Strantzali, E., Aravossis, K., & Livanos, G. A. (2017). Evaluation of future sustainable electricity generation alternatives: The case of a Greek island. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 775-787.

Tegou, L. I., Polatidis, H., & Haralambopoulos, D. A. (2012). A multi-criteria framework for an isolated electricity system design with renewable energy sources in the context of distributed generation: the case study of Lesbos Island, Greece. *International journal of green energy*, 9(3), 256-279.

Voivontas, D., Assimacopoulos, D., & Koukios, E. G. (2001). Assessment of biomass potential for power production: a GIS based method. *Biomass and bioenergy*, 20(2), 101-112.

Ελληνική:

Βελιτζέλος Ε. & Ζούρος Ν. (1988). *Απολιθωμένο δάσος Λέσβου*. Ν. Σμύρνη: Εκδόσεις Τοπίο.

Γκατζιούρα, Μ. (2009). *Μελέτη συστημάτων τηλεθέρμανσης* (Bachelor's thesis).

Κιουρέλλης Α. *Η τεχνολογία παραγωγής ελαιολάδου στη Λέσβο κατά την Αρχαιότητα*. Λέσβος: Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Λέσβου.

Σηφουνάκης Ν. (1986). *Βιομηχανικά Κτίρια στη Λέσβο: Ελαιοτριβεία – Σαπωνοποιεία*. Αθήνα: Καστανιώτη

Σιφναίου, Ε. (1996). *Λέσβος. Οικονομική και κοινωνική ιστορία (1840-1912)*. Αθήνα: Τροχαλία.

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΗΜΟΥ ΛΕΣΒΟΥ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 2015 – 2019 (τελευταία πρόσβαση 19/03/2020 <http://www.mytilene.gr/hlektronikh-enhmervsh/epigeyrhshakó/>)

Τζιμής Σ., Γιαννάκας Β., Παρασκευαΐδης Π., Κουρβανιού Β., Κωμαΐτης Β. και Διγιδίκης Γ. (1995). *Ιστορία της Λέσβου*. Μυτιλήνη: Σύνδεσμος Φιλολόγων Ν. Λέσβου

Διαδίκτυο:

Ελληνική Στατιστική Αρχή (2018). ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ. Υπολογισμός Πληθυσμού και Μεταναστευτικές Ροές της Χώρας έτους 2017

<http://www.statistics.gr/documents/20181/63673834-40e3-4eb3-a33a-efc54cb04de9>

τελευταία πρόσβαση στις 9/10/2019)

ΕΛΛΙΟΥΡΓΙΑ ΑΙΓΑΙΟΥ ΑΒΕΕ (<https://www.pyrina.gr/> τελευταία πρόσβαση στις 29/05/2020)

ΜΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΛΗΨΗ. ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΟΥ: «Προμήθεια και εγκατάσταση 8 νέων φορητών Ηλεκτροπαραγωγών Ζευγών (H/Z) ισχύος 1,355 MW έκαστο στον ΑΣΠ Λέσβου» (<https://docplayer.gr/5209118-Mi-tehniki-perilipsi-titlos-ergoy-promitheia-kai-egkatastasi-8-neon-foriton-ilektroparagogn-zeygon-i-z-ishyos-1-355-mw-ekasto-ston-asp-lesvoy.html>

τελευταία πρόσβαση 27/08/2020)

Εισαγωγή στην Ενεργειακή Τεχνολογία 1 ο και 5ο εξάμηνο Σχολής Πολιτικών Μηχανικών: «Ενέργεια από βιομάζα»

(https://www.itia.ntua.gr/el/getfile/1902/8/documents/ET2018_Biomass.pdf τελευταία

πρόσβαση 27/08/2020)

Εισαγωγή στην Ενεργειακή Τεχνολογία: «Ενέργεια από βιομάζα»

(<file:///C:/Users/user/Documents/%CE%9C%CE%95%CE%A4%CE%91%CE%A0%CE%A4%CE%A5%CE%A7%CE%99%CE%91%CE%9A%CE%9F%20%CE%91%CE%9D%CE%91%CE%A0%CE%A4%CE%A5%CE%9E%CE%97%20%CE%9A%20%CE%A0%CE%95%CE%A1%CE%99%CE%92%CE%91%CE%9B%CE%9B%CE%9F%CE%9D/%CE%94%CE%99%CE%A0%CE%9B%CE%A9%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%97/%CE%B5%CE%BE%CE%B5%CE%BB/%CE%A3%CE%97%CE%9C%CE%91%CE%9D%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%91%20%CE%A0%CE%94%CE%A6/%CE%9C%CE%95%CE%A4%CE%91%CE%A4%CE%A1%CE%9F%CE%A0%CE%95%CE%A3%20%CE%A3%CE%95%CE%9B%2030.pdf> τελευταία πρόσβαση 27/08/2020)